

JULKISIVUKORJAUKSELLA VOIDAAN VAIKUTTA MYÖS RAKENNUSAKUSTIIKKAAN

Jaakko Koskinen, dipl.ins.



Jaakko Koskinen

1

Julkisivukorjaus saattaa vaikuttaa rakennuksen ulkovaipan ääneneristävyyden lisäksi huoneistojen välille saavutettavaan ääneneristävyyteen. Näitä vaikutuksia on selvitetty Tampereen teknillisessä yliopistossa tehdyssä diplomityössä. Tutkimukseen osallistuivat SBK-säätiö, Julkisivuyhdistys ry, Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy, Saint-Gobain Weber Oy Ab, Parma Oy, Paroc, SPU Systems Oy sekä Insinööritoimisto Heikki Helimäki Oy.

1 Alkuperäisen sandwich-elementin ulko- ja sisäkuoret toimivat ääneneristävyyden kannalta massiivisena monoliittisena rakenteena. Raskas julkisivukorjaus, jonka yhteydessä elementin ulkokuori puretaan pois ja korvataan toisella julkisivurakenteella, muuttaa julkisivun akustista käyttäytymistä.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää julkisivukorjausten vaikutus huoneistojen väliseen ilmaääneneristävyyteen, sekä julkisivuille liikennemelualueilla käytetyn äänitasoerovaatimuksen täyttymisen julkisivukorjauksen jälkeen. Tutkimus rajattiin käsittelemään ainoastaan raskasta julkisivukorja-

usta, jonka yhteydessä betonisandwich-elementin ulkokuori puretaan pois ja korvataan uudella julkisivurakenteella. Tutkittavia ilmiöitä tarkasteltiin pääasiassa laajoilla laskennallisilla analyyseillä. Huoneistojen välisiä ilmaääneneristyslukuja mitattiin lisäksi korjauskohteissa ennen ulkokuoren purkamista sekä sen jälkeen.

TUTKITUT ILMIÖT JA TUTKIMUSMENETELMÄT

Ääni siirtyy eri huoneistoihin kuuluvien asuinhuoneiden välillä niitä erottavan rakennesosan lisäksi myös sivutiesiirtymänä kaikkia sivuavia rakenteita pitkin. Mikäli sivuavien rakenteiden ominaisuuksia muutetaan, muuttuu myös sivutien eristävyys. Raskas julkisivukorjaus, jonka yhteydessä elementin

Taulukko 1. Tutkimuksessa käytetyt, olemassa olevaa rakennuskantaa edustavat elementit.

Aikarajaus:	Kantavuus:	Elementtityyppi:
1969 - 1971	Ei-kantava, ruutu-elementti	Harjattupintainen Muottipintainen
	Kantava, umpi-elementti	Harjattupintainen Muottipintainen
1972 - 1976	Ei-kantava, ruutu-elementti	Harjattupintainen Muottipintainen Pesubetonipintainen
	Kantava, umpi-elementti	Harjattupintainen Muottipintainen Pesubetonipintainen
1977 - 1987	Ei-kantava, ruutu-elementti	Harjattupintainen Muottipintainen Pesubetonipintainen Tiililaattapintainen
	Kantava, umpi-elementti	Harjattupintainen Muottipintainen Pesubetonipintainen Tiililaattapintainen

ulkokuori puretaan pois ja korvataan toisella julkisivurakenteella, muuttaa julkisivun akustista käyttäytymistä. Alkuperäisen sandwich-elementin ulko- ja sisäkuoret toimivat ääneneristävyyden kannalta käytännössä massiivisena monoliittisena rakenteena, koska ansaat kytkevät ne jäykästi toisiinsa. Kun ulkokuori poistetaan ei jäykkää kytkentää enää ole olemassa. Vanhasta rakenteesta jäljelle jäävän sisäkuoren ääneneristävyys on heikompi kuin alkuperäisen elementin.

