



Sausās būves sistēmas

SS03.lv

Būvfizika

2019

Īstais skaņas izolācijas aprēķina paņēmieni

Aprēķinu metodes

Aprēķinot gaisa pārraidītās skaņas izolācijas lielumus būvēm, saskaņā ar DIN 4109, izšķir 3 būvniecības metodes:

- koka, vieglās un sausās būves konstrukcijas,
- masīvās konstrukcijas,
- karkasa konstrukcijas un jauktas konstrukcijas.

Masīvās konstrukcijas, karkasa un jauktas konstrukcijas

Masīvās konstrukcijas, kā arī karkasa un jauktas konstrukcijas pārbaudi var veikt ar vienkāršoto Knauf metodi (sk. 4. lpp.).

Koka, vieglās un sausās būves konstrukcijas

R'_w koeficienta noteikšanai tiek ņemti vērā 5 skaņas pārraides ceļi (sk. 5. attēlu, 6. lpp.).

- Skaņas pārraide caur atdalošo būvelementu.

Raksturīgais lielums $R_{Dd,w}$

- Skaņas pārraide pa četriem sānu būvelementiem.

Horizontālās skaņas pārraides gadījumā (atdalošā daļa ir starpsiena – 1. att., pa kreisi) tie parasti ir:

- iekšējā siena,
- ārsiena,
- grīda,
- griesti.

Vertikālās skaņas pārraides gadījumā (atdalošā daļa ir griesti – 1. att., pa labi) tie parasti ir:

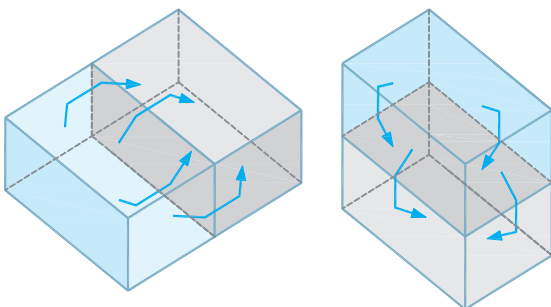
- visas četras savienotās sienas. Stūra sektoros tās ir 2 ārsienas un 2 iekšējās sienas. Parējos gadījumos tā ir 1 ārsiena un 3 iekšējās sienas.

Raksturīgais lielums, kas jāņem vērā, lai noteiktu skaņas pārraidi caur sānu būvelementiem, ir flankējošās skaņas izolācijas koeficients $R_{Ff,w}$

1. att. Skaņas pārraide caur sānu būvelementiem.

Horizontāla skaņas pārraide

Vertikāla skaņas pārraide



Visa informācija par koka, vieglo un sausās būves konstrukciju tiešo skaņas izolāciju ir pieejama bukletā Iekšējās sienas SS04.de.

Noteikto flankējošās** skaņas izolācijas koeficientu $R_{Ff,w}$ veido noteiktā spārma standarta trokšņa līmeņa starpība $D_{nf,w}$ un divu no telpas izmēra atkarīgo korekciju kopsumma. Noteiktās spārma standarta trokšņa starpības koka, vieglajām un sausās būves konstrukcijām tiek noteiktas akustisko pārbaužu standartos, un attiecībā uz lielāko daļu būvelementu tās ir pieejamas Knauf tehniskajā dokumentācijā.

$$R_{Ff,w} = D_{n,f,w} + 10 \log \left(\frac{l_{lab}}{l_f} \right) + 10 \log \left(\frac{S_s}{A_0} \right) \quad (1)$$

Ar

l_{lab} = Standartizētais malas garums

Fasādēm un iekšējām sienām ar horizontālu skaņas pārraidi – 2,8 m

Griestiem, piekaramajiem griestiem un grīdām ar horizontālu pārraidi, kā arī fasādēm un iekšējām sienām ar vertikālu pārraidi – 4,5 m

l_f = Atdalošā un flankējošā būvelementa kopējais savienojuma garums (m) attiecīgajā būvniecības situācijā

S_s = Atdalošā būvelementa laukums – m^2

A_0 = Standartizētais absorbcijas laukums – $10 m^2$

Summējot atsevišķu skaņas pārraides ceļu enerģiju, iegūst skaņas izolācijas koeficientu R'_w pabeigta konstrukcijai.

$$R'_w = -10 \log \left[10^{-R_{Dd,w}/10} + \sum_{f=f=1}^n 10^{-R_{Ff,w}/10} \right] \quad (2)$$

Ja atdalošā konstrukcijas daļa (starpsiena vai griesti) ir mazāka par $10 m^2$, noteiktais skaņas izolācijas mērījums R'_w jāpārēķina, nosakot standarta trokšņa līmeņa starpību $D_{n,w}$

$$D_{n,w} = R'_w - 10 \log \left(\frac{S_s}{10 m^2} \right) \text{ dB} \quad (3)$$

R'_w un $D_{n,w}$ jānorāda precīzi ar vienu ciparu aiz komata.

R'_w un $D_{n,w}$ ir jāsalīdzina ar noteiktajām prasībām (R'_w), ņemot vērā prognozēto nenoteiktību. Ja prasības ir mazākas par paredzamo vērtību, prasības ir izpildītas un pārbaude tiek veikta saskaņā ar DIN 4109-2:2018.

Ja normatīvā prasība nav izpildīta, tad mazākais skaņas izolācijas lielums garenvirzienā ir jāuzlabo tā, lai izpildītos būvnormatīva prasības.

Pārbaude:

$$R'_w - 2 \text{ dB} \geq \text{izpildīts } R'_w \text{ vai } D_{n,w} - 2 \text{ dB} \geq \text{izpildīts } R'_w \quad (4)$$

$$R_{Ff,w} > R'_w$$

* DIN 4109 pilnībā izpilda un ir piemērojams LBN 016-15 noteiktajām prasībām

** flankējošas – pieguļošās (sienu, griestu, grīdas) konstrukcijas

Aprēķina piemērs:

Dzīvokļa starpsienas vieglās konstrukcijas daudzstāvu mājoklī

- Prasība saskaņā ar DIN 4109-1:2018 / LBN 016-15 $R'_w \geq 53$ dB
- Paaugstinātas prasības, saskaņā ar DIN 4109:1989 2. pielikumu / LBN016-15 $R'_w = 55$ dB
- Starpsienas garums (L) $L = 6,50$ m
- Starpsienas augstums (H) $H = 2,60$ m
- Starpsienas laukums (S) $S = 16,9$ m²

Starpsiena

- W555.de Koka paneļu konstrukcijas iekšējā siena – nesoša, telpu noslēdzoša
- apšuvums sienas pusē 1: 12,5 mm Knauf Blue + 12,5 mm Silentboard
- apšuvums sienas pusē 2: 12,5 mm Knauf Blue + atspersliede + 12,5 mm Silentboard
- Skaņas izolācijas lielums $R_w = 64,1$ dB

Ārsiena

- Koka karkasa siena.
- Standarta trokšņa izolācijas starpība, saskaņā ar tab. FB*6 (buklets "Schallschutz mit Knauf", 39. lpp.).
- $D_{n,f,w} = 68$ dB

Gaitenja siena

- Koka karkasa siena.
- Saskaņā ar tab. FB 6 (buklets "Schallschutz mit Knauf", 39. lpp.).
- $D_{n,f,w} = 68$ dB

Grīda

- Pašizlīdzinošs anhidrīta klons.
- Starpsiena balstīta uz koka siju pārseguma
- Flankējošā trokšņa līmeņa starpība, sask. ar tab. FB 15 (buklets "Schallschutz mit Knauf", 46. lpp.).
- $D_{n,f,w} = 67$ dB

Griesti

- Koka siju pārsegums ar piekārtiem griestiem.
- Piekārtie griesti ar starpsienas pārrāvumu.
- Standarta spārma trokšņa izolācijas starpība, saskaņā ar tab. FB 14 (buklets "Schallschutz mit Knauf", 45. lpp.).
- $D_{n,f,w} = 67$ dB

1. Flankējošā skaņas izolācijas lieluma aprēķināšana

- Flankējošās skaņas izolācijas lielums ārsienai

$$R_{Ff,w,\text{ārsiena}} = 68 \text{ dB} + 10 \log (2,80 \text{ m} / 2,60 \text{ m}) + 10 \log (16,9 \text{ m}^2 / 10 \text{ m}^2)$$

$$R_{Ff,w,\text{ārsiena}} = 70,6 \text{ dB}$$
- Flankējošās skaņas izolācijas lielums gaitenja sienai

$$R_{Ff,w,\text{gaitenja siena}} = 68 \text{ dB} + 10 \log (2,80 \text{ m} / 2,60 \text{ m}) + 10 \log (16,9 \text{ m}^2 / 10 \text{ m}^2)$$

$$R_{Ff,w,\text{gaitenja siena}} = 70,6 \text{ dB}$$
- Flankējošās skaņas izolācijas lielums gaitenja grīdai

$$R_{Ff,w,\text{grīda}} = 67 \text{ dB} + 10 \log (4,50 \text{ m} / 6,50 \text{ m}) + 10 \log (16,9 \text{ m}^2 / 10 \text{ m}^2)$$

$$R_{Ff,w,\text{grīda}} = 67,7 \text{ dB}$$
- Flankējošās skaņas izolācijas lielums griestiem

$$R_{Ff,w,\text{griesti}} = 67 \text{ dB} + 10 \log (4,50 \text{ m} / 6,50 \text{ m}) + 10 \log (16,9 \text{ m}^2 / 10 \text{ m}^2)$$

$$R_{Ff,w,\text{griesti}} = 67,7 \text{ dB}$$

2. Skaņas izolācijas koeficienta aprēķins ietverot flankējošo skaņas pārvadi

$$R'_w = -10 \log \left[10^{\frac{-64,1 \text{ dB}}{10}} + 10^{\frac{-70,6 \text{ dB}}{10}} + 10^{\frac{-70,6 \text{ dB}}{10}} + 10^{\frac{-67,7 \text{ dB}}{10}} + 10^{\frac{-67,7 \text{ dB}}{10}} \right]$$

$$R'_w = 60,4 \text{ dB}$$

3. Minimālo prasību pārbaude, saskaņā ar DIN 4109-1:2018

(4) $R'_w - 2 \text{ dB} \geq$ izpildīts R'_w

60,4 dB - 2 dB \geq 53 dB **izpildītas**

Paaugstinātas prasības, saskaņā ar DIN 4109:1989 2. pielikumu

(4) $R'_w - 2 \text{ dB} \geq$ izpildīts R'_w

60,4 dB - 2 dB \geq 55 dB **izpildītas**

* FB – flankējošās būvkonstrukcijas

Knauf tabulu un trijstūra metode

Kā alternatīvu standarta metodei var izmantot Knauf tabulu (2., 3., 4. att.) un trijstūra metodi. Koka, vieglajā un sausās būves konstrukcijā šī metode atbilst normatīvajai pieejai. Jauktajām konstrukcijām metodi var izmantot, lai noteiktu skaņas izolācijas lielumu ievērtējot flankējošās konstrukcijas. Tomēr jānorāda, ka šis paņēmieni ņem vērā tikai 5 skaņas pārraides ceļus (līdzīgi kā koka, vieglajās un sausās būves konstrukcijās). Masīvajā konstrukcijā jāņem vērā 13 skaņas pārraides ceļi. Skaņas pārraides ceļi, kas jāņem vērā jauktajās konstrukcijās, ir atkarīgi no atdalošās daļas un sānu būvelementiem. Šī metode neņem vērā salaiduma vietu izolācijas mērījumus, kā to paredz standarts attiecībā uz divu masīvu būvelementu savienojumiem. Tāpēc šī metode tiek izmantota jauktajā būvniecībā tikai pirmā novērtējuma vajadzībām.

Norise:

Lai konvertētu standarta flankējošo trokšņa starpības koeficientu $D_{n,f,w}$ – attiecīgajā flankējošās skaņas izolācijas koeficientā $R_{f,w}$ ir jānosaka no telpas izmēra atkarīgi korekcijas koeficienti. Atkarībā no skaņas pārraides virziena (vertikāls vai horizontāls) nosaka sekojoši:

Horizontāla skaņas pārraide

Šajā gadījumā standarta spārnu trokšņa līmeņa starpība parasti jānosaka divām sienām, grīdai un griestiem.

- Visiem četriem pārraides ceļiem ir jāizmanto virsmas korekcija K_1 , un jāņem vērā starpsienas izmērs.
- Attiecībā uz skaņas pārraidi caur grīdu un griestiem tiek veikta garuma korekcija K_2 (savienojuma garums starp grīdu un starpsieni, kā arī griestiem un starpsieni), lai ņemtu vērā savienojuma garumu.
- Lai ņemtu vērā savienojuma garumu starp starpsieni un iekšējo sienu, kā arī starp starpsieni un ārējo sienu, papildus jāparedz augstuma korekcija K_3 (telpas augstuma korekcija).

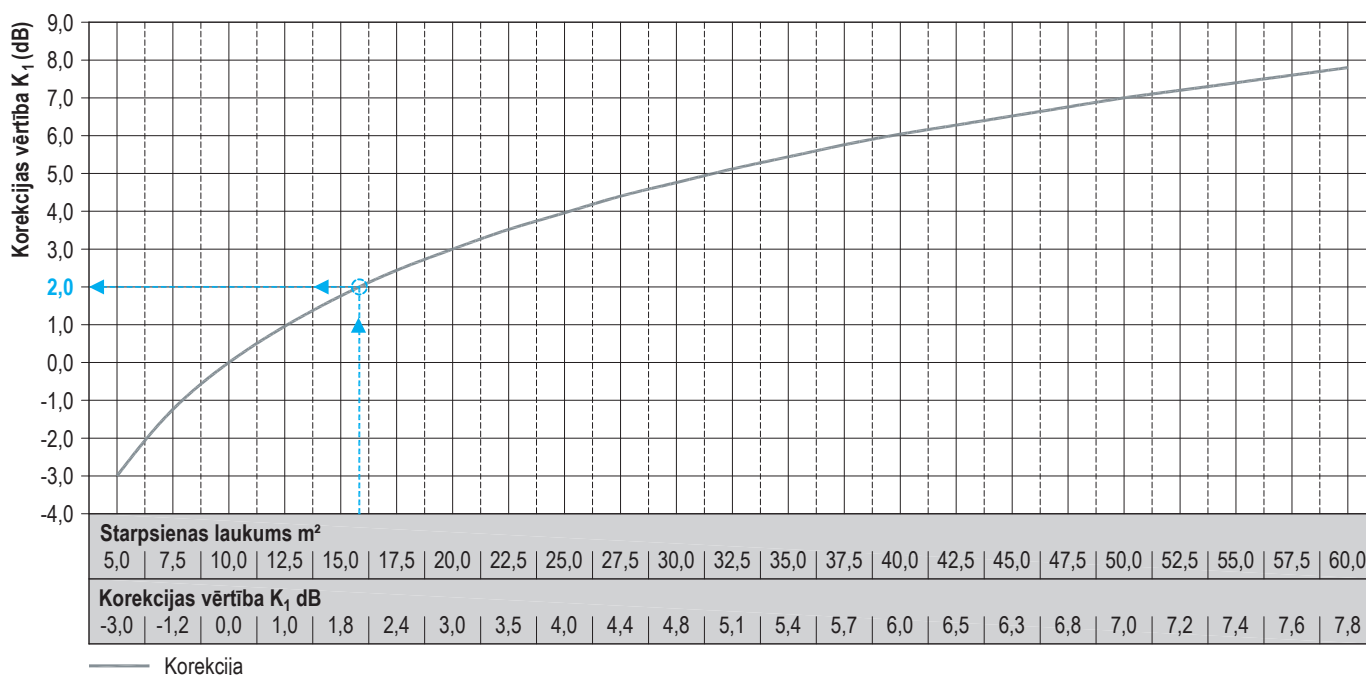
Vertikāla skaņas pārraide

- Šajos pārraides ceļos atdalošo daļu parasti veido grīda vai griesti, savukārt 4 sienas veido sānu būvelementus. Tādējādi papildus virsmas korekcijai K_1 jāparedz tikai garuma korekcija K_2 reiz četri, lai ņemtu vērā savienojuma garumu starp atdalošo elementu un sienām.

Informāciju par standarta spārnu trokšņa līmeņu atšķirībām sk. bukletā "Schallschutz und Raumakustik mit Knauf", nodaļā Flankējošie būvelementi, sākot ar 34. lpp.

