

Sausosios statybos sistemos

AK01.lt

Techninė brošiūra 2018-05

Patalpų akustika su *Knauf*

Pagrindai ir koncepcija

Cleaneo Classic

Cleaneo Module

Cleaneo Single

Turinys

Įvadas

Pastabos ... 3

Naudojimo patarimai ... 3
Knauf sistemų naudojimas pagal paskirtį ... 3
Bendrieji nurodymai ... 3

Pagrindai

Akustinių priemonių tikslas ... 5

DIN 18041:2004 ir DIN 18041:2016 reikšmė ... 6

DIN 18041:2004 ir DIN 18041:2016 reikšmė ... 6
Normatyviniai reikalavimai ir rekomendacijos ... 6
Garso sugerties koeficientų apibrėžimas pagal DIN EN ISO 11654 ... 9

Garso sugerties koeficientai pagal DIN EN ISO 11654 ... 9

Koncepcija

Įvadas ... 12

A grupės patalpos ... 13

Pagrindinė informacija ... 13
Klasė (padidinti reikalavimai akustikai) ... 14
Klasė (be padidintų reikalavimų akustikai) ... 16
Vaikų darželio grupės patalpa (padidinti reikalavimai akustikai) ... 18
Vaikų darželio grupės patalpa (be padidintų reikalavimų akustikai) ... 20
Muzikos klasė, kurioje aktyviai grojama ir dainuojama ... 22
Auditorijos ... 24
Auditorijos be aukštyn kylančių sėdimų vietų ... 26
Auditorijos, kuriose sėdimos vietos kyla aukštyn ... 28
Bendroji arba susirinkimų patalpa ... 30
Posėdžių patalpos (padidinti reikalavimai akustikai) ... 32
Posėdžių patalpos (be padidintų reikalavimų akustikai) ... 34
Sporto salės ... 36

B grupės patalpos ... 38

Pagrindinė informacija ... 39
Vienam / dviem asmenims skirti biurai ... 40
Grupėms ir dideliam skaičiui asmenų skirti biurai ... 42
Aktų salės mokyklose ... 44
Žmonių judėjimo zonos ... 46
Valgyklos ... 48
Vestibiuliai su darbo vieta ... 50
Biblioteka ... 52
Parodų patalpos ... 54
Restoranai ... 56

Įgyvendintų projektų pavyzdžiai

Šv. Mikalojaus evangeliškasis vaikų darželis, Albertshofenas ... 60

***Knauf Gips KG* centrinė būstinė** ... 64

Miesto biblioteka, Hanau ... 66

Naudojimo patarimai

Nurodymai dėl dokumento

Ši techninė brošiūra yra informacinis dokumentas, kuriame pateikiamos specialios temos ir informacija apie *Knauf* profesinę kompetenciją. Pateikta informacija ir duomenys, konstrukcijų variantai, konstrukcijų dalys ir išvardyti produktai grindžiami parengimo momentu galiojančiais tinkamumo naudoti sertifikatais (pvz., bendrieji techniniai bandymų liudijimai ir (arba) bendrieji statybos techniniai leidimai) ir standartais, jei nenurodyta kitaip. Taip pat yra atsižvelgta į fizikinius (apsaugos nuo gaisro ir garso izoliacijos), konstrukcinius ir statinius reikalavimus. Kaip pavyzdžiai pateikiamos konstrukcijos detalės, kurios gali būti analogiškai taikomos atitinkamos sistemos įvairių variantų apkaloms. Jei keliami apsaugos nuo gaisro ir (arba) garso izoliacijos reikalavimai, reikia atsižvelgti į reikalingas papildomas priemones ir (arba) apribojimus.

Nuorodos į kitus dokumentus

Techninės brošiūros

- Patalpų akustika su *Knauf*. Projektavimo duomenys, AK02.lt
- Garso izoliacija su *Knauf*. Pagrindai, SS01.lt
- Garso izoliacija su *Knauf*. Vidaus sienos, SS02.lt
- Garso izoliacija su *Knauf*. Lubos, SS03.lt
- Garso izoliacija su *Knauf*. Išorinės konstrukcinės dalys, SS04.lt
- Garso izoliacija su *Knauf*. Sistemos „Patalpa patalpoje“, SS05.lt

Techninių duomenų lapai

- Atskirų *Knauf* sistemos sudedamųjų dalių techninių duomenų lapai.

Duomenų lapai

- D12.lt *Knauf Cleaneo* akustinių plokščių lubų duomenų lapas, D12.lt
- *Knauf Cleaneo* akustinės kesoninės lubos, D14.lt
- *Knauf Cleaneo* akustinės sienų sistemos, AK04.lt

Knauf programėlė *TOPview*

Programėlėje *TOPview* rasite įdomių aspektų akustikos ir akustikos matavimo temomis. Programėlė skirta *iOS* ir *Android*, taip pat žr. *Knauf* pradžios tinklalapį:
https://www.knauf.de/profi/tools-services/tools/vr-app-topview/

Knauf sistemų naudojimas pagal paskirtį

Laikykitės šių reikalavimų.

Dėmesio!	*Knauf* sistemas leidžiama naudoti tik *Knauf* dokumentuose nurodytais naudojimo atvejais. Jeigu naudojami kitų gamintojų produktai ar sudedamosios dalys, *Knauf* turi juos rekomenduoti arba leisti naudoti. Norint tinkamai naudoti produktus ir sistemas, reikia tinkamai transportuoti, sandėliuoti, pastatyti, įrengti ir prižiūrėti.

Bendrieji nurodymai

Sąvokos ir apibrėžimai

A/V santykis

Lygiaverčio garsą sugeriančio ploto A (m^2) ir patalpos tūrio V (m^3) santykis

Slopinimas

Kaip geras akustinis patalpos slopinimas suprantamas pakankamas triukšmo lygio sumažinimas ir prie patalpos aplinkos pritaikytos aidėjimo trukmės nustatymas. Kuo didesnė santykio skaitinė vertė, tuo daugiau garsą sugeriančio ploto yra patalpoje ir tuo labiau patalpa akustiškai slopinama.



Pagrindai

Trumpas įvadas į patalpų akustiką

Jei kaimynas dažnai triukšmauja, galima pagerinti tarp patalpų esančių perdangų ir sienų garso izoliacines savybes, jei patalpoje girdimas gatvės eismo keliamas triukšmas, galima uždaryti langą. Tačiau ką daryti, jei triukšmas kyla patalpoje, kurioje būnama. Tuomet griebiamasi patalpų akustikos. Čia vartojama triukšmo sąvoka yra bendrojo pobūdžio. Patalpoje tenka mažinti bendradarbių keliamą triukšmą, išdykaujančių vaikų siautėjimą vaikų darželiuose paversti pakenčiamu arba sumažinti įrenginių triukšmo emisiją ir ne tik tai. Kai kuriose patalpose garsą reikia nukreipti į tinkamus paviršius.

Pavyzdžiui, auditorijose garso energiją reikia tiekti visiems dalyvaujantiems asmenims, kad ištartą žodį išgirstų sėdintieji ir paskutinėje eilėje, taip pat išlaikyti kalbos suprantamumą.

Atsižvelgiant į tai, kad vis labiau populiarėja modernios architektūros kryptys, kurios renkasi lygius ir glotnius paviršius, pavyzdžiui, dekoratyviojo betono, stiklo ar kitus griežto stiliaus interjero įrengimo variantus, žinios apie patalpų akustiką yra labai svarbios.

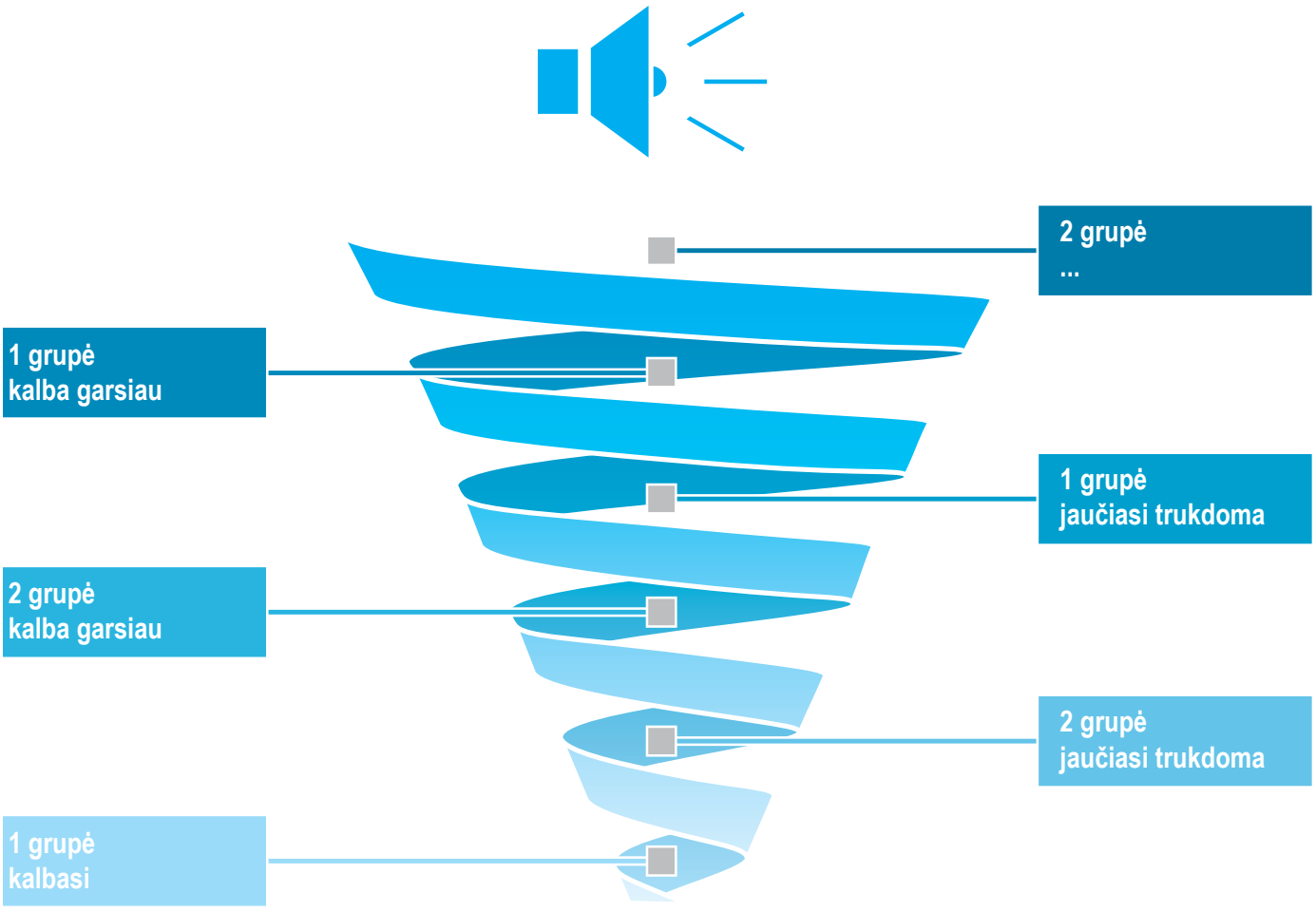
Dėl nepakankamos patalpos akustikos skirtingos paskirties patalpose gali kilti įvairių problemų:

- trukdantys garso atspindžiai, neigiamai veikiantys kalbos suprantamumą, mažina gebėjimą susikaupti kalbinių pristatymų metu;
- kalbinių renginių metu nepakankamai gerai girdint tiesioginį garsą ir dėl to prasčiau suprantant žodžius bei sakinius dalyvaujantiesiems kyla nerimas, jie girdi foninį murmėjimą;
- kalbant keliems kalbėtojams, pokalbiai persidengia, todėl, esant netinkamai patalpų akustikai didėja kalbos garsumas, tačiau girdimumas prastėja, be to ši problema pasižymi stiprėjančiu efektu.
- Neatsižvelgiant arba nepakankamai atsižvelgiant į patalpų akustikos kokybę didėja triukšmo lygis uždarose patalpose ir dėl to:
  - mažėja žmonių pažintinės veiklos efektyvumas;
  - triukšmo lygis mažėja nedaug net dideliu atstumu;
  - galimi auraliniai (susiję su klausa) ir neauraliniai sutrikimai (poveikiai psichikai ir organizmui).

Garsumo spiralė

Jei patalpoje (mokykloje, biure, restorane ir t. t.) yra keli kalbantys asmenys, o patalpų akustikos kokybė prasta, triukšmo lygis sparčiai didėja dėl toliau aprašomo efekto.

Asmenų grupė kalbasi. Kita šalia esanti grupė dėl to jaučiasi trukdoma ir nesąmoningai pradeda kalbėti garsiau, kad galėtų toliau bendrauti. Tai vėl nesąmoningai paskatina pirmąją grupę pradėti kalbėti dar garsiau, kad vieni kitus galėtų geriau suprasti. Tuomet garsumo spiralė pajuda. Efektas papildomai stiprėja su kiekviena kita grupe. Pavyzdžiui, tai ir yra priežastis, kodėl restoranuose arba valgyklose nepavyksta susikalbėti nerėkiant. Akustinėmis priemonėmis būtina užtikrinti naudojimo tikslą atitinkančią patalpos paskirtį ir neleisti susidaryti garsumo spiralei.



Standartų DIN 18041:2004 ir DIN 18041:2016 reikšmė

Iš esmės standartai DIN 18041:2004 ir DIN 18041:2016 nėra Lietuvoje įteisinti, tai Vokietijos nacionaliniai standartai. Tačiau daug kitų standartų ir direktyvų remiasi jais. Pavyzdžiui:

- DIN 18040-1: statyba be barjerų,
- higieninės taisyklės darbo vietoms (ASR),
- pastatų sertifikavimo sistemos, pvz., BNB ir DGNB.

Esminis DIN 18041:2004 ir DIN 18041:2016 standartų skirtumas yra ne tik tai, kad pateikiamos orientacinės lygiaverčio garso sugerties paviršiaus ir patalpos tūrio santykio vertės, bet ir aiškiai nurodoma atsižvelgti į neįgalių žmonių įtraukimą. Todėl projektuojant kalbiniams pristatymams, komunikacijai skirtas patalpas reikia atkreipti dėmesį į asmenis, turinčius didesnį aiškios kalbos suvokimo poreikį.

Naujus statinius reikia rengti pagal nacionalinius reglamentus ir Jungtinių Tautų neįgaliųjų teisių konvenciją.

Normatyviniai reikalavimai ir rekomendacijos

Ši brošiūra paremta DIN 18041:2004 arba DIN 18041:2016 standartais, todėl daugiausia nurodytos orientacinės aidėjimo trukmės (reverberacijos) reikalavimų ir A/V santykio (lygiaverčio garsą sugeriančio ploto A ir patalpos tūrio V) vertės.

Aidėjimo trukmė T yra sekundėmis išreikštas laiko tarpas, per kurį patalpoje perduodamas garso signalas nuo pradinio garso slėgio lygio sumažėja 60 dB. Skirtumas, kurį sudaro 60 dB, atitinka milijoninę pradinės garso energijos dalį.

Kadangi dėl išorinių priežasčių ne visada galima sukurti šį skirtumą, praktiškai aidėjimo trukmė (AT) dažnai nurodoma kaip T30 arba T20. Tai reiškia, kad matuojamas laikas, per kurį sklindantis garso signalas sumažėja 30 arba 20 dB. Po to perskaičiuojama pagal T60.

Iš esmės aidėjimo laikas priklauso nuo:

- patalpos tūrio,
- patalpos geometrijos,
- patalpą ribojančių paviršių savybių,
- įrengimo būklės.

Jei patalpoje yra daug garsą sugeriančių paviršių, sklindančio garso signalo atspindėjimai labai slopinami, mažėja aidėjimo trukmė. Todėl garso energijai greitai mažėjant sumažinamas ir triukšmo lygis.

Jei patalpoje iš viso nėra arba yra nedaug garsą vos sugeriančių medžiagų, garso atspindėjimai sustiprina skleidžiamą garso signalą ir triukšmo lygis padidėja.

Standarte DIN 18041:2016 nurodyti ne tik aidėjimo trukmei keliami reikalavimai, bet ir su A/V santykiu susijusios orientacinės vertės. A atitinka lygiavertį garsą sugeriantį paviršiaus plotą, V – patalpos tūrį.

Lygiavertis garsą sugeriančio paviršiaus plotas patalpoje nurodo, kiek visos patalpos ploto kvadratinių metrų, jei reikia, įskaitant baldus ir įrangą, sugeria 100 % garso energijos. Kuo didesnis A/V santykis, tuo labiau patalpoje slopinamas garsas.

1 lentelė. Įvairių patalpų tipų pagrindiniai naudojami tūrio rodikliai

Pagrindinė patalpos paskirtis	Tūrio rodiklis k, m^3 vietai
Kalbinis pristatymas	4–6
Muzikinis ir kalbinis pristatymas	6–8
Muzikinis pristatymas	7–12
Mažos muzikantų repeticijų patalpos, skirtos iki 10 vienu metu grojančių muzikantų	15–20
Didesnės muzikantų repeticijų patalpos, skirtos iki 10 vienu metu grojančių muzikantų	30–50

2 lentelė. Aidėjimo trukmės reikalavimai, atsižvelgiant į patalpų paskirtį

Patalpų grupė	Paskirtis	Reikalavimas
A1	Muzika	$T_{soll,\,A1} = \left(0{,}45 \log \frac{V}{m^3} + 0{,}07\right)$ s $30\ m^3 \le V < 1000\ m^3$
A2	Kalba, pranešimas	$T_{soll,\,A2} = \left(0{,}37 \log \frac{V}{m^3} - 0{,}14\right)$ s $50\ m^3 \le V < 5000\ m^3$
A3	Dėstymas, bendravimas (iki 1000 m^3) bei kalba, pranešimas (iki 5000 m^3)	$T_{soll,\,A3} = \left(0{,}32 \log \frac{V}{m^3} - 0{,}17\right)$ s $30\ m^3 \le V < 5000\ m^3$
A4	Dėstymas, bendravimas	$T_{soll,\,A4} = \left(0{,}26 \log \frac{V}{m^3} - 0{,}14\right)$ s $30\ m^3 \le V < 500\ m^3$
A5	Sportas	$T_{soll,\,A5} = \left(0{,}75 \log \frac{V}{m^3} - 1{,}00\right)$ s $200\ m^3 \le V < 10\,000\ m^3$ $T_{soll,\,A5} = 2{,}0$ s $V \ge 10\,000$ s

Aiškinant akustinius reikalavimus ir rekomendacijas standarte išskiriami du galimi naudojimo variantai.

Patalpos, kuriose girdima vidutiniu arba dideliu atstumu: jose triukšmas slopinamas ne tik atsižvelgiant į paskirtį, triukšmo lygis priklauso nuo pakankamo garso energijos tiekimo visiems patalpoje esantiems asmenims. Šios patalpos priskirtos **A grupei**, žr. 2 lentelę. Jai taip pat priklauso:

- mokymų patalpos,
- grupės patalpos vaikų darželyje,
- konferencijų ir seminarų patalpos,
- auditorijos,
- sporto salės ir baseinai.

B grupei priskiriamose patalpose dėmesys kreipiamas į kiek įmanoma didesnį triukšmo lygio mažinimą ir aidėjimo ribojimą, žr. 3 lentelę, 9 psl. Joms priskiriamos:

- žmonių judėjimo zonos su nustatyta buvimo kokybe,
- maitinimo patalpos ir valgyklos,
- parodų patalpos,
- vestibiuliai,
- biurai.

Aidėjimo trukmė, kurios reikia laikytis A grupės patalpose, priklauso nuo patalpos tūrio ir paskirties.

Pagal DIN 18041:2016 skiriamos penkios paskirtys, žr. 2 lentelę, 6 psl.

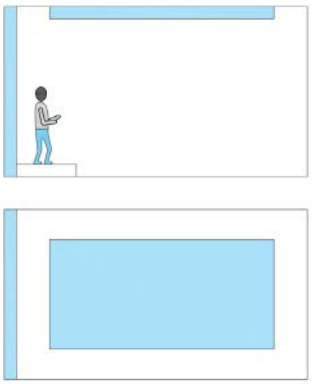
Pagal patalpų naudojimą, atsižvelgiant į patalpos tūrį, numatytų vietų laiko tarpas turi būti nei per didelis, nei per mažas, žr. 1 lentelę, 6 psl. Jei mažoje patalpoje, siekiant naudojimo tikslo, yra per daug asmenų, gali būti, kad reikalaujama aidėjimo trukmė yra per maža, todėl garsas patalpoje smarkiai slopinamas. Ypač didelis neigiamas poveikis skambesiui muzikinių pasirodymų metu daromas, kai turi būti pasiekiama tam tikra aidėjimo trukmė. Tokiu atveju kalbiniams pristatymams reikia elektrinių akustinių garso stiprinimo įrenginių. Tačiau, jei patalpoje, kuri, pvz., skirta naudoti kaip kalbinė, yra per mažai asmenų, siekiama aidėjimo trukmė gali būti viršyta ir dėl to suprastės kalbos suprantamumas. Todėl būtina siekti įvairių pagrindinių naudojamo tūrio rodiklių.

Reikia ne tik laikytis nurodytos aidėjimo trukmės ir atsižvelgti į tūrio rodiklius, bet ir nustatyti tinkamą padėtį, atsižvelgti į garsą sugeriančių ir atspindinčių plotų paskirstymą, žr. paveikslėlius. Iš esmės garsą sugeriančias medžiagas reikėtų tolygiai paskirstyti patalpoje. Siekiant išvengti daugkartinių atspindžių tarp lygiagrečių sienų, mažose patalpose (iki 250 m³) priešais kalbėtoją esančios sienos plotą bent iš dalies reikia įrengti taip, kad jis sugertų garsą.

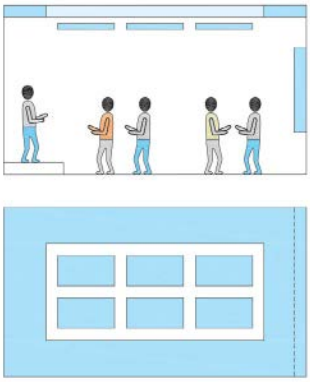
Trukdantys aidai pasireiškia, kai laiko skirtumas tarp tiesioginio garso priėmimo ir pirmo garso atspindžio yra 50 ms, tai atitinka 17 m atstumą. Todėl planuojant didesnes patalpas reikia atsižvelgti į tai, kad nebūtų viršytas šis atstumo skirtumas tarp tiesioginio garso ir atspindžių, tinkamoje vietoje įrengiant garsą sugeriančius arba nukreipiančius plotus, žr. „Eigos skirtumų tarp tiesioginio garso ir atspindžio įvertinimas“, 8 psl.

Garsą sugeriančių plotų paskirstymas mažo ir vidutinio dydžio patalpose pagal DIN 18041:2016

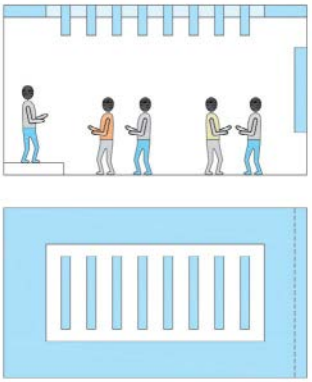
a) Netinkamai



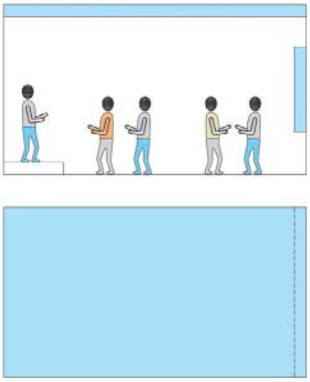
b) Tinkamai



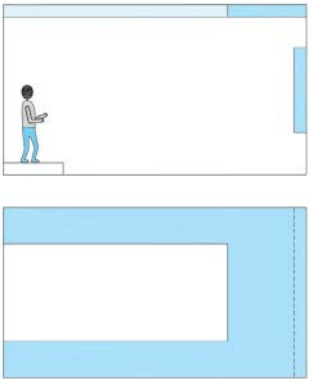
c) Tinkamai



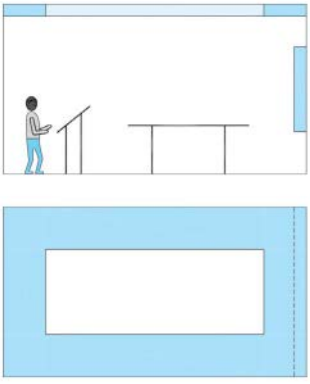
d) Tinkamai



e) Tinkamai



f) Tinkamai



Be to, reikia atsižvelgti į toliau išvardytus punktus.

