



ECOSAFE 2 Akustiikka

Jesse Lietzén

ECOSAFE ja ECOSAFE 2 -hankkeiden loppuseminaari
2.6.2023

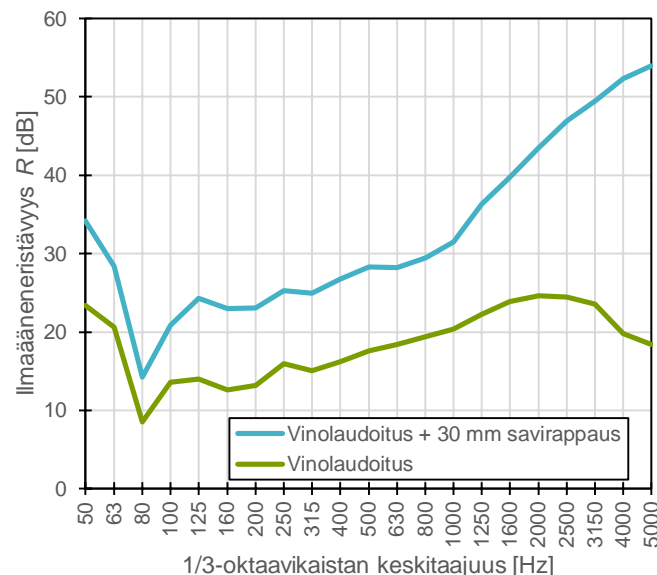
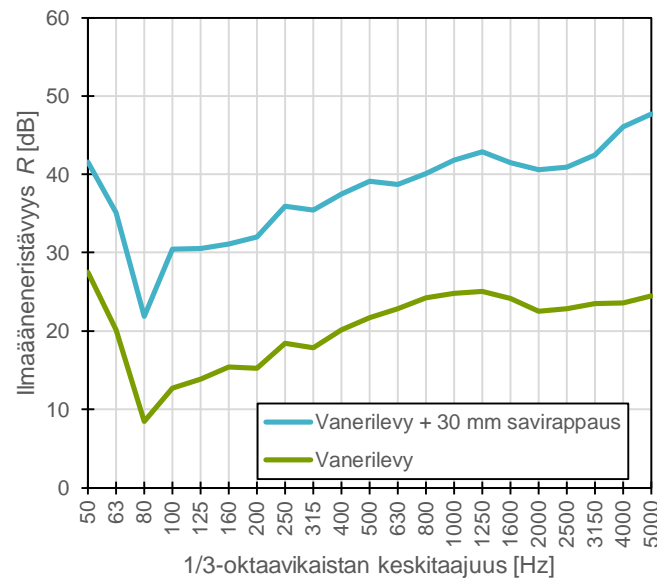
Esityksen sisältö

- Akustiset mittaukset (Turku AMK)
 - Savirappauksen vaikutus ääneneristävyyteen
 - Savetetun kutterinlastun akustinen absorptiosuhde
- Ääneneristyslaskenta
 - Valittujen rakenteiden ilmaääneneristyslaskenta (HVS, US, YP)
 - Laskennassa sovellettu mittaustuloksia
- Johtopäätökset

Ääneneristysmittaukset (Turku AMK)

- Ilmaääneneristävyden määrittäminen ISO 10140-2 mukaan laboratoriossa
- Mitatut rakenteet (koko 1205x2095 mm²):
 - Vanerilevy 16 mm
 - Savirapattu vanerilevy
 - Vinolaudoitus 21 mm
 - Savirapattu vinolaudoitus
- Tulokset:

Rakenne	R_w
Vanerilevy (ref.)	23 dB
Vinolaudoitus (ref.)	21 dB
Vanerilevy + 30 mm savirappaus	41 dB
Vinolaudoitus + 30 mm savirappaus	33 dB

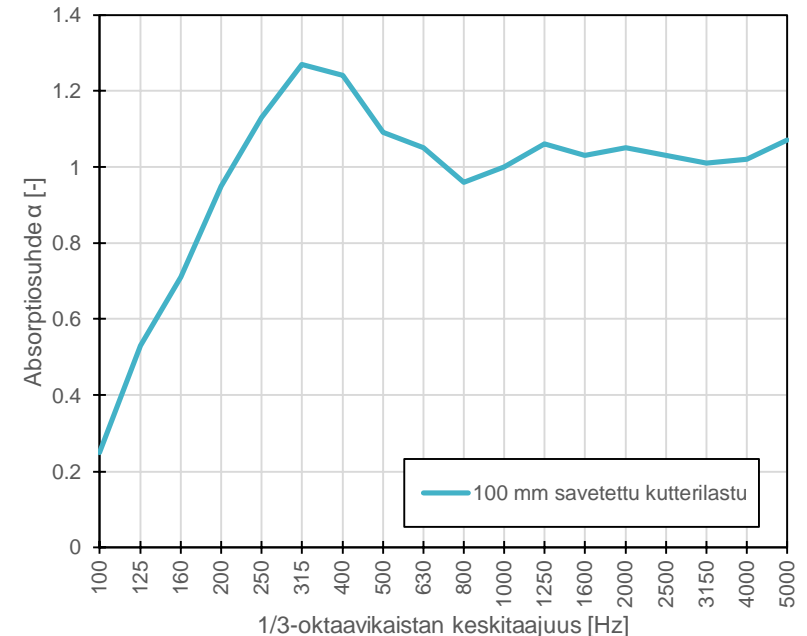


Absorptiomittaukset (Turku AMK)

- Akustisen absorptiosuhteen määrittäminen ISO 354 mukaan laboratoriossa
- Näyte:
 - Savetettu kutterilastueriste 100 mm
 - Näytteen pinta-ala 10,1 m²
- Tulokset:

Rakenne	Absorptiosuhde α_w
100 mm savetettu kutterilastu	1,00

Yli 1,0 absorptiokertoimia ei käytännössä oikeasti esiinny vaan liittyy mittausmenetelmään



Ääneneristyslaskenta

- Ääneneristyslaskennan perusteella tarkasteltiin savirappauksen ja savetetun kutterilastun käyttöä rakennuksen **ulkovaipparakenteissa ja huoneistojen välisissä seinissä**
- Tarkasteltujen rakennetyyppien lkm:
 - 3 kpl HVS
 - 36 kpl US
 - 32 kpl YP
- Käytetty laskentamenetelmä on parametrinen, A-Insinööreillä kehitetty ohjelma

HVS1

- 15 tai 30 mm savirappaus
- 15 mm havuvaneri
- 66 mm puuranka k600, välissä savetettu kutterilastu
- 20 mm ilmapäli, välissä savetettu kutterilastu
- 66 mm puuranka k600, välissä savetettu kutterilastu
- 15 mm havuvaneri
- 15 tai 30 mm savirappaus

HVS2

- 30 mm savirappaus
- 21 mm vinolaudoitus
- 66 mm puuranka k600, välissä savetettu kutterilastu
- 20 mm ilmapäli, välissä savetettu kutterilastu
- 66 mm puuranka k600, välissä savetettu kutterilastu
- 21 mm vinolaudoitus
- 30 mm savirappaus

US1

- 23 mm ulkoverhouslauta
- 25 mm tuuletusväli, koolaus k600
- 25 mm tuulensuojalevy Hunton
- 300 mm pystyranka k600, välissä savetettu kutterilastu 300 mm
- sisäverhoilu (ks. liitteiden laskelmat)

US2

- 23 mm ulkoverhouslauta
- 25 mm tuuletusväli, koolaus k600
- 25 mm tuulensuojajeriste
- 300 mm pystyranka k600, välissä savetettu kutterilastu 300 mm
- sisäverhoilu (ks. liitteiden laskelmat)

US3

- 23 mm ulkoverhouslauta
- 25 mm tuuletusväli, koolaus k600
- 25 mm tuulensuojajeriste
- 300 mm sik-sak pystyranka k600, välissä savetettu kutterilastu 300 mm
 - Pystyrangat kytketty toisiinsa yhteisillä ylä- ja alajuoksulla
- sisäverhoilu (ks. liitteiden laskelmat)

YP1

- 0,5 mm konesaumattu peltikate
- 50 mm korokepuut ja ruoteet
- 25 mm Hunton Sarket -alusKate
- väh. 800 mm kantava ristikkorakenne k900, välissä savetettu kutterilastu 600 mm
- sisäverhoilu (ks. liitteen laskelmat)

YP2

- 0,5 mm konesaumattu peltikate
- 100 mm tuuletettu ilmapäli, korokepuut ja ruoteet
- 25 mm Hunton Sarket -alusKate
- 600 mm kantava palkkirakenne k900, välissä savetettu kutterilastu 600 mm
- sisäverhoilu (ks. liitteen laskelmat)
- Rakennetyypeissä YP1.5 ja YP2.5 on korvattu Hunton Sarket -alusKatelevy peltikatteen alle tehtävällä vanerilevyllä.

YP3

- Kuten YP1, mutta 20 mm tiilikate

YP4

- Kuten YP2, mutta 20 mm tiilikate

YP5

- Kuten YP1, mutta Hunton Sarket -alusKate on korvattu 30 mm XPS-levyllä

Ilmääneneristävyyden parametrinen mallinnusohjelma RAIMO

Haaste

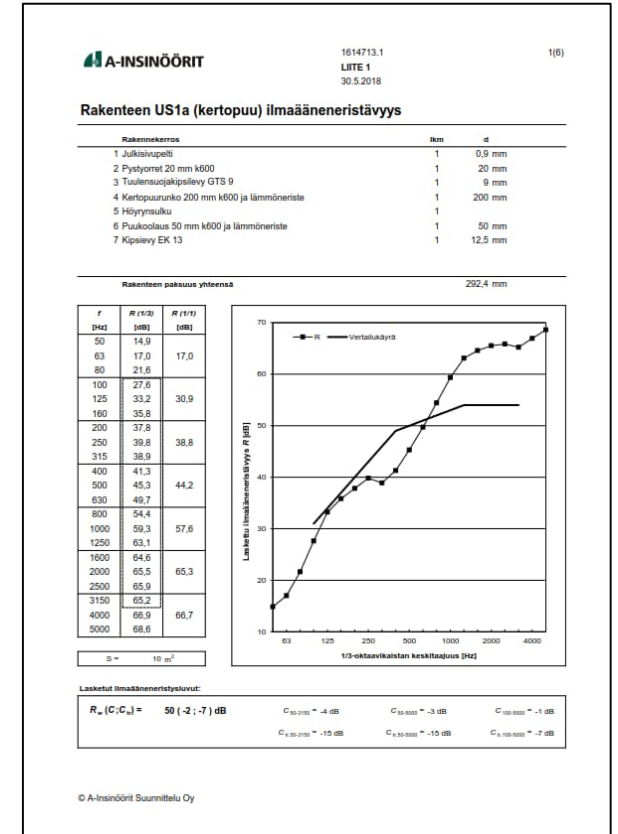
- Rakennusosien ilmääneneristävyyden laskentaan on olemassa kaupallisia ohjelmistoja, mutta niiden taustalla olevaa teoriapohjaa ei ole julkaistu eikä niiden tarkkuudesta ole tietoa
- Rakennushankkeiden akustiikkasuunnittelussa tarvitaan nopea ja luotettava työkalu rakennusosien ilmääneneristävyyksien laskennallisiin tarkasteluihin

Ratkaisu

- A-Insinöörien akustiikkasuunnitteluyksikkö on kehittänyt laajaan kirjallisuustutkimukseen perustuen parametrinen laskentamallin rakennusosien ääneneristävyyksien laskentaan
- Laskentamallin tarkkuus on validoitu vertaamalla laskentatuloksia laboratoriomittaustuloksiin (Jani Riitakankaan insinööriytyö)

Tulos

- A-Insinöörien käytössä on työkalu, jonka ominaisuudet, tarkkuus ja käyttömahdollisuudet tunnetaan tarkkaan
- Työkalulla voidaan nopeasti simuloida erilaisten rakennusosien ääneneristävyyttä ja esittää tilaajalle vaihtoehtoisia ratkaisuja
- Työkalua käytetään suunnittelussa, tuotekehityksessä ja koulutuksessa



Lisätietoja hankkeesta:

Mikko Kylliäinen

Akustiikkasuunnittelun yksikönjohtaja

A-Insinöörit Suunnittelu Oy

mikko.kylliainen@ains.fi

Ville Kovalainen

Akustiikkasuunnittelun asiantuntija

A-Insinöörit Suunnittelu Oy

ville.kovalainen@ains.fi

Määräykset ja ohjearvot

- **Huoneistojen välinen ilmaääneneristävyys**

- *Ympäristöministeriön asetuksen rakennuksen ääniympäristöstä 796/2017 mukaan pienin sallittu standardoitu äänitasoeroluku $D_{nT,w}$ asuntojen välillä on 55 dB*

- **Ulkovaipparakenteiden ilmaääneneristävyys**

- Rakennuksen ulkovaipan ääneneristävyysvaatimus esitetään äänitasoerovaatimuksena $\Delta L_{A,vaad}$
- Asemakaavassa annettu vaatimus tarkoittaa rakennuksen julkisivuun kohdistuvan ja sisällä sallittavan äänitason erotusta
- Sisällä sallitut äänitasot on esitetty *valtioneuvoston päätöksessä 993/1992* melutason ohjearvoista
- **Tyypillisesti äänitasoerovaatimus liikennemelua vastaan on 30–35 dB**
- Ulkovaipparakenteiden ääneneristävyys ilmoitetaan pääsääntöisesti ilmaääneneristyslukuna $R_w + C_{tr}$, joka ei ole sama kuin ulkovaipalta vaadittava äänitasoero $\Delta L_{A,vaad}$
 - Ääni siirtyy ulkoa sisään rakennuksen ulkovaipan kaikkien rakennusosien kautta

Ääneneristyslaskenta

Huoneistojen välisten seinien R_w [dB]

Perusrakenteet:

HVS1.1

- 15 mm savirappaus
- 15 mm havuvaneri
- 66 mm puuranka k600, välissä savetettu kutterilastu
- 20 mm ilmaväli, välissä savetettu kutterilastu
- 66 mm puuranka k600, välissä savetettu kutterilastu
- 15 mm havuvaneri
- 15 mm savirappaus

HVS1.2

- 30 mm savirappaus
- 15 mm havuvaneri
- 66 mm puuranka k600, välissä savetettu kutterilastu
- 20 mm ilmaväli, välissä savetettu kutterilastu
- 66 mm puuranka k600, välissä savetettu kutterilastu
- 15 mm havuvaneri
- 30 mm savirappaus

HVS2

- 30 mm savirappaus
- 21 mm vinolaudoitus
- 66 mm puuranka k600, välissä savetettu kutterilastu
- 20 mm ilmaväli, välissä savetettu kutterilastu
- 66 mm puuranka k600, välissä savetettu kutterilastu
- 21 mm vinolaudoitus
- 30 mm savirappaus

Rakennetyyppi	R_w	$R_w + C$	$R_w + C_{tr}$
HVS1.1	71 dB	66 dB	59 dB
HVS1.2	80 dB	76 dB	69 dB
HVS2.1	62 dB	60 dB	53 dB

Rakenteet soveltuvat
ääneneristyksen puolesta
erinomaisesti huoneistojen
välisiksi seiniksi.

Ääneneristyslaskenta

Ulkoseinien ilmaääneneristysluvut

$R_w + C_{tr}$ [dB]

Perusrakenteet:

US1

- 23 mm ulkoverhouslauta
- 25 mm tuuletusväli, koolaus k600
- 25 mm tuulensuojalevy Hunton
- 300 mm pystyranka k600, välissä savetettu kutterilastu 300 mm
- sisäverhoilu

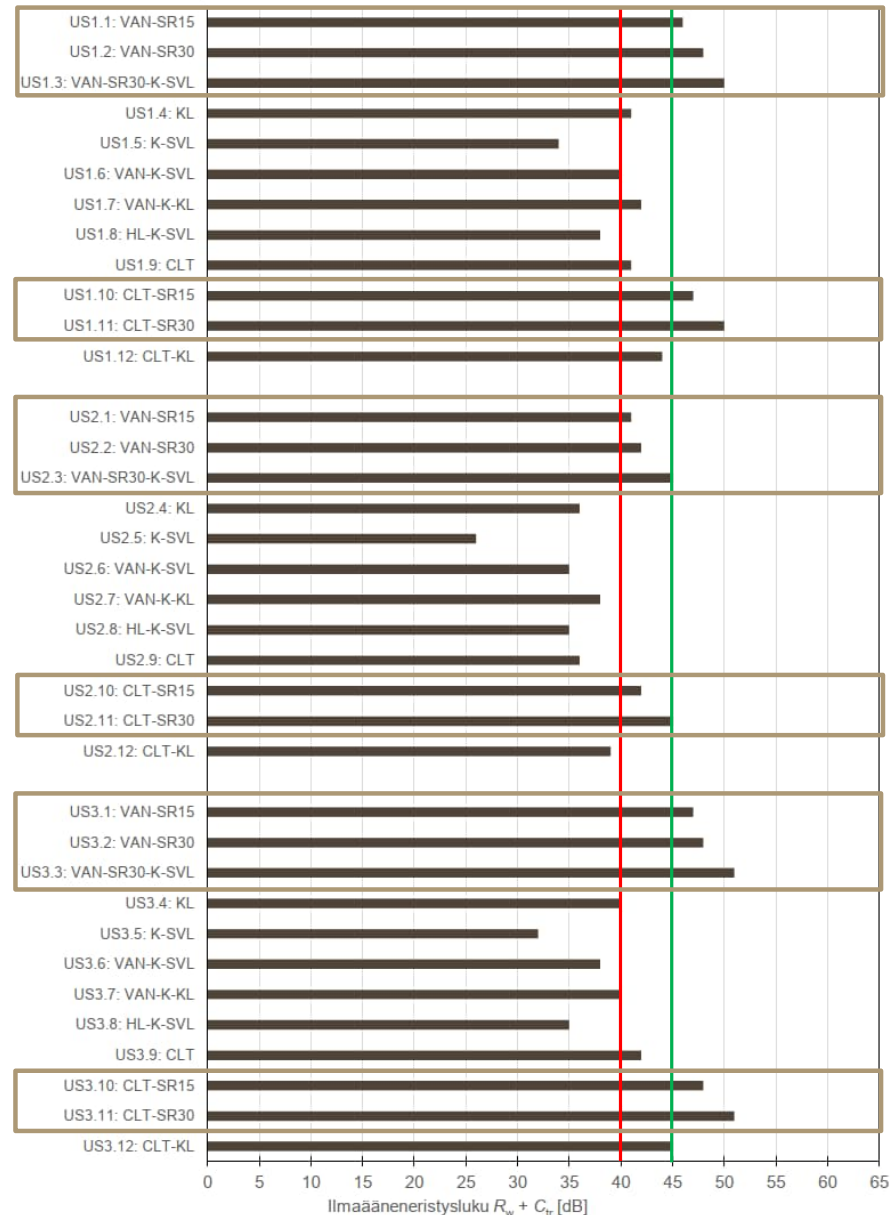
US2

- 23 mm ulkoverhouslauta
- 25 mm tuuletusväli, koolaus k600
- 25 mm tuulensuojaeriste
- 300 mm pystyranka k600, välissä savetettu kutterilastu 300 mm
- sisäverhoilu

US3

- 23 mm ulkoverhouslauta
- 25 mm tuuletusväli, koolaus k600
- 25 mm tuulensuojaeriste
- 300 mm sik-sak pystyranka k600, välissä savetettu kutterilastu 300 mm
 - Pystyrangat kytketty toisiinsa yhteisillä ylä- ja alajuoksulla
- sisäverhoilu

-	K = Koolaus
-	SVL = Sisäverhouslauta 14 mm
-	VAN = Vaneri 15 mm
-	SR15/30 = Savirappaus 15 mm tai 30 mm
-	CLT = 120 mm ristinlaminoitu massiivipuulevy
-	KL = Kipsilevy 13 mm
-	HL = Huokoinen puukuutulevy (Tuulileijona) 12 mm



Ääneneristyslaskenta

Yläpohjien ilmaääneneristysluvut

$R_w + C_{tr}$ [dB]

Perusrakenteet:

YP1

- 0,5 mm konesaumattu peltikate
- 50 mm korokepuut ja ruoteet
- 25 mm Hunton Sarket -alusgate
- väh. 800 mm kantava ristikkorakenne k900, välissä savetettu kutterilastu 600 mm
- sisäverhoilu

YP2

- 0,5 mm konesaumattu peltikate
- 100 mm tuuletettu ilmaväli, korokepuut ja ruoteet
- 25 mm Hunton Sarket -alusgate
- 600 mm kantava palkkirakenne k900, välissä savetettu kutterilastu 600 mm
- Sisäverhoilu

Rakennetyypeissä YP1.5 ja YP2.5 on korvattu Hunton Sarket -alusgatelevy peltikatteen alle tehtävällä vanerilevyllä.

YP3

- Kuten YP1, mutta 20 mm tiilikate

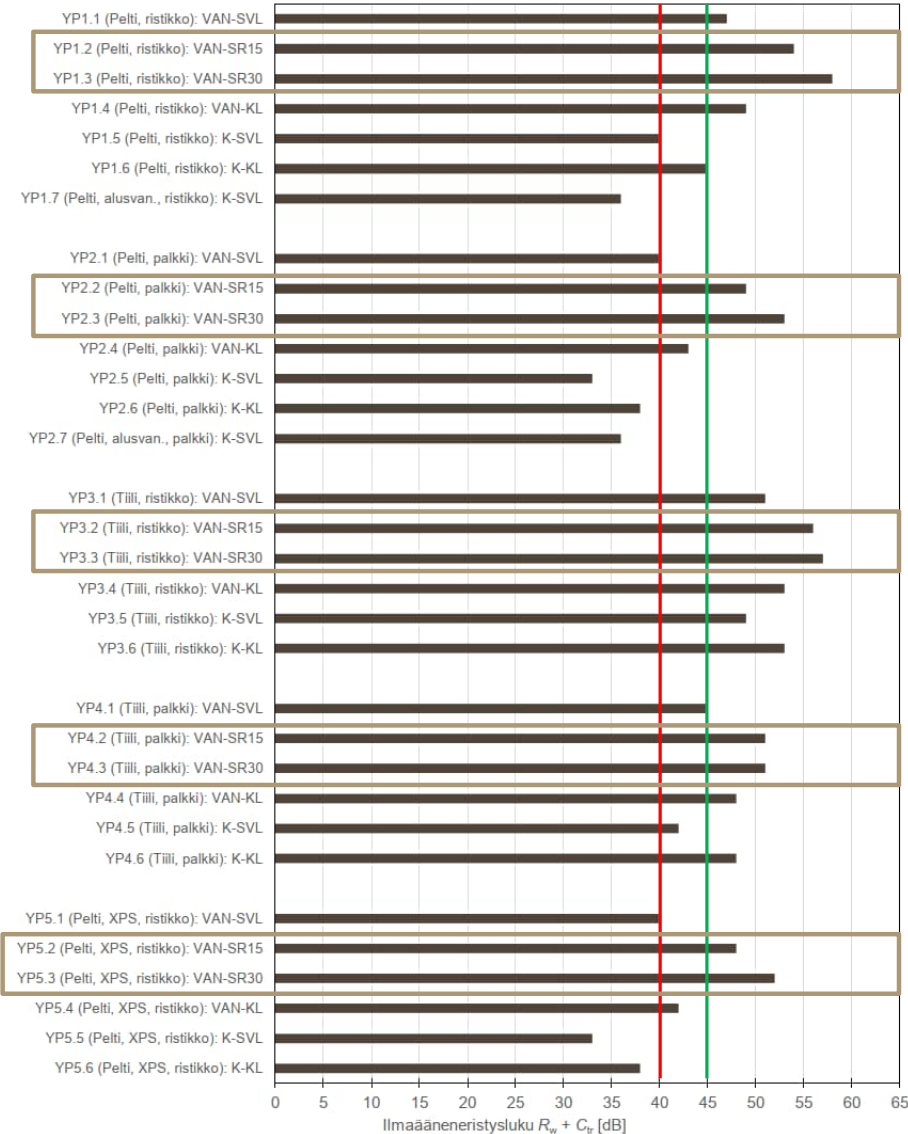
YP4

- Kuten YP2, mutta 20 mm tiilikate

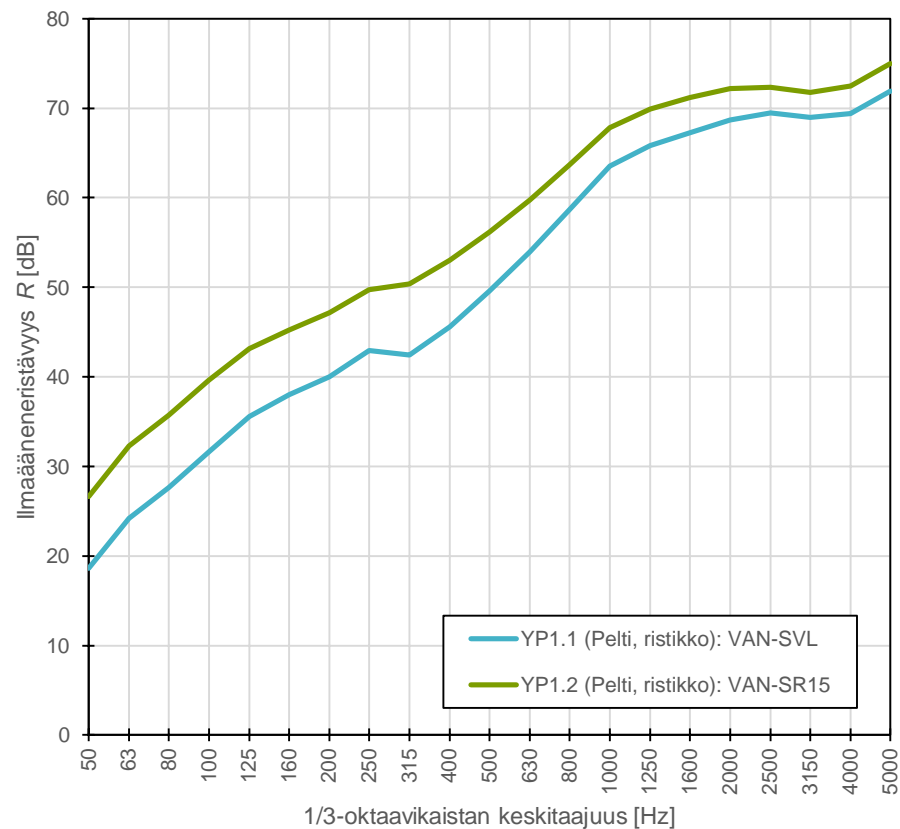
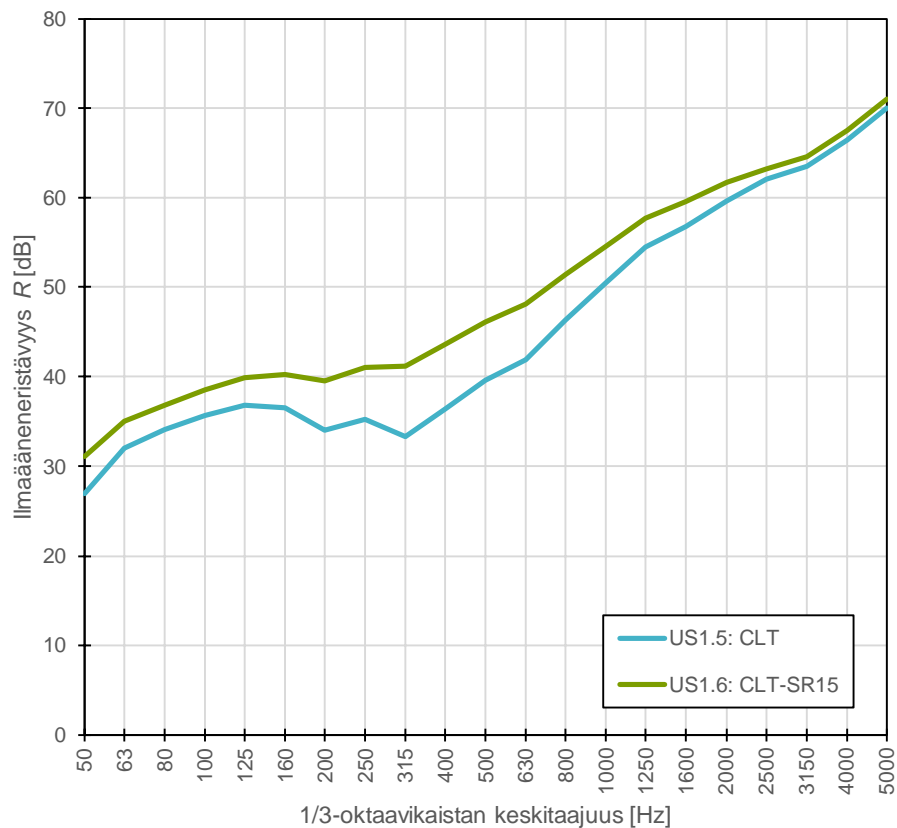
YP5

- Kuten YP1, mutta Hunton Sarket -alusgate on korvattu 30 mm XPS-levyllä

-	K = Koolaus
-	SVL = Sisäverhouslautu 14 mm
-	VAN = Vaneri 15 mm
-	SR15/30 = Savirappaus 15 mm tai 30 mm
-	CLT = 120 mm ristinlaminoitu massiivipuulevy
-	KL = Kipsilevy 13 mm
-	HL = Huokoinen puukuitulevy (Tuulileijona) 12 mm

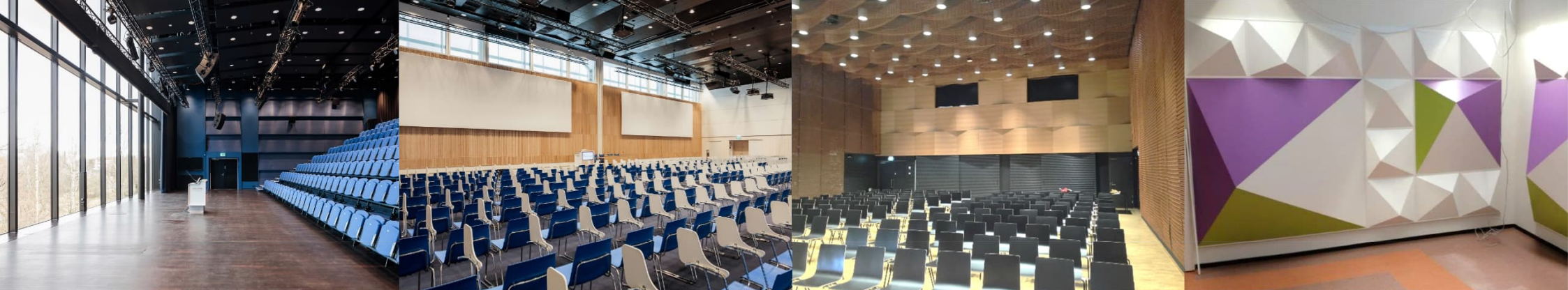


Esimerkki savirappauksen vaikutuksesta ilmaääneneristävyyteen



Johtopäätökset

- Savirappauksella ääneneristyksen kannalta potentiaalia
 - Huoneistojen välisten seinien ääneneristävyys erinomainen
 - Ulkoseinä- ja yläpohjarakenteet pääosin soveltuvat melualueille
- Savetettu kutterilastu hyvin ääntä absorboivaa, soveltuu akustiikan näkökulmasta erinomaisesti äänenvaimennukseen rakenteissa
- Sik-sak -runko parantaa ulkoseinien ääneneristävyttä



A-INSINÖÖRIT

Jesse Lietzén, jesse.lietzen@ains.fi 040 672 5121

