

Tämä on rinnakkaistallennettu versio alkuperäisestä  
julkaisusta.

Tämä on alkuperäisen julkaisun kustantajan pdf -versio.

Käytä viitatessasi alkuperäistä julkaisua:

**Maula H., Hongisto V. & Saarinen P. (2018). Tieliikennemelun häiritsevyys asunnoissa eri äänitasoilla. Sisäilmastoseminaari 2018. Sisäilmayhdistys raportti, no. 36, SIY, Sisäilmatieto Oy, s. 257-262. Sisäilmastoseminaari, Helsinki, 15.3.2018.**

Kaikki julkaisut Turun AMK:n rinnakkaistallennettujen julkaisujen kokoelmassa Theseuksessa ovat tekijänoikeussäännösten alaisia.

Rinnakkaistallenteisiin liittyvät tiedustelut: [julkaisutiedonkeruu@turkuamk.fi](mailto:julkaisutiedonkeruu@turkuamk.fi)

## TIELIIKENNEMELUN HÄIRITSEVYYS ASUNNOISSA ERI ÄÄNITASOILLA

Henna Maula, Valtteri Hongisto, Pekka Saarinen

Turun ammattikorkeakoulu, Sisäympäristölaboratorio

### TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tavoitteena on määrittää tieliikennemelun annosvastesuhte. Se kertoo, kuinka suuri osa väestöstä kokee melun erittäin häiritsevänä eri äänitasoilla. Tutkimus toteutettiin asuntoihin kohdistuneen kyselytutkimuksen muodossa kesällä 2017. Kysely lähetettiin 3070 talouteen 18 asuinalueella äänitasovyöhykkeillä 40–80 dB  $L_{Aeq07-22}$ . Kyselyyn vastasi 835 asukasta (vastausaste on 27,2 %). Tieliikennemelu mallinnettiin ja saadut rakennusten julkisivujen korkeimmat meluarvot ( $L_{Aeq07-22}$ ) liitettiin kyselyvastauksiin. Tieliikennemelun koki erittäin häiritseväksi ulkona vain 5 % väestöstä, kun tieliikenteen äänitaso pihamaalla alittaa päiväohjearvon 55 dB. Tätä suuremmilla äänitasoilla vastausasteikolla vaikuttaisi olevan kasvavassa määrin vaikutusta määritettyyn annosvastesuhteeseen.

### JOHDANTO

Tieliikennemelu on yksi vakavimmista ympäristösaasteista. Koska tieliikennemelu kantautuu sisätiloihin, on se keskeinen sisäilmaston häirittejä ulkoa kantautuvien pienhiukkasten rinnalla.

Ympäristöministeriön mukaiset ympäristömelun ohjearvot ovat asuinalueiden pihamailla päiväsaikaan 55 dB ( $L_{Aeq,07-22}$ ) ja yöaikaan 50 dB ( $L_{Aeq,22-07}$ , uusilla alueilla 45 dB  $L_{Aeq,22-07}$ ) /1/. Yhä useammin melun aiheuttama haitta ei johdu pelkästään melun voimakkuudesta vaan myös melun häiritsevyydestä. Melun subjektiivinen häiritsevyys on WHO:n mukaan herkin ja yksinkertaisin meluhaittojen indikaattori. Häiritsevää melu vaikeuttaa erilaisia aktiviteetteja, kuten kommunikointia, opiskelua, rentoutumista ja nukkumista.

Tieliikenne on ylivoimaisesti suurin ympäristömelulähde /2/. Asuinympäristössä tieliikennemelua ei välttämättä koeta yhtä häiritsevänä kuin esimerkiksi samalla keskiäänitasolla esiintyvää lentomelua /3/. Eri ympäristömelulajeja koskevia tutkimuksia, joissa on käytetty samoja tutkimusmenetelmiä, on kuitenkin erittäin vähän. Anojanssi - projektin yksi tarkoitus on selvittää samoja menetelmiä käyttäen, miten häiritseväksi eri ympäristömelulajit koetaan. Äänitason vaikutusta melun häiritsevyyteen kuvataan annosvastesuhteella (*dose-response relationship*) /4/.