- Didelėse patalpose bent vienos lygiagrečios sienos plotas turėtų būti iš dalies sugeriantis garsą, segmentuotas (sklaidantis garsą) arba būti pasviręs mažiausiai 5°.
- Siekiant, kad didelėse patalpose esantys asmenys tolygiai girdėtų tiesioginį garsą, reikia naudoti garsą nukreipiančius elementus.
- Už kalbėtojo esanti siena turi atspindėti vidutinių ir aukštųjų dažnių garsus.
- Apskritimo arba elipsės formos patalpas reikia kruopščiai akustiškai suprojektuoti.
- Dėl įgaubtų sienų ir lubų plotų gali kilti problemų, todėl reikia imtis papildomų akustinių priemonių.

Standartų DIN 18041:2004 ir DIN 18041:2016 reikšmė

B grupės patalpos taip pat skirstomos pagal penkias paskirtis. Pirmai paskirčiai nekeliama jokių reikalavimų ir nėra jokių rekomendacijų, žr. 3 lentelę, 9 psl. Orientacinė vertė, nusakanti patalpos akustinę kokybę, priklauso tik nuo patalpos aukščio h. Esamas A/V santykis, palyginti su orientacine verte, prognozuojamas taikant skaičiavimo metodą arba perskaičiuojamas pagal išmatuotą aidėjimo trukmę.

Prognozuojant esamą A/V santykį, imamos visos patalpoje panaudotos medžiagos su jų garso sugerties koeficientais ir sudauginamos su įrengtais plotais. Kiekvienai medžiagai apskaičiuotas lygiavertis garso sugerties plotas sumuojamas ir naudojamas santykiui su tūriu. Šį A/V santykį dabar galima palyginti su orientacinėmis vertėmis ir, jei reikia, imtis tolesnių priemonių. Paprastai tai vyksta esant 250–2000 Hz oktavos dažnių diapazonui, atsižvelgiant į dažnius.

Prognozavimo metodo alternatyva yra aidėjimo trukmės matavimas jau esančiose patalpose. Taikant Sabine formulę, išmatuotą aidėjimo trukmę galima perskaičiuoti į lygiavertį garsą sugeriantį plotą.

Aidėjimo trukmės formulė pagal Sabine:

$T = 0{,}163 \cdot V/A$

T – aidėjimo trukmė (s),

V – patalpos tūris (m^3),

A – lygiavertis garsą sugeriantis plotas (m^2).

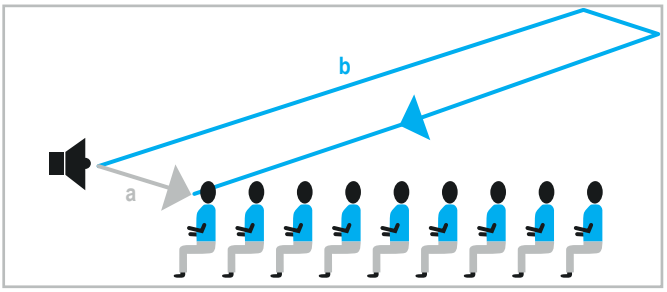
Kadangi T buvo išmatuota, A galima išreikšti iš formulės, tada A/V santykis atrodo taip:

$A = 0{,}163 \cdot V/T$

Eigos skirtumų tarp tiesioginio garso ir atspindžio įvertinimas

Netinkamai

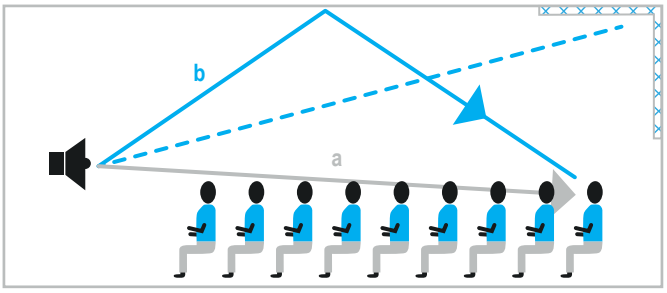
b – a ≥ 17 m



Tinkamai

b – a < 17 m

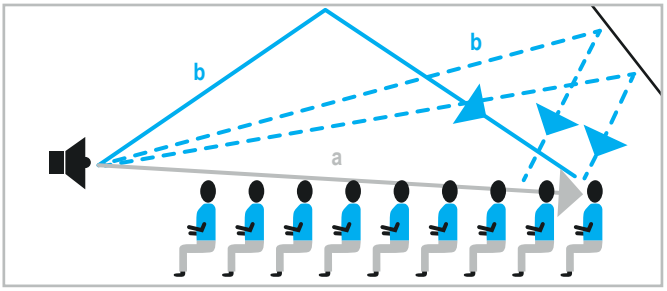
Garso sugėrikliai patalpos kampe atspindžiams nuo galinės sienos sumažinti



Tinkamai

b – a < 17 m

Atspindintis paviršius patalpos kampe atspindžiams nuo galinės sienos valdyti



3 lentelė. A/V santykio orientacinės vertės, atsižvelgiant į paskirtį

Patalpų grupė	Paskirtis	Reikalavimas
B1	Patalpos be nustatytos buvimo kokybės	Reikalavimų nėra
B2	Trumpalaikio buvimo patalpos	$A/V \geq \frac{1}{4{,}8 + 4{,}69 \log\left(\frac{h}{1\,m}\right)}$
B3	Ilgalaikio buvimo patalpos	$A/V \geq \frac{1}{3{,}13 + 4{,}69 \log\left(\frac{h}{1\,m}\right)}$
B4	Patalpos su triukšmo mažinimo ir patalpų komforto reikalavimais	$A/V \geq \frac{1}{2{,}13 + 4{,}69 \log\left(\frac{h}{1\,m}\right)}$
B5	Patalpos su ypač aukštais triukšmo mažinimo ir patalpų komforto reikalavimais	$A/V \geq \frac{1}{1{,}47 + 4{,}69 \log\left(\frac{h}{1\,m}\right)}$

Garso sugerties koeficientų apibrėžimas pagal DIN EN ISO 11654

Akustiniu požiūriu patalpoje naudojamos medžiagos gali būti akustiškai kietos, t. y. jos gali nesugerti arba vos sugerti garsą. Šiuo atveju svertinis garso sugerties koeficientas α_w yra beveik lygus 0.

Kitais atvejais medžiaga gali sugerti garsą labai gerai. Jei sugeriama 100 % patenkančios garso energijos, t. y. garso energija paverčiama šilumos energija, svertinis garso sugerties koeficientas αw siekia beveik 1.

α_s apibrėžia nuo dažnio priklausančio garso sugerties koeficiento vertes, išmatuotas aidėjimo kameroje tercijomis. Iš jų sudaromas praktinis garso sugerties koeficientas.

α_p yra nuo dažnio priklausančio praktinio garso sugerties koeficiento iš trijų tercijų vertės. Jos dažnai taikomos nuo dažnio priklausančioms prognozėms.

α_w yra svertinis garso sugerties koeficientas. Jis priklauso nuo dažnio ir nurodomas kaip vieno skaičiaus vertė. Vieno skaičiaus vertė gaunama taikant 10 psl. aprašytą metodą.

Po svertinio garso sugerties koeficiento nurodomi formos indikatoriai suteikia informacijos, ar garsą sugerianti medžiaga yra veiksminga žemųjų, vidutinių arba aukštųjų dažnių srityse.

Naudojami šie indikatoriai:

- **L**, kai produktas yra ypač efektyvus žemųjų dažnių srityje; pvz., $\alpha_w = 0{,}60$ (L)
- **M**, kai produktas yra ypač efektyvus vidutinių dažnių srityje; pvz. $\alpha_w = 0{,}70$ (M)
- **H**, kai produktas yra ypač efektyvus aukštųjų dažnių srityje; pvz. $\alpha_w = 0{,}85$ (H)

Galimi ir deriniai.

pvz. $\alpha_w = 0{,}70$ (MH)

Garso sugerties koeficientas ir žodinis įvertinimas pagal VDI 3755

Svertinis garso sugerties koeficientas α_w	Įvertinimas
≥ 0,80	labai gerai sugeria
0,60–0,75	gerai sugeria
0,30–0,55	sugeria
0,15–0,25	mažai sugeria
≤ 0,10	atspindi

Garso sugerties koeficientai pagal DIN EN ISO 11654

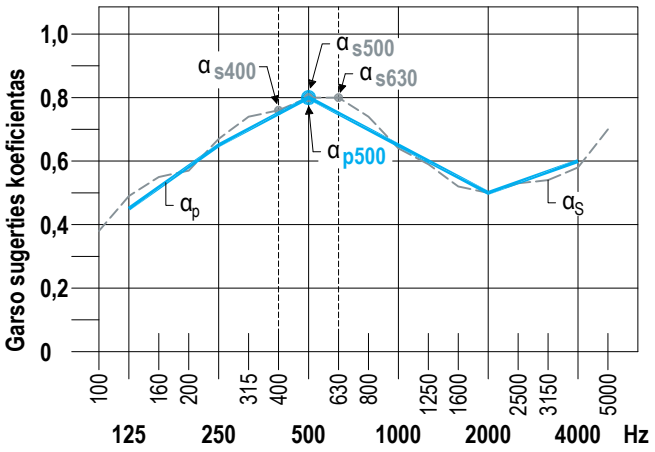
Svertinio garso sugerties koeficiento α_w nustatymas

1. Garso sugerties koeficientas

α_S = **tercijos juostos pločio garso sugerties koeficientas,**
nuo dažnio priklausanti garso sugerties koeficiento vertė pagal DIN EN ISO 354, išmatuota tercijų juostose

α_p = **praktinis garso sugerties koeficientas,**
apskaičiuojamas iš α_S oktavos juostų pagal standartą DIN EN ISO 11654

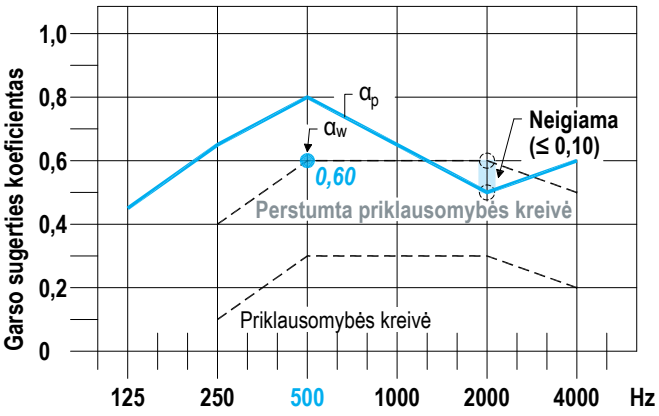
Pavyzdys (esant 500 Hz): $\alpha_p 500 = \frac{\alpha_S 400 + \alpha_S 500 + \alpha_S 630}{3}$



2. Svertinis garso sugerties koeficientas

α_w = **svertinis garso sugerties koeficientas**
pagal DIN EN ISO 11654
Garso sugerties koeficiento vieno skaičiaus duomuo,
nustatytas iš perstumtos priklausomybės kreivės (visų neigiamų nuokrypių suma ≤ 0,10) ir susikirtimo taškas ties 500 Hz pagal DIN EN ISO 11654

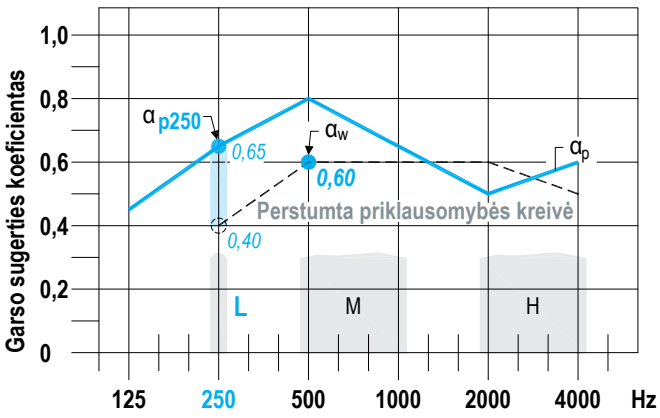
Pavyzdys:



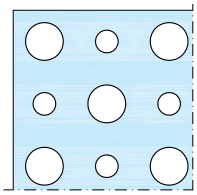
3. Formos indikatoriai

α_w su formos indikatoriais = α_w (...)
jei α_p atskiriems oktavų dažniams viršija priklausomybės kreivę **≥ 0,25**
pridedama: **(L)** esant 250 Hz; **(M)** esant 500 arba 1000 Hz; **(H)** esant 2000 arba 4000 Hz

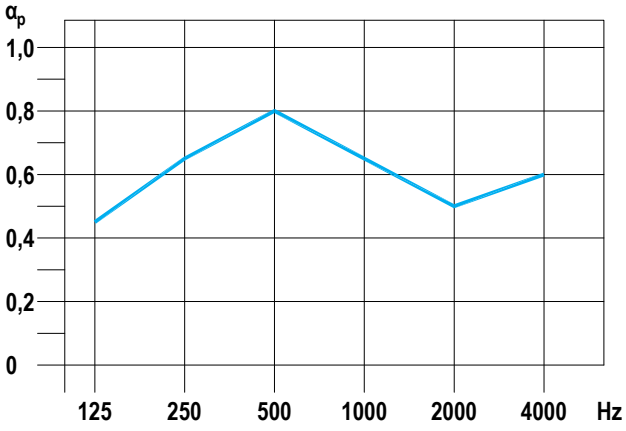
Pavyzdys (250 Hz): 0,65 – 0,40 = 0,25 (≥ 0,25) = (L) → α_w = 0,60 (L)



Pavyzdys



Kompleksinė apskritimų perforacija 12/20/66 R su akustiniu plaušiniu ir plokštės skylių ploto dalimi 19,6 %



Atstumas 200 mm

α_p	0,45	0,65	0,80	0,65	0,50	0,60

α_w **= 0,60 (L)** gerai sugeria



Koncepcija

A grupės patalpos

B grupės patalpos

Įvadas



Toliau pateikiama įvairių patalpų ir skirtingų apdailos įrengimo pavyzdžių. Medžiagų pasirinkimas patalpos sienoms, grindims ir luboms bei patalpų matmenys iš dalies atitinka realias konstrukcijas, iš dalies realias prielaidas. Apdailos įrengimo pavyzdžiai skirti akustinių priemonių poreikiui nustatyti ir padėti projektuojant bei komponuojant patalpas. Kaip aprašyta skyriuje „Pagrindai“, apibrėžiant reikalavimus skiriamos A ir B grupių patalpos. A grupės patalpos toliau skirstomos pagal projektavimą su intarpais arba be jų.

Aidėjimo trukmė prognozuojama pagal statinę aidėjimo teoriją. Taikant šį metodą neatsižvelgiama į garsą sugeriančių medžiagų padėtį. Daugiau remiamasi sklaidomu garso lauku. Mažoms ir vidutinėms patalpoms, kuriose baldai arba kita įranga sukelia pakankamo lygio difuziją, priartėjimo metodo užtenka. Didelėse patalpose arba salėse paprastai negalima remtis difuziniu garso lauku. Remiantis šiomis žiniomis ir pirmojo priartėjimo metu taikoma statinė aidėjimo teorija, padedanti prognozuoti aidėjimo trukmę.

Pagrindinė informacija

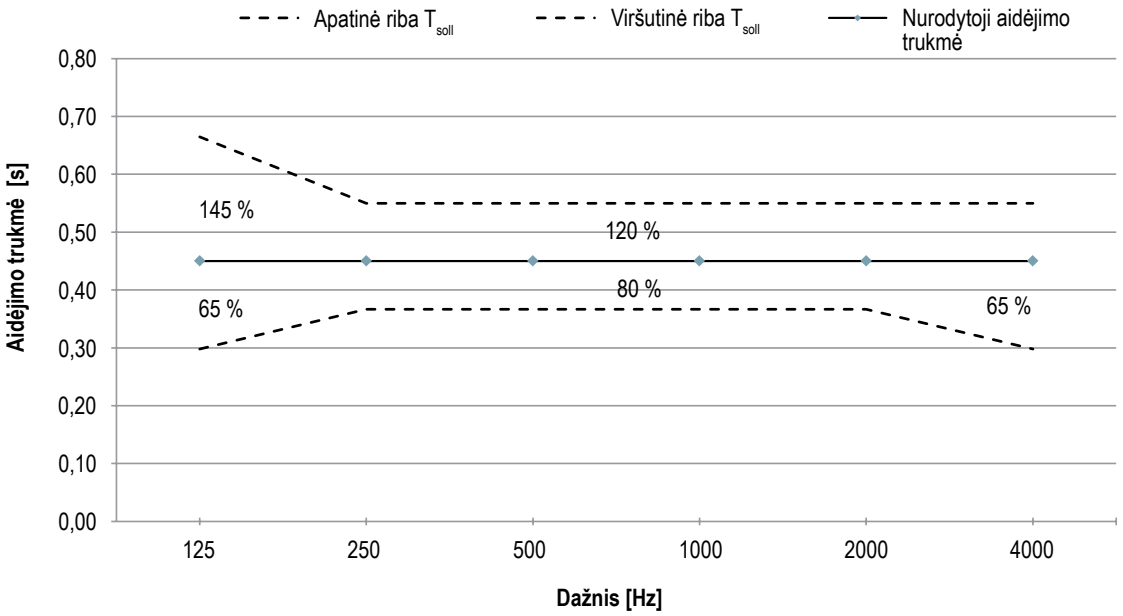
Aidėjimo trukmė, kurią reikia apskaičiuoti, yra siektina vidutinių dažnių (500 Hz ir 1000 Hz) vertė. Kadangi patalpos akustinę kokybę ne visada įmanoma tiksliai suprojektuoti pagal šią siektiną vertę, stengiantis neviršyti arba atitikti reikalavimus, A1–A4 grupės patalpoms pateikiamas tolerancijų diapazonas, į kurį turi patekti nuo dažnio priklausanti aidėjimo trukmė.

A5 patalpų grupei (sporto salės ir baseinai) nurodytąją aidėjimo trukmę reikia išlaikyti ± 20 % tikslumu, kai dažnis yra 250–2000 Hz. Jei pagal naudojimą patalpos negalima vienareikšmiškai priskirti vienai patalpų grupei, reikia nustatyti pagrindinę jos paskirtį, atitinkančią svertinį vidurkį.

Apibrėžti reikalavimai visada yra susiję su eksploatuojamomis ir apstatytomis patalpomis. Į tai reikia atsižvelgti projektuojant patalpą. Paprastai skaičiuojant prognozę imama 80 % patalpos užpildymo būsena. Jei dėl patalpos naudojimo reikia tikėtis mažesnės užpildymo būsenos, patalpą reikėtų projektuoti remiantis 80 % pagrindine užpildymo būsena ir taikyti kompensacines priemones. Tokios kompensacinės priemonės yra, pvz., garsą sugeriančios kėdės, jeigu vieta neužimta, arba mobilieji garsą sugeriantys plotai, pavyzdžiui, akustiškai veiksmingos užuolaidos, kurias galima atitraukti, iš dalies užtraukti arba visiškai užtraukti priešais garsą atspindintį sienos plotą, atsižvelgiant į užpildymo būseną.

Standarte DIN 18041:2016 skiriamas patalpų naudojimas su keliamais didesniais reikalavimais ir be jų. Nurodytos aidėjimo trukmės padidinti reikalavimai keliami, kai būtina atsižvelgti į geresnės akustinės kokybės būtinumą žmonėms, turintiems klausos, dėmesio ir kalbos sutrikimų, bendraujantiesiems negimtaja kalba. Ypač nauji statiniai turėtų būti planuojami ir įrengiami atsižvelgiant į didesnius reikalavimus.

Pavyzdinis tolerancijų diapazonas, skirtas pagrindiniam komunikacijos naudojimo tikslui ir nurodytajai aidėjimo trukmei T_{soll} 0,45 s



Klasė (padidinti reikalavimai akustikai)



Klasės koncepcija

Mažose patalpose (iki 250 m³) vargiai galima tikėtis per didelio slopinimo pavojaus. Labiau pritariama, kad būtų taikomas didesnis bazinis slopinimas ir kartu mažinamas triukšmo lygis. Taikomos akustinės priemonės padeda aktyviai dėstant, todėl mokytojams nebereikia įtempti balso ir su mokiniais galima bendrauti labiau atsipalaidavus. Taip klasės patalpoje sumažinami neramumai dėl patalpų akustinės kokybės, gerėja mokinių drausmė ir gebėjimas susikaupti.

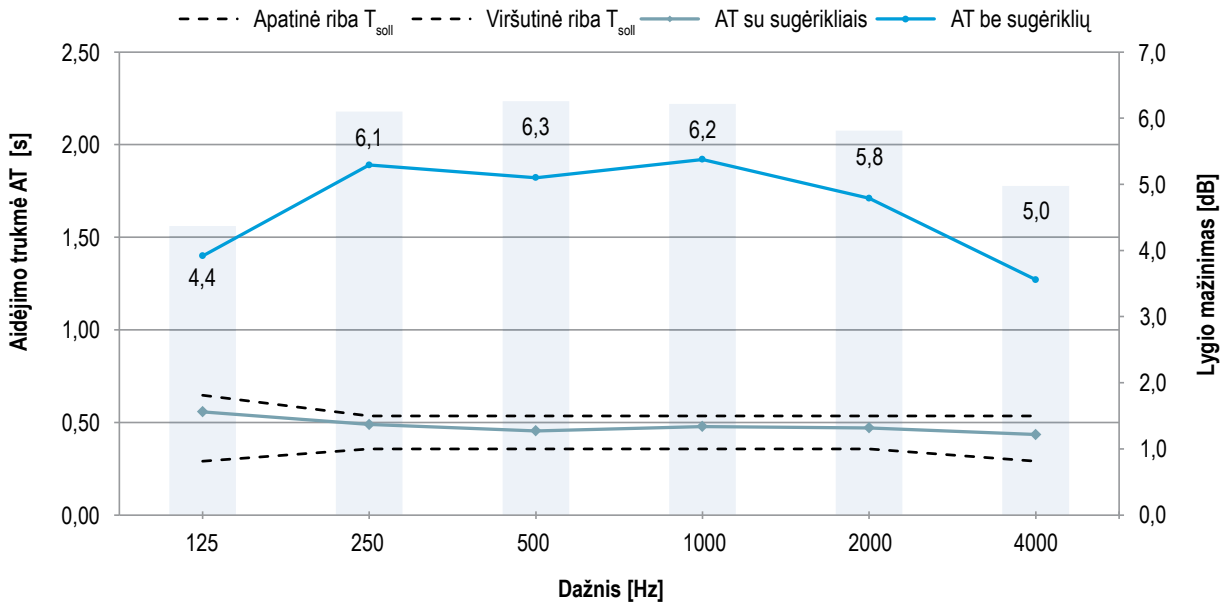
Patalpos akustinės prognozės pradiniai duomenys

Patalpos geometrija

- Ilgis 10 m
- Plotis 6 m
- Aukštis 3 m
- Tūris 180 m³

Naudojamos medžiagos

- Išorinė siena tinkuotas mūras su langų juosta
- Koridoriaus siena gipskartonio plokščių pertvara
- Atitvaros gipskartonio plokščių pertvara
- Grindų danga linoleumas
- Lubos gelžbetoninė perdanga



Patalpos akustikos duomenys	
Prognozuojama aidėjimo trukmė, įskaitant 20 mokinių, be sugėriklių	T = 1,67 s
Nurodytoji aidėjimo trukmė 250–2000 Hz	T = 0,36 – 0,54 s
Prognozuojama aidėjimo trukmė	T = 0,47 s
Fizikinis triukšmo lygio mažinimas, jo vidurkis apskaičiuojamas 125–4000 Hz	5–6 dB

