

# Rakennustieto Oy

**Suunnittelun tuotemäärittely rakennustuotteille,  
väliseinien ilmaääneneristävyys**

16-1264.1

10.6.2024

# Rakennustieto Oy

## SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO .....	3
1.1	Tilaaja .....	3
1.2	Tekijä .....	3
1.3	Asiakirjan tarkoitus .....	3
2	RAKENTEET .....	4
3	ILMAÄNENERISTYSLUKUJEN LASKENTA .....	7
3.1	Laskentaperusteet .....	7
3.2	Laskentatulokset .....	7
4	TILOJEN VÄLISEN ILMAÄNENERISTÄVYYDEN LASKENTA .....	8
4.1	Laskentaperusteet .....	8
4.2	Tilat .....	8
4.3	Rakenteet .....	10
4.4	Liitokset .....	10
4.5	Laskentatulokset .....	11
5	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	13
	LIITTEET .....	15
	LÄHTEET .....	15

## 1 JOHDANTO

### 1.1 Tilaaja

Rakennustieto Oy  
Malminkatu 16 A  
00100 Helsinki

Kai Renholm  
[kai.renholm@rakennustieto.fi](mailto:kai.renholm@rakennustieto.fi)

p. 050 375 0819

### 1.2 Tekijä

A-Insinöörit Suunnittelu Oy  
Puutarhakatu 10, 33210 Tampere  
Ilmarisenkatu 18 A, 2. krs, 20520 Turku  
puh. 0207 911 888, fax. 0207 911 778

DI Lauri Talus  
[lauri.talus@ains.fi](mailto:lauri.talus@ains.fi)

p. 040 579 1693

TkT Jesse Lietzén  
[jesse.lietzen@ains.fi](mailto:jesse.lietzen@ains.fi)

p. 040 672 5121

### 1.3 Asiakirjan tarkoitus

Tässä asiakirjassa esitetään laskennallinen tarkastelu asiakkaan toimittamien väliseinärakennetyyppien ilmajäneristävyydestä. Laskennassa tarkastellaan rakenteiden ilmajäneristävyyttä sekä laboratoriotilanteessa, että valmiissa rakennuksessa.

## 2 RAKENTEET

Tarkasteltavat väliseinärakenteet kuuluvat Rakennustieto Oy:n rakennetyyppien yleiset tuotemäärittelyohjeet [1] -dokumenttiin, jonka yhteydessä on esitetty kirjasto yleisistä rakennetyyppimalleista [2]. Tarkasteltavat väliseinärakenteet sisältävät sekä levyrakenteisia että muurattuja asuinhuoneistojen välisiä väliseiniä. Ympäristöministeriön asetuksen 796/2017 rakennuksen ääniympäristöstä [4] mukaisesti asuntojen välillä pienin sallittu äänitasoeroluku on  $D_{nT,w} \geq 55$  dB.

Rakennetyyppien rakennekerrokset on esitetty alla. Rakennetyyppien ilmasteneristävyyden laskennassa käytettävät materiaalit on valittu *Yleiset rakennetyyppimallit* [2] ja *Rakennustuotteiden perusominaisuudet ja vaatimustasot 24.3.2023* [3] dokumenttien mukaisesti.

Rakennetyypeissä VS09 ja VS10 ei ole määritelty käytettävän massiivipuulevyn (CLT, GLVL) paksuutta. Näille rakennekerroksille on esitetty ilmasteneristävyyden vaatimustason  $D_{nT,w} \geq 55$  dB täyttymisen edellyttämä vähimmäispaksuus.

### VS07b:

- 15 mm Kipsilevy, erikoiskova (IR)
- 13 mm Kipsilevy
- 95 mm Teräsranka k300, välissä mineraalivillaeriste 70 mm
- 7 mm Ilmaväli
- 95 mm Teräsranka k300, välissä mineraalivillaeriste 70 mm
- 13 mm Kipsilevy
- 15 mm Kipsilevy, erikoiskova (IR)

### VS08:

- 130 mm Kalkkihiekkatiili
- 30 mm Mineraalivillaeriste
- 130 mm Kalkkihiekkatiili

### VS09:

- 18 mm Palonsuojakipsilevy
- Väh. 80 mm CLT-massiivipuulevy
- 50 mm Mineraalivillaeriste
- Väh. 80 mm CLT-massiivipuulevy
- 18 mm Palonsuojakipsilevy

VS10:

- 13 mm Kipsilevy
- 66 mm Teräsranka k300, välissä mineraalivillaeriste 50 mm
- 15 mm Palonsuojakipsilevy
- Väh. 100 mm GLVL-kerrannaisliimattu viilupuu
- 15 mm Palonsuojakipsilevy
- 66 mm Teräsranka k300, välissä mineraalivillaeriste 50 mm
- 13 mm Kipsilevy

VS12a, MW:

- 15 mm Palonsuojakipsilevy, erikoiskova
- 18 mm OSB-levy
- 98 mm Puurunko k600, välissä mineraalivillaeriste 100 mm
- 20 mm Ilmaväli
- 98 mm Puurunko k600, välissä mineraalivillaeriste 100 mm
- 18 mm OSB-levy
- 15 mm Palonsuojakipsilevy, erikoiskova

VS12a, WF:

- 15 mm Palonsuojakipsilevy, erikoiskova
- 18 mm OSB-levy
- 98 mm Puurunko k600, välissä puukuitueriste 100 mm
- 20 mm Ilmaväli
- 98 mm Puurunko k600, välissä puukuitueriste 100 mm
- 18 mm OSB-levy
- 15 mm Palonsuojakipsilevy, erikoiskova

VS12a, LCFI:

- 15 mm Palonsuojakipsilevy, erikoiskova
- 18 mm OSB-levy
- 98 mm Puurunko k600, välissä puhallusselluvilla 100 mm
- 20 mm Ilmaväli
- 98 mm Puurunko k600, välissä puhallusselluvilla 100 mm
- 18 mm OSB-levy
- 15 mm Palonsuojakipsilevy, erikoiskova

VS12b, MW:

- 15 mm Palonsuojakipsilevy, erikoiskova
- 11 mm Lastulevy
- 98 mm Puurunko k600, välissä mineraalivillaeriste 100 mm
- 20 mm Ilmaväli
- 98 mm Puurunko k600, välissä mineraalivillaeriste 100 mm
- 11 mm Lastulevy
- 15 mm Palonsuojakipsilevy, erikoiskova

VS12b, WF:

- 15 mm Palonsuojakipsilevy, erikoiskova
- 11 mm Lastulevy
- 98 mm Puurunko k600, välissä puukuitueriste 100 mm
- 20 mm Ilmaväli
- 98 mm Puurunko k600, välissä puukuitueriste 100 mm
- 11 mm Lastulevy
- 15 mm Palonsuojakipsilevy, erikoiskova

VS12b, WF:

- 15 mm Palonsuojakipsilevy, erikoiskova
- 11 mm Lastulevy
- 98 mm Puurunko k600, välissä puhallusselluvilla 100 mm
- 20 mm Ilmaväli
- 98 mm Puurunko k600, välissä puhallusselluvilla 100 mm
- 11 mm Lastulevy
- 15 mm Palonsuojakipsilevy, erikoiskova

### 3 ILMAÄNENERISTYSLUKUJEN LASKENTA

#### 3.1 Laskentaperusteet

Käytettävän laskentamallin ominaisuudet on esitetty lähteessä [5]. Laskentamalli on parametrisoitu ja perustuu lähteisiin [6–14].

Laskentamallilla voidaan ottaa huomioon rakenteen rakennekerrosten massan ja jäykkyyden, mahdollisissa ilmapääläisissä olevat ääntä vaimentavat materiaalit, rankarunkoisen seinän rangan joustavuudet sekä eristerapatun ulkoseinän resonanssin. Laskentamallin validoinnista ja tarkkuudesta on esitetty arvio lähteessä [5]. Laskentatarkkuus vastaa lähteissä [12] ja [15] esitettyjä vastaavien mallien tarkkuutta. Kaikkien laskentamallien tarkkuus riippuu siitä, kuinka monimutkainen rakenne on kyseessä: mitä useampi rakennekerros rakenteessa on, sitä enemmän mittaus- ja laskentatulokset yleensä eroavat toisistaan.

Laskentamallilla määritetään ilmaääneneristävyydet kolmannesoktaavikaistoittain. Kolmannesoktaavikaistoittain lasketuista arvoista saadaan ilmaääneneristysluvut  $R_w$  eli rakenteen ilmaääneneristävyyttä kuvaavat yksilukuarvot vertailukäyrämenettelyllä standardin ISO 717-1 [16] mukaisesti.

Laskennalliset ilmaääneneristysluvut  $R_w$  vastaavat ääneneristävyyden mittausta laboratoriotilanteessa, jossa äänen sivutiesiirtymät eivät vaikuta tilojen väliseen ääneneristävyyteen.

#### 3.2 Laskentatulokset

Liitteessä 1 on esitetty rakenteiden laskennalliset ilmaääneneristävyydet  $R$  kolmannesoktaavikaistoittain sekä niiden perusteella määritetyt ilmaääneneristysluvut  $R_w$  sekä spektripainotustermit  $C_{tr}$  (tieliikennemelua vastaan) ja  $C$  (raide- ja lentomelua vastaan). Ilmaääneneristysluvut  $R_w$  ja rakennuksen ulkovaipan ääneneristävyyden suunnittelussa käytettävät mittaluvut  $R_w + C_{tr}$  ja  $R_w + C$  on esitetty taulukossa 1.

