

**Voidaanko toimistokopeilla vähentää taustapuheen
negatiivisia vaikutuksia työntekijöiden subjektiivisiin
kokemuksiin ja kognitiiviseen suoriutumiseen?**

Psykologian
pro gradu -tutkielma

Elisa Rantanen

18.4.2025

Turku

Pro gradu -tutkielma

Oppiaine: Psykologia

Tekijä: Elisa Rantanen

Otsikko: Voidaanko toimistokopeilla vähentää taustapuheen negatiivisia vaikutuksia työntekijöiden subjektiivisiin kokemuksiin ja kognitiiviseen suoriutumiseen?

Ohjaajat: psykologian tohtori Jenni Radun ja psykologian professori Johanna Kaakinen

Sivumäärä: 48 sivua

Päivämäärä: 18.4.2025

Taustapuhe on useiden tutkimusten mukaan häiritsevintä toimistoissa kuultavaa melua. Taustapuhe aiheuttaa työntekijöille muun muassa keskittymisvaikeuksia ja kognitiivisen suoriutumisen heikentymistä. Toimistoissa voidaan hyödyntää äänieristystä tarjoavia toimistokoppeja, jotka mahdollistavat keskustelua vaativien työtehtävien hoitamisen lähellä muita työpisteitä ja tarjoavat hiljaisemman tilan keskittymistä vaativiin tehtäviin. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, voidaanko toimistokopeilla vähentää taustapuheen negatiivisia vaikutuksia työntekijöiden kognitiiviseen suoriutumiseen ja subjektiivisiin kokemuksiin keskittymistä vaativien työtehtävien aikana, kun puhe kuuluu toimistokopin sisältä. Lisäksi tarkoituksena on selvittää, vaikuttaako toimistokopin äänieristys työntekijöiden luovuuteen.

Psykologiseen kokeeseen osallistui 42 henkilöä, jotka suorittivat tehtäviä ja vastasivat kyselyihin kahdessa äänitilanteessa. Äänitilanteet olivat puhe, joka kuului ilman toimistokoppia sekä puhe, joka kuului toimistokopin sisältä. Kokeessa ei ollut oikeaa toimistokoppia, vaan äänitilanteet olivat simuloituja. Riippuvia muuttujia kokeessa olivat kognitiiviset tehtävät (visuaalinen sarjamuisti, 3-back ja luovuustehtävä) ja subjektiiviset kokemukset, johon sisältyivät puheen häiritsevyys, kuormitus, keskittymisen heikentyminen, suoriutumisen heikentyminen, ääniympäristön miellyttävyys, työskentelyn tehokkuus, motivaation puute, energian puute sekä vireys. Riippumaton muuttuja oli äänitilanne. Äänitilanteen lisäksi esitysjärjestyksen vaikutus otettiin huomioon sarjamuisti- ja luovuustehtävässä.

Verrattuna puhetilanteeseen, toimistokoppi vähensi taustapuheen negatiivisia vaikutuksia lähes kaikkiin subjektiivisiin kokemuksiin. Ainoastaan vireys ja energian puute eivät eronneet äänitilanteiden välillä. Suoriutumistulokset olivat vaihtelevia. Visuaalisen sarjamuistitehtävän tarkkuudessa suoriuduttiin paremmin, mutta luovuustehtävän ideoiden omaperäisyydessä heikommin toimistokoppitilanteessa kuin puhetilanteessa. Toimistokopilla ei ollut vaikutusta 3-back tehtävään. Lisäksi äänitilanteella ja esitysjärjestyksellä havaittiin yhdysvaikutuksia. Kun puhe esitettiin ensin, visuaalisen sarjamuistitehtävän tarkkuus oli parempaa, mutta luovuustehtävän omaperäisyys heikompaa toimistokopissa verrattuna puheeseen. Kun toimistokoppitilanne esitettiin ensimmäiseksi, suoriutumisessa ei ollut eroa. Tutkimuksen perusteella toimistokopilla voidaan vähentää taustapuheen negatiivisia vaikutuksia työntekijöiden subjektiivisiin kokemuksiin ja verbaaliseen lyhykestoiseen muistiin. Päinvastaisesti toimistokoppi näytti heikentävän luovuutta, joten tutkimuksen perusteella toimistokopista ei ole hyötyä työntekijöiden luovuudelle.

Avainsanat: taustapuhe, toimistomelu, toimistokoppi, kognitiivinen suoriutuminen, luovuus

Sisällysluettelo

1	Johdanto	1
1.1	Melu ja avotoimistot	1
1.2	Melu ja sen mittaaminen	2
1.3	Melun ja taustapuheen subjektiiviset vaikutukset toimistoissa	3
1.4	Taustapuheen vaikutus kognitiiviseen suoriutumiseen	4
1.4.1	Miksi taustapuhe heikentää kognitiivista suoriutumista?	6
1.4.2	Melun vaikutus luovuuteen	7
1.5	Taustapuheen vähentäminen toimistoissa	9
1.5.1	Huoneakustinen suunnittelu	9
1.5.2	Toimistokopit ja monitilatoimistot	10
1.6	Tutkimuskysymykset ja hypoteesit	11
2	Menetelmät	13
2.1	Osallistujat	13
2.2	Koeasetelma	13
2.3	Äänitilanteet	13
2.4	Subjektiiviset kyselyt	15
2.5	Kognitiiviset tehtävät	16
2.5.1	Visuaalinen sarjamuisti	16
2.5.2	N-Back	17
2.5.3	Luovuustehtävä	18
2.6	Kokeen kulku	19
2.7	Aineiston analysointi	21
3	Tulokset	22
3.1	Subjektiiviset kokemukset	22
3.1.1	Puhe- ja taustaäänien häiritsevyys sekä kuormitus	23
3.1.2	Yleiset arviot ääniympäristöstä	23
3.1.3	Väsymys	24
3.2	Kognitiivinen suoriutuminen	24
3.2.1	Visuaalinen sarjamuisti	25
3.2.2	3-back	26
3.2.3	Luovuustehtävä	26

4	Pohdinta	28
4.1	Toimistokopin vaikutus subjektiivisiin kokemuksiin	28
4.2	Toimistokopin vaikutus kognitiiviseen suoriutumiseen	29
4.2.1	Toimistokopin vaikutus luovuuteen	30
4.3	Tutkimuksen rajoitteet	31
4.4	Tutkimuksen vahvuudet	33
4.5	Yhteenveto	34
	Kiitokset	35
	Lähteet	36

1 Johdanto

Äskettäin julkaistun maailmanlaajuisen kyselytutkimuksen mukaan lähes 28 prosenttia työntekijöistä on tyytymättömiä toimistonsa melutasoihin (Radun & Hongisto, 2023). Erityisesti avotoimistoissa melua pidetään huomattavana ongelmana (Pejtersen ym., 2006; Pierrette ym., 2015). Useiden tutkimusten mukaan puhe on häiritsevin melunlähde toimistoissa (Haapakangas, Helenius, ym., 2008; Kaarlela-Tuomaala ym., 2009; Schlittmeier & Liebl, 2015). Puhe aiheuttaa työntekijöille keskittymisvaikeuksia (Di Blasio ym., 2019) ja heikentää kognitiivista suoriutumista (Jahnke ym., 2013; Schlittmeier ym., 2008; Szalma & Hancock, 2011). Taustapuheen aiheuttama suoriutumisen heikentyminen ei niinkään aiheudu puheen tasosta vaan sen erotettavuudesta (Haapakangas ym., 2020; Haka ym., 2009; Schlittmeier ym., 2008). Yksi keino puheen erotettavuuden alentamiseen toimistoissa ovat äänieristystä tarjoavat toimistokopit. Toimistokopit ovat lisääntyneet erityisesti monitilatoimistoissa, joissa työntekijät vaihtelevat työpistettään työtehtävien vaatimusten mukaisesti (Hongisto & Keränen, 2020). Toimistokoppien äänierityksen vaikutuksista työntekijöiden kokemuksiin tai työsuoriutumiseen ei kuitenkaan tiettävästi ole tutkimustietoa. Tämän Pro Gradu -tutkielman tarkoituksena on selvittää, voidaanko työntekijöitä häiritsevän taustapuheen aiheuttamia negatiivisia vaikutuksia kognitiiviseen suoriutumiseen ja subjektiivisiin kokemuksiin vähentää, kun puhetta eristetään toimistokopin avulla.

1.1 Melu ja avotoimistot

Avotoimistot ovat lisääntyneet viime vuosikymmenten aikana, mikä on johtanut monien toimistotyötä tekevien työympäristöjen muuttumiseen (James ym., 2021). Tyypillisesti avotoimistoissa ei ole kattoon ylettyviä seiniä (Navai & Veitch, 2003), vaan työntekijät työskentelevät samassa tilassa, jossa työskentelypisteet erotetaan esimerkiksi sermeillä (Danielsson & Bodin, 2008). Jo 60- ja 70-luvuilla avotoimistojen on kuitenkin havaittu aiheuttavan haittoja liittyen meluun ja yksityisyyden puutteeseen (Brookes & Kaplan, 1972). Avotoimistojen suosion kasvun myötä nämä ongelmat ovat yhä ajankohtaisia (James ym., 2021). Useiden tutkimusten mukaan melu on yksi häiritsevimmistä sisäympäristötekijöistä avotoimistoissa (Danielsson & Bodin, 2008; Haapakangas, Helenius, ym., 2008; Pejtersen ym., 2006). Tyypillisiä melun lähteitä toimistoissa ovat esimerkiksi työntekijöiden väliset keskustelut, puhelinkeskustelut, soivat puhelimet, ilmastointi sekä tietokoneiden ja

toimistolaitteiden aiheuttamat äänet (Banbury & Berry, 2005). Häiritsevin melun lähde on kuitenkin taustapuhe (Haapakangas, Helenius ym., 2008; Kaarlela-Tuomaala ym., 2009).

Kokemus siitä, että meluun pystyy vaikuttamaan, vähentää sen häiritsevyyttä (Oseland & Hodsman, 2018), mutta avotoimistoissa melusta pois siirtymisen mahdollisuudet voivat olla rajallisia. Yhden tutkimuksen mukaan avotoimistotyöntekijöistä yli puolet (53.7 %) koki toimistomelun vaikuttavan negatiivisesti heidän hyvinvointiinsa ja lähes kaksi kolmasosaa (64.8 %) oli tyytymättömiä mahdollisuuksiin vaikuttaa melu- ja äänitasoihin toimistossa (Borsos ym., 2021). Avotoimistoissa työntekijät joutuvatkin käyttämään erilaisia keinoja selviytyäkseen melussa työpäivän aikana, kuten pitämään taukoja, työskentelemään yliaikaa tai tekemään etätöitä (Haapakangas, Helenius ym., 2008). Melun häiritessä työntekijät tinkivät työn laadusta (Haapakangas, Helenius ym., 2008) ponnistelevat enemmän (Appel-Meuelbroek ym., 2021) tai siirtyvät pois päin melun lähteestä (Oseland & Hodsman, 2018). Laboratorio-olosuhteissa avotoimistomelun on havaittu aiheuttavan myös fysiologista stressiä (Evans & Johnson, 2000). Lisäksi itsearvioitu toistuva altistuminen häiritsevälle melulle työpaikalla on yhteydessä suurempaan pitkän sairauspoissaolon riskiin toimistotyöntekijöiden keskuudessa (Clausen ym., 2013), ja jaetuissa toimistoissa sekä avotoimistoissa työntekijät raportoivat enemmän sairauspoissaoloja kuin yksityisissä toimistohuoneissa työskentelevät (Pejtersen ym., 2011). Melulla voi siis olla useita haittavaikutuksia työntekijöiden hyvinvointiin.

1.2 Melu ja sen mittaaminen

Melu voidaan määritellä ei toivotuksi ja/tai haitalliseksi ääneksi (International Commission on Biological Effects of noise, ICBEN). Se, kokeeko ihminen äänen ei toivotuksi, on subjektiivista (Oseland & Hodsman, 2018). Toisin sanoen ääni tai sen voimakkuus ei välttämättä tee äänestä melua, vaan kuulijan havainto siitä, missä määrin hän kokee sen meluksi (Roelofsen, 2008). Myös toivottu ääni voidaan määritellä meluksi, jos se on haitallista esimerkiksi kuulolle tai terveydelle (Fink, 2019). Melulla voi siis olla vakaviakin haittavaikutuksia sen häiritsevyydestä huolimatta.