Reikalavimai pasiekiami naudojant šias sistemas arba produktus

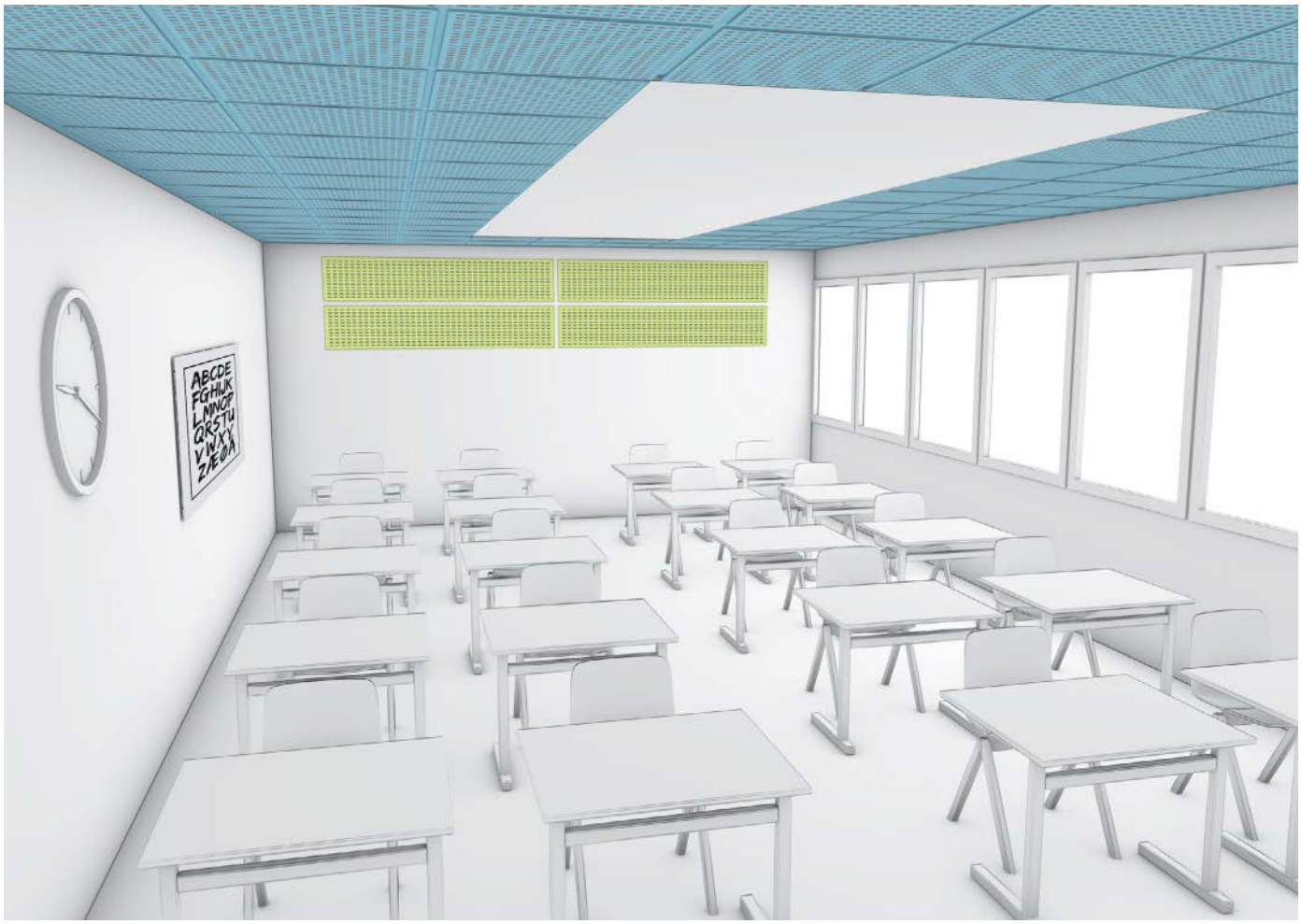
Akustinės priemonės	Sistema / produktas	Konstrukciniai duomenys	Akustiškai efektyvi danga
Lubų sugėrikliai	D127.lt *Knauf Cleaneo* plokščių akustinės lubos su mineralinės vatos sluoksniu, 20 mm (*Knauf Insulation* akustinė izoliacijos plokštė TP 120 A arba lygiavertis produktas). Plokščių perforacija – linijinė su kvadratinėmis skylėmis 12/25 Q	Lubų nuleidimo aukštis (atstumas) 200 mm	Visas paviršius
Sienų sugėrikliai	W112C.lt *Knauf Cleaneo* plokščių akustinė pertvara. Plokščių perforacija – linijinė su kvadratinėmis skylėmis 12/25 Q	Pertvaros storis 132,5 mm	*Knauf Cleaneo* akustinių plokščių ploto dalis 50 %

Alternatyva pasiūlytoms sistemoms arba produktams

Medžiagos sugeriančios garsą	Svertinis garso sugerties koeficientas α_w
Lubų sugėrikliai (pvz., *Belgravia*, perforacija – *Unity 3*)	≥ 0,70
Sienų sugėrikliai (pvz., *Adit*)	≥ 0,80

Produktų apžvalga pateikta techninės brošiūros „Patalpų akustika su Knauf“ skyriuje „Projektavimo duomenys“.

Klasė (be padidintų reikalavimų akustikai)



Klasės, be padidintų reikalavimų akustikai, koncepcija

Patalpos akustinės prognozės pradiniai duomenys

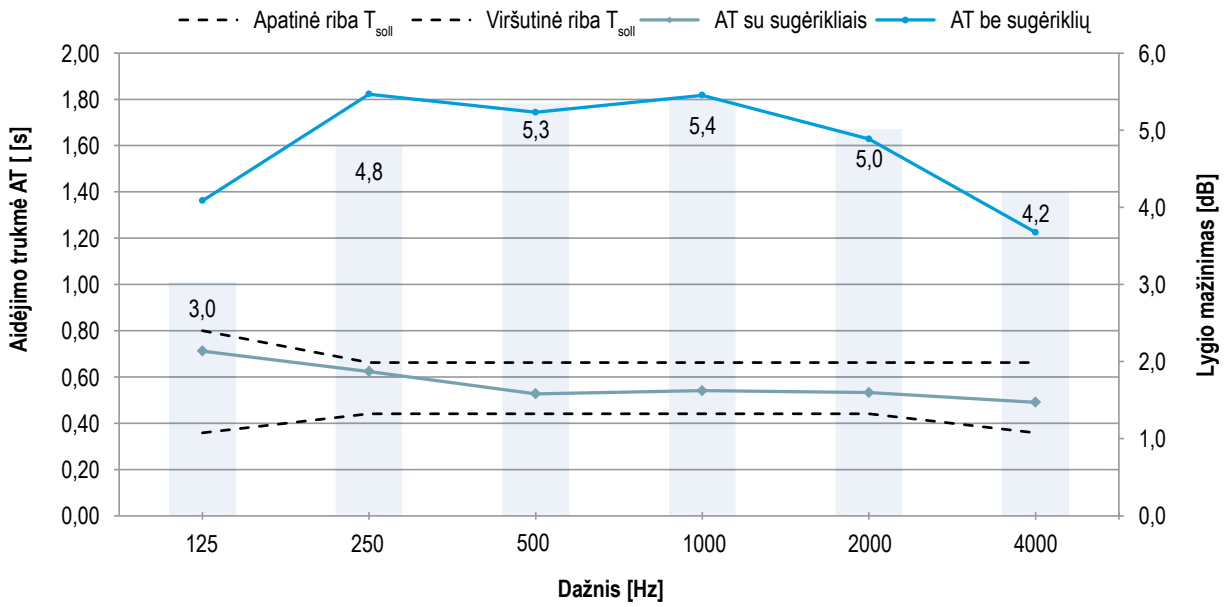
Patalpos geometriniai duomenys

- Ilgis 10 m
- Plotis 6 m
- Aukštis 3 m
- Tūris 180 m³

Naudojamos medžiagos

- Išorinė siena tinkuotas mūras su langų juosta
- Koridoriaus siena gipskartonio plokščių pertvara
- Atitvaros gipskartonio plokščių pertvara
- Grindų danga linoleumas

■ Lubos gelžbetoninė perdanga



Patalpos akustikos duomenys	
Prognozuojama aidėjimo trukmė, įskaitant 20 mokinių, be sugėriklių	T = 1,67 s
Nurodytoji aidėjimo trukmė 250–2000 Hz	T = 0,44 – 0,66 s
Prognozuojama aidėjimo trukmė	T = 0,56 s
Fizikinis triukšmo lygio mažinimas, jo vidurkis apskaičiuojamas 125–4000 Hz	4–5 dB

Reikalavimai pasiekiami naudojant šias sistemas arba produktus

Akustinės priemonės	Sistema / produktas	Konstrukciniai duomenys	Akustiškai efektyvi danga
Lubų sugėrikliai	D145.lt Akustinės segmentinės lubos *Knauf Belgravia* Perforacija – *Tangent*	Lubų nuleidimo aukštis (atstumas) 200 mm	2/3 lubų ploto
Sienų sugėrikliai	Plokštės *Knauf Adit*	–	1/3 galinės sienos ploto

Alternatyva pasiūlytoms sistemoms arba produktams

Medžiagos sugeriančios garsą	Svertinis garso sugerties koeficientas α_w
Lubų sugėrikliai (pvz., *Knauf Cleaneo* akustinės lubų plokštės, perforacija – 8/18 R su akustiniu plaušiniu)	≥ 0,60
Sienų sugėrikliai (pvz., *Knauf Cleaneo* plokščių akustinė siena, 1/3 perforuota, perforacija – 8/18 R)	≥ 0,80

Produktų apžvalga pateikta techninės brošiūros „Patalpų akustika su *Knauf*“ skyriuje „Projektavimo duomenys“.

Vaikų darželio grupės patalpa (padidinti reikalavimai akustikai)



Vaikų darželio grupės koncepcija

Vaikų lopšeliuose ir darželiuose triukšmas priskiriamas pagrindinėms apkrovoms, kurias patiria auklėtojos ir patys vaikai. Didelė triukšmo apkrova ne tik sukelia auralinių (klausos) sutrikimų, ji veikia širdies ir kraujotakos sistemą, žmogaus psichiką ir su tuo susijusius ryškesnius streso požymius (vadinamuosius neauralinius sutrikimus). Kadangi vaikai dar nėra visiškai išsivystę tiek fiziškai, tiek protiškai, veikiami triukšmo jie susiduria su įvairiomis gebėjimo susikaupti ir mokymosi problemomis.

Kaip ir mokymo patalpos, pagal standarte DIN 18041:2016 apibrėžtus reikalavimus vaikų darželių grupių patalpos skirstomos į patalpas su padidintais reikalavimais akustikai ir patalpas be šių reikalavimų. Kadangi negalima remtis prielaida, kad vaikų darželyje visi vaikai bus gerai girdintys ir neturės dėmesio sutrikimų tai ypač naujus statinius visada reikia projektuoti ir įrengti atsižvelgiant į tai.

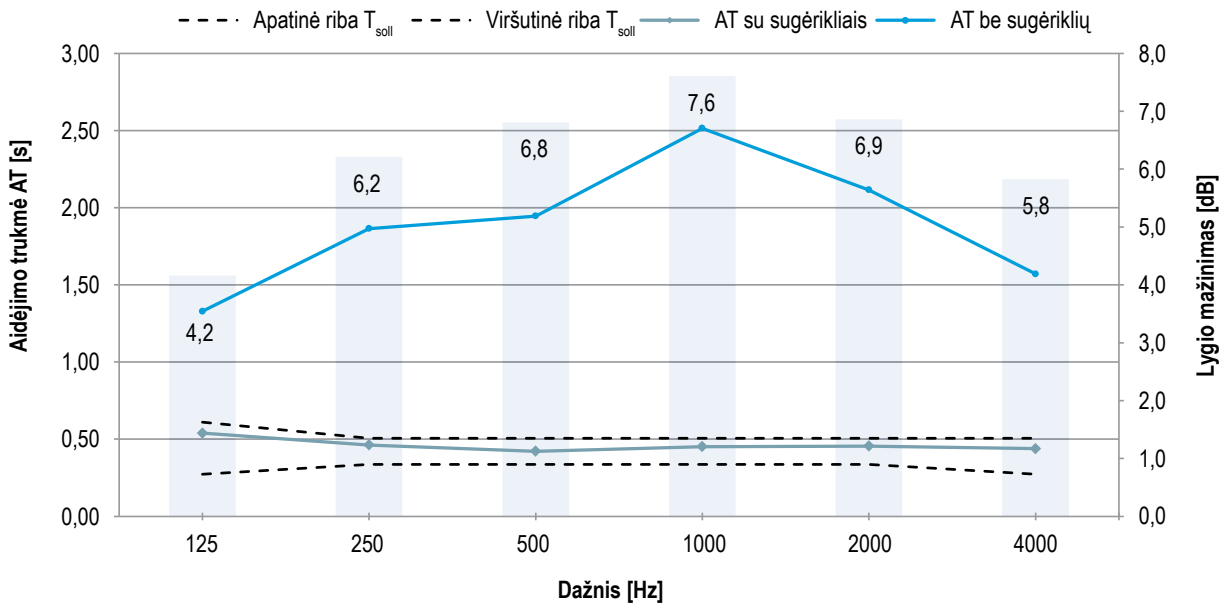
Patalpos akustinės prognozės pradiniai duomenys

Patalpos geometriniai duomenys

- Ilgis 8 m
- Plotis 6 m
- Aukštis 3 m
- Tūris 144 m³

Naudojamos medžiagos

- Išorinė siena tinkuotas mūras su langų juosta
- Koridoriaus siena gipskartonio plokščių pertvara
- Atitvaros gipskartonio plokščių pertvara
- Grindų danga linoleumas
- Lubos gelžbetoninė perdanga



Patalpos akustikos duomenys	
Prognozuojama aidėjimo trukmė, įskaitant 10 vaikų, be sugėriklių	T = 1,92 s
Nurodytoji aidėjimo trukmė 250–2000 Hz	T = 0,34 – 0,51 s
Prognozuojama aidėjimo trukmė su sugėrikliu	T = 0,45 s
Fizikinis triukšmo lygio mažinimas, jo vidurkis apskaičiuojamas 125–4000 Hz	6–7 dB

Atsižvelgiant į interjerą, pavyzdžiui, kilimus, užuolaidas, atviras knygų lentynas, audiniais aptrauktas sofas ir t. t., esama aidėjimo trukmė gali skirtis.

Reikalavimai pasiekiami naudojant šias sistemas arba produktus

Akustinės priemonės	Sistema / produktas	Konstrukciniai duomenys	Akustiškai efektyvi danga
Lubų sugėrikliai	D127.lt *Knauf Cleaneo* plokščių akustinės lubos su mineralinės vatos sluoksniu, 20 mm (*Knauf Insulation* akustinė izoliacijos plokštė TP 120 A arba lygiavertis produktas) Plokščių perforacija – kvadratinės skylės 12/25 Q	Lubų nuleidimo aukštis (atstumas) 200 mm	Visas paviršius
Sienų sugėrikliai	Plokštės *Knauf Adit*	–	Apie 1/3 sienos ploto

Alternatyva pasiūlytoms sistemoms arba produktams

Medžiagos sugeriančios garsą	Svertinis garso sugerties koeficientas α_w
Lubų sugėrikliai	≥ 0,80
Sienų sugėrikliai	≥ 0,80

Produktų apžvalga pateikta techninės brošiūros „Patalpų akustika su Knauf“ skyriuje „Projektavimo duomenys “.

Vaikų darželio grupės patalpa (be padidintų reikalavimų akustikai)



Vaikų darželio grupės koncepcija

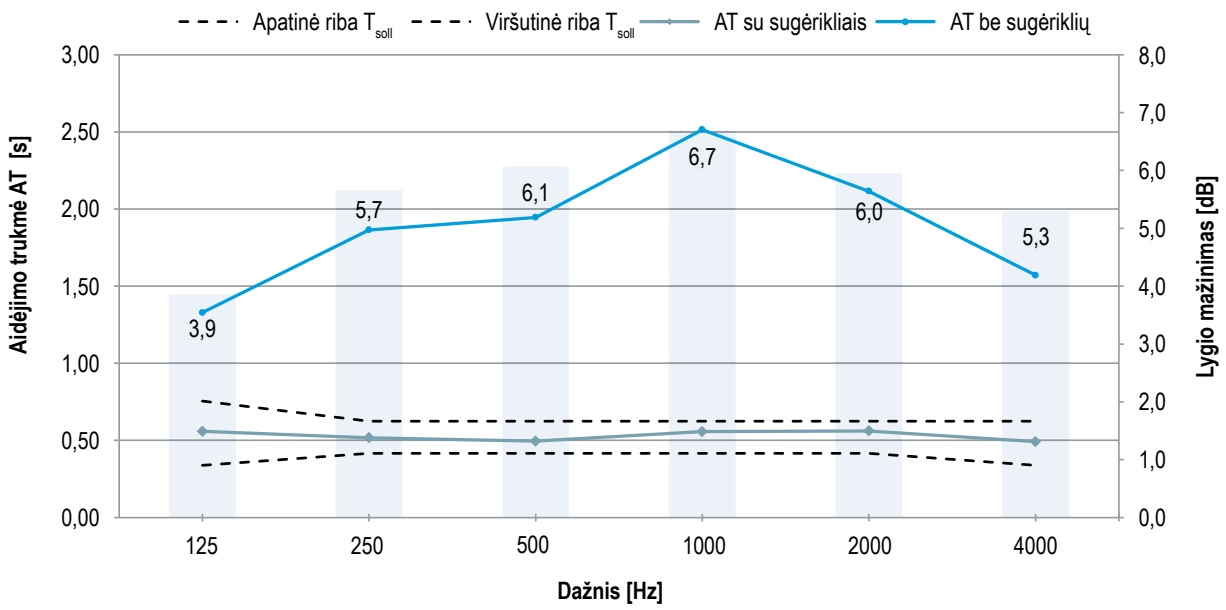
Patalpos akustinės prognozės pradiniai duomenys

Patalpos geometriniai duomenys

- Ilgis 8 m
- Plotis 6 m
- Aukštis 3 m
- Tūris 144 m³

Naudojamos medžiagos

- Išorinė siena tinkuotas mūras su langų juosta
- Koridoriaus siena gipskartonio plokščių pertvara
- Atitvaros gipskartonio plokščių pertvara
- Grindų danga linoleumas
- Lubos gelžbetoninė perdanga



Patalpos akustikos duomenys	
Prognozuojama aidėjimo trukmė, įskaitant 10 mokinių, be sugėriklių	T = 1,92 s
Nurodytoji aidėjimo trukmė 250–2000 Hz	T = 0,42 – 0,62 s
Prognozuojama aidėjimo trukmė su sugėrikliu	T = 0,53 s
Fizikinis triukšmo lygio mažinimas, jo vidurkis apskaičiuojamas 125–4000 Hz	5–6 dB

Reikalavimai pasiekiami naudojant šias sistemas arba produktus

Akustinės priemonės	Sistema / produktas	Konstrukciniai duomenys	Akustiškai efektyvi danga
Lubų sugėrikliai	D127.lt *Knauf Cleaneo* plokščių akustinės lubos su mineralinės vatos sluoksniu, 20 mm (*Knauf Insulation* akustinė izoliacijos plokštė TP 120 A arba lygiavertis produktas) Perforacija – kvadratinės skylės 12/25Q	Lubų nuleidimo aukštis (atstumas) 200 mm	Visas paviršius

Geresnę akustinę kokybę galima pasiekti, kai garsą sugeriantys plotai paskirstomi ant lubų ir sienų, pvz.:

- 2/3 lubų ploto yra akustiškai efektyvus, pvz., *Knauf Cleaneo* akustinės plokštės 8/18 R su akustiniu plaušiniu, derinama su
- 2x 10 m² akustinėmis plokštėmis *Knauf Designpanel* T3L1 ant sienų

Alternatyva pasiūlytoms sistemoms arba produktams

Medžiagos sugeriančios garsą	Svertinis garso sugerties koeficientas α_w
Lubų sugėrikliai	≥ 0,75

Produktų apžvalga pateikta techninės brošiūros „Patalpų akustika su Knauf“ skyriuje „Projektavimo duomenys “.

Muzikos klasė, kurioje aktyviai grojama ir dainuojama



Muzikos klasės, kurioje aktyviai grojama ir dainuojama, koncepcija

Vienareikšmiškai apibūdinti, kaip turi būti projektuojamos muzikos patalpos, neatsižvelgiant į naudojamus instrumentus arba dainavimo rūšį, neįmanoma. Pagal standartą E DIN 18041:2015 dėl ilgesnės aidėjimo trukmės mokymosi patalpose jaunesni muzikos mokyklų mokiniai patiria didesnį muzikavimo džiaugsmą, pavyzdžiui, dainuodami arba grodama dūdele. Grojant pučiamaisiais, styginiais ar mušamaisiais instrumentais pirmenybė teikiama trumpesnei aidėjimo trukmei. Todėl projektuojant apsiribojama aidėjimo trukmės reikalavimais, analogiškais A1 patalpų grupės švietimo įstaigose esančioms muzikos klasėms, kuriose aktyviai grojama ir dainuojama.

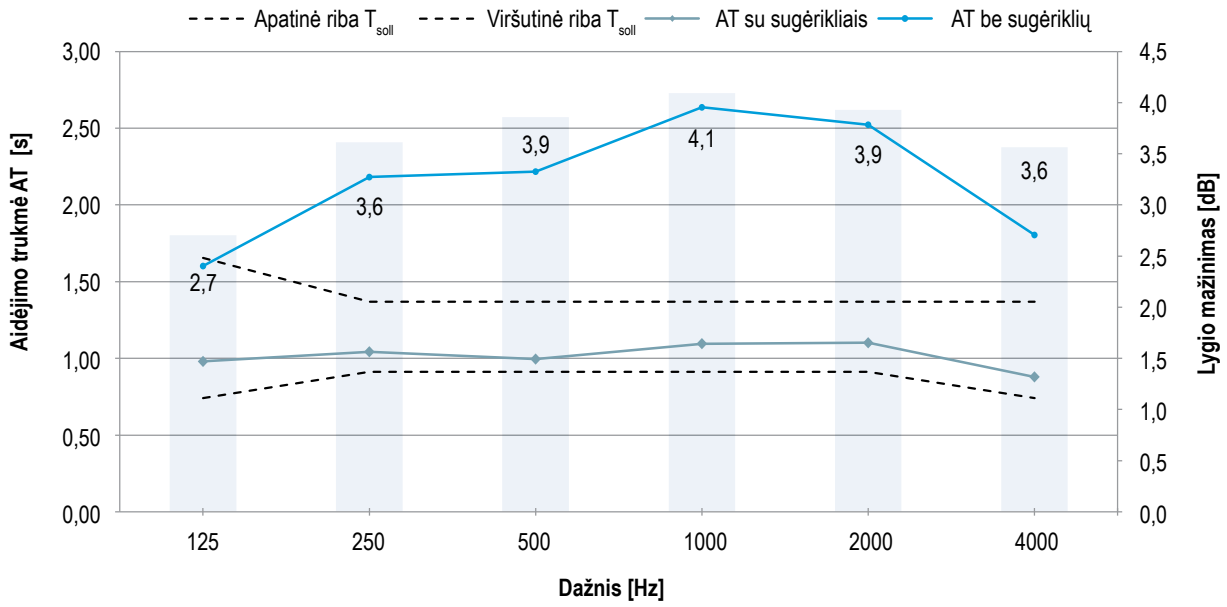
Patalpos akustinės prognozės pradiniai duomenys

Patalpos geometriniai duomenys

- Ilgis 10 m
- Plotis 8 m
- Aukštis 3 m
- Tūris 240 m³

Naudojamos medžiagos

- Išorinė siena tinkuotas mūras su langų juosta
- Koridoriaus siena gipskartonio plokščių pertvara
- Atitvaros gipskartonio plokščių pertvara
- Grindų danga parketas
- Lubos gelžbetoninė perdanga



Patalpos akustikos duomenys	
Prognozuojama aidėjimo trukmė, įskaitant 15 muzikantų ar dainininkų, be sugėriklių	T = 1,92 s
Nurodytoji aidėjimo trukmė 250–2000 Hz	T = 0,91 – 1,37 s
Prognozuojama aidėjimo trukmė su sugėrikliu	T = 1,06 s
Fizikinis triukšmo lygio mažinimas, jo vidurkis apskaičiuojamas 125–4000 Hz	3–4 dB

Reikalavimai pasiekiami naudojant šias sistemas arba produktus

Akustinės priemonės	Sistema / produktas	Konstrukciniai duomenys	Akustiškai efektyvi danga
Lubų sugėrikliai	D127.lt *Knauf Cleaneo* plokščių akustinės lubos. Plokščių perforacija – apskritos skylės 6/18 R	Lubų nuleidimo aukštis (atstumas) 200 mm	50 % lubų ploto
Sienų sugėrikliai	W112C.lt *Knauf Cleaneo* plokščių akustinė pertvara. Plokščių perforacija – apskritos skylės 8/18 R	Pertvaros storis 132,5 mm	Ploto dalis *Cleaneo* akustinės plokštės 50 %

