

SISÄASIAINMINISTERIÖ

Suomen rakentamismääräyskokoelma

C 5

ÄÄNENERISTYS

Ohjeet

1978

Ääneneristys Ohjeet

Nämä ohjeet kuuluvat Suomen rakentamismääräyskokoelmaan, josta on määrätty sisäasiainministeriön päätöksellä (867/75). Ohjeet liittyvät ääneneristyksestä annettuihin määräyksiin.

Helsingissä 8 päivänä kesäkuuta 1978

Osastopäällikkö Ylijohtaja Olavi Syrjänen

Yli-insinööri Esko Mononen

Sisältö

- 1 Käsitteitä ja merkintöjä
- 2 Mittausmenetelmät
 - 2.1 Yleistä
 - 2.2 Ilmaääneneristävyys
 - 2.2.1 Keskimääräinen ilmaääneneristävyys
 - 2.2.2 Ilmaääneneristysindeksi
 - 2.3 Askelääneneristävyys
 - 2.3.1 Askeläänitasoaindeksi
 - 2.4 Melutaso
 - 2.4.1 Mittaukset
 - 2.4.2 Laskenta ja korjaukset
 - 2.4.3 Melutasojen arviointi
 - 3 Seinien ja välipohjien ilmaääneneristävyys
 - 3.1 Yleisiä huomautuksia
 - 3.2 Liittyvien rakenteiden aiheuttama korjaus
 - 3.3 Seinien ilmaääneneristävyys
 - 3.4 Välipohjien ilmaääneneristävyys
 - 4 Välipohjien askelääneneristävyys
 - 4.1 Yleisiä huomautuksia
 - 4.2 Liittyvien rakenteiden aiheuttama korjaus
 - 4.3 Välipohjien askelääneneristävyys
 - 5 Ovien ääneneristävyys
 - 5.1 Oven rakenne ja tiivistys
 - 5.2 Oven ja seinän yhteiseristävyys
 - 6 Porrashuoneet ja käytävät
 - 6.1 Jälkikaiunnan vähentäminen
 - 6.2 Vaakasuntainen askelääneneristys

1 Käsitteitä ja merkintöjä

Käsitteitä

Absorptioala

Kokonaisabsorptio muutettuna pinta-alaksi, jonka absorptiokerroin on yksi.

107800353R

Absorptiokerroin

Pinnasta heijastumatta jääneen ja siihen kohdistuneen äänienergian suhde.

Askelääni

Välipohjalla tai portaissa kuljettaessa syntyvä ääni.

Ilmaääni

Ilman välityksellä etenevä ääni.

Jälkikaiunta-aika

Se aika, joka kuuluu äänilähteen toiminnan äkillisestä lopettamisesta siihen hetkeen, jolloin äänenpainetaso on laskenut 60 dB.

Runkoääni

Rakenteissa etenevä ääni.

Äänenpainetaso

Äänenpaineen ja vertailuäänepaineen neliöiden suhteen kymmenkertainen logaritmi kerrottuna kymmenellä.

$$L_p = 10 \log \frac{p^2}{p_0^2} \text{ dB}$$

Keskimääräinen äänenpainetaso määritetään yleensä kaavalla:

$$L_p = 10 \log \frac{p_1^2 + p_2^2 + \dots + p_n^2}{np_0^2} \text{ dB}$$

Äänitaso

Painotettu äänenpainetaso.

Merkintöjä

A	absorptioala	m ²
I _a	ilmaääneneristysindeksi	dB
I _i	askeläänitasoaindeksi	dB
L _A	A-painotettu äänenpainetaso	dB(A)
L _{Aeq}	A-painotettu jatkuva samantarvoinen äänenpainetaso	dB(A)
L _i	askeläänikojeen aiheuttama äänenpainetaso	dB
L _n	askeläänitaso	dB
L _p	äänepainetaso	dB
R	laboratoriossa mitattu ilmaääneneristävyys	dB
R'	rakennuksessa mitattu ilmaääneneristävyys	dB

\bar{R}	laboratoriossa mitattu keskimääräinen ilmaääneneristävyyttä	dB
T	jälkikaiunta-aika	s
α	absorptiokerroin	l
f	taajuus	Hz
p	äänenpaine	Pa
P_0	vertailuäänepaine (= 20 μ Pa)	Pa

2 Mittausmenetelmät

2.1 Yleistä

Ääneneristysmittaukset suoritetaan kansainvälisten ISO-suositusten (International Organization for Standardization, ISO Recommendation) mukaisesti.

suositus	sisältö
ISO R 140	ilmaääneneristävyyttä askelääneneristävyyttä askeläänikoje
ISO R 717	vertailukäyrät
ISO R 266	mittaustaajuudet
ISO R 354	absorptiomittaus

Ilma- ja askelääneneristävyyttämittaukset sekä jälkikaiunta-aikamittaukset suoritetaan 1/3-oktaavikaistoin seuraavilla 16:lla keskitäajuuksilla:

100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1 000, 1 250, 1 600, 2 000, 2 500 ja 3 150 Hz

2.2 Ilmaääneneristävyyttä

Rakenteen ilmaääneneristävyyttä määritetään 1/3-oktaaveittain kaavasta (1).

$$R = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{S}{A} \quad (1)$$

R	= ilmaääneneristävyyttä	(dB)
L_1	= lähetyshuoneen keskimääräinen äänenpainetaso	(dB)
L_2	= vastaanottohuoneen keskimääräinen äänenpainetaso	(dB)
S	= mitattavan rakenteen pinta-ala tai 10 m ² , jos mitattavan rakenteen ala valmiissa rakennuksessa on tätä pienempi	(m ²)
A	= vastaanottohuoneen absorptioala	(m ²)

Absorptioala määritetään jälkikaiunta-aikamittauksen avulla 1/3-oktaaveittain kaavasta (2).

$$A = 0,16 \frac{V}{T} \quad (2)$$

V	= vastaanottohuoneen tilavuus	(m ³)
T	= vastaanottohuoneen jälkikaiunta-aika	(s)

2.2.1 Keskimääräinen ilmaääneneristävyyttä

Rakenteen keskimääräinen ilmaääneneristävyyttä on taajuuksittain määritettyjen eristävyyksien aritmeittinen keskiarvo (3).

$$\bar{R} = \frac{1}{16} \sum_{i=1}^{16} R_i \quad (3)$$

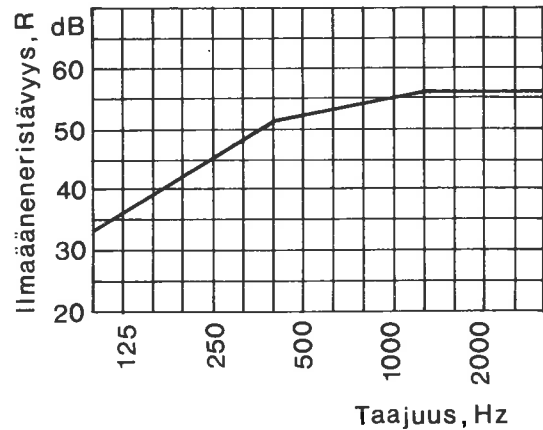
\bar{R}	= keskimääräinen ilmaääneneristävyyttä	(dB)
R_i	= eristävyyttä i:nnellä 1/3-oktaavikaistalla	(dB)

2.2.2 Ilmaääneneristävyyttäindeksi

Indeksi määritetään vertaamalla rakenteen eristävyyttä 1/3-oktaaveittain suosituksen ISO R 717 mukaiseen vertailukäyrään. Vertailukäyrän muoto on esitetty kuvassa 1. Ilmaääneneristävyyttäindeksi, I_a , on vertailukäyrän kokonaislukuarvo taajuudella 500 Hz vertailukäyrän sijaitessa ylimmässä asemassa, jossa

- eristävyyttäkäyrän poikkeamien summa vertailukäyrän alapuolella on vähemmän kuin 32 dB
- yksittäinen poikkeama on enintään 8 dB.

Vertailukäyrää siirretään 1 dB:n välein. Vertailukäyrän arvot indeksin I_a ollessa 52 on esitetty taulukossa 1.



