

HELSINGIN KAUPUNKI, EU-MELUSELVITYS

Tapio Lahti, Benoît Gouatarbès, Timo Markula

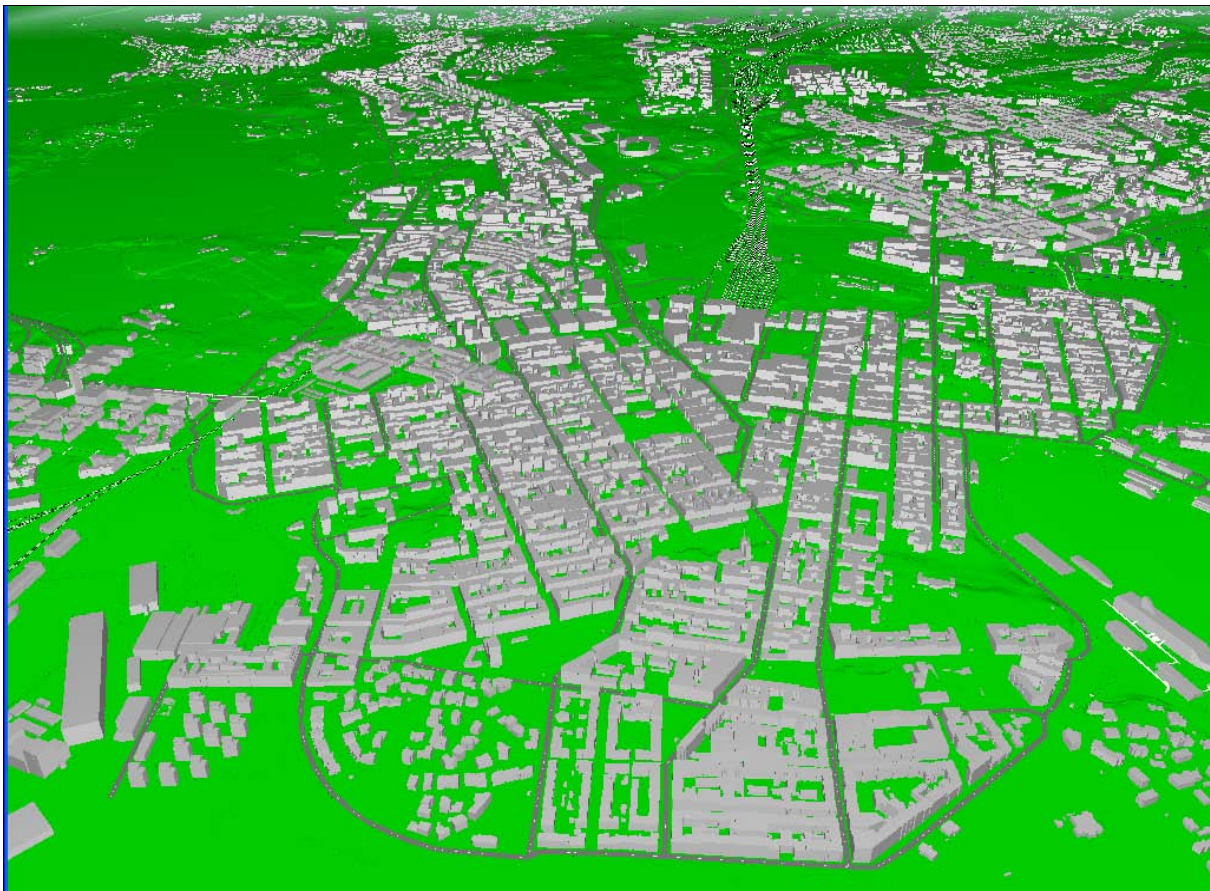
Insinööritoimisto Akukon Oy
Kornetintie 4 A, 00380 HELSINKI
Tapio.Lahti@akukon.fi

1 JOHDANTO

EU:n ympäristömeludirektiivi [1] edellyttää, että jäsenvaltiot laativat ympäristömelun selvityksiä viiden vuoden välein, alkaen vuonna 2007. Selvitettävät alueet ja kohteet määräytyvät kaupunkien asukasmäärän ja liikenneväylien liikennemäärän perusteella. Ensimmäisessä vaiheessa tehtiin selvitykset

- kaupungeista, joiden asukasmäärä on yli 250 000,
- maanteistä, joiden liikennemäärä on yli 6 000 000 ajoneuvoa vuodessa,
- rautateistä, joiden liikennemäärä on yli 60 000 junaa vuodessa,
- lentoasemista, joilla on yli 50 000 nousua tai laskua vuodessa.

Suomessa ensimmäisen vaiheen kaupunkeja on vain Helsinki. Kaupungin selvitykseen [2] sisältyivät kaupungin alueella olevat maantiet ja rautatiet sekä Helsinki–Malmin lentoasema. Katujen ja maanteiden sekä metron ja raitiovaunujen melu kuului Akukonin osuuteen; Helsingin rautateiden melun selvitti Ramboll Finland Oy ja Malmin lentoaseman melun Finavia.



Kuva 1. Keskustan maastomallia.

2 TEHTÄVÄ

2.1 Tavoitteet ja menetelmät

EU:n ympäristömeludirektiivin tavoitteena on ”luoda yhteisön yhteinen toimintamalli, jonka avulla ympäristömelulle altistumisen aiheuttamia haittoja voidaan välttää, ehkäistä tai tarvittaessa vähentää” sekä saada jäsenvaltioiden melutasoista vertailukelpoisia tietoja. Meluselvitystä kutsutaan direktiivissä ”strategiseksi melukartoitukseksi”. Selvitystä käytetään meluntorjunnan toimintasuunnitelman laadintaan, kansalaisille tarkoitettuna tietolähteenä ja EU:n komissiolle toimitettavien tietojen hankkimiseen.

Selvitys kuvaa vuoden 2006 melutilannetta. Tarkastelu tehtiin erikseen tie-, raide- ja lentoliikenteelle. Raideliikenteeseen kuuluu rautateiden lisäksi metro- ja raitiotieliikenne. Selvityksessä arvioitiin Helsingin kaupungin alueella esiintyvää liikenteen aiheuttamaa ympäristömelua kahdella tavalla:

- tavanomaiset melutasokartat laskettiin ympäristömelun laskentamalleilla,
- lisäksi laskettiin rakennusten julkisivuihin kohdistuvat melutasot, ja meluvyöhykkeiden asukasmäärät arvioitiin tämän perusteella.

2.2 Melun tunnusluvut

Selvityksessä käytetään uusia yhteiseurooppalaisia melun tunnuslukuja eli melutasosuureita, vuorokaudenajan mukaan painotettua ns. päivä–ilta–yö -melutasoa eli vuorokausimelutasoa L_{den} ja yöajan painottamatonta keskiäänitasoa eli yömelutasoa L_n . Vuorokausimelutaso määritellään seuraavasti:

$$L_{den} = 10 \lg \left[\frac{12}{24} 10^{L_d/10} + \frac{3}{24} 10^{(L_e+5)/10} + \frac{9}{24} 10^{(L_n+10)/10} \right] \quad (1)$$

missä L_d , L_e ja L_n ovat eri vuorokaudenaikojen pitkän ajan keskiäänitasoja: L_d on päivällä, L_e illalla ja L_n yöllä esiintyvä keskiäänitaso. Iltatasoon lisätään +5 dB ja yötasoon +10 dB korjaus ennen kuin ne liitetään yhteen päivätason kanssa. Päivä on 12 h (klo 7–19), iltata 3 h (19–22) ja yö 9 h (22–7). Kaikissa äänitasoissa on A-painotus.

Vuorokausimelutason osatekijät L_d , L_e ja L_n ovat melutasosuureina sinänsä samoja kuin Suomessa käytettävät keskiäänitasot eli ekvivalentit A-äänitasot L_{Aeq} . Tämän lisäksi päivä-, iltata ja yötasot koskevat koko vuoden pituista aikaa, eli ne määritetään melulähteiden vuorokausiin liittyvän ajallisen vaihtelun ja sään kannalta keskimääräisen vuoden perusteella.

Vuorokausimelutasoa L_{den} ei ole käytetty muissa Suomessa tehdyissä meluselvityksissä. Uusi melutasosuure saa eri lukuarvoja kuin Suomen päiväajan keskiäänitaso L_{Aeq} , joten tämän selvityksen tuloksia ei voi suoraan verrata muiden selvitysten tuloksiin. Tuloksia ei voi myöskään suoraan verrata Suomen melutason ohjearvoihin.

2.3 Laskentakorkeus

Vuorokausimelutaso L_{den} ja yömelutaso L_n poikkeavat Suomen käytäntöön verrattuna myös laskentakorkeuden osalta. Melutasoja tarkastellaan 4 m korkeudella. Muissa yhteyksissä Suomessa käytetään 2 m korkeutta. Eri korkeuden takia tämän selvityksen yömelutasokaan L_n ei ole tarkalleen sama suure kuin Suomen ohjearvojen yöajan keskiäänitaso $L_{Aeq}(22-7)$.

Uudella 4 m tarkastelukorkeudella on kahdenlaisia vaikutuksia verrattuna 2 m laskentakorkeuteen: akustisesti pehmeän maanpinnan maavaimennus on pienempi ja estevaimennus on

pienempi. Molemmat tekijät suurentavat vuorokausimelutason L_{den} arvoa verrattuna samassa paikassa 2 m korkeudella laskettuun päiväajan keskiäänitasoon $L_{Aeq}(7-22)$. Vuorokaudenaikojen painotusten ja suuremman laskentakorkeuden yhteisvaikutuksena vuorokausimelutaso L_{den} saa melulähteestä ja maastosta riippuen noin 2–5 dB suurempia arvoja kuin päiväajan keskiäänitaso $L_{Aeq}(7-22)$. Keskimäärin ero on noin 3–4 dB.

Uusi yömelutaso L_n eroaa tavallisesta yön keskiäänitasosta $L_{Aeq}(22-7)$ vain laskentakorkeuden osalta. Niiden väliseen eroon vaikuttaa siten vain maa- ja estevaimennus. Yömelutaso L_n saa noin 1–2 dB suurempia arvoja kuin yön keskiäänitaso $L_{Aeq}(22-7)$.

3 MELULÄHTEET

Kaupungin katuverkosta selvitykseen otettiin mukaan pääkadut sekä alueelliset ja paikalliset kokoojakadut. Vilkkaimpia pääväyliä ovat mm. Tuusulanväylä (82 000 ajon/vrk), Lahdenväylä (76 000) ja Länsiväylä (72 000). Suomen suurin liikennemäärä (105 000) on Kehä I:llä Hämeenlinnan- ja Tuusulanväylän välillä.

Raideliikenteen melulähteitä olivat Helsingin kaupungin alueella kulkevat rautatiet, metrolinjojen maanpäälliset osuudet ja raitiotieverkko.

Helsinki-Vantaan lentoaseman yli 55 dB vuorokausimelutason L_{den} vyöhyke ei ulotu Helsingin kaupungin alueelle. Sen sijaan kaupungin alueella sijaitsevan Helsinki-Malmin melu oli mukana tässä selvityksessä.

4 MENETELMÄT

4.1 Laskentamallit, -ohjelma ja -menettely

Tie- ja raideliikennemelun laskentaan käytettiin pohjoismaisia, tähän selvitykseen sovitettuja laskentamalleja. Melukarttojen ja rakennusten julkisivujen melutasojen laskenta tehtiin Datakustik CADNA/A 3.6 XL -tietokoneohjelmalla, joka sisältää molemmat laskentamallit. Myös asukasmäärien laskenta tehtiin samalla ohjelmalla.

Melukarttojen laskennoissa otettiin huomioon kaikki heijastukset rakennuksista ja muista kovapintaisista rakenteista. Menettelyllä arvioitiin ulkona esiintyvää melua. Rakennusten ulkoseiniin kohdistuva melu laskettiin siten, että tarkasteltavasta seinästä heijastuvaa ääntä ei enää otettu huomioon. Näin arvioitiin rakennusten ulkoseinien läpi sisälle etenevää melua.

Julkisivulaskennassa määritettiin asukasmäärät meluvyöhykkeillä olevissa rakennuksissa sekä rakennuksissa, joissa on hiljainen ulkoseinä. Sellaiseksi määritellään ulkovaipan kohta, jossa melutaso on vähintään 20 dB pienempi kuin suurin ulkoseiniin kohdistuva melutaso.

Rakennuksen ja sen asukkaiden tilastointi määräytyi suurimman julkisivuilla esiintyvän melutason perusteella. Tämä merkitsee, että talon kaikki asukkaat tulivat tilastoiduiksi suurimman melutason mukaan, vaikka melu olisikin muilla seinillä pienempi. Arviomenettely on direktiivin mukainen, ja toisaalta nykyiset rakennus- ja asukastiedot eivät mahdollista tarkempaa menettelyä. Hiljaisen julkisivun tilasto tarjoaa kuitenkin hieman lisätietoa tähän ongelmaan.

4.2 Lähtötiedot

Kaupungin kolmiulotteinen numeerinen maastoaineisto teineen ja rakennuksineen sekä talotietokanta saatiin kaupungilta. Helsingissä on n. 43 000 varsinaista rakennusta ja n. 27 000 muuta talonkaltaista rakennelmaa. Rakennusten korkeus arvioitiin kerrosluvun perusteella.

Maaston korkeustiedot olivat pääosin peräisin tuoreesta laserkeilauksesta. Korkeuskäyrät tunnettiin 1 m välein. Tienreunat, raiteet, sillat ja muut vastaavat maastoviivat tunnettiin 3-ulotteisina murtoviivoina. Kaikki maanteiden ja katuverkon sekä metron melusteet ja -vallit tarkistettiin maastokäyntein ja kaikkien aitatyypisten melusteiden harjakorkeudet mitattiin.

Tie- ja katuverkon sekä metron ja raitioteiden liikennetiedot saatiin kaupungilta. Kaikista teistä tunnettiin kokonaisvuorokausiliikenne. Liikenteen vuorokausivaihtelun ja ajoneuvoluokkien tilastotiedot perustuvat yksityiskohtaisiin mittauksiin, joita on tehty edustavalle joukolla pää- ja kokoojakatuja.

Metron melupäästötiedot sisältyvät raideliikennemelun laskentamalliin. Helsingin raitiovaunujen melupäästöistä ei sen sijaan ole julkaistua tietoa. Raitiovaunujen melupäästötiedot ovat peräisin Akukonin omista mittauksista. Aikaisempia mittauksia on tehty vanhemmalle vaunutyyppille 1994–95 ja 2004. Tämän selvityksen osana tehtiin täydennysmittauksia sekä uusille että vanhoille vaunuille.

4.3 Laskennan asetukset ja suoritus

Laskennan käytännön suorituksessa noudatettiin mahdollisuuksien mukaan Euroopan komission melutyöryhmän (WG-AEN) laatimaa ”Good Practice Guide” -opasta [3]. Tärkeimmät valitut laskenta-asetukset olivat seuraavat.

- Melukarttojen laskentapisteverkon ruutukoko oli $10 \times 10 \text{ m}^2$,
- Julkisivulaskennassa pisteväli oli adaptiivinen julkisivun muotojen mukaan; keskimäärin väli oli 4–6 m,
- Heijastuksista otettiin mukaan ensimmäisen kertaluokan heijastukset.

Raitiotiemelun laskenta tehtiin GPG:n suosituksen mukaan tieliikennemelun laskentamallilla. Raitiovaunutyyppien melupäästöjen mittaustulokset muunnettiin laskentaa varten muotoon, jossa yksi raitiovaunu vastaa päästöltään ekvivalenttia määrää rekka-autoja: vanha vaunu 3,5 ja uusi 1,4 rekkaa.

Ennen selvityksiä laajaa huomiota saanut sääkorjausta ei lopulta käytetty laskennassa. Päätös sääkorjauksen poisjättämisestä tehtiin testilaskentojen nojalla. Laskentamallien sääkorjauksen vaikutus osoittautui kaupungin alueella käytännössä merkityksettömän pieneksi.

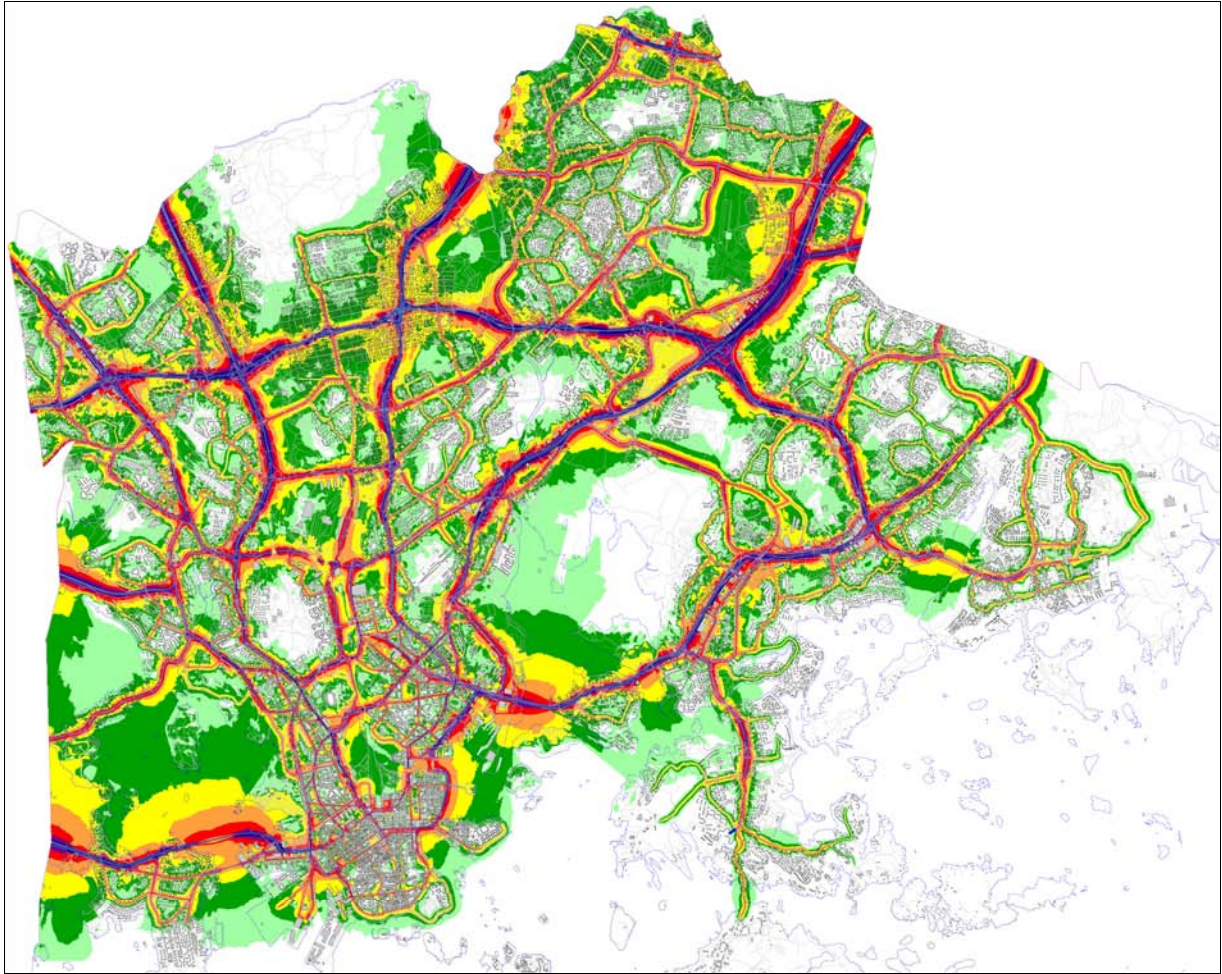
Selvitystyö käynnistyi marraskuussa 2006. Maastomallin laadinta ja testilaskennat ajoittuivat tammi-huhtikuun 2007 ajalle. Varsinainen ”tuotantolaskenta” tehtiin rinnakkain neljällä dual-core PC:llä ja se kesti n. kaksi viikkoa (nettolaskenta-aika). Tulokset raportoitiin kesäkuun 2007 lopussa.

5 TULOKSET

5.1 Melukartat ja asukasmäärät

Tie- ja raideliikenteen vuorokausimelutason L_{den} kartat on esitetty kuvissa 2 ja 3. Muiden tulojen osalta viitataan selvityksen pääraporttiin [2].

Selvityksen keskeiset tulokset ovat meluvyöhykkeiden arvioidut asukasmäärät. Tieliikenteen melun vuorokausimelutason L_{den} yli 55 dB vyöhykkeillä on Helsingissä asukkaita 237 500 (koko tieliikenne) ja 40 400 (vain maantiet). Raideliikenteen melun vastaavilla vyöhykkeillä on asukkaita 69 800 (koko raideliikenne) ja 16 600 (vain rautatiet). Lentomelun vyöhykkeiden kokonaisasukasmäärä on pieni, 500 henkeä.



Kuva 2. Tieliikenteen vuorokausimelutaso L_{den} ; keltainen on 55–60 dB vyöhyke.

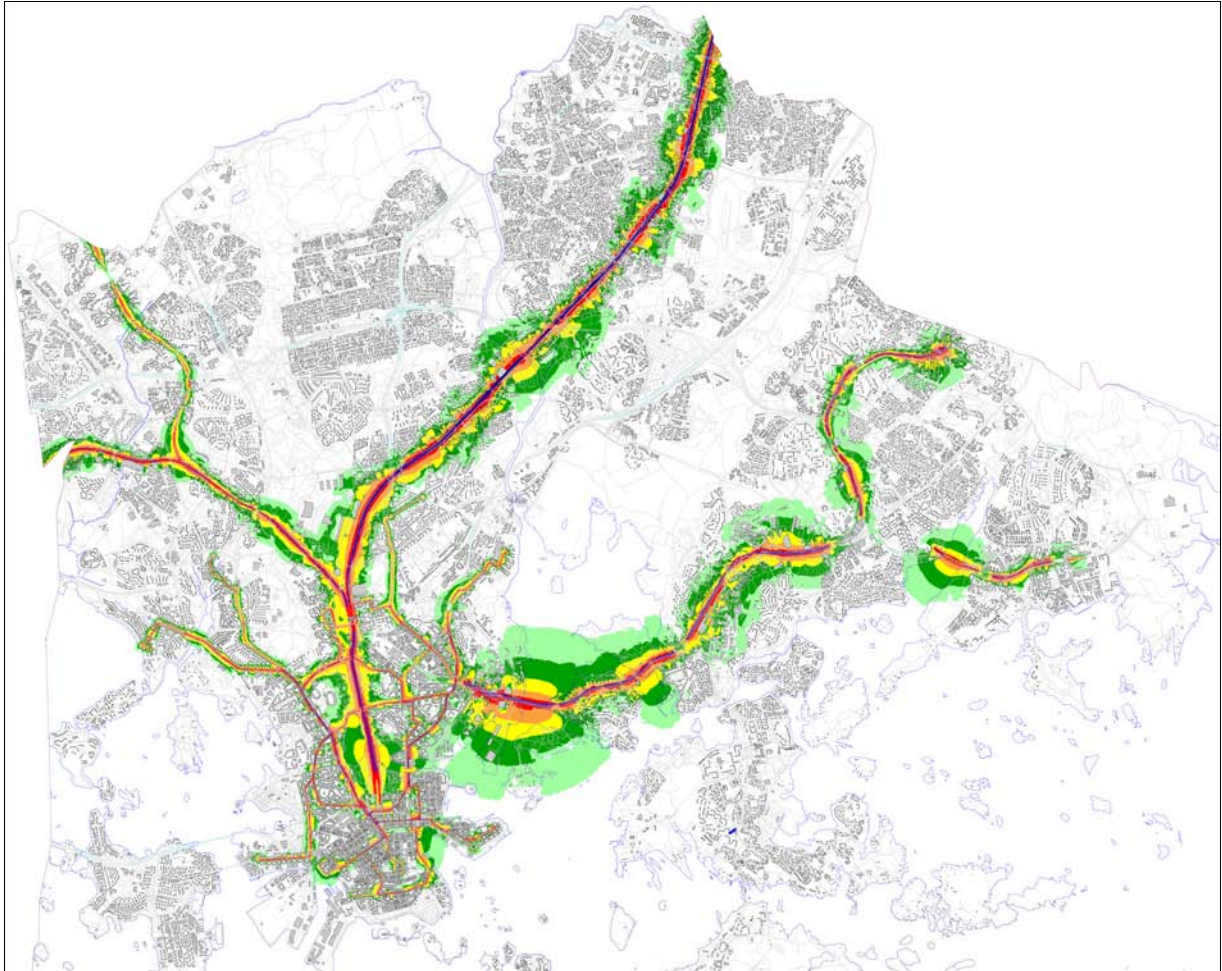
5.2 Tulosten tarkastelu

Nyt saadut tie- ja raideliikenteen meluvyöhykkeiden asukasmäärät ovat huomattavasti suurempia kuin aikaisemmissa meluselvityksissä. Tulosten eroihin vaikuttavat tärkeimpinä alla mainitut tekijät.

Uusi 4 m korkeudella laskettu vuorokausimelutaso L_{den} saa suurempia lukuarvoja kuin 2 m korkeudella esiintyvä päivän keskiäänitaso L_{Aeq} , jota on käytetty aikaisemmissa selvityksissä. Ero on keskimäärin noin 3–4 dB. Vuorokausimelutason vyöhykkeet ovat siksi alueiltaan huomattavasti suurempia kuin keskiäänitason lukuarvoltaan vastaavat vyöhykkeet.

Tieliikenteen melusta laskettiin nyt useampien katujen melu kuin aikaisemmin. Keskusta-alueella laskettiin ensimmäistä kertaa täysi 3-ulotteinen mallilaskenta heijastuksineen. Molemmat valinnat suurentavat tieliikenteen meluvyöhykkeiden kokoa ja asukasmääriä. Toisaalta jos laskentaan olisi otettu mukaan loputkin, kaikki vähäliikenteisimmätkin kadut, asukasmäärä olisi ollut vielä hieman suurempi.

Tulosten asukasmääriä lisää tuntuvasti myös se, että koko talon asukkaat tilastoidaan kuuluviksi siihen vyöhykkeeseen, joka vastaa talon ulkoseinillä esiintyvää suurinta melutasoa. Tämän menettelyn asukasmääriä suurentava vaikutus on erityisen merkittävä pitkissä taloissa, joiden pääty on kohti liikenneväylää, sekä keskustan umpikortteleissa. Toisaalta näin saatuja tuloksia täydentää jonkin verran hiljaisten julkisivujen lisälaskelma.



Kuva 3. Raideliikenteen vuorokausimelutaso L_{den} ; keltainen on 55–60 dB vyöhyke.

Metron ja raitioteiden melua ei Helsingissä ole selvitetty vastaavassa laajuudessa aiemmin. Metron meluvyöhykkeiden laajuus ja asukasmäärä (9 700) ovat suunnilleen vastaavia rautateiden kanssa, kun ne suhteutetaan ratojen pituuteen.

Raitioteiden meluvyöhykkeiden asukasluku (43 500) on huomattavasti suurempi kuin rautateiden ja metron meluvyöhykkeiden. Raitiovaunut liikkuvat kuitenkin keskustan umpikorttelien reunustamilla tai muuten tiiviisti rakennetuilla kaduilla. Katujen akustinen ympäristö on yleensä kovaa ja heijastavaa. Erityisesti on huomattava, että samojen katujen tieliikennemelu on lähes poikkeuksetta vielä selvästi voimakkaampaa kuin raitiovaunujen melu ja että samat asukkaat tulevat tilastoiduiksi sekä katumelun vyöhykkeillä että raitiotiemelun vyöhykkeillä asuviksi.

LÄHTEET

1. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi **2002/49/EY** ympäristömelun arvioinnista ja hallinnasta. EYVL L 189, 18.7.2002, s. 12.
2. LAHTI T, GOUATARBÈS B & MARKULA T, Helsingin kaupungin meluselvitys 2007. *Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja* 6/2007, Helsinki 2007. 26 s.
3. Good practice guide for strategic noise mapping and the production of associated data on noise exposure. Position paper, final draft, version 2, 13 January 2006. European Commission Working Group, Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN). 129 s.