Tutkimuksen tavoitteena on määrittää tieliikennemelun annosvastesuhte sisä- ja ulkotiloissa koetun häiritsevyyden osalta. Sisätilaa koskevan häiritsevyykokemuksen osalta käytettiin lisäksi kahta yleisesti käytettyä kysymystä ja vastausasteikkoa, jotta voitaisiin arvioida kyselymenetelmien vaikutuksia annosvastesuhteisiin.

## MENETELMÄT

### Kyselytutkimuksen toteutus

Tutkimus toteutettiin asuntoihin kohdistuneen kyselytutkimuksen muodossa kesällä 2017. Tutkimukseen kutsuttiin yhteensä 3070 taloutta 18 asuinalueelta tieliikennemeluvyöhykkeiltä ( $L_{Aeq}$ ) 40 dB ja 80 dB väliltä. Asuinalueet sijaitsevat Lounas- ja Etelä-Suomessa. Lentokenttien, junaradan, teollisuusalueiden tai rakennustyömaiden välittömässä läheisyydessä olevia asuinalueita ei valittu. Alueista neljä sijaitsee kaupunkien varrella (nopeusrajoitus  $v \leq 50$  km/h), 8 keskinopean tien varrella ( $v = 60\text{--}80$  km/h) ja 6 moottoritien varrella ( $v \geq 100$  km/h). Taloudet valittiin siten, että eri talotyypit (kerrostalo, rivitalo/paritalo ja omakotitalo) olivat mahdollisimman tasaisesti edustettuina kaupunkien ja moottoritien varrella kussakin meluvyöhykkeessä. Valinta tehtiin alueiden virallisten meluselvitysten pohjalta selainpohjaisia karttoja ja satelliittikuvia hyödyntäen.

Saatekirje, nelisivuinen kyselylomake ("Asuinympäristökysely") sekä vastauslähetytkuori lähetettiin postitse yhdelle taloudessa asuvalle aikuiselle. Kyselyn vastaanottaja satunnaistettiin iän ja sukupuolen suhteen. Kyselyyn oli mahdollista vastata joko postissa lähetetyllä paperisella kyselylomakkeella tai kirjautumalla nettikyselyyn annettujen ohjeiden mukaisesti. Nettikyselyssä oli myös mahdollista vastata ruotsiksi tai englanniksi.

Liikennemelun (tieliikenne, lentoliikenne, raideliikenne) sekä muiden naapuruston äänien häiritsevyyttä tiedusteltiin kyselyssä sekä sisä- että ulkotiloissa. Häiritsevyyden lisäksi kyselyllä selvitettiin erinäisiä taustatietoja, kuten vastaajan ikä, sukupuoli, meluherkkyys, kuulokyky, koettua melun vaikutusta nukkumiseen, stressiä, asuinympäristöön liittyviä tekijöitä, sekä vastaajan suhtautumista asuinympäristöönsä. Tässä julkaisussa esitellään vain tuloksia liittyen tieliikennemelun häiritsevyyteen.

Tieliikennemelun häiritsevyyttä kysyttiin kolmella kysymyksellä, joista kaksi koski sisätilaa ja yksi ulkotilaa. Kysymykset on esitetty Taulukossa 1.

