

UUSIA OHJEITA ÄÄNITEKNIikkaAN

Heikki Helimäki, diplomi-insinööri, Snil
Insinööritoimisto Heikki Helimäki Oy



Tietyissä ääneneristysmittauksissa havaittuja määräysten alituksia selvittellyt työryhmä on päättänyt työnsä. Tuloksena syntyi täydentäviä äänitekniisiä ohjeita suurten asuintilojen suunnitteluun ja äänimittauksiin. Uudet ohjeet löytyvät kokonaisuudessaan www.betoni.com -sivuilta.

Uusien asuinrakennusten äänitekniisissä mittauksissa on löydetty viime vuosina selittämättömiä määräysten alituksia. Alitukset ovat koskeneet erityisesti ns. isoja tiloja eli pinta-alaltaan ja tilavuudeltaan kookkaita keittiö- olohuoneyhdistelmiä. Ongelmia on ollut erityisesti rivitalojen vaakasuurteisessa ilmastäneristävyydessä ja kerrostalojen pystysuuntaisessa askelääneneristävyydessä. Rakenteista ei ole löytynyt rakoja eikä muitakaan ilmiöitä selittäviä seikkoja.

TAUSTALLA MÄÄRÄYSTEN MUUTOS

Ääneneristysmääräyksiä tiukennettiin vuonna 2000 (RakMK C1-1998). Ilmastäneristysluvun tuli olla vähintään 55 dB ja askeläänitasoluvun enintään 53 dB. Vaatimukset koskivat asunnossa mitattavia arvoja. Uusien normien julkaisua edelsi laaja tutkimus keinoista, joilla uudet määräykset täyttyisivät. Tulokset julkaistiin *“Betonirakentajan äänitekniikka” ohjeena*, joka sisälsi betoniväli-pohjien äänitekniiset rakennekortit osion.

Havaintoja määräysten täyttymättömyydestä tietynlaisissa kohteissa alkoi kertyä vuonna 2007. Rivitaloissa ongelma esiintyi tyypillisesti kaksikerroksisten asuntojen alakertojen suurissa yhtenäisissä tiloissa, joiden ilmastäneristävyydet eivät täytyneet. Kerrostaloissa *“isotilaongelmaa”* esiintyi pystysuuntaisessa askelääneneristävyydessä.

Rakennusteollisuus ry:n Betonikeskus asetti vuonna 2008 asiantuntijatyöryhmän selvittämään ongelmaa. Ryhmän tavoitteena oli selvittää puutteiden syyt ja korjaustavat sekä määrittää rakenteet, joilla vaatimukset täytetään.

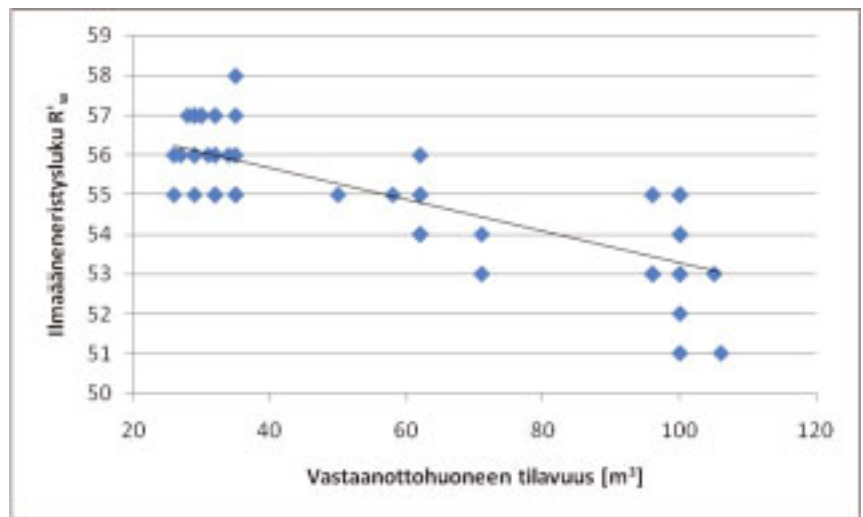
Avarat, yhtenäiset tilat ovat nykyasuntojen sisäarkkitehtuurissa hyvin suosittuja. Pian havaittiin myös muuttuneet rakentamistavat. Rivitaloissa käytettiin aiemmin alapohjana maavaraisia, asuntojen väliltä katkaistuja betonilaattoja niin, että kaksinkertaiset seinän puoliskot tukeutuivat eri laatoille. Nykyisin pohjarakenteena on usein jatkuva betonilaatta. Rakennuksen julkisivuissa on samana aikana siirrytty sandwich-elementeistä sisäkuori-elementteihin, joiden betonirakenteen paksuus on 80 - 120 mm.

