

Samuli Hottinen, Sirpa Kolari, Ville Mertanen, Miska Piirainen,  
Pekka Ronkainen, Samu Toivanen

# CLT-elementtien akustiikkamittaus



Julkaisusarja Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisu C: Raportteja, 164

Tekijät Samuli Hottinen, Karelia-ammattikorkeakoulu  
Sirpa Kolari, Karelia-ammattikorkeakoulu  
Ville Mertanen, Karelia-ammattikorkeakoulu  
Miska Piirainen, Karelia-ammattikorkeakoulu  
Pekka Ronkainen, Karelia-ammattikorkeakoulu  
Samu Toivanen, Karelia-ammattikorkeakoulu

© Tekijät ja Karelia-ammattikorkeakoulu



Tämä julkaisu on lisensoitu Creative Commons Nimeä-EiMuutoksia 2.0 Kansainvälinen -lisenssillä.

ISBN 978-952-275-459-2

ISSN 2323-6914

Karelia-ammattikorkeakoulu 2025

# Sisällys

Johdanto.....	4
1 Tutkimuksen toteutus .....	5
1.1 Mittaukset.....	8
2 Tulokset.....	12

# Johdanto

Karelia-ammattikorkeakoulun rakennuslaboratorio toteuttaa monipuolisesti rakennusmateriaaleihin ja rakenneratkaisuihin liittyviä testaus- ja tutkimuspalveluja. Rakennusala on voimakkaassa murroksessa ja uusille ratkaisuille on jatkuva tarve, kun perinteisiä ratkaisuja korvataan uusilla. Teknologioiden kehittyminen vaatii kuitenkin rinnalleen tutkimusta parhaiden ratkaisujen löytämiseksi.

Vastatakseen osaltaan tähän tarpeeseen, Karelia-ammattikorkeakoulu on mukana testaamassa eri ratkaisuja. Tästä lähtökohdasta Karelia toteutti tässä raportissa kuvatun tutkimuksen yhteistyössä Puumiesten Ammattikasvatussäätiön kanssa. Tutkimussarjassa testattiin CLT-massiivipuulementtien ääneneristävyyden parantamista erilaisilla rakenneratkaisuilla laboratorio-olosuhteissa. Samassa tutkimussarjassa tutkittiin myös reunaliimauksen merkitystä ääneneristävyyteen sekä äänisiltojen vaikutusta ruuviliitoksissa. Näiden tutkimusten tulokset on esitetty kolmessa eri raportissa, joista tämä on toinen.

Joensuussa 14.5.2025

Sirpa Kolari, koulutuspäällikkö, Karelia-ammattikorkeakoulu

Ville Mertanen, laboratorion laatuvaastaava, Karelia-ammattikorkeakoulu

# 1 Tutkimuksen toteutus

Tässä tutkimuksessa haluttiin selvittää massiivipuुरakentamisen merkittäviä pullonkauloja akustiikan osalta. Puu materiaalina on heikosti ääntä eristävä, mutta kevyt materiaali luo miellyttävän akustisen ympäristön. Massiivipuुरakenteet ovat melko kevyitä ja tämän seurauksena äänen matalat taajuudet ovat ongelmallisia rakenteille. Tämä aiheuttaa rakentamisessa sen, että ääneneristävyys joudutaan toteuttamaan muilla keinoilla kuin kantavan rakenteen massalla. Yleisiä keinoja ovat olleet esimerkiksi ääniranka- ja kerrosrakenteet. Monimutkaisempien rakenteiden kehittäminen vaatii kuitenkin osaamista ja tutkimusta. Ääneneristävyyttä ja siihen vaikuttavia tekijöitä tutkittiin Karelia-ammattikorkeakoulun akustiikkalaboratoriossa.

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää Puumiesten säätöille CLT-elementtien ääneneristävyyttä. Tutkimukset on suoritettu tarkasti standardien mukaisesti ilmaääneneristävyys osalta. Tutkimuksen tuloksista saadaan tärkeää tietoa CLT-elementtien ääneneristävyydestä sekä sen mahdollisista parannuskeinoista.

Testikappaleet tutkimusta varten Karelia ammattikorkeakoulun rakennuslaboratoriolle toimitti CLT-Finland Oy. Testikappaleet on nimetty ja eritelty seuraavasti:

- **Testikappale 1:** 100 mm x 700 mm x 1490 mm reunaliimaamaton
- **Testikappale 2:** 100 mm x 700 mm x 1490 mm reunaliimattu
- **Testikappaleet 4 ja 5:** 2 kpl 120 mm x 1500 mm x 2085 mm reunaliimattu

**Tämä raportti käsittelee Testikappaleen 4 tutkimuksia.** Tutkimuksen tarkoituksena oli määrittää CLT-testikappaleen ilmaääneneristävyys. Lisäksi ilmaääneneristävyyttä pyrittiin parantamaan erilaisilla pintalevyillä, sekä tutkia levyjen kiinnitysten vaikutusta ilmaääneneristävyyteen.

Testikappaleesta mitattiin ilmaääneneristävyys R EN ISO 10140-2[1] mukaan.  $R_w$ ,  $R_w+C$  ja  $R_w+CTR$  määriteltiin EN ISO 717-1[2.] mukaan.

## Tutkimuksessa käytetyt mittalaitteet:

- Sound and Vibration Analyser Nor150 (Classification: Class 1)
- Nor1225 Free-field microphone
- Calibrator Nor1256 (IE60942 2003-01 Classification: Class 1)
- Power amplifier Nor280
- Dodecahedron loudspeaker Nor276

Mittalaitteet kalibroitiin ennen mittausten aloitusta ja mittausten päätyttyä. Kalibroinnissa ei havaittu poikkeamia.

### Testiasetelmat:

**Mittaus 1.** Pelkkä CLT-levy

**Mittaus 2.** CLT-levy ja kipsilevy ruuveilla

**Mittaus 3.** CLT-levy ja kipsilevy ruuveilla Green Glue Noiseproofing Compound -vaimennusmassalla

**Mittaus 4.** CLT-levy ja liimapuulevy ruuveilla

**Mittaus 5.** CLT-levy ja liimapuulevy ruuveilla sekä Green Glue Noiseproofing Compound -vaimennusmassalla

Tutkimuksessa käytettiin tiivistykseen kuvassa 1 esiteltyä akryylimassaa. Tämän avulla testikappale saatiin asennettua tiiviisti testausaukkoon, sekä CLT-levyn pintaan asennettavat levyt tiivistettiin reunoilta.



Kuva 1. Valittu akryylimassa. Sika Sikacryl S+.

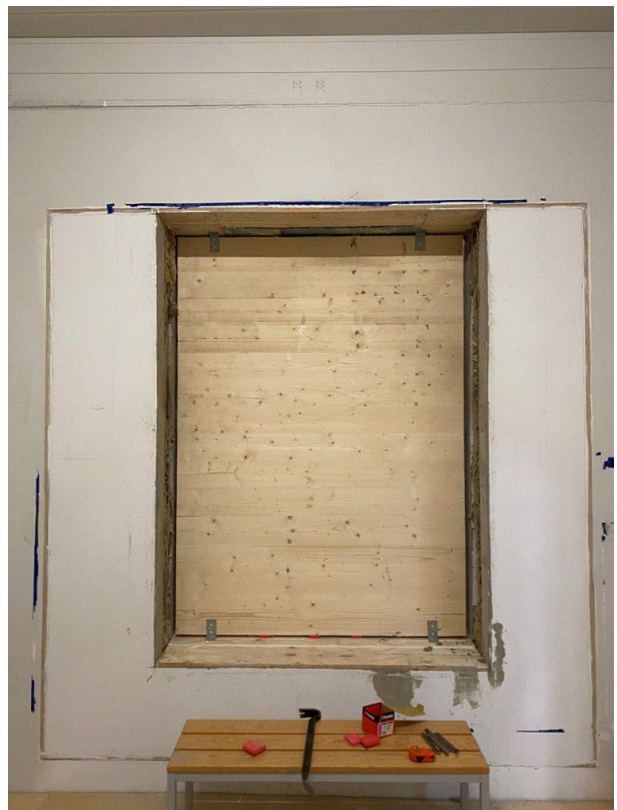
Mittauksissa 3 ja 5 kappaleiden väliin lisättiin kuvassa 2 esitetty vaimennusmassa. Tämän tarkoituksena on ottaa vastaan äänestä syntyvää liike-energiaa ja vaimentaa sitä.



