

Hannu Grip

PARITALON ÄÄNIONGELMAN RATKAISU

PARITALON ÄÄNIONGELMAN RATKAISU

Hannu Grip
Opinnäytetyö
Kevät 2020
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma, Rakennusmestari (AMK)

Tekijä: Hannu Grip

Opinnäytetyön nimi suomeksi: Paritalon ääniongelman ratkaisu

Opinnäytetyön nimi englanniksi: Solution to Soundproofing Issues in a Semi-detached House

Työn ohjaaja: Matti Toppi

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2020

Sivumäärä: 27 + 5 liitettä

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli äänen kulkeutumisen estäminen paritalo-huoneistojen välillä. Kohteena oleva paritalo on rakennettu alun perin yhden perheen käyttöön, minkä vuoksi äänen kuulumiseen huoneistojen välillä ei rakennusvaiheessa kiinnitetty huomiota. Ongelma huomattiin toisen huoneiston myynnin jälkeen, jolloin uudet omistajat vaativat asian korjaamista.

Opinnäytetyössä suoritettiin ilma- ja askeläänimittaukset huoneistoissa. Mittaustuloksia analysoitaessa äänieristyksessä havaittiin suuria ongelmia, sillä ilma- ja askeläänitulokset ylittivät reilusti annetut ohjearvot. Sen jälkeen etsittiin erilaisia vaihtoehtoja äänen synnyn ja kulkeutumisen estämiseksi. Työn aikana lattia-laatta katkaistiin leikkaamalla, minkä jälkeen tehtiin uudet mittaukset. Mittaustulosten analysoinnissa äänieristyksen havaittiin parantuneen, mutta määräysissä annettuja raja-arvoja ei edelleenkään saavutettu.

Opinnäytetyössä laadittiin lisäsuunnitelmat äänieristyksen parantamiseksi. Niiden toteuttaminen rajattiin kuitenkin työn ulkopuolelle, joten varmuutta ääniongelmiensa ratkaisemisesta ei saatu.

Asiasanat: ääni, ääneneristävyys, paritalo

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Bachelor of Construction Management

Author: Hannu Grip

Title of thesis: Solution to Soundproofing Issues in a Semi-detached House

Supervisor: Matti Toppi

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2020

Pages: 27 + 5 appendices

The objective of this thesis was to prevent the passage of sound between semi-detached house. The semi-detached house in question were originally built for the use of one family, which is why no attention was paid to the transmission of sound between the houses in the construction phase. The issue arose when the other house was sold, and the new owners demanded the matter to be fixed.

In the thesis, sound levels were measured in the houses and the results were analyzed. The analysis identified major issues with sound insulation, as the air borne noise and impact sound levels well exceeded the given guideline values. Various alternatives to prevent the generation and transmission of sound were sought. During the thesis, the splitting of the floor slab was performed by cutting, after which new measurements were made. Analysis of the new results revealed an improvement in sound insulation, but not sufficient to meet the limit values given in the regulations. The thesis also includes additional plans for improving sound insulation, but their implementation was excluded.

Keywords: sound, sound insulation, semi-detached house

ALKULAUSE

Työn aiheena on Rakennuspalvelu Hanrak Oy:n saama mielenkiintoinen toimeksianto paritalotyömaan ääniongelman ratkaisemiseksi. Aihe on mielenkiintoinen ja haastava, koska vastaavan ongelman ratkaisusta ei löydy tutkimukseen tai kokemukseen perustuvaa tietoa. Kiitokset lehtori Sanna Alitalolle äänimittauksista ja havainnollisesta perehdyttämisestä äänimittauksen perusteisiin. Kiitokset myös lehtori Matti Topille opinnäytetyön asiantuntevasta ohjauksesta ja perehdytyksestä projektin läpiviemiseen.

Muhos 28.4.2020

Hannu Grip

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	3
1 JOHDANTO.....	7
2 ÄÄNEN KULKEUTUMINEN JA ÄÄNIERISTÄMINEN.....	8
3 OHJEELLISET RAKENNEKUVAT OIKEIN RAKENNETUSTA PARITALOSTA.....	11
3.1 Alapohjarakenne.....	11
3.2 Yläpohjarakenne.....	12
3.3 Ulkoseinärakenne.....	13
3.4 Huoneistojen välinen seinärakenne.....	14
3.5 Kaksoisrunkoseinä / ulkoseinäliitos.....	15
4 PARITALOHUONEISTON ILMA- JA ASKELÄÄNIMITTAUS.....	17
4.1 Äänimittauksen suorittaminen.....	17
4.2 Mittauksessa käytettävät välineet.....	19
5 ILMA- JA ASKELÄÄNIMITTAUSTEN TULOKSET JA TULOSTEN ANALYSOINTI.....	20
5.1 Mittaustulokset.....	20
5.2 Mittaustulosten analysointi.....	20
6 KORJAUSSUUNNITELMA JA KORJAUKSET ÄÄNIERISTÄVYYDEN PARANTAMISEKSI.....	22
6.1 Korjaussuunnitelma.....	22
6.2 Korjaustyön suoritus.....	24
7 YHTEENVETO.....	26
LÄHTEET.....	27
Liite 1 Mittauspisteet ja laatan leikkauskohta	
Liite 2 Ilmaäänieristyksen mittauspöytäkirja, alkutilanne	
Liite 3 Askeläänieristyksen mittauspöytäkirja, alkutilanne	
Liite 4 Askeläänieristyksen mittauspöytäkirja, lopputilanne	
Liite 5 Ilmaäänieristyksen mittauspöytäkirja, lopputilanne	

1 JOHDANTO

Asuinrakennuksen äänieristykseen ja yleensäkin rakennuksen ääniolosuhteisiin on jo suunnittelu-
vaiheessa suhtauduttava vakavasti. Rakennuksen suunnitteluvaiheessa suunnittelijalla on kolme
lähtökohtaista tavoitetta: tarkoituksenmukaisuus, terveellisyys ja viihtyvyys. Kaikissa tavoitteissa
rakennuksen ääniolosuhteet ovat tärkein osa toimivaa, turvallista ja viihtyisää kokonaisuutta. (1, s.
9.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on ratkaista äänen kulkeutumisen ongelma paritalo-
huoneistojen välillä. Kohteena on yhden perheen käyttöön vuonna 2005 rakennettu paritalo. Rakennusvai-
heessa äänen kuulumiseen huoneistojen välillä ei kiinnitetty huomiota. Ongelma tuli esille toisen
huoneiston myynnin jälkeen, jolloin uudet omistajat vaativat asian korjaamista.

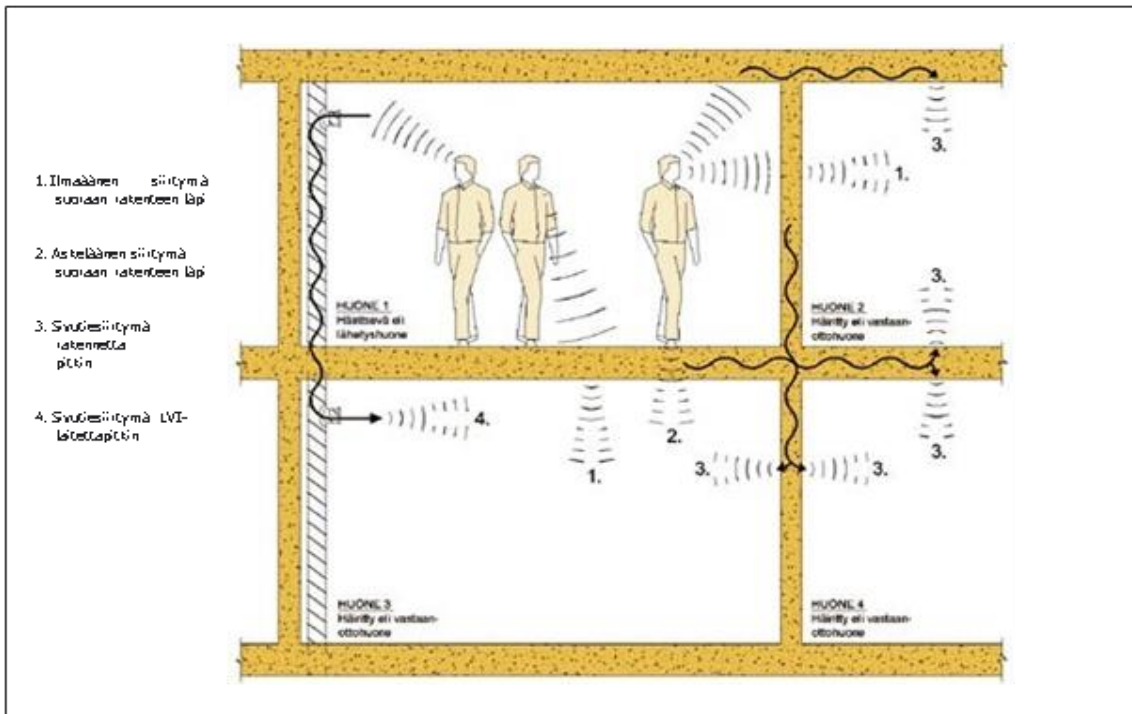
Opinnäytetyössä tehdään paritalon molempiin huoneistoihin ilma- ja askeläänimittaukset sekä ana-
lysoidaan mittaustulokset. Lisäksi työssä laaditaan suunnitelma huoneistojen välisen äänieristyk-
sen parantamiseksi. Opinnäytetyössä kerrotaan myös teoreettisesti äänestä, sen synnystä ja kul-
keutumisesta. Lisäksi esitellään rakenteellisia ratkaisuja äänen eristämiseksi.