Äänen objektiivisesti mitattavia ominaisuuksia ovat sen voimakkuus, kesto, voimakkuuden vaihtelu sekä äänen taajuus (Szalma & Hancock, 2011). Äänen voimakkuuden määrittämiseen käytetään äänenpainetasoa (*sound pressure level, SPL*) (Oseland & Hodsman, 2018), joka mitataan desibeleinä (dB). Lisäksi ihmisen korva ei ole yhtä herkkä kaikille taajuuksille,

jolloin äänet samalla fysikaalisella voimakkuudella, mutta eri taajuudella eivät kuulosta yhtä voimakkailta (Navai & Veitch, 2003). Siksi erilaisia äänen taajuuspainotusverkkoja (*weighting network*) voidaan käyttää simuloimaan ihmisen korvan toimintaa (Smith & Jones, 1992). A-taajuuspainotettu äänenpainetaso antaa suuremman painoarvon niille taajuuksille, jotka vaikuttavat enemmän ihmisiin, minkä takia sitä käytetään melun mittaamiseen. Äänenpainetaso kuvataan usein ekvivalenttina keskiäänitasona ($L_{A,eq}$), joka laskee keskimääräisen äänenvoimakkuuden tietyn ajanjakson aikana.

Tutkittaessa puhemelua, äänen voimakkuus ei yleensä riitä puheen vaikutusten tutkimiseen, vaan olennaista on puheen erotettavuus (Schlittmeier ym., 2008). Subjektiiivista puheen erotettavuutta voidaan mitata testeillä, joissa oikein kuultujen tavujen, sanojen tai lauseiden osuus puheesta kuvaa puheen erotettavuutta (Weismer, 2008). Objektiiivisesti puheen erotettavuutta arvioidaan usein puheensiirtoindeksillä (*speech transmission index, STI*). Puheensiirtoindeksin arvot vaihtelevat välillä 0–1, jossa 0 tarkoittaa, että puheesta ei saa ollenkaan selvää, ja 1 tarkoittaa täydellistä puheen selvyyttä. On havaittu, että puheensiirtoindeksin arvojen kasvaessa subjektiivinen häiriintyminen lisääntyy (Haka ym., 2009) ja kognitiivinen suoriutuminen heikentyy (Haapakangas ym., 2020; Liebl & Jachnke, 2017; Schlittmeier ym. 2008).

1.3 Melun ja taustapuheen subjektiiviset vaikutukset toimistoissa

Melu on yhdistetty useisiin työntekijöiden kokemuksiin subjektiivisiin oireisiin. Avotoimistoissa työntekijät raportoivat muun muassa keskittymisvaikeuksia (Banbury & Berry, 2005; Haapakangas, Helenius ym., 2008; Pejtersen ym., 2006), väsymystä (Haapakangas, Helenius ym., 2008; Pejtersen ym., 2006), uupumusta (Haapakangas, Helenius ym., 2008) ja ärtyneisyyttä (Banbury & Berry, 2005; Haapakangas, Helenius ym., 2008). Haapakangas, Helenius ja kumppanit (2008) havaitsivat, että työntekijät yhdistivät nämä oireet toimistomeluun useammin avotoimistoissa kuin yksityisissä työhuoneissa. Toimistomelulle altistuminen voi myös johtaa itsearvioitun tuottavuuden heikentymiseen (Mak & Lui, 2012) sekä heikompaan motivaatioon (Evans & Johnson, 2000; Jahncke ym., 2011) ja työtyytyväisyyteen (Sundstrom ym., 1994). Lisäksi on havaittu, että arvioitu melutaso työpaikalla välittää toimistotyypin ja työntekijöiden subjektiivisen hyvinvoinnin välistä yhteyttä, toisin sanoen työntekijät arvioivat hyvinvointinsa negatiivisemmaksi ja melun häiritsevämmäksi avotoimistoissa kuin muissa toimistotyypeissä (Otterbring ym., 2021).

Di Blasio kollegoineen (2019) tutkivat taustapuheen vaikutuksia avotoimistoissa sekä jaetuissa työhuoneissa. He havaitsivat puheen aiheuttavan useita samankaltaisia oireita kuin muissa, melua yleisesti tarkastelleissa tutkimuksissa. Avotoimistossa 69 prosenttia koki keskittymisvaikeuden olevan keskeisin taustapuheen aiheuttama oire. Taustapuhe aiheutti lisäksi stressiä, motivaation ja tuottavuuden heikentymistä sekä negatiivisia tunteita, kuten tyytymättömyyttä, mutta myös negatiivisia tunteita kollegoita kohtaan. Työntekijät raportoivat myös fyysisiä oireita, kuten väsymystä, kuormitusta ja päänsärkyä. Lisäksi taustapuheen koettiin aiheuttavan näitä oireita enemmän avotoimistoissa kuin jaetuissa työhuoneissa.

Taustapuheen subjektiivisia vaikutuksia on tutkittu tarkemmin laboratoriotutkimuksissa osallistujien tehdessä keskittymistä vaativia tehtäviä. Näissä tutkimuksissa on havaittu, että taustapuhe aiheuttaa lisääntyntä kuormitusta verrattuna hiljaisuuteen (Haapakangas ym., 2011; Radun, Maula ym., 2024). Lisäksi puheen parempi erotettavuus lisää puheen subjektiivista häiritsevyyttä (Haka ym., 2009; Schlittmeier ym., 2008; Venetjoki ym., 2006) ja heikentää akustista tyytyväisyyttä (Veitch ym., 2002). Haapakankaan, Hakan ja kollegoiden (2008) tutkimuksessa parempi puheen erotettavuus vähensi koettua työskentelyn tehokkuutta ja ääniympäristön miellyttävyyttä, minkä lisäksi erotettavaan puheeseen oli vaikeampi tottua. Laboratoriotutkimuksissa on myös havaittu, että melun haittavaikutukset näkyvät yleensä herkemmin subjektiivisissa arvioissa kuin kognitiivista suoriutumista mittaavissa tehtävissä (Haapakangas ym., 2011; Haka ym., 2009). Yksi selitysmalli tälle on, että subjektiivinen havainto häiritsevistä melusta saa yksilön ponnistelemaan enemmän tehtävän tekemisessä. Tämä johtaa pienempiin eroihin kognitiivisissa tehtävissä, mutta lisää vaikutusta subjektiivisiin arvioihin ääniympäristön häiritsevyydestä (Schlittmeier ym., 2008).

1.4 Taustapuheen vaikutus kognitiiviseen suoriutumiseen

Taustapuhe häiritsee useita kognitiivisia prosesseja, joita toimistotyöntekijät tarvitsevat päivittäisissä työtehtävissään. Oikeissa toimistoissa taustapuheen vaikutuksia kognitiiviseen suoriutumiseen on vaikea tutkia objektiivisesti (Venetjoki ym., 2006), mutta useissa laboratoriotutkimuksissa on tutkittu puheen suoriutumisvaikutuksia (Jahncke ym., 2013; Radun, Maula ym., 2024; Schlittmeier ym., 2008; Venetjoki ym., 2006). Szalman ja Hancockin (2011) meta-analyysin mukaan taustapuhe heikentää kognitiivista suoriutumista enemmän kuin muut äänet. Erityisesti lyhytkestoisen muistin ja työmuistin toiminta häiriintyy

puheesta (Haapakangas ym., 2014; Szalma & Hancock, 2011). Lisäksi puhe heikentää suoriutumista enemmän, kun työmuistin kuormitus on suurempi (Haapakangas ym., 2014), jolloin erityisesti vaativien työtehtävien tekeminen häiriintyy. Myös monimutkaiset kielellistä prosessointia vaativat tehtävät, kuten luetun ymmärtäminen (Sörqvist ym., 2010), kirjoittaminen (Sörqvist ym., 2012) ja oikolukeminen (Venetjoki ym., 2006) häiriintyvät puheen vaikutuksesta.

Taustapuhe heikentää suoriutumista, vaikka se ei liity käsillä olevaan tehtävään, vaan on täysin epäolennaista tehtävän kannalta. Verbaalinen sarjamuistitehtävä on tyypillinen tehtävä tutkittaessa puheen kognitiivisia vaikutuksia, toisin sanoen epäolennaisen äänen vaikutusta (*irrelevant sound effect*) (Tremblay ym., 2000). Tehtävässä koehenkilölle esitetään visuaalisesti sarja useimmiten kirjaimia tai numeroita, joiden järjestys tulee muistaa. Puheen on osoitettu heikentävän suoriutumista tässä lyhytkestoista muistia vaativassa tehtävässä, vaikka koehenkilöitä ohjeistetaan olla välittämättä puheesta (Baddeley & Salame, 1982; Ellermeier & Hellbrück, 1998; Ellermeier & Zimmer, 1997; Tremblay ym., 2000). Sarjamuistitehtävä on herkkä erityisesti puheen vaikutukselle, sillä tasainen melu samalla äänenvoimakkuudella kuin puhe ei vaikuta suoriutumiseen (Ellermeier & Zimmer, 1997).

Taustapuheen aiheuttama suoriutumisen heikentyminen lyhytkestoisessa muistissa ei liity puheen äänenpainetasoon (Ellermeier & Hellbrück, 1998), vaan erityisesti sen erotettavuuteen (Haapakangas ym., 2020). Puheen erotettavuus ei välttämättä tarkoita, että kuulija ymmärtää puheen sisällön, jolloin esimerkiksi myös puheääntä muistuttavat äänet tai vieraan kielen kuuleminen voivat heikentää suoriutumista (Jones ym., 1990; LeCompte, 1994; Tremblay ym., 2000). Haapakangan ja kumppanien (2020) systemaattisen katsauksen mukaan kognitiivinen suoriutuminen alkaa heikentyä suunnilleen, kun puheensiirtoindeksi on yli 0.21, ja suoriutumisen heikentyminen on suurinta, kun puheensiirtoindeksi on 0.44. Tästä suuremmilla arvoilla suoriutumisen heikentyminen pysyy suunnilleen samalla tasolla (Haapakangas ym., 2020).

Puheen erotettavuuden vaikutus suoriutumiseen riippuu myös tehtävätyypistä ja sen vaatimuksista (Jahncke ym., 2013). Esimerkiksi suoriutuminen monimutkaisempia kognitiivisia prosesseja vaativissa tehtävissä, jotka vaativat semanttista prosessointia ja pitkäkestoista muistia, ei riipu puheen erotettavuudesta (Jahncke ym., 2013; Haapakangas ym., 2014), vaan sen semanttisesta merkityksellisyydestä, vaikka puhe on tehtävän kannalta

epäolennaista (Sörqvist ym., 2012). Esimerkiksi kirjoittamistehtävässä (Sörqvist ym., 2012) ja oikolukemisessa (Jones ym., 1990) puheääntä muistuttavat äänet, joita kuulija ei ymmärrä, sisältäen kuitenkin samanlaiset fysikaaliset ominaisuudet kuin normaali puhe, eivät vaikuta suoriutumiseen. Suoriutuminen näissä tehtävissä heikentyi vain silloin, kun puhe oli semanttisesti ymmärrettävää kuulijalle.

