

TIELIIKENNEMELUN TAAJUUSJAKAUMAN VAIKUTUS UNEN LAATUUN - LABORATORIOTUTKIMUS

Johanna Varjo¹, Valtteri Hongisto¹, Saana Karjalainen², Jussi Virkkala¹, David Oliva¹, Paula Salo¹

¹ Työterveyslaitos
Lemminkäisenkatu 14-18 B 20520 Turku
etunimi.sukunimi@ttl.fi

² Turun yliopisto
Psykologia
20014 Turku

Tiivistelmä

Tavoitteena oli selvittää, miten sisälle kuuluvan tieliikennemelun taajuusjakauma vaikuttaa unen laatuun, kun A-äänitaso pidetään samana. 21 koehenkilöä nukkui unilaboratoriossa 3 yötä eri huoneissa. Huoneessa L pientaajuinen moottorimelu oli voimakasta (37 dB L_{Aeq}), huoneessa H korkeataajuinen rengasmelu oli voimakasta (37 dB) ja huone Q oli hiljainen (19 dB). Huoneet L ja H erosivat hiljaisuudesta usealla subjektiivisella mittarilla mutta huoneet L ja H eivät eronneet toisistaan. Äänitilanteilla ei yllättäen ollut vaikutusta unen tai nukahtamisen kestoon. Syvää unta nukuttiin huoneissa L ja H vähemmän kuin huoneessa Q. Koehenkilöistä 81 % arvioi kokeen loputtua, että huone H oli unen kannalta häiritsevin. Melun taajuusjakaumalla ei voitu nähdä kiistattomia vaikutuksia unen laatuun. Tulokset puoltavat lievästi sitä, että julkisivurakenteita valittaessa kannattaisi kiinnittää ensisijaisesti huomiota korkeiden taajuuksien ääneneristykseen.

1 JOHDANTO

Unen merkitys hyvinvoinnille on keskeisessä roolissa, sillä elimistön energiavarastot täydentyvät yön aikana. WHO (1999) on suositellut, että ympäristömelun yöaikainen keskiäänitaso, $L_{A,eq,22-07}$, ei saisi ylittää asuinhuoneistoissa arvoa 30 dB, koska sitä suuremmilla arvoilla unensaanti saattaa vaikeutua tai heräämisten määrä lisääntyä. Tämä vastaa myös Valtioneuvoston sisämelutason ohjearvoja (993/92). Ohjearvoissa ei kuitenkaan oteta kantaa melun taajuusjakaumaan. Tiemelun on laajakaistaista ulkona, mutta sisälle kuuluvan melun taajuusjakauma riippuu julkisivun rakenteen äänieristyskyvystä. Yleisesti uskotaan, että pientaajuinen melu on häiritsevämpää kuin tavallinen laajakaistainen melu. Tuoreiden tutkimusten mukaan näin ei välttämättä kuitenkaan ole [1].

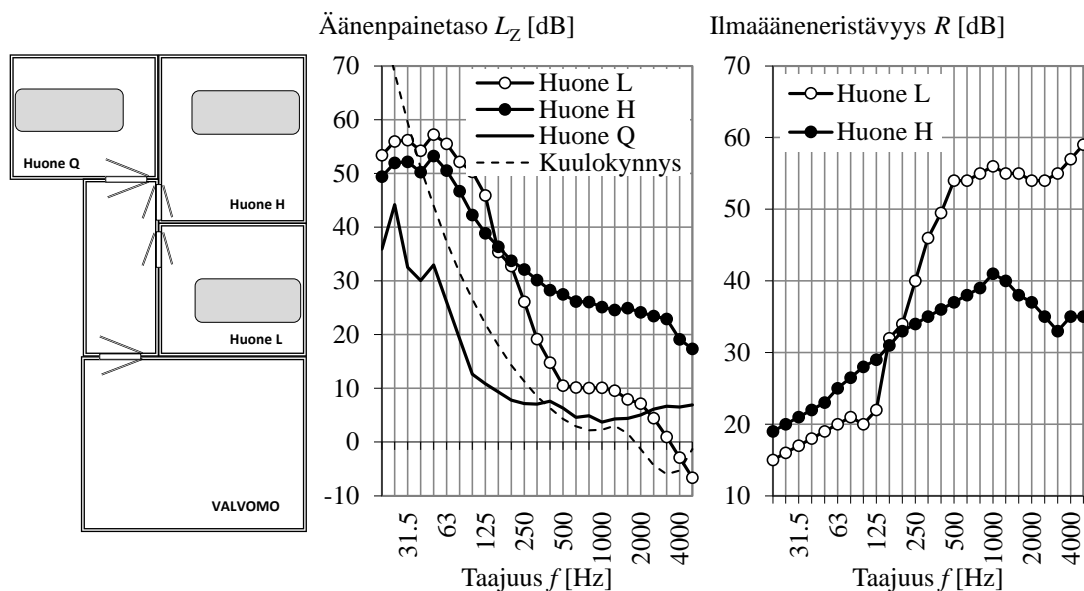
Aiemmissä unitutkimuksissa ei ole otettu huomioon, miten julkisivurakenteen äänieristysspektri, ja tästä aiheutuva äänen taajuusjakauma sisällä vaikuttaa uneen. Tutkimuksen tavoitteena olikin tutkia sisätilaan kuuluvan tieliikennemelun taajuusjakauman vaikutusta unen laatuun objektiivisin ja subjektiivisin mittarein tarkasteltuna, kun äänitaso on vakio.

2 MENETELMÄT

Tutkimukseen luotiin kolme erilaista äänitilannetta kolmeen huoneeseen: Huoneessa L (*Low*) matalataajuinen moottorimelu oli voimakasta (37 dB L_{Aeq}), huoneessa H (*High*) korkeataajuinen rengasmelu oli voimakasta (37 dB) ja huoneessa Q (*Quiet*) oli hiljaista (19 dB). Tutkimuksessa käytettiin yhtä tiemelun ääninauhoitusta, joka tehtiin vilkasliikenteisen kadun risteyksessä klo 22 ja 07 välisenä aikana. Huoneissa L ja H toistettut äänet olivat peräisin samasta nauhoitteesta, mutta niiden taajuusjakaumat tehtiin erilaisiksi (Kuva 1). Ennen äänisuodatusta nauhoitteelta poistettiin poikkeavat äänet, kuten hälytysajoneuvot, linnut sekä kirkon kello.

Tutkimus toteutettiin Helsingissä Työterveyslaitoksen unilaboratoriossa syksyllä 2014 (Kuva 1). Koehenkilöt nukkuivat unilaboratoriossa neljä peräkkäistä yötä (ma-pe), joista ensimmäinen oli totuttelua varten ja muut varsinaisia tutkimusyöitä. Tutkimusyöt nukuttiin eri huoneessa, joiden äänitilanteet kuvattiin edellä. Äänet huoneissa L ja H soitettiin kaiuttimilla, jotka sijoitettiin verhoilla peitettyjen valeikkunoiden taakse. Ikkunan ja huoneen aiheuttama taajuusvasteen siirtofunktio kompensoitiin niin, että nukkuvan koehenkilön pään kohdalla saavutettiin kuvan 1 mukaiset spektrit.

Tutkimus toteutettiin toistettujen mittausten asetelmalla, jolloin jokainen koehenkilö osallistui jokaiseen äänitilanteeseen. Äänitilanteiden järjestys oli vastabalansoitu. Kokeeseen osallistui 21 koehenkilöä (naisia 19, keski-ikä 24.7 v). Osallistujien tuli asua vilkkaasti liikennöidyn kadun varrella tai sen läheisyydessä sijaitsevassa kerrostalossa, unirytmien tuli vastata tutkimuksessa käytettävää unirytmää (23-07) eikä koehenkilö saanut tehdä yötyötä. Lisäksi koehenkilöllä ei saanut olla lääkärin diagnosoimaa unihäiriötä, uneen vaikuttavaa lääkitystä tai sairautta. Ensimmäisenä iltana koehenkilöitä tiedotettiin ja ohjeistettiin viikon kulutusta.



Kuva 1. Testihuoneet, yöajan ekvivalenttiäänepainetason $L_{Zeq8h15min}$ taajuusjakauma eri huoneissa sekä huoneiden L ja H spektrien luomisessa käytettyjen julkisivurakenteiden ilmajääneneristysarvot. Kummallakin $R_w + C_{tr} = 37$ dB.

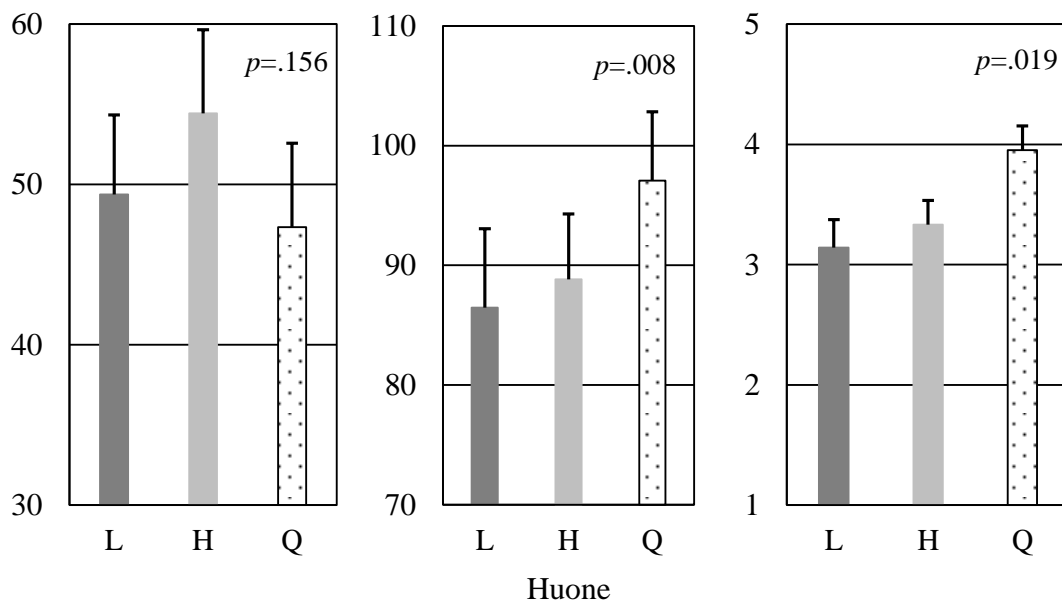
Objektiivisten mittarien avulla kerättiin tietoa fysiologisista muutoksista yön aikana. Koehenkilöiltä mitattiin mm. aivosähkökäyrä (EEG), silmänliikkeet (EOG) ja lihastonus (EMG) uniluokitusta ja havahtumisindeksiä varten. Lisäksi koehenkilöt käyttivät liikeanturia tutkimusviikon ajan, jotta voitiin seurata koehenkilöiden päiväaikaista liikuntaa. Suoritumista mitattiin aamuisin yksinkertaisella tietokonepohjaisella vireystilaa mittaavan reaktioaikatestillä.

Subjektiiivista kokemusta pyydettiin arvioimaan sekä aamuisin että iltaisin. Kyselyissä pyydettiin arvioimaan esim. vireyttä, kuormittuneisuutta, edellisen yön nukkumista, unen laatua ja nukkumista häirinneitä tekijöitä.

Erot äänitilanteiden välillä katsottiin tilastollisesti merkitseväksi, kun $p < .05$.

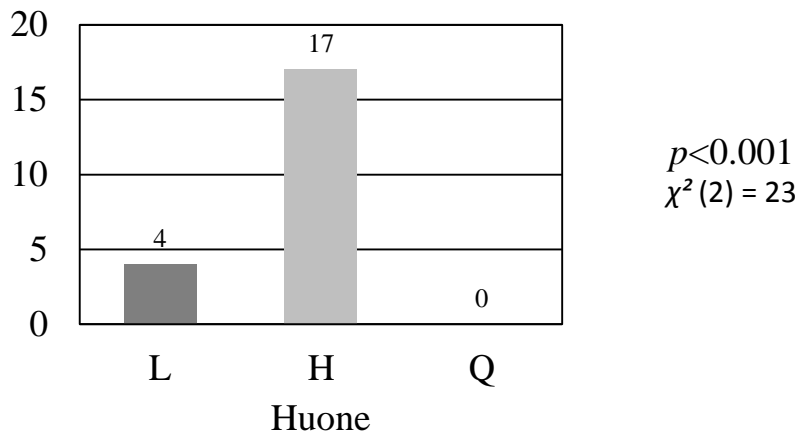
3 TULOKSET

Huoneella (t. äänitilanteella) ei ollut vaikutusta nukkumisaikaan tai nukahtamisen keston. Keskiarvoja tarkasteltaessa havaittiin, että huoneessa H havahduttiin yön aikana jonkin verran useammin kuin muissa huoneissa, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä (Kuva 2). Syvää unta NREM3 nukuttiin huoneissa L ja H vähemmän kuin huoneessa Q (Kuva 2), mutta muiden univaiheiden keston suhteen huoneiden välillä ei havaittu eroja. Huoneella ei ollut vaikutusta suoritumiseen reaktioaikatehtävässä.



Kuva 2. Vasen: Havahtumisten lukumäärä yön aikana. Keski: Syvän unen vaiheen NREM3 kesto minuuteissa yön aikana. Oikea: Tyytyväisyys nukkumiseen. Asteikko: 1 Erittäin tyytymätön, 5 Erittäin tyytyväinen. Kuvissa on esitetty keskiarvo ja keskiarvon keskivirhe.

Mainintojen lukumäärä



Kuva 3. Kokeen loputtua perjantaina annettu kokonaisarvio siitä, minkä huoneen ääniympäristö häiritsi eniten nukkumista.

Kokemukset nukkumisesta huoneiden L ja H äänitilanteissa erosivat hiljaisuudesta (huone Q) usealla mittarilla. Kokonaisuudessaan nukkumiseen oltiin tyytymättömämpiä huoneissa L ja H verrattuna huoneeseen Q (Kuva 2). Koehenkilöt arvioivat kokeneensa enemmän nukahtamisvaikeuksia ja nukahtamisen kestäneen tavanomaista pitempään huoneessa L ja H. Lisäksi koehenkilöt raportoivat heränneensä yön aikana unesta useammin huoneessa L ja H kuin huoneessa Q, vaikka kokemukset unen katkonaisuudesta eivät eronneet huoneiden välillä. Huoneiden äänitilanteet eivät vaikuttaneet nukutun yön jälkeen itsearvioituun vireyteen, kuormittuneisuuteen, mielialaan tai palautumiseen.

Koehenkilöistä 81 % arvioi tutkimusviikon päätteeksi, että huoneen H ääniympäristö häiritsi eniten nukkumista (Kuva 3).

Huoneen ympäristötekijöistä vain kokemukset tieliikenteen äänistä erosivat huoneiden välillä. Arviot muiden tekijöiden, kuten lämpötilan, kehon mittaustaitteiden ja vieraan paikan, aiheuttamasta häiriöstä olivat alhaisia eikä eroja huoneiden välillä havaittu.

4 YHTEENVETO

Useat aiemmat havainnot melun vaikutuksista uneen eivät saaneet tukea tästä tutkimuksesta. Melun taajuusjakaumalla ei voitu nähdä selviä vaikutuksia unen laatuun, kun mittareita tarkastellaan kokonaisuutena. Tulokset puoltavat kuitenkin lievästi sitä, että julkisivurakenteita valittaessa kannattaisi kiinnittää ensisijaisesti huomiota korkeiden taajuuksien ääneneneristykseen. Matalataajuinen liikennemelu ei näyttäisi haittaavan unen laatua enemmän kuin korkeataajuinen ääni, ennemminkin päinvastoin.

VIITTEET

[1] Hongisto V, Oliva D, Rekola L, Subjective and Objective Rating of Spectrally Different Pseudorandom Noises – Implications for Speech Masking Design, *J Acoust Soc Am* 137(3) 2015 1344-1355.