

ILMAÄNENERISTYSLUKU SEKÄ STANDARDISOITU JA NORMALISOITU ÄÄNITASOEROLUKU HUONEISTOJEN VÄLISEN ILMAÄNENERISTÄVYYDEN KUVAAJINA

Mikko Kylliäinen¹, Joose Takala¹, Valtteri Hongisto²

¹ Tampereen teknillinen yliopisto
Rakennustekniikan laitos
PL 600
33101 TAMPERE
mikko.kylliainen@tut.fi

² Työterveyslaitos
Sisäympäristölaboratorio
Lemminkäisenkatu 14–18 B
20520 TURKU
valtteri.hongisto@ttl.fi

Tiivistelmä

Ilmaääneneristävyyden arviointi rakennuksessa ilmaääneneristysluvulla R'_w , standardisoidulla äänitasoeroluvulla $D_{nT,w}$ ja normalisoidulla äänitasoeroluvulla $D_{n,w}$ johtaa erilaiseen tulkintaan tilojen välisestä ääneneristävyydestä. Eri mittalukujen väliset erot eivät kuitenkaan todista mitään siitä, mikä mittaluku kuvaa äänen siirtymistä kahden tilan välillä tarkimmin. Kenttämittauksissa mitattujen tasoerojen D perusteella laskettiin vastaanottohuoneeseen syntyvä keskiäänitaso $L_{A,eq}$ lähetyshuoneessa vallitsevista erilaisista asumismeluspektreistä. 0,5 s jälkikaiunta-aikaan standardisoidut äänitasoeroluvut johtivat parhaaseen korrelaation mittalukujen ja lähetyshuoneesta vastaanottohuoneisiin välittyneiden äänitasojen kanssa. Siten Suomessakin on suositeltavaa siirtyä käyttämään ilmaääneneristävyyden mittalukuna standardisoitua äänitasoerolukua $D_{nT,w}$ ilmaääneneristysluvun R'_w sijasta.

1 JOHDANTO

Standardi ISO 717-1 määrittelee huoneiden välisen ilmaääneneristävyyden arvioimista varten kolme vaihtoehtoista mittalukua: ilmaääneneristysluvun R'_w , normalisoidun äänitasoeroluvun $D_{n,w}$ ja standardisoidun äänitasoeroluvun $D_{nT,w}$ [1]. Mittaluvuista R'_w pyrkii kuvaamaan äänitehon siirtymistä tilasta toiseen. Kaksi muuta mittalukua kuvaavat äänenpainetasojen erotuksia huoneiden välillä. Käytettäessä mittalukua $D_{n,w}$ äänitasoerot normalisoidaan 10 m^2 vertailuabsorptioalaan ja mittalukua $D_{nT,w}$ käytettäessä äänitasoerot standardisoidaan 0,5 s vertailujälkikaiunta-aikaan.

Ilmaääneneristävyyden R mittausten menetelmä kehitettiin alkujaan laboratoriomittauksiin [2–3], mutta myöhemmin menetelmä otettiin käyttöön myös kenttämittauksissa, jolloin ilmaääneneristävyyden merkintä on R' [4]. Laboratoriossa olosuhteet ovat aina samanlaiset ja äänitehon voidaan olettaa siirtyvän vain tutkittavan rakenteen kautta. Rakennuksessa mittaustulokseen vaikuttavat kuitenkin muun muassa lähetys- ja vastaanottohuoneiden tilavuudet sekä kaikki äänen kulkureitit tilasta toiseen.

Jo pitkään on tiedetty, että tilojen välisen ilmääneneristävyuden arviointi mittaluvuilla R'_w , $D_{n,w}$ ja $D_{nT,w}$ johtaa erilaiseen tulkintaan saavutetusta ääneneristävyydestä, erityisesti vastaanottohuoneen tilavuuden kasvaessa [5–7]. Samaa asiaa on pohdittu myös melko tuoreissa selvityksissä [8–9].

Mittalukujen tuottama erilainen tulkinta tilojen välisestä ääneneristävyydestä ei osoita mitään siitä, mikä mittaluku kuvaa tilojen välistä ääneneristävyyttä tarkimmin. Ratkaiseva ilmiö on erilaisten asumismelun lähteiden tuottamien äänten siirtyminen tilasta toiseen. Mittaluvun tulee siten vastata lähetyshuoneesta vastaanottohuoneeseen siirtyneen asumismelun äänitasoa mahdollisimman hyvin. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, mikä mittaluku korreloi parhaiten erilaisten asumismelujen vastaanottohuoneeseen tuottamien äänitasojen kanssa.

2 AINEISTON KERUU

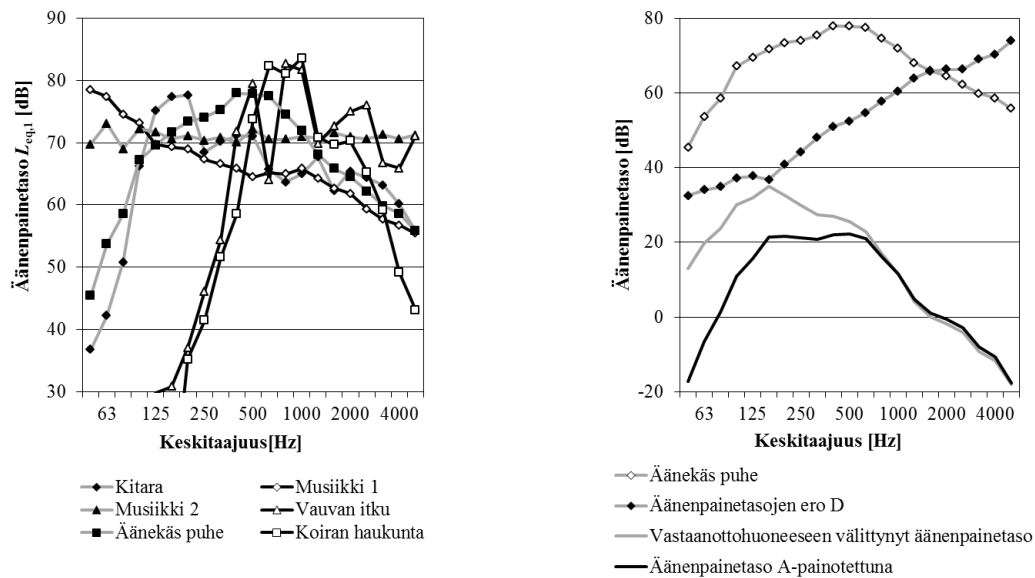
Ilmääneneristävyuden mittaluvut perustuvat vastaanottohuoneessa vallitsevan äänenpainetason L_1 ja vastaanottohuoneeseen välittyneen äänenpainetason L_2 erotukseen D . Lisäksi mitataan vastaanottohuoneen jälkikaiunta-aika T , josta huoneen tilavuuden avulla voidaan laskea absorptioala A . Jos lähetyshuoneen mitatut äänenpainetasot korvataan jollakin äänispektrillä, äänenpainetasojen erotuksen D avulla voidaan laskea, mikä on kyseisen äänispektrin aiheuttama äänenpainetaso L_2 vastaanottohuoneessa. Kolmannesoktaavikaistaisista mittaustuloksista voidaan edelleen määrittää asumismelun vastaanottohuoneeseen synnyttämä keskiäänitaso $L_{A,eq}$. Lähetyshuoneen asumismeluna käytettiin Työterveyslaitoksen mittaamia äänispektrejä, joita oli kuusi [10]. Kuvassa 1 on esitetty käytetyt äänispektrit ja esimerkki vastaanottohuoneen äänitason laskennasta.

Tarvittava mittaussaineisto kerättiin ääneneristysmittauksia tekevän yrityksen [11] mittaustiedostoista, joihin Tampereen teknillinen yliopisto osti pääsyn ja laati mittaustiedostojen pohjalta tietokannan. Tietokanta sisältää ilmääneneristävyuden mittaustuloksia sadasta vuosina 1885–2013 valmistuneesta asuinkerrostalosta. Näistä tuloksista laskettiin taulukossa 1 esitetyt ilmääneneristävyuden mittaluvut.

Taulukossa 1 esitettyjen mittalukujen ja vastaanottohuoneeseen välittyneen asumismelun keskiäänitason $L_{A,eq}$ välinen korrelaatio R^2 määritettiin Pearsonin lineaarisella korrelaatioanalyysillä.

Taulukko 1. *Tarkastellut ilmääneneristävyuden mittaluvut.*

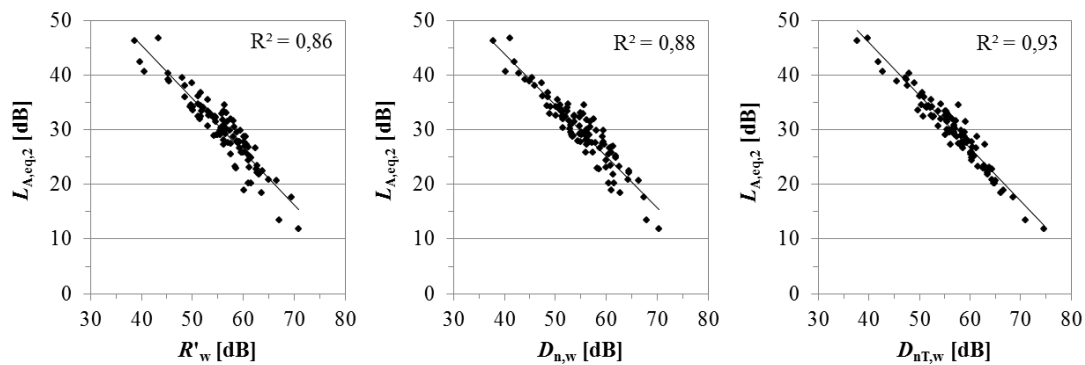
Ilmääneneristysluvut	Normalisoidut äänitasoeroluvut	Standardisoidut äänitasoeroluvut
R'_w	$D_{n,w}$	$D_{nT,w}$
R'_w+C	$D_{n,w}+C$	$D_{nT,w}+C$
$R'_w+C_{100-5000}$	$D_{n,w}+C_{100-5000}$	$D_{nT,w}+C_{100-5000}$
$R'_w+C_{50-3150}$	$D_{n,w}+C_{50-3150}$	$D_{nT,w}+C_{50-3150}$
$R'_w+C_{50-5000}$	$D_{n,w}+C_{50-5000}$	$D_{nT,w}+C_{50-5000}$
R'_w+C_{tr}	$D_{n,w}+C_{tr}$	$D_{nT,w}+C_{tr}$
$R'_w+C_{tr,100-5000}$	$D_{n,w}+C_{tr,100-5000}$	$D_{nT,w}+C_{tr,100-5000}$
$R'_w+C_{tr,50-3150}$	$D_{n,w}+C_{tr,50-3150}$	$D_{nT,w}+C_{tr,50-3150}$
$R'_w+C_{tr,50-5000}$	$D_{n,w}+C_{tr,50-5000}$	$D_{nT,w}+C_{tr,50-5000}$



Kuva 1. Asumismelun äänispektrit (vas.) ja äänenpainetasojen laskenta (oik.).

3 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Kuvassa 2 on esitetty esimerkki mittalukujen ja lähetysruoneen asumismelun vastaanottohuoneeseen aiheuttamien äänitasojen korrelaatioista. Taulukossa 2 on esitetty kuuden asumismeluspektrin korrelaatioiden keskiarvot eri mittalukujen kanssa.



Kuva 2. Kolmen ilmasteneristävyyden mittaluvun ja äänekkäästä puheesta lähetysruoneesta vastaanottohuoneeseen välittyneen äänitason korrelaatio.

Taulukko 2. Kuuden asumismelun ja eri mittalukujen välisten korrelaatioiden keskiarvot.

Mittaluku	R^2	Mittaluku	R^2	Mittaluku	R^2
R'_w	0,77	$D_{n,w}$	0,78	$D_{nT,w}$	0,83
R'_w+C	0,78	$D_{n,w}+C$	0,79	$D_{nT,w}+C$	0,84
$R'_w+C_{100-5000}$	0,77	$D_{n,w}+C_{100-5000}$	0,78	$D_{nT,w}+C_{100-5000}$	0,84
$R'_w+C_{50-3150}$	0,78	$D_{n,w}+C_{50-3150}$	0,80	$D_{nT,w}+C_{50-3150}$	0,86
$R'_w+C_{50-5000}$	0,78	$D_{n,w}+C_{50-5000}$	0,79	$D_{nT,w}+C_{50-5000}$	0,86
R'_w+C_{tr}	0,73	$D_{n,w}+C_{tr}$	0,75	$D_{nT,w}+C_{tr}$	0,82
$R'_w+C_{tr,100-5000}$	0,73	$D_{n,w}+C_{tr,100-5000}$	0,75	$D_{nT,w}+C_{tr,100-5000}$	0,82
$R'_w+C_{tr,50-3150}$	0,58	$D_{n,w}+C_{tr,50-3150}$	0,59	$D_{nT,w}+C_{tr,50-3150}$	0,70
$R'_w+C_{tr,50-5000}$	0,58	$D_{n,w}+C_{tr,50-5000}$	0,59	$D_{nT,w}+C_{tr,50-5000}$	0,70

Tulokset osoittavat, että 0,5 s jälkikaiunta-aikaan standardisoidut äänitasoeroluvut johtavat kaikissa tapauksissa parhaaseen korrelaation mittalukujen ja lähetyshuoneesta vastaanottohuoneisiin välittyneiden äänitasojen kanssa. Tulos on johdonmukainen ajatellen sitä, että aiemmin on osoitettu, että suomalaisten asuinhuoneiden jälkikaiunta-aika on tyypillisesti 0,5 s, mutta absorptioala ei ole tyypillisesti 10 m² vaan 20 m² [12].

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että Suomessa on suositeltavaa siirtyä käyttämään ilmaääneneristävyyden mittalukuna standardisoitua äänitasoerolukua ilmaääneneristysluvun sijasta.

KIITOKSET

Tutkimus oli osa Tekesin, ympäristöministeriön ja kahdeksan yrityksen rahoittamaa hanketta ”Ääneneristävyyden käyttäjälähtöinen kehittäminen ÄKK”.

VIITTEET

- [1] ISO 717-1:1996, Acoustics – Rating of sound insulation in buildings and of building elements – Part 1: Airborne sound insulation.
- [2] Buckingham E, Theory and interpretation of experiments on the transmission of sound through partition walls, *Scientific Papers of the Bureau of Standards* 20(1925), 193–210.
- [3] Chrisler V L & Snyder W F, Recent sound transmission measurements at the national bureau of standards, *Journal of Research of the National Bureau of Standards* 14(1935), 749–764.
- [4] DIN 52210:1952, Bauakustische Prüfungen – Luftschalldämmung und Trittschallstärke – Bestimmung am Bauwerk und im Laboratorium.
- [5] Gastell A, Schalldämmmessungen in der Praxis und vorschläge zur Normung des Schallschutzes von Wohnungstrennwänden und Decken, *Akustische Zeitschrift* 1(1936), 24–35.
- [6] Mariner T, Critique of the reverberant room method of measuring air-borne sound transmission loss, *Journal of the Acoustical Society of America* 33(1961), 1131–1139.
- [7] Brandt O, European experience with sound-insulation requirements, *Journal of the Acoustical Society of America* 36(1964), 719–724.
- [8] Jagniatinskis A & Fiks B, Application of different descriptors for in situ sound insulation, *Proceedings of the 33rd International Congress on Noise Control Engineering Internoise 2004*, Prague, 22–25 August 2004.
- [9] Helimäki H & Huhtala T, Sound insulation criteria and large dimensions in Finnish dwellings, *Proceedings of the 8th European Conference and Exhibition on Noise Control Euronoise*, Edinburgh, 26–28 October 2009.
- [10] Hongisto V, Oliva D & Keränen J, Subjective and objective rating of airborne sound insulation – Living sounds. *Acta Acustica united with Acustica* 100(2014), 848–863.
- [11] Insinööritoimisto Heikki Helimäki Oy.
- [12] Takala J & Kylliäinen M, Room acoustics and background noise levels in furnished Finnish dwellings, *Proceedings of the 42nd International Congress on Noise Control Engineering Internoise 2013*. Innsbruck, September 15-18, 2013.