2 ÄÄNEN KULKEUTUMINEN JA ÄÄNIERISTÄMINEN

Ääni on eri lähteistä peräisin olevaa aaltomaista värähtelyä, joka edetäkseen vaatii jonkin väliaineen, esimerkiksi ilman tai betonin. Väliaineen materiaalin perusteella annetaan äänelle erilaisia siirtymistapaan liittyviä nimityksiä, esimerkiksi ilman välityksellä siirtyvää värähtelyä nimitetään ilmaääneksi. Ilman värähtelyä ihminen aistii kuuloelintensä avulla kuuloaistimuksena. (2, s. 10.)

Ääni on osa meidän elämäämme, halusimme sitä tai emme. Ääni voi olla miellyttävää ihmisen hyväksymää ääntä tai epämiellyttävää voimakasta ääntä, jota emme haluaisi kuulla. Ääntä voi syntyä monella tavalla, mutta rakennuksen ääneneristykseen liittyvissä asioissa yleensä on kyse normaaliin asumiseen ja elämiseen liittyvistä äänistä. Kodeissa ihmiset itse tuottavat ääntä, samoin kodinkoneet ja erilaiset harrastukset voivat tuottaa ääntä. Rakennusteknisesti ongelmana on äänen kuuluminen häiritsevästi asuinhuoneesta tai huoneistosta toiseen. (2, s. 10.)

Äänelle annetaan nimityksiä sen perusteella, missä väliaineessa ääniaalto etenee. Äänen edetessä ilmassa äänestä käytetään nimitystä ilmaääni, kun taas äänen edetessä rakennuksen kiinteitä rakenteita pitkin käytetään äänestä nimitystä runkoääni. Askelääni on käytännössä runkoääntä, joka kulkeutuu lattiarakenteissa. Runkoääntä synnyttäviä iskuja ovat esimerkiksi kävely, esi- neiden putoaminen, lasten leikkiminen lattialla ja huonekalujen siirtely. Ilma- ja runkoäänen eroavaisuuksista huolimatta niillä on kuitenkin keskinäinen yhteys, koska ilmaääni voi synnyttää runkoääntä ja runkoääni synnyttää miltei aina ilmaääntä (kuva 1).



KUVA 1. Äänen kulkeutuminen rakenteissa (2, s. 11)

Edellä mainittua keskinäistä yhteyttä ja siitä aiheutuvaa äänen siirtymistä on hankala tai jopa mahdoton selvittää jo valmiiksi rakennetuissa kohteissa. Ainoastaan laboratorio-olosuhteissa asiaa voidaan selvittää. (2, s. 10.)

Äänenvoimakkuutta kuvataan käsitteellä äänenpainetaso, joka voidaan mitata äänenpainetasomittarilla. Äänenpainetaso ilmoitetaan lukuarvona, jonka yksikkö on desibeli (dB). Se on äänen tason ja tasoeron yksikkö ja sitä käytetään esimerkiksi äänen eristävyden suhteellisen suuruuden ilmaisemiseen. (2, s. 12.)

Taajuus puolestaan ilmaisee äänen värähdysten lukumäärän aikayksikössä. Yleensä aikayksikkö on sekunti. Taajuuden yksikkö on hertsi (Hz). Normaalin kuulon omaava ihminen kuulee noin 20–20 000 Hz:n taajuuksisia ääniä. (2, s. 35.) Tämän työn aikana tehdyissä mittauksissa äänen voimakkuutta mitattiin 50–5 000 Hz:n välisillä taajuusalueilla.

Rakenteiden ilmaäänieristävyysluku kuvaa rakenteiden kykyä estää äänen siirtymistä rakenteen läpi, ja sitä ilmaistaan merkinnällä $D'_{nT,w}$ (dB). Luku ilmaisee rakenteiden tai tilojen välistä ilmaäänieristävyttä verrattuna ilmaäänieristävydestä taajuuskaistoittain laadittuun standardisoituun

vertailukäyrään. Jos mittaukset suoritettaisiin laboratorio-olosuhteissa, käytettäisiin yksikköä $D_{nT,w}$ (dB). (2, s. 12.)

Rakenteiden askeläänieristävyysluku puolestaan kuvaa välipohjan kykyä tuottaa ilmaaäntä toiseen huoneistoon tietyllä vakioherätteellä, ja sitä ilmaistaan merkinnällä $L'_{nT,w}$ (dB). Luku ilmaisee rakenteiden tai tilojen välistä askeläänen eristävyyttä verrattuna askeläänen eristävyudesta taajuuskais-toittain laadittuun standardisoituun vertailukäyrään. Jos mittaukset suoritettaisiin laboratorio-olosuhteissa, käytettäisiin yksikköä $L_{nT,w}$ (dB). (2, s. 13.)

Rakentamista ohjataan yhteiskunnan taholta asettamalla lakeja ja määräyksiä varmistamaan käyttäjälle terveellinen ja viihtyisä asuinympäristö (1, s. 16). Lisäksi ääneneristyksellä on suuri merkitys asuinviihtyvyyteen ja hyvinvointiin. Ääniympäristöltään tarkoituksenmukainen asuinrakennus mahdollistaa tarpeellisen levon ja antaa työskentely- tai opiskelutilanteessa keskittymisrauhan. Lisäksi se antaa suojan luottamuksellisten keskustelujen käymiseen eikä vaaranna tietosuojaa. (3, s. 1.) Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä määrittää raja-arvot sille, millä voimakkuudella ääni saa kuulua huoneistosta toiseen, ulkoa huoneistoon ja porraskäytävästä huoneistoon. Tässä tapauksessa mittauksissa selvitettiin huoneistosta toiseen kuuluvia ääniä. Niiden raja-arvot ovat seuraavat:

- Ilmaäänieristävyuden mittauksessa pienin sallittu äänitasoeroluku $D'_{nT,w}$ on 55 dB.
- Askeläänieristävyuden mittauksessa suurin sallittu askelääni-tasoluku $L'_{nT,w}$ on 53 dB.

(4, s. 5.)

