

8 ULKOVAIPAN ÄÄNENERISTÄVYYS

Ulkoista melua aiheuttavat ensisijaisesti tie-, raide- ja lentoliikenne, mutta melunlähteenä voi olla myös tehdasalueella tapahtuva toiminta tai jopa esimerkiksi kaupan kylmälaitteiden ulkoyksiköt (kompressori). Ulkovaippaan kohdistuva melu voi olla hetkellistä (esimerkiksi ylilennot) tai jatkuvaa (esimerkiksi taajaman liikenne). Asumisterveyden ja -viihtyvyyden näkökulmasta haitallisinta ulkoista melua ovat jatkuva impulssimainen, kapeakaistainen tai pienitaajuinen melu. Myös hetkellinen voimakas ulkovaippaan kohdistuva äänenpaine (lentomelu) voi osoittautua haitalliseksi, vaikka keskiäänitasojen ohjearvot vuorokauden aikana muuten täyttyisivätkin. Ulkoista melua tarkasteltaessa tulee varautua myös tiedossa oleviin tulevaisuudessa tapahtuviin ympäristön meluolosuhteiden muutoksiin. Tällaisia ovat esimerkiksi uudet suunnitellut tie- ja raidelinjat.

8.1 OHJEARVOT ULKOVAIPAN ÄÄNENERISTÄVYYDELLE

Ulkovaipan ääneneristävyysvaatimus esitetään äänitasoerolla ΔL_A [dB], joka kuvaa ulkovaippaan kohdistuvan melutason ja sallittavan sisämelutason erotusta. Esimerkiksi päiväajan keskiäänitasojen erotus $L_{Aeq,u} - L_{Aeq,s}$ (A-painotettu ekvivalenttitaso). Ulkovaipan tulee kokonaisuutena eristää ääntä siten, että kyseinen äänitasoero-vaatimus ΔL_A täyttyy kaikissa rakennuksen pääkäyttötarkoituksen mukaisissa tiloissa. Ulkovaipan äänitasoero-vaatimus ΔL_A esitetään ensisijaisesti kaavamääräyksissä, mutta rakentamismääräykset antavat sille myös vähimmäisohjearvon.

Taulukko 29. Ulkovaipan äänitasoero-vaatimuksen ΔL_A muodostuminen.

Kohde	Rakennus on melualueella Melutaso ulkona Yleensä $L_{Aeq,u} \leq 55$ dB (klo 7–22) $L_{Aeq,u} \leq 50$ dB (klo 22–7) Uusilla rakennusalueilla $L_{Aeq,u} \leq 55$ dB (klo 7–22) $L_{Aeq,u} \leq 45$ dB (klo 22–7)	Rakennus ei ole melualueella
Asuinhuoneisto ¹⁾	Määrävä seuraavista: • $\Delta L_A =$ kaavamääräyksen arvo • $\Delta L_A \geq 30$ dB	Ei vaatimusta
Majoitusuone ¹⁾		
Hoitolaitoksen potilashuoneet ¹⁾		
Loma-asunto		

¹⁾ Sisäpihan vastaisella seinällä, johon ei kohdistu melua, ΔL_A kaavamääräyksestä tai käytetään tapausharkintamenettelyä.

Taulukko 30. Ulkovaipan äänitasoero-vaatimuksen ΔL_A muodostuminen.

Kohde	Rakennus on melualueella Melutaso ulkona Yleensä $L_{Aeq,u} \leq 55$ dB (klo 7–22)	Rakennus ei ole melualueella
Opetustila	Määrävä seuraavista: • $\Delta L_A =$ kaavamääräyksen arvo • $\Delta L_A \geq 30$ dB	Ei vaatimusta
Kokoontumistilat		
Liiketila		
Toimistotila		

8.2 ULKOVAIPAN ÄÄNERISTÄVYYDEN MÄÄRITTÄMINEN

Rakennuksen ulkovaipan ääneneristävyys koostuu ulkoseinien, ikkunoiden, ovien ja yläpohjan yhdessä muodostamasta ääneneristävyydestä. Kyseisessä kokonaisuudessa rakennusosien ääneneristävyydellä ja näiden suhteellisilla osuuksilla on suuri merkitys saavutettavaan ulkovaipan ääneneristävyyteen. Esimerkiksi suuri ikkunapinta-ala heikentää ulkovaipan ääneneristävyyttä merkittävästi, kun ikkunan ääneneristävyys on heikompi kuin ulkoseinärakenteen. Ulkovaipan ääneneristävyyden suunnittelussa tulee ottaa huomioon myös ilmanvaihdon korvausilmaventtiilit, joita nykyisin tosin käytetään lähinnä vain korjausrakentamiskohteissa.