1.4.1 Miksi taustapuhe heikentää kognitiivista suoriutumista?

Taustapuheen vaikutusta lyhytkestoiseen muistiin sarjamuistitehtävässä on selitetty muuttuvan tilan hypoteesilla (*changing-state hypothesis*). Hypoteesi perustuu huomioon, jonka mukaan mikä tahansa ääni, jonka akustiset ominaisuudet vaihtelevat ajallisesti, häiritsee sarjamuistia enemmän kuin toistuvat ja tasaiset äänet (Beaman & Jones, 1997). Esimerkiksi vaihtuvien tavujen kuuleminen häiritsee lyhytkestoista muistia enemmän kuin saman tavun toistuminen (LeCompte, 1995), ja jaksottainen puhe häiritsee enemmän kuin jatkuva puhe (Campbell ym., 2002; Szalma & Hancock, 2011). Muuttuvan tilan vaikutusta voidaan täydentää prosessien interferenssillä (*interference-by-process*), jonka mukaan muuttuvan äänen automaattinen prosessointi sisältää myös äänien järjestyksen tahattoman prosessoinnin, mikä sekoittuu muistettavien ärsykkeiden järjestyksen harjoitteluun sarjamuistitehtävässä (Hughes ym., 2007). On havaittu, että muuttuvat äänet eivät häiritse lyhytkestoista muistia, jos tehtävä ei vaadi järjestyksen muistamista (MacDermid ym., 2023). Prosessien interferenssi selittää myös, miksi puheen semanttisen sisällön merkitys suoriutumisvaikutuksissa näkyy vain kielellistä tiedonkäsittelyä vaativissa tehtävissä (Schlittmeier ym., 2008). Tällöin puheen merkityksen prosessointi sekoittuu niihin prosesseihin, jota semanttisen sisällön käsittelyä vaativissa tehtävissä tarvitaan. Suoriutumisen heikentyminen riippuu siis siitä, kuinka paljon ääni ja tehtävä kilpailevat samoista kognitiivisista prosesseista.

Kaksiosaisen mekanismin teorian (*duplex-mechanism account of auditory distraction*) mukaan puheen aiheuttamaa kognitiivista häiriötä voidaan selittää prosessien interferenssin lisäksi auditiivisella tarkkaavuuden kaappauksella (*attentional capture*), jossa uusi tai poikkeava auditiivinen ärsyke siirtää tarkkaavuuden hetkellisesti pois käsillä olevasta tehtävästä (Hughes ym., 2007). Esimerkiksi kun hiljaisuutta seuraa äkillinen puheääni, tarkkaavuus siirtyy tahattomasti uuteen ääneen. Kaksiosaisen mekanismin teorian mukaan prosessien interferenssi ja auditiivinen kaappaus ovat erillisiä mekanismeja, joiden kautta puhe aiheuttaa häiriön kognitiiviseen suoriutumiseen (Hughes ym., 2007). Mekanismien erillisyyttä tukee esimerkiksi

havainto, jonka mukaan tarkkaavuuden kaappaus tapahtuu poikkeavien äänien vaikutuksesta, jolloin jatkuvat, mutta koko ajan muuttuvat äänet eivät aiheuta tarkkaavuuden kaappausta, vaikka suoriutumisen heikentyminen tapahtuu (Marois ym., 2019). Lisäksi muuttuvan äänen vaikutus havaitaan vain, kun tehtävä vaatii järjestyksen muistamista (MacDermid ym., 2023), kun taas tarkkaavuuden kaappauksen aiheuttama suoriutumisen heikentyminen tapahtuu myös muissa tehtävissä (Hughes ym., 2007).

1.4.2 Melun vaikutus luovuuteen

Toimistoissa tehtävä työ vaatii usein luovuutta, eli uusien ideoiden keksimistä ja luovaa ongelmanratkaisua. Tutkimustulokset melun vaikutuksista luovuuteen eivät kuitenkaan ole yhtenäisiä. Usein luovuutta mitataan tehtävillä, jotka vaativat divergenttiä ajattelua (Dumas & Dunbar, 2014). Divergentti ajattelu tarkoittaa kykyä tuottaa useita omaperäisiä ideoita (Guilford, 1968, viitattu Baer, 2016). Suoriutumista näissä tehtävissä mitataan yleensä keksittyjen ideoiden määrällä sekä niiden omaperäisyydellä (Dumas & Dunbar, 2014). Joissakin tutkimuksissa melulla on havaittu olevan haitallinen vaikutus luovuuteen (Kasof, 1997), mutta melun on myös havaittu lisäävän ideoiden määrää verrattuna hiljaisuuteen (Mones & Massonnie, 2022), minkä lisäksi keskitasoisen melun (70 dB) on havaittu parantavan ideoiden omaperäisyyttä enemmän kuin matalan (50 dB) tai voimakkaan (85 dB) melun (Mehta ym., 2012). Näissä tutkimuksissa meluna on käytetty tasaista melua kuten kohinaa tai ympäristön taustamelua.

Taustapuheen yhteyttä luovuuteen on tutkittu hyvin vähän. Luovuus vaatii semanttista prosessointia, minkä takia sen voidaan ajatella häiriintyvän taustapuheesta semanttisen häiriön takia (Haapakangas, 2017). Kasof (1997) havaitsi tasaisen kohinan sekä puhesanojen heikentävän luovuutta runonkirjoitustehtävässä, mutta puheen ja kohinan vaikutusten välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa, vaikka puhe näytti heikentävän luovuutta hieman enemmän. Haapakangas ja kumppanit (2011) tutkivat luovuustehtävää puheessa, hiljaisuudessa sekä puheessa, jonka erotettavuutta oli vähennetty erilaisilla peittoäänillä. He eivät havainneet eroa luovuustehtävän ideoiden määrässä, mutta äänitilanteella havaittiin pieni efekti ideoiden omaperäisyyteen. Verrattuna kaikkiin äänitilanteisiin, omaperäisyydessä suoriuduttiin parhaiten, kun puheääntä oli peitetty peittoäänellä, joka muistutti veden solinaa. Chamorro-Premuzic (2009) tutki luovuutta musiikissa, puheessa, hiljaisuudessa sekä toimiston taustamelussa introverteilla ja ekstroverteilla. Verrattuna muihin äänitilanteisiin,

musiikki paransi suoriutumista ideoiden määrässä vain ekstroverteilla. Muuten äänitilanteilla ei havaittu vaikutusta luovuuteen. Myös Sharma ja kumppanit (2021) vertasivat puhetta, hiljaisuutta ja muita melun lähteitä, mutta eivät havainneet luovuuden eroavan äänitilanteiden välillä.

Se, mitkä mekanismit vaikuttavat melun ja luovuuden yhteyteen ovat epäselviä. Mehta ja kumppanit (2012) ehdottavat, että keskitasoinen häiritsevä melu, toisin kuin matala melu, aiheuttaa subjektiivista prosessoinnin sujuvuuden vaikeutta, joka tarkoittaa metakognitiivista kokemusta tehtävän vaativuudesta (Mones & Massonnie, 2022). Keskitasoisessa melussa osallistujat arvioivat ääniympäristön häiritsevämmäksi, jolloin tehtävän tekeminen vaati enemmän ponnistelua. On havaittu, että tämä prosessoinnin vaikeus johtaa abstraktimpaan ajatteluun (Alter & Oppenheimer, 2008). Abstraktin ajattelun on taas havaittu olevan yhteydessä korkeampaan luovuuteen (Mehta ym., 2012; Förster ym., 2004). Mehta ja kumppanit päättelivät tutkimuksessaan, että vaikka myös voimakas melu lisää abstraktia ajattelua, se heikentää tiedonkäsittelyä, mikä taas estää luovan ajattelun. Lisäksi on mahdollista, että vain hyvin luovilla yksilöillä keskitasoinen melu parantaa luovuutta. Toplyn ja Maguire (1991) havaitsivat, että yksilölliset erot luovuudessa moderoivat melun yhteyttä luovuuteen. Luovemmilla yksilöillä ideat olivat omaperäisempiä, kun melua nostettiin matalimmasta melutasosta (60 dB) keskitasoiseen meluun (80 dB), mutta omaperäisyys ei eronnut kuitenkaan matalimman (60dB) ja voimakkaimman (100dB) melutason välillä. Vähemmän luovilla yksilöillä melulla ei ollut merkittävää vaikutusta luovuuteen.

Myös ajatusten harhailun (Baird ym., 2012) ja tarkkaavuuden jakaantumisen, toisin sanoen useampien ideoiden pohtiminen samanaikaisesti (Kaufman ym., 2010), on havaittu olevan hyödyllistä luovuudelle, sillä ne vähentävät fiksoitumista yhteen ideaan (Lu ym., 2017). Tällöin häiriötekijät, tauot tai keskeytykset voivat parantaa luovuutta, sillä ne lisäävät ajatusten harhailua ja tarkkaavuuden jakaantumista (Baird ym., 2012). Esimerkiksi Mones ja Massonnie (2022) havaitsivat, että kognitiivinen joustavuus, eli kyky siirtää tarkkaavuutta ja vaihtaa näkökulmaa tehtävän vaatimusten mukaisesti, moderoi melun vaikutusta luovuuteen. Yksilöt, jotka olivat kognitiivisesti joustavampia, keksivät enemmän ideoita melussa kuin hiljaisuudessa.

1.5 Taustapuheen vähentäminen toimistoissa

Toimistoissa melua voidaan vähentää erilaisin keinoin. Oseland ja Hodsman (2017) esittävät neljä ratkaisua toimistomelun vähentämiseen, joihin sisältyvät huoneakustinen suunnittelu, riittävien työskentelytilojen tarjoaminen erilaisia työtehtäviä varten, työskentelyalueiden ja tiimien järjestäminen työtehtävien mukaisesti sekä käyttäytymistä ohjaavat etiketit.

Käyttäytymisetiketeillä voidaan sopia esimerkiksi toimistotilojen oikeanlaisesta käytöstä sekä tarpeettoman melun aiheuttamisesta työpaikalla. Työntekijät voivat myös käyttää itsenäisesti kontrolloitavia keinoja, kuten vastamelukuulokkeita (Radun, Tervahartiala ym., 2024). Koska taustapuhe on tutkimusten mukaan häiritsevintä melua (Kaarlela-Tuomaala ym., 2009; Schlittmeier & Liebl, 2015), tulee toimistoissa keskittyä erityisesti keinoihin, joilla voidaan vähentää puheen erotettavuutta (Lenne ym., 2020; Schlittmeier ym., 2008).

1.5.1 Huoneakustinen suunnittelu

Huoneakustisia keinoja puheen erotettavuuden vähentämiseen ovat muun muassa ääntä absorboivat pinnat, jotka vähentävät puheen heijastumista ympäröiville työpisteille (Kylliäinen & Hongisto, 2019). Näitä materiaaleja voidaan lisätä toimiston kattoon, seiniin ja lattiaan parantamaan koko toimistotilan ääniympäristöä. Lisäksi puheen kuuluvuutta voidaan vähentää lisäämällä työpisteiden ympärille sermejä, joissa voidaan myös käyttää ääntä absorboivia pintoja (Sarwono ym., 2015). Myös tiloja rajaavilla seinäkkeillä ja huonekaluilla voidaan vaikuttaa toimiston akustisiin olosuhteisiin (Kylliäinen & Hongisto, 2019). Toimiston akustinen suunnittelu voi tehdä huoneesta liian hiljaisen, jolloin toimiston taustaäänien väheneminen tekee ympäriltä kuuluvasta puheesta jopa erotettavampaa (Schlittmeier & Liebl, 2015). Siksi ääntä vaimentavien materiaalien lisääminen ei yksinään riitä puheen erotettavuuden vähentämiseen. Toimistoissa voidaan hyödyntää lisäksi peittoääntä. Tämä tarkoittaa toimiston taustaäänien voimakkuuden lisäämistä soittamalla peittoääntä kontrolloidusti kaiuttimista, jolloin puheen erotettavuus vähenee (Lenne ym., 2020). Peittoääni tulee suunnitella peittämään puhetta niin, että se ei kuitenkaan itsessään ole häiritsevää (Hongisto ym., 2015). Yleensä peittoääni muistuttaa tavallista jatkuvaa ilmastoinnin aiheuttamaa ääntä (Veitch ym., 2002).

Haapakangas ja kumppanit (2014) käyttivät useita huoneakustisia keinoja alentamaan puheensiirtoindeksiä laboratorioon rakennetussa toimistossa, kuten peittoääntä, seiniin ja kattoon asennettuja ääntä absorboivia materiaaleja sekä sermejä työskentelypisteiden

ympärillä. Alentamalla puheensiirtoindeksiä huoneakustisilla keinoilla pystyttiin vähentämään subjektiivista häiriintymistä erityisesti kauempaa tulevasta puheesta, mutta vaikutus kognitiiviseen suoriutumiseen oli heikompi. Tutkimuksen perusteella puheen erotettavuutta ei pystytä vähentämään pelkästään huoneakustisilla keinoilla, jotta työntekijät eivät häiriintyisi läheltä noin kahden tai kolmen metrin päästä tulevasta puheesta. He päättelivät tutkimuksessaan, että toimistojen tulee huoneakustisten keinojen lisäksi tarjota rauhallisia tiloja keskittymistä sekä puheyksityisyyttä vaativiin työtehtäviin. Esimerkiksi Haapakankaan, Hongiston ja kollegoiden (2018) tutkimuksen mukaan hiljaiset työtilat ja kokemus niiden saavutettavuudesta avotoimistoissa ovat yhteydessä muun muassa vähempään häiriintymiseen ja parempaan tyytyväisyyteen työympäristöstä.