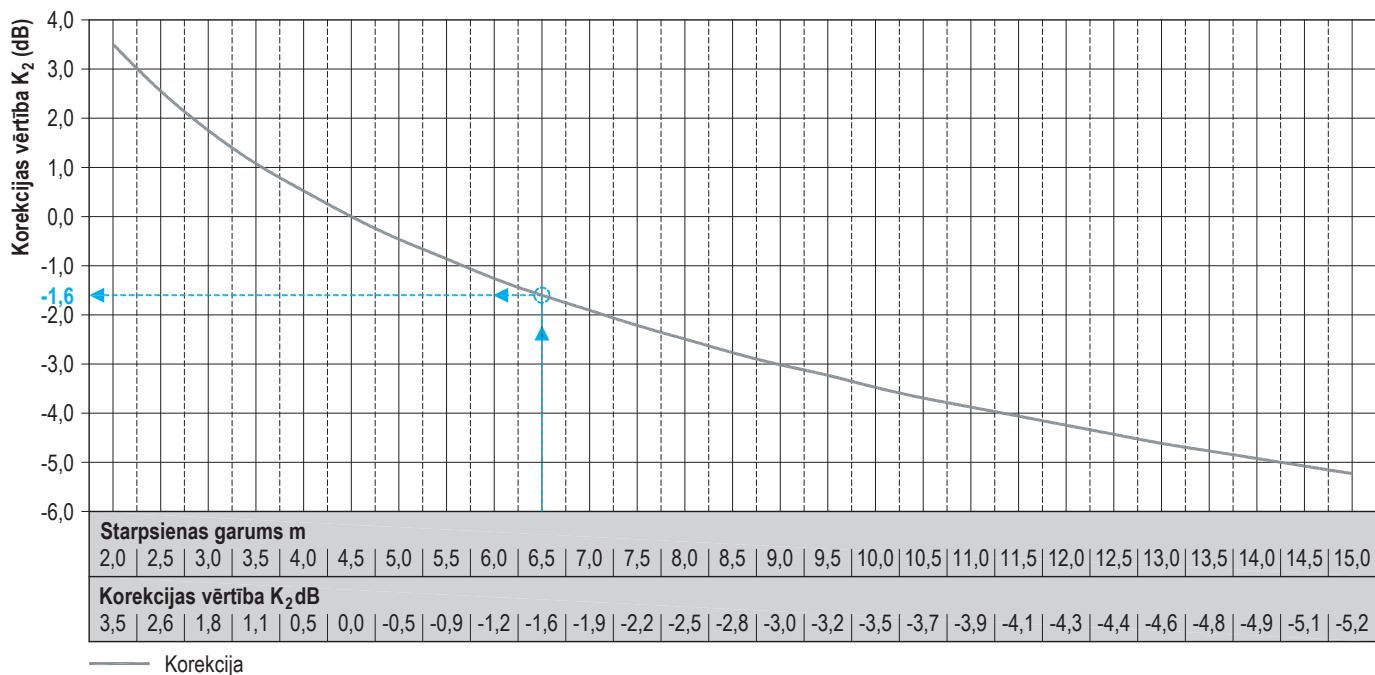
Platības korekcijas K_1 noteikšana

2. att. Diagramma starpsienas laukuma korekcijas K_1 noteikšanai



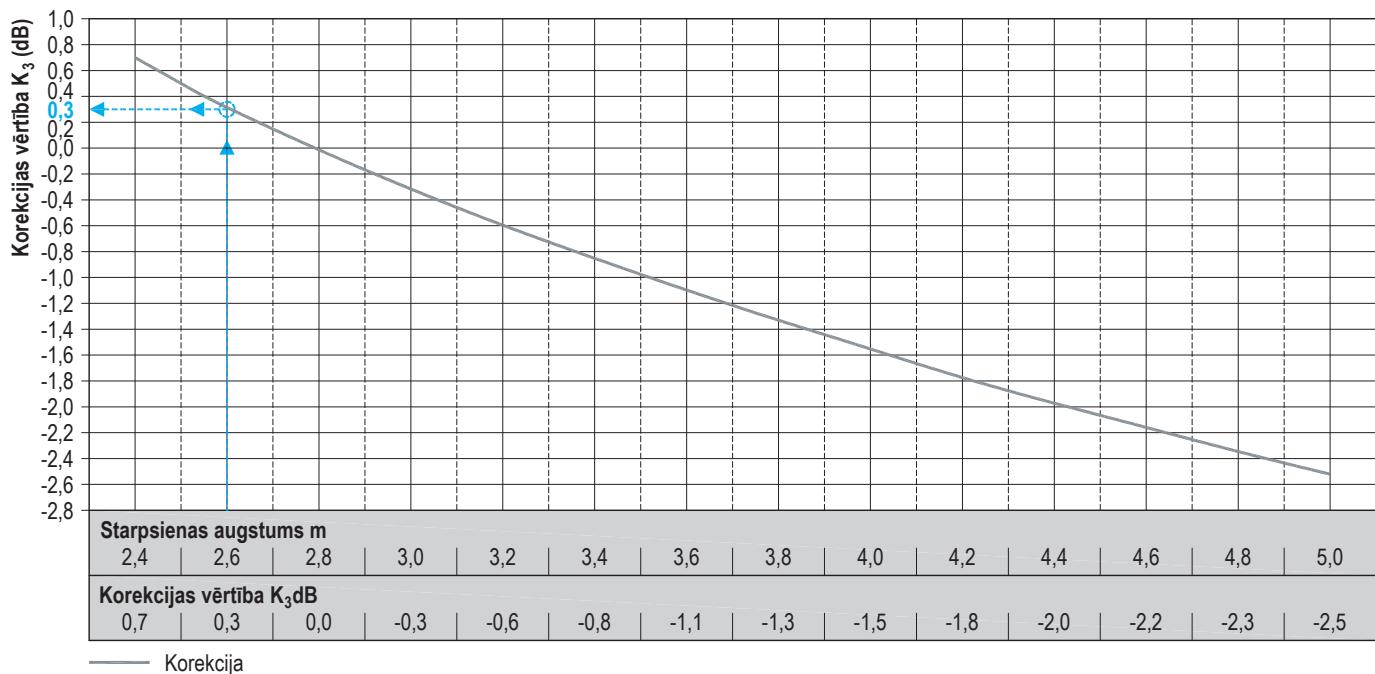
Garuma korekcijas K_2 noteikšana

3. att. Diagramma garuma korekcijas K_2 noteikšanai



Augstuma korekcijas K_3 noteikšana

4. att. Diagramma augstuma korekcijas K_3 noteikšanai



Aprēķina piemērs:

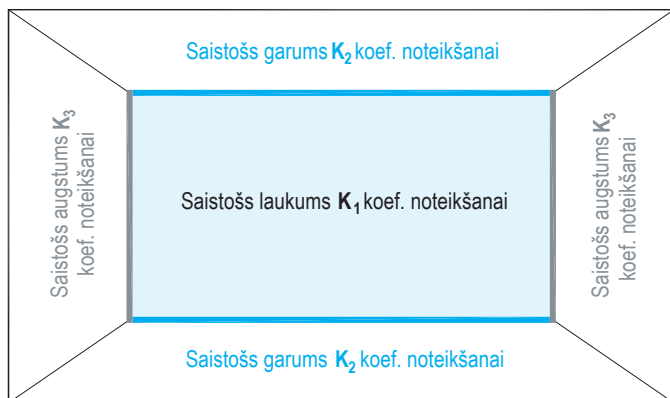
Dzīvokļa starpsiena daudzstāvu mājoklī

- Minimālā prasība, saskaņā ar DIN 4109-1:2018 / LBN016-15 $R'_w \geq 53$ dB
- Paaugstinātas prasības, saskaņā ar DIN 4109:1989 2. pielikumu / LBN016-15 $R'_w \geq 55$ dB
- Starpsienas garums (L) $L = 6,50$ m
- Starpsienas augstums (H) $H = 2,60$ m
- Starpsienas laukums (S) $S = 16,9$ m²

Korekcijas faktori

- Laukuma korekcija (2. att.) $K_1 = 2,0$ dB
- Garuma korekcija (3. att.) $K_2 = -1,6$ dB
- Augstuma korekcija (4. att.) $K_3 = 0,3$ dB

5. att.: No telpas izmēra atkarīgi korekcijas koeficienti



Flankējošā skaņas spiediena starpības koeficienti

(buklets "Schallschutz und Raumakustik mit Knauf", nodaļa Sānu būvelementi, 34. lpp.)

- Plūstošās grīdas segums konstruktīvi atdalīts ar starpsieniu.
Klona biezums ≥ 60 mm triecientrokšņu skaņas izolācija
 $s' \leq 10$ MN/m³ $D_{n,f,w} = 73$ dB
- Masīvie griesti ar 0,20 m biezumu
No platības atkarīgā masa $m' = 460$ kg/m² $D_{n,f,w} \approx 63$ dB
- Iekšējā siena,
W112.de metāla siju siena - vienstatņa balsts
CW 100, 2x 12,5 mm Knauf Blue, noslīpēts salaiduma vietā $D_{n,f,w} = 73$ dB
- Masīvā ārsiena
No laukuma atkarīgā masa $m' = 400$ kg/m² $D_{n,f,w} = 64$ dB

1. Skaņas izolācijas koeficients flankējošai skaņas pārvadei

- Flankējošās skaņas izolācijas koeficients grīdai
 $R_{Ff,w,grīda} = D_{n,f,w,grīda} + K_1 + K_2 = 73$ dB + 2,0 dB + (-1,6 dB)
 $R_{Ff,w,grīda} = 73,4$ dB
- Flankējošās skaņas izolācijas koeficients griestiem
 $R_{Ff,w,griesti} = D_{n,f,w,griesti} + K_1 + K_2 = 63$ dB + 2,0 dB + (-1,6 dB)
 $R_{Ff,w,griesti} = 63,4$ dB
- Flankējošās skaņas izolācijas koeficients iekšējai sienai
 $R_{Ff,w,iekšējā\ siena} = D_{n,f,w,iekšējā\ siena} + K_1 + K_3 = 73$ dB + 2,0 dB + 0,3 dB
 $R_{Ff,w,iekšējā\ siena} = 75,3$ dB
- Flankējošās skaņas izolācijas koeficients ārsienai
 $R_{Ff,w,ārsiena} = D_{n,f,w,ārsiena} + K_1 + K_2 = 64$ dB + 2,0 dB + 0,3 dB
 $R_{Ff,w,ārsiena} = 66,3$ dB

2. Skaņas izolācijas gala koeficienta R_w aprēķināšana

Lai aprēķinātu skaņas izolāciju pēc uzstādīšanas, vispirms jānosaka starpsienas skaņas izolācijas mērījums.

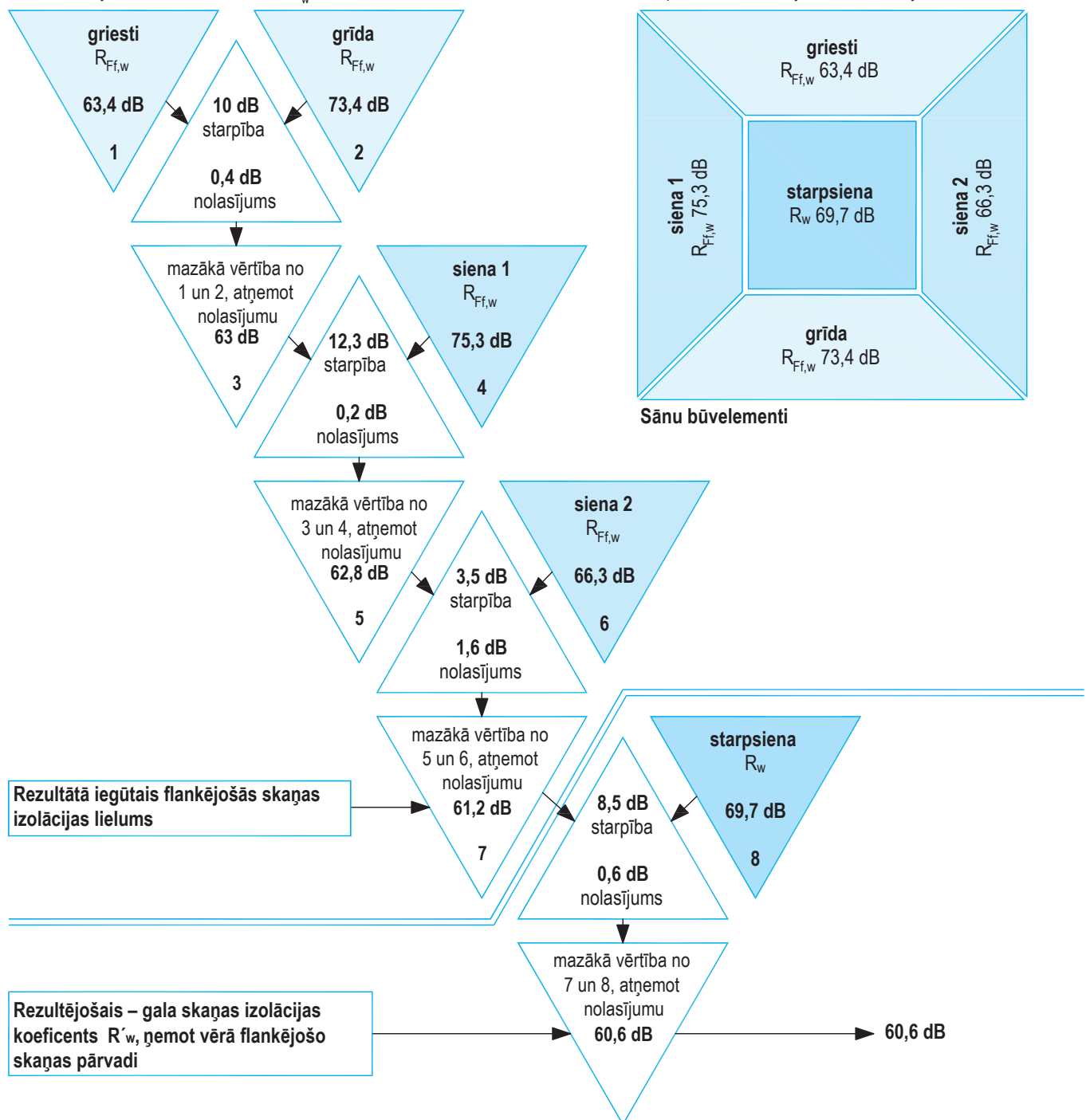
Piem., W115.de metāla siju siena – divstatņu balsts

CW 50, 2x 12,5 mm Knauf Blue

$R_w = 69,7$ dB

Nākamajā posmā flankējošās skaņas izolācijas mērījums un starpsienas skaņas izolācijas mērījums jāapvieno, summējot skaņas enerģijas lielumus (sk. 7. lpp.).

6. att. Knauf trijstūra metode, lai noteiktu R'_w



Starpība dB	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0 - 19,5	≥ 20
Nolasījums dB	3,0	2,8	2,5	2,3	2,1	1,9	1,8	1,6	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,0

Tā kā katra prognoze ir pakļauta nenoteiktībai, skaņas izolācijas mērījums R'_w ir jākorrigē, salīdzinot noteikto prasību ar prognozes nenoteiktību.

Parasti prognozes nenoteiktība skaņai gaisā, saskaņā ar DIN 4109-2:2018, ir sekojoša:

- Prognozes nenoteiktība sienām un griestiem $u_{\text{prog}} = 2 \text{ dB}$

Pārbaude

Minimālās prasības, saskaņā ar DIN 4109-1:2018

(4) $R'_w - 2 \text{ dB} \geq \text{izpildīts } R'_w$

60,6 dB - 2 dB \geq 53 dB **izpildīts**

Paaugstinātās prasības, saskaņā ar DIN 4109:1989 2. pielikumu

(4) $R'_w - 2 \text{ dB} \geq \text{izpildīts } R'_w$

60,6 dB - 2 dB \geq 55 dB **izpildīts**

Norādījumi

Knauf tehniskie bukleti ir informatīvi dokumenti par speciālām tēmām, kā arī Knauf profesionālās kompetences. Tajās ietvertā informācija un tehniskie dati, konstrukciju varianti, izstrādes detaļas un minētie produkti, ja dokumentāri nav pierādīts citādi, pamatojas uz ražošanas brīdī spēkā esošajiem to īpašību pierādījumiem (piemēram, vispārējie būvuzraudzības pārbaužu apliecinājumi un/vai vispārējās būvuzraudzības atļaujas) un normas. Papildus tiek ņemtas vērā būvfizikālās prasības (ugunsdrošība un skaņas izolācija), kā arī konstruktīvās un statiskās prasības. Knauf tehniskajos bukletos iekļautie risinājumi tiek attēloti ar piemēriem un var tikt izmantoti attiecīgajā sistēmā dažādiem apšuvumu variantiem. Turklāt ugunsdrošības prasību un/vai skaņas izolācijas prasību gadījumā jāievēro nepieciešamie papildu pasākumi un/vai ierobežojumi.

Norādes uz citiem dokumentiem

Tehniskie bukleti

- Telpas akustika ar Knauf – Pamatprincipi un koncepcija, AK01.de
- Skaņas izolācija ar Knauf – Pamat, SS01.de
- Skaņas izolācija ar Knauf – Starpsienas, SS02.de
- Skaņas izolācija ar Knauf – Griesti, SS03.de
- Skaņas izolācija ar Knauf – Ārējās konstrukcijas, SS04.de
- Skaņas izolācija ar Knauf – Sistēma Telpa telpā, SS05.de

Tehniskās lapas

- Knauf sistēmu produktu tehniskās lapas

Sistēmu bukleti

- Knauf Cleaneo akustisko plākšņu griesti, D12.de
- Knauf Cleaneo akustisko kasešu griesti, D14.de
- Knauf Cleaneo akustiskās sienu sistēmas, AK04.de

Knauf aplikācija TOPview

Knauf aplikācija TOPview dod iespēju veikt mērījumus un rast risinājumus. Aplikāciju piedāvā operētājsistēmas iOS un Android, skat. arī Knauf mājaslapā:

<https://www.knauf.de/profi/tools-services/tools/vr-app-topview/>

Papildu informācija: Andris Veinbergs, Knauf tehniskais vadītājs, Knauf Akadēmija vadītājs, tel. (+371) 29225047.

Knauf sistēmu lietošana

Jāņem vērā šādi norādījumi:

Uzmanību!	Knauf sistēmas drīkst izmantot tikai Knauf dokumentos norādītajos pielietojuma gadījumos. Gadījumā, ja tiek izmantoti citu ražotāju produkti vai komponenti, tad Knauf tos iesaka vai pieļauj to lietošanu. Priekšnoteikums Knauf sistēmu un produktu nevainojamam pielietojumam – piemērots transports, pareiza uzglabāšana, uzstādīšana, montāža un uzturēšana kārtībā.
------------------	---

Knauf info centrs:	SIA Knauf, Daugavas iela 4, Saurieši, Stopiņu nov., LV-2118, Latvija.
+371 67 032 999	levērot tehniskās izmaiņas. Spēkā ir jaunākais izdevums. Garantija attiecas tikai uz neapstrīdamām mūsu materiāla īpašībām. Materiāla patēriņa, daudzuma un izpildījuma rādītāji ir pieredzes rezultātā iegūti lielumi, kas nevar tikt attiecināti uz katru individuālu gadījumu tiešā nozīmē. Dotā informācija atbilst jaunākajiem tehniskajiem sasniegumiem. Tomēr mēs nevaram šeit aprakstīt visus vispārpieņemtos būvtehniskos noteikumus, normas un direktīvas. Darbu izpildītājam tās attiecīgi jāievēro papildus šeit minētajiem izstrādes norādījumiem. Autortiesības pieder firmai SIA Knauf. Publicēšanas gadījumā izmaiņas, kopijas un fotomehāniskas vai elektroniskas reprodukcijas, arī daļējas, jāsaņem ar SIA Knauf. Piegādes caur tirgotājiem tiek veiktas, pamatojoties uz mūsu jaunākajiem Vispārīgajiem piegādes un apmaksas noteikumiem.
info@knauf.lv	
www.knauf.lv	
	Knauf sistēmu konstruktīvās, statiskās un būvfizikālās īpašības tiek garantētas tikai tad, ja tiek izmantotas Knauf sistēmu sastāvdaļas vai Knauf ieteiktā produkcija. Jāņem vērā apliecinājošu dokumentu derīgums un aktualitāte.