Ulkovaipan ääneneristävyyden tarkastelussa ilmaaäneneristysluvussa käytetään spektripainotustermejä C tai C_{tr} , joilla otetaan huomioon liikennemelun poikkeava luonne puheäänen verrattuna. Raideliikenne- ja lentomelun yhteydessä käytetään ilmaaäneneristyslukua $R_w + C$ ja tieliikennemelun yhteydessä ilmaaäneneristyslukua $R_w + C_{tr}$.

Ulkoseinän rakennusosille (seinä, ikkuna, ovi) määritetään ilmaaäneneristysluvut esimerkiksi mitoitusmenetelmällä, joka on esitetty Ympäristöoppaassa nro 108. Tarkastelu tehdään tilakohtaisesti. Ulkoisen melun näkökulmasta rakennuksen nurkassa oleva tila on akustisesti haasteellisin, kun tilan molempiin ulkoseiniin kohdistuu ulkoista melua. Tämä johtuu siitä, että tällaisessa tilassa on paljon julkisivupinta-alaa suhteessa lattiapinta-alaan. Nykyisin

on olemassa Ympäristöoppaan 108 mitoitusmenetelmää tarkemmilli suunnittelumenetelmiä, joiden avulla ulkovaipan rakennusosien ääneneristävyyksiä voidaan optimoida ja saada aikaan kustannustehokkaampia ratkaisuja.

Yläpohjan ääneneristävyys ei tavallisesti vaikuta ääneneristävyyteen tie- ja raideliikennemelun yhteydessä. Lentomelun yhteydessä yläpohja suunnitellaan 5 dB paremmaksi kuin seinärakenne. Lisäksi lentomelun yhteydessä räystäillä tulee käyttää kuvassa 68 esitettyä tuloilman äänenvaimenninta.

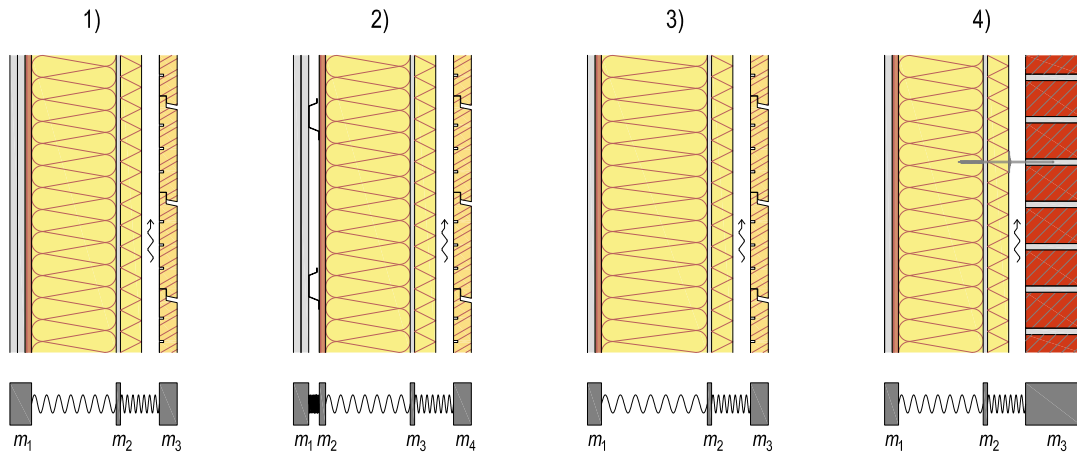
8.3 ULKOSEINÄN ÄÄNERISTÄVYYS

Puurakenteisten ulkoseinien ääneneristävyyttä hallitaan samoilla periaatteilla kuin huoneistojen välisissä seinissä. Pääsääntöisesti ulkoseinärakenteista tulisi tehdä akustisesti kaksin- tai useampikertaisia. Akustisesti yksinkertaisen rakenteen tapaan toimivassa massiivipuulevyseinässä voidaan kuitenkin kipsilevytyksellä toteutetulla massan lisäyksellä saavuttaa tarvittava ääneneristävyys joissakin tapauksissa.

