

RAKENNUKSEN ULKOKUOREN RAKENNUSOSILTA VAADITTAVA ÄÄNENERISTÄVYYS

Mikko Kylliäinen

Insinööritoimisto Heikki Helimäki Oy
Hermiankatu 6-8 H
33720 Tampere
mikko.kylliainen@helimaki.fi

1 JOHDANTO

Melualueille rakennettaessa rakennusten ulkokuoren ääneneristyksestä annetaan vaatimuksia asemakaavoituksessa. Kaavamääräys perustuu valtioneuvoston päätökseen melutason ohjearvoista, joka määrittelee sisällä asuinhuoneissa yöllä ja päivällä sallittavat keskiäänitasot [1]. Kaavamääräys annetaan julkisivun kohdalla ilman julkisivusta tulevia heijastuksia vallitsevan A-painotetun keskiäänitason ja sisällä sallittavan A-painotetun keskiäänitason erotuksena, joka on asemakaavoissa tavallisesti 30-40 dB.

Rakennuksen ulkokuoren rakennusosien ääneneristyskyky ilmoitetaan ilmaääneneristyslukuina tieliikenne- tai raide- ja lentoliikennemelua vastaan. Rakennusten ulkokuoren rakennusosien valitsemiseksi tarvitaan menetelmä, jolla kaavamääräyksen äänitasoerosta saadaan johdetuksi rakennusosilta vaadittavat ilmaääneneristysluvat asemakaavan määrittelemää melua vastaan. Tällöin on otettava huomioon kaikki rakennuksen ulkokuoren rakennusosat: yläpohja- ja ulkoseinä-rakenteet, ikkunat, ikkunaovet ja korvausilmaventtiilit. Tällä hetkellä suunnittelumenetelmiä on käytössä kaksi: 1970-luvulta saakka julkisivun rakennusosilta vaadittavia ilmaääneneristyslukuja on määritellyt arkkitehti Alpo Halmeen kehittämällä menetelmällä, joka johtaa rakennusosien ilmaääneneristysluvuista äänitasoeron, jota voidaan verrata kaavamääräyksen äänitasoeroon [ks. esim. 2-4]. Tässä esityksessä menetelmästä käytetään nimitystä äänitasoeromenetelmä. Menetelmä on ollut käytännössä ainoa yleisesti tunnettu ja hyväksytty suunnittelutyökalu, kun ulkokuoren rakennusosat on pitänyt mitoittaa melualueille rakennettaessa. Vuonna 2003 ympäristöministeriö julkaisi ympäristöoppaassaan VTT:n kehittämän menetelmän, joka johtaa asemakaavamääräyksen äänitasoerosta kultakin ulkokuoren rakennusosalta vaadittavan ilmaääneneristysluvun [5].

Ympäristöoppaan julkaisemisen jälkeen on arvioitu, että oppaassa esitetty menetelmä pyrki tiukentamaan rakennuksen ulkokuoren rakennusosille asetettavia ääneneristävyysvaatimuksia, mistä olisi seurauksena rakennuskustannusten kohoaminen [ks. esim. 6]. Nämä arviot on kuitenkin tehty vertailematta menetelmien antamia tuloksia ts. ikkunoilta tai muilta rakennuksen ulkokuoren rakennusosilta vaadittavia ilmaääneneristyslukuja. Ympäristöoppaan menetelmä on ollut käytössä noin kaksi vuotta, joten nyt on mahdollista vertailla sen ja äänitasoeromenetelmän mukaan määritettyjä rakennuksen ulkokuoren rakennusosien ilmaääneneristyslukuvaatimuksia todellisissa rakennuskohteissa. Tämän esityksen tarkoituksena on tutkia, millaisia vaatimuksia käytössä olevat menetelmät asettavat ulkokuoren rakennusosien ilmaääneneristyslukuille. Ulkokuoren rakennusosien ääneneristysvaatimukset on määritetty rinnakkain äänitasoeromenetelmällä sekä ympäristöoppaan menetelmällä käytännön suunnittelukohteissa. Menetelmien taustoja tai niihin liittyviä kaavoja ei tässä esitetä, vaan ne ovat luettavissa lähteistä [2-6].

