

SUOMEN YMPÄRISTÖ 5 | 2009

Liikennemelun terveysvaikutusten tutkiminen

YMPÄRISTÖN-
SUOJELU

Marja Heinonen-Guzejev
Heikki S. Vuorinen



YMPÄRISTÖMINISTERIÖ

SUOMEN YMPÄRISTÖ 5 | 2009

Liikennemelun terveysvaikutusten tutkiminen

Marja Heinonen-Guzejev
Heikki S. Vuorinen

Helsinki 2009

YMPÄRISTÖMINISTERIÖ



YMPÄRISTÖMINISTERIÖ
MILJÖMINISTERIET
MINISTRY OF THE ENVIRONMENT

SUOMEN YMPÄRISTÖ 5 | 2009
Ympäristöministeriö
Rakennetun ympäristön osasto

Taitto: Marjatta Naukkarinen
Kansikuva: Päivi Tahvanainen

Julkaisu on saatavana myös internetistä:
www.ymparisto.fi/julkaisut

Edita Prima Oy, Helsinki 2009

ISBN 978-952-11-3384-8 (nid.)
ISBN 978-952-11-3385-5 (PDF)
ISSN 1238-7312 (pain.)
ISSN 1796-1637 (verkkoj.)



ESIPUHE

Valtioneuvoston meluntorjunnasta 31.5.2006 antaman periaatepäätöksen mukaan kansalaisilla, viranomaisilla ja eri toiminnanharjoittajilla tulee olla käytettävissä riittävästi tietoa melusta, sen torjumisesta, leviämisestä ja vaikutuksista. Periaatepäätöksessä esitetään tietopohjan laajentamistarve esimerkiksi melun vaikutuksista. Lähtökohtana on meluntorjuntatyössä melun aiheuttamat haitat. Alan tutkimustoiminta on kansainvälisesti hyvinkin laajaa vaikka toiminta Suomessa on ollut suhteellisen rajattua. Ympäristöministeriö on julkaisutoiminnassaan pyrkinyt tuomaan esille perusteita meluntorjuntatyön tavoitteista lähinnä ympäristöviranomaisia varten. Samalla tämä tieto on voitu saada myös kansalaisten käyttöön.

Vuonna 2007 valmistuivat ensimmäiset ympäristömeludirektiivin, 2002/49/EY, edellyttämät meluselvitykset. Helsingin kaupunki laati ainoana kuntana meluselvityksen. Helsingin koko kaupungin alueen ja tärkeimpien ympäristömelulähteiden kattavan selvityksen valmistuttua ympäristöministeriö päätti teettää esiselvitysluonteisen tutkimuksen siitä, miten lisääntynyttä informaatiota melualtistuksesta voidaan käyttää luotettavan epidemiologisen tiedon tuottamiseen melun vaikutuksista väestön sairastavuuteen ja kuolleisuuteen. Tutkimus tehtiin Helsingin yliopiston kansanterveystieteen laitoksella.

Ympäristöministeriö kiittää kaikkia julkaisun toteuttamisessa mukana olleita.

Helsingissä maaliskuussa 2009

Ympäristöministeriö

SISÄLLYS

1 Johdanto	7
2 Meluallistutus	9
3 Meluherkkyys	12
3.1 Meluherkkyys ja monikemikaaliherkkyys.....	13
4 Melun vaikutukset	14
4.1 Häiritsevyys.....	14
4.2 Unen ja levon häiriintyminen.....	14
4.3 Meluallistuksen, melun häiritsevyyden ja meluherkkyiden yhteys sairastuvuuteen ja kuolleisuuteen.....	15
4.4 Melu ja lasten kognitiiviset häiriöt.....	17
4.5 Tieliikennemelun ja pienhiukkasten yhteisvaikutukset.....	18
5 Tutkimusesimerkki: Melun terveysvaikutukset pääkaupunkiseudulla	19
5.1 Tavoitteet.....	19
5.2 Aineisto ja menetelmät.....	19
5.3 Tulokset.....	21
5.3.1 Liikennemelulle altistuminen ja kuolleisuus.....	21
5.3.2 Meluherkkyys ja kuolleisuus.....	24
5.3.3 Liikennemeluallistutus ja kohonnut verenpaine.....	27
5.3.4 Meluherkkyys ja kohonnut verenpaine.....	28
5.3.5 Liikennemeluallistutus ja kuulo.....	29
5.3.6 Meluherkkyys ja kuulo.....	30
5.3.7 Melukartoitus ja alueellinen kuolleisuustieto.....	31
5.4 Pohdinta.....	32
6 Käytännön sovellukset lähitulevaisuudessa	33
6.1 Tutkimusmenetelmät.....	33
6.2 Melun vaikutukset sydän- ja verisuonitauteihin.....	34
6.3 Melun aiheuttamat kognitiiviset häiriöt ja syrjäytyminen.....	35
6.4 Melun yhteisvaikutus muiden ympäristötekijöiden kanssa.....	35
7 Terveysvaikutustiedon huomioiminen meluntorjunnassa	37
8 Yhteenveto	38
Kiitokset.....	39
Kirjallisuusluettelo.....	40
Liite.....	43
Kuvailulehdet.....	50

1 Johdanto

Melulla tarkoitetaan ääntä, jonka ihminen kokee epämiellyttävänä tai häiritsevänä tai joka on muulla tavoin ihmisen terveydelle vahingollista taikka hänen muulle hyvinvoinnilleen haitallista. Altistumme läpi elämämme melulle. Melu on yksi keskeisimmistä elämänlaatua heikentävistä tekijöistä väestön keskittyessä kaupunkeihin ja liikenteen lisääntyessä. Altistumme melulle myös työpaikoilla ja vapaa-ajan harrastuksissa. Melu hankaloittaa monin tavoin elämäämme ja saattaa myös vahingoittaa terveyttämme. Kun terveys määritellään Maailman terveysjärjestön (WHO) tavoin täydelliseksi fyysisen, psyykkisen ja sosiaalisen hyvinvoinnin tilaksi, on melulla runsaasti terveysvaikutuksia.

Ympäristöministeriön vuonna 2007 julkaisemassa ympäristömelun vaikutuksia käsittelevässä teoksessa on pyritty hyödyntämään WHO:n kehittämää sairauksien ja niiden seuraamuksia koskevaa hierarkkista käsitteistöä (Jauhiainen ym. 2007). Tällöin melun terveysvaikutukset voidaan jakaa 1) sairauksiksi, joiden yhteydessä on kudosaaurio, 2) sairauden aiheuttamiksi toiminnan vaurioiksi, 3) toiminnan vaurioiden aiheuttamiksi toiminnanvajauksiksi ja 4) toiminnanvajauksien aiheuttamiksi haittoiksi.

Kuulovaurio on kiistatta osoitettu melun terveysvaikutukseksi. On myös riittävästi tieteellistä näyttöä siitä, että melu koetaan häiritseväksi, aiheuttaa unihäiriöitä, vaikeuttaa kuulemista, vaikuttaa kognitiivisiin toimintoihin, kohottaa verenpainetta ja myötävaikuttaa sepelvaltimotaudin kehittymiseen. Viime aikoina on kertynyt epidemiologista näyttöä meluallistuksen vaikutuksista sydän- ja verisuonitautikuolleisuuteen. Joidenkin epidemiologisten tutkimusten osittain ristiriitaiset tulokset melun terveysvaikutuksista voivat kytkeytyä puutteellisiin tietoihin melun vaikutuksista, vaikeuksiin kokonaismeluallistuksen määrittämisessä ja yksilöllisten tekijöiden, erityisesti meluherkkyyden, riittämättömään huomioimiseen tutkimusasetelmissa.

Varsinkin kaupungeissa asukkaat altistuvat samanaikaisesti sekä tieliikennemelulle että liikenneperäisille ilmansaasteille. Melulla ja ilman pienhiukkasilla näyttää olevan samankaltaisia vaikutuksia ihmisten terveyteen. Epidemiologisissa tutkimuksissa on osoitettu ilman pienhiukkasten lisäävän kuolleisuutta sydän- ja verisuonitauteihin. Vaaran kasvu on kytkeyty erityisesti polttoperäisiin, kuten liikenteestä peräisin oleviin, pienhiukkasiin. Tieliikennemelua esiintyy samoilla alueilla kuin pienhiukkasia. Ympäristömelun ja pienhiukkasten terveysvaikutuksia on kuitenkin aikaisemmin tutkittu lähes aina erikseen ilman, että toisen vaikutusta on otettu huomioon.

Melualtistus on monien muiden altistuksien tavoin sidoksissa paikkaan. Paikallisten tekijöiden merkitys ihmisten terveydelle on tiedostettu jo antiikin Kreikassa. Hyvin tunnettu on erityisesti hippokraattisiin kirjoituksiin kuuluva ΠΕΡΙ ΑΕΡΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΤΟΠΩΝ, joka on käännetty suomeksi nimellä ”Ympäristötekijöistä”. John Snown kartta koleratapauksista Lontoossa vuonna 1854 on kuuluisa epidemiologian historiassa. 1900-luvun lopussa tietokoneohjelmiin perustuvien paikkatietojärjestelmien kehittyminen avasi ympäristöterveyden tutkimiseen täysin uusia mahdolli-

suuksia. Paikkatietojärjestelmä, josta käytetään usein lyhennettä GIS (Geographical Information System), on tärkeä apuväline ympäristön terveysriskien arvioinnissa. Tulevaisuudessa melun vaikutuksia koskeva tutkimus todennäköisesti lähestyy mm. WHO:n kehittämää erilaisten ympäristöön liittyvien terveysvaarojen arviointia (WHO 2000).

Tämän raportin tavoitteena on selvittää, miten lisääntyntä informaatiota liikennemelualtistuksesta voidaan käyttää luotettavan epidemiologisen tiedon tuottamiseen melun vaikutuksesta väestön sairastavuuteen ja kuolleisuuteen. Aluksi raportissa tarkastellaan, millaista tutkimustietoa on käytettävissä melualtistuksesta, meluherkkyydestä ja melun terveysvaikutuksista. Terveysvaikutuksista kiinnitetään erityisesti huomiota sydän- ja verisuonitauteihin ja niiden aiheuttamaan kuolleisuuteen. Pääkaupunkiseutua koskeva tutkimus tarjoaa esimerkin siitä, miten erilaisia tutkimuskysymyksiä voidaan lähestyä. Samalla hahmotellaan, millaisia tutkimusmenetelmiä voidaan käyttää tulevissa melututkimuksissa. Lisäksi tarkastellaan, onko luotavissa paikkatietojärjestelmä, jolla yhdistetään melukartoitus- ja terveystiedot. Lopuksi pohditaan kuinka tällaisia tietoja voidaan käyttää meluntorjuntatoimien suunnittelussa.

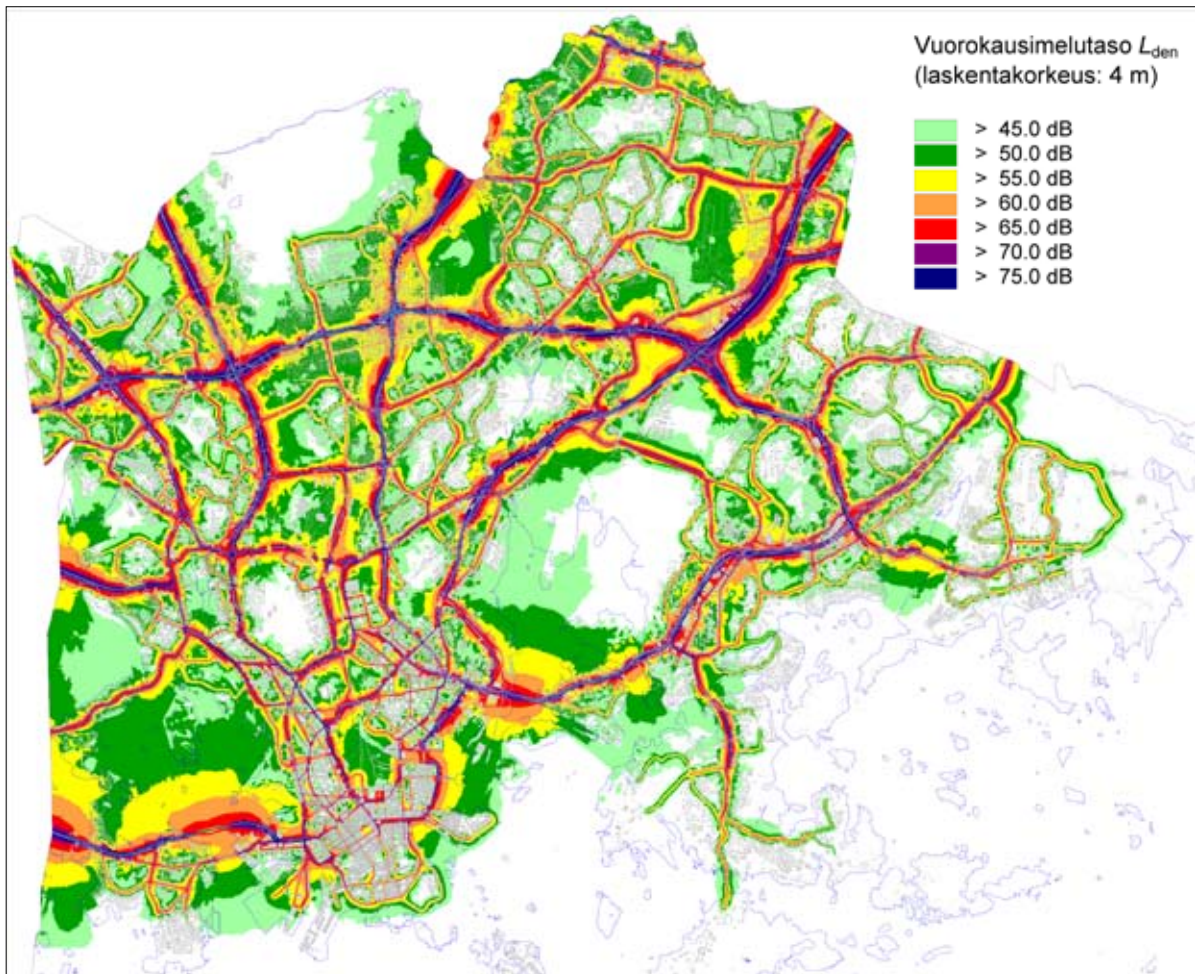
2 Meluallistus

Helsingin tieliikenteen pääväyläverkko sekä pää- ja paikallisradat valmistuivat kukaikin nykyiseen muotoonsa jo ennen 1980-lukua. Yksittäisiä melumittauksia on Helsingissä tehty jo 1950-luvulta lähtien (Ampuja 2007: 39). Arvioita melulle altistuneiden helsinkiläisten määrästä on saatavissa 1980-luvulta lähtien (Ampuja 2007: 40–41, Haahla 2007). Tehtyjen melumittausten ja laskennallisten arvioiden vertailu on ongelmallista. Kun otetaan huomioon kasvavat liikennemäärät ja tähänastisten meluntorjuntatoimien rajallisuus, voidaan perustellusti olettaa, että liikennemelulle altistuneiden helsinkiläisten osuus lisääntyi voimakkaasti toisen maailmansodan jälkeisinä vuosikymmeninä.

Euroopan Unionin ympäristömeludirektiivi (2002/49/EY) edellytti, että jäsenvaltiot tekevät meluselvitykset vuonna 2007 suurista väestökeskittymistä (asukasmäärä yli 250 000) sekä vilkkaista maanteistä, rautateistä ja lentokentistä. Suomessa ympäristömeludirektiivin määräykset koskivat aluksi vain Helsinkiä, mutta jäsenvaltioiden oli viimeistään 31.12.2008 ilmoitettava komissiolle alueellaan olevista yli 100 000 asukkaan väestökeskittymistä sekä maantiet, joiden liikennemäärä on yli 3 miljoonaa ajoneuvoa vuodessa ja rautatiet, joiden liikennemäärä on yli 30 000 junaa vuodessa. Jäsenvaltioiden on laadittava ja tarvittaessa hyväksyttävä viimeistään 30.6.2012 ja sen jälkeen joka viides vuosi edellisen kalenterivuoden tilanteen osoittamat strategiset melukartat, jotka koskevat kaikkia em. väestökeskittymiä ja pääväyliä. Suomessa Helsingin kaupungin lisäksi ainakin Espoo, Kauniainen, Tampere, Vantaa, Turku ja Oulu sekä mahdollisesti Lahti tekevät omat meluselvityksensä. Meluselvityksiin tulevien liikenneväylien yhteispituus noin kolminkertaistuu vuoden 2007 tilanteeseen verrattuna.

Helsingissä ympäristönsuojelulain (459/2004) mukainen meluselvitys valmistui kesällä 2007. Selvitys kuvaa vuoden 2006 tilannetta ja sen toteutti Insinööritoimisto Akukon Oy (Lahti ym. 2007) ja rautatieliikenteen osalta laskennat toteutti Ramboll Finland Oy. Tieliikenteestä laskettiin maanteiden sekä kaupungin pää- ja kokoojakatujen liikenteen aiheuttama melu. Raideliikenne koostui juna-, metro- ja raitiotieliikenteestä. Äänitasot laskettiin käyttäen tie- ja raideliikennemelun laskentamalleja. Direktiivin mukaisessa meluselvityksessä käytettiin meluindikaattoreina vuorokaudenajan mukaan painotettua ns. päivä-ilta-yö-äänitasoa eli vuorokausiäänitasoa L_{den} ja yöajan painottamatonta keskiäänitasoa eli yöäänitasoa $L_{yö}$. Yleensä Suomessa on käytetty päivä- ja yöajan keskiäänitasoja $L_{Aeq(7-22)}$ ja $L_{Aeq(22-7)}$. Laskentakorkeutena oli talon julkisivun kohdalla 4 m Suomessa yleensä käytetyn 2 m sijasta.

Meluselvityksessä tuotettiin eri liikennemuodoille melukartat, joiden perusteella voitiin arvioida eri meluvyöhykkeillä asuvien lukumäärät. Selvityksen mukaan vuonna 2006 Helsingin 560 905 asukkaasta (1.1.2006) altistui yli 55 dB:n vuorokausiäänitasolle L_{den} tieliikennemelun osalta 237 500, raideliikenteen osalta 69 800 ja Helsinki-Malmin lentoaseman lentoliikenteen osalta 500 asukasta. Osa heistä altistui useamman erityyppisen liikenteen melulle. Yli 50 dB:n yöäänitasolle $L_{yö}$ altistui tieliikenteen osalta 162 100 ja raideliikenteen osalta 51 200 asukasta.

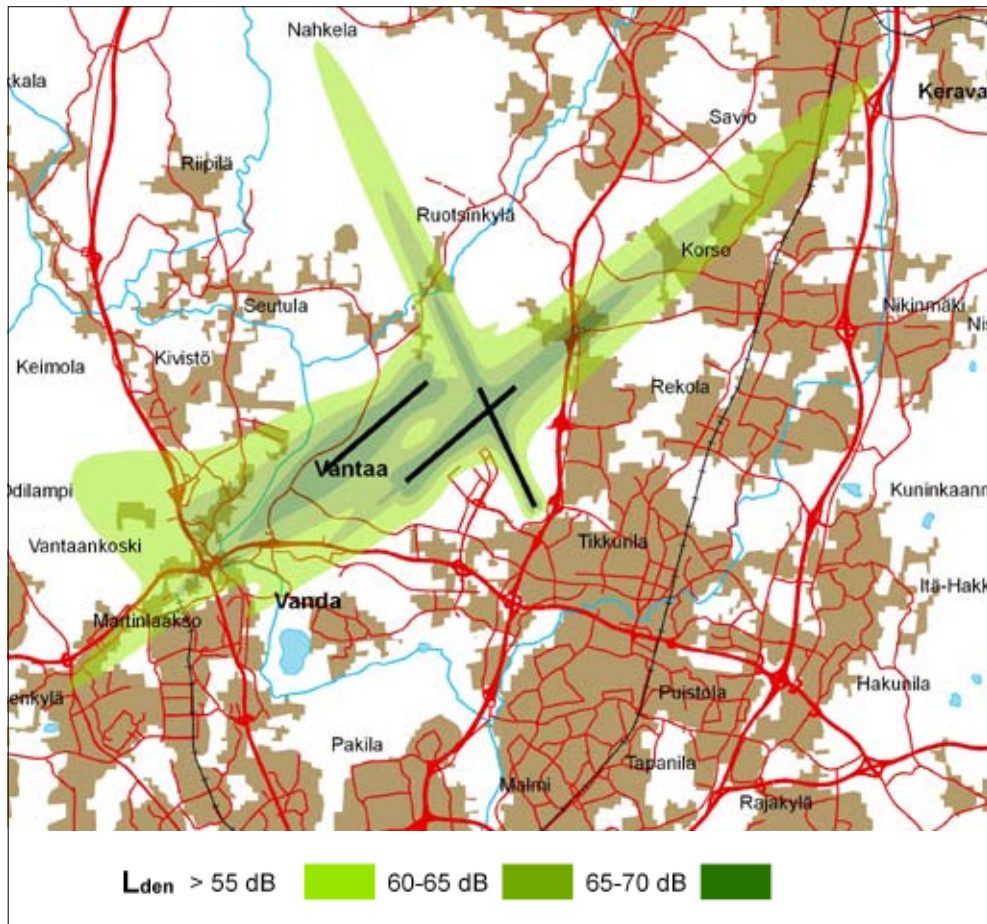


Kuva 1. Helsingin kaupungin meluselvitys 2007: Tieliikenteen vuorokausiäänitaso L_{den} .
Lähde: Lahti ym. 2007, Liite C1, julkaisulupa Helsingin kaupunki.