Hyvän ääneneristävyyden saavuttamiseksi ulkoseinän lämmöneristeestä ainakin osan tulisi olla mineraalivillan tai puukuituvillan kaltaista huokoista materiaalia. Kovilla lämmöneristeillä (EPS, PIR, jne.) saavutettava ääneneristävyys jää heikommaksi, koska eristeet ovat kevyitä eivätkä toisaalta absorboi ääntä samalla tavalla kuin huokoiset materiaalit.

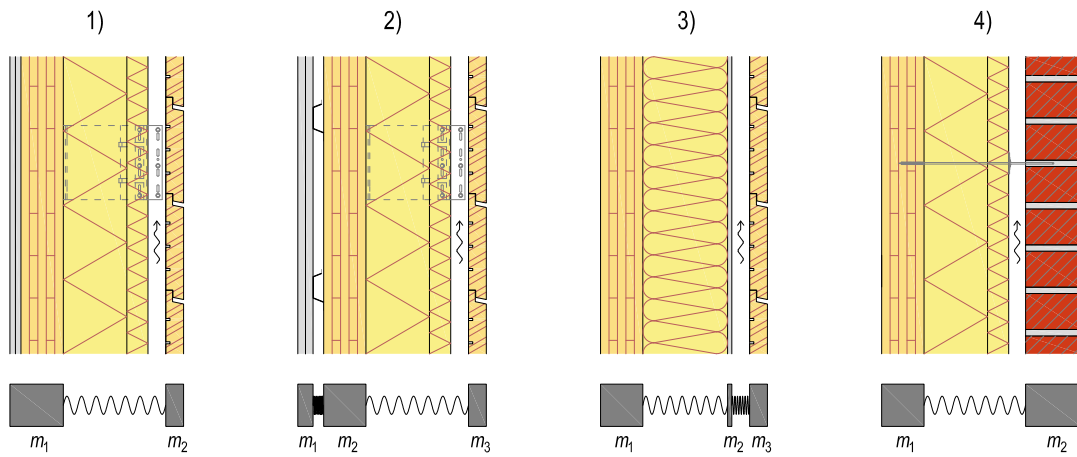
Taulukko 31. Ulkovaipan rakennusosien suuntaa-antavia ilmaaäneneristyslukuja.

Erlaisilla ulkoseinän ja ikkunoiden ääneneristysarvoilla $R_w + C_{tr}$ saavutettavia äänitasoeroja ΔL_A , kun tilan pinta-ali tiedot ovat seuraavat:		
<ul style="list-style-type: none"> Huoneen pinta-ala on 12 m² Ikkunan pinta-ala on 2 m² Ulkoseinän pinta-ala on 5,5 m² 		
Ulkoseinän $R_w + C_{tr}$	Ikkunan $R_w + C_{tr}$	Saavutettava äänitasoero ΔL_A
39 dB	37 dB	32 dB
42 dB	37 dB	33 dB
45 dB	37 dB	34 dB
48 dB	37 dB	34 dB
39 dB	40 dB	33 dB
42 dB	40 dB	35 dB
45 dB	40 dB	36 dB
48 dB	40 dB	37 dB



RANKARAKENTEISET SEINÄT

- 1) Massan lisääminen kipsilevyillä seinän sisäpintaan
- 2) Jousirankojen varaan asennettu kipsilevytys
- 3) Sisä- ja ulkopinnan levytyksen välillä olevan ilmvälin kasvattaminen
- 4) Ulkoverhouksen massan kasvattaminen



MASSIIVIPUURAKENTEISET SEINÄT

- 1) Massan lisääminen kipsilevyillä massiivipuulevyn sisä- tai ulkopintaan
(massiivipuulevyn paksuuden kasvattaminen mahdollinen, mutta ei niin tehokas)
- 2) Jousirankojen varaan asennettu kipsilevytys
- 3) Massiivipuulevyn ulkopuolinen koolaus + kipsilevytys
- 4) Ulkoverhouksen massan kasvattaminen

Kuva 66. Esimerkkejä ulkoseinän ääneneristävyyden parannusmenetelmistä ulkoista melua vastaan (ks. Liite 1 Rakennetyypit).