2 MENETELMIEN VERTAILU

2.1 Lähtökohdat

Riittävän kattavan kuvan saamiseksi menetelmien antamista vaatimuksista rakennuksen ulkokuoren rakennusosille vertailtavan aineiston on oltava kohtalaisen suuri. Vertailua varten on valittu 16 rakennuskohdetta, jotka kaikki ovat käytännön suunnittelukohteita vuosilta 2003-2005. Rakennusten perusrakenne on samanlainen: rakennuksen runko on betonielementtirakenteinen seinä-laattarunko. Ulkoseinärakenne on ei-kantava, rakennetyyppinä on joko betonisandwich-elementti tai betoninen sisäkuorielementti, jolloin julkisivurakenteena on paikalla muurattu tiilikuori. Kummankin ulkoseinärakenteen ilmajäneneristyskyky on niin suuri, että sisälle muodostuvan äänitason määräävät julkisivun muut rakennusosat. Käytännössä tämä tarkoittaa ikkunoita ja ikkunaovia, sillä vuonna 2003 voimaan tulleet lämmöneristysmääräykset [7] ovat johtaneet huoneistokohtaisten lämmöntalteenottojärjestelmien ja ilmanvaihtokoneiden yleistymiseen ja korvausilmaventtiilien syrjäytymiseen.

Kaikkien käsiteltyjen kohteiden asemakaavassa on vaatimus ulkokuoren ääneneristävydestä tieliikennemelua vastaan. Kaavamääräyksen määrittelemä äänitasoero on tutkituissa kohteissa 30 dB ja 38 dB välillä (taulukko 1). Tutkituissa 16 rakennuskohteessa on kaikkiaan 404 huonetta, joissa on yhteensä 590 ikkunaa ja ikkunaovea. Kaikki rakennuskohteet ovat asuinkerrostaloja pääkaupunkiseudulla.

Ikkunoiden ja ikkunaovien ääneneristysvaatimukset on laskettu käytännön konsulttityötä varten kehitetyllä excel-pohjaisella ohjelmalla, joka määrittelee rakennusosille ilmajäneneristyslukuvaatimukset syötettyjen lähtötietojen perusteella automaattisesti rinnakkain molempien menetelmien mukaisesti. Ilmajäneneristyslukuvaatimus tarkoittaa tässä tapauksessa ilmajäneneristyslukua tieliikennemelua vastaan $R_w + C_{tr}$.

Taulukko 1. Tilastotietoja tutkituista rakennuskohteista.

Asemakaavamääräys	Rakennuskohteita	Huoneita
30 dB	3	54
32 dB	4	125
33 dB	1	42
34 dB	1	10
35 dB	4	83
37 dB	2	63
38 dB	1	27
Yhteensä	16	404

