

Rak-43.3415 Building physical design 2 - Acoustical design

Autumn 2015

Exercise 2. Solutions.

1.

- a) Laske 4 mm paksun teräslevyn (tiheys 7850 kg/m³) ja 13 mm paksun kipsilevyn (700 kg/m³) ilmäeneristävyydet massalalla oktaavikaistoittain välillä 125 - 4000 Hz. Piirrä tulokset samaan kuvaan. Calculate the sound reduction index of steel 4 mm and gypsum board 13 mm using the mass law. Plot the results in the same figure.
- b) Laske a)-kohdan kipsilevyn ilmäeneristävyys massalalla terssikaistoilla 100 - 3150 Hz ja laske tuloksista ilmäeneristysluku R_w . Calculate the SRI of gypsum board in 1a) in 1/3 octave bands and determine the weighted sound reduction index R_w .
- c) Laske a)-kohdan kipsilevyn (kimmomoduuli 3 GPa) ilmäeneristävyys RIL 243-1-2007 luvussa 5.2 esitetyllä laskentamallilla terssikaistoittain 100 - 5000 Hz ja määritä ilmäeneristysluku R_w . Esitä tulos graafisesti. Kuinka paljon ilmäeneristysluku tuli yliarvioitua, kun huomioitiin pelkkä massalaki? Calculate the SRI of gypsum board in 1a) using the model in RIL243-1-2007 Section 5.2, plot the result graphically. How much was the SRI overestimated when only mass law was considered?

Solution.

a)

Massalaki:

$$R = 20 \lg(m \cdot f) - 48 \text{ dB}$$

jossa

m = levyn pintamassa [kg/m²]
 f = taajuus [Hz]

Teräs:

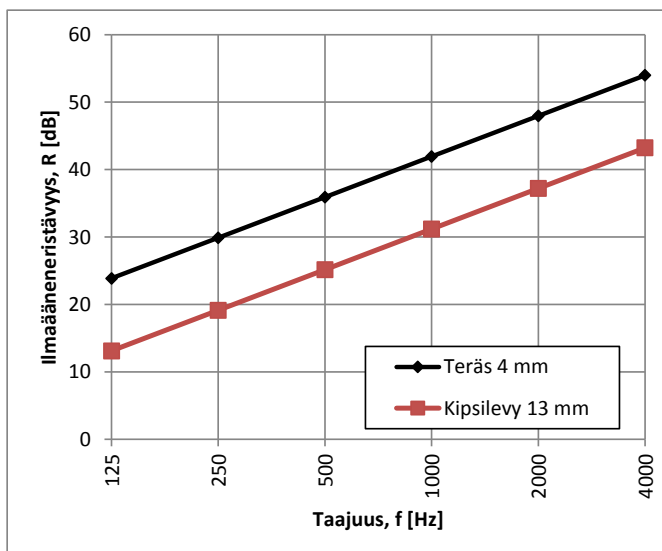
h = 0,004 m
 ρ = 7850 kg/m³
 m = 31,4 kg/m²

Kipsilevy:

h = 0,013 m
 ρ = 700 kg/m³
 m = 9,1 kg/m²

Ilmäeneristävyys oktaavikaistoittain:

Taajuus [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
R [dB] teräs	23,9	29,9	35,9	41,9	48,0	54,0
R [dB] kipsilevy	13,1	19,1	25,2	31,2	37,2	43,2



Massalain mukaan ääneneristävyys kasvaa 6 dB, kun pintamassa tai taajuus kaksinkertaistuu. Laki ei kuitenkaan todellisuudessa päde koko taajuusalueella, kuten tässä tehtävässä oletettiin.

b)

$$R = 20 \lg(m \cdot f) - 48 \text{ dB}$$

Kipsilevy:

h =	0,013	m
ρ =	700	kg/m ³
m` =	9,1	kg/m ²

Laskentatulokset ja ISO 717-1 vertailukäyrän arvot ilmaääneneristysluvun ollessa 50 dB:

f [Hz]	R [dB]	ISO 717-1 vertailukäyrä [dB]	ei-toivotut poikkeamat [dB]	
100	11,2	31	19,8	
125	13,1	34	20,9	
160	15,3	37	21,7	
200	17,2	40	22,8	
250	19,1	43	23,9	
315	21,1	46	24,9	
400	23,2	49	25,8	
500	25,2	50	24,8	
630	27,2	51	23,8	
800	29,2	52	22,8	
1000	31,2	53	21,8	
1250	33,1	54	20,9	
1600	35,3	54	18,7	
2000	37,2	54	16,8	
2500	39,1	54	14,9	summa:
3150	41,1	54	12,9	337,1 dB > 32,0 dB

