

# MELUMALLINNUS OSANA SUUNNITTELUA

Liisa Kilpi<sup>1</sup>, Benoît Gouatarbès<sup>1</sup>, Timo Peltonen<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Akukon Oy  
Hiomotie 19  
00380 Helsinki  
etunimi.sukunimi@akukon.fi

## Tiivistelmä

Kaupunkialueiden ja kasvukeskusten maankäytössä ja kaavoituksessa painopiste on lisärakentamisessa, josta suuri osa sijoittuu melulle alttiille paikoille. Mallinnustulosten perusteella määritellään vaatimukset, joilla varmistetaan että melun raja- tai ohjearvot eivät ylity ja saavutetaan miellyttävä asuin- ja oleskeluympäristö. Mallinnuksen avulla voidaan myös kartoittaa suunnittelun kipukohtia, joiden tunnistaminen varhaisessa vaiheessa säästää rahaa, aikaa ja vaivaa. Tässä paperissa käsitellään melumallinnuksen ja laskennan roolia eri suunnitteluvaiheissa.

## 1 JOHDANTO

Ympäristömelu on yksi merkittävimmistä tekijöistä viihtyvyyden kannalta asuin-, oleskelu- ja työympäristöissä. Valtioneuvoston päätöksessä 993/1992 [1] on asetettu ohjearvoja päivä- ja yöajan keskiäänitasoille, joiden ylitystä tulisi jo kaavan suunnitteluvaiheessa pyrkiä välttämään.

Meluselvitys on tärkeässä osassa, kun seulotaan mahdollisia ratkaisuja viihtyisän ympäristön luomiseksi; selvityksen kohteena saattaa olla joko melulle altistuva kohde tai melun aiheuttaja.

Melumallinnuksessa huomioidaan yleensä maaston geometria kolmiulotteisena, sekä maaston ja muiden esteiden ääntä vaimentavat ominaisuudet. Melumalliin sisällytetään myös melulähteet ja niiden melupäästötiedot; liikenneväylien melupäästö määräytyy liikennemäärän mukaisesti, kun taas teollisuusmelun melupäästöt saadaan parhaiten mitaamalla.

Melumallinnus on hyödyllisimmillään hyvinkin tarkka ja kuvaava, jolloin laskennan tulokset edustavat vain kyseistä tilannetta. Esimerkiksi ilmanlaatulaskennoissa ei rakennusten massoittelua tai merkittäviä esteitä huomioida ollenkaan ja tulos edustaa yleistä pienhiukkasten leviämistä tilanteessa. Melulaskennan tulos voi päteä hyvinkin laajalle suunnittelualueelle, ja tulos on kyseiselle laskentatilanteelle ominainen.

## 2 OHJEARVOT JA RAJA-ARVOT

Ohjearvo on nimensä mukaisesti ohjeellinen. Vasta kaavoittajan, rakennusvalvonnan tai ympäristöviranomaisen päätöksen myötä siitä voi tulla sitova määräys. Siinä missä ohjearvo asettaa tavoitteet suunnittelulle, raja-arvo asettaa reunaehdot, joita ei tule ylittää.

Taulukossa 1 on esitetty Vnp 993/1992 ohjearvot, jotka tavallisesti myös vastaavat kaavojen lopullisia päätöksiä.

*Taulukko 1. Valtioneuvoston päätöksen 993/1992 mukaiset ohjearvot. Yöaikana oleskelualueelle voidaan uusilla alueilla soveltaa tiukempaa 45 dB ohjearvoa.*

	päiväaika $L_{Aeq,7-22}$	yöaika $L_{Aeq,22-7}$
<b>oleskelualue</b>	55 dB	50 dB / 45 dB
<b>asuinhuone/majoitustila</b>	35 dB	30 dB

Melun raja-arvoja on asetettu myös muissa lakisäätteisissä dokumenteissa. Kuten ohjearvoja, myös raja-arvoja usein viedään kaavaan tai rakennusluvan ehdoksi. Yksi yleisimmistä on Rakentamismääräyskokoelman osan C1 (RakMK C1) [2] määräys LVIS-laitteiden sallitulle äänitasolle lähimmän parvekkeen, ikkunan ulkopuolella, tai oleskelualueen luona laitteiden käynnin aikana:  $L_{Aeq,T} \leq 45$  dB.

Lainvoimaisessa kaavassa on tavanomaisesti ilmaistu vain rakennuksen ulkovaipalle määritettävä äänitasoerotus,  $\Delta L_A$ . Äänitasoerotus on kaikessa yksinkertaisuudessaan julkisivuun kohdistuvan äänitason ja sisätilan sallitun äänitason (ohjearvon) erotus.

Ympäristöministeriön julkaisemassa äänieristyksen mitoitusoppaassa [3] on suositeltu, että toistuvan ohiajon enimmäisäänitaso ei yöaikana ylittäisi  $L_{Amax}$  45 dB asuintilassa. Kyseistä arvoa harvoin määritellään kaavassa, mutta meluselvityksen ohessa konsultti voi huomioida suosituksen. Esimerkiksi junaratojen ja raitioteiden läheisyydessä voidaan suositus huomioida ja siten esittää viranomaiselle huomioitavaksi kaavaan asetettavassa äänitasoerotuksessa.

## 3 YMPÄRISTÖMELU KAAVAVAIHEESSA

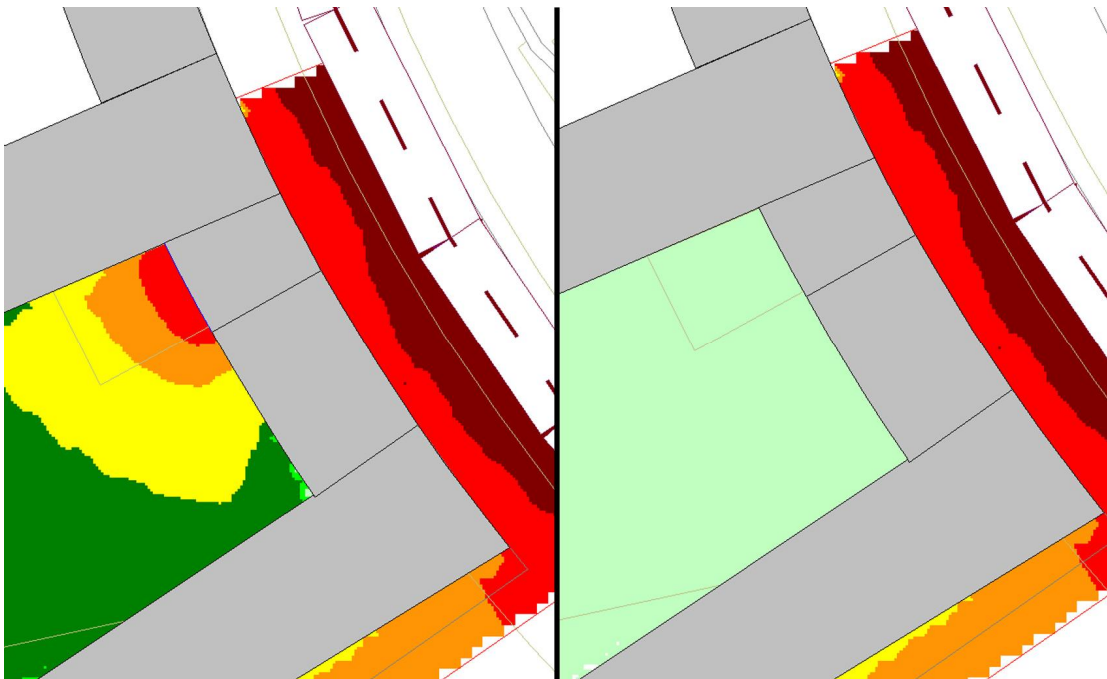
Pääkaupunkiseudun suuret asuinalueet sijoittuvat enenevässä määrin vilkkaiden liikenneväylien varsille. Alueet, joilla melu on vähäistä, on pitkälti jo rakennettu täyteen, joten rakennuksia sijoitetaan teiden, raiteiden ja satamien läheisyyteen. Esimerkiksi Helsingin Pasilaan on kaavoittajalle tehty useampi meluselvitys, joissa on voitu määrittää massoitelun vaikutus sekä rakennusjärjestyksen vaikutus ja väliaikaiset tilanteet – jotka saattavat kuitenkin kestää useita vuosia. Ohjearvojen on syytä täytyä myös väliaikaisessa tilanteessa, koska kokonaisuuden valmistumiseen liittyvät aikataulut voivat venyä pitkiksi. Mikäli suojaavaa rakennusmassaa ei valmistukaan tien varteen, on asuinolosuhteiden oltava hyvät jo valmistuneissa asunnoissa. Oleellisin tulos, mitä tässä vaiheessa saadaan esitettyä kaavoittajalle, on äänitasoerotus  $\Delta L_A$  rakennusten julkisivuilla.

Kaavaa luonnostellessa on tärkeää havainnoida mahdollisimman varhain häiritsevät melulähteet, jolloin massoittelessa ja alueiden sijoittelussa voidaan varmistaa ohjearvojen

saavuttaminen. Esimerkiksi sisäpihat ovat melun kannalta hyviä, sillä jo yhden kerroksen korkuinen rakennusmassa voi tavanomaisesti toimia hyvänä meluesteenä.

Mikäli kaavassa ei ole erikseen esitetty vaatimusta julkisivun äänieristävyydelle, se voidaan tarvittaessa selvittää myös rakennuslupavaiheessa. Tämä on yleistä varsinkin pienemmissä kohteissa. Äänitasoerotus voidaan myös asettaa ilman kaavaa, mutta kaavoittajan myötä äänitasoerotuksesta tulee kaava vaatimus, jolloin sen täytyminen rakennukseen toteutettavilla rakenteilla on lakisääteinen edellytys.

Kaavan edetessä ja massoittelemun tarkentuessa myös mallilaskennalla saadaan detaljit ja niiden aiheuttamat äänen vuotokohdat huomioitua paremmin, kun mallia jalostetaan pienempään mittakaavaan. Esimerkiksi sisäpihalle johtavat porttikongit voidaan mallintaa erikseen pintalähteinä, joiden melupäästö vastaa rakennuksen meluisalle julkisivulle kohdistuvaa äänitasoa. *Kuvassa 1* on esitetty porttikongin vaikutus sisäpihan melutasoihin.



*Kuva 1. Vasemmalla on esitetty tilanne, jossa porttikongi on mallinnettu absorboivalla rakennusmassalla ja pintalähteellä. Porttikongin tuntumassa melutasot ovat samoja kuin julkisivulla, ja muualla sisäpihalla tasot vaihtelevat pääasiassa välillä 45...50 dB (tummanvihreä). Oikealla on tilanne, jossa porttikongi on vain jätetty auki. Oikeanpuoleisen kuvan sisäpihan vaaleanvihreä vastaa alle 40 dB keskiäänitasoa.*

### 3 MELULASKENTA SJOITTELUN EDESAUTTAJANA

Myös pienemmissä kohteissa melumallinnuksesta on hyötyä. Kaavaan on tapauskohtaisesti merkitty äänitasoerotus  $\Delta L_A$ , jolloin meluselvityksen laatijan rooli projektissa onkin selvittää ulkotilojen melutasot (oleskelualueet).

Meluselvityksellä voidaan varmistaa, että myös oleskelualueilla saavutetaan ulkomelutason ohjearvot. Myös parvekkeilla ja terasseilla sovelletaan oleskelualueiden ohjearvoa, jolloin parveke- tai terassilasituksen äänieristyksen määrittäminen on oleellinen osa suunnittelua.

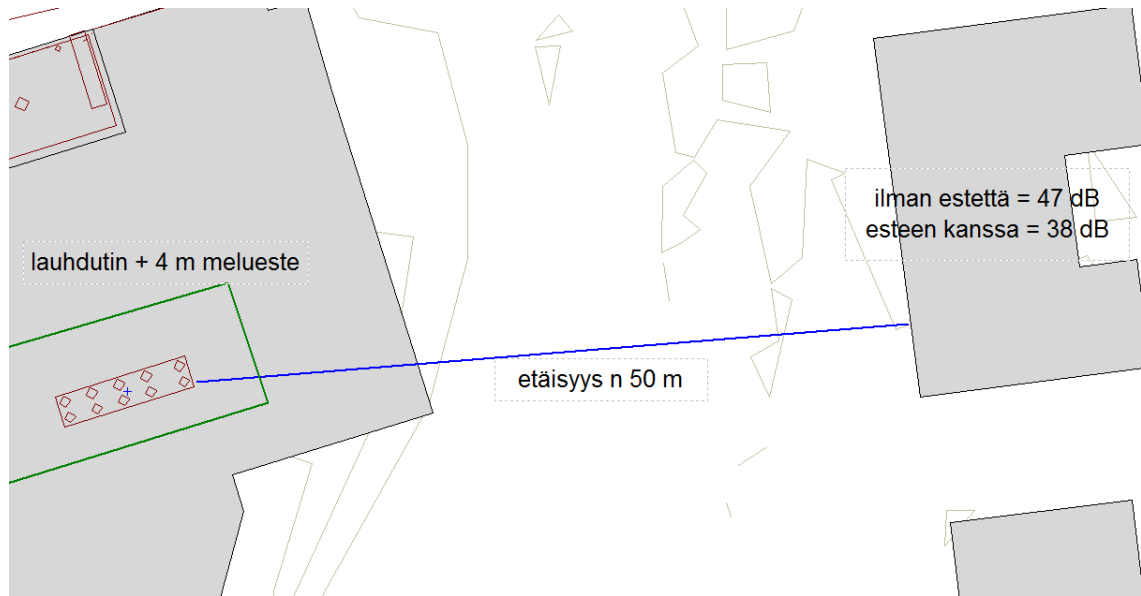
Pientaloprojekteissa havahdutaan meluselvityksen tarpeeseen usein vasta rakennuslupaa hakiessa, mikäli viranomainen on vaatinut erillistä selvitystä. On tapauksia, joissa on ehdottomasti haluttu piha-alue länsi-lounaaseen ilta-auringon suuntaan, silläkin ehdolla että se on pitänyt ympäröidä kyseiseen ilmansuuntaan 3,5 m korkealla melusteellä. Meluselvityksen laskentatuloksen perusteella suunnitellun melusteeseen vaikutus voidaan tarvittaessa todentaa mittauksilla kohteen valmistuttua. On hyvin poikkeuksellista, ettei ohjearvoja saavutettaisi hyvin toteutetulla melusteellä.

Meluste toimii usein myös näköesteenä. Mikäli viereisen tien aiheuttama melutaso on kovin suuri (yli 65 dB) niin liikenne on muutenkin varsin vilkasta, jolloin voidaan kyseenalaistaa pihan rentouttava vaikutus. Pihalla rentoutuminen tuskin on mielekästä siinä vaiheessa, kun viereisellä tiellä kulkee 300 autoa tunnissa. Tässä tapauksessa meluste voi toimia hyvinkin perustellusti myös näköesteenä, joka luo rauhaisan, oman alueen.

### 4 LVIS-LAITTEIDEN MELU JA TEOLLISUUSMELU

Rakennuksen LVIS-laitteet tai muiden teknisten laitteiden toiminta saattaa joskus itse olla ulkomelun aiheuttaja. Tässä tapauksessa laskenta on erittäin hyödyllinen työkalu suunnittelukohteissa sekä valmiissa kohteissa. Rakennuksen ollessa vasta suunnitteilla voidaan määrittää LVIS-laitteiden suurin sallittu päästötaaso, jotta RakMK C1:n määräys 45 dB ei ylity. Laskentatuloksella on usein määräävä tekijä laitteiden valinnassa.

LVIS-laitteiden valinnassa mallinnus voidaan tehdä hyvin karkealla tasolla, jossa vain lähimpien rakennusmassojen etäisyydet ja suhteelliset korot asetetaan malliin ilman korkeuskäyriä. *Kuvassa 2* on esitetty LVIS-laitteiden melulaskentatulokset lähimmällä julkisivulla. Tilanne kuvaa esimerkkiä, jossa rakennusta ja laitteita ei ole vielä toteutettu, mutta suunnitteluvaiheessa on jo huomioitu melutasot lähimmillä julkisivuilla.



Kuva 2. Julkisivuille kohdistuva LVIS-laitteiden melutasot, kun laitteet on ympäröity 4 m korkealla melusteella (vihreä viiva). Ilman estettä kohdistuva melutaso ylittää CI raja-arvon.

Jo olemassa olevassa kohteessa melulähteiden lähtötietojen koonti saattaa edellyttää melupäästömittauksia, osittain siksi, ettei laitteiden äänitasoista ole välttämättä saatavilla tietoja, sekä siksi, että mallin laatijan on syytä myös tietää äänimaisema sekä itse havainnoida hallitsevat melulähteet. Melulähteiden paikantaminen ja niiden merkittävyyden arviointi voi oikeastaan tapahtua vain konsultin käynnin perusteella olemassa olevassa kohteessa. Suunnittelukohteissa näin ei voida menetellä, jolloin laitteista saatavien teknisten tietojen merkitys kasvaa. Tavallisesti laitteista on ilmoitettu joko äänitehotaso tai erinäisten standardien mukaisesti mitatut äänipainetasot 10 m etäisyydeltä. Suunnittelukohteissa on kuitenkin toisinaan mahdollista hyödyntää toisessa kohteessa mitatun vastaavan melulähteen päästömittausten tuloksia.

## 5 MALLINNUKSEN HYÖDYT JA HAITAT

Mallinnuksen yksi suurimmista hyödyistä on mahdollisuus vertailla eri tarkasteluvaihtoehtojen laskentatuloksia keskenään, esimerkiksi meluntorjuntatoimenpiteen vaikutuksen arvioitaessa. Mallinnus voidaan tehdä eri laskentastandardien mukaan; Suomessa yleisimmät ovat Pohjoismaiden laskentamallit, joiden parametrit on määritelty hyvin pitkälti etukäteen esimerkiksi sääolosuhteiden osalta [4,5,6]. Laskennoissa aika- ja melupäästömäärittäyksillä voidaan esittää tulokset, jotka ovat suoraan verrattavissa ohje- ja raja-arvoihin.

Mallinnuksen ehkä selkein hyöty on myös hypoteettisten laskentatilanteiden selvittäminen; melumallin avulla voidaan selvittää etukäteen mahdollisia ongelmakohtia. Ongelmakohtiin kohdistettujen laskentojen perusteella voidaan suunnitella vaihtoehtoisia meluntorjuntatoimenpiteitä, sekä tarkastella niiden vaikutusta lopputilanteeseen. Melusteen korkeuden ja sijainnin optimointi on melulaskentamallissa huomattavasti kevyempi toimenpide kuin käytännössä työmaalla kokeilut. Näissä tapauksissa mallinnus on usein myös selvästi halvempi vaihtoehto.

Mallinnus ei kuitenkaan ole auvoinen ratkaisu kaikkiin ympäristömelun asettamiin haasteisiin. Melumalli on parhaimmillaan tasaista melua arvioidessa. Musiikkimelua ei voida luotettavasti mallintaa sen vaihtelevan luonteen takia.

Malli ei ole vahvimmillaan usean heijastuksen laskennassa. Tavallisesti laskenta tehdään yhdellä, korkeintaan kahdella, heijastuskertoimella. On syytä huomata, että laskenta tuloksen luotettavuus ei yleensä nouse kovan pinnan heijastusten lukumäärän noustessa. Toisaalta, mikäli heijastuserrointa suurennetaan myös laskenta-aika kasvaa merkittävästi, jolloin mallin helppous ja kätevyys jää hyödyntämättä. Usein ympäristömelussa kolminkertainen heijastus ei ole enää mielekäs yksityiskohta. Tavallisesti kahdella – usein jopa yhdellä – heijastuksella lasketut tulokset ovat epävarmuustekijöihin nähden riittävän tarkkoja.

Malli on käytännössä enintään niin luotettava kuin siinä käytetyt lähtötiedot. Mikäli lähtötiedot eivät ole kunnossa, ei tulokseen ole välttämättä luotettava. Laskentamalli tuottaa kyllä uskottavan näköisiä kuvia, monesti myös silloin kun lähtötiedot ovat pielessä. Näissä tapauksissa epäilyt ja tilanteen korjaaminen vaativat ammattitaitoista tulkintaa tuloksista. Riittävän kokemuksen omaava ympäristömelukonsultti pystyy kokemuseräisesti hakemaan ja tunnistamaan tuloksista epä johdonmukaisuuksia. Mikäli tuloksia lukee ja tulkitsee joku asiaan perehtymätön, saattaa olla, että virheet jäävät huomaamatta.

## VIITTEET

[1] Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista 993/1992. Ympäristöministeriö. Helsinki, 29.10.1992.

[2] Suomen rakentamismääräyskokoelma C1. Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa. *Ympäristöministeriö*. Helsinki 4.6.1998.

[3] Rakennuksen julkisivun ääneneristävyuden mitoittaminen. Ympäristöministeriö, *Ympäristöopas 108*, Helsinki 2003.

[4] Road traffic noise – Nordic Prediction Method. TemaNord 1996:525. Nordic council of ministers. 110 s. Tieliikennemelun laskentamalli. *Ohje 6/1993*. Ympäristöministeriö, Helsinki 1993.

[5] Raideliikennemelun laskentamalli. **Ympäristöopas 97**. Ympäristöministeriö. Helsinki, 2002. 58 s.

[6] KRAGH J, ANDERSEN B & JACOBSEN J, Environmental noise from industrial plants. General prediction method. *Danish Acoustical Laboratory, report 32*. Lyngby 1982. 54 s + liitt 35 s.