

# LÄMPIMÄN ILMANALAN RAKENTAMISEN AKUSTISIA ERITYISPIIRTEITÄ – CASE SINGAPORE

Mikko Mantri Roininen<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Akukon Oy  
Hiomotie 19  
00380 HELSINKI  
mikko.mantriroininen@akukon.com

## Tiivistelmä

Lämmin ilmasto mahdollistaa hyvin erilaisia rakennuksia verrattuna kylmän talven huomiointiin, kun ulkotilaa on mahdollista hyödyntää vuoden ympäri. Suomalaisesta rakentamisesta tutut mukavuuteen ja terveellisyteen tähtäävät akustiikan viranomaisvaatimukset voivat olla eksoottisia trooppisen rakentamisen näkökulmasta. Monissa Kaakkois-Aasian maissa akustiikan huomiointi on tilaajalähtöistä, eikä Singaporen kehittyneemmässäkin ympäristössä viranomainen vaadi montaa asiaa huomioitavaksi. Lähinnä ympäristömeluun liittyvien vaatimusten huomioimisen lisäksi akustikko pääsee luennoimaan akustiikan perusteista projektiryhmille, pohtimaan meluntorjuntaa tiivistämättömille rakenteille, sekä vaatimaan lämmöneristeitä vaimennustarpeisiin. Vaikka suuri osa akustikon työstä on akustiikan ilosanoman levittämistä, kehittyvä markkina mahdollistaa toimintatapojen ja ratkaisujen henkilökohtaista kehittämistä. Rakentamisen monimuotoisuus tuo mukanaan vapauksia akustikolle, joka voi ehdottaa ja kehittää mielikuvituksellisiakin ratkaisuja vahvan mittatilaustyömyönteisyyden mahdollistamana. Osa suunnittelusta jää ansaitusti anekdooteiksi, mutta parhaat ratkaisut löytävät tiensä pienen paikallisen akustikkopiirin tietoon.

## 1 JOHDANTO

Pohjoismaisesta näkökulmasta on mielenkiintoista vertailla tuttua viileän ilmanalan rakentamista eksoottiseen trooppiseen rakentamiseen. Rakentamistapojen eroista johtuu myös erilaisia akustiikkasuunnittelussa huomioitavia asioita. Myös työskentelytavat eroavat monelta osin, mutta siihen ei tässä kirjoituksessa oteta kantaa. Tässä kirjoituksessa nostetaan esiin Singaporen rakentamisen akustisia erityispiirteitä ja erilaisia teknisiä ratkaisuja akustisiin haasteisiin.

## 2 PAIKALLISET VAATIMUKSET

Viranomaisvaatimukset keskittyvät Singaporessa, kuten useissa muissakin Kaakkois-Aasian maissa, ympäristömeluun. Singaporessa vaatimukset tulevat paikalliselta ympäristöviranomaiselta koskien tieliikennemelua [1, 2], LVIS-laitteiden melua [3], rakentamismelua [4] ja teollisuusmelua [5]. Viranomainen myös valvoo vaatimusten noudattamista rakennusprojektin eri vaiheissa, ja rakennuksen käyttöönottolupa voi jäädä kiinni LVIS-laitteiden melutasojen todentamisesta.



© 2021 Mikko Mantri Roininen. Tämä on avoimesti julkaistu teos, joka noudattaa Creative Commons NIMEÄ 4.0 Kansainvälinen –lisenssiä (CC BY 4.0). Teosta saa kopioida, levittää, näyttää ja esittää julkisesti ja siitä saa luoda johdannaisteoksia, kunhan tekijän nimi ja lähde mainitaan asianmukaisesti.

Usein tilaajalla tai käyttäjällä on omia akustisia tavoitearvoja tai suunnitteluohjeita. Käyttäjän omat akustiset tavoitteet voivat perustua globaaliin brändiin (esim. hotellit, suuryritykset), ympäristösertifiointeihin (esim. LEED) tai erityisiin tarpeisiin. Singaporen rakentamisviranomaisella on myös oma ympäristösertifiointijärjestelmä, Green Mark [8], johon sisältyy akustiikan pisteytys.

### 3 YMPÄRISTÖMELUN TORJUNTA

Useimpia rakennusprojekteja Singaporessa koskettavat LVIS-laitteiden melun ja rakentamisen aikaisen melun viranomaisvaatimukset [3]. Tie- ja raideliikenteen melu on otettava huomioon lähinnä asuinrakennusten osalta [1]. Teollisuusmelu aiheuttaa harvemmin ongelmia, koska meluisat tehtaat on sijoitettu erilleen muusta kaupungista.

Varsinkin katoille ja julkisivuille sijoitettavien laitteiden melu voi aiheuttaa haasteita. Suurikokoisten jäähdytystornien pientaajuista melua torjutaan erikoistuulettimilla, äänenvaimentimilla, melusteillä ja vaimentavilla säleikköillä. Pienempien laitteiden, kuten kompressorien, puhaltimien ja pumppujen, osalta on enemmän vapauksia sijoittelun suhteen. Erikoisuuksina on myös ulkotiloihin sijoitettavia tuulettimia ja avokeittiöitä.