*Taulukko 1. Melun häiritsevyyttä koskeneet kysymykset ja vastausasteikot.*

Kysymys	Vastausasteikko
1. <b>Kuinka häiritsevänä koet tieliikenteen äänet <u>sisällä</u> kotonasi?</b> Ajattele tilannetta viimeisten 2 viikon ajalta.	Viisiportainen verbaalinen: 1 Ääni ei kuulu; 2 Ääni kuuluu, muttei häiritse; 3 Ääni häiritsee jonkin verran; 4 Ääni häiritsee melko paljon; 5 Ääni häiritsee erittäin paljon.
2. <b>Kuinka paljon seuraavat äänet häiritsevät, vaivaavat tai ärsyttävät sinua ollessasi <u>sisällä</u> kotonasi?</b> Ajattele tilannetta viimeisten 2 viikon ajalta. a. Tieliikenteen äänet	11-portainen numeerinen asteikko: 0 Ei lainkaan – 10 Erittäin paljon
3. <b>Kuinka paljon tieliikenteen äänet häiritsevät, vaivaavat tai ärsyttävät sinua ollessasi <u>ulkona</u> kotisi pihalla, parvekkeella tai terassilla?</b> Ajattele tilannetta viimeisten 2 viikon ajalta. a. Tieliikenteen äänet	11-portainen numeerinen asteikko: 0 Ei lainkaan – 10 Erittäin paljon

## Tieliikennemelun mallinnus

Tieliikennemelun äänitaso mallinnettiin CadnaA melumallinnusohjelmalla. Mallissa hyödynnettiin Maanmittauslaitokselta saatavia kartta- ja korkeustietokantoja. Maastomalli muodostettiin Maanmittauslaitoksen tuottaman laserkeilausaineiston perusteella. Kunkin alueen kokonaisliikennemäärät ja raskaan liikenteen osuudet halutuilla katuosuuksilla tilattiin liikennevirastolta tai asuinalueen kaupungilta. Melumallinnuksessa käytettiin yhteispohjoismaista tieliikennemelun laskentamallia /5/. Mallinnuksesta saadut rakennusten julkisivujen korkeimmat meluarvot ( $L_{Aeq,07-22}$ ) liitettiin kyselyvastauksiin. Mallinnustulokset olivat hyvin yhteneviä alueille aiemmin tehtyjen ja julkisesti saatavilla olevien mallinnustulosten kanssa.

## Annosvastesuhteen määrittäminen

Kysymyksen 1 kohdalla annosvastesuhde laskettiin melusta erittäin häiriintyneiden mukaan (%HA, *percentage highly annoyed*) käyttäen 72 % leikkauspistettä /6/. Vastausasteikko muutettiin ensin 4-portaiseksi yhdistämällä vastausten 1 ja 2 aineistot, sitten skaalattiin välille 0-100. Samaa menetelmää on käytetty tuulivoimalamelun annosvastesuhteen määrittämisen yhteydessä /7, 8/. Kysymysten 2 ja 3 kohdalla käytettiin ISO 15666 standardin /9/ mukaista 11-portaista numeerista asteikkoa. Aineisto skaalattiin välille 0-100 ja annosvastesuhde laskettiin käyttäen 72 % leikkauspistettä /6/.