Finavian julkaiseman Helsinki-Vantaan lentoaseman vuoden 2006 meluselvityksen mukaan Helsinki-Vantaan lentomelualueen ($L_{den} > 55$ dB) asukasmäärä oli noin 10 200. Tämän meluselvityksen mukaan lentoaseman melualue sijaitsi lähinnä Vantaan kaupungin alueella. Helsingin kaupunki oli Helsinki-Vantaan lentomelualueen ulkopuolella (Kuva 2).

Kaikkiaan tieliikennemelulle altistumisen voidaan Helsingissä odottaa lisääntyvän etenkin pääväylien varsilla ilman mittavaa melutorjunnan lisäpanostusta, sillä liikennemäärät kasvavat jatkuvasti. Lisäksi yhdyskuntarakenteen tiivistämisvaatimukset aiheuttavat painetta melualueille rakentamiseen (Haahla 2007).

Melualtistuksen on todettu yleensä jakautuvan sosiaalisesti epätasa-arvoisesti, mikä mahdollisuus on otettava huomioon myös pääkaupunkiseudulla (Ampuja 2007: 153–155, 203–204). Melukarttojen antama tieto melualtistuksesta on yhdistettävissä väestötietoihin, kuten ikään, ammattiin ja koulutustasoon.



Kuva 2. Helsinki-Vantaan lentoaseman melualue vuonna 2006 (L_{den}).
 Lähde: Ilmailulaitos Finavia, Helsinki-Vantaan lentoasema, toteutunut tilanne vuonna 2006, korjauspäivitys (Ilmailulaitos Finavia A4/2007); julkaisulupa Finavia, pohjakartta-aineisto © Maanmittauslaitos lupanro 49/MML/08.

Melun, kuten useimpien muiden altisteiden, kohdalla on otettava huomioon kokonaisaltistus ja sen kesto eli kumuloitunut altistus. Ihmiset altistuvat vuorokauden (viikon, vuoden jne.) aikana hyvin erilaisista lähteistä peräisin olevalle melulle. Altistumme kotona esimerkiksi ulkoa kuuluvalla liikenteen melulle, naapureiden aiheuttamalle melulle ja hissien sekä ilmastointilaitteiden melulle. Työmatkalla altistumme erilaisille liikennemeluille (tie-, raide- ja lentomelu). Monet työpaikat ovat työsuojelutoimenpiteistä huolimatta meluisia. Vapaa-aikana voimme altistua hyvin moninaisista lähteistä peräisin olevalle melulle (musiikin kuuntelu, moottori- ja ampumaurheilu, iletulitteet jne.). Kaikki altistuslähteet olisi otettava huomioon melun terveysvaikutuksia pohdittaessa.

Elinaikaista kokonaisaltistusta (melu- altistus kotona, työssä ja vapaa-aikana) on Suomessa tutkittu aikaisemmin kyselytutkimuksella. Tällöin käytettiin kolmea kysymystä, joilla selvitettiin aikaisempaa melu- altistusta kotona, työpaikalla ja vapaa-aikana. Näistä muodostettiin summamuuttuja, jonka avulla saatiin elinaikaista melu- altistusta kuvaava asteikko (Heinonen-Guzejev ym. 2004 ja 2007). Elinaikaista kokonaismelu- altistusta mittaavat kysymykset löytyvät tämän raportin liitteestä.

3 Meluherkkyys

Melun erilaisia vaikutuksia tutkittaessa on kiinnitetty huomiota yksilölliseen vaihteluun. On perusteltua olettaa, että meluherkkyys on keskeinen tekijä, joka erottelee ihmisiä heidän eriasteisissa vasteissaan melulle. Meluherkkyys on yksilöllinen ominaisuus, joka kuvaa herkkyyttä kokea melu ja reagoida siihen. Erityisesti se lisää yksilön kokemaa melun häiritsevyyttä. Meluherkät kokevat melun uhkaavampana, reagoivat meluun voimakkaammin ja tottuvat siihen hitaammin kuin ei-meluherkät yksilöt. Meluherkkyys näyttää myös ilmentävän alttiutta ympäristön stressitekijöille yleensä, ei ainoastaan melulle (Stansfeld 1992).

Meluherkkyys liittyy todennäköisemmin taipumukseen reagoida meluun yleensä kuin reagoida melun fysikaalisiin ominaisuuksiin (Nivison 1992). Meluherkkyys tarkoittaa yksilön fysiologiaa ja psykologiaa sisäisiä tiloja (joihin kuuluvat myös asenteet), jotka lisäävät reaktiokyvyn astetta meluun yleisesti (Job 1999). Meluherkkyys on myös määritelty tekijäksi, joka modifioi meluvaikutuksia. Se on riippumaton muuttuja, joka voi liittyä suoraan melun terveysvaikutuksiin (Smith 2003). Meluherkkyttä ei pidä sekoittaa äänyliherkkyyteen (hyperacusis), äänipelkoon (fonofobia) tai herkkyteen saada kuulovaurio.

Eri tutkimuksissa meluherkkien osuus väestöstä on vaihdellut välillä 20–43 %. Näissä tutkimuksissa meluherkkyyden määrittelyssä on ollut eroja. Suomalaisessa tutkimuksessa meluherkkien osuus oli 38 % (Heinonen-Guzejev ym. 2004). Naisista meluherkkiä oli 36 % ja miehistä 41 %. Yleistendenssi oli meluherkkyyden väheneminen iän kasvaessa (31–70-vuotiailla). Meluherkkyydellä on mahdollisesti geneettinen komponentti. 36 % eroista meluherkkyydessä on todettu selittyvän geneettisillä tekijöillä. Kvantitatiivinen geneettinen mallinnus osoitti meluherkkyyden osalta huomattavaa familiaalisuutta, eli meluherkkyys oli kasautunut perheisiin (Heinonen-Guzejev ym. 2005).

Väestön meluherkkyyden tutkimisessa vakiintui 1970-luvun lopussa Weinsteinin kehittämä kysymyssarja (Weinstein 1978). Viime aikoina tätä kysymyssarjaa on kehitetty edelleen, esimerkiksi WNS-6B-meluherkkyysskysymyssarja (Kishikawa ym. 2006). Yleisen meluherkkyyden mittaamisen ohella on pyritty kehittämään luotettavaa erilaisiin tilanteisiin ja kansainväliseen vertailuun soveltuvaa meluherkkyyden mittaria: NoiSeQ (Sandrock ym. 2007, Schütte ym. 2007). Tässä mittarissa jokapäiväisen elämä jaettiin viiteen osa-alueeseen: työ, vapaa-aika, asuminen, viestintä ja uni. Vertailtaessa tämän kyselyn luotettavuutta seitsemässä maassa (Belgia, Ranska, Saksa, Unkari, Italia, Ruotsi ja Yhdistynyt kuningaskunta) todettiin, että yleinen meluherkkyyden mittari oli luotettava (Sandrock ym. 2007). Osa-alueista NoiSeQ mittasi luotettavasti meluherkkyttä työssä, unessa ja viestinnässä. Sen sijaan asumisen ja vapaa-ajan kohdalla mittari kaipaa edelleen kehittelyä soveltuakseen luotettaviin kansainvälisiin vertailuihin.

Meluerkkyys voidaan määrittää myös lyhyillä kysymyksillä. Lyhyt melun kokemista kuvaava meluerkkyyskysymys osoitti suomalaisessa tutkimuksessa hyvää validiteettia korreloidessaan Weinsteinin laajaan meluerkkyyskyselyyn (Heinonen-Guzejev ym. 2004). Suomenkieliset käännökset meluerkkyysmittareista (lyhyt, WNS-6B, Weinstein, NoiSeQ) ovat tämän raportin liitteessä.

3.1

Meluerkkyys ja monikemikaaliherkkyys

Osa väestöstä on herkkiä hyvin erilaisille ympäristötekijöille samanaikaisesti, millä voi myös olla terveysvaikutuksia. Yleinen herkkyys ympäristötekijöille, johon kuuluvat herkkyys valolle, väreille, kivulle, hajuille ja kosketukselle, on korreloinut tilastollisesti merkittävästi meluerkkyuden kanssa (Stansfeld ym. 1985). On viitteitä siitä, että meluerkkyys on yhteydessä monikemikaaliherkkyteen (Bell ym. 1995; Stansfeld 1992; Stansfeld ym. 1985).

Monikemikaaliherkkyteen (MCS – multiple chemical sensitivity) eli herkkyteen useille tavallisille kemikaaleille kuuluu useita oireita, joita provosoivat matalatkin kemikaalitasot, eräät ruoka-aineet ja muut kuin kemialliset ympäristötekijät (Woolf 2000). Oireiden aiheuttajia ovat tavalliset hajuja tuottavat kemikaalit. Monikemikaaliherkät yksilöt kokevat hajut muita useammin epämiellyttävinä. Oireiden aiheuttajiksi on raportoitu mm. bensiini, dieselöljy, autojen pakokaasu, hajuvedet, hyönteismyrkyt, siivousaineet, tupakansavu, torjunta-aineet ja sanomalehtien painomuste. Yleisimmät oireet ovat pahoinvointi, lihaskivut, muistihäiriöt ja heikotus. Monikemikaaliherkillä on todettu hyperreaktiivisuutta myös melulle, valolle ja kosketukselle. Monikemikaaliherkyyttä voidaan tutkia kyselymenetelmillä, joiden toistettavuus on varmistettu. Suomenkielinen käännös hajuerkkyuden (cacosmia) kyselystä löytyy raportin liitteestä.

4 Melun vaikutukset

Melun aiheuttamien terveysvaarojen arviointi ei periaatteessa poikkea muiden ympäristötekijöiden aiheuttamien terveysvaarojen arvioinnista (Tuomisto ja Pekkanen 2007). Ainakin WHO:n Euroopan toimisto pyrkii parhaillaan kehittämään erityisesti melun aiheuttamien terveysvaarojen vertailuun sopivia mittareita. Melun aiheuttamien terveysvaarojen luotettavan arvioinnin ongelmana on käytettävissä olevien tietojen huono yhteismitallisuus ja muu puutteellisuus.

4.1

Häiritsevyys

Melun häiritsevyys on monisärmäinen käsite, johon sisältyy melun vaikutuksia toimintaan ja käyttäytymiseen, sekä sellaisia tekijöitä kuten epämiellyttävyys ja hermostuminen (Guski ym. 1999). Meluherkkyys ja melun häiritsevyys ovat eri käsitteitä, vaikka ne liittyvät toisiinsa. Millä tahansa äänitasolla on yksilöitä, jotka eivät juuri edes huomaa melua sekä niitä, joita se häiritsee huomattavasti. Melu näyttää jakavan yksilöt eri häiritsevyysluokkiin sen mukaan, miten herkkiä he ovat melun aiheuttamalle stressille. Meluherkkyys myös lisää melun koettua häiritsevyyttä (Stansfeld 1992) riippumatta äänitasosta: millä tahansa tasolla meluherkät kokevat melun häiritsevämpänä kuin ei-meluherkät (van Kamp ym. 2004). Meluherkkyydellä on ollut jopa äänitasoa suurempi vaikutus melun häiritsevyyteen (Taylor 1984). Melun häiritsevyyden ja meluherkyyden on katsottu ennustavan äänitasoa paremmin melun terveysvaikutuksia (Nivison 1992).

Melun häiritsevyys on selvästi riippuvainen äänitasosta. Samalla painotetulla keskiäänitasolla lentomelu on ollut häiritsevämpää kuin tieliikennemelu, joka taas on koettu häiritsevämmäksi kuin raideliikennemelu (Berglund & Lindvall 1995; Passchier-Vermeer & Passchier 2000). Melun häiritsevyyttä mittaava kysymys on raportin liitteessä. Melun vaikutus elämänlaatuun ja melun häiritsevyys näyttävät ilmiöinä olevan lähellä toisiaan. Aikaisemmissa, lapsia tarkastelleissa tutkimuksissa melun on todettu heikentävän elämänlaatua (Haines ym. 2003; Matheson ym. 2003; Stansfeld ym. 2000).

4.2

Unen ja levon häiriintyminen

Hiljaisuus on sopivan valaistuksen ja lämpötilan ohella keskeinen hyvän unen edellytys. Melu voi vaikeuttaa nukahtamista, heikentää unen laatua sekä lisätä kehon liikkeitä unen aikana (Ouis 1999). On osoitettu selvä annosvastesuhde melutapahtumien sekä heräämisten ja kehon liikkeiden välillä.

Melun vaikutukset uneen voidaan jakaa välittömiin ja välillisiin. Välittömiin vaikutuksiin kuuluvat heräämiset ja unen vaiheen muutokset. Välillisiä vaikutuksia

ovat häiritsevyys sekä unen laadun, hyvinvoinnin ja suorituskyvyn heikkeneminen. Pitkällä aikavälillä näiden vaikutusten oletetaan stressin kautta myötävaikuttavan kroonisten sairauksien, kuten sydän- ja verisuonitautien ilmaantumiseen muiden syytekijöiden ohella (Marks & Griefahn 2007; Muzet 2007).

Meluherkkyys on korreloinut melun aiheuttamien unen laatuun liittyvien tekijöiden, kuten nukahtamisvaikeuksien, kehon liikkeiden, heikentyneen palautumisen ja vähentyneen levollisuuden kanssa (Marks & Griefahn 2007; Miedema & Vos 2003; Nivison & Endresen 1993; Öhrström ym. 1988). Suomalaisessa tutkimuksessa meluherkkyys liittyi lisääntyneeseen uni- ja rauhoittavien lääkkeiden käyttöön (Heinonen-Guzejev ym. 2004).

4.3

Melualtistuksen, melun häiritsevyyden ja meluherkkyiden yhteys sairastuvuuteen ja kuolleisuuteen

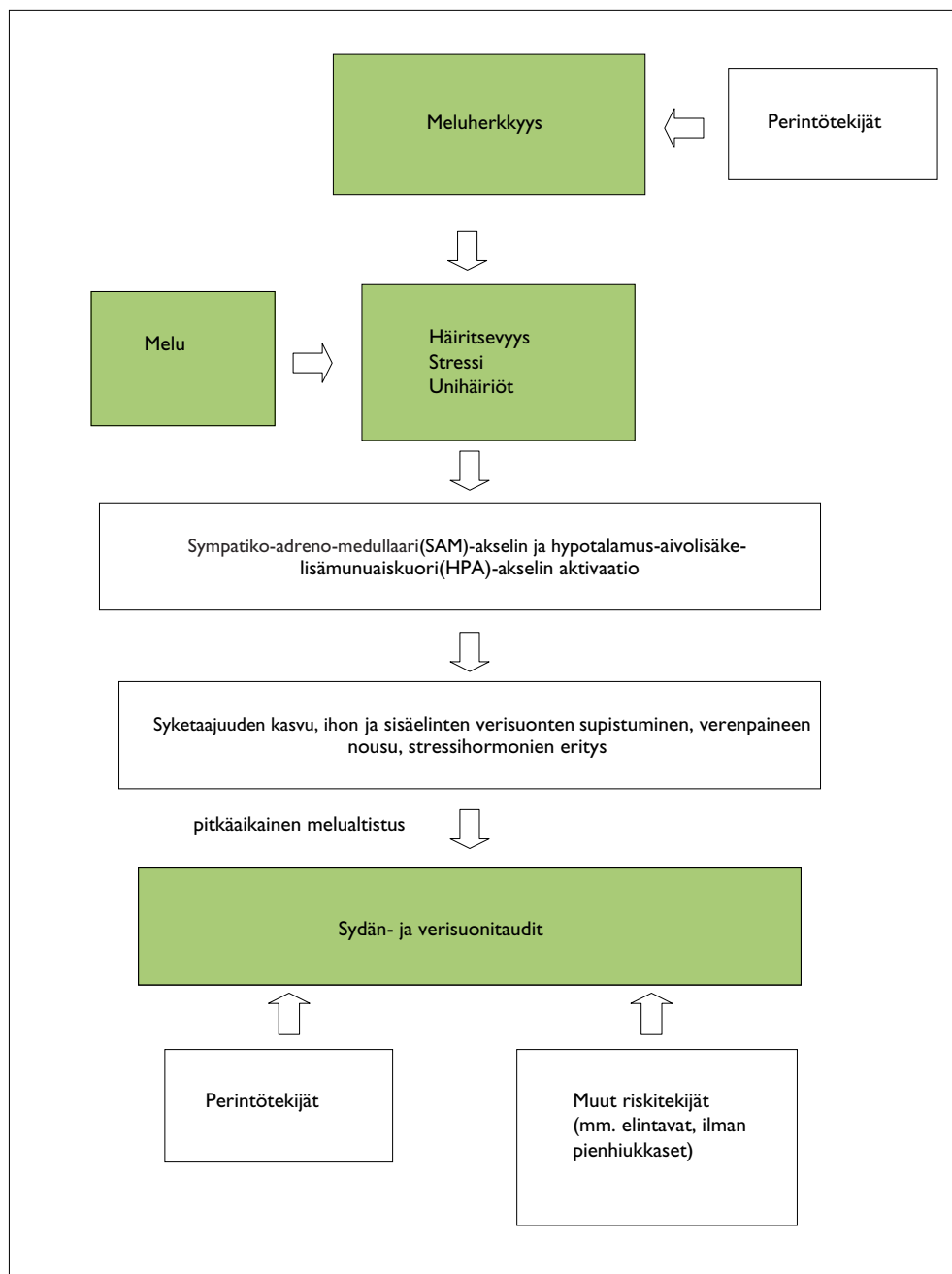
Melu on ympäristön stressitekijä. Kehomme reagoi akuuttiin stressiin käynnistämällä sarjan fysiologisia muutoksia. Stressin vaikutus välittyy elimistössä pääasiassa kahden fysiologisen mekanismin kautta. Äkillinen melualtistus aktivoi autonomisen hermoston sympaattista osaa ja lisämunuaisen ydintä eli sympatiko-adreno-medullaarista -akselia (SAM-akselia), ja altistuksen jatkuessa aktivoituu hypotalamus-aivolisäke-lisämunuaiskuori -akseli (HPA-akseli). Seurauksena on sykkeen kiihtyminen, ihon ja sisäelinten verisuonten supistuminen, verenpaineen nousu sekä stressihormonien (adrenaliinin, noradrenaliinin ja kortisolin) pitoisuuden nousu veressä (Babisch ym. 2001; Babisch & Ising 2001; Berglund ym. 1999; Haralabidis ym. 2008; Ising & Braun 2000; Rylander 2004). Myös unenaikaisen melualtistuksen on todettu lisäävän stressihormonien eritystä (Ising & Kruppa 2004).