**Taulukko 1.** Lasketut ilmaääneneristysluvut rakenteittain.

#	Rakennetyyppi	$R_w$	$R_w + C$	$R_w + C_{tr}$
1	VS07b	63 dB	60 dB	52 dB
2	VS08	83 dB	81 dB	77 dB
3	VS09	64 dB	62 dB	56 dB
4	VS10	58 dB	55 dB	48 dB
5	VS12a_MW	68 dB	66 dB	59 dB
6	VS12a_WF	68 dB	65 dB	59 dB
7	VS12a_LCFI	68 dB	65 dB	59 dB
8	VS12b_MW	66 dB	63 dB	57 dB
9	VS12b_WF	65 dB	62 dB	56 dB
10	VS12b_LCFI	66 dB	63 dB	56 dB

Liitteessä 1 esitetyt ilmajääneneristävyydet ovat laskennallisia eikä laskennan tuloksia ole valittu vertaamalla niitä laboratorioissa tehtyjen ääneneristysmittausten tuloksiin. Laskentatulokset koskevat vain tarkasteltuja rakennetyyppejä. Materiaalien muuttaminen johtaa muutoksiin myös ilmajääneneristävyydessä.

## 4 TILOJEN VÄLISEN ILMAJÄÄNERISTÄVYYDEN LASKENTA

### 4.1 Laskentaperusteet

Valmiissa rakennuksessa tilojen väliseen ääneneristävyyteen vaikuttavat tiloja erottavan rakenteen lisäksi sivuavien rakenteiden kautta kulkeutuvat äänen sivutiesiirtymät, jotka heikentävät tilojen välistä ääneneristävyyttä. Tämä eroaa laboratorio-olosuhteissa mitattavasta ilmajääneneristysluvusta  $R_w$ , jossa äänen sivutiesiirtymät eivät vaikuta mittaustulokseen. Jotta saadaan käsitys rakenteen toiminnasta valmiissa rakennuksessa, tulee myös äänen sivutiesiirtymien vaikutusta tilojen väliseen ääneneristävyyteen tarkastella. Tilojen välistä ilmajääneneristävyyden mittaluku on standardisoitu äänitasoeroluku  $D_{nT,w}$ .

Tässä dokumentissa tarkastellaan tilojen välistä ääneneristävyyttä, kun sivuavat rakenteet (ulkoseinät, väliseinät, katto- ja lattiarakenteet) ovat betonirakenteisia. Jos väliseinärakennetyyppejä käytetään puurakenteisessa rakennuksessa, tulee tiloja erottavan rakenteen ja sitä sivuavien rakenteiden väliset liitosdetaljit suunnitella tapauskohtaisesti.

Tilojen välistä ilmajääneneristävyyttä voidaan tarkastella laskennallisesti standardin ISO 12354-1 [11] laskentamallin avulla. Standardin laskentamallilla voidaan ottaa huomioon ensimmäisen kertaluvun sivutiesiirtymät kahden vierekkäisen tilan välillä. Laskentamallissa voidaan ottaa huomioon:

- Tilojen mitat
- Tiloja erottavan ja sivuavien rakenteiden ääneneristävyydet ja pinta-alat
- Rakenteiden väliset liitokset
- Rakennekohtaiset verhoilurakenteet ja päällysteet

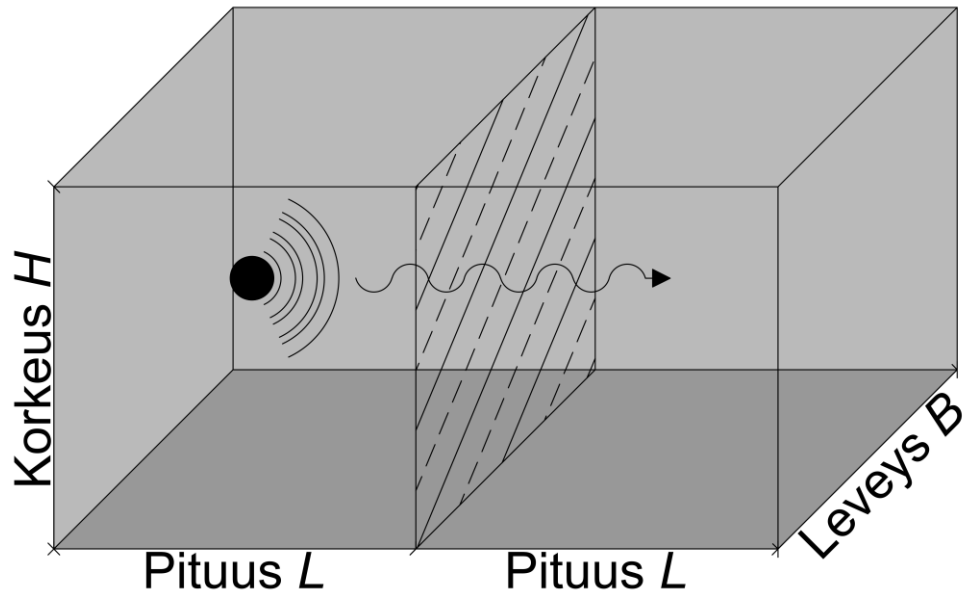
Kaikkien tarkasteltavien erottavien ja sivuavien rakenteiden ilmajääneneristävyys  $R$  on määritetty kohdan 3 mukaisella parametrisella laskentamenetelmällä.

### 4.2 Tilat

Laskennassa tarkasteltiin eri kokoisia tiloja, jotta saataisiin mahdollisimman laaja käsitys väliseinärakenteiden toiminnasta eri tilanteissa. Tyypillisesti asuinrakennuksessa huonekorkeus on välillä 2,5 m – 3,5 m. Tilojen pinta-alat vaihtelevat paljon tilan käyttötarkoituksen mukaan: asuinhuoneiston makuuhuone voi olla lattiapinta-alaltaan alle 10 m<sup>2</sup> kun taas oleskelutila voi olla merkittävästi suurempi.

Laskennassa tarkasteltujen tilojen mitat, lattiapinta-ala ja tilavuus on esitetty taulukossa 2. Kuvassa 1 on esitetty havainnollistava kuva laskenta-asetelmasta. Laskennassa vierekkäisten tilojen on oletettu olevan identtisiä.





**Kuva 1:** Tilojen välisen ääneneristävyyden tarkasteluissa käytetty huoneasetelma.

**Taulukko 2.** Laskennassa tarkastellut huonekoot.

Tila	Korkeus <i>H</i>	Pituus <i>L</i>	Leveys <i>B</i>	Pinta-ala	Tilavuus
Pieni	2,5 m	2,5 m	3,5 m	8,8 m <sup>2</sup>	21,9 m <sup>3</sup>
	3,0 m	2,5 m	3,5 m	8,8 m <sup>2</sup>	26,3 m <sup>3</sup>
	3,5 m	2,5 m	3,5 m	8,8 m <sup>2</sup>	30,6 m <sup>3</sup>
	2,5 m	3,5 m	2,5 m	8,8 m <sup>2</sup>	21,9 m <sup>3</sup>
	3,0 m	3,5 m	2,5 m	8,8 m <sup>2</sup>	26,3 m <sup>3</sup>
	3,5 m	3,5 m	2,5 m	8,8 m <sup>2</sup>	30,6 m <sup>3</sup>
Keskikokoinen	2,5 m	3,0 m	4,0 m	12,0 m <sup>2</sup>	30,0 m <sup>3</sup>
	3,0 m	3,0 m	4,0 m	12,0 m <sup>2</sup>	36,0 m <sup>3</sup>
	3,5 m	3,0 m	4,0 m	12,0 m <sup>2</sup>	42,0 m <sup>3</sup>
	2,5 m	4,0 m	3,0 m	12,0 m <sup>2</sup>	30,0 m <sup>3</sup>
	3,0 m	4,0 m	3,0 m	12,0 m <sup>2</sup>	36,0 m <sup>3</sup>
	3,5 m	4,0 m	3,0 m	12,0 m <sup>2</sup>	42,0 m <sup>3</sup>
Suuri	2,5 m	4,0 m	5,0 m	20,0 m <sup>2</sup>	50,0 m <sup>3</sup>
	3,0 m	4,0 m	5,0 m	20,0 m <sup>2</sup>	60,0 m <sup>3</sup>
	3,5 m	4,0 m	5,0 m	20,0 m <sup>2</sup>	70,0 m <sup>3</sup>
	2,5 m	5,0 m	4,0 m	20,0 m <sup>2</sup>	50,0 m <sup>3</sup>
	3,0 m	5,0 m	4,0 m	20,0 m <sup>2</sup>	60,0 m <sup>3</sup>
	3,5 m	5,0 m	4,0 m	20,0 m <sup>2</sup>	70,0 m <sup>3</sup>

### 4.3 Rakenteet

Tiloja erottavat väliseinärakenteet on esitetty kohdassa 2, ja niiden laskennalliset ilmaaeneristävyydet liitteessä 1 sekä taulukossa 1. Tiloja erottavaa väliseinää sivuavat rakenteet esitetään alla. Laskenta suoritetaan eri erottavien ja sivuavien rakenteiden kombinaatioilla.

Välipohja (sivuava lattia ja katto):

- Ontelolaatasto, paksuudet 320 mm, 370 mm ja 400 mm
  - Ei pintavalua / kelluvaa pintalaattaa
- Paikallavalettu teräsbetoniaatta, paksuudet 200–300 mm
  - Ei pintavalua / kelluvaa pintalaattaa

Sivuava ulkoseinä:

- Kantavan betonisandwich-elementin sisäkuori, paksuudet 140–180 mm.

Sivuava väliseinä:

- Teräsbetoniseinä, paksuudet 180–240 mm.

Sivuavien rakenteiden ilmaaeneristävyydet on määritetty laskennallisesti kohdan 3 mukaisesti.

### 4.4 Liitokset

Erottavan rakenteen ja sivuavien rakenteiden liitosten liitoseristävyydet  $K_{ij}$  määritettiin standardin ISO 12354-1 [10] mukaisesti. Laskennassa on oletettu, että kaikki sivuavat rakenteet ovat jatkuvia tilojen välillä.