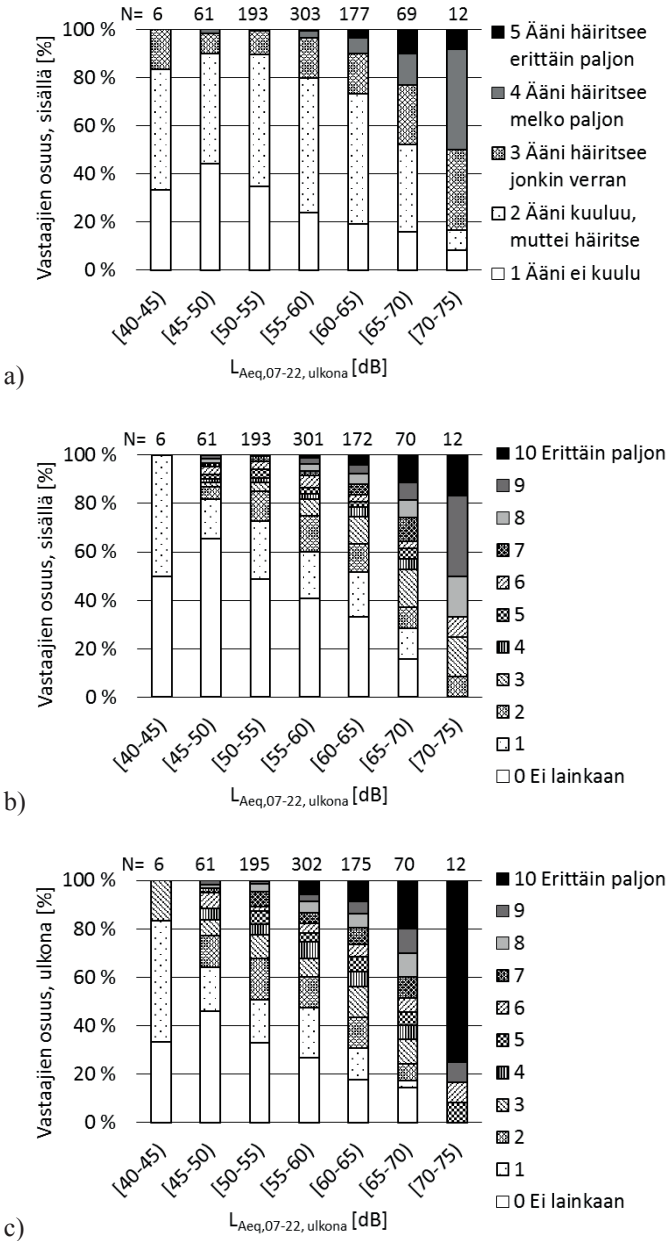
## TULOKSET JA POHDINTA

Vastaajia saatiin yhteensä 835 (vastausaste on 27,2 %) 829 taloudesta. Vastaajista 47,4 % asui omakotitalossa (396 vastaajaa), 30,5 % kerrostaloissa (255 vastaajaa) ja 21,9 % rivitalossa tai paritalossa (183 vastaajaa). Vastaajista 28,1 % asui moottoritien varrella (235 vastaajaa), 27,9 % keskinopean tien varrella (233 vastaajaa) ja loput 43,8 % kaupunkitien varrella (366 vastaajaa). Vastaajien talotyyppien osuudet eri tietyyppien suhteen on esitetty taulukossa 2. Vastausten jakaumat Taulukon 1 kysymyksiin 1–3 kullakin tieliikennemeluvyöhykkeellä on esitetty kuvassa 1. Kuvassa 2 on vastaavat annosvastesuhteet.