Kuva 1
Vertailukäyrä

Vertailukäyrän yhtäio:

f	= 100... 400 Hz,	R = 30 log f + b - 79 dB
f	= 400... 1 250 Hz,	R = 10 log f + b - 27 dB
f	= 1 250... 3 150 Hz,	R = 4 + b dB
I_a	= b, em. ehtojen ollessa täytetyt	

Taulukko 1

Vertailukäyrän arvot eri taajuuksilla indeksin I_a ollessa 52

taajuus Hz	100	125	160	200	250	315	400	500
arvo dB	33	36	39	42	45	48	51	52

taajuus Hz	630	800	1 000	1 250	1 600	2 000	2 500	3 150
arvo dB	53	54	55	56	56	56	56	56

2.3 Askelääneneristävyyttä

Askelääneneristävyyttä kuvaava askeläänitaso määritetään 1/3-oktaaveittain kaavasta (4).

$$L_n = L_i + 10 \log \frac{A}{10} \quad (4)$$

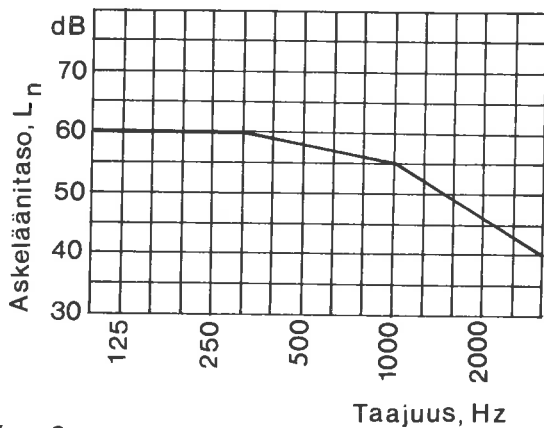
L_n	= askeläänitaso	(dB)
L_i	= askeläänikojeen vastaanottohuoneeseen aiheuttama keskimääräinen äänenpainetaso	(dB)
A	= vastaanottohuoneen absorptioala	(m ²)

2.3.1 Askeläänitasoindeksi

Kuvan 2 mukaisen askelääneneristävyyden vertailukäyrän avulla saadaan askeläänitasoindexsi, I_i , vertailukäyrän arvosta taajuudella 500 Hz lisäämällä siihen 5 dB alimmassa vertailukäyrän asemassa, jossa

- askeläänitasokäyrän poikkeamien summa vertailukäyrän yläpuolella on vähemmän kuin 32 dB
- yksittäinen poikkeama on enintään 8 dB.

Vertailukäyriä siirretään 1 dB:n välein. Vertailukäyrän arvot indeksin I_i ollessa 63 on esitetty taulukossa 2.



Kuva 2
Vertailukäyrä

Vertailukäyrän yhtälö:

$$\begin{aligned} f &= 100 \dots 315 \text{ Hz, } L_n = b - 3 && \text{dB} \\ f &= 315 \dots 1000 \text{ Hz, } L_n = -10 \log f + b + 22 && \text{dB} \\ f &= 1000 \dots 3150 \text{ Hz, } L_n = -30 \log f + b + 82 && \text{dB} \\ I_i &= b, \text{ em. ehtojen ollessa täytetyt} \end{aligned}$$

Taulukko 2

Vertailukäyrän arvot eri taajuuksilla indeksin I_i ollessa 63

taajuus Hz	100	125	160	200	250	315	400	500
arvo dB	60	60	60	60	60	60	59	58
taajuus Hz	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
arvo dB	57	56	55	52	49	46	43	40

2.4 Melutaso

2.4.1 Mittaukset

Melutaso määritetään mittaamalla äänitaso keskeellä kalustettua huonetta 1,2...1,5 m:n korkeudella lattiasta ovien ja ikkunoiden ollessa suljettuina. Ulkona parvekkeella tai oleskeluterassilla melutaso määritetään oleskelutilan keskellä 1,2...1,5 m:n korkeudella lattiatasosta. Välittömästi ikkunoiden ulkopuolella vallitseva melutaso määritetään n. yhden metrin etäisyydellä ikkunan ulkopinnan tasosta ikkunan ollessa suljettu. Mikrofonia siirrellään em. mittauspisteiden ympärillä $\pm 0,5$ m. Jos melutasossa tällöin on vaihtelua, tämä tulee ottaa mittauksessa huomioon suorittamalla mittaus vähintään kolmessa eri pisteessä.

Ikkunan ulkopuolella tehtävässä mittauksessa tulee aina käyttää yhden metrin päässä olevan mittauspisteen lisäksi 0,5 ja 1,5 m:n päässä ikkunan tasosta olevia pisteitä. Mittauksissa tulee käyttää tarkkuusäänitasomittaria A-painotussuodattimella ja nopealla näytöllä.

2.4.2 Laskenta ja korjaukset

Jos melutaso on määritetty useassa eri pisteessä, joiden välinen äänitason vaihtelu on vähemmän kuin 5 dB, lopullinen melutaso voidaan ilmoittaa laskemalla eri pisteissä mitattujen äänitasojen aritmeettinen keskiarvo. Jos melutaso vaihtelee 5 dB tai enemmän lopullinen melutaso määritetään kaavan (5) mukaisesti.

$$L_A = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{\frac{L_{A_j}}{10}} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} L_A &= \text{mittauskohteessa määritetty melutaso} && \text{dB(A)} \\ L_{A_j} &= \text{pisteessä (j) mitattu äänitaso} && \text{dB(A)} \\ n &= \text{mittauspisteiden lukumäärä} \end{aligned}$$

Kaavan (5) käyttäminen on suositeltavaa silloinkin, kun melutason vaihtelu on pienempi kuin 5 dB.

Usein rakennuksessa joudutaan mittaamaan yhden tai useamman teknisen laitteen aiheuttamaa melutasoa, joka laitteiden toimiessa normaalistikin saattaa vaihdella. Melumittauksen tulos voidaan tällöin esittää esimerkiksi seuraavasti:

- melutaso laitteiden ollessa poiskytkettynä oli 25...28 dB(A)
- melutaso laitteiden ollessa toiminnassa oli 37...42 dB(A).

Jos kahta tai useampaa melua aiheuttavaa rakennuksen teknistä laitetta ei mittauksen aikana saada toimimaan samanaikaisesti, niiden erikseen aiheuttamat melutasot on laskettu yhteen kaavan (6) mukaisesti

$$L_A = 10 \log \sum_{j=1}^n 10^{\frac{L_{A_j}}{10}} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} L_A &= \text{suurin laitteiden yhteiskäynnistä aiheutuva melutaso} && \text{dB(A)} \\ L_{A_j} &= \text{yhden teknisen laitteen aiheuttama melutaso} && \text{dB(A)} \\ n &= \text{melua aiheuttavien rakennuksen teknisten laitteiden lukumäärä} \end{aligned}$$

Yksittäisen laitteen aiheuttaman melutason vaihdellessa kaavaa (6) voidaan soveltaa vaihteluvälin ylä- ja alarajaan erikseen.

Kaavaa (6) ei tule käyttää, jos tekniset laitteet eivät voi olla käynnissä samanaikaisesti.

Jos selvästi on todettavissa, että mittauksen kohteena olevan huoneen kokonaisabsorptioala on huomattavasti normaalista (10 m²) poikkeava, määritettyyn melutasoon tehdään huoneen absorption huomioonottava kaavan (7) mukainen korjaus.

$$K = 10 \log \sum_{i=1}^{16} \frac{A_i}{160} \quad (7)$$

tai oktaavimuodossa

$$K = 10 \log \sum_{i=1}^5 \frac{A_i}{50} \quad (7')$$

K = absorptiosta aiheutuva korjaus, joka lisätään (etumerkkeineen) mitattuun melutasoon (dB)

A_i = huoneen absorptioala i :nnellä 1/3-oktaavin tai oktaavin taajuuskaistalla (m²)

2.4.3 Melutasojen arviointi

Edellä esitetyllä tavalla määritetty melutaso on yleensä ilman lisäarvioiteja verrattavissa Suomen rakentamismääräyskokoelmassa (1976) annettuihin enimmäismelutasoihin. Rakennuksen teknisistä laitteista aiheutuva melu saattaa kuitenkin joskus olla rakenteeltaan sellaista, ettei sen aiheuttamaa häiriötä voida arvioida pelkästään äänitasomittarin antamien lukemien perusteella. Ääni saattaa olla impulssimaista (hakkaavaa tms.) tai se voi sisältää ääneksiä tai kapeakaistaisia komponentteja. Kansainvälinen standardisointikaan ei kuitenkaan määrittele näitä melun sisällön mahdollisia erityispiirteitä niin tarkasti, että ne voitaisiin mittaustilanteessa ottaa huomioon mittausteknisesti. Jos mitauskohteessa vallitsevan melun kuitenkin tavalla tai toisella (yleensä subjektiiviseen havaintoon perustuen) todetaan olevan impulssimaista tai sisältävän ääneksiä tai kapeakaistaisia komponentteja, melutasoa on arvosteltava sen tuottaman suuremman häiriön mukaisesti edellä esitettyä ankarammin lisäämällä saatuun mittaustulokseen 5 dB.