Massiivirakenteiden välisiä T-liitoksia käsiteltiin jäykkinä T-liitoksina. Niissä tapauksissa, joissa tiloja erottava väliseinä oli kaksinkertainen massiiviseinä (VS08, VS09) sovellettiin jäykän X-liitoksen liitoseristävyyksiä standardin ISO 12354-1 kohdan J.4.5. mukaisesti. Standardissa ISO 12354-1 ei käsitellä tilannetta, jossa massiivipuulevy (CLT, LVL) liittyy raskaaseen massiivirakenteeseen, kuten betoniin. Tästä syystä CLT:n/LVL:n ja betonirakenteen liitosta käsiteltiin samaan tapaan kuin kahden betonirakenteen liitosta.

Massiivirakenteen ja rankarakenteisen väliseinän (VS07, VS12) väliset liitokset käsiteltiin standardin ISO 12354-1 kohdan E.3.5 mukaisesti, jolloin rankarakenteisia seiniä käsiteltiin yksittäisinä elementteinä.

## 4.5 Laskentatulokset

Taulukossa 3 on esitetty kullekin rakennetyypille sen ilmajääneristysluku, sekä laskennallisesti määritetty pienin ja suurin tilojen välinen standardisoitu äänitasoeroluku  $D_{nT,w}$  kullekin rakenteelle eri kokoisissa huonetoissa. Lisäksi taulukossa on esitetty värikoodein asuinhuoneistojen välisen ilmajääneristysvaatimuksen  $D_{nT,w} \geq 55$  täyttyminen. Vaatimuksen täyttymiselle on pidetty ehtona sitä, että laskennallisen äänitasoeroluvun  $D_{nT,w}$  ja vaatimuksen välillä on vähintään 1 dB:n varmuusvara.

- **Vihreä:** Asuinhuoneistojen välinen vaatimus  $D_{nT,w} \geq 55$  täyttyy kaikilla tarkastelluilla sivuavilla rakenteilla.
- **Oranssi:** Asuinhuoneistojen välinen vaatimus  $D_{nT,w} \geq 55$  täyttyy, kun sivuavat rakenteet valitaan siten, etteivät ne heikennä ilmajääneristävyttä tilojen välillä liaksi.
- **Punainen:** Asuinhuoneistojen välinen vaatimus  $D_{nT,w} \geq 55$  ei täyty kyseisillä rakenteilla.

**Taulukko 3:** Tilojen välinen ilmajääneristävyys eri väliseinärakenteilla eri kokoisissa tiloissa.

Rakenne	Standardisoitu äänitasoeroluku $D_{nT,w}$		
	Pieni tila	Keskikokoinen tila	Suuri tila
VS07b $R_w = 63$ dB	53 dB – 58 dB	53 dB – 58 dB	54 dB – 59 dB
VS08 $R_w = 83$ dB	60 dB – 65 dB	61 dB – 66 dB	63 dB – 68 dB
VS09 $R_w = 64$ dB	53 dB – 58 dB	54 dB – 59 dB	55 dB – 60 dB
VS10 $R_w = 58$ dB	51 dB – 55 dB	52 dB – 56 dB	54 dB – 58 dB
VS12a_MW $R_w = 68$ dB	53 dB – 59 dB	53 dB – 60 dB	54 dB – 61 dB
VS12a_WF $R_w = 68$ dB	53 dB – 59 dB	53 dB – 60 dB	54 dB – 61 dB
VS12a_LCFI $R_w = 68$ dB	53 dB – 59 dB	53 dB – 60 dB	54 dB – 61 dB
VS12b_MW $R_w = 66$ dB	53 dB – 59 dB	53 dB – 59 dB	54 dB – 60 dB
VS12b_WF $R_w = 65$ dB	53 dB – 59 dB	53 dB – 59 dB	54 dB – 60 dB
VS12b_LCFI $R_w = 66$ dB	53 dB – 59 dB	53 dB – 59 dB	54 dB – 60 dB

Taulukossa 4 on esitetty kutakin asuntojen välistä väliseinärakennetta vastaavat sivuavien rakenteiden vähimmäispaksuudet, joilla ilmajääneristävyysvaatimus  $D_{nT,w} \geq 55$  täyttyy kaikissa tarkastelluissa tiloissa. Taulukossa ontelolaatastoihin viitataan tunnuksella O (esim. O37 = 370 mm paksu ontelolaatasto) ja massiivibetonirakenteisiin tunnuksella M (esim. M120 = 120 mm paksu massiivibetonirakenne).

**Taulukko 4:** YM 796/2017 asuntojen välisen ilmajääneristävyyksivaatimuksen täyttämiseksi vaadittavat sivuavien rakenteiden vähimmäispaksuudet.

Rakenne		Sivuava rakenne		
		Ulkoseinän sisäkuori	Väliseinä	Katto / lattia
VS07b	$R_w = 63$ dB	M180	M180	O37 tai M220
VS08 <sup>1)</sup>	$R_w = 83$ dB	M140	M180	O32 tai M200
VS09	$R_w = 64$ dB	M180	M180	O37 tai M220
VS10	$R_w = 58$ dB	M180	M240	M300
VS12a_MW	$R_w = 68$ dB	M180	M180	O37 tai M210
VS12a_WF	$R_w = 68$ dB	M180	M180	O37 tai M210
VS12a_LCFI	$R_w = 68$ dB	M180	M180	O37 tai M210
VS12b_MW	$R_w = 66$ dB	M180	M180	O37 tai M210
VS12b_WF	$R_w = 65$ dB	M180	M180	O37 tai M210
VS12b_LCFI	$R_w = 66$ dB	M180	M180	O37 tai M210

1) Rakenteella VS08 asuntojen välinen vaatimus  $D_{nT,w} \geq 55$  dB täyttyy kaikissa tarkastelluissa tapauksissa.

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Liitteessä 1 on esitetty kullekin rakenteelle kohdassa 3 määritetty laskennallinen ilmaääneneristysluku  $R_w$  spektripainotustermeineen.

Vaatus ilmaääneneristävydestä asuinhuoneistojen välillä  $D_{nT,w} \geq 55$  dB täyttyy, kun varmistetaan että sivuavien rakenteiden kautta kulkeutuvat äänen sivutiesiirtymät eivät heikennä tilojen välistä ilmaääneneristävyttä liiaksi. Sivutiesiirtymät voidaan ottaa huomioon valitsemalla sivuavien rakenteiden paksuudet taulukon 4 mukaan. Taulukon 4 seinien minimipaksuuksia ohuemmat seinät / elementin sisäkuoret on tarkastettava erikseen, ja tarvittaessa katkaistava asuntojen välillä. Äänitasoeroluku  $D_{nT,w}$  tulee sivutiesiirtymän osalta tarkastella erikseen muussa kuin betonirunkoisessa rakennuksessa.

Alla on esitetty sanallisesti johtopäätökset kunkin rakenteen laskentatuloksista, sekä rakenteseen liittyvistä mahdollisista kehitysehdotuksista. Kehitysehdotuksia asuinhuoneistojen välisen ilmaääneneristävyysvaatimuksen  $D_{nT,w} \geq 55$  dB täyttämiseksi on esitetty myös liitteessä 2.

### VS07b:

- Rakenteen laskennallinen ilmaääneneristysluku on  $R_w = 63$  dB.
- Ilmaääneneristysluvun  $R_w$  perusteella rakenne soveltuu asuntojen väliseksi väliseinäksi.

### VS08:

- Rakenteen laskennallinen ilmaääneneristysluku on  $R_w = 83$  dB.
- Ilmaääneneristysluvun  $R_w$  perusteella rakenne soveltuu asuntojen väliseksi väliseinäksi.

### VS09:

- Rakenteen laskennallinen ilmaääneneristysluku on  $R_w = 64$  dB kun CLT-levyjen paksuus on vähintään 80 mm.
- Tehty laskennallinen tarkastelu ei vastaa sitä, millaisten rakenteiden yhteydessä rakennetyyppejä yleensä sovelletaan.
- Ilmaääneneristysluvun  $R_w$  perusteella rakenne soveltuu asuntojen väliseksi väliseinäksi.

VS10:

- Rakenteen laskennallinen ilmaääneneristysluku on  $R_w = 58$  dB, kun LVL-levyn paksuus on vähintään 100 mm.
- Ilmaääneneristysluvun  $R_w$  perusteella rakenne soveltuu asuntojen väliseksi väliseinäksi.
- Tehty laskennallinen tarkastelu ei vastaa sitä, millaisten rakenteiden yhteydessä rakennetyyppejä yleensä sovelletaan.
- Rakenteen ilmaääneneristävyttä voidaan parantaa jättämällä teräsraangat irti LVL-rungosta.

VS12a MW:

- Rakenteen laskennallinen ilmaääneneristysluku on  $R_w = 68$  dB.
- Ilmaääneneristysluvun  $R_w$  perusteella rakenne soveltuu asuntojen väliseksi väliseinäksi.

VS12a WF:

- Rakenteen laskennallinen ilmaääneneristysluku on  $R_w = 68$  dB.
- Ilmaääneneristysluvun  $R_w$  perusteella rakenne soveltuu asuntojen väliseksi väliseinäksi.

VS12a LCFI:

- Rakenteen laskennallinen ilmaääneneristysluku on  $R_w = 68$  dB.
- Ilmaääneneristysluvun  $R_w$  perusteella rakenne soveltuu asuntojen väliseksi väliseinäksi.

VS12b MW:

- Rakenteen laskennallinen ilmaääneneristysluku on  $R_w = 66$  dB.
- Ilmaääneneristysluvun  $R_w$  perusteella rakenne soveltuu asuntojen väliseksi väliseinäksi.

VS12b WF:

- Rakenteen laskennallinen ilmaääneneristysluku on  $R_w = 65$  dB.
- Ilmaääneneristysluvun  $R_w$  perusteella rakenne soveltuu asuntojen väliseksi väliseinäksi.