1.5.2 Toimistokopit ja monitilatoimistot

Toimistokoppien hyödyntäminen on lisääntynyt monitilatoimistoissa (Hongisto & Keränen, 2020), joka on kasvava toimistomuoto (Haapakangas, Hallman ym., 2018). Toisin kuin avotoimistoissa, monitilatoimistoissa työntekijöillä ei ole omaa työpistettä, vaan työpisteitä vaihdetaan työtehtävien vaatimusten mukaisesti (Wohlers & Hertel, 2017). Monitilatoimistot tarjoavat erilaisia tiloja niin keskittymistä, yhteistyötä kuin puheyksityisyyttä vaativiin tehtäviin (Wohlers & Hertel, 2017). On havaittu, että työntekijöiden tyytyväisyys akustiseen ympäristöön ja melutasoihin lisääntyy siirryttäessä avotoimistoista monitilatoimistoihin (Rölfo ym., 2018).

Toimistokopit ovat suljettuja tiloja, jotka ovat yleensä varustettu ovella, sähköpistokkeella, valaistuksella, ikkunoilla sekä ilmastoinnilla (Kansainvälinen standardointijärjestö, *the International Organization for Standardization*, ISO 23351, 2020). Esimerkkejä toimistokopeista ovat yhden hengen puhelinkopit, 1–2 hengen työskentelykopit tai 6 hengen neuvottelukopit (ISO 23351, 2020). Toimistokopit tarjoavat puheyksityisyyttä, joka viittaa siihen, kuinka hyvin akustiset olosuhteet mahdollistavat puhumisen ilman, että sivulliset kuulevat keskustelun (Haapakangas, 2017). Mitä parempi kopin äänieristys on, sitä lähemmäksi ne voidaan sijoittaa akustista yksityisyyttä vaativille alueille (Hongisto & Keränen, 2020). Esimerkiksi puhelinkopeissa työntekijät voivat hoitaa luottamuksellisia etäpalavereja tai puhelinkeskusteluja, kun taas neuvottelukopit sopivat pienryhmien tapaamisiin. Vaihtoehtoisesti toimistokopit tarjoavat hiljaisemmän tilan keskittymistä vaativiin tehtäviin.

Toimistokoppien tarjoama puheen äänieristyksen taso ($D_{S,A}$ [dB]) saadaan vertaamalla mittaustuloksia kontrollitilanteesta, jossa puhetta mitataan ilman koppia, sekä tilanteesta, jossa mitataan kuinka paljon puhe vuotaa kopin sisältä (ISO 23351, 2020). $D_{S,A}$ siis kuvaa kuinka paljon toimistokoppi alentaa A-painotettua puheen tasoa ympäröivässä tilassa, kun puhe kuuluu kopin sisältä (Hongisto ym., 2020). ISO luokittelee toimistokopit niiden tarjoaman äänieristyksen tason mukaan luokkiin A+, A, B, C ja D, ja nämä luokitukset vaihtelevat alle 15 desibelistä yli 33 desibeliin (ISO 23351, 2020). Näistä toiseksi paras luokitus, eli A-luokan toimistokoppi alentaa puheen tasoa vähintään 30 dB, mutta enintään 33 dB (ISO 23351, 2020). Hongisto ja Keränen (2020) tutkivat vuosien 2018–2020 aikana markkinoilla olleiden ja erityisen laajan tuoteryhmän muodostavien toimistokoppien, eli puhelinkoppien äänieristyksen tasoa. Heidän tutkimuksessaan näiden puhelinkoppien äänieristyksen taso osui välille 15.0–30.3 dB, toisin sanoen mikään markkinoilla olleista puhelinkopeista ei yltänyt tasoon A+. Koska A-taso oli tutkimuksen mukaan käytännössä parasta äänieristystä tarjoava vaihtoehto, keskitytään tässä tutkimuksessa A-tasoisen toimistokopin vaikutuksiin. Kun normaalin puheäänien tasoa lasketaan 30 dB siitä ei saa enää selvää 2 metrin päässä kopista, kun ympäröivän taustaaänen oletetaan olevan vähintään 30 dB $L_{A,eq}$, mikä vastaa tyypillistä toimistojen ilmanvaihdon äänitasoa. Tämä riippuu kuitenkin puhujan käyttämästä puheen voimakkuudesta, huoneen akustisista ominaisuuksista sekä taustaaänen voimakkuudesta, kuten ilmastoinnista tai peittoäänestä. Koska toimistokoppien hyödyntäminen toimistoissa on lisääntymässä, niiden äänieristyksen vaikutuksista työntekijöiden kokemuksiin ja suoriutumiseen tarvitaan tutkimustietoa.

1.6 Tutkimuskysymykset ja hypoteesit

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, voidaanko A-luokan toimistokopilla vähentää taustapuheen aiheuttamia negatiivisia vaikutuksia työntekijöiden kognitiiviseen suoriutumiseen sekä subjektiivisiin kokemuksiin toimistoissa. Lisäksi tarkastelemme, vaikuttaako toimistokoppi suoriutumiseen luovuustehtävässä. Aiempien tutkimusten perusteella hypoteesina on, että alentamalla puheen tasoa ja erotettavuutta toimistokoppi vähentää taustapuheen negatiivisia vaikutuksia subjektiivisiin kokemuksiin (Haapakangas ym., 2014; Haka ym., 2009; Schlittmeier ym., 2008; Veitch ym., 2002; Venetjoki ym., 2006). ja kognitiiviseen suoriutumiseen (Ellermeier & Hellbrück, 1998; Haapakangas, Haka ym., 2008; Haapakangas ym., 2020; Jahncke ym., 2013). Suoriutumista mittaavissa tehtävissä on havaittu oppimisvaikutus, jolloin suoriutuminen on heikointa ensimmäisessä koetilanteessa

(Ellermeier & Zimmer, 1997; Hellbrück ym., 1996). Myös tässä tutkimuksessa esitysjärjestys otetaan mukaan, jotta oppimisefekti voidaan huomioida suoriutumisessa. Tutkimustulokset puheen vaikutuksista luovuuteen ovat vaihtelevia (Chamorro-Premuzic, 2009; Haapakangas ym., 2011; Kasof ym., 1997; Sharma ym., 2021). Luovuus on olennainen osa toimistoissa tehtävää työtä, minkä vuoksi aiheesta tarvitaan lisää tutkimustietoa. Suoriutumista luovuustehtävässä tarkastellaan siis omana tutkimuskysymyksenään.

Tarkat tutkimuskysymykset siis ovat:

- 1) Voidaanko taustapuheen aiheuttamaa negatiivista vaikutusta subjektiivisiin kokemuksiin vähentää osallistujien tehdessä keskittymistä vaativia tehtäviä, kun puhe kuuluu toimistokopin sisältä?
- 2) Voidaanko taustapuheen aiheuttamaa negatiivista vaikutusta kognitiiviseen suoriutumiseen vähentää osallistujien tehdessä keskittymistä vaativia tehtäviä, kun puhe kuuluu toimistokopin sisältä?
- 3) Vaikuttaako taustapuhe suoriutumiseen luovuustehtävässä eri tavoin, kun puhe kuuluu toimistokopin sisältä, verrattuna puheeseen ilman toimistokoppia?

2 Menetelmät

2.1 Osallistujat

Kokeeseen osallistui 43 tutkittavaa, joista yksi poistettiin tutkimusaineistosta epäillyn päihdetilan vuoksi. Lopullinen osallistujamäärä oli siis 42 (naisia 22 ja miehiä 20). Osallistujien keski-ikä oli 27 vuotta (vaihteluväli 18–45-vuotta). Kokeen osallistumiskriteereinä olivat 18–45-vuoden ikä, perusterveys, normaali kuulo, normaali näkökyky korjattuna tai ilman sekä suomen kielen osaaminen äidinkieltä vastaavalla tasolla. Kuulon normaalius testattiin kokeen alussa kuulokynnystestillä käyttäen AS608-kuulontestauslaitetta (Interacoustics, Tanska). Osallistujat olivat vapaaehtoisia Turun ammattikorkeakoulun ja Turun yliopiston opiskelijoita, jotka rekrytoitiin eri alojen opiskelijoiden sähköpostilistojen kautta. Kokeen keskeyttäminen oli mahdollista missä tahansa vaiheessa koetta, ja tutkimuksesta ei aiheutunut haittaa tutkittaville. Lisäksi he saivat kokeeseen osallistumisesta palkkioksi 30 euron arvoisen S-ryhmän lahjakortin. Tutkimus oli saanut puoltavan lausunnon Turun ammattikorkeakoulun ihmistieteiden tutkimuseettiseltä toimikunnalta 22.1.2021 (lausunto 8/2020).

2.2 Koeasetelma

Koe toteutettiin käyttämällä toistettujen mittausten asetelmaa, eli osallistujat toimivat omana kontrollinaan. Kokeen riippumaton muuttuja oli äänitilanne (puhe ilman toimistokoppia ja A-luokan toimistokopista kuuluva puhe). Äänitilanteiden esitysjärjestys vastabalansoitiin osallistujien kesken. Riippuvia muuttujia olivat kognitiivinen suoriutuminen tehtävissä sekä subjektiiviset kokemukset.

2.3 Äänitilanteet

Äänitilanteet olivat simuloituja, eli kokeessa ei ollut oikeaa toimistokoppia vaan äänet esitettiin osallistujille laboratoriossa. Äänet simuloitiin vastaamaan tilanteita, joissa puheääni kuuluu ilman toimistokoppia tai ääntä tehokkaasti eristävän, A-luokan toimistokopin sisältä. Koska äänitilanteet olivat simuloituja, ei visuaalisista vihjeistä pystynyt tekemään päätelmiä koetilanteesta. Osallistujille ei myöskään kerrottu kokeen koskevan toimistokoppeja. Puheääni toistettiin tallenteelta kokonaisina 3–8 sanan lauseina, jotka olivat peräisin Tove Janssonin Muumi-äänikirjoista (Jansson, 2015). Puhujana oli yksi mies. Valitut lauseet olivat

neutraaleja, jolloin ne eivät sisältäneet erisnimiä tai erikoisia äänenpainotuksia. Lisäksi lauseiden järjestys oli sekoitettu. Näin puheääni saatiin vastaamaan tyypillisesti toimistossa kuultavaa puheääntä, sillä toimistoissa puhelimesta tai etäpalaverissa puhuminen on yleistä, jolloin lähellä olevalla työpisteellä olija kuulee vain toisen puolen keskustelusta. Puheääni toistettiin osallistujille kaiuttimesta (8020A, Genelec Oy, Suomi), joka sijaitsi kahden metrin päässä työskentelypisteestä sermin takana niin, että osallistujat eivät nähneet kaiutinta. Tallenne ohjattiin kaiuttimeen käyttäen äänikorttia (Rubix 22, Roland, Japani) ja VLC media player -sovellusta (versio 3.0.11), josta tallenne käynnistettiin. Kokeen äänitilanteet ja niiden akustiset ominaisuudet ovat esitetty Taulukossa 1.

Taulukko 1. Puheen ja taustääänen akustiset ominaisuudet molemmissa äänitilanteissa.

Äänitilanne	Puheen äänenpainetaso [dB LA,eq]	Taustääänen äänenpainetaso [dB LA,eq]	Puheensiirtoindeksi	Puheen äänieristykseen taso [dB DS,A]
puhe	54	34	0.84	0
toimistokoppi	24	34	0.14	30

$L_{A,eq}$ = A-taajuuspainotettu ekvivalentti äänenpainetaso kuvaa äänen keskimääräistä voimakkuutta tietyn ajanjakson aikana painottaen ihmiskorvalle herkkiä taajuuksia.

$D_{S,A}$ = puheen äänieristykseen taso kuvaa kuinka paljon toimistokoppi alentaa A-painotettua puheen tasoa ympäröivässä tilassa, kun puhe kuuluu kopin sisältä.

