

# PARANEEKO TYÖTEHO TAI TYÖSKENTELYKOKEMUS VASTAMELUKUULOKKEILLA?

Jenni Radun<sup>1</sup>, Iida-Kaisa Tervahartiala<sup>1,2</sup>, Jukka Keränen<sup>1</sup>, Valtteri Hongisto<sup>1</sup>,  
Jukka Hyönä<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Turun ammattikorkeakoulu  
Lemminkäisenkatu 3  
20520 Turku  
Etunimi.sukunimi@turkuamk.fi

<sup>2</sup> Turun yliopisto  
Assistentinkatu 7  
20500 Turku  
hyona@utu.fi

## Tiivistelmä

Vastamelukuulokkeita käytetään avotoimistoissa henkilökohtaisena keinona häiritsevää ääntä vastaan. Toimistoissa yleisin häiritsevä ääni on puheääni. Tässä laboratoriokokeessa tarkastelimme vastamelukuulokkeiden erilaisten säätöjen vaikutuksia puhemelussa työskentelevään ihmiseen. 52 osallistujaa teki sarjamuistitehtävää puheen aikana. Kokeessa tarkasteltiin vaikutuksia puhemelun häiritsevyyteen sekä suoriutumisen tarkkuuteen. Puhe ei liittynyt tehtävään ja koostui selkokielisistä irrallisista lauseista (52 dB  $L_{Aeq}$ ). Kokeessa oli viisi äänitilannetta: 1. ilman kuulokkeita, 2. kuulokkeiden kanssa, 3. kuulokkeet vastamelutoiminnolla, 4. kuulokkeet peiteäänellä, sekä 5. kuulokkeet vastamelutoiminnolla ja peiteäänellä. Peiteääni oli kuulokkeista soitetua laaja-kaistakohinaa (51 dB  $L_{Aeq}$ ). Vastamelukuulokkeet olivat suljettua mallia. Peiteääni pudotti puheensirtoindeksiä huomattavasti. Puheääni koettiin äänitilanteessa 5 vähemmän häiritseväksi kuin äänitilanteessa 1. Äänitilanteet eivät vaikuttaneet sarjamuistisuoriutumiseen. Toimistoissa työskennellessä kuulokkeet peiteäänien ja vastamelutoiminnon kanssa saattavat parantaa työskentelykokeesta vähentämällä puheäänien häiritsevyyttä.

## 1 JOHDANTO

Melu ja puheyksityisyyden puute ovat yleisimpiä häiriötekijöitä avotoimistoissa [1,2]. Yleisin häiritsevä melu toimistoissa on puhe. Puheessa työskentely voi heikentää suoriutumista [3,4] ja nostaa stressihormonitasoja [5]. Vastamelukuulokkeita käytetään enenevässä määrin avotoimistoissa henkilökohtaisina meluntorjuntavälineinä. Vastamelukuulokkeiden vaikutuksista melun häiritsevyyteen tai työtehokkuuteen on hyvin vähän tietoa. Tässä tutkimuksessa tavoitteena on vertailla kuulokeasetusten vaikutuksia puheen aikana työskentelevään ihmiseen.

## 2 MENETELMÄT

Laboratoriokokeessa kaikki osallistujat osallistuivat kaikkiin tilanteisiin tehtäviin liittymättömän puheen ollessa taustalla. Riippumaton muuttuja oli tilanne (5 tasoa) ja riippuvat muuttujat olivat suoriutuminen sarjajamustehtävissä sekä puheen häiritsevyys. Yksilöllisiä eroja mitattiin meluherkkyydellä.

Osallistujien määrä oli 55, joista kolme osallistujaa poistettiin, jolloin lopullinen koehenkilöiden määrä oli 52 (ikä keskiarvo: 23.7 vuotta, 29 naista). Turun ammattikorkeakoulun eettinen toimikunta hyväksyi tutkimuksen (lausunto 1/2020).

Tutkimus toteutettiin Turun ammattikorkeakoulun psykofysiikkalaboratoriossa. Koehuone on 13 m<sup>2</sup> kokoinen ja taustamelutaso on 16 dB  $L_{Aeq}$ . Tehtävään liittymätön puhe koostui toisistaan irrallisista kokonaisista lauseista, jotka esitettiin äänitasolla 52 dB  $L_{Aeq}$  kahdesta kaiuttimesta, jotka olivat tutkittavan selän takana. Puheen spektri oli standardoidun puheen spektrin mukainen [6]. Lauseiden lisäksi koehuoneissa oli 33 dB  $L_{Aeq}$  taustääni neljästä katossa sijaitsevasta, huomaamattomasta kaiuttimesta. Ääni muistutti ilmanvaihdon ääntä.