VS12b LCFI:

- Rakenteen laskennallinen ilmaääneneristysluku on  $R_w = 66$  dB.
- Ilmaääneneristysluvun  $R_w$  perusteella rakenne soveltuu asuntojen väliseksi väliseinäksi.

Tampereella 10.6.2024

A-INSINÖÖRIT SUUNNITTELU OY

Lauri Talus, akustiikkasuunnittelija

Jesse Lietzén, aluejohtaja

## LIITTEET

1. Lasketut ilmaääneneristävyydet ja ilmaääneneristysluvut (10 s.)

## LÄHTEET

1. Rakennustieto Oy. 2023. Rakennetyyppien yleiset tuotemäärittelyohjeet 24.3.2023. (Viitattu 17.5.2024) (Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/suunnittelun-tuotemaarittely-rakennustuotteille>)
2. Rakennustieto Oy. 2023. Rakennetyyppien yleiset tuotemäärittelyohjeet, Liite 2.1: Yleiset rakennetyypimallit. (Viitattu 17.5.2024) (Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/suunnittelun-tuotemaarittely-rakennustuotteille>)
3. Rakennustieto Oy. 2023. Rakennetyyppien yleiset tuotemäärittelyohjeet, Liite 1: Rakennustuotteiden perusominaisuudet ja vaatimustasot. (Viitattu 17.5.2024) (Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/suunnittelun-tuotemaarittely-rakennustuotteille>)
4. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 796/2017. 2017. Ympäristöministeriö.
5. Riitakangas, J. 2020. Ilmaääneneristävyyden parametrinen laskentamallin validointi. Insinööriyö. Kuopio, Savonia-ammattikorkeakoulu, rakennustekniikan tutkinto-ohjelma.
6. Gomperts, M. C. 1964. The “sound insulation” of circular and slit-shaped apertures. *Acustica*. Vol. 14, s. 1–16.
7. Gomperts, M. C. & Kihlman, T. 1967. The Sound Transmission Loss of Circular and Slit-Shaped Apertures in Walls. *Acustica*, Vol. 18, s. 144-150.
8. Sewell, E. C. 1970. Transmission of reverberant sound through a single leaf partition surrounded by an infinite rigid baffle. *Journal of Sound and Vibration*, Vol. 12, s. 21-32.
9. Sharp, B. H. 1978. Prediction methods for the sound transmission of building elements. *Noise Control Engineering Journal*. Vol. 11, s. 53–63.
10. Kristensen, J. & Rindel, J. H. 1989. *Byggningsakustik – teori og praksis*. Glostrup, Statens Byggeforskningsinstitut, SBI-anvisning 166.
11. SFS-EN ISO 12354-1. 2017. Building acoustics – Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements – Part 1: Airborne sound insulation between rooms. Helsinki, Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
12. Hongisto, V. 2003. Monikerroksisen seinärakenteen ilmaääneneristävyyden ennustemalli. Helsinki, Työterveyslaitos, Työympäristötutkimuksen raporttisarja 2.
13. Rauhala, J., Kylliäinen, M. 2009. Eristerapatun betoniseinän ilmaääneneristävyys. Tampere, Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laitos, Rakennetekniikka. Tutkimusraportti 142. 119 s + 83 s.
14. Virjonen, P., Hongisto, V. 2009. Joustavarankaisen levyrakenneseinän äänenläpäisy. *Akustiikkapäivät 2009*. Vaasa, 14.-15.5. Akustinen Seura ry.
15. Kylliäinen, M. & Mikkilä, A. 2009. Rakennusosien ilmaääneneristävyyksien mallintaminen rakentamisessa ja tuotekehityksessä. *Rakennusfysiikka 2009*. Tampere, 27.-29.10., Tampereen teknillisen yliopiston rakennustekniikan laitos ja Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, s. 269-278.
16. SFS-EN ISO 717-1. 2013. Acoustics – Rating of sound insulation in buildings and of building elements – Part 1: Airborne sound insulation. Helsinki, Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

**Laskennallinen ilmaääneneristävyys rakenteelle**

**VS07b**

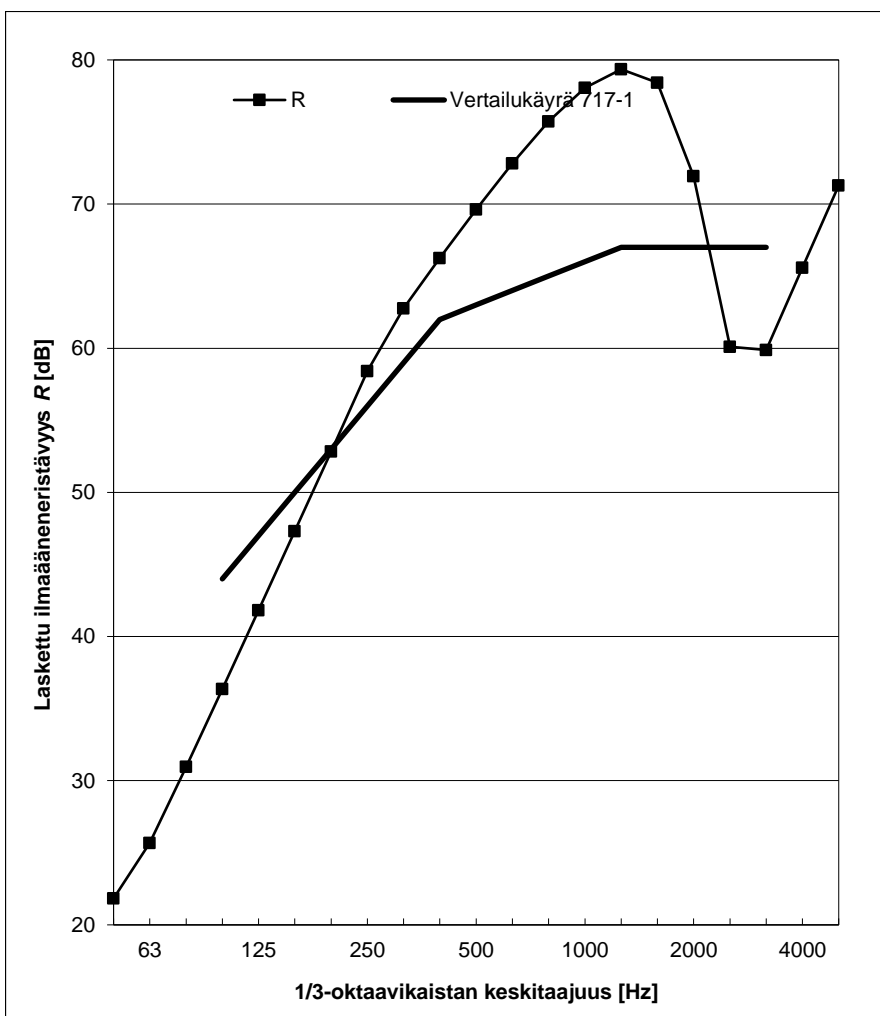
Rakennekerros	d
1 Kipsilevy, erikoiskova (IR)	15.2 mm
2 Kipsilevy	12.5 mm
3 Teräsrunko 95 mm k300 / välissä mineraalivillaeriste 70 mm	95 mm
4 Ilmaväli	7 mm
5 Teräsrunko 95 mm k300 / välissä mineraalivillaeriste 70 mm	95 mm
6 Kipsilevy	12.5 mm
7 Kipsilevy, erikoiskova (IR)	15.2 mm

Rakenteen paksuus yhteensä

252.4 mm

f [Hz]	R (1/3) [dB]	R (1/1) [dB]
50	21.8	
63	25.7	24.7
80	31.0	
100	36.4	
125	41.8	39.8
160	47.3	
200	52.8	
250	58.4	56.2
315	62.8	
400	66.2	
500	69.6	68.8
630	72.8	
800	75.7	
1000	78.1	77.4
1250	79.3	
1600	78.4	
2000	71.9	64.5
2500	60.1	
3150	59.9	
4000	65.6	63.4
5000	71.3	

S = 10 m<sup>2</sup>



Lasketut ilmaääneneristysluvut:

$R_w (C; C_{tr}) = 63 (-3; -9) \text{ dB}$	$C_{50-3150} = -7 \text{ dB}$	$C_{50-5000} = -6 \text{ dB}$	$C_{100-5000} = -2 \text{ dB}$
	$C_{tr,50-3150} = -19 \text{ dB}$	$C_{tr,50-5000} = -19 \text{ dB}$	$C_{tr,100-5000} = -9 \text{ dB}$