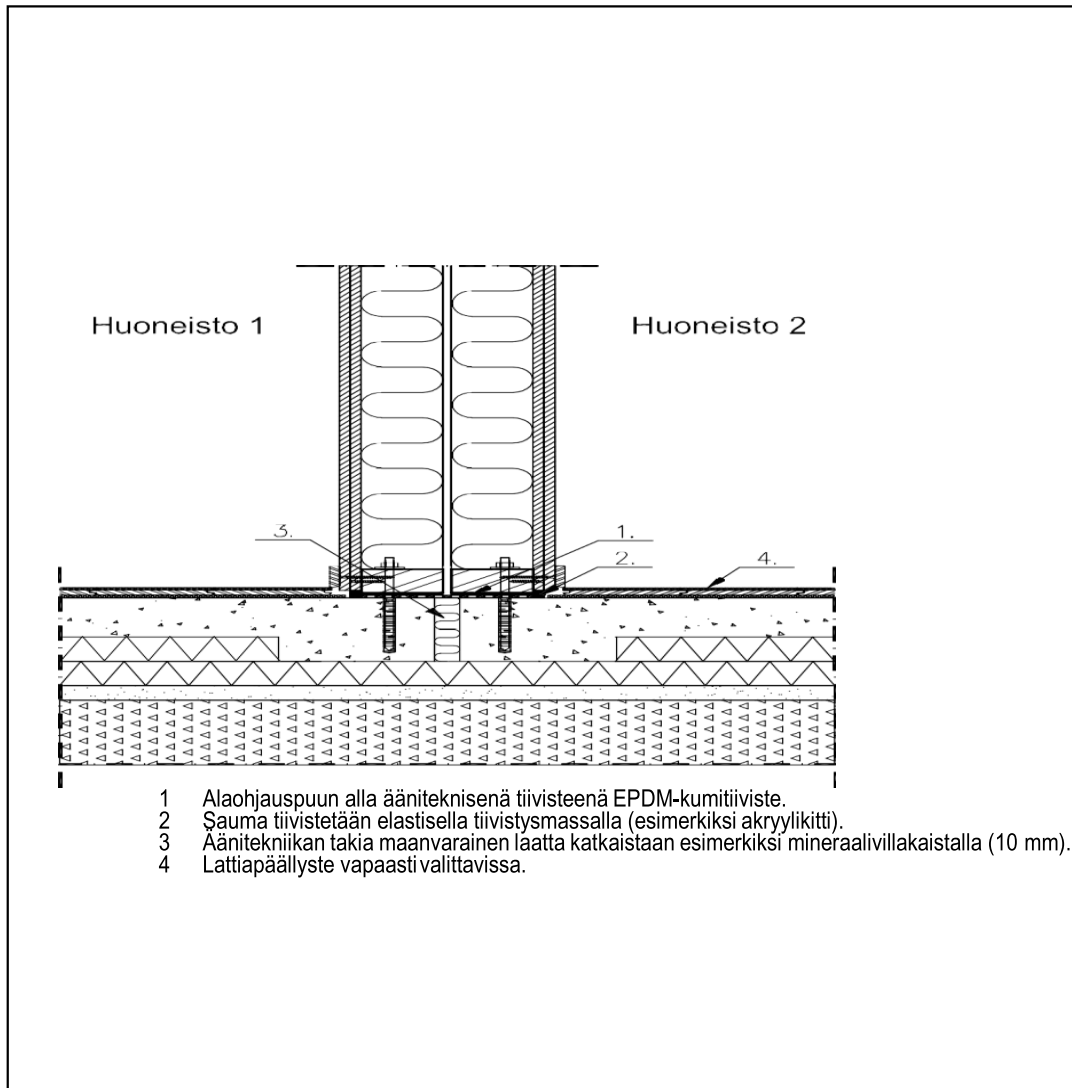
3 OHJEELLISET RAKENNEKUVAT OIKEIN RAKENNETUSTA PARITALOSTA

Puurakenteisen paritalon rakenteiden suunnittelussa on otettava arkkitehtuurisen suunnittelun lisäksi huomioon myös monia muita näkökohtia. Rakenteiden kestäminen erilaisissa rasitustilanteissa, energiatalouden huomioiminen ja asumisturvallisuuden varmistaminen palontorjunnan näkökulmasta määrittävät eri rakenneosien suunnittelijan työtä. Myös asumismukavuuteen tulee kiinnittää suunnitteluvaiheessa huomiota, sillä rakennuksen ääniolosuhteiden kannalta ratkaisevat valinnat tehdään suunnitteluvaiheessa (1, s. 25).

Suunnittelussa on huomioitava lisäksi erilaiset lakiin tai määräyksiin kirjatut ohjeet ja vaatimukset. Rakennuksen jokaiselle rakenneosalle on olemassa valmiita, yleisesti käytössä olevia ratkaisuja, joita myös suunnittelijat käyttävät laatiessaan uudelle rakennukselle toteutussuunnitelmat. Luvuissa 4.1–4.5 esitellään viidelle äänieristyksen kannalta tärkeälle rakenteelle laaditut mallikuvat, joita mallintamalla suunnittelua saadaan helpotettua ja nopeutettua.

3.1 Alapohjarakenne

Pari- ja rivitalossa alapohjarakenne ja siihen liittyvä huoneistojen välinen seinä muodostavat yhdessä tärkeän osan huoneistojen välistä äänieristystä. Kuvassa 2 esitetään tyypillinen rakennekuva pari- tai rivitalorakennuksesta, jossa huoneistojen välinen seinä ei ole kantava seinä. Huomioitavaa rakenteessa on äänen kulkeutumisen estämiseksi asennettu katkaisu lattialaatasta, joka kuvan esimerkissä on toteutettu mineraalivillakaistalla.

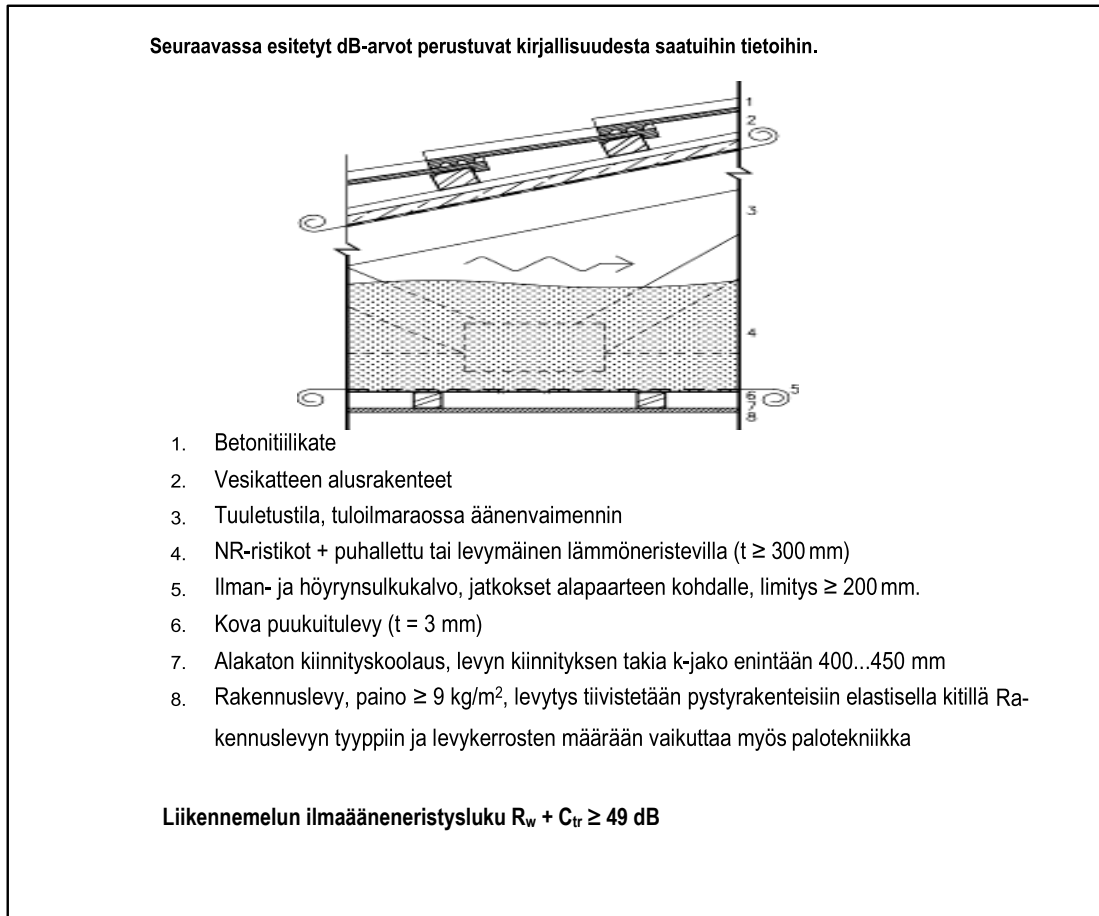


KUVA 2. Kaksoisrunkoseinä / maanvarainen laatta (2, s. 72)

3.2 Yläpohjarakenne

Rakennuksen yläpohjarakenne riippuu rakennuksen rakenteellisista ratkaisuista, kuten esimerkiksi vesikatemateriaalivalinnasta tai siitä, onko huoneistossa suora vai vino yläpohja. Kuvassa 3 esitetään yleisesti käytetty ristikkoyläpohja suoralla alapaarteella. Pari- ja rivitaloissa huoneistojen välinen seinä nousee yleensä vesikatteeseen saakka ja katkaisee samalla yläpohjarakenteen, joten yläpohjarakenteella ei ole suurta merkitystä äänen kulkeutumiselle huoneistosta toiseen. Ainoas-

taan ulkoa kantautuva melu on huomioitava suunnitteluvaiheessa. Suunnitelmissa voidaan laskennallisesti esittää valitun yläpohjarakenteen ilmaääneneristysluku esimerkiksi liikennemelun vaimentamisessa (2, s. 60)

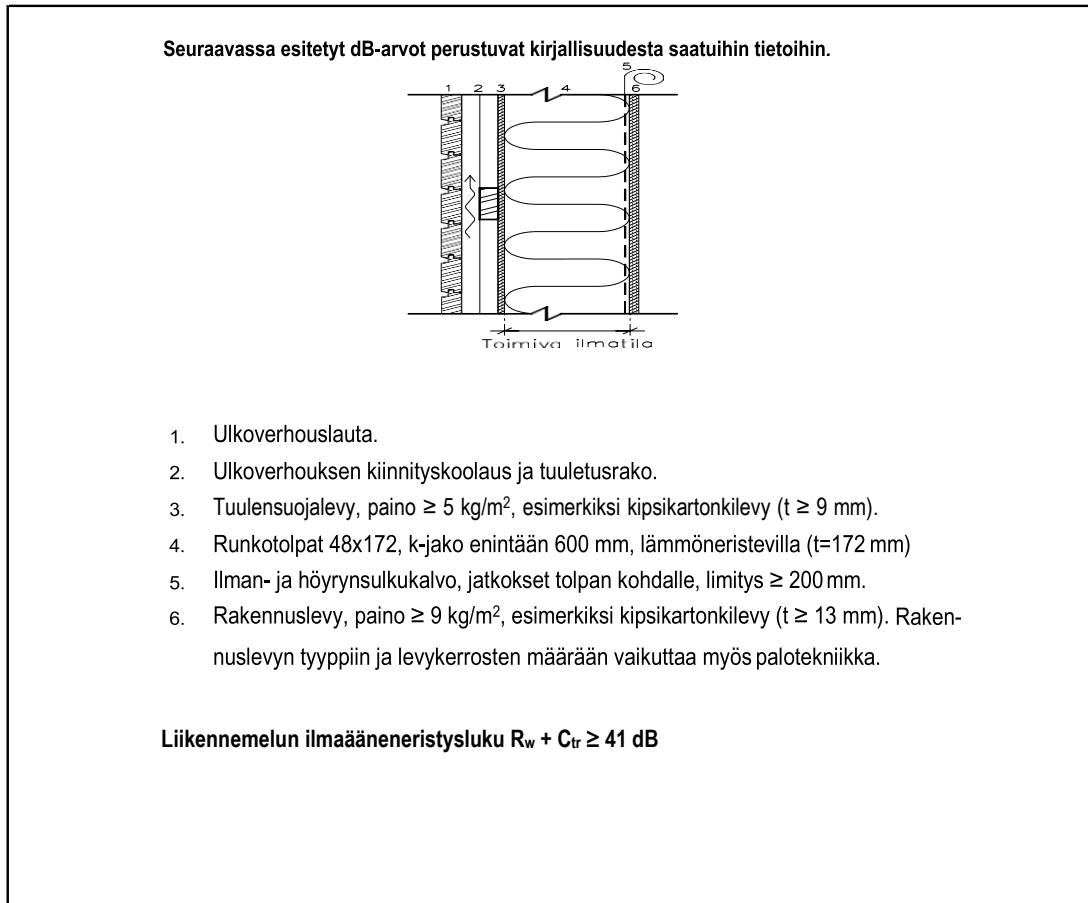


KUVA 3. Ristikkoyläpohja (2, s. 60)