Kuulokkeet olivat kokeen teon aikana markkinoilla olevat suljetut, aktiivisella melunvaimennustoiminnolla varustetut kuulokkeet. Kuulokkeista soitettava peiteääni oli äänitasolla of 51 dB  $L_{Aeq}$ . Sekä peiteäänien että huoneen taustäänen spektrit olivat monissa kaupallisissa peiteäänisysteemeissä olevien spektrien mukaiset (5 dB alennus per oktaavi välillä 250–8000 Hz).

Osallistujien kokemat tilanteet mitattiin osallistujien istumapaikalle asetetulla keinopäällä keinopään korvakäytävien sisältä, koska tilanteissa 2–5 käytettiin kuulokkeita. Tilanteiden kuvaus ja akustiset olosuhteet on esitetty Taulukossa 1.

**Taulukko 1.** Tilanteiden kuvaus ja mitatut akustiset olosuhteet. STI on puheensiirtoindeksi.  $L_{Aeq}$  on A-painotettu ekvivalentti äänenpainetaso.

Tilanne	Kuvaus	STI	Taustääni	Puhe	Yhteensä
			$L_{Aeq}$ [dB]	$L_{Aeq}$ [dB]	$L_{Aeq}$ [dB]
1. Ei kuulokkeita	Ei kuulokkeita, ei vastamelua, ei peiteääntä	0.79	33	52	52
2. Kuulokkeet	Kuulokkeet, ei vastamelua, ei peiteääntä	0.59	23	42	42
3. Kuulokkeet ja vastamelu	Kuulokkeet, vastamelu, ei peiteääntä	0.48	28	36	36
4. Kuulokkeet ja peiteääni	Kuulokkeet, ei vastamelua, peiteääni	0.03	51	41	51
5. Kuulokkeet, vastamelu ja peiteääni	Kuulokkeet, vastamelu ja peiteääni	0.00	51	36	51

**Sarjajamustin tarkkuus.** Numerot 1-9 esitettiin satunnaistetussa järjestyksessä yksitellen näytöltä. 10 sekuntia viimeisen numeron esityksen jälkeen järjestys piti palauttaa vastausruutuun. 11 sarjaa esitettiin joka tilanteessa. Ensimmäistä sarjaa ei analysoitu. Tarkkuus oli oikein muistettujen numeroiden määrä.

**Puheen häiritsevyys.** Jokaisen tehtävän jälkeen osallistujat arvioivat kuinka paljon puheääni häiritsee, ärsyttää tai vaivaa heitä asteikolla 0) Ei lainkaan – 10) Erittäin paljon.

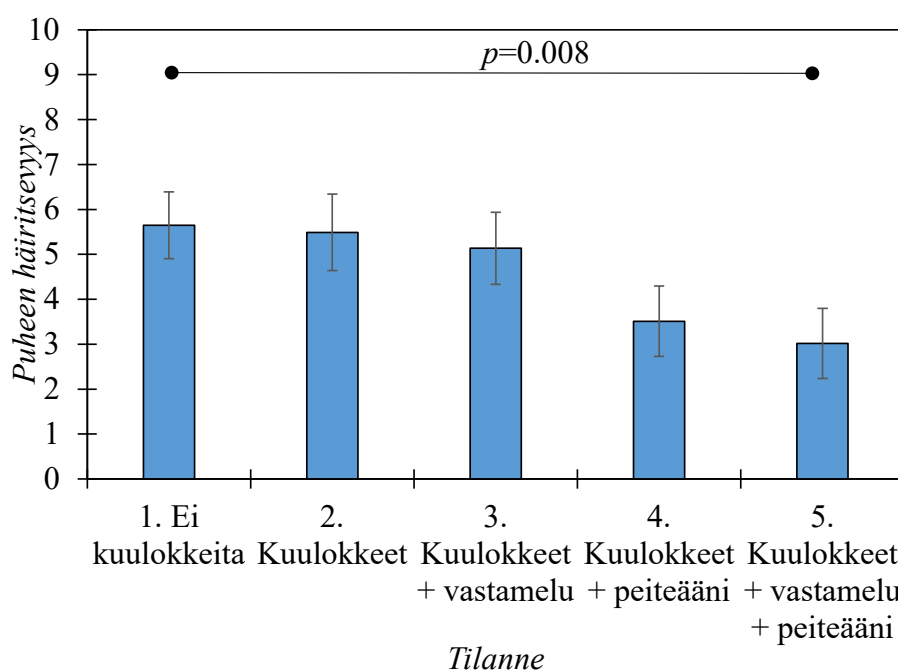
**Meluherkkyyshyönteet.** Weinsteinin 21 kysymyksen meluherkkyyshyönteetä käytettiin meluherkkyyden määrittämiseen [7]. Tämän pistemäärän mukaan osallistujat jaettiin kolmeen ryhmään: Ryhmä 1. Melulle epäherkät (pistemäärä  $\leq 73$ ) (N=17), Ryhmä 2. Keskimääräinen meluherkkyyden (pistemäärä 74–77) (N=14) Ryhmä 3. Meluherkät (pistemäärä  $\geq 78$ ) (N=21).