Jussi Tiainen

1

Avarat, yhtenäiset tilat ovat nykyasuntojen sisäarkkitehtuurissa hyvin suosittuja.

Ilmaääneneristysluku R'_{w} eräissä rivitalokohteissa tilavuuden funktiona (rakenteet pysyvät samoina, vain tilan koko vaihtuu).



2

RATKAISUUN MONIPOLVISTA TIETÄ

Vaikka ongelma havaittiin mittausraporteista, ei niistä päästy ratkaisujen jäljille. Rakenteita ei kuvattu niissä riittäväällä tarkkuudella. Sekä ilma- että askelääneneristävyydet riippuvat sekä tilojen välisestä rakenteesta että sivuavista rakenteista. Raporteissa kuvattiin tavallisesti tilojen välinen, mutta ei sivuavia rakenteita. Sivutiesiirtymää oli mahdoton arvioida.

Myös mittaustavan tarve määrittää vastaanottohuoneen tilavuus aiheutti ongelmia. Monimutkaisten tilakokonaisuuksien rajaukseen ei ole yksiselitteistä ohjetta. Se, että kuution muutos tilavuudessa voi muuttaa tulosta desibelin, teki tästä ongelman.

Ulkomaiden vastaavia määräyksiä selvitettyä todettiin, että kansainväliset standardit, joiden mukaan mittaukset tulee tehdä, mahdollistavat eri tapoja laskea lopullinen lukuarvo, jota määräyksissä käytetään. Käytettävästä lukuarvosta päätetään kansallisesti.

Useissa Euroopan maissa on siirrytty käyttämään jälkikaiunta-aikaa standardoituun mittausreisiin $D_{nT,w}$ sekä $L'_{nT,w}$. Näin saatavat tulokset korreloivat paremmin kuulohavaintoon. Maissa, joissa on käytössä meidän mittalukujamme vastaavat mittaluvut, on osittain siirrytty käyttämään tilavuusrajoitusta tulosten laskennassa.

Varsinainen selvitys vyyhdin purkamiseksi päätettiin lopulta käynnistää kokonaan uusilla mittausarjoilla eri kohteissa.

MITTAUKSILLA ENSIN ESIIN UUSIA VIRHEITÄ

Mittauksissa todettiin, että rivitaloissa ilmaääneneristysluvut R'_{w} olivat 51-56 dB. Talojen rakenteet olivat tyyppillisesti;

- alapohjat ja välipohjat O27 (ontelolaatta)
- asuntojen välinen seinä 180-200 mm betonia
- ulkokuoret kevytrakenteisia.

Eri tekijöiden vaikutusta selvitetiin mm. irrottamalla kevyitä ulkoseiniä asuntojen välisestä seinästä, mittaamalla eristävyyttä sekä lautaparketin kanssa että ilman, poistamalla portaita, mittaamalla eri pinnoista värähtelyjä ja niin edelleen.

Vastaanottohuoneen tilavuuden ja saadun ilmaääneneristävyyden välillä löydettiin vahva korrelaatio.

Kerrostalojen suurissa keittiö-olohuoneyhdistelmissä mitattiin askeläänitasolukuja $L'_{n,w}$ 54-56 dB. Välipohja rakenteena oli O37 + Tuplex + lautaparketti. Rakenteen paino on yli 500 kg/m².

Massiivibetonivälipohjilla 300 mm betoni (paino

yli 700 kg/m²) + Tuplex + lautaparketti vastaavia alituksia ei havaittu.

VARMISTUKSET MALLINNUKSIIN

Mittausarjojen jälkeen tiloja mallinnettiin EN 12354 mukaisesti. Mallinnuksella selvitetiin ensin mallinnuksen ja mittausten vastaavuus ja haettiin keinoja parantaa ääneneristävyyttä.

Kerrostalomittausten tuloksista tehdyt havainnot olivat:

- kun tiloissa on paljon betonisia rakenteita, sivutiesiirtymän osuus kasvaa ja mitattu ääneneristävyyden heikkenee
- mittaussuunnalla ei ollut väliä. Mittaus pienestä tilasta suureen antoi saman tuloksen kuin mittaus suuresta tilasta pieneen.
- kerrostaloissa löytyi vaakasuuntainen ilmaääneneristysongelma, jonka mallinnus ennusti, mutta jota ei koskaan ollut havaittu mittauksissa aikaisemmin.