SAM-akseli vastaa nopeasta, akuutin vaiheen stressivasteesta adrenaliinin ja noradrenaliinin välityksellä. HPA-akseli osallistuu pidemmän aikavälin stressivasteiden säätelyyn pääasiassa kortisolin kautta. Autonomisen hermoston välittämät reaktiot stressitilanteessa alkavat lyhyellä viiveellä ja palautuvat minuuteissa. Jos stressi jatkuu pidempään, aktivoituvat hitaammin reagoivat ja palautuvat hormonaaliset säätelyjärjestelmät (Babisch 2006 a ja b; Berglund ym. 1999; Puttonen 2006; Rylander 2004).

Melun häiritsevyyden on todettu liittyvän sydän- ja verisuonitauteihin. Keskiikäisiin miehiin kohdistuneissa tutkimuksissa tieliikennemelun häiritsevyys liittyi korkeampaan sepelvaltimotauti-ilmaantuvuuteen (Babisch ym. 2003). Melun häiritsevyyden on todettu liittyvän miehillä sydäninfarktien lisäksi myös verenpaine-tautiin (Belojevic & Saric-Tanaskovic 2002). On oletettu, että melun häiritsevyys voi meluherkillä kytkeytyä vakavampiin terveysvaikutuksiin kuin ei-meluherkillä. Näin voi käydä myös altistuttaessa melun lisäksi muille ympäristötekijöille (Passchier-Vermeer & Passchier 2000).

Meluherkät kuuluvat siis riskiryhmään melun vaikutuksia, kuten sydän- ja verisuonitauteja ja unihäiriöitä, arvioitaessa. Meluherkkyyttä onkin pidetty oleellisena muuttujana kun halutaan selvittää melun terveysvaikutuksia (Fyhri & Klæboe 2009). Meluherkillä useita tunteja kestäneen 60 dB:n tieliikennemelualtistuksen on todettu aiheuttaneen voimakkaamman verenpaineen nousun kuin ei-meluherkillä. (Ising 1983; Ising & Kruppa 2004). Sydän- ja verisuonitautikuolleisuus on todettu tilastollisesti merkitsevästi suuremmaksi meluherkkien naisten keskuudessa verrattuna ei-meluherkkiin. Meluherkkyiden ja elinaikaisen melualtistuksen yhteisvaikutus sepelvaltimotautikuolleisuuteen oli naisilla tilastollisesti merkitsevä (Heinonen-Guzejev ym. 2007).

Kuvassa 3 on esitetty malli melun, meluherkkyyden ja sydän- ja verisuonisairauksien välisestä yhteydestä. Meluherkkyys lisää melun häiritsevyyttä ja meluallistuksen aiheuttamaa stressiä ja univaikeuksia. Melun aiheuttaman stressin aikana sympaattinen hermosto aktivoituu. Pitkäaikainen meluallistus voi aiheuttaa pysyviä terveysvaikutuksia, kuten verenpaine- tai sepelvaltimotaudin.



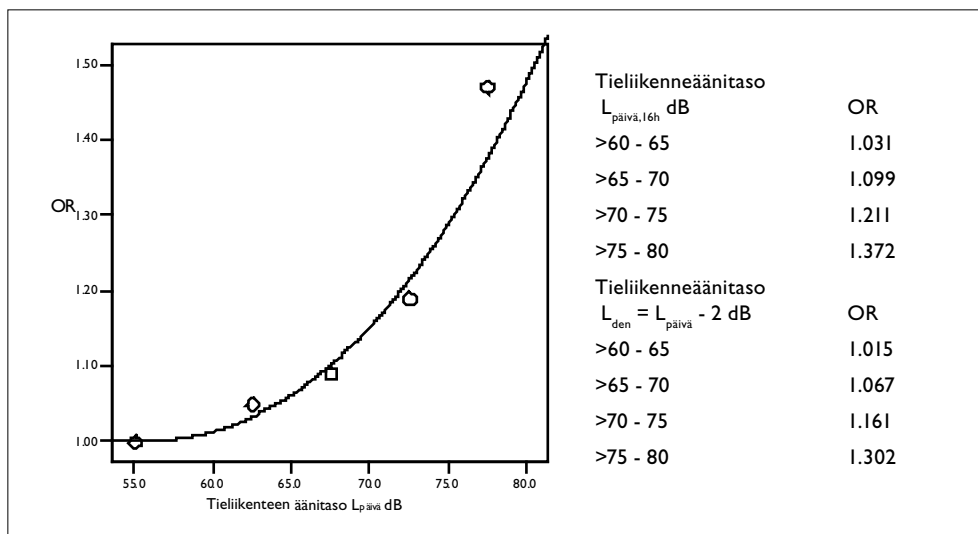
Kuva 3. Malli melun, meluherkkyyden ja sydän- ja verisuonisairauksien välisestä yhteydestä.

Epidemiologisissa tutkimuksissa on saatu näyttöä siitä, että työpaikan meluallistus on yksi kohonneen verenpaineen ja sydän- ja verisuonisairauksien riskitekijöistä. Tämä riski lisääntyy iän ja työvuosien myötä sekä miehillä että naisilla. Suomalaisessa tutkimuksessa pitkäaikainen työpaikkameluallistus liittyi lisääntyneeseen sepelvaltimotautiriskiinkin teollisuustyöntekijöillä (Virkkunen ym. 2005). Teollisuusmeluallistus

on sairastumisriskin lisäksi liittynyt sydän- ja verisuonitautikuolleisuuteen (Melamed ym.1999). Monille työpaikoille ominaisen pitkäaikaisen melu-altistuksen on esimerkiksi kanadalaisessa tutkimuksessa todettu liittyvän lisääntyneeseen sydäninfarkti-kuolleisuuteen (Davies ym. 2005).

Vuonna 2002 julkaistussa 43 epidemiologisen tutkimuksen meta-analyysissä todettiin, että kohonnut verenpaine liittyi merkittävästi sekä lentomelu- että työpaikkamelu-altistukseen. Pitkäaikainen lentomelu-altistus assosioitui sydän- ja verisuonitautilääkkeiden käyttöön, yleis- tai erikoislääkäreillä käynteihin sekä sepelvaltimotautiperäiseen rintakipuun. Pitkäaikainen tieliikennemelu-altistus lisäsi sydäninfarktin riskiä ja sepelvaltimotaudin esiintymistä, mutta sen yhteys verenpaineen nousuun ei ollut yhtä ilmeinen kuin lentomelun (van Kempen ym. 2002).

Vuonna 2006 julkaistussa 61 epidemiologisen liikennemelututkimuksen meta-analyysissä sekä äänitaso että melun häiritsevyys liittyivät lisääntyneeseen sepelvaltimotautiriskiin. Tutkimuksissa, joissa oli mukana vain miehiä, todettiin lisääntynyt sydäninfarktiriski yli 60 dB äänitasoilla (Babisch 2006 a ja b). Babisch on esittänyt myös annosvastesuhteen sydäninfarkti-ilmaantuvuuden riippuvuudelle tieliikenteen äänitasosta (Kuva 4) (Babisch 2008 a ja b). On huomattava, että annosvastesuhteen perusteena olevissa tutkimuksissa on puutteellisesti otettu huomioon mahdollinen samanaikainen altistuminen tieliikenteen hiukkasmaisille ilmansaasteille. Annosvastesuhteen perusteella Babisch on esittänyt arvion, että Saksan väestössä tieliikennemelun osuus akuutin sydäninfarktin (ICD 9-koodi 410) syytekijänä on noin 2,9 %, mikä olisi 3900 sydäninfarktia vuonna 1999. Jos tämä annosvastesuhde yleistetään koskemaan kaikkia sepelvaltimotauteja (ICD 9-koodi 410–414), tieliikennemelun osuus olisi Saksassa noin 24 700 sepelvaltimotautitapausta vuosittain (Babisch 2008 b).



Kuva 4. Annosvasteikäyrä: tieliikenneäänitaso ($L_{päivä,16h}$) ja sydäninfarkti-ilmaantuvuuden OR (Babisch 2008 b) $OR = 1.629657 - 0.000613*(L_{päivä,16h})^2 + 0.000007357*(L_{päivä,16h})^3$.

Olettaen, että edellä esitetty Babischin arvio melun osuudesta sydäninfarkteihin pitää paikkansa myös Suomessa, voidaan koko Suomen osalta päätyä seuraavaan laskelmaan. Suomessa todettiin vuonna 2006 yhteensä 16 446 sydäninfarktia (Kansanterveyslaitos. Tilastotietokanta), josta 2,9 % on 477. Helsingissä todettiin vuonna 2006 yhteensä 1430 sydäninfarktia, josta 2,9 % on 41. Tieliikennemelun voidaan siis olettaa lisänneen sydäninfarkteja 41:llä Helsingissä vuonna 2006.

Melu ja lasten kognitiiviset häiriöt

Lapset ovat yksi riskiryhmä melun haitoille. Tutkimuksissa on johdonmukaisesti todettu kroonisen meluallistuksen heikentävän lasten kognitiivisia toimintoja. Varsinkin lentomelu heikentää koululaisten kognitiivisia toimintoja (Cohen ym. 1980, Evans ym. 1995; Hiramatsu ym. 2003; Hygge ym. 2002). Meluallistuksella on ollut vaikutuksia etenkin lukemiseen (Boman ym. 2005) ja pitkäaikaiseen muistiin.

Monessa tutkimuksessa lasten meluallistus on määritelty koulun sijainnin perusteella (Cohen ym. 1980; Haines ym. 2001a, b, c; Hiramatsu ym. 2003). Suuri osa oppimisesta tapahtuu kuitenkin koulutuntien ulkopuolella. Näin ollen on mielekäästä selvittää myös, miten meluallistus kotona vaikuttaa lasten kognitiivisiin toimintoihin. Länsi-Lontoossa Heathrown lentokentän lähistöllä tehdyssä poikkileikkaustutkimuksessa selvitettiin 236:n kymmenessä eri koulussa ala-asteella opiskelleen 8–9-vuotiaan oppilaan kognitiivisia toimintoja. Lentomelutaso lasten kotona vaihteli välillä <57dB – >66dB. Tutkimuksessa todettiin, että lentomeluallistus kotona voi heikentää lasten muistia ja osaltaan lisätä koulussa esiintyvän lentomeluallistuksen aiheuttamaa kognitiivisten toimintojen heikkenemistä. Muistin heikkenemisen ja lentomelutason välillä todettiin annosvastesuhde (Matsui ym. 2004). Koulutiloissa syntyvä melu heikentää luonnollisesti myös koululaisten kognitiivisia toimintoja. Meluisassa ympäristössä kuulemisvaikeuksilla on osuutensa koululaisten kognitiivisten toimintojen heikkenemisessä.

Tieliikennemelun ja pienhiukkasten yhteisvaikutukset

Tieliikennemelulle altistuttaessa altistutaan myös liikenneperäisille ilmansaasteille, mm. pienhiukkasille. Dieselkäyttöiset ajoneuvot päästävät tällä hetkellä ajokilometriä kohti ilmaan selvästi bensiinikäyttöisiä enemmän hiukkasia. Hiukkasia irtoaa myös jarruista, renkaista, kytkimestä ja tien pinnasta (Palosuo 2008). Tieliikenteen hiukkasten haitallisuudesta on runsaasti epidemiologista näyttöä. Ensimmäiset todisteet ilmansaasteiden vaikutuksista hengityselimistöön sekä sydämeen ja verenkiertoon saatiin jo 1940- ja 1950-luvuilla. 1990-luvun lopulla käynnistyivät laajamittaiset tutkimukset ja vuonna 2004 Yhdysvaltain sydänsäätiön virallisessa kannanotossa todettiin, että altistuminen hiukkasmaisille ilmansaasteille on yhteydessä suurentuneeseen sydäntautiriskiä (Palosuo 2008).

Kaupunki-ilman hiukkaspitoisuuksien lyhytaikaisenkin suurenemisen on todettu lisäävän sydän- ja verisuonitautien oireita, sairaalahoitojaksoja ja kuolemia. Erityisen haitallista on pitkäaikainen altistuminen pienhiukkasille (Lanki & Pekkanen 2008). Yhdysvalloissa tehdyssä tutkimuksessa on 10 µg/m³:n lisäys pienhiukkaspitoisuudessa yhdistetty 8–18 %:n kasvuun iskeemisen sydänsairauden, sydämen vajaatoiminnan, rytmihäiriöiden tai sydänpysähdyksen aiheuttamissa kuolemissa (Pope ym. 2004). Altistuminen pienhiukkasille lisää sydänsairauksien riskiä vaikuttamalla sydämen autonomiseen säätelyyn ja/tai aiheuttamalla systeemistä tulehdusta (Lanki & Pekkanen 2008).

Melun ja ilmansaasteiden yhteisvaikutuksesta on niukalti tutkimustietoa (Schwela ym. 2005). Molemmilla on osoitettu samankaltaisia vaikutuksia sydän- ja verenkiertoelimistöön. On myös pohdittu sitä voisiko melu ja samanaikainen altistuminen ilmansaasteiden hajuille vaikuttaa melun häiritsevyyteen. Ilmansaasteiden (esim. diesel-päästöt ja NO₂) ja melun yhteisvaikutus saattaa stimuloida myös allergioiden patogeenesiä. Erityisesti yöaikaisen meluallistuksen on todettu yhdessä tieliikenneperäisten ilmansaasteiden kanssa lisäävän lasten riskiä sairastua astmaan, krooniseen bronkiittiin (keuhkoputkentulehdukseen) ja neurodermatiittiin (kutinan ja voimakkaan raapimisen aiheuttama ihon pitkäaikainen paksuuntuminen) (Ising ym. 2003; Ising ym. 2004; Niemann ym. 2006).

5 Tutkimusesimerkki: Melun terveysvaikutukset pääkaupunkiseudulla

5.1

Tavoitteet

Tämän tutkimusesimerkin tavoitteena on selvittää, miten enentyntä informaatiota pääkaupunkiseudun liikennemelualtistuksesta voidaan yhdistää tietoihin väestön sairastavuudesta ja kuolleisuudesta.

5.2

Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksen ensimmäisessä osassa hyödynnettiin vuonna 1988 tehtyä meluaiheista kyselyä, joka oli kohdennettu Helsingin yliopiston kansanterveystieteen laitoksen aikuisten kaksoskohortin verenpaineen suhteen diskordanteille (vain toisella parin jäsenellä oli verenpainetauti) samaa sukupuolta oleville pareille. Kaikista 1495:stä kyselyyn vastanneista 218 eli 14,6 % asui pääkaupunkiseudulla. Helsingissä asui 134, Espoossa 41, Vantaalla 31 ja lisäksi Keravalla 12 henkilöä. Tässä esitutkimuksessa selvitetään näiden 218 pääkaupunkilaisen liikennemelualtistuksen ja meluherkkyyden yhteyttä kuolleisuuteen ja verenpaineeseen.

Osoitetiedot saatiin Väestörekisterikeskuksesta. Kullekin 218:lle pääkaupunkiseudulla asuneelle määriteltiin osoitteen perusteella melukartoituksista hänen liikennemelualtistustasonsa. Tutkimuksessa käytettiin sellaisia liikennemeluselvityksiä, jotka oli tehty ajallisesti mahdollisimman lähellä vuoden 1988 kyselyä. Liikennemeluselvityksiä oli tehty tieliikennemelun, raidemelun (rautatieliikenne) ja Helsinki-Vantaan sekä Helsinki-Malmin lentokenttien osalta (selvitykset oli tehty vuosina 1988–1992). Eri meluselvityksissä oli meluvyöhykkeet eroteltu käyttäen erilaisia dB-rajoja, mistä johtuen jouduttiin käyttämään toisistaan eriäviä dB-rajoja melualtistusta määriteltäessä. Tutkitut jaettiin melukartoitustiedon perusteella liikennemelulle altistuviksi tai ei-altistuviksi seuraavien dB-rajojen mukaan (Heinonen-Guzejev ym. 2000; Heinonen-Guzejev & Vuorinen 2001).

tieliikennemelu	55 dB
raidemelu	50 dB
lentomelu:	
Helsinki-Vantaan lentokentän ympärillä	55 dB
Helsinki-Malmi lentokentän ympärillä	45 dB

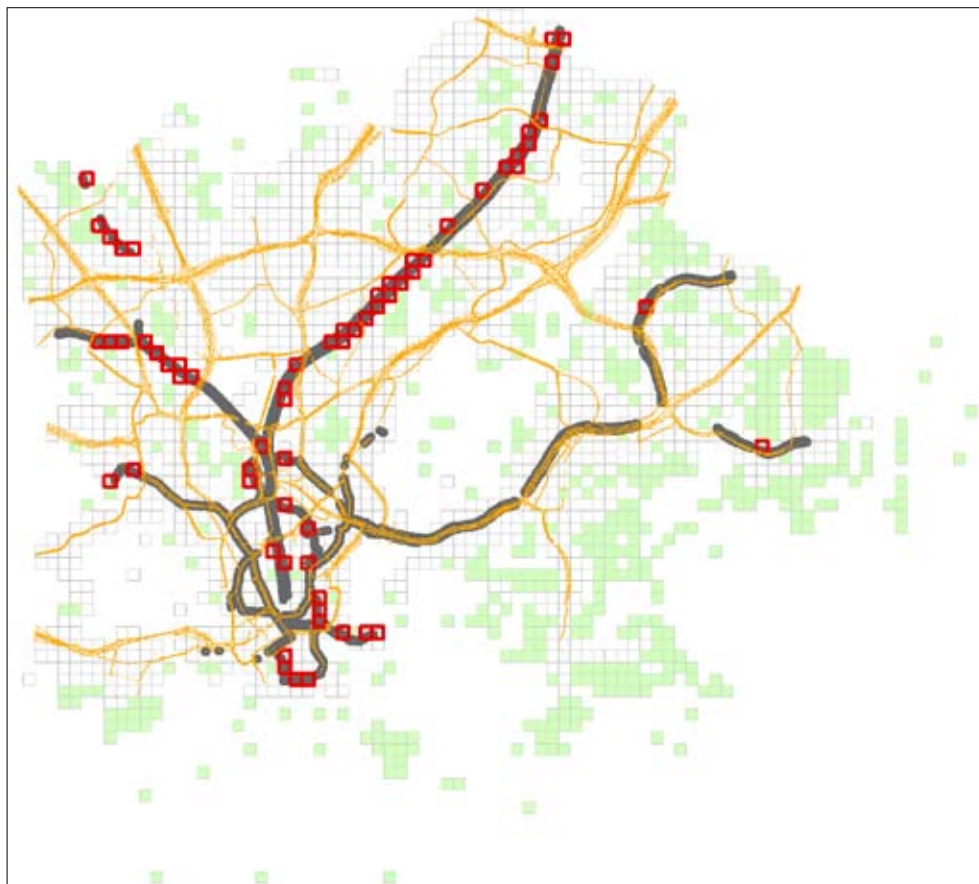
Kuolinsyytiedot saatiin Tilastokeskuksen valtakunnallisesta kuolinrekisteristä henkilötunnusten perusteella. Vuoden 1988 kyselyyn osallistuneiden kuolleisuutta seurattiin 1.1.1989–31.12.2003. Kuolinsyyt luokiteltiin seuraaviin ryhmiin 1) kaikki

kuolemat, 2) sydän- ja verisuonitautikuolemat (ICD 9 koodit 390–459, ICD 10 koodit I00–I99) ja 3) iskeemiset sydänkuolemat (ICD 9 koodit 410–414, ICD 10 koodit I20–I25), jotka ovat sydän- ja verisuonitautikuolemien alaryhmä.

Verenpaine-, meluherkkyys- ja kuuloa koskevat tiedot saatiin vuoden 1988 kyselystä (Vuorinen ym. 1993). Meluherkkyys määriteltiin lyhyellä melun kokemista kuvaavalla kysymyksellä (liitteessä). Vastaajat, jotka olivat ”erittäin” tai ”melko meluherkkiä” luokiteltiin meluherkiksi ja ”ei kovin” tai ”ei lainkaan meluherkät” luokiteltiin ei-meluherkiksi. Kohonnut verenpaine määriteltiin vuoden 1988 kyselyn perusteella. Verenpaine määriteltiin kohonneeksi, jos lääkäri oli todennut tutkittavalle, että tällä on korkea verenpaine.

Tilastolliset analyysit tehtiin Stata -ohjelmalla. Tutkimuksessa käytettiin tilastollisissa kuolleisuusanalyysissä Coxin regressiota ja verenpainetautia analysoitaessa logistista regressioanalyysiä.

Tutkimuksen toisessa osassa sovellettiin myös kokeiluluonteisesti paikkatietojärjestelmää Helsingissä. Tämän tutkimusosan suoritti Kansanterveyslaitoksen tutkija Kari Pasanen, mistä hänelle erityiset kiitokset. Raidemelukartoitustieto yhdistettiin alueelliseen kuolleisuustietoon vuosina 1981–2005. Aluksi määriteltiin melukarttojen avulla Helsingin kaupungin alueelta tilastoruudut (250 m x 250 m) joiden keskipiste on alueella, missä yöajan raidemelutaso oli vähintään 60 dB, mutta yöajan tieliikenteen melu oli alle 60 dB (melukartat vuodelta 2006). Tällä alueella asui vuonna 1980 noin 22 000 henkilöä. Vertailuväestö (68 000 henkilöä) valittiin tilastoruuduilta, joissa äänitasot (raide, tieliikenne) olivat alle 50 dB (Kuva 5). Tämän osan tulokset on esitetty kohdassa 5.3.7.

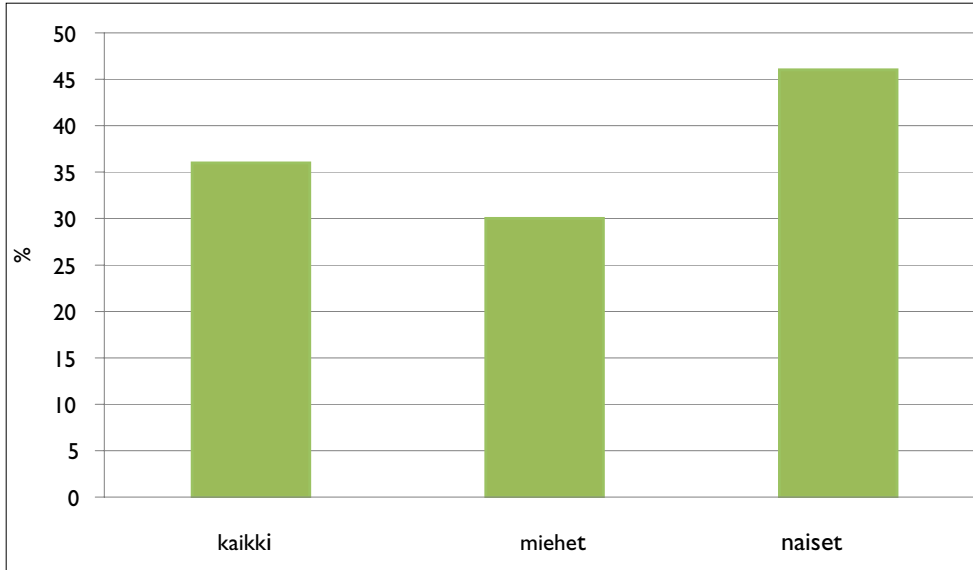


Kuva 5. Vähintään 60 dB:n yöajan raidemelutasolle altistuvien alue (punaiset ruudut) ja vertailuväestön alue (vihreä).

Tulokset

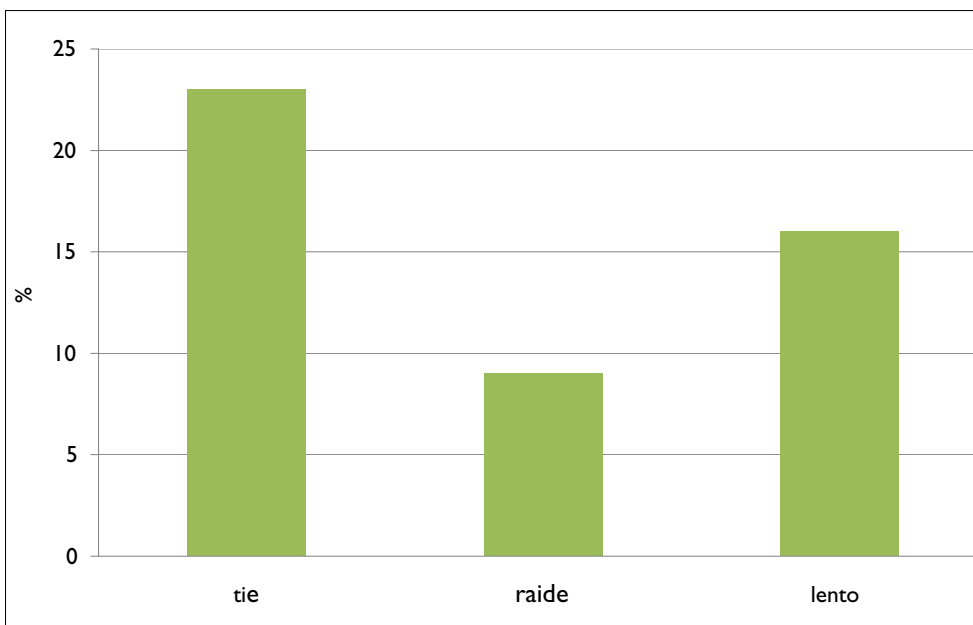
Liikennemelulle altistuminen ja kuolleisuus

Kaikista 218 pääkaupunkiseudun asukkaasta liikennemelulle (tie-, raide- tai lentomelulle) altistui 84 eli 36 %. Miehistä altistuneita oli 28 eli 30 % ja naisista 56 eli 46 % (Kuva 6).



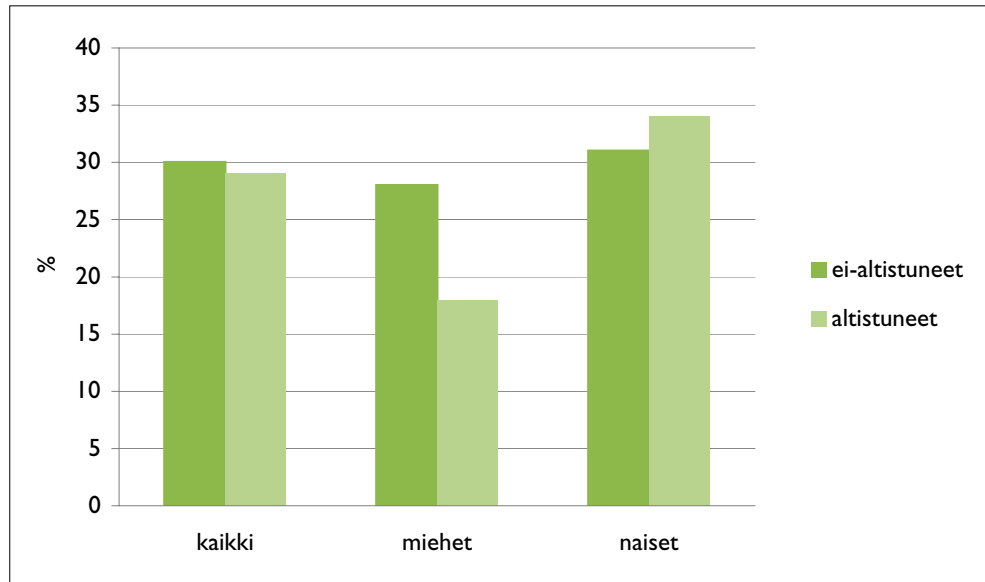
Kuva 6. Liikenne(tie-, raide- tai lento-)melulle altistuneiden prosenttiosuudet.

Tieliikennemelulle altistui 51 eli 23 %, raidemelulle 19 eli 9 % ja lentomelulle 34 eli 16 % (Kuva 7). Vain muutama altistui useammalle melulajille.



Kuva 7. Eri liikennemelulajeille altistuneiden prosenttiosuudet.

218:sta vuoden 1988 kyselyyn vastanneesta oli 14 vuoden seuranta-aikana kuollut 64 eli 29 %. Niistä, jotka eivät olleet altistuneet liikennemelulle, oli kuollut 40 eli 30 % ja altistuneista oli kuollut 24 eli 29 %. Liikennemelulle ei-altistuneista miehistä oli kuollut 19 eli 28 % ja altistuneista 5 eli 18 %. Liikennemelulle ei-altistuneista naisista 21 eli 31 % ja altistuneista 19 eli 34 % oli kuollut (Kuva 8).



Kuva 8. Kaikkien kuolemien prosenttiosuudet.

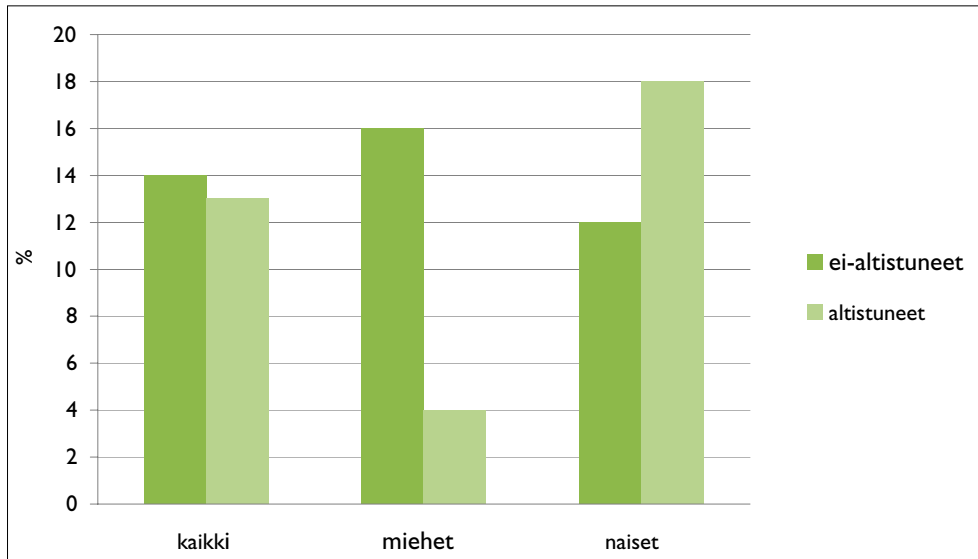
Tieliikennemelulle ei-altistuneista oli kuollut 49 eli 29 % ja altistuneista 15 eli 29 %, raidemelulle ei-altistuneista 60 eli 30 % ja altistuneista 4 eli 21 %, lentomelulle ei-altistuneista 55 eli 30 % ja altistuneista 9 eli 27 % oli kuollut. Liikennemelualtistus ei lisännyt kokonaiskuolleisuutta (Taulukko 1).

Taulukko 1. Kokonaiskuolleisuuden kuolleisuussuhteet (HR=hazard ratio).

Melualtistus		Kaikki	Miehet	Naiset
Ei	HR*	1,00	1,00	1,00
Kyllä	HR*	0,88	0,67	0,94
	95 % C.I.	0,53–1,46	0,25–1,75	0,51–1,76

*ikä- ja sukupuolivakioitu (kaikki) / ikävakioitu (miehet, naiset)

Liikennemelulle ei-altistuneista 19 eli 14 % ja altistuneista 11 eli 13 % oli kuollut sydän- ja verisuonitauteihin. Ei-altistuneista miehistä 11 eli 16 % ja altistuneista miehistä 1 eli 4 % oli kuollut sydän- ja verisuonitauteihin. Ei-altistuneista naisista 8 eli 12 % ja altistuneista naisista 10 eli 18 % oli kuollut sydän- ja verisuonitauteihin (Kuva 9).



Kuva 9. Sydän- ja verisuonitautikuolemien prosenttiosuudet.

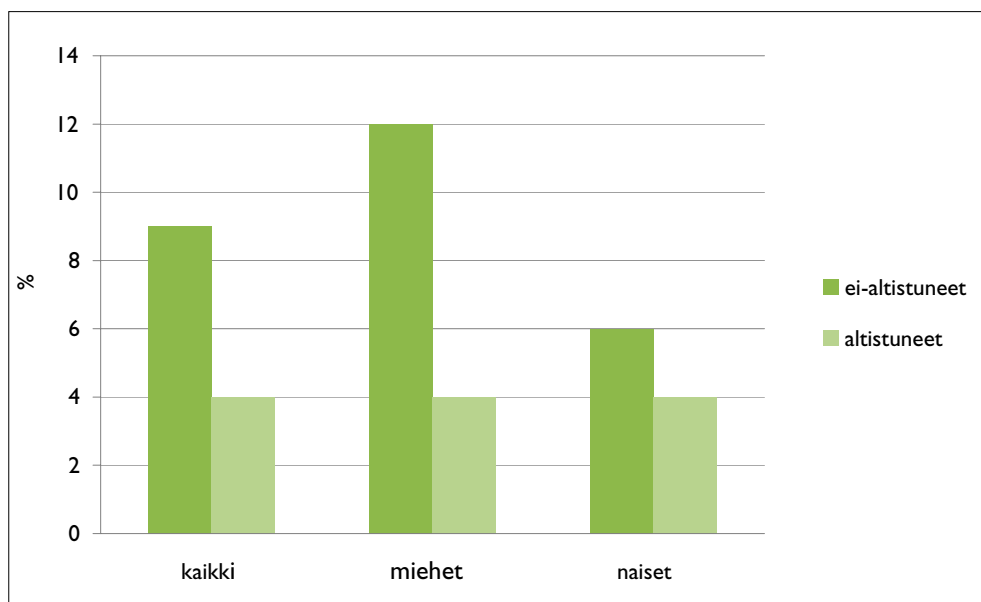
Liikennemelulle altistuneilla naisilla sydän- ja verisuonitautikuolleisuus oli kohonnut, mutta tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Miehillä sen sijaan melualtistuksen ja sydän- ja verisuonitauti-kuolleisuus ei liittynyt liikennemelualtistukseen (Taulukko 2).

Taulukko 2. Sydän- ja verisuonitautikuolleisuuden kuolleisuussuhteet (HR).

Melualtistus		Kaikki	Miehet	Naiset
Ei	HR*	1,00	1,00	1,00
Kyllä	HR*	0,87	0,21	1,15
	95 % C.I.	0,42–1,78	0,03–1,59	0,04–2,99

*ikä- ja sukupuolivakioitu (kaikki) / ikävakioitu (miehet, naiset)

Liikennemelulle ei-altistuneista 12 eli 9 % ja liikennemelulle altistuneista 3 eli 4 % oli kuollut sepelvaltimotautiin. Ei-altistuneista miehistä 8 eli 12 % ja altistuneista miehistä 1 eli 4 % oli kuollut sepelvaltimotautiin. Ei-altistuneista naisista 4 eli 6 % ja altistuneista naisista 2 eli 4 % oli kuollut sepelvaltimotautiin (Kuva 10). Sepelvaltimotautikuolleisuus ei liittynyt liikennemelualtistukseen. (Taulukko 3).



Kuva 10. Sepselvaltimotautikuolemien prosenttiosuudet.

Taulukko 3. Sepselvaltimotautikuolleisuuden kuolleisuussuhteet (HR).

Melualtistus		Kaikki	Miehet	Naiset
Ei	HR*	1,00	1,00	1,00
Kyllä	HR*	0,43	0,27	0,27
	95 % C.I.	0,12–1,57	0,04–2,05	0,03–2,55

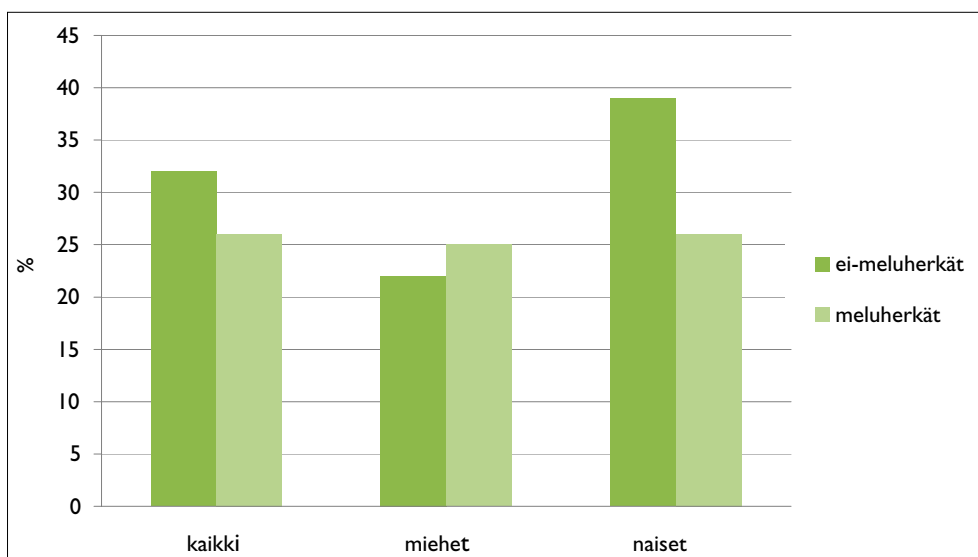
*ikä- ja sukupuolivakioitu (kaikki) / ikävakioitu (miehet, naiset)

5.3.2

Meluherkkyys ja kuolleisuus

Kaikista meluherkkyys-kysymykseen vastanneista meluherkkiä oli 44 %. Meluherkkyyttään ei pystynyt määrittämään 6 %. Miehistä meluherkkiä oli 43 % ja 8 % ei pystynyt määrittämään meluherkkyyttään. Naisista meluherkkiä oli 45 % ja meluherkkyyttään ei pystynyt määrittämään 4 %.

Kaikista meluherkkyys-kysymykseen vastanneista ei-meluherkistä oli kuollut seuranta-aikana 34 eli 32 % ja meluherkistä oli kuollut 24 eli 26 %. Ei-meluherkistä miehistä 10 eli 22 % ja meluherkistä miehistä 10 eli 25 % oli kuollut. Ei-meluherkistä naisista 24 eli 39 % ja meluherkistä naisista 14 eli 26 % oli kuollut (Kuva 11). Meluherkillä miehillä kokonaiskuolleisuus oli kohonnut, mutta tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä (Taulukko 4).



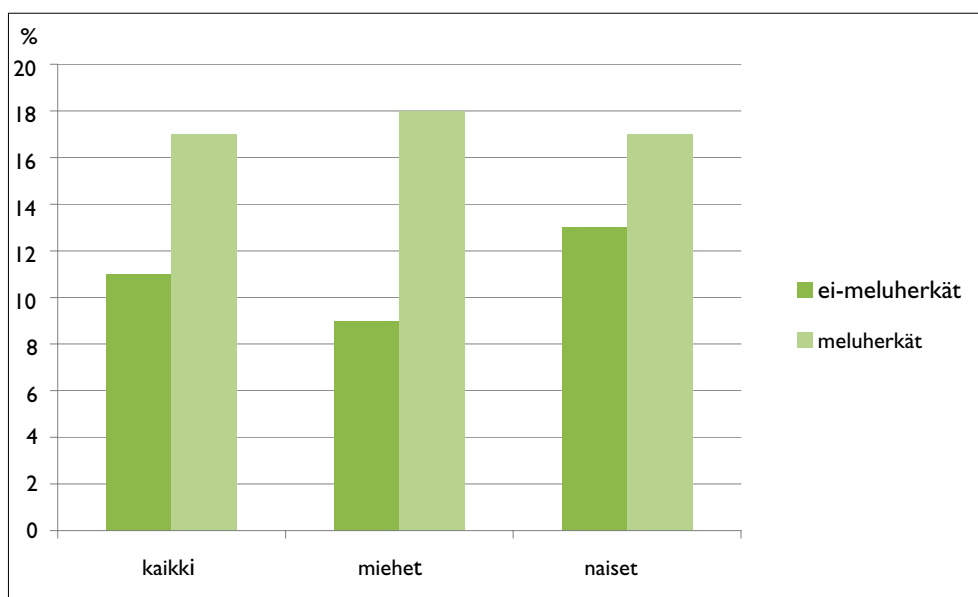
Kuva 11. Kaikkien kuolemien prosenttiosuudet.

Taulukko 4. Kokonaiskuolleisuuden kuolleisuussuhteet (HR).

Meluherkkyys		Kaikki	Miehet	Naiset
Ei	HR*	1,00	1,00	1,00
Kyllä	HR*	1,05	1,53	0,83
	95 % C.I.	0,62–1,76	0,62–3,82	0,45–1,53

*ikä- ja sukupuolivakioitu (kaikki) / ikävakioitu (miehet, naiset)

Ei-meluherkistä 12 eli 11 % ja meluherkistä 16 eli 17 % oli kuollut sydän- ja verisuonitauteihin. Ei-meluherkistä miehistä 4 eli 9 % ja meluherkistä miehistä 7 eli 18 % oli kuollut sydän- ja verisuonitauteihin. Ei-meluherkistä naisista 8 eli 13 % ja meluherkistä naisista 9 eli 17 % oli kuollut sydän- ja verisuonitauteihin (Kuva 12).



Kuva 12. Sydän- ja verisuonitautikuolemien prosenttiosuudet.

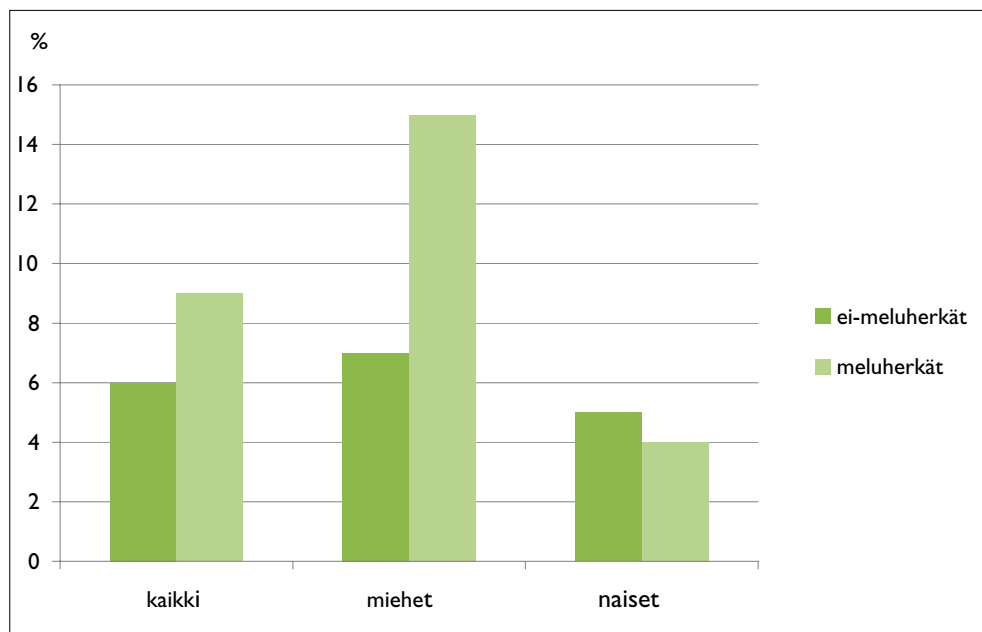
Koko aineistossa meluherkkyys kohotti tilastollisesti merkitsevästi sydän- ja verisuonitautikuolleisuutta. Erityisesti meluherkillä miehillä sydän- ja verisuonitautikuolleisuus oli selvästi kohonnut ja tulos oli tilastollisesti lähes merkitsevä. Myös meluherkillä naisilla sydän- ja verisuonitautikuolleisuus oli kohonnut, mutta tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä (Taulukko 5).

Taulukko 5. Sydän- ja verisuonitautikuolleisuuden kuolleisuussuhteet (HR).

Meluherkkyys		Kaikki	Miehet	Naiset
Ei	HR*	1,00	1,00	1,00
Kyllä	HR*	2,26	4,89	1,51
	95 % C.I.	1,06–4,84	0,99–24,01	0,60–3,81

*ikä- ja sukupuolivakioitu (kaikki) / ikävakioitu (miehet, naiset)

Ei-meluherkistä 6 eli 6 % ja meluherkistä 8 eli 9 % oli kuollut sepelvaltimotautiin. Ei-meluherkistä miehistä 3 eli 7 % ja meluherkistä miehistä 6 eli 15 % oli kuollut sepelvaltimotautiin. Ei-meluherkistä naisista 3 eli 5 % ja meluherkistä naisista 2 eli 4 % oli kuollut sepelvaltimotautiin (Kuva 13). Koko aineistossa ja erityisesti meluherkillä miehillä sepelvaltimotautikuolleisuus oli selvästi kohonnut, mutta tulokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä (Taulukko 6).



Kuva 13. Sepelvaltimotautikuolemien prosenttiosuudet.

Taulukko 6. Sepelvaltimotautikuolleisuuden kuolleisuussuhteet (HR).

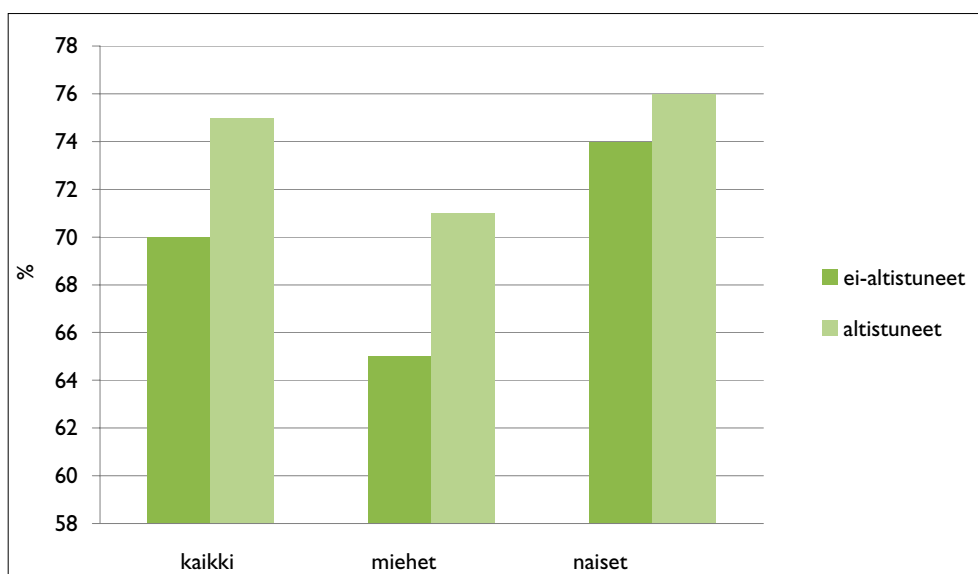
Meluherkkyys		Kaikki	Miehet	Naiset
Ei	HR*	1,00	1,00	1,00
Kyllä	HR*	2,54	4,34	1,03
	95 % C.I.	0,77–8,34	0,71–26,39	0,19–5,62

*ikä- ja sukupuolivakioitu (kaikki) / ikävakioitu (miehet, naiset)

5.3.3

Liikennemelualtistus ja kohonnut verenpaine

91:llä eli 70 %:lla liikennemelulle ei-altistuneesta oli kohonnut verenpaine ja 62:lla eli 75 %:lla 83:sta liikennemelulle altistuneesta oli kyselyvastauksen mukaan kohonnut verenpaine. 43 miehellä eli 65 %:lla 66 ei-altistuneesta oli kohonnut verenpaine ja 20 miehellä eli 71 %:lla 28:lla altistuneista miehistä oli kohonnut verenpaine. 48 naisella eli 74 %:lla 65:sta ei-altistuneista naisista oli kohonnut verenpaine ja 42 naisella eli 76 %:lla 55:sta altistuneista naisista oli kohonnut verenpaine (Kuva 14). Liikennemelualtistus liittyi kohonneeseen verenpaineeseen sekä miehillä että naisilla, mutta tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä (Taulukko 7).



Kuva 14. Kohonneen verenpaineen tapausten prosenttiosuudet.

Taulukko 7. Kohonneen verenpaineen riippuvuus liikennemelualtistuksesta (OR = odds ratio).

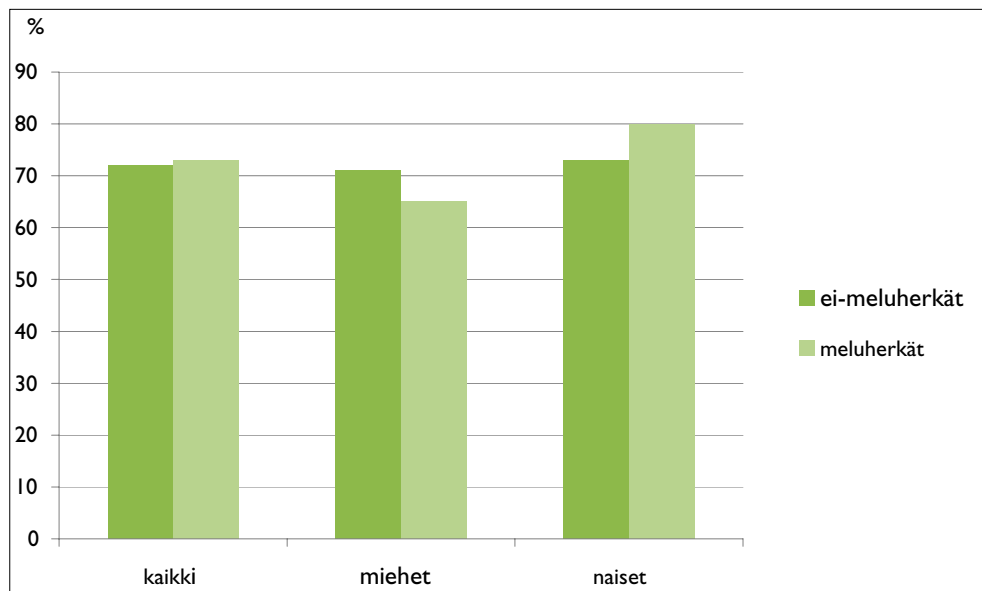
Melualtistus		Kaikki	Miehet	Naiset
Ei	OR*	1,00	1,00	1,00
Kyllä	OR*	1,24	1,35	1,15
	95 % C.I.	0,66–2,33	0,51–3,56	0,50–2,65

*ikä- ja sukupuolivakioitu (kaikki) / ikävakioitu (miehet, naiset)

5.3.4

Meluherkkyys ja kohonnut verenpaine

76:lla eli 72 %:lla ei-meluherkistä oli kohonnut verenpaine ja 69:lla eli 73 %:lla meluherkistä oli kohonnut verenpaine. 32:lla eli 71 %:lla ei-meluherkistä miehistä ja 26:lla eli 65 %:lla meluherkistä miehistä oli kohonnut verenpaine. 44:lla eli 73 %:lla ei-meluherkistä naisista ja 43:lla eli 80 %:lla meluherkistä naisista oli kohonnut verenpaine.



Kuva 15. Kohonnut verenpaineen tapausten prosenttiosuudet.

Taulukko 8. Kohonneen verenpaineen riippuvuus meluherkyydestä.

Meluherkkyys		Kaikki	Miehet	Naiset
Ei	OR*	1,00	1,00	1,00
Kyllä	OR*	1,09	0,75	1,52
	95 % C.I.	0,58–2,06	0,30–1,90	0,62–3,72

*ikä- ja sukupuolivakioitu (kaikki) / ikävakioitu (miehet, naiset)

Naisilla kohonnut verenpaine liittyi meluherkyyteen, mutta tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä (Taulukko 8). Monimuuttujamallissa sekä miehillä että naisilla liikennemeluallistus liittyi kohonneeseen verenpaineeseen, mutta tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Naisilla myös meluherkkyys liittyi kohonneeseen verenpaineeseen, mutta tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä (Taulukko 9).

Taulukko 9. Monimuuttujamalli kohonneen verenpaineen riippuvuudesta selittävästä tekijöistä.

Melualtistus		Kaikki*	Miehet**	Naiset**
Ei	OR	1,00	1,00	1,00
Kyllä	OR	1,25	1,47	1,12
	95 % C.I.	0,64–2,43	0,52–4,13	0,47–2,68
Meluherkkyys				
Ei	OR	1,00	1,00	1,00
Kyllä	OR	1,10	0,76	1,52
	95 % C.I.	0,58–2,07	0,30–1,91	0,62–3,72

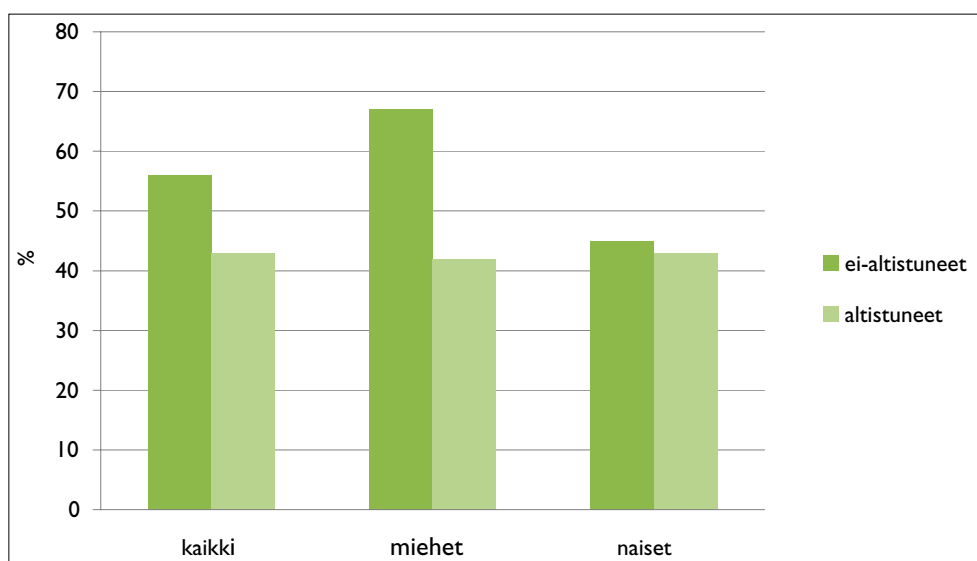
*Mallissa mukana melualtistus, meluherkkyys, ikä ja sukupuoli

**Mallissa mukana melualtistus, meluherkkyys ja ikä

5.3.5

Liikennemelualtistus ja kuulo

Kaikista tutkituista 67 eli 56 % liikennemelulle ei-altistuneista ja 31 eli 43 % altistuneista oli kokenut kuulonsa heikentyneen. Miehistä 41:llä eli 67 %:lla ei-altistuneista ja 11 eli 42 %:lla altistuneista oli heikentynyt kuulo. Naisilla 26:lla eli 45 %:lla ei-altistuneista ja 20:llä eli 43 %:lla altistuneista oli heikentynyt kuulo.



Kuva 16. Kuulon heikentyneeksi kokeneiden prosenttiosuudet.

Taulukko 9. Kuulon koetun heikentymisen riippuvuus meluallistuksesta.

Meluallistus		Kaikki	Miehet	Naiset
Ei	OR*	1,00	1,00	1,00
Kyllä	OR*	0,65	0,37	0,95
	95 % C.I.	0,36–1,20	0,14–0,96	0,43–2,10

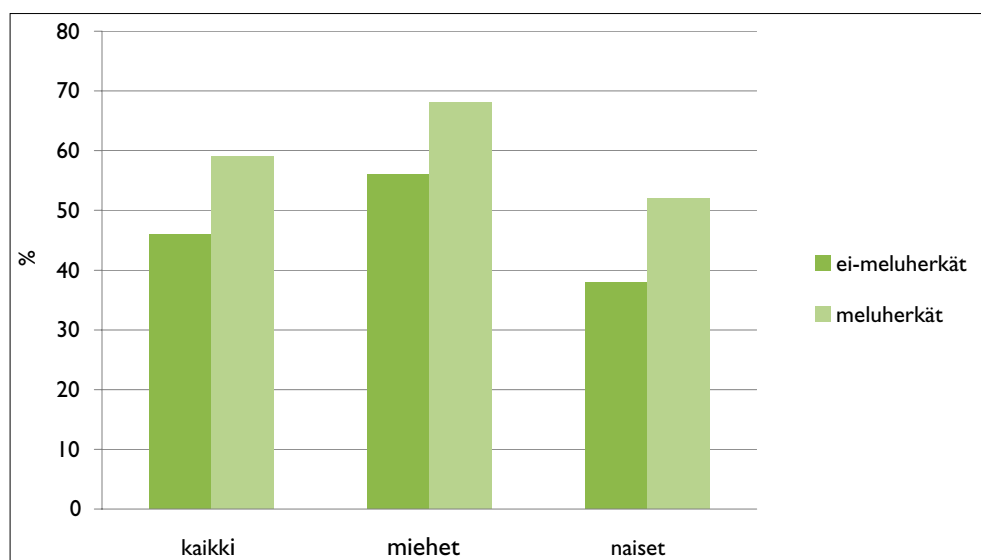
*ikä- ja sukupuolivakioitu (kaikki) / ikävakioitu (miehet, naiset)

Kuulon koettu heikentyminen ei liittynyt liikennemeluallistukseen (Taulukko 9). Alueilla, joilla ei ollut meluallistusta, oli enemmän niitä, jotka kokivat kuulonsa heikentyneeksi. Miehillä tämä tulos oli tilastollisesti merkitsevä. Löydös on kiinnostava ja saattaa viitata siihen, että huonokuuloiset valikoituvat asumaan hiljaisemmilla alueilla

5.3.6

Meluherkkyys ja kuulo

Kaikista tutkituista 45 eli 46 % ei-meluherkistä ja 48 eli 59 % meluherkistä koki kuulonsa heikentyneeksi. Miehistä 24:llä eli 56 %:lla ei-meluherkistä ja 25:llä eli 68 %:lla meluherkistä oli heikentynyt kuulo. Naisista 21:llä eli 38 %:lla ei-meluherkistä ja 23:lla eli 52 %:lla meluherkistä oli heikentynyt kuulo. Koko aineistossa meluherkkyys liittyi tilastollisesti merkitsevästi koettuun kuulon heikentymiseen (Taulukko 10).



Kuva 17. Kuulon heikentyneeksi kokeneiden prosenttiosuudet.

Taulukko 10. Kuulon koetun heikentymisen riippuvuus meluherkkyydestä.

Meluherkkyys		Kaikki	Miehet	Naiset
Ei	OR*	1,00	1,00	1,00
Kyllä	OR*	1,92	1,67	2,22
	95 % C.I.	1,03–3,59	0,66–4,19	0,94–5,23

*ikä- ja sukupuoliavakioitu (kaikki) / ikävakioitu (miehet, naiset)

5.3.7

Melukartoitus ja alueellinen kuolleisuustieto

Paikkatietojärjestelmiä soveltava tutkimus osoitti, että yöaikana raidemelulle altistuneiden miesten kuolleisuus sydän- ja verisuonitauteihin vuosina 1981–2005 oli tilastollisesti merkitsevästi koholla RR 1.07, mutta naisilla yhteyttä ei havaittu (taulukossa 11 verisuonisairaudet). Jos tuloksia tarkastellaan sosiaaliluokittain, havaitaan että melulle altistuneiden miesten kuolleisuus sydän- ja verisuonitauteihin ja iskeemisiin sydäntauteihin oli suurinta erityisesti yrittäjien ja ylempien toimihenkilöiden keskuudessa. Raidemelulle altistuneiden ikä- ja sosiaaliluokkavakioidut kuolleisuusriskit on koottu taulukkoon 11.

Taulukko 11. Raidemelulle (yöajan äänitaso vähintään 60 dB) altistuneiden kuolleisuusriskit Helsingissä.

Ikä- ja sosiaaliluokkavakioidut kuolleisuusriskit		observed	expected	RR	lower95	upper95
Verisuonisairaudet 1981-1990	miehet	507	470,79	1,08	0,99	1,17
	naiset	699	751,62	0,93	0,86	1,00
	molemmat	1206	1222,41	0,99	0,93	1,04
Verisuonisairaudet 1991-2005	miehet	596	560,28	1,06	0,98	1,15
	naiset	984	941,84	1,04	0,98	1,11
	molemmat	1580	1502,12	1,05	1,00	1,11
Verisuonisairaudet 1981-2005	miehet	1105	1032,58	1,07	1,01	1,14
	naiset	1683	1690,10	1,00	0,95	1,04
	molemmat	2789	2722,68	1,02	0,99	1,06
Iskeemiset sydäntaudit 1981-1990	miehet	300	316,95	0,95	0,85	1,06
	naiset	352	399,98	0,88	0,79	0,98
	molemmat	652	716,93	0,91	0,84	0,98
Iskeemiset sydäntaudit 1991-2005	miehet	373	353,36	1,06	0,95	1,17
	naiset	525	517,93	1,01	0,93	1,10
	molemmat	898	871,29	1,03	0,97	1,10
Iskeemiset sydäntaudit 1981-2005	miehet	674	674,21	1,00	0,93	1,08
	naiset	877	912,31	0,96	0,90	1,03
	molemmat	1550	1586,52	0,98	0,93	1,03

Pohdinta

Pääkaupunkiseudulla asuneista oli meluherkkiä 44 %. Tämän perusteella voidaan arvioida, että vuonna 2006 yli 55 dB:n tieliikennemelulle altistuneesta 237 500 helsinkiläisestä oli meluherkkiä lähes 105 000. He ovat riskiryhmä melun terveysvaikutusten osalta.

Havainnollisuuden vuoksi analyyseissä on jätetty ottamatta huomioon monia kuolleisuuteen ja verenpaineeseen vaikuttavia tekijöitä. Kuolinsyytutkimuksessa tapauksen määrä oli pieni. Tämän takia analyysejä meluherkkyyden ja meluallistuksen yhteisvaikutuksista ei voitu tehdä. Varsinkin sydän- ja verisuonitauti- sekä sepelvaltimotautikuolleisuuden kohdalla tapauksia oli vähän. Lisääntynyt sydäninfarktirisiko on todettu aikaisemmissa tutkimuksissa yli 60 dB äänitasoille altistuneilla. Sitä alhaisemmillä äänitasoilla melulla ei ole ollut vaikutuksia infarktirisikoihin. Tässä tutkimuksessa altistuneiden pienen lukumäärän takia dB-raja, jolla tutkitut jaettiin altistuneisiin ja ei-altistuneisiin, täytyi asettaa alemmaksi, ts. 45–55 dB melulajista riippuen.

Tämän raportin tuloksia on pidettävä vain esimerkkeinä siitä, miten erilaisia tutkimuskysymyksiä voidaan lähestyä. Monet tuloksista ovat kuitenkin sopusoinnussa tähänastisen tietämyksemme ja aiempien tutkimustulosten kanssa. Kuten joissain aiemmissa tutkimuksissa, tässä tutkimuksessa todettiin eroja miesten ja naisten välillä tarkasteltaessa kuolleisuussuhteiden ja kohonneen verenpaineen yhteyttä liikennemelualtistukseen ja meluherkkyyteen. Tulevissa tutkimuksissa tulisi selvittää tarkemmin näitä sukupuoleen liittyviä eroja.

Edellisessä luvussa esitetty analyysi raidemelusta ja kuolleisuusriskistä on vain esimerkki paikkatietojärjestelmiin pohjautuvan analyysin soveltamisesta, eikä näistä esimerkkituloksista pidä tehdä päätelmiä tutkittavasta ilmiöstä. Perusteellisen tutkimuksen tekeminen soveltaen Kansanterveyslaitoksen käytössä olevia kuolemansyytietoja, muita rekisteritietoja sekä pääkaupunkiseudulla laadittuja meluselvityksiä olisi mahdollista.

6 Käytännön sovellukset lähitulevaisuudessa

6.1

Tutkimusmenetelmät

Melun vaikutusten tutkiminen edellyttää lukuisten muuttujien huomioimista ja mielellään pitkäjänteisiä seurantatutkimuksia. Meluherkkyyden ja melun häiritsevyyden selvittäminen vaatii kysely- tai haastattelututkimuksia. Liikennemelualtistustieto saadaan helpoimmin tässä raportissa esitetyn Helsingin meluselvityksen kaltaisista kartoituksista. Myös haluttaessa selvittää suunniteltujen meluntorjuntatoimien tai kaavoituksen vaikutusta melualtistukseen, on liikennemelualtistus arvioitava liikennettä, melupäästöjä ja melun leviämistä kuvaavilla laskentamalleilla hyödyntäen paikkatietojärjestelmää ja väestötietoja. Kokonaismelualtistus voidaan määrittää joko kyselyllä tai (ainakin pienehköissä tutkimuksissa) kannettavilla meluannosmittareilla tai molempia menetelmiä hyödyntäen.

Mikäli melualtistustieto voidaan yhdistää henkilötunnukseen, voidaan tiedot yhdistää edelleen esim. Kelan lääkekorvaustietoihin, eläketietoihin ja kuolinsyytietoihin. Tämä mahdollistaa poikkileikkaus-, pitkittäis- tai tapaus-verrokkitutkimuksien suorittamisen. Jos melututkimuksissa halutaan eri ryhmien välisten pienten terveyserojen tulevan tilastollisesti merkitsevästi näkyviin, kysely- ja haastattelututkimuksien vähimmäisotoskooksi voidaan olettaa noin 3000–4000.

Erilaisia meluherkkyyden mittareita on syytä tutkia edelleen suomalaisessa väestössä. NoiSeQ:n soveltuvuus Suomeen on selvitettävä. Tulee selvittää, miten eri mittarit toimivat ja mikä niistä on eri tilanteissa käyttökelpoisin ja luotettavin. Melualtistuksen ja meluherkkyyden vaikutus uneen ja elämänlaatuun sekä se, miten tämä kytkeytyy stressiin ja terveyteen, on vielä monelta osin tutkimatonta aluetta.

Melun terveysvaikutusten tutkiminen kaikilta osiltaan hyötyisi siitä, että käytettäisiin WHO:n kehittämää sairauksien ja niiden seuraamuksia koskevaa hierarkkista käsitteistöä (Jauhiainen ym. 2007: 8–9). Tämä vaatii vielä huomattavaa erilaisten mittarien kehittämistä ja sen selvittämistä, miten jo olemassa olevia mittareita voidaan soveltaa melututkimuksiin. Esimerkiksi elämänlaadun kuvaamiseen kehitetyt mittarit saattavat olla keino tutkia melun aiheuttamia terveydellisiä haittoja.

Viimeaikainen epidemiologisten paikkatietojärjestelmien kehittyminen mahdollistaa uudella tavalla myös alueellisen melualtistustiedon hyödyntämisen. Paikkatieto on sijainti- ja ominaisuustiedon kokonaisuus. Paikkatietojärjestelmää voidaan käyttää mm. altistuksen ja sairastuvuuden yhteyksien mallinnukseen. Spatiaalisessa epidemiologiassa voidaan soveltaa erilaisia tutkimusasetelmia, jotka perustuvat yksilötasolla rekisteröityyn terveystietoon ja osoitehistoriaan. Pienalue-epidemiologia on yksi paikkatietoja soveltavan spatiaalisen epidemiologian osa-alueista. Sen avulla voidaan analysoida ympäristöterveysriskejä käyttämällä hyödyksi rekisteritietoja asukkaiden iästä, sosioekonomisista piirteistä, asuinpaikasta ja terveydestä. Kun henkilöiden asuinkoordinaatit tiedetään kohortin seurantahetken alussa, voidaan

koota pienalueittaisia väestökohorttiaineistoja ja seurata sairastuvuutta ja kuolleisuutta esimerkiksi 1980-luvun alusta saakka.

Kansanterveyslaitoksen käytössä on ArcGIS-paikkatietojärjestelmä ja sen laajenuksena toimiva spatiaalisen epidemiologian tarkoituksiin kehitetty RIF-ohjelma (Rapid Inquiry Facility). Sillä voidaan tutkia esimerkiksi, onko korkean äänitason ympäristössä asuvalla väestöllä poikkeuksellisen paljon sydänkuolleisuutta verrattuna valittuun vertailuväestöön. RIF:n avulla voidaan laatia ikä- ja sukupuolivaikotuja tautikarttoja erilaisilla alueellisilla tarkkuustasoilla (esim. 250 m x 250 m, 2 km x 2 km, kuntataso) ja lisäksi määritellä paikkatietotyökaluin tarkasteltava kohdealue ja verrata sen väestön sairastuvuutta tai kuolleisuutta haluttuun vertailuväestöön (riskianalyysi).

6.2

Melun vaikutukset sydän- ja verisuonitauteihin

Melun oletettujen biologisten vaikutusmekanismien ja olemassa olevan epidemiologisen tiedon perusteella tulee jatkossa tarkastella melun vaikutuksia sydän- ja verisuonitauteihin ja erityisesti sepelvaltimotautiin sekä niiden aiheuttamaan kuolleisuuteen. Helsingin kaupungin meluselvityksen karttatieto meluallistuksesta voidaan yhdistää kuolleisuustietoon pienalueittain (250 m x 250 m tilastoruudut). Toisaalta meluselvitys voidaan yhdistää olemassa oleviin terveysaineistoihin, esimerkkinä 5 vuoden välein uusittavaan Kansanterveyslaitoksen FINRISK-tutkimukseen, jolloin saadaan yksilötasolla tietoa kuolleisuutta ja sairaalaanottoa sekoittavista tekijöistä ja voidaan arvioida myös melun subkliinisiä vaikutuksia (esimerkiksi vaikutuksia tulehdukseen ja verenpaineeseen).

Aikaisemmissa tutkimuksissa sydäninfarktirisikin on todettu kohoavan yli 60 dB:n äänitasoilla. Lisäksi on todettu annosvastesuhde. Koska melun terveysvaikutuksissa on melkoista vaihtelua esimerkiksi meluherkkyyden suhteen ja altistumistilanteet vaihtelevat esimerkiksi vuorokaudenajan suhteen, ei voida määritellä yleispätevää dB-rajaa, jolla tutkitut jaetaan altistuneisiin ja ei-altistuneisiin. Esimerkiksi tässä raportissa dB-rajaa asetettiin 45–55 dB:iin melulajista riippuen.

Sairastuvuutta voidaan selvittää kyselyillä tai haastatteluilla, mutta myös viranomaisten keräämää rekisteritietoa voidaan hyödyntää. Sydän- ja verisuonisairastuvuudesta kertovaa rekisteritietoa on saatavissa esimerkiksi sairaalahoitajaksoista, erityiskorvattavien lääkkeiden käytöstä ja työkyvyttömyyseläkkeistä, kuten alla on lueteltu.

Hoitojaksot (STAKES: **Terveydenhuollon hoitoilmoitusrekisteri**):

<http://www.stakes.fi/FI/Tilastot/tausta/Rekisteriselosteet/terveydenhuollonhoitoilmoitukset.htm>

Tiedot hoitajaksoista sydän- ja verisuonitautien takia.

Diagnoosikoodit:

Sepelvaltimotauti: ICD-10: I20-I25, I46, R96, R98; ICD-9: 410–414, 798, ei 7980A

Aivoverisuonisairaudet: ICD-10: I60-I69, G45; ICD-9: 430–438, ei 4378A

Verenpainesairaudet: ICD-10: I10-I15; ICD-9: 401–405

Lääkkeiden käyttö (**Kela**):

Tiedot Kelan erityiskorvattavista lääkkeistä verenpainetaudin, sepelvaltimotaudin, sydämen vajaatoiminnan ja sepelvaltimotautiin liittyvän rasva-aineenvaihdunnan osalta.

Sairauspäivärahat ja työkyvyttömyyseläkkeelle siirtyminen (**Kela, työeläkelaitokset**): Tiedot sairauspäivärahan ja työkyvyttömyyseläkkeen diagnooseista sydän- ja verisuonitautien osalta (samat diagnoosikoodit kuin kohdassa hoitojaksot).

Kuolleisuus (**Kuolemansyytilasto, Tilastokeskus**): <http://www.tilastokeskus.fi/til/ksyyt/index.html>

Kuolema on päätepiste, jota on tarkasteltu tutkittaessa monien ympäristöaltisteiden vaikutuksia. Meluallistuksen kytkeytymistä kuolleisuuteen on sen sijaan tutkittu melko vähän. Kokonaiskuolleisuus ei odotetusti kerro kovinkaan paljon mahdollisista melun vaikutuksista tai meluherkkyyden osuudesta kuolleisuuteen, kuten tässä julkaisussa esitellyt tulokset osoittavat.

Kuolleisuustutkimus on syytä kohdistaa koskemaan ICD-tautiluokitusten mukaisia kuolemansyitä seuraavasti ryhmiteltynä: sydän- ja verisuonitaudit (alaryhmänä sepelvaltimotauti) sekä muut kuolinsyyt.

6.3

Melun aiheuttamat kognitiiviset häiriöt ja syrjäytyminen

Melun on todettu aiheuttavan erilaisia kognitiivisia häiriöitä ja vaikeuttavan kielellistä viestintää. Erityisesti lapsilla ja nuorilla tästä aiheutuu ongelmia oppimistilanteissa kielellisen kehityksen ollessa kesken (Stansfeld ym. 2005). Suuri osa oppimisesta tapahtuu koulutuntien ulkopuolella. Näin ollen tulisi huomioida myös meluallistus kotona.

Tämänkin ongelmakentän kartoitusta voi yrittää lähestyä GIS-analyysin kautta yhdistämällä melukartat päiväkotien ja koulujen sijaintiin ja mahdollisesti myös koululaisten kotiosoitteisiin, alueiden yleiseen koulutustasoon ja väestön sosiaaliseen asemaan, asuntojen hintoihin, päihdehuollon ja erilaisten sosiaalipalvelutoimenpiteiden määrään kuten lasten huostaanottoon jne. On syytä selvittää, miten alueittaiset äänitasot kytkeytyvät sentyyppeihin muuttujiin kuin erityisopetuksessa olevien määrät, lukioon menevät, lukioiden pärjääminen ylioppilaskokeissa ja sisäänpääsyrajat kouluittain.

6.4

Melun yhteisvaikutus muiden ympäristötekijöiden kanssa

Ilman pienhiukkaset on otettava huomioon, kun tutkitaan melun terveysvaikutuksia (Babisch 2008b; Schwela ym. 2005). On mahdollista, että melulla ja ilman pienhiukkasilla on myös yhteisvaikutuksia, jotka saattavat lisätä sydän- ja verisuonitautiriskiä. Yhteisvaikutusten lisäksi ilmansaasteet saattavat toimia sekoittavana tekijänä melututkimuksissa, jolloin meluun liitetyt vaikutukset voivatkin tosiasiallisesti johtua ilmansaasteista tai ilmansaasteisiin liitetyt vaikutukset melusta. Varsinkin tieliikenne aiheuttaa samanaikaista altistumista sekä melulle että ilmansaasteille, mm. pienhiukkasille. Ulkona vilkkaan liikenteen keskellä voidaan lyhyessä ajassa hengittää sisään suuria annoksia pienhiukkasia. Pääasiassa altistuminen pienhiukkasille tapahtuu kuitenkin sisätiloissa, sillä siellä vietetään suurin osa vuorokaudesta. Pääteiden läheisyyden on todettu lisäävän selvästi altistumista liikenneperäisille hiukkasille kotona (Lanki ja Pekkanen 2008).

Hengitettävien hiukkasten (PM10) pitoisuuksille on annettu raja-arvoksi 50 mikrogrammaa kuutiossa ilmaa ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) vuorokauden keskiarvona. Tämä taso saa kuitenkin ylittyä kalenterivuodessa 35 kertaa, ennen kuin vuotuinen enimmäispitoisuus

katsotaan ylittyneeksi. Keskimäärin pienhiukkasten pitoisuudet ovat pääkaupunkiseudulla alhaisia. Pienhiukkasille ei kuitenkaan ole voitu määrittää ”turvallista pitoisuutta” – niinpä pääkaupunkiseudullakin on hiukkaspitoisuudet yhdistetty esimerkiksi lisääntyneisiin sairaalaanottoihin sydänsairauksien vuoksi sekä lisääntyneeseen kuolleisuuteen. Episodeissa pienhiukkasten pitoisuudet ovat olleet Euroopan saasteisten kaupunkien tasolla ja ylittäneet WHO:n vuorokausiohjearvon ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Pitoisuudet nousevat poikkeuksellisen korkeiksi yleisimmin keväällä, syyskesällä ja kevättalvella. Pitoisuuksiin vaikuttaa kaukokulkeuma, liikenne ja pientalojen tulsi-jojen käyttö.

Yksi hyödynnettävissä oleva tietolähde on European Exposure Factors Sourcebook (ExpoFacts) -tietokanta, josta on saatavissa tietoja useista erilaisista ympäristöaltisteista, kuten ilmansaasteista (<http://www.ktl.fi/expofacts>). Altistustekijätiedot on kerätty mahdollisimman laajalti jakaumamuodossa, mikä mahdollistaa tietojen käytämisen myös probabilistiseen mallinnukseen. Tietokannassa on myös laajasti väestöä koskevia taustatietoja, joita tarvitaan tehtäessä väestötason altistusta ja terveysriskejä arvioivia mallituksia.

Suurin ongelma lienee siinä, miten melun mahdollinen yhteys sydänkuolleisuuden voidaan erottaa liikenteen, teollisuuden ja energiantuotannon paikallisten pienhiukkaspäästöjen vaikutuksista. Ratkaisuksi tarvitaan ilmansaastemuuttujan (esim. pienhiukkaset) vakiointia jollakin tapaa: Yksi mahdollisuus on keskittyä esim. tämän tutkimuksen tapaan raidemeluun ja pyrkiä varmistamaan, että melualueen ja vertailualueen pienhiukkasaltistus olisi samalla tasolla. Toinen vaihtoehto olisi keskittyä tieliikenteen melun vaikutuksiin ja soveltaa tarkkaa tietoa meluvalleista, jolloin vertailuväestönä voisi olla meluvallien kohdalla asuvat. Lisäksi voidaan tutkia lentomelualueita, jotka ovat riittävän etäällä lentokentästä, jolloin hiukkaspitoisuus on pieni, mutta äänitaso kuitenkin korkea.

7 Terveysvaikutustiedon huomioiminen meluntorjunnassa

Viimeaikaiset tutkimustulokset meluallistuksen vaikutuksista sydän- ja verisuonitauteihin ja niiden aiheuttamaan kuolleisuuteen tuovat uusia haasteita myös meluntorjuntaan. Melun terveyshaitat vaihtelevat yksilöllisesti: vaikutukset näyttävät olevan erilaisia naisilla ja miehillä sekä korostuvan meluherkillä, joita on noin 40 % väestöstä. Tämä vaihtelu tulisi ottaa huomioon sekä keskushallinnon tasolla määriteltäessä meluallistuksen suositusarvoja että paikallisesti melunäkökohtien painottamisena kaavoituksessa ja asumisterveydessä tähänastista huomattavasti enemmän.

Melun häiritsevyyden ja meluherkkyyden kartoittaminen kyselytutkimuksin voi antaa melukartoituksia täydentäviä tietoja, joita voidaan hyödyntää suunniteltaessa sekä ennaltaehkäiseviä että korjaavia meluntorjuntatoimia. Myös paikkatietojärjestelmien avulla saatavaa tietoa meluallistuksen odotettavissa olevista vaikutuksista terveyteen ja kuolleisuuteen on syytä käyttää meluntorjuntatoimien suunnittelussa, esimerkiksi määrittelemällä asumiseen tai hoito- ja koulutuslaitoksille soveltumattomia riskialueita.

Euroopan Unionin ympäristömeludirektiivi edellyttää viiden vuoden välein tehtäviä, meluselvityksiin perustuvia meluntorjunnan toimintasuunnitelmia. Tähän yhteyteen soveltuisivat erittäin hyvin myös melun terveysvaikutusten selvittäminen sekä niiden torjuntatoimien riittävyyden tarkistaminen.

8 Yhteenveto

Suomen oloihin soveltuvien asianmukaisten meluallistusta ja meluherkkyyttä kuvaavien mittareiden kehittäminen on ensimmäinen askel, kun pyritään kehittämään kansallisesti yhtenäistä arviointia melun terveyshaitoille. Tulevissa tutkimuksissa tulisi riittävällä otoskoolla selvittää tarkemmin sukupuolen, meluherkkyyden ja meluallistuksen yhteyttä heikentyneeseen kuuloon sekä sydän- ja verisuonitauteihin ja niiden aiheuttamaan kuolleisuuteen. Melun todetut vaikutukset erityisesti lasten kognitiivisiin toimintoihin ja lapsuuden aikaisesta meluallistuksesta mahdollisesti myöhemmin seuraava syrjäytyminen ovat tärkeä tutkimuskohde.

Meluherkkyyden ja meluallistuksen mahdollista yhteisvaikutusta sepelvaltimotautikuolleisuuden riskiin tulee tutkia tarkemmin. Melun vaikutustutkimuksissa on huomioitava meluallistuksen yhteys hiukkasille altistumiseen ja hiukkasten vaikutus asukkaiden terveyteen sekä selvittää kokonaismeluallistus. Tarvitaan myös lisää tutkimuksia meluherkkyyden yhteydestä monikemikaaliherkkyyteen.

Melun ja meluherkkyyden vaikutus uneen ja elämänlaatuun sekä se, miten tämä kytkeytyy stressiin ja melun pitkäaikaisiin terveysvaikutuksiin, on vielä suurelta osin tutkimatonta aluetta. Tämä edellyttää erilaisten mittareiden kehittämistä ja olemassa olevien mittareiden soveltuvuuden selvittämistä melun terveysvaikutusten tutkimiseen.

Paikkatietojärjestelmät mahdollistavat melukartoitustiedon tehokkaan yhdistämisen esimerkiksi kuolleisuustietoihin, olemassa oleviin kohorttitutkimuksiin, terveydenhuollon hoitorekisterin tietoihin sekä taustatietoihin väestön terveyteen vaikuttavista tekijöistä ja ilmansaastepitoisuuksista.

Suomessa tehtävä melun terveysvaikutustutkimus hyötyisi yhteistyön tiivistämisestä yliopistoissa, Kansanterveyslaitoksella ja Työterveyslaitoksella olevan erityisosaamisen kesken. Tämän raportin työstämisessä on pyritty yhdistämään tätä osaa-
mispotentiaalia.

KIITOKSET

Haluamme kiittää Kansanterveyslaitoksen tutkijoita Pia Verkasaloa, Kari Pasasta, Erkki Kuusistoa ja Timo Lankia arvokkaista huomioista ja parannusehdotuksista. Erityisesti Kari Pasasen asiantuntemus paikkatietojärjestelmistä ja hänen tekemänsä esitutkimus melukarttatietojen ja kuolleisuuden välisestä suhteesta oli arvokas. Sirkka-Liisa Paikkalaa, Tapani Jauhiaista ja Rauno Pääkköstä kiitämme innostavista keskusteluista, joissa on käyty läpi melun terveysvaikutusten koko kenttää. Lisäksi haluamme kiittää Kauko Heikkilää avusta tilastollisissa analyyseissä. Käsikirjoituksia ovat kommentoineet myös Anu Haahla ja Anders Jansson, joita myös haluamme kiittää. Luonnollisesti tämän raportin tekijät ottavat täyden vastuun tähän raporttiin sisältyvistä virheistä ja puutteellisuuksista.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- Ampuja O. Melun sieto kaupunkielämän välttämättömyytenä. Melu ympäristöongelmana ja sen synnyttämien reaktioiden kulttuurinen käsittely Helsingissä. Suomalaisen Kirjallisuuden Seura, Helsinki 2007.
- Babisch W. Transportation noise and cardiovascular risk. Review and synthesis of epidemiological studies. Dose-effect curve and risk estimation. Federal Environmental Agency. Berlin. 2006a.
- Babisch W. Transportation noise and cardiovascular risk: updated review and synthesis of epidemiological studies indicate that the evidence has increased. *Noise Health* 8(30),1-29, 2006b.
- Babisch W. Road traffic noise and cardiovascular risk. *Noise Health*. 10(38), 27-33, 2008a.
- Babisch W. Practical approaches for cardiovascular risk assessment 2008b (Practical Guidelines for Risk Assessment of Environmental Noise, 15-16 May 2008, Bonn, Germany).
- Babisch W, Ising H. Noise induced stress is a risk factor in cardiovascular disease. *Internoise 2001*. Proceedings of the International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering. Vol. 2001. Holland, The Hague. 1–292.
- Babisch W, Fromme H, Beyer A, Ising H. Increased catecholamine levels in urine in subjects exposed to road traffic noise. The role of stress hormones in noise research. *Environ Int* 26, 475–481, 2001.
- Babisch W, Ising H, Gallacher JE. Health status as a potential effect modifier of the relation between noise annoyance and incidence of ischaemic heart disease. *Occup Environ Med* 60(10), 739–745, 2003.
- Baldwin CM, Bell IR, O'Rourke MK. Odor sensitivity and respiratory complaint profiles in a community-based sample with asthma, hay fever, and chemical odor intolerance. *Toxicol Ind Health* 15 (3-4) 403-409, 1999.
- Bell IR, Miller CS, Schwartz GE. An olfactory-limbic model of multiple chemical sensitivity syndrome possible relationship to kindling and affective spectrum disorder. *Biol Psychiatry* 32, 218–242, 1992.
- Bell IR, Hardin EE, Baldwin CM, Schwartz GE. Increased system symptomatology and sensitizability of young adults with chemical and noise sensitivities. *Environ Res*, 70, 84–97, 1995.
- Belojevic G, Saric-Tanaskovic M. Prevalence of arterial hypertension and myocardial infarction in relation to subjective ratings of traffic noise exposure. *Noise and Health*, 4(16), 33–37, 2002.
- Berglund B, Lindvall T (Eds.): *Community Noise*. Document prepared for the World Health Organization. Archives of the Center for Sensory Research, Vol 2, Issue 1, 1995.
- Berglund B, Lindvall T, Schwela DH. (eds.). *Guidelines for Community Noise*. World Health Organization Geneva, 1999, 1–159. <http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html>
- Boman E, Enmarker I, Hygge S. Strength of noise effects on memory as a function of noise source and age. *Noise Health* 2005;7:11-26
- Cohen S, Evans GW, Krantz DS, Stokols D. Physiological, motivational and cognitive effects of aircraft noise on children: Moving from the laboratory to the field. *American Psychologist* 35, 231-243, 1980.
- Davies HW, Teschke K, Kennedy SM, Hodgson MR, Hertzman C, Demers PA. Occupational exposure to noise and mortality from acute myocardial infarction. *Epidemiology* 16(1), 25–32, 2005.
- The European Exposure Factors (ExpoFacts) Sourcebook. <http://cem.jrc.it/expofacts/>
- Evans GW. Nonauditory Effects of Noise on Children: A Critical Review. *Children's Environments* 10(1), 31-51, 1993.
- Evans GW, Hygge S, Bullinger M. Chronic noise and psychological stress. *Psychological Science* 6, 333-338, 1995.
- Fields JM, de Jong RG, Brown AL, Flindell IA, Gjestland T, Job RFS, Kurra S, Lercher P, Schuemer-Kors A, ValletM, Yano M: Guidelines for reporting core information from community reaction surveys. *J Sound Vib* 206, 685-695, 1997.
- Fields JM, De Jong RG, Gjestland T, ym. Standardized general-purpose noise reaction questions for community noise surveys: research and recommendation. *J Sound Vib* 242, 641–679, 2001.
- Fyhri A & Klæboe R. Road traffic noise, sensitivity, annoyance and self-reported health – A structural equation model exercise. *Environment International*, 2009: 35: 91–97.
- Guski R, Felscher-Suhr U and Schuemer R. The concept of noise annoyance: how international experts see it. *J Sound Vib* 223(4), 513–527, 1999.
- Haahla A. Melu. Kirjassa Huuska P ja Miinalainen M (toim.). *Katsaus Helsingin ympäristön tilaan 2007* Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 12/2007. Ympäristökeskus, Helsinki 2007:16–24.
- Haines MM, Stansfeld SA, Job RFS, Berglund B, Head J. Chronic aircraft noise exposure, stress responses mental health and cognitive performance in school children. *Psychological Medicine* 31, 265-277, 2001a.
- Haines MM, Stansfeld SA, Job RFS, Berglund B, Head J. A follow-up study of the effects of chronic aircraft noise exposure on child stress responses and cognition. *International Journal of Epidemiology* 30, 839-845, 2001b.
- Haines MM, Stansfeld SA, Brentnall S, Head J, Berry B, Jiggins M, Hygge S. West London Schools Study: the effect of chronic aircraft noise exposure on child health. *Psychological Medicine* 31, 1385-1396, 2001c.
- Haines MM, Brentnall SL, Stansfeld SA, Klineberg E. Qualitative responses of children to environmental noise. *Noise Health* 2003;5:19-30

- Haralabidis AS, Dimakopoulou K, Vigna-Taglianti F, Giampaolo M, Borgini A, Dudley M-L, Pershagen G, Bluhm G, Houthuijs D, Babisch W, Velonakis M, Katsouyanni K, Jarup L for the HYENA Consortium. Acute effects of night-time noise exposure on blood pressure in populations living near airports. *Eur Heart J* 29(5), 658-664, 2008.
- Health effects and risks of transport systems: the HEARTS project. WHO - Europe, 2006.
<http://www.euro.who.int/document/E88772.pdf>
- Heinonen-Guzejev M, Vuorinen HS, Kaprio J, Heikkilä K, Mussalo-Rauhamaa H, Koskenvuo M. Self-report of transportation noise exposure, annoyance and noise sensitivity in relation to noise map information. *J Sound Vib*, 234(2), 191-206, 2000.
- Heinonen-Guzejev M, Vuorinen HS. Meluherkkyys sekä liikennemelun raportointi ja häiritsevyys. Ympäristöministeriö, 2001.
- Heinonen-Guzejev M, Vuorinen HS, Mussalo-Rauhamaa H, Heikkilä K, Kaprio J, Koskenvuo M. Somatic and psychological characteristics of noise-sensitive adults in Finland. *Arch Environ Health*, 59(8), 410-417, 2004.
- Heinonen-Guzejev M, Vuorinen HS, Mussalo-Rauhamaa H, Heikkilä K, Koskenvuo M, Kaprio J. Genetic component of noise sensitivity. *Twin Res Hum Genet*, 8(3), 245-249, 2005.
- Heinonen-Guzejev M, Vuorinen HS, Mussalo-Rauhamaa H, Heikkilä K, Koskenvuo M, Kaprio J. The association of noise sensitivity with coronary heart and cardiovascular mortality among Finnish adults. *Sci Total Environ*, 372, 406-412, 2007.
- Helsinki-Vantaan lentoaseman ympäristövuosiraportti 2006. Finavia.
http://www.finavia.fi/files/finavia/ymparistokuvat/2007ymparistoraportti2006_suomi.pdf
- Hiramatsu K, Tokuyama T, Matsui T, Miyakita T, Osada Y, Yamamoto T. The Okinawa study: effect of chronic aircraft noise exposure on memory of school children. *Proc. 8th International conference on Noise as a Public Health Problem*, 179-180, 2003.
- Hygge S. A comparison between the impact of noise from aircraft, road traffic and trains on long term recall and recognition of text in children aged 12-14 years. *Schriftenr Ver Wasser Boden Lufthyg* 88, 416-427, 1993.
- Hygge S, Evans GW, Bullinger M. A prospective study of some effects of aircraft noise on cognitive performance in schoolchildren. *Psychological Science* 13, 469-474, 2002.
- Ising H. Streßreaktionen und Gesundheitsrisikobei Verkehrslarmbelastung. *WaBoLu-Berichte* 2/1983, Dietrich Reimer. Berlin, 1983.
- Ising H, Braun C. Acute and chronic endocrine effects of noise: Review of the research conducted at the Institute for water, soil and air hygiene. *Noise Health* 2,7-24, 2000.
- Ising H, Lange-Asschenfeldt H, Lieber GF, Weinhold H, Eilts M. Respiratory and dermatological diseases in children with long-term exposure to road traffic immissions. *Noise Health* 5,41-50, 2003.
- Ising H, Lange-Asschenfeldt H, Moriske H, Born J, Eilts M. Low frequency noise and stress : Bronchitis and cortisol in children exposed chronically to traffic noise and exhaust fumes. *Noise Health* 6, 21-8, 2004.
- Ising H, Kruppa B. Health effects caused by noise: Evidence in the literature from the past 25 years. *Noise Health* 6, 5-13, 2004.
- Jauhiainen T, Vuorinen HS, Heinonen-Guzejev M. Ympäristömelun vaikutukset. Suomen ympäristö 3 Ympäristöministeriö, Helsinki 2007.
- Job RFS. Psychological factors of community reaction to noise. In Vallet M. (Ed.) *Noise as a Public Health Problem*, Vol 3, 48-59, INRETS, Arcueil, France. 1993.
- Job RFS. Noise sensitivity as a factor of influencing human reaction to noise. *Noise Health* 3, 57-68, 1999.
- van Kamp I, Job RF, Hatfield J, Haines M, Stellato RK, Stansfeld SA. The role of noise sensitivity in the noise-response relation: a comparison of three international airport studies. *J Acoust Soc Am* 116(6), 3471-3479, 2004.
- Kansanterveyslaitos. Tilastotietokanta. <http://www3.ktl.fi/stat/>
- van Kempen EE, Kruize H, Boshuizen HC, Ameling CB, Staatsen BA, de Hollander AE. The association between noise exposure and blood pressure and ischemic heart disease: a meta-analysis. *Environ Health Perspect* 110(3), 307-317, 2002.
- Kishikawa H, Matsui T, Uchiyama I, Miyakawa M, Hiramatsu K, Stansfeld SA. The development of Weinstein's noise sensitivity scale. *Noise Health* 8, 154-160, 2006.
- KTL, Spatiaalinen ympäristöepidemiologia
http://www.ktl.fi/portal/suomi/osastot/ytos/tutkimus/riskianalyysi/spatiaalinen_epidemiologia/
- Lahti T, Gouatarbès B, Markula T. Helsingin kaupungin meluselvitys 2007. Insinööritoimisto Akukon Oy. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja. Helsinki 2007.
http://www.hel.fi/wps/wcm/connect/a78466804a17225a960ffe3d8d1d4668/Julkaisu06_07net.pdf?MOD=AJPERES
- Lanki T, Pekkanen J. Kaupunki-ilman hiukkaset ja sydänsairaudet SLL 11/2008,1059 - 1065.
- Marks A & Griefahn B. Associations between noise sensitivity and sleep, subjectively evaluated sleep quality, annoyance, and performance after exposure to nocturnal traffic noise. *Noise & Health* 9, 1-7, 2007.
- Matheson MP, Stansfeld SA, Haines MM. The effects of chronic aircraft noise exposure on children's cognition and health : 3 field studies. *Noise Health* 2003;5:31-40

- Matsui T, Stansfeld S, Haines M, Head J. Children's cognition and aircraft noise exposure at home—the West London Schools Study. *Noise Health* 7, 49–57, 2004.
- Melamed S, Kirstal-Boneh E, Froom P. Industrial noise exposure and risk factors for cardiovascular disease: findings from the CORDIS study. *Noise Health*, 1(4), 49–56, 1999.
- Miedema HM, Vos H. Noise sensitivity and reactions to noise and other environmental conditions. *J Acoust Soc Am*. 113(3), 1492–1504, 2003.
- Muzet A. Environmental noise, sleep and health. *Sleep Medicine Reviews* 11, 135–142, 2007.
- Niemann H, Bonnefoy X, Braubach M, Hecht K, Maschke C, Rodrigues C, Robbel N. Noise-induced annoyance and morbidity results from the pan-European LARES study. *Noise Health* 8, 63–79, 2006.
- Nivison ME. The relationship between noise as an experimental and environmental stressor, psychological changes, and psychological factors. Bergen: Division of Physiological Psychology, Department of Biological and Medical Psychology, University of Bergen. 1992.
- Nivison ME, Endresen IM. An analysis of relationship among environmental noise, annoyance and sensitivity to noise, and the consequences for health and sleep. *J Behav Med* 16(3), 257–276, 1993.
- Ouis D. Exposure to nocturnal road traffic noise: Sleep disturbance its after effects. *Noise Health* 1, 11–36, 1999.
- Palosuo M. Kaupunki-ilman hiukkaspäästöt tulevat monesta lähteestä - Yhteys sydäntautiriskiä yhä selvempi, SLL 11/2008, 1036.
- Passchier-Vermeer W, Passchier W. Noise exposure and public health. *Environ Health Perspect* 108, Suppl 1, 123–131, 2000.
- Pope CA, Burnett RT, Thurston GD ym. Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution: epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease. *Circulation* 109, 71–77, 2004.
- Puttonen S. Stressin fysiologiset vaikutukset. *Työterveyslääkäri*, 24(3), 28–31, 2006.
- Pääkaupunkiseudun ilmanlaatu. Kesäkuu–elokuu 2007. YTV.
www.ytv.fi/NR/rdonlyres/655E29EA-F78B-43A6-B858-3CCCB0E006F/0/kesa_elokuu2007.pdf
- Rylander R. Physiological aspects of noise-induced stress and annoyance. *J Sound Vib* 277, 471–478, 2004.
- Sandrock S, Schütte M, Griefahn B. The reliability of the noise sensitivity questionnaire in a cross-national analysis. *Noise Health* 9, 8–14, 2007.
- Schütte M, Marks A, Wenning E, Griefahn B. The development of the noise sensitivity questionnaire. *Noise & Health* 9, 15–24, 2007.
- Schwela D, Kephelopoulos S, Prasher D. Confounding or aggravating factors in noise-induced health effects: Air pollutants and other stressors. *Noise Health* 7, 41–50, 2005.
- Smith A. The concept of noise sensitivity: implications for noise control. *Noise Health* 5(18), 57–59, 2003.
- Stansfeld SA, Clark CR, Jenkins LM, Tarnopolsky A. Sensitivity to noise in a community sample: I. Measurement of psychiatric disorder and personality. *Psychol Med* 15, 243–254, 1985.
- Stansfeld SA. Noise, noise sensitivity and psychiatric disorder: epidemiological and psychophysiological studies. *Psychological Medicine, Monograph Supplement* 22. Cambridge University Press. 1992, 1–44.
- Stansfeld SA, Haines MM, Burr M, Berry B, Lercher P. A review of environmental noise and mental health. *Noise Health* 2, 1–8, 2000.
- Stansfeld SA, Berglund B, Clark C, Lopez-Barrio I, Fischer P, Ohrström E, Haines MM, Haed J, Hygge S, van Kamp I, Berry BF. Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-sectional study. *Lancet* 365(3475), 1942–1949, 2005.
- Szarek MJ, Bell IR, Schwartz GE. Validation of a brief screening measure of environmental chemical sensitivity: The chemical odor intolerance index. *J Environ Psychol* 17, 345–351, 1997.
- Taylor SM. A path model of aircraft noise annoyance. *J Sound Vib* 96(2), 243–260, 1984.
- Tuomisto J & Pekkanen J. Ympäristön terveysvaarojen arviointi. Kirjassa Mussalo-Rauhamaa H, Paile W, Tuomisto J ja Vuorinen HS (toim.). *Ympäristöterveys*. Duodecim, Helsinki 2007: 163–185.
- Virkkunen H, Kauppinen T, Tenkanen L. Long-term effect of occupational noise on the risk of coronary heart disease. *Scand J Work Environ Health* 31(4), 291–9, 2005.
- Vuorinen HS, Kaprio J, Koskenvuo M, Partinen M, Romanov K ja Heikkilä K. Verenpaine ja melu. Ympäristöministeriö. Selvitys 118/1992, 49 s., Helsinki, 1993.
- Weinstein ND. Individual Differences in Reactions to Noise: A longitudinal study in a College Dormitory. *J Appl Psychol* 63, 458–466, 1978.
- WHO Europe. Evaluation and Use of Epidemiological Evidence for Environmental Health Risk Assessment. Guideline Document. Kööpenhamina 2000. <http://www.euro.who.int/document/e68940.pdf>
- Woolf A. A 4-year-old girl with manifestations of multiple chemical sensitivities. *Environ Health Perspect* 108(12), 1219–1223, 2000.
- Ohrström E, Rylander R and Björkman M. Effects of night time road traffic noise - an overview of laboratory and field studies on noise dose and subjective noise sensitivity. *J Sound Vib*, 127(3), 441–448, 1988.

Tutkimuksissa käytettäviä kysymyssarjoja

Meluherkkyys

Lyhyt meluherkkyys-kysymys (Vuorinen ym. 1993)

Ihmiset kokevat melun eri tavoin. Koetteko Te melun yleensä

- 1 hyvin häiritsevä
- 2 melko häiritsevä
- 3 ei erityisen häiritsevä
- 4 ei lainkaan häiritsevä
- 5 en osaa sanoa

WNS-6B-meluherkkyyskysymyssarja (Kishikawa ym. 2006, tekijöiden käännös)

	Olen täysin samaa mieltä				Olen täysin eri mieltä	
	1	2	3	4	5	6
Kenenkään ei tulisi välittää siitä, jos joku laittaa stereonsa välillä täysille.						
Herään helposti meluun. *						
Närkästyn, kun naapurini aiheuttavat melua.*						
Totun suurimpaan osaan meluista ilman erityisiä vaikeuksia.						
Joskus meluäännet käyvät hermoilleni ja saavat minut ärtymään.*						
Kun yritän keskittyä, jopa mielimusiikkini häiritsee minua.*						
Minun on vaikea rentoutua meluisassa paikassa. *						
Olen hyvä keskittymään, tapahtui ympärilläni mitä tahansa.						
Hermostun ihmisiin, jotka metelöivät niin, etten pysty nukahtamaan tai etten saa töitäni tehtyä.*						
Olen meluherkkä. *						

* Kysymys pisteytetään vastakkaiseen suuntaan ennen kuin tulokset lasketaan yhteen.

Seuraavat väittämät selvittävät tarkemmin suhtautumistanne meluun. Vastatkaa niihin asteikolla 1–6 seuraavasti:

	Olen täysin samaa mieltä				Olen täysin eri mieltä	
	1	2	3	4	5	6
Minua ei häiritse meluisan kadun varrella asuminen, jos asunto on hyvä.						
Huomaan melua enemmän kuin aikaisemmin.*						
Kenenkään ei tulisi välittää siitä, jos joku laittaa stereonsa välillä täysille.						
Elokuissa kuiskaaminen ja karamellipapereiden rapistelu häiritsevät minua. *						
Herään helposti meluun. *						
Jos huoneessa, jossa keskityn lukemaan, on meluisaa, yritän sulkea oven tai ikkunan tai siirtyä toiseen paikkaan.*						
Närkästyn, kun naapurini aiheuttavat melua.*						
Totun suurimpaan osaan meluista ilman erityisiä vaikeuksia.						
En vuokraisi asuntoa, joka sijaitsee paloasemaa vastapäätä.*						
Joskus meluäänet käyvät hermoilleni ja saavat minut ärtymään.*						
Kun yritän keskittyä, jopa mielimusiikkini häiritsee minua.*						
Minua eivät häiritse naapureiden jokapäiväisen elämän äänet (askeleet, juoksevan veden ääni jne.).						
Kun haluan olla yksin, minua häiritsevät ulkoa tulevat äänet.*						
Olen hyvä keskittymään, tapahtui ympärilläni mitä tahansa.						
Kirjastossa en välitä ihmisten keskustelusta, jos he puhuvat hiljaisella äänellä.						
On usein aikoja, jolloin toivon täydellistä hiljaisuutta. *						
Moottoripyörissä tulisi olla tehokkaammat äänenvaimentimet.*						
Minun on vaikea rentoutua meluisassa paikassa.*						
Hermostun ihmisiin, jotka metelöivät niin, etten pysty nukahtamaan tai etten saa töitäni tehtyä.*						
Voisin asua asunnossa, jossa seinien äänieristys on huono.						
Olen meluherkkä.*						

* Kysymys pisteytetään vastakkaiseen suuntaan ennen kuin tulokset lasketaan yhteen.

Seuraavassa on alustava suomennos saksankielestä (HSV). Lopullisen kysymyssarjan 35 väitettä jakautuvat viiteen osa-alueeseen, seitsemän väitettä kuhunkin. Viisi osa-alueita ovat: työ, vapaa-aika, asuminen, viestintä ja uni. Tutkittaville annetaan neljä vaihtoehtoa (olen täysin samaa mieltä, olen osittain samaa mieltä, olen osittain eri mieltä, olen täysin eri mieltä), kun he arvioivat suhtautumistaan kuhunkin väitteeseen. Väitteet 6, 8, 9, 11, 17, 22, 23, 29 ja 34 ovat käänteisiä.

No	Osa-alue	Väite
1.	Vapaa-aika	En voi oikein rentoutua, kun ympärilläni on äänekästä.
2.	Työ	Ponnisteluja vaativassa työssä haluan äärimmäistä rauhaa.
3.	Asuminen	Rauhallisen asuinpaikan vuoksi hyväksyn muita haittoja
4.	Asuminen	Olen hyvin herkkä naapuristoni hälylle.
5.	Viestintä	Minusta on hyvin työlästä keskustella melussa.
6.	Työ	Voin ilman vaikeuksia suorittaa rutiinitehtäviä meluisassa ympäristössä.
7.	Uni	Tulen hyvin hermostuneeksi, jos kuulen jonkun puhuvan ollessani nukahtamisillani.
8.	Viestintä	Kun olen syventynyt keskusteluun, en piittaa vaikka ympärilläni on äänekästä.
9.	Uni	Voin nukahtaa, vaikka ympärilläni on äänekästä
10.	Työ	Taustahäly haittaa voimakkaasti suoritustani
11.	Vapaa-aika	Kovääninen musiikki rentouttaa minut hyvin työn jälkeen.
12.	Viestintä	Naapuripöydän kovääninen puhe haittaa keskittymistäni keskusteluun ravintolassa.
13.	Työ	Voin työstää uusia tehtäviä vain hiljaisessa ympäristössä.
14.	Työ	Kun ihmiset ovat ympärilläni äänekäitä, en edisty työssäni.
15.	Uni	Virkistävä uni on minulle mahdollista vain täysin rauhallisessa ympäristössä.
16.	Uni	Jo hiljainenkin hälinä voi vaikeuttaa nukahtamistani.
17.	Asuminen	Totun nopeasti asuinympäristöni meluun.
18.	Vapaa-aika	Elokuissa minua häiritsee kuiskailu ja paperin rapina..
19.	Viestintä	Mielestäni musiikki häiritsee keskustelua.
20.	Viestintä	Minusta on hyvin vaikea seurata keskustelua, jos samalla on radio auki.
21.	Työ	Kun työpaikallani on äänekästä, yritän aina parantaa tilannettani.
22.	Vapaa-aika	Minusta tanssimusiikin on oltava niin kovalla kuin tarvitaan.
23.	Asuminen	Minusta on samantekevää asunko meluisalla kadulla.
24.	Asuminen	Kun vieraat lapset ovat äänekäitä, he ehdottomasti eivät saa leikkiä asuntoani edessä.
25.	Vapaa-aika	Viikonloppuisin suosin rauhallista ympäristöä.
26.	Uni	Kun öisin on hälinää, olen aamuisin unenpöpperöinen.
27.	Vapaa-aika	Minusta on epämiellyttävää, kun kotona radio soi taustalla.
28.	Viestintä	Kun ravintolassa on voimakas musiikki, keskeytän keskustelun.
29.	Työ	Voin ongelmitta suorittaa monimutkaisia töitä taustamusiikin aikana.
30.	Uni	Herään vähäisimmästäkin melusta.
31.	Vapaa-aika	Vältän äänekäitä vapaa-ajantilaisuuksia.
32.	Asuminen	En halua äänekästä vapaa-ajan toimintaa asuinalueellani.
33.	Asuminen	Minua häiritsee naapurista kuuluvat jokapäiväiset äänet (esim. askeleet, vedenkohina).
34.	Uni	Rajuilman aikainen voimakas ukkonen ei voi havahduttaa minua sikeästä unesta.
35.	Viestintä	Kun ympärilläni on hälinää, kadotan nopeasti keskustelunlangan.

Hajuherkkyys eli cacosmia-kysely (Szarek ym. 1997; Baldwin ym. 1999, tekijöiden käännös)

Ihmiset kokevat erilaiset tuoksut ja hajut eri tavoin. Kuinka usein seuraavat tuoksut tai hajut aiheuttavat Teille epämiellyttävän olon (esimerkiksi päänsärkyä, heikotusta, huimausta, hengitysvaikeuksia, mahaoireita, keskittymisvaikeuksia tai joitain muita tämäntyyppisiä oireita) silloin, kun olette tekemisissä niiden kanssa.

	Kuinka usein epämiellyttävä olo tulee:					
	ei juuri koskaan	harvoin	joskus	usein	lähes aina	en osaa sanoa, koska en ole ollut tekemisissä kyseisen hajun kanssa
Diesel- tai bensiinikäyttöisen moottorin pakokaasut	1	2	3	4	5	6
Hyönteismyrkyt (sumutteet ja karkotteet).....	1	2	3	4	5	6
Maalit tai maalin ohennusaineet.....	1	2	3	4	5	6
Hajuvedet, ilmanraikastajat tai muut hajusteet.....	1	2	3	4	5	6
Uudet sisustusmateriaalit, kuten matot, uusi muovinen suihkuverho tai uuden auton sisäosat	1	2	3	4	5	6
Kosteusvaurioissa esiintyvä homeen (maakellarimainen) haju.....	1	2	3	4	5	6
Pölyisyys.....	1	2	3	4	5	6
Tupakan savu.....	1	2	3	4	5	6

Melun häiritsevyys

Liite I/5

Melun häiritsevyys -kysymys (Fields ym. 2001, tekijöiden käännös)

Seuraava asteikko 0-10 kuvaa sitä, kuinka paljon (tieliikenne-, lento-, raide- tai muu) melu häiritsee Teitä, kun olette kotona. Jos melu ei häiritse Teitä lainkaan, rengastakaa numero 0, jos se häiritsee Teitä erittäin paljon, rengastakaa numero 10. Jos olette näiden väliltä, rengastakaa jokin muu numero riippuen melun häiritsevyydestä. Vain siinä tapauksessa, kun ette osaa sanoa häiritseekö melu Teitä, rengastakaa numero 5.

Ajatellen viimeistä 12 kuukautta, mikä luku 0-10 parhaiten kuvaa sitä, kuinka melu on häirinnyt Teitä?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ei lainkaan										erittäin paljon

Elinaikainen meluallistus

Elinaikainen meluallistus määriteltiin käyttäen kolmea kysymystä meluallistuksesta kotona, töissä ja vapaa-ajan harrastuksissa (Vuorinen ym. 1993; Heinonen-Guzejev ym. 2004, 2007).

Meluallistus kotona:

Kuinka kauan olette elämäne aikana asunut asunnossa, jossa melu on häirinnyt tavalliseen puheen kuulemista? (esimerkiksi liikenteen melu, koneet, tai asunnon sisäinen melu kuten meluisa harrastus)

- 1 en lainkaan
- 2 alle vuoden
- 3 1–2 vuotta
- 4 3–6 vuotta
- 5 7–12 vuotta
- 6 13–19 vuotta
- 7 yli 20 vuotta

Meluallistus työssä:

Montako vuotta olette yhteensä olleet sellaisessa työssä, jossa melu on häirinnyt tavalliseen puheen kuulemista?

- 1 en lainkaan
- 2 alle vuoden
- 3 1–2 vuotta
- 4 3–6 vuotta
- 5 7–12 vuotta
- 6 13–19 vuotta
- 7 yli 20 vuotta

Meluallistus vapaa-ajan harrastuksissa:

Harrastatteko Te vapaa-aikana:

ammuntaa, metsästystä	1	ei
	2	kyllä → Montako vuotta? ____
jotain meluista moottoriharrastusta	1	ei
	2	kyllä → Montako vuotta? ____
puu- tai metallitöitä	1	ei
	2	kyllä → Montako vuotta? ____
äänekkään musiikin kuuntelua	1	ei
	2	kyllä → Montako vuotta? ____
soittamista äänekkäässä orkesterissa	1	ei
	2	kyllä → Montako vuotta? ____
muuta meluisaa harrastusta	1	ei
	2	kyllä → Montako vuotta? ____
		Mitä harrastatte? _____

KUVAILEHTI

<i>Julkaisija</i>	Ympäristöministeriö Rakennetun ympäristön osasto			<i>Julkaisu-aika</i> Maaliskuu 2009
<i>Tekijä(t)</i>	Marja Heinonen-Guzejev ja Heikki S.Vuorinen			
<i>Julkaisun nimi</i>	Liikennemelun terveysvaikutusten tutkiminen			
<i>Julkaisusarjan nimi ja numero</i>	Suomen ympäristö 5/2009			
<i>Julkaisun teema</i>	Ympäristönsuojelu			
<i>Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut</i>				
<i>Tiivistelmä</i>	<p>Raportin tavoitteena on selvittää, miten lisääntynyttä informaatiota liikennemelualtistuksesta voidaan käyttää luotettavan epidemiologisen tiedon tuottamiseen melun vaikutuksesta väestön sairastavuuteen ja kuolleisuuteen. Raportissa tarkastellaan, millaista tutkimustietoa on käytettävissä melualtistuksesta, meluherkkyydestä ja melun terveysvaikutuksista. Terveysvaikutuksista kiinnitetään erityisesti huomiota sydän- ja verisuonitauteihin ja niiden aiheuttamaan kuolleisuuteen. Pääkaupunkiseudulla toteutettu tutkimus tarjoaa esimerkin siitä, miten erilaisia tutkimuskysymyksiä voidaan lähestyä. Samalla hahmotellaan, millaisia tutkimusmenetelmiä voidaan käyttää tulevaisuuden melututkimuksissa. Lisäksi tarkastellaan, onko luotavissa paikkatietojärjestelmä, jolla yhdistetään melukartoitus- ja terveystiedot. Lopuksi pohditaan, kuinka tällaisia tietoja voidaan käyttää meluntorjuntatoimien suunnittelussa.</p>			
<i>Asiasanat</i>	Ympäristömelu, liikenne, melun vaikutukset, melutilanne, paikkatietojärjestelmä			
<i>Rahoittaja/ toimeksiantaja</i>	Ympäristöministeriö			
	ISBN 978-952-11-3384-8 (nid.)	ISBN 978-952-11-3385-5 (PDF)	ISSN 1238-7312 (pain.)	ISSN 1796-1637 (verkkok.)
	<i>Sivuja</i> 51	<i>Kieli</i> suomi	<i>Luottamuksellisuus</i> julkinen	<i>Hinta (sis. alv 8 %)</i>
<i>Julkaisun myynti/ jakaja</i>	Edita Publishing Oy, PL 780, 00043 EDITA Asiakaspalvelu: puh. 020 450 05, faksi 020 450 2380 Sähköposti: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi www.edita.fi/netmarket			
<i>Julkaisun kustantaja</i>	Ympäristöministeriö			
<i>Painopaikka ja -aika</i>	Edita Prima Oy, Helsinki 2009			

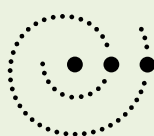
PRESENTATIONSBLAD

<i>Utgivare</i>	Miljöministeriet Avdelning för den byggda miljön	<i>Datum</i> Mars 2009		
<i>Författare</i>	Marja Heinonen-Guzejev och Heikki S.Vuorinen			
<i>Publikationens titel</i>	Liikennemelun terveystvaikutusten tutkiminen (Undersökning av hälsoeffekter förorsakade av trafikbuller)			
<i>Publikationsserie och nummer</i>	Miljön i Finland 5/2009			
<i>Publikationens tema</i>	Miljövård			
<i>Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt</i>				
<i>Sammandrag</i>	<p>Målet med denna rapport är att utreda hur ny kunskap om trafikbullerexponering i Helsingfors kunde användas för att producera pålitlig epidemiologisk kunskap om morbiditet och dödlighet inom populationen. Denna publikation uppdaterar forskningsresultaten om trafikbullerexponering, bullerkänslighet och hälsoeffekter av buller. Särskilt granskas bullrets inverkan på hjärt- och cirkulationsorganen. Helsingforsundersökningen utgör ett exempel på hur man kan närma sig olika forskningsfrågor. Publikationen presenterar olika forskningsmetoder som kunde användas inom bullerforskningen i framtiden. I publikationen granskas också möjligheten att skapa ett geografiskt informationssystem (GIS) för data från bullerkartläggning och hälsodata. Slutligen diskuteras möjligheten att använda den nya informationen vid planeringen av bullerbekämpningsåtgärder.</p>			
<i>Nyckelord</i>	Trafikbuller, bullrets effekter, bullernivåer, GIS			
<i>Finansiär/ uppdragsgivare</i>	Miljöministeriet			
	ISBN 978-952-11-3384-8 (hft.)	ISBN 978-952-11-3385-5 (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	<i>Sidantal</i> 51	<i>Språk</i> Finska	<i>Offentlighet</i> Offentlig	<i>Pris (inneh. moms 8 %)</i>
<i>Beställningar/ distribution</i>	Edita Publishing Ab, PB 780, 00043 EDITA Kundtjänst: tfn +358 20 450 05, fax +358 20 450 2380 Epost: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi www.edita.fi/netmarket			
<i>Förläggare</i>	Miljöministeriet			
<i>Tryckeri/tryckningsort och -år</i>	Edita Prima Ab, Helsingfors 2009			

DOCUMENTATION PAGE

<i>Publisher</i>	Ministry of the Environment Department of the Built Environment			<i>Date</i> March 2009
<i>Author(s)</i>	Marja Heinonen-Guzejev and Heikki S.Vuorinen			
<i>Title of publication</i>	Liikennemelun terveysvaikutusten tutkiminen (Research approaches to the health effects of traffic noise)			
<i>Publication series and number</i>	The Finnish Environment 5/2009			
<i>Theme of publication</i>	Environmental protection			
<i>Parts of publication/ other project publications</i>				
<i>Abstract</i>	<p>The aim of the present report is to study how to use the updated information about exposure to traffic noise to produce reliable epidemiological data on the health effects of noise. The information available from previous studies on noise exposure, noise sensitivity and the health effects of noise is reviewed. Regarding noise-induced health effects, the focus is on cardiovascular morbidity and mortality. An epidemiological study in the Helsinki Metropolitan Area is used to illustrate how different research issues could be approached. The direction of future research on the health effects of noise is suggested based on the literature reviewed and the example study. Special emphasis is placed on using Geographical Information Systems (GIS) to link noise mapping with health data. Finally, it is discussed how such information could be used in the planning of noise abatement.</p>			
<i>Keywords</i>	Environmental noise, traffic, noise effects, noise emissions, GIS			
<i>Financier/ commissioner</i>				
	ISBN 978-952-11-3384-8 (pbk.)	ISBN 978-952-11-3385-5 (PDF)	ISSN 1238-7312 (print)	ISSN 1796-1637 (online)
	<i>No. of pages</i> 51	<i>Language</i> Finnish	<i>Restrictions</i> For public use	<i>Price (incl. tax 8 %)</i>
<i>For sale at/ distributor</i>	Edita Publishing Ltd, P.O. Box 780, FI-00043 EDITA Customer service: tel. +358 20 450 05, fax +358 20 450 2380 Mail orders: asiakaspalvelu.publishing@edita.fi www.edita.fi/netmarket			
<i>Financier of publication</i>	Ministry of the Environment			
<i>Printing place and year</i>	Edita Prima Ltd, Helsinki 2009			

Raportissa tarkastellaan, millaista tutkimustietoa on käytettävissä melualtistuksesta, meluherkkydestä ja melun terveysvaikutuksista. Tavoitteena on selvittää, miten lisääntynyttä informaatiota liikenne-melualtistuksesta voidaan käyttää luotettavan epidemiologisen tiedon tuottamiseen melun vaikutuksesta väestön sairastavuuteen ja kuolleisuuteen.



YMPÄRISTÖMINISTERIÖ
MILJÖMINISTERIET
MINISTRY OF THE ENVIRONMENT

Myynti: Edita Publishing Oy
Asiakaspalvelu:
PL 780, 00043 EDITA
puh. 020 450 05, faksi 020 450 2380
asiakaspalvelu.publishing@edita.fi
www.edita.fi/netmarket

ISBN 978-952-11-3384-8 (nid.)
ISBN 978-952-11-3385-5 (PDF)
ISSN 1238-7312 (pain.)
ISSN 1796-1637 (verkkoi.)

VIIIVAKOODI
ilman
taustaa