2.2 Vertailun tulokset

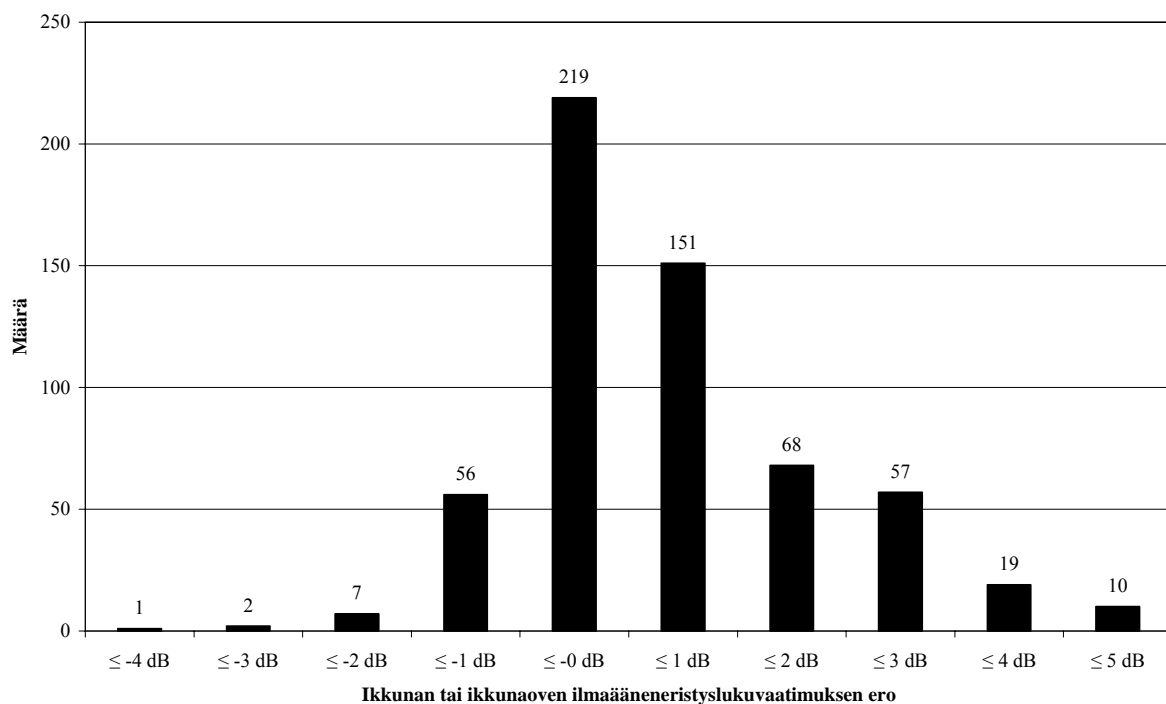
Äänitasoeromenetelmän ja ympäristöoppaan menetelmän tuottamia ikkunoiden ja ikkunaovi-
en ääneneristävyysvaatimuksia on vertailtu laskemalla vaatimusten ero seuraavasti:

Rakennusosalta vaadittava $R_w + C_{tr}$ äänitasoeromenetelmän mukaan

- Rakennusosalta vaadittava $R_w + C_{tr}$ ympäristöoppaan menetelmän mukaan

= Ilmaääneneristyslukuvaatimuksen ero

Vertailun tulos koko 590 ikkunan tai ikkunaoven aineistosta on esitetty kuvassa 1. Kuvasta nähdään, että ikkunoilta ja ikkunaovilta vaadittavat ilmaääneneristysluvut tieliikennemelua vastaan ovat suurimmassa osassa laskettuja huoneita lähellä toisiaan. Menetelmien tuottamat erot ovat 63 % lasketuista huoneista enintään ± 1 dB; 84 % eroista on enintään ± 2 dB. Tarkastelemalla aineistoa huonekohtaisesti havaitaan, että ympäristöoppaan menetelmä asettaa ikkunoille ja ikkunaoville suuremmat vaatimukset silloin, kun niiden pinta-ala on huoneen lattiapinta-alaan nähden hyvin pieni. Erot jakauman toisessa ääripäässä johtuvat siten huoneen geometriasta.



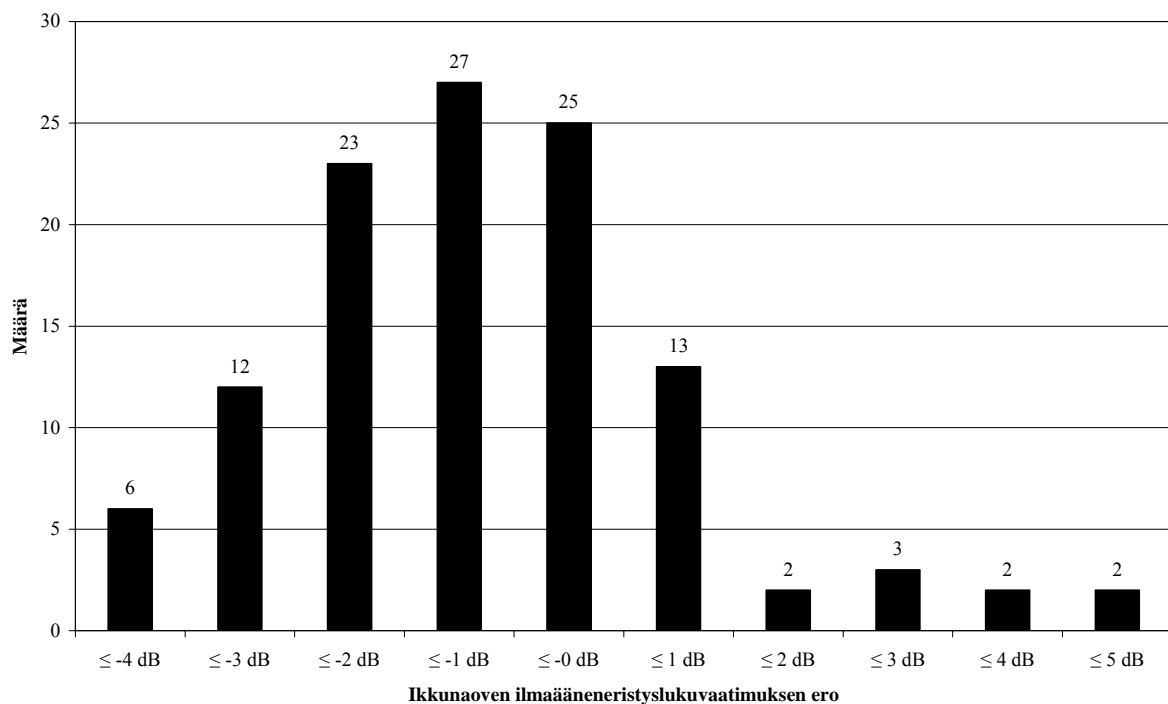
Kuva 1. Rakennusosilta eri suunnittelumenetelmillä vaadittavien ilmaääneneristyslukujen erot.

Kuvan 1 jakauma ei ole symmetrinen, vaan äänitasoeromenetelmä näyttää monissa tapauksissa edellyttävän ikkunoilta ja ikkunaovilta selvästikin suurempaa ilmaääneneristyslukua kuin ympäristöoppaan menetelmä. Myös ilmaääneneristyslukuvaatimuksen eron keskiarvo on 0,4 dB. Tämä ero ei selity geometrialla. Jakauma on peräisin käytännön suunnittelukohteista, joiden ikkunoita ja ikkunaovia mitoitettaessa on otettu huomioon myös käytännön näkökoh-
tia. Parhaimpien yleisesti markkinoilla olevien ikkunoiden ilmaääneneristysluvut liikennemelua vastaan $R_w + C_{tr}$ ovat 44 dB. Kaksilehtisten ikkunaovien ilmaääneneristysluvun yläraja