Huoneistojen välisen ilmajäätymisen laskennassa käytetty menetelmä on esitetty standardissa EN 12354-1. Kyseinen menetelmä on yksinkertainen, mutta tarkka ja mahdollistaa ilmiön laaja-alaisen tarkastelun. Standardissa esitetty laskentamalli perustuu rakennusosien ilmajäätymislukuun sekä osien välisissä liitoksissa syntyvään liitoseristävyyteen. Laskettujen tuloksien lisäksi huoneistojen välinen ilmajäätymisluku mitattiin neljässä korjauskohteessa ennen julkisivu-elementtien ulkokuoren purkamista sekä purkutyön jälkeen. Mittaukset suoritettiin 1/3-oktaavikaistaisesti taajuusalueella 50... 5000 Hz. Taajuuskaistaiset mittaustulokset antavat tarkemman kuvan huoneistojen välisen ilmajäätymisen muutoksesta.

Sivutiesiirtymän lisäksi tutkimuksen yhteydessä tarkasteltiin julkisivujen äänitasoero vaatimuksen täyttymistä julkisivukorjauksen jälkeen. Äänitasoero vaatimus annetaan kaavamääräyksenä rakennuksen julkisivulle. Vaatimus muodostuu julkisivuun kohdistuvan ja sisällä sallitun äänitason erotuksena. Desibeleinä ilmoitettu vaatimus ei ole sama asia kuin julkisivuelementin ilmajäätymisluku, vaan äänitasoero on tilakohtainen ilmiö, johon vaikuttavat kaikki julkisivuun liittyvät rakennosat sekä huoneilan tilavuus ja pinta-ala.

Äänitasoero vaatimuksen täyttymistä tarkasteltiin laskennallisesti. Oppaassa RIL 243-1-2007 esitetyn mitoitusmenetelmän avulla on mahdollista tarkastella yksittäisten rakennosien (julkisivuelementti, ikkuna, korvausilmaventtiili) vaikutusta saatuttavaan äänitasoeroon.

OLEMASSA OLEVAA RAKENNUSKANTAA EDUSTAVAT RAKENTEET

Tutkimusta varten tutkittiin 54 kpl olemassa olevaa rakennuskantaa edustavaa julkisivuelementtiä. Elementtien rakenne selvitettiin Tampereen teknillisen yliopiston Rakennustekniikan laitoksen suorittaman Betonijulkisivujen korjausstrategiat -tutkimuksen yhteydessä keräämästä BeKo-tietokan-

Taulukko 2. Tutkimuksessa käytetyt korjausratkaisut.

	Julkisivumateriaali	Lämmöneriste
1	Tiilimuuraus + tuuletusväli	villa (ei määritelty tarkemmin)
	Tiilimuuraus + tuuletusväli	SPU AL + villa
2	Parma kuorielementti (80 mm) + tuuletusväli	villa (ei määritelty tarkemmin)
	Parma kuorielementti (100 mm) + tuuletusväli	villa (ei määritelty tarkemmin)
3	Parma kuorielementti (80 mm), liimattuna eristeeseen	SPU AL
4	Julkisivulevyverhous + tuuletusväli	villa (ei määritelty tarkemmin)
	Julkisivulevyverhous + tuuletusväli	SPU AL + villa
5	Weber paksurappausjärjestelmä (lämmöneristeen mekaaninen kiinnitys)	Isover FS5
	Weber paksurappausjärjestelmä (lämmöneristeen mekaaninen kiinnitys)	Paroc FAS1
6	Weber paksurappausjärjestelmä (lämmöneristeen mekaaninen kiinnitys)	SPU AL + Isover FS5
	Weber paksurappausjärjestelmä (lämmöneristeen mekaaninen kiinnitys)	SPU AL + Paroc FS1
7	Weber ohutrappausjärjestelmä (lämmöneristeen mekaaninen kiinnitys)	Isover FS30
	Weber ohutrappausjärjestelmä (lämmöneristeen mekaaninen kiinnitys)	Paroc FAS4
8	Weber ohutrappausjärjestelmä (lämmöneristeen mekaaninen kiinnitys)	SPU AL + Isover FS30
	Weber ohutrappausjärjestelmä (lämmöneristeen mekaaninen kiinnitys)	SPU AL + Paroc FS4-

nasta. Tietokannan aineisto on kerätty Betonijulkisivujen korjausstrategiat -tutkimukseen osallistuneilta kiinteistönomistajilta, kuntotutkimuksia suorittavilta insinööri-toimistoilta sekä Tampereen teknillisen yliopiston Rakennustekniikan laitoksen suorittamista kuntotutkimuksista. Tietokanta sisältää kuntotutkimushavaintoja ja tietoa yhteensä noin 950:stä vuosina 1960-1996 valmistuneesta rakennuksesta. Suurin osa aineistosta käsittelee 1970- ja 1980-luvuilla valmistuneita kohteita.

