

Markus Kääriäinen
Insinööritoimisto Heikki Helimäki Oy

LÄMMÖNERISTEEN VAIKUTUS ULKOVAIPAN ÄÄNENERISTYKSEEN

Rakennuksen ääniolosuhteet, joista voidaan käyttää nimitystä akustiikka, ovat monen tekijän summa. Asuinrakennuksen ääniolosuhteet muodostuvat naapureista, teknisistä järjestelmistä, porrashuoneesta kuuluvista äänistä sekä ulkoa sisään kantautuvista äänistä kuten liikennemelusta. Melu on ääntä, joka koetaan epämiellyttäväksi tai häiritseväksi. Melu aiheuttaa nukahtamisvaikeuksia ja tutkimusten ihminen stressaantuu myös unenaikaisesta melusta. Saksalaisen tutkimuksen mukaan noin 3 % kuolemaan johtaneista sydäninfarkteista selittyy altistumiselle vähintään 60 desibelin tieliikennemelulle.

Työpaikkojen meluntorjuntaan on viime vuosina kiinnitetty enemmän huomiota. Yleensä itse melua ei poisteta, eikä tilan akustiikkaa paranneta. Sen sijaan työntekijöiden kuulonsuojausta tehostetaan. Kestävemmän kehityksen mukainen ratkaisu olisi melunlähteen poistaminen. Työpaikoilla melu herkästi heikentää työtehoa ja aiheuttaa terveysriskejä.

Puutteelliset ääniolosuhteet aiheuttavat merkittävää haittaa kansanterveydelle ja samalla kansantaloudelle. Kotona vallitsevan melun, kuten liikennemelun vaikutuksia työtehoon ei ole juuri tutkittu, mutta oletettavasti ne ovat samanlaisia kuin työpaikoilla vallitsevan melun vaikutukset.

Rakennukset melualueilla

Ulkoseinärakennusten ääneneristävyydellä on merkitystä melualueilla. Näillä alueilla melu aiheutuu tieliikenteestä, raideliikenteestä, lentoliikenteestä tai jopa näistä kaikista. Melualueet on määritelty kaupunkikohtaisesti yleensä tietokonepohjaisilla melumallinnuksilla. Melumallinnuksissa on mahdollista ottaa huomioon tulevaisuuden yleensä kasvaneet liikennemäärät. Melualueille rakennettaessa merkittävä asumismukavuutta heikentävä tekijä on liikennemelun siirtyminen rakennuksen ulkovaipan kautta sisälle. Potilas- ja majoitushuoneet rinnastetaan asuinhuoneisiin. Opetus-, kokoontumis- ja toimistotiloissa sallitaan hiukan voimakkaampaa liikennemelua. Meluhaittojen ehkäisemiseksi valtioneuvosto on asettanut ohjeavot erilaisten tilojen melutasolle (taulukko1).

Taulukko 1. Valtioneuvoston päätöksen 993/1992 mukaiset melutason ohjeavot erilaisten rakennusten sisätiloissa.

Tila	Päiväohjearvo $L_{A,eq,07-22}$	Yöohjearvo $L_{A,eq,22-07}$
Asuin-, potilas- ja majoitushuoneet	35 dB	30 dB
Opetus- ja kokoontumistilat	35 dB	-
Liike- ja toimistohuoneet	45 dB	-

Rakennuksen ulkovaippaan kohdistuvaan melutasoon vaikuttavat liikennemäärä ja nopeusrajoitus, etäisyys liikenneväylään, melusteet, maastonmuodot ja maaperän kyky vaimentaa ääntä. Ulkovaipan rakennusosilta vaadittava ääneneristyskyky määräytyy siten siihen kohdistuvan melun perusteella, joten yleistä vaatimusta rakennusten ääneneristävyydelle liikennemelua vastaan ei ole mahdollista määrätä. Sen sijaan rakennuksen ulkovaipan ääneneristystä koskevat vaatimukset annetaan asemakaavassa kaavamääräyksinä.