**Laskennallinen ilmasteneristävyyden rakenteelle**

**VS08**

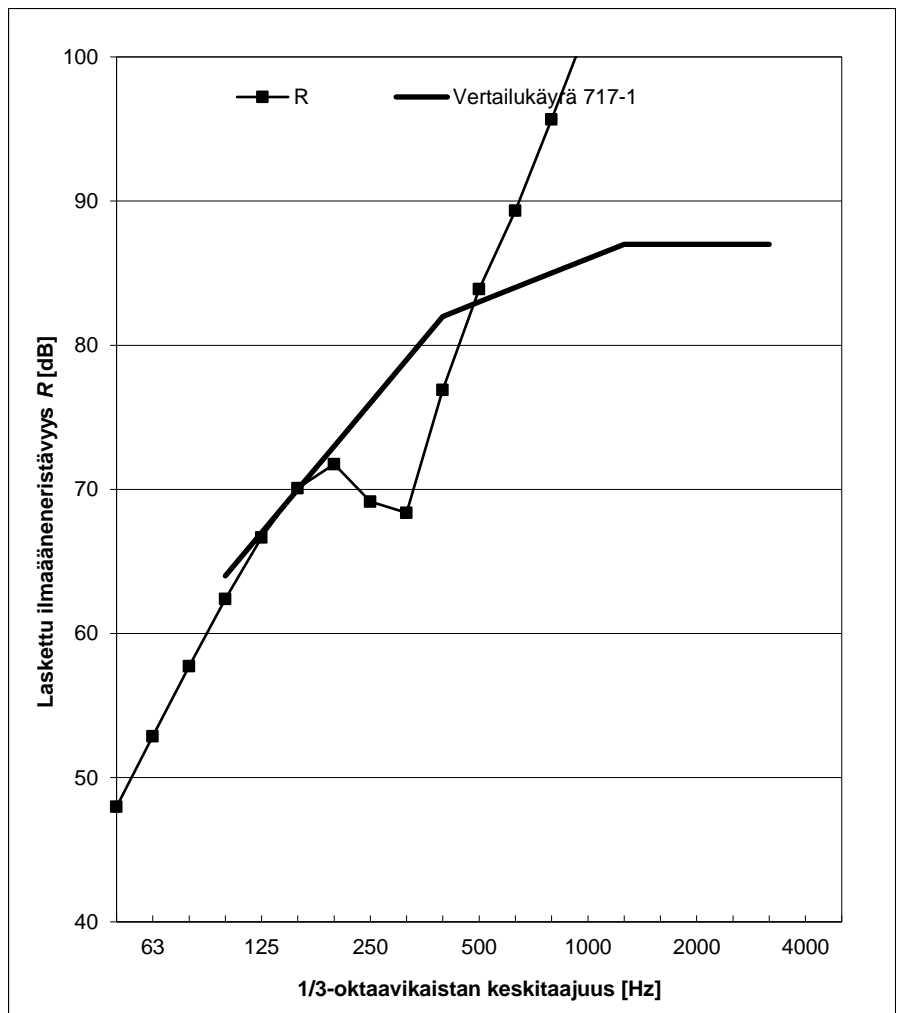
	Rakennekerros	d
1	Kalkkikiiekkatiili	130 mm
2	Ilmaväli	30 mm
3	Kalkkikiiekkatiili	130 mm

Rakenteen paksuus yhteensä

290 mm

f [Hz]	R (1/3) [dB]	R (1/1) [dB]
50	48.0	
63	52.9	51.2
80	57.7	
100	62.4	
125	66.7	65.3
160	70.1	
200	71.8	
250	69.2	69.5
315	68.4	
400	76.9	
500	83.9	80.7
630	89.3	
800	95.7	
1000	102.2	99.4
1250	108.6	
1600	115.0	
2000	120.4	118.3
2500	124.4	
3150	128.4	
4000	132.2	131.1
5000	135.9	

S = 10 m<sup>2</sup>



Lasketut ilmasteneristysluvut:

$R_w (C; C_{tr}) = 83 (-2; -6) \text{ dB}$	$C_{50-3150} = -4 \text{ dB}$	$C_{50-5000} = -3 \text{ dB}$	$C_{100-5000} = -1 \text{ dB}$
	$C_{tr,50-3150} = -13 \text{ dB}$	$C_{tr,50-5000} = -13 \text{ dB}$	$C_{tr,100-5000} = -6 \text{ dB}$

**Laskennallinen ilmaääneneristävyys rakenteelle**

**VS09**

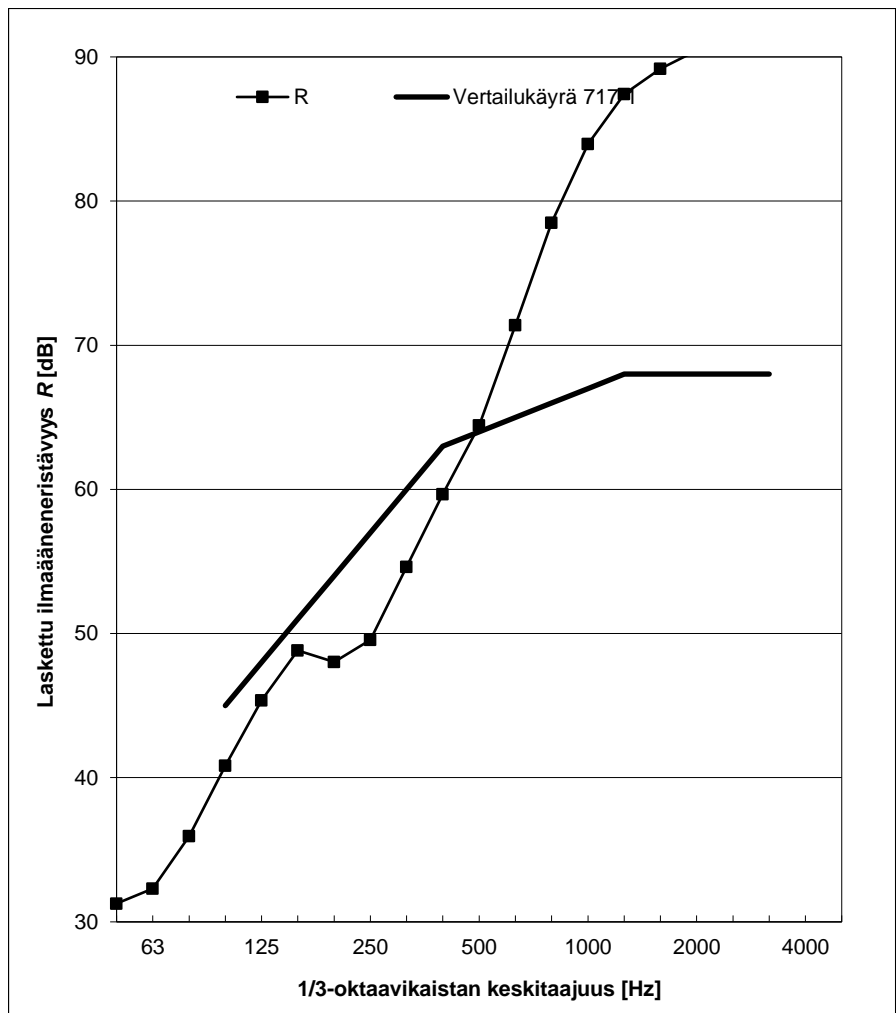
Rakennekerros		d
1	Palosuojakipsilevy	18 mm
2	CLT-massiivipuulevy	80 mm
3	Ilmaväli, jossa mineraalivillaeriste 50 mm	50 mm
4	CLT-massiivipuulevy	80 mm
5	Palosuojakipsilevy	18 mm

Rakenteen paksuus yhteensä

246 mm

f [Hz]	R (1/3) [dB]	R (1/1) [dB]
50	31.3	
63	32.3	32.8
80	35.9	
100	40.8	
125	45.4	43.8
160	48.8	
200	48.0	
250	49.6	50.0
315	54.6	
400	59.7	
500	64.4	63.0
630	71.4	
800	78.5	
1000	83.9	81.8
1250	87.4	
1600	89.2	
2000	90.5	91.1
2500	96.3	
3150	103.1	
4000	105.8	105.8
5000	115.6	

S = 10 m<sup>2</sup>



Lasketut ilmaääneneristysluvut:

$R_w (C; C_{tr}) = 64 (-2; -8) \text{ dB}$	$C_{50-3150} = -4 \text{ dB}$	$C_{50-5000} = -3 \text{ dB}$	$C_{100-5000} = -1 \text{ dB}$
	$C_{tr,50-3150} = -14 \text{ dB}$	$C_{tr,50-5000} = -14 \text{ dB}$	$C_{tr,100-5000} = -8 \text{ dB}$

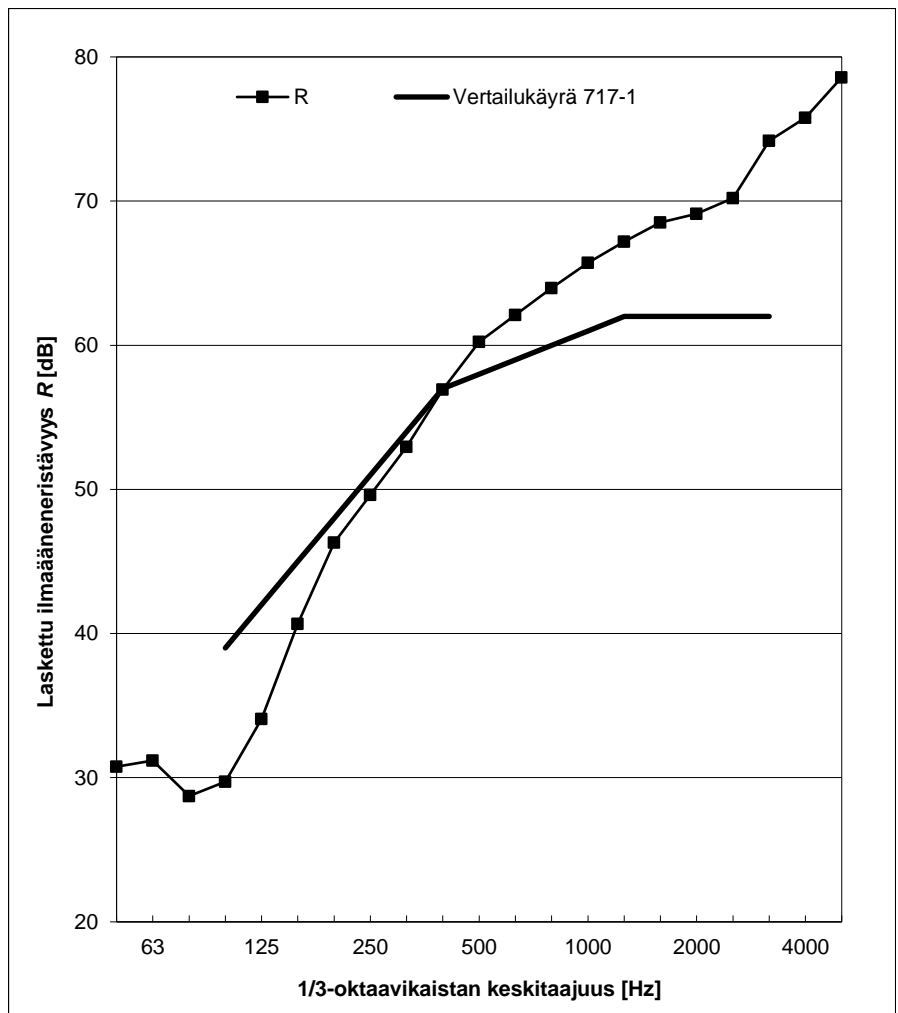
**Laskennallinen ilmaääneneristävyys rakenteelle**