Ilmaääneneristysluku R_w määritetään siten, että standardissa ISO 717-1 annettua vertailukäyrää siirretään 1 dB:n askelin sellaiseen asemaan, että ns. ei-toivottujen poikkeamien summa ei ylitä arvoa 32,0 dB. Ei-toivottu poikkeama tarkoittaa, että ilmaääneneristysluvun arvo on pienempi kuin vertailukäyrän arvo tietyllä taajuuskaistalla. Kun vertailukäyrä on siirretty sellaiseen asemaan, että em. ehto täyttyy, voidaan R_w -arvo lukea 500 Hz:n kohdalta vertailukäyrältä.

HUOM. Ilmaääneneristysluku määritetään terssikaistoilta 100 - 3150 Hz, vaikka mittaus tai laskenta olisi suoritettu tätä laajemmalla taajuuskaistalla.

Nyt ehto ei-toivottujen poikkeamien summalle ei täyty, joten vertailukäyrää joudutaan siirtämään. Pienennetään vertailukäyrän arvoja 1 dB:n askelin, kunnes ehto täyttyy.

f [Hz]	R [dB]	ISO 717-1 vertailukäyrä [dB]	ei-toivotut poikkeamat [dB]
100	11,2	10	0,0
125	13,1	13	0,0
160	15,3	16	0,7
200	17,2	19	1,8
250	19,1	22	2,9
315	21,1	25	3,9
400	23,2	28	4,8
500	25,2	29	3,8
630	27,2	30	2,8
800	29,2	31	1,8
1000	31,2	32	0,8
1250	33,1	33	0,0
1600	35,3	33	0,0
2000	37,2	33	0,0
2500	39,1	33	0,0
3150	41,1	33	0,0
			summa:
			23,3 dB < 32,0 dB

Nyt vertailukäyrä on korkeimmassa mahdollisessa asemassa siten, että ei-toivottujen poikkeamien summa on alle 32,0 dB. Ilmaääneneristysluvun arvo voidaan lukea 500 Hz:n kohdalta vertailukäyrältä.

Kipsilevyn ilmaääneneristyslukuksi massalain mukaan laskettuna saadaan $R_w = 29$ dB.

c)

Laskentamalli:

$$R = \begin{cases} 20 \log(m' f) - 48, & f < \frac{1}{2} f_c \\ 20 \log(m' f) + 10 \log \left[\eta \left(\frac{f}{f_c} - 1 \right) \right] - 44, & f \geq f_c \end{cases}$$

jossa

- m' = levyn pintamassa [kg/m^2]
- f_c = koinsidenssin rajataajuus [Hz]
- η = häviökerroin [-]

Koinsidenssin rajataajuus lasketaan yhtälöstä:

$$f_c = \frac{c_0^2}{2\pi} \sqrt{\frac{m'}{B}} = \frac{c_0^2}{2\pi} \sqrt{\frac{12(1 - \mu^2)m'}{Eh^3}}$$

jossa

- c_0 = äänen nopeus ilmassa (noin 343 m/s)
- m' = levyn pintamassa [kg/m^2]
- B = levyn taivutusjäykkyys [Nm]
- μ = Poissonin suhde [-]
- E = kimmomoduli [Pa]

nyt

$$\begin{aligned}c_0 &= 343 \text{ m/s} \\ m' &= 9,1 \text{ kg/m}^2 \\ h &= 0,013 \text{ m} \\ E &= 3000000000 \text{ Pa} \\ \eta &= 0,02 \\ \mu &= 0,25\end{aligned}$$

Koinsidenssin rajataajuudeksi saadaan:

$$f_c = \frac{c_0^2}{2\pi} \sqrt{\frac{m'}{B}} = \frac{c_0^2}{2\pi} \sqrt{\frac{12(1-\mu^2)m'}{Eh^3}} = 2334 \text{ Hz}$$

ja rajataajuuden puolikkaaksi:

$$\frac{1}{2} f_c = 1167 \text{ Hz}$$

Ilmääneneristävyyttä lasketaan siis terssikaistaan 1000 Hz saakka laskentamallin ensimmäisellä kaavalla ($f < 1/2f_c$) ja kaistoilla 2500 - 5000 Hz jälkimmäisellä kaavalla ($f \geq f_c$). Väliin jäävä alue saadaan yhdistämällä mallilla saatavat käyrät toisiinsa suoralla viivalla (interpoloimalla).

