

Tarja Yli-Tuomi, erikoistutkija

Anu W. Turunen, erikoistutkija

Pekka Tiittanen, erikoissuunnittelija

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, Ympäristöterveys, Kuopio

Timo Lanki, professori, johtava tutkija

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, Ympäristöterveys, Kuopio

Itä-Suomen yliopisto, Lääketieteen laitos, Kuopio

Itä-Suomen yliopisto, Ympäristö- ja biotieteiden laitos, Kuopio

Tieliikennemelun häiritsevyys pääkaupunkiseudulla

Melu on elinympäristön stressitekijä, ja sen yleisimmät haittavaikutukset ovat oleskelun ja unen häiriintyminen. Ympäristömelun lähteistä merkittävin on tieliikenne. EU:n ympäristömeludirektiivin raportointirajan ylittävälle liikennemelutasoille altistuu Suomessa noin 600 000 asukasta. Tässä julkaisussa esitetään suomalaisen aineistoon perustuvat funktiot tieliikennemelun ja oleskelun sekä unen häiriintymisen välisille annos-vastesuhteille.

Melu on ilmansaasteiden ohella yksi merkittävimmistä elinympäristön laatua heikentävistä ympäristötekijöistä. Ympäristömelun tärkeimpiä ja samalla myös tutkituimpia haittoja ovat häiritsevyys ja unen häiriintyminen. Jos oleskelu tai uni häiriintyy vakavasti, fyysiloginen ja psyykinen stressi voivat pitkään jatkuessaan heikentää mm. sydän- ja

verisuoniterveyttä ja henkistä hyvinvointia. Uudessa ohjeistuksessaan Maailman terveysjärjestö (WHO) suosittelee, että tieliikennemelun ilta- ja yöpainotetun vuorokauden keskiäänitason (L_{den}) tulisi alittaa 53 dB ja yöajan keskiäänitason (L_n) 45 dB. Nämä arvot perustuvat vakavaa häiritsevyyttä ja vakavia unihäiriöitä kokevien osuuksiin. EU:n ympäristömeludirektiivi (2002/49/EY) puolestaan määrittelee ympäristömelun raportointirajoiksi L_{den} 55 dB ja L_n 50 dB.

Tieliikenne on Euroopassa merkittävin ympäristömelun lähde. Euroopan ympäristökeskuksen (EEA) mukaan vuonna 2017 noin 600 000 ihmistä altistui Suomessa vähintään L_{den} 55 dB:n tieliikennemelulle. Lisäksi noin 308 000 ihmistä altistui yöaikaan vähintään L_n 50 dB tieliikennemelulle.

Euroopan ympäristökeskuksen raportissa (EEA, 2010) esitetään annos-vastesuhteet, joiden avulla voidaan määrittää tieliikennemelusta erittäin paljon häiriötä ja unihäiriöitä kokevien osuudet, kun altistuminen tiedetään. Nämä annos-vastesuhteet perustuvat useisiin eri maissa kerättyihin tutkimusaineistoihin. Pohjoismaisissa olo-



suhteissa tehtyjä tutkimuksia on mukana kuitenkin vain muutama. Viileän ilmaston vuoksi Suomessa asuinrakennusten rakenteet vaimentavat liikennemelua huomattavasti, joten kansainväliset annos-vastesuhteet voivat yliarvioida meluhaittoja Suomessa. Toisaalta EEA:n funktioita laskettaessa altistuminen on määritetty suurimpana asuinrakennuksen julkisivuun kohdistuvana melutasona, jolloin hiljaisen julkisivun puolella asuvien melu-altistuminen yliarvioidaan. Tämä johtaa häiriökokemusten aliarviointiin. Tarkempi arvio altistumisesta ja annos-vastesuhteesta saataisiin ottamalla huomioon asunnon ikkunoiden suunnat. Tässä artikkelissa esitetään suomalaisissa olosuhteissa tehtyyn tutkimukseen perustuvat funktiot tieliikennemelun aiheuttaman oleskelun häiriintymisen ja unihäiriöiden annos-vastesuhteille ottaen huomioon myös asunnon ikkunoiden suunnat.