Joissakin aiemmissa mittauksissa oli saatu viitteitä siitä, että joko lautaparketin ja laminaatin tai eräiden alusmateriaalien välillä on eroja, jotka eivät näy valmistajien ilmoittamissa laboratoriomittausarvoissa. Lattiamateriaalien ominaisuuksien selvittämiseksi tehtiin laaja mittaushjelma, jossa mitattiin eri materiaaleja siten, että joka materiaalista oli kolme mittaustulosta eri tiloissa. Mittaukset tehtiin valmistumassa olevassa kerrostalossa hieinan ennen kohteen valmistumista.

Päätulokset olivat

- laminaatti antoi 2-3 dB hiljaisempia askeläänitasoja kuin lautaparketti kun alusmateriaalina oli Tuplex (valmistajien tietojen perusteella mitään eroa ei olisi pitänyt olla)
- laminaatti antoi myös muilla hyvin joustavilla alusmateriaaleilla parempia tuloksia kuin lautaparketti
- laminaatin alle löytyi parempi materiaali kuin Tuplex
- muovimatto Tarket TX162 antoi selkeästi paremman tuloksen kuin laminaatti + Tuplex
- mittauksissa saatiin paljon suurempi eroja kuin valmistajien ilmoittamien arvojen perusteella oletettiin
- lattioiden askeläänitasolukuja laskettiin eri laskentamalleilla lähtien valmistajien ilmoittamista arvoista ja saatujen tulosten korrelaatio mitattiin arvoihin ei ollut kovin hyvä.

LOPPUTULOKSENA UUSIA OHJEITA

Kaikkien selvitysten yhteistuloksena todettiin, että isoissa tiloissa havaitut ongelmat aiheutuvat sekä sivutiesiirtymän aliarvioimisesta, Suomeen normitetusta mittaustavasta että käytettyjen rakenteiden heikentyneestä ääneneristävyydestä.

Se, että mittaustulokset korreloivat huonosti kuuloaistimukseen, on oma ongelmansa. Monissa Euroopan maissa jo käytössä oleva tulosten standardointi 0,5 sekunnin jälkikaiunta-aikaan lisäsi havaintojen vastaavuutta. Lisäksi se poistaisi tilavuuslaskentaa koskevan tulkinnanvaraisuuden. Suomessa Ympäristöministeriö on jäänyt vielä odottamaan Euroopan Unionissa käynnissä olevan selvitystä käytettävästä lukuarvosta. Vaihtoehtoja on kuitenkin vielä toistakymmentä, eivät edes pohjoismaat keskenään saaneet sovittua, mitä mittalukua pitäisi käyttää.

Normien täyttämiseksi suunnittelun avuksi määriteltiin uudet rakennekokonaisuudet, joilla määräysten taso täytetään. Rakenteisiin tarvittiin myös uusia liitosdetaljeja, joiden tekemisestä on julkaisu uudet suunnitteluohjeet.

“ASUINRAKENNUSTEN TÄYDENTÄVÄ SUUNNITTELUOHJE”

Rakennusteollisuus ry on julkaissut uudet ohjeet nimellä “Asuinrakennusten täydentävä suunnitteluohje” (www.betoni.com/elementtirakentaminen.suunnittelu). Ohjeen äänitekniikan osion on koostanut *Insinööri-toimisto Heikki Helimäki Oy* ja rakenteet ja detaljit on laatinut *Insinööri-toimisto Ylimäki & Tinkanen Oy*.

Työryhmässä olivat mukana *SATO, VVO, YIT, NCC, Hartela, Peab Seicon ja Skanska*. Äänitekniikan asiantuntijana toimivat *VTT ja Insinööri-toimisto Heikki Helimäki Oy*. Lisäksi kuultiin *Promethor Oy:n* ja *Työterveyslaitoksen edustajia*.

Rakennustarkastusyhdistys RTY johtokunta on antanut suosituksen 60 m³ tilavuusrajoituksen käyttämisestä kenttämittaustuloksia laskettaessa sekä mahdollisuuden vähäisenä poikkeuksena käyttää 200 mm paksampia asuntojen välisiä seinä akustisista syistä siten, että rakennusoikeuteen huomioidaan vain 200 mm paksuus.