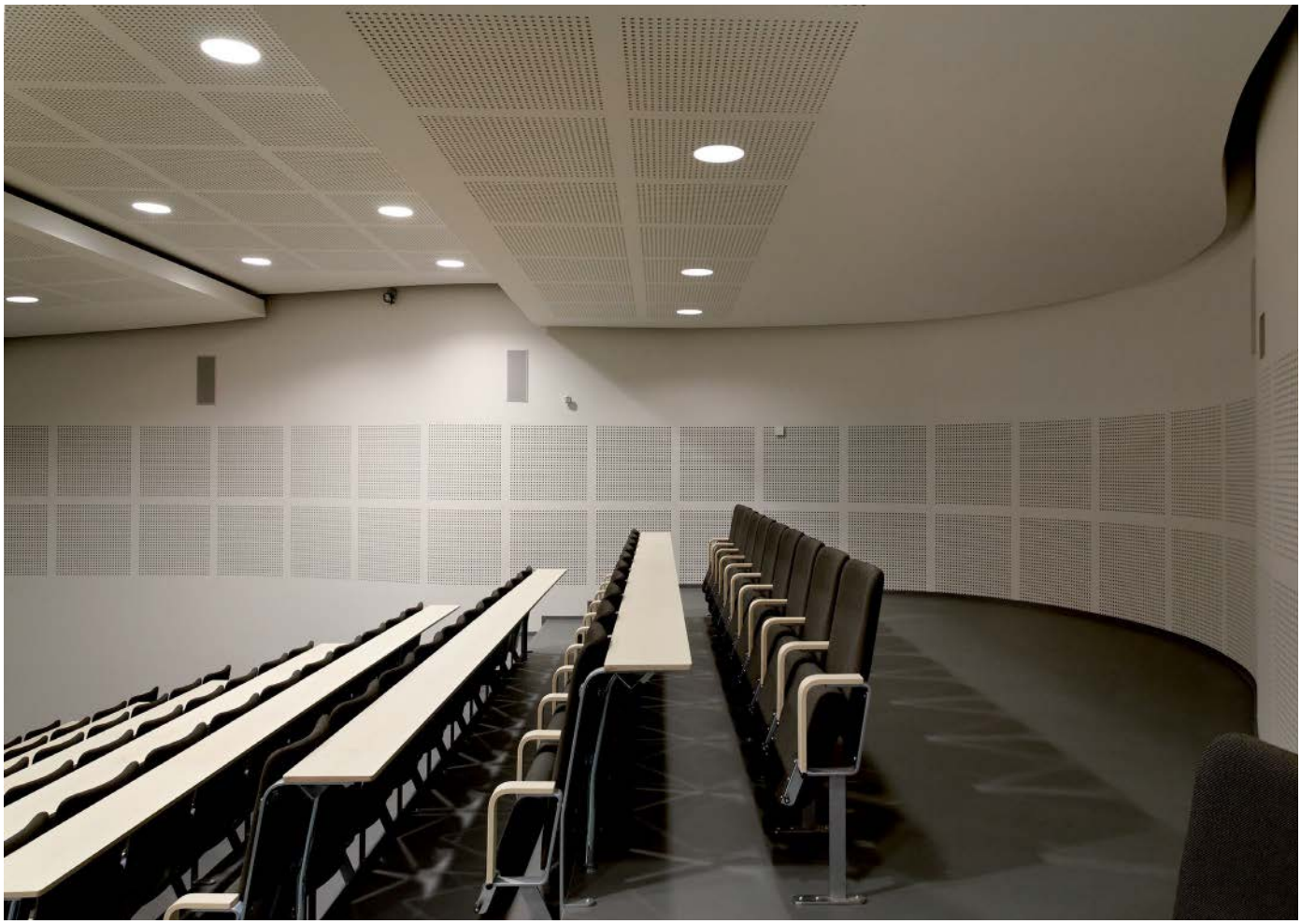
Alternatyva pasiūlytoms sistemoms arba produktams

Medžiagos sugeriančios garsą	Svertinis garso sugerties koeficientas α_w
Lubų sugėrikliai	≥ 0,45
Sienų sugėrikliai	≥ 0,75

Produktų apžvalga pateikta techninės brošiūros „Patalpų akustika su Knauf“ skyriuje „Projektavimo duomenys “.

A grupės patalpos

Auditorijos

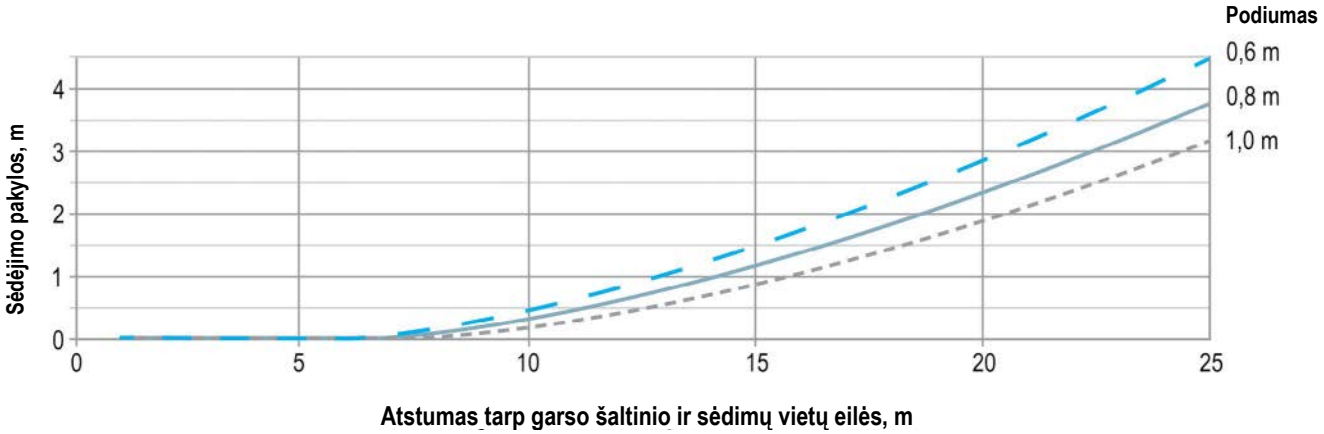


Dėl tipinių auditorijų dydžio reikia atsižvelgti tiek į nurodytosios aidėjimo trukmės reikalavimą, tiek į kitus reikalavimus, siekiant užtikrinti gerą kalbos suprantamumą. Planuojant kalbinius pristatymus reikia stebėti, kad tūrio rodiklis būtų 4–6 m³ vietai. Bent dalis vienos lygiagrečios sienos ploto turi sugerti garsą. Pasirinktinai ant sienos paviršiaus galima įrengti didelių matmenų segmentus, naudojamus garsui nukreipti.

Jei siekiant išvengti trukdančių garso atspindžių numatoma įstriža sienos padėtis, ji turėtų būti pasvirusi ne mažiau kaip 5°.

Kad būtų kuo tolygiau paskirstytas kalbėtojo skleidžiamas tiesioginis garsas, virš kalbėtojo tribūnos galima įrengti didelių matmenų pasvirusias garsą atspindinčias lubų plokštumas – „bures“, užtikrinančias, kad garsas bus perduotas į galinę patalpos dalį. Jei yra daugiau nei 10 eilių, siekiant geresnio girdimumo ir matomumo santykio, vertėtų įrengti aukštyn kylančių sėdimų vietų. Reikiamą sėdimų vietų pakylą, atsižvelgiant į atstumą iki klausytojų ir pakylos aukštį, galima rasti toliau pateiktame paveikslėlyje.

Be to, naudojant garsą sugeriančias ir (arba) nukreipiančias priemones reikia vengti ≥ 17 m kelio skirtumų nuo garso šaltinio iki priėmėjo ir nuo garso šaltinio atspindžio iki priėmėjo.



Jei kalbėtojai kalba tyliai ir (arba) yra daug klausytojų, kaip papildomos priemonės būtini elektriniai akustiniai garso stiprinimo įrenginiai.

Auditorijos be aukštyn kylančių sėdimų vietų



Auditorijų be aukštyn kylančių sėdimų vietų koncepcija

Kad girdimumo ir matomumo santykis būtų tinkamas, auditorijose be sėdėjimo pakylos reikėtų įrengti ne daugiau kaip 10 sėdimų vietų eilių. Remiantis tūrio rodikliu, patalpoje turi būti įrengta nuo 150 iki 225 sėdimų vietų.

Be to, virš kalbėtojo tribūnos reikia įrengti 15–25° pasvirusias lubas arba lubų plokštumas – „bures“, kad garsas būtų nukreiptas į klausytojų sritį.

Siekiant išvengti trukdančių atspindžių nuo galinės sienos, prieš kalbėtoją esančios sienos plotas turi būti akustiškai efektyvus.

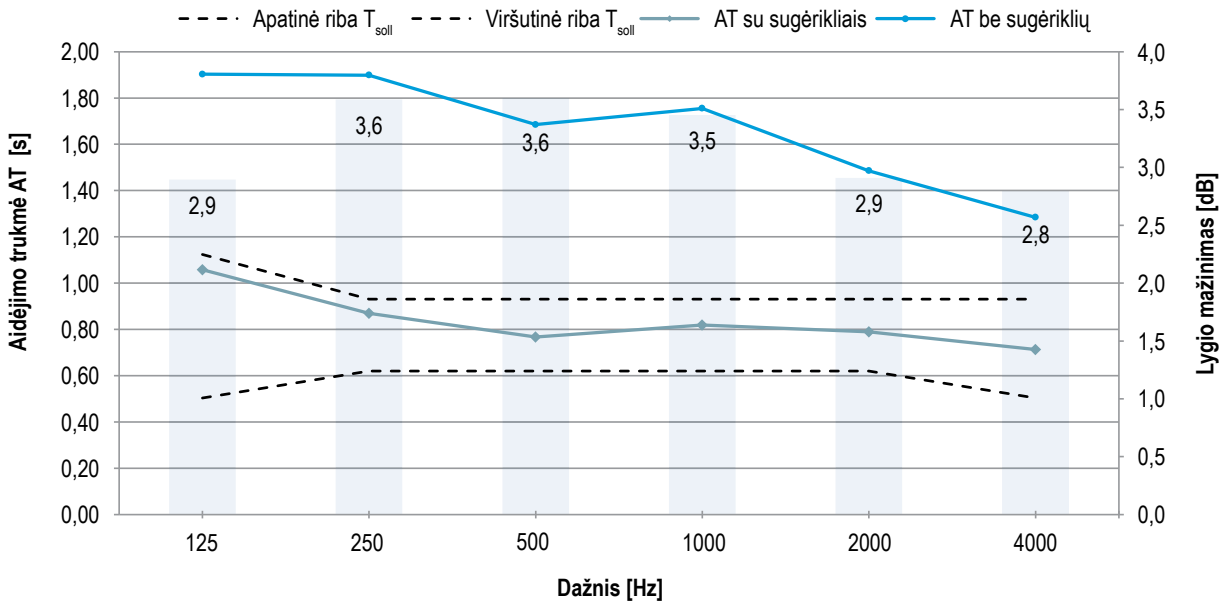
Patalpos akustinės prognozės pradiniai duomenys

Patalpos geometriniai duomenys

- Ilgis 18 m
- Plotis 10 m
- Aukštis 5 m
- Tūris 900 m³

Naudojamos medžiagos

- Išorinė siena tinkuotas mūras su langų juosta
- Atitvaros gipskartonio plokščių pertvara
- Grindų danga parketas
- Lubos kabamosios lubos su gipskartonio plokščių danga (neperforuota)



Patalpos akustikos duomenys	
Prognozuojama aidėjimo trukmė, įskaitant 120 (80 %) asmenų, be sugėriklių	T = 1,55 s
Nurodytoji aidėjimo trukmė 250–2000 Hz	T = 0,62 – 0,93 s
Prognozuojama aidėjimo trukmė su sugėrikliu	T = 0,81 s
Fizikinis triukšmo lygio mažinimas, jo vidurkis apskaičiuojamas 125–4000 Hz	3–4 dB

Reikalavimai pasiekiami naudojant šias sistemas arba produktus

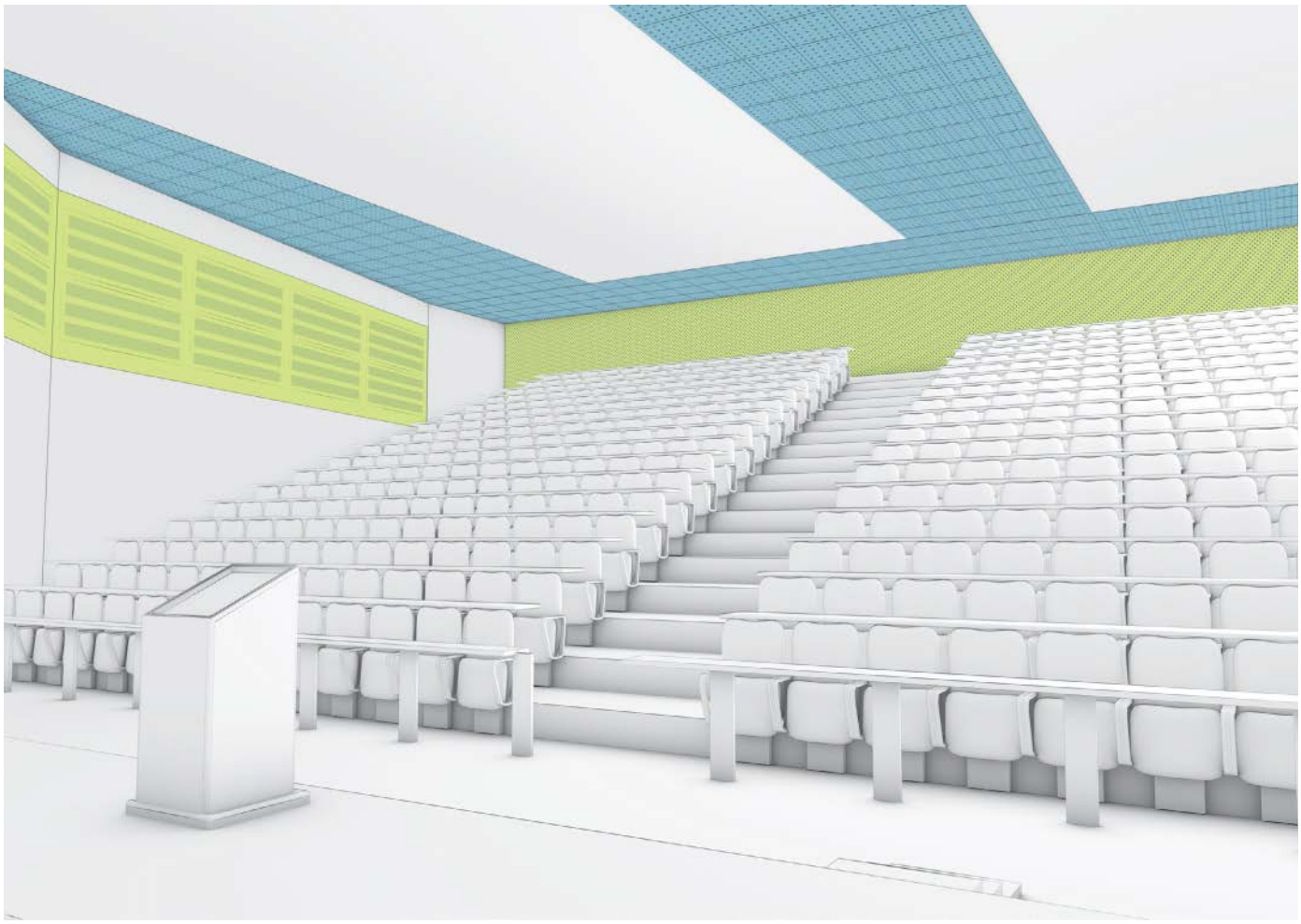
Akustinės priemonės	Sistema / produktas	Konstrukciniai duomenys	Akustiškai efektyvi danga
Lubų sugėrikliai	D127.lt *Knauf Cleaneo* plokščių akustinės lubos. Plokščių perforacija – apskritos skylės 10/23 R	Lubų nuleidimo aukštis (atstumas) 200 mm	2/3 lubų ploto
Sienų sugėrikliai	Sienos aptaisymas W623C.lt su *Knauf Cleaneo* akustinėmis plokštėmis su profilių *Knauf* CD 60/27 karkasu. Plokščių perforacija – apskritos skylės 8/18 R	Ploto dalis *Knauf Cleaneo* akustinės plokštės 100%. Konstrukcijos storis 112,5 mm	Visas galinės sienos plotas

Alternatyva pasiūlytoms sistemoms arba produktams

Medžiagos sugeriančios garsą	Svertinis garso sugerties koeficientas α_w
Lubų sugėrikliai	≥ 0,60
Sienų sugėrikliai	≥ 0,70

Produktų apžvalga pateikta techninės brošiūros „Patalpų akustika su Knauf“ skyriuje „Projektavimo duomenys “.

Auditorijos, kuriose sėdimos vietos kyla aukštyn



Auditorijų su aukštyn kylančiomis sėdimomis vietomis koncepcija

Užtikrinant tinkamą girdimumo ir matomumo santykį numatoma sėdimų vietų pakyla. Remiantis tūrio rodikliu, patalpoje turi būti įrengta nuo 365 iki 550 sėdimų vietų. Reikia pasirinkti tokį patalpos tūrį, kad būtų išvengta trukdančių atspindžių ir kiek galima daugiau tiesioginio garso būtų nukreipta į klausytojų pusę. Esant tokio dydžio patalpoms ir tokiam asmenų skaičiui, reikia įrengti elektrinį akustinį garso stiprinimo įrenginį.

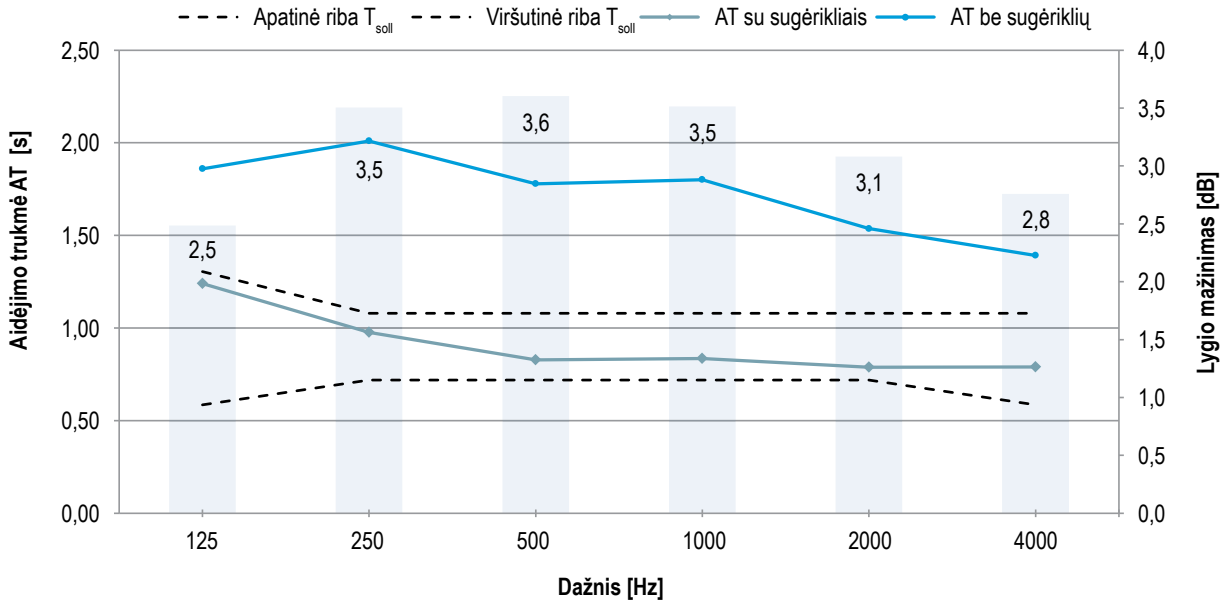
Patalpos akustinės prognozės pradiniai duomenys

Tūris

2200 m³

Naudojamos medžiagos

- Atitvaros — betoninės sienos
- Grindų danga — parketas
- Lubos — kabamosios lubos su gipskartonio plokščių danga (neperforuota)



Patalpos akustikos duomenys	
Prognozuojama aidėjimo trukmė, įskaitant 290 (80 %) asmenų, be sugėriklių	T = 1,73 s
Nurodytoji aidėjimo trukmė 250–2000 Hz	T = 0,72 – 1,08 s
Prognozuojama aidėjimo trukmė su sugėrikliu	T = 0,86 s
Fizikinis triukšmo lygio mažinimas, jo vidurkis apskaičiuojamas 125–4000 Hz	3–4 dB

Reikalavimai pasiekiami naudojant šias sistemas arba produktus

Akustinės priemonės	Sistema / produktas	Konstrukciniai duomenys	Akustiškai efektyvi danga
Lubų sugėrikliai	D147.lt *Knauf Cleaneo* akustinės segmentinės lubos *Contur* Perforacija – *Micro*	Lubų nuleidimo aukštis (atstumas) 200 mm	2/3 lubų ploto
Sienų sugėrikliai	Sienos aptaisymas W623D.lt su *Knauf Cleaneo* akustinėmis plokštėmis *Designpanel*. Perforacija – *Tangent T3L1*	Ploto dalis *Designpanel* plokštė 100 % Konstrukcijos storis 77,5 mm	Visas galinės sienos plotas
Sienų sugėrikliai	Sienos aptaisymas W623D.lt su *Knauf Cleaneo* akustinėmis plokštėmis *Designpanel* Perforacija – *Tangent T3L1*	Ploto dalis *Designpanel* plokštė 33 % Konstrukcijos storis 77,5 mm	1/3 šoninių sienų ploto

Alternatyva pasiūlytoms sistemoms arba produktams

Medžiagos sugeriančios garsą	Svertinis garso sugerties koeficientas α_w
Lubų sugėrikliai	≥ 0,65
Sienų sugėrikliai	≥ 0,70

Produktų apžvalga pateikta techninės brošiūros „Patalpų akustika su Knauf“ skyriuje „Projektavimo duomenys “.

Bendroji arba susirinkimų patalpa



Bendrosios arba susirinkimų patalpos koncepcija

Bendrosios ir susirinkimų patalpos dažnai naudojamos įvairiais tikslais, pavyzdžiui, rengiant draugijų posėdžius ir šventes, repeticijas ir koncertus arba patalpas naudojant seminarų ir paskaitų vedimui. Patalpos akustinę kokybę reikia projektuoti taip, kad atitiktų vieną pagrindinę paskirtį (kalbiniams arba muzikiniams pasirodymams). Pasirinktinai galima naudoti mobiliuosius garsą sugeriančius elementus ir juos pritaikyti beveik visais patalpos naudojimo atvejais. Tačiau praktiškai paaiškėja, kad naudoti tokius elementus patalpose dažnai nepriimtina, ir mobilieji garsą sugeriantys elementai naudojami tik teorinėms prognozėms. Ši pavyzdinė koncepcija akustiškai projektuojama taip, kad galima būtų gerai suprasti kalbančius atskirus kalbėtojus, o muzikantai turėtų geras sąlygas repetuoti. Vis dėlto reikia priimti kompromisinį sprendimą, kad muzikiniai pasirodymai paprastai suvokiami kaip per aiškūs. Tai reiškia, kad patalpoje daugumos instrumentinių ir dainuojamųjų pasirodymų aidėjimo trukmė yra per trumpa.

Patalpos akustinės prognozės pradiniai duomenys

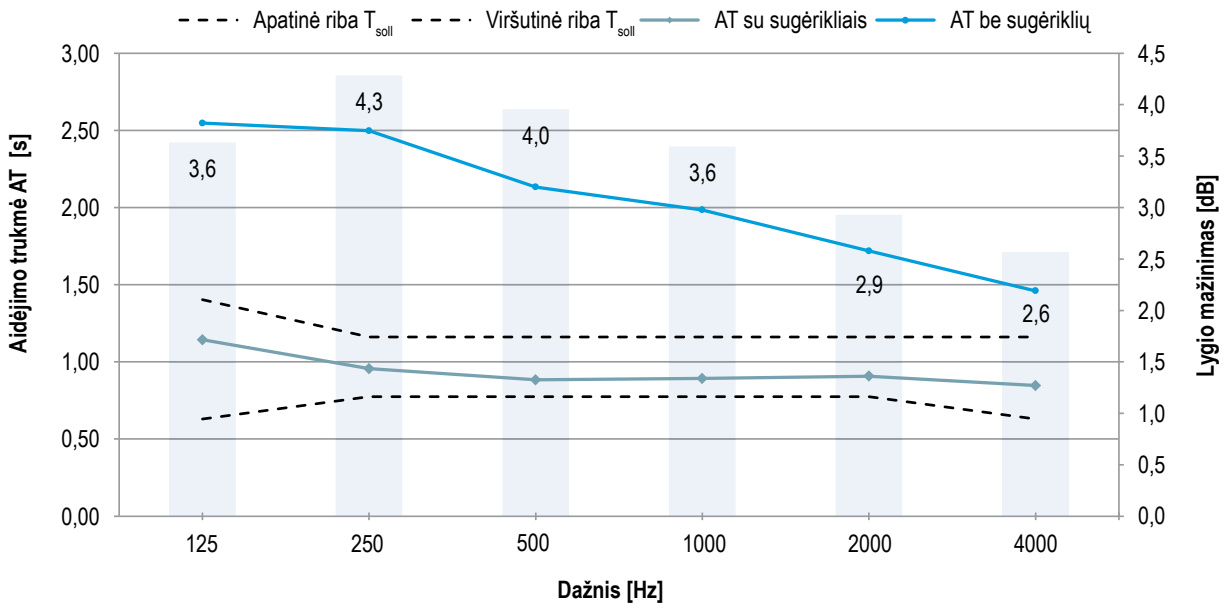
Patalpos geometriniai duomenys

- Ilgis 20 m
- Plotis 13 m
- Aukštis 3,8 m
- Tūris 988 m³

Įskaitant sceną patalpos priekinėje dalyje.