Lasketaan ilmääneneristävyyttä terssikaistoittain:

f [Hz]	1. yhtälö	välialue	2. yhtälö	R [dB]
100	11,2			11,2
125	13,1			13,1
160	15,3			15,3
200	17,2			17,2
250	19,1			19,1
315	21,1			21,1
400	23,2			23,2
500	25,2			25,2
630	27,2			27,2
800	29,2			29,2
1000	31,2			31,2
1250		27,1		27,1
1600		22,9		22,9
2000		18,8		18,8
2500			14,7	14,7
3150			23,6	23,6
4000			28,8	28,8
5000			32,7	32,7

Välialueella käytetty interpolointiaskelman suuruutena: 4,1 dB.

Määritetään seuraavaksi ilmasteneristysluku R_w .

f [Hz]	R [dB]	ISO 717-1 vertailukäyrä [dB]	ei-toivotut poikkeamat [dB]	
100	11,2	11	0,0	
125	13,1	14	0,9	
160	15,3	17	1,7	
200	17,2	20	2,8	
250	19,1	23	3,9	
315	21,1	26	4,9	
400	23,2	29	5,8	
500	25,2	30	4,8	
630	27,2	31	3,8	
800	29,2	32	2,8	
1000	31,2	33	1,8	
1250	27,1	34	6,9	
1600	22,9	34	11,1	
2000	18,8	34	15,2	
2500	14,7	34	19,3	summa:
3150	23,6	34	10,4	96,1 dB > 32,0 dB

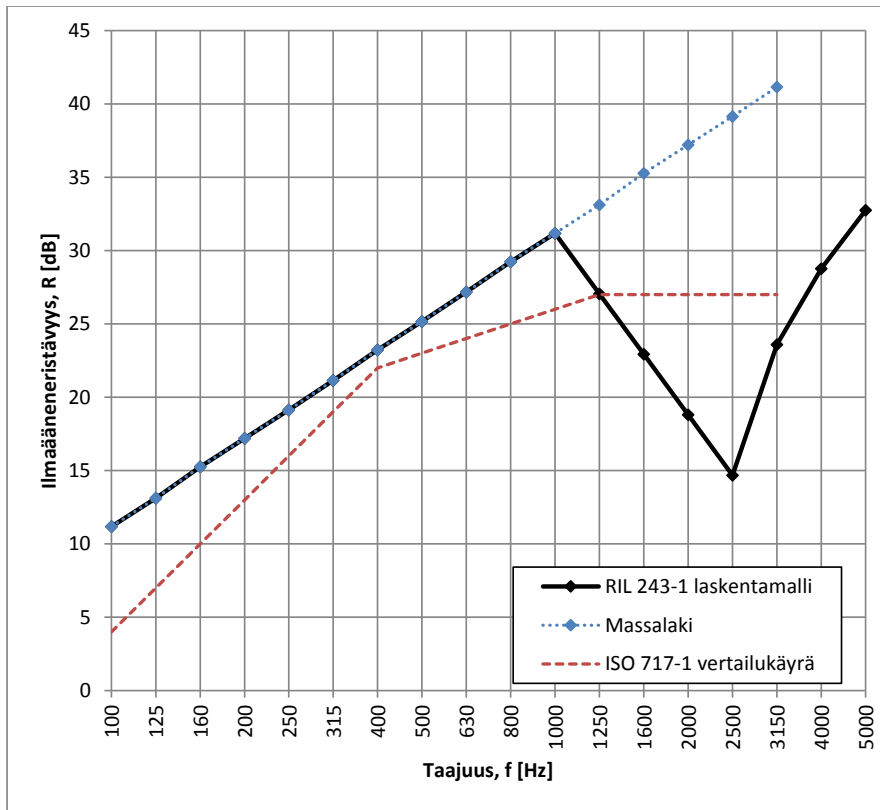
Ehto ei-toivottujen poikkeamien summalle ei täyty, joten vertailukäyrää joudutaan siirtämään. Pienennetään vertailukäyrän arvoja 1 dB:n askelin, kunnes ehto täyttyy.

f [Hz]	R [dB]	ISO 717-1 vertailukäyrä [dB]	ei-toivotut poikkeamat [dB]	
100	11,2	4	0,0	
125	13,1	7	0,0	
160	15,3	10	0,0	
200	17,2	13	0,0	
250	19,1	16	0,0	
315	21,1	19	0,0	
400	23,2	22	0,0	
500	25,2	23	0,0	
630	27,2	24	0,0	
800	29,2	25	0,0	
1000	31,2	26	0,0	
1250	27,1	27	0,0	
1600	22,9	27	4,1	
2000	18,8	27	8,2	
2500	14,7	27	12,3	summa:
3150	23,6	27	3,4	28,0 dB < 32,0 dB

Nyt vertailukäyrä on korkeimmassa mahdollisessa asemassa siten, että ei-toivottujen poikkeamien summa on alle 32,0 dB. Ilmasteneristysluvun arvo voidaan lukea 500 Hz:n kohdalta vertailukäyrältä.

Kipsilevyn ilmasteneristyslukuksi saadaan $R_w = 23$ dB.

Pelkällä massalla laskenta antoi siis tässä tapauksessa 6 dB suuremman arvon (ks. b-kohta)



2.

a) Laske ideaalisen kytkemättömän kaksinkertaisen levyseinän ilmaääneneristävyyttä RIL 243-1-2007:n luvussa 5.2 esitettyllä laskentamallilla terssikaistoilla 100 - 3150 Hz. Esitä tulos graafisesti ja laske myös ilmaääneneristysluku R_w . Levyjen väliin jäävän absorboivan ilmapälin paksuus on 100 mm. Pintalevyinä on samat kipsilevyt kuin tehtävässä 1. *Calculate the SRI of ideal uncoupled double-leaf partition in 1/3 bands using the model in RIL243-1-2007 Section 5.2, plot the result graphically and determine R_w . Plates are the same gypsum boards as in assignment 1. Width of the absorbing airspace is 100mm.*

b) Kuinka paljon rakenteen ilmaääneneristävyyttä heikkenee laskentamallin perusteella, jos ilmapäli jätetään tyhjäksi? Ilmapälin koko on 580 x 2400 mm. *How much does the SRI deteriorate according to the calculation model is the airspace (size given above) is left empty?*

Solution.

a)

Laskentamalli ideaalisen kaksoisrakenteen ilmaääneneristävyydelle:

$$R_{ideal} = \begin{cases} 20 \log((m_1 + m_2)f) - 48, & f < f_{mam} \\ R_1 + R_2 + 20 \log fd - 29, & f_{mam} < f \leq f_l \\ R_1 + R_2 + 6, & f > f_l \end{cases}$$

jossa

$$f_l = \frac{c_0}{6d}$$

ja

$$f_{mam} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1,8 \rho_0 c_0^2 (m_1 + m_2)}{dm_1 m_2}} = 80 \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{dm_1 m_2}}$$

jossa

R_1 = pintalevyn 1 ilmaääneneristävyyttä

R_2 = pintalevyn 2 ilmaääneneristävyyttä

m_1 = levyn 1 pintamassa [kg/m²]

m_2 = levyn 2 pintamassa [kg/m²]

d = ilmapälin paksuus [m]

ρ_0 = ilman tiheys [kg/m³]

c_0 = äänen nopeus ilmassa (343 m/s)

f_{mam} = massa-ilma-massa resonanssitaajuus

f_l = ilmapälin paksuudesta johtuva resonanssitaajuus

nyt

R_1 = ks. tehtävän 1b tulos

R_2 = ks. tehtävän 1b tulos

m_1 = 9,1 kg/m²

m_2 = 9,1 kg/m²

d = 0,100 m

ρ_0 = 1,18 kg/m³

c_0 = 343 m/s

Lasketaan massa-ilma-massa resonanssitaajuus ja rajataajuus f_i :