Puhetilanteessa, jossa ei ollut toimistokoppia, puheensiirtoindeksi oli 0.84 ja puheen äänenpainetaso oli 54 dB $L_{A,eq}$. Tämä vastaa tilannetta, jossa ihminen puhuu kahden metrin päässä avoimessa tilassa normaalilla puheäänellä. Puheen äänenpainetaso oli muodostettu vastaamaan yhden ihmisen puheäänien tasoa avotoimistossa, jonka pinta-ala on 7x20 metriä ja korkeus 2.8 metriä. Toimistokoppitilanteessa puheensiirtoindeksi oli 0.14 ja puheen äänenpainetaso oli 24 dB $L_{A,eq}$. Tämä vastaa muuten samanlaista tilannetta, mutta jossa puhuja on kahden metrin päässä toimistokopin sisällä. Simuloidun toimistokopin muodostama puheen äänieristys oli siis 30 dB $D_{S,A}$, mikä vastaa A-luokan toimistokoppia (ISO 23351, 2020). Molemmissa äänitilanteissa oli myös taustääni, joka muistutti alinta normaalia toimistoissa kuultavaa ilmastoinnin ääntä. Taustääni soi kaiuttimista jatkuvana, eikä sitä pysäytetty missään kokeen vaiheessa, jotta ääni yhdistettäisiin helpommin ilmastoinnin ääneen. Taustäänen äänenpainetaso oli 34 dB $L_{A,eq}$ molemmissa äänitilanteissa ja se toistettiin neljällä laboratorion katossa sijaitsevalla peittoäänikaiuttimella (QT100, Cambridge Sound management, Iso-Britannia), jolloin ääni kuului tasaisesti osallistujien työskentelypisteelle.

2.4 Subjektiiiviset kyselyt

Kyselyillä selvitettiin subjektiivisia kokemuksia äänen häiritsevyydestä sekä työskentelystä kokeen aikana. Osallistujat vastasivat kahteen välikyselyyn. Välikyselyssä 1 selvitettiin, kuinka häiritseviä puhe- ja taustääni olivat, ja kuinka raskasta edellisen tehtävän tekeminen oli. Kysymyksiin vastattiin Likert-asteikolla 0–10. Äänien häiritsevyyttä koskevat kysymykset olivat ISO/TS 15666 mukaisia (ISO, 2003).

Välikyselyssä 2 selvitettiin osallistujien kokemuksia ääniympäristön miellyttävyydestä, siinä työskentelystä sekä sen vaikutuksista suoriutumiseen ja keskittymiseen. Kysymykset kuvaavat yleisiä arvioita ääniympäristöstä ja ne olivat valittu Haapakankaan ja kumppaneiden (2011) tutkimuksesta, jossa niillä selvitettiin akustista tyytyväisyyttä. Kysymyksiin vastattiin Likert-asteikolla 1–5. Lisäksi osallistujien kokemaa väsymystä selvitettiin Swedish Occupational Fatigue – inventaarion (SOFI) mukaisilla kolmella faktorilla, joilla pystytään selvittämään psyykkisen työn aiheuttamaa väsymystä (Åhsberg, ym. 1998). Faktorit olivat energian puute (*lack of energy*), motivaation puute (*lack of motivation*) ja vireys (*sleepiness*), ja ne koostuivat kukin kolmesta adjektiivista, joiden kohdalla osallistujien tuli vastata Likert-asteikolla 1–5, kuinka hyvin adjektiivi kuvaa heidän nykyistä olotilaansa. Jokaiselle faktorille saatiin arvo välillä 3–15 laskemalla näiden kolmen adjektiivin summa. Välikyselyiden 1 ja 2 riippuvat muuttujat ja niiden tarkat kysymykset sekä vastausasteikot ovat esitetty Taulukossa 2.

Taulukko 2. Subjektiiiviset riippuvat muuttujat, niiden kysymykset ja vastausasteikot sekä välikyselyt, joissa niitä on kysytty.

Riippuva muuttuja	Kysymys	Vastausvaihtoehdot
Välikysely 1		
Kuormitus	Kuinka raskasta edellisen tehtävän tekeminen mielestäsi oli?	0 = ei lainkaan – 10 = erittäin paljon
Puheen häiritsevyys	Kuinka paljon puheääni häiritsee, ärsyttää tai vaivaa sinua?	0 = ei lainkaan – 10 = erittäin paljon
Taustäänen häiritsevyys	Kuinka paljon ilmanvaihdon ääni häiritsee, ärsyttää tai vaivaa sinua?	0 = ei lainkaan – 10 = erittäin paljon

Riippuva muuttuja	Kysymys	Vastausvaihtoehdot
Välikysely 2		
Miellyttävyys	Ääniympäristö oli miellyttävä.	1 = Täysin eri mieltä – 5 = täysin samaa mieltä
Keskittymisen heikentyminen	Ääniympäristö häiritsi keskittymistäni.	1 = Täysin eri mieltä – 5 = täysin samaa mieltä
Suoriutumisen heikentyminen	Ääniympäristö heikensi suoriutumistani.	1 = Täysin eri mieltä – 5 = täysin samaa mieltä
Työskentelyn tehokkuus	Jos sinun pitäisi työskennellä päivittäin samankaltaisten tehtävien parissa ja samanlaisessa ääniympäristössä kuin äsken koit... voisit työskennellä tehokkaasti pitkiäkin aikoja	1 = Täysin eri mieltä – 5 = täysin samaa mieltä
Energian puute ^b	Loppuun kulunut, uupunut, väsähtänyt	1 = Ei lainkaan, 2 = vain hieman, 3 = jonkin verran, 4 = paljon, 5 = erittäin paljon
Motivaation puute ^b	Välinpitämätön, innoton, passiivinen	1 = Ei lainkaan, 2 = vain hieman, 3 = jonkin verran, 4 = paljon, 5 = erittäin paljon
Vireys ^b	Unelias, haukotteleva, raukea	1 = Ei lainkaan, 2 = vain hieman, 3 = jonkin verran, 4 = paljon, 5 = erittäin paljon

^b Swedish Occupational Fatigue -inventaarion faktori. Selvitetty kysymyksellä: "Kuinka hyvin adjektiivi kuvaa nykyistä olotilaasi?"

2.5 Kognitiiviset tehtävät

2.5.1 Visuaalinen sarjamuisti

Visuaalinen sarjamuistitehtävä vaatii tiedon muistiin koodaamista sekä muistista palauttamista. Visuaalisen sarjamuistin tehtävässä esitettiin yhdeksän numeroa yhdestä yhdeksään satunnaisessa järjestyksessä. Jokainen numero näkyi näytöllä 1 sekunnin ajan ja niiden esitysväli oli 1.5 sekuntia. Numerosarjan esittämisen jälkeen oli 10 sekunnin tauko, jonka jälkeen näytölle ilmestyi vastausikkuna, jossa numerot 1-9 näkyivät 3x3 ruudukossa. Osallistujilla oli 15 sekuntia aikaa palauttaa numerot oikeassa järjestyksessä klikkaamalla numeroita hiirellä. Näytöltä hän pystyi näkemään, kuinka monta numeroa hän on vastannut, mutta ei nähnyt, mitä vastatut numerot olivat. Vastattuja numeroita ei myöskään pystynyt

muuttamaan. Uusi numerosarja alkoi automaattisesti, kun osallistujia oli vastannut kaikki numerot tai kun vastausaika oli kulunut loppuun. Osallistujia ohjeistettiin arvaamaan, jos he eivät muistaneet oikeaa järjestystä. Numerosarjoja näytettiin peräkkäin 11 kertaa, joista ensimmäisenä esitettyä numerosarjaa ei otettu mukaan analyysiin, sillä sen tarkoituksena oli totuttaa osallistujat tehtävään. Harjoitusvaiheessa näytettiin 3 numerosarjaa.

Tehtävästä analysoitiin vastausaika, eli kuinka monta sekuntia keskimäärin osallistujilla kesti vastata koko numerosarja, sekä tarkkuus, eli kuinka monta prosenttia oikein kaikista numeroista osallistujat saivat. Oikeita vastauksia olivat ne numerot, jotka oli vastattu oikein ja oikeassa kohdassa numerojärjestystä.

2.5.2 N-Back

N-back on työmuistin tehtävä, joka vaatii useita erilaisia prosesseja, kuten esitetyn ärsykkeen muistiin koodaamista ja muistissa pitämistä, tiedon päivittämistä sekä ärsykkeen yhdistämistä aiemmin esitettyyn ärsykkeeseen (Jaeggi ym., 2010). N-back-tehtävässä osallistujille esitettiin ruudulta yksi kirjain kerrallaan. Jokainen kirjain näkyi näytöllä 0.5 sekunnin ajan ja niiden esitysväli oli 2.5 sekuntia. Heidän tuli kunkin kirjaimen kohdalla päättää, onko kirjain sama kuin n kirjainta sitten esitetty kirjain. Tässä tutkimuksessa n-back tehtävästä käytettiin kahta eri versiota: 1-back ja 3-back. 1-back -tehtävässä osallistujan tuli painaa mahdollisimman nopeasti ”kyllä” tai ”ei” -näppäintä riippuen siitä, onko kirjain sama kuin viimeksi esitetty kirjain (A – a). 3-back-tehtävässä osallistujan tuli taas päättää, oliko kirjain sama kuin kolmanneksi edellinen kirjain (A – b – C – a). Vastaus piti antaa sen perusteella, oliko kirjain sama aakkosten kirjain kuin n kirjainta sitten. Sillä, oliko kirjain iso vai pieni, ei ollut merkitystä. Kirjaimissa oli isoja sekä pieniä kirjaimia, jolloin osallistujat eivät voineet tukeutua vain visuaaliseen tunnistamiseen (Haapakangas ym., 2014). Molemmissa tehtävissä esitettiin $30 + n$ kirjainta, joista 9:ään oikea vastaus oli kyllä molemmissa n-back-tehtävissä.

Ainoastaan 3-back tehtävän tuloksia käytettiin analyyseissa. 1-back-tehtävä oli mukana, jotta tehtävän ymmärtäminen olisi helpompaa. Tutkimustulosten mukaan n-back-tehtävän reliabiliteetti-arvot ovat vaihtelevia, mutta reliabiliteetti näyttäisi olevan heikompi pienemmillä N:n arvoilla ja vahvempi suuremmilla N:n arvoilla (Jaeggi ym., 2010). Kanen ja kumppaneiden (2007) tutkimuksessa 3-back-tehtävän reliabiliteetti oli vahva, $r = .80$. Osallistujien suoriutumista arvioitiin oikeiden vastausten reaktioajoilla, eli kuinka nopeasti

kirjaimen ilmestyttyä ruudulle osallistuja antoi vastauksensa, kun vastaus oli oikein, sekä tarkkuudella, eli oikeiden ”kyllä” ja ”ei” vastausten määrällä.

2.5.3 Luovuustehtävä

Luovuustehtävässä käytettiin Guilfordin Alternative Uses – tehtävää, joka sovellettiin Haapakankaan ja kumppaneiden (2017) sekä Maulan ja kumppaneiden (2017) tutkimuksista. Tehtävässä osallistujien tuli keksiä mahdollisimman monta käyttötarkoitusta tavalliselle esineelle. Käyttötarkoitusten tuli erota esineen alkuperäisestä käyttötarkoituksesta. Molemmissa koetilanteissa osallistujille esitettiin kolme eri esinettä yksi kerrallaan ja niiden tavalliset käyttötarkoitukset. Jokaisen esineen kohdalla oli kolme minuuttia aikaa keksiä käyttötarkoituksia. Esineet näytettiin sanallisesti tietokoneen näytöltä ja osallistujat kirjoittivat vastauksensa käyttäen tietokoneen näppäimistöä. Esine vaihtui seuraavaan automaattisesti 3 minuutin ajan jälkeen. Molemmissa koetilanteissa oli omat sanalistat. Ensimmäisessä koetilanteessa sanalistassa olivat autonrenkas, haarukka ja peruna, ja toisessa koetilanteessa sanalistassa olivat kalastusverkko, tennispallo ja tiili. Koska äänitilanteiden esitysjärjestys oli vastabalansoitu osallistujien kesken, sanalistojen esitysjärjestys ei ollut sama kuin äänitilanteiden esitysjärjestys. Harjoitusvaiheessa esitettiin yksi esine, ”luuta”, ja tavallinen käyttötarkoitus tälle esineelle: ”käytetään siivoamiseen”.