ULKOVAIPAN ÄÄNERISTÄVYYS

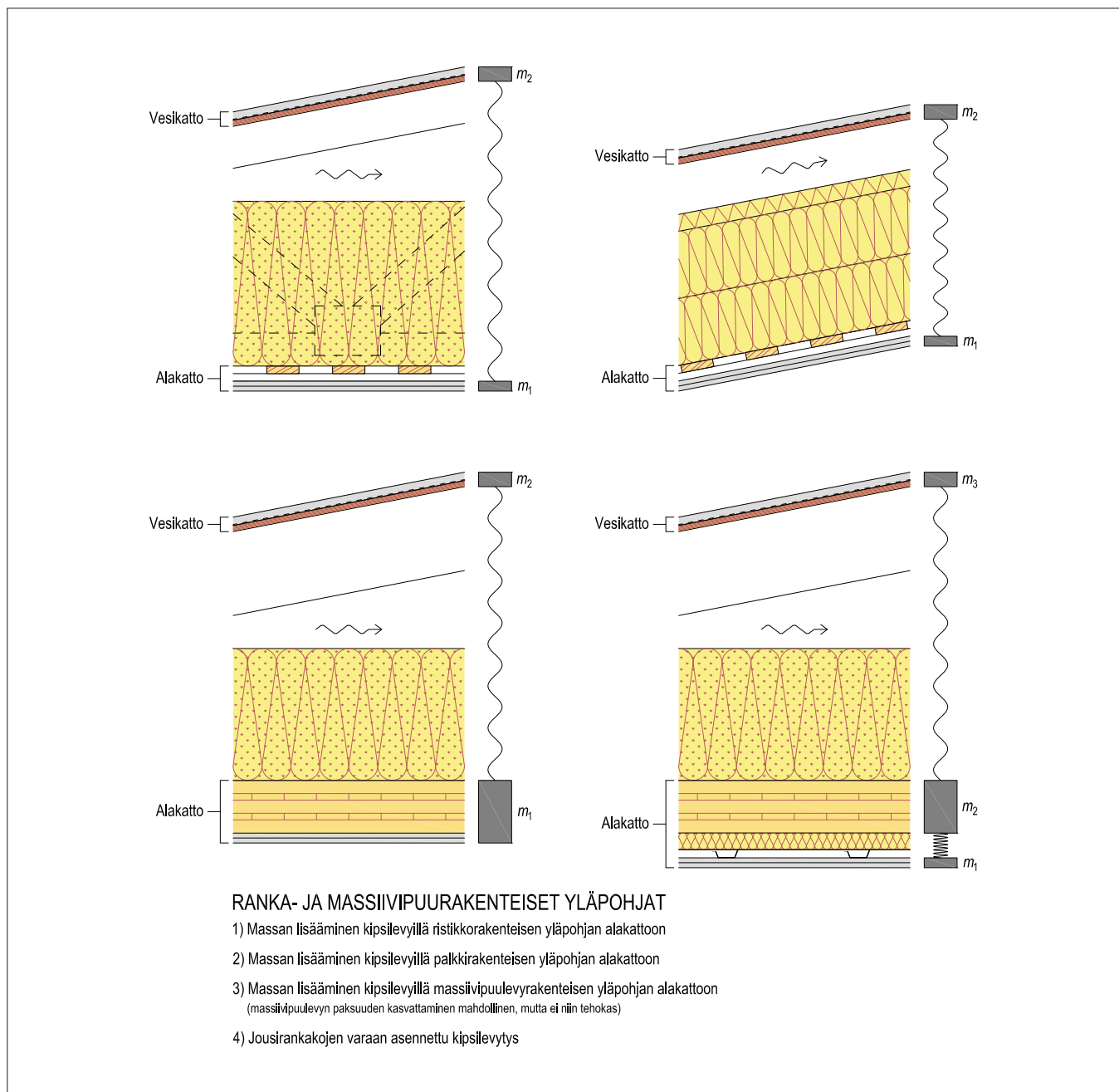
8.4 YLÄPOHJAN ÄÄNERISTÄVYYS

Puurakenteisesta yläpohjasta muodostuu yleensä luonnostaan akustisesti kaksinkertainen rakenne, koska alakatto- ja vesikatto-rakenne muodostavat levymäiset massat, joiden välillä on ilmatila. Yläpohjan ääneneristävyyttä hallitaan pääasiassa alakattorakenteen akustisilla ominaisuuksilla.