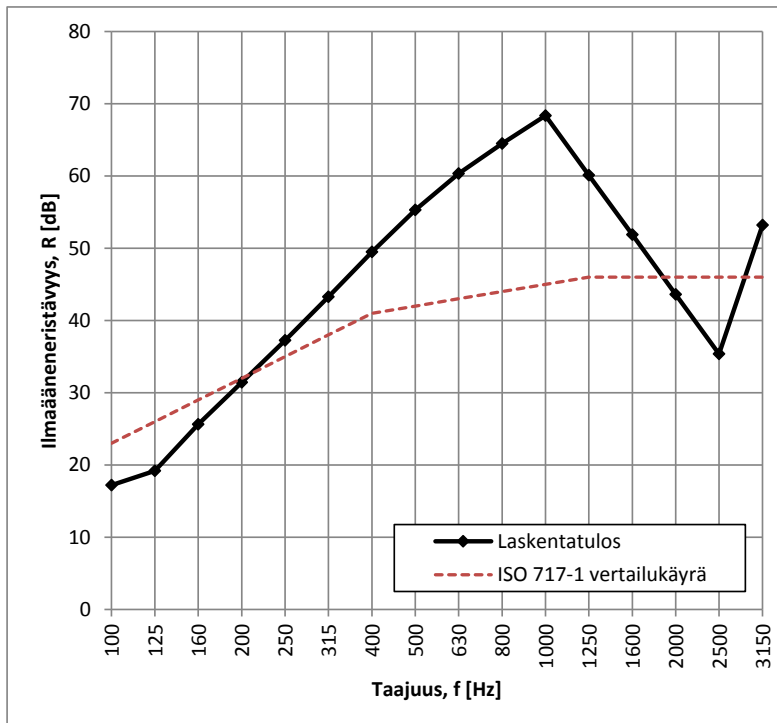
$$f_{\text{mam}} = 118,6 \text{ Hz}$$

$$f_i = 571,7 \text{ Hz}$$

Ilmaääneneristävyyttä lasketaan siis alimmalla terssikaistalla 100 Hz laskentamallin ensimmäisellä kaavalla ($f < f_{\text{mam}}$).
Kaistoilla 125 - 500 Hz käytetään kaavaa 2 ($f_{\text{mam}} < f < f_i$) ja kaistoilla 630 - 3150 Hz kaavaa 3 ($f > f_i$).

f [Hz]	$R_1 = R_2$ [dB]	R_{ideal} [dB]	ISO 717-1 [dB]	ei-toivotut poikkeamat [dB]
100	11,2	17,2	kaava 1 23	5,8
125	13,1	19,2	kaava 2 26	6,8
160	15,3	25,6	29	3,4
200	17,2	31,4	32	0,6
250	19,1	37,2	35	0,0
315	21,1	43,3	38	0,0
400	23,2	49,5	41	0,0
500	25,2	55,3	42	0,0
630	27,2	60,3	kaava 3 43	0,0
800	29,2	64,5	44	0,0
1000	31,2	68,4	45	0,0
1250	27,1	60,1	46	0,0
1600	22,9	51,9	46	0,0
2000	18,8	43,6	46	2,4
2500	14,7	35,4	46	10,6
3150	23,6	53,2	46	0,0
				summa:
				29,6 dB < 32,0 dB

Ideaalisen rakenteen ilmaääneneristyslukuksi saadaan $R_w = 42$ dB.



b)

Kaksoisrakenteen, jossa ilmvälin absorptio on epäideaalinen, ilmaääneneristävyyttä merkitään R_{real} , joka voidaan laskea yhtälöillä:

$$R_{real} = \begin{cases} R_{ideal}, & f < f_1 \\ R_{ideal} + \Delta R_{abs}, & f \geq f_1 \end{cases}$$

$$\Delta R_{abs} = 10 \log_{10} \alpha_{eff}$$

$$f_1 = \frac{c_0}{2L}$$

jossa

ΔR_{abs} = ilmvälin epätäydellisestä absorptiosta johtuva heikennys ääneneristävyyteen

α_{eff} = ilmvälin efektiivinen absorptiosuhde (0...1)

f_1 = ilmvälin alin resonanssitaajuus

L = suurempi dimensioista ilmvälin leveys / korkeus

nyt

α_{eff} = 0,05 koko taajuusalueella

L = 2,400 m

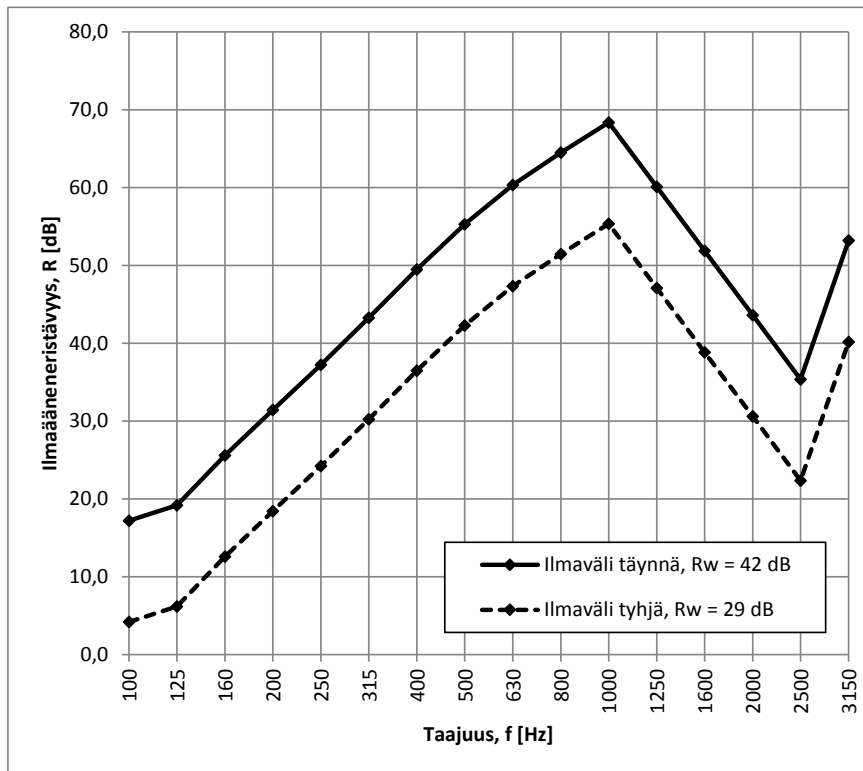
f_1 = 71,5 Hz

Ilmvälin resonanssitaajuuden f_1 yläpuolella ilmvälissä tapahtuu kaiuntaa, joka heikentää ääneneristävyyttä.

Mineraalivillan tai vastaavan täyttemateriaalin merkitys on kaiunnan poistaminen. Tätä myötä myös ääneneristävyys paranee.

Lasketun resonanssitaajuuden $f_1 = 71$ Hz perusteella heikennystermi ΔR_{abs} otetaan huomioon koko tarkasteltavalla taajuuskaistalla 100 - 3150 Hz:

f [Hz]	R_{ideal} [dB]	ΔR_{abs}	R_{real} [dB]	ISO 717-1 [dB]	ei-toivotut poikkeamat [dB]	
100	17,2	-13,0	4,2	10	5,8	
125	19,2	-13,0	6,2	13	6,8	
160	25,6	-13,0	12,6	16	3,4	
200	31,4	-13,0	18,4	19	0,6	
250	37,2	-13,0	24,2	22	0,0	
315	43,3	-13,0	30,2	25	0,0	
400	49,5	-13,0	36,5	28	0,0	
500	55,3	-13,0	42,3	29	0,0	
630	60,3	-13,0	47,3	30	0,0	
800	64,5	-13,0	51,5	31	0,0	
1000	68,4	-13,0	55,4	32	0,0	
1250	60,1	-13,0	47,1	33	0,0	
1600	51,9	-13,0	38,9	33	0,0	
2000	43,6	-13,0	30,6	33	2,4	
2500	35,4	-13,0	22,4	33	10,6	summa:
3150	53,2	-13,0	40,2	33	0,0	29,7 dB < 32,0 dB



Kaksoisrakenteen ilmaääneneristävyys heikkenee laskennallisesti 13 dB, jos ilmaväli on tyhjä. Todellisuudessa heikennys ei olisi vakio kaikilla taajuuksilla, koska ilmavälin efektiivinen absorptiosuhde riippuu taajuudesta niin kuin absorptiosuhde yleensäkin. Ilmavälin absorptiosuhteelle ei ole olemassa taulukkoarvoja, koska sama ilmavälin täyttömateriaali tuottaa eri absorptiosuhteen erilaisissa ilmaväleissä. Tämän vuoksi efektiivinen absorptiosuhde usein oletetaan vakioksi.

3.

Asuinkerrostalon saneerauksen yhteydessä rakennetaan 30 m^3 ilmastointikonehuone asuinhuoneiston viereen. Tilojen välille jää alkuperäinen 80 mm paksu kevytbetoniseinä, jonka leveys on 5 m . Konehuoneeseen asennetaan kolme kompressoria, joista yhden äänitehotaso on annettu alla. Kuinka voimakkaana konehuoneen melu kuuluu viereisessä asunnon olohuoneessa, jonka huonekorkeus on $2,5 \text{ m}$ ja tilavuus 40 m^3 ? Onko laskentatuloksen perusteella syytä ryhtyä korjaustoimiin?

Laske kevytbetoniseinän ääneneristävyyden massalaila. Vaimentamattoman konehuoneen jälkikaiunta-aika on $1,5 \text{ s}$ ja kalustetun olohuoneen $0,5 \text{ s}$ kaikilla taajuuksilla. *A ventilation machinery room (30 m3) is built next to an apartment. The separating wall is lightweight concrete 80 mm, width 5 m. Three compressor are installed in the machinery room, each with sound power given below. What is the sound level caused by the compressors in the living room of the neighbouring apartment? Would you recommend some noise control measures? Living room height is 2,5 m and volume 40 m3. Reverberation time of machinery room is 1,5 s and that of living room 0,5 s at all frequencies.*

Taajuus [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
Kompressorin L_w [dB]	75	77	76	76	73	67

Solution.

Lasketaan ensin äänenpainetaso lähetystilassa, eli konehuoneessa.

Huonevaimennus:

$$L_p = L_w - 10 \log_{10} \left(\frac{A}{4} \right)$$

Jälkikaiunta-aika:

$$T = 0,16 \frac{V}{A} \Leftrightarrow A = 0,16 \frac{V}{T}$$

nyt

$V_1 =$	30	m^3	konehuoneen tilavuus
$V_2 =$	40	m^3	asuinhuoneen tilavuus
$S =$	12,5	m^2	erottavan rakenteen pinta-ala

Kolmen kompressorin aiheuttama äänitehotaso lasketaan kaavalla

$$L_{w,tot} = 10 \log_{10} \left(\sum_{i=1}^n 10^{L_{w,i}/10} \right)$$

Taajuus [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
L_w (1 kompressori) [dB]	75	77	76	76	73	67
L_w (3 kompressoria) [dB]	79,8	81,8	80,8	80,8	77,8	71,8
T_1 [s]	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
A_1 [m^2 -Sab]	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
$10 \log(A_1/4)$ [dB]	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
$L_{p,1}$ [dB]	80,7	82,7	81,7	81,7	78,7	72,7

Ilmaääneneristävyyden määritelmästä saadaan:

$$L_{p,2} = L_{p,1} - R + 10 \log \frac{S}{A_2}$$

Arvioidaan 50 mm kevytbetoniseinän ilmastäneristävyyss massalaila

$$R = 20 \log (m` f) - 48 \text{ dB}$$

nyt

$\rho =$	600	kg/m ³	(kirjallisuuden perusteella kevytbetonille 400...600 kg/m ³)			
$h =$	0,080	m				
$m` =$	48	kg/m ²				

Taajuus [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
R [dB]	27,6	33,6	39,6	45,6	51,6	57,7

Lasketaan äänitaso vastaanottotilassa, eli olohuoneessa

Taajuus [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
$L_{p,1}$ [dB]	80,7	82,7	81,7	81,7	78,7	72,7
R [dB]	27,6	33,6	39,6	45,6	51,6	57,7
T_2 [s]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
A_2 [m ² -Sab] = 0,16V ₂ /T ₂	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8
10log(S/A ₂) [dB]	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
$L_{p,2}$ [dB]	52,9	48,9	41,9	35,8	26,8	14,8
A-painotus [dB]	-16,1	-8,6	-3,2	0,0	1,2	1,0
$L_{pA,2}$ [dB]	36,8	40,3	38,7	35,8	28,0	15,8

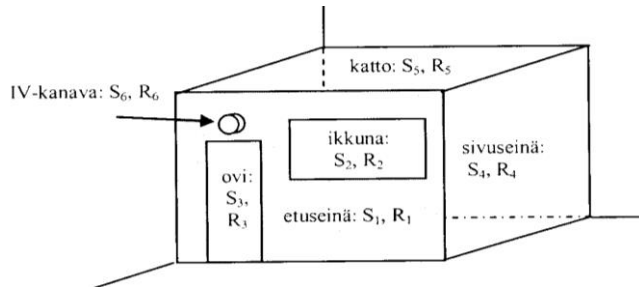
A-painotettu kokonaisäänitaso:

$$L_{pA_tot} = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{L_{pA_i}/10} = 44 \text{ dB}$$

Laskettu äänitaso ylittää selvästi RakMK C1-1998:ssa esitetyn vaatimuksen suurimmalle sallitulle LVIS-laitteiden aiheuttamalle keskiäänitasolle asuinhuoneessa (28 dBA). Todellisuudessa melutaso olisi todennäköisesti vielä tätä suurempi, koska laskennassa ei huomioitu sivutiesiirtymää. Korjaustoimiin on siis syytä ryhtyä.