Koe alkoi suostumuksen allekirjoittamisella, jota seurasi lyhyt kysely sekä kuulotestit (n. 25 min). Tämän jälkeen harjoiteltiin kaikkia tehtäviä (n. 20 min). Viisi koetilannetta esitettiin jokaiselle osallistujalle satunnaistetussa järjestyksessä. Näiden koetilanteiden aikana koehenkilöt tekivät erilaisia työmuistia kuormittavia tehtäviä, joista tässä keskitytään sarjamuistitehtävään. Yksittäinen koetilanne kesti keskimäärin 13 minuuttia. Koetilanteiden aikana kaiuttimista esitettiin puheääntä. Puheäänien häiritsevyyttä kysyttiin jokaisen tehtävän jälkeen. Kokonaisuudessaan koe kesti keskimäärin 2 tuntia ja 18 minuuttia.

Tilanteiden vaikutusta suoriutumiseen ja kokemukseen verrattiin toistomittausvarianssi-analyysillä. Meluherkkyyssryhmä oli kovariaattina. Jos tilanteen päävaikutus oli merkitsevä ( $p < 0,05$ ), tilanteita 2–5 verrattiin tilanteeseen 1 kontrasteilla. Jos tilanteen ja meluherkkyyssryhmän välillä oli merkitsevä interaktio ( $p < 0,05$ ), meluherkkyyssryhmiä tarkasteltiin lisäksi erikseen.

### 3 TULOKSET

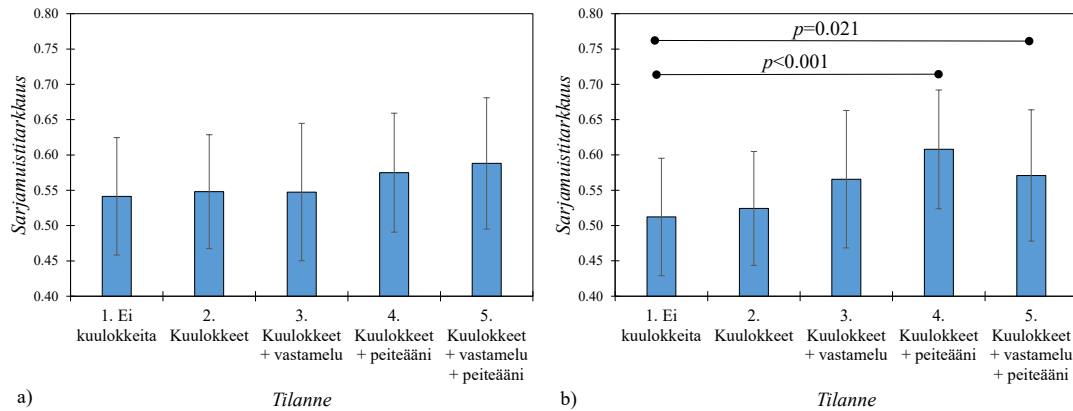
*Puheen häiritsevyys riippui tilanteesta* ( $F(3, 160)=4.2, p=0.006, \eta_p^2=0.077$ ) (Kuva 1). Puhe oli vähemmän häiritsevää tilanteessa 5 kuin tilanteessa 1 ( $F(1, 50)=7.6, p=0.008, \eta_p^2=0.132$ ). *Meluherkkyyssryhmät* eivät arvioineet puheen häiritsevyyttä eri tavoin ( $F(1, 50)=1.4, p=0.251, \eta_p^2=0.026$ ), eikä tilanteella ja meluherkkyyssryhmällä ollut interaktiota ( $F(3, 160)=0.3, p=0.835, \eta_p^2=0.006$ ).



**Kuva 1.** Puheäänien häiritsevyyden keskiarvo ja 95 % luottamusväli eri tilanteissa kaikkien tutkittavien osalta (N=52). Vain tilanne 5 eroaa merkitsevästi tilanteesta 1.