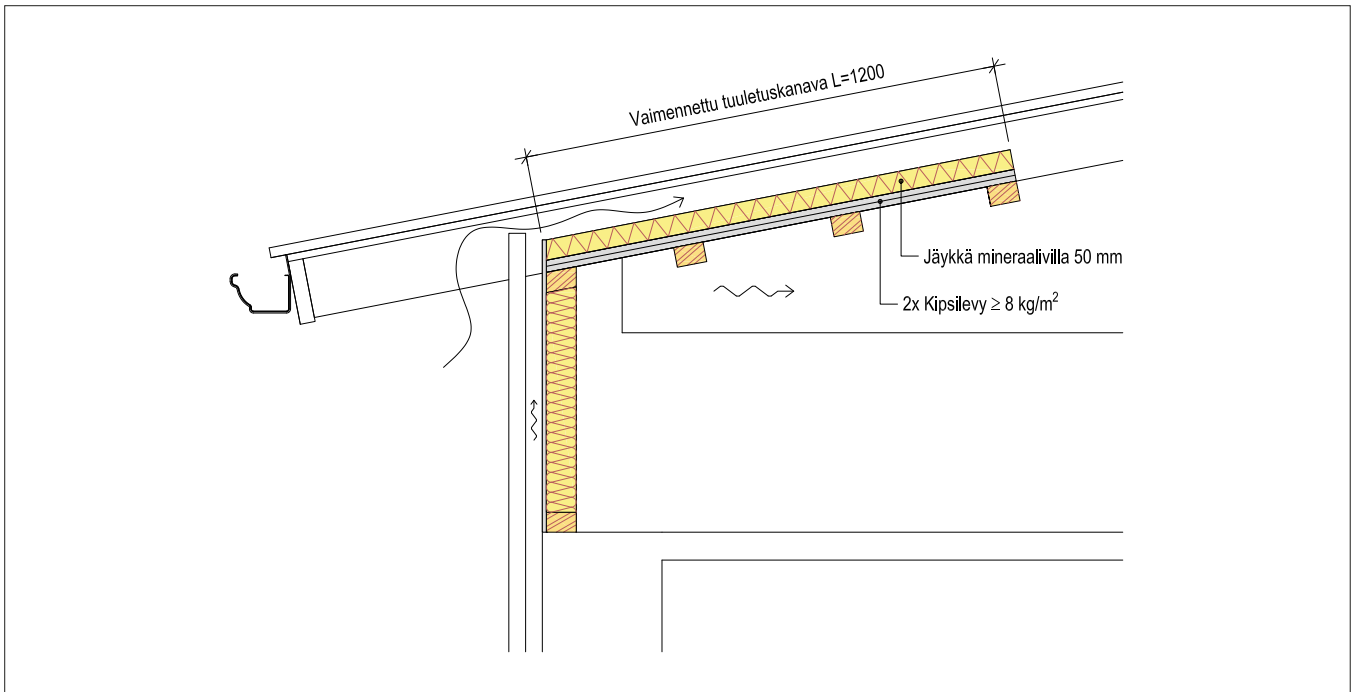
Yksinkertaisin tapa yläpohjan ääneneristävyyden parantamiseen ulkoista melua vastaan on alakaton massan lisääminen kipsilevyjen avulla tai käyttämällä alakatossa akustisia jousirankoja.

Massiivipuulevystä toteutetussa alakatossa massan lisääminen kipsilevyjen avulla on tehokkaampi keino kuin massiivipuulevyn paksuuden kasvattaminen. Akustisesta näkökulmasta katsoen alakaton kipsilevyt voivat sijaita massiivipuulevyn ala- tai yläpuolella.

Vesikatemateriaalilla voi olla suurikin vaikutus yläpohjan ääneneristävyyteen. Vaikka esimerkiksi tiilikate ei ole ilmatiivis levymäinen pinta, sen massasta saadaan hyötyä ääneneristävyyteen. Raot vaikuttavat ääneneristävyyttä heikentävästi erityisesti suurilla taajuuksilla, mutta liikennemelu painottuu pienille taajuuksille, jolloin tiilikatteen massa parantaa ääneneristävyyttä.



Kuva 67. Esimerkkejä yläpohjan ääneneristävyyden parannusmenetelmistä ulkoista melua vastaan (ks. Liite 1 Rakennetyypit).



Kuva 68. Esimerkki lentomelualueella tarvittavasta yläpohjan tuloilman äänenvaimentimesta.

8.5 IKKUNOIDEN ÄÄNENERISTÄVYYS

Ikkunat toimivat akustisesti kaksin- tai useampikertaisten rakenteiden tapaan, koska niissä on useita lasilevyjä, joiden välillä on ilmarakenteita (massa-jousi-massa-systeemi). Tavallisen ikkunan (esim. MSE) ilmaääneneristävyyttä voidaan parantaa tehokkaimmin suurentamalla lasilevyjen välissä olevan ilmarakenteen paksuutta (karmisyvyys). Tavallisen ikkunan lasilevyjen paksuntaminen perinteisestä 3...5 mm:stä ei useinkaan ole tehokas keino ääneneristävyyden parantamiseen johtuen lasilevyn koinsidenssi-ilmiöstä. Umpio-lasi-ikkunoissa lasilevyjen paksuntaminen taas on useinkin ainoa keino ilmaääneneristämisen parantamiseen.

8.6 PARVEKE- JA TERASSIOVIEN ÄÄNENERISTÄVYYS

Yhdestä ovilevystä koostuva ulko-ovi toimii akustisesti yksinkertaisen rakenteen tavoin, jolloin ääneneristävyyden perustuu pääasiassa ovilevyn massaan. Kahdesta ovilevystä koostuva ulko-ovi toimii akustisesti kaksinkertaisen rakenteen tavoin, jolloin ääneneristävyyden perustuu ovilevysten massaan ja näiden välissä olevan ilmarakenteen yhteistoimintaan (massa-jousi-massa-systeemi). Ulkoisen melun näkökulmasta parveke- ja terassiovioiden ääneneristävyyden tulisi olla samaa luokkaa kuin ikkunoiden ääneneristävyyden. Kuten ikkunoiden tapauksessa, oven rakenteen ja oven liittymien ilmatuotto on erityisen tärkeää ilmaääneneristävyyden näkökulmasta.

8.7 MUUT KEINOT ULKOISEN MELUN HALLINTAAN

Alueellisesti asemakaavoituksella voidaan vaikuttaa ennaltaehkäisevästi ulkoiseen meluun. Käytännössä tämä tarkoittaa sellaista

asemakaavoitusta, että rakennusalueet eivät sijoitu liikenneväylien yms. läheisyyteen. Kaupungistuvassa yhteiskunnassa tämä ei kuitenkaan ole käytännössä mahdollista isossa mittakaavassa. Asemakaavoituksella voidaan kuitenkin vähentää merkittävästi ulkoisen melun aiheuttamia haasteita rakennusalueilla. Pelkästään julkisivumateriaaleja koskevilla kaavamääräyksillä voidaan vaikuttaa kohdekohtaisesti ulkoisen melun haasteisiin.

Liikenneväylä- ja korttelikohtaisesti ulkoisen melun haasteisiin voidaan vastata melusteillä. Tulee kuitenkin ottaa huomioon, että melusteillä ei voida vähentää kerrostalon ylempien kerrosten ulkomeluhaittoja. Melusteiden vaikutus jää yleensä pihatason tasolle. Lisäksi melusteet peittävät näkymiä, joten ne tulisi sijoittaa ensisijaisesti liikenneväylien läheisyyteen, jossa ne voivat toisaalta rikastuttaa maisemaa. Melusteina voidaan käyttää myös tontilla sijaitsevia toissijaisia rakennuksia, kuten autokatoksia jne.

8.8 MAALIIKENTEEN AIHEUTTAMA TÄRINÄ JA RUNKOMELU

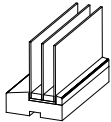
Ulkoisen melun lisäksi liikenneväylien läheisyydessä sijaitsevien rakennusten suunnittelussa tulee ottaa huomioon maaperästä mahdollisesti rakennukseen johtuva värähtely. Maaperän värähtely ja runkomeluun liittyvä suunnittelu on kokonaan oma aihe, jossa tarvitaan mittaus-, signaalinkäsittely- ja akustiikkasuunnitteluosaamista. Lähtökohdaksi suunnittelussa on, että värähtelyn siirtyminen maaperästä rakennuksen runkoon estetään. Puurakennuksen yhteydessä värähtelyyn liittyvissä teemoissa tulee kiinnittää huomiota runkorakenteiden ja erityisesti puuvälipohjien värähtelyominaisuuksiin, koska puurakenteet ovat suhteellisen kevyitä.