**VS10**

Rakennekerros	d
1 Kipsilevy	12.5 mm
2 Teräsranka 66 mm k600 / välissä mineraalivillaeriste 50 mm	66 mm
3 Palosuojakipsilevy	15.2 mm
4 Kerrannaisliimattu viilupuu	75 mm
5 Palosuojakipsilevy	15.2 mm
6 Teräsranka 66 mm k600 / välissä mineraalivillaeriste 50 mm	66 mm
7 Kipsilevy	12.5 mm
<b>Rakenteen paksuus yhteensä</b>	<b>262.4 mm</b>

f [Hz]	R (1/3) [dB]	R (1/1) [dB]
50	30.8	
63	31.2	30.1
80	28.7	
100	29.7	
125	34.1	32.9
160	40.7	
200	46.3	
250	49.6	48.8
315	52.9	
400	56.9	
500	60.2	59.2
630	62.1	
800	64.0	
1000	65.7	65.4
1250	67.2	
1600	68.5	
2000	69.1	69.2
2500	70.2	
3150	74.2	
4000	75.8	75.8
5000	78.6	

S = 10 m<sup>2</sup>



Lasketut ilmaääneneristysluvut:

<b><math>R_w (C; C_{tr}) = 58 (-3; -10) \text{ dB}</math></b>	$C_{50-3150} = -4 \text{ dB}$	$C_{50-5000} = -3 \text{ dB}$	$C_{100-5000} = -2 \text{ dB}$
	$C_{tr,50-3150} = -13 \text{ dB}$	$C_{tr,50-5000} = -13 \text{ dB}$	$C_{tr,100-5000} = -10 \text{ dB}$

**Laskennallinen ilmajääneneristävyys rakenteelle**

**VS12a\_MW**

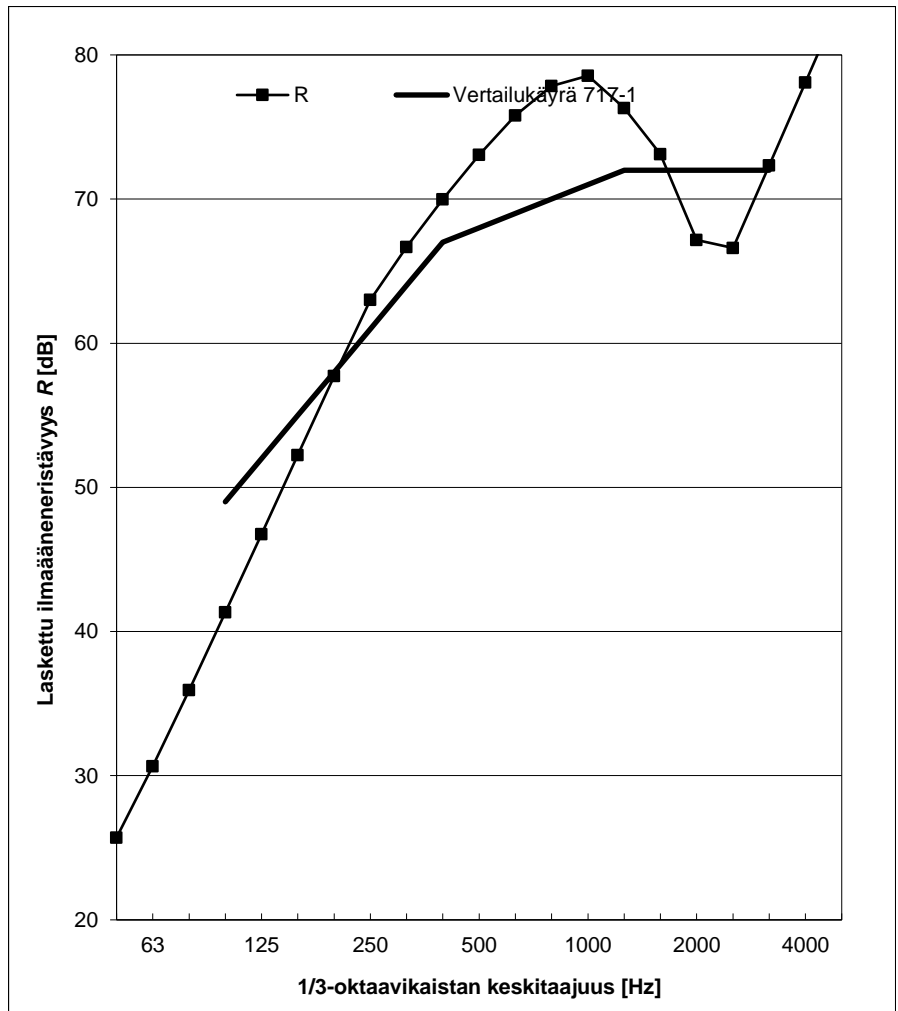
Rakennekerros	d
1 Palosuojakipsilevy	15.2 mm
2 OSB	18 mm
3 Puurunko 98 mm / välissä mineraalivillaeriste 100 mm	98 mm
4 Ilmaväli	20 mm
5 Puurunko 98 mm / välissä mineraalivillaeriste 100 mm	98 mm
6 OSB	18 mm
7 Palosuojakipsilevy	15.2 mm

Rakenteen paksuus yhteensä

282.4 mm

f [Hz]	R (1/3) [dB]	R (1/1) [dB]
50	25.7	
63	30.7	29.0
80	36.0	
100	41.3	
125	46.8	44.7
160	52.2	
200	57.7	
250	63.0	61.0
315	66.7	
400	70.0	
500	73.1	72.3
630	75.8	
800	77.8	
1000	78.6	77.5
1250	76.3	
1600	73.1	
2000	67.2	68.2
2500	66.6	
3150	72.3	
4000	78.1	75.9
5000	83.9	

S = 10 m<sup>2</sup>



Lasketut ilmajääneneristysluvut:

$R_w (C; C_{tr}) = 68 (-2; -9) \text{ dB}$	$C_{50-3150} = -7 \text{ dB}$	$C_{50-5000} = -6 \text{ dB}$	$C_{100-5000} = -1 \text{ dB}$
	$C_{tr,50-3150} = -20 \text{ dB}$	$C_{tr,50-5000} = -20 \text{ dB}$	$C_{tr,100-5000} = -9 \text{ dB}$

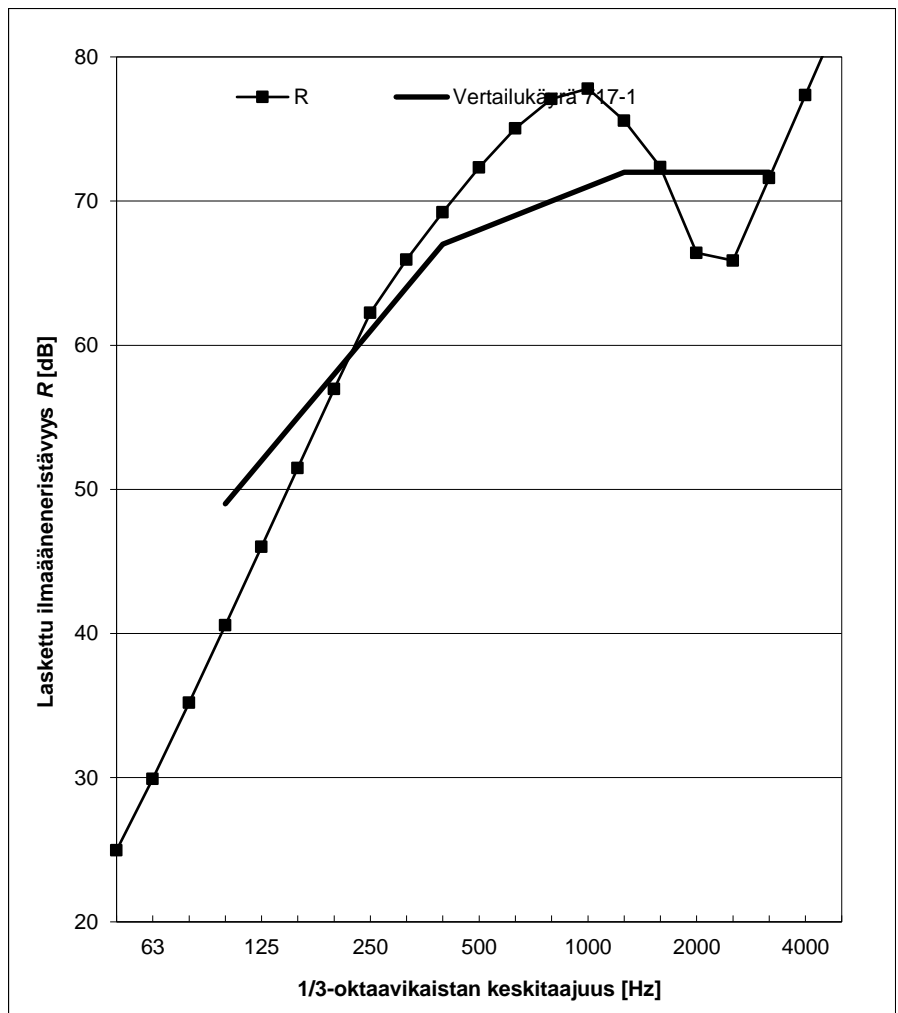
**Laskennallinen ilmajääneneristävyyden rakenteelle**