3.3 Ulkoseinärakenne

Ulkoseinän rakenneratkaisuissa valintaan vaikuttavat esimerkiksi ulkonäköseikat ja lämmöneristysvaatimus. Lisäksi erilaiset kantavuusvaatimukset sekä palon- ja ääneneristävyytysvaatimukset vaikuttavat ulkoseinärakenteen valintaan. Pientaloissa voidaan käyttää esimerkiksi kuvassa 4 esitettyä rakennetta, jossa rakennuksen runko on puuta. Myös ulkoverhous on puusta muotoon höylättyä ulkoverhouspaneelia. Rungon vahvuus määrittää käytettävän eristeen vahvuuden ja samalla rakenteen lämmöneristävyyden. Paritalo- ja keräilyhuoneistossa ulkoseinärakenteilla ei ole ääneneristävyy-

den kannalta suurta merkitystä, joten sitä ei tarvitse suunnittelussa huomioida. Ainoastaan rakennuskaavassa annetut vaatimukset ääneneristävydestä on otettava huomioon rakennesuunnittelussa. (2, s. 16.)

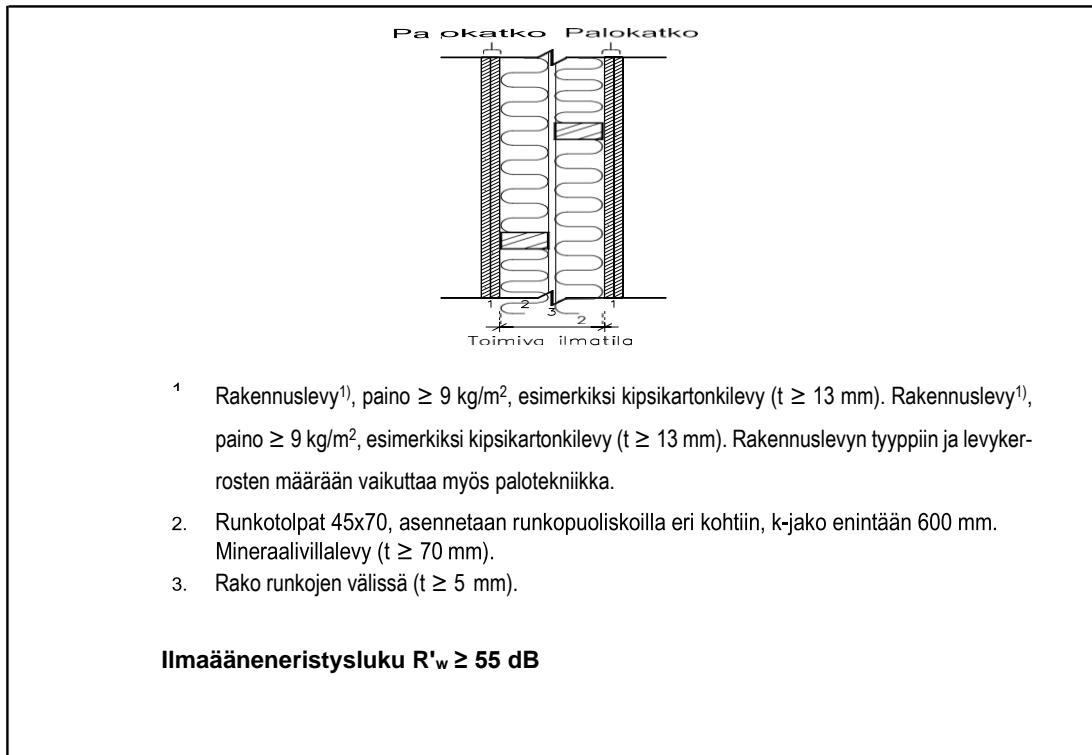


KUVA 4. Ulkoseinä (2, s. 57)

3.4 Huoneistojen välinen seinärakenne

Pari- ja rivitaloissa huoneistojen välinen seinä on ääneneristävyden kannalta tärkein yksittäinen rakenne. Väliseinän rakenteessa on huomioitava äänen siirtyminen rakenteiden läpi. Yleisesti käytetyssä kaksirunkoratkaisussa (kuva 5) rakennetaan kaksi toisistaan erillään olevaa seinärakennetta ja jätetään niiden väliin vähintään 5 mm:n rako, joten myös johtuminen rakenteita pitkin on estetty. Ääneneristävyden kannalta lämmöneriste on tärkeä yksittäinen tekijä, joten sitä valittaessa tulisi käyttää tarkoitukseen valmistettuja erikoistuotteita. (5, s. 1.)

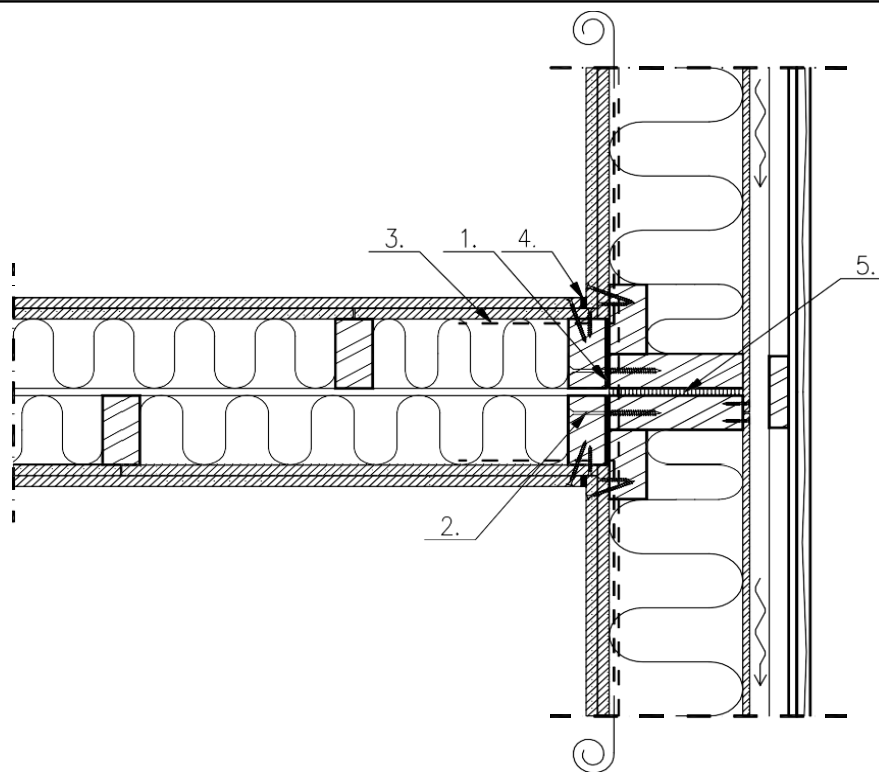
Huoneistojen välisen seinän ääneneristävyyttä voidaan parantaa myös lisäämällä useampia kerroksia rakennuslevyjä tai vaihtamalla levyt massaltaan painavampiin tuotteisiin. Yhden kipsilevyn lisääminen seinän molemmille puolille parantaa ääneneristävyyttä n. 5 dB:n verran. Äänen eristävyyttä voidaan parantaa leventämällä seinän sisällä olevaa ilmarakoa. (2, s. 23, 24.)



KUVA 5. Ei kantava huoneistojen välinen seinä (2, s. 62)

3.5 Kaksoisrunkoseinä / ulkoseinäliitos

Ääni voi kulkeutua huoneistojen välillä myös ulko- ja väliseinän välisen liitoksen kautta, joten sen rakentaminen ohjeiden mukaisesti on erityisen tärkeää (2, s. 38). Liitoksessa tulee käyttää tarkoitukseen valmistettua tiivistenauhaa (kuva 6). Tiivistenauhan oikea valinta ja oikein suoritettu asennus estävät äänen sivusiirtymisen seinäliitoksen kautta ja siten edesauttavat parantamaan ääneneristävyyttä ja samalla asuinmukavuutta (2, s. 52).