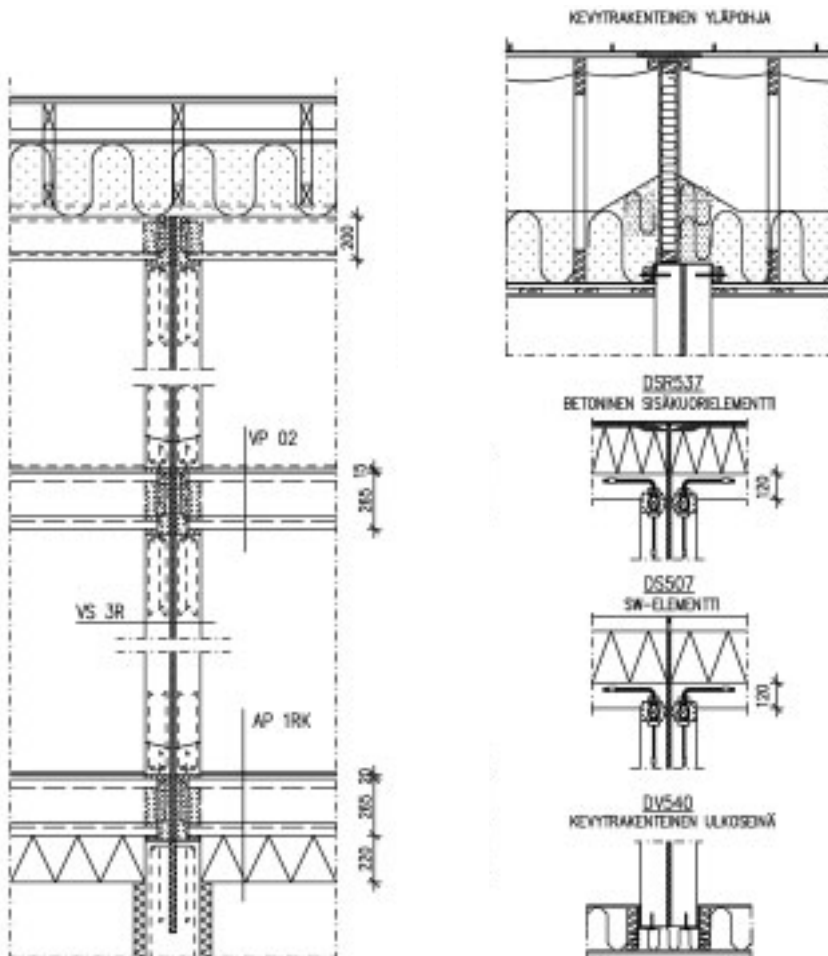
Lisätietoja:

<http://www.rakennustarkastusyhdistysry.fi/uutiset.html?58>



Jussi Trainen

3



TIIVISTELMÄ UUSISTA OHJEISTA:

• RIVITALOT

Jos huoneistojen välinen betoniseinä on 200 mm paksu, tulee ala- ja välipohjissa käyttää 370 mm paksua ontelolaattaa. Alapohjassa voidaan vaihtoehtoisesti käyttää yläpuolelta lämmöneristettyä 265 mm paksua ontelolaattaa. Jos huoneistojen välinen seinä on 240 mm paksu tai kaksinkertainen betoniseinä (kts. kuva 4 tyyppi RT2), voidaan käyttää 265 mm paksuja ontelolaattoja. Mikäli ulkoseinälinjat toimivat kantavina, voidaan huoneistojen välinen seinä tehdä myös kevytrakenteisena kaksisrankaseinä. Kaikki ratkaisut on kuvattu tarkemmin julkaistussa ohjeessa.

• KERROSTALOT

Huoneistojen välisen seinän paksuudeksi suositellaan aina vähintään 200 mm. Ulkoseinä rakenteena voivat olla betoniset sandwich- tai 150 mm paksut sisäkuorielementit. Ala- ja välipohjajalakoiksi käyvät edelleen 370 mm paksut ontelolaatat tai vähintään 260 mm paksu massiivilaatta. Laminaatin ja parkeetin alle tulee käyttää parhaita markkinoilta löytyviä alusmateriaaleja.

Tarkemmat tiedot löytyvät julkaistusta ohjeesta.

3

Korkeissa tiloissa ääneneristys on haasteellista.

4

Esimerkki rivitalon rakenneleikkauksesta RT2.

4

Ohje löytyy www.betoni.com-sivuilta.



MIKSI SAMA RAKENNE ANTAA ERI TULOKSEN KUN TILAVUUS MUUTTUU

*Mikko Kylliäinen, tekniikan lisensiaatti
Insinööri-toimisto Heikki Helimäki Oy*

Ilmaääneneristävyyden R [dB] on suure, joka kuvaa rakenteen kykyä vähentää pinnalleen kohdistuvan äänen siirtymistä toiselle puolelle. Se on määritelty pinnalle kohdistuvan äänitehon ja rakenteen toiselle puolelle siirtyvän äänitehon suhteena. Ääniteho puolestaan on suure, joka kuvaa äänienergian absoluuttista määrää. Sitä ei ole mahdollista määrittää suoraan mittauksilla, vaan se on selvitettävä välillisesti.