Tietokannan havainnot lajiteltiin rakentamismääräyksissä tapahtuneiden muutosten perusteella neljään osaan. Aineistojen edustavuuden perusteella tutkimus rajattiin käsittelemään vuosina 1960-1987 valmistuneita kerrostalokohteita. Beko-tietokannan perusteella valitut elementit edustavat kyseisenä ajanjaksona yleisesti käytössä olleita

elementtityyppejä. Taulukossa 1 on esitetty tutkimuksessa käytetyt, olemassa olevaa rakennuskantaa edustavat elementit aikakausittain.

Olemassa olevaa rakennuskantaa edustavien elementtien jakaumista on valittu edustavia tapauksia ääneneristyslaskentaa varten. Laskentavariaatiot on muodostettu BeKo-tietokannassa yleisimmän havaitun arvon sekä keskihajonnan päässä keskiarvosta olevien arvojen perusteella. Näin muodostetut elementit kattavat noin 58... 80 % BeKo-tietokannan havaintoaineiston havainnoista. Olemassa olevaa rakennuskantaa edustaville elementeille laskettiin tutkimuksessa tarkasteltavien ilmiöiden kannalta keskeiset mittaluvut, ilmajäätymisluku (R_w), ilmajäätymisluku tieliikennemeluun vastaan ($R_w + C_{tr}$) sekä näiden mittalukujen muutos, kun ulkokuori puretaan pois.



Jaakko Koskinen

2

TUTKIMUKSESSA KÄYTETYT KORJAUSVAIHTOEHDOT

Uudet julkisivurakenteet sekä niissä käytetyt materiaalit valittiin yhteistyössä tutkimukseen osallistuneiden yritysten ja järjestöjen kanssa. Valituilla rakenteilla pyrittiin kattamaan yleisimmät käytössä olevat ratkaisut. Uusia rakennetyyppejä muodostettiin yhteensä kahdeksan kappaletta. Eri variaatiot mukaan luettuna laskennassa käytettiin 15 erilaista rakenneratkaisua. Jokaista rakenneratkaisua tarkasteltiin yhdeksällä eri sisäkuoren paksuudella. Taulukossa 2. on esitetty tutkimuksen yhteydessä käytetyt rakennetyypit sekä niiden variaatiot.

Laskennassa käytetyt sisäkuoret edustivat BeKotietokannan perusteella luotujen elementtivaraiatioiden sisäkuoren paksuuksien vaihteluvälin ääripäitä. Uusien rakenteiden laskennassa sisäkuoren paksuuden laskenta-arvot olivat välillä 35...190 mm. Osa rakenteista laskettiin lisäksi 10 mm välein, sisäkuoren paksuuksilla 30...190 mm.

ULKOVAIPAN ÄÄNENERISTYS

Uuden julkisivurakenteen ilmajääleneristyskyky on usean muuttujan summa. Tutkimuksen yhteydessä tehdyissä laskelmissa otettiin huomioon sisäkuoren paksuuden lisäksi käytettyjen materiaalien ominaisuudet sekä liitokset sisäkuoreen. Laskennan tulosten

perusteella uudet rakenteet voidaan jakaa karkeasti neljään osaan:

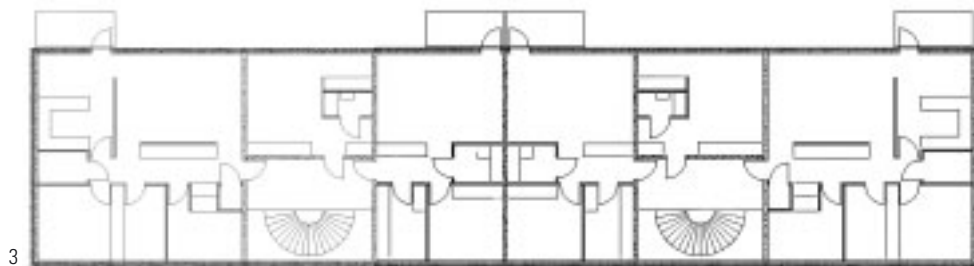
- raskaat rakenteet (tiilimuuraus ja kuorielementti)
- levyrakenteet (julkisivulevyverho)
- paksurappausjärjestelmät
- ohutrappausjärjestelmät

Laskennan tulosten perusteella raskailla rakenteilla sekä paksurappausjärjestelmällä saavutetaan kaikilla sisäkuoren paksuuksilla alkuperäistä julkisivuelementtiä parempi ilmajääleneristysluku tielikennemelua vastaan $R_w + C_{tr}$. Ainoastaan ohutrappausjärjestelmän tapauksessa uuden rakenteen ilmajääleneristyskyky on alkuperäistä julkisivuelementtiä heikompi, paikotellen jopa heikompi kuin pelkän sisäkuoren.