Uudisrakennuksissa ulkovaipan ääneneristävyyden toteutumista valvotaan tavallisesti suunnitelmien perusteella. Yleensä rakennusvalvonta vaatii laskennallisen selvityksen rakennuksen ulkovaipan ääneneristävyydestä. Rakennuksen sisätilaan muodostuva melutaso riippuu rakennuksen ulkovaipan kaikkien rakennusosien, kuten ulkoseinä- ja yläpohjarakenteiden, ikkunoiden, ovien sekä korvausilmaventtiilien kyvystä eristää ääntä. Ulkovaipan ääneneristävyys voidaan todeta myös akustisin mittauksin. Kun ulkovaipan ääneneristävyydelle on asetettu kaavassa vaatimus mitataan yleensä julkisivun normalisoitu äänitasoeroluku $D_{ls,2m,n,w} + C_{tr}$. Selkeän vaatimuksen puuttuessa voidaan mitata asuinhuoneessa liikennemelun aiheuttamaa äänitasa, jota verrataan päivä- ja yöajan ohjearvoihin.

Rakennuksen ulkovaipan ääneneristysvaatimus annetaan kaavamääräyksessä ulkovaippaan kohdistuvan keskiäänitason $L_{A,eq,u}$ ja sisällä sallittavan keskiäänitason $L_{A,eq,s}$ erotuksena, josta käytetään merkintää $\Delta L_{A,vaad}$. Ulkovaippaan kohdistuva suurin melu voidaan määrittää melumallinnuksella tai mittauksin. Melu heijastuu rakennuksen ulkovaipasta takaisinpäin, mikä korottaa äänitasa noin 3 dB. Heijastunut ääni ei kuitenkaan ole kulkemassa ulkovaipan kautta rakennuksen sisään, joten sitä ei oteta huomioon ulkovaipan ääneneristysvaatimusta määritettäessä. Kaavamääräyksen selvittämiseksi on tunnettava ulkona vallitsevat päivä- ja yöajan keskiäänitasot. Ulkovaipan ääneneristysvaatimus voi määräytyä päivä- tai yöajan melun perusteella.

Asemakaavassa osoitetaan kaavamerkinnällä rakennusalan sivu, jolle on annettu rakennuksen ulkovaipan ääneneristystä koskeva kaavamääräys. Tekstiosiossa sanamuoto voi olla esimerkiksi seuraava: ”Merkintä osoittaa rakennusalan sivun, jonka puoleisen rakennuksen ulkoseinän sekä ikkunoiden ja muiden rakenteiden ääneneristävyyden liikennemelua vastaan on oltava vähintään 35 dBA.” Teksti kertoo samalla koskeeko vaatimus tie-, raide- vai lentoliikennemelua. Ääneneristysvaatimukset ovat yleensä välillä 28–40 dB.

Kaavamääräyksen puuttuminen ei tarkoita sitä, että ulkovaipan ääneneristyksellä ei olisi merkitystä. Sisämelutasojen ohjearvot tulee joka tapauksessa täyttyä. Ulkovaipan ääneneristys on myös merkittävä viihtyvyytekijä. Huono ääneneristys voi tarkoittaa esimerkiksi sitä, että puhe ulkoa, luonnonäänet, jalankulkijan kenkien kopina kadulta kuuluvat sisällä huonetilassa.

Ulkoseinärakenteen valinta

Ulkovaipan ääneneristävyys muodostuu sen kaikkien rakennusosien kyvystä eristää ääntä. Vaatimuksesta riippuen laskentatarkastelu tehdään käyttämällä ääneneristysarvoja tie- ($R_w + C_{tr}$) tai lento- tai raidemelua ($R_w + C$) vastaan. Tavanomaisten ulkoseinärakenteiden ilmaääneneristysluvuista on saatavilla varsin hyvin tietoja. Myös ikkunoiden ilmaääneneristysluvuista on valmistajilla runsaasti mittaustuloksia.