Ympäristöterveyskysely (YTK)

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL) toteutti pääkaupunkiseudulla 2015–2016 laajan kyselytutkimuksen, jonka avulla arvioitiin muun muassa tieliikennemelulle altistumisen aiheuttamia terveyshaittoja. Kysely lähetettiin 16 000 vähintään 25-vuotiaalle suomenkieliselle henkilölle, jotka Väestörekisterikeskus poimi satunnaisotannalla Helsingistä, Espoosta ja Vantaalta. Kysely sisälsi kysymyksiä mm. melun häiritsevyydestä, vastaajan meluherkkyydestä ja asunnon ikkunoiden sijainnista suhteessa liikenneväyliin.

Käytetyt melumallit

Tieliikennemelulle altistumista arvioitiin käyttämällä neljällä eri menetelmällä mallitettuja julkisivumeluja: yhteispohjoismaisella tieliikennemelun laskentamallilla

laskettuja EU:n ympäristömeludirektiivin mukaisia melun tunnuslukuja (päivä-iltayömelutaso L_{den} ja yömelutaso L_n) vuodelta 2012 ja kansallisia melun tunnuslukuja (A-painotetun ekvivalenttitason päiväohjearvoa $L_{Aeq, klo 7-22}$ ja yöohjearvoa $L_{Aeq, klo 22-7}$) vuodelta 2017 sekä CNOSSOS-EU -laskentamallilla laskettuja EU:n ympäristömeludirektiivin mukaisia ja kansallisia melun tunnuslukuja vuodelta 2017.

EU:n ympäristömeludirektiivin mukaisissa meluselvityksissä on tieliikennemelun osalta mallitettu Helsingin, Espoon, Vantaan ja Kauniaisten alueilla sijaitsevat pää- ja kokoojakadut sekä maanteistä ne, joiden liikennemäärä on yli 3 miljoonaa ajoneuvoa vuodessa. Sekä 2012 että 2017 valmistuneet pääkaupunkiseudun tieliikenteen melumallitukset on laadittu Sito Oy:ssä.

Melun häiritsevyys ja unihäiriöt

Ympäristöterveyskyselyyn vastasi 7321 henkilöä. Oleskelun häiriintymistä arvioitiin kysymyksellä ”Häiritseekö autoliikenteen melu Teitä (ärsyttää, häiritsee keskittymistä yms.) tavallisesti kotonanne sisätiloissa ikkunoiden ollessa kiinni?” ja unihäiriötä kysymyksellä ”Häiritseekö melu tavallisesti nukkumistanne kotona (esim. estää nukahtamista, herättää)?” Kummassakin kysymyksessä vastausvaihtoehdot olivat: 1) Ei häiritse lainkaan, 2) Häiritsee vähän, 3) Häiritsee jonkin verran, 4) Häiritsee paljon tai 5) Häiritsee erittäin paljon. Mallinnusta varten vastausvaihtoehdot 4 ja 5 yhdistettiin kuvaamaan paljon häiriötä kokevien osuutta. Asunnon ikkunoiden suunta selvitettiin kysymyksillä ”Mihin suuntaan asuntonne ikkunat ovat?” ja ”Mihin suuntaan makuuhuoneenne ikkunat ovat?”

Melualtistumisen arviointi

Kullekin kyselyyn vastanneelle etsittiin kaikki kotirakennuksen julkisivumelupisteet, jotka sijaitsevat 20 m:n säteellä Väestörekisterikeskuksen antamasta kodin koordinaattipisteestä. Alle 30 dB:n meluarvot poistettiin. Kansallisista melun tunnusluvuista laskettiin L_{den} kaavalla (kaava alla).

Jos asunnon ikkunat olivat kadun eli suuremman melualtistuksen puolella, altistumisarvoksi valittiin suurin 20 m:n säteellä oleva L_{den} . Vastaavasti, jos asunnon ikkunat olivat pihan puolella, altistumisarvoksi valittiin pienin L_{den} . Läpätalon huoneistolle käytettiin näiden keskiarvoa. Unihäiriölaskelmia varten valittiin suurin L_n tai $L_{Aeq, klo 22-7}$ jos makuuhuoneen ikkuna oli kadulle päin ja pienin, jos makuuhuoneen ikkuna oli pihalle päin.

Koska aiemmin EU-selvityksissä asukkaiden altistuminen on arvioitu aina kotirakennuksen suurimman julkisivumelutason perusteella, annos-vastesuhteet oleskelun häiriintymiselle ja unihäiriöille laskettiin vertailun vuoksi myös käyttäen altistuksena 20 m:n säteellä olevaa suurinta julkisivumelutasoa kaikille vastanneille.

Häiritsevyyslaskelmiin otettiin mukaan vain vähintään 45 dB:n melutasot, koska tätä pienemmillä melutasoilla häiriötä ei juuri esiinny ja datan luotettavuus pienee. Vuoden 2017 EU-CNOSSOS L_{den} -laskelmissa oli mukana noin 3880 vastaajaa, joista 2,8 % koki oleskelun häiriintyvän paljon tieliikennemelusta. Vastaavissa L_n -laskelmissa oli mukana noin 1340 vastaajaa, joista 4,5 % koki unensa häiriintyvän paljon tieliikennemelun takia.

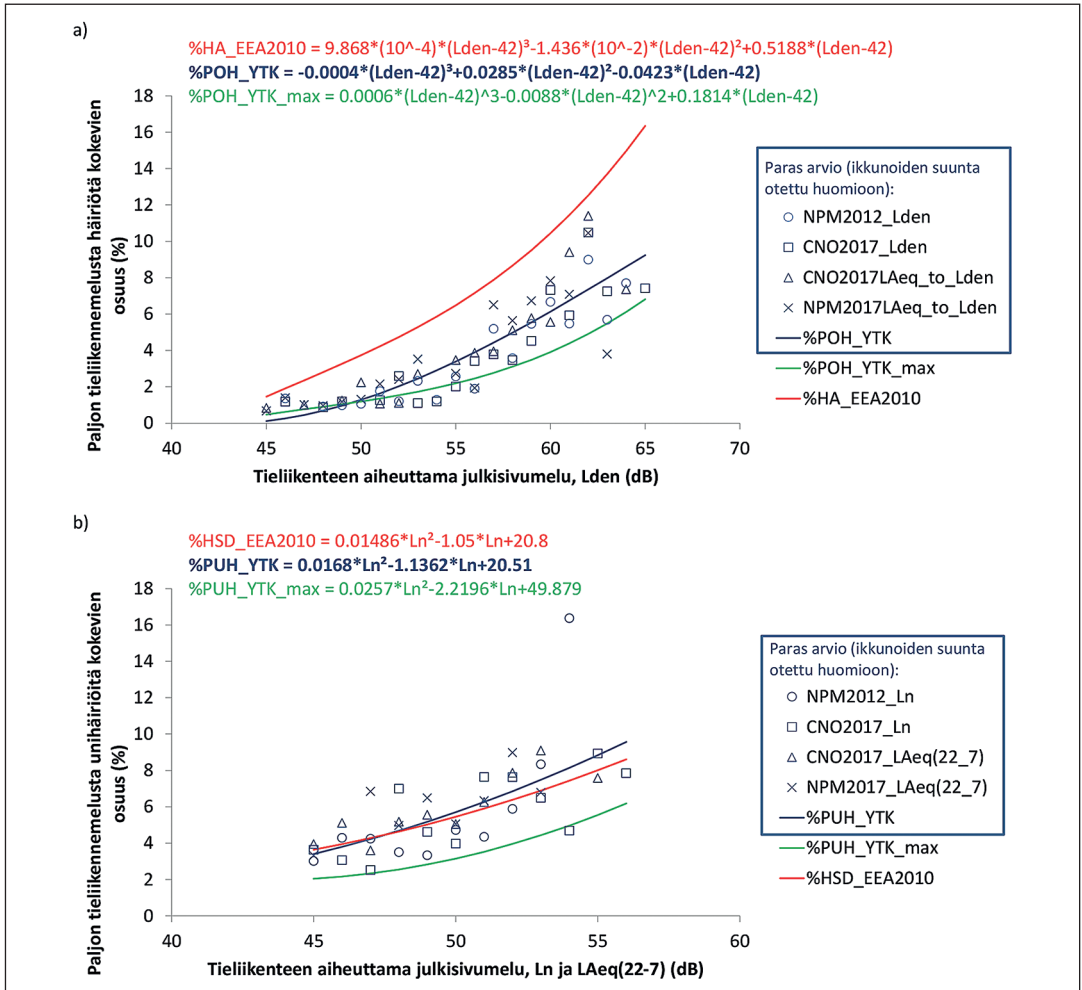
$$L_{den} = 10 \times \lg \left(\frac{1}{24} \left(12 \times 10^{(L_{Aeq,7-22})/10} + 3 \times 10^{((L_{Aeq,7-22})+5)/10} + 9 \times 10^{((L_{Aeq,22-7})+10)/10} \right) \right)$$

Annos-vastesuhteet

Paljon häiriötä kokevien osuus (%POH) ilta- ja yöpainotetun vuorokauden keskiäänitason (L_{den}) funktiona on esitetty sinisellä kuvassa 1a. Käytettyjen neljän melumallin tulokset on esitetty eri merkeillä, mutta ne eivät selkeästi poikkea toisistaan. Niinpä funktio $\%POH_{YTK}$ on laskettu kaikkien

mallien tulosten perusteella ja se antaa parhaan arvion annos-vastesuhteesta. Kuvassa vihreällä on esitetty funktio, joka on saatu käyttäen kaikille vastaajille suurinta 20 m:n säteellä olevaa melutasoa.

Paljon unihäiriöitä kokevien osuus (%PUH) yömelun (L_n ja $L_{Aeq, klo\ 22-7}$) funktiona on esitetty kuvassa 1b. Kuten kuvassa 1a, paras arvio annos-vastesuhteesta on



Kuva 1. Paljon kotona a) sisätiloissa (ikkunoiden ollessa kiinni) häiriötä kokevien (%POH) ja b) unihäiriöitä kokevien (%PUH) osuus tieliikennemelun funktiona.

NPM = Nordic Prediction Method; CNO = EU-CNOSSOS.

Sininen = neljällä menetelmällä saadut tulokset ja niiden sovite, kun altistumisen arvioinnissa otetaan huomioon asunnon ikkunoiden suunta.

Vihreä = neljällä menetelmällä saatujen tulosten sovite, kun altistuminen on arvioitu suurimman 20 m:n säteellä olevan julkisivumelun perusteella.

Punainen = EEA:n suositusfunktio a) %HA:n (percentage of Highly Annoyed) ja b) %HSD:n (percentage of Highly Sleep Disturbed) laskemiseksi.

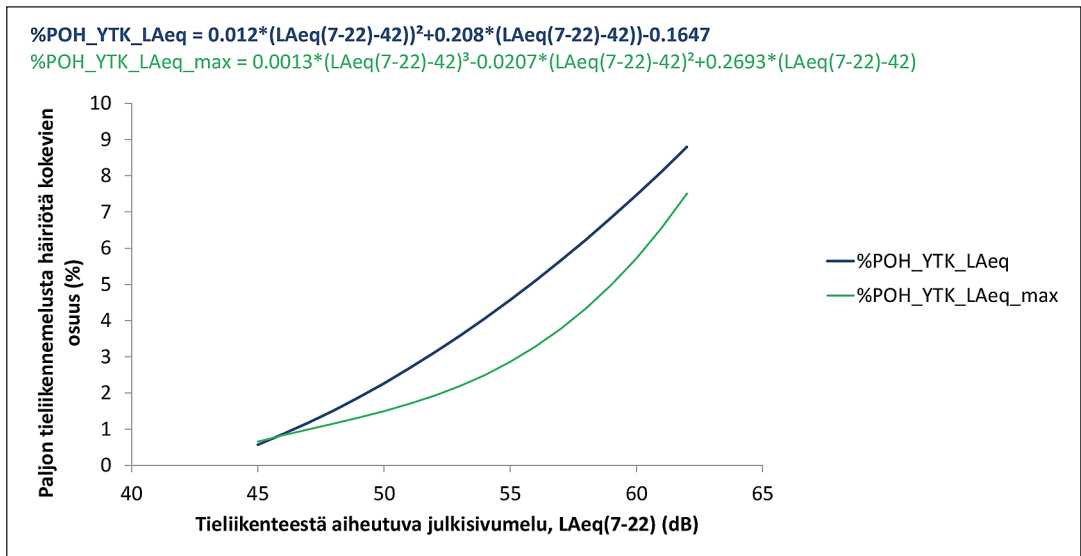
esitetty sinisellä %PUH_{YTK}. Vastaavasti arvio käyttäen kaikille vastaajille suurinta 20 m:n säteellä olevaa melutasoa on esitetty vihreällä.

Suomessa ympäristömelua säännellään valtioneuvoston päätöksessä (993/92) annettujen ohjearvojen nojalla. Ohjearvot koskevat päivä- ja yöajan keskiäänitasoja. Kansallista käyttöä varten laskettiin annosvastesuhde myös käyttäen $L_{Aeq, klo7-22}$ tuloksia vuodelta 2017. Kuvassa 2 on esitetty funktiot, kun altistumisarviossa on otettu huomioon asunnon ikkunoiden suunnat (sininen käyrä) ja kun altistuminen on määritetty suurimpana melutasona 20 m:n säteellä olevissa julkisivumelupisteissä (vihreä käyrä).

Ympäristöterveyskyselyssä oli vain vähän suurille tieliikennemelun tasoille altistuvia vastaajia. Tämän takia esitetyt annosvastesuhdefunktiot ovat epävarmoja yli 65 dB %POH_{L_{den}}, yli 56 dB %PUH_{L_n} ja yli 62 dB %POH_{L_{Aeq, klo7-22}} tieliikennemelun tasoilla.

Vertailu EEA:n suositteluihin malleihin

Ympäristöterveyskyselyn annos-vastesuhteita ei voida suoraan verrata EEA:n funktioihin. Eroja on etenkin siinä, miten oleskelun häiriintymisestä kysytään (kotona sisätiloissa ikkunoiden ollessa kiinni vai kotona yleensä), miten määritellään unen häiriintyminen (estää nukahtamista/herättää vai ainoastaan herättää), miten määritetään häiriötä ja unihäiriöitä kokevien osuudet (häiritsee paljon/erittäin paljon vai ainoastaan erittäin paljon) ja miten altistuminen arvioidaan (huomioidaanko ikkunoiden suunta vai ei). Eroista huolimatta EEA:n funktiot on kuitenkin esitetty kuvissa 1 ja 2 punaisella käyrällä. Ympäristöterveyskyselyn aineistossa parhaiten näitä vastaavat vihreällä esitetyt käyrät, joissa altistuminen on arvioitu suurimpana 20 m:n säteellä ole-



Kuva 2. Paljon kotona sisätiloissa (ikkunoiden ollessa kiinni) häiriötä kokevien osuus tieliikennemelun funktiona, kun melu altistuminen arvioidaan käyttäen kansallista tunnuslukua LAeq, klo 7–22.

Sininen = kahdella menetelmällä saatujen tulosten sovite, kun altistumisen arvioinnissa otetaan huomioon asunnon ikkunoiden suunta.

Vihreä = kahdella menetelmällä saatujen tulosten sovite, kun altistuminen on arvioitu suurimman 20 m:n säteellä olevan julkisivumelun perusteella.

Suomalaiseen aineistoon perustuvat parhaat arviot annos-vastefunktioista tieliikennemelun aiheuttamalle oleskelun häiriintymiselle ja unihäiriöille, kun altistumisen arvioinnissa otetaan huomioon kodin ikkunoiden suunnat:

$$\% \text{POH}_{\text{YTK}} = -0.0004 \times (L_{\text{den}} - 42)^3 + 0.0285 \times (L_{\text{den}} - 42)^2 - 0.0423 \times (L_{\text{den}} - 42) \quad [45-65 \text{ dB}]$$

$$\% \text{PUH}_{\text{YTK}} = 0.0168 \times L_n^2 - 1.1362 \times L_n + 20.51 \quad [45-56 \text{ dB}]$$

$$\% \text{POH}_{\text{YTK-LAeq}} = 0.012 \times (L_{\text{Aeq, klo 7-22}} - 42)^2 + 0.208 \times (L_{\text{Aeq, klo 7-22}} - 42) - 0.1647 \quad [45-62 \text{ dB}]$$

%POH = paljon häiriötä kokevien osuus

%PUH = paljon unihäiriötä kokevien osuus

Hakasuluissa on melutasot, joille funktioita voi soveltaa.

vana melutasona. Nämä arvioivat paljon häiriötä ja unihäiriötä kokevien osuudet huomattavasti pienemmiksi kuin EEA:n funktiot samoilla melutasoilla, vaikka EEA:n funktioissa on mukana ainoastaan erittäin paljon häiriötä kokevat. Osa erosta selittyy Suomen rakennuskannan hyvällä ääneneristävyydellä.

Datalähteet

Helsingin, Espoon, Vantaan ja Kauniais-

ten kaupunkien sekä Liikenneviraston yhteistyönä Sito Oy:llä teettämät julkisivumelumallitukset vuosilta 2012 ja 2017.

European Environment Agency 2019,
<https://www.eea.europa.eu/fi> 8.2.2019

Good practice guide on noise exposure and potential health effects, European Environment Agency EEA Technical report No 11/2010, ISSN 1725-2237 ■