Tilanteet eivät vaikuttaneet sarjamuistin tarkkuuteen ( $F(4, 200)=1.8, p=0.137, \eta_p^2=0.034$ ) (Kuva 2a), eivätkä meluherkkyyssryhmät eronneet toisistaan suoriutumisessa ( $F(1, 50)=0.3, p=0.612, \eta_p^2=0.005$ ). Meluherkkyyssryhmällä ja tilanteella oli kuitenkin interaktio ( $F(4, 200)=2.4, p=0.048, \eta_p^2=0.046$ ), joten meluherkkyyssryhmiä tarkasteltiin lähemmin erikseen.

Tilanne vaikutti merkitsevästi suoriutumiseen meluherkkyysryhmällä 3, eli kaikkein meluherkimmillä ( $F(4, 80)=4.9, p=0.001, \eta_p^2=0.196$ ) (Kuva 2b). Meluherkkyysryhmällä 3 tilanteet 4 ( $F(1, 20)=19.6, p<0.001, \eta_p^2=0.495$ ) ja 5 ( $F(1, 20)=6.3, p=0.021, \eta_p^2=0.240$ ) erosivat tilanteesta 1. Tilanne ei vaikuttanut sarjajamustitarkkuuteen muilla meluherkkyysryhmillä (Ryhmä 2:  $F(4, 52)=0.7, p=0.568, \eta_p^2=0.054$ ; Ryhmä 1:  $F(4, 64)=0.8, p=0.512, \eta_p^2=0.049$ ).



**Kuva 2.** Sarjajamustitarkkuuden keskiarvo ja 95 % luottamusväli eri tilanteissa. a) Kaikki tutkittavat (N=52). b) Pelkästään meluherkät tutkittavat (meluherkkyysryhmä 3, 21 henkilöä).

## 4 POHDINTA

Puheen aikana työskennellessä vastamelukuulokkeet vähentävät puheen häiritsevyyden kokemusta tilanteessa, jossa sekä vastamelutoiminto että peiteääni kuulokkeista ovat käytössä. Suoriutumista tilanne ei keskimäärin parantanut mutta tarkasteltaessa pelkästään meluherkkien ryhmää voitiin vaikutus havaita. Aiemmin vastamelutoiminnon on havaittu parantavan kokemusta [8], mutta tulostemme mukaan näin on vain, jos myös peiteääni on päällä. Kuulokkeista soitetun peiteäänien on todettu parantavan suoriutumista [9]. Tuloksemme tukee tätä, mutta vain meluherkkien osalta. Vastamelukuulokkeita voidaan siis suositella henkilökohtaiseen puhemelumun torjuntaan peiteäänien kanssa, jos kokee olevansa meluherkkä ja saavansa niistä hyötyä. Ensimmäisenä keinona tulee kuitenkin olla toimistojen suunnittelun siten, että niissä ei joudu tekemään jatkuvaa keskittymistä vaativaa työtä puhemelumun aikana.

## KIITOKSET

Tutkimus on osa Suomen Akatemian rahoittamaa ActiveWorkSpace - Ympäristötyytyväisyys monitilatoimistossa –projektia.

## VIITTEET

[1]Kaarlela-Tuomaala A, Helenius R, Keskinen E, Hongisto V. Effects of acoustic environment on work in private office rooms and open-plan offices - Longitudinal study during relocation. *Ergonomics* 2009; 52:1423–1444.

[2]Kim J, de Dear R. Workspace satisfaction: The privacy-communication trade-off in open-plan offices. *J Environ Psychol* 2013; 36:18–26.

- [3]Haapakangas A, Hongisto V, Liebl A. The Relation between the Intelligibility of Speech and Cognitive Performance - A Revised Model. *Indoor Air* 2020;1–17.
- [4]Szalma JL, Hancock PA. Noise effects on human performance: A meta-analytic synthesis. *Psychol Bull* 2011; 137:682–707.
- [5]Radun J, Maula H, Rajala V, Scheinin M, Hongisto V. Speech is special. The stress effects of speech, noise, and silence during tasks requiring concentration. *Indoor Air* 2021; 31:264–274.
- [6]ISO. ISO 3382-3, Acoustics -- Measurement of Room Acoustic Parameters -- Part 3: Open Plan Offices. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization; 2012.
- [7]Weinstein ND. Individual differences in reactions to noise: A longitudinal study in a college dormitory. *J Appl Psychol* 1978; 63:458–466.
- [8]Müller B, Liebl A, Martin N. Influence of Active-Noise-Cancelling Headphones on Cognitive Performance and Employee Satisfaction in Open Space Offices. *Proceedings of the 23rd International Congress on Acoustics*. Aachen, Germany: 2019:2468–2474.
- [9]Jahncke H, Björkeholm P, Marsh JE, Odelius J, Sörqvist P. Office noise: Can headphones and masking sound attenuate distraction by background speech? *Work* 2016; 55:505–513.