**VS12a\_WF**

Rakennekerros		d
1	Palosuoja-kipsilevy	15.2 mm
2	OSB	18 mm
3	Puurunko 98 mm / välissä puukuitueriste 100 mm	98 mm
4	Ilmaväli	20 mm
5	Puurunko 98 mm / välissä puukuitueriste 100 mm	98 mm
6	OSB	18 mm
7	Palosuoja-kipsilevy	15.2 mm
<b>Rakenteen paksuus yhteensä</b>		<b>282.4 mm</b>

f [Hz]	R (1/3) [dB]	R (1/1) [dB]
50	25.0	
63	29.9	28.2
80	35.2	
100	40.6	
125	46.0	44.0
160	51.5	
200	57.0	
250	62.3	60.2
315	65.9	
400	69.2	
500	72.3	71.6
630	75.1	
800	77.1	
1000	77.8	76.7
1250	75.6	
1600	72.4	
2000	66.4	67.4
2500	65.9	
3150	71.6	
4000	77.3	75.1
5000	83.1	

S = 10 m<sup>2</sup>



**Lasketut ilmajääneneristysluvut:**

<b>R<sub>w</sub> (C; C<sub>tr</sub>) = 68 (-3 ; -9) dB</b>	C <sub>50-3150</sub> = -8 dB	C <sub>50-5000</sub> = -7 dB	C <sub>100-5000</sub> = -2 dB
	C <sub>tr,50-3150</sub> = -21 dB	C <sub>tr,50-5000</sub> = -21 dB	C <sub>tr,100-5000</sub> = -9 dB

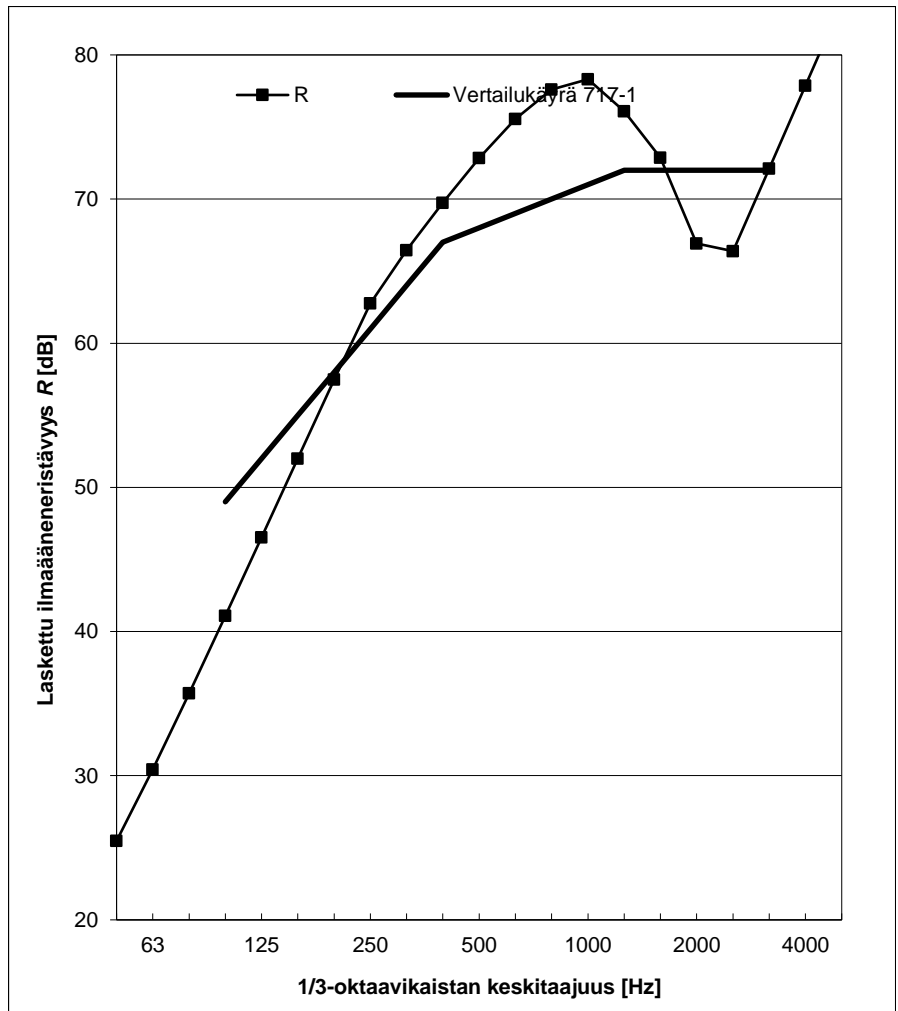
**Laskennallinen ilmasteneristävyyden rakenteelle**

**VS12a\_LCFI**

Rakennekerros	d
1 Palosuoja-kipsilevy	15.2 mm
2 OSB	18 mm
3 Puurunko 98 mm / välissä puhallusselluilla 100 mm	98 mm
4 Ilmaväli	20 mm
5 Puurunko 98 mm / välissä puhallusselluilla 100 mm	98 mm
6 OSB	18 mm
7 Palosuoja-kipsilevy	15.2 mm
<b>Rakenteen paksuus yhteensä</b>	<b>282.4 mm</b>

f [Hz]	R (1/3) [dB]	R (1/1) [dB]
50	25.5	
63	30.4	28.7
80	35.7	
100	41.1	
125	46.5	44.5
160	52.0	
200	57.5	
250	62.8	60.7
315	66.4	
400	69.7	
500	72.8	72.1
630	75.6	
800	77.6	
1000	78.3	77.2
1250	76.1	
1600	72.9	
2000	66.9	67.9
2500	66.4	
3150	72.1	
4000	77.9	75.6
5000	83.6	

S = 10 m<sup>2</sup>



Lasketut ilmasteneristysluvut:

<b><math>R_w (C; C_{tr}) = 68 (-3; -9) \text{ dB}</math></b>	$C_{50-3150} = -8 \text{ dB}$	$C_{50-5000} = -7 \text{ dB}$	$C_{100-5000} = -2 \text{ dB}$
	$C_{tr,50-3150} = -20 \text{ dB}$	$C_{tr,50-5000} = -20 \text{ dB}$	$C_{tr,100-5000} = -9 \text{ dB}$

**Laskennallinen ilmasteneristävyys rakenteelle**

**VS12b\_MW**

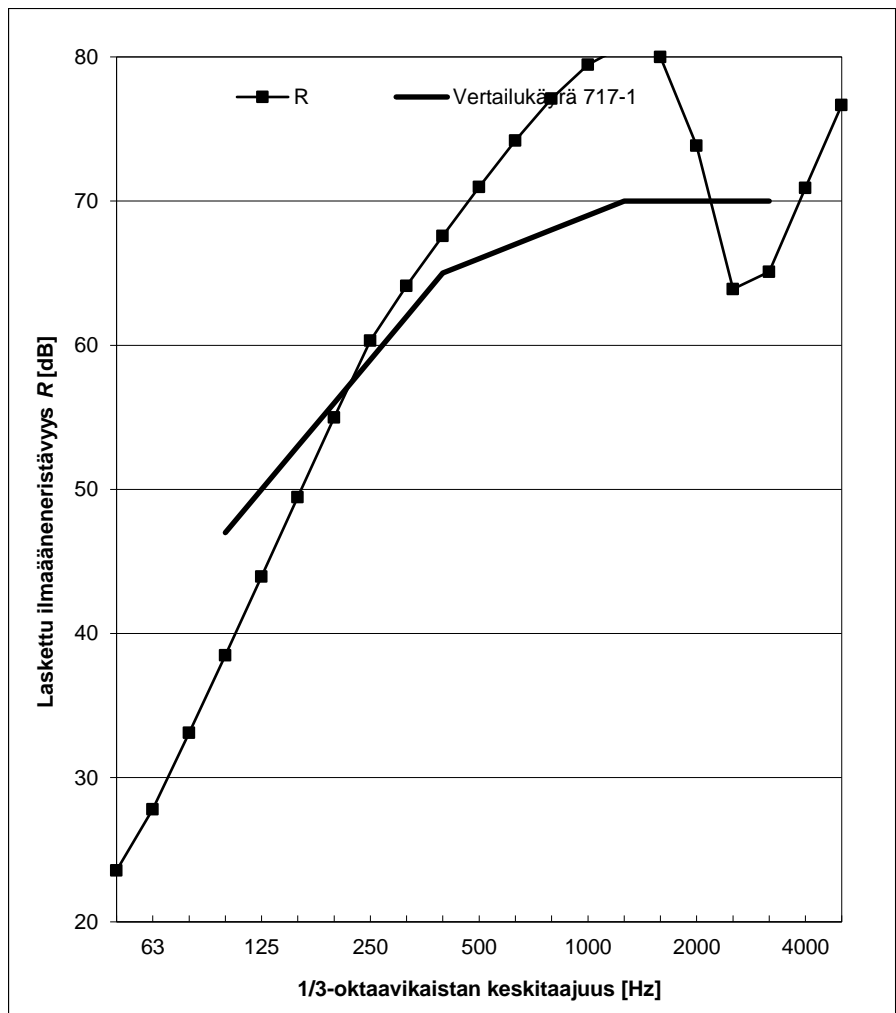
Rakennekerros		d
1	Palosuojakipsilevy	15.2 mm
2	Lastulevy	11 mm
3	Puurunko 98 mm / välissä mineraalivillaeriste 100 mm	98 mm
4	Ilmaväli	20 mm
5	Puurunko 98 mm / välissä mineraalivillaeriste 100 mm	98 mm
6	Lastulevy	11 mm
7	Palosuojakipsilevy	15.2 mm