Kuva 2. Green Glue Noiseproofing Compound vaimennusmassa.



Kuva 3. Testikappale 4 lähettävästä tilasta.



Kuva 4. Testikappale 4 vastaanottavasta tilasta.

Kuvassa 3 testikappale 4 on kuvattu lähettävästä tilasta. Kuvassa 4 testikappale 4 on kuvattu vastaanottavasta tilasta.

Tutkimus aloitettiin mittaamalla ääneneristävyys pelkälle testikappaleelle 4. Tällä saatiin pohjatieto tutkimukselle, josta lähdettiin tekemään vertailumittauksia lisäämällä

rakennuslevyjä CLT-levyn pintaan. Tutkimuksessa keskityttiin kipsilevyn ja liimapuulevyn vaikutukseen ilmaääneneristävyydessä.

Kappale asennettiin tiiviisti testausaukkoon, jotta välttyttiin mahdollisilta vuodoilta ja mittaus kohdistui testattavaan materiaaliin.



Kuva 5. Testikappaleen tiivistäminen.



Kuva 6. Testikappaleen tiivistäminen.

Kuvissa 5 ja 6 kuvattu tiivistetty Testikappale 4. Testikappale tiivistettiin testausaukkoon käyttäen pellavaeristenauhaa, akryylimassaa ja ilmansulkuteippiä molemmin puolin.

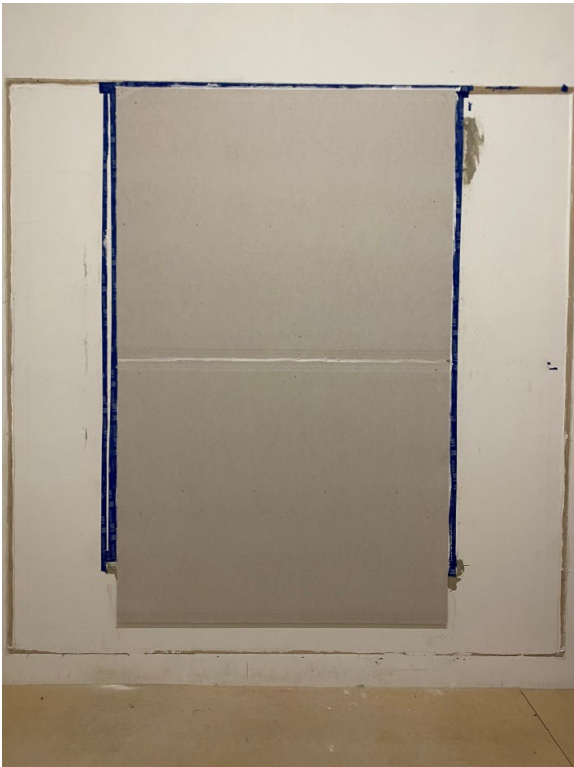
## 1.1 Mittaukset

Mittaus 1 toimii pohja-asetelmana muille mittauksille.

Mittaus 2 suoritettiin lisäämällä CLT-levyn pintaan 13 mm kipsilevy ruuvikiinnityksellä.

Mittauksessa 3 lisättiin kipsilevyn ja CLT-levyn väliin vaimennusmassa tuotteen valmistajan ohjeiden mukaisesti. Mittauksissa 2 ja 3 levyjen reunat tiivistettiin akryylimassalla.

Kipsilevy on yleisesti käytetty pintamateriaali puurakentamisessa sen hyvien palo-ominaisuuksien takia. Kipsilevyllä on myös vaikutusta rakenteen akustisiin ominaisuuksiin.



Kuva 7. CLT-levyyn kiinnitetty kipsilevy.



Kuva 8. Kipsilevyyn lisätty vaimennusmassa.

Kuvassa 7 mittaus 2, jossa CLT-levyn pinnassa 13 mm kipsilevy. Kuvassa 8 mittauksen 3 kipsilevy vaimennusmassan kanssa ennen asennusta.

Mittaus 4 suoritettiin lisäämällä CLT-levyn pintaan 18 mm liimapuulevy ruuvikiinnityksellä. Mittauksessa 5 lisättiin liimapuulevyn ja CLT-levyn väliin vaimennusmassa tuotteen valmistajan ohjeiden mukaisesti. Mittausten 4 ja 5 levyjen reunat tiivistettiin akryylimassalla.

Liimapuulevy on vähemmän käytetty pintamateriaali, mutta sen käyttö on mahdollista, mikäli halutaan säilyttää puupinta.



Kuva 9. Ruuvikiinnitys.



Kuva 10. Liimapuulevyjen pontit.

Kuvassa 9 mittauksen 4 ruuvikiinnityksen asennusvaiheita. Kuvassa 10 on kuvattu liimapuulevyihin tehdyt pontit, jotka helpottivat asennusta ja tiivistivät liitoksia.



Kuva 11. Tiivistetty liimapuulevyrakenne.



Kuva 12. Vaimennusmassan asennus.

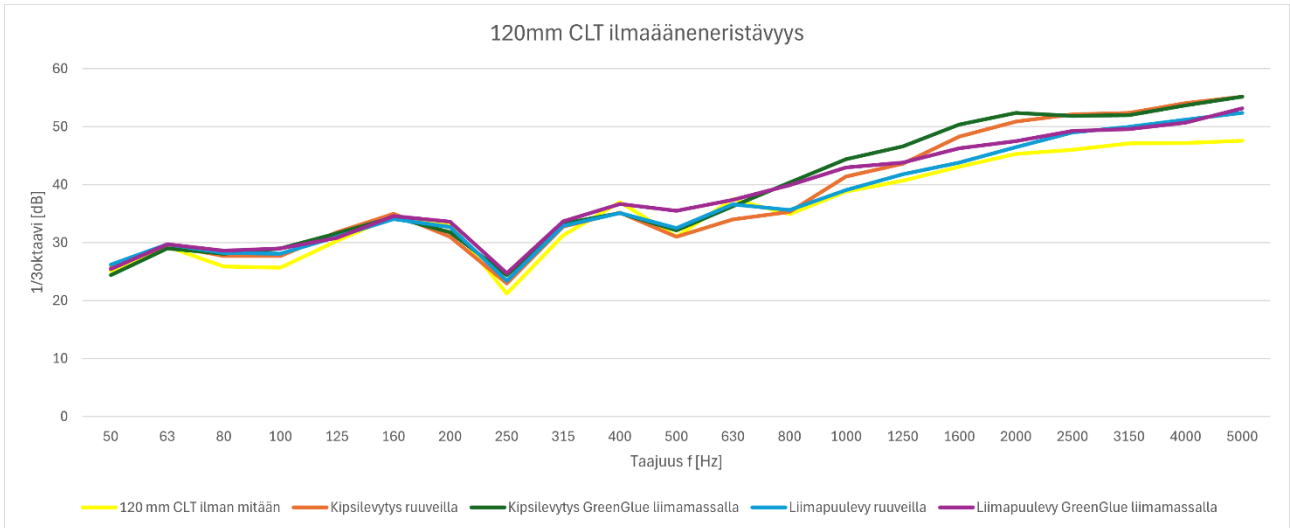


Kuva 13. Valmis rakenne.

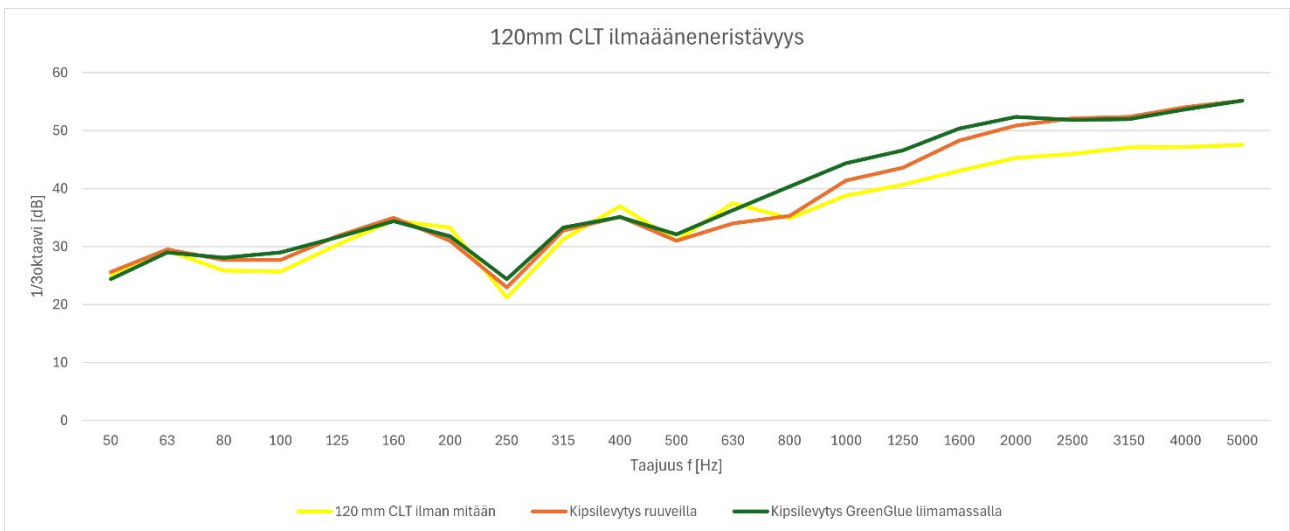
Kuvassa 12 on kuvattu vaimennusmassan asennusvaihe. Vaimennusmassa lisättiin valmistajan ohjeen mukaisesti. Kuvassa 13 on kuvattu valmis rakenne.

# 2 Tulokset

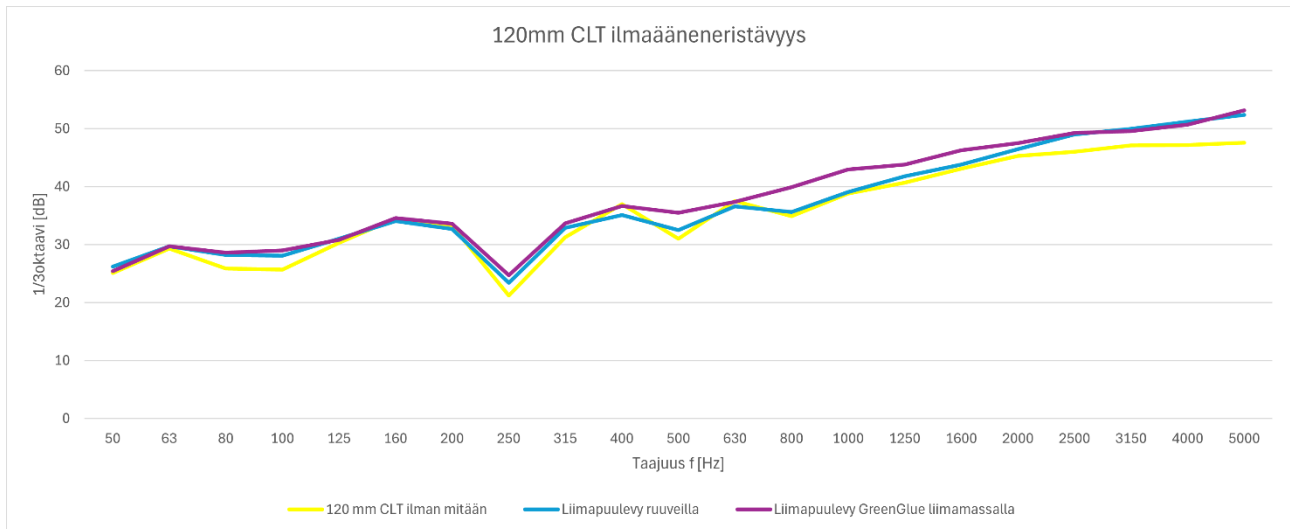
Mittaustulokset ovat kuvattu alla olevissa kuvaajissa 1-3. Kuvaajat osoittavat mittaustulokset taajuuskaistoittain.



Kuvaaja 1. Mittaustulokset.



Kuvaaja 2. Kipsilevytyksen mittaustulokset



Kuvaaja 3. Liimapuulevytyksen mittaustulokset.

Taulukossa 1. on kuvattu mittaustulokset yksiarvolukuina.

Tuote	$R_w$ (dB)	$R_w + C$ (dB)	$R_w + C_{TR}$ (dB)
Mittaus 1.	38	36	33
Mittaus 2.	38	37	34
Mittaus 3.	41	39	36
Mittaus 4.	38	37	35
Mittaus 5.	40	39	36

Taulukko 1. Yksiarvoluvut