Tehtävästä analysoitiin ideoiden määrä (*ideational fluency*), eli keksittyjen toisistaan poikkeavien käyttötarkoitusten summa yhdessä äänitilanteessa, sekä ideoiden omaperäisyys (*ideational originality*), joka analysoitiin käyttämällä normalisoituja C-pisteitä. C-pisteet laskettiin aluksi kullekin keksitylle käyttötarkoitukselle käyttäen kaavaa $C = \log_2(1/p)$, jossa p on todennäköisyys antaa tietty käyttötarkoitus samalle esineelle kaikkien osallistujien kesken tietyssä äänitilanteessa. Mitä korkeammat C-pisteet olivat, sitä omaperäisempi käyttötarkoitus oli. Jos C-pistemäärä olisi esimerkiksi 0, olisivat kaikki osallistujat antaneet saman vastauksen tietylle esineelle. Tämän jälkeen jokaiselle esineelle laskettiin omat C-pisteet summaamalla kaikkien osallistujien tietylle esineelle antamien käyttötarkoitusten C-pisteet tietyssä äänitilanteessa. Lopuksi C-pisteet normalisoitiin jakamalla tietyn esineen C-pisteet tietyssä äänitilanteessa molempien äänitilanteiden kaikkien esineiden C-pisteiden keskiarvolla.

2.6 Kokeen kulku

Kokeen kulku on esitetty Taulukossa 3. Tutkimus toteutettiin Turun ammattikorkeakoulun psykofysiikkalaboratoriossa toukokuun ja lokakuun välisenä aikana 2023. Osallistujat suorittivat kokeen yksin tai samaan aikaan toisen osallistujan kanssa, jolloin kokeet tehtiin erillisissä huoneissa, mutta ohjeistus annettiin yhteisesti. Ensimmäisenä osallistujat lukivat ja allekirjoittivat suostumuslomakkeen, joka sisälsi tietoa kokeesta. Valmisteluvaiheen aikana osallistujille tehtiin kuulokynnystesti ja he täyttivät alkukyselyn, joka sisälsi kysymyksiä heidän taustatiedoistaan sekä sen hetkisestä olotilasta, millä voi olla vaikutusta suoriutumiseen tehtävissä kokeen aikana. Alkukysely täytettiin tietokoneella käyttäen Webropol-lomaketta (Webropol Oy, Suomi). Lisäksi valmisteluvaiheen aikana osallistujat pukivat ylleen sykevyön, jolla mitattiin sykevälivaihtelua tarkoituksena tarkastella fysiologisia stressivasteita kokeen aikana, mutta sen tuloksia ei otettu mukaan tähän tutkielmaan. Valmisteluvaiheen kesto oli keskimäärin 22 minuuttia (vaihteluväli 12–32 minuuttia).

Varsinainen koe tehtiin käyttäen Matlab-ohjelmistoa (versio R2015a, MathWorks) tietokoneella, jonka käyttöjärjestelmä oli Ubuntu. Ennen ensimmäisen koetilanteen alkua kaikki osallistujat suorittivat harjoitusosion, jossa he harjoittelivat kokeessa olevia tehtäviä. Harjoitusosiossa kokeenjohtaja ohjeisti kunkin tehtävän ensin suullisesti, jonka jälkeen osallistujat lukivat kirjallisen ohjeen tietokoneen näytöltä ja tekivät harjoitustehtävän. Tehtävät esitettiin seuraavassa järjestyksessä: N-back, visuaalinen sarjamuisti ja luovuustehtävä. Tehtävät esitettiin harjoitusosiossa samassa järjestyksessä kuin koetilanteissa, mutta tehtävät olivat lyhyempiä. Harjoitusosion aikana osallistujilla oli mahdollisuus esittää kysymyksiä ja jokaisen tehtävän jälkeen kokeenjohtaja varmisti, että osallistujat olivat ymmärtäneet ohjeen. Harjoitusosio kesti keskimäärin 20 minuuttia (vaihteluväli 14–27 minuuttia).

Koetilanteet suoritettiin harjoitusosion jälkeen, ja ne tehtiin istuen tietokoneen äärellä tavallisessa työskentelyasennossa. Puolet osallistujista suoritti ensin äänitilanteen, jossa ei ollut toimistokoppia, ja puolet äänitilanteen, jossa oli toimistokoppi. Koetilanteiden aikana kokeenjohtaja oli laboratorion valvomossa, josta hän käynnisti ja pysäytti puhetallenteen. Ennen koetilanteen alkua kokeenjohtaja vielä varmisti, oliko osallistujilla kysyttävää. Osallistujat saivat suorittaa tehtävät omassa tahdissaan ja ennen jokaista tehtävää heillä oli

mahdollisuus lukea tehtävän ohjeet uudestaan tietokoneen näytöltä. Jokaisen tehtävän jälkeen osallistujat täyttivät välikyselyn 1, ja kummankin koetilanteen lopussa välikyselyn 1 jälkeen he täyttivät välikyselyn 2. Kyselyt ilmestyivät näytölle automaattisesti tehtävien välissä. Molempien koetilanteiden kulku oli samanlainen ja niiden välissä oli mahdollisuus pitää lyhyt tauko. Ensimmäinen koetilanne kesti keskimäärin 26 minuuttia (vaihteluväli 23–31 min) ja toinen koetilanne 24 minuuttia (vaihteluväli 21–25 min). Koetilanteiden jälkeen osallistujat täyttivät loppukyselyn, poistivat sykevyön ja saivat osallistumispalkkion. Loppukysely tehtiin myös Webropol-lomakkeella ja se sisälsi osallistujien olotilaan, kokeen sisältöön ja koettuihin häiritseviin tekijöihin liittyviä kysymyksiä. Koko kokeen kesto oli keskimäärin 1 tunti ja 42 minuuttia (vaihteluväli 1h 19min – 2h 10min).

Taulukko 3. Kokeen vaiheet ja niiden keskimääräiset kestot sekä sisällöt. Äänitilanteet esitettiin koetilanteissa 1 ja 2 ja niiden esitysjärjestys oli vastabalansoitu.

Vaihe	Keskimääräinen kesto	Sisältö
Valmisteluvaihe	22 min	Suostumuslomake, kuulokynnystesti, alkukysely ja sykevyön pukeminen
Harjoitusosio	20 min	N-back Visuaalinen sarjamuisti Luovuustehtävä
Koetilanne 1	26 min	N-back + välikysely 1 Visuaalinen sarjamuisti + välikysely 1 Luovuustehtävä + välikysely 1 + välikysely 2
Koetilanne 2	24 min	N-back + välikysely 1 Visuaalinen sarjamuisti + välikysely 1 Luovuustehtävä + välikysely 1 + välikysely 2
Lopetusvaihe	8 min	Loppukysely, sykevyön poistaminen ja osallistumispalkkio

2.7 Aineiston analysointi

Analyysit tehtiin käyttäen IBM SPSS Statistics 29.0 -ohjelmaa, ja tilastollisen merkitsevyyden raja-arvona pidettiin $p < .05$. Kaikkien muuttujien normaalius testattiin Shapiro Wilkin testillä. Muuttujat, jotka olivat normaalisti jakautuneita tai joiden vinouksien ja huipukkuuksien itseisarvo oli 1.96 (Kim, 2013) analysoitiin parametrisella toistettujen mittausten varianssianalyysillä (ANOVA). Muuttujat, jotka eivät täyttäneet kumpaakaan näistä kriteereistä, analysoitiin epäparametrisella Wilcoxon signed ranks- testillä. Parametrisille testeille efektikoon estimaattina käytettiin osittais-etan neliötä (η_p^2), jonka arvot tulkittiin seuraavasti: .01 = pieni efekti, .06 = keskikokoinen efekti ja .14 = suuri efekti. (Cohen, 1988). Epäparametrisen Wilcoxon signed ranks – testin efektikoko laskettiin käyttäen yhtälöä $r = z/\sqrt{N}$, joka tulkittiin seuraavasti: .10 = pieni efekti, .30 = keskikokoinen efekti, .50 = suuri efekti (Cohen, 1988).

Kognitiivisten tehtävien analyysiin otettiin mukaan tehtävien esitysjärjestys. Tehtävät analysoitiin siis asetelmalla 2 (äänilanne) x 2 (äänilanteiden esitysjärjestys) ANOVA, jossa äänitilanne oli osallistujien sisäinen muuttuja, ja esitysjärjestys osallistujien välinen muuttuja. Puhetta ja hiljaisuutta verranneissa tutkimuksissa äänitilanteella ja esitysjärjestyksellä on havaittu yhteisvaikutus sarjamuistitehtävän vastausaikaan (Radun, Maula ym., 2024) sekä tarkkuuteen (Farley ym., 2007), mutta esitysjärjestyksellä ei ollut päävaikutusta kummassakaan tutkimuksessa. 3-back tehtävää ei pystytty analysoimaan osallistujien sisäisenä muuttujana, sillä ohjelmavirheen takia koetilanteessa 2 vastauksiin ei ollut tallentunut, oliko vastaus ”kyllä” vai ”ei”. 3-back-tehtävän vastaustarkkuus sekä reaktioaika analysoitiin siis vain koetilanteessa 1 osallistujien välisenä muuttujana. Lisäksi kognitiivista suoriutumista mittaavien muuttujien poikkeavat havainnot poistettiin, jos ne poikkesivat vähintään 3 keskihajontaa keskiarvosta. Tämän perusteella yksi osallistuja poistettiin poikkeavana havaintona ideoiden määrän tuloksista sekä yksi osallistuja 3-back tehtävän tarkkuuden tuloksista.

3 Tulokset

3.1 Subjektiiiviset kokemukset

Subjektiiivisten muuttujien keskiarvot, keskihajonnat sekä tilastolliset merkitsevyydet ja efektikoot äänitilanteiden välillä ovat esitetty Taulukossa 4.

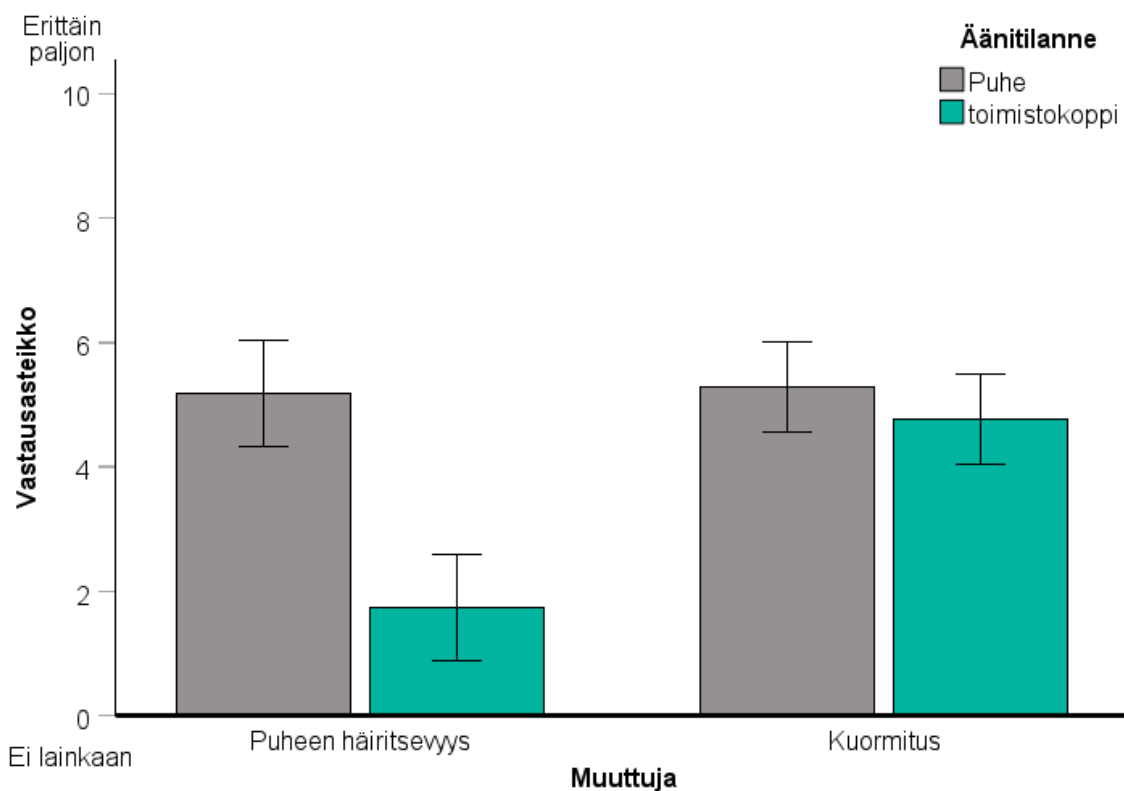
Taulukko 4. Subjektiiivisten muuttujien vastausasteikot, keskiarvot ja keskihajonnat sekä tilastolliset merkitsevyydet ja efektikoon estimaatit äänitilanteiden välillä.