ULKOVAIPAN ÄÄNERISTÄVYYS

Taulukko 32. Ikkunan ominaisuuksien vaikutus ilmääneneristävyteen.

Ominaisuus	Vaikutus
Paksu ilmaväli lasilevyjen välillä (tehokkain tapa)	<ul style="list-style-type: none"> Paksu (löysä) ilmajousi siirtää vähemmän värähtelyä lasilevyjen välillä, jolloin ääneneristävyys paranee
Ohut ilmaväli lasilevyjen välillä	<ul style="list-style-type: none"> Ohut (jäykkä) ilmajousi kytkee lasilevyt akustisesti toisiinsa, jolloin resonanssi-ilmiö heikentää ääneneristävyyttä merkittävästi Resonanssi-ilmiön vaikutusta voidaan vähentää käyttämällä eripaksuisia lasilevyjä ja useamman kuin yhden ilmavälin tapauksessa eripaksuisia ilmavälejä
Ohut lasilevy	<ul style="list-style-type: none"> Pieni massa heikentää ääneneristävyyttä pienillä taajuuksilla
Paksu lasilevy	<ul style="list-style-type: none"> Suuri massa parantaa ääneneristävyyttä pienillä taajuuksilla, mutta koinsidenssi-ilmiö heikentää ääneneristävyyttä suurilla taajuuksilla
Laminoitulasilevy	<ul style="list-style-type: none"> Suuri massa parantaa ääneneristävyyttä pienillä taajuuksilla Resonanssi-ilmiön vaikutus ääneneristävyteen vähenee Koinsidenssi-ilmiön vaikutus ääneneristävyteen vähenee Laminointi toimii lasilevyjen välillä vaimentimena (jousi)
Lasilevyjen paksuusjärjestys	<ul style="list-style-type: none"> Paksut lasilevyt ikkunan ulkopinnassa parantavat ääneneristävyyttä hieman
Ilmatiiviys	<ul style="list-style-type: none"> Pienikin ilmavuoto ikkunan rakenteissa tai ikkunan liittymissä heikentävät ääneneristävyyttä merkittävästi (ks. kohta 2.2)

Taulukko 33. Suuntaa-antavia ikkunoiden ilmääneneristyslukuja.

Ikkunatyyppi	Karmisyvyys	Lasilevyt	R_w	$R_w + C$	$R_w + C_{tr}$
MSE 	130 mm	Ulkolasi 4 mm / Sisälasit 4 mm + 4 mm	43...44 dB	34...37 dB	40...43 dB
		Ulkolasi 6 mm / Sisälasit 4 mm + 4 mm	42...47 dB	35...42 dB	40...45 dB
		Ulkolasi 6 mm / Sisälasit 4 mm + 6 mm	43...47 dB	36...43 dB	41...46 dB
	170 mm	Ulkolasi 4 mm / Sisälasit 4 mm + 4 mm	45...48 dB	37...42 dB	43...46 dB
		Ulkolasi 6 mm / Sisälasit 4 mm + 4 mm	47...49 dB	41...45 dB	45...48 dB
		Ulkolasi 6 mm / Sisälasit 4 mm + 6 mm	47...49 dB	40...45 dB	45...48 dB
	210 mm	Ulkolasi 4 mm / Sisälasit 4 mm + 4 mm	46...49 dB	42...44 dB	45...47 dB
		Ulkolasi 6 mm / Sisälasit 4 mm + 4 mm	47...50 dB	42...46 dB	46...49 dB
		Ulkolasi 6 mm / Sisälasit 4 mm + 6 mm	47...50 dB	44...46 dB	46...49 dB
MEK 	Lasipaketin paksuus 48...50 mm	4 mm / 4 mm / 4 mm	31...33 dB	29...32 dB	25...28 dB
		4 mm / 4 mm / 6 mm	35...37 dB	32...35 dB	28...31 dB
		6 mm / 4 mm / 6 mm	33...35 dB	32...34 dB	27...29 dB
		10 mm / 4 mm / 6 mm	40...42 dB	38...41 dB	34...37 dB