Tieliikenteen melun kannalta haasteena on vaatimus siitä, että asuintiloissa on oltava mahdollisuus pitää ikkuna auki ilman liiallista meluhaittaa [1, 7]. Tämän nk. luonnollisen ilmanvaihdon seurauksena meluntorjuntatoimenpiteet rajoittuvat esteisiin ja absorptioon, eikä ikkunasta ole juuri apua. Ratkaisuina on käytetty ikkunan avautumisen rajoittimia, verhoja, ääntä vaimentavia säleikköjä, kaksoisjulkisivuja, parvekkeen melusteitä ja kattoon asennettavaa vaimennusmateriaalia. Maanpäällisen raideliikenteen melua torjutaan myös raiteiden sivuille asennettavilla melusteillä.

Lämmin ilmasto mahdollistaa monien harrastetoimintojen sijoittelun kokonaan tai osittain ulkotilaan. Ahtaassa kaupungissa ne sijoittuvat rakennusrunkoon katolle tai välikerrokseen. Uima-altaiden, tenniskenttien ja kuntosalien ilmaääneltä suojellaan naapureita ja joskus saman talon asukkaitakin. Ratkaisuina käytetään tilasijoittelua ja melusteitä.

### 4 TAUSTAMELUTASO

Rakennusten sisällä taustameluun vaikuttavat enimmäkseen ilmanvaihto ja ulkoa kantautuva melu. Rakennuksen toiminnoista riippuen myös muut LVIS-laitteet voivat olla merkittäviä melunlähteitä.

Jäähdytys hoidetaan yleisesti puhallinkonvektoreilla, jolloin ilmanvaihtokanaviston ja muiden LVIS-laitteiden määrä on suuri. Muita yleisiä ja akustisesti haastavia LVIS-järjestelmiä ovat esimerkiksi uima-altaiden pumppuhuoneet, varasähkögeneraattorit ja savunpoistojärjestelmät. Uima-altaita sijoitetaan usein rakennusten katoille ja välikerrokseen, jolloin myös pumppuhuoneet tulevat lähelle käyttäjiä. Torjuntaratkaisuina käytetään muun muassa runkomelu- ja tärinäeristeitä, melusteitä, vaimentavia säleikköjä, äänenvaimentimia, sisäpuolisesti eristettyjä kanavia ja akustisia säätöpeltejä.

Julkisivurakenteissa on usein avattavia osia luonnollisen ilmanvaihdon vuoksi. Toimitiloissa on avattavia julkisivuosia tulipalon varalta. Ympäristömelun vuoksi on ajoittain tarpeen rakentaa lisä-ääneneristysrakenteita julkisivun sisäpuolelle. Erikoisempia rakennusten ulkovaipparakenteita ovat lasiset julkisivukuoret orgaanisissa muodoissa, akryyliset valurakenteet, jännitetyt kalvorakenteet, sekä viherseinät- ja katot. Usein erikoistuot-

teille ei löydy suoraan ääneneristysarvoja ja akustikko arvioi rakennetta materiaalin ominaisuuksien perusteella.

## 5 HUONEAKUSTIIKKA

Sisustussuunnittelussa akustisia absorptiomateriaaleja käytetään toimitiloissa, esitystiloi-  
loissa ja korkean profiilin hotellikohteissa. Pintamateriaaleja ja kalusteita teetetään tilaus-  
työnä sisustussuunnittelijan ja akustikon toiveiden mukaan. Suurin panostus kohdistetaan  
esitystiloihin, neuvotteluhuoneisiin ja vastaanottoaulatiloihin, joihin suunnittelijoilla on  
laajemmat vapaudet materiaalien suhteen joustavamman budjetin myötä. Tavanomaisia  
akustisia tuotteita käytetään avotoimistotiloissa ja edullisimmat materiaalit jäävät taka-  
huonetiloihin. Koska tilojen ulkonäkö on erityisen tärkeää, saa akustikkokin osallistua  
sisustussuunnitteluun ja ehdottaa mittatilaustuotteitakin tärkeimpiin tiloihin.

## 6 ILMAÄNENERISTYS

Ilmaääneneristys toteutuu yleisesti Singaporessa käytetyillä betonirakenteilla hyvin. Väli-  
seinät ovat yleensä ei-kantavia kipsilevy- ja muurattuja seiniä. Lämmöneristeitä käytetään  
lähinnä ilmastoitujen ja ilmastoimattomien tilojen välillä, sekä ääneneristykseen. Välisei-  
nien ääneneristyksen toteutumisen haasteina on suuri LVIS-läpivientien määrä ja kiinteiden  
ovikynnysten harvinaisuus. Puurakenteita on Singaporessa rakennettu vasta pilotti-  
kohteina ja suojelluissa rakennuksissa.