Rakenteen paksuus yhteensä

268.4 mm

f [Hz]	R (1/3) [dB]	R (1/1) [dB]
50	23.6	
63	27.8	26.6
80	33.1	
100	38.5	
125	44.0	41.9
160	49.5	
200	55.0	
250	60.3	58.3
315	64.1	
400	67.6	
500	71.0	70.1
630	74.2	
800	77.1	
1000	79.5	78.8
1250	80.8	
1600	80.0	
2000	73.9	68.2
2500	63.9	
3150	65.1	
4000	70.9	68.6
5000	76.7	

S = 10 m<sup>2</sup>



Lasketut ilmasteneristysluvut:

$R_w (C; C_{tr}) = 66 (-3; -9) \text{ dB}$	$C_{50-3150} = -8 \text{ dB}$	$C_{50-5000} = -7 \text{ dB}$	$C_{100-5000} = -2 \text{ dB}$
	$C_{tr,50-3150} = -20 \text{ dB}$	$C_{tr,50-5000} = -20 \text{ dB}$	$C_{tr,100-5000} = -9 \text{ dB}$

**Laskennallinen ilmasteneristävyyden rakenteelle**

**VS12b\_WF**

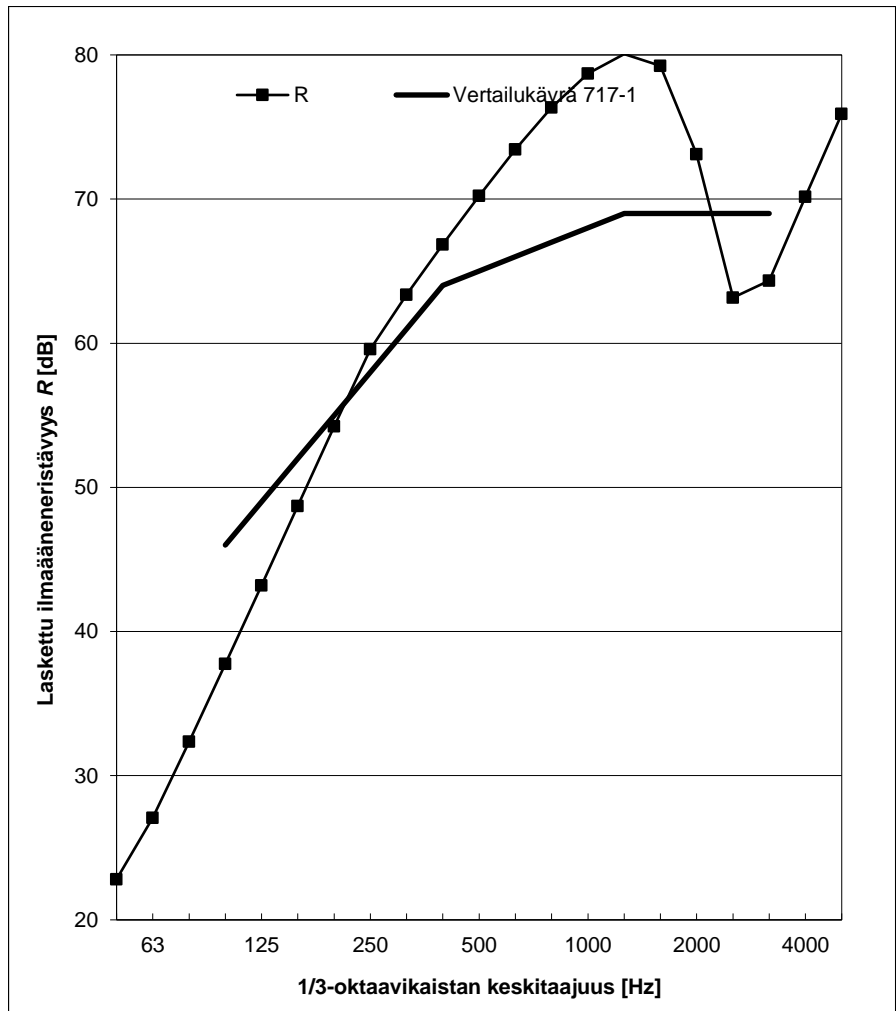
Rakennekerros	d
1 Palosuojaakipsilevy	15.2 mm
2 Lastulevy	11 mm
3 Puurunko 98 mm / välissä puukuitueriste 100 mm	98 mm
4 Ilmaväli	20 mm
5 Puurunko 98 mm / välissä puukuitueriste 100 mm	98 mm
6 Lastulevy	11 mm
7 Palosuojaakipsilevy	15.2 mm

Rakenteen paksuus yhteensä

268.4 mm

f [Hz]	R (1/3) [dB]	R (1/1) [dB]
50	22.8	
63	27.1	25.9
80	32.4	
100	37.8	
125	43.2	41.2
160	48.7	
200	54.2	
250	59.6	57.5
315	63.4	
400	66.8	
500	70.2	69.4
630	73.4	
800	76.4	
1000	78.7	78.1
1250	80.1	
1600	79.2	
2000	73.1	67.4
2500	63.2	
3150	64.4	
4000	70.2	67.9
5000	75.9	

S = 10 m<sup>2</sup>



Lasketut ilmasteneristysluvut:

$R_w (C; C_{tr}) = 65 (-3; -9) \text{ dB}$	$C_{50-3150} = -8 \text{ dB}$	$C_{50-5000} = -7 \text{ dB}$	$C_{100-5000} = -2 \text{ dB}$
	$C_{tr,50-3150} = -20 \text{ dB}$	$C_{tr,50-5000} = -20 \text{ dB}$	$C_{tr,100-5000} = -9 \text{ dB}$



**Laskennallinen ilmasteneristävyyden rakenteelle**

**VS12b\_LCFI**

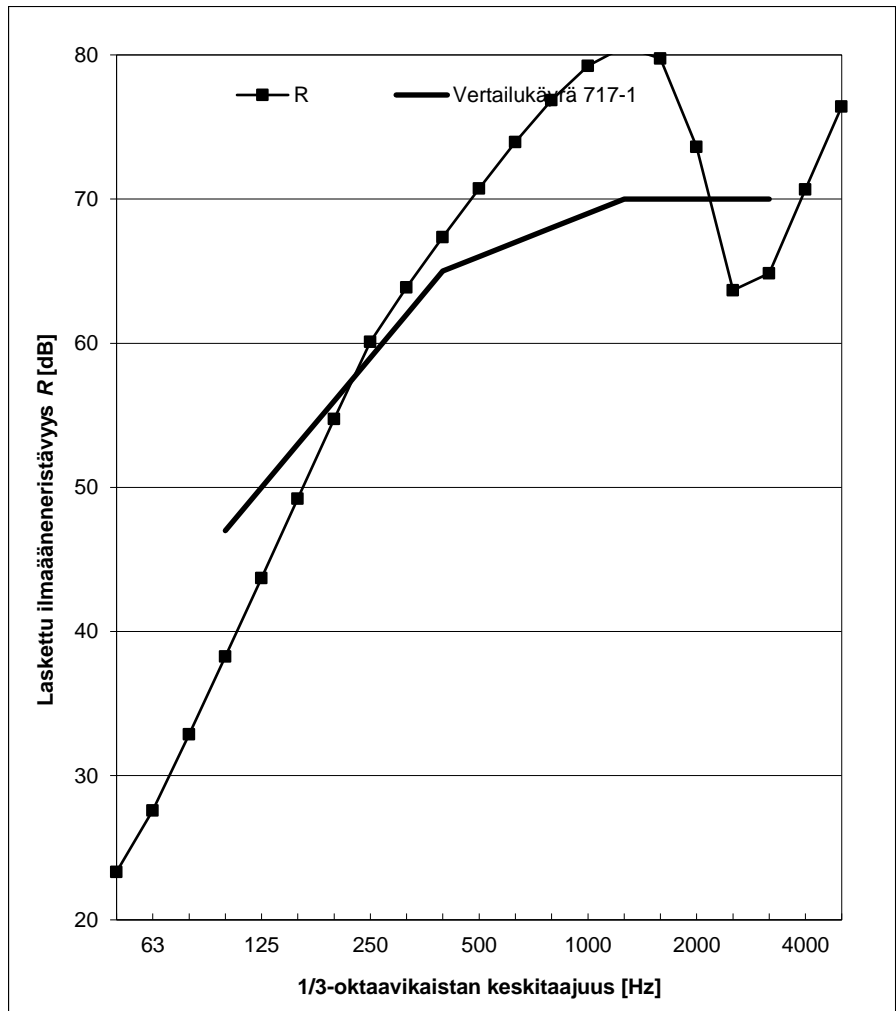
Rakennekerros	d
1 Palosuojaakipsilevy	15.2 mm
2 Lastulevy	11 mm
3 Puurunko 98 mm / välissä puhallusselluilla 100 mm	98 mm
4 Ilmaväli	20 mm
5 Puurunko 98 mm / välissä puhallusselluilla 100 mm	98 mm
6 Lastulevy	11 mm
7 Palosuojaakipsilevy	15.2 mm

Rakenteen paksuus yhteensä

268.4 mm

f [Hz]	R (1/3) [dB]	R (1/1) [dB]
50	23.3	
63	27.6	26.4
80	32.9	
100	38.3	
125	43.7	41.7
160	49.2	
200	54.7	
250	60.1	58.0
315	63.9	
400	67.4	
500	70.7	69.9
630	74.0	
800	76.9	
1000	79.2	78.6
1250	80.6	
1600	79.8	
2000	73.6	67.9
2500	63.7	
3150	64.9	
4000	70.7	68.4
5000	76.4	

S = 10 m<sup>2</sup>



Lasketut ilmasteneristysluvut:

$R_w (C; C_{tr}) = 66 (-3; -10) \text{ dB}$	$C_{50-3150} = -8 \text{ dB}$	$C_{50-5000} = -7 \text{ dB}$	$C_{100-5000} = -2 \text{ dB}$
	$C_{tr,50-3150} = -21 \text{ dB}$	$C_{tr,50-5000} = -21 \text{ dB}$	$C_{tr,100-5000} = -10 \text{ dB}$