Naudojamos medžiagos

- Išorinė siena tinkuotas mūras su langų juosta
- 1 priekinė siena tinkuotas mūras su medine danga
- 2 priekinė siena tinkuotas mūras
  Scenos zonoje užtraukta užuolaida
- Koridoriaus siena gipskartonio plokščių pertvara
- Grindų danga parketas
- Lubos gelžbetoninė perdanga



Patalpos akustikos duomenys	
Prognozuojama aidėjimo trukmė, įskaitant 50 asmenų, be sugėriklių	T = 2,06 s
Nurodytoji aidėjimo trukmė 250–2000 Hz	T = 0,77 – 1,16 s
Prognozuojama aidėjimo trukmė su sugėrikliu	T = 0,91 s
Fizikinis triukšmo lygio mažinimas, jo vidurkis apskaičiuojamas 125–4000 Hz	3–4 dB

Reikalavimai pasiekiami naudojant šias sistemas arba produktus

Akustinės priemonės	Sistema / produktas	Konstrukciniai duomenys	Akustiškai efektyvi danga
Lubų sugėrikliai	D127.lt *Knauf Cleaneo* plokščių akustinės lubos su mineralinės vatos sluoksniu, 20 mm (*Knauf Insulation* akustinė izoliacijos plokštė TP 120 A arba lygiavertis produktas) Plokščių perforacija – *Slotline B6*	Lubų nuleidimo aukštis (atstumas) 200 mm	50 % lubų ploto
Sienų sugėrikliai	Sienos aptaisymas W629C.lt su *Knauf Cleaneo* akustinėmis plokštėmis su *Knauf* CW dvigubintų profilių karkasu. Plokščių perforacija – kvadratinės skylės 12/25 Q	Ploto dalis *Knauf Cleaneo* akustinės plokštės 50%, Konstrukcijos storis 112,5 mm	50 % priešais sceną esančios sienos ploto

Alternatyva pasiūlytoms sistemoms arba produktams

Medžiagos sugeriančios garsą	Svertinis garso sugerties koeficientas α_w
Lubų sugėrikliai	≥ 0,65
Sienų sugėrikliai	≥ 0,70

Produktų apžvalga pateikta techninės brošiūros „Patalpų akustika su Knauf“ skyriuje „Projektavimo duomenys “.

Posėdžių patalpos (padidinti reikalavimai akustikai)



Pasitarimų salės koncepcija

Neretai posėdžių, konferencijų arba pasitarimų patalpose praleidžiama daug valandų. Dažnai dalyviai skundžiasi išsekimu, nuovargiu ir prastu gebėjimu suprasti. Vieniems jų tai tikriausiai susiję su pokalbių turiniu priimant svarbius sprendimus. Tačiau neabejotinai šią prastą būseną sukelia ir prasta patalpos akustika. Uždarose patalpose, kuriose nėra akustinių priemonių dėl pranešėjų kalbėjimo garso stiprumo ir daugybės garso atspindžių triukšmo lygis greitai didėja. Tai gali kelti didelę fizinę apkrovą ir priversti papildomai įsitempti, be to, gali būti sunkiau suprasti žodžius, sakinius ir skiemenis, o žmogaus smegenys turi papildomai dirbti, kad būtų galima suprasti ištartus garsus. Šis efektas papildomai sustiprėja, jei bendraujama negimtąja kalba ir (arba) dalyviai blogai girdi dėl sveikatos problemų arba amžiaus.

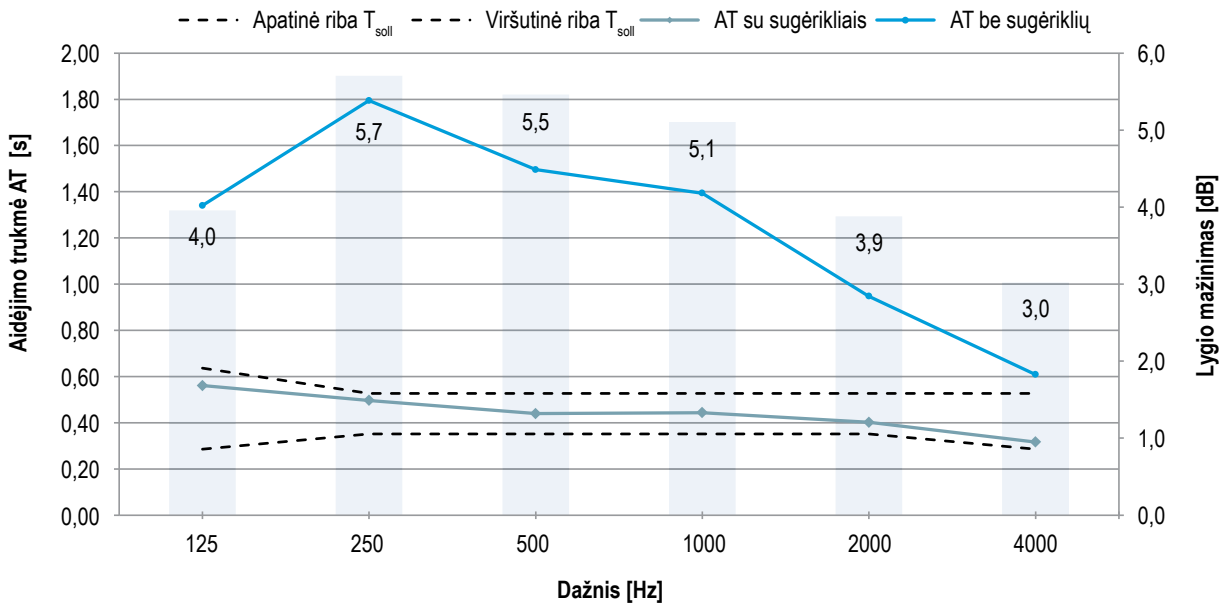
Patalpos akustinės prognozės pradiniai duomenys

Patalpos geometriniai duomenys

- Ilgis 12,5 m
- Plotis 4,5 m
- Aukštis 3 m
- Tūris 169 m³

Naudojamos medžiagos

- Išorinė siena stiklinis fasadas
- Koridoriaus siena gipskartonio plokščių pertvara
- Atitvaros gipskartonio plokščių pertvara
- Grindų danga kiliminė danga
- Lubos gelžbetoninė perdanga



Patalpos akustikos duomenys	
Prognozuojama aidėjimo trukmė, įskaitant 6 asmenis, be sugėriklių	T = 1,26 s
Nurodytoji aidėjimo trukmė 250–2000 Hz	T = 0,35 – 0,53 s
Prognozuojama aidėjimo trukmė su sugėrikliu	T = 0,45 s
Fizikinis triukšmo lygio mažinimas, jo vidurkis apskaičiuojamas 125–4000 Hz	4–5 dB

Atsižvelgiant į interjerą, pavyzdžiui, kilimus, užuolaidas, atviras knygų lentynas, audiniais aptrauktas sofas ir t. t., esama aidėjimo trukmė gali skirtis.

Reikalavimai pasiekiami naudojant šias sistemas arba produktus

Akustinės priemonės	Sistema / produktas	Konstrukciniai duomenys	Akustiškai efektyvi danga
Lubų sugėrikliai	D127.lt *Knauf Cleaneo* plokščių akustinės lubos su mineralinės vatos sluoksniu, 20 mm (*Knauf Insulation* akustinė izoliacijos plokštė TP 120 A arba lygiavertis produktas) Plokščių perforacija – kvadratinės skylės 8/18Q	Lubų nuleidimo aukštis (atstumas) 200 mm	Visas paviršius
Sienų sugėrikliai	Plokštės *Knauf Adit*	–	1/3 priekinės sienos ploto

Alternatyva pasiūlytoms sistemoms arba produktams

Medžiagos sugeriančios garsą	Svertinis garso sugerties koeficientas α_w
Lubų sugėrikliai	≥ 0,75
Sienų sugėrikliai	≥ 0,80

Produktų apžvalga pateikta techninės brošiūros „Patalpų akustika su Knauf“ skyriuje „Projektavimo duomenys “.

Posėdžių patalpos (be padidintų reikalavimų akustikai)



Pasitarimų salės koncepcija

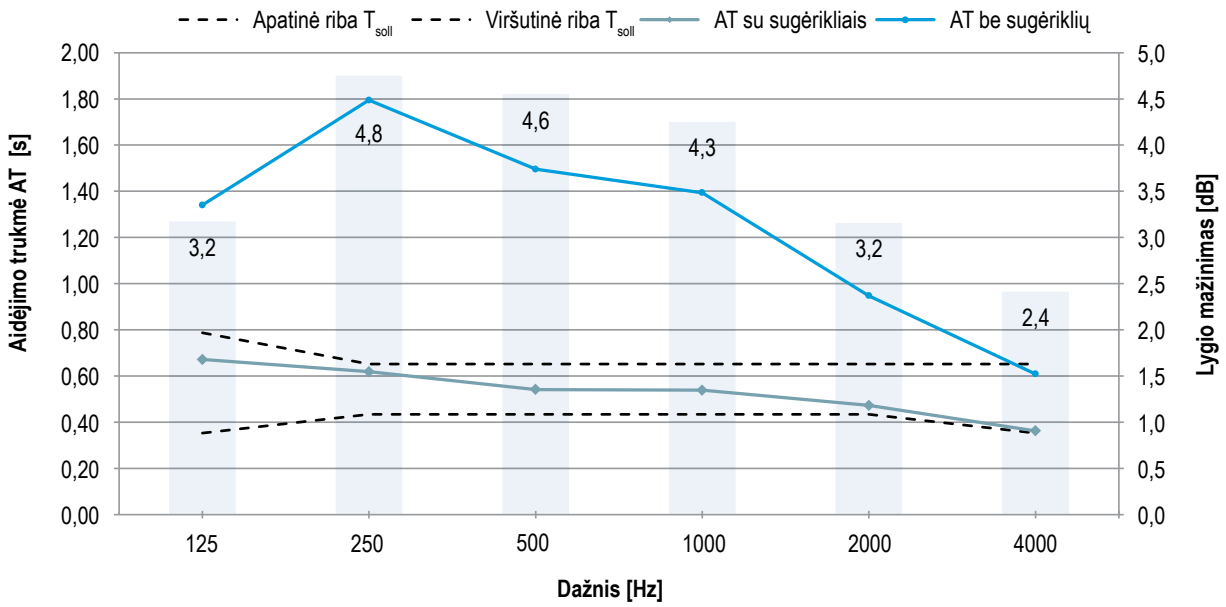
Patalpos akustinės prognozės pradiniai duomenys

Patalpos geometriniai duomenys

- Ilgis 12,5 m
- Plotis 4,5 m
- Aukštis 3 m
- Tūris 169 m³

Naudojamos medžiagos

- Išorinė siena stiklinis fasadas
- Koridoriaus siena gipskartonio plokščių pertvara
- Atitvaros gipskartonio plokščių pertvara
- Grindų danga kiliminė danga
- Lubos gelžbetoninė perdanga



Patalpos akustikos duomenys	
Prognozuojama aidėjimo trukmė, įskaitant 6 asmenų, be sugėriklių	T = 1,26 s
Nurodytoji aidėjimo trukmė 250–2000 Hz	T = 0,43 – 0,65 s
Prognozuojama aidėjimo trukmė su sugėrikliu	T = 0,54 s
Fizikinis triukšmo lygio mažinimas, jo vidurkis apskaičiuojamas 125–4000 Hz	3–4 dB

Reikalavimai pasiekiami naudojant šias sistemas arba produktus

Akustinės priemonės	Sistema / produktas	Konstrukciniai duomenys	Akustiškai efektyvi danga
Lubų sugėrikliai	D127.lt *Knauf Cleaneo* plokščių akustinės lubos su mineralinės vatos sluoksniu, 20 mm (*Knauf Insulation* akustinė izoliacijos plokštė TP 120 A arba lygiavertis produktas) Plokščių perforacija – kvadratinės skylės 8/18Q	Lubų nuleidimo aukštis (atstumas) 200 mm	2/3 lubų ploto
Sienų sugėrikliai	Plokštės *Knauf Adit*	–	1/3 priekinės sienos ploto

Alternatyva pasiūlytoms sistemoms arba produktams

Medžiagos sugeriančios garsą	Svertinis garso sugerties koeficientas α_w
Lubų sugėrikliai	≥ 0,75
Sienų sugėrikliai	≥ 0,80

Produktų apžvalga pateikta techninės brošiūros „Patalpų akustika su Knauf“ skyriuje „Projektavimo duomenys “.

Sporto salės



Sporto salių koncepcija

Sportuojant reikia tikėtis didesnio triukšmo lygio, jis gali susidaryti žaidžiant kamuoliu, garsiai kalbantis tarpusavyje, raginant šūksniais arba dėl ritminių sporto šakų muzikinio fono. Leidžiant laisvalaikį kiekvienam paliekama spręsti, ar norima išvengti šios triukšmo apkrovos. Mokyklos sporto užsiėmimų metu nei mokytojai, nei mokiniai negali išvengti šio poveikio. Ypač jei vienu metu sportuoja kelios klasės, daryti įtaką vyraujančiam triukšmo lygiui beveik neįmanoma. Sporto salėse ir baseinuose dažnai būna 80–90 dB(A) siekiantis triukšmo lygis.

Sporto salėms ir baseinams taip pat keliami nurodytosios aidėjimo trukmės reikalavimai, kurių reikia laikytis. Palyginti su anksčiau aprašytomis patalpomis, tolerancijų diapazonas apsiriboja 250–2000 Hz dažniais su ± 20 % tikslumu.

Sporto salėje garsą sugeriančias medžiagas reikia paskirstyti taip, kad būtų laikomasi nurodytosios aidėjimo trukmės reikalavimų net esant nuleistoms atskiriamosioms užuolaidoms, ypač vidurinėje dalyje.

Taikant akustines priemones, jos turi būti atsparios smūgiams pagal DIN 18032-1.

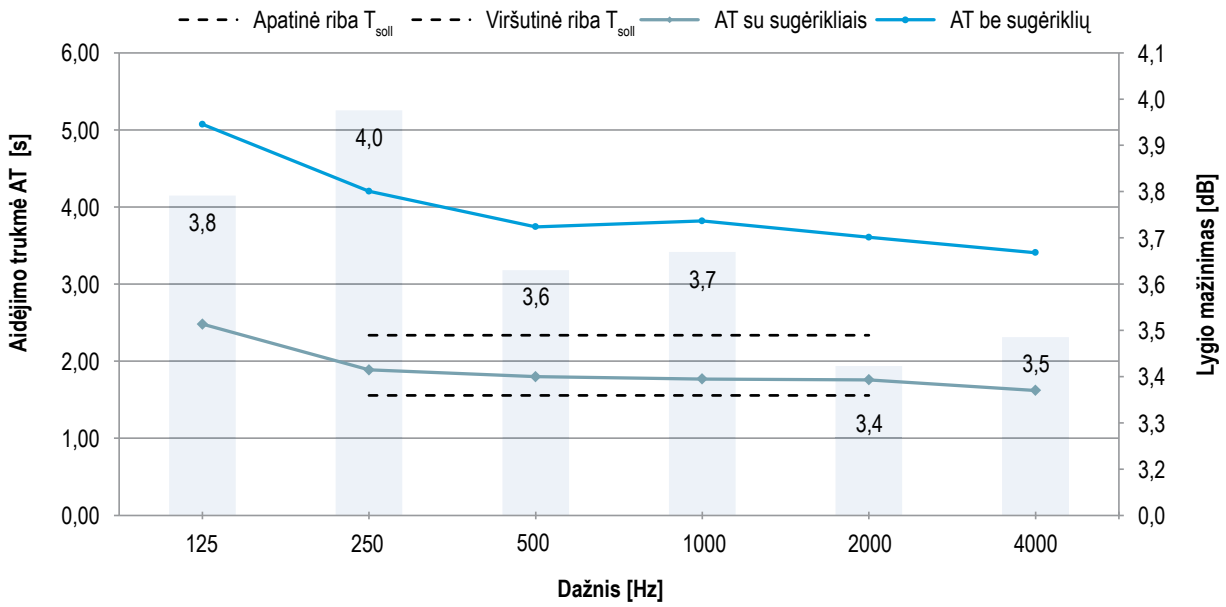
Patalpos akustinės prognozės pradiniai duomenys

Patalpos geometriniai duomenys

■ Ilgis	45 m
■ Plotis	27 m
■ Aukštis	7 m
■ Tūris	8505 m³

Naudojamos medžiagos

■ Išorinė siena	iki 2,5 m aukščio smūgiams atspari siena, aukščiau plytų mūras su stiklo profiliais
■ Koridoriaus siena	iki 2,5 m aukščio smūgiams atspari siena, aukščiau plytų mūras su stiklo profiliais
■ Atitvaros	iki 2,5 m aukščio smūgiams atspari siena, aukščiau plytų mūras su stiklo profiliais
■ Grindų danga	Sportinis linoleumas ant elastingo sluoksnio
■ Lubos	profiliuotos skardos denginys



Patalpos akustikos duomenys	
Prognozuojama aidėjimo trukmė, įskaitant 20 mokinių, be sugėriklių	T = 3,98 s
Nurodytoji aidėjimo trukmė 250–2000 Hz	T = 1,56 – 2,34 s
Prognozuojama aidėjimo trukmė su sugėrikliu	T = 1,80 s
Fizikinis triukšmo lygio mažinimas, jo vidurkis apskaičiuojamas 125–4000 Hz	3–4 dB

Reikalavimai pasiekiami naudojant šias sistemas arba produktus

Akustinės priemonės	Sistema / produktas	Konstrukciniai duomenys	Akustiškai efektyvi danga
Lubų sugėrikliai	D127.lt *Knauf Cleaneo* plokščių akustinės lubos su mineralinės vatos sluoksniu, 20 mm (*Knauf Insulation* akustinė izoliacijos plokštė TP 120 A arba lygiavertis produktas) Plokščių perforacija – apskritos skylės 8/18 R	Lubų nuleidimo aukštis (atstumas) 200 mm	50 % lubų ploto
Sienų sugėrikliai	Sienos aptaisymas W623D.lt su *Knauf Cleaneo Complete* akustinėmis plokštėmis. Plokščių perforacija – *Globe*	Sienų ploto dalis: *Knauf Cleaneo Complete* – 2 m aukščio juosta nuo viršutinės smūgiams atsparios sienos dalies briaunos. Konstrukcijos storis77,5 mm	2 m aukščio visu perimetru įrengta juosta ant galinių sienų ir koridoriaus sienos

Reikėtų paminėti, kad šioje dalyje nagrinėjamas tik patalpų bazinis slopinimas siekiant įveikti didelį triukšmo lygį. Kitas lemiamas kriterijus triukšmo lygiui mažinti, kai sportuoja kelios klasės, yra atskiriamųjų užuolaidų garso izoliacija. Ji pagal įvairius *Fraunhoferio* statybinės fizikos instituto tyrimus yra nepakankama dėl konstrukcijos ypatumų – angos, perėjimai tarp atskiriamų plotų ir nesandarumas pritvirtinimo vietose.

Alternatyva pasiūlytoms sistemoms arba produktams

Medžiagos sugeriančios garsą	Svertinis garso sugerties koeficientas α_w
Lubų sugėrikliai	≥ 0,60
Sienų sugėrikliai	≥ 0,70

Produktų apžvalga pateikta techninės brošiūros „Patalpų akustika su Knauf“ skyriuje „Projektavimo duomenys “.

B grupės patalpos

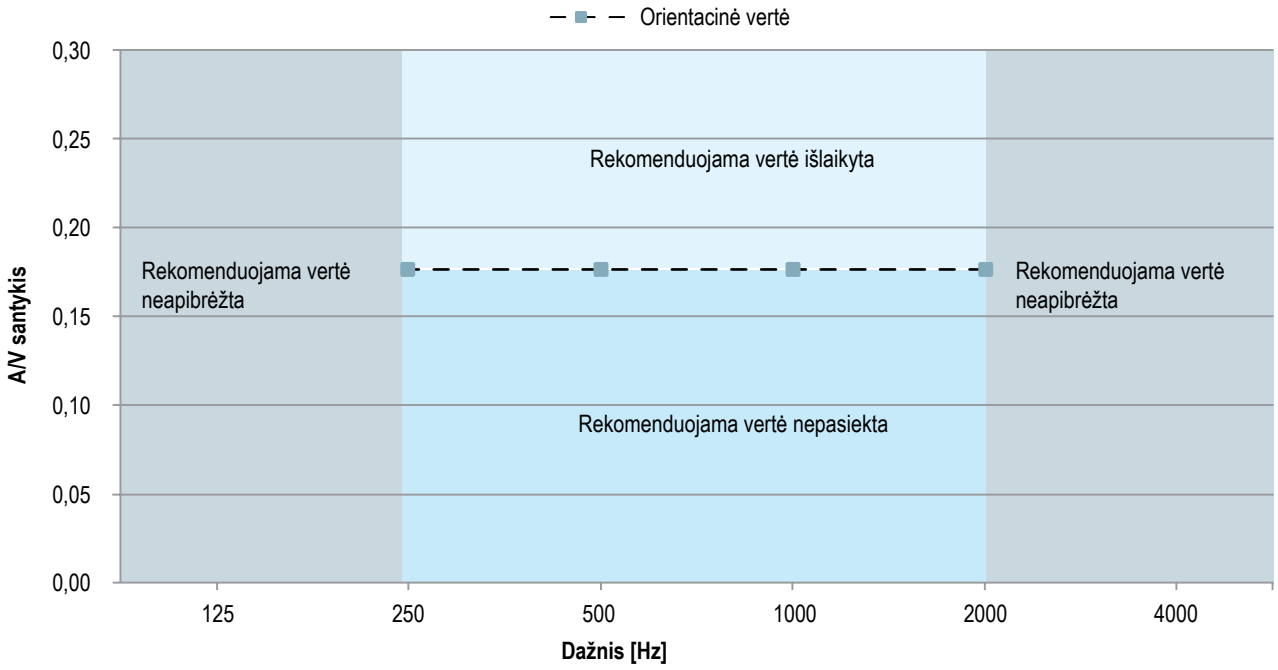


Pagrindinė informacija

Kitaip nei A grupės patalpoms, kur svarbus pakankamas garso energijos tiekimas visiems esantiems patalpoje asmenims, B grupės patalpoms dėmesys skiriamas siekiant sumažinti garso triukšmą ir aidėjimą, kad kalba būtų gerai suprantama tik nedideliu atstumu. Sąmoningai turi būti vengiama perduoti garsą dideliu atstumu. Kaip orientacinė vertė standarte E DIN 18041:2016 pateikiamas A/V santykis (lygiaverčio garsą sugeriančio ploto ir patalpos tūrio santykis), esant 250–2000 Hz dažnių diapazonui. Kuo didesnė šio santykio skaitinė vertė, tuo daugiau garsą sugeriančio ploto yra patalpoje ir tuo labiau patalpa akustiškai slopinama. Tai reiškia, kad triukšmo lygis stipriai mažinamas.

Kitaip nei A grupės patalpoms keliamuose reikalavimuose, tolerancijų diapazono nėra. Priešingai – projektuojant B grupės patalpas reikia kuo arčiau priartėti prie nuo dažnio priklausančios orientacinės vertės. Toliau prognozuojant neatsižvelgiama į garso sugertį.
Kadangi šio akustinio projektavimo tikslas – tik sumažinti visus trukdančius garsus ir neleisti garsui sklisti patalpoje, atskirai neatsižvelgiama į didesnius reikalavimus dėl integruotos apdailos. Laikantis numatytos rekomendacijos, taip pat teigiamai veikiami prastai girdintys žmonės, turintieji dėmesio sutrikimų arba bendraujantieji svetima kalba nedideliu atstumu.

Orientacinės vertės nuo 250 iki 2000 Hz vaizdavimo A/V santykiui pavyzdys



B grupės patalpos

Vienam / dviem asmenims skirti biurai





Mažų biurų koncepcija

Kadangi vienam ar dviem asmenims skirtuose biuruose su kolegomis arba klientais bendraujama asmeniškai arba telefonu ir į biurą triukšmo papildomai patenka iš išorės, projektuojant akustinę kokybę reikėtų laikytis orientacinių verčių. Dažnai vienam asmeniui skirti biurai paverčiami dviem asmenims skirtais biurais, keičiant jų paskirtį ar optimizuojant plotą. Todėl tokio tipo biurams teikiamos identiškos rekomendacijos.

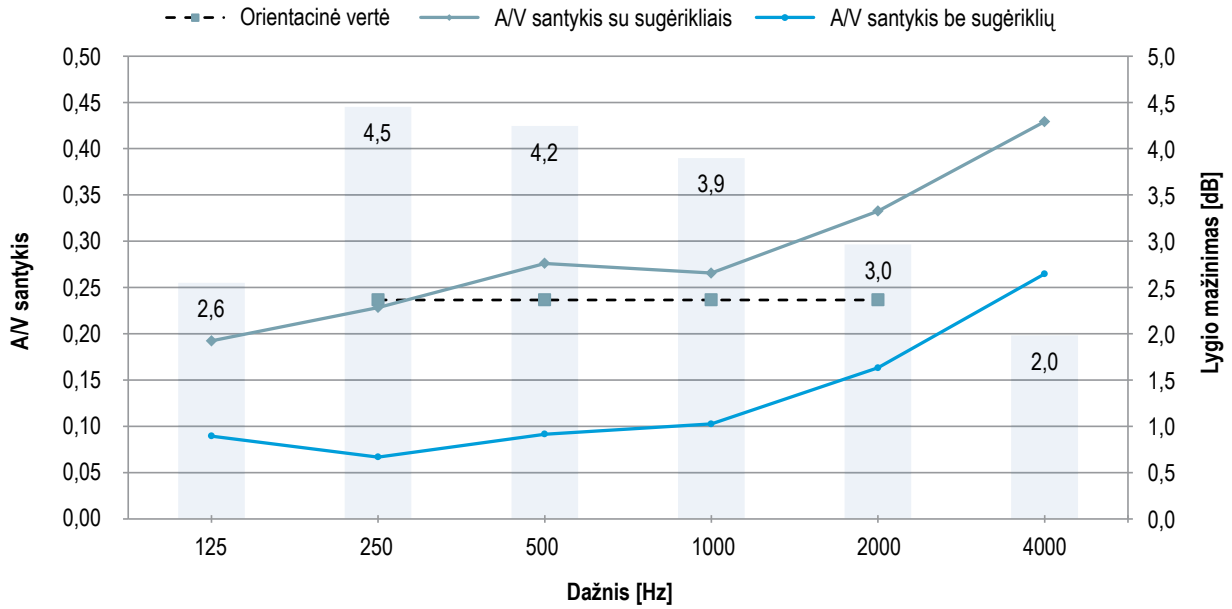
Patalpos akustinės prognozės pradiniai duomenys

Patalpos geometriniai duomenys

- Ilgis 5,70 m
- Plotis 5,10 m
- Aukštis 2,80 m
- Tūris 81,4 m³

Naudojamos medžiagos

- Išorinė siena tinkuotas mūras su langų juosta
- Koridoriaus siena gipskartonio plokščių pertvara
- Atitvaros gipskartonio plokščių pertvara
- Grindų danga kiliminė danga
- Lubos gelžbetoninė perdanga



A/V santykis 250–2000 Hz	
Prognozuojamas A/V santykis be sugėriklių	A/V = 0,10 1/m
Rekomenduojamas A/V santykis	A/V = 0,24 1/m
Prognozuojamas A/V santykis su sugėrikliais	A/V = 0,28 1/m
Fizikinis triukšmo lygio mažinimas, jo vidurkis apskaičiuojamas 250–2000 Hz	3–4 dB

Reikalavimai pasiekiami naudojant šias sistemas arba produktus

Akustinės priemonės	Sistema / produktas	Konstrukciniai duomenys	Akustiškai efektyvi danga
Lubų sugėrikliai	Akustinė plokštė *Knauf Cleaneo Up*	Matmenys 1000 mm x 2000 mm, nuleidimo aukštis 200 mm	4 vnt.
Sienų sugėrikliai	W112C.lt *Knauf Cleaneo* plokščių akustinė pertvara. Plokščių perforacija – kvadratinės skylės 12/25Q	Pertvaros storis 132,5 mm	Akustinės plokštės *Knauf Cleaneo* ploto dalis 50 %

Alternatyva pasiūlytoms sistemoms arba produktams

Medžiagos sugeriančios garsą	Svertinis garso sugerties koeficientas α_w
Lubų sugėrikliai	≥ 0,65, kai padengta pusė lubų ploto
Sienų sugėrikliai	≥ 0,75

Produktų apžvalga pateikta techninės brošiūros „Patalpų akustika su Knauf“ skyriuje „Projektavimo duomenys “.

B grupės patalpos

Grupėms ir dideliam skaičiui darbuotojų skirti biurai



Didelių biurų koncepcija

Projektuojant dideliam asmenų skaičiui skirtus arba didelio ploto biurus dažnai per maža įvertinti tik patalpos bazinį slopinimą. Jau projektavimo etape reikėtų atkreipti dėmesį į tai, kad viename bendrame plote nebūtų diferencijuotų funkcinių grupių. Jei to nepavyksta išvengti, reikia naudoti veiksmingas garsą sugeriančias priemones, kad būtų užtikrinta koncentruota ir palanki darbui darbinė aplinka. Komandų biuruose reikia užtikrinti kuo mažesnį triukšmo lygį. To pradedama siekti įsigijus reikiamą biuro įrangą, pavyzdžiui, tylius spausdintuvus, asmeninių kompiuterių tylų aušinimą bei pasirinkus tinkamą pastato techninę įrangą, pavyzdžiui, kondicionavimo ir vėdinimo. Gera patalpos akustika papildomai padeda mažinti visus garsus patalpoje ir apriboja bendradarbių kalbėjimo garsumą. Kitos biuro patalpoms skirtos rekomendacijos nagrinėjamos VDI 2569.

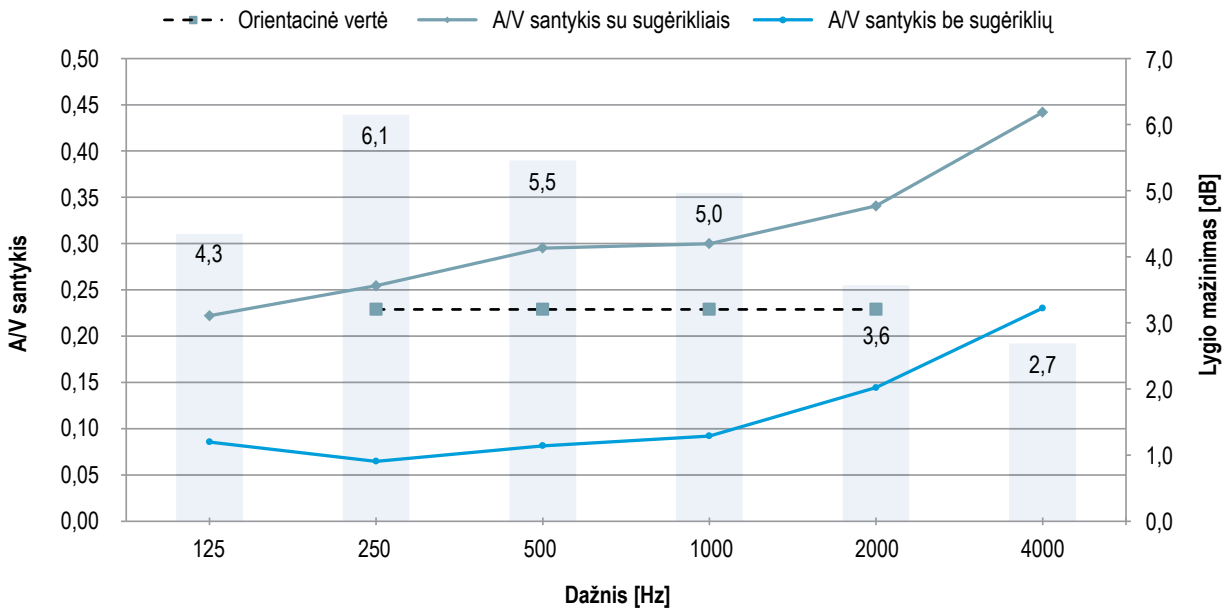
Patalpos akustinės prognozės pradiniai duomenys

Patalpos geometriniai duomenys

- Ilgis 15,0 m
- Plotis 5,5 m
- Aukštis 3,0 m
- Tūris 247,5 m³

Naudojamos medžiagos

- Išorinė siena tinkuotas mūras su langais
- Koridoriaus siena gipskartonio plokščių pertvara
- Atitvaros gipskartonio plokščių pertvara
- Grindų danga kiliminė danga
- Lubos gelžbetoninė perdanga



A/V santykis 250–2000 Hz	
Prognozuojamas A/V santykis be sugėriklių	A/V = 0,10 1/m
Rekomenduojamas A/V santykis	A/V = 0,23 1/m
Prognozuojamas A/V santykis su sugėrikliais	A/V = 0,30 1/m
Fizikinis triukšmo lygio mažinimas, jo vidurkis apskaičiuojamas 250–2000 Hz	4–6 dB

Reikalavimai pasiekiami naudojant šias sistemas arba produktus

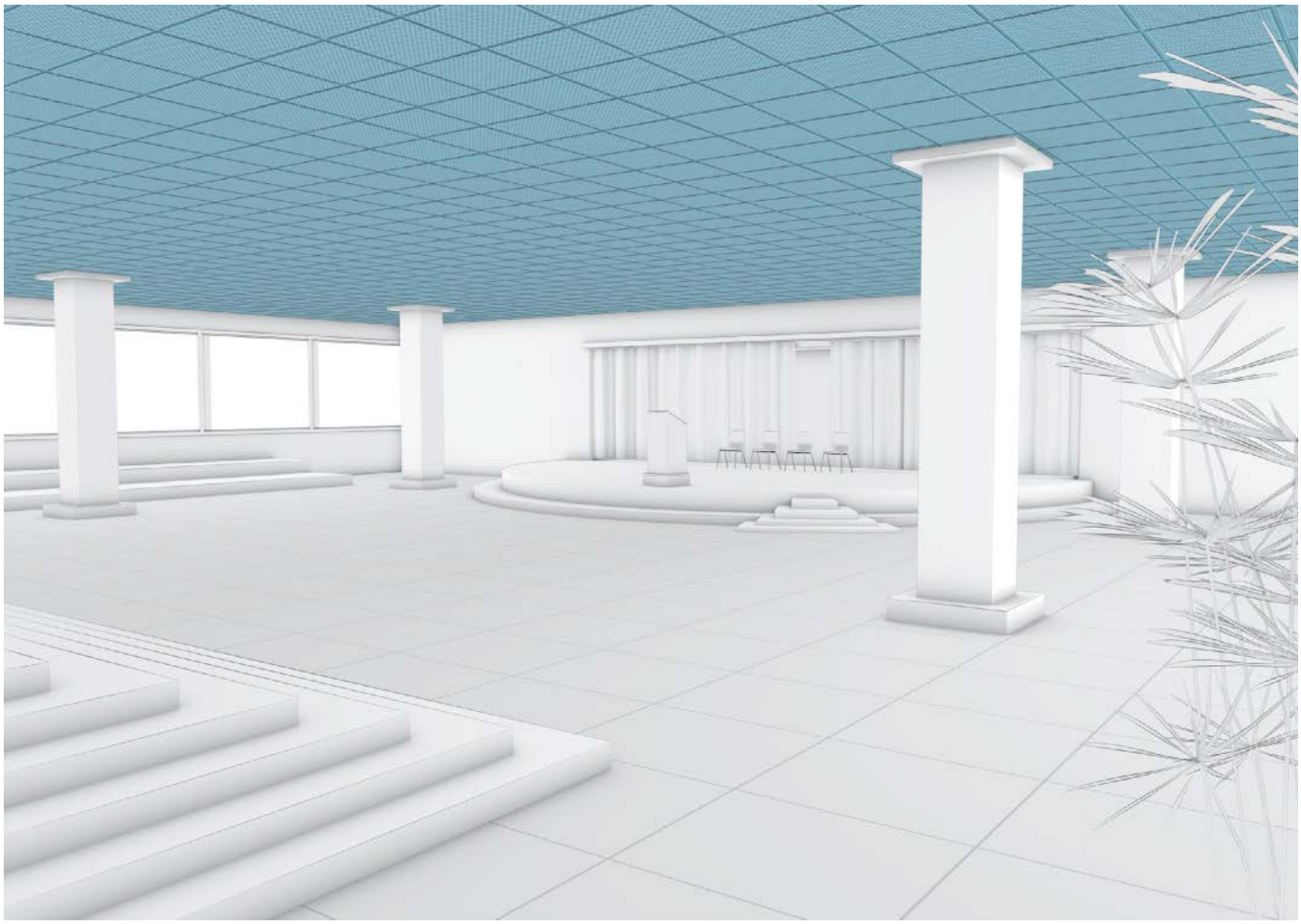
Akustinės priemonės	Sistema / produktas	Konstrukciniai duomenys	Akustiškai efektyvi danga
Lubų sugėrikliai	D127.lt *Knauf Cleaneo* plokščių akustinės lubos su mineralinės vatos sluoksniu, 20 mm (*Knauf Insulation* akustinė izoliacijos plokštė TP 120 A arba lygiavertis produktas) Plokščių perforacija – kvadratinės skylės 8/18Q	Lubų nuleidimo aukštis (atstumas) 200 mm	2/3 lubų ploto
Sienų sugėrikliai	Plokštės *Knauf Adit*	–	1/3 priekinių sienų ploto

Alternatyva pasiūlytoms sistemoms arba produktams

Medžiagos sugeriančios garsą	Svertinis garso sugerties koeficientas α_w
Lubų sugėrikliai	≥ 0,70
Sienų sugėrikliai	≥ 0,80

Produktų apžvalga pateikta techninės brošiūros „Patalpų akustika su Knauf“ skyriuje „Projektavimo duomenys “.

Aktų salės mokyklose



Mokyklų aktų salių koncepcija

Mokyklų aktų salės naudojamos įvairiais tikslais: kaip mokinių buvimo vieta per pertraukas, rengiant muzikinius pasirodymus ir kalbinius pristatymus mokyklos renginių metu. Patalpos akustiką reikėtų projektuoti taip, kad būtų įmanoma bendrauti tarpusavyje grupėmis, tik su vienu pranešėju ant scenos ir pristatyti muzikinius pasirodymus. Kadangi aktų salės daugiausia skirtos mokiniams, jos nagrinėjamos kaip patalpos, skirtos būti ilgai, kaip ir žmonių judėjimo zonos mokyklose bei poilsio kambariai. Jei aktų salė skirta renginiams, reikia numatyti tokį pat kaip auditorijoms arba bendrosioms patalpoms taikomą priartėjimo metodą.

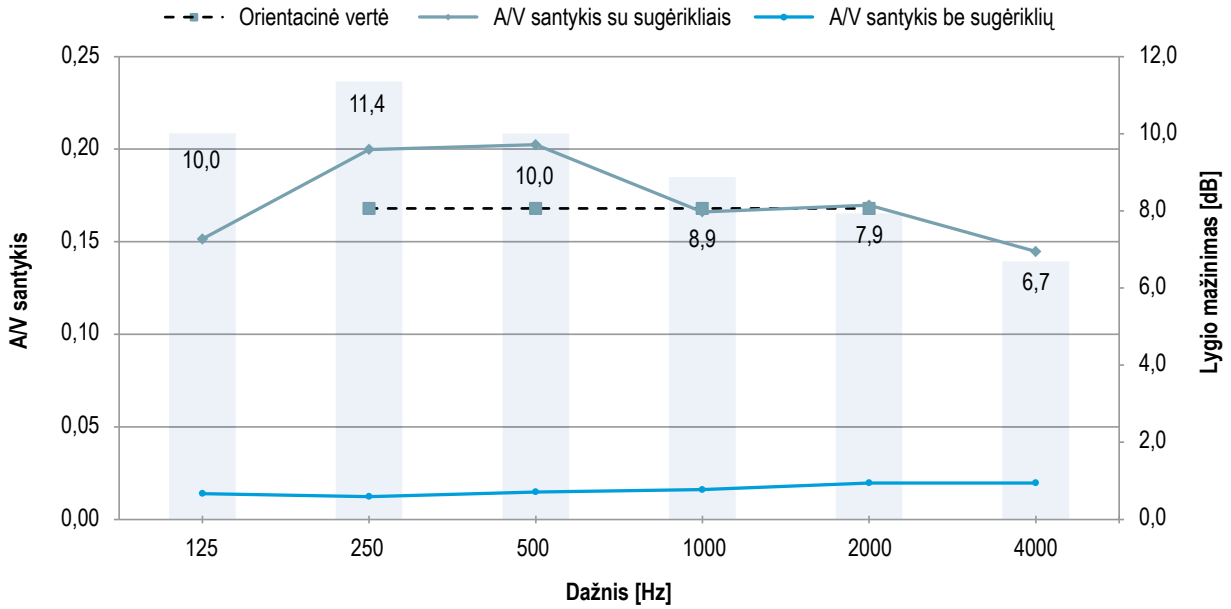
Patalpos akustinės prognozės pradiniai duomenys

Patalpos geometriniai duomenys

- Ilgis 20,0 m
- Plotis 24,0 m
- Aukštis 4,0 m
- Tūris 1920 m³

Naudojamos medžiagos

- Sienos gelžbetoninės sienos su įstiklintais elementais
- Grindų danga linoleumas
- Lubos gelžbetoninė perdanga



A/V santykis 250–2000 Hz	
Prognozuojamas A/V santykis be sugėriklių	A/V = 0,02 1/m
Rekomenduojamas A/V santykis	A/V = 0,17 1/m
Prognozuojamas A/V santykis su sugėrikliais	A/V = 0,18 1/m
Fizikinis triukšmo lygio mažinimas, jo vidurkis apskaičiuojamas 250–2000 Hz	9–10 dB

Reikalavimai pasiekiami naudojant šias sistemas arba produktus

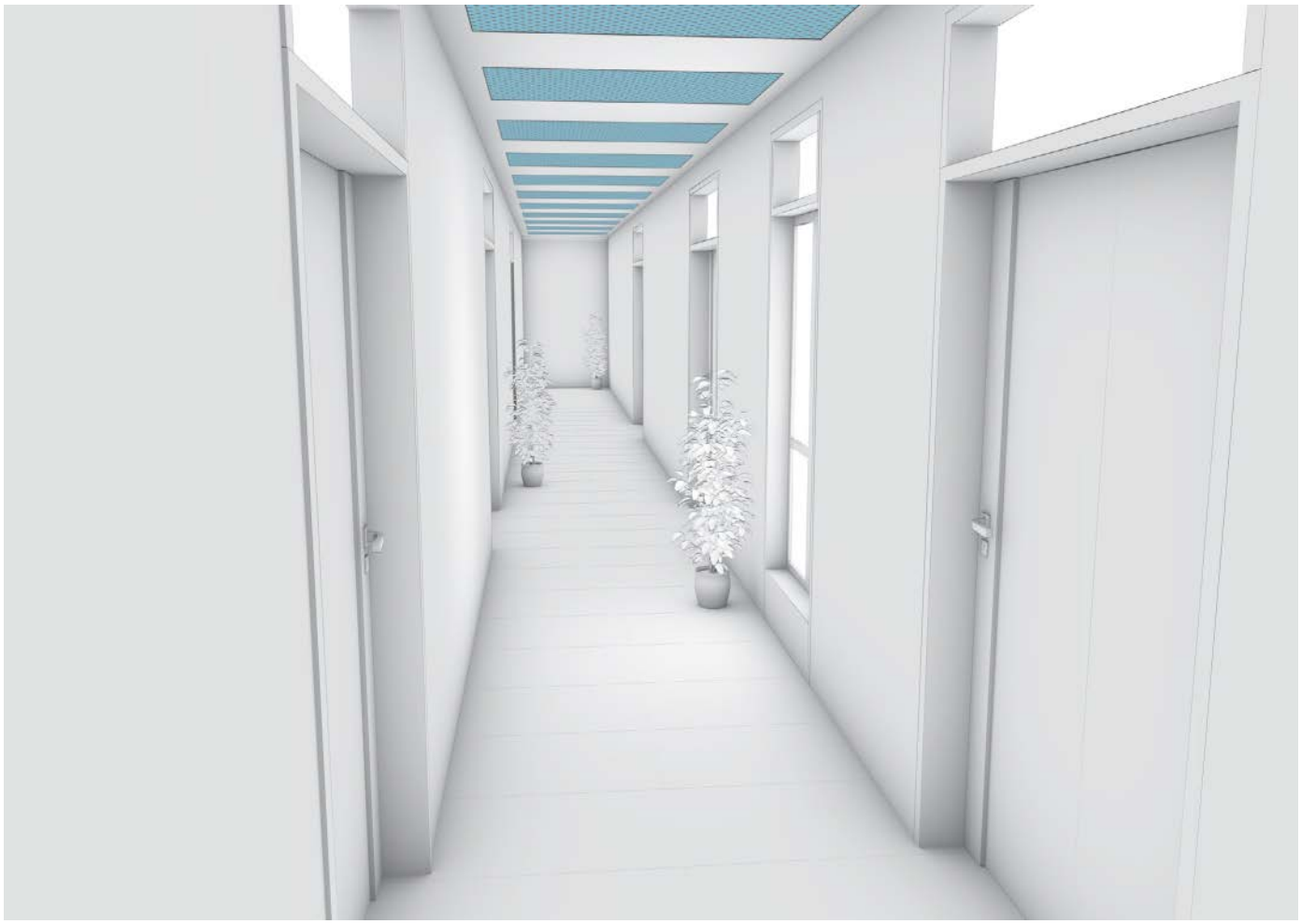
Akustinės priemonės	Sistema / produktas	Konstrukciniai duomenys	Akustiškai efektyvi danga
Lubų sugėrikliai	D145.lt Akustinės segmentinės lubos *Knauf Belgravia* su mineralinės vatos sluoksniu, 30 mm (*Knauf Insulation* akustinė izoliacijos plokštė TP 120 A arba lygiavertis produktas) Plokščių perforacija – *Globe*	Lubų nuleidimo aukštis (atstumas) 200 mm	Visas paviršius

Alternatyva pasiūlytoms sistemoms arba produktams

Medžiagos sugeriančios garsą	Svertinis garso sugerties koeficientas α_w
Lubų sugėrikliai	≥ 0,60 (L)

Produktų apžvalga pateikta techninės brošiūros „Patalpų akustika su Knauf“ skyriuje „Projektavimo duomenys “.

Žmonių judėjimo zonos



Žmonių judėjimo zonų koncepcija

Žmonių judėjimo zonos daugelyje pastatų taip pat skirtos žmonėms bendrauti tarpusavyje. Taip akustiškai nenagrinėtose patalpose susidaro santykinai didelis triukšmo lygis, jis pasklinda visame aukšte ir pro duris nukreipiamas į gretimas patalpas. Todėl standarte E DIN 18041 žmonių judėjimo zonoms daugiabučių gyvenamųjų namų koridoriuose ir visuomeniniuose pastatuose, pavyzdžiui, ligoninėse, mokyklose, vaikų darželiuose ir t. t., rekomenduojamos akustinės priemonės.

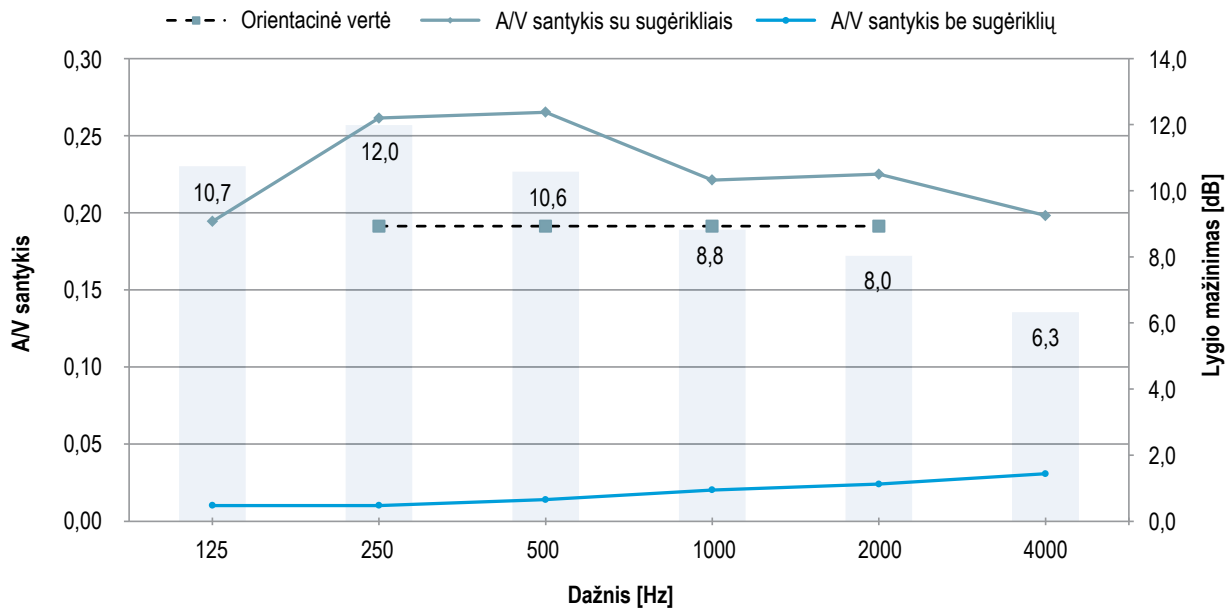
Patalpos akustinės prognozės pradiniai duomenys

Patalpos geometriniai duomenys

- Ilgis 20,0 m
- Plotis 1,6 m
- Aukštis 2,8 m

Naudojamos medžiagos

- Sienos tinkuotas mūras
- Grindų danga plytelės
- Lubos gelžbetoninė perdanga



A/V santykis 250–2000 Hz	
Prognozuojamas A/V santykis be sugėriklių	A/V = 0,02 1/m
Rekomenduojamas A/V santykis	A/V = 0,19 1/m
Prognozuojamas A/V santykis su sugėrikliais	A/V = 0,24 1/m
Fizikinis triukšmo lygio mažinimas, jo vidurkis apskaičiuojamas 250–2000 Hz	9–10 dB

Reikalavimai pasiekiami naudojant šias sistemas arba produktus

Akustinės priemonės	Sistema / produktas	Konstrukciniai duomenys	Akustiškai efektyvi danga
Lubų sugėrikliai	D146.lt Akustinės segmentinės lubos *Knauf Plaza* su mineralinės vatos sluoksniu, 30 mm (*Knauf Insulation* akustinė izoliacijos plokštė TP 120 A arba lygiavertis produktas) Plokščių perforacija – *Globe*	Lubų nuleidimo aukštis (atstumas) 200 mm	1/3 lubų ploto

Alternatyva pasiūlytoms sistemoms arba produktams

Medžiagos sugeriančios garsą	Svertinis garso sugerties koeficientas α_w
Lubų sugėrikliai	≥ 0,60 (L)

Produktų apžvalga pateikta techninės brošiūros „Patalpų akustika su Knauf“ skyriuje „Projektavimo duomenys “.

Valgyklos



Valgyklų koncepcija

Valgyklos turėtų būti skirtos ne tik greitai pavalgyti, bet ir informacijos mainams su klientais bei kolegomis organizuoti, jėgoms pasisemti ir pailsėti. Esamose valgyklose dažnai neįmanoma susikalbėti nekeliant balso. Nuolatinis didelis triukšmo lygis sukuria papildomos įtampos ir neleidžia atsipalaidavus bendrauti.

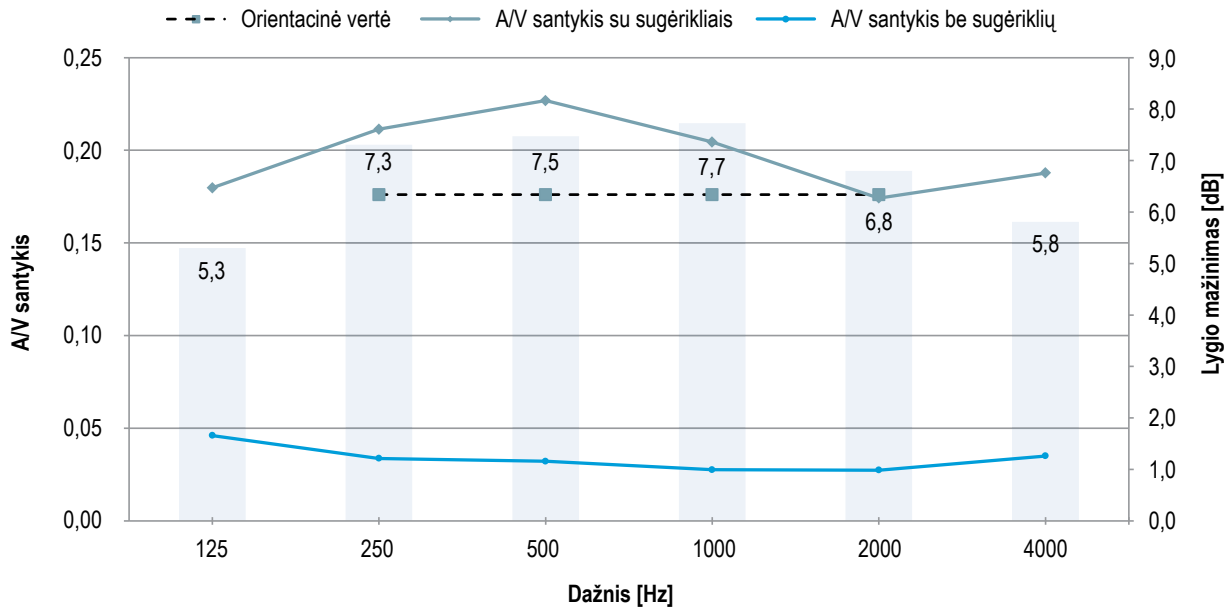
Patalpos akustinės prognozės pradiniai duomenys

Patalpos geometriniai duomenys

- Ilgis 16,5 m
- Plotis 14,0 m
- Aukštis 3,5 m

Naudojamos medžiagos

- Išorinė siena tinkuotas mūras su langų juosta
- Vidinės sienos gipskartonio plokščių pertvara
- Grindų danga parketas
- Lubos gelžbetoninė perdanga



A/V santykis 250–2000 Hz	
Prognozuojamas A/V santykis be sugėriklių	A/V = 0,03 1/m
Rekomenduojamas A/V santykis	A/V = 0,18 1/m
Prognozuojamas A/V santykis su sugėrikliais	A/V = 0,20 1/m
Fizikinis triukšmo lygio mažinimas, jo vidurkis apskaičiuojamas 250–2000 Hz	7–8 dB

Reikalavimai pasiekiami naudojant šias sistemas arba produktus

Akustinės priemonės	Sistema / produktas	Konstrukciniai duomenys	Akustiškai efektyvi danga
Lubų sugėrikliai	D127.lt *Knauf Cleaneo* plokščių akustinės lubos su mineralinės vatos sluoksniu, 20 mm (*Knauf Insulation* akustinė izoliacijos plokštė TP 120 A arba lygiavertis produktas). Plokščių perforacija – barstytoji „sūrio“ PLUS 10/16/22R	Lubų nuleidimo aukštis (atstumas) 200 mm	2/3 lubų ploto
Sienų sugėrikliai	Sienos aptaisymas W623D.lt su *Knauf Cleaneo* akustinėmis plokštėmis *Designpanel* Perforacija – *Tangent* T3L1	Konstrukcijos storis 65 mm	1/3 vidinių sienų ploto

Alternatyva pasiūlytoms sistemoms arba produktams

Medžiagos sugeriančios garsą	Svertinis garso sugerties koeficientas α_w
Lubų sugėrikliai	≥ 0,55 (L)
Sienų sugėrikliai	≥ 0,70

Produktų apžvalga pateikta techninės brošiūros „Patalpų akustika su Knauf“ skyriuje „Projektavimo duomenys “.

Vestibiuliai su darbo vieta



Vestibiulių su darbo vieta koncepcija

Vestibiuliams paprastai būdingas labai didelis aidas dėl matmenų ir dažniausiai naudojamų garsą atspindinčių medžiagų. Garsui atsispindint nuo ribojančių paviršių susidaro stiprus aidas ir ištartas žodis tampa neaiškus. Tai ypač trukdo, jei patalpoje yra nuolatinė darbo vieta. Tiek tiesioginiai pokalbiai pasitinkant, tiek pokalbiai telefonu girdimi visoje patalpoje, todėl beveik neįmanoma kalbėtis konfidencialiai. Priimant lankytojų grupę ir su ja bendraujant, jei reikia, keliomis kalbomis, kyla problemų dėl blogo kalbos suprantamumo ir didelio triukšmo lygio.

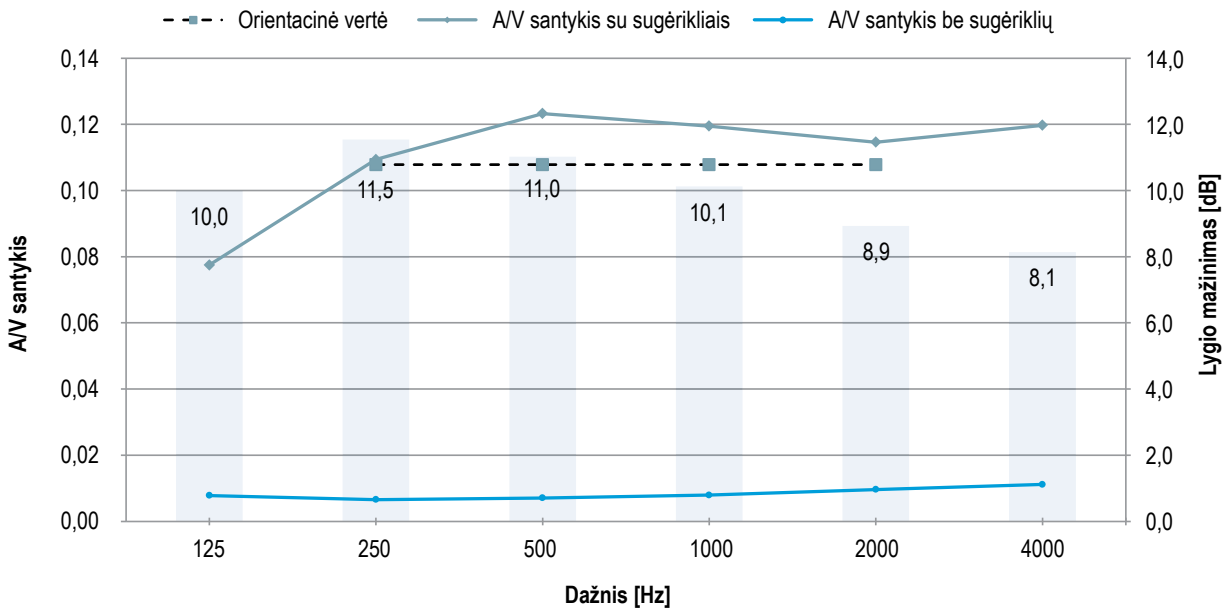
Patalpos akustinės prognozės pradiniai duomenys

Patalpos geometriniai duomenys

- Ilgis 16 m
- Plotis 18 m
- Aukštis 9,0 m

Naudojamos medžiagos

- Išorinė siena stiklinis fasadas, integruotas į tinkuotą mūrą
- Vidinės sienos netinkuotas mūras
- Grindų danga plytelės
- Lubos gelžbetoninė perdanga



A/V santykis 250–2000 Hz	
Prognozuojamas A/V santykis be sugėriklių	A/V = 0,01 1/m
Rekomenduojamas A/V santykis	A/V = 0,11 1/m
Prognozuojamas A/V santykis su sugėrikliais	A/V = 0,12 1/m
Fizikinis triukšmo lygio mažinimas, jo vidurkis apskaičiuojamas 250–2000 Hz	10–11 dB

Reikalavimai pasiekiami naudojant šias sistemas arba produktus

Akustinės priemonės	Sistema / produktas	Konstrukciniai duomenys	Akustiškai efektyvi danga
Lubų sugėrikliai	D127.lt *Knauf Cleaneo* plokščių akustinės lubos su mineralinės vatos sluoksniu, 20 mm (*Knauf Insulation* akustinė izoliacijos plokštė TP 120 A arba lygiavertis produktas) Plokščių perforacija – apskritos skylės 10/23 R	Lubų nuleidimo aukštis (atstumas) 200 mm	2/3 lubų ploto
Sienų sugėrikliai	Sienos aptaisymas W623D.lt su *Knauf Cleaneo* akustinėmis plokštėmis *Designpanel* Perforacija – *Tangent T3L1*	Konstrukcijos storis 65 mm	50 % vidaus sienų ploto

Alternatyva pasiūlytoms sistemoms arba produktams

Medžiagos sugeriančios garsą	Svertinis garso sugerties koeficientas α_w
Lubų sugėrikliai	≥ 0,65
Sienų sugėrikliai	≥ 0,70

Produktų apžvalga pateikta techninės brošiūros „Patalpų akustika su Knauf“ skyriuje „Projektavimo duomenys “.

Biblioteka



Bibliotekos koncepcija

Bibliotekose knygas galima ne tik skolintis, jas taip pat galima skaityti vietoje. Taigi keliami dideli reikalavimai, kad bibliotekų lankytojai gebėtų susikaupti. Todėl reikia, kad aplinka būtų kiek įmanoma tylesnė, o tam būtina naudoti garsą sugeriančias medžiagas. Didelis tokių erdvių pranašumas yra atviros lentynos su knygomis, katalogais ir laikraščiais, nes jos turi tam tikrų garsą sugeriančių savybių. Kuo menkiau apstatyta patalpa, tuo daugiau reikia įrengti garso sugėriklių. Skaitymo zonose, kuriose stovi tik stalai ir kėdės, reikia imtis daugiau priemonių, nei zonose, kuriose stovi knygų lentynos.

Kadangi paprastai knygų lentynos stovi prie šviesai nelaidžių sienų, tai sienų sugėrikliai nenaudojami. Jie nebūtini, nes knygų pilnos lentynos turi garsą sugeriančių savybių.

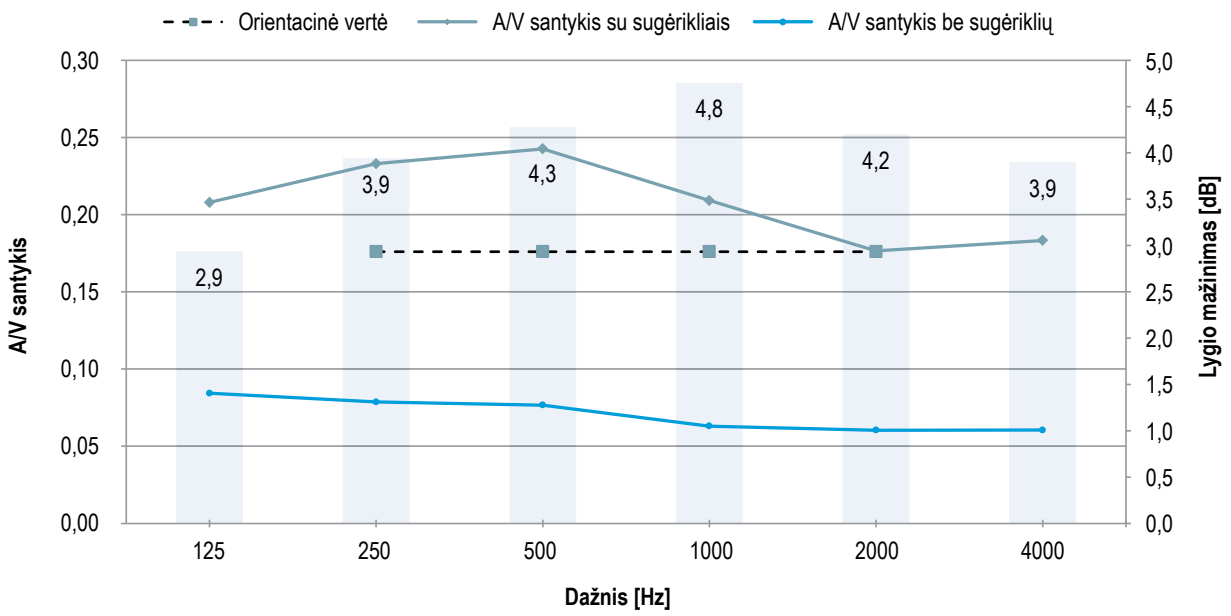
Patalpos akustinės prognozės pradiniai duomenys

Patalpos geometriniai duomenys

- Ilgis 22 m
- Plotis 12 m
- Aukštis 3,5 m

Naudojamos medžiagos

- Išorinė siena dvi tinkuotos masyviosios sienos su langų juosta
- Vidinės sienos gipskartonio plokščių pertvara
- Grindų danga parketas
- Lubos gipskartonio plokščių (neperforuotų) lubos



A/V santykis 250–2000 Hz	
Prognozuojamas A/V santykis be sugėriklių	A/V = 0,07 1/m
Rekomenduojamas A/V santykis	A/V = 0,18 1/m
Prognozuojamas A/V santykis su sugėrikliais	A/V = 0,22 1/m
Fizikinis triukšmo lygio mažinimas, jo vidurkis apskaičiuojamas 250–2000 Hz	4–5 dB

Reikalavimai pasiekiami naudojant šias sistemas arba produktus

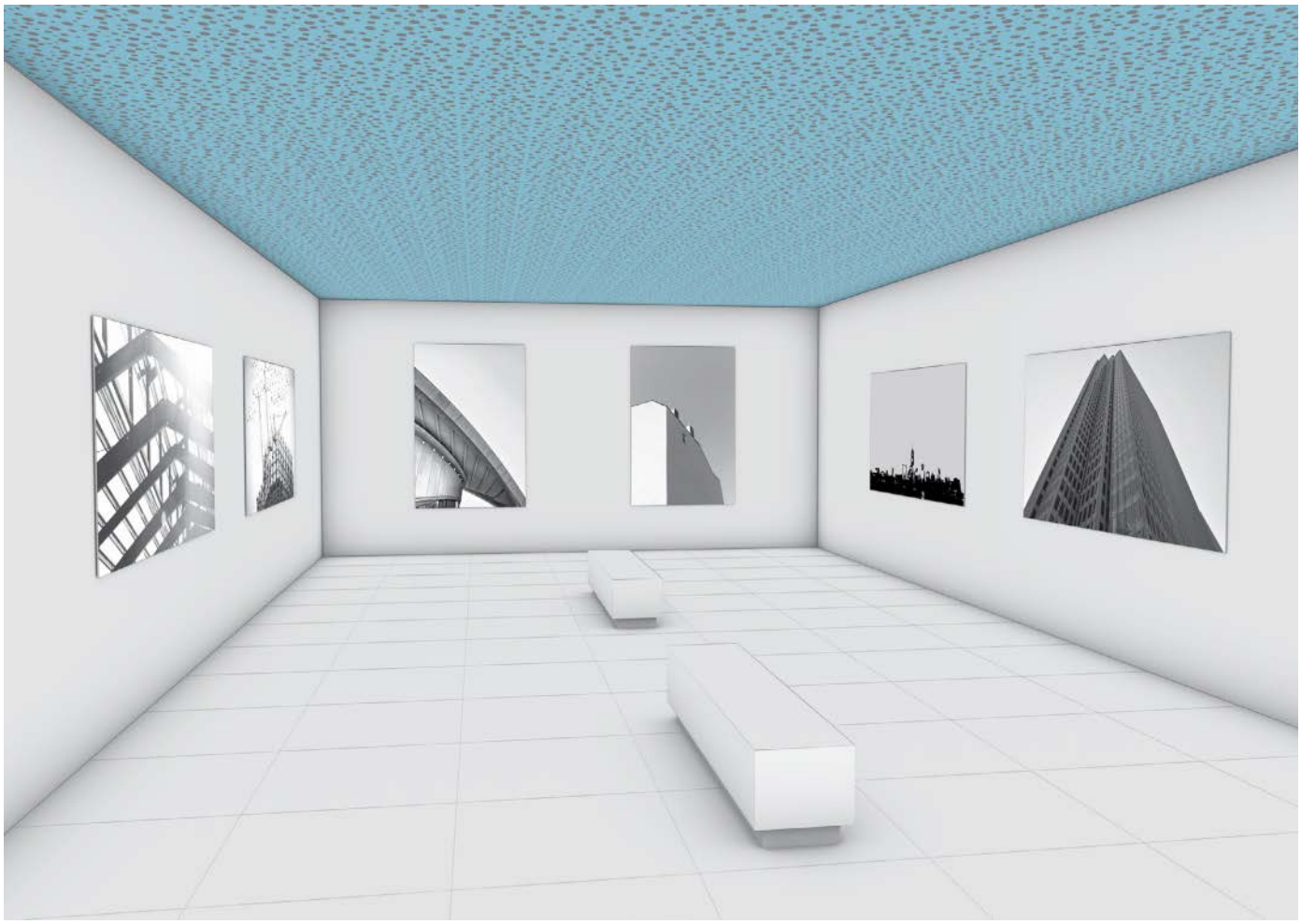
Akustinės priemonės	Sistema / produktas	Konstrukciniai duomenys	Akustiškai efektyvi danga
Lubų sugėrikliai	D127.lt *Knauf Cleaneo* plokščių akustinės lubos su mineralinės vatos sluoksniu, 20 mm (*Knauf Insulation* akustinė izoliacijos plokštė TP 120 A arba lygiavertis produktas) Plokščių perforacija – barstytoji PLUS 10/16/22 R	Lubų nuleidimo aukštis (atstumas) 200 mm	Visas paviršius

Alternatyva pasiūlytoms sistemoms arba produktams

Medžiagos sugeriančios garsą	Svertinis garso sugerties koeficientas α_w
Lubų sugėrikliai	≥ 0,55 (L)

Produktų apžvalga pateikta techninės brošiūros „Patalpų akustika su Knauf“ skyriuje „Projektavimo duomenys “.

Parodų patalpos



Parodų patalpų koncepcija

Standartuose skiriamos parodų salės su interaktyvumu ir be jo. Interaktyvumu vadinamas daugialypės terpės atvaizdavimas, garso ir vaizdo menas. Patalpoms be interaktyvumo akustinės kokybės reikalavimai yra mažesnės. Tačiau iš anksto negalima atmesti, kad parodų patalpoje niekada nevyks tokio pobūdžio paroda. Siekiant, kad erdvė būtų atvira naudoti, ir norint menininkui bei lankytojams suteikti konkrečios formos menui tinkamą aplinką, pavyzdyje projektuojama parodų patalpa su interaktyvumu.

Parodų patalpose eksponatams demonstruoti dažnai reikia ir grindų, ir sienų. Dėl šios priežasties akustines priemones galima taikyti tik luboms.

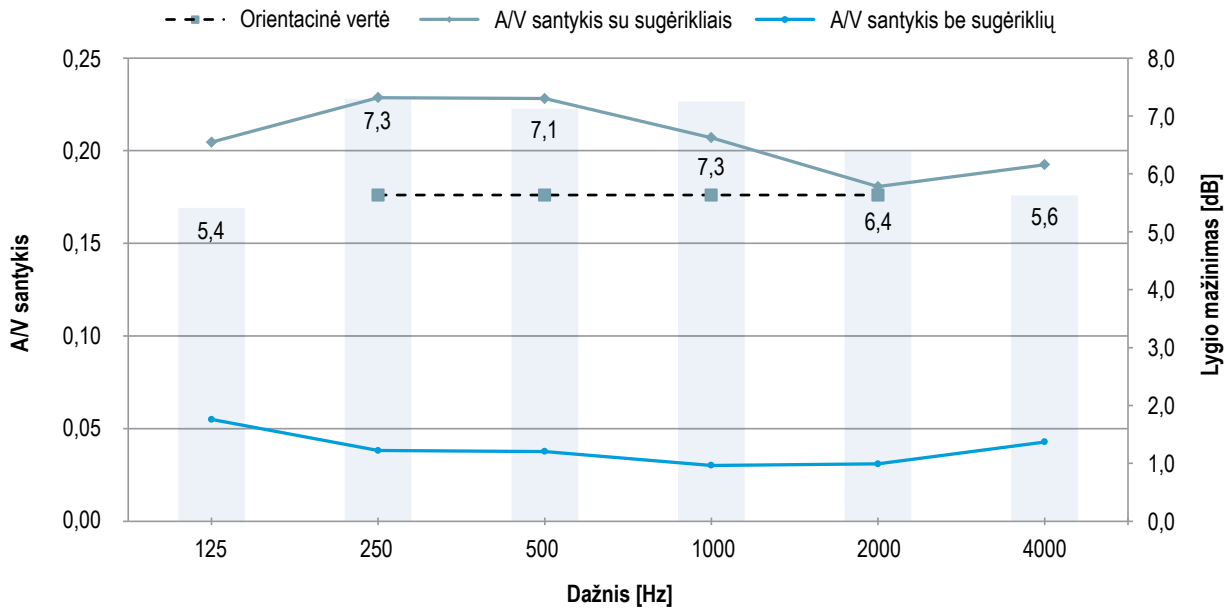
Patalpos akustinės prognozės pradiniai duomenys

Patalpos geometriniai duomenys

- Ilgis 15 m
- Plotis 7 m
- Aukštis 3,5 m

Naudojamos medžiagos

- Išorinės sienos betoninė siena
- Vidinės sienos gipskartonio plokščių pertvara
- Grindų danga parketas
- Lubos gelžbetoninė perdanga



A/V santykis 250–2000 Hz	
Prognozuojamas A/V santykis be sugėriklių	A/V = 0,04 1/m
Rekomenduojamas A/V santykis	A/V = 0,18 1/m
Prognozuojamas A/V santykis su sugėrikliais	A/V = 0,21 1/m
Fizikinis triukšmo lygio mažinimas, jo vidurkis apskaičiuojamas 250–2000 Hz	7–8 dB

Reikalavimai pasiekiami naudojant šias sistemas arba produktus

Akustinės priemonės	Sistema / produktas	Konstrukciniai duomenys	Akustiškai efektyvi danga
Lubų sugėrikliai	D127.lt *Knauf Cleaneo* plokščių akustinės lubos su mineralinės vatos sluoksniu, 20 mm (*Knauf Insulation* akustinė izoliacijos plokštė TP 120 A arba lygiavertis produktas) Plokščių perforacija – barstytoji PLUS 10/16/22 R	Lubų nuleidimo aukštis (atstumas) 200 mm	Visas paviršius

Alternatyva pasiūlytoms sistemoms arba produktams

Medžiagos sugeriančios garsą	Svertinis garso sugerties koeficientas α_w
Lubų sugėrikliai	≥ 0,65 (L)

Produktų apžvalga pateikta techninės brošiūros „Patalpų akustika su Knauf“ skyriuje „Projektavimo duomenys “.

Restoranai



Restoranų koncepcija

Restoranuose dažnai daug dėmesio skiriama interjerui. Erdvės turi būti patrauklios ir skatinti kuo ilgiau pasilikti. Todėl kuriamos tokios patalpų ir spalvų koncepcijos, kad svečias jaustųsi kuo jaukiau. Tačiau dažnai nekreipiama dėmesio į, be maitinimo, dar esančią antrąją paskirtį – bendravimą dviese arba didelėmis grupėmis. Neretai restoranų akustinė kokybė nesuteikia galimybės netrukdomai kalbėtis, nes fono triukšmo lygis yra toks didelis, kad reikia garsiai šaukti, norint būti suprastam. Dėl to dar labiau didėja fono triukšmo lygis. Patalpos akustikos koncepcijos tikslas turėtų būti ramios aplinkos, kurioje būtų galima kalbėtis tinkamu garsumu, sukūrimas.

Akustinių priemonių dydžiams nustatyti naudojamos B3 patalpų grupės „Ilgalaikio buvimo patalpos“ orientacinės vertės.

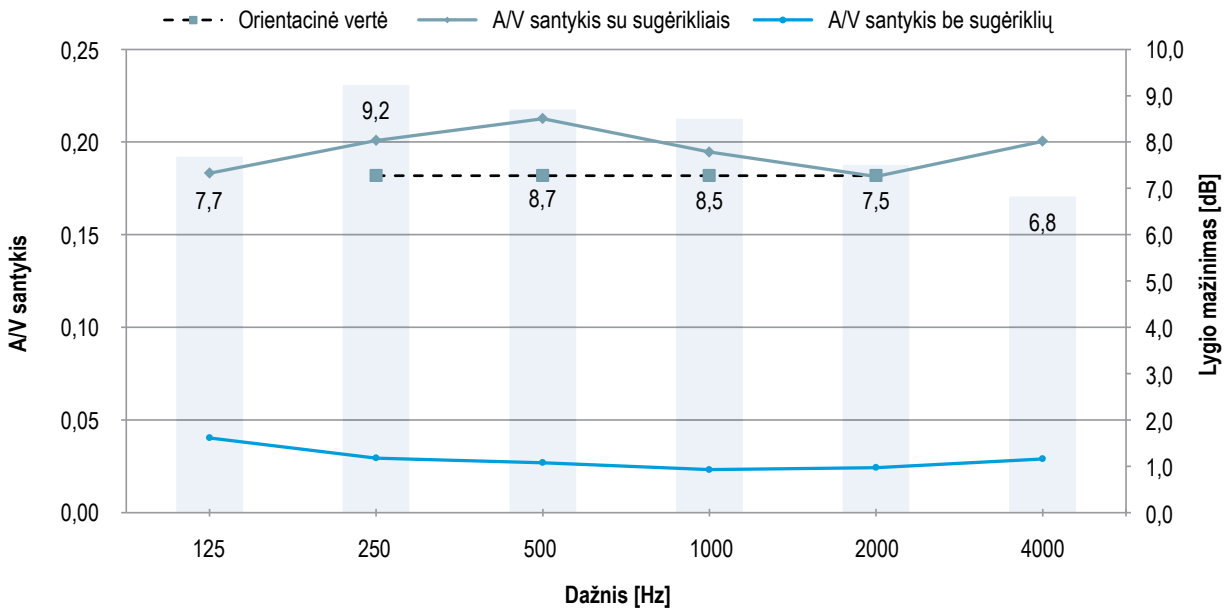
Patalpos akustinės prognozės pradiniai duomenys

Patalpos geometriniai duomenys

- Ilgis 14 m
- Plotis 13 m
- Aukštis 3,2 m

Naudojamos medžiagos

- Išorinės sienos tinkuotas mūras su langų juosta
- Vidinės sienos gipskartonio plokščių pertvara
- Grindų danga plytelės
- Lubos gelžbetoninė perdanga



A/V santykis 250–2000 Hz	
Prognozuojamas A/V santykis be sugėriklių	A/V = 0,03 1/m
Rekomenduojamas A/V santykis	A/V = 0,18 1/m
Prognozuojamas A/V santykis	A/V = 0,20 1/m
Fizikinis triukšmo lygio mažinimas, jo vidurkis apskaičiuojamas 250–2000 Hz	8–9 dB

Reikalavimai pasiekiami naudojant šias sistemas arba produktus

Akustinės priemonės	Sistema / produktas	Konstrukciniai duomenys	Akustiškai efektyvi danga
Lubų sugėrikliai	D127.lt *Knauf Cleaneo* plokščių akustinės lubos su mineralinės vatos sluoksniu, 20 mm (*Knauf Insulation* akustinė izoliacijos plokštė TP 120 A arba lygiavertis produktas) Plokščių perforacija – blokais B6 su apskritomis skylėmis 8/18 R	Lubų nuleidimo aukštis (atstumas) 200 mm	Visas paviršius

Alternatyva pasiūlytoms sistemoms arba produktams

Medžiagos sugeriančios garsą	Svertinis garso sugerties koeficientas α_w
Lubų sugėrikliai	≥ 0,60

Produktų apžvalga pateikta techninės brošiūros „Patalpų akustika su Knauf“ skyriuje „Projektavimo duomenys “.

B grupės patalpos



Įgyvendintų projektų pavyzdžiai

Šv. Mikalojaus evangeliškasis vaikų darželis

Knauf Gips KG centrinė būstinė

Miesto biblioteka, Hanau

Šv. Mikalojaus evangeliškasis vaikų darželis, Albertshofenas, Vokietija



Vaikų darželio grupės patalpa

Reikalavimas

- Grupės patalpa A4 vaikų darželyje
- Padidinti reikalavimai akustikai

Pastaba

Pagal DIN 18041 prognozuojama patalpos užpildymo grupės vaikais – 80 %

Akustinės priemonės

Visas lubų plotas padengtas D127.lt *Knauf Cleaneo* akustinėmis plokštėmis. Plokščių perforacija – linijinė apskritimų 8/18 R.



Šv. Mikalojaus evangeliškasis vaikų darželis, Albertshofenas, Vokietija

Aidėjimo trukmės matavimas pagal DIN EN ISO 3382
Nurodytoji aidėjimo trukmė pagal DIN 18041:2016

Patalpos aprašymas

Grindys	Linoleumas
Lubos	*Knauf Cleaneo* akustinės plokštės Plokščių perforacija 8/18 R Perforuoto ploto dalis 15,5 % Lubų nuleidimo aukštis 65 mm Su mineralinės vatos sluoksniu
Sienos	Medinių plokščių apkala
Įranga	25 vaikams skirti stalai ir kėdės, 3 kilimai, knygų ir žaislų lentynos

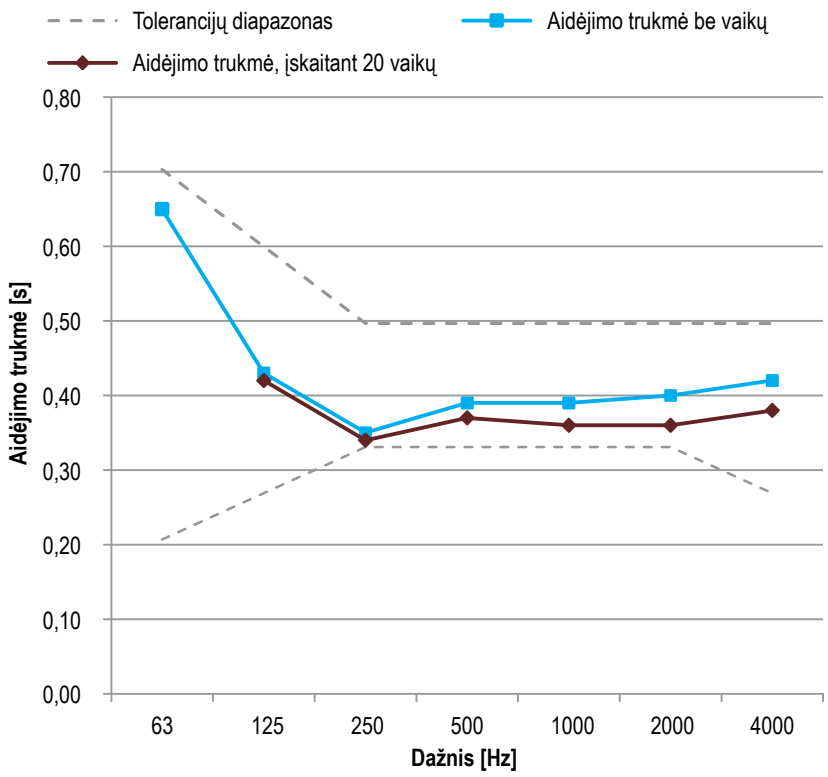
Patalpos užpildymo būsena

Matuojant asmenų patalpoje nebuvo

Duomenys

Matavimo data	2015-07-13
Matavimo vieta	Vaikų darželis
Patalpos pavadinimas	Vaikų darželio grupės patalpa
Plotas	50,7 m²
Tūris	135 m³

Diagrama



Dažnis f Hz	Išmatuota aidėjimo trukmė be vaikų s	Aidėjimo trukmė su vaikais s
63	0,65	–
125	0,43	0,42
250	0,35	0,34
500	0,39	0,37
1000	0,39	0,36
2000	0,40	0,36
4000	0,42	0,38

Vidutinė aidėjimo trukmė 125–4000 Hz		
Be vaikų	$T_{m,\ be\ vaikų}$ =	**0,40 s**
Su vaikais	$T_{m,\ su\ vaikais}$ =	**0,37 s**

„Knauf Gips KG“
Am Bahnhof 7
97346, Iphofenas

Šv. Mikalojaus evangeliškasis vaikų darželis, Albertshofenas, Vokietija



Koridorius

Reikalavimas

B3 patalpų grupė „Žmonių judėjimo zonos mokyklose ir vaikų darželiuose“

Akustinės priemonės

Visas lubų plotas padengtas D127.lt *Knauf Cleaneo* akustinėmis plokštėmis. Plokščių perforacija – linijinė apskritimų 8/18 R.



Šv. Mikalojaus evangeliškasis vaikų darželis, Albertshofenas, Vokietija

Aidėjimo trukmės matavimas pagal DIN EN ISO 3382
Nurodytoji aidėjimo trukmė pagal DIN 18041:2016

Patalpos aprašymas

Grindys	Linoleumas
Lubos	*Knauf Cleaneo* akustinės plokštės Plokščių perforacija 8/18 R Perforuoto ploto dalis 15,5 % Lubų nuleidimo aukštis 65 mm Su mineralinės vatos sluoksniu
Sienos	Medinių plokščių apkala, plytų mūro siena
Įranga	Suolai, pakabos

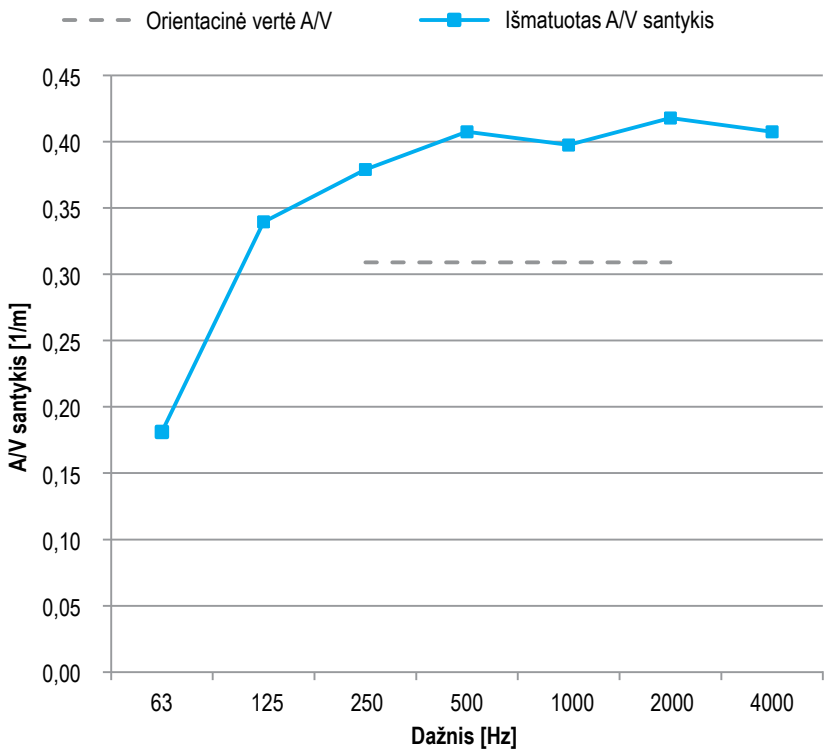
Patalpos užpildymo būsena

Matuojant asmenų patalpoje nebuvo

Duomenys

Matavimo data	2015-07-13
Matavimo vieta	Vaikų darželis
Patalpos pavadinimas	Žaidimų koridorius vaikų darželyje
Plotas	24,1 m²
Tūris	57,4 m³

Diagrama



Dažnis f Hz	Išmatuota aidėjimo trukmė s	A/V santykis 1/m
63	0,90	0,18
125	0,48	0,34
250	0,43	0,38
500	0,40	0,41
1000	0,41	0,40
2000	0,39	0,42
4000	0,40	0,41

A/V santykis, jo vidurkis apskaičiuotas, esant 125–4000 Hz dažnių diapazonui
0,40 1/m

„Knauf Gips KG“
Am Bahnhof 7
97346, Iphofenas

Knauf Gips KG centrinė būstinė Vokietijoje



Vienam asmeniui skirtas biuras

Reikalavimas

B4 patalpų grupė „Vienam ar keliems asmenims skirti biurai“

Akustinės priemonės

Visas lubų plotas padengtas D127.lt *Knauf Cleaneo* akustinėmis plokštėmis
Plokščių perforacija – linijinė su kvadratinėmis skylėmis 8/18 Q



Aidėjimo trukmės matavimas pagal DIN EN ISO 3382
Nurodytoji aidėjimo trukmė pagal DIN 18041:2016

Patalpos aprašymas

Grindys	Parketas
Lubos	*Knauf Cleaneo* akustinės plokštės Plokščių perforacija 8/18 Q Perforuoto ploto dalis 19,8 % Lubų nuleidimo aukštis 100 mm Su mineralinės vatos sluoksniu
Išorinė siena	Gelžbetoninė siena su langų juosta
Vidinės sienos	Gipskartonio plokščių su metaliniu karkasu
Įranga Įranga	2 stalai, 9 kėdės, sieninė spinta

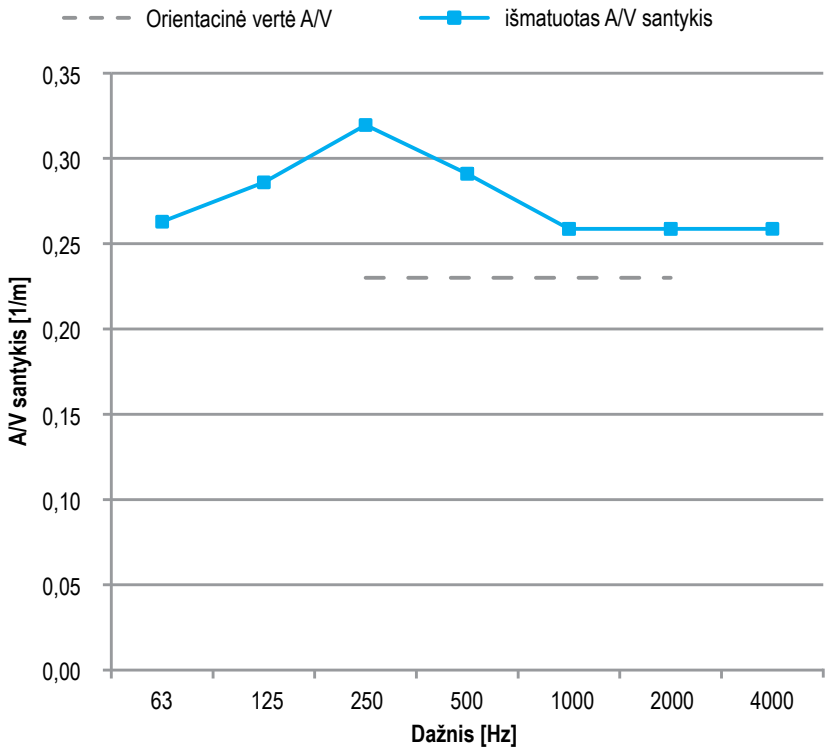
Patalpos užpildymo būsena

Matuojant asmenų patalpoje nebuvo

Duomenys

Matavimo data	2015-06-23
Matavimo vieta	*Knauf Gips KG*, Iphofenas, Vokietija
Patalpos pavadinimas	Vienam asmeniui skirtas biuras
Plotas	33,4 m²
Tūris	103,0 m³

Diagrama



Dažnis f Hz	Išmatuota aidėjimo trukmė s	A/V santykis 1/m
63	0,62	0,26
125	0,57	0,29
250	0,51	0,32
500	0,56	0,29
1000	0,63	0,26
2000	0,40	0,26
4000	0,42	0,26

A/V santykis, jo vidurkis apskaičiuotas, esant 125–4000 Hz dažnių diapazonui
0,28 1/m

„Knauf Gips KG“
Am Bahnhof 7
97346, Iphofenas

Miesto biblioteka, Hanau, Vokietija



Biblioteka

Reikalavimas

B3 patalpų grupė „Biblioteka“

Akustinės priemonės

Visas lubų plotas padengtas D127.lt *Knauf Cleaneo* akustinėmis plokštėmis. Plokščių perforacija – barstytoji PLUS 8/18/20.



Aidėjimo trukmės matavimas pagal DIN EN ISO 3382
Nurodytoji aidėjimo trukmė pagal DIN 18041:2016

Patalpos aprašymas

Grindys	Kilimas
Lubos	*Knauf Cleaneo* akustinės lubų plokštės Plokščių perforacija barstytoji perforacija PLUS 8/18/20 Perforuoto ploto dalis 13,1 % Lubų nuleidimo aukštis 1100 mm Be mineralinės vatos sluoksnio
Sienos	Masyviosios sienos su langų segmentais per visą patalpos aukštį
Įranga	Matavimų erdvėje apie 30 knygų spintų Aukštis 1–1,8 m Ilgis 2–4 m

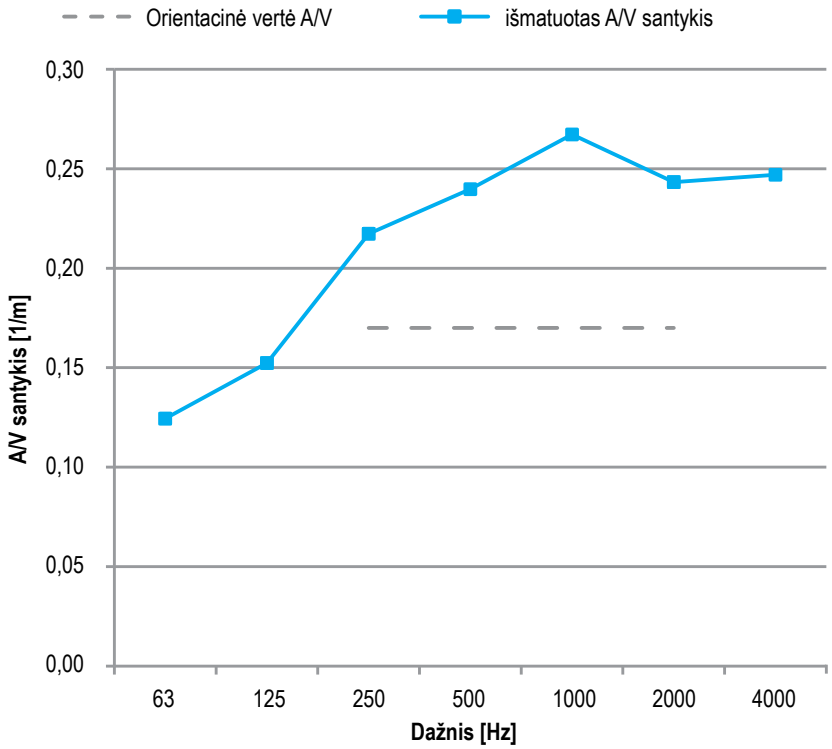
Patalpos užpildymo būsena

Matuojant asmenų patalpoje nebuvo

Duomenys

Matavimo data	2015-08-05
Matavimo vieta	Hanau prekybos centras, Vokietija
Patalpos pavadinimas	Biblioteka
Plotas	2675 m²
Tūris	10700 m³

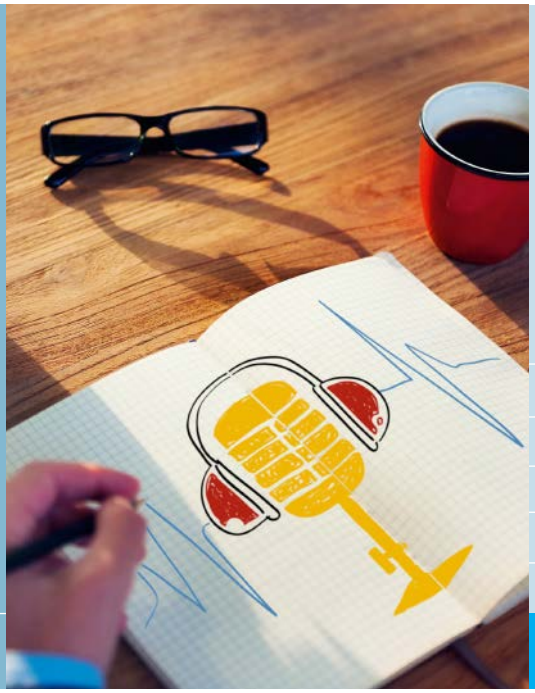
Diagrama



Dažnis f Hz	Išmatuota aidėjimo trukmė s	A/V santykis 1/m
63	0,48	0,12
125	0,43	0,15
250	0,40	0,22
500	0,41	0,24
1000	0,39	0,27
2000	0,40	0,24
4000	0,42	0,25

A/V santykis, jo vidurkis apskaičiuotas, esant 250–2000 Hz dažnių diapazonui
0,24 1/m

„Knauf Gips KG“
Am Bahnhof 7
97346, Iphofenas



UAB „Knauf“
Švitrigailos g. 11B, Vilnius

Knauf INFOCENTRAS

+370 5 213 2222

info@knauf.lt

www.kanuf.lt

Knauf Lietuva

Sausosios statybos sistemos