Lasisten ja kevyiden elementtirakenteisten julkisivurakenteiden haasteina on äänen sivu-  
tiesiirtymä ja kiinnittämisrajoitukset. Akustisia ääneneristysdetaljeja suunnitellaan väli-  
seinien ja välipohjien julkisivuliitoksiin ilman kiinnikkeitä, ja ajoittain on tarpeen raken-  
taa lisä-ääneneristysrakenteita julkisivun sisäpuolelle. Savunpoistojärjestelmien avattavat  
luukut tai ikkunat ovat akustisia haasteita ääneneristyksen kannalta.

## 7 ASKELÄÄNENERISTYS

Ilmaääneneristys on betonilaatalla tavallisesti riittävä, mutta kiviaineisten pintamateriaa-  
lien käyttö yhdistettynä askelääneneristeiden harvinaisuuteen aiheuttaa haasteita akustii-  
kan ja sisustuksen suunnitteluun. Alakattojen yleisyydestä huolimatta niiden ripustami-  
nen joustavasti on lähes ylitsepääsemätön kustannuskynnys. Askeläänieristeitä käytetään  
lähinnä korkean profiilin asunto- ja hotellikohteissa.

## 8 RUNKOMELU JA TÄRINÄ

LVIS-järjestelmien, uima-altaiden, tenniskenttien ja kuntosalien runkomelulta suojellaan  
saman rakennuksen asukkaita. Raideliikenteen runkomeluongelmat ovat harvinaisia  
maaperän tyyppin ansiosta, mutta ongelmien vähäisyys voi myös johtua käyttäjien tottu-  
misesta korkeampaan melutasoon kuin pohjoismaissa. Ratkaisuna käytetään tilasijoitte-  
lua, kelluvia lattiaita ja runkomelueristeitä, sekä LVIS-järjestelmille joustavia ripustimia,  
jousia ja joustoliittimiä.

## 10 LUONNONOLOT

Singaporen sijainti monsuunialueella tarkoittaa säännöllisiä sään ääri-ilmiöitä. Sademäärä  
voi ylittää 100 mm tunnissa ennätyskuukausina. Sateen aiheuttama melu otetaan usein

huomioon kevyiden julkisivu- ja yläpohjarakenteiden vuoksi. Sateen aiheuttamaa melua torjutaan vaimentavilla metallirakenteisiin kiinnitettävillä materiaaleilla, laminoidulla lasilla, erkoispintakäsittelyillä, sekä lippa- ja säleikkörakenteilla.

Myös tuuli voi aiheuttaa melua rakennuksen vaipan pinnassa muodostuvan turbulenssin tai rakennusosien liikumisen takia. Koska tuulimelu riippuu rakenteiden ominaisuuksista ja raoista, se on usein kapeakaistaista ja voi häiritä käyttäjiä. Tuulimelua voidaan tutkia mallintamalla tai tuulitunnelikokeissa, ja sen torjunta voi vaatia muutoksia julkisivurakenteisiin.

## 11 YHTEENVETO

Singaporessa akustiikka on rakentamisessa vielä kehittyvä suunnitteluala. Lämmin ilmanala mahdollistaa ulkotilan monipuolisen hyödyntämisen, mikä aiheuttaa lisähaasteita ympäristömeluntorjuntaan ja ääneneristykseen. Viranomais määräykset eivät vielä juurikaan rajoita ratkaisuja, joten projekteissa voidaan kehittää yleisesti hyväksyttyä vaatimustasoa haluttuun suuntaan.

### VIITTEET

[1] Technical guideline for land traffic noise impact assessment, National Environment Agency, Singapore, 2016.

[2] Environmental protection and management (vehicular emissions) regulations, G.N. No. S 291/1999, Environmental protection and management act, Singapore, 2008.

[3] Technical guideline on boundary noise limits for air conditioning and mechanical ventilation systems in non-industrial buildings, National Environment Agency, Singapore, 2018.

[4] Environmental protection and management (control of noise at construction sites) regulations, G.N. No. S 157/1999, Environmental protection and management act, Singapore, 2008.

[5] Environmental protection and management (boundary noise limits for factory premises) regulations, G.N. No. S 156/1999, Environmental protection and management act, Singapore, 2008.

[6] Ang, L. K. (BCA), Han, Y. H. (URA), Circular to professional institutes: Revision to the balcony bonus gross floor area (GFA) scheme for private non-landed residential developments to promote higher construction productivity, Circular No BCA 104.1.2 / URA/PB/2013/10-DCG, Building and Construction Authority, Urban Redevelopment Authority, Singapore, 2013.

[7] Approved document: Acceptable solutions, Building and Construction Authority, Singapore, 2019.

[8] Green Mark Certification Scheme, Building and Construction Authority, Singapore, URL: <https://www1.bca.gov.sg/buildsg/sustainability/green-mark-certification-scheme/> , Viewed 30.8.2021.