Ulkoseinärakenteen vaikutus rakennuksen sisäpuolelle muodostuvaan keskiäänitasoon $L_{A,eq,s}$ on sitä merkittävämpi, mitä suurempi kaavamääräyksen äänitasoero $\Delta L_{A,vaad}$ on. Jos vaadittava äänitasoero on pieni, ikkuna on tavallisesti ratkaisevin ulkovaipan rakennusosa. Vaatimuksen ollessa suuri alkaa

ulkoseinärakenteen ääneneristyskyky vaikuttaa suuremman pinta-alansa vuoksi. Mitä suurempi vaadittava äänitasoero on, sitä enemmän huomiota pitää kiinnittää myös ulkoseinärakenteen valintaan.

Käytännössä seinärakenteen valinta seuraavasti:

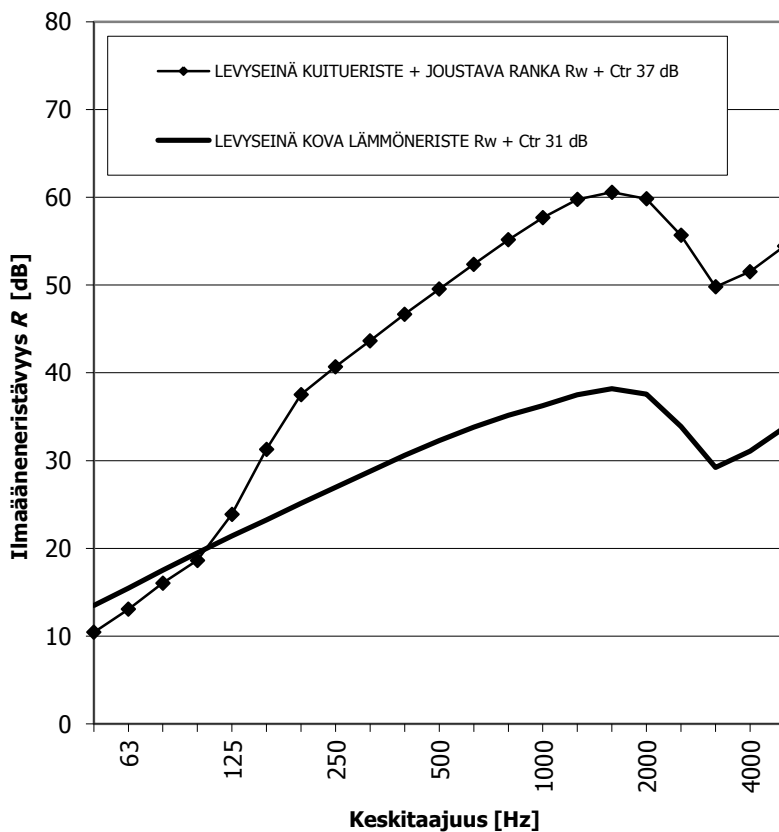
- äänitasoero $\Delta L_{A,vaad} = 40$ dB: hyvin ääntä eristävä kivirakenne
- äänitasoero $\Delta L_{A,vaad} = 35$ dB: hyvin ääntä eristävä rankarakenne
- äänitasoero $\Delta L_{A,vaad} = 30$ dB: ulkoseinärakenteen valinta melko vapaata

Eristeen vaikutus seinärakenteen ilmaääneneristävyyteen

Mitotettaessa rakennusten ulkovaipan ääneneristävyyttä ulkopuolista melua vastaan kaksi ulkoseinärakenteen ominaisuutta korostuu: rakenteen massa ja lämmöneristeen kyky absorboida ääntä. Optimitilanteessa kahden massan välissä on hyvin absorboivaa materiaalia. Absorboitumisella tarkoitetaan ilmmolekyylien värähtelyn vaimenemista eristeessä, koska värähtely liikuttaa eristeen kuitua ja muuttuu lopulta lämmöksi. Verrattuna muihin lämmöneristemateriaaleihin kuitueristeen kyky absorboida ääntä on ylivertainen.

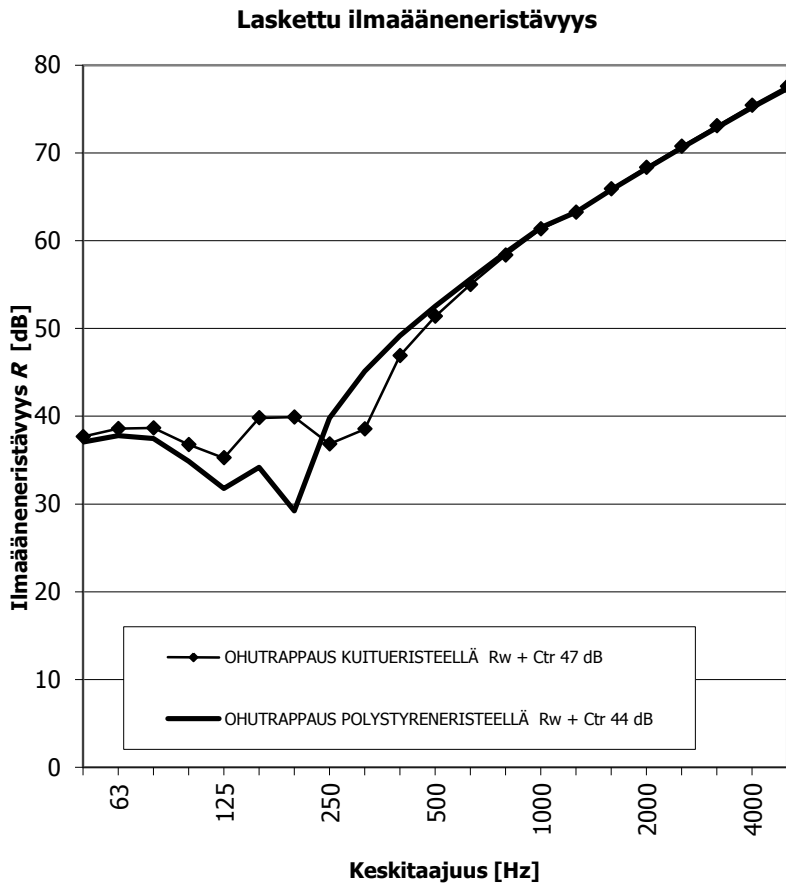
Rankarakenteilla saadaan oikeilla materiaalivalinnoilla pienestä massasta huolimatta hyviä ääneneristävyyksiä. Ääni kulkee osin rankarakenteen kautta ja osin ilmatilan kautta. Käyttämällä rankaseinässä lämmöneristeenä absorboivaa materiaalia, saadaan tavallisesti 3 dB parempia ilmaääneneristyslukuja liikennemelua vastaan $R_w + C_{tr}$. Käyttämällä kaksinkertaista runkoa tai joustavaa rankaa, saadaan kuitueristeestä jopa 6 dB parempia ilmaääneneristyslukuja liikennemelua vastaan verrattuna esim. polystyreenieristeisiin (Kuva 1.).

Laskettu ilmaääneneristävyys



Kuva 1. Kuvassa verrattu kahta tyypillistä ulkoseinärakennetta, ulkopinnassa tuulensuojakipsilevy, runko/lämmöneriste 150 mm ja sisäpinnassa normaali kipsilevy.

Betonirakenteissa julkisivuissa on yleistynyt eristeen päälle tehtävä eristerappaus. Näissä rakenteissa kuitueristeillä saadaan muihin eristeisiin verrattuna tyypillisesti 3 dB parempia ilmääneneristyslukuja liikennemelua vastaan (Kuva 2.). Eristerapatun rakenteen ilmääneneristävyys muodostuu pääosin sisäkuoren massasta. Ero kuitueristeen ja kovan eristeen välillä aiheutuu pääasiassa kuitueristeen paremmasta dynaamisesta jäykkyydestä.



Kuva 2. Kuvassa verrattu betonisäkuoren (150 mm) pintaan tehtyjä lämmöneristerappauksia.