Laboratoriossa ilmaääneneristävyyden mitataan siten, että vierekkäin on kaksi toisistaan eristettyä betonikammiota. Niiden välinen ääneneristävyyden on erittäin suuri. Vierekkäisten kammioiden seinät muodostavat kaksinkertaisen rakenteen, jossa olevaan aukkoon tutkittava rakenne asetetaan. Koska kammioiden välinen ilmaääneneristävyyden on erittäin suuri, ääniteho siirtyy kammioista toiseen pääasiassa vain tutkimusaukkoon asennetun rakenteen kautta. Tosiasiallisesti äänitehoa siirtyy kammioiden välillä myös lukuisia muita reittejä pitkin eli sivutiesiirtymänä. Laboratoriossa sivutiesiirtymänä kulkevan äänitehon määrä on kuitenkin niin pieni, että se on merkityksetöntä. Näin ollen laboratoriomittauksissa pääosa kammioista toiseen siirtyneestä äänitehosta on peräisin rakenteen pinnalle koh-

distuneesta äänitehosta ja tuloksena saatu ilmaääneneristävyyden kuvaa tarkasti tutkitun rakenteen ominaisuuksia.

Ilmaääneneristävyyden on taajuudesta riippuva suure. Siksi ilmaääneneristävyyden mitataan tavallisesti 16 keskitajuudella välillä 100 Hz ... 3150 Hz. Näistä eri taajuuksilla määritetyistä ilmaääneneristävyyksistä määritetään suunnittelun helpottamiseksi vertailukäyrämenettelyllä ilmaääneneristysluku R_w . Kun ilmaääneneristysluku määritetään rakenteen, siitä käytetään merkintää R'_w erotukseksi laboratoriossa mitatusta luvusta. Ilmaääneneristyslukua R'_w käytetään esimerkiksi rakentamismääräyksissä asetettaessa tilojen väliselle ilmaääneneristävyydelle rajoja.

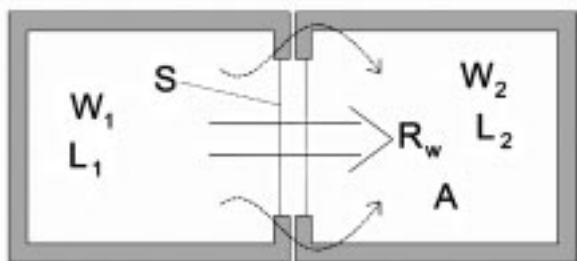
Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa C1 on annettu määräyksenä asuinhuoneistojen väliselle ilmaääneneristysluvulle R'_w vähimmäisarvoksi 55 dB. Rakentamismääräyskokoelman mukaan määräysten täyttyminen voidaan osoittaa esimerkiksi käyttämällä aiemmin toimiviksi todettuja ja tutkittuja ratkaisuja, kenttämittauksilla tai laskentamenetelmillä.

Standardissa EN 12354-1 on esitetty yleisen hyväksynnän saanut laskentamenetelmä, jolla voidaan mallintaa tilojen välinen ilmaääneneristysluku $R'_{w,est}$. Menetelmä perustuu siihen, että ensin selvitetään reitit, joiden kautta ääniteho voi siirtyä tilasta toiseen. Esimerkiksi eri asuinhuoneistoihin kuuluvien vierekkäisten asuinhuoneiden välillä näitä

reittejä ovat huoneistoja erottava betoniväliseinä, välipohjan laatastot ja ulkoseinäelementti. Laskenta tapahtuu siten, että ensin määritellään kunkin rakenteen ilmaääneneristävyyden taajuuksittain joko laskennallisesti tai mittaamalla laboratoriossa. Seuraavaksi lasketaan eri rakenteiden liitoksissa syntyvät energiahäviöt eli ns. liitoseristävyyden. Kullakin reitillä olevan rakenteen ja liitoksen eristävyyksien perusteella saadaan lasketuksi jokaisen reitin ilmaääneneristävyyden erikseen. Toisin sanoen jokaisen reitin kautta siirtyä tietty määrä äänitehoa. Kun lopuksi yhdistetään eri reittien kautta tilasta toiseen siirtyneet äänitehot, saadaan lasketuksi tilojen välistä ilmaääneneristävyyttä kuvaava ilmaääneneristysluku $R'_{w,est}$.

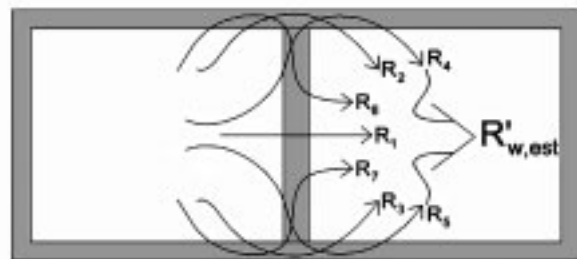
5

Rakennuksen julkisivuissa on viime aikoina siirrytty sandwich-elementtien lisäksi käyttämään sisäkuorielementtejä, joiden betonirakenteen paksuus on 80 - 120 mm. Kuvissa (1, 3, 5) oleva kohde on VVO:n rakennuttama *Asunto Oy Helsingin Arabianvillat*. Betonirungossa on käytetty sekatekniikkaa. Väljissä tiloissa on kiinnitetty valituilla rakenteilla äänierityksen erityishuomiota.

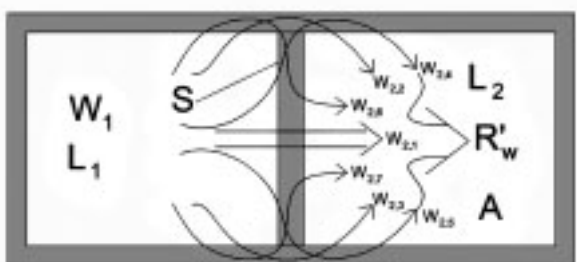


6

$$R = L_1 - L_2 + 10 \lg \left(\frac{S}{A} \right)$$



7



8

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \lg \left(\frac{S}{A} \right)$$

6
Laboratoriossa lähetyshuoneessa ääniteho W_1 kohdistuu tutkimusaukkoon asennetun rakenteen pinnalle S , jonka kautta vastaanottohuoneeseen siirtyy ääniteho W_2 . Laboratoriomittauksin saadaan selville tutkitun rakenteen ilmaääneneristysluku R_w .

7
Rakennuksessa ääniteho siirtyy lukemattomia reittejä tilasta toiseen. Kullekin reitille voidaan määrittää taajuuskaistoittain ilmaääneneristävyydet $R_1, R_2, R_3 \dots$. Yhdistämällä nämä saadaan lasketuksi tilojen välinen ilmaääneneristysluku $R'_{w,est}$. Tämä tulos kuvaa tarkasti äänitehon siirtymistä tilasta toiseen, kun laskentaparametrit tunnetaan ja rakennus on toteutettu suunnitellusti.

8
Rakennuksessa voidaan myös mitata ilmaääneneristysluku R'_w . Nyt lähetyshuoneessa ääniteho ei kohdistukaan pelkästään tiloja erottavaan pintaan, vaan kaikkiin huoneen pintoihin ja siirtyy lukemattomia reittejä viereiseen huoneeseen. Ilmaääneneristävyydet R lasketaan standardin mukaan kuitenkin samalla tavalla kuin laboratoriossa tiloja erottavan rakenteen pinta-alan perusteella. Tästä seuraa se, että kenttämittausmenetelmä on epätarkka eikä sillä voida mitata tarkalleen samaa suuretta kuin mallintamalla voidaan määrittää.

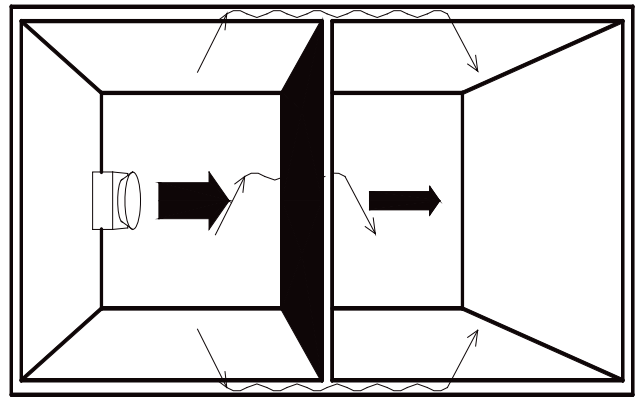
Tilojen välisen ilmaääneneristävyyden ilmoittava laskettu ilmaääneneristysluku $R'_{w,est}$ kuvaa tarkasti rakennuksessa saavutettavan eristävyyden, kun rakenteiden ja liitosten akustinen toiminta tunnetaan ja rakennus toteutetaan suunnitellusti. Rakentamismääräyskokoelman osan C1 mukaan määräysten täytyminen voidaan todeta myös mittauksin rakennuksessa eli mittaamalla ilmaääneneristysluku R'_w . Mittaustapa on periaatteessa sama kuin laboratoriossa: vierekkaisista huoneista toiseen sijoitetaan äänilähde ja sen tuottama äänenvoimakkuus mitataan molemmissa huoneissa. Tuloksena saadaan lasketuksi taajuuskaistoittain ilmaääneneristävyydet R' , joiden laskennassa oletetaan äänilähteen äänitehon kohdistuvan tiloja erottavaan rakenteeseen. Taajuuskaistoittain mitatuista ilmaääneneristävyyksistä määritetään vertailukäyrämenetelmällä ilmaääneneristysluku R'_w , jonka pitää siis olla asuinhuoneistojen välillä vähintään 55 dB.