Ulkovaipan äänitasoero vaatimuksen täyttymistä tarkasteltaessa oletettiin korjaustavasta johtuen, että myös ikkuna vaihdetaan. Äänitasoeron täyttymistä tutkittiin BES-ohjeen mukaan luodussa, kuvitteellisessa kohteessa. Tutkimuksessa käytettiin julkisivulle äänitasoero vaatimuksena arvoja 30 dB, 32 dB ja 35 dB. Ikkunavaihtoehtoina oli kaksi eri ikkunaa, joista heikomman $R_w + C_{tr}$ oli 42 dB ja paremman 46 dB. Esimerkkikohteessa oli yhteensä kahdeksan erikokoista ja muotoista huonetilaa.

2

Elementtien massa pienenee 21...71% kun elementin ulkokuori ja lämmöneriste puretaan pois. Elementin ilmajääleneristyskykyyn muutokseen vaikuttaa jäljelle jäävän massan lisäksi myös alkuperäisen elementin kuorten paksuuksien suhde.



3

3

Äänitasoero on tilakohtainen ilmiö, johon vaikuttavat kaikki julkisivuun liittyvät rakenneosat sekä huonetilan tilavuus ja pinta-ala.

Julkisivun äänitasoerovaatimus täyttyi ohutrapattuina rakenteita lukuun ottamatta kaikilla tutkituilla korjausvaihtoehdoilla, kaikissa tiloissa sekä kummallakin ikkuna vaihtoehdolla. Ohutrapatut rakenteet täyttävät vaatimuksen vain osassa tiloista.

ÄÄNENERISTYS HUONEISTOJEN VÄLILLÄ

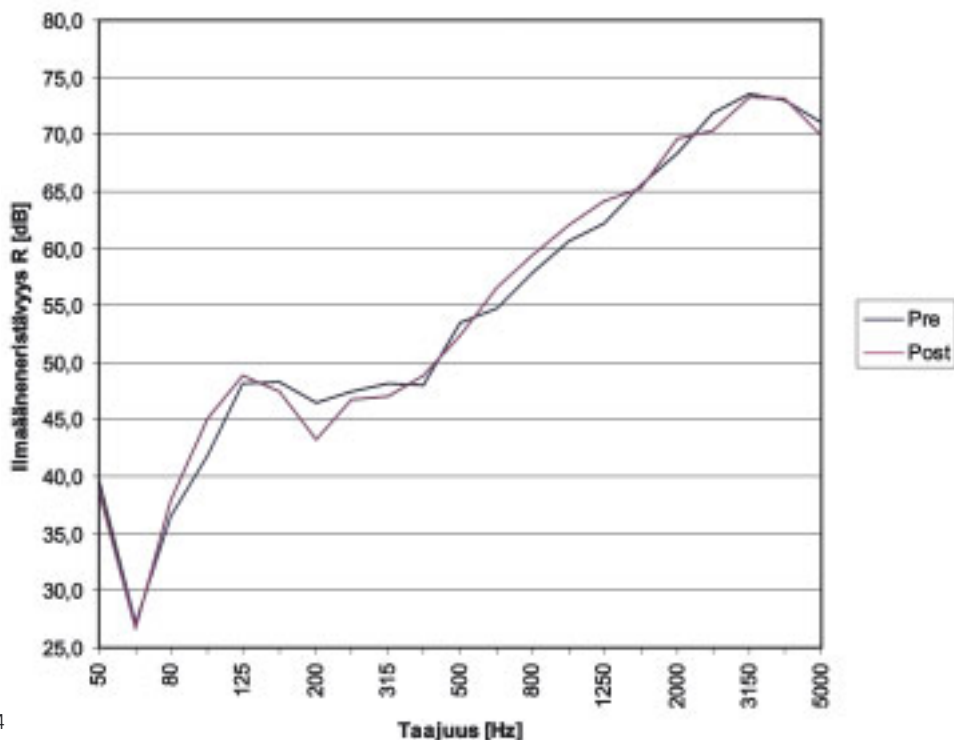
Tutkimuksessa olemassa olevaa rakennuskantaa edustavien elementtien massa pienenee 21...71% kun elementin ulkokuori ja lämmöneriste puretaan pois. Elementin ilmääneneristyskyvyn muutokseen vaikuttaa jäljelle jäävän massan lisäksi myös alkuperäisen elementin kuorten paksuuksien suhde. Eikantavilla ruutulementeillä ilmääneneristysluku R_w pienenee 4...13 dB kun ulkokuori ja lämmöneriste puretaan pois. Yleensä ilmääneneristysluvun muutos on noin 5...9 dB. Kantavien umpielementtien tapauksessa ilmääneneristysluku R_w pienenee 2...7 dB. Yleensä ulkokuoren ja lämmöneristeen purkamisen vaikutus umpielementin ilmääneneristyslukuun on noin 2...4 dB.

