



Karelia-ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)
Rakennustekniikka

Huoneistojen välisen kevyen väli- seinän ääneneristysratkaisut

Antton Pöyhtäri

Opinnäytetyö, maaliskuu 2026

www.karelia.fi



OPINNÄYTETYÖ
Maaliskuu 2026
Rakennustekniikan koulutus
Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600

Tekijä
Antton Pöyhtäri

Nimeke

Huoneistojen välisen kevyen väliseinän ääneneristysratkaisut

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön aiheena on huoneistojen välisten kevyiden väliseinien ääneneristysratkaisut pientaloissa. Työssä tarkastellaan miten ilmassa etenevä ääni ja rakenteita pitkin kulkeva runkoääni siirtyvät tilasta toiseen, sekä miten seinärakenteen ominaisuudet vaikuttavat ääneneristävytyteen. Tavoitteena on esittää lopuksi puurunkoisia työmaalla toteutettavia seinäratkaisuita, joilla saavutetaan vähintään A2-tason vaatimukset sekä koota selkeät detaljiesimerkit eri liittymäkohdista.

Menetelmällisesti työ on kirjallisuuskatsaus, joka yhdistetään vertailuanalyysin kanssa ja tarkastellaan tämän hetken vaatimuksia, peruskäsitteitä ja erilaisia runkoratkaisuja.

Tuloksina esitellään yksi- ja kaksirunkoisia seiniä sekä liitosdetaljit. Opinnäytetyötä voidaan hyödyntää oppimistarkoituksessa asiasta kiinnostuneille sekä asian kanssa työskenteleville henkilöille. Työn tarkoituksena on antaa tietoa väliseinän ääneneristeratkaisusta, jotta saadaan mahdollisesti uutta näkökulmaa erilaisista rakenteista. Työn mahdollistaa siis uusien näkökulmien saamisen tämän rajatun aiheen sisällä. Rakenne detaljit mahdollistavat suunnittelijoille suuntaa antavia malleja, joiden avulla suunnittelijat voivat soveltaa tietoa omiin kohteisiinsa ja säästää täten aikaa.

Kieli
Suomi

Sivuja 37

Asiasanat
ääneneristys, ilmaääni, ilmativeys



THESIS
March 2026
Degree Programme in Construction Engineering

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
FINLAND
+ 358 13 260 600

Author
Antton Pöyhtäri

Title

Sound-insulation Solutions for Lightweight Partition Walls Between Apartments

Abstract

The topic of this thesis is sound-insulation solutions for lightweight partition walls between apartments in small residential buildings. The work examines how airborne sound and structure sound are transmitted from one space to another, and how the properties of the wall assembly affect sound insulation. The objective is to present timber-framed wall solutions that can be implemented on site and which meet at least class A2 level requirements, and to compile clear example details for the key junctions.

Methodologically, the thesis is a literature review. Comparative analysis covers current requirements, fundamental acoustic concepts, and different framing solutions.

The results present both single frame and double framed walls, together with junction details. The thesis can be used for learning purposes by interested readers and those working with this subject. Its purpose is to provide information on partition wall sound-insulation solutions and to offer new perspectives on alternative assemblies. The detail drawings give designers indicative models that can be adapted to their own projects, helping them save time while meeting performance targets.

Language
Finnish

Pages 37

Keywords
sound insulation, airborne sound, airtightness

Sisältö

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Johdanto | 5 |
| 2 | Äänieristyksen perusteet..... | 6 |
| 2.1 | Äänieristyksen ohjaus Suomessa | 6 |
| 2.1.1 | Lainsäädäntö ja standardit..... | 6 |
| 2.1.2 | Äänieristysluokat..... | 6 |
| 2.1.3 | Uudenrakennuksen vähimmäisarvot..... | 7 |
| 2.1.4 | Paloturvallisuus..... | 8 |
| 2.2 | Desibeli | 10 |
| 2.3 | Melun häiritsevyys | 11 |
| 2.4 | Taajuus | 12 |
| 2.5 | Äänitasoeroluku $D_{nT,w}$ | 13 |
| 2.6 | Askeläänitasoluku $L'_{nT,w}$ | 13 |
| 2.7 | Mittaus valmiissa rakennuksessa | 13 |
| 2.7.1 | Äänitasoeroluvun mittaus | 14 |
| 2.7.2 | Askeläänitasoluvun mittaus | 15 |
| 2.7.3 | Laboratoriomittaukset | 16 |
| 3 | Rakenneosien akustinen toiminta | 18 |
| 3.1 | Massalaki..... | 18 |
| 3.2 | Massa-ilma-massa-systeemi | 19 |
| 3.3 | Ilmatiiveys | 20 |
| 3.3.1 | Ilmarakojen tarkastelu ohjelmiston avulla | 21 |
| 4 | Seinärakenteet..... | 23 |
| 4.1 | Yksinkertainen seinärakenne..... | 23 |
| 4.2 | Kaksinkertainen seinärakenne..... | 25 |
| 5 | Rakenneosan leveyden vaikutus ilmaääneneristävyyteen | 26 |
| 5.1 | Massan vaikutus | 26 |
| 5.2 | Ilmavälin vaikutus | 28 |
| 6 | Rakennetyypit ja liittymät | 30 |
| 6.1 | Kaksoisseinärakenne..... | 30 |
| 6.2 | Sik-sak rakenne | 31 |
| 6.3 | CLT-elementtiseinä..... | 32 |
| 6.4 | Yläpohjaliitos..... | 33 |
| 6.5 | Alapohjaliitos..... | 34 |
| 6.6 | Liitos ulkoseinään | 34 |
| 7 | Pohdinta..... | 35 |
| 8 | Lähteet..... | 37 |

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön aiheena on huoneistojen välisten kevyiden väliseinien ääneneristys pientaloissa. Opinnäytetyössä tutkitaan ilmassa etenevän äänen, kuten puheen, musiikin ja laitteiden äänen siirtymistä rakenteen läpi viereiseen tilaan. Ääniaallon osuessa rakenteeseen, rakenneosa alkaa värähtelemään tuottaen ilmaääntä rakenteen toisella puolella. Siirtyvän äänen määrä riippuu rakenteen ääneneristysominaisuuksista, sekä liitoksien rakenteellisista ratkaisuista. Seinärakenteen ääneneristämisessä on tarkoituksena katkaista ääniaallon siirtyminen huoneistosta toiseen.

Työn tavoitteena on esittää puurunkoisiin pientaloihin tarkoitettuja kevyitä seinäratkaisuja, joilla voidaan saavuttaa vähintään Ympäristöministeriön asetuksen (796/2017) asettamat äänieristävyiden raja-arvot. Työssä käsitellään seinän äänieristämisen teoriaa ja annetaan esimerkkirakenneratkaisuja, jotka täyttävät 55 dB äänieristysvaatimuksen.

Menetelmällisesti opinnäytetyö yhdistää kirjallisuuskatsauksen ja vertailuanalyysin. Vaatimukset sidotaan seinärakenteen äänieristysvaatimukseen ja tutkitaan eri rakennevaihtoehtojen mahdollisuutta saavuttaa asetetut raja-arvot. Työn tarkoituksena on myös tuoda esille rakenteen muutoksien vaikutusta ääneneristävyyteen. Omakotitalorakentamisessa on myös tarkoituksenmukaista maksimoida tilojen käyttöä, joten seinärakenteen tulisi olla mahdollisimman kapea ja paikallaan rakennettava.

Aihe on tärkeä, koska huoneistojen välisten väliseinien rakenneratkaisut ja liitokset ovat ääniteknisesti herkkiä rakenteita ja väärin toteutettuna vaikuttavat merkittävästi rakenteen ääneneristävyyteen sekä asumismukavuuteen. Työhön kootaan ääneneristykseen perusteet ja tieto siitä minkälaisia rakenteiden tulisi olla, jotta saavutettaisiin tarvittava ääneneristävyys. Työssä käsitellään myös hieman virheellisiä asennustapoja ja tämän myötä jaetaan tietoa siitä, mihin rakennetta toteuttaessa tulisi kiinnittää huomiota.

2 Äänieristyksen perusteet

2.1 Äänieristyksen ohjaus Suomessa

Suomessa rakennusten ääneneristystä ohjataan lainsäädännön, standardien ja ohjeistusten avulla. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä (YM 796/2017) ja standardin (SFS 5907, 2022) tarkoituksena on varmistaa, että rakennusten sisätilat olisivat käyttäjilleen mukavat, turvalliset sekä täyttäisivät asumiselle asetetut vaatimukset yksityisyyden ja asumisviihtyvyyden osalta.

2.1.1 Lainsäädäntö ja standardit

Uudisrakentamisessa äänieristys tulee suunnitella siten, että rakennuksen ääniympäristö vastaa tilojen vaatimaa käyttöä. Rakennusmääräykset ja lainsäädäntö asettavat tiloille erilaisia ääneneristyksen ohjearvoja ja uusien rakennuksien tilojen tulee täyttää nämä ohjearvot. Ohjearvot ilmaistaan Äänitasoerollulla $D_{nT,w}$ (dB) ja Askeläänitasoluvulla $L'_{nT,w} + C_{i,50-2500}$ (dB). (SFS 5907, 2022, 12–14.)

Keskeisin lainsäädäntö tulee (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 796/2017). Asetuksessa edellytetään rakennuksien suunnittelusta ja toteutuksesta siten, että niiden ääneneristys on riittävä rakennuksen käyttötarkoitukseen nähden. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että asuinrakennuksissa huoneistojen välisten rakenteiden tulee estää häiritsevien äänien kulkeutuminen naapurin puolelle. Asetuksessa ei oteta kantaa rakenneratkaisuihin, vaan vaatimukset esitetään yleisellä tasolla. Suunnittelijan tehtävänä on valita sellaiset rakenteet ja liitokset, joilla asetetut vaatimukset saadaan toteutettua. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 796/2017, 4§).

2.1.2 Äänieristysluokat

Äänieristysluokat A1–A3 määritellään standardissa (SFS 5907, 2022, 20) siten, että A2 vastaa YM (796/2017) vähimmäistasoa uudisrakentamisen perusvaatimukselle. Luokka A1 on hieman vaativampi taso paremmalle

äänimukavuudelle. Äänieristysluokka A3 on tarkoitettu vanhojen rakennusten luokitteluun eikä sitä sovelleta uudisrakentamisessa lainkaan.

Rakennuksissa on yleisesti useampia eritasoisia ääneneristettyjä tiloja, jonka seurauksena luokitustavoitteet voi vaihdella tilakohtaisesti rakennuksen sisällä. Luokitukset voidaan tehdä tästä syystä tila- tai rakennuskohtaisesti. YM (796/2017) ja SFS (5907, 2022) mukaisesti uudisrakennuksessa vähimmäistaso on siis A2-luokassa.

2.1.3 Uudenrakennuksen vähimmäisarvot

Uusissa asuinrakennuksissa äänieristykselle on määriteltä vähimmäistaso. YM:n 796/2017, 4§ asetuksen mukaan huoneistojen välisen rakenteiden ilma-äänieristävyyden tulee olla vähintään luokassa A2 ja täyttää 55dB (DnT,w) äänitasoeroluku (Taulukko 1). Tämän tarkoituksena on, että seinän tulee vaimentaa ilmaäännet niin etteivät ne kuulu häiritsevästi muihin asuintoihin. Askeläänen kohdalla huomioidaan myös spektripainotusermi C1,50–250.

Pienimmät sallitut äänitasoeroluvun DnT,w arvot eri luokissa (dB)

| Tila | Luokka A1 | Luokka A2 | Luokka A3 |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Asuntojen välillä ja asunnon ja sitä ympäröivien tilojen välillä yleensä | 60 | 55 | 53 |
| Asuntoon kuuluvan WC-, kylpyhuone- ja löylyhuonetilan ja toisen asunnon vastaavan tilan välillä | 60 | 55 | 53 |
| Asuinrakennuksessa sijaitsevan talosaunan ja asunnon asuinhuoneen välillä | 60 | 55 | 53 |
| Asuinrakennuksen pesutuvan ja asunnon asuinhuoneen välillä | 60 | 55 | 53 |
| Sisäänvedetyn parvekkeen ja toisen asunnon asuinhuoneen välillä | 60 | 55 | 53 |
| Viherhuoneen tai kattoterassin ja toisen asunnon asuinhuoneen välillä | 60 | 55 | 53 |

Taulukko 1. Pienimmät äänitasoeroluvut (SFS 5907, 2022, 20)

Askeläänieristävyysarvoksi on asetettu myös luokka A2 (Taulukko 2) , jonka suurin sallittu askeläänitasoluku on 53 dB (L'nT,w + C1,50–2500). Tämän

tarkoituksena on rajoittaa rakenteiden kautta siirtyvää runkoääntä, kuten esimerkiksi askelten tai kalusteiden liikuttamisesta aiheutuvaa ääntä.

Suurimmat sallitut askeläänitasoluvun L'nT,w + CI,50-2500 arvot eri luokissa (dB)

| Tila | Luokka A1 | Luokka A2 | Luokka A3 |
|--|-----------|-----------|-----------|
| Asuntojen välillä | 48 | 53 | 58 |
| Asuinrakennuksessa sijaitsevan talosaunan ja asunnon asuinhuoneen välillä | 48 | 53 | 58 |
| Asuinrakennuksen pesutuvan ja asunnon asuinhuoneen välillä | 48 | 53 | 58 |
| Sisäänvedetyn parvekkeen tai terassin ja alapuolella sijaitsevan toisen huoneiston asuinhuoneeseen | 53 | 53 | 58 |

Taulukko 2. Suurimmat sallitut askeläänitasoluvut (SFS 5907, 2022, 21)

Näiden arvojen täyttäminen on minimivaatimus ja rakennuttaja voi halutessaan tai tilaajan vaatimuksesta nostaa äänieristävyyden laatuluokkaan A1. Korkeampi ääneneristystaso parantaa asuinmukavuutta, mutta se edellyttää entistä huolellisempaa suunnittelua sekä toteutusta työmaalla.

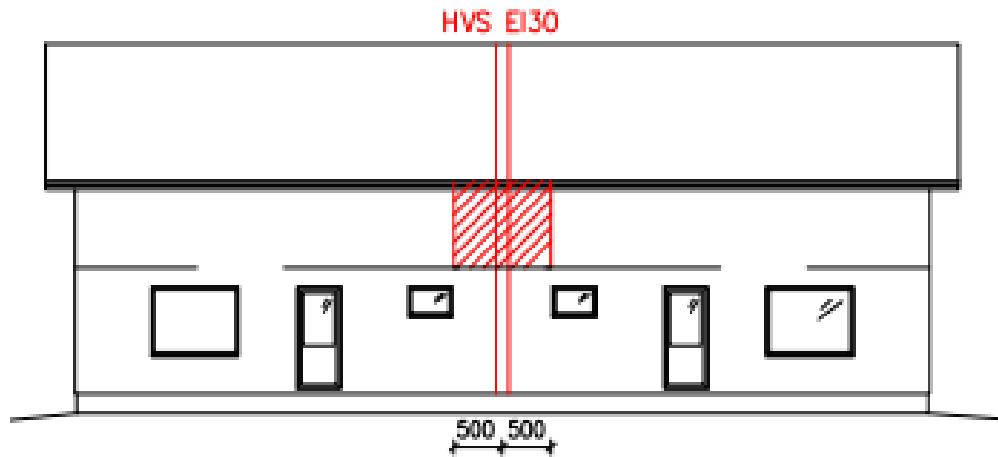
Suomen rakentamismääräykset ja alan ohjeistukset eivät ainoastaan aseta minimitasoa ääneneristykselle, vaan korostavat myös suunnittelun, toteutuksen ja laadunvarmistuksen merkitystä. Hyvä ääneneristys saadaan toteutettua, kun määräykset, standardit ja käytännön toteutus toimivat yhdessä.

2.1.4 Paloturvallisuus

Huoneistojen välisien väliseinien rakenteeseen vaikuttaa äänieristyksen ohella myös paloturvallisuus. Tämän vuoksi paloturvallisuus ratkaisut voivat vaikuttaa seinärakenteeseen ja tämän myötä rakenteen äänieristävyyteen. Pientalorakentamisessa palo-osastointi toteutetaan Topten Palokortin mukaan siten, että yksittäiset huoneistot jaetaan omiin palo-osastoihin, jolloin palon leviäminen viereiseen huoneistoon saadaan estettyä. (TopTen 117 b 01, 2022, 11).

Osastoinnilla tarkoitetaan paritalon väliseinän, alapohjan ja yläpohjan palosuojauksia. Suojauksen tarkoituksena on esimerkkitapauksessa estää palon

leviäminen viereiseen huoneistoon seinän, alapohjan tai yläpohjan kautta. Tämä saadaan toteutettua tekemällä palosuojaus väliseinän kohdalla lattiasta vesikaton sisäpintaan asti kuvan 1 mukaisesti.

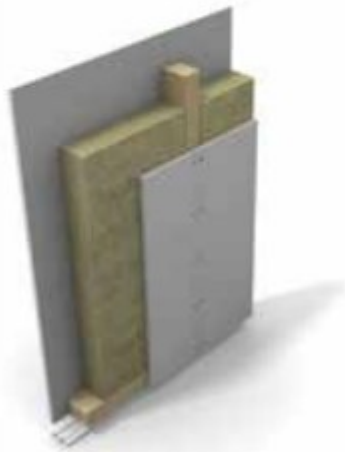


Kuva 1. Pientalon palo-osastointi. (TopTen 117 b 01, 2022, 20)

Kevyiden väliseinien palosuojaus pientaloissa saadaan toteutettua esimerkiksi asentamalla seinän molemmille puolille kipsilevytys ja seinän sisälle PAROC Sonus 66 mm kivivilla kuvan 2 mukaisesti.

EI30

- 12,5 mm kipsilevy, A
- 66 mm:n puuranka, k600
+ **PAROC Sonus 66 mm**
- 12,5 mm kipsilevy, A



Kuva 2. Seinän palosuojaus. (Palosuojausopas 3/PUU, 2020, 21)

2.2 Desibeli

Opinnäytetyön keskittyessä äänieristykseen yksi keskeisimmistä asioista liittyy äänihavaintoihin. Kuuloavaimen (Mitä ääni on?, 2025) mukaan ihmisen kuulema ääni johtuu värinästä tai värinästä, jolloin ilma alkaa värähdellä ja ilman värähtely kulkeutuu ihmisen korvan sisälle, jossa tärykalvo vastaanottaa värähtelyn ja muuttaa sen äänihavainnoksi.

Äänen voimakkuutta kuvattaessa käytetään termiä desibeli, jonka yksikkö on dB. Anton Olanderin (Perustietoa desibelistä, 2025) mukaan desibeli on äänen voimakkuuden logaritminen yksikkö, jolla kuvataan melutasoa ja äänenvoimakkuutta. Ihminen ei kykene havaitsemaan 1 dB laskua tai nousua, mutta melutason noustessa tai laskiessa 10dB ihminen kokee äänen kaksinkertaistumisena tai puolittumisena.

Desibelin ollessa logaritminen yksikkö tarkoittaa se sitä, että kahden identtisen äänilähteen yhdistetty melutaso on 3dB korkeampi verrattuna yhden äänilähteen melutasoon. Vastaavasti kymmenen yhtä voimakkaan äänilähteen melu muodostaa 10dB suuremman melun. (Olander, 2025).

Desibeliasteikko on toteutettu siten, että 0 dB on hiljaisin ääni minkä ihminen kykenee tietyllä taajuudella aistimaan ja 120 dB on kipuraja kuulolle (Taulukko 3). Taulukon arvot ovat suuntaa antavia arkielämän esimerkkejä.

| Äänen laji | L/dB | Äänen laji | L/dB |
|----------------------|------|-----------------|------|
| Kuulokynnys | 0 | Vilkas katumelu | 80 |
| Kuiskaus | 10 | Konsertti | 90 |
| Paperin kahina | 30 | Lentokone | 100 |
| Puhe (n.1m etäisyys) | 60 | Kipuraja | 120 |

Taulukko 3. Ihmisen aistimat äänet (Valtanen, Laakkonen, Viitala, Kettunen, 2019, 199)

Äänilähteitä ollessa useampia, voidaan niiden aiheuttama kokonaisäänepainetaso laskea kaavalla 1. Kaavan avulla saadaan esimerkiksi selvitettyä kuinka monen ihmisen pitäisi puhua samanaikaisesti, jotta melutaso olisi katumelun

tasolla. Kerrotussa tapauksessa pitäisi olla 100 ihmistä puhumassa samaan aikaan, jotta melutaso ylittäisi 80dB tasolle. 20dB:n äänenpainetasoero kuulostaa pieneltä, mutta äänenvoimakkuudessa on suuri ero.

$$L_{kok} = 10 \left(\lg_{10}^{L_1} \cdot n \right) \quad (1)$$

missä L_{kok} = kokonaisäänepainetaso (dB)
 L_1 = yksittäisen äänilähteen äänenpainetaso (dB)
 n = yksittäisten äänilähteiden määrä

2.3 Melun häiritsevyys

Kuuloliiton ohjeiden mukaan henkilön ei tulisi viettää meluisassa ympäristössä liian pitkää aikaa yhtäjaksoisesti, koska kuulovaurion riski kasvaa altistusajan pitkittyessä. Koville äänille altistumisen seurauksena kuulo saattaa vaurioitua aiheuttaen kuulon heikkenemistä, tinnitusta ja huminaa. (Kuuloliitto, 2025.) Valtioneuvoston asetus työntekijöiden suojelemisesta melusta aiheutuvilta vaaroilta (85/2006) kuitenkin korostaa, että melun arvioinnin kannalta ei ole olennaista yksittäisen äänitapahtuman kesto, vaan päivittäinen meluallistus L_{EX} , 8h. Taulukosta 4 on nähtävillä kuuloliiton suositellut ohjeelliset aikarajat tietyn melutason tilassa, jotka toimivat havainnollistavina esimerkkeinä. Virallinen tarkastelu perustuu päivittäiseen meluallistukseen, eikä pelkästään yhdessä tilassa vietettyyn aikaan.

| Melutaso | Aika |
|----------|-------|
| 85dB | 8h |
| 88dB | 4h |
| 91dB | 2h |
| 94dB | 1h |
| 100dB | 15min |

Taulukko 4. Ohjeelliset aikarajat melussa (Kuuloliitto, 2025)

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL) määrittelee melun ei-toivotuksi ääneksi ja korostaa, että äänen kokeminen meluksi on yksilökeskeistä. Häiritsevyyteen vaikuttaa muun muassa äänen taajuus, kapeakaistaisuus, impulssimaisuus, aika ja paikka. Pitkittynyt altistus voi heikentää unta, nostaa elimistön stressireaktioita ja on yhteydessä sydän- ja verisuonsairauksiin. Ihmisen häiritseväksi kokema melu voi pitkittyneenä kuormittaa henkistä jaksamista ja heikentää hyvinvointia ja sen epäillään liittyvän lisääntyvään masentuneisuuteen sekä ahdistukseen. Asuinympäristön ulkomelua ohjaa Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista (993/1992) siten, että ulkona päivällä $L_{Aeq} < 55\text{dB}$, yöllä $L_{Aeq} < 50\text{dB}$ ja uusilla asuinalueilla yön ohjearvona on alle 45dB. Näiden vuoksi melun häiritsevyydestä puhuttaessa on myös tarkasteltava äänen laadullisia piirteitä ja alituskontekstia. (Terveyden ja hyvinvoinninlaitos 2024.)

Edellä mainituiden seikkojen vuoksi Maanrakennuslain 117 f §:n 3 momentin nojalla on annettu YM asetus (796/2017) rakennuksien ääniympäristöstä, jossa uusien rakennuksien tiloille on asetettu tietyt raja-arvot ääniympäristölle. Asetuksen tarkoituksena on varmistaa sopivat melutasot tiloissa, joissa ihmiset viettävät paljon aikaa. Noudattamalla ympäristöministeriön asetusta rakennuksen ääniympäristöstä, voidaan varmistaa terveellinen ja viihtyisä asuinmukavuus.

2.4 Taajuus

Äänentaajuus (Hz) tarkoittaa, kuinka monta kertaa ääniaalto värähtää sekunnissa. Mitä suurempi taajuus on, sitä korkeampana ääni kuullaan, mutta taajuuden ollessa tarpeeksi korkea tai matala, ihminen ei kykene kuulemaan ääntä lainaan. Ihmiselle tyypillinen kuuloalue on 16-16000Hz, kun taas koirilla, tämä on 70-100000Hz, jonka vuoksi niiden kuulo on tunnetusti ihmisiä huomattavasti parempi. Rakennusakustiikassa taajuudella on suuri merkitys, koska rakenteiden äänieristys muuttuu taajuuden mukaan ja rakenteen tulisi toimia sekä korkeilla että matalilla taajuuksilla. (Puuinfo 2020, 11).

Tyypillisessä asuinympäristössä puheen taajuus on karkeasti 50-10000 Hz ja kävely 25-200Hz alueella. Ihminen kuulee herkimmillään 100-3150Hz alueella, jonka vuoksi ääneneristävyyttä tutkitaan enimmäkseen tällä alueella. (Puuinfo 2020, 11).

2.5 Äänitasoeroluku $D_{nT,w}$

$D_{nT,w}$ (dB) on standardisoitu äänitasoeroluku, joka kuvaa kuinka hyvin valmis rakennus eristää ilmaääntä tilasta toiseen. Se on laskettu mittasuure, joka lasketaan taajuuskaistoittain taajuusalueella 100–3150 Hz mitatusta tai mallinnetusta D_{nT} -äänitasoerosta (SFS-5907 2022, 14). Mitä suurempi $D_{nT,w}$ on, sitä parempi ilmaääneneristys (Puuinfo 2020, 12.) $D_{nT,w}$ on niin kutsuttu kenttäsuure, joka mitataan valmiissa rakennuksessa ja eroaa laboratoriosuureesta R_w :stä.

2.6 Askeläänitasoluku $L'_{nT,w}$

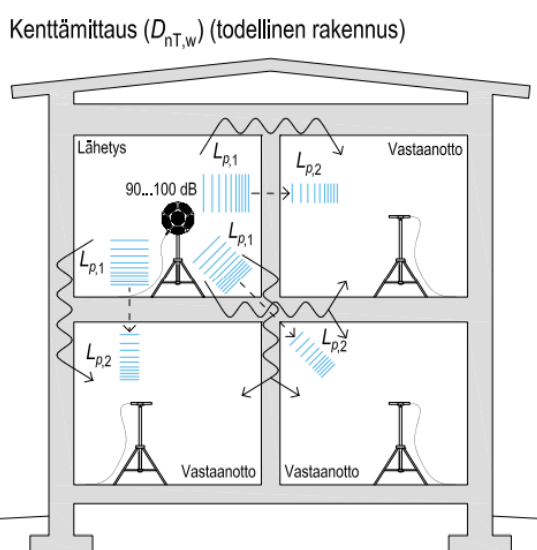
Askeläänitasoluku $L'_{nT,w} + C_{I,50-2500}$ kertoo, kuinka paljon askelista syntyvää runkoääntä kuuluu kerroksesta tai tilasta toiseen. Luku muodostetaan askeläänitasoluvusta $L'_{nT,w}$, (SFS-5907 2022, 14) joka lasketaan taajuusalueella 100–3150 Hz mitatuista askeläänitasosta L'_{nT} . Tämän lisäksi askeläänitasolukuun otetaan huomioon spektripainotusermi $C_{I,50-2500}$ (dB), jonka tarkoituksena on huomioida suuret poikkeamat matalilla taajuuskaistoilla 50, 63 ja 80 Hz (SFS-5907 2022, 13). Mitä pienempi $L'_{nT,w} + C_{I,50-2500}$ -arvo on, sitä parempi on askelääneneristys. $L'_{nT,w}$ on niin kutsuttu kenttäsuure, joka mitataan valmiissa rakennuksessa ja eroaa laboratoriosuureesta $L_{n,w}$,

2.7 Mittaus valmiissa rakennuksessa

Valmiissa rakennuksessa ääneneristys todennetaan kenttämittauksilla siten, että ilmaäänessä mitataan huoneiden välinen standardoitu äänitasoero kaistakohtaisesti ja muutetaan yksiluvuksi $D_{nT,w}$ vertailukäyrämenetelmällä. Askeläänessä käytetään askeläänikojetta yläpuolisessa tilassa ja vastaanottohuoneessa mitataan kaistakohtaiset tasot, joista saadaan johdettua yksiluku $L'_{nT,w}$. Askeläänen kohdalla huomioidaan myös spektripainotusermi $C_{I,50-2500}$.

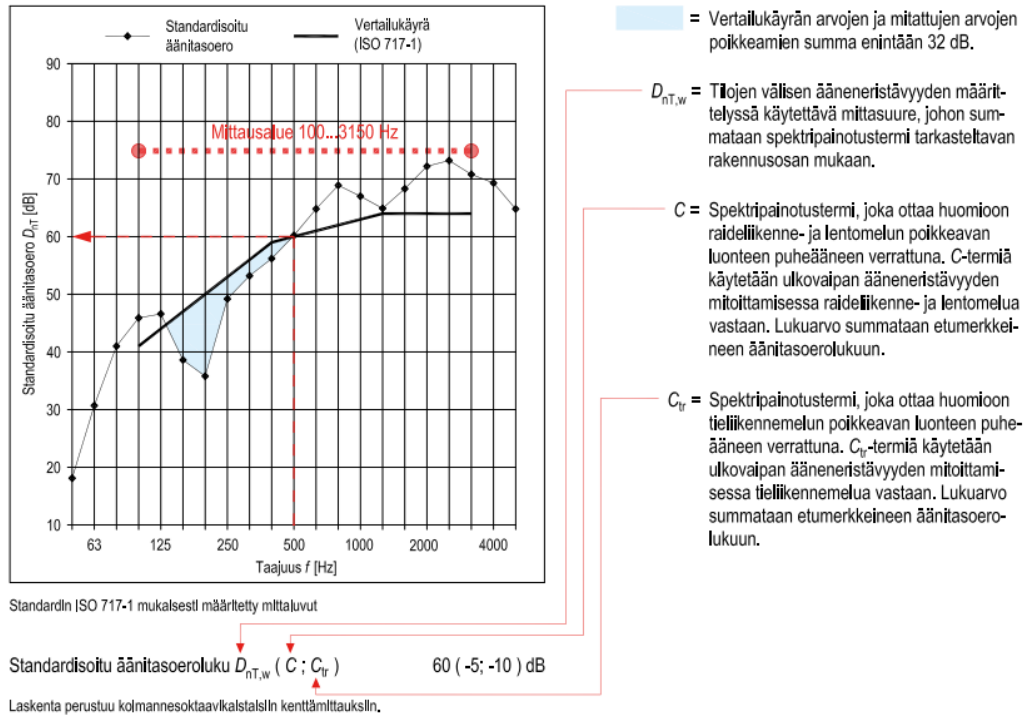
2.7.1 Äänitasoeroluvun mittaus

Valmiissa rakennuksessa äänitasoeroluku $D_{nT,w}$ saadaan mittaamalla kahden huoneen välinen äänitasoero D_{nT} kolmannesoktaavikaistoittain. Lähetyshuoneessa tuotetaan tavallisesti 90–100 dB ympärisäteilevää kohinaa. Kohinan tarkoituksena on pysyä tasaisena äänenpainontasolla taajuusalueen vaihdellessa 100–3150 Hz kaistoilla. Vastaanottohuoneessa mitataan lähetyshuoneesta rakennusosan sekä sivusiirtymän läpi tullut kohina kuvan 3 mukaisesti. Näiden kahden tilan välisestä äänitasoerosta saadaan äänitasoero D_{nT} .



Kuva 3. Ilmaäänien kenttämittaus (Puuinfo 2021, 16)

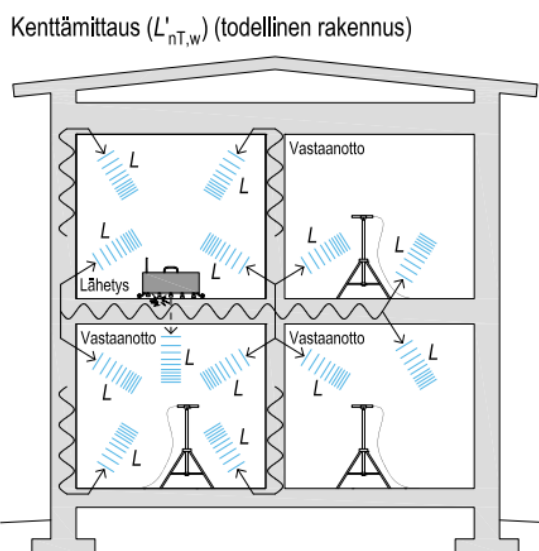
$D_{nT,w}$ saadaan muuntamalla taajuuskaistoittain mitatut D_{nT} arvot ISO 717-1 -standardin vertailukäyrämenetelmällä yksiluvuksi. Vertailukäyrä perustuu tutkimuksiin ja vastaa ihmisen kuuloa painottavaa tavoitekäyrää. Vertailukäyrä siirretään mittaustaulukossa 1 dB kerrallaan niin, että käyrän alle jäävien mitattujen arvojen poikkeamien summa on korkeintaan 32 dB. Käyrän ollessa oikeassa paikassa $D_{nT,w}$ voidaan lukea 500 Hz:n kohdalta (kuvaaja 1). Mitä suurempi $D_{nT,w}$ luku on, sitä parempi tilojen välinen ilmaääneneristys.



Kuvaaja 1. Ilmaääneneristävyyden mittaustulos (Puuinfo 2021, 16)

2.7.2 Askeläänitasoluvun mittaus

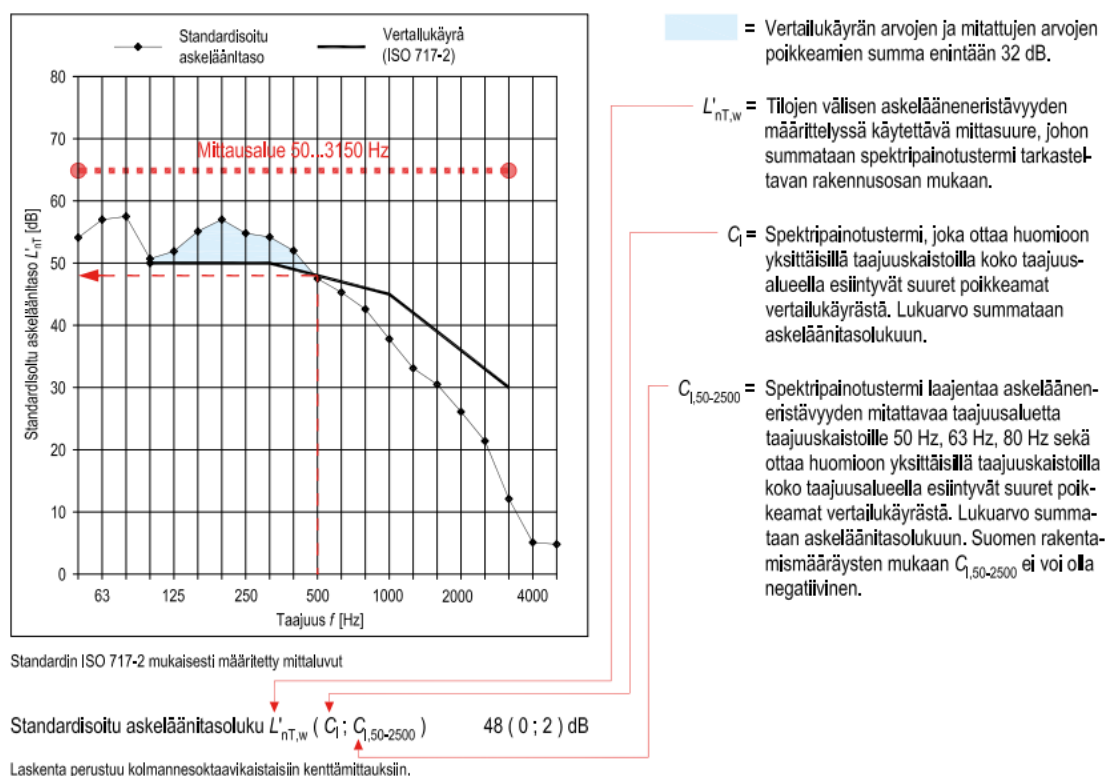
Valmiissa rakennuksessa askeläänitasoluku $L'_{nT,w}$ saadaan mitattua siten, että lähetyshuoneen lattialle asetetaan standardin mukainen askeläänikoje, jossa on sisällä viisi vasaraa ja koje tekee tasaista iskuliikettä nopeudella 10 iskua sekunnissa kuvan 4 mukaisesti. Lopulta vastaanottohuoneesta saadaan mitattua kolmannesoktaavikaistoittain kojeesta syntyvät askeläänitasot L'_{nT} . (Puuinfo 2021, 17).



Kuva 4. Askeläänien kenttämittaus (Puuinfo 2021, 18)

$L'_{nT,w}$ saadaan muuntamalla taajuuskaistoittain mitatut L'_{nT} arvot ISO 717-2 -standardin vertailukäyrämenetelmällä yksiluvuksi. Vertailukäyrä perustuu tutkimuksiin ja vastaa ihmisen kuuloa painottavaa tavoitekäyrää. Vertailukäyrää siirretään mittaustaulukossa 1 dB kerrallaan niin, että käyrän ylittävien arvojen poikkeamien summa on korkeintaan 32 dB.

Mittauksissa täytyy lisäksi huomioida spektripainotusermi $C_{1,50-2500}$, jonka tarkoituksena on huomioida matalat taajuudet alueelta 50, 63 ja 80 Hz. Spektripainotusermi lisätään mukaan vain, jos sen arvo on positiivinen. Käyrän ollessa oikeassa paikassa $L'_{nT,w}$ voidaan lukea 500 Hz:n kohdalta (Kuvaaja 2). Mitä pienempi $L'_{nT,w} + C_{1,50-2500}$ on, sitä parempi on rakenteen askelääneneristys.



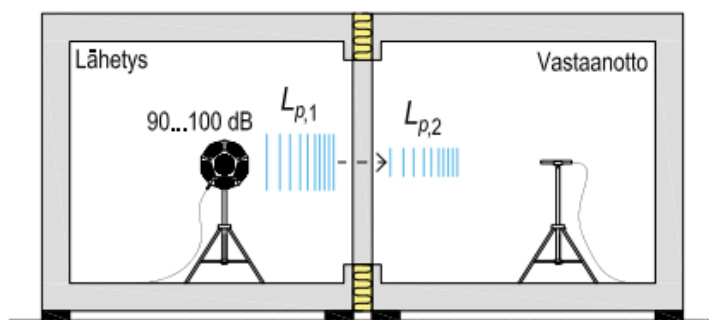
Kuvaaja 2. Askeläänieristävyyden mittaustulos (Puuinfo 2021, 19)

2.7.3 Laboratoriomittaukset

Laboratoriossa ilmaääneneristävyyttä voidaan mitata rakennusosan R_w arvoina (kuva 5) ja askelääntä lattiarakenteen $L_{n,w}$ arvoina (kuva 6) Tarkoituksena on hallita kaikki olosuhteet, jotta tuotetta tai järjestelmää voidaan vertailla toisiin ja tarjota suunnitteluarvoja mallirakenteista. Laboratoriomittauksilla

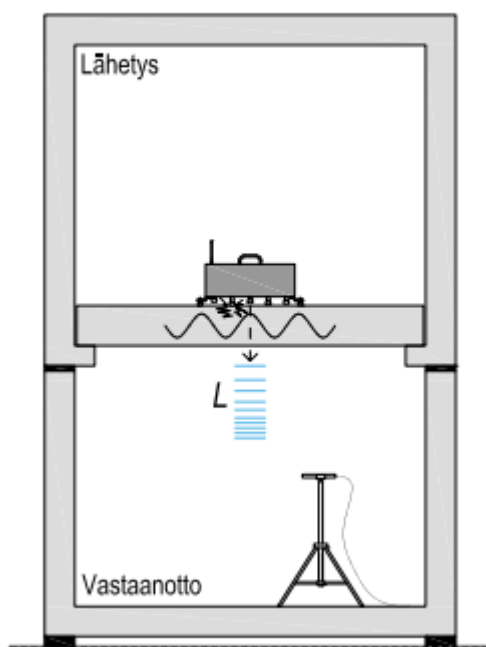
voidaan siis selvittää erilaisten rakenneratkaisuiden vaikutusta ääneneristävyyteen, ilman että sitä täytyy tehdä todellisessa kohteessa.

Laboratoriomittaus (R_w)



Kuva 5. Ilmaäänien laboratoriomittaus (Puuinfo 2021, 16)

Laboratoriomittaus ($L_{n,w}$)



Kuva 6. Askeläänien laboratoriomittaus (Puuinfo 2021, 18)

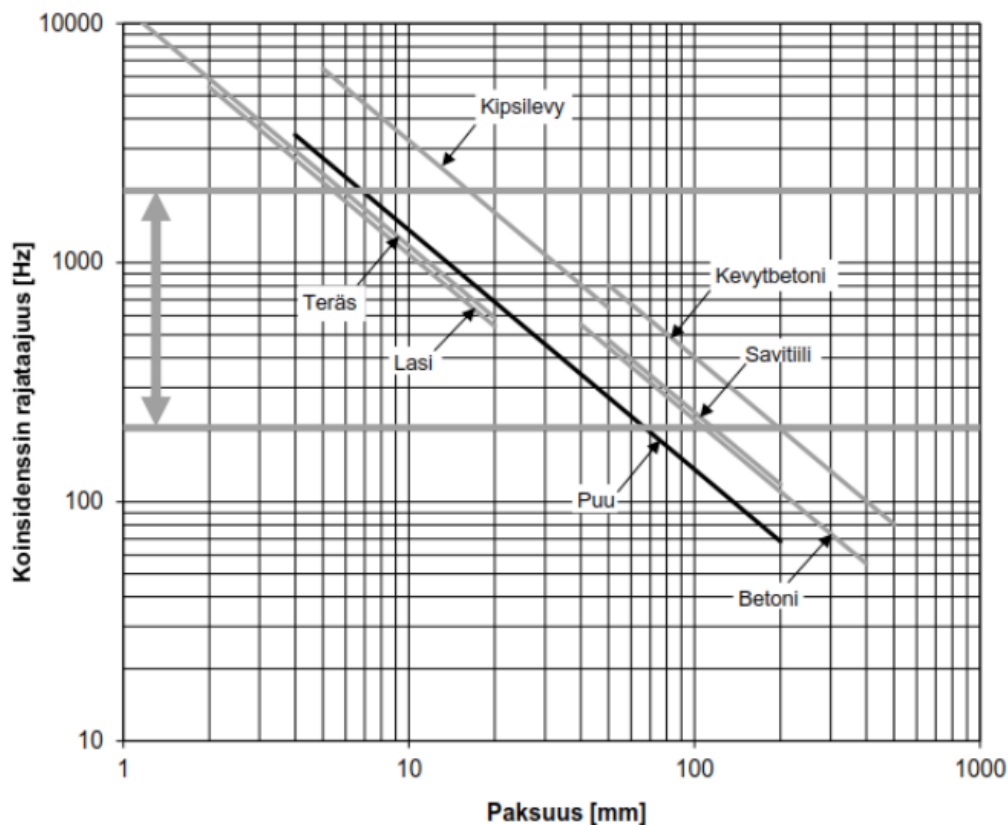
3 Rakenneosien akustinen toiminta

3.1 Massalaki

Yksinkertainen seinärakenne akustiikassa tarkoittaa seinää, jossa rakenne on yhtenäinen. Se voi olla yksi paksu rakenteellinen kerros tai useista levyistä tiiviisti päällekkäin rakennettu kerros, joiden välissä ei ole ilmarakoa. Tällaisen rakenteen ilmaäänieristävyys perustuu lähes pelkästään massaun, jota voidaan parantaa kasvattamalla rakenteen painoa. Tällaisia rakenteita ovat esimerkiksi CLT-elementtisenä, muurattu tiilisenä tai rakennuslevyistä pinottu seinä. (Kylliäinen, Tervo, Yli-Pietilä 2023, 61.) Ilmaeristävyys perustuu yksinkertaisessa seinärakenteessa seinän rakenteelliseen massaun minkä vuoksi puhutaan massalainista.

Massalain avulla voidaan tehdä karkea arvio rakenteen ilmaääneneristävyydestä. Todellisuudessa jokaisella rakenteella on rajataajuuksia, joissa sen käyttäytyminen muuttuu ja poikkeaa massalain ennusteesta. Rajataajuudet riippuvat levyn massasta sekä niiden jäykkyydestä, jolloin tietyllä rajataajuudella äänen nopeus ilmassa ja taivutusaalto rakenteessa ovat yhtä suuret. Tämmöisestä rajataajuudesta käytetään termiä koinsidenssi rajataajuus. (Kylliäinen, Latvanne, Kuusinen & Kekki 2017, 18.)

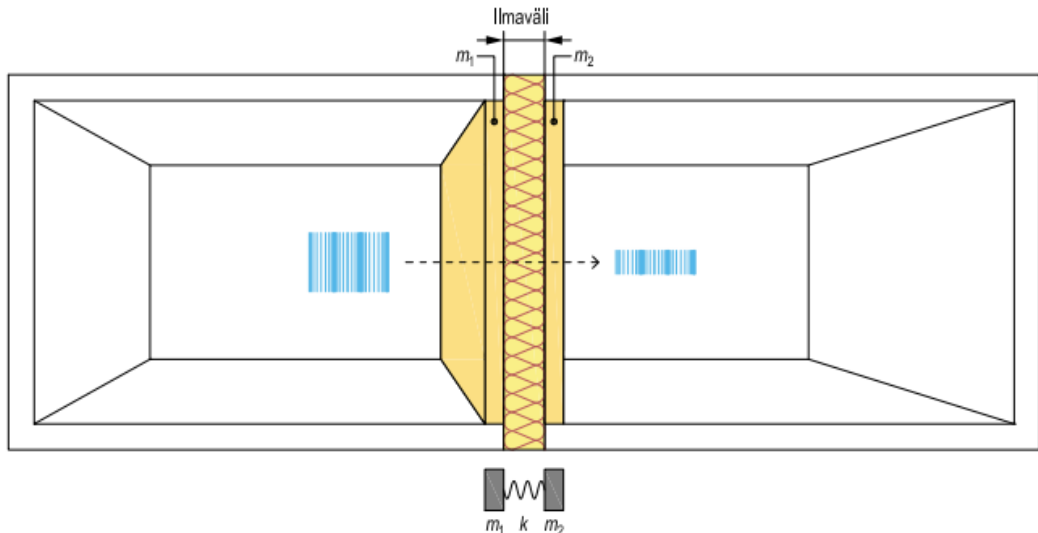
Koinsidenssi taajuus pitää olla alle 200Hz tai vastaavasti yli 2000Hz, ettei siitä tulisi äänieristävyyden tai kuulohavainnon kannalta haittaa. Kuvasta 7 nähdään esimerkkinä, minkälaisia rajataajuuksia erilaisilla levytuotteilla on suhteutettuna tuotteen paksuuteen.



Kuva 7. Levytuotteiden rajataajuudet (Kylliäinen ym. 2017, 19)

3.2 Massa-ilma-massa-systeemi

Suurella massalla on hankalaa saada toteutettua riittävää äänieristystä, kun halutaan kevyitä ratkaisuja. Tämän vuoksi rakenteesta tulee lähes aina tehdä kaksinkertainen rakenne. Kuvassa 8 esitetään massa-ilma-massa rakenne, joka parantaa eristävyttä, koska se katkaisee runkoäänireitit ja hyödyntää massojen väliin jäävää ilmatilaa. Ilmatila täytetään eristeellä ja se toimii rungon välissä, vaimentaen ääntä. Tällöin rakenne toimii massojen ja jousen järjestelmänä.



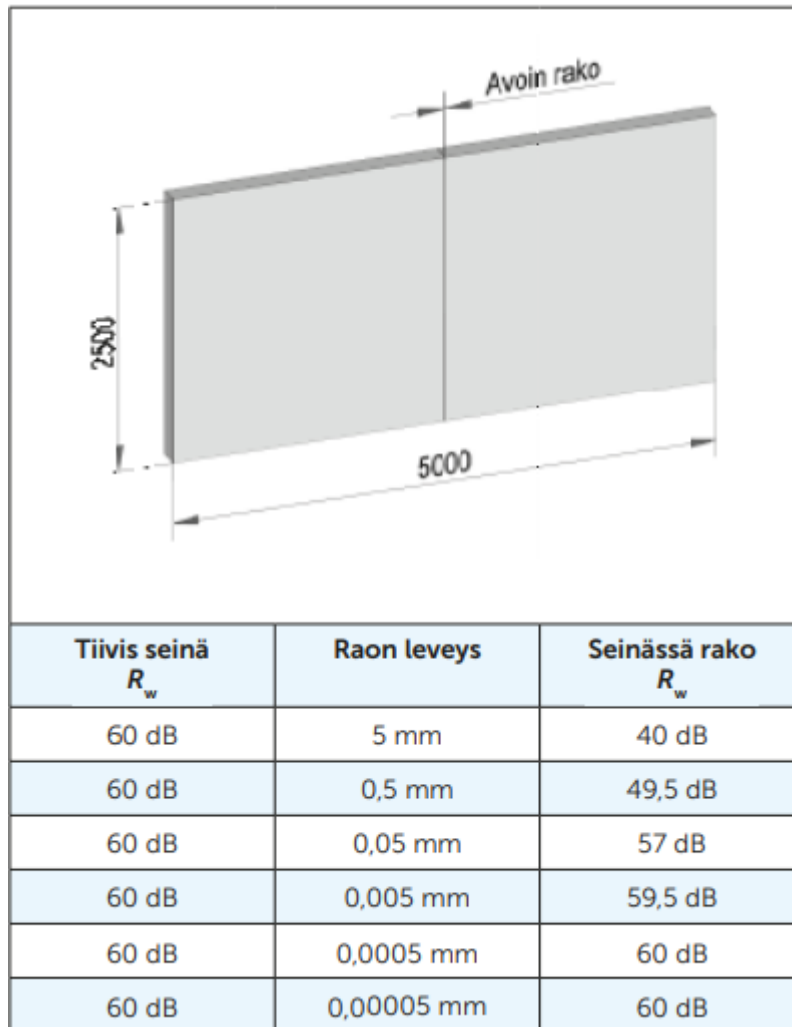
Kuva 8. Massa-ilma-massa-systeemi (Puuinfo 2021, 23)

Rakenteen jousella tarkoitetaan ilmarakoa, jonka jäykkyys määräytyy raon paksuuden mukaan. Kun rako on riittävän paksu suhteessa rakenteeseen kohdistuvan äänen aallonpituuteen, se käyttäytyy joustavana elementtinä ja vähentää värähtelyn siirtymistä massojen m_1 ja m_2 välillä.

Kaksinkertaisessa seinärakenteessa syntyy resonanssia, kun rakenteeseen osuva ääni on samalla taajuualueella kuin rakenteen oma värähtelytaajuus. Tällöin rakenne alkaa värähtelemään ja säteilee enemmän ääntä, mikä heikentää ääneneristävyyttä. Ilmiö johtuu siitä, että värähtelevä rakenne saa jatkuvasti lisäenergiaa saapuvilta ääniaalloilta juuri ”oikeassa tahdissa”, jolloin värähtelyn määrä kasvaa eikä vaimene. Värähtelyn takia rakenteet tulisi suunnitella siten, että rakenteen resonanssitaajuualue olisi ihmisen kuulon 100Hz – 3150Hz alapuolella. (Puuinfo 2020, 20.)

3.3 Ilmatiiveys

Äänieristävyydessä rakenteen tiiveys on merkitsevän tärkeässä asemassa. Pienetkin raot, läpiviennit ja huolimattomat saumat muodostavat reittejä, jotka päästävät äänen kiertämään levyrakenteen vaimennukset. Tämän vuoksi on ratkaisevan tärkeää runkojen elastiset erottamiset, levyjen limitykset ja läpivientien minimoimiset. Kuvan 9 taulukossa on nähtävissä ilmaraon merkitys tiiviin seinän ilmaääneneristävyyteen.

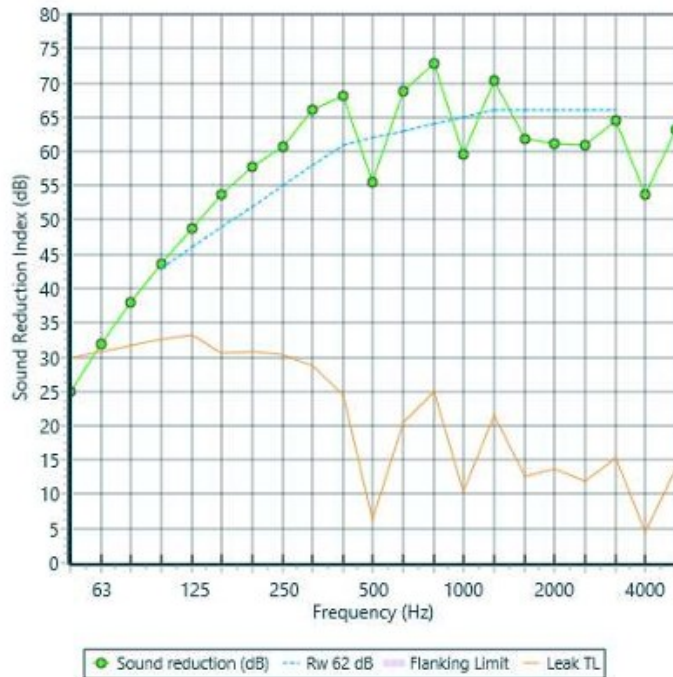


Kuva 9. Ilmaraon vaikutus ääneneristävyyteen (Puuinfo 2021, 14)

3.3.1 Ilmarakojen tarkastelu ohjelmiston avulla

Seinärakenteen ääneneristävyyden arvioimiseen on kehitelty erilaisia ohjelmistoja, joiden avulla voidaan arvioida seinärakenteen ääneneristävyyttä erilaisissa tilanteissa ja yksi tällöinen ohjelmisto on nimeltään Insul. Kyseisen ohjelmiston laskemat ovat kuvan 9 kanssa yhtenäisiä.

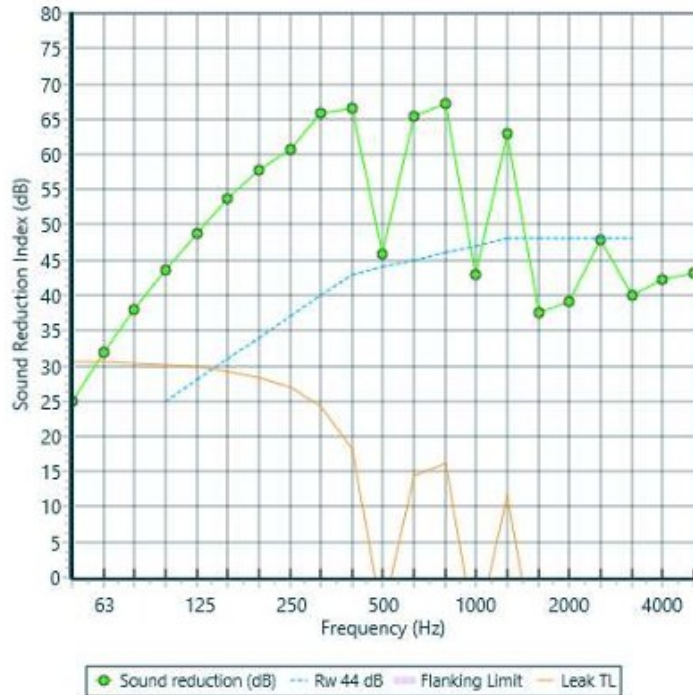
Ohjelmistoon asetetun tiiviin seinärakenteen R_w :n ollessa 70dB, jo pienikin 0,05 mm levyinen halkeama seinärakenteessa laskee ääneneristävyyden R_w :n 62 dB tasolle kuvaajan 3 mukaisesti.



Kuvaaja 3. Seinärakenteen 0,05 mm ilmarako. (Insul 2026, Miska Piirainen)

Havainnollistaakseen ilmatiiveyden merkitystä huomattavasti nähdään kuvaajasta 4, kuinka 5 mm kokoinen reikä laskee rakenteen ääneneristävyyden R_w :n 44 dB:n tasolle. Tästä nähdään, että ilmarakojen vuoksi tulisi väliseinää rakentaessa olla erityisen huolellinen kaikkien nurkkien ja reikien tiivistämisen kanssa.

Asiaa helpottaa erimerkiksi levyseinien kohdalla seinän tasoitetyöt. Kun nurkkiin ja saumoihin asennetaan tasoitusnauhat ja ne ylitasoitetaan, saadaan seinärakenteen pienet ilmarat tiiviiksi. Tasoitustyön ja maalauksen yhteydessä nurkkiin tulisi asentaa elastista silikonin, joka auttavat pitämään nurkat tiiviinä vaikka, seinärakenne eläisi hieman. Uusissa taloissa on myös nähtävillä useasti sisä- ja katonnurkkien silikonin repeämisiä, joten niiden huoltaminen on kuvaajan 3 mukaisesti erittäin merkityksellistä.



Kuvaaja 4. Seinärakenteen 5 mm aukko. (Insul 2026, Miska Piirainen)

4 Seinärakenteet

4.1 Yksinkertainen seinärakenne

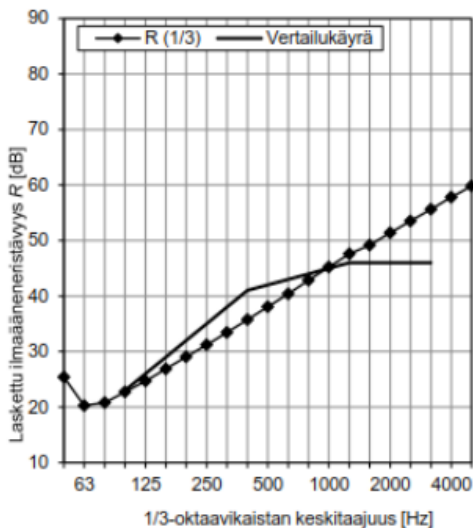
Huoneistojen välinen väliseinä saadaan äänieristettyä pelkän massalain avulla. Pientalon huoneistojen väliseinän äänieristysvaatimuksen ollessa 55dB tämä saadaan toteutettua esimerkiksi 180 mm paksulla betoniseinällä. Vastaavasti väliseinän ollessa massiivipuurakenteinen CLT-rakenteinen massiivipuisena tulisi olla lähes 600 mm paksu, jotta äänieristysvaatimukset täyttyisivät, koska massalain mukaan massan kaksinkertaistaminen parantaa ääneneristävyttä 6 dB. (Puuinfo 2021, 20.) CLT-seinän massa on betonirakenteeseen nähden huomattavasti kevyempi, jolloin 180 mm paksu CLT-rakenne ei vastaisi ympäristöministeriön äänieristysvaatimusta (Kuva 10).



Kuva 10. Yksinkertaisen seinärakenteen ääneneristävyys (Puuinfo 2021, 21)

Kuvaajassa 5 ja 6 on nähtävillä kahden erilaisen CLT- rakenteen massalailta toteutetun seinän laskettuja äänieristävyyksiä, (VS4 $R_w=42 \text{ dB}$: CLT-180 mm) sekä toisena vaihtoehtona CLT-rakenteen molempien puolien lisäeristämiseksi asennettu 2 x 13 mm kipsilevy (VS7 $R_w=47 \text{ dB}$: 2 x 13 mm kipsilevy + CLT-180 mm + 2 x 13 mm kipsilevy).

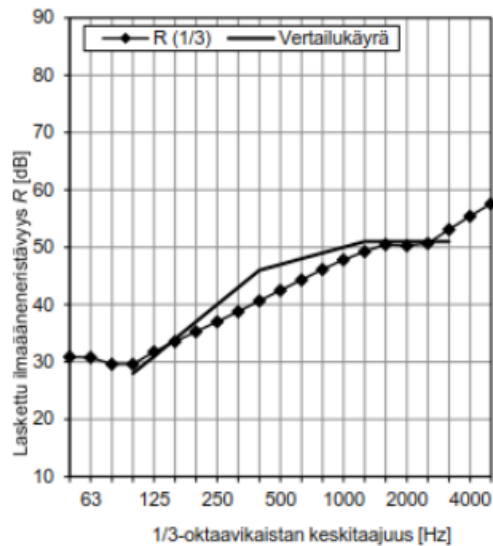
VS4



Kuvaaja 5. CLT-elementtiseinän ääneneristävyys (Kylliäinen ym. 2017, 21)

Asentamalla CLT-rakenteen molemmille puolille tuplakipsilevytys saadaan rakenteen ääneneristävyyttä parannettua alkuperäisestä. Levyjen tarkoituksena on lisätä enemmän massaa rakenteeseen, joka parantaa ääneneristävyyttä 5 dB:n verran (Kuvaaja 6).

VS7



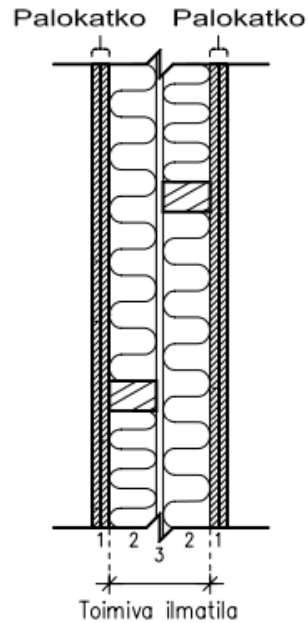
Kuvaaja 6. Kipsilevy-CLT-kipsilevyseinän ääneneristävyys (Kylliäinen ym. 2017, 21)

Koska työn tavoitteena on tutkia mahdollisimman kapeaa ja kevytrakenteista, työmaalla toteutettavaa väliseinää niin tästä lähtökohdasta pelkkään massalakiin perustuva yksinkertainen seinärakenne ei ole tarkoituksenmukainen, sillä ne edellyttävät suurta pintamassaa riittävän ääneneristävyuden saavuttamiseksi.

4.2 Kaksinkertainen seinärakenne

Kaksinkertainen seinärakenne perustuu kahden massan yhdistelmään, joiden väliin jätetään ilmarako. Vaihtelemalla massanmäärää ja ilmavälin leveyttä, voidaan vaikuttaa rakenteen ilmaääneneristävyteen.

Yksinkertaisimmillaan kaksinkertainen seinä saadaan vastaamaan ympäristöministeriön vaatimusta A2 erottamalla massat toisistaan kuvan 11 seinärakenteella. Rakenteessa palokatko toteutuu seinän kaksinkertaisella kipsilevytyksellä.



1. Rakennuslevy¹⁾, paino $\geq 9 \text{ kg/m}^2$, esimerkiksi kipsikartonkilevy ($t \geq 13 \text{ mm}$).
Rakennuslevy¹⁾, paino $\geq 9 \text{ kg/m}^2$, esimerkiksi kipsikartonkilevy ($t \geq 13 \text{ mm}$).
Rakennuslevyn tyyppiin ja levykerrosten määrään vaikuttaa myös palotekniikka.
2. Runkotolpat 45x70, asennetaan runkopuoliskoilla eri kohtiin, k-jako enintään 600 mm.
Mineraalivillalevy ($t \geq 70 \text{ mm}$).
3. Rako runkojen välissä ($t \geq 5 \text{ mm}$).

Ilmaääneneristysluku $R'_w \geq 55 \text{ dB}$

Kuva 11. Kaksinkertainen seinärakenne (Puuinfo 2020, 62)

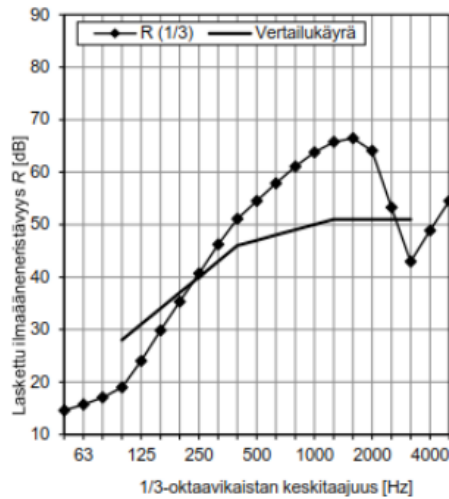
5 Rakenneosan leveyden vaikutus ilmaääneneristävyyteen

5.1 Massan vaikutus

Luvussa 4.1 kerrottua massan kaksinkertaistamista voidaan hyödyntää myös kaksinkertaisessa seinärakenteessa. Tyypillisin tapa lisätä massaa kevytrakenteiseen puiseen seinärakenteeseen puolikkaisiin on lisätä useampi levykerros. Asiantuntijaselvityksen (Kylliäinen ym. 2017, 24) mukaan kipsilevyjen määrän kaksinkertaistamisella saadaan 12dB parannus ilmaäänieristävyyteen.

Rakenteena tutkimuksessa käytettiin (VS12, N13 kipsilevy + puuranka 66 mm k600 ja mineraalivilla + 20 mm ilmaväli + puuranka 66 mm k600 ja mineraalivilla + N13 kipsilevy) kuvaaja 7. Rakennetta verrattiin VS8 (kuvaaja 8), jossa kipsilevyjä on kaksinkertainen määrä.

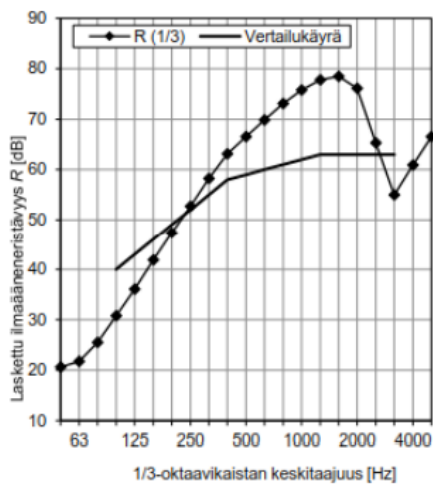
VS12



Kuvaaja 7. Kaksinkertainen seinärakenne yhdellä kipsilevyllä (Kylliäinen ym. 2017, 24)

Tutkimuksen perusteella on selvästi nähtävillä huomattava parannus äänieristävyyteen kipsilevyjen kaksinkertaistamisella (kuvaaja 8). Tätä lähestymistapaa voidaan käyttää myös esimerkiksi olemassa olevan seinän ilmaääneneristävyyden parantamiseen, mikäli rakenteessa on ollut käytössä vain yksinkertainen kipsilevytys.

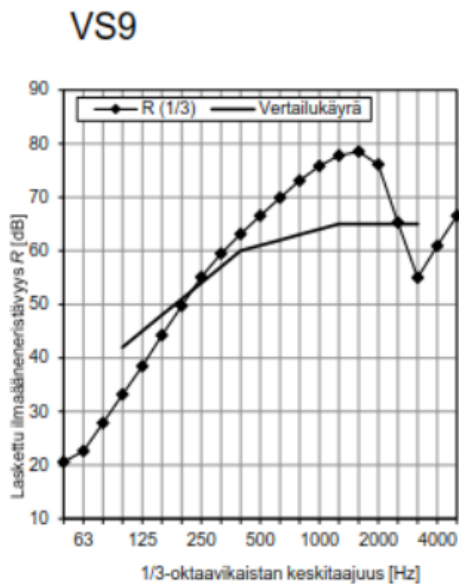
VS8



Kuvaaja 8. Kaksinkertainen seinärakenne kahdella kipsilevyllä (Kylliäinen ym. 2017, 24)

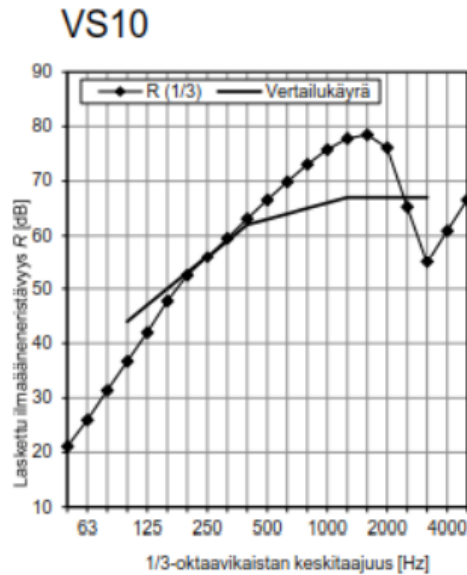
5.2 Ilmavälin vaikutus

Ilmavälivertailussa rakenne (2 x 13 mm kipsilevy + puuranka 93 mm k600 ja mineraalivilla + ilmaväli + puuranka 92 mm k600 ja mineraalivilla + 2 x 13 mm kipsilevy) pidettiin muuten samanlaisena, mutta ilmaväliä kasvatettiin 16 mm aina 216 mm asti. Ilmavälin ollessa 16 mm rakenteen ääneneristävyyden $R_w=61\text{dB}$ (kuvaaja 9).



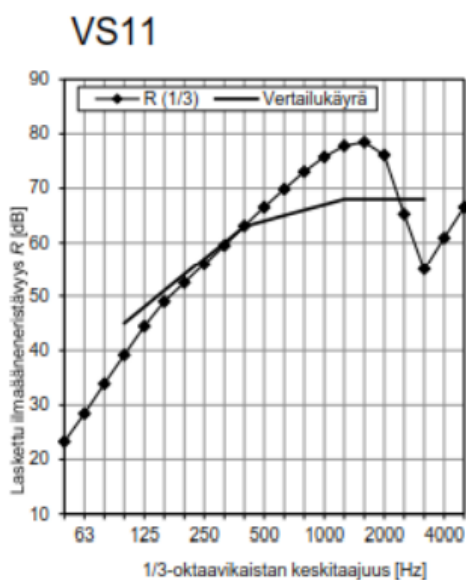
Kuvaaja 9. Kaksinkertainen seinärakenne, jossa ilmaväli 16 mm (Kylliäinen ym. 2017, 23)

Kasvattamalla ilmaväli 116 mm paksuksi ääneneristävyydeksi saatiin $R_w=63\text{dB}$ (kuvaaja 10). Vapaan ilmavälin paksuuden kasvattamisella on siis vaikutusta kaksinkertaisen rakenteen ilmaääneneristävyyteen.



Kuvaaja 10. Kaksinkertainen seinärakenne, jossa ilmavälin 116 mm (Kylliäinen ym. 2017, 23)

Ilmaväliä kasvatettiin vielä toiset 100 mm (kuvaaja 11) ja sillä saavutettiin vain 1dB parannus verrattuna kuvaajan 8 rakenteeseen. Ilmavälin kasvattamisella saavutettu hyöty on rakenteen paksuuteen nähden huomattavan pieni. Tämän asiantuntijaselvityksen perusteella pitämällä ilmaväli noin 20 mm paksuisena saavutetaan ilmavälin leveyden osalta taloudellisin vaihtoehto.

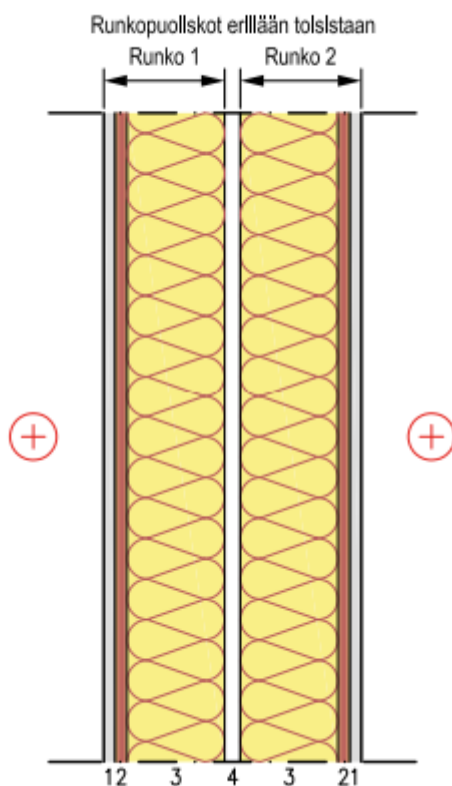


Kuvaaja 11. Kaksinkertainen seinärakenne, jossa ilmavälin 216 mm (Kylliäinen ym. 2017, 23)

6 Rakennetyypit ja liittymät

6.1 Kaksoiseinärakenne

Kaksoiseinärakenne (taulukko 5) perustuu kahteen erilliseen massaan ja niiden väliseen ilmajouseen. Seinärakenteen ääneneristävyyttä voidaan parantaa lisäämällä massaa, esimerkiksi paksummalla- tai erityiskovalla kipsilevyllä. Monikerroksisen kaksoiseinärakenteen etuna on sen yksinkertainen rakenne ja helppo toteutettavuus. Rakenteen hyöty toteutuu vain, jos liitokset ovat ilmatiiviit ja rungot pysyvät irrotettuina toisistaan koko seinän ympäri. Rakenteen paksuus kuvan 12 tapauksessa on 330 mm.



Kuva 12, Erillisrunko esimerkkirakenne (Puuinfo 2021, 101)

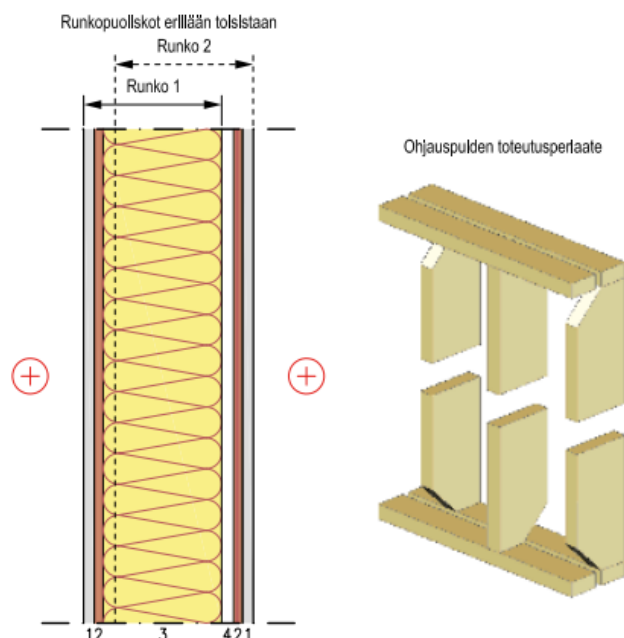
Laskennallinen ilmaäänieristysluku $R_w=64\text{dB}$
Äänitasoeroluku $D_{nT,w}=55\text{dB}$

| Nro. | Rakennekerros | Paksuus |
|------|-----------------------------|---------|
| 1 | Kipsilevy | 15mm |
| 2 | Kuusivanerilevy | 15mm |
| 3 | Rankarunko + Mineraalivilla | 125mm |
| 4 | Runkojen välinen ilmarako | 20mm |

Taulukko 5. Kuvan 12 rakennekerrokset (Puuinfo 2021, 101)

6.2 Sik-sak rakenne

Sik-sak- seinärakenne (taulukko 6) on monikerrosrakenne, jossa runkotolpat asennetaan yhteiseen tai omiin ylä- ja alajuoksuihin (kuva 13) , niin etteivät vastakkaisten puolien levytykset kytkeydy rungon kautta toisiinsa. Tarkoituksena on monikerrosrakenteen mukaisesti erottaa massat toisistaan, jolloin värähtelyn siirtymistä rakenteessa saadaan rajoitettua. Erona kaksoisseinärakenteeseen on runkotolppien limitys, joka mahdollistaa kapeamman seinärakenteen. Kuvan 12 rakenteen paksuus on 286 mm, joka on 44 mm kapeampi kuin kaksoisseinärakenne. Haittapuolena sik-sak seinässä on sen monimutkaisempi ja työlämpi rakenne.



Kuva 13. Sik-sak seinärakenne esimerkki (Puuinfo 2021, 102)

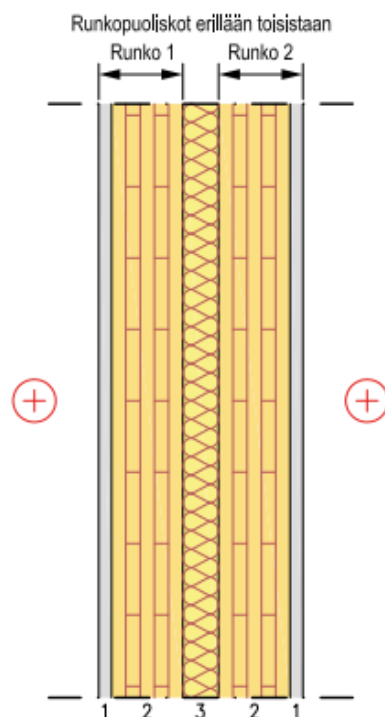
Laskennallinen ilmaäänieristysluku $R_w=65\text{dB}$
Äänitasoeroluku $D_{nT,w}=55\text{dB}$

| Nro. | Rakennekerros | Paksuus |
|------|-----------------------------|---------|
| 1 | Kipsilevy | 18mm |
| 2 | Kuusivanerilevy | 15mm |
| 3 | Rankarunko + Mineraalivilla | 200mm |
| 4 | Runkojen välinen ilmarako | 20mm |

Taulukko 6. Kuvan 13 rakennekerrokset (Puuinfo 2021, 102)

6.3 CLT-elementtiseinä

Elementtirakenteella toteutettu väliseinä (taulukko 7) käyttää apunaan yksiseinä-rakennetta ja kaksoiseinä-rakennetta. Kuvan 14 CLT-elementtiseinässä massa-jousi-massa rakennetta on sovellettu siten, että massa on lisätty reilusti aikaisempiin seinärakenteisiin verrattuna. Elementtiväliseinän etuna on sen yksinkertainen rakenne, mutta haittapuolena on rakenteen paino, jonka vuoksi elementit joudutaan kuljettamaan, sekä kasaamaan raskaalla kalustolla. Stora Enson (Puu - maailman vahvin ja myös modernein materiaali, 2025) mukaan CLT-elementtiseinä painaa noin 470 kg/m^3 .



Kuva 14. CLT- seinärakenne esimerkki (Puuinfo 2021, 103)

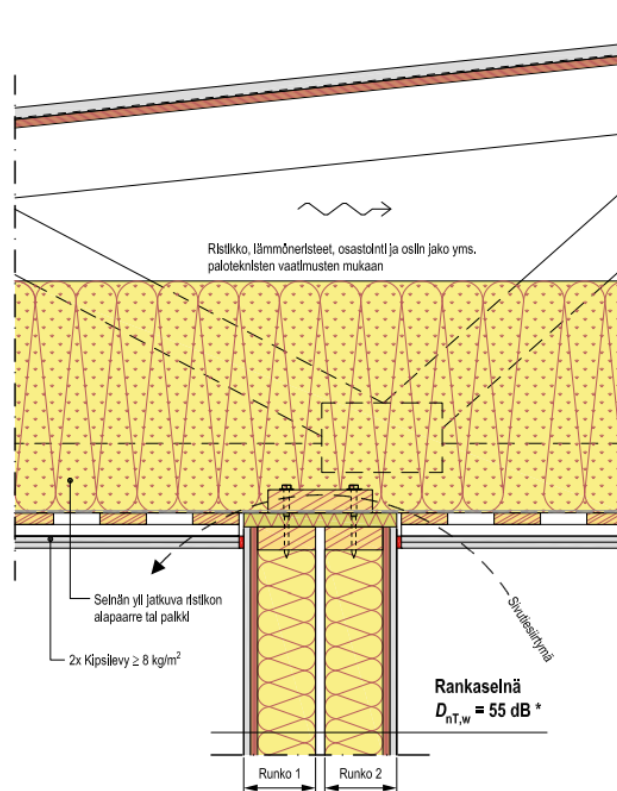
Laskennallinen ilmaäänieristysluku $R_w=63\text{dB}$
 Äänitasoeroluku $D_{nT,w}=55\text{dB}$

| Nro. | Rakennekerros | Paksuus |
|------|---|---------|
| 1 | Kipsilevy | 18mm |
| 2 | CLT-elementti | 100mm |
| 3 | Rako elementtien välissä + Mineraalivilla | 50mm |

Taulukko 7. Kuvan 14 rakennekerrokset (Puuinfo 2021, 103)

6.4 Yläpohjaliitos

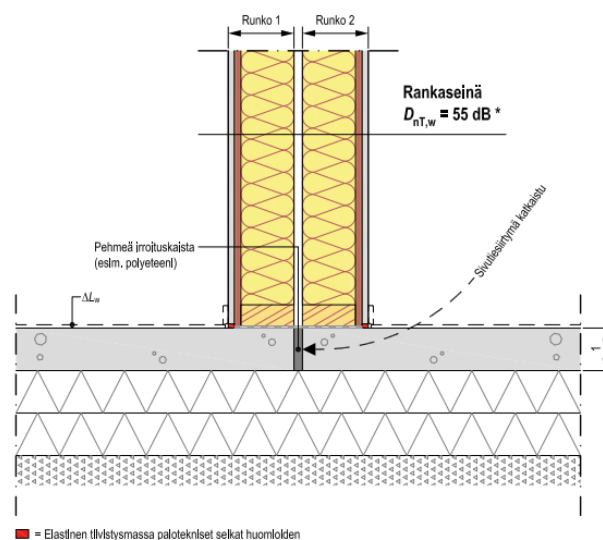
Seinärakenteen liittyessä yläpohjaan tulee huomioida tarkasti sivusiirtymien esittäminen. Sivusiirtymiä saadaan minimoitua kuvan 15 mukaisesti asentamalla kaksoiseinärakenteen yläjuoksun päälle esimerkiksi solumuovikaista ja pitämällä seinät erillään toisistaan.



Kuva 15. Seinän liitos yläpohjaan (Puuinfo 2021, 153)

6.5 Alapohjaliitos

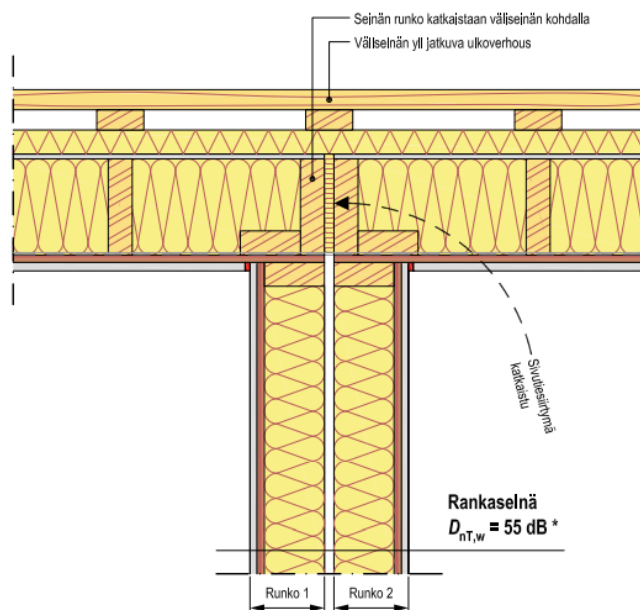
Alapohjaliitoksessa täytyy myös huomioida sivusiirtymien estäminen. Tämä voidaan toteuttaa kuvan 16 mukaisesti katkaisemalla lattialaatta seinärakenteen keskellä, jolloin mekaanista yhteyttä rakenteiden välillä ei ole. Lattialaatan ollessa yhtenäinen tulisi väliseinän alajuoksujen alle asettaa esimerkiksi solumuovikaistat, jolloin seinään kohdistuvat kolahdukset eivät kulkeutuisi lattian kautta viereiseen huoneistoon. Äänieristystä voidaan parantaa valitsemalla lattian pintamateriaaliksi esimerkiksi kelluva parketti, jonka alle asennetaan askelääneristys.



Kuva 16. Seinän liitos alapohjaan (Puuinfo 2021, 135)

6.6 Liitos ulkoseinään

Ulkoseinäliitoksen toteutuksessa tulee huomioida ulkoseinän pystyrungon rakenne väliseinän kohdalla. Ulkoseinä tulisi katkaista väliseinän kohdalta kuvan 17 mukaisesti pois lukien ulkoverhous. Ulko- ja väliseinän yläjuoksun liitoksissa tulisi käyttää myös solumuovikaistaa, jotta sivusiirtymät saadaan estettyä.



Kuva 17. Seinän liitos ulkoseinään (Puuinfo 2021, 156)

7 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kuvata huoneistojen välisten kevyiden väliseinien ääneneristeratkaisuja pientaloissa ja osoittaa minkälaisilla rakenne- ja liitosratkaisulla saavutetaan vähintään A2-tason vaatimukset. Tavoitteisiin vastattiin perehtymällä aiheen lainsäädäntöön ja ohjeistukseen, peruskäsitteisiin ja lopulta vertailemalla yksi- ja kaksirunkoisia rakenneratkaisuja. Kirjoitelmassa tutkittiin myös oikeaoppiset tavat toteuttaa erilaiset liitokset seinärakenteen osalta.

Tärkeimpinä havaintoina oli ilmatiiveyden merkitys valmiin rakenteen äänieristyksen onnistumisessa. Pienetkin raot heikentävät huomattavasti rakenteet ilmaäänieristävyttä ja tästä syystä rakentaessa tulisi kiinnittää erityistä huomiota huoneistojen välisten ilmäteiden tiivistämisessä. Hyvänä huomiona oli myös kaksinkertaisen rakenteen ilmavälin kasvattamisesta saatava hyöty. Ilmavälin kasvattaminen tuottaa vain rajallista lisähyötyä, jolloin optimaalinen ratkaisu löytyy useimmiten kohtuullisesta ilmaraosta.

Työn laatiminen havainnollisesti erityisesti sen, että äänieristävyys syntyy massan, erottamisen, ontelon vaimennuksen ja tiiveyden yhteisvaikutuksesta ja, että

suunnittelussa tulisi johtaa rakenteet aina liitosdetaljeiksi. Huolelliset suunnitelmat antavat työmaalla selvän käsityksen, miten rakenteen tulisi toimia ja tämä antaisi mahdollisimman hyvät mahdollisuudet onnistuneen rakenteen syntymiselle. Pelkän seinän keskialueen ääneneristävyys ei merkitse juuri mitään, jos rakenne ei ole riittävän ilmatiivis.

Työn luotettavuutta lisää tunnettujen toimijoiden, kuten Puuinfon ja Gyprocin tutkimuksien sekä Rakennustarkastusyhdistys (RTY) ry:n kortiston käyttäminen pääsääntöisenä lähteenä. Työssä pyrittiin vertailemaan tietoa mahdollisimman useasti ristiin eri toimijoiden välillä, jotta välttyttäisiin mahdolliselta toimijan virheelliseltä tai puutteelliselta tiedolta. Toisaalta luotettavuutta rajoittaa samalla se, että kyseessä oli kirjallisuuskatsaus ilman omia laboratorio tai kenttämittauksia. Tietoja vertaillessa eri toimijoiden välillä oli havaittavissa, että eri toimijat saattoivat käyttää samoja tutkimuksia ja mittaustuloksia omien johtopäätöksien tueksi, jolloin tutkimustuloksien virheellisyyden mahdollisuus on suurempi.

Jatkossa olisi perusteltua tehdä omia tutkimuksia erilaisilla rakenteilla ja varmistaa myös omien tutkimuksien kautta rakenteiden ääneneristävyttä. Työtä voisi myös laajentaa tarkastelemalla kustannuksia ja tehdä toteutettavuusvertailuja, jolloin saisi enemmän tietoa löytyykö eri rakenteiden välillä esimerkiksi suuria kustannuseroja. Aihepiiriä tutkiessa vastaan tuli myös huomio huonosti saatavilla olevasta tutkimustiedosta sähkörasioiden vaikutuksesta väliseinän äänieristävyyteen. Tulevaisuudessa tutkimuksissa voisi siis keskittyä pelkästään sähkörasioiden asentamiseen huoneistojen väliseen väliseinään ja selvittää niiden vaikutusta ääneneristävyyteen sekä parasta mahdollista tapaa rasioiden sijoitteluun.

8 Lähteet

- ChatGPT 5.2. 2026. Tekoälyä käytettiin opinnäytetyön ideoimiseen, oikolukemiseen ja lähteiden etsimiseen. <https://chat.openai.com>. 18.12.2025
- Kuuloavain. 2009. Mitä ääni on?. <https://www.kuuloavain.fi/info/kuulo-ja-kuulovammat/mita-aani-on/>. 5.12.2025
- Kuuloliitto. 2025. Vapaa-ajan melu. <https://www.kuuloliitto.fi/vapaa-ajan-melu/>. 1.12.2025
- Kylliäinen, M. Latvanne, P. Kuusinen, A. Kekki, T. 2017. Puukerrostalojen ääneneristys. Karelia-ammattikorkeakoulu. Asiantuntijaselvitys. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/132864/C44_fi-nal.pdf?sequence=1 17.11.2025
- Kylliäinen, M. Tervo, S. Yli-Pietilä, A. 2023. Talonrakentamisen akustiikka. Tampereen yliopisto. Asiantuntijaselvitys. <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/144820/978-952-03-2743-9.pdf?sequence=2&isAllowed=y> 28.11.2025
- Marshall Day Acoustics. 2023. INSUL (Versio 9.0) [Tietokoneohjelma]. <https://www.insul.co.nz>.
- Olander, A. 2025. Perustietoa desibelistä (dB). Silvent. <https://knowledge.silvent.com/fi/kuusi-desibeleista-kertovaa-faktaa-jotka-jokaisen-henki-lostojohtajan-tulisi-tietaa> 7.11.2025
- Paroc. 2020. Palosuojausopas. <https://www.firesafe.fi/wp-content/uploads/sites/3/2023/12/Paroc-palosuojausopas-3-puu.pdf>. 9.11.2025
- Piirainen, M. 2025. Ilmarakokset. Sähköpostiviesti. 8.12.2025.
- Puuinfo. 2020. Äänieristys puutalossa. <https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/07/%C3%84%C3%A4neneristys-puutalossa-web.pdf>. 2.11.2025
- Puuinfo. 2021. Äänieristys puutalossa. https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2021/05/Aanikirja_kokonainen-1.pdf. 9.11.2025
- SFS 5907. 2022. Rakennusten akustinen suunnittelu ja laatuluokitus. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
- Stora Enso. 2016. Puu – maailman vanhin ja myös modernein rakennusmateriaali. https://www.storaenso.com/-/media/documents/download-center/documents/product-brochures/wood-products/clt-imagebrochure_final-2016-04-25_fi-web.pdf. 16.11.2025
- Terveysten ja hyvinvoinninlaitos. 2024. Melu. <https://thl.fi/aiheet/ymparistoterveys/melu>. 5.11.2025
- Toptenrava. 2022. Pientalon palokortti. <https://toptenrava.fi/wp-content/uploads/2023/08/Tulkintakortti-117-b-01-G-Pientalon-palokortti.-P3-paloluokan-pientalon-paloturvallisuuden-perusteita.pdf>. 11.12.2025
- Valtioneuvoston asetus työntekijöiden suojelemisesta melusta aiheutuville vaaroilta 85/2006.
- Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista 993/1992.
- Valtonen, E., Laakkonen, P., Viitala, J. & Kettunen, V. 2019. Matemaattisia kaavoja. Keuruu: Otava Kirjapaino Oy.
- Ympäristöministeriö. 2018. Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Ymparistoministerion-ohje-rakennuksen-aaeniymparistosta-2852D34E_DA43_4DCA_9CEE_47DBB9EF08-138568.pdf. 15.11.2025
- Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 796/2017