Ilmaääneneristysluvun R'_w mittaustapa on esitetty standardeissa ISO 140 ja ISO 717 ja se on ollut Euroopan eri maissa käytössä jo noin 50 vuotta. Käytännön työskentelyn ja määräysten laatimisen

kannalta on ollut edullista siirtää laboratoriomittausmenetelmä myös kenttämittauskäyttöön. Tästä on kuitenkin seurannut joitakin epätarkkuuksia. Rakennuksessa sivutiesiirtymänä kulkevan äänitehon määrä on merkitykseltään paljon suurempi kuin laboratoriossa, joten oletus siitä, että ääniteho siirtyy vain tiloja erottavan rakenteen kautta, ei enää päde. Tästä epätarkkuudesta ei tosin ole juurikaan haittaa silloin, kun tiloja erottava rakenne on ääneneristyskyvyltään sivuavia rakenteita selvästi heikompä. Asuinrakennuksissa näin ei ole, vaan sekä tiloja erottavan rakenteen että sitä sivuavien rakenteiden ilmaääneneristävyyden suunnilleen yhtä suuri. Äänitehoa siirtyy siten tilasta toiseen merkittäviä määriä monien muidenkin reittien kautta kuin esimerkiksi väliseinän kautta. Tätä eroa ei oteta mittausmenetelmässä huomioon, eikä sillä itse asiassa ole mahdollista määrittää täysin vastaavaa suuretta kuin standardin EN 12354-1 laskentamenetelmällä lasketaan.

Ilmaääneneristyslukujen kenttämittauksia tehtäessä on puutteita usein havaittu erityisesti tilavuudeltaan suurissa tiloissa. Nämä puutteet ovat osittain johtuneet siitä, että suuressa tilassa sivutiesiirtymän osuus on suurempi kuin pienemmissä tiloissa. Ääneneristävyydeltään heikoin sivuava rakenne on tällaisissa tapauksissa usein ollut ulkoseinän sisäkuori tai alapohja tai välipohja. Tällaisissa tilanteissa olisi määräysten täyttymisen varmistamiseksi pitänyt määrittää laskennallisesti ilmaääneneristysluku $R'_{w,est}$. Sivutiesiirtymä vaikuttaa ilmaääneneristävyyteen myös pienemmissä tiloissa. Toisaalta havaitut puutteet ovat osittain olleet näennäisiä: laskennallisesti saatu ilmaääneneristysluku on määräysten edellyttämällä tasolla, mutta kenttämittauksessa vastaavaa lukua ei ole saavutettu, vaikka suunnittelu- tai työvirheen mahdollisuus on voitu asiaa tutkittaessa sulkea pois. Näissä tapauksissa kysymys on ollut edellä kuvatusta kenttämittausmenetelmän epätarkkuudesta, joka aliarvioi ilmaääneneristyslukua. Epätarkkuus on yleensä sitä suurempi, mitä suurempi mitattavan tilan tilavuus on. Vastaavat ilmiöt esiintyvät myös askeläääneneristävyyttä mitattaessa.

ILMAÄNENERISTÄVYYDEN MITTAAMINEN



Tilojen välinen ilmäneristävyyden rakennuksessa mitataan standardien ISO 140-4:1998 ja ISO 717-1:1996 mukaisesti. Mittaus tehdään asettamalla lähetyshuoneeseen kaiutin, joka toistaa laajakaisaista kohinaa voimakkaalla äänitasolla. Äänitaso mitataan sekä lähetyshuoneesta vastaanottotilassa. Mittaukset tehdään tavallisesti taajuusalueella 50-3150 Hz. Laskettaessa ilmäneristävyyttä R' terssikaistoilla, keskiäänitasojen erotus normalisoidaan käyttämällä erottavan rakenteen pinta-alan S suhdetta vastaanottohuoneen absorptioalaan A , tällöin ilmäneristävyys taajuuskaistoittain määritetään kaavalla

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \cdot \log_{10} \frac{S}{A} \quad (1)$$

missä

- R' = ilmäneristävyys terssikaistalla [dB]
- L_1 = äänenpainetaso lähetyshuoneessa [dB]
- L_2 = äänenpainetaso vastaanottohuoneessa [dB]
- S = tilojen välinen pinta-ala [m^2]
- A = vastaanottotilan kokonaisabsorptio [$m^2 \cdot Sab$]

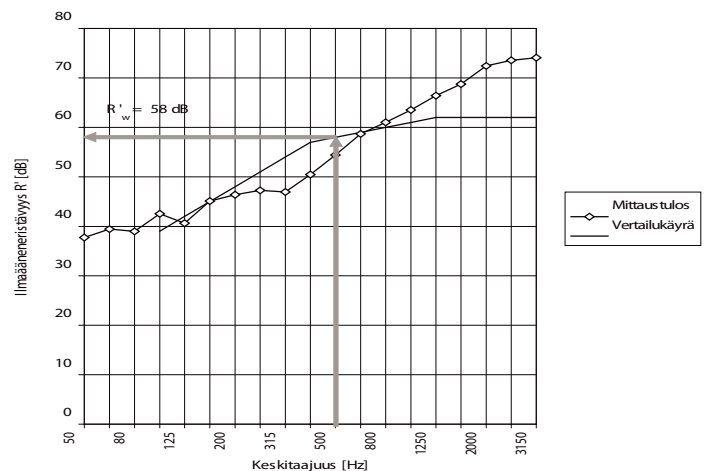
Käytetty laskentatapa muuttaa siis mitattua äänitasoeroa termillä $10 \cdot \log(S/A)$. Kokonaisabsorptio määritetään mittaamalla jälkikaiunta-aika ja vastaanottohuoneen tilavuus. Tällä mittaustavalla tarkastetaan meillä määräysten täyttyminen.

Standardissa ISO 140-4 on myös mahdollisuus käyttää normalisointiin tilojen välisen rakenteen pinta-alan ja tilavuuden sijasta myös jälkikaiunta-aikaa. Tällöin mittaustulos normalisoidaan vertaamalla mitattua jälkikaiunta-aikaa suoraan vertailujälkikaiunta-aikaan T_0 . Näin määritetty mittaustulos on standardisoitu äänitasoero D_{nT} ja se määritetään kaavalla

$$D_{nT} = L_1 - L_2 + 10 \cdot \log_{10} \frac{T_0}{T} \quad (2)$$

missä

- T_0 = jälkikaiunta-ajan vertailuarvo 0,5 sek



9

Ilmäneristysluvun mittaustapa ja mittaustulos esitettyinä käyränä.

NEW GUIDELINES FOR SOUND INSULATION TECHNOLOGY

More stringent sound insulation regulations were enforced in 2000. The airborne sound insulation value should be at least 55 dB and the impact sound level at most 53 dB. When sound measurements carried out in new buildings indicated inexplicable values in violation of the regulations, a working group was set up to investigate the matter. Supplementary sound insulation guidelines for the design of large residential areas as well as for sound measurements were prepared as a result of the work carried out by the team.

The violations of regulations concerned particularly so-called large rooms, i.e. combined kitchen/lounge rooms with large areas and volumes. Problems had especially been encountered with horizontal airborne sound insulation in row houses as well as with vertical impact sound insulation in apartment buildings.

The conclusion drawn after extensive investigations was that the problems found in large rooms were caused by an under-estimation of flanking transmission, the regulatory measurement procedure used in Finland and the impaired sound insulation capacity of the used structures.

In order to ensure compliance with the regulations, new structural entities with which the regulatory level is fulfilled were defined to assist the design process. New

joint details were also needed for the structures, and new design guidelines have been published for the implementation of such joints.

The recommended construction between apartments in row houses is a double concrete wall. If the thickness of the concrete wall between the apartments is 200 mm, hollow-core slabs, which are 370 mm in thickness, shall be used in bottom floors and topmost floor slabs. With a 240 mm thick or a double concrete wall between the apartments the thickness of the hollow-core slabs can be 265 mm. If load-bearing external wall lines are used, the wall between the apartments can be implemented as a double stud-wall of light construction. All the solutions are presented in more detail in the published guidelines.

In an apartment building, the recommended thickness of the wall between the apartments is always at least 200 mm. The external wall construction can consist of concrete sandwich elements or 150 mm thick precast thin shell panels. Bottom floors and intermediate floors can still consist of 370 mm thick hollow-core slabs or an at least 260 mm thick massive slab. The best available underlay materials shall be used under laminate and parquet flooring.