4

Huoneistojen välisen ääneneneristävyyden kannalta ratkaisevaa on elementin ulkokuoren purun jälkeen jäljelle jäävän sisäkuoren paksuus ja ääneneneristyskyky. Sivutiesiirtymäreitillä ilmääneneristysluvun pieneneminen ei näytä kuitenkaan vaikuttavan ulkoseinän kautta tapahtuvaan sivutiesiirtymään. Kuvissa 4 ja 5 on esitetty kaksi rakennuksesta mitattua, huoneistojen välistä ilmääneneristyskuvaajaa taajuuden funktiona. Kuvaajassa punaisella piirretty viiva on tilanne ulkokuoren purkamisen jälkeen ja sininen viiva edustaa lähtötilannetta. Ylemmässä kuvassa ilmääneneristysluku heikkenee yhden desibelin ja alemmassa säilyy samana.

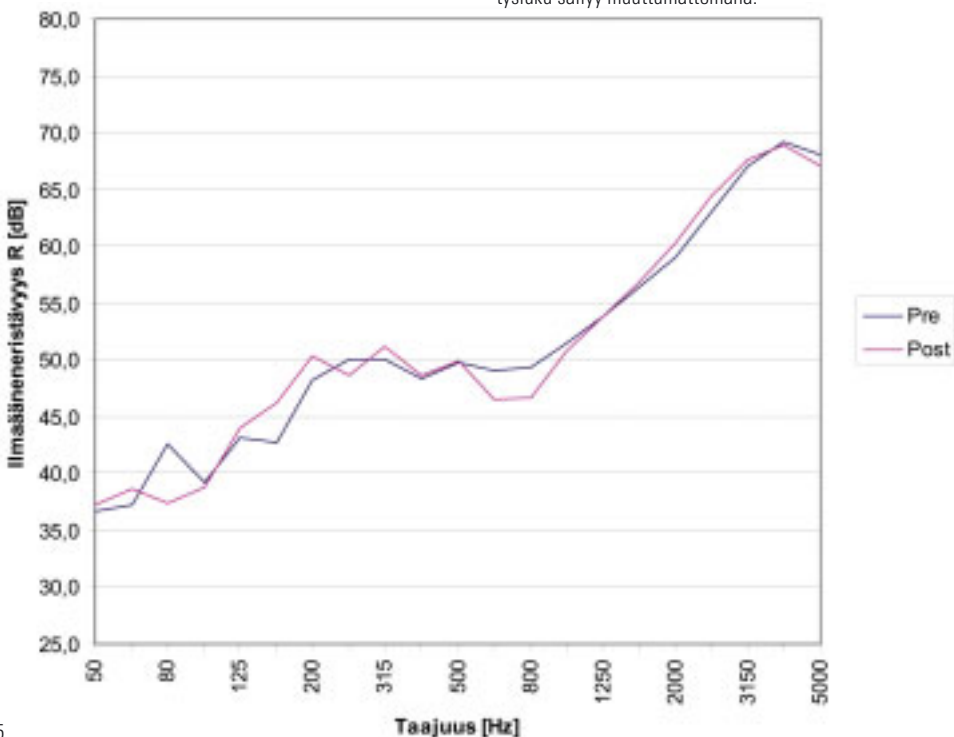
Tutkimuksen tuloksien perusteella ei havaittu merkittävää tai toistuvaa muutosta huoneistojen välisessä ilmääneneristysluvussa eikä 1/3-oktaavikaistaisissa mitatuissa arvoissa. Mitatuissa tuloksissa havaitut muutokset ovat pieniä ja epäsuunnollisia. Laskennallisen analyysin perusteella huoneistojenvälisen ilmääneneristysluku heikkenee suurimmassa osassa tapauksista yhden desibelin. Laskentamalli olettaa rakenteiden liitokset akustisesti jäykiksi, mutta kohteissa tehtyjen havaintojen perusteella julkisivuelementtien liitosta ei voi pitää akustisesti täysin jäykkänä, jolloin sivutiesiirtymän merkitys on pienempi. Lisäksi rakenteet eivät ole välttämättä alkujaankaan täyttäneet rakennusajankohdan vaatimuksia, koska niissä on ollut reikiä ja rakoja. Tutkimuksen tuloksien perusteella julkisivuelementin purkaminen ei heikennä