Melua koskevat enimmäistasot esitetään usein myös ns. energiaekvivalenttisina arvoina. Yleensä enimmäistasot annetaan erikseen päivälle ja yölle. Ns. jatkuva samanarvoinen äänitaso (myös energiaekvivalentti äänitaso) määritellään kaavalla (8) tai (8').

$$L_{Aeq} = 10 \log \int_0^T \frac{1}{T} 10^{L_A(t)/10} dt \quad (8)$$

tai likimääräisesti

$$L_{Aeq} = 10 \log \frac{1}{T} \sum_{j=1}^n t_j \cdot 10^{\frac{L_j}{10}} \quad (8')$$

L_{Aeq} = jatkuva samanarvoinen äänitaso dB(A)

$L_A(t)$ = äänitaso hetkellä t dB(A)
 T = tarkastelu-aika (esim. vuorokausi tai sen-osa)

t_j = aikaväli, jolloin äänitaso on L_j

Erityisesti on $\sum_j t_j = T$

Jos edellä esitettyjen mittaustulosten perusteella joudutaan arvioimaan jatkuvaa samanarvoista äänitasoa L_{Aeq} , tämä arviointi on tehtävä suorittamalla rakennuksen teknisten laitteiden toiminnan ajoitusennuste tai -arvio siten, että voidaan soveltaa esimerkiksi kaavaa (8'). Kaavassa tulee ottaa huomioon myös hiljaiset ajanjaksot. Jos esimerkiksi

eräs rakennuksen tekninen laite aiheuttaa huoneeseen 32 dB(A):n melutasoa ja laite on toiminnassa 12 h vuorokaudessa L_{Aeq} -tasoksi (koko vuorokausi) saadaan, jos huoneessa oleva melutaso muulloin on 26 dB(A), 30 dB(A). Erityisesti on huomattava ettei tulosta kuitenkaan tule verrata Suomen rakentamismääräyskokoelman ääneneristysmääräyksissä esitettyihin melun enimmäistasoihin.

3 Seinien ja välipohjien ilmajäneneristävyyttä

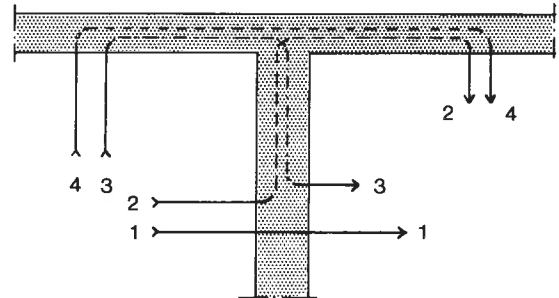
Seinän ja välipohjan eristävyys rakennuksessa on erottavan rakenteen eristävyys ja liittyvien rakenteiden sivutie-eristävyyden muodostama yhteiseristävyys (kuva 3).

Tiivistys

Kaikki huoneistojen välisissä rakenteissa olevat saumat tulee tiivistää kunnollisesti ilmavirtauksen estävällä tiiviillä materiaalilla (esim. betoni, kipsi, kumi, elastinen kitti).

LVI-laitteet

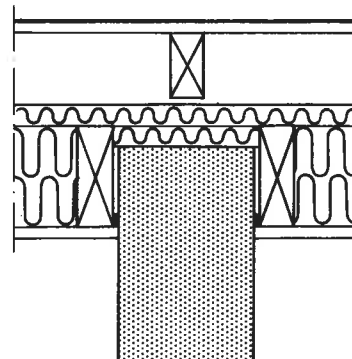
LVI-laitteet on erotettava tehokkaasti muista rakenteista. Lisäksi laitteistoihin tulee järjestää ääntä vaimentavia komponentteja. Rakennus tulee suunnitella siten, ettei runsaasti LVI-laitteita vaativia tiloja sijoiteta melulta suojeltavien tilojen läheisyyteen.



Kuva 3

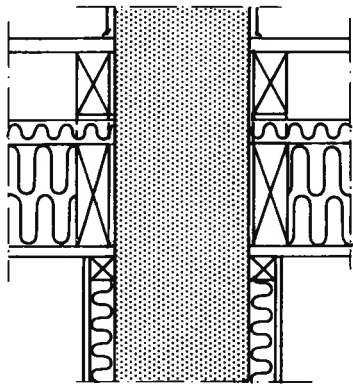
Äänen siirtyminen erottavan ja liittyvän rakenteen liitoksessa. Erottavan rakenteen läpi tapahtuva siirtyminen, 1-1, sekä sivutiesiirtymäreitit: 2, 3 ja 4

Liitosesimerkkejä:

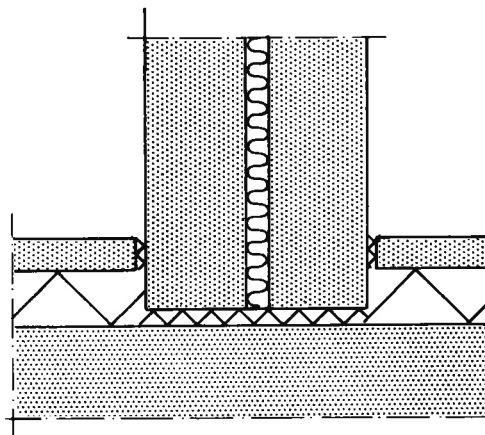


Kuva 4

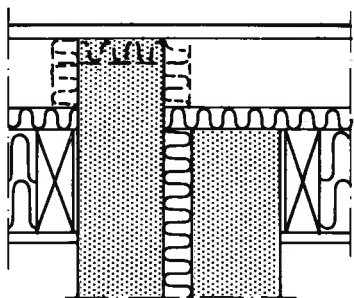
Yksinkertaisen kiviseinän liittyminen puuyläpohjaan. Tiivistämiseen on käytettävä joustavaa kittiä.



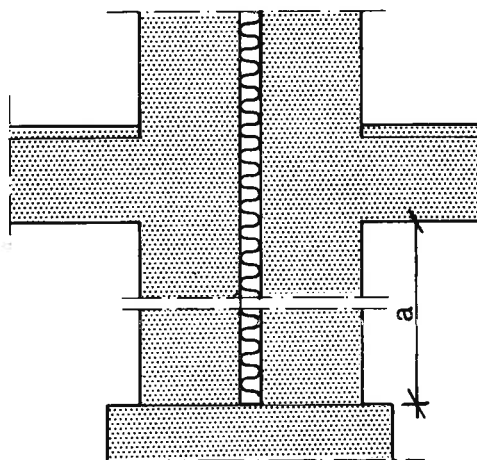
Kuva 5
Yksinkertaisen levyverhotun kiviseinän liittyminen puuyläpohjaan



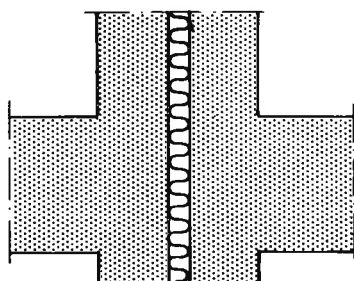
Kuva 9
Kaksinkertaisen kevytbetoniseinän liittyminen maanvaraiseen laattaan



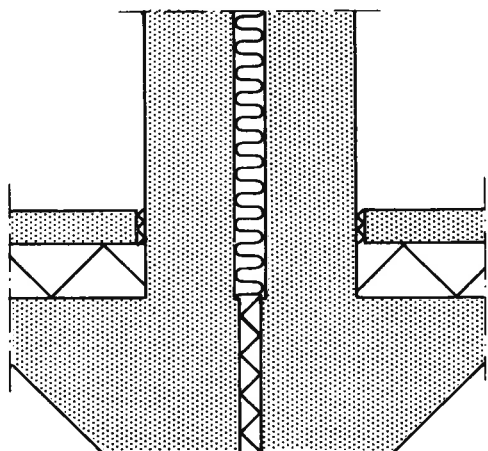
Kuva 6
Kaksinkertaisen kiviseinän liittyminen puuyläpohjaan



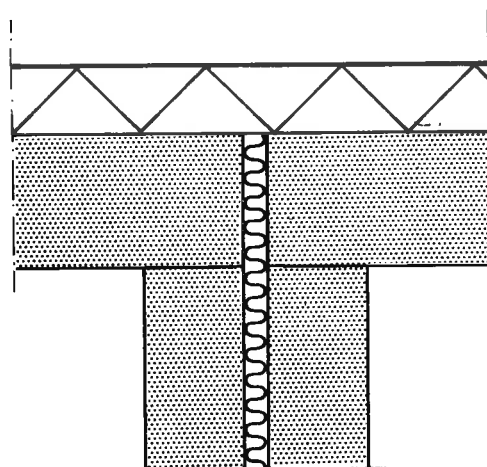
Kuva 10
Kaksinkertaisen kiviseinän yhtenäinen perustus. Seinän eristävyysarvo ei huonone mikäli $a \geq 2$ m.



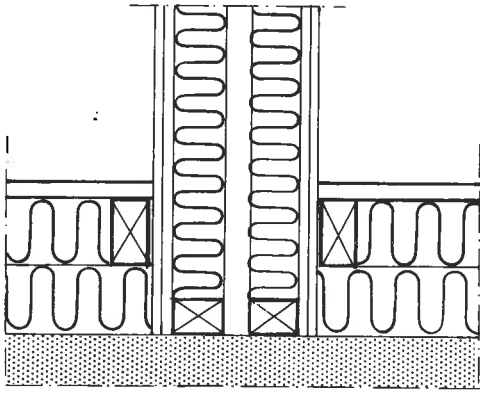
Kuva 7
Kaksinkertaisen kiviseinän ja välipohjan liitos



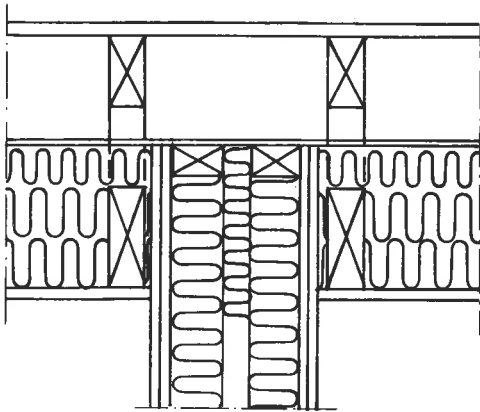
Kuva 8
Kaksinkertaisen kiviseinän erillinen perustus. Perustuksen katkaisumateriaali mineraalivilla, polystyreenisolumuovilevy, huokoinen kuitulevy tms.



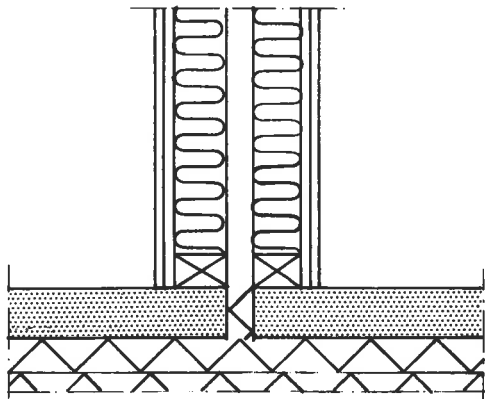
Kuva 11
Kaksinkertaisen kevytbetoniseinän liittyminen yläpohjaan. Samoin liitetään kaksinkertaiset kiviseinät yläpohjaan. Minkäänlaisia sidoksia puoliskojen välillä ei saa käyttää.



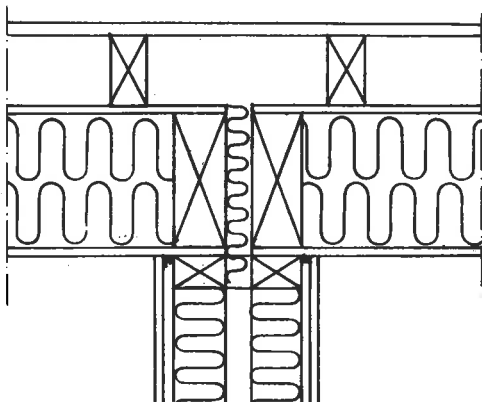
Kuva 12
Puurakenteisen väliseinän liittyminen alapohjaan



Kuva 13
Puurakenteisen väliseinän liittyminen yläpohjaan



Kuva 14
Puurakenteisen väliseinän liittyminen alapohjaan



Kuva 15
Puurakenteisen väliseinän liittyminen yläpohjaan

3.1 Yleisiä huomautuksia

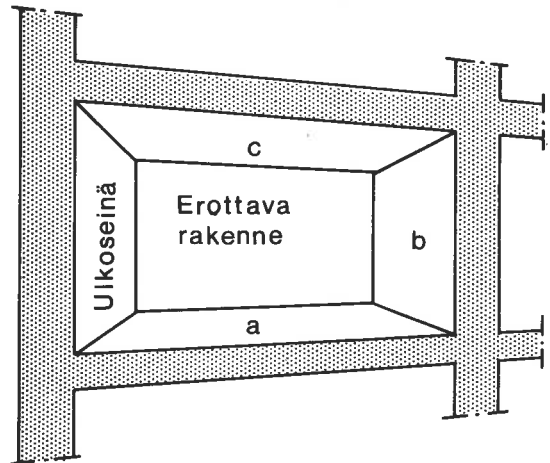
Ääneneristyksestä annetuissa määräyksissä kytke-
tyillä pientaloilla tarkoitetaan rivitaloja ja muita kyt-
kettyjä pientaloja.

Taulukossa 4 ja 5 annetut ilmaääneneristysindeksit
saavutetaan seuraavilla ehdoilla.

- Seinien ja välipohjien liitokset ulkoseiniin ja muihin liittyviin rakenteisiin sekä putkien ja johtojen läpiviennit tiivistetään hyvin. Läpi ulottuvia reikiä tai rakoja ei saa esiintyä.
- Jos yläpohja ei ole riittävän hyvin ääntäeristävä, rakennetaan huoneistoja erottava seinä tai ainakin osa siitä vesikaton aluslaudoitukseen kiinni (esim. kuva 6).
- Kaksinkertaiset seinät tehdään siten, ettei seinän puoliskojen välillä ole äänisiltoina toimivia kiinteitä sidoksia, kuten sideteräksiä, muurauslaastia tms.
(Sidelangallisten (3–4 kpl/m², Ø 4 mm) tiili-seinien eristävyysarvot on mainittu erikseen.)
- Välipohja katkaistaan kaksinkertaisen seinän kohdalla (esim. kuva 7).
- Kaksinkertaisen kiviseinän puoliskot rakennetaan erillisille perustuksille (esim. kuva 8).
- Taulukoissa 4 ja 5 rakennuslevy voi olla: lastulevy, puukuitulevy, kipsilevy, asbestisementtiselluloosalevy tai vastaava.
- Liittyvien rakenteiden vaikutus erottavan rakenteen eristävyysarvoon otetaan huomioon taulukon 3 mukaisesti.
- Otetaan huomioon esimerkkirakenteissa mainitut lisäehdot.

3.2 Liittyvien rakenteiden aiheuttama korjaus

Liittyvillä rakenteilla tarkoitetaan erottavaan sei-
nään tai välipohjaan liittyviä huonetta rajaavia ra-
kenteita ulkoseinää lukuun ottamatta.



Kuva 16
Liittyvät rakenteet. Erottavan rakenteen eristävyys-
arvoa määritettäessä huomioon otettavia rakenteita
ovat a, b ja c

Liittyvien rakenteiden luokittelu:

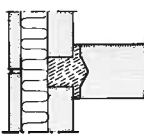
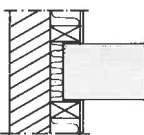
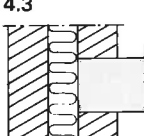
- kevyt levyrakenne
levyverhottu (kipsilevy, lastulevy, asbesti-
menttiselluloosalevy, puolikova kuitulevy
tms.) kivrakenne
- kivrakenne, jonka paino on vähintään 200
kg/m²
- kivrakenne, jonka paino on alle 200 kg/m²

Taulukko 3*Liittyvien rakenteiden aiheuttama korjaus*

Liittyvien rakenteiden yhdistelmä	Korjaus taulukossa 4 tai 5 annettuun indeksiin, I_a
I + I + I tai I + I + II	+1 dB
I + II + II tai II + II + II	0 dB
I + II + III tai II + II + III	-1 dB
II + III + III	-2 dB
III + III + III	-3 dB

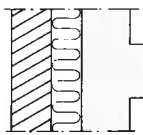
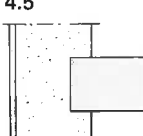
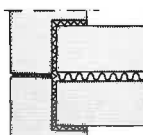
Kaksinkertaisten rakenteiden eristävyysiin ei suoriteta korjauksia.

3.3 Seinien ilmääneneristävyksiä**Taulukko 4***Seinien ilmääneneristävyksiä*

Seinän ja ulkoseinän liitos (vaakaleikkaus)	Ulkoseinän rakenne	Seinän rakenne	I_a dB	H u o m.
4.1 	— 40...60 betoni 70...90 betoni +	140 betoni 150 betoni 160 betoni 180 betoni 160 betoni 30 mineraalivilla rakennuslevy	51 52 53 54 55	
4.2 	— ulkoverhous lämmöneriste rakennuslevy +	80 betoni 100 betoni 120 betoni 140 betoni 150 betoni 160 betoni 180 betoni 160 betoni 30 mineraalivilla rakennuslevy	45 48 50 52 53 54 55 56	1
4.3 	— ulkoverhous lämmöneriste 130 tiili +	130 tiili 200 tiili 270 tiili 285 tiili 200 tiili 30 mineraalivilla rakennuslevy	47 51 55 56 55	2 2 2 2 1

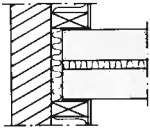
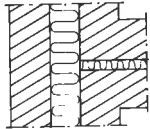
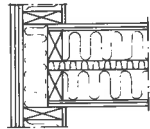
Huomautuksia

- 1) Ulkoverhouksena on tiili, rakennuslevy, betoni, kevyt-betoni tms.
- 2) Molemmin puolin tasotettu seinä. 15 mm rappaus molemmin puolin parantaa arvoja 1...2 dB. Tiilien tulee kuulua vähintään tiheysluokkaan 1,5. Tiileksi katsotaan myös kalkkihiekkakivi.

Seinän ja ulkoseinän liitos (vaakaleikkaus)	Ulkoseinän rakenne	Seinän rakenne	I_a dB	H u o m.
4.4 	— ulkoverhous lämmöneriste 160 betoni +	140 betoni 150 betoni 160 betoni 180 betoni 160 betoni 30 mineraalivilla rakennuslevy	52 53 54 56 56	1
4.5 	— 250...300 kevytbetoni +	120 betoni 160 betoni 180 betoni 130 tiili 200 tiili 270 tiili 285 tiili 200 tiili 30 mineraalivilla rakennuslevy 200 kevytbetoni 30 mineraalivilla rakennuslevy 75 kevytbetoni 50 mineraalivilla 75 kevytbetoni	50 53 54 47 50 54 55 55 48 48	2 2 2 2 2 8 8
4.6 	— 250...300 kevytbetoni +	150 kevytbetoni 30 mineraalivilla 150 kevytbetoni 150 kevytbetoni 80 ilmaraako, jossa 50 mineraalivilla 150 kevytbetoni	55 59	3,8

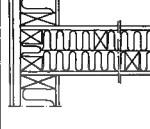
Huomautuksia:

- 1) Ulkoverhouksena on tiili, rakennuslevy, betoni, kevyt-betoni tms.
- 2) Molemmin puolin tasotettu seinä. 15 mm rappaus molemmin puolin parantaa arvoja 1...2 dB. Tiilien tulee kuulua vähintään tiheysluokkaan 1,5. Tiileksi katsotaan myös kalkkihiekkakivi.
- 3) Välipohjan ja perustuksen tulee olla katkaistu. Seinän puolikkaat voidaan perustaa yhteiselle perustukselle, jos ne erotetaan perustuksesta kuvan 9 mukaisesti. Annettu eristävyys saavutetaan myös, jos yhteinen perustus sijaitsee vähintään 2 metriä huoneiston lattian alapuolella (kuva 10). Jos yhteinen perustus sijaitsee n. 0,5...0,7 metriä lattian alapuolella saavutetaan 1...2 dB annettua alhaisempi eristävyys.
- 8) Kevytbetonin tiheydeksi on oletettu 600 kg/m³.

Seinän ja ulkoseinän liitos (vaakaleikkaus)	Ulkoseinän rakenne	Seinän rakenne	I_a dB	H u o m.
4.7 	- ulkoverhous lämmöneriste rakennuslevy +	85 tiili	53	2
		50 mineraalivilla		
		85 tiili	55	3,8
		150 kevytbetoni		
		30 mineraalivilla		
		150 kevytbetoni		
4.8 	- ulkoverhous lämmöneriste 130 tiili +	130 tiili	55	2
		30 mineraalivilla		
		130 tiili	53	7
		130 tiili		
		130 tiili	57	2
		50 mineraalivilla		
130 tiili	54	7		
4.9 	- ulkoverhous lämmöneriste rakennuslevy +	100 betoni	61	
		30 mineraalivilla		
		100 betoni	57	2
		130 tiili		
130 tiili	54	7		
		2 rakennuslevyä		1,4
		70...100 mineraalivilla		5
		30...50 ilmaraako		6
		70...100 mineraalivilla		
		2 rakennuslevyä	56-60	5

Huomautuksia:

- 1) Ulkoverhouksena on tiili, rakennuslevy, betoni, kevytbetoni tms.
- 2) Molemmiin puolin tasotettu seinä. 15 mm rappaus molemmiin puolin parantaa arvoja 1...2 dB. Tiilien tulee kuulua vähintään tiheysluokkaan 1,5. Tiileksi katsotaan myös kalkkihiekkakivi.
- 3) Välipohjan ja perustuksen tulee olla katkaistu. Seinän puolikkaat voidaan perustaa yhteiselle perustukselle, jos ne erotetaan perustuksesta kuvan 9 mukaisesti. Annettu eristävyys saavutetaan myös, jos yhteinen perustus sijaitsee vähintään 2 metriä huoneiston lattian alapuolella (kuva 10). Jos yhteinen perustus sijaitsee n. 0,5...0,7 metriä lattian alapuolella saavutetaan 1...2 dB annettua alaisempi eristävyys.
- 4) Rakenteen yhteydessä ei saa käyttää läpimenevää ala-, ylä- tai välipohjaa (periaate kuvista 12...15).
- 5) Levyt voivat olla kipsilevyä, asbestisementtiselluloosalevyä, lastulevyä tai kuitulevyä. Levyn massan tulee olla 8...10 kg/m². Levyjen yhteismassan tulee yhdessä pinnassa olla vähintään 15 kg/m².
- 6) Ilmaraan kummallekin puolelle voidaan sijoittaa ohut, tiheään rei'itetty kovalevy tms. Myös metalliverkkoa, listoja, tiivistyspaperia tms. voidaan käyttää.
- 7) Sidelankoja (3...4 kpl/m², Ø 4 mm) käytettäessä saavutetaan eristävyys.
- 8) Kevytbetonin tiheydeksi on oletettu 600 kg/m³.

Seinän ja ulkoseinän liitos (vaakaleikkaus)	Ulkoseinän rakenne	Seinän rakenne	I_a dB	H u o m.
4.10 	- ulkoverhous lämmöneriste rakennuslevy +	150 rakennuslevy	52	4
		mineraalivilla		
		150 rakennuslevy	55	5
		2 rakennuslevyä		
		150 mineraalivilla		
		2 rakennuslevyä		

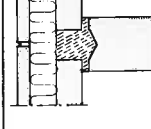
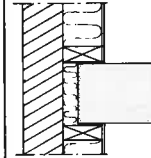
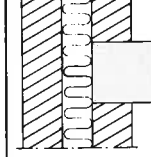
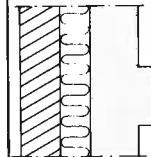
Huomautuksia:

- 4) Rakenteen yhteydessä ei saa käyttää läpimenevää ala-, ylä- tai välipohjaa (periaate kuvista 12...15).
- 5) Levyt voivat olla kipsilevyä, asbestisementtiselluloosalevyä, lastulevyä tai kuitulevyä. Levyn massan tulee olla 8...10 kg/m². Levyjen yhteismassan tulee yhdessä pinnassa olla vähintään 15 kg/m².

3.4 Välipohjien ilmasteneristävyyksiä

Taulukko 5

Välipohjien ilmasteneristävyyksiä

Välipohjan ja ulkoseinän liitos (pystyleikkaus)	Ulkoseinän rakenne	Välipohjan rakenne	I_a dB	H u o m.
5.1 	- 40...60 betoni lämmöneriste 70...90 betoni +	160 betoni	52	
		170-180 betoni	53	
		190-200 betoni	54	
5.2 	- ulkoverhous lämmöneriste rakennuslevy +	160 betoni	52	1
		170-180 betoni	53	
		190-200 betoni	54	
			55	
5.3 	- ulkoverhous lämmöneriste 130 tiili +	160 betoni	52	1
		170-180 betoni	53	
		190-200 betoni	54	
5.4 	- ulkoverhous lämmöneriste 160 betoni +	160 betoni	53	1
		170-180 betoni	54	
		190-200 betoni	55	

Huomautuksia:

- 1) Ulkoverhouksena voi olla tiili, betoni, kevytbetoni, rakennuslevy tms.

Välipohjan ja ulkoseinän liitos (pystyleikkaus)	Ulkoseinän rakenne	Välipohjan rakenne	I_a dB	H u o m.
5.5 	— 250...300 kevytbetoni +	160 betoni 170–180 betoni 190–200 betoni 40...50 betoni 30...40 mineraalivilla 160 betoni	52 52 53 53 54 55 56	1
5.6 	— ulkoverhous lämmöneriste 160 betoni +	40...50 betoni 30...40 mineraalivilla 160 betoni	56 58	1
5.7 	— ulkoverhous lämmöneriste 160 betoni 30 mineraalivilla rakennuslevy +	lattianpäällyste 80 betoni 60 mineraalivilla 210 betoni	60	1

Huomautuksia:

- 1) Ulkoverhouksena voi olla tiili, betoni, kevytbetoni, rakennuslevy tms.

4 Välipohjien askelääneneristävyys

Askelääneneristävyys määräytyy välipohjan rakenteen, lattianpäällysteen vaimennuksen ja liittyvien rakenteiden sivutie-eristävyiden perusteella. Lattianpäällysteen vaimennuskyky, johon vaikuttaa osaltaan myös kiinnityksessä käytetty liima, on yleensä pehmeillä päällysteillä korkeilla taajuuksilla hyvä. Askeläänitasoindeksi määräytyy tavallisesti matalien ja keskitaajuuksien eristävyksistä. Paras askelääneneristävyys saavutetaan välipohjalla, jossa on toimiva kelluva laatta.

Ääneneristyksestä annetuissa määräyksissä kytkeillä pientaloilla tarkoitetaan rivitaloja ja muita kytkeillä pientaloja.

4.1 Yleisiä huomautuksia

Taulukossa 7 annetaan erällä lattianpäällysteillä päällystettyjen betonivälipohjien askeläänitasoindeksit. Taulukon indeksit saavutetaan seuraavilla ehdoilla:

- Kaikki saumat välipohjassa, välipohjan ja liittyvien rakenteiden liitoskohdissa sekä putkien ja johtojen läpiviennit tiivistetään hyvin. Läpi ulottuvia reikiä tai rakoja ei saa esiintyä.
- Mahdollinen pintabetonikerros tehdään siten, että se ja kantava rakenne ovat tiiviisti kiinni toisissaan.
- Kelluva laatta erotetaan huolellisesti seinistä, alalatasta, putkista ja muista rakenteista siten, ettei äänisiltoja esiinny.

d) Liittyvien rakenteiden vaikutus erottavan rakenteen eristävytyteen otetaan huomioon taulukon 6 mukaisesti.

e) Otetaan huomioon esimerkkirakenteissa mainitut lisäehdot.

4.2 Liittyvien rakenteiden aiheuttama korjaus

Liittyviä rakenteita ovat välipohjaan liittyvät, huonetta rajaavat, seinät lukuun ottamatta ulkoseinää. Seinärakenteiden luokittelu on kohdan 3.2 mukainen. Kelluvalla laattalla varustettujen välipohjien indekseihin ei suoriteta korjausta.

Taulukko 6

Liittyvien rakenteiden aiheuttama korjaus

Liittyvien rakenteiden yhdistelmä	Korjaus taulukossa 7 annettuun indeksiin I_i
I + I + I tai I + I + II	-1 dB
I + II + II tai II + II + II/III	0 dB
II + III + III tai III + III + III	+1 dB

4.3 Välipohjien askelääneneristävyksiä

Taulukko 7

Välipohjien askelääneneristävyksiä

Välipohjan ja ulkoseinän liitos (pystyleikkaus)	Välipohjan rakenne	I_i dB	H u o m.
7.1 	190 betonia ja lattianpäällysteenä a) juuttihuopa-alustainen muovimatto b) vaahtomuovialustainen muovimatto c) tekstiilimatto d) pahvi ja 15...20 parketti	61–66 63 50–55 60–62	1 2 3,4
7.2 	lattianpäällyste 40...50 betoni 30...40 mineraalivilla 160 betoni	<60	5

Huomautuksia:

- 1) Välipohja on konstruoitu 160 mm kantavasta laatasta ja 30 mm pintalaatasta. Jos välipohja valetaan kokonaisuudessaan kerralla, voidaan indekseihin suorittaa korjaus: -1 dB.

Välipohjan kokonaispaksuudesta aiheutuva korjaus:

160 betoni	+ 2 dB
170–180 betoni	+ 1 dB
190–200 betoni	0 dB
210–220 betoni	- 1 dB

- 2) Ulkoseinätyypin (taulukko 5) aiheuttama korjaus:

kuvat 5.1, 5.3, 5.5	+ 1 dB
kuvat 5.2, 5.4	0 dB

- 3) Juuttihuopa-alustaisten muovimattojen askelääneneristävytykset massiivilaattalla poikkeavat huomattavasti toisistaan. Laboratoriomittauksen tulos on sopivin peruste tietyn päällysteen arvioinnille.

- 4) Juuttihuopa-alustaisen muovimaton vanhetessa sen askelääneneristävyys saattaa laskea 1...2 dB.

- 5) Juuttihuopa-alustainen muovimatto, vaahtomuovialustainen muovimatto, tekstiilimatto tai parketti.

5 Ovien ääneneristävyys

Oven eristävyys vaikuttaa ovirakenteen lisäksi oven ja karmen välinen tiivistys sekä karmen ja asennusaukon välinen tiivistys ja kirjeluukun rakenne.

5.1 Oven rakenne ja tiivistys

Vaatimuksen, R vähintään 34 dB, täyttämiseksi suositeltavin ratkaisu on kahden erillisen oven käyttäminen.

Suosittelavin tiivistystapa on vähintään kahden erillisen kumi- tms. tiivisteiden käyttö.

Kahta ovea käytettäessä ovien yhteismassaksi riittää noin 25 kg/m². Yhtä rakenteeltaan useampikerroksista ovea käytettäessä tulee oven massan olla vähintään 30 kg/m². Yksinkertaisen homogeenisen oven tulee olla massaltaan vähintään 50 kg/m².

5.2 Oven ja seinän yhteiseristävyys

Oven ja seinän yhteiseristävyys voidaan laskea 1/3-oktaaveittain kaavasta (9):

$$R = 10 \log \frac{S_0}{S_1 \cdot 10^{-R_1/10} + (S_0 - S_1) \cdot 10^{-R_0/10}} \quad (9)$$

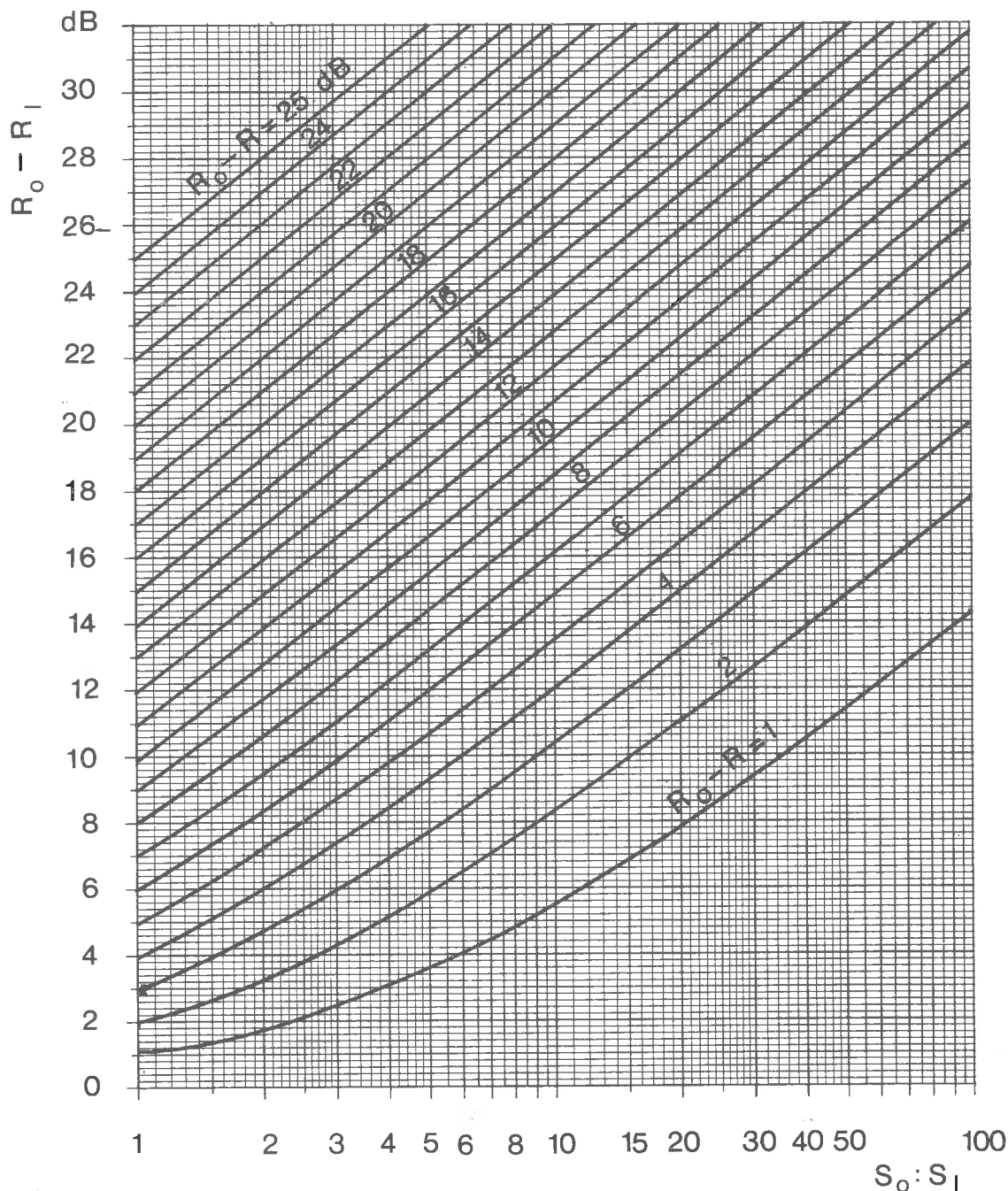
R	= yhteiseristävyys (1/3-okt.)	(dB)
R ₁	= oven eristävyys (1/3-okt.)	(dB)
R ₀	= seinän eristävyys (1/3-okt.)	(dB)
S ₁	= oven pinta-ala	(m ²)
S ₀	= oven ja seinän yhteispinta-ala	(m ²)

Oven ja seinän yhteiseristävyysvaatimus, I_a vähintään 39 dB, saavutetaan yleensä, jos oven keskimääräinen laboratorioeristävyys on vähintään 34 dB ja seinän ilmaääneneristysindeksi vähintään 52 dB.

6 Porrashuoneet ja käytävät

6.1 Jälkikaiunnen vähentäminen

Riittävän lyhyt jälkikaiunta-aika saavutetaan porrashuoneissa ja käytävissä sijoittamalla niihin ään-



Kuva 17

Kaavan (9) mukainen resuloiva ääneneristävyys käyrästä

tä absorboivaa materiaalia. Helpoimmin vaimennettavia pintoja ovat vaakasuorat pinnat eli käytävän katto ja porrashuoneen kerros- ja lepotasojen alapinnat sekä porrassyöksejen alapinnat.

Taulukossa 8 on esitetty porrashuoneiden ja käytävien vaimennettavan pinta-alan määrä eräissä tapauksissa. Seinien ja muiden verhoamattomien pintojen absorptiokertoimen on oletettu tällöin olevan noin 0,02...0,03. Vaimennusmateriaali voidaan sijoittaa myös pystypintoihin saavutettavan jälkikaiunta-ajan muuttumatta.

Taulukko 8

Porrashuoneessa ja käytävässä verhoiltava pinta-ala S_v prosentteina leikkausalasta S_h

Absorptiokerroin α	Porrashuone S_v/S_h (%)	Käytävä S_v/S_h (%)
0,20	85	150
0,30	55	100
0,40	45	75
0,50	35	60
0,60	30	50

α = vaimennusmateriaalin pienin absorptiokerroin taajuusalueella 500...3150 Hz

S_v = vaimennettava pinta-ala käytävässä tai porrashuoneessa kahden kerrostason ja seinien rajoittamassa tilassa, käytettäessä absorptiokertoimen α omaavaa materiaalia [m²]

S_h = porrashuoneen tai käytävän vaakasuoran leikkauksen pinta-ala (lukuun ottamatta hissejä, roskakuiluja ja seiniä) [m²]

Jos porrashuoneen tai käytävän pintojen absorptiokertoimet poikkeavat huomattavasti edellä esitetystä, voidaan verhoiltavaa pinta-alaa arvioida seuraavin laskelmin. Lasketaan tarvittava kokonaisabsorptioala A_{a_k} (kaava 10) ja sen jälkeen vaimentamattoman huoneen absorptioala A_{a_o} (kaava 11). Näiden erotus on tarvittava lisäabsorptioala ja kaavasta 12 saadaan tarvittava vaimennuspinta-ala S_v , kun vaimennusmateriaalin absorptiokerroin on α_v .

$$A_{a_k} = 0,16 \frac{V}{T} \quad (10)$$

A_{a_k} = kokonaisabsorptioala [m²]

V = huoneen tilavuus; käytävän tilavuus tai porrashuoneessa kahden kerrostason ja seinien rajoittaman tilan tilavuus [m³]

T = jälkikaiunta-aika, johon pyritään [s]

$$A_{a_o} = \sum_i \alpha_i S_i \quad (11)$$

A_{a_o} = vaimentamattoman huoneen absorptioala [m²]

α_i = pinnan i absorptiokerroin

S_i = pinnan i pinta-ala [m²]

$$S_v = \frac{A_{a_k} - A_{a_o}}{\alpha_v - \alpha_i} \quad (12)$$

S_v = tarvittava vaimennuspinta-ala [m²]

α_v = vaimennettujen pinnan absorptiokerroin

α_i = pinnan absorptiokerroin ennen vaimentamista

Taulukossa 9 on esitetty eräitä pintojen absorptiokertoimia. Muiden materiaalien ja rakenteiden absorptiokertoimista saa tietoja valmistajilta. Tyyppi- hyväksynnän kautta saatavat absorptiokertoimet esitetään tyyppihyväksyntäluettelossa.

Taulukko 9

Eräitä absorptiokertoimia (α)

Aine/rakenne	Taajuus Hz					
	125	250	500	1 000	2 000	4000
Kivipinta, kiillotettu	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Betoni, teräs-hierretty	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Puhtaaksimuurattu tiili,	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07
sileäsaumainen upotetuin saumoin	0,02	0,03	0,05	0,07	0,08	0,10
Kiviaineseinä, rappattu ja maalattu	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
Kiviaineseinä, rappattu ja tapetoitu	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08
Puuseinä, massa 30 kg/m ²	0,10	0,07	0,05	0,05	0,04	0,04
Peililasi tms.	0,18	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02
Ovi, puinen massa 20...25 kg/m ²	0,14	0,10	0,08	0,07	0,06	0,05
Ikkuna, kaksikermainen	0,40	0,30	0,20	0,17	0,15	0,10
Puulattia, betoniin liimattu	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07
Puulattia, koolattu	0,15	0,11	0,10	0,07	0,06	0,07
Linoleum, betoniin kiinnitetty	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
Huopapohjainen muovimatto	0,03	0,05	0,09	0,10	0,08	0,06

6.2 Vaakasuuntainen askelääneneristys

Porrashuoneiden ja luhtikäytävän sekä asuinhuoneiden välistä askelääneneristystä voidaan lisätä käyttämällä runkoäänien etenemisen katkaisevia rakenteita. Porrashuoneen ja luhtikäytävän rakenteet voidaan erottaa joustavalla materiaalilla asuintiloista.

Taulukko 10

Porrashuoneen ja asuinhuoneen välinen askelääneneristävyyttä

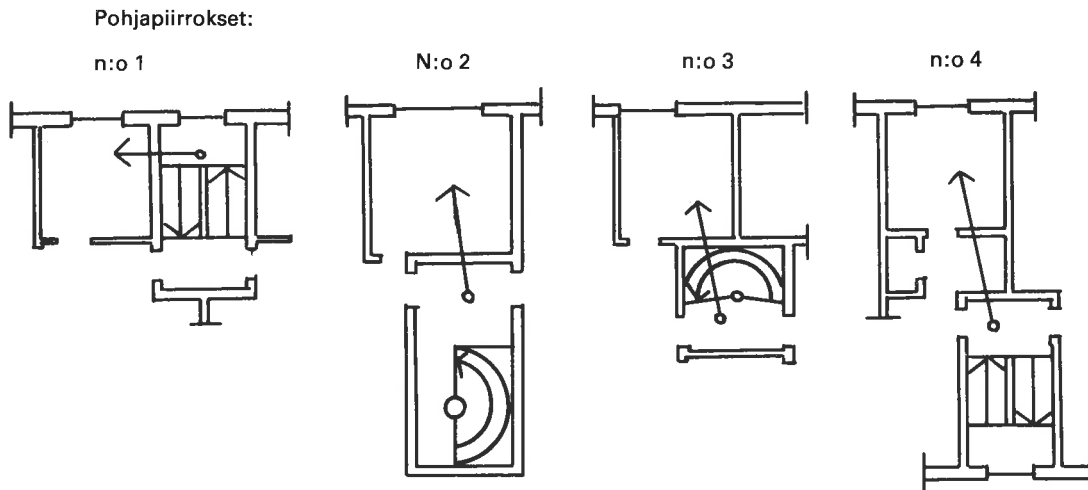
Pohjapiirros n:o	Kerrostason (lepotason) rakenne	Väli-seinä	l_i dB
1	(lepotasolta asuinhuoneeseen) 200...210 betoni ja 2 mm vinyylimuovi	I	68
	200...210 betoni ja 2 mm vinyylimuovi	II	66
2	(kerrostasolta asuinhuoneeseen) 200...210 betoni ja 2 mm vinyylimuovi	I	68
	200...210 betoni ja 2 mm vinyylimuovi	II	66
	80 betoni ja 2 mm vinyylimuovi	I	72
3	(kerrostasolta portaiden takana olevaan asuinhuoneeseen) 200...210 betoni ja 2 mm vinyylimuovi	I	64
4	(kerrostasolta 2...3 mm:n päässä olevaan asuinhuoneeseen) 200...210 betoni ja 2 mm vinyylimuovi	I	65

Väliseinä:

I = massiivinen seinä, massa ≥ 400 kg/m²

II = I verhoittuna seuraavasti, 30...40 mineraalivilla + rakennuslevy

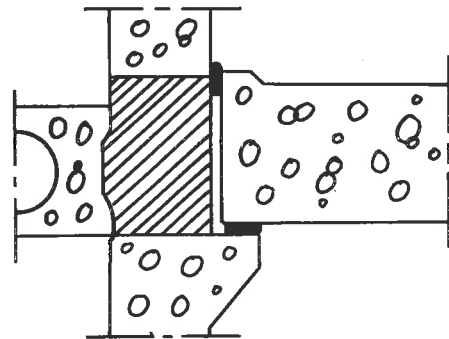
Porrashuoneen ja asuinhuoneen välinen askelääneneristysvaatimus voidaan täyttää myös ympäröiviin rakenteisiin jäykästi kiinnitetyillä porras-, kerros-, ja lepotasorakenteilla, kun materiaalipaksuudet ovat riittävän suuria. Taulukossa 10 on esitetty eräillä jäykästi liitetyillä rakenteilla saavutettavia askeläänitasoindeksiä.



Kuva 18
Taulukkoon 10 liittyvät pohjapiirrokset

Kerros- tai lepotason paksuuden ollessa 220–230 mm saavutetaan taulukon 10 arvoja noin 1 dB alhaisemmat $l_{i;n}$ arvot ja toisaalta paksuuden ollessa 180–190 mm noin 1 dB korkeammat arvot. Asuinhuoneen välipohjaksi on oletettu ohuella lattianpäällysteellä varustettu 190–200 mm betonivälipohja. Jos kerrostason 2 mm vinyylimuovi korvataan mosaiikkipinnalla, saavutetaan noin 2 dB korkeammat $l_{i;n}$ arvot.

Elementtirakenteisia portaita sekä kerros- ja lepotasoja käytettäessä voidaan eristävyttä parantaa joustavin liitoksin. Esimerkiksi elementtiportaat voidaan asentaa tärinäneristimien varaan ja kerros- ja lepotasoissa voidaan käyttää kelluvaa lattiakonstruktiota, jossa pintalaatan ja kantavan osan välissä on esimerkiksi mineraalivillaa. Tällaista rakennetta käytettäessä on erityistä huomiota kiinnitettävä siihen, ettei äänisilloja pääse muodostumaan. Elementtirakenteiset kerros- ja lepotasot voidaan asentaa myös tärinäneristimien varaan. Tällöin on edullista jättää porrasrakenteiden (mm. tasojen) ja seinien väliin ilmarako, johon haluttaessa voidaan sijoittaa joustava tiiviste. Kuvassa 19 on esitetty periaate tällaisesta asennustavasta.



Kuva 19
Kerrostason (lepotason) joustava asennustapa

Luhtikäytävän ja asuinhuoneen välillä saavutetaan riittävä askelääneneristys, kun luhtikäytävä rakennetaan itsensä kantavaksi ja kiinnitetään tärinäneristimien välityksellä rakennukseen. Riittävä eristys voidaan saavuttaa myös, kun käytävän ja rakennuksen väliin tuentakohtiin asennetaan tärinäeristimet tai käytävä päällystetään esimerkiksi kumimatolla tai kumiasfaltilla (~ 10 mm).

Tätä julkaisua myy

VALTION PAINATUSKESKUS
MARKKINOINTIOSASTO

Postimyynti

PL 516
00101 HELSINKI 10
Puh. 90-539011

Kirjakauppa

Annankatu 44
00100 HELSINKI 10
Puh. 90-611022

Denna publikation säljes av

STATENS TRYCKERICENTRAL
MARKNADSFÖRINGSÄVDELNINGEN

Postförsäljning

PB 516
00101 HELSINGFORS 10
Tel. 90-539011

Bokhandel

Annegatan 44
00100 HELSINGFORS 10
Tel. 90-611022

This publication can be obtained from

GOVERNMENT PRINTING CENTRE
MARKETING DEPARTMENT

Mail-order business

P.O. Box 516
SF-00101 HELSINKI 10
Phone 90-539011

Bookshop

Annankatu 44
00100 HELSINKI 10
Phone 90-611022