Muuttuja	Asteikko	Puhe		toimistokoppi		<i>p</i> -arvo	Efektikoko <i>r</i>
		<i>ka</i>	<i>kh</i>	<i>ka</i>	<i>kh</i>		
Kuormitus	0–10	5.29	2.33	4.76	2.38	.003	.46
Puheen häiritsevyys	0–10	5.18	3.17	1.74	2.34	< .001	.77
Taustääänen häiritsevyys	0–10	1.56	2.35	1.60	2.23	.838	.03
Ääniympäristön miellyttävyys	1–5	2.38	1.21	3.40	1.11	< .001	.68
Keskittymisen heikentyminen	1–5	3.74	1.27	2.36	1.19	< .001	.64
Suoriutumisen heikentyminen	1–5	3.60	1.25	2.05	1.13	< .001	.77
Työskentelyn tehokkuus	1–5	1.76	1.12	3.26	1.15	< .001	.63
Vireys	3–15	5.14	2.21	5.10	1.86	.973	.00
Energian puute	3–15	5.31	2.50	5.17	2.24	.395	.13
Motivaation puute	3–15	4.62	2.02	4.19	1.53	.017	.37

Tilastollisesti merkitsevät *p*-arvot lihavoituna. *ka* = keskiarvo, *kh* = keskihajonta

3.1.1 Puhe- ja taustääänen häiritsevyys sekä kuormitus

Puheen häiritsevyyden ja tehtävien kuormittavuuden keskiarvot molemmissa äänitilanteissa ovat esitetty Kuvassa 1. Tarkastelemalla osallistujien sisäisiä eroja eri äänitilanteissa, subjektiiviset arviot puheäänen häiritsevyydestä ja tehtävien kuormittavuudesta erosivat äänitilanteiden välillä. Puhe koettiin häiritsevämmäksi ($z = -4.98, p < .001, r = .77$) ja tehtävät kuormittavimmiksi ($z = -2.99, p = .003, r = .46$) puhetilanteessa kuin toimistokoppitilanteessa. Kuvassa 1 kuormituksessa ei havaita eroa äänitilanteiden välillä, sillä se kuvaa kuormituksen keskiarvoja eri tilanteissa, ei osallistujien sisäistä tarkastelua. Taustääänen häiritsevyydessä ei havaittu eroa äänitilanteiden välillä, $z = -0.21, p = .838, r = 0.03$.

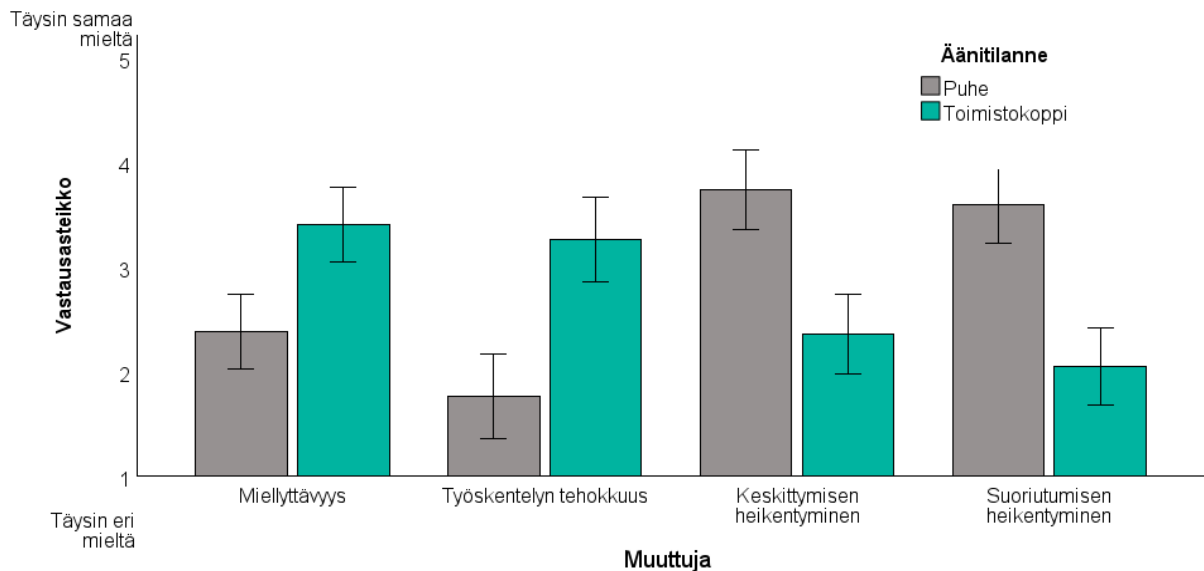


Kuva 1. Puheen häiritsevyyden ja tehtävien kuormittavuuden keskiarvot ja 95 %:n luottamusvälit äänitilanteittain

3.1.2 Yleiset arviot ääniympäristöstä

Yleiset arviot ääniympäristöstä ja niiden keskiarvot äänitilanteissa ovat esitetty Kuvassa 2. Ääniympäristön miellyttävyys ($z = -4.42, p < .001, r = .68$) ja ääniympäristössä työskentelyn tehokkuus ($z = -4.09, p < .001, r = .63$) erosivat äänitilanteiden välillä. Toimistokoppi koettiin siis miellyttävämpänä ääniympäristönä kuin puhe. Lisäksi toimistokoppitilanteessa osallistujat

olivat voimakkaammin sitä mieltä, että he jaksaisivat työskennellä samanlaisessa ääniympäristössä tehokkaasti pidempiäkin aikoja verrattuna puhetilanteeseen. Myös kokemus suoriutumisen ($z = -4.98, p < .001, r = .77$) ja keskittymisen ($z = -4.15, p < .001, r = .64$) heikentymisestä erosivat äänitilanteiden välillä. Puheen koettiin siis heikentävän suoriutumista ja keskittymistä enemmän puhetilanteessa kuin toimistokoppitilanteessa.



Kuva 2. Yleiset arviot ääniympäristöstä, niiden keskiarvot ja 95 %:n luottamusvälit äänitilanteittain.

3.1.3 Väsymys

Motivaation puute erosi äänitilanteiden välillä, $z = -2.38, p = .017, r = .37$. Osallistujat kokivat motivaation puutetta enemmän puhetilanteessa kuin toimistokoppitilanteessa. Äänitilanteiden välillä ei kuitenkaan ollut eroa vireydessä ($z = -0.03, p = .973, r = .00$) eikä energian puutteessa, $z = -0.85, p = .395, r = .13$.

3.2 Kognitiivinen suoriutuminen

Visuaalisen sarjamuistitehtävän ja luovuustehtävän keskiarvot, keskihajonnat sekä tilastolliset merkitsevyydet ja efektikoot äänitilanteiden välillä ovat esitetty Taulukossa 5.

Taulukko 5. Visuaalisen sarjauistitehtävän ja luovuustehtävän keskiarvot ja keskihajonnat äänitilanteittain sekä äänitilanteen ja esitysjärjestyksen päävaikutusten ja yhdysvaikutusten tilastolliset merkitsevyydet ja efektikoot.

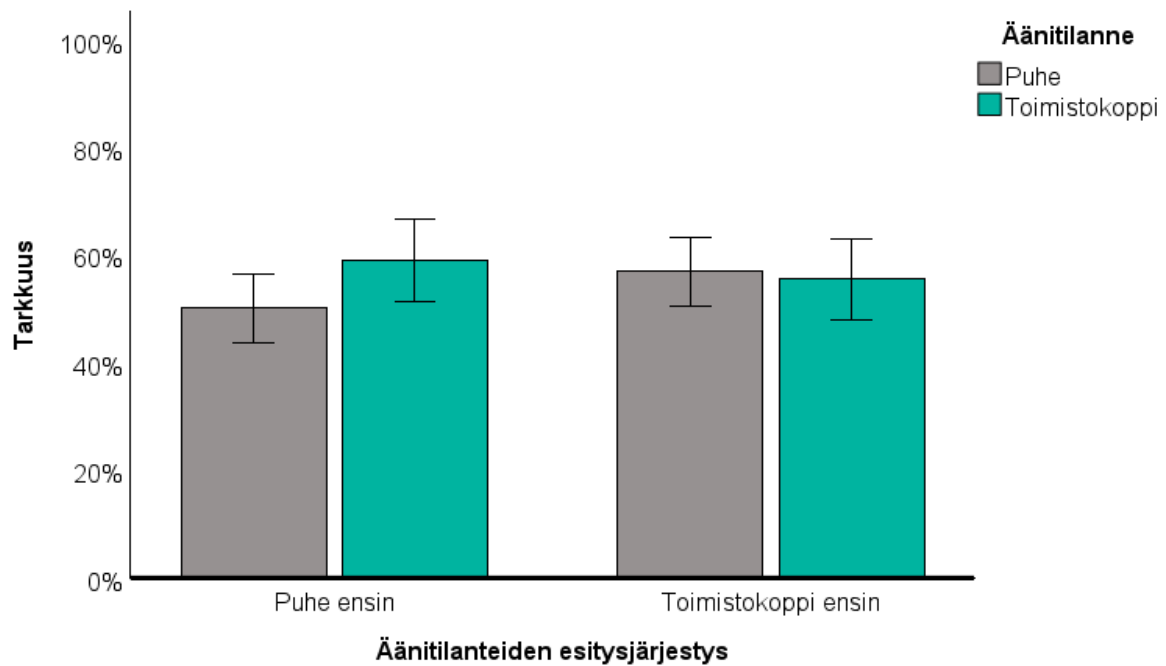
Tehtävä	Riippuva muuttuja	Puhe	Toimistokoppi	Äänitilanteen päävaikutus		Esitysjärjestyksen päävaikutus		Äänitilanteen ja esitysjärjestyksen yhdysvaikutus	
		<i>ka</i> (<i>kh</i>)	<i>ka</i> (<i>kh</i>)	p-arvo	η^2	p-arvo	η^2	p-arvo	η^2
Visuaalinen sarjauisti	Tarkkuus	0.54 (1.15)	0.57 (0.17)	.047	.10	.721	.00	.007	.17
	Vastausaika [s]	10.75 (1.97)	10.58 (1.80)	.416	.02	.996	.00	.214	.04
Luovuus	Ideoiden määrä	16.88 (6.12)	16.68 (6.20)	0.728	.00	0.916	.00	0.145	.06
	Ideoiden omaperäisyys	1.09 (0.19)	0.91 (0.19)	.004	.20	*	*	.015	.14

Tilastollisesti merkitsevät p-arvot lihavoituna. η^2 = efektikoon estimaatti. *ka* = keskiarvo. *kh* = keskihajonta.

3.2.1 Visuaalinen sarjauisti

Äänitilanteella oli päävaikutus tarkkuuteen visuaalisen sarjauistin tehtävässä, $F(1,40) = 4.19$, $p = .047$, $\eta^2 = .10$. Tarkkuudessa suoriuduttiin paremmin toimistokoppitilanteessa kuin puhetilanteessa. Äänitilanteiden esitysjärjestyksellä ei ollut päävaikutusta tarkkuuteen, $F(1,40) = 0.13$, $p = .721$, $\eta^2 = .00$, mutta äänitilanteella ja äänitilanteiden esitysjärjestyksellä oli yhdysvaikutus, $F(1,40) = 8.21$, $p = .007$, $\eta^2 = .17$. Äänitilanne vaikutti siis tarkkuuteen eri tavoin riippuen siitä, kumpi äänitilanne oli esitetty ensin.

Osallistujilla, joilla puhe oli ensimmäinen äänitilanne, tarkkuus erosi äänitilanteiden välillä, $F(1,20) = 13.31$, $p < .002$, $\eta^2 = .40$. Kun puhe esitettiin ensin, vastaukset olivat tarkempia toimistokoppitilanteessa ($ka = 0.59$, $kh = 0.20$) kuin puhetilanteessa ($ka = 0.50$, $kh = 0.15$). Osallistujilla, joilla toimistokoppi oli ensimmäinen äänitilanne, tarkkuudessa ei ollut eroa äänitilanteiden välillä, $F(1,20) = 0.31$, $p = .586$, $\eta^2 = .02$. Tarkkuus eri äänitilanteissa ja äänitilanteiden esitysjärjestyksessä visuaalisen sarjauistin tehtävässä on esitetty Kuvassa 3.



Kuva 3. Visuaalisen sarjamuisti-tehtävän tarkkuuden ryhmäkohtaiset keskiarvot ja niiden 95 %:n luottamusvälit esitettynä äänitilanteittain eri esitysjärjestysryhmillä. 100 %:n tarkkuus tarkoittaa, että kaikki vastaukset ovat oikein.

Äänitilanteella ($F(1,40) = 0.68, p = .416, \eta_p^2 = .02$) eikä äänitilanteiden esitysjärjestyksellä, ($F(1,40) = 0.00, p = .996, \eta_p^2 = .00$) ollut päävaikutusta vastausaikaan. Myöskään äänitilanteella ja äänitilanteiden esitysjärjestyksellä ei ollut yhdysvaikutusta vastausaikaan, ($F(1,40) = 1.60, p = .214, \eta_p^2 = .04$).

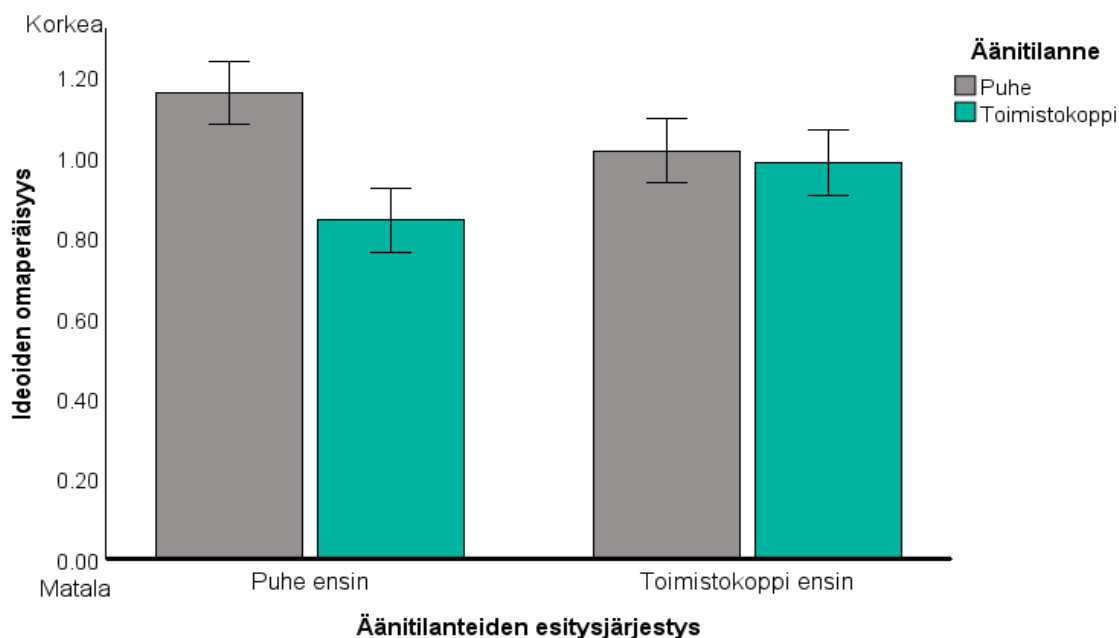
3.2.2 3-back

3-back-tehtävän tarkkuus ei eronnut puhetilanteen ($ka = 0.77, kh = 0.07$) ja toimistokoppitilanteen ($ka = 0.82, kh = 0.11$) välillä, ($F(1,39) = 2.91, p = .096, \eta_p^2 = .07$). Myöskään reaktioaika ei eronnut puhetilanteen ($ka = 0.80, kh = 0.32$) ja toimistokoppitilanteen ($ka = 0.93, kh = 0.28$) välillä, ($F(1,39) = 1.90, p = .176, \eta_p^2 = .05$).

3.2.3 Luovuustehtävä

Äänitilanteella ei ollut päävaikutusta ideoiden määrään, ($F(1,38) = 0.12, p = 0.728, \eta_p^2 = 0.00$). Myöskään esitysjärjestyksellä ($F(1,38) = 0.01, p = 0.916, \eta_p^2 = 0.00$), eikä äänitilanteen ja esitysjärjestyksen yhdysvaikutuksella ($F(1,38) = 2.22, p = 0.145, \eta_p^2 = .06$) ollut vaikutusta ideoiden määrään.

Äänitilanteella oli päävaikutus ideoiden omaperäisyyteen, $F(1,39) = 9.46, p = .004, \eta_p^2 = .20$. Ideat olivat omaperäisempiä puhetilanteessa kuin toimistokoppitilanteessa. Lisäksi äänitilanteella ja esitysjärjestyksellä oli yhdysvaikutus, $F(1,39) = 6.53, p = .015, \eta_p^2 = .14$. Kun puhe esitettiin ensin, osallistujat keksivät omaperäisempiä ideoita puhetilanteessa ($ka = 1.16, kh = 0.17$) kuin toimistokoppitilanteessa ($ka = 0.84, kh = 0.17$) ($F(1,20) = 17.53, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.47$). Kun taas toimistokoppitilanne esitettiin ensin, ideoiden omaperäisyydessä ei ollut eroa puhetilanteen ($ka = 1.01, kh = 0.19$) ja toimistokoppitilanteen ($ka = 0.99, kh = 0.19$) välillä, $F(1,19) = 0.12, p = .729, \eta_p^2 = .01$. Ideoiden omaperäisyys eri äänitilanteissa ja äänitilanteiden esitysjärjestysryhmissä on esitetty Kuvassa 4.



Kuva 4. Luovuustehtävän ideoiden omaperäisyyden ryhmäkohtaiset keskiarvot ja niiden 95 %:n luottamusvälit esitettynä äänitilanteittain eri esitysjärjestysryhmillä.

4 Pohdinta

Tämän Pro Gradu -tutkielman tavoitteena oli selvittää, voidaanko A-luokan toimistokopin tarjoamalla äänieristyksellä vähentää taustapuheen aiheuttamia negatiivisia vaikutuksia kognitiiviseen suoriutumiseen ja subjektiivisiin kokemuksiin keskittymistä vaativien tehtävien aikana. Lisäksi tarkastelimme, vaikuttaako toimistokopin äänieristys suoriutumiseen luovuustehtävässä, sillä aiemmat tutkimustulokset taustapuheen vaikutuksista luovuuteen ovat olleet vaihtelevia (Chamorro-Premuzic, 2009; Haapakangas ym., 2011; Kasof ym., 1997; Sharma ym., 2021). Toimistokoppien äänieristyksen vaikutuksia suoriutumiseen ja subjektiivisiin kokemuksiin ei ole aiemmin tutkittu, ja tämän tutkimuksen tulokset koskevat vain ääntä tehokkaasti eristävän, A-luokan toimistokopin vaikutuksia. Tutkimuksen hypoteesina oli, että vähentämällä puheen tasoa ja erotettavuutta toimistokopilla voidaan vähentää sen subjektiivisia ja kognitiivisia haittavaikutuksia. Tutkimuksen perusteella toimistokopilla voidaan vähentää taustapuheen haittavaikutuksia subjektiivisiin kokemuksiin ja suoriutumiseen visuaalisessa sarjamuistitehtävässä. Toimistokopista ei kuitenkaan näyttäisi olevan hyötyä luovuudelle.

4.1 Toimistokopin vaikutus subjektiivisiin kokemuksiin

Tulokset subjektiivisista kokemuksista tukevat hypoteesia, jonka mukaan toimistokopilla voidaan vähentää puheen subjektiivisia haittavaikutuksia. Äänitilanteen vaikutus näkyi vahvemmin subjektiivisissa kokemuksissa kuin kognitiivisessa suoriutumisessa, mikä on havaittu myös aiemmissa tutkimuksissa (Haapakangas ym., 2011; Haapakangas ym., 2014; Haka ym., 2009). Tulokset ovat samansuuntaisia aiempien tutkimustulosten kanssa, joiden mukaan kuormitus (Haapakangas ym., 2011) ja häiriintyminen (Haapakangas ym., 2014; Haka ym., 2009; Schlittmeier ym., 2008; Venetjoki ym., 2006) ovat alhaisempia pienemmillä puheensirtoindeksin tasoilla. Toimistokopilla pystyttiin vähentämään myös koettua keskittymisen ja suoriutumisen heikentymistä sekä motivaation puutetta. Lisäksi työskentely koettiin tehokkaampana ja ääniympäristö miellyttävämpänä, kun puhe kuului toimistokopin sisältä.

Toimistokopilla ei ollut vaikutusta osallistujien energian puutteeseen ja vireyteen. On mahdollista, että altistumisaika puheelle tässä tutkimuksessa ei ollut tarpeeksi pitkä, vaan toimistokopin vaikutus vireyteen ja energian puutteeseen näkyisi vasta pidemmän altistumisen jälkeen. Jahncke ja Halin (2012) havaitsivat, että motivaation ja energian puute

lisääntyivät ja vireystasot laskivat työskentelyä edeltäneestä mittauskerrasta työskentelyn jälkeiseen mittauskertaan, mutta melutasolla ei ollut vaikutusta. Mahdollisesti vireydessä ja energian puutteessa puheen erotettavuus ei ole merkittävä tekijä, vaan olennaisempaa on työskentelyyn käytetty aika.

4.2 Toimistokopin vaikutus kognitiiviseen suoriutumiseen

Tulokset kognitiivisesta suoriutumisesta olivat vaihtelevia. Äänitilanteella oli päävaikutus sarjamuistitehtävän tarkkuuteen, mutta ei vastausaikaan. Tutkimuksen mukaan toimistokopilla voidaan siis vähentää taustapuheen negatiivista vaikutusta suoriutumisen tarkkuuteen. Melun kognitiiviset suoriutumisvaikutukset ovat yleensäkin vahvempia tehtävien tarkkuuteen kuin vastausaikaan (Szalma & Hancock, 2011). Lisäksi myös aiemmissa tutkimuksissa puheen paremman erotettavuuden on havaittu heikentävän suoriutumista sarjamuistitehtävässä (Haka ym., 2009; Ellermeier & Hellbruck, 1998; Schlittmeier ym., 2008). Haapakankaan ja kollegoiden (2020) katsauksen mukaan puheensiirtoindeksin yhteys suoriutumiseen näkyy erityisesti verbaalisissa lyhytkestoisien muistin tehtävissä, joissa mallin mukaan suoriutuminen alkaa heikentyä, kun puheensiirtoindeksi on 0.12, ja suoriutumisen heikentyminen on suurinta, kun puheensiirtoindeksi on 0.51, mistä eteenpäin heikentyminen pysyy samansuuruisena. Esimerkiksi Hakan ja kollegoiden (2009) tutkimuksessa sarjamuistitehtävän tarkkuus erosi puheensiirtoindeksin arvolla 0.65 verrattuna arvoihin 0.35 ja 0.10. Myös tässä tutkimuksessa sarjamuistitehtävän tarkkuuden odotettiin eroavan äänitilanteiden välillä, sillä puheensiirtoindeksin arvot olivat 0.14 ja 0.84.

Äänitilanteiden esitysjärjestyksellä ei ollut päävaikutusta sarjamuistitehtävässä, mutta äänitilanteella ja esitysjärjestyksellä oli yhdysvaikutus sarjