

Juris Biršs, sertificēts būvinženieris, inženierzinātņu doktors.

SKAŅAS SLĀPĒŠANAS UN IZOLĀCIJAS MATERIĀLI

(SKAŅA UN TĀS IZOLĀCIJA ĒKAS SIENĀS)

Ikdienā mēs nepārtraukti saskaramies ar dažādiem priekšmetiem, kas atrodas mums apkārt, lai cik uzmanīgi mēs arī nebūtu, mēs nevaram izvairīties no priekšmetiska kontakta ar zemi, grīdu, mēbelēm, transporta līdzekļiem utt., Vēl vairāk, mūs apņem neredzamais gaisa okeāns, kas reaģē uz katru mūsu vismazāko kustību. Kas tad notiek šajā kontakta brīdī? Katrs mūsu priekšmetiskais kontakts izraisa lielākas vai mazākas aizskartā priekšmeta svārstības, kas neizbēgami iesvārsta arī gaisu, un kad gaiss ir iesvārstīts, svārstības izplatās uz visām pusēm, tās izkliedējas, samazinās un visbeidzot pavisam aprimst. Gaiss var vienlaicīgi izplatīt visdažādākās, izstarojošas visdažādākajos virzienos svārstības, pie tam katra svārstība izplatās tā, it kā citu svārstību pavisam nebūtu.

Un tā, katra mūsu kustība izraisa svārstības, kas notiek gan cietos, šķidros un gāzveida ķermeņos vai visos tajos uzreiz. Cilvēkam ir svarīgi zināt, kas notiek tam visapkārt, tas ir vitāli svarīgi, tāpēc nemaz nav jābrīnās, ka cilvēkiem un lielākai daļai dzīvnieku ir īpaši orgāni, kas uztver šīs svārstības. Mūsu dzirde ir ļoti jūtīga uz vismazākām svārstībām, kas šķērsojot gaisu, nonāk mūsu auss gliemežnīcā, bet pēc tam tiek novadītas ļoti jūtīgā un maigā auss organisma daļā, kas atrodas auss iekšpusē. Kad mēs sakām, ka dzirdam kādu skaņu, tad varam būt droši, ka kaut kur ir notikusi gaisa svārstība un līdz mums ir nonākusi tieši šī svārstība. Nav pārspilēts, kad mēs sakām – mēs nepārtraukti dzīvojam skaņu pasaulē – mēs lieliski orientējamies šajā skaņu simfonijā, mēs atpazīstam gaisa svārstības un nekļūdīgi atšķiram viena cilvēka balsi no otra cilvēka balss, vienu vārdu no otra vārda utt.

Kā skaņa pārvietojās ēkā?

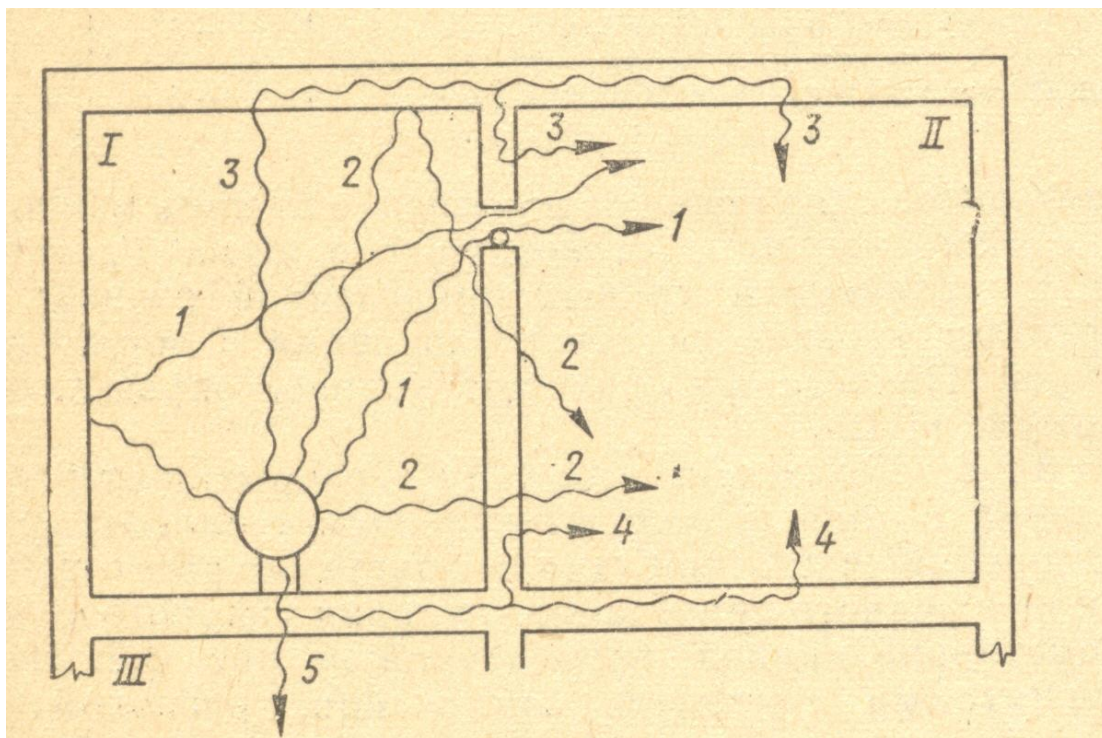
Bet ne visas skaņas veido tādu akustisko spektru, lai cilvēks justos komfortabli un patīkami, lai cilvēks atpūstos un atjaunotu savas darbaspējas. Skaņas akustisko spektru iegūst, nosakot skaņas sastāvu atkarībā no skaņas svārstību frekvencēm, tāpēc noteikti varam izšķirt divu veidu skaņas – trokšņus un muzikālas skaņas. Trokšņiem ir raksturīgs nepārtraukts spektrs un tos rada neperiodiskas svārstības. Šādu trokšņu avoti var būt ļoti dažādi, piemēram, lidmašīnas, vilcieni, tramvaji, automobiļi, rūpnīcu darbapaldi, elektrodzinēji, pilsētas un lielveikalu trokšņu fons utt. Jau sen ir novērots, ka augsta skaļuma līmeņa trokšņi atstāj nelabvēlīgu iespaidu uz cilvēka organismu, rada pat nepatīkamas sajūtas, bailes, kaitē dzirdei un neļauj atpūsties.

Lai paglābtos no apkārtējās vides trokšņu faktora, kas lielās pilsētās nepārtraukti turpina pieaugt, cilvēks cer aizsargāties no tā ar sava mājokļa norobežojošām konstrukcijām, tātad ar ēku sienām, pārsegumiem, grīdām, blīvi noslēdzamiem logiem un durvīm. Ar cerībām mēs aplūkojam katru no šiem mājbuves elementiem, jo akustiskie parametri tiek vienmēr pieminēti, parādoties jaunam, perspektīvam un konkurētspējīgam ēkas sienu materiālam.

Un tad mēs atceramies, ka pastāv arī iespējas mākslīgi slāpēt skaņu, dempferēt gaisa vibrācijas, īsāk sakot, pareizi izveidojot ēku norobežojošās konstrukcijas, ir iespējams jūtami samazināt dažādu frekvenču skaņas brīvu izplatīšanos cauri ēku sienām un pārsegumiem. Tā ir smaga problēma, kam nepieciešami ne tikai īpaši un efektīvi skaņu slāpējošie materiāli un konstrukcijas, bet arī speciālas zināšanas būvfizikā un bieži vien arī faktiski un sarežģīti telpu akustisko parametru uzmērījumi.

Skaņa var iekļūt ēkā vai telpā un izplatīties tur sekojošos veidos (1. att.): Ja telpā I atrodas trokšņa avots, kas izstaro troksni gaisā un vienlaicīgi iniciē stāva pārsegumā triecienus un vibrācijas, tad troksnis no avota nokļūst blakusistabā II, pirmkārt, tiešā veidā caur dažādām atverēm un plaisām norobežojošās konstrukcijās (skaņas viļņi 1); otrkārt, svārstību viļņi, ko avots izstaro gaisā, savā ceļā sastopot sienu, kas norobežo abas istabas, izraisa šīs sienas vibrāciju, kas pati par

sevi kļūst par trokšņa avotu un izstaro tos istabā II (skaņas viļņi 2); treškārt, avota skaņas viļņi ģenerē (izraisa) istabas I citu sienu vibrācijas, pie kam šīs vibrācijas tiek nodotas istabas II norobežojošām konstrukcijām un kļūst par šīs istabas papildus trokšņa avotiem (skaņas viļņi 3). Skaņas viļņu 3 izplatīšanos sauc par netiešu trokšņa izplatīšanās veidu.



1. att.

Ir jāpatur vērā, ka skaņas avota izplatītās pārseguma vibrācijas iesvārsta pārseguma elementus, kas izplatās tālāk pa ēkas konstrukcijām (triecientoksnis vai struktūrtroksnis). Svārstību kustībā esošās norobežojošās konstrukcijas arī izstaro skaņu istabā II (skaņas viļņi 4). Bez visa tā, skaņu avota veidotie triecieni pārsegumā kļūst par triecientokšņa avotu telpā III (skaņas viļņi 5).

Troksnis var caur ēkas norobežojošām konstrukcijām iespieties telpās arī no āra atmosfēras, ja tiešā ēkas tuvumā atrodas trokšņa avots.

Lai cīnītos ar šādu troksni, kas iespiežas caur ēkas norobežojošām konstrukcijām, ir jāmeklē tādas norobežojošās

būvkonstrukcijas (sienu materiāli), atveru pildījumi (logi, durvis, vārti), komunikāciju ievada vietas, kam ir pietiekama skaņas izolācijas spēja un, kas nodrošina trokšņa samazinājumu līdz normatīvam līmenim.

Skaņas samazinājuma efektu mēra īpašos apstākļos, kā starpību starp skaņas intensitāti decibelos telpā, kur skaņa tiek radīta un telpā, kas tiek atdalīta no pirmās ar sienas norobežojošo konstrukciju, griestiem vai ar grīdu, kas tad arī tiek akustiski testēta. Skaņas samazinājums katrai skaņas frekvencei ir dažāds. Tīri eksperimentāli testējuma dati uzrāda, ka tieši frekvence 512 ir vispiemērotākā frekvence, lai veiktu salīdzinājumus.

Gaisa skaņu var samazināt ja mēs līdz minimumam ierobežojam jebkura tipa atveres, ļoti bieži pat likvidējot dažus logus. Skaņas daudzums, kas ienāk caur slēgta loga konstrukciju, ir daudzkārt lielāks nekā caur norobežojošu sienas konstrukciju, griestiem vai durvīm. Durvis arī ir akustiski problemātisks objekts, kas prasa īpašu konstrukciju, lai samazinātu trokšņa līmeni. Daļēji pavērtas durvis un logi savukārt ļauj ienākt lielam daudzumam skaņu, kas ir vairāk kā slēgtu logu un durvju gadījumā.

Skaņas, kas izplatās pa ēkas konstrukcijām iespējams samazināt ar speciāliem konstruktīviem pasākumiem, kas aprunājami jau projekta stadijā un lietojot materiālus, kas slikti vada vibrācijas

Norobežojošo konstrukciju masai (kg/m^2 virsmas) un blīvumam ir noteicošā nozīme, lai noteiktu to skaņas izolācijas spēju, Var pat teikt, ka materiāla veidam un nostiprinājuma metodei ir tikai sekundāra nozīme. Tieši tāpēc daudzi siltumizolācijas materiāli, kas visi ir viegli, nav un nevar būt teicami skaņas izolācijas materiāli. Pie tam, zīmīgi, ka skaņas izolācijas samazinājums nepalielinās tieši proporcionāli masas pieaugumam vai arī materiāla kārtas biezumam, bet gan logaritmiskā saistība no svara, to var analizēt pēc tabulas datiem:

Skaņas samazinājums atkarībā no materiāla svara uz virsmas laukumu (kg/m^2)

Svars	Samazinājums, dB	Svars	Samazinājums, dB	Svars	Samazinājums, dB	Svars	Samazinājums, dB
4,88	22,7	48,8	37,0	195,2	45,0	488	51,3
24,4	32,0	97,6	41,0	292,8	48,0	1952	60,0

Svars ir dots kg/m^2 , bet skaņas samazinājums decibelos pie frekvences 512 Hz

Tāpat sienas skaņas izolācijas spēju var ievērojami palielināt, ja izvēlas slāņotu konstrukciju un izvairās no viendabīgiem, bieziem masīviem. Par cik lielākai daļai ēku ir akustiska rakstura problēmas, kas ir saistītas ar skaņas līmeņa samazināšanu, tad arī akustisko materiālu lielākā daļa kalpo šim nolūkam.

Tradicionālie būvmateriāli – betons, tērauds, būvkeramika, stikls un pat koks ir masīvi, vairāk vai mazāk labi skaņas vadītāji, tāpēc, lai veidotu no tiem skaņu slāpējošas sienu un pārsegumu konstrukcijas, to biezums kļūst iespaidīgs un ekonomiski nepamatots. Šādiem nolūkiem speciāli tiek ražoti materiāli, kam ir kompozītveida, poraina, šķiedraina, bet vienlaikus arī pietiekami blīva un masīva makrostruktūra un īpaši izteiktas skaņu un vibrācijas slāpējošas, absorbējošas un izolējošas īpašības. Tādus materiālus sauc par skaņizolācijas jeb trokšņus slāpējošiem materiāliem. Arvien vairāk parādās specializēti tieši skaņu un vibrāciju izolācijai konstruēti materiāli. Šādi materiāli sastāv no vulkanizēta gumijas šķiedru un granulu maisījuma ar specializēta sintētiskā lateksa saistvielu, ko īpaši apstrādā, veidņos un nosedz ar bituminizētu filckartonu, un lai uzlabotu siltumizolācijas īpašības, sastāvam tiek pievienots arī granulēts korķa materiāls. Materiāls ir lietojams skaņas un vibrācijas slāpēšanai vienlīdz veiksmīgi gan jaunbūvēs, gan remontdarbos un restaurācijas darbos, tehnoloģisko un transporta iekārtu vibroizolācijai, triecienaizsardzībai un amortizējošu segumu izveidei. Latvijā

vispazīstamākais šāda veida materiāls ir itāļu ISOLGOMMA ar ļoti plašu sortimentu (skat attēlu)-.

Skaņu uzsūcošie materiāli savukārt absorbē sevī uz tiem krītošas gaisa skaņas enerģiju. Daļu no skaņas enerģijas konstrukcijas virsma atstaro atpakaļ telpā, daļa materiālam iziet cauri uz blakustelpu, bet daļa iesūcas materiālā, tiek tērēta materiāla iekšējām deformācijām un pārvēršas siltuma enerģijā. Šī daļa tiek raksturota ar materiāla skaņu uzsūcības koeficientu noteiktai frekvencei $\alpha = E_u / E_{kop}$, kur E_u ir materiāla uzsūktā skaņas enerģija, bet E_{kop} – kopējā skaņas enerģija.

Jo materiāls ir poraināks, ar atklātām, sazarotām un savā starpā savienotām porām, ar mīkstu, elastīgu skeletu, jo labāk tas spēj uzsūkt sevī skaņu. Materiāla spēju uzsūkt sevī skaņu var palielināt ar virsmas papildu perforāciju. Sevišķi svarīgi tas ir blīviem materiāliem. Ar tādu pašu nolūku izstrādājumiem veido raupju, grubuļainu faktūru ar spraugām un plaisām, tās pārklājot ar krāsām, kuras dod porainu segumu.

Skaņu uzsūcošos materiālus var stiprināt pie norobežojošām konstrukcijām cieši vai arī ar gaisa spraugu (šķirkārtu). Pēdējā gadījumā (piemeklējot spraugas optimālo lielumu) skaņu uzsūcības spēja palielinās par 10 – 30 %. Populāri ir siltumizolācijas materiāli – minerālā vate un putupolistirola plāksnes, ko nosedz ar stingrāku materiālu: ģipškartona plāksni, perforētas ģipša plātnes, akustiskie griestu apdares paneļi „Akusto” (1.att.), sistēmas „Gyptone” piekārtie griesti, Heraklith akustiskie materiāli (2.att.) utt. Agrākos gados plaši lietoja „akmenīta” un „akmigrāna” plākšņu materiālus, ko izgatavoja no minerālās vates granulām ar cietes saistvielu.

Skaņu izolējošos materiālus lieto galvenokārt trieciena trokšņu un daļēji arī gaisa trokšņu slāpēšanai konstrukcijās, visbiežāk pārsegumos un starpsienās.

Latvijā šodien trokšņaizsardzībai, skaņas un vibrāciju slāpēšanai galvenokārt pierasts lietot porainus un šķiedru siltumizolācijas materiālus (dažāda veida minerālvati), kas labi absorbē un samazina augstas frekvences trokšņus, bet ir jūtami neefektīvāki vidējās un zemās trokšņu frekvencēs. Tie visi ir tikai labi skaņas absorbcijas materiāli, bet to blīvums ir

nepietiekams, lai tie būtu arī teicami skaņizolācijas materiāli visā pilnā frekvenču diapazonā. Starp materiāla skaņizolācijas spēju un tā viena kvadrātmetra masu pastāv zināma logaritmiska sakarība (skaņas izolācijas spēja sākumā pieaug strauji, bet pēc tam arvien lēnāk), kas akustikā tiek saukta par masas likumu: jo blīvāks ir materiāla slānis, jo jūtāmāka ir tā trokšņu izolācijas spēja. Norobežojošo konstrukciju skaņu izolācijas spēju var palielināt, palielinot norobežojošo konstrukciju masu. Daudzas agrāko gadu būves ir risinātas ar masīviem konstruktīvajiem elementiem, līdz ar to arī automātiski šādās ēkās bija atrisināta skaņu izolācijas problēma.

Mūsdienu būvēšanas tehnoloģija prasa samazināt ēkas materiālietilpību, veidojot maksimāli vieglas konstrukcijas. Līdz ar to arī krasi izvirzās jautājums par konstruktīvo elementu un to savienojuma vietu jauniem tehniskiem risinājumiem, izmantojot šajās vietās efektīvus skaņu izolācijas materiālus.

Sienu materiālu vispārējās īpašības

Sīkbloku īpašības	Mālu bloki KERAT ERM	Silikātu bloki SILKA M	Keramzīt b. bloki FIBO	GĀZBETONS			Columbia-Kivi betona bloki
				AEROC	YTONG	Vangažu	
Izmēri, m m *	440·24 5·238	340·24 0·198	490·25 0·185	375·200 ·600	365·200 ·600	300·250 ·600	390·190 ·90
Tilpummasa, kg/m ³	830	1350	650	350 - 500	350 - 600	600	2100
Siltumvadītspēja, W/(m·K)	0,13- 0,2	0,54	0,19 – 0,23	0,1	0,11 – 0,14	0,16	1,80
Spiedes stiprība, MPa	12,5	12,5 – 20,0	3,0 – 5,0	2,0 – 4,0	2,0 – 6,0	3,5 – 4,0	25
Līdzsvara mitrums, masas %	0,45 – 1,0	4,0 – 5,0	3,8 – 4,0	4,0 – 6,0	4,0 – 6,0	7,0 – 8,0	1,9

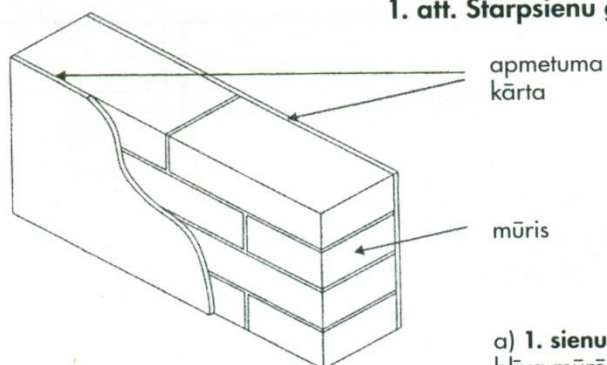
Materiāla virsmas blīvums, kg/m ²	0,44x8 30= 365,2	0,24x1 350= 324	0,25x6 50= 162,5	0,375x4 00= 150	0,365x4 00= 146	0,3 x 600= 180	0,19x21 00= 399
--	-------------------------------	------------------------------	-------------------------------	------------------------------	------------------------------	-----------------------------	------------------------------

Ja mēs aplūkojam kompleksi populārāko Latvijā sienu materiālu vispārējās fizikāli-mehāniskās īpašības, tad ar ļoti vienkāršas matemātiskas operācijas palīdzību katrs interesents var aprēķināt tā saucamo materiāla virsmas blīvumu (ierāmēts ar biezām līnijām tabulā), kas vienslāņu materiālu gadījumos dod zināmā mērā tuvinātu iespēju novērtēt dotā materiāla skaņas izolācijas spēju pat ne tikai salīdzinoši, bet ir iespējams izskaitļot skaitliskās vērtības dažādām skaņas frekvencēm.

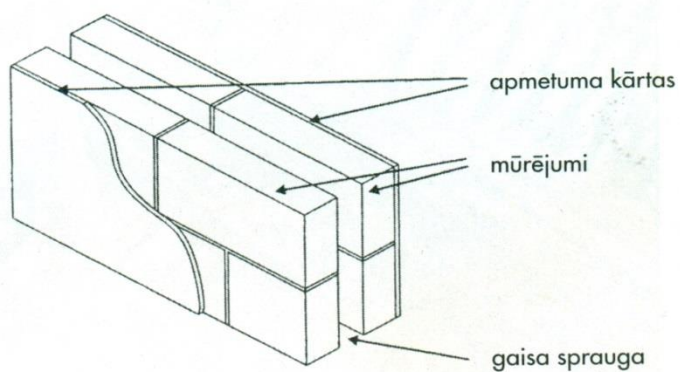
Analizējot iegūtās materiāla virsmas blīvuma vērtības, mēs varam spriest, ka sienu materiāli ar augstāku virsmas blīvumu, vieglāk spēj samazināt trokšņa līmeni plašā frekvenču diapazonā, ja tos izmanto par starpsienu, vai citu norobežojošo konstrukciju pamatmateriālu. Tieši tāpēc, izejot no skaņu izolācijas īpašību konteksta, jo smagāks ir materiāls, jo labākas tā iespējas skaņu izolācijas sfērā.

Veidojot daudzslāņu konstrukcijas (siltumizolācija, dekoratīvie pārklājumi utt.), mēs pamatmateriālu papildinām ar citiem materiālu slāņiem, ar jau zināmām skaņu izolācijas un skaņu absorbcijas iespējām, un mēs iegūstam sienu materiālu ar vēl labākiem akustiskajiem rādītājiem tāpēc gala rezultātu galvenokārt noteiks visa sienas daudzslāņainā konstrukcija. Citādi ir ar tā saucamajām vienslāņu sienām (modernie gāzbetoni AEROC, YTONG, arī KERATERM keramiskie bloki), kas cenšas reizē būt gan konstruktīvi materiāli, gan siltumizolācijas un skaņu izolācijas materiāli, šeit viennozīmīgi pamatmateriāls noteiks skaņu izolācijas īpašības, tāpēc šajos gadījumos materiāla virsmas blīvumam ir liela nozīme.

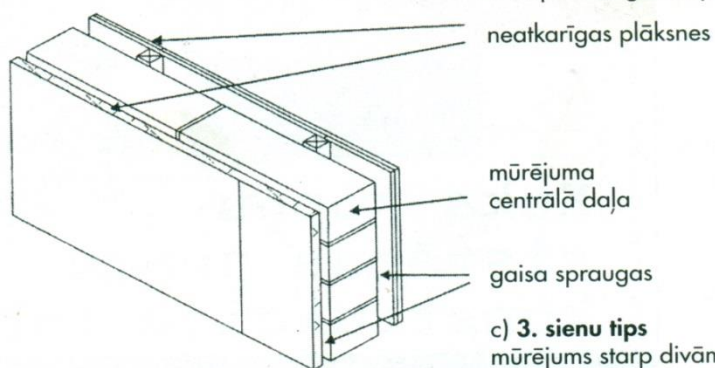
1. att. Starpsienu galvenie tipi



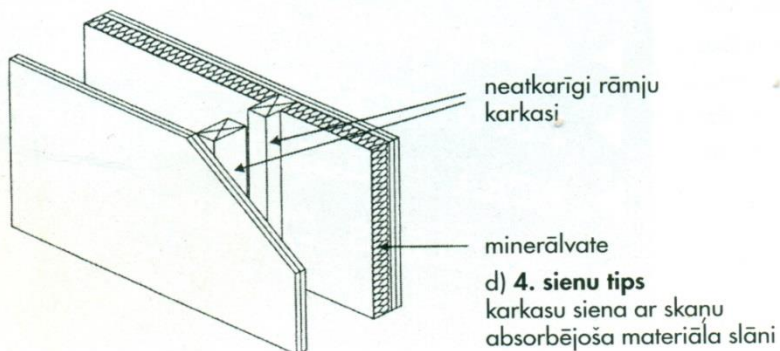
a) **1. sienu tips**
blīva mūrējuma starpsiena



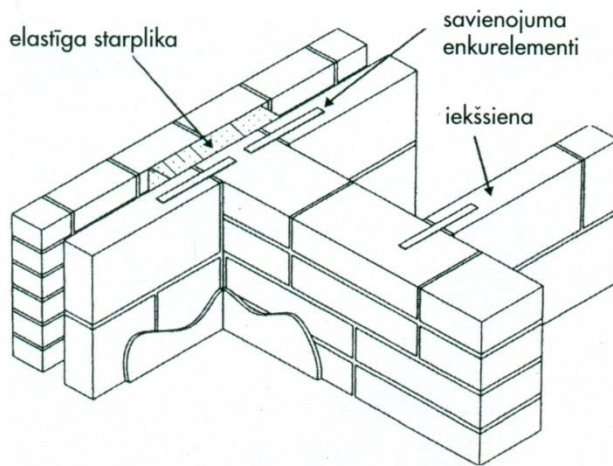
b) **2. sienu tips**
mūrējums ar gaisa spraugu



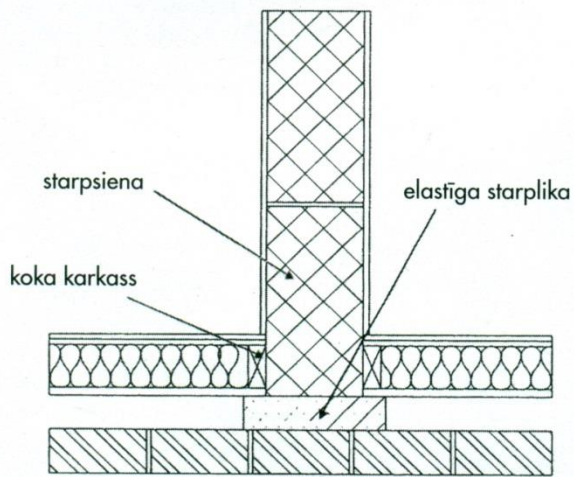
c) **3. sienu tips**
mūrējums starp divām
neatkarīgām plāksnēm



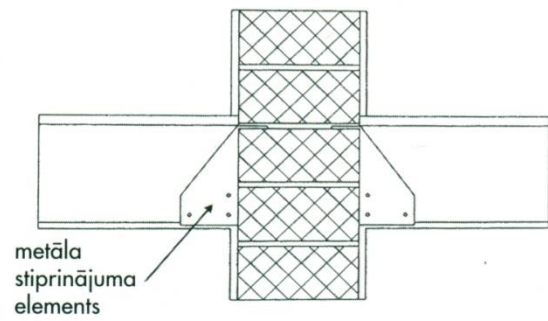
d) **4. sienu tips**
karkasu siena ar skaņu
absorbējoša materiāla slāni



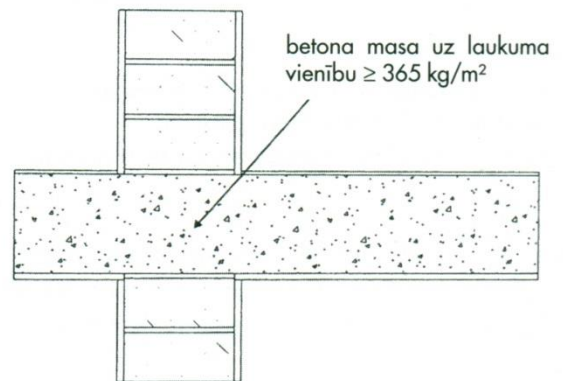
3. att. c) 1. tipa starpsienas savienojuma saites



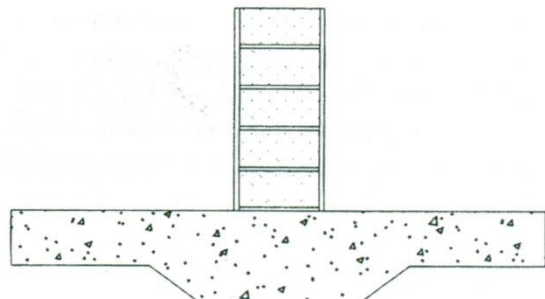
3. att. d) 1. tipa starpsienas savienojums ar ārsienu, kas veido gaisa spraugu, konkrēti ar ārējas iekšējo koka karkasu

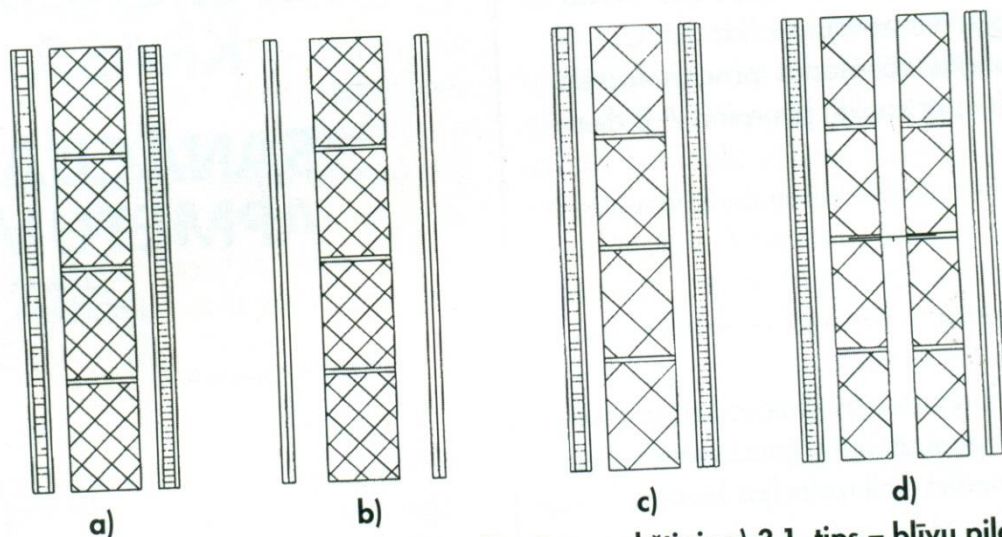


3. att. e) 1. tipa starpsienas savienojums ar koka grīdu

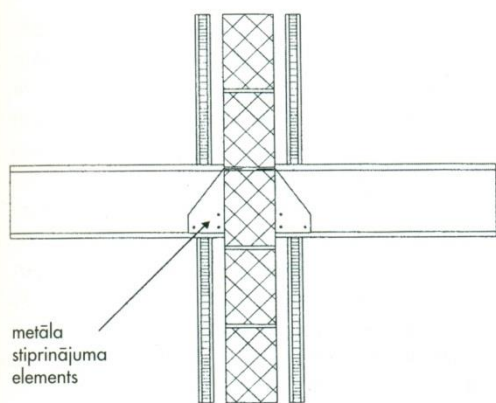


3. att. f) 1. tipa starpsienas savienojums ar iekšēju betona grīdu

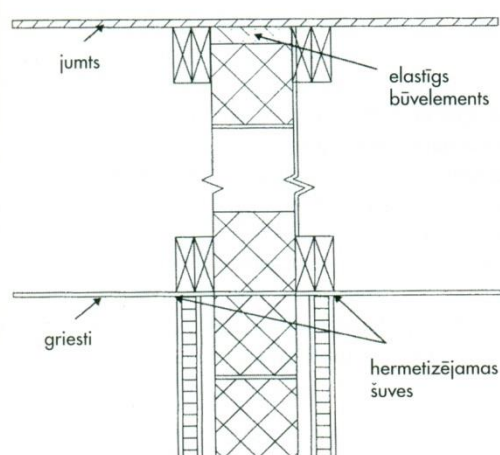




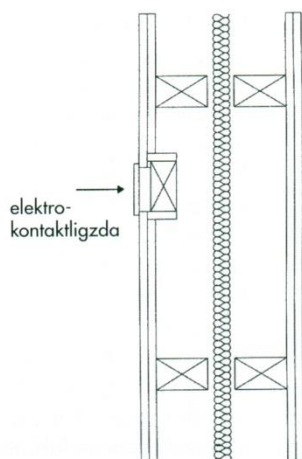
5. att. Mūrējumu ar divām neatkarīgām plātnēm apakštipi: a) 3.1. tips – blīvu pildvielu betona sīkbloku mūrējums ar divu, neatkarīgi balstītu kompozītpaneļu karkasa apšuvumu; b) 3.2. tips – blīvu pildvielu betona sīkbloku mūrējums ar divu, neatkarīgi balstītu ģipškartona apšuvumu; c) 3.3. tips – vieglbetona sīkbloku mūrējums ar divu, neatkarīgi balstītu kompozītpaneļu karkasa apšuvumu d) 3.4. tips – mūrējums ar 50 mm gaisa spraugu (ķieģeļi, vieglbetona sīkbloki) un divu, neatkarīgi balstītu kompozītpaneļu karkasa apšuvumu



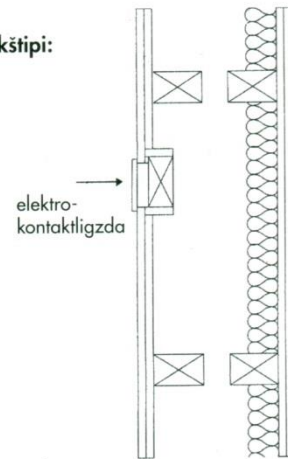
6. d) 3. tipa starpsienas savienojums ar koka grīdu



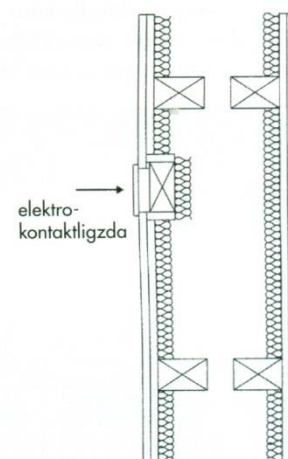
6. e) 3. tipa starpsienas savienojums ar griestiem un jumtu



a) tips 4.1 a – ar pildītu gaisa spraugu



b) tips 4.1 b – ar vienpusēju absorbējošo slāni



c) tips 4.1 c – ar divpusēju absorbējošo slāni

7. att. Karkasu starpsienas apakštīpi:

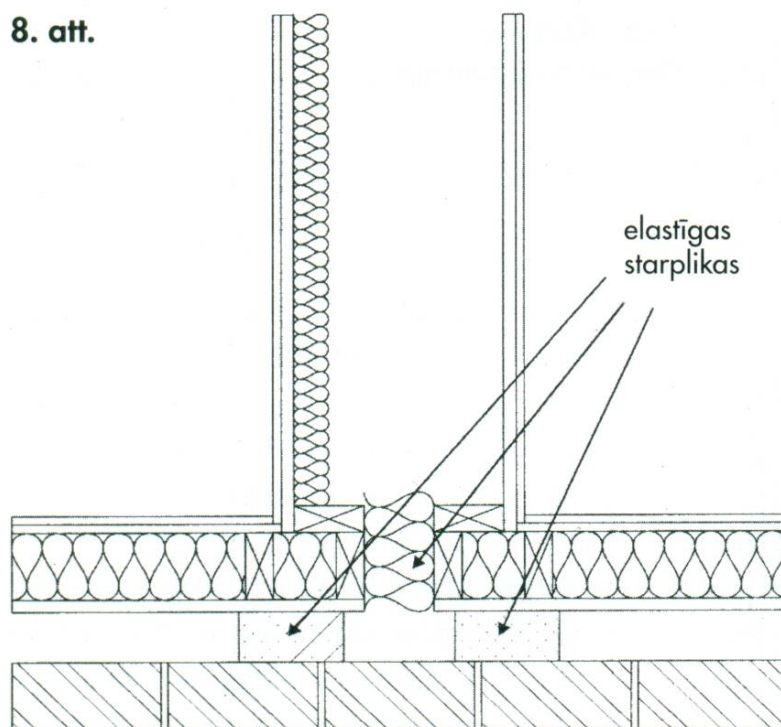
sienu tips dod iespējas veidot dažādas konstrukcijas, tieši šīs starpsienas ir visvieglākās un tajā pašā laikā tās atļauj iekļauties LBN016-03 *Būv-akustika* noteiktajos normatīvos.

Pamatā aplūkosim koka rāmju konstrukcijas (vieglmetāla profilu starpsienas konstrukcijas izstrādā profilu izgatavotājfirmas, tāpēc jāņem vērā to norādījumi). Visos šajos gadījumos sienas skaņas izolācijas spēju gaisa troksnim nosaka paneļu viena kvadrātmetra masa, karkasa izolācijas spēja un gaisa spraugas starp paneļiem skaņas absorbcijas spēja.

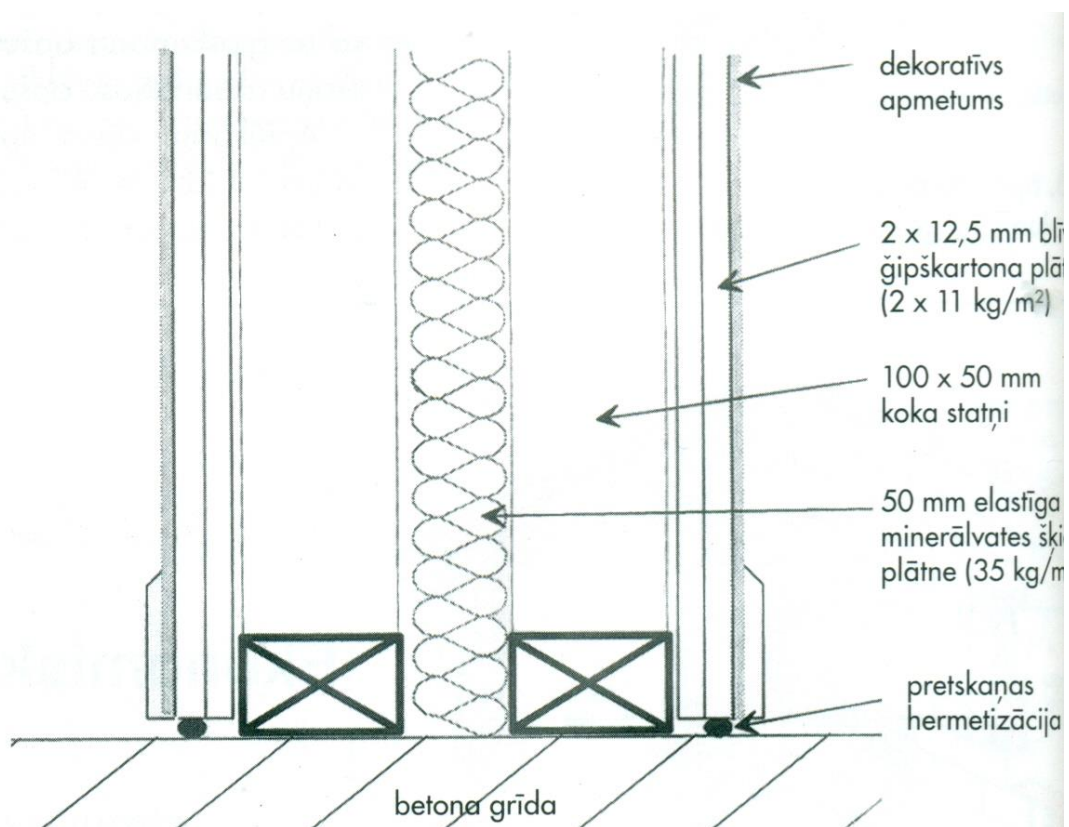
4. tipa starpsienas sastāv no koka latu karkasa ar ģipskartona apšuvumu istabas pusēs un skaņu absorbējošu apšuvumu starp rāmjiem.

Aplūkosim viena tipa vairākus apakštīpus (4.1.a, 4.1.b un 4.1.c; 7. att.). No kopējām prasībām, ko var izvirzīt šāda tipa starpsienām,

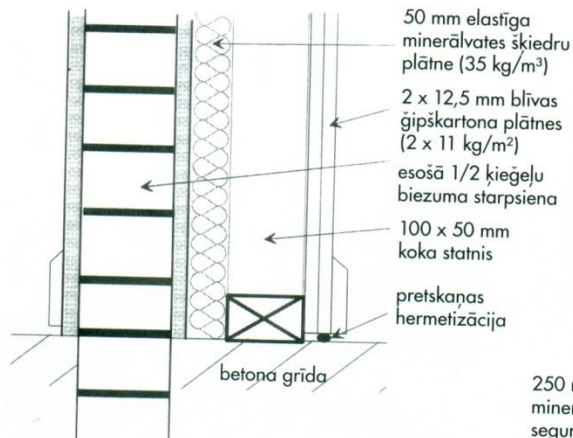
8. att.



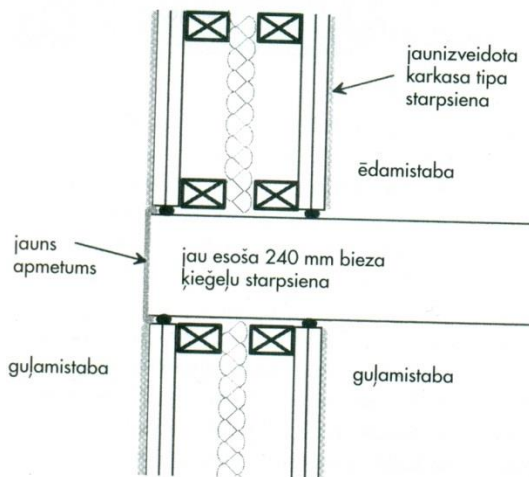
varētu uzsvērt: a) visās vietās, kur nepieciešami īpaši pretuguns starpkarkasu pildījumi, tiem jābūt elastīgiem vai arī stiprinātiem tikai pie viena karkasa; b) katra karkasa slāni stiprina tikai pie viena



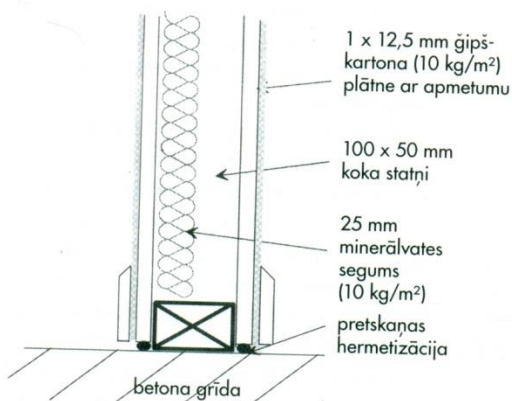
9. att. Statņu tipa karkasa starpsiena. Šādu starpsieni ir racionāli izbūvēt pilnīgi jaunu norobežojošu konstrukciju. Tā ir 300 mm bieza un ietver savā uzbūvē neatkarīgus, nesaistītus 100 x 50 mm koka statņu rāmjus, kas nosaukti no abām pusēm ar divām kārtām 12,5 mm blīvas ģipškartona plātnes (11 kg/m^2). Gaisa spraugā ievietota 50 mm elastīga minerālās vates kārtne (35 kg/m^3), kas iekarināta starp koka karkasiem. Starpsienas ārējās virsmas apmestas ar dekoratīvu plānu apmetumu



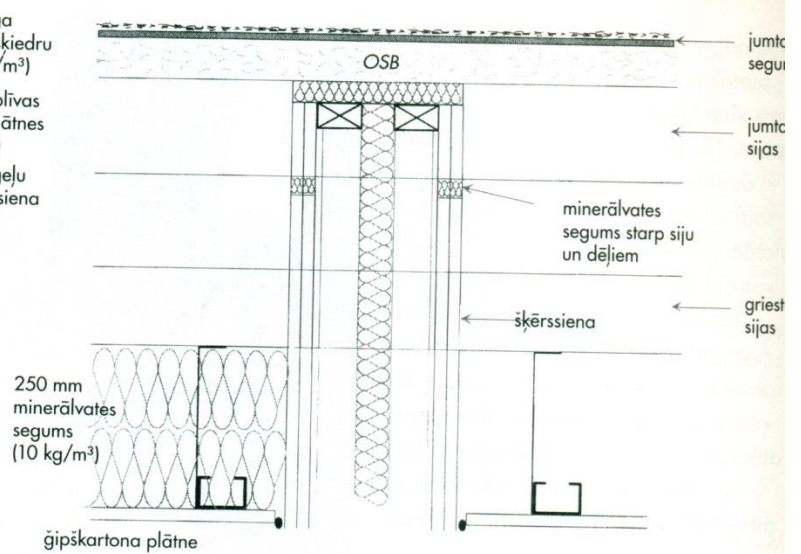
10. att. Jau esošas pusķieģeļu biežas starpsienas papildu apšuve ar skaņas izolācijas konstrukciju. Esošās sienas biezums – ap 150 mm, kopējais starpsienas biezums – 300 mm



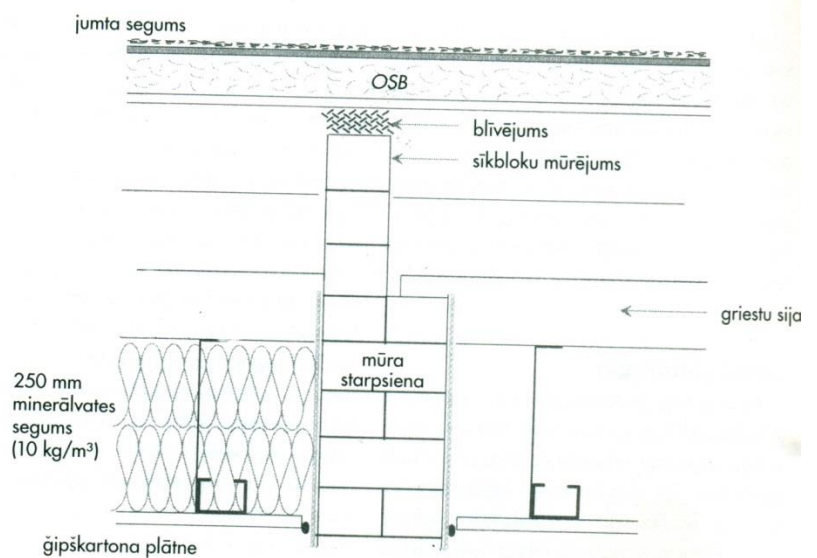
11. att. Variants, ko bieži izmanto restaurācijas gadījumā. Saglabāta 240 mm ķieģeļu starpsiena un jaunizveidotas karkasu starpsienas



12. att. Jaunizveidota atdaloša šķērssienu, kas sadala telpu, bet ne dzīvokli



13. att. Savienojuma mezgls starp jaunas starpsienas konstrukciju un jumta konstrukciju



14. att. Savienojuma mezgls starp esošas starpsienas konstrukciju un jumta konstrukciju

Pēc šādas īsas koncentrētas starpsienas variantu apskates varam pārliecināties, ka Eiropas Savienības jaunās prasības akustiskajos jautājumos ir krietni augstākas, nekā tas bija pieņemts pie mums agrākajos gados. Būvniekiem un projektētājiem ir svarīgi to ielāgot, jo vienmēr ir akcentēts, ka starpsienām jābūt vieglām, taču tās nevar nodrošināt pietiekamu skaņas izolāciju. Tāpēc jau laikus jāorientējas uz daudz biežākām un masīvākām starpsienas konstrukcijām. Racionālas būs daudzslāņu sienu konstrukcijas, kas teicami slāpē skaņu svārstības. ■



Isolomma plātņu klājums zem ielu sliežu transporta (Turīna Itālija)



Sliežu transporta līnijas pamatnes izveide uz skaņu izolācijas materiāla kārtas



Kreisajā pusē vērojamas skaņu izolācijas plēvi, kas *Isolomma* atdalošā kārtā no ielas daļas

