

# 6 TALOTEKNISTEN LAITTEIDEN AIHEUTTAMA MELU JA TÄRINÄ

Taloteknisillä laitteilla tarkoitetaan tavallisesti vesi- ja viemärijärjestelmään kuuluvia laitteita sekä ilmanvaihto-, jäähdytys- ja lämmitysjärjestelmään kuuluvia laitteita. Taloteknisiin laitteisiin rinnastetaan myös hissi, kompressorit, keskuspölynimuri ja mattoimuri sekä talopesulan laitteet (esim. pesukone, linko, kuivauspuhallin, mankeli). Myös ilmalämpöpumppu on talotekninen laite, jonka ulkoyksikön sijoitteluun ja tärinäeristykseen tulee kiinnittää erityistä huomiota.

Rakennuksissa on myös varavoimalaitteita, savunpoistolaitteita ja vastaavia, joita koekäytetään tietyin väliajoin niiden toiminnan varmistamiseksi. Tällaisia laitteita ei rinnasteta akustisesti edellä mainittuihin taloteknisiin laitteisiin. Koekäytettäviä laitteita testataan kuitenkin päivällä, jolloin kyseisten laitteiden aiheuttama päivääjän keskiäänitaso  $L_{Aeq,07-22}$  oleskelualueilla ei saa ylittää arvoa 55 dB. Hätätilanteessa toimivien laitteiden akustisessa suunnittelussa tulee ottaa huomioon, että kyseisten laitteiden melu ei häiritse hätäkuulutusten kuuluvuutta ja selkeyttä.

Taloteknisten laitteiden akustinen suunnittelu tehdään aina kokonaisuutena tarkastelemalla kaikkien samaan aikaan käynnissä olevien laitteiden yhteisvaikutusta tilakohtaisesti. Tarkasteltavia mittasuureita ovat  $L_{Aeq,T}$ , joka tarkoittaa laitteiden aiheuttamaa keskiäänitason ja  $L_{AFmax,T}$ , joka tarkoittaa laitteiden käytön aikana esiintyvää enimmäisäänitason. Esimerkki keski- ja enimmäisäänitasojen merkityksestä ja eroista on rakennuksen viemärijärjestel-

män tuottama ääni. Keskiäänitaso mitataan alkaen WC-istuimen vedosta ja lopetetaan viemärijätteen poistuttua putkistosta, kun ääntä ei enää kuulu. Enimmäisäänitaso on tällä mittaussajanjaksolla esiintynyt äänitason hetkellinen huippuarvo.

Taloteknisten laitteiden aiheuttaman melun yhteydessä puhutaan käsitteistä jatkuva laajakaistainen ääni, kapeakaistainen melu ja impulssimainen melu. Tutkimusten mukaan laajakaistainen ääni koetaan vähemmän häiritseväksi kuin kapeakaistainen ja impulssimainen melu. Laajakaistainen ääni on esimerkiksi ilmanvaihdon aiheuttama ”humina”. Kapeakaistainen ääni on esimerkiksi ilmanvaihdon päätelaitteen aiheuttama ”vihellys”. Impulssimainen ääni on esimerkiksi hissin pysähtyessä sen koneistosta syntyvä ”kolahdus”. Terveiden näkökulmasta kapeakaistainen ja impulssimainen melu koetaan haitallisiksi, joten näille on tiukemmat keski- ja enimmäisäänitasovaatimukset. Yleisesti ottaen edellä mainitun kaltaisen melun syntyminen tulisi välttää kaikin keinoin.

Taloteknisten laitteiden akustinen suunnittelu on kokonaisuus, johon ensisijaisesti voidaan vaikuttaa laitevalinnoilla, mitoitusparametreilla ja järjestelmien säädöillä. Kuitenkin tärkeä osa kokonaisuutta ovat myös rakennuksen arkkitehtisuunnittelu (sijoittelu) ja rakennesuunnittelu (rakennetyypit). Taulukkoon 21 on koottu yleisiä menetelmiä, joilla voidaan vähentää LVI-laitteiden aiheuttamaa melua rakennuksen sisällä.

Taulukko 19. Määräykset laitteiden aiheuttamille äänitasoille.

| Laitetyyppi: Talotekniset laitteet ja hissit                                                                 |                              |                                   |                                             | Status: Määräys                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------|
| Kohde                                                                                                        | Jatkuva laajakaistainen ääni |                                   | Kapeakaistainen ääni ja impulssimainen ääni |                                   |
|                                                                                                              | Keskiäänitaso<br>$L_{Aeq,T}$ | Enimmäisäänitaso<br>$L_{AFmax,T}$ | Keskiäänitaso<br>$L_{Aeq,T}$                | Enimmäisäänitaso<br>$L_{AFmax,T}$ |
| Asuinhuone<br>Majoitushuone<br>Hoitolaitoksen potilashuone                                                   | ≤ 28 dB                      | ≤ 33 dB                           | ≤ 25 dB                                     | ≤ 30 dB                           |
| Asunnon keittiö<br>Rakennuksen harrastustila                                                                 | ≤ 33 dB                      | ≤ 38 dB                           | ≤ 30 dB                                     | ≤ 35 dB                           |
| Uloskäytävä (porrashuone)                                                                                    | ≤ 38 dB                      | ≤ 43 dB                           | ≤ 35 dB                                     | ≤ 40 dB                           |
| Avattavan ikkuna (ulkopuoli)<br>Raitisilmaventtiili (ulkopuoli)<br>Parveke / Terassi<br>Oleskelualue pihalla | ≤ 45 dB                      | ≤ 50 dB                           | ≤ 40 dB                                     | ≤ 45 dB                           |

## TALOTEKNISTEN LAITTEIDEN AIHEUTTAMA MELU JA TÄRINÄ

Taulukko 20. Määräykset laitteiden aiheuttamille äänitasoille.

| Laitetyyppi: Talotekniset laitteet ja hissit                           |                              |                                   |                                             | Status: Ohje                      |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------|
| Kohde                                                                  | Jatkuva laajakaistainen ääni |                                   | Kapeakaistainen ääni ja impulssimainen ääni |                                   |
|                                                                        | Keskiäänitaso<br>$L_{Aeq,T}$ | Enimmäisäänitaso<br>$L_{AFmax,T}$ | Keskiäänitaso<br>$L_{Aeq,T}$                | Enimmäisäänitaso<br>$L_{AFmax,T}$ |
| Opetustila<br>Kokoustila<br>Toimistotila<br>Hoitotila<br>Harrastustila | $\leq 33$ dB                 | $\leq 38$ dB                      | Ei tarkastella                              | Ei tarkastella                    |
| Varhaiskasvatuksen opetustila                                          | $\leq 28$ dB                 | $\leq 33$ dB                      | Ei tarkastella                              | Ei tarkastella                    |
| Ruokailutila<br>Liikuntatila                                           | $\leq 38$ dB                 | $\leq 43$ dB                      | Ei tarkastella                              | Ei tarkastella                    |

Taulukko 21. LVI-laitteiden aiheuttaman melun vähentämismenetelmiä.

| Laite                   | Laitteen tuottama ääni                                                        | SUUNNITTELUALA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                               |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         |                                                                               | LVI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ARK                                                                                                                                                                                        | RAK                                                                                                                           |
| Vesijohto-järjestelmä   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ilmaääni</li> <li>Runkoääni</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Riittävä putkikoko</li> <li>Oikea virtausnopeus</li> <li>Paineentasausventtiilit</li> <li>Tärinäeristetyt kannakkeet</li> <li>Riittävän tiheä kannakointi jäykkään rakenteeseen</li> <li>Ääniryhmän 1 hanat</li> </ul>                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tekniikan keskitys tietylle alueelle (lyhyet putkilinjat)</li> <li>Vähän putkilinjoja välipohjiin</li> <li>Hormit toissijaisiin tiloihin</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Koteloiden ja hormien ääneneristävyys</li> <li>Läpivientien ääneneristävyys</li> </ul> |
| Viemäri-järjestelmä     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ilmaääni</li> <li>Runkoääni</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Putken materiaali (valurauta)</li> <li>Putken tyyppi (dB-viemäri)</li> <li>Putken ääneneristys (villa)</li> <li>Suoralinjainen kokoojaviemäri</li> <li>Loivan käännökset putkilinjoissa</li> <li>Pohjakulman toteutusratkaisu</li> <li>Tärinäeristetyt kannakkeet</li> <li>Riittävän tiheä kannakointi jäykkään rakenteeseen</li> </ul> |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                               |
| Lämmönjako-järjestelmä  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ilmaääni</li> <li>Runkoääni</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Riittävä putkikoko</li> <li>Oikea virtausnopeus</li> <li>Huoneistokohtaiset järjestelmät</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                               |
| Ilmanvaihto-järjestelmä | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ilmaääni</li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Riittävä putkikoko</li> <li>Oikea virtausnopeus</li> <li>Laadukkaat äänenvaimentimet</li> <li>Laadukkaan päätelaitteet</li> <li>Päätelaitteiden sijainti</li> <li>Järjestelmän säätö</li> </ul>                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                               |
| Ilmalämpöpumppu         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ilmaääni</li> <li>Runkoääni</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Laadukas laite</li> <li>Ulkoyksikön kannakointi jäykkään rakenteeseen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ulkoyksikkö toissijaiseen paikkaan (pois oleskelualueilta ja ikkunoiden läheisyydestä)</li> </ul>                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ulkoyksikön tärinäeristys</li> <li>Ulkovaipan ääneneristävyys</li> </ul>               |

## TALOTEKNISTEN LAITTEIDEN AIHEUTTAMA MELU JA TÄRINÄ

### 6.1 LAITTEIDEN OMINAISUUDET

Taloteknisiä laitteita valittaessa tulee kiinnittää huomiota niiden ilmoitettuihin akustisiin ominaisuuksiin, jotta voidaan varmistua, että laitteen ominaisuudet vastaavat kansallisia määräyksiä ja ohjeita. Laitteita valmistetaan eri puolilla maailmaa, joten niiden ominaisuuksia esitetään erilaisilla merkinnöillä sekä erilaisilla standardeilla tarkasteltuna.

### 6.2 VAAKASUUNTAISET VIEMÄRIT

Vaakasuuntaisten viemäriputkien aiheuttama melu syntyy putkessa virtaavasta aineesta. Mitä enemmän ja nopeammin putkessa kulkee ainetta, sitä enemmän viemäri tuottaa melua. Vaakasuuntainen viemäri on hetkellisesti jatkuvaa laajakaistaista ääntä tuottava laite.

Vaakasuuntaiset viemärit sijaitsevat tavallisesti välipohjissa, jolloin ne tuottavat melua alempaan kerrokseen eli tilaan jota viemärit eivät palvele. Edellisestä johtuen vaakasuuntaisten viemärien määrä välipohjissa tulisi minimoida. Tähän voidaan vaikuttaa ensisijaisesti tilasuunnittelulla. Suositeltava tapa on viemäroidä WC-istuin seinäliittymän kautta suoraan LVIS-hormiin, jolloin eniten melua tuottavat vaakasuuntaiset viemärit saadaan pois välipohjista ja samalla vältetään lattian vedeneristysten viemäriälvästys.

Mikäli välipohjien vaakasuuntaisia viemäreitä ei voida välttää, tulisi saman käyttötarkoituksen mukaiset viemäreitä sisältävät tilat sijoittaa pohjaratkaisussa keskitetysti päällekkäin. Tavallisesti tällaisia tiloja ovat märkätilat, jolloin viemärien aiheuttama melu pysyy pääasiassa toisarvoisten tilojen välillä. Viemärien sijoittamista pääkäyttötarkoituksen mukaisiin tiloihin tulisi välttää. Taulukoissa 23...27 on esitetty menetelmiä välipohjaan asennettujen viemärien ääneneristykseen. Pääsääntöisesti viemärimelua hallitaan puurunkoisessa rakennuksessa samoilla periaatteilla kuin muistakin runkomateriaaleista toteutetuissa rakennuksissa.

Puurunkoisessa rakennuksessa tulee erityisesti kiinnittää huomiota vaakaviemärien kannakointiin, jotta löydetään mahdollisimman raskaat ja jäykät rakenneosat, joihin viemärien kannakkeet voidaan kiinnittää. Kannakkeissa tulee olla ääneneristyskumi (kuva 54) ja kannakointissa tulee ottaa huomioon putken lämpöliike. Tyypillisesti kannakkeet kiinnitetään välipohjan kantavaan rakenteeseen (palkki, massiivipuulevy jne.). Mikäli kannakkeita ei saada palkkirakenteisessa välipohjassa palkkien kohdalle, voidaan käyttää putkien kannakointiin suunniteltua teräsrakenteista kiskojärjestelmää (kuva 56).



Kuva 54. Esimerkkejä ääneneristyskumilla varustetuista viemärikannakkeista. Kuva: Walraven.

Taulukko 22. LVI-laitteiden merkintöjen selityksiä.

| Laite                                               | Esimerkki laitteen tiedosta                                                | Tarkoitus                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Laite yleisesti                                     | 47 dB (A)<br>(mahdollisesti viittaus ISO- tai EN-standardi)                | Yleensä tarkoittaa keskimääräistä A-painotettua ääniteho-tasoa, mutta on olemassa myös laitekohtaisia standardeja, joissa äänitaso voi kuvata yleensä joko laitteen työpisteellä vallitsevaa keskimääräistä A-painotettua äänenpainetasoa tai 1 m päässä vallitsevaa keskimääräistä A-painotettua äänenpainetasoa. Asia joudutaan usein varmistamaan valmistajalta, jos mittaluku ei ole yksiselitteisesti esitetty. |
| Ilmanvaihtokone                                     | $L_{wA} = 55 \text{ dB(A)}$<br>$L_w = 55 \text{ dB(A)}$                    | Keskimääräinen A-painotettu äänitehotaso, jonka laite tuottaa ympäristöönsä tai tiedon sisältävään kanavaliitäntään. Normaalisti äänitehotasot esitetään eriteltynä eri kanaviin ja ympäristöön.                                                                                                                                                                                                                     |
| Ulos sijoitettava laite(w(esim. lauhdutin))         | $L_{p10m} = 50 \text{ dB(A)}, Q=2$<br>$L_p = 50 \text{ dB(A)}, r=10m, Q=2$ | Laitteen aiheuttama keskimääräinen A-painotettu äänenpaine-taso etäisyydellä 10 m laitteesta. Normaalisti ulos sijoitettavan laitteen etäisyysvaimennus lasketaan puolipallopinnalle ( $Q=2$ ).                                                                                                                                                                                                                      |
| Sisätilaan sijoitettava laite (esim. IV-päätelaite) | $L_{pA10m2} = 28 \text{ dB}$<br>$L_{p10A} = 28 \text{ dB}$                 | Laitteen aiheuttama keskimääräinen A-painotettu äänenpaine-taso huoneeseen. Äänenpainetaso on normalisoitu vastaa-maan 10 m <sup>2</sup> absorptioalaa, jota käytetään perinteisesti vertailukohtana.                                                                                                                                                                                                                |

Taulukko 23. Välipohjaan asennetun viemärin ääneneristysmenetelmiä.

|                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>VP001</b><br/>Esimerkki märkättilöiden välisestä välipohjasta</p> | <p><b>Huomioitavia seikkoja</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Välipohjan ääneneristävyyttä kokonaisuutena tarkastellaan erikseen (esim. jousirankojen tarve)</li> <li>Alakattoon sivuavien rakennusosien ääneneristävyyttä tutkitaan erikseen</li> <li>Sivutiesiirtymien vaikutus ääneneristävyyteen tutkitaan erikseen</li> <li>Palotekniset seikat tarkastellaan erikseen</li> <li>Kosteustekniset seikat tarkastellaan erikseen</li> <li>Alakaton levytyksen ja sen läpivientien tulee olla tiiviitä</li> <li>Viemärin suunnanmuutokset ja haaroitukset 45° tai tätä loivempia</li> </ul> |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                                         | <p><b>Viemäriputken tyyppi, eristys, alakatto</b><br/>(vain akustisesta näkökulmasta)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Mineraalivilla <math>\geq 80 \text{ kg/m}^3</math>, paksuus <math>\geq 60 \text{ mm}</math></li> <li>Tavallinen muoviviemäri <math>D=110 \text{ mm}</math></li> <li>1x Kipsilevy <math>\geq 8 \text{ kg/m}^2</math></li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                           |  | <p><b>Enimmäisäänitaso</b><br/><math>L_{A\text{fmax},T} = 38 \text{ dB}</math></p> <p><b>Keskiäänitaso</b><br/><math>L_{A\text{eq},T} = 33 \text{ dB}</math></p> <p><b>Alapuolinen tila</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>märkätila</li> <li>keittiö</li> <li>harrastustila</li> <li>opetustila</li> <li>kokoustila</li> <li>toimistotila</li> <li>hoitotila</li> </ul> |
|                                                                         | <p><b>Viemäriputken tyyppi, eristys, alakatto</b><br/>(vain akustisesta näkökulmasta)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Tavallinen muoviviemäri <math>D=110 \text{ mm}</math></li> <li>Mineraalivilla <math>\geq 40 \text{ kg/m}^3</math>, paksuus <math>\geq 50 \text{ mm}</math></li> <li>2x Kipsilevy <math>\geq 8 \text{ kg/m}^2</math></li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                           |  | <p><b>Enimmäisäänitaso</b><br/><math>L_{A\text{fmax},T} = 38 \text{ dB}</math></p> <p><b>Keskiäänitaso</b><br/><math>L_{A\text{eq},T} = 33 \text{ dB}</math></p> <p><b>Alapuolinen tila</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>märkätila</li> <li>keittiö</li> <li>harrastustila</li> <li>opetustila</li> <li>kokoustila</li> <li>toimistotila</li> <li>hoitotila</li> </ul> |
|                                                                         | <p><b>Viemäriputken tyyppi, eristys, alakatto</b><br/>(vain akustisesta näkökulmasta)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Valurautaviemäri <math>D=110 \text{ mm}</math></li> <li>1x Kipsilevy <math>\geq 8 \text{ kg/m}^2</math></li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | <p><b>Enimmäisäänitaso</b><br/><math>L_{A\text{fmax},T} = 38 \text{ dB}</math></p> <p><b>Keskiäänitaso</b><br/><math>L_{A\text{eq},T} = 33 \text{ dB}</math></p> <p><b>Alapuolinen tila</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>märkätila</li> <li>keittiö</li> <li>harrastustila</li> <li>opetustila</li> <li>kokoustila</li> <li>toimistotila</li> <li>hoitotila</li> </ul> |

## TALOTEKNISTEN LAITTEIDEN AIHEUTTAMA MELU JA TÄRINÄ

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>Viemäriputken tyyppi, eristys, alakatto</b><br/>(vain akustisesta näkökulmasta)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Mineraalivilla <math>\geq 80 \text{ kg/m}^3</math>, paksuus <math>\geq 60 \text{ mm}</math></li> <li>2) Tavallinen muoviviemäri <math>D=110 \text{ mm}</math></li> <li>3) 3x Kipsilevy <math>\geq 8 \text{ kg/m}^2</math></li> </ol>                                                 | <p><b>Enimmäisäänitaso</b><br/><math>L_{AFmax,T} = 33 \text{ dB}</math></p> <p><b>Keskiäänitaso</b><br/><math>L_{Aeq,T} = 28 \text{ dB}</math></p> <p><b>Alapuolinen tila</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• asuinhuone</li> <li>• majoitushuone</li> <li>• hoitolaitoksen potilashuone</li> <li>• varhaiskasvatuksen opetustila</li> </ul> |
|  | <p><b>Viemäriputken tyyppi, eristys, alakatto</b><br/>(vain akustisesta näkökulmasta)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Tavallinen muoviviemäri <math>D=110 \text{ mm}</math></li> <li>2) Mineraalivilla <math>\geq 40 \text{ kg/m}^3</math>, paksuus <math>\geq 50 \text{ mm}</math></li> <li>3) 3x Kipsilevy <math>\geq 8 \text{ kg/m}^2</math></li> </ol>                                                 | <p><b>Enimmäisäänitaso</b><br/><math>L_{AFmax,T} = 33 \text{ dB}</math></p> <p><b>Keskiäänitaso</b><br/><math>L_{Aeq,T} = 28 \text{ dB}</math></p> <p><b>Alapuolinen tila</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• asuinhuone</li> <li>• majoitushuone</li> <li>• hoitolaitoksen potilashuone</li> <li>• varhaiskasvatuksen opetustila</li> </ul> |
|  | <p><b>Viemäriputken tyyppi, eristys, alakatto</b><br/>(vain akustisesta näkökulmasta)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Valurautaviemäri <math>D=110 \text{ mm}</math></li> <li>2) Mineraalivilla <math>\geq 40 \text{ kg/m}^3</math>, paksuus <math>\geq 50 \text{ mm}</math></li> <li>3) 2x Kipsilevy <math>\geq 8 \text{ kg/m}^2</math></li> </ol>                                                        | <p><b>Enimmäisäänitaso</b><br/><math>L_{AFmax,T} = 33 \text{ dB}</math></p> <p><b>Keskiäänitaso</b><br/><math>L_{Aeq,T} = 28 \text{ dB}</math></p> <p><b>Alapuolinen tila</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• asuinhuone</li> <li>• majoitushuone</li> <li>• hoitolaitoksen potilashuone</li> <li>• varhaiskasvatuksen opetustila</li> </ul> |
|  | <p><b>Viemäriputken tyyppi, eristys, alakatto</b><br/>(vain akustisesta näkökulmasta)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Mineraalivilla <math>\geq 80 \text{ kg/m}^3</math>, paksuus <math>\geq 60 \text{ mm}</math></li> <li>2) Tavallinen muoviviemäri <math>D=110 \text{ mm}</math></li> <li>3) 2x Kipsilevy <math>\geq 8 \text{ kg/m}^2</math> + Puupaneeli <math>\geq 9 \text{ kg/m}^2</math></li> </ol> | <p><b>Enimmäisäänitaso</b><br/><math>L_{AFmax,T} = 33 \text{ dB}</math></p> <p><b>Keskiäänitaso</b><br/><math>L_{Aeq,T} = 28 \text{ dB}</math></p> <p><b>Alapuolinen tila</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• asuinhuone</li> <li>• majoitushuone</li> <li>• hoitolaitoksen potilashuone</li> <li>• varhaiskasvatuksen opetustila</li> </ul> |

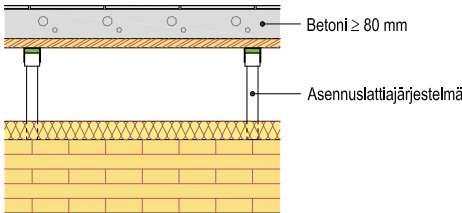
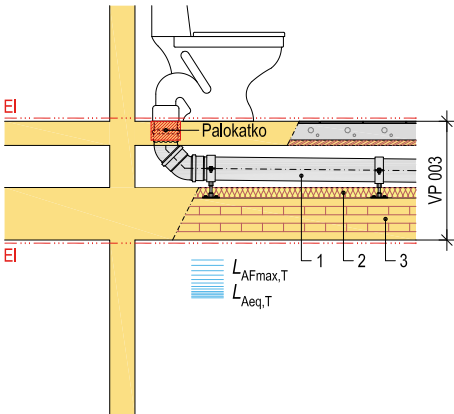
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>Viemäriputken tyyppi, eristys, alakatto</b><br/>(vain akustisesta näkökulmasta)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Tavallinen muoviviemäri D=110 mm</li> <li>2) Mineraalivilla <math>\geq 40 \text{ kg/m}^3</math>, paksuus <math>\geq 50 \text{ mm}</math></li> <li>3) 2x Kipsilevy <math>\geq 8 \text{ kg/m}^2</math> + Puupaneeli <math>\geq 9 \text{ kg/m}^2</math></li> </ol> | <p><b>Enimmäisäänitaso</b><br/><math>L_{AFmax,T} = 33 \text{ dB}</math></p> <p><b>Keskiäänitaso</b><br/><math>L_{Aeq,T} = 28 \text{ dB}</math></p> <p><b>Alapuolinen tila</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• asuinhuone</li> <li>• majoitushuone</li> <li>• hoitolaitoksen potilashuone</li> <li>• varhaiskasvatuksen opetustila</li> </ul> |
|  | <p><b>Viemäriputken tyyppi, eristys, alakatto</b><br/>(vain akustisesta näkökulmasta)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Valurautaviemäri D=110 mm</li> <li>2) Mineraalivilla <math>\geq 40 \text{ kg/m}^3</math>, paksuus <math>\geq 50 \text{ mm}</math></li> <li>3) 1x Kipsilevy <math>\geq 8 \text{ kg/m}^2</math> + Puupaneeli <math>\geq 9 \text{ kg/m}^2</math></li> </ol>        | <p><b>Enimmäisäänitaso</b><br/><math>L_{AFmax,T} = 33 \text{ dB}</math></p> <p><b>Keskiäänitaso</b><br/><math>L_{Aeq,T} = 28 \text{ dB}</math></p> <p><b>Alapuolinen tila</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• asuinhuone</li> <li>• majoitushuone</li> <li>• hoitolaitoksen potilashuone</li> <li>• varhaiskasvatuksen opetustila</li> </ul> |

Taulukko 24. Välipohjaan asennetun viemärin ääneneristysmenetelmiä.

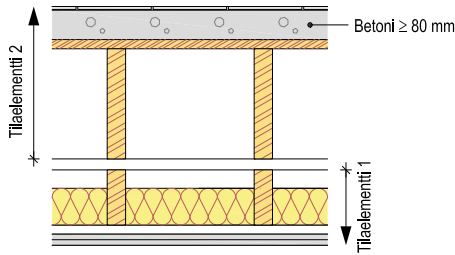
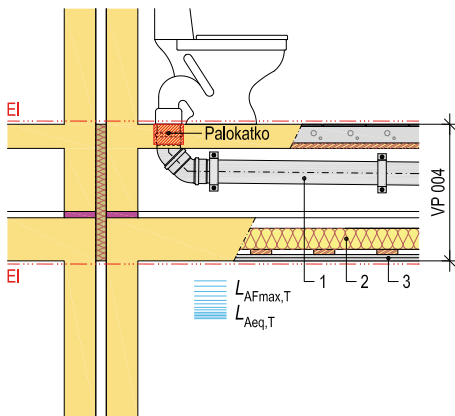
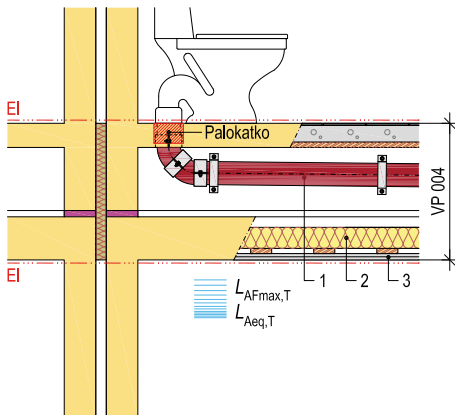
|                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>VP002</b><br/>Esimerkki märkätilojen välisestä välipohjasta</p> | <p><b>Huomioitavia seikkoja</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Välipohjan ääneneristävyys kokonaisuutena tarkastellaan erikseen</li> <li>• Alakattoon sivuavien rakennusosien ääneneristävyys tutkitaan erikseen</li> <li>• Sivutiesiirtymien vaikutus ääneneristävyyteen tutkitaan erikseen</li> <li>• Palotekniset seikat tarkastellaan erikseen</li> <li>• Kosteustekniset seikat tarkastellaan erikseen</li> <li>• Alakaton levytyksen ja sen läpivientien tulee olla tiiviitä</li> <li>• Viemärin suunnanmuutokset ja haaroitukset 45° tai tätä loivempia</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                                       | <p><b>Viemäriputken tyyppi, eristys, alakatto</b><br/>(vain akustisesta näkökulmasta)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Tavallinen muoviviemäri D=110 mm</li> <li>2) Mineraalivilla <math>\geq 40 \text{ kg/m}^3</math>, paksuus <math>\geq 50 \text{ mm}</math></li> <li>3) 2x Kipsilevy <math>\geq 8 \text{ kg/m}^2</math></li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                     | <p><b>Enimmäisäänitaso</b><br/><math>L_{AFmax,T} = 33 \text{ dB}</math></p> <p><b>Keskiäänitaso</b><br/><math>L_{Aeq,T} = 28 \text{ dB}</math></p> <p><b>Alapuolinen tila</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• asuinhuone</li> <li>• majoitushuone</li> <li>• hoitolaitoksen potilashuone</li> <li>• varhaiskasvatuksen opetustila</li> </ul> |

TALOTEKNISTEN LAITTEIDEN AIHEUTTAMA MELU JA TÄRINÄ

Taulukko 25. Välipohjaan asennetun viemärin ääneneristysmenetelmiä.

|                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>VP003</p> <p>Esimerkki märkätilojen välisestä välipohjasta</p>  | <p><b>Huomioitavia seikkoja</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Välipohjan ääneneristävyys kokonaisuutena tarkastellaan erikseen</li><li>• Alakatto sivuavien rakennusosien ääneneristävyys tutkitaan erikseen</li><li>• Sivutiesiirtymien vaikutus ääneneristävyyteen tutkitaan erikseen</li><li>• Palotekniset seikat tarkastellaan erikseen</li><li>• Kosteustekniset seikat tarkastellaan erikseen</li><li>• Alakaton levytyksen ja sen läpivientien tulee olla tiiviitä</li><li>• Viemärin suunnanmuutokset ja haaroitukset 45° tai tätä loivempia</li></ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                                                   | <p><b>Viemäriputken tyyppi, eristys, alakatto</b><br/>(vain akustisesta näkökulmasta)</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) Tavallinen muoviviemäri D=110 mm</li><li>2) Mineraalivilla <math>\geq 40 \text{ kg/m}^3</math>, paksuus <math>\geq 50 \text{ mm}</math></li><li>3) Massiivipuulevy, paksuus <math>\geq 120 \text{ mm}</math></li></ol>                                                                                                                                                                                                                     | <p><b>Enimmäisäänitaso</b><br/><math>L_{AFmax,T} = 38 \text{ dB}</math></p> <p><b>Keskiäänitaso</b><br/><math>L_{Aeq,T} = 33 \text{ dB}</math></p> <p><b>Alapuolinen tila</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• märkätila</li><li>• keittiö</li><li>• harrastustila</li><li>• opetustila</li><li>• kokoustila</li><li>• toimistotila</li><li>• hoitotila</li></ul> |

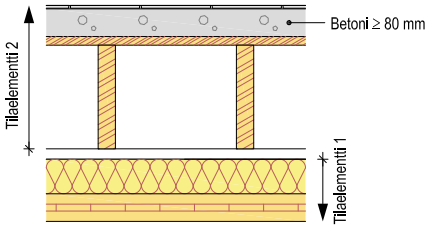
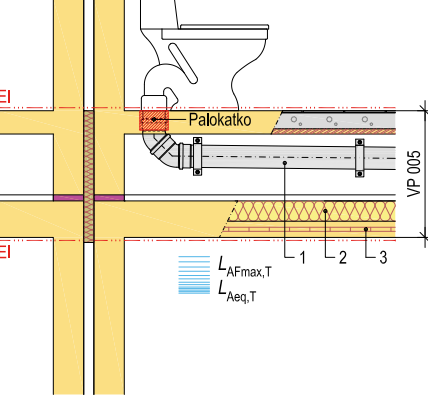
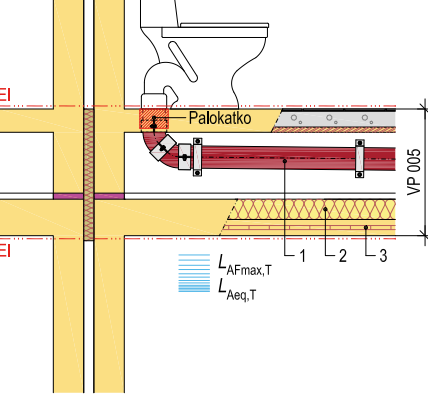
Taulukko 26. Välipohjaan asennetun viemärin ääneneristysmenetelmiä.

|                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>VP004</b><br/>Esimerkki märkätilojen välisestä välipohjasta</p>  | <p><b>Huomioitavia seikkoja</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Välipohjan ääneneristävyys kokonaisuutena tarkastellaan erikseen</li><li>• Alakattoja sivuavien rakennusosien ääneneristävyys tutkitaan erikseen</li><li>• Sivutiesiirtymien vaikutus ääneneristävyyteen tutkitaan erikseen</li><li>• Palotekniset seikat tarkastellaan erikseen</li><li>• Kosteustekniset seikat tarkastellaan erikseen</li><li>• Alakaton levytyksen ja sen läpivientien tulee olla tiiviitä</li><li>• Viemärin suunnanmuutokset ja haaroitukset 45° tai tätä loivempia</li></ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                                                       | <p><b>Viemäriputken tyyppi, eristys, alakatto</b><br/>(vain akustisesta näkökulmasta)</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) Tavallinen muoviviemäri D=110 mm</li><li>2) Mineraalivilla <math>\geq 40 \text{ kg/m}^3</math>, paksuus <math>\geq 100 \text{ mm}</math></li><li>3) 2x Kipsilevy <math>\geq 8 \text{ kg/m}^2</math></li></ol>                                                                                                                                                                                                                                | <p><b>Enimmäisäänitaso</b><br/><math>L_{AFmax,T} = 38 \text{ dB}</math></p> <p><b>Keskiäänitaso</b><br/><math>L_{Aeq,T} = 33 \text{ dB}</math></p> <p><b>Alapuolinen tila</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• märkätila</li><li>• keittiö</li><li>• harrastustila</li><li>• opetustila</li><li>• kokoustila</li><li>• toimistotila</li><li>• hoitotila</li></ul> |
|                                                                      | <p><b>Viemäriputken tyyppi, eristys, alakatto</b><br/>(vain akustisesta näkökulmasta)</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) Valurautaviemäri D=110 mm</li><li>2) Mineraalivilla <math>\geq 40 \text{ kg/m}^3</math>, paksuus <math>\geq 100 \text{ mm}</math></li><li>3) 2x Kipsilevy <math>\geq 8 \text{ kg/m}^2</math></li></ol>                                                                                                                                                                                                                                       | <p><b>Enimmäisäänitaso</b><br/><math>L_{AFmax,T} = 33 \text{ dB}</math></p> <p><b>Keskiäänitaso</b><br/><math>L_{Aeq,T} = 28 \text{ dB}</math></p> <p><b>Alapuolinen tila</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• asuinhuone</li><li>• majoitushuone</li><li>• hoitolaitoksen potilashuone</li><li>• varhaiskasvatuksen opetustila</li></ul>                         |



## TALOTEKNISTEN LAITTEIDEN AIHEUTTAMA MELU JA TÄRINÄ

Taulukko 27. Välipohjaan asennetun viemärin ääneneristysmenetelmiä.

|                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p><b>VP005</b><br/>Esimerkki märkätilojen välisestä välipohjasta</p>  | <p><b>Huomioitavia seikkoja</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Välipohjan ääneneristävyys kokonaisuutena tarkastellaan erikseen</li> <li>• Alakattoa sivuavien rakennusosien ääneneristävyys tutkitaan erikseen</li> <li>• Sivutiesiirtymien vaikutus ääneneristävyyteen tutkitaan erikseen</li> <li>• Palotekniset seikat tarkastellaan erikseen</li> <li>• Kosteustekniset seikat tarkastellaan erikseen</li> <li>• Alakaton levytyksen ja sen läpivientien tulee olla tiiviitä</li> <li>• Viemärin suunnanmuutokset ja haaroitukset 45° tai tätä loivempia</li> </ul> |  |
|                                                                       | <p><b>Viemäriputken tyyppi, eristys, alakatto</b><br/>(vain akustisesta näkökulmasta)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Tavallinen muoviviemäri D=110 mm</li> <li>2) Mineraalivilla <math>\geq 40 \text{ kg/m}^3</math>, paksuus <math>\geq 100 \text{ mm}</math></li> <li>3) Massiivipuulevy, paksuus <math>\geq 100 \text{ mm}</math></li> </ol>                                                                                                                                                                                                                         |  |
|                                                                      | <p><b>Viemäriputken tyyppi, eristys, alakatto</b><br/>(vain akustisesta näkökulmasta)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Valurautaviemäri D=110 mm</li> <li>2) Mineraalivilla <math>\geq 40 \text{ kg/m}^3</math>, paksuus <math>\geq 100 \text{ mm}</math></li> <li>3) Massiivipuulevy, paksuus <math>\geq 100 \text{ mm}</math></li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                |  |

**Enimmäisäänitaso**

$$L_{AFmax,T} = 38 \text{ dB}$$

**Keskiäänitaso**

$$L_{Aeq,T} = 33 \text{ dB}$$

**Alapuolinen tila**

- märkätila
- keittiö
- harrastustila
- opetustila
- kokoustila
- toimistotila
- hoitotilatila
- hoitotila

**Enimmäisäänitaso**

$$L_{AFmax,T} = 33 \text{ dB}$$

**Keskiäänitaso**

$$L_{Aeq,T} = 28 \text{ dB}$$

**Alapuolinen tila**

- asuinhuone
- majoitushuone
- hoitolaitoksen potilashuone
- varhaiskasvatuksen opetustila

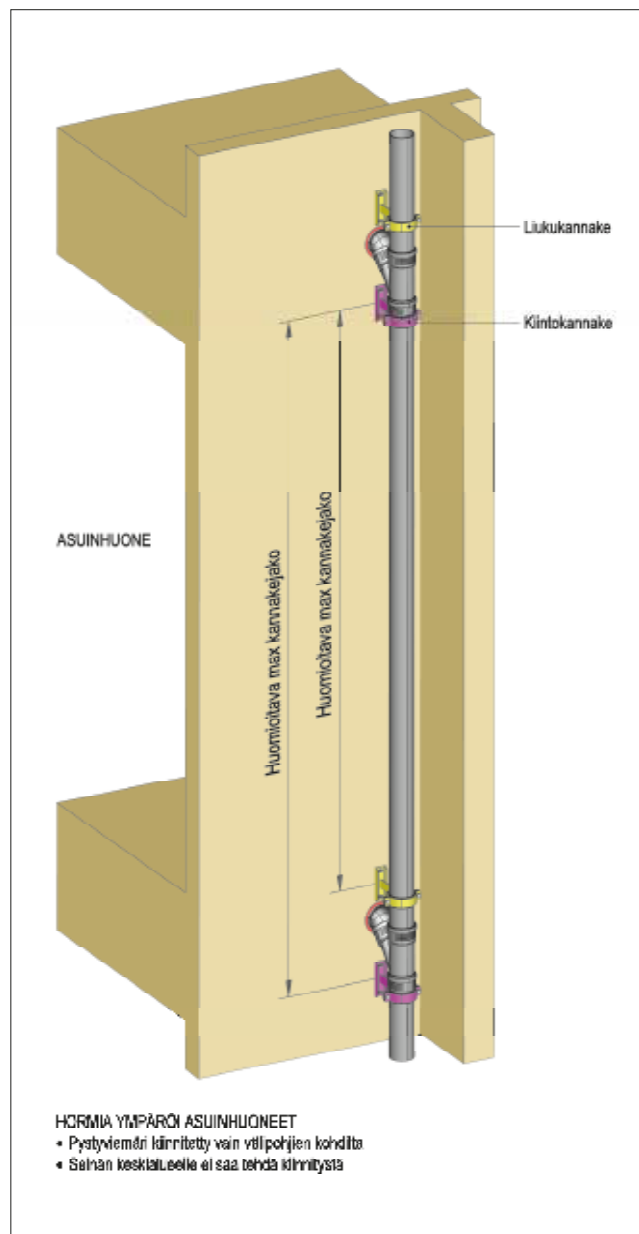
### 6.3 PYSTYSUUNTAISET VIEMÄRIT

Pystysuuntaiset viemärit kuljetetaan tavallisesti LVIS-hormissa. Perinteisesti asuinhuoneistoa palvelevat LVIS-hormit ovat kylpyhuoneessa ja keittiössä. Tällöin hormi lävistää huoneiston välipohjan, joka on akustisesti ja paloteknisesti haasteellinen rakennusosa. Huoneiston välipohjan läpiviennit tulisi minimoida tai niitä ei pitäisi tehdä lainkaan. Suositeltava tapa on sijoittaa LVIS-hormit porrashuoneeseen, jolloin ne ovat yhdessä palo-osastossa, jossa välipohjilla ei ole akustisia vaatimuksia pystysuunnassa. Lisäksi putkien kytkennän ja huollon kannalta huoneiston ulkopuolella olevat LVIS-hormit ovat suositeltava ratkaisu.

Vaakasuintaisten viemärien tapaan pystysuintaisten viemäriputkien aiheuttama melu syntyy putkessa virtaavasta aineesta. Pystysuuntaisessa kokoojaviemäriässä voimakas melu syntyy kuitenkin siitä, kun viemäriässä kulkeva aine iskeytyy kokoojaviemärin alapäässä olevaan pohjakulmaan aiheuttaen voimakkaan iskuäänen, joka kulkee viemäriputkea pitkin takaisin tiloihin. Iskuäänen voimakkuus riippuu pudotuskorkeudesta pohjakulmaan ja se kasvaa merkittävästi, kun pudotuskorkeus on yli 5 m. Pohjakulma tehdään mahdollisimman loivana ja se sijoitetaan kellaritiloihin betonirakenteisen välipohjan alle tai alapohjan alle siten, että pohjakulman ympärille voidaan tehdä betonivalu (äänenvaimennin). Pystysuuntainen kokoojaviemäri tulee suunnitella siten, että se saadaan pystysuorana aina pohjakulmaan saakka ilman sivusiirtoja. Kokoojaviemärin sivusiirto aiheuttaa vastaavanlaisen iskuäänen kuin edellä mainittu pohjakulma. Kokoojaviemäriin liittyvien viemärihaaroitusten tulee olla 45° tai tätä loivempia. Pystysuuntainen viemäri on hetkellisesti jatkuvaa laajakaistaista ääntä tuottava laite.

Puurunkoisessa rakennuksessa tulee erityisesti kiinnittää huomiota pystyviemärien kannakointiin, jotta löydetään mahdollisimman raskaat ja jäykät rakenneosat, joihin viemärin kannakkeet voidaan kiinnittää. Kannakkeissa tulee olla ääneneristyskumi (kuva 54) ja kannakoinnissa tulee ottaa huomioon putken lämpöliike. Viemäriputkia ei tule kiinnittää suoraan huoneistojen välisiin seinärakenteisiin. Tyypillisesti pystyviemärin kannakointi tehdään esimerkiksi välipohjan kohdalle (kuva 55). Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää erillistä viemärin kiinnitysrakennetta, joka voi olla esimerkiksi erillinen teräsrakenne, joka kiinnitetään vain välipohjan kohdilta. Taulukossa 28 on esitetty menetelmiä LVIS-hormiin asennettujen viemärien ääneneristykseen. Suositeltavaa on käyttää samanlaista hormin seinärakennetta kaikissa kerroksissa, vaikka ylöspäin mentäessä viemärimelun vaikutus vähenee.

LVIS-hormia suunniteltaessa tulee kiinnittää erityistä huomiota paloteknisiin seikkoihin, koska nämä määrittelevät hormin seinärakenteen rakennusmateriaaleja ja pintaluokkia. Hormiin asennetaan yleensä myös muuta talotekniikkaa, jolloin hormiin syntyy palokuormaa. Suositeltavaa on suunnitella LVIS-hormin seinärakenteen osastoivuus samaan luokkaan kuin muutkin rakennuksen osastoivat seinärakenteet siten, että hormin seinärakenteen osastoivuus toimii sekä hormin sisäpuolelta että ulkopuolelta paloa vastaan. Tällöin LVIS-hormiin saa sijoittaa palavia materiaaleja eikä hormissa tarvita välipohjan kohdalla vaakasuintaista palokatkoa. LVIS-hormin rakenteiden akustiseen ja palotekniseen tiivytteen tulee kiinnittää erityistä huomiota.



Kuva 55. Viemärin kannakointiperiaatteita LVIS-hormissa.

## TALOTEKNISTEN LAITTEIDEN AIHEUTTAMA MELU JA TÄRINÄ

Taulukko 28. Hormiin asennetun viemärin ääneneristysmenetelmiä.

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>Viemäriputken tyyppi, eristys, seinä</b><br/>(vain akustisesta näkökulmasta)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 2x Kipsilevy <math>\geq 8 \text{ kg/m}^2</math></li> <li>2) Puurankarunko, paksuus <math>\geq 66 \text{ mm}</math><br/>Mineraalivilla <math>\geq 40 \text{ kg/m}^3</math>, paksuus <math>\geq 66 \text{ mm}</math></li> <li>3) Tavallinen muoviviemäri D=110 mm</li> </ol> <p><b>Muuta huomioitavaa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seinärakenne katkaistava välipohjan kohdalla</li> <li>• Palotekninen osastoivuus ja palokatkot</li> <li>• Tarvittaessa palotekninen osastoivuus myös hormin sisäpuolista paloa vastaan (ks. luku 6.3)</li> </ul> | <p><b>Enimmäisäänitaso</b><br/><math>L_{AFmax,T} = 38 \text{ dB}</math></p> <p><b>Keskiäänitaso</b><br/><math>L_{Aeq,T} = 33 \text{ dB}</math></p> <p><b>Ympäröivä tila</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• märkätila</li> <li>• keittiö</li> <li>• harrastustila</li> <li>• opetustila</li> <li>• kokoustila</li> <li>• toimistotila</li> <li>• hoitotila</li> </ul> |
|  | <p><b>Viemäriputken tyyppi, eristys, seinä</b><br/>(vain akustisesta näkökulmasta)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 2x Kipsilevy <math>\geq 8 \text{ kg/m}^2</math></li> <li>2) Puurankarunko, paksuus <math>\geq 66 \text{ mm}</math><br/>Mineraalivilla <math>\geq 40 \text{ kg/m}^3</math>, paksuus <math>\geq 66 \text{ mm}</math></li> <li>3) Desibeli-muoviviemäri D=110 mm</li> </ol> <p><b>Muuta huomioitavaa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seinärakenne katkaistava välipohjan kohdalla</li> <li>• Palotekninen osastoivuus ja palokatkot</li> <li>• Tarvittaessa palotekninen osastoivuus myös hormin sisäpuolista paloa vastaan (ks. luku 6.3)</li> </ul>   | <p><b>Enimmäisäänitaso</b><br/><math>L_{AFmax,T} = 33 \text{ dB}</math></p> <p><b>Keskiäänitaso</b><br/><math>L_{Aeq,T} = 28 \text{ dB}</math></p> <p><b>Ympäröivä tila</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• asuinhuone</li> <li>• majoitushuone</li> <li>• hoitolaitoksen potilashuone</li> <li>• varhaiskasvatuksen opetustila</li> </ul>                            |
|  | <p><b>Viemäriputken tyyppi, eristys, seinä</b><br/>(vain akustisesta näkökulmasta)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 1x Kipsilevy <math>\geq 8 \text{ kg/m}^2</math></li> <li>2) Massiivipuulevy, paksuus <math>\geq 60 \text{ mm}</math></li> <li>3) 1x Kipsilevy <math>\geq 8 \text{ kg/m}^2</math></li> <li>4) Tavallinen muoviviemäri D=110 mm</li> </ol> <p><b>Muuta huomioitavaa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seinärakenne katkaistava välipohjan kohdalla</li> <li>• Palotekninen osastoivuus ja palokatkot</li> <li>• Tarvittaessa palotekninen osastoivuus myös hormin sisäpuolista paloa vastaan (ks. luku 6.3)</li> </ul>                                   | <p><b>Enimmäisäänitaso</b><br/><math>L_{AFmax,T} = 38 \text{ dB}</math></p> <p><b>Keskiäänitaso</b><br/><math>L_{Aeq,T} = 33 \text{ dB}</math></p> <p><b>Ympäröivä tila</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• märkätila</li> <li>• keittiö</li> <li>• harrastustila</li> <li>• opetustila</li> <li>• kokoustila</li> <li>• toimistotila</li> <li>• hoitotila</li> </ul> |
|  | <p><b>Viemäriputken tyyppi, eristys, seinä</b><br/>(vain akustisesta näkökulmasta)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 1x Kipsilevy <math>\geq 8 \text{ kg/m}^2</math></li> <li>2) Massiivipuulevy, paksuus <math>\geq 60 \text{ mm}</math></li> <li>3) 1x Kipsilevy <math>\geq 8 \text{ kg/m}^2</math></li> <li>4) Desibeli-muoviviemäri D=110 mm</li> </ol> <p><b>Muuta huomioitavaa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seinärakenne katkaistava välipohjan kohdalla</li> <li>• Palotekninen osastoivuus ja palokatkot</li> <li>• Tarvittaessa palotekninen osastoivuus myös hormin sisäpuolista paloa vastaan (ks. luku 6.3)</li> </ul>                                     | <p><b>Enimmäisäänitaso</b><br/><math>L_{AFmax,T} = 33 \text{ dB}</math></p> <p><b>Keskiäänitaso</b><br/><math>L_{Aeq,T} = 28 \text{ dB}</math></p> <p><b>Ympäröivä tila</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• asuinhuone</li> <li>• majoitushuone</li> <li>• hoitolaitoksen potilashuone</li> <li>• varhaiskasvatuksen opetustila</li> </ul>                            |

## 6.4 KÄYTTÖVESI- JA LÄMPÖJÄRJESTELMÄ

Käyttövesi- ja lämpöputkien sekä järjestelmään kuuluvien laitteiden aiheuttamaa ääntä hallitaan puurunkoisessa rakennuksessa samoilla periaatteilla kuin muistakin runkomateriaaleista toteutetuissa rakennuksissa. Vesiputkien tuottama ääni syntyy pääasiassa putkessa tapahtuvasta veden virtauksesta ja putkia pitkin johtuvasta äänestä. Mitä nopeammin vesi virtaa putkessa, sitä enemmän melua putki tuottaa. Putkistomeluun vaikuttavat myös järjestelmässä olevat pumpput, venttiilit, vesikalusteet ja lämpöpatterit.

Putken materiaalilla ei ole vaikutusta putkesta syntyvän äänen voimakkuuteen, mutta putkimateriaalilla voidaan vaikuttaa äänen johtumiseen putkea pitkin. Tämä korostuu erityisesti lämpöpatteriverkostossa, jossa eri tiloissa olevat lämpöpatterit on yhdistetty metalliputkilla toisiinsa. Äänen johtumisen näkökulmasta suojaputkissa olevat muoviputket on suositeltava ratkaisu, mutta myös metalli- ja komposiittiputkilla voidaan toteuttaa akustisesti toimivia ratkaisuja, kun järjestelmään liittyvien putkien ja laitteiden mitoitusta sekä asennusta on tehty oikein. Lämpöpatteriverkoston suositellaan tehtäväksi aina tilakohtaisella putkituksella, jolloin vältetään tilasta toiseen jatkuvat putket.

Käyttövesi- ja lämpöputkien pystynousut sijoitetaan tavallisesti LVIS-hormiin, jossa on kokoojaviemäri ym. talotekniikkaa. Tällöin kyseisten putkien akustiikka ei aiheuta lisätoimenpiteitä, koska hormin rakenteet on mitoitettu viemärimelulle (eniten melua tuottava putki). Käyttövesi- ja lämpöputkien vaakavedot sijoitetaan tavallisesti lattiarakenteeseen tai alakattoon. Sijoitettaessa putkia välipohjan kelluvan lattian askelääneneristekerrokseen, tulee ratkaisun olla sellainen, että putket eivät kytke kelluvaa lattiaa välipohjan runkorakenteeseen. Käyttövesi- ja lämpöputkien kotelointi yms. suojarakenne voidaan toteuttaa akustisesta näkökulmasta yhdellä kipsilevyllä (paino  $\geq 8 \text{ kg/m}^2$ ), kun verkosto on suunniteltu mahdollisimman alhaiselle painetasolle. Kotelointien yms. suojarakenteiden levytyksen ja näiden läpivientien tulee olla tiiviitä.

Käyttövesi- ja lämpöputkien kannakointi tulee tehdä mahdollisimman raskaisiin ja jäykkiin rakenteisiin. Kyseisten putkien lämpöliikkeen aiheuttaman äänen takia putkia ei tule kiinnittää suoraan seinään. Kannakejaon tulee olla riittävän tiheä, jotta putki ei heilu esimerkiksi paineen vaihtelun vaikutuksesta. Kannakkeissa tulee olla ääneneristyskumi ja kannakoinnissa tulee ottaa huomioon putken lämpöliike. Kannakkeen ääneneristyskumi toimii myös galvaanisen korroosion estävänä eristimenä, kun putki ja kannake ovat eri metallilaita.

## 6.5 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ

Ilmanvaihtojärjestelmän aiheuttamaa ääntä hallitaan puurunkoisessa rakennuksessa samoilla periaatteilla kuin muistakin runkomateriaaleista toteutetuissa rakennuksissa. Puurunkoisessa rakennuksessa tulee kuitenkin kiinnittää erityistä huomiota ilmanvaihtokoneen aiheuttamaan tärinään. Tämä vaikuttaa ilmanvaihtokoneen kiinnityksiin ja ilmanvaihtokonehuoneen rakenteisiin.

Ilmanvaihtojärjestelmän tuottama ääni syntyy pääasiassa ilmanvaihtokanavissa tapahtuvasta ilman virtauksesta. Tarkemmin

ottaen virtausmelu syntyy virtausnopeuden ja paineen vaihtelun seurauksena kanavistossa olevista säätö- ja päätelaitteista. Ilmanvaihtokoneen puhaltimien aiheuttama melu kulkeutuu kanavaa pitkin tilaan, mutta tämän vaikutus on yleensä pienempi kuin muiden kanavistossa syntyvien virtausmelujen. Puhaltimien aiheuttama melu tulee kuitenkin ottaa huomioon, kun suunnitellaan ilmanvaihtokoneiden rakennusosien ilmaääneneristävyyttä. Ilmanvaihtokoneita valittaessa tulee kiinnittää huomiota seuraaviin tekijöihin:

- Puhaltimien moottorien aiheuttaman melun voimakkuus.
- Kanavien joustava kytkentämenetelmä laitteeseen, jotta kanavaan ei synny runkoääntä.
- Koneiston tärinäeristys.

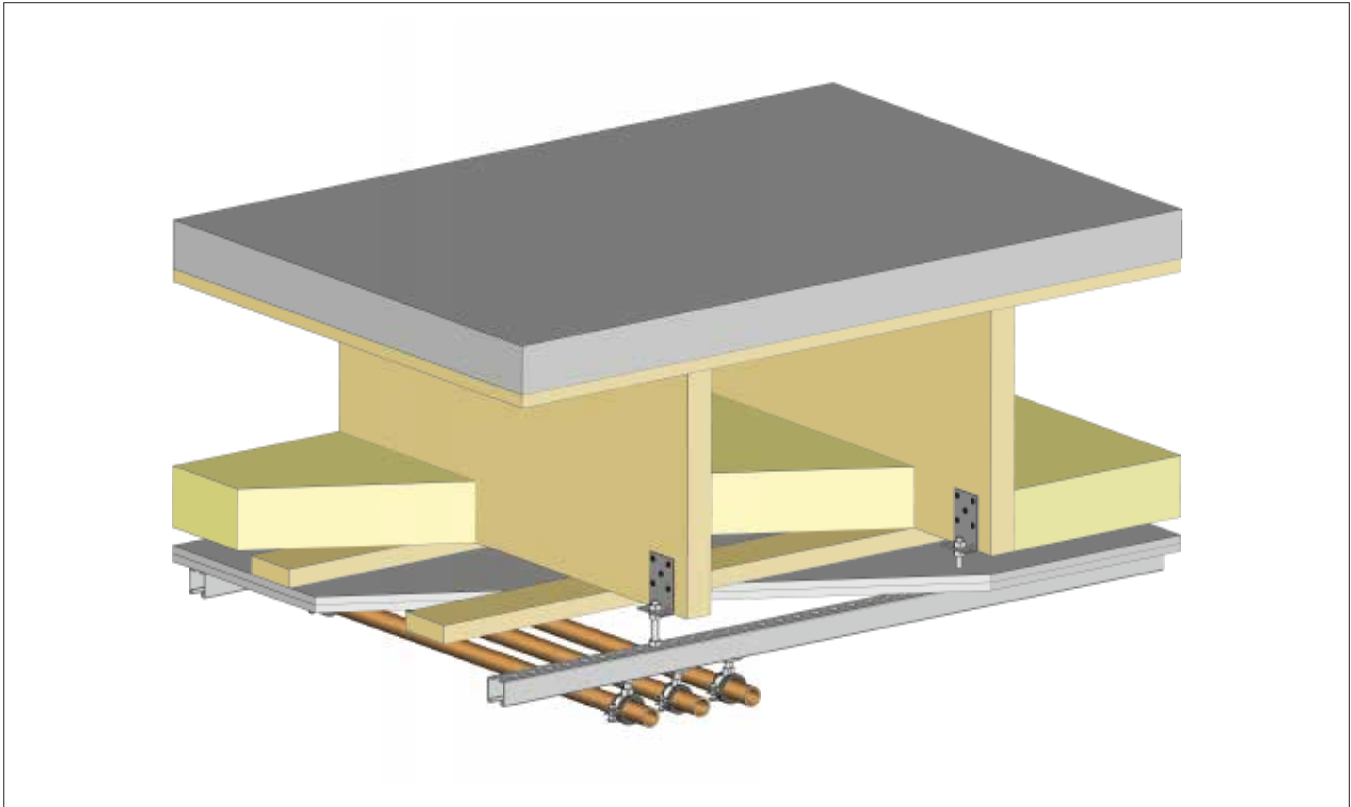
Ilmanvaihtokanavan materiaali määräytyy yleensä palomääräysten eikä akustisten ominaisuuksien perusteella. Ilmanvaihtokanavan materiaalilla ei ole vaikutusta virtausmelun voimakkuuteen. Kanavan seinämää pitkin tapahtuva äänen johtuminen (sivutiesiirtymä) ei myöskään ole akustinen haaste, koska äänen kulkeutuminen kanavan sisällä on niin merkittävässä osassa (esim. puhe kulkeutuu kanavaa pitkin toiseen tilaan). Ilmanvaihtokanavaa pitkin tapahtuva äänen sivutiesiirtymä tilasta toiseen voidaan estää kokonaan käyttämällä tilakohtaisia ilmanvaihtojärjestelmiä. Virtausmelun ja sivutiesiirtymän vähentämisessä avainasemassa ovat kanavistossa olevat äänenvaimentimet ja ilmanvaihtojärjestelmän oikeanlaiset säädöt.

Keskitetyn ilmanvaihtojärjestelmän kanavien pystynousut sijoitetaan tavallisesti LVIS-hormiin. Vaakasuintaiset ilmanvaihtokanavat sijoitetaan tavallisesti alakattoon. Keskitetyn ilmanvaihtojärjestelmän yhteydessä tulee kiinnittää erityisesti huomiota ilmanvaihtokanavien paloteknisten ratkaisujen suunnitteluun, koska sama kanava palvelee useampaa palo-osastoa. Ilmanvaihtokanavat tarvitsee eristää tarvittaessa palo- ja kosteusteknisistä syistä.

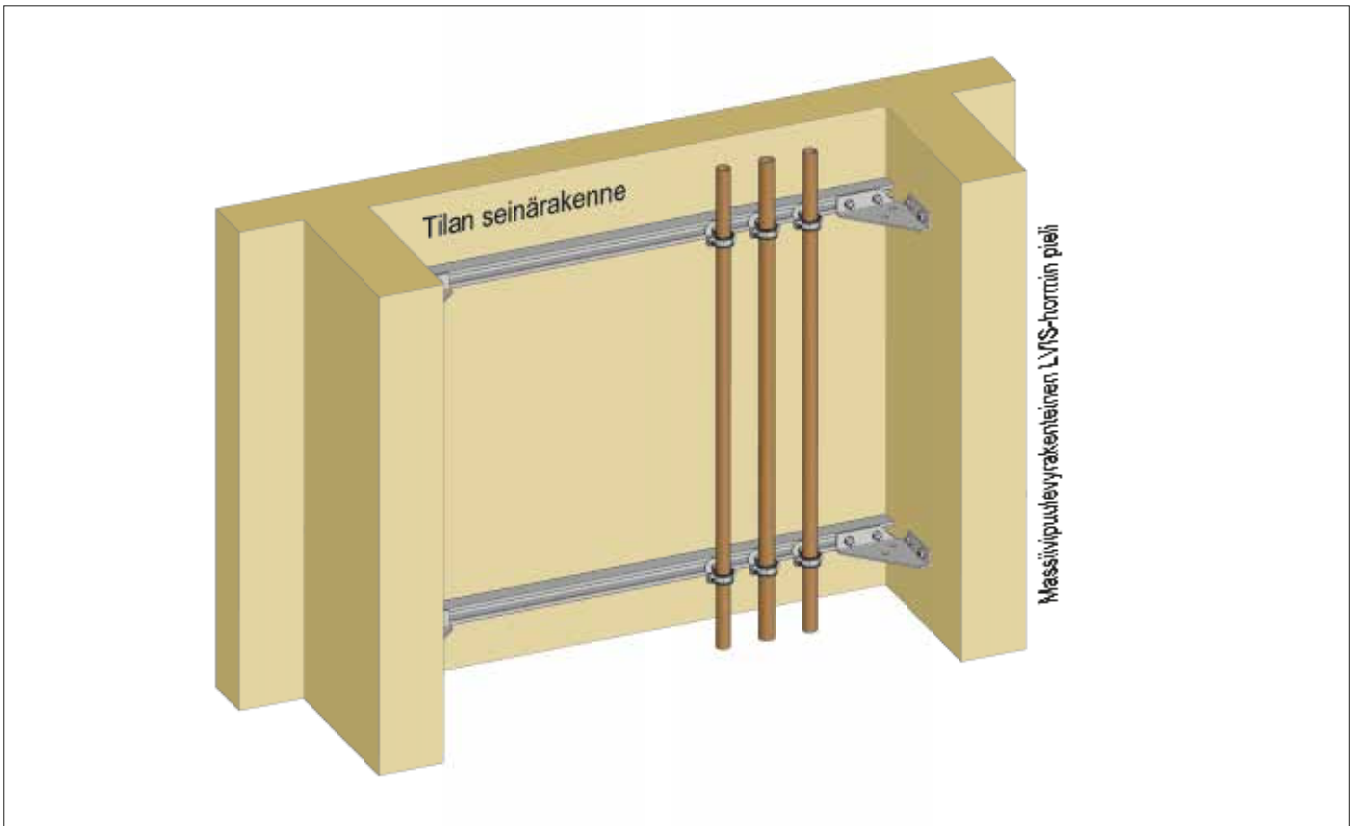
Ilmanvaihtokanavat kiinnitetään tähän tarkoitukseen olevilla kannakkeilla tukeviin rakenteisiin. Tarvittaessa voidaan käyttää putkien kannakointiin suunniteltua teräsrakenteista kiskojärjestelmää (kuvat 58 ja 59). Kanavien kannakkeissa olisi hyvä olla kumieristin, joka toimii myös galvaanisen korroosion estävänä eristimenä, kun kanava ja kannake ovat eri metallilaita.

Akustisesta näkökulmasta keskitetyssä ilmanvaihtojärjestelmässä tarvittava ilmanvaihtokonehuone tulisi sijoittaa siten, että se ei ole asuin-, majoitus- tai potilashuoneiden läheisyydessä. Vastavasti huoneistokohtaiset ilmanvaihtolaitteet tulisi sijoitetaan toisarvoisiin tiloihin (esim. kylpyhuone) tai kokonaan huoneiston ulkopuolelle.

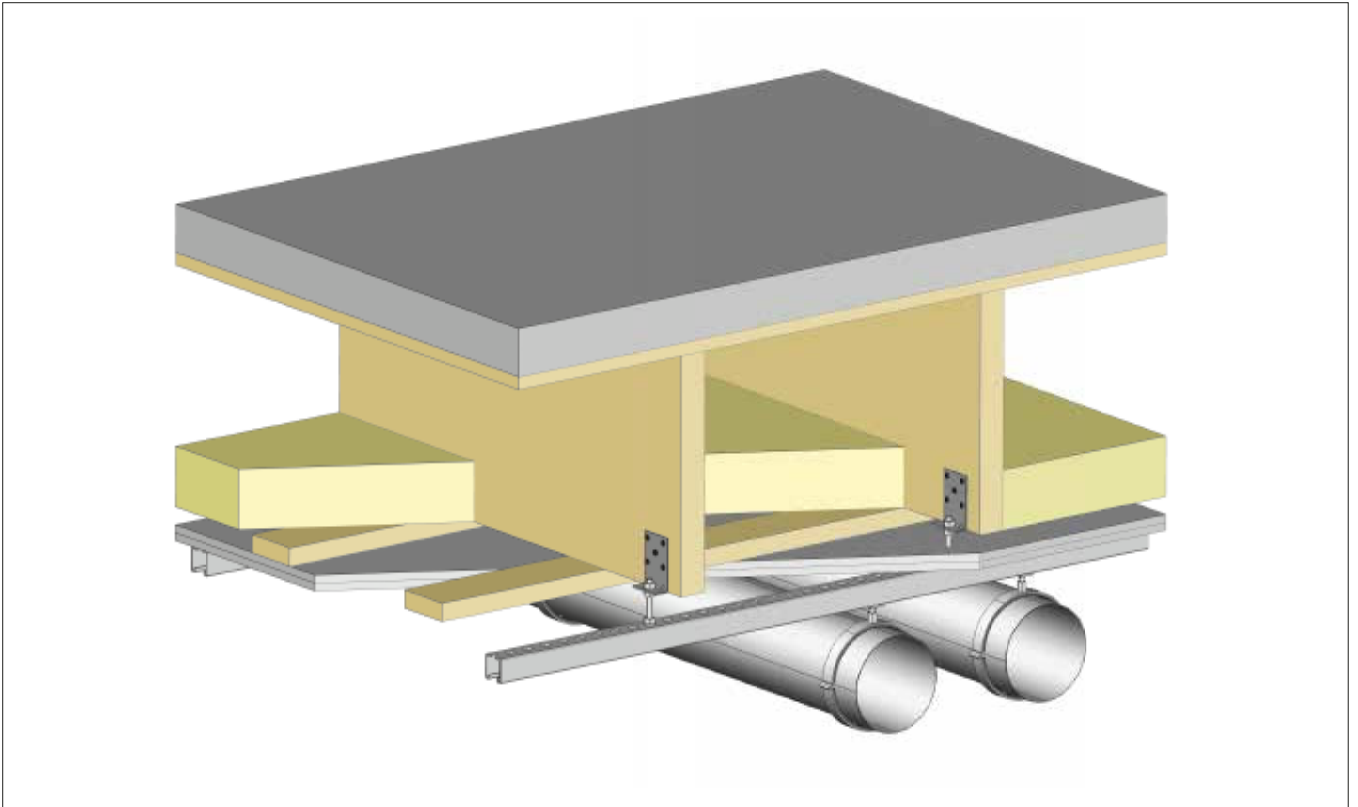
Puurunkoisessa rakennuksessa tulee kiinnittää huomiota ilmanvaihtokonehuoneen rakennusosien ääneneristävyyteen ja erityisesti lattian värähtelyominaisuuksiin. Lattiarakenteen tulee olla mahdollisimman raskas ja jäykkä. Tämän lisäksi lattiarakenteessa ei saa olla kelluvaa lattiaa, koska ilmanvaihtokoneen tärinä saat- taan aiheuttaa resonanssi-ilmiön kelluvaan lattiaan. Edellinen kos- kee sekä tärinäeristettyä että tärinäeristämättömiä ilmanvaihtokoneita.



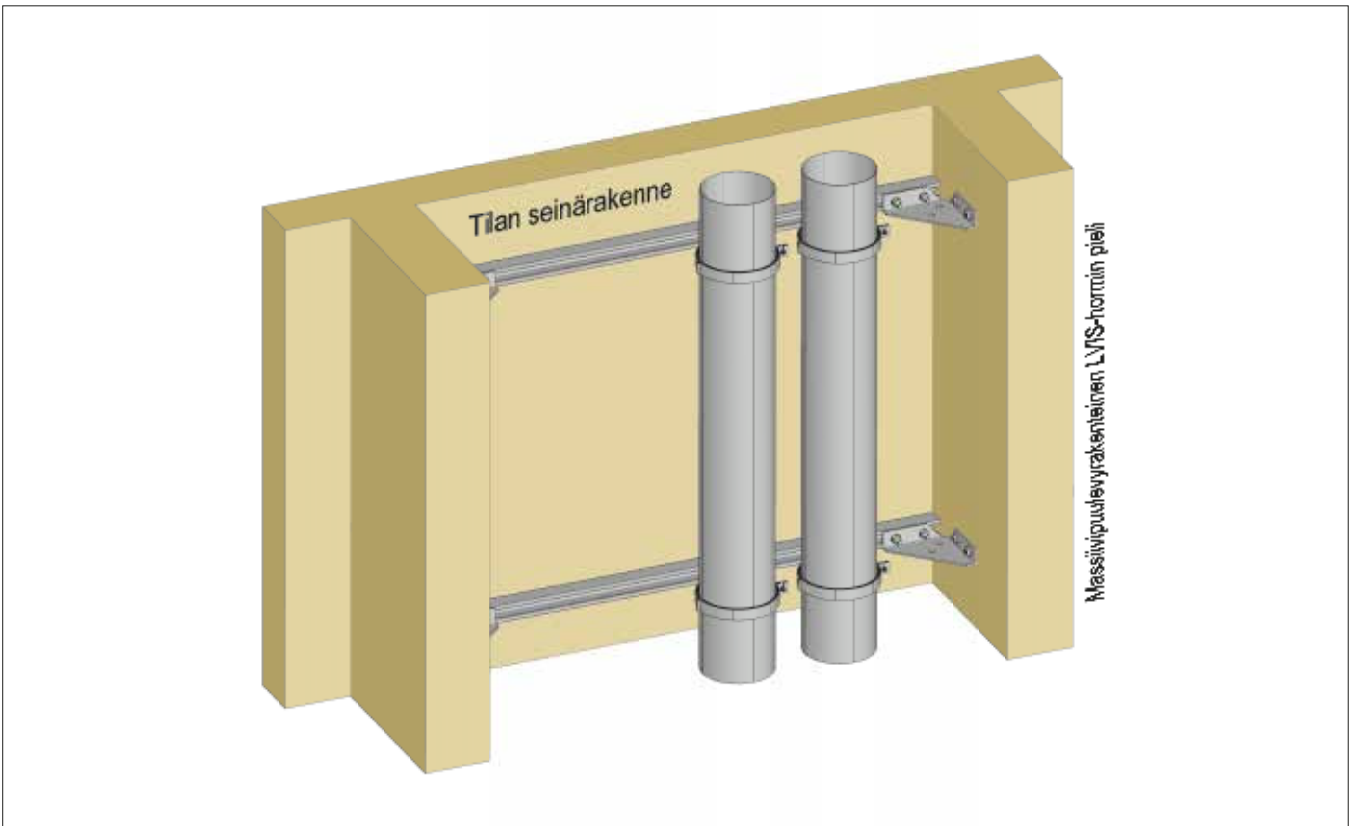
Kuva 56. Vesijohdot kannakoituna välipohjapalkkeihin kiinnitetystä LVI-kiskojärjestelmästä.



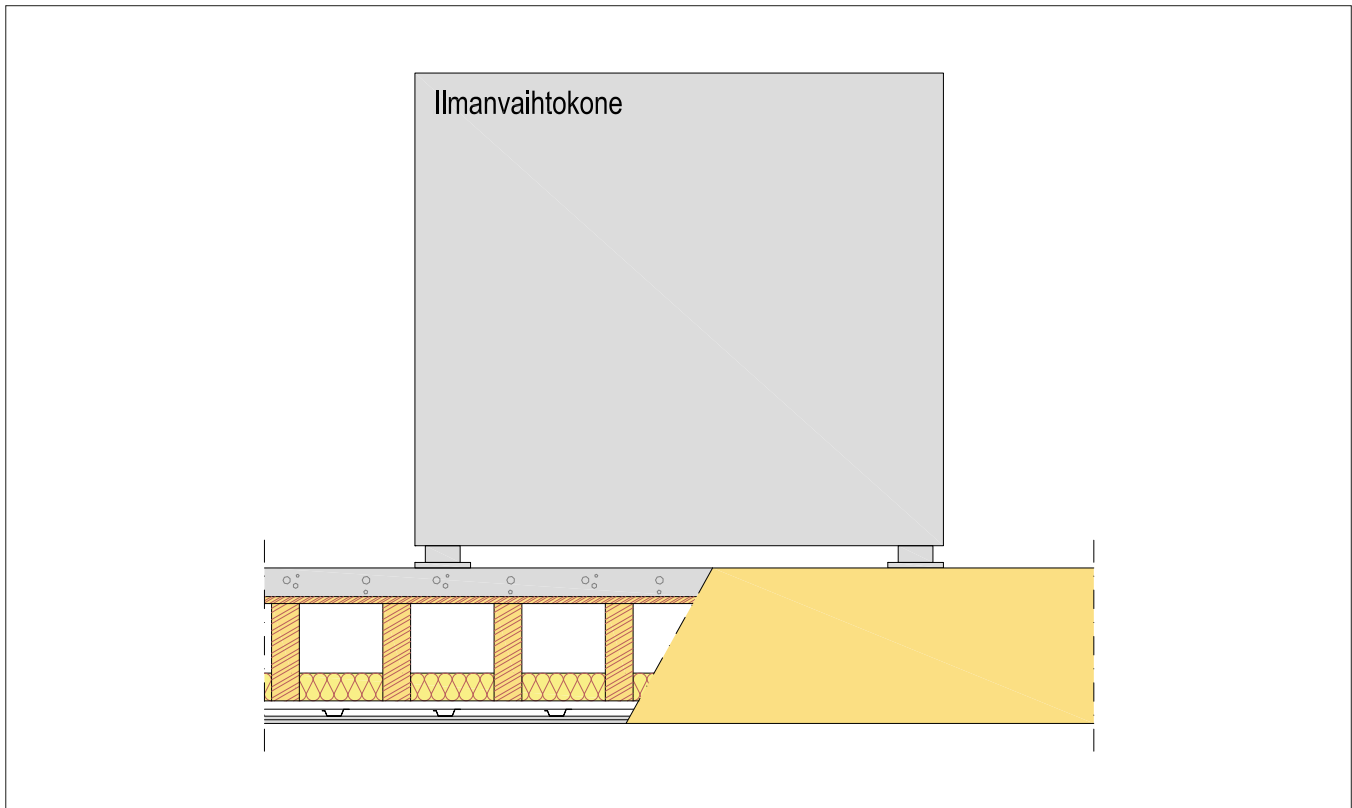
Kuva 57. Vesijohdot kannakoituna hormin pieliin kiinnitetystä LVI-kiskojärjestelmästä (irti tilan seinärakenteesta).



Kuva 58. Ilmanvaihtokanavat kannakoituna välipohjapalkkeihin kiinnitetyistä LVI-kiskojärjestelmästä.



Kuva 59. Ilmanvaihtokanavat kannakoituna hormin peltiin kiinnitetyistä LVI-kiskojärjestelmästä (irti tilan seinärakenteesta).



Kuva 60. Ilmanvaihtokonehuoneen lattiassa ei saa olla kelluvaa lattiaa.

### 6.6 ILMALÄMPÖPUMPPU

Ilmalämpöpumpun ulkoyksikössä on kompressorin, joka tuottaa melua ja tärinää. Ulkoyksikköä ei tule kiinnittää puurunkoiseen seinään. Lisäksi ulkoyksikön sijoitus tulee suunnitella siten, että se ei tuota melua pääkäyttötarkoituksen mukaisiin tiloihin. Ulkoyksikköä ei tule sijoittaa makuuhuoneen ikkunoiden läheisyyteen.

Nykyisin on myös ilmanvaihtolaitteita, joissa on ilmalämmitys- ja jäähdytysominaisuus. Tällainen laite sisältää kompressorin, joten laite tulee sijoittaa siten, että se ei tuota melua pääkäyttötarkoituksen mukaisiin tiloihin. Tarvittaessa laite koteloidaan. Kyseisten laitteiden kiinnitys tulee toteuttaa jäykkiin rakenteisiin ja kiinnityksessä tulee olla tärinäeristys.

### 6.7 LÄPIVIENIT

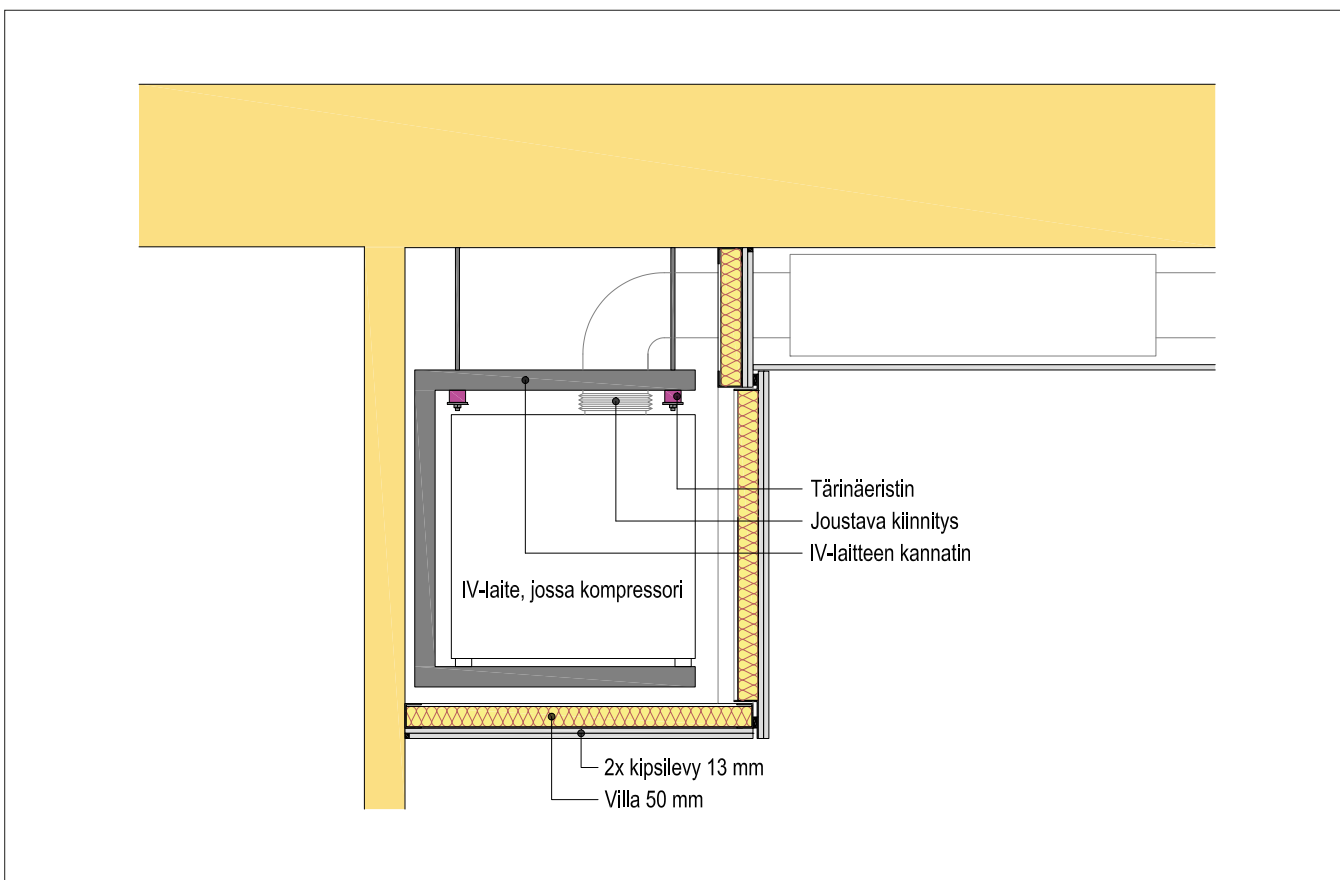
Putkien, kanavien, kaapelien, sähkörasioiden yms. läpiviennit ääntä eristävissä ja paloa osastoivissa rakennusosissa tulee olla tiiviitä sekä ääni- että paloteknisesti. Pienikin ilmavuoto läpiviennissä heikentää rakennusosan ääneneristävyyttä merkittävästi. Suunnitteluratkaisuissa tulisi pyrkiä siihen, että edellisen kaltaisia läpivientejä on mahdollisimman vähän. Esimerkiksi tilakohtaisilla taloteknisillä ratkaisuilla voidaan vähentää läpivientejä merkittä-

västi. Puurakenteiden läpivientien suunnittelussa tulee olla yhteydessä läpivientituotteita valmistavaan yritykseen, koska levypintaisille rankarakenteille, massiivipuulevyrakenteille jne. on jokaiselle omanlaisensa läpivientiratkaisut.

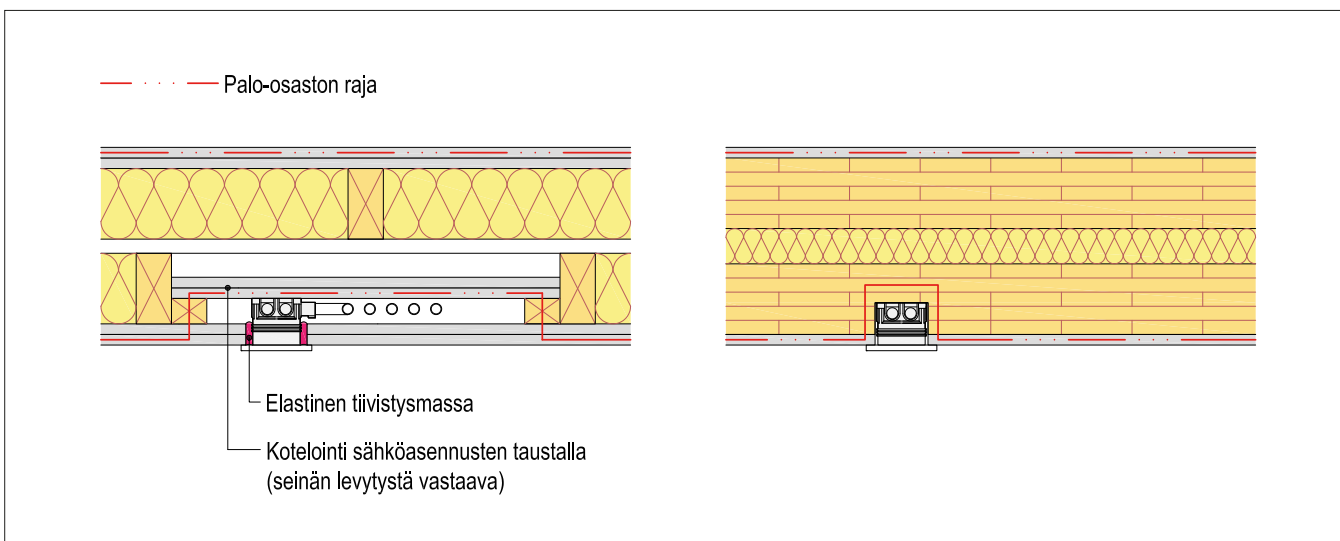
### 6.8 HISSI

Hissi on talotekninen laite, koska se on kiinteä osa rakennuksen tekniikkaa. Hissin aiheuttama melu syntyy hissinkoneistosta sekä hissikorin ja sen laitteiden liikkeestä. Mikäli betonirakenteeseen hissikuiluun liitetään puurunkoisia rakennusosia (esim. huoneiston välinen seinä), tulee liittymädetaljen akustisen tiiviyden pysymiseen kiinnittää erityistä huomiota, koska betoni- ja puurakenteet liikkuvat (elävät) pysty- ja vaakasuunnassa eri tavalla.

Hissikuilu voidaan toteuttaa myös puurakenteisena (esim. massiivipuulevy). Tällöin hissikuilun seinärakenteen tulee olla akustisesti kaksinkertainen rakenne (kaksoisrunkoseinä). Myös betonirakenteisen hissikuilun tapauksessa voidaan käyttää kaksinkertaista rakennetta, jolloin betonirakenteinen hissikuilu on rakennuksen rungosta irti oleva kokonaisuus. Tällöin saavutetaan parempi ääneneristävyys ja puuseinän liitos betonirakenteeseen on helpompi toteuttaa.



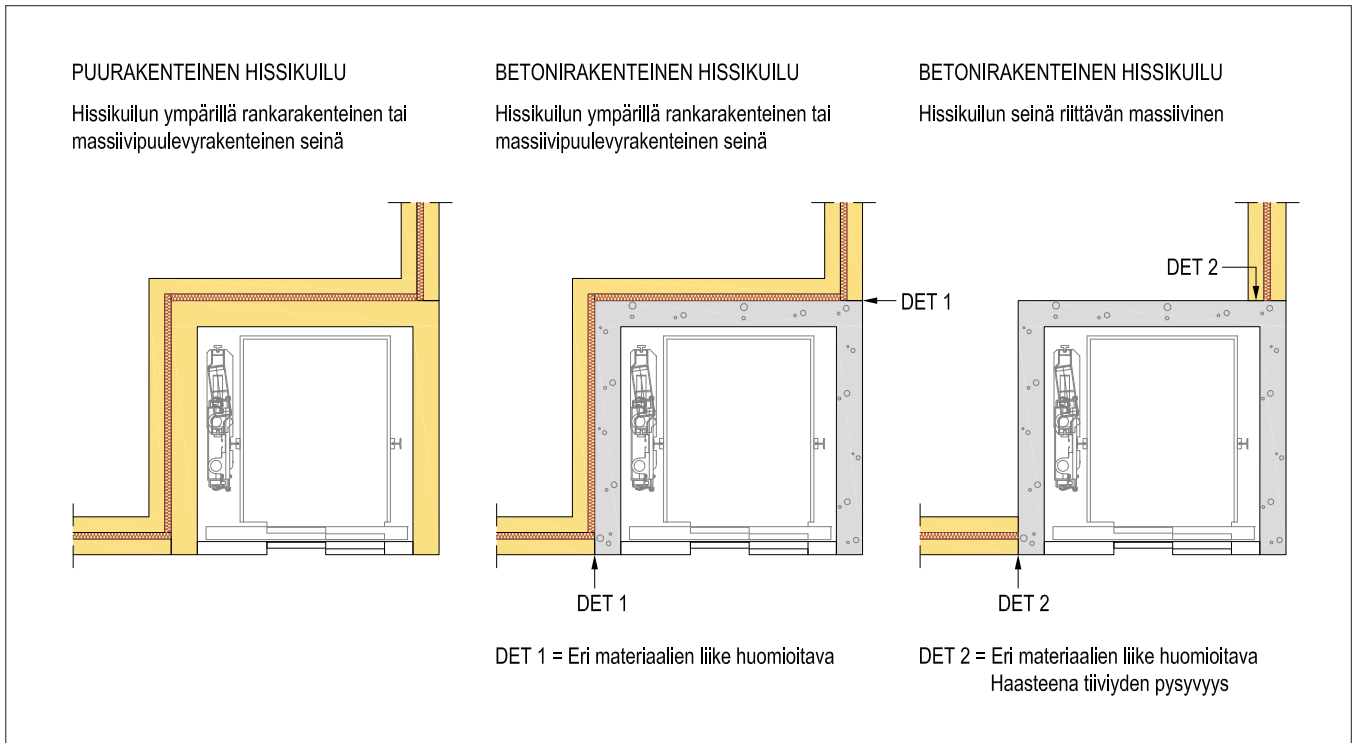
Kuva 61. Esimerkki kompressorin sisältävän ilmanvaihtolaitteen kannakoinnista ja koteloinnista.



Kuva 62. Esimerkkejä sähköasia-asennuksista rankarakenteiseen ja massiivipuulevyrakenteiseen huoneistojen väliseen seinään.



## TALOTEKNISTEN LAITTEIDEN AIHEUTTAMA MELU JA TÄRINÄ



Kuva 63. Hissikuilun toteutuksessa huomioitavia seikkoja.