5



Kuva 4 ja 5.

Rakennuksesta mitattuja ilmääneneristyskuvaajia. Kuvaajassa punainen viiva edustaa tilannetta ulkokuoren purkamisen jälkeen ja sininen viiva lähtötilannetta. Ylemmässä kuvaajassa ilmääneneristys heikkenee yhden desibelin purkutyön yhteydessä. Alemmassa ilmääneneristysluku säilyy muuttumattomana.





Jaakko Koskinen

6

huoneistojen välistä ilmastäneristyslukuä merkittävästi. Pieni, noin desibelin muutos on kuitenkin mahdollinen.

TUTKIMUKSEN JOHTOPÄÄTÖKSET

Raskas julkisivukorjaus voi vaikuttaa asuinkerrostalon ääniolosuhteisiin. Tutkimuksen tuloksien perusteella vaikutus on kuitenkin yleensä melko vähäinen, joskin rakennuksen ulkovaipan ääneneristys voi muuttua paljonkin. Ongelmallisilla alueilla, kuten liikennemelualueilla, on syytä ottaa asia huomioon jo korjaustapaa valittaessa.

Mikäli akustiikkaan liittyvät mahdolliset ongelmat tiedostetaan ja otetaan huomioon jo korjaussuunnitteluvaiheessa, on korjauksen yhteydessä mahdollista jopa parantaa ääneneristystä alkuperäiseen verrattuna.

FACADE RENOVATION CAN AFFECT ALSO BUILDING ACOUSTICS

A facade renovation project can improve not only the sound insulation properties of the external building envelope but also sound insulation between the apartments. These effects have been investigated in a Master's Thesis written at the Tampere University of Technology.

The purpose was to determine the impact that facade renovation has on airborne sound insulation between apartments and to study if the required sound level difference specified for facades in traffic noise areas is achieved upon completion of the renovation project. The study was limited to heavy renovation projects where the external envelope of the concrete sandwich frame is demolished and replaced with a new facade construction. The phenomena selected for the study were primarily analysed by means of calculations. In addition, airborne sound insulation indices were measured both before and after the external envelope was removed.

A heavy facade renovation project can affect sound conditions inside an apartment building. The results of the study suggest, however, that the effects are usually quite minor, although the sound insulation performance of the external envelope can change quite a lot. In problematic areas with a lot of e.g. traffic noise, this should be taken into account in the selection of the renovation method. If any problems related to acoustics are identified and considered already at the planning stage of the renovation project, sound insulation can be improved even over the original construction.

6

Mikäli akustiikkaan liittyvät mahdolliset ongelmat tiedostetaan ja otetaan huomioon jo korjaussuunnitteluvaiheessa, on korjauksen yhteydessä mahdollista jopa parantaa ääneneristystä alkuperäiseen verrattuna.

Raskailla rakenteilla sekä paksurappausjärjestelmällä saavutetaan kaikilla sisäkuorenpakkuuksilla alkuperäistä julkisivuelementtiä parempi ilmastäneristysluku tieliikennemelua vastaan. Ainoastaan ohutrappausjärjestelmän tapauksessa uuden rakenteen ilmastäneristyskyky on alkuperäistä julkisivuelementtiä heikompi.