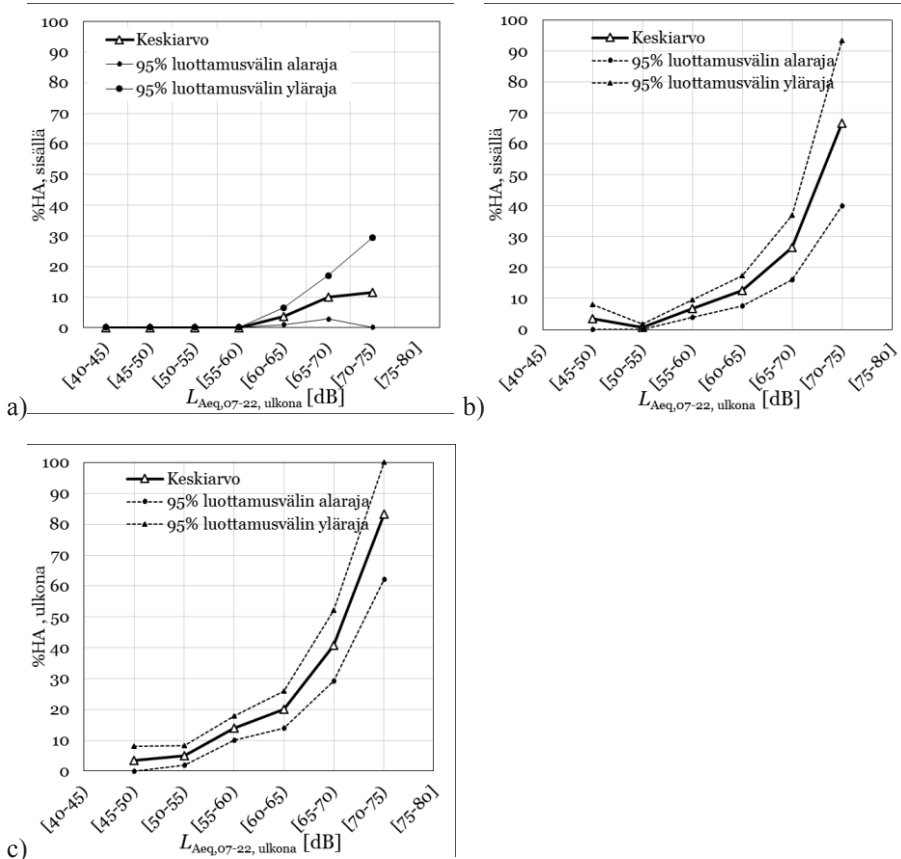
Vastausaste ei ollut toivotulla tasolla. Alhaista vastausastetta voi selittää se, että ääniympäristössä ei koettu olevan suuria ongelmia, mikä voisi laskea vastausintoa. Alle 30 % vastausasteet ovat asukaskyselyissä tavanomaisia etenkin, jos vastanneille ei tarjota palkkiota. Aineisto on kuitenkin jakautunut hyvin eri tie- ja talotyyppien suhteen. Lisäksi kuvan 2c annosvastesuhdekäyrä tieliikennemeluvyöhykkeillä ( $L_{Aeq}$ ) 45–65 dB, jossa N on riittävän suuri, on hyvin vertailukelpoinen EU:n määrittelemään annosvastesuhdekäyrään vastaavilla tieliikennemeluvyöhykkeillä ( $L_{den}$ ) /4/.

Taulukko 2. Vastaajien talotyyppien jakautuminen eri tietyypeillä.

Tietyyppi	Talotyyppi		
	Omakotitalo	Kerrostalo	Rivitalo/ paritalo
Kaupunkitie ( $v \leq 50$ km/h)	24,3 %	46,7 %	29,0 %
Keskinopea tie ( $v = 60-80$ km/h)	83,2 %	0,9 %	15,9 %
Moottoritie ( $v \geq 100$ km/h)	48,5 %	34,9 %	16,6 %



Kuva 1. Vastausten jakaumat Taulukon 1 kysymyksiin 1 (a, tieliikenteen äänten häiritsevyyys sisällä), 2 (b, tieliikenteen äänten häiritsevyyys sisällä) ja 3 (c, tieliikenteen äänten häiritsevyyys ulkona).



Kuva 2. Tieliikennemelun häiritsevyyden annosvastesuhde Taulukon 1 kysymyksiin 1 (a, tieliikenteen äänen häiritsevyyys sisällä, 5-portainen asteikko), 2 (b, tieliikenteen äänen häiritsevyyys sisällä, 11-portainen asteikko) ja 3 (c, tieliikenteen äänen häiritsevyyys ulkona, 11-portainen asteikko). %HA = melusta erittäin paljon häiriintyneiden osuus.

Tieliikennemelun kokee erittäin häiritseväksi ulkona vain 5 % väestöstä, kun tieliikenteen äänitaso pihamaalla alittaa päiväohjearvon 55 dB (Kuva 1c). Hyvin pieni osa väestöstä kokee tieliikennemelun sisätiloissa erittäin häiritsevänä, kun äänitaso ulkona alittaa päiväohjearvon 55 dB. Vastausasteikolla 1 (Kuva 1a) ja 2 (Kuva 1b) osuudet olivat 0 % ja 2 %. Vastausasteikolla oli ennakoitua suurempi vaikutus sisätiloissa koetun häiritsevyyden annosvastesuhteeseen äänitason ylittäessä päiväohjearvon 55 dB. 11-portaista numeerista vastausasteikkoa käytettäessä huomattavasti suurempi osa vastaajista koki tällöin melun erittäin häiritsevänä kuin viisiportaista verbaalista asteikkoa käytettäessä. Viisiportaisella asteikolla äärimmäisen vaihtoehdon ”Ääni häiritsee erittäin paljon” frekvenssi ei kasva johdonmukaisesti, kun äänitaso kasvaa: harvalla asteikolla äärimmäistä vastausta ehkä vältellään. Sen sijaan 11-portaisella vastausasteikolla vaihtoehtoja ”8” – ”10” valittiin selvästi enenevästi äänitason kasvaessa. Viisiportaisella asteikolla vain äärimmäinen vastausvaihtoehto ”Ääni häiritsee erittäin paljon” vaikuttaa %HA arvoon, kun taas 11-portaisella asteikolla kolme äärimmäistä vaihtoehtoa ”8–10” vaikuttavat %HA arvoon. Luotettavampi annosvastesuhde suurilla äänitasoilla saataneen 11-portaisella asteikolla. Havainto tulisi tarkistaa toisella tutkimuksella ennen häiritsevyyden mittaustapoja koskevien johtopäätösten tekemistä.

## JOHTOPÄÄTÖKSET

Tieliikennemelun häiritsevyyttä asuinympäristössä eri meluvyöhykkeillä (40–80 dB,  $L_{Aeq,07-22}$ ) tutkittiin annosvastesuhteen avulla. Näyttäisi siltä, että tieliikennemelua ei koeta sisätiloissa häiritsevänä, kun äänitaso ulkona alittaa ympäristöministeriön mukaisen enimmäisarvon 55 dB päiväaikaan. Käytetyllä vastausasteikolla oli suuri vaikutus määritettyyn annosvastesuhteeseen, kun äänitaso ulkona oli yli 55 dB. Näyttäisi siltä, että 11-portainen asteikko on luotettavampi kuin 5-portainen, koska asukkaat saattavat vältellä äärimmäisen vaihtoehdon antamista ja tämän vuoksi tietoa voidaan menettää etenkin, kun altistustasot ovat korkeita.

## KIITOKSET

Tutkimus tapahtuu ANOJANSI –projektissa, jota rahoittavat mm. Tekes, Turun ammattikorkeakoulu, Ympäristöministeriö, Sosiaali- ja terveysministeriö, Ympäristöpooli, Infra ry ja Suomen Tuulivoimayhdistys ry.

## LÄHDELUETTELO

1. Valtioneuvoston päätös 993/1992 melutason ohjearvoista, 29.10.1992, Helsinki.  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1992/19920993>
2. Liikonen L, Leppänen P, Altistuminen ympäristömelulle Suomessa – Tilannekatsaus 2005, Suomen ympäristö 809, ympäristöministeriö, Helsinki, 2005.
3. Pesonen K, Ympäristömelun vaikutuksista sekä vaikutusten arvioinnista ja hallinnasta. Ympäristöministeriön raportteja 4/2014.
4. European Communities, Position paper on Dose response relationships between transportation noise and annoyance. ISBN 92-894-3894-0, European Communities, 2002
5. Road traffic noise. Nordic prediction method. TemaNord 1996:525, Nordic Council of Ministers, Kööpenhamina, 1996.
6. Schultz, T.J. (1978). ”Synthesis of social surveys on noise annoyance”, J. Acoust. Soc. Am. 104(6), 3432-3445.
7. Hongisto V, Oliva D and Keränen J. Indoor noise annoyance due to 3-5 megawatt wind turbines – and exposure-response relationship. J. Acoust. Soc. Am. 2017 Oct;142(4):2185. doi: 10.1121/1.5006903.
8. Janssen, S.A., Vos, H., Eisses, A.R., Pedersen, E. (2011). “A comparison between exposure-response relationships for wind turbine annoyance and annoyance due to other noise sources,” J. Acoust. Soc. Am. 130(6), 3746-3753.
9. ISO/TS 15666 Acoustics – Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys. International Organization for Standardization, Genève, 2003