4.

Teollisuushallissa on valvomo, joka on erotettu ympäristöstään väliseinillä ja -katolla alla olevan kuvan mukaisesti. Laske kuinka voimakkaana melu kuuluu valvomohuoneeseen, kun teollisuushallissa vallitseva A-painotettu äänenpainetaso on 95 dB. Yhdessä valvomohuoneen seinistä on ikkuna ja ovi sekä ilmanvaihtokanava. Oheisessa taulukossa on annettu eri rakenne-elementtien pinta-alat ja ääneneristävyydet. Valvomon sisätilavuus on 30 m³ ja absorptioala 10 m²-Sab kaikilla taajuuksilla. A control room is situated in an industrial building, separated from the surroundings by walls and roof as depicted below. What is the sound level in the control room when the SPL in the space outside the control room is 95 dB? The SRIs and areas of different elements in the control room wall are given in the figure. The volume of the control room is 30 m³ and absorption area 10 m²-Sab at all frequencies.



Rakenneosa	S [m ²]	R / D _{n,c} [dB]
etuseinä	10	45
sivuseinä	10	45
katto	16	40
ovi	2	37
ikkuna	1,5	32
IV-kanava	10	25

Solution.

Eri osista koostuvan rakenteen yhteisääneneristävyys voidaan laskea yhtälöstä:

$$R_{yhteis} = 10 \log \left[\frac{\sum_i S_i}{\sum_i S_i 10^{-R_i/10}} \right]$$

jossa

S_i = rakennusosan i pinta-ala

R_i = rakennusosan i ilmaääneneristävyys

Jos rakenteessa on pieniä elementtejä, kuten korvausilmaventtiilejä tai LVI-läpivientejä, niiden ilmaääneneristävyytenä käytetään normalisoitua yksikköääneneristävyyttä D_{n,e}. Elementtien nimellispinta-alana käytetään arvoa 10 m².

Lasketaan valvomon rakenteiden yhteisääneneristävyys:

$$R_{yhteis} = \frac{49,5}{10 * 0,00003 * 2 + 16 * 0,0001 + 2 * 0,0002 + 1,5 * 0,0006 + 10 * 0,003}$$

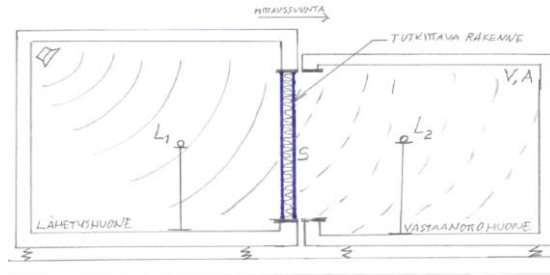
$$= 31,5 \text{ dB}$$

Ilmaääneneristävyyden määritelmä:

$$R = L_{p,1} - L_{p,2} + 10 \log \frac{S}{A_2}$$

jossa

- $L_{p,1}$ = äänenpainetaso lähetyshuoneessa
- $L_{p,2}$ = äänenpainetaso vastaanottohuoneessa
- S = erottavan rakenteen pinta-ala
- A_2 = vastaanottohuoneen absorptioala



Ilmaääneneristysluvun määritelmästä saadaan

$$L_{p,2} = L_{p,1} - R + 10 \log \frac{S}{A_2}$$

nyt

- $L_{p,1}$ = 95 dB
- R = 31,5 dB
- S = 49,5 m²
- A_2 = 10 m²-Sab

A-painotettu äänitaso valvomohuoneessa:

$$L_{p,2} = 95dB - 31,5dB + 10 \log \frac{49,5}{10} = 70,5 \text{ dB}$$

HUOM:

- tarkempi tarkastelu tulisi tehdä taajuuskaistoittain; tällöin saataisiin myös tieto melun taajuusjakaumasta valvomohuoneessa, mikä olisi tärkeää melun häiritsevyyttä arvioitaessa ja vaimennustoimenpiteitä suunniteltaessa

- ilmaääneneristyslukuihin perustuvassa laskennassa tulee huomioiduksi vain taajuudet 100 - 3150 Hz, vaikka melun taajuusjakauma voi todellisuudessa olla laajempi (koneista ja laitteista syntyvä melu erityisesti matalilla taajuuksilla)