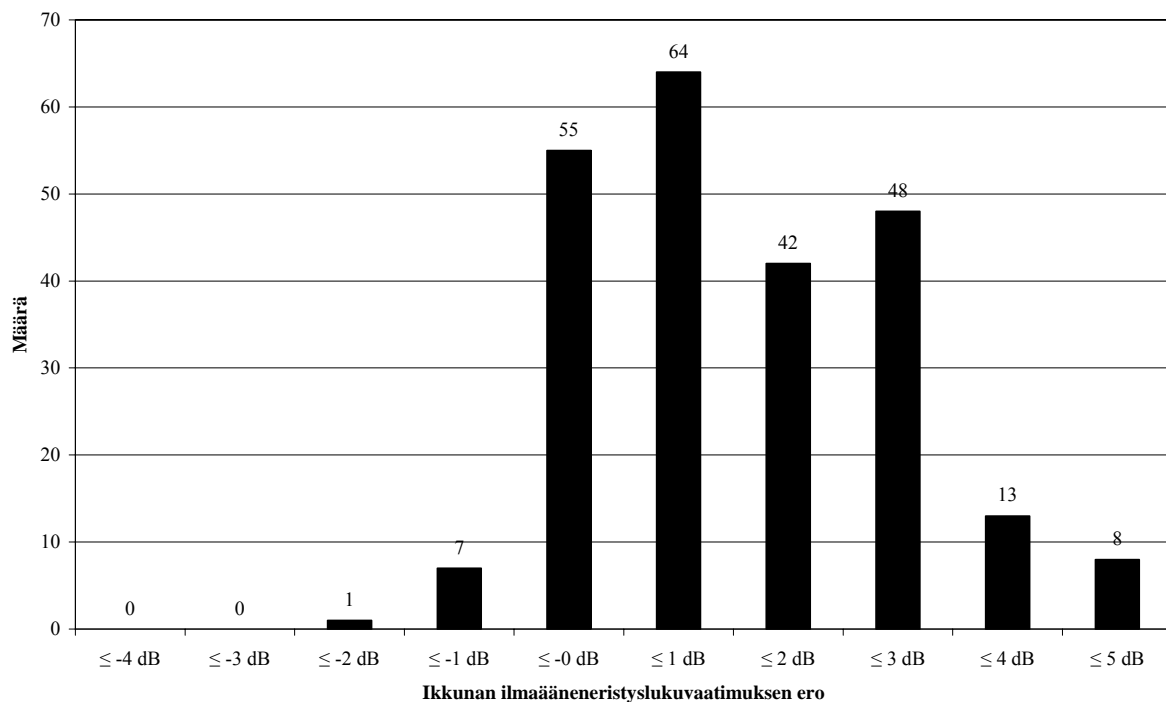
näyttää asettuvan noin 40 desibeliin, mikä johtuu siitä, että ikkunaovia ei saada tiivistetyksi yhtä tehokkaasti kuin ikkunoita. Äänitasoeromenetelmää käytettäessä tämä on otettu huomioon: ikkunaoveksi on valittu mahdollisimman hyvin ääntä eristävä vaihtoehto, joka yleensä on ikkunoita heikompi. Ikkunaoven heikkoa eristävyttä on sitten kompensoitu paremmilla ikkunoilla. Ympäristöoppaan menetelmällä tällaista tilannetta ei ole mahdollista tutkia, sillä taulukkomitoitus johtaa yhteen lopputulokseen, jonka osatekijöiden vaikutusta ei ole mahdollista selvittää (taulukko 2). Tämä menetelmien periaatteellinen ero näkyy myös, kun kuvan 1 jakaumasta irrotetaan erikseen ikkunaovet ja ikkunat huoneissa, joissa on ikkunanovi (kuvat 2 ja 3): ympäristöoppaan menetelmä edellyttää usein ikkunaovien ilmajääneneristysluvuiksi arvoja, jotka täyttäviä tuotteita ei ole markkinoilla. Äänitasoeromenetelmä puolestaan johtaa suurempiin vaatimuksiin ikkunoille, kun tarkastellaan huonetta, jossa on ikkunaovi.

Taulukko 2. Esimerkki ikkunoiden ja ikkunaovien mitoituksesta äänitasoeromenetelmän ja ympäristöoppaan menetelmän mukaan.

Rakennusosa	Äänitasoeromenetelmä	Ympäristöopas
Ikkuna 4,1 m ²	43 dB	42 dB
Ikkuna 0,9 m ²	43 dB	42 dB
Ikkuna 0,4 m ²	43 dB	42 dB
Ikkunaovi 2,1 m ²	40 dB	42 dB



Kuva 2. Ikkunaovilta eri suunnittelumenetelmillä vaadittavien ilmajääneneristyslukujen erot.



Kuva 3. Ikkunoilta eri suunnittelumenetelmillä vaadittavien ilmaääneneristyslukujen erot huoneissa, joissa on ikkunaovi.

3 YHTEENVETO

Rakennuksen ulkokuoren ääneneristykseen suunnittelumenetelmät johtavat yleensä lähes samoihin ilmaääneneristyslukuvaatimuksiin rakennusosille, kun rakennuksen ulkoseinärakenne on betonisandwich-elementti tai vastaava raskas kivirakenne eikä julkisivulla ole korvausilmaventtiilejä. Jos ikkunoiden tai rakennuksen ulkokuoren muiden rakennusosien ääneneristysvaatimukset oletetaan tiukkenevan, syynä ei siten ole suunnittelumenetelmien ero. Pikemminkin on kyse kahdesta asiasta: ympäristöoppaan julkaisemisen jälkeen rakennuksen ulkokuoren ääneneristävyys on saanut aikaisempaa enemmän huomiota ja rakennusvalvontaviranomaiset puuttuvat asiaan entistä tarkemmin; aiemmin yleinen käsitys on lisäksi ollut se, että kaavamääräyksessä annettava äänitasoero on yhtä kuin ikkunalta tai muulta rakennusosalta vaadittava ilmaääneneristysluku esimerkiksi tieliikennemelua vastaan. Jälkimmäisessä tapauksessa ei kuitenkaan voida puhua vaatimusten kiristymisestä, sillä tällainen käytäntö ulkokuoren rakennusosien valitsemiseksi on ollut virheellinen eivätkä valtioneuvoston päätöksen mukaiset melutason ohjearvot näin suunnitelluissa rakennuksissa todennäköisesti ole edes täyttyneet.

Ympäristöoppaassa esitetty mitoitusmenetelmä on yksinkertainen ja sillä voidaan nopeasti tarkistaa, ovatko rakennusosien ilmaääneneristysluvut liikennemelua vastaan oikein valittuja. Menetelmä onkin ensisijaisesti tarkoitettu rakennusvalvonnan työkaluksi. Suunnittelutyökaluna sen käyttökelpoisuus on rajallisempi, sillä menetelmällä ei ole mahdollista tutkia, miten eri rakennusosien ääneneristyskyvyn muuttaminen vaikuttaa kokonaisuuteen. Tällä on merkitystä erityisesti silloin, kun jonkin ulkokuoren rakennusosan ääneneristyskyky on rajallinen. Tyypillinen esimerkki tällaisesta rakennusosasta on ikkunaovi. Ympäristöoppaan menetelmä voi antaa tällaiselle rakennusosalle niin korkeat vaatimukset, että vaatimukset täyttyviä

tuotteita ei ole saatavissa. Tällöin tulisi muiden rakennusosien ääneneristystä parantaa tai pienentää ikkunapinta-alaa. Menetelmällä ei kuitenkaan ole mahdollista laskea, kuinka suuria muutoksia kaavamääräyksen täytyminen edellyttäisi. Äänitasoeromenetelmän etuna on, että sillä voidaan tutkia kunkin rakennusosan vaikutusta kokonaisuuteen ja lopputulosta voidaan verrata suoraan kaavamääräyksessä vaadittuun äänitasoeroon.

LÄHTEET

1. Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista. Suomen säädöskokoelma, nro 993/1992.
2. HALME A, Rakennuksen ulkovaipan ääneneristävyys. *Rakennustekniikka* **5** (1995), 25-26.
3. HALME A & SEPPÄNEN O, *Ilmastoinnin äänitekniikka*. Suomen LVI-Liitto ry. Jyväskylä 2002.
4. HELIMÄKI H, *Tieliikennemelun laskenta*. Diplomityö. Teknillinen Korkeakoulu, maanmittaus- ja rakennustekniikan osasto. Espoo 1988.
5. Rakennuksen julkisivun ääneneristävyuden mitoittaminen. Ympäristöministeriö, ympäristöopas 108. Helsinki 2003.
6. PELTONEN T & LAHTI T, Katsaus rakennusten julkisivuääneneristävyuden laskentaan ja mitoittamiseen. *Akustiikkapäivät 2003*, 6.-7.10.2003, Turku, 17-22.
7. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa C3: Rakennuksen lämmöneristys, määräykset. Ympäristöministeriö. Helsinki 2002.