

**TILAAJA:** Senaatti-kiinteistöt Oy  
Niko Sundell  
Lintulahdenkatu 5 A, 00530 Helsinki  
050 4666 725  
[Niko.Sundell@senaatti.fi](mailto:Niko.Sundell@senaatti.fi)

**TEKIJÄT:** Matias Remes | DI, FISE A akustiikka  
020 7118 599 | [matias.remes@helimaki.fi](mailto:matias.remes@helimaki.fi)  
Pekka Taina | DI, FISE PV akustiikka, FISE AA tärinä  
020 7118 694 | [pekka.taina@helimaki.fi](mailto:pekka.taina@helimaki.fi)

*Matias Remes*

*Pekka Taina*

## Senaatti-kiinteistöt

### Toimitilojen akustiikan suunnitteluohje



(Kuvat: Workspace Oy, Senaatti-kiinteistöt)

#### MUUTOKSET:

Versio	Päiväys	Muutokset
7597-1b	21.3.2019	Muutettu kohtaa 5.4.3 kommenttien perusteella.
7597-1a	25.10.2018	1. versio.

Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen tai kopiointi on sallittua vain Helimäki Akustikot Oy:n kirjallisella luvalla.

## Sisällys

1	Johdanto .....	3
1.1	Ohjeen tarkoitus .....	3
1.2	Merkinnät .....	3
2	Akustiset vaatimukset .....	3
2.1	Johdanto .....	3
2.1.1	Lähteet .....	3
2.1.2	Ympäristöministeriön asetus 796/2017 .....	3
2.1.3	SFS 5907 Rakennusten akustinen luokitus .....	4
2.1.4	Vaatimusten soveltaminen .....	4
2.2	Ääneneristys .....	4
2.2.1	Ilmaääneneristys .....	4
2.2.2	Askelääneneristys .....	5
2.3	Huoneakustiikka .....	5
2.3.1	Jälkikaiunta-aika .....	5
2.3.2	Puheensiirtoindeksi .....	5
3	Ääntä eristävät rakenteet ja niiden liitokset .....	5
3.1	Yleistä .....	5
3.2	Väliseinätyypit .....	6
3.3	Sivuavien rakenteiden ja liitosten vaikutus .....	6
3.3.1	Yleistä .....	6
3.3.2	Periaatteet sivutiesiirtymän vähentämiseksi .....	7
3.4	Tilakohtaiset ratkaisuperiaatteet .....	8
3.4.1	Call Center -tilat, vetäytymis-, asiakaspalvelu- ja neuvotteluhuoneet .....	8
3.4.2	Taukotilat .....	9
3.4.3	Ehdotonta luottamuksellisuutta edellyttävät tilat .....	9
3.4.4	Tukitilat .....	9
3.4.5	Sosiaalitilat: WC-, suihku- ja pukuhuonetilat .....	9
3.4.6	Käytävät .....	9
4	Ovet, sisälasit ja siirtoseinät .....	10
4.1	Ovet .....	10
4.1.1	Tyyppihyväksyntä ja ääniluokat .....	10
4.1.2	Tilakohtaiset ääneneristysvaatimukset .....	10
4.1.3	Asennus ja tiivistykset .....	10
4.2	Sisälasit .....	11
4.3	Siirtoseinät .....	12
5	Huoneakustiikka .....	12
5.1	Yleistä .....	12
5.2	Vaimennusmateriaalien määrät .....	13
5.3	Avoimien toimistotilojen ääniolosuhteet yleisesti .....	14
5.4	Tilakohtaiset ratkaisuperiaatteet ja -esimerkit .....	14
5.4.1	Call center -tilat .....	14
5.4.2	Asiakaspalvelutilat .....	15
5.4.3	Monitilatoimiston avoimet työskentelyalueet .....	16
5.4.4	Vetäytymishuoneet, asiakaspalveluhuoneet .....	16
5.4.5	Neuvotteluhuoneet .....	17
5.4.6	Ehdotonta luottamuksellisuutta edellyttävät tilat .....	18
5.4.7	Ravintola, kahvila .....	18
5.4.8	Tukitilat .....	18
5.4.9	Sosiaalitilat .....	19
5.4.10	Käytävät ja aulat .....	19
6	Ilmanvaihtokanavien vaikutus ääneneristykseen .....	19
7	Rakenteiden tiiviys .....	20
7.1	Yleisohjeet .....	20
7.2	LVIS-järjestelmien läpiviennit .....	20

# 1 Johdanto

## 1.1 Ohjeen tarkoitus

Tämä ohje on tarkoitettu sovellettavaksi Senaatti-kiinteistöjen toimitilojen akustiikan suunnitteluun ja toteutukseen. Ohjeessa esitetään suositukset akustisista vaatimusta-soista koskien tilojen ääneneristystä ja huoneakustiikkaa, näihin liittyvät ratkaisuperiaatteet ja -esimerkit sekä suunnittelussa ja toteutuksessa huomioitavat tekijät. Ohjeen pääasiallisena sovellusalueena ovat tavalliset monitilatointitilat uudis- ja peruskorjauskohteissa; ohjetta voidaan kuitenkin soveltaa myös muun tyyppisissä kohteissa, joissa on ohjeessa käsiteltyjä tilatyyppejä.

## 1.2 Merkinnät

Ohjeessa käytetään akustisista mittaluvuista seuraavia merkintöjä:

$R_w$	Rakennusosan laboratoriossa mitattu tai laskettu ilmajääneristysluku (dB).
$R'_{w}$	Rakennuksessa tilojen välillä mitattu ilmajääneristysluku (dB), joka kuvaa tilojen välistä ilmajääneristävyyttä (vanha, ei käytetä tässä ohjeessa).
$D_{nT,w}$	Rakennuksessa tilojen välillä mitattu äänitasoeroluku (dB), joka kuvaa tilojen välistä ilmajääneristävyyttä (YM asetuksen mukainen tunnusluku).
$L'_{nT,w} + C_{1,50-2500}$	Rakennuksessa tilojen välillä mitattu askelääänitasoluku (dB), joka kuvaa tilojen välistä askeläääneneristävyyttä (YM asetuksen mukainen tunnusluku).
$T$	Jälkikaiunta-aika (s), eli aika jonka kuluessa äänenpainetaso tilassa laskee 60 dB (kuulumattomiin), kun äänilähde äkillisesti lopettaa toimintansa.
STI	Puheensirtoindeksi. Kuvaa puheenerotettavuutta tilassa. Saa arvoja 0...1 välillä. STI = 0: puheesta ei saa tavuaakaan selvää, STI = 1: täydellinen puheenerotettavuus.

# 2 Akustiset vaatimukset

## 2.1 Johdanto

### 2.1.1 Lähteet

Ohjeessa esitetyt akustiset vaatimukset perustuvat alla listattuihin lähteisiin. Lähteen perässä suluissa on esitetty jäljempänä vaatimustaulukoissa käytetty lyhenne.

- Ympäristöministeriön asetus 796/2017 rakennuksen ääniympäristöstä (YMA)
- Ympäristöministeriön asetuksen 796/2017 perustelumuiotio (YMP)
- Ympäristöministeriön ääniympäristöohje, julkaistu 28.6.2018 (YMO)
- Standardi SFS 5907 Rakennusten akustinen luokitus (SFS)
- Sisäilmastoluokitus 2018
- Tilaajan kanssa sovittu akustiikan vaatimustaso (AKU)

### 2.1.2 Ympäristöministeriön asetus 796/2017

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 796/2017 on tullut voimaan 1.1.2018 korvaten vanhat akustiikkaa koskevat rakentamismääräykset (SRMK C1, D2). Asetusta täydentävät perustelumuiotio (24.11.2017) ja ääniympäristöohje (28.6.2018). Perustelumuiotiossa ja ääniympäristöohjeessa annetaan mm. toimistotilojen huoneakustiikkaa ja ääneneristystä koskevia ohjearvoja.

Asetuksessa todetaan uudisrakentamisesta mm.:

- Uuden rakennuksen kokous-, ruokailu-, ja toimistotilojen ääneneristys sekä melun- ja värinän- torjunta on suunniteltava ja toteutettava tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen siten, että niissä saavutetaan toimintaa vastaava riittävän hyvä ääniympäristö.
- Ko. tilojen ääniolosuhteet on suunniteltava ja toteutettava siten, että tilassa saavutetaan sen käyttötarkoitus huomioon ottaen riittävä puheenerotettavuus.

Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen tai kopiointi on sallittua vain Helimäki Akustikot Oy:n kirjallisella luvalla.

Asetuksessa todetaan käyttötarkoituksen muutoksista sekä korjaus- ja muutostöistä:

- Käyttötarkoitusta muutettaessa ääneneristys, melun- ja värinäntorjunta ja ääniolosuhteet (...) on suunniteltava ja toteutettava siten, ettei ääniympäristöstä aiheudu käyttäjille haittaa.
- Ääneneristystä, melun- ja värinäntorjuntaa, ääniolosuhteita, (...) meluntorjuntaa ja ääniolosuhteita ei saa rakennuksen korjaus- tai muutostyössä heikentää.

### 2.1.3 SFS 5907 Rakennusten akustinen luokitus

Standardissa SFS 5907 esitetään toimistorakennuksille seuraava akustinen luokittelu:

- Luokka A: paras taso
- Luokka B: vähimmäisvaatimuksia parempi taso
- Luokka C: vähimmäistaso uudisrakentamisessa ja käyttötarkoituksen muutoksissa

### 2.1.4 Vaatimusten soveltaminen

Esitettyjen vaatimusten lähtökohtana on pidetty YM perustelumuition ja sovellusohjeen ohjearvoja siltä osin, kun näitä on. Muuten on sovellettu standardia SFS 5907. Sisäilma-  
toluokitukseen 2018 verrattuna vaatimukset vastaavat vähintään luokkaa S2 ja paikoin luokkaa S1. Vaatimusten soveltamisessa korjauskohteisiin tulee käyttää tapauskohtaista harkintaa, huomioiden esim. mahdolliset suojellulliset tai rakennustekniset reunaehdot.

## 2.2 Ääneneristys

### 2.2.1 Ilmaääneneristys

#### Tunnusluku

Suomessa on käytössä kaksi eri tunnuslukua tilojen välisen ilmaääneneristävyyden kuvaamiseen: äänitasoeroluku  $D_{nT,w}$  ja ilmaääneneristysluku  $R'_w$ . Edellinen on YM asetuksen ja sen sovellusohjeen mukainen tunnusluku, jälkimmäistä taas käytetään mm. standardissa SFS 5907. Tässä ohjeessa kaikki ilmaääneneristysvaatimukset ilmoitetaan äänitasoerolukuina. Lähteissä esitetyt  $R'_w$ -arvot on käännetty suoraan  $D_{nT,w}$ -arvoiksi.

#### Vaatimukset

Taulukossa 1 on esitetty tilojen välistä ilmaääneneristystä koskevat vaatimustasot. Arvot tarkoittavat rakennuksessa tilojen välillä mitattua äänitasoerolukua  $D_{nT,w}$ .

**Taulukko 1.** Äänitasoeroluvun  $D_{nT,w}$  vähimmäisarvot. Lähteiden lyhenteet kohdassa 2.1.1.

Tila	$D_{nT,w}$ [dB]	Lähde
Call Center -tilat, vetäytymishuoneet, asiakaspalveluhuoneet, taukotilat		
- ympäröivään tilaan yleensä	48	AKU
- toimisto- tai työtilaan, kun välissä on ovi	40	AKU
- käytävälle, kun välissä on ovi	35	AKU
Neuvotteluhuoneet		
- ympäröivään tilaan yleensä	48	YMO
- toiseen käyttötarkoitukseltaan samanlaiseen tilaan, kun välissä on ovi	42	YMO
- käytävälle, kun välissä on ovi	35	SFS_C
Ehdotonta luottamuksellisuutta edellyttävät tilat		
- ympäröivään tilaan yleensä	55	SFS_B
- käytävälle, kun välissä on ovi	44	SFS_A
Tukitilat: kopio-, lajittelu-, arkisto-, varasto-, jätelajittelutilat ja vastaavat <sup>1)</sup>		
- toimisto- tai työtilaan	44	AKU
- käytävälle, kun välissä on ovi	35	AKU
Sosiaalitilat: WC-, suihku- ja pukuhuonetilat		
- toimisto- tai työtilaan	44	SFS_C
- toiseen WC-, suihku- tai pukuhuonetilaan	40	SFS_B
- käytävälle, kun välissä on ovi	25	SFS_B

<sup>1)</sup> Koskee tukitiloja, jotka on sijoitettu omiin ovellisiin huoneisiin ja joissa on meluisaa toimintaa.

## 2.2.2 Askelääneneristys

YM ääniympäristöohjeen mukaan askeläänitasoluvun ohjearvo toimistorakennuksissa kerrosten välillä yleensä on  $L'_{nT,w} + G_{1,50-2500} \leq 63$  dB.

## 2.3 Huoneakustiikka

### 2.3.1 Jälkikaiunta-aika

Taulukossa 2 on esitetty tilojen jälkikaiunta-aikaa koskevat vaatimustasot.

**Taulukko 2.** Vaatimukset tilojen jälkikaiunta-ajalle 7. Lähteiden lyhenteet kohdassa 2.1.1.

Tila	T [s] <sup>1)</sup>	Lähde
Avoimet työalueet monitilatoimistoissa, call center- ja asiakaspalvelutilat <sup>2)</sup>	0,4	SFS_A
Neuvottelu-, vetäytymis- ja taukokuoneet, ehdottoman luottamuksellisuuden tilat	0,5	SFS_A
Ravintola, kahvila	0,7	SFS_A
Tukitilat: kopio-, lajittelu-, arkisto-, varasto-, jätelajittelutilat ja vastaavat	0,7	AKU
Sosiaalitilat: pukuhuoneet, WC-tilat	1,0	AKU
Käytävät	0,8	SFS_B
Aulat <sup>3)</sup>	0,8	SFS_A

<sup>1)</sup> Raja-arvot tarkoittavat tavoiteaikaa oktaavikaistoilla 250 – 4000 Hz kalustetussa huoneessa. Vaihteluväli em. taajuuskaistoilla voi olla  $\pm 0,1$  s ja taajuuskaistalla 125 Hz  $\pm 0,3$  s.

<sup>2)</sup> Koskee avotoimistotilaa, jonka korkeus on yli 3 m. Alle 3 m tiloissa luokan A ohjearvo on 0,35 s.

<sup>3)</sup> Yli 4 m korkeista aulatiloista, ja auloista joihin liittyy työpisteitä ilman erottavaa seinää, on suositeltavaa tehdä erillinen akustiikkasuunnitelma.

### 2.3.2 Puheensiirtoindeksi

Taulukossa 3 on esitetty ympäristöministeriön asetuksen perustelumuiotiossa annetut ohjearvot tilojen puheensiirtoindeksille, STI.

**Taulukko 3.** Ohjearvot puheensiirtoindeksille, STI (YM ohje).

Tila	STI	Lähde
Avoimet toimistotilat <sup>1)</sup>	$\leq 0,50$	YMP
Kokoukutilat	$\geq 0,70$	YMP
Ruokailutilat	$\geq 0,60$	YMP

<sup>1)</sup> Koskee tiloja, joissa tehtävän työn luonne edellyttää keskittymistä ja/tai luottamuksellisuutta.

## 3 Ääntä eristävät rakenteet ja niiden liitokset

### 3.1 Yleistä

Seuraavissa kappaleissa esitetään väliseinätyypit eri vaatimustasoille ja periaatteet si-vuavien rakenteiden ääneneristävyyteen liittyen. Muita ääneneristyksessä huomioitavia asioita, kuten ovet, sisälasit ja ilmanvaihtokanavien ääneneristysratkaisut, on käsitelty jäljempänä ohjeessa.

Ohjeessa esitettävät rakenteet ja rakenteiden liitokset ovat periaatteellisia. Ohjeessa ei oteta kantaa rakenteiden rakennusfysikaaliseen toimivuuteen tai kantavuuteen, vaan ne on tarkistettava erikseen. Rakenteiden esitettyjä materiaalivahvuuksia tai materiaaleja ei saa vaihtaa muuhun vaihtoehtoon selvittämättä muutoksen akustisia vaikutuksia.

## 3.2

### Väliseinätyypit

#### Esimerkkirakenteet

Taulukossa 4 on esitetty esimerkit väliseinätyypeistä ilmaääneneristyksen eri vaatimustasoille. Rakenteissa on esitetty vain ääneneristyksen kannalta oleelliset asiat; rakennetekniset ja muut vaatimukset tulee tarkistaa erikseen.

**Taulukko 4.** Esimerkit väliseinätyypeistä.

Tunnus	Rakennekerrokset	Ääneneristävyys
<b>VS 1</b>	25 mm 2 x kipsilevy Gyproc GR13 (n. 12 kg/m <sup>2</sup> per levy) 66 mm teräsranka k600, mineraalivilla 50 mm 20 mm ilmarako 66 mm teräsranka k600, mineraalivilla 50 mm 25 mm 2 x kipsilevy Gyproc GR13 (n. 12 kg/m <sup>2</sup> per levy)	$D_{nT,w} \geq 55$ dB
<b>VS 2 (VE 1)</b>	25 mm 2 x kipsilevy EK 66 mm teräsranka Gyproc XR66 k600, mineraalivilla 50 mm 25 mm 2 x kipsilevy EK	$D_{nT,w} \geq 48$ dB
<b>VS 2 (VE 2)</b>	25 mm 2 x kipsilevy EK 95 mm teräsranka k600, mineraalivilla 70 mm 25 mm 2 x kipsilevy EK	$D_{nT,w} \geq 48$ dB
<b>VS 3</b>	25 mm 2 x kipsilevy EK 66 mm teräsranka k600, mineraalivilla 50 mm 25 mm 2 x kipsilevy EK	$D_{nT,w} \geq 44$ dB
<b>VS 4</b>	12,5 mm kipsilevy EK 66 mm teräsranka k600, mineraalivilla 50 mm 12,5 mm kipsilevy EK	$D_{nT,w} \geq 35$ dB
<b>VS 5</b>	- tasoitus, kauttaaltaan holvista holviin 130 mm kahi-runkoponttiharkko (reiällinen), ohutsaumamuuraus - tasoitus, kauttaaltaan holvista holviin	$D_{nT,w} \geq 44$ dB
<b>VS 6</b>	- tasoitus, kauttaaltaan holvista holviin 85 mm kahi-runkoponttiharkko (reiällinen), ohutsaumamuuraus - tasoitus, kauttaaltaan holvista holviin	$D_{nT,w} \geq 40$ dB

#### Huomioita

- VS 1-4: mineraalivillana rankavälissä voidaan käyttää esim. Isover KL AKU.
- VS 1: vaihtoehtoisesti voidaan käyttää levyjä Knauf KEK13RX (n. 12 kg/m<sup>2</sup> per levy).
- VS 2-4: kipsilevyinä voidaan käyttää esim. Gyprocin tai Knaufin erikoiskovia kipsilevyjä (GEK13 / KEK13), neliöpaino n. 10 kg/m<sup>2</sup> per levy. Tyypeissä VS 2-3 alempi levy voidaan tarvittaessa korvata normaalipainoisella levyllä GN13/KN13.
- VS 1: teräsrangan tyyppi on vapaasti valittavissa. Vaihtoehtoisesti puurunko.
- VS 2 VE2, VS 3, VS 4: teräsrangan tyyppinä voidaan käyttää Gyproc ER, LPR tai GS tai joustavuudeltaan vastaavaa rankaa. Puurunkoa ei saa käyttää.
- VS 5-6: runkoponttiharkkoseinien tulee olla molemmin puolin kauttaaltaan holvista holviin tasoitettuja (myös esim. alakaton yläpuolelta).

## 3.3

### Sivuavien rakenteiden ja liitosten vaikutus

#### 3.3.1

##### Yleistä

Ääni kulkee tilasta toiseen paitsi suoraan erottavan väliseinän läpi, myös sivutiesiirtymänä huoneita sivuavia rakenteita pitkin (lattia, katto, seinät). Sivutiesiirtymän vaikutus tilojen väliseen ääneneristykseen on sitä merkittävämpi, mitä korkeampi ääneneristysvaatimus on.

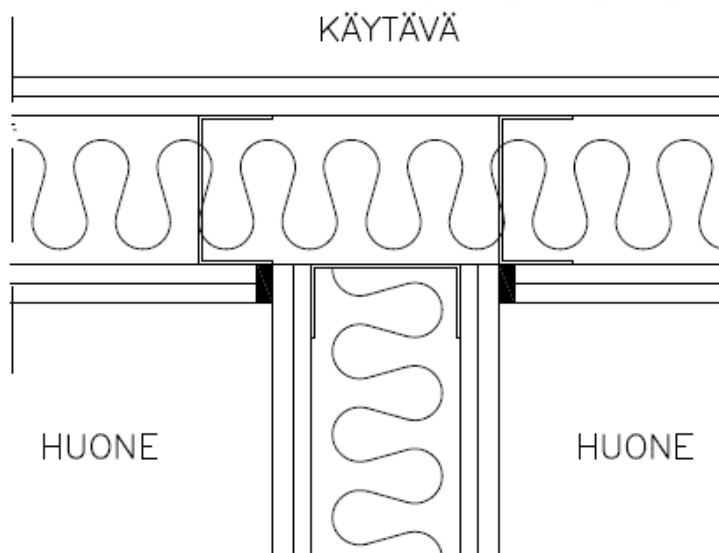
timus tilojen välillä on.

Sivutiesiirtymän vaikutus tilojen väliseen ääneneristykseen tulee tarkistaa erityisesti peruskorjauskohteissa, joissa vanhojen rakenteiden ääneneristyskyky voi olla heikko. Uudessa/uudehkoissa betonirunkoisissa rakennuksissa, joissa on käytetty vakiintuneita rakenneratkaisuja, sivutiesiirtymä ei tavallisesti ole ongelma, kun vaadittu ääneneristystaso on alle  $D_{HT,w}$  48 dB. Vaatimustasolla  $D_{HT,w} \geq 55$  dB (esim. ehdotonta luottamuksellisuutta edellyttävät tilat) sivuavien rakenteiden riittävyys on tarkistettava uudisrakennuksakin.

### 3.3.2 Periaatteet sivutiesiirtymän vähentämiseksi

#### Levyrakenteet

- Tiloja sivuavien levyrakenteiden tulee aina katketa erottavan väliseinän kohdalla, kun tilojen välille halutaan ääneneristystä.
- Tämä koskee mm. levyseiniä, levyrakenteisia alakattoja ja lattioita, asennuslattioita ja kevyiden ulkoseinärakenteiden sisäverhouksia.
- Jos rakennuslevy jatkuu tilasta toiseen yhtenäisenä, ilmapääneneristävyys  $D_{HT,w}$  jää yleensä alle tason 35 dB.



**Kuva 1.** Esimerkki käytäväseinän ja tiloja erottavan väliseinän liitoksesta, jolla saadaan estettyä käytäväseinän kautta tapahtuva sivutiesiirtymä.

#### Alakatto

Tiloja erottavat väliseinät tulee pääsääntöisesti aina rakentaa "holvista holviin", eli seinän yläpää ulotetaan tiiviisti kantavaan rakenteeseen asti ja alakatto liittyy väliseinään molemmin puolin. Alakatto ei saa jatkua yhtenäisenä tilasta tilaan väliseinän ohi.

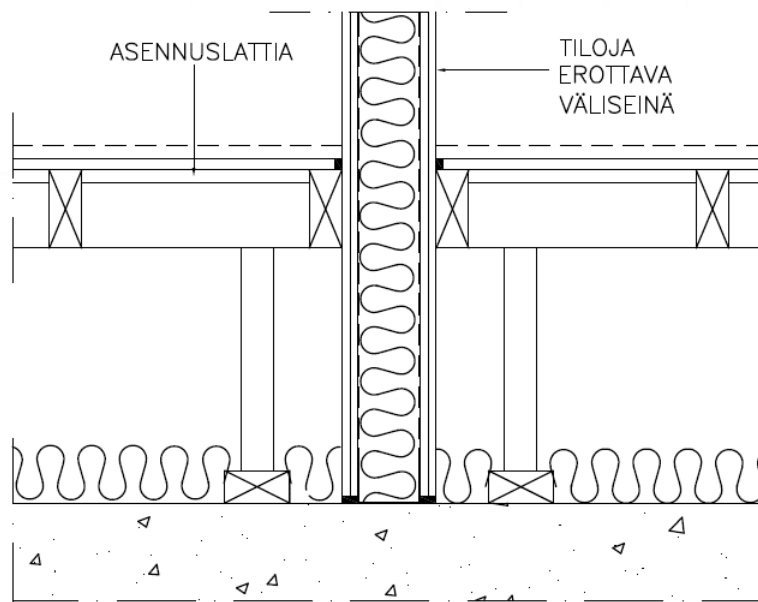
Niissä erikoistapauksissa, joissa väliseinää ei ole mahdollista ulottaa väli-/yläpohjaan saakka, voidaan väliseinä päättää alakaton tasolle ja tehdä ääntä eristävät kipsilevykatot tiloihin seinän molemmin puolin. Tämä ratkaisutapa voi tulla kyseeseen esim. hyvin korkeissa tiloissa tai korjauskohteissa, joissa katossa on paljon säilytettävää talotekniikkaa. Mikäli tätä ratkaisutapaa käytetään, tulee akustiikkasuunnittelijan tarkistaa tarvittava alakaton rakenne ja liitostapa väliseinään.

#### Asennuslattia

Asennuslattia on levyrakenne, joka toimii tehokkaana sivutiesiirtymän välittäjänä. Tämän vuoksi asennuslattia tulee aina katkaista tilojen välillä väliseinän kohdalla; ks. periaate kuvassa 2. Ilman katkaisua tilojen välinen ilma- ja askelääneneristys jää heikoksi.

### Kivirakenteet

- Ohuet ja kevyet kivirakenteet, kuten korjauskohteissa tyypilliset kevytsorabetoniharkkorakenteet ja vanhat ohuet betonilaatat (esim. ylä- / ala- tai kaksoislaattapalkistot), voivat aiheuttaa merkittäviä sivutiesiirtymiä.
- Mahdollisuudet sivuavien kivirakenteiden katkaisuun on tutkittava tapauskohtaisesti rakennesuunnittelijan kanssa. Mikäli katkaisu ei ole mahdollista, voidaan sivutiesiirtymää aiheuttava rakenne verhoilla ääneneristystä parantavalla levyrakenteella (seinät, katto). Levyverhous tulee tavallisesti tehdä molemmissa tiloissa.
- Seinät: sivutiesiirtymää estävä levyrakenne on esim. irti seinästä tehty runko+villa 50 mm, 2 x kipsilevy EK 13 mm.
- Katto: sivutiesiirtymää estävä alakattorakenne on esim. koolaus+villa 50 mm, akustinen jousiranka Gyproc AP25 25 mm, 2 x kipsilevy EK 13 mm.
- Lattian kautta tapahtuva sivutiesiirtymä voidaan estää rakenteen (esim. vanha ohut lattialaatta) katkaisulla tai tekemällä tiloihin kelluva lattia. Kelluvan lattian toteutettavuus on harkittava tapauskohtaisesti, sillä se aiheuttaa korkoeroja tiloihin ja toteutukseen liittyy mm. rakenneteknisiä kysymyksiä.
- Vanhojen kivirakenteiden rappaus-/tasoitekerrokset tulee katkaista erottavan väliseinän kohdalta.



Kuva 2. Periaatedetalji asennuslattian katkaisusta tiloja erottavan väliseinän kohdalla.

## 3.4 Tilakohtaiset ratkaisuperiaatteet

### 3.4.1 Call Center -tilat, vetäytymis-, asiakaspalvelu- ja neuvotteluhuoneet

#### Väliseinät

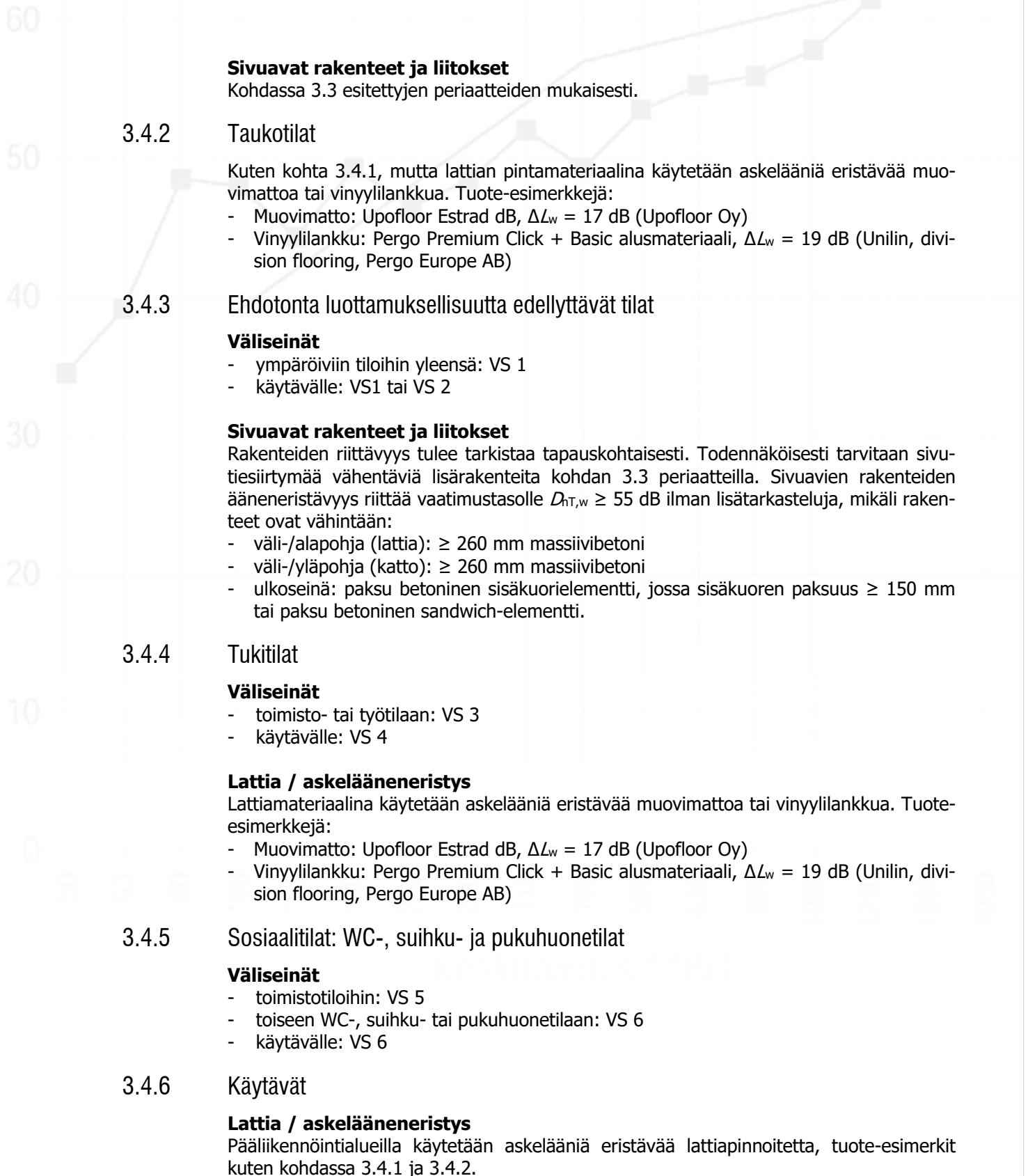
- Ympäröiviin tiloihin yleensä: VS 2
- Käytävälle: VS2 tai VS 3

#### Lattia / askelääneneristys

Lattian pintamateriaalina käytetään askelääniä eristävää tekstiilimattoa, esim. Desso Verso tai Temptra  $\Delta L_w = 20$  dB.

Askelääneneristävyyteen vaikuttaa myös kantava välipohjarakenne. Edellä esitetyillä lattiatapinnoitteilla voidaan tyypillisesti täyttää askelääneneristävyyden ohjearvo 63 dB, kun välipohja on n.  $\geq 150$  mm paksu massiivibetonilaatta. Peruskorjauskohteissa välipohjarakenteen riittävyys tulee tarkistaa varsinkin, jos kyseessä on ylä-, ala- tai kaksoislaattapalkisto, muu ohut betonirakenne tai puurakenteinen välipohja.





## 4 Ovet, sisälasit ja siirtoseinät

### 4.1 Ovet

#### 4.1.1 Tyyppihyväksyntä ja ääniluokat

Ääneneristysovissa tulee olla viralliset tyyppihyväksyntäkilvet ja tarvittaessa valmistajan tulee pystyä toimittamaan ovista äänitekniset mittauspöytäkirjat, joista käy ilmi oven laboratorioissa mitattu ilmaääneneristysluku  $R_w$ . Oven ääneneristysvaatimus koskee ovea kokonaisuudessaan, sisältäen käyntioven ja mahdollisen vieressä olevan vasikka-osan.

Tässä ohjeessa ovien dB-vaatimukset on esitetty ilmaääneneristyslukuina  $R_w$ . Ovet voidaan luokitella ääneneristysluokkiin ilmaääneneristysluvun perusteella. Luokittelu on esitetty standardissa SFS 5907. Tyypillisillä ovilla luokittelu on seuraava:

- Luokka 25 dB → oven laboratorioissa mitattu ilmaääneneristysluku  $R_w \geq 30$  dB
- Luokka 30 dB → oven laboratorioissa mitattu ilmaääneneristysluku  $R_w \geq 37$  dB
- Luokka 35 dB → oven laboratorioissa mitattu ilmaääneneristysluku  $R_w \geq 42$  dB

#### 4.1.2 Tilakohtaiset ääneneristysvaatimukset

Taulukossa 5 on esitetty ovien ääneneristysvaatimukset ilmoitettuna ilmaääneneristyslukuina  $R_w$ .

**Taulukko 5.** Ovien ääneneristysvaatimukset. Ilmoitettu ilmaääneneristyslukuina  $R_w$ .

Tila	Oven ilmaääneneristysluku vähintään, $R_w$ [dB]
Call Center -tilat, vetäytymishuoneet, asiakaspalveluhuoneet, taukotilat	
- toimisto- tai työtilaan	42
- käytävälle	37
Neuvotteluhuoneet	
- toiseen käyttötarkoitukseltaan samanlaiseen tilaan	44
- käytävälle	37
Ehdotonta luottamuksellisuutta edellyttävät tilat	
- käytävälle <sup>1)</sup>	37+37
Tukitilat: kopio-, lajittelu-, arkisto-, varasto-, jätelajittelutilat ja vast. <sup>2)</sup>	
- käytävälle	37
Sosiaalitilat: WC-, suihku- ja pukuhuonetilat	
- käytävälle <sup>3)</sup>	30
- WC:stä toimisto- tai työtilaan: <sup>4)</sup>	30+tavallinen ovi

<sup>1)</sup> Kaksi ovea, kummankin vaatimus  $R_w \geq 37$  dB.

<sup>2)</sup> Koskee tukitiloja, jotka on sijoitettu omiin ovellisiin huoneisiin ja joissa on meluisaa toimintaa.

<sup>3)</sup> Oven tulee olla tiivis, korvausilmaa ei saa ottaa oviraosta, vaan vaimentavan siirtoilmasäleikön kautta; ks. kohta 6.

<sup>4)</sup> Mikäli toimisto- tai työtilasta kuljetaan suoraan WC:hen, kulku järjestetään kahden oven kautta siten, että pesutila tai vastaava jää väliin. Toimiston puoleinen ovi on tiivis  $R_w$  30 dB + siirtoilmasäleikkö ja WC:n ovi tavallinen laakaovi.

Vaatimuksen  $R_w \geq 44$  dB täyttäviä erikoisovia ovat esimerkiksi:

- Jaatimet PO 10x21 teräspalo-ovi,  $R_w = 44$  dB. Jaatimet Oy ([www.jaatimet.fi](http://www.jaatimet.fi))
- Hedemora TLE 10x21 puuovi,  $R_w = 46$  dB. Hedemora Industriakustik Ab ([www.hiak.se](http://www.hiak.se))
- Daloc T 34 puuovi,  $R_w = 44$  dB. Daloc AB ([www.daloc.com/fi/](http://www.daloc.com/fi/))

#### 4.1.3 Asennus ja tiivistykset

Ovien asentamisessa tulee kiinnittää erityistä huomiota siihen, että ovilevyn ja karmin välinen rako sulkeutuu täysin ilmatiiviiksi. Ovenkarmin ja seinän välinen tiivistys tehdään elastisella saumaussmassalla saumanauhaa vasten molemmin puolin, ja rako tilkitaan pehmeällä villalla. Tiivistykseen ei saa käyttää polyuretaanivaahtoa.

Ovissa tulee aina olla asianmukaiset ja oven käyttöä kestävästi tiivistet kaikkilla sivuilla. Asennusvaiheessa tulee varmistua siitä, että tiivistet puristuvat tasaisesti ja oven käytettävyys huomioiden mahdollisimman tiukasti kasaan oven ollessa suljettuna.

Ovet varustetaan yleensä kiinteillä kynnyksillä (enimmäiskorkeus esteettömyyden vuoksi 20 mm). Kynnys kiinnitetään lattialaataan tiiviisti kittisaumaa tai EPDM-kumitiivistettä vasten. Lattian pintamateriaali (muovimatto, parketti tms.) ei saa jatkaa kynnyksen alta, vaan kynnys kiinnitetään lattialaataan ja pintamateriaali katkeaa kynnyksen kohdalla.

Ovissa, joihin kiinteät kynnykset eivät esteettömyyden vuoksi sovellu, voidaan käyttää laskeutuvaa laahustiivistettä tai yliajokynnystä ja laahusta. Käytettäessä laahuksellista ovea tulee kiinnittää erityistä huomiota laahuksen säätämiseen niin, että oven alareuna on täysin tiivis oven ollessa suljettuna ja laahus alhaalla. Laahus tulee säätää tiiviiksi jokaisesta ovesta erikseen siten, että seuraavat kriteerit täyttyvät: 1) laahustiivisteessä ollessa alhaalla laahuksen ja lattian väliin laitettua ohutta paperia ei pysty liikuttamaan, 2) oven alareuna on täysin valotiivis.

Ääneneristysvaatimuksen  $R_w \geq 42$  dB ovissa tulee lähtökohtaisesti olla kiinteät kynnykset, koska laskeutuvalla laahustiivisteellä ei päästä näin korkeaan ääneneristävyyteen.  $R_w$  37 dB ja tätä alemman vaatimustason ovissa voidaan käyttää laahustiivistettä, kunhan kiinnitetään huomiota laahuksen huolelliseen säätöön.

Asennettaessa seinään kaksi ovea peräkkäin (ehdottoman luottamuksellisuuden tilat /  $R_w$  37+37 dB ovet) tulee ovien väliseen ilmatilaan järjestää ylipaineen purkautumisreitti, jotta ovet on mahdollista sulkea.

Sähköpielien ääneneristävyyden on oltava vähintään ovea vastaava. Sähköpieliä saa lähtökohtaisesti tehdä vain käytäväsiniin (vaatimustaso  $D_{nT,w}$  35 dB). Mikäli sähköpieliä sijoitetaan korkeamman vaatimustason siniin, tulee niiden rakenne suunnitella erikseen.

## 4.2 Sisälasit

Taulukossa 6 on esitetty sisälasien  $R_w$ -arvot tapauksissa, joissa tilojen välillä vaadittu äänitasoeroluku  $D_{nT,w}$  on 35...40 dB (oviseinät). Mikäli sisälaseja tehdään tätä korkeamman vaatimustason siniin, tulee vaaditut  $R_w$ -arvot määrittää erikseen. Sisälasin ääneneristysvaatimus riippuu siitä, kuinka suuri lasin pinta-ala on suhteessa seinän pinta-alaan. Vaatimukset on annettu tapauksissa, joissa lasin ja oven yhteenlaskettu ala koko seinästä on alle tai yli 25 %.

**Taulukko 6.** Väliseinien lasiosien ääneneristysvaatimukset,  $R_w$ .

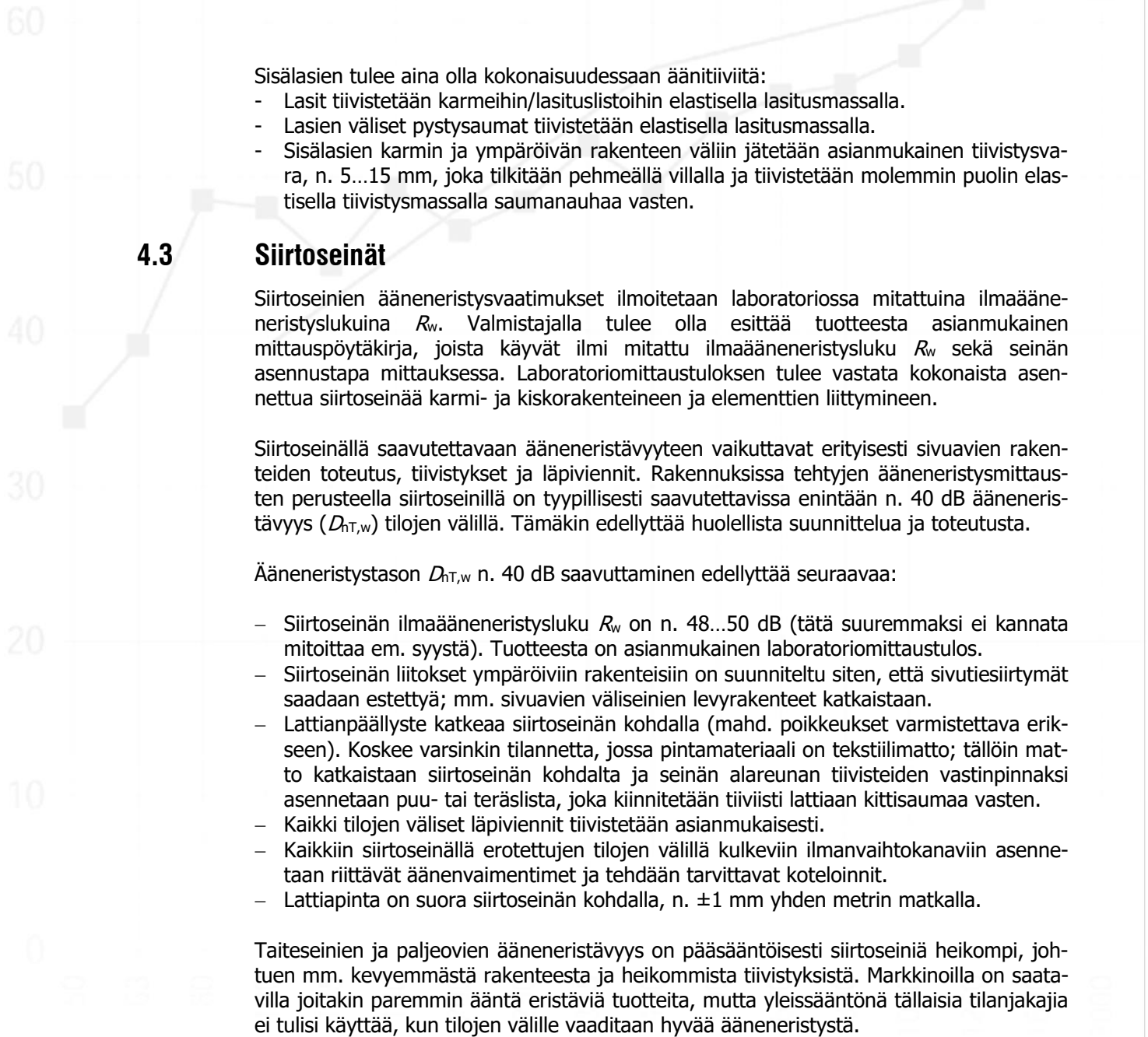
Tila	Lasin ilmaääneneristysluku $R_w$ [dB]	
	Lasin ja oven osuus $\leq 25\%$	Lasin ja oven osuus $> 25\%$
Call Center -tilat, vetäytymis- ja asiakaspalveluhuoneet, neuvotteluhuoneet, taukotilat		
- sisälasit tsto- tai työtilaan rajautuvissa oviseinissä	38	43
- sisälasit käytävälle rajautuvissa oviseinissä	32	38

Taulukossa 6 esitetyt  $R_w$ -arvot voidaan saavuttaa esim. seuraavilla lasituksilla:

- $R_w = 32$  dB: 3+3 mm laminoitu lasi
- $R_w = 38$  dB: Pilkington Optiphon 10,8Lp (Pilkington Lasifakta 2018)
- $R_w = 43$  dB: Pilkington Optiphon 8-16Ar-10,8Lp (Pilkington Lasifakta 2018)

Lasien ääneneristävyyteen vaikuttaa lasituksen lisäksi mm. karmirakenne. Valmistajalla tulee olla esittää tuotteesta vaatimuksen täyttävä laboratoriomittaus, joka koskee tuotetta kokonaisuudessaan karmit mukaan lukien.

Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen tai kopiointi on sallittua vain Helimäki Akustikot Oy:n kirjallisella luvalla.



## 5 Huoneakustiikka

### 5.1 Yleistä

#### Jälkikaiunta-aika

Jälkikaiunta-aika vaikuttaa mm. puheen selvyyteen ja tilassa syntyvään melutasoon. Tilalta vaadittu jälkikaiunta-aika määrittelee sen, kuinka paljon tilaan tarvitaan vaimennusmateriaalia. Jälkikaiunta-ajan laskennassa otetaan huomioon tilan tilavuus ja sen pintojen absorptiosuhteet.

#### Vaimennusmateriaalien tyypit ja luokittelu

Varsinaisina ääntä vaimentavina materiaaleina voidaan käyttää luokan A...C absorptiomateriaaleja. Absorptiomateriaalien luokitus on esitetty standardissa SFS 5907. Luokan A absorptiomateriaalin absorptiosuhde on 500...2000 Hz taajuuksilla keskimäärin 0,9 ja luokan C materiaalin vastaavasti 0,6.

Luokan A absorptiomateriaaleja ovat tyypillisesti esimerkiksi:

- akustiikkamineraalivilla 40 mm kiinni taustapinnassa
- akustiikkamineraalivilla 20 mm asennettuna irti taustapinnasta n.  $\geq 50 \dots 100$  mm

Luokan C absorptiomateriaaleja ovat tyypillisesti esimerkiksi:

- rei'itetty levy, reikäala n.  $\geq 15$  %, takana vaimennushuopa ja ilmatila n.  $\geq 100$  mm
- akustiikkamineraalivilla 20 mm kiinni taustapinnassa

### Tärykaiku

Pohjaltaan suorakaiteen muotoisiin tiloihin syntyy usein häiritseväksi koettu tärykaikuilmiö, jossa ääni jää heijastelemaan kovien yhdensuuntaisten pintojen väliin vaimentumatta. Ilmiö havaitaan siten, että sama ääni kuullaan nopeasti monta kertaa. Tärykaiku voidaan estää mm. sijoittamalla vaimennusmateriaalia tai ääntä hajottavaa pintaa toiselle seinistä, joiden välille tärykaiku muodostuu.

### Vaimennusmateriaalien muut vaatimukset

Tässä ohjeessa vaimennusmateriaaleja on käsitelty lähinnä niiden akustisten ominaisuuksien näkökulmasta. Materiaalien valinnassa tulee lisäksi huomioida tilakohtaiset vaatimukset koskien mm. sisäilmaa ja hygieniaa, palonkestoa ja kulutuksenkestävyyttä. Sijoitettaessa absorptiomateriaaleja kylmään tilaan rajautuville pinnoille (yläpohja, ulkoseinät), on otettava huomioon rakennusfysikaaliset tekijät; villapohjaiset absorptiomateriaalit toimivat myös lämmöneristeinä. Rakennesuunnittelijan tulee näissä tapauksissa tarkistaa rakenteen kosteustekninen toimivuus.

### Puheensiirtoindeksi

Puheensiirtoindeksi, STI, on puheenerotettavuutta tilassa kuvaava tunnusluku (ohjearvot kohdassa 2.3.2). Puheensiirtoindeksin arvon selvittäminen suunnittelussa edellyttää huoneakustista mallinnusta/laskentaa, jossa huomioidaan mm. tilan geometria, layout, kalustus ja pintojen ominaisuudet. Ohjeessa on esitetty puheenerotettavuuteen liittyvät yleiset ratkaisuperiaatteet, mutta ei saavutettavia STI-arvoja. Tarvittaessa STI voidaan laskea erikseen kohdekohtaisesti, ja se voidaan myös mitata valmiissa tilassa.

## 5.2 Vaimennusmateriaalien määrät

Taulukossa 7 on esitetty tilatyypikohtaisesti tarvittava vaimennusmateriaalin määrä prosentteina tilan lattiapinta-alasta muutamalla tyypillisellä huonekorkeudella. Määrät on esitetty erikseen luokan A ja C vaimennusmateriaaleille.

**Taulukko 7.** Vaimennusmateriaalin määrä prosentteina lattiapinta-alasta huonekorkeuden mukaan, kun käytetään absorptioluokan A tai C vaimennusmateriaalia.

Tila	Huonekorkeus		
	2,7 m	3 m	3,5 m
<b>Luokan A vaimennusmateriaalin määrä, % lattiapinta-alasta</b>			
Avoimet tšottilat, call center- ja asiakaspalvelutilat	110	120	150
Neuvottelu-, vetäytymis- ja taukokuoneet, ehdot. luottamuksellisuuden tilat	80	100	110
Ravintola, kahvila	50	60	80
Tukitilat: kopio-, lajittelu-, arkisto-, varasto-, jätetilat ja vast.	50	60	80
Sosiaalitilat: pukuhuoneet	30	40	50
Käytävät, aulat	50	50	60
<b>Luokan C vaimennusmateriaalin määrä, % lattiapinta-alasta</b>			
Avoimet tšottilat, call center- ja asiakaspalvelutilat	170	190	230
Neuvottelu-, vetäytymis- ja taukokuoneet, ehdot. luottamuksellisuuden tilat	130	150	180
Ravintola, kahvila	80	100	120
Tukitilat: kopio-, lajittelu-, arkisto-, varasto-, jätetilat jne.	80	100	120
Sosiaalitilat: pukuhuoneet	50	60	70
Käytävät, aulat	70	80	100

Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen tai kopiointi on sallittua vain Helimäki Akustikot Oy:n kirjallisella luvalla.

## 5.3

### Avoimien toimistotilojen äänioolosuhteet yleisesti

Tutkimusten mukaan avoimien toimistotilojen äänimaailmassa eniten häiritsevänä koetaan puhe, joka ei liity omaan työtehtävään. Muita häiriön aiheuttajia ovat mm. puhelinten soiminen, kenkien kopina ja yhteistiloista kantautuvat äänet. Puheäänien häiriön vähentäminen, ts. puheyksityisyyden parantaminen, akustiikan keinoin edellyttää kolmen tekijän yhtä aikaista huomiointia:

1. **Vaimennusmateriaali.** Riittävä määrä ääntä absorboivaa materiaalia sijoitettuna katto- ja seinäpinnoille siten, että haitalliset heijastukset saadaan poistettua.
2. **Sermit.** Työpisteiden rajaaminen toisistaan riittävän korkeilla ääntä vaimentavilla ja eristävillä sermeillä ja/tai kalusteilla.
3. **Peittoääni.** Äänitasoltaan sopivan (n. 40 dB) ja sävyltään miellyttävän puhetta peittävä peittoäänen järjestäminen avotilaan.

Puheyksityisyyden tarve riippuu siitä, minkälaisia työtehtäviä tilassa hoidetaan. Mikäli työtehtävät painottuvat keskittymistä vaativaan yksilötyöhön (esim. vaativa asiantuntijatyö) tai työtehtäviin kuuluu luottamuksellisia keskusteluja (esim. esimiestyö, henkilöstöasioihin liittyvä työ), puheyksityisyyden tarve on suuri ja puheäänien ei pitäisi erottua työpisteiden välillä. Sen sijaan tilassa, jossa tehdään pääasiassa ryhmätyötä, puheyksityisyyttä ei tarvita vaan päinvastoin puheen erotettavuuden ryhmän sisällä tulee olla hyvä; keskustelu ei saa kuitenkaan häiritä muita ryhmiä.

Monitilatoimistot perustuvat toimintamalliin, jossa työskentelytila valitaan hoidettavan työtehtävän mukaan. Monitilatoimiston avoimien työskentelyalueiden huoneakustiikka suunnitellaan puheyksityisyyden tarpeen mukaan. Avoimien tilojen yhteyteen suunnitellaan riittävä määrä äänieristettyjä vetäytymistiloja ja vastaavia, joissa voidaan hoitaa puheyksityisyyttä eniten vaativat tehtävät ja puhelinkeskustelut.

Akustiikan ohella työntekijöiden käyttäytyminen ja toimintamallit vaikuttavat oleellisesti monitilatoimistojen äänioolosuhteisiin ja niiden kokemiseen. Työpaikalla tulisi edistää käyttäytymismalleja ja käytäntöjä, jotka tukevat viihtyisää ja häiriötöntä ääniympäristöä. Työpaikalle on suositeltavaa laatia yhteisesti hyväksyttävät käyttäytymissäännöt, jossa äänioolosuhteet on huomioitu.

## 5.4

### Tilakohtaiset ratkaisuperiaatteet ja -esimerkit

#### 5.4.1 Call center -tilat

##### Yleistä

Call center -tila on avoin toimistotila, jossa tehdään puhelintyötä; mm. soitetaan ja otetaan vastaa puheluita. Puheen erotettavuuden työpisteiden välillä tulee olla mahdollisimman pieni, jotta viereisestä työpisteestä kuuluva puheääni ei kantautuisi puhelinlinjalle ja häiritsisi työntekoa.

Tässä kappaleessa esitettyjä ratkaisuperiaatteita voidaan soveltaa myös muihin avoimiin toimistotiloihin, joissa tehdään keskittymistä vaativaa yksilötyötä ja vaaditaan puheyksityisyyttä työpisteiden välille.

##### Vaimennukset katto- ja seinäpinnoilla

- Katto: koko kattopinta verhoillaan luokan A absorptiomateriaalilla. Tuote-esimerkki: Ecophon Focus F 20 mm vähintään 50 mm alaslaskulla.
- Seinät: seinäpinnoille sijoitetaan luokan A...C vaimennusmateriaalia siten, että vaadittu kokonaismäärä vaimennusmateriaalia täyttyy (taulukko 7). Vaimennus voidaan toteuttaa esim. villapohjaisilla tuotteilla, reikälevyillä tai vaimentavilla verhoilla.
- Vaimennusmateriaalin kokonaismäärä mitoitetaan taulukon 7 mukaisesti. Esim. huonekorkeudella 3 m luokan A materiaalin tarve on  $\geq 120$  % lattiapinta-alasta. Kun ote-

taan huomioon, että talotekniikasta, valaisimista yms. johtuen kattoon mahtuva vaimennuspinnan ala on tyypillisesti enintään n. 80 % katosta, tarvitaan seinille  $\geq 40$  % lattiapinta-alaa vastaava määrä luokan A materiaalia. Mikäli seinävaimennukset tehdään luokan C materiaalista, tarvittava määrä on vastaavasti  $\geq 60$  %.

Katon vaimennus tulee toteuttaa luokan A materiaalilla. Luokan C reikälevykattoa ei saa käyttää, koska tällainen pinta heijastaa osin puheääniä takaisin alas. Lisäksi luokan C materiaalilla tarvittava seinävaimennuksen määrä kasvaa niin suureksi, ettei sitä usein ole mahdollista toteuttaa.

#### Lattia

Askeleiden kopinan ja kaiun vaimentamiseksi lattian pintamateriaalina käytetään tekstiilimattoa, jonka absorptioluokka on E tai parempi. Sopivia tuotteita löytyy mm. InterfaceFlor'in mallistosta ([www.interfacefloor.co.uk](http://www.interfacefloor.co.uk)).

#### Sermit ja muut tilanjakajat

Työpisteet erotetaan toisistaan sermeillä/seinäkkeillä, joiden korkeus lattiasta on  $\geq 160$  cm. Pöytään kiinnitetyn sermin tapauksessa sermin tulee ulottua  $\geq 80$  cm pöytätaulun yläpuolelle. Sermin tulee olla pinnoiltaan ääntä vaimentava ja riittävästi ääntä eristävä (tiivis rakennuslevy sisällä), yläosa voi olla lasia. Sermit sijoitetaan siten, että mistään työpisteestä toiseen ei ole suoraa näköyhteyttä, ja sermien tulee liittyä toisiinsa mahdollisimman tiiviisti (kuitenkin ns. puskusauma riittää). Sermien ohella tilanjakajina voidaan käyttää myös kirjahyllyjä, kaappeja tai vastaavia, kunhan niiden korkeus on vähintään edellä esitetty.

#### Peittoääni

Call center -tilaan tulisi asentaa peittoäänijärjestelmä puheyksityisyyden parantamiseksi. Hiljaisessa tilassa, jossa peittoääntä ei ole, puhe kuuluu helposti, vaikka muu akustointi olisi toteutettu hyvin. Tutkimusten mukaan peittoääniksi parhaiten soveltuu tasainen kohina, jonka äänitaso on  $L_{A,eq} = 40..45$  dB. Peittoääni toteutetaan kattoon asennettavalla kaiutinjärjestelmällä. Lisäksi järjestelmään kuuluvat kaapeloinnit ja ohjauksyksiköt. Järjestelmiä toimittaa mm. Audico Systems Oy. Tyypillisen peittoäänijärjestelmän hinta asennettuna on n. 20 eur/m<sup>2</sup>.

Peittoäänien suunnittelussa ja toteutuksessa huomioitavia seikkoja:

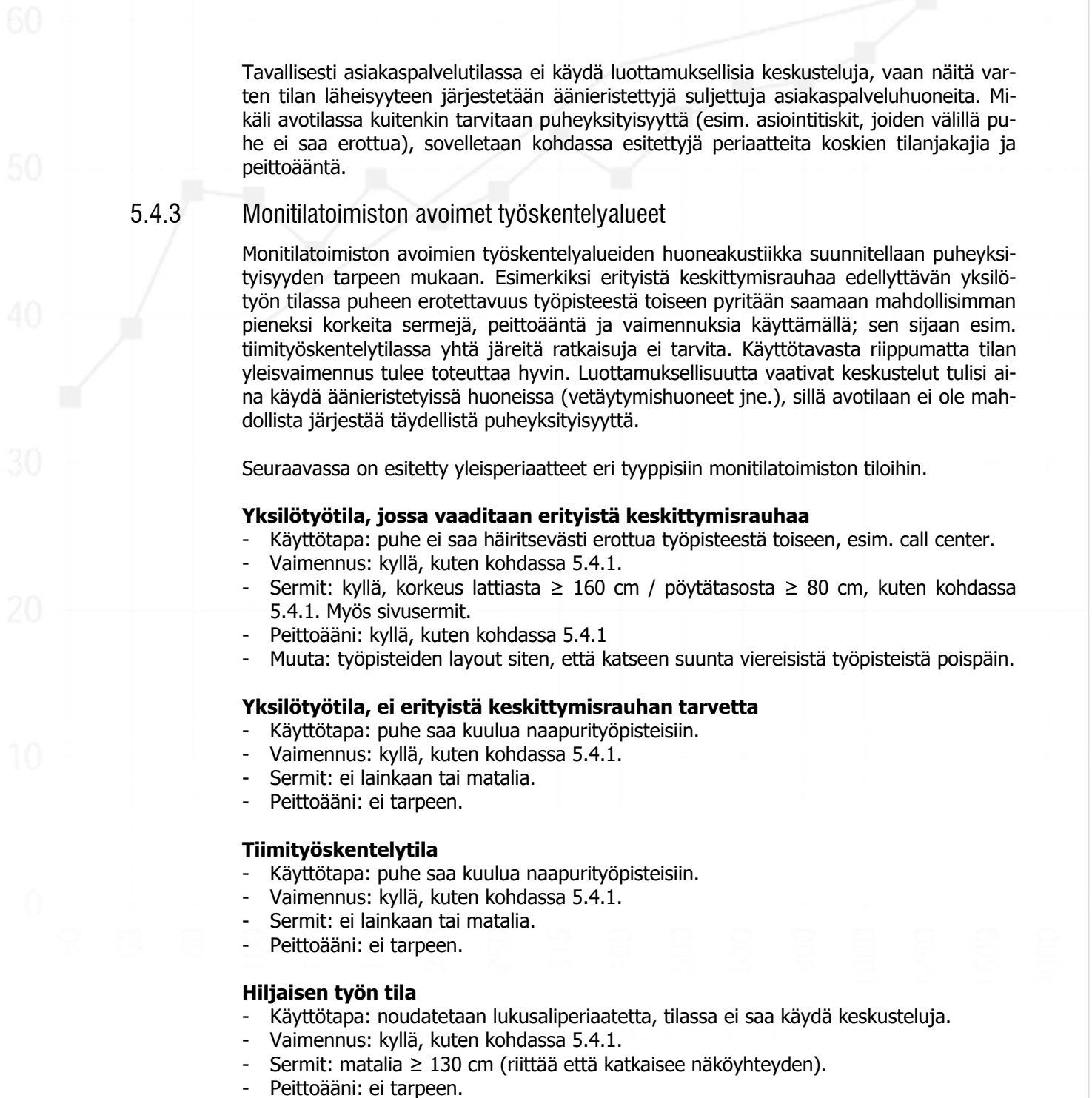
- Kaiuttimet ja niiden vaatima tila, kaapelireitit ja vahvistinyksiköt on huomioitava alakattosuunnittelussa. Tyypillisesti kaiuttimia tarvitaan n. 1 kpl / 10 m<sup>2</sup>.
- Järjestelmä tulisi asentaa alakattotyön yhteydessä, jälkikäteen asennus on hankalaa.
- Peittoäänijärjestelmän kunnollinen toiminta edellyttää, että tila on vaimennettu riittävän tehokkaasti; kaikuisassa tilassa peittoäänikohina koetaan häiritseväksi.
- Peittoäänien äänitason tulee olla säädettävissä kaiutinkohtaisesti.
- Suunnitteluvaiheessa tulee selvittää, miten järjestelmän jakaminen lohkoihin toteutetaan. Jokaisella loholla tulisi olla oma äänenvoimakkuuden säätö, ja lohkoissa tulee huomioida tilojen käyttötarkoituksen lisäksi muuntojoustavuus.
- Jos peittoäänijärjestelmä asennetaan käytössä olevaan tilaan, käyttöönoton tulee tapahtua vähitellen, esim. 1 dB:n korotus peittoäänien tasoon viikon välein.

#### Muut huomiot

Työntekijöillä tulisi olla käytössä puheluita varten laadukkaat headsetit / sankaluurit. Laadukkailla sankaluureilla puheäänien laatu säilyy hyvänä hiljaakin puhuttaessa eikä mikrofoni reagoi kaukaa kuuluviin puheääniin.

## 5.4.2 Asiakaspalvelutilat

Asiakaspalvelutilojen yleisvaimennus katto- ja seinäpinnoilla toteutetaan vastaavilla periaatteilla kuin kohdassa 5.4.1. Lattiamateriaalina käytetään kulutusta kestävästä ja helppo-ohoitavista pinnoitetta, kuten kuivapuristelaattaa tai vinyylimattoa.



Tavallisesti asiakaspalvelutilassa ei käydä luottamuksellisia keskusteluja, vaan näitä var-  
ten tilan läheisyyteen järjestetään äänieristettyjä suljettuja asiakaspalveluhuoneita. Mi-  
käli avotilassa kuitenkin tarvitaan puheyksityisyyttä (esim. asiointitiskit, joiden välillä pu-  
he ei saa erottua), sovelletaan kohdassa esitettyjä periaatteita koskien tilanjakajia ja  
peittoääntä.

### 5.4.3 Monitilatoimiston avoimet työskentelyalueet

Monitilatoimiston avoimien työskentelyalueiden huoneakustiikka suunnitellaan puheysi-  
tyisyyden tarpeen mukaan. Esimerkiksi erityistä keskittymisrauhaa edellyttävän yksilö-  
työn tilassa puheen erotettavuus työpisteestä toiseen pyritään saamaan mahdollisimman  
pieneksi korkeita sermejä, peittoääntä ja vaimennuksia käyttämällä; sen sijaan esim.  
tiimityöskentelytilassa yhtä järeitä ratkaisuja ei tarvita. Käyttötavasta riippumatta tilan  
yleisvaimennus tulee toteuttaa hyvin. Luottamuksellisuutta vaativat keskustelut tulisi ai-  
na käydä äänieristetyissä huoneissa (vetäytymishuoneet jne.), sillä avotilaan ei ole mah-  
dollista järjestää täydellistä puheyksityisyyttä.

Seuraavassa on esitetty yleisperiaatteet eri tyyppisiin monitilatoimiston tiloihin.

#### **Yksilötyötila, jossa vaaditaan erityistä keskittymisrauhaa**

- Käyttötapa: puhe ei saa häiritsevästi erottua työpisteestä toiseen, esim. call center.
- Vaimennus: kyllä, kuten kohdassa 5.4.1.
- Sermit: kyllä, korkeus lattiasta  $\geq 160$  cm / pöytätasosta  $\geq 80$  cm, kuten kohdassa 5.4.1. Myös sivusermit.
- Peittoääni: kyllä, kuten kohdassa 5.4.1
- Muuta: työpisteiden layout siten, että katseen suunta viereisistä työpisteistä poispäin.

#### **Yksilötyötila, ei erityistä keskittymisrauhan tarvetta**

- Käyttötapa: puhe saa kuulua naapurityöpisteisiin.
- Vaimennus: kyllä, kuten kohdassa 5.4.1.
- Sermit: ei lainkaan tai matalia.
- Peittoääni: ei tarpeen.

#### **Tiimityöskentelytila**

- Käyttötapa: puhe saa kuulua naapurityöpisteisiin.
- Vaimennus: kyllä, kuten kohdassa 5.4.1.
- Sermit: ei lainkaan tai matalia.
- Peittoääni: ei tarpeen.

#### **Hiljaisen työn tila**

- Käyttötapa: noudatetaan lukusaliperiaatetta, tilassa ei saa käydä keskusteluja.
- Vaimennus: kyllä, kuten kohdassa 5.4.1.
- Sermit: matalia  $\geq 130$  cm (riittää että katkaisee näköyhteyden).
- Peittoääni: ei tarpeen.

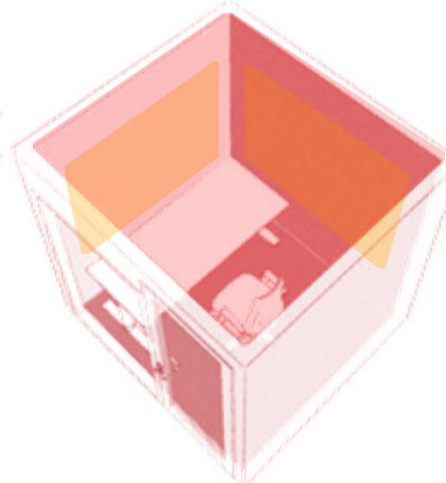
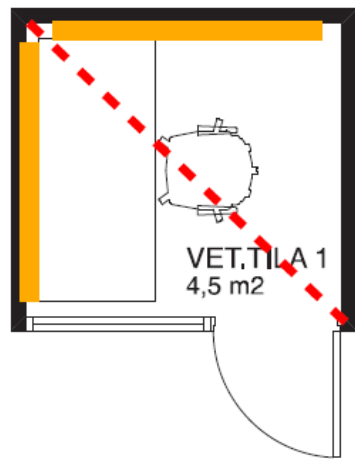
### 5.4.4 Vetäytymishuoneet, asiakaspalveluhuoneet

Seuraavassa on esitetty esimerkkiratkaisu, kun huonekorkeus on 3 m. Ks. myös kuva 1.

#### **Esimerkkiratkaisu**

- Katto: koko kattopinta verhoillaan luokan A absorptiomateriaalilla. Tuote-esimerkki: Ecophon Focus F 20 mm vähintään 50 mm alaslaskulla.
- Seinät: kahdelle eri suuntaiselle seinälle sijoitetaan vaimennuskaista luokan A...C absorptiomateriaalista. Vaimennuspinta sijoitetaan siten, että sen alareuna on n. pöy-  
tätäpinnan tasolla. Tuote-esimerkki: Ecophon Akusto Wall C 40 mm, asennus valmista-  
jan kiinnitysjärjestelmällä.





**Kuva 1.** Vaimennuspintojen sijoittelu vetäytymishuoneessa. (Pohjalla oleva kuva: Valtion työympäristöjen suunnitteluohje / Workspace Oy)

### 5.4.5 Neuvotteluhuoneet

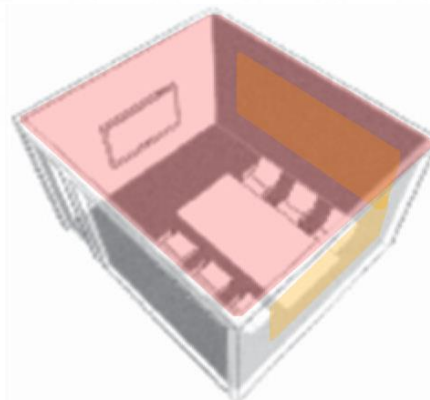
Seuraavassa on esitetty esimerkkiratkaisut, kun huonekorkeus on 3 m. Ks. myös kuva 2.

#### Esimerkkiratkaisu 1

- Katto: koko kattopinta verhoillaan luokan A absorptiomateriaalilla. Tuote-esimerkki: Ecophon Focus F 20 mm vähintään 50 mm alaslaskulla.
- Seinät: kahdelle eri suuntaiselle seinälle sijoitetaan n. 1200 mm korkea ja n. neuvottelupöydän pituinen vaimennuskaista luokan A..C absorptiomateriaalista. Vaimennuspinnan alareuna asemoidaan n. pöytäpinnan tasolle. Tuote-esimerkki: Ecophon Akusto Wall C 40 mm, asennus valmistajan kiinnitysjärjestelmällä.

#### Esimerkkiratkaisu 2

- Katto: koko kattopinta verhoillaan luokan C absorptiomateriaalilla. Tuote-esimerkki: Gyptone Sixto 60, reikäala n. 17 %, takana vaimennushuopa, alaslasku  $\geq 50$  mm.
- Seinät: toiselle pitkälle seinälle koko seinäpinnalle asennetaan luokan A...C ääntä vaimentavat verhot. Tuote-esimerkki: Creation Baumann Sonic (myyjä Vallila Interior). Verhot asennetaan n.  $\geq 15$  cm päähän seinästä. Verhokankaan määrä mitoiteetaan siten, että verhot ovat auki levitettynä 100 % laskoksilla. Vaihtoehtoisesti seinävaimennus voidaan toteuttaa reikälevytyksellä tai pinnoitetulla vaimennusvillalla.



**Kuva 2.** Vaimennuspintojen sijoittelu neuvotteluhuoneessa / esimerkkiratkaisu 1. (Pohjalla oleva kuva: Valtion työympäristöjen suunnitteluohje / Workspace Oy)

#### Muut huomiot

Puheenerotettavuus neuvotteluhuoneessa riippuu jälkikaiunta-ajan lisäksi taustamelutuksesta. Kohdassa 2.3.2 esitetty puheensiirtoindeksin ohjearvo neuvotteluhuoneissa saa-

vutetaan, kun vaimennusratkaisut toteutetaan edellä esitetysti ja kun tilan taustamelutaso  $L_{A,eq}$  on korkeintaan 35 dB. Taustamelutaso muodostuu mm. ilmanvaihdon kohinasta ja tilaan sijoitettavan AV-tekniikan melusta. Esimerkiksi videotykin aiheuttama melu voi helposti ylittää suositusäänitason. Neuvotteluhuoneeseen sijoitettavien kiinteiden laitteiden hankinnassa tulee kiinnittää huomiota laitteiden melupäästöön siten, ettei laitteen aiheuttama melutaso  $L_{A,eq}$  normaalikäytössä ylitä arvoa 30 dB.

#### 5.4.6

### Ehdotonta luottamuksellisuutta edellyttävät tilat

Seuraavassa on esitetty esimerkkiratkaisu, kun huonekorkeus on 3 m.

#### Esimerkkiratkaisu

- Katto: koko kattopinta verhoillaan luokan A absorptiomateriaalilla. Tuote-esimerkki: Ecophon Focus F 20 mm vähintään 50 mm alaslaskulla.
- Seinät: kahdelle eri suuntaiselle seinälle sijoitetaan vaimennuspinta luokan A...C materiaalista, vaimennuspinnan alareuna n. pöytäpinnan tasolla. Tuote-esimerkki: Ecophon Akusto Wall C 40 mm, asennus valmistajan kiinnitysjärjestelmällä.

#### 5.4.7

### Ravintola, kahvila

#### Vaimennus

Ravintola- ja kahvilatiloissa riittää koko vapaan kattopinnan verhoaminen luokan A vaimennusmateriaalilla, kun huonekorkeus on enintään 3,5 m. Tuote-esimerkki: Ecophon Focus F 20 mm vähintään 50 mm alaslaskulla. Tätä korkeammassa tiloissa vaimennusta on lisäksi sijoitettava seinäpinnoille. Katon vaimennukseen voidaan käyttää myös luokan C materiaalia huonekorkeuden ollessa alle 3 m. Tätä korkeammassa tiloissa vaimennusmateriaalin tulisi olla luokkaa A.

Keittiön koko kattopinta verhoillaan pesunkestävällä vaimennusmateriaalilla. Tuote-esimerkki: Ecophon Hygiene Foodtec A 40 mm. Keittiön akustoinnilla saadaan parannettua henkilökunnan työolosuhteita ja vähennettyä melun kantautumista ravintolatilaan.

#### Muut huomiot

Ravintola- ja kahvilatilojen äänimaailmassa merkittävin häiriötekijä on hälyisyys / korkea taustamelutaso, mikä mm. heikentää puheen selvyyttä ja vaikeuttaa keskustelua ruokapöydässä. Hälyisyyden ehkäisemiseksi tulee riittävän vaimennuksen lisäksi kiinnittää huomioita mm. seuraaviin asioihin:

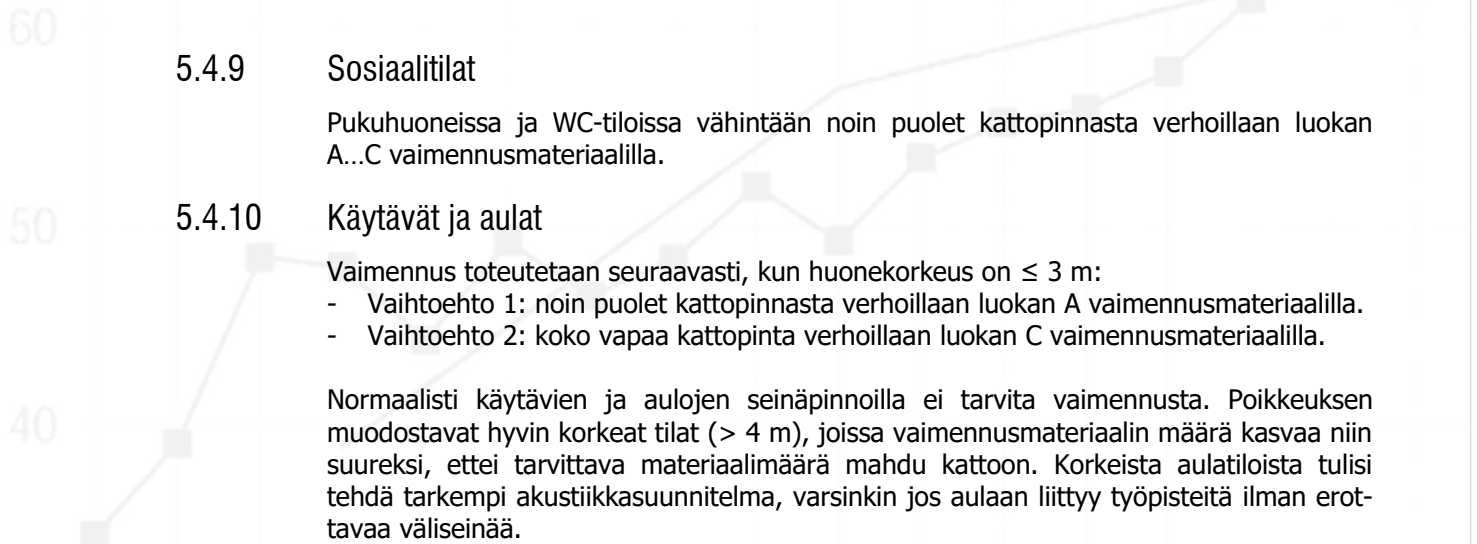
- Astianpalautuspiste sijoitetaan mahdollisimman etäälle asiakkaista, mieluiten kulman taakse, ja rajataan muusta tilasta ääntä vaimentavilla seinäkkeillä tai vastaavilla. Kattopinnan astianpalautuspisteen yläpuolella tulee olla kauttaaltaan vaimennettu.
- Jos keittiö on avonainen ravintolatilaan päin, keittiöstä kantautuvaa melua vähennetään vaimentavien pinnoin varustetuilla meluseinäkkeillä tai vastaavilla rakenteilla, jotka katkaisevat suoran äänen kulkuyhteyden keittiöstä ravintolaan.
- Siirreltävät tuolit varustetaan kolinaa vaimentavilla huopatassuilla tai vastaavilla, varsinkin jos lattiapinnoite on kova (esim. kivilaatta, betoni, parketti).

#### 5.4.8

### Tukitilat

Koko vapaa kattopinta verhoillaan luokan A vaimennusmateriaalilla. Tuote-esimerkki: Ecophon Focus F 20 mm vähintään 50 mm alaslaskulla.

Tukitoiminnot tulee ensisijaisesti sijoittaa ovellisiin huonetiloihin. Mikäli tämä ei ole mahdollista, toiminto sijoitetaan mahdollisimman etäälle työpisteistä ja rajataan näistä muuta ympäristöä korkeammilla ääntä vaimentavilla seinäkkeillä tai muilla tilanjakajilla. Lisäksi tukitoiminnon alueella olevat katto- ja seinäpinnot vaimennetaan mahdollisimman tehokkaasti, mieluiten käyttäen luokan A vaimennusmateriaaleja.



## 6 Ilmanvaihtokanavien vaikutus ääneneristykseen

### Yleistä

Ääni kulkee ilmanvaihtokanavia pitkin tilasta tilaan pääasiassa kahta reittiä: 1) kanavan ilmatilan kautta, 2) kanavan vaipan ts. peltikuoren värähtelynä. Näistä ensimmäisen äänen siirtymäreitin katkaisu edellyttää riittäviä äänenvaimentimia kanaviin. Toinen taas edellyttää ääntä eristäviä koteloiteja tai vuorauksia kanaviin, jotka kulkevat huoneesta toiseen erottavan väliseinän läpi (vältettävä tilanne).

IV-kanavat tulee ensisijaisesti toteuttaa pyöreinä peltikanavina kanttikanavien sijaan. Kanttikanavien ääneneristyskyky on heikko ja ne pitää käytännössä aina koteloida.

### Kanavan ilmatilaa pitkin siirtyvä ääni – äänenvaimentimet

Kaikkiin tilojen välisiin tulo- ja poistokanaviin tulee asentaa riittävät äänenvaimentimet, joilla estetään äänen siirtyminen huoneesta toiseen kanavan ilmatilaa pitkin. Tilojen välille kanaviston kautta muodostuva ilmaääneneristävyyden voidaan laskea ja äänenvaimentimet mitoittaa tarkasti tämän perusteella. Vaimennustarpeeseen vaikuttavat mm. kanaviston geometria huoneiden välillä, kanavakoot sekä päate-elimien tyypit, sijoitukset ja lukumäärät huonetiloissa.

Seuraavassa on esitetty tyypillisesti tarvittavat äänenvaimentimet (ÄV) eri vaatimustasoilla. Äänenvaimentimien lukumäärä tarkoittaa, että jokaiseen tilojen välillä kulkevaan kanavaan tarvitaan ko. määrä vaimentimia. Vaimentimen eristepaksuuden tulee lähtökohteisesti olla 100 mm, ja eristemateriaalina voi olla mineraalivilla tai polyesterei.

- $D_{hT,w} \geq 40$  dB: 1 kpl ÄV, pituus 600 mm, esim. Lindab PVD 100 tai KVDP
- $D_{hT,w} \geq 44$  dB: 2 kpl ÄV, pituus 600 mm, esim. Lindab PVD 100 tai KVDP
- $D_{hT,w} \geq 48$  dB: 2 kpl ÄV, pituus 900 mm, esim. Lindab PVD 100 tai KVDP

Yleisperiaatteena äänenvaimentimet on suositeltavaa sijoittaa runkokanavasta huoneeseen johtaviin haarakanaviin, ei runkokanavaan.

Ehdotonta luottamuksellisuutta vaativien tilojen ( $D_{hT,w} \geq 55$  dB) ilmanvaihto tulisi suunnitella siten, ettei tilasta ole kanavareittien välityksellä yhteyttä muihin tiloihin. Muussa tapauksessa äänenvaimentimet on mitoitettava erikseen.

### Kanavan vaippaa pitkin siirtyvä ääni – koteloinnit, kanavien sijoitus

Kanavien kuljettamista huoneesta toiseen suoraan erottavan väliseinän läpi tulee välttää, koska äänen kulkeutuminen kanavan vaippaa pitkin heikentää ääneneristystä. Tämän välttämiseksi runkokanavat tulisi kuljettää käytäväalueella ja tästä vetää haara-

kanavat huoneisiin. Niitä osin, kun kanavia on kuljetettava suoraan huoneesta toiseen, kanavat on koteloitava tai vuorattava ääntä eristävällä rakenteella.

Huoneesta toiseen kulkevat pyöreät kanavat tulee joko koteloida kipsilevyllä tai vuorata pelti-villa eristysrakenteella, kun tilojen välinen ääneneristysvaatimus on  $D_{HT,W} \geq 40$ :

- Vaihtoehto 1 / kotelointi: 2 x kipsilevy 13 mm, runko ja mineraalivilla 50 mm. Kotelorakenne tehdään irti kanavasta, sen tulee olla tiivis ja mahdollisten tarkastusluukkujen ääntä eristäviä.
- Vaihtoehto 2 / vuoraus: kanavan ympärille asennetaan 50 mm raskasta mineraaliviljaa ja  $\geq 0,5$  mm pelti. Pellitys toteutetaan mahdollisimman tiiviisti. Alumiinia tai muovia ei saa käyttää, koska niiden pintamassa ei ole riittävä.

Kotelointi tai pelti-villa vuoraus ei saa jatkua yhtenäisenä tiloja erottavan väliseinän läpi, vaan sen tulee aina katketa molemmin puolin väliseinän kohdalla.

#### **Korvausilma WC-tiloissa**

WC-tilojen dB-ovien tulee olla tiiviitä; korvausilmaa ei saa ottaa oviraosta. Korvausilma otetaan käytävältä vaimennetun siirtoilmasäleikön kautta, tyyppi Lindab ORL.

## **7 Rakenteiden tiiviys**

### **7.1 Yleisohjeet**

Kaikkien ääntä eristävien rakenteiden tulee olla täysin ilmatiiviitä, myös alas laskettujen kattojen yläpuolelta ja muista näkymättömiin jäävistä paikoista. Rakenteiden ja rakennusosien välisiin saumoihin tulee aina jättää riittävän suuri rako, joka pystytään tiivistämään asiallisesti. Esimerkiksi rakennuslevyn liittäminen puskuun betoniseinään ei täytä vaatimusta ilmatiiviydestä eikä ko. liitosta ole mahdollista tiivistää asianmukaisesti.

Levyrakenteisten seinien kaikki liitokset ympäröiviin rakenteisiin tiivistetään elastisella tiivistysmassalla. Levyjen väliset saumat tiivistetään elastisella massalla ja/tai ylitasoitetaan ja päällekkäisten levyjen saumat limitetään. Elastisella tiivistysmassalla tiivistettävän raon tulee olla noin  $10 \pm 3$  mm leveä; sauma ei yleensä saa olla kapeampi kuin 5 mm tai leveämpi kuin 20 mm. Tiivistystyötä tehtäessä tiivistettävän sauman kaikkien pintojen pitää olla puhtaita pölystä ja muista epäpuhtauksista, jotta massa tarttuu hyvin kaikkiin pintoihin. Työssä noudatetaan massan valmistajan ohjeita.

Muuratun seinän yläreunan ja välipohjan väliin jätetään n. 15 mm painumavara, joka tilkitään pehmeällä villalla ja tiivistetään molemmin puolin elastisella massalla saumanauhaa vasten. Mikäli muuratun seinän yläreunaan jäävä rako on liian suuri kitattavaksi ( $> 20$  mm), rako täytetään mineraalivillalla ja saumakohta tiivistetään kulmateräksellä, joka kiinnitetään seinään ja välipohjaan kittisaumaa vasten.

Polyuretaanivaahtoa ei saa käyttää ääntä eristävän rakenteen tiivistämiseen, sillä polyuretaanin keveys ja huokoisuus tekevät siitä erittäin heikon ääneneristysmateriaalin.

### **7.2 LVIS-järjestelmien läpiviennit**

#### **Yleistä**

Kanavien, putkien, johtojen jne. läpiviennit tulee aina tiivistää rakenteen molemmin puolin ja myös piiloon jäävistä paikoista. Hankkeen toteutussuunnitteluvaiheessa tulee laatia LVIS-järjestelmien läpivientidetallit, jotka yhteensovitetaan mm. palokatosuunnitelmien kanssa. Seuraavassa on esitetty yleisperiaatteita.

### Ilmanvaihtokanavat

Ilmanvaihtokanavien läpiviennit levyrakenteista tiivistetään elastisella tiivistysmassalla molemmin puolin. Kanava ei saa mistään kohtaa ottaa kiinni levytykseen tai seinärankoihin. Läpivientä varten seinään tehdyn aukon tulee olla säännöllisen muotoinen, ja kanava tulee asentaa aukkoon keskeisesti (ts. ei esim. niin, että kanava ottaa jostain reunastaan levytykseen kiinni, jolloin tiivistystä ei voida tehdä). Pyöreän kanavan tapauksessa läpivientiaukon halkaisija on n. 10...20 mm kanavahalkaisijaa suurempi. Kivirakenteissa IV-kanavien läpivientien tiivistys tehdään sementtilaastilla, jolla kanava juotetaan kivirakenteeseen lujasti ja tiiviisti kiinni.

### Putket

Putkien läpiviennit levyrakenteissa tiivistetään elastisella tiivistysmassalla molemmin puolin. Putki ei saa mistään kohtaa ottaa kiinni levytykseen tai seinärankoihin. Läpivientiaukon tulee olla säännöllisen muotoinen, ja putki asennetaan aukkoon keskeisesti. Eristetyissä putkissa eristemateriaalin tulee pääsääntöisesti katketa läpiviennin kohdalla, ja tiivistys tehdään putkea vasten. Mikäli eristeen katkaisu ei ole mahdollista, tulee eristeenä käyttää armaflexia tai vastaavaa jäykkäpintaista eristettä, jota vasten tiivistys voidaan asianmukaisesti tehdä. Erillisrunkoisissa seinissä (VS 1) putkia ei saa sulloa rankavälisiin siten, että putket aiheuttavat kytkennän eri seinäpuoliskojen välille. Kivirakenteissa putken läpivientiaukon tiivistys voidaan tehdä elastisella massalla tai sementtilaastilla; edellisessä tapauksessa läpivientiaukko tilkitään ensin pehmeällä villalla.

### Sähköasennukset

Sähköjohdon lävistäessä levyrakenteen johdon lävistyskohta ja mahdollisen läpivientiputken ja johdon väli tiivistetään elastisella saumaussmassalla rakenteen molemmin puolin. Sähköjohdon ja putken välisen raon tiivistys tehdään riippumatta siitä, tuleeko sähköputki suoraan seinän läpi vai jostain kauempaa. Sähköjohtojen läpivienti kivirakenteesta tehdään läpivientiputkella, ja johtoasennuksen jälkeen johtojen ja putken välit tiivistetään elastisella massalla.

Johto- ja kaapelikimppujen tiivistykseen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Tiivistystä ei ole mahdollista tehdä asianmukaisesti, jos suuri määrä johtoja on yhdessä nipussa toisiansa vasten. Tällaisessa tapauksessa johtonippua tulee levittää harvemmaksi siten, että tiivistysmassaa saadaan pursotettua jokaisen johdon ympärille. Tiivistykseen voidaan käyttää myös palokatkomassaa.

Sähköjohtojen arinoita tai kouruja ei saa viedä yhtenäisenä ääntä eristävien rakenteiden läpi. Kourut ja arinat on katkaistava seinän molemmin puolin ja johdot on tiivistettävä seinään joko erillisissä putkissa tai ryhmänä elastisella tiivistysmassalla tai palomassalla. Pelkkä mineraalivilla tai superlon ei riitä läpiviennin tiivistämiseen.

Sähkörasioiden upotusaukot seinissä tiivistetään elastisella saumaussmassalla. Sähkörasioita ei lähtökohtaisesti saa asentaa kohdakkain eri puolille seinää; limitys  $\geq 600$  mm. Mikäli rasiat on välttämätöntä asentaa kohdakkain, rasian taakse asennetaan vahvistukseksi kaksinkertainen kipsilevytyks, joka ulottuu  $\geq 300$  mm rasian yli joka puolelta.