

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

Reunaliimattujen ja reunaliimaamattomien CLT- elementtien akustiikkamittaus



Julkaisusarja Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisu C: Raportteja, 163

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 978-952-275-458-5

ISSN 2323-6914

Karelia-ammattikorkeakoulu 2025

Sisällys

Johdanto.....	4
1 Tutkimuksen toteutus	5
1.1 Testikappaleet.....	6
1.2 Testausaukon rakentaminen	7
2 Tulokset.....	9

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 ensimmäinen.

Joensuussa 14.5.2025

Sirpa Kolari, koulutuspäällikkö, Karelia-ammattikorkeakoulu

Ville Mertanen, laboratorion laatuvaikuttaja, 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 ilmaääneneristävyden 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 testikappaleita 1 ja 2. Tutkimuksen tarkoituksena oli määrittää CLT-testikappaleista ilmaääneneristävyys ja vertailla reunaliimaamattoman sekä reunaliimatun CLT-testikappaleiden ilmaääneneristävyyttä.

Testikappale 2 on reunaliimattu, joka tarkoittaa sitä, että levyn pintalamellit ovat liimattu myös syrjästä. Tämä tekniikka vähentää pinnalla näkyvien saumojen määrää. Reunaliimaus ei kuitenkaan estä puun normaalia elämistä ja pintaan voi tulla pieniä halkeamia, jotka kuuluvat materiaalin luonteeseen.

Testikappale 1 on reunaliimaamaton, joka tarkoittaa, että pinnalla näkyvät lamellien saumat ovat selkeästi havaittavissa.

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. Mittauksissa käytettiin liikutettavaa kaiutinta ja liikutettavaa mikrofonia.

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.

1.1 Testikappaleet

Testiasetelmat:

- Mittaus 1. Reunaliimattu CLT-levy
- Mittaus 2. Reunaliimaamaton CLT-levy



Kuva 1. Testikappale 2.



Kuva 2. Testikappale 1.

Kuvassa 1 testikappale 2 on kuvattu lähettävästä tilasta. Kuvassa 2 testikappale 1 on kuvattu vastaanottavasta tilasta.



Kuva 3. Reunaliimattu CLT-levy



Kuva 4. Reunaliimaamaton CLT-levy

Kuvassa 3 näkyy reunaliimattu CLT-levy ja kuvassa 4 on reunaliimaamaton CLT-levy. Reunaliimaamattoman CLT-levyn halkeamaleveydet on kuvattu tuloksissa.

1.2 Testausaukon rakentaminen

Alkuperäinen testausaukko on kooltaan 2100 mm x 1550 mm x 460 mm (kuva 6). Testikappaleiden koot olivat 1490 mm x 700 mm x 100 mm, joten testausaukkoon piti tehdä runkorakenne, jotta levyt saataisiin asennettua tiiviisti aukkoon (kuva 7).



Kuva 6. Alkuperäinen testausaukko



Kuva 7. Testausaukkoon tehty runkorakenne.



Kuva 8. Testausaukko



Kuva 9. Testausaukko

Kuvissa 8 ja 9 on testausaukon rungon rakennusvaiheita. Kaksinkertainen kipsilevytyks peittää kivivillat. Syvennys oli vastaanottavaan tilaan päin (kuva 8).

Rungon aukot eristettiin kauttaaltaan kivivillalla ja peitettiin kahdella kerroksella kipsilevyä. Lähettävälle puolelle laitettiin vielä teräslevyt samaan tasoon kipsilevyjen kanssa (kuva 9).

2 Tulokset

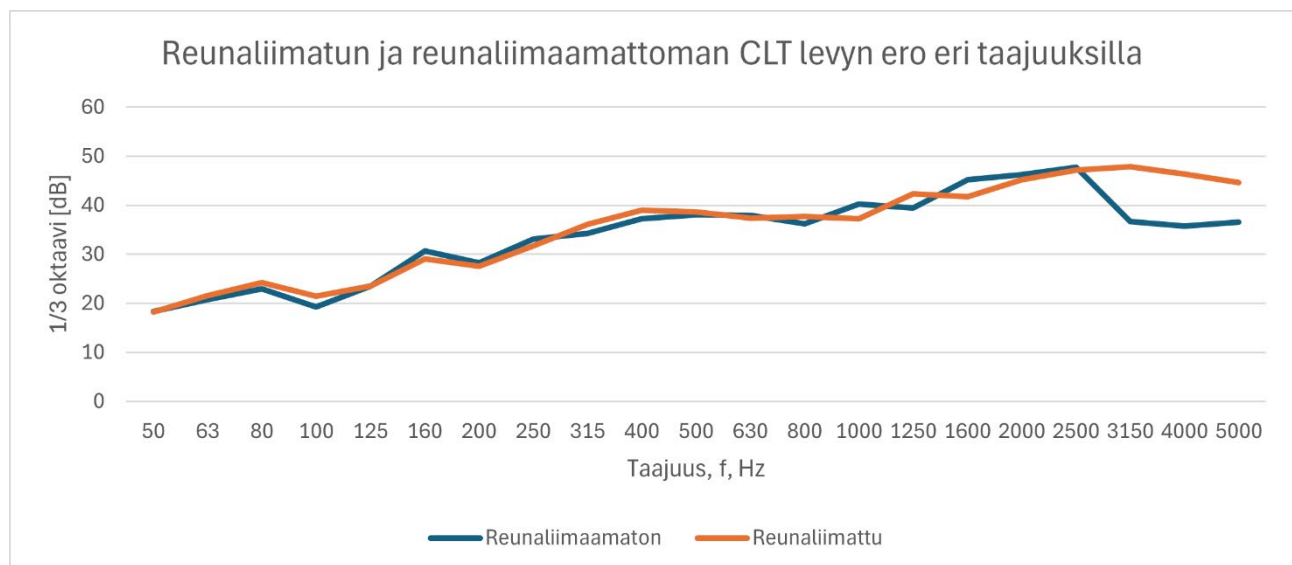
Reunaliimaamattomassa CLT-levyssä oli selviä halkeamia, joten levystä mitattiin raot ääntä lähettävältä, sekä vastaanottavalta puolelta erikseen. Molemmista levyistä mitattiin kosteus myös puunkosteusmittarilla levyjen lappeilta ja syrjiltä. Mittauksista huomattiin, että reunaliimaamaton levy oli pintakosteudeltaan hieman kuivempaa.

11.3.2025

Testikappale 1. Reunaliimaamaton CLT-Levy		
1490x700x100mm	Halkeamalevydet	
Lähettävä puoli	Vastaanottava puoli	Pintakosteus
2,48 mm	1,3 mm	6,7 % - 7,4 %
1,55 mm	0,8 mm	
1,6 mm		
1 mm		
1,2 mm		
Testikappale 2. Reunaliimattu CLT-levy		
Pintakosteus		
7,3 % - 10,5 %		

Taulukko 1. Halkeamaleveydet.

Mittaustulokset ovat kuvattu alla olevassa kaaviossa 1. Kaavio osoittavaa mittaustulokset taajuuskaistoittain.



Kaavio 1. Mittaustulokset

Taulukossa 2. on kuvattu mittaustulokset yksiarvolukuina.

Tuote	R_w (dB)	$R_w + C$ (dB)	$R_w + C_{TR}$ (dB)
Mittaus 1. Reunaliimattu CLT-levy	39	38	35
Mittaus 2. Reunaliimaamaton CLT-levy	40	39	35

Taulukko 2. Ilmääneneristävyyden mittaustulokset