1. Runkotolppien välissä ääniteknisenä tiivisteenä EPDM-kumitiiviste.
2. Kiinnitys ulkoseinään ruuveilla 5,0x120 k300 (minimikiinnitys).
3. Liittymä tiivistetään lisäksi kääntämällä ulkoseinän ilman- ja höyrynsulku seinälevyjien taakse.
4. Sauma tiivistetään elastisella tiivistysmassalla (esimerkiksi akryylikitti).
5. Ääniteknikan takia ulkoseinän rakenteet katkaistaan väliseinän kohdalla (rako n. 10 mm).

KUVA 6. Kaksoisrunko / ulkoseinä (2, s. 79)

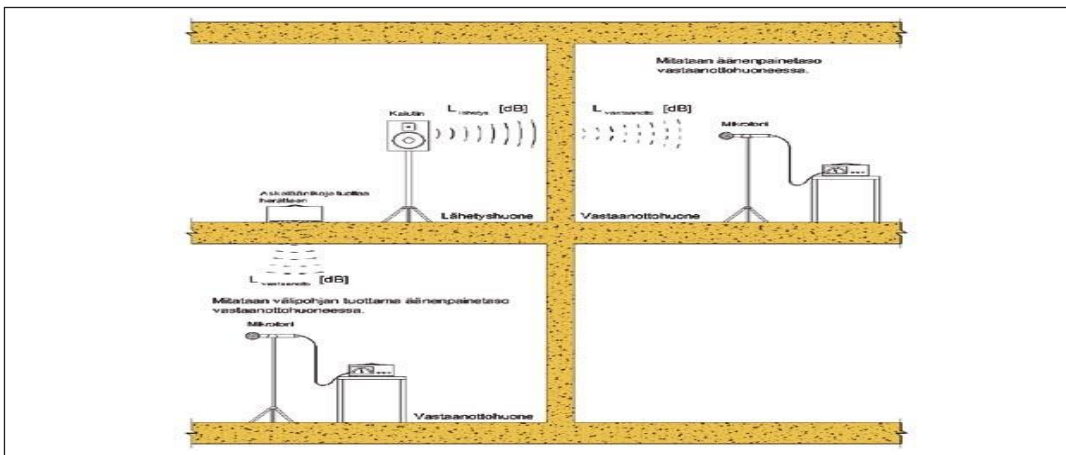
4 PARITALOHUONEISTON ILMA- JA ASKELÄÄNIMITTAUS

Kohde on puurakenteinen, yksikerroksinen paritalo, joka alun perin rakennettiin yhden perheen käyttöön. Rakennuksen kokonaispinta-ala on 220 m² ja huoneistojen pinta-alat ovat 150 m² ja 70 m². Rakennus on suorakaiteen muotoinen, jossa huoneistot ovat suoraan kiinni toisissaan (liite 1).

Rakennuspalvelu Hanrak Oy:n saaman toimeksiannon tavoitteena oli saada vaimennettua äänen kulkeutuminen huoneistojen välillä sallittujen arvojen mukaiseksi. Työ rajattiin koskemaan pelkästään huoneistojen välistä ääniongelmia. Sen sijaan huoneistojen sisällä huoneesta toiseen siirtyvä ääni tai ulkoa sisälle kantautuva ääni eivät kuuluneet toimeksiannon piiriin. Aikataulullisesti toiveena oli saada korjaukset tehtyä mahdollisimman pian. Aikaa työn suorittamiseen annettiin neljä kuukautta. Äänenpainemittaukset tehtiin kahteen kertaan. Ensimmäinen kartoitettiin alkutilanne, se, minkä perusteella uudelta omistajalta tuli reklamaatioilmoitus asunnon myyjälle. Toisella mittauksella todettiin korjaustoimenpiteiden vaikutus äänen kulkeutumiseen huoneistojen välillä.

4.1 Äänimittauksen suorittaminen

Huoneistojen välistä äänieristystä kartoitettaessa mitattiin huoneistojen ilma- ja askeläänieristävyyttä. Ilma- ja askeläänimittauksen suoritusperiaate on esitetty kuvassa 7. Mittauksissa äänilähde sijoitettiin isomman asunnon takkahuoneen lattialle ja varsinainen mittaus tehtiin pienemmän asunnon keittiössä ja olohuoneessa.



KUVA 7. Ilma- ja askeläänimittauksen suoritusperiaate (2, s. 13)

Ennen mittauksen alkua äänitasomittari kytkettiin kalibraattoriin (kuva 8) ja kalibroitiin.



KUVA 8. Äänitasomittarin kalibrointi

Ilmaääneneristävyyssmittauksessa äänenpainetaso mitattiin ensin isomman asunnon puolelta pyörittäen mittalaitetta käsivarsi suorana standardin mukaisesti puolisyylinterin kehää pitkin kaksi kertaa minuutin mittaisen jakson ajan. Mittausten välissä vaihdettiin äänilähteen paikkaa. Tämän jälkeen äänenpainetaso mitattiin pienemmän asunnon puolelta vastaavalla tavalla. Mittausten välillä äänilähteen paikkaa vaihdettiin isomman asunnon puolella samoin kuin isommalta puolelta mitattaessa.

Pienen asunnon puolelta mitattiin myös kuusi jälkikaiunta-ajan mittaus äänilähteen paikkaa välillä vaihtaen. Jälkikaiunta-ajalla tarkoitetaan aikaa, jona äänenpainetaso äänilähteen vaiettua alenee 60 dB. Mittaus suoritetaan sammuttamalla päällä oleva äänilähde äkisti ja mittaamalla äänen vaikenemista. Jälkikaiunta-ajan pituuteen vaikuttaa tilassa käytetyt pinnoitusmateriaalit, pehmeät materiaalit lyhentävät kaiuntaa huoneessa. (1, s. 50.)

Askelääneneristävyyden mittaamisessa askeläänilähde (kuva 9) sijoitettiin isomman asunnon puolelle. Mittaus suoritettiin samalla menetelmällä kuin ilmaääneneristävyyden mittaaminen. Poikkeuksena oli, että äänenpainetasoa ei tarvinnut mitata isomman asunnon puolelta. Mittauspisteet on esitetty liitteessä 1.

Mittaukseen kuuluu myös taustamelun mittaus. Taustamelun lähteitä ovat esimerkiksi kodinkoneet, ilmastointilaitteet tai muut käynnissä olevat koneet ja laitteet (2, s. 10). Myös ulkoa voi kantautua

sisälle huoneistoon melua. Jos mittauksessa havaitaan taustamelua, se huomioidaan äänenpaine-tason mittaustuloksissa. Pienemmän asunnon puolelta mitattiin myös taustamelu. Se ei vaikuttanut mittaustuloksiin (liite 2).

4.2 Mittauksessa käytettävät välineet

Mittaukset suoritettiin Oulun ammattikorkeakoulun mittauslaitteilla. Äänenpainemittauksissa käytettiin seuraavia laitteita: äänilähde Norsonic Nor250 (kuva 9), vahvistin Nor260, äänitasomittari Nor140, askeläänilähde Norrisonic nr-211A (kuva 10) sekä äänipainekalibraattori Norsonic N1251.



KUVA 9. Äänilähde Norsonic Nor250



KUVA 10. Askeläänilähde Norrisonic nr-211A

5 ILMA- JA ASKELÄÄNIMITTAUSTEN TULOKSET JA TULOSTEN ANALYSOINTI

5.1 Mittaustulokset

Ennen korjaustöitä suoritettussa mittauksessa ilmaääneneristävyyksiksi saatiin 47 dB (liite 2). Tulos on selvästi pienempi kuin ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä annettu raja-arvo ≥ 55 dB. Askeläänieristävyys ennen korjaustöitä suoritettussa mittauksessa oli 70 dB (liite 3). Tulos on reilusti suurempi kuin ympäristöministeriön asetuksessa rakennuksen ääniympäristöstä annettu raja-arvo ≤ 53 dB.

5.2 Mittaustulosten analysointi

Ilmaäänieristysluku alitti huomattavasti rakentamismääräyksessä annetun ohjearvon. Sitä, mistä kautta ääni kulkeutui huoneistosta toiseen, ei pyritty selvittämään. Tarkat rakennekuvat olisivat auttaneet selvitystyössä, mutta niitä ollut käytettävissä, joten laskennallisesti ei ollut mahdollista määrittää teoreettista äänieristyslukua. Rakenteita avaamalla olisi voitu selvittää käytetyt materiaalit ja rakennustavan, mutta sitä ei katsottu tarpeelliseksi.

Ohjeiden mukaan rakennetun seinän rakenne antaa laskennallisen ilmaääneneristysluvun $D_{nT,w}$ 55 dB (kuva 5 sivulla 14). Mittauksessa saatu ilmaäänieristysluku 47 dB poikkeaa sen verran paljon leikkauskuvassa esitetystä laskennallisesta arvosta, että on syytä epäillä, ettei huoneistojen välistä seinää ole rakennettu oikeaoppisesti. Ilmaäänestä suurin osa menee todennäköisesti suoraan väliseinän läpi tai sivusiirtymänä ulkoseinien kautta, mutta myös lattialaatan kautta huoneistosta toiseen siirtyvän äänen osuus on todennäköisesti huomattava. Sivuseinien tai kattorakenteiden kautta kulkeutuvaa äänimäärää ei tässä tapauksessa yritetty selvittää.

Ainoa varma rakenteellinen lähtötieto oli lattialaatan valaminen ilman oikeaoppista äänieristyskatkoa. Oikein tehdyssä paritalohuoneiston lattialaatan teossa laatta katkaistaan huoneistojen välisen seinän kohdalta esimerkiksi mineraalivillasuikaleella (kuva 2 sivulla 11). Laatan katkaisulla estetään äänen johtuminen betonia pitkin huoneistosta toiseen.

Lisäksi tutkimalla selvitettiin, että väliseinän läpi ei ole viety ilmastointi- tai vesiputkia. Myöskään sähköjohtoja ei mennyt huoneistosta toiseen. Seinän läpi viedyt johdot ja putket mahdollistaisivat äänen siirtymisen huoneistojen välillä, mutta koska läpivientejä ei ollut, tätä seikkaa ei tarvinnut huomioida korjaussuunnitelmaa tehtäessä (2, s. 10).

6 KORJAUSSUUNNITELMA JA KORJAUKSET ÄÄNIERISTÄVYYDEN PARANTAMISEKSI

6.1 Korjaussuunnitelma

Paritalon rakennusvaiheessa lattialaatta on valettu yhtenäisenä ilman huoneistojen välistä katkoa, minkä vuoksi äänen kulkeutuminen betonia pitkin huoneistojen välillä on esteetöntä. Korjaussuunnitelmaa tehtäessä havaittiin, että tämäntyyppisistä ongelmista ja niiden korjaamisista ei ole saatavilla suoraa tutkittua tietoa. Eniten suunnitelman teossa olisi tarvittu tutkimustuloksia ilma- ja seinäeristyksen suhteesta äänenkulkeutumisen heikkenemiseen, mutta tällaista tietoa ei löytänyt.

Korjaussuunnitelman teossa päädyttiin asiakkaan toiveiden mukaisesti helpompaan ja nopeampaan ratkaisuun. Katkaisu suoritettaisiin pelkästään leikkaamalla kapea, helposti täytettävä ja peitettävä roilo. Äänieristyksen kannalta todennäköisesti riittävän hyvä lopputulos syntyisi leikkaamalla lattialaattaan reilusti leveämpi katkaisukohta ja asentamalla siihen vahvempi äänieristysmateriaali. Tällainen ratkaisu olisi kuitenkin hankalampi peittää ilman lattiapinnoitteiden uusimista. Etenkin pesuhuoneen vesieristeiden korjaus olisi ollut ongelmallisempaa ja vaatinut todennäköisesti koko pesuhuoneen laatoituksen vaihtotyön.

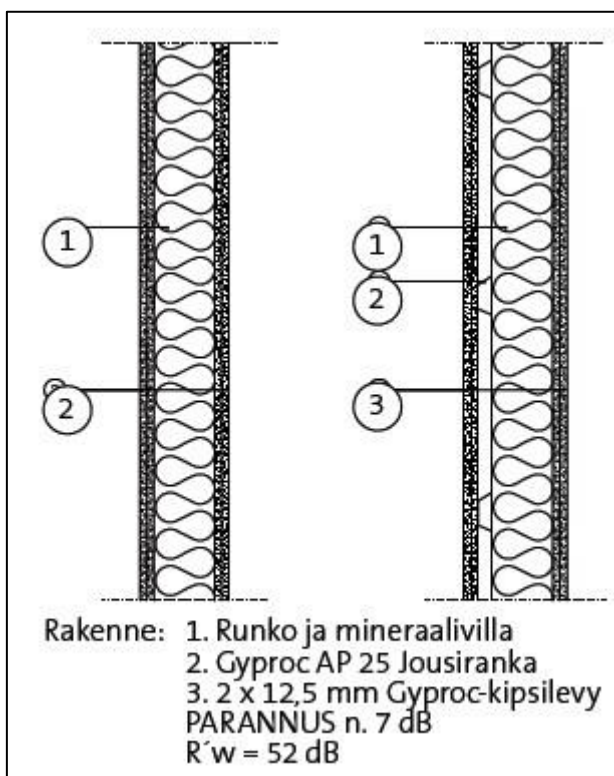
Korjaussuunnitelmana päädyttiin siis laatan katkaisuun leikkaamalla timanttileikkurilla betonilaattaan n. 6 mm leveä roilo koko huoneistojen välisen seinän matkalle. Katkaisun jälkeen roilo täytetään äänieristykseen soveltuvalla massalla ja pesuhuoneen kohdalla lisäksi vesieristeeksi suunnitellulla massalla vesieristyksen toimivuuden varmistamiseksi. Ennen leikkausta väliseinän vierustoilla tehdään lämpökamerakuvaus lämpökaapeleiden paikallistamiseksi. Lisäksi paikallistetaan mahdolliset sähköjohdot kaapelitutkan avulla. Leikkaus suoritetaan isomman asunnon puolelta väliseinän juuresta vinosti seinän alle koko laatan vahvuudelta. Ennen leikkausta poistetaan lattialistat ja tehdään risteävien väliseinien alaosaan aukot, jolloin mahdollistetaan katkaisuleikkaus koko laatan leveydelle. Leikkaus tehdään 250 mm:n timanttilaikalla, pölyttömällä leikkausmenetelmällä.

Koska asiakkaan vaatimus toimeksiannon yhteydessä oli ratkaisun hakeminen vaihteittain mahdollisimman pienillä kustannuksilla, tämä huomioidaan suunnitelman teossa ja myöhemmin myös toteutuksessa. Jos betonilaatan katkaisulla ei päästä toivottuun lopputulokseen, seuraava työvaihe on lattiapinnoitteen uusiminen. Molempien huoneistojen väliseinään rajoittuvat tilat on pinnoitettu

suoraan betonilaattaan kiinnityslaastilla kiinnitetyillä lattialaatoilla ilman askeläänieristystä. Tällainen päällysteratkaisu on äänen kulkeutumisen kannalta ehdottomasti huonoin ratkaisu. Kova laatta suoraan betoniin kiinnitettynä johtaa kaikki lattialla liikkumisesta aiheutuneet äänet toiseen huoneistoon. Lisäksi myös ilmaääni johtuu herkemmin lattian kautta toiseen huoneistoon.

Toisen vaiheen työnä on isomman asunnon takkahuoneen ja pienemmän asunnon keittiön osalta vaihtaa lattiapinnoite puuparkettiin, jonka alle asennetaan askeläänieristykseen tarkoitettu eristysmateriaali. Asennuksen aikana varmistetaan, että puuparketti ei kosketa millään osin seinäpintoja, ei väliseinän eikä ulkoseinien osalta. Pinnoitteen vaihdolla on mahdollista päästä 8–10 dB:n äänieristykseen. Eli jos ensimmäisessä vaiheessa ei päästä määräyksien mukaisiin eristysarvoihin, todennäköisesti lattiapinnoitteen vaihdolla saadaan puuttuva äänieristys korjattua. (6, s. 4.)

Jos lattiapinnoitteiden vaihto ei vaimenna riittävästi äänen kulkeutumista huoneistojen välillä, täytyy vahvistaa väliseinän rakennetta. Korjauksen voi tehdä monella tavalla, mutta tässä kohteessa valitaan kuvassa 11 esitetty ratkaisu. Seinän äänieristyskorjaus suoritetaan isomman asunnon puoleisen takkahuoneen seinään. Rakenteen korjauksella saadaan laskennallisesti parannusta n. 7 dB:n verran.



KUVA 11. Esimerkki kevyen väliseinän rakenteesta äänieristyksen parantamiseksi (7, s. 1)

6.2 Korjaustyön suoritus

Ennen leikkuutyön alkua kaikki leikkauskohdan viereiset seinät ja lattiat suojattiin muovikalvolla. Myös koneiden kuljetukseen tarvittavat kulkuväylät pinnoitettiin muovilla. Lattiaan merkittiin teipillä lattialämmityskaapeleiden sijainnit (kuva 12).



KUVA 12. Roiskesuojattu työtila

Työssä käytettiin 250 mm terällä varustettua timanttileikkuria, johon kytkettiin vesiletkut veden pumppaamiseksi leikkuuterään (kuva 13).



KUVA 13. Betonilaatan katkaisu

Leikkuutapahtuman aikana lattialle levinnyt vesi imuroitiin vesi-imurilla pois. Leikkauksen aikana ilmaan pääsi hiukan pölyä, mutta pääosa pölystä saatiin sidottua veden lisäämisellä.

Leikkujälki pysyi siistinä ja linja suorana, mikä auttoi jälkien korjauksessa ja siivouksessa. Saunaan asennettiin liimapuristimella puristamalla notkea kumibitumimassa, jonka tarkoituksena on parantaa äänen eristystä huoneistosta toiseen.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli vaimentaa äänen kulkeutumista paritalohuoneistojen välillä. Äänieristyksen parantamiseksi betonilaatta katkaistiin huoneistojen väliltä. Leikkauksen jälkeen saumaan asennettiin elastinen, ääntä eristävä massa. Leikkaus onnistui odotusten mukaisesti ilman ongelmia, samoin sauman täyttö ja jälkien korjaus.

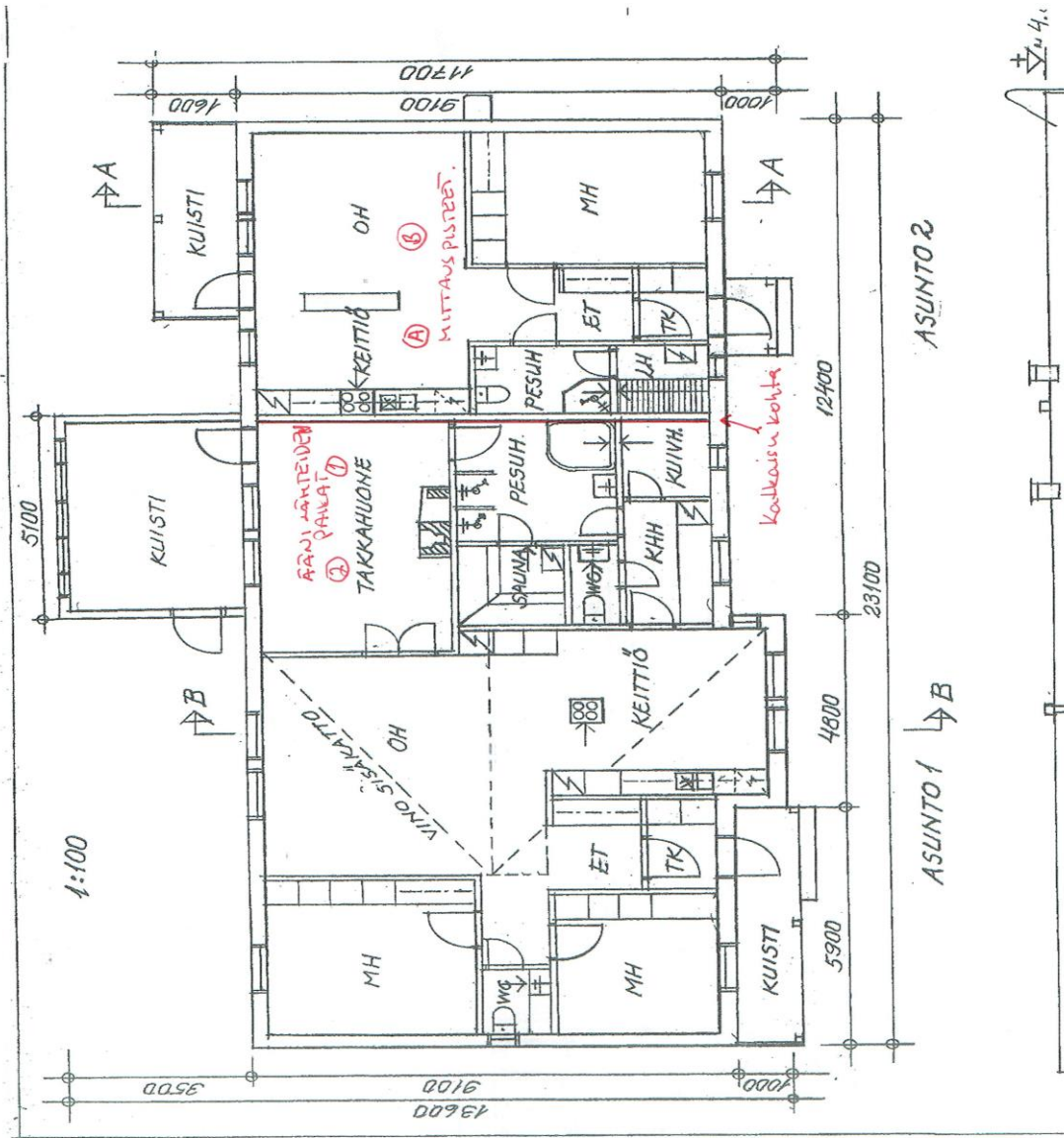
Askeläänimittauksessa todettiin äänen kulkeutumisen vähentyneen aiemmasta 70 dB:stä 60 dB:iin, joten laatan katkaisusta oli apua, mutta tavoitearvoa 53 dB ei saavutettu (liite 4). Samoin ilmaäänieristävyys oli parantunut aiemmasta 47 dB:stä 50 dB:iin, mutta myöskään ilmaäänieristävyydessä ei päästy tavoitearvoon, joka on vähintään 55 dB:ä (liite 5).

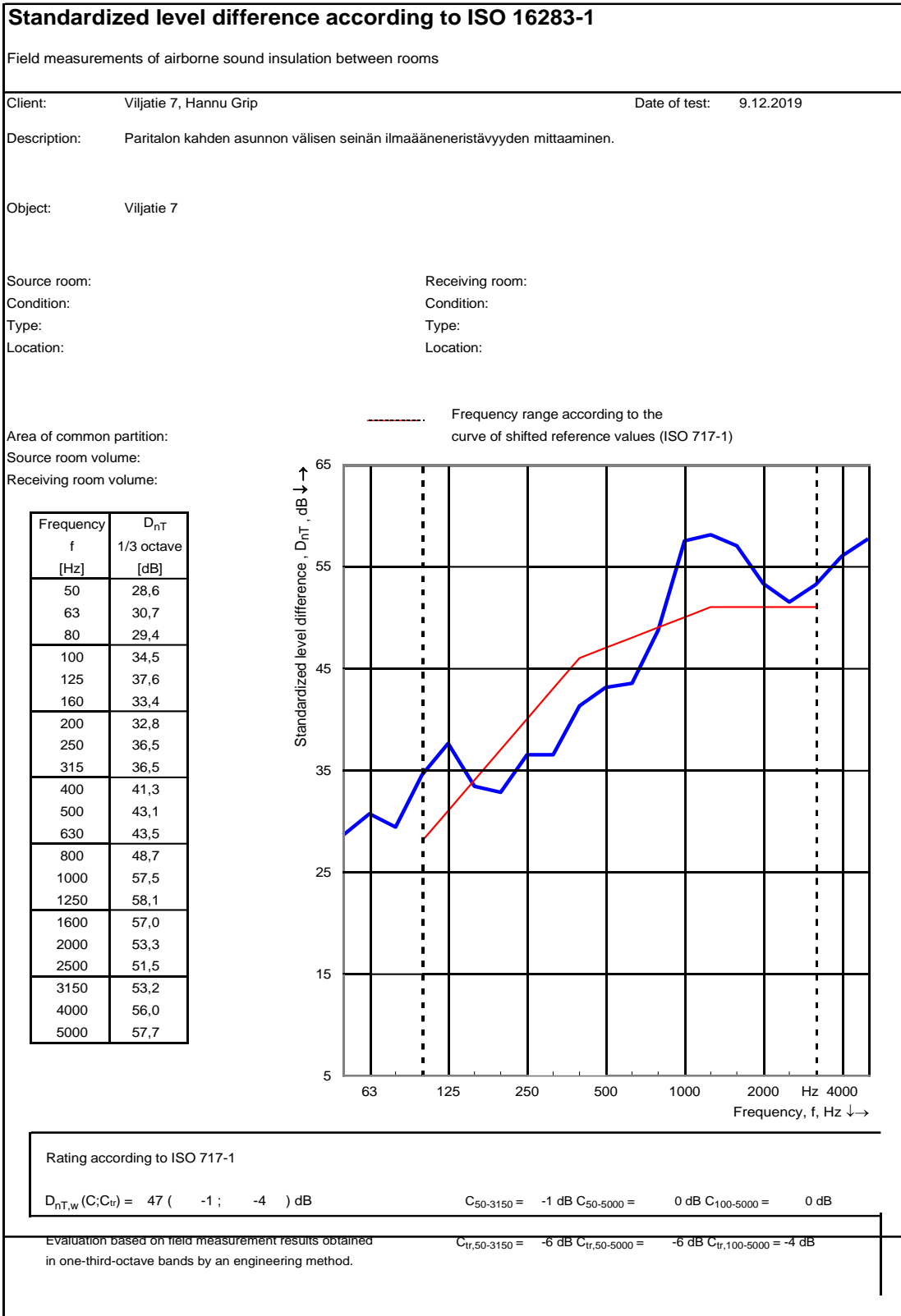
Koska lattialaatan katkaisulla ei päästy rakennusmääräyskokoelmassa annettuihin tavoitearvoihin, kohteessa vaaditaan vielä lisäkorjauksia. Seuraavana työvaiheena tulisi vaihtaa lattiapäällysteet. Huoneistojen välisen väliseinän vastakkaisilla puolilla olevissa huoneissa on lattiapäällysteenä suoraan betoniin kiinnitetty laattalattia. Näissä tiloissa pitäisi laatat poistaa tai vaihtoehtoisesti laatan päälle asentaa askeläänien eristämiseen tarkoitettu parketinalusmateriaali ja sen päälle lautaparketti kelluvalla asennuksella. Teoreettisesti tällä muutostyöllä on mahdollisuus parantaa askeläänieristävyyttä 8–10 dB:iä, jolloin päästään askeläänieristyksessä tavoitteena olevaan 53 dB:iin eristävyyteen. Samalla todennäköisesti ilmaäänieristävyys paranee tarvittavaan 55 dB:iin. Ja jos ilmaäänieristys ei täytä annettuja määräyksiä, seuraava vaihe on seinän äänieristyksen korjaus vahvistamalla seinää, jolloin myös ääneneristys paranee.

Vaikka laatan katkaisulla ei päästy tavoiteltuun lopputulokseen, ei voida sanoa, että leikkaus oli väärä tai turha toimenpide. Ilman katkaisua eristävyyden lisäys ei olisi ainakaan teoreettisen tiedon perusteella onnistunut, mutta katkaisun jälkeen on realistiset mahdollisuudet pinnoitteen vaihdolla päästä tavoitteen mukaisiin eristysarvoihin. Ennen pinnoitteen vaihtotyötä on myös mahdollista leikata leveämpi roilo laatan katkaisukohtaan, jos haluaa minimoida äänen kulkeutumisen huoneistojen välillä. Koska lattiapinnoite vaihdetaan, katkaisukohdan leventäminen ei aiheuta ylimääräisiä ongelmia.

LÄHTEET

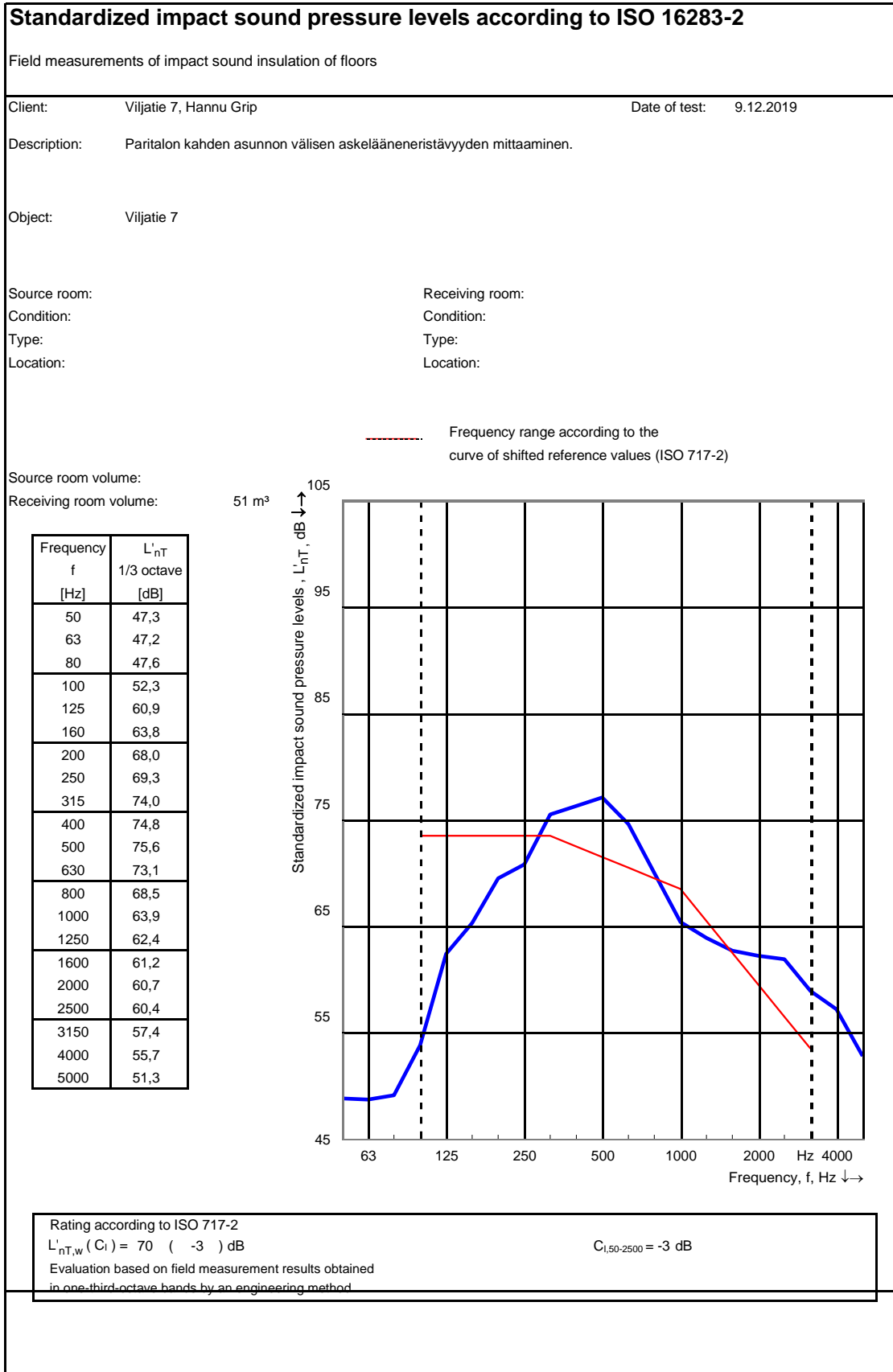
1. RIL 243-1-2007. 2007. Rakennusten akustinen suunnittelu. Akustiikan perusteet. Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry.
2. Lahtela, Tero 2004. Ääneneristys puutalossa. Puurakenteisen asuinrakennuksen ääneneristävyyden suunnitteluohje. Wood Focus Oy. Saatavissa: <https://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/aaneneristys-puutalossa/koko-ohje.pdf>. Hakupäivä 24.3.2020.
3. Ääniympäristö. Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. Saatavissa: <https://www.ym.fi/download/noname/%7B2852D34E-DA43-4DCA-9CEE-47DBB9EFCB08%7D/138568>. Hakupäivä 25.3.2020.
4. A 24.11.2017/796. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170796>. Hakupäivä 23.3.2020.
5. Kivivilla eristysratkaisut ja -tuotteet. Paroc. Saatavissa: <https://www.Paroc.fi/tuotteet/rakennuseristeet/yleiseristeet-eristelevyt-ja-eristematot> . Hakupäivä 13.4.2020.
6. Askeläänitasokoemittaukset. Promethor, rakennusakustiikka, raportti PR3573-R01. Saatavissa: <https://warmia.fi/wp-content/uploads/2016/06/20150617-Askeläänitasokoemittaukset-Warmia-Oy-Raportti-PR3573-R01.pdf> . Hakupäivä 25.4.2020.
7. Korjausrakentaminen ja äänieristyksen parantaminen. Gyproc. Saatavissa: <https://www.gyproc.fi/asentaminen/huolto-ja-kunnossapito/korjausrakentaminen-ja-aaneneristyksen-parantaminen>. Hakupäivä 6.4.2020.





Name of test institute:

No. of test report:



Standardized impact sound pressure levels according to ISO 16283-2

Field measurements of impact sound insulation of floors

Client: Viljatie 7, Hannu Grip Date of test: 14.2.2020

Description: Paritalon kahden asunnon välisen askelääneneristävyyden mittaaminen korjauksen jälkeen.

Object: Viljatie 7

Source room: Receiving room:
 Condition: Condition:
 Type: Type:
 Location: Location:

Source room volume: Receiving room volume:

Frequency f [Hz]	L _{nT} 1/3 octave [dB]
50	45,7
63	44,8
80	48,8
100	52,8
125	57,1
160	61,4
200	62,7
250	65,5
315	67,4
400	67,6
500	67,0
630	65,0
800	56,6
1000	53,0
1250	48,1
1600	45,0
2000	41,1
2500	37,3
3150	30,8
4000	23,3
5000	16,5 ¹

----- Frequency range according to the curve of shifted reference values (ISO 717-2)

Rating according to ISO 717-2
 $L'_{nT,w}(C_i) = 60 \text{ (} -1 \text{) dB}$ $C_{1,60-2500} = -1 \text{ dB}$
 Evaluation based on field measurement results obtained in one-third-octave bands by an engineering method.

Name of test institute:
No. of test report

Date: Signature:

Standardized level difference according to ISO 16283-1

Field measurements of airborne sound insulation between rooms

Client: Viljatie 7, Hannu Grip Date of test: 14.2.2020
 Description: Paritalon kahden asunnon välisen seinän ilmäääneneristävyyden mittaaminen korjaamisen jälkeen.

Object: Viljatie 7

Source room: Receiving room:
 Condition: Condition:
 Type: Type:
 Location: Location:

Area of common partition: m²
 Source room volume: m³
 Receiving room volume:

Frequency f [Hz]	D _{nT} 1/3 octave [dB]
50	36,2
63	30,0
80	32,9
100	35,6
125	37,5
160	37,2
200	36,4
250	36,7
315	39,6
400	43,0
500	46,6
630	47,0
800	55,0
1000	59,9
1250	62,1 ¹
1600	60,5
2000	57,6
2500	55,7
3150	57,3
4000	59,3
5000	61,5 ¹

¹ Limit of measurement

..... Frequency range according to the
——— curve of shifted reference values (ISO 717-1)

Rating according to ISO 717-1

D_{nT,w}(C;C_{tr}) = 50 (-1 ; -5) dB C₅₀₋₃₁₅₀ = -2 dB C₅₀₋₅₀₀₀ = -1 dB C₁₀₀₋₅₀₀₀ = 0 dB

Evaluation based on field measurement results obtained in one-third octave bands by an engineering method. C_{tr,50-3150} = -6 dB C_{tr,50-5000} = -6 dB C C_{tr,100-5000} = -5 dB

Name of test institute: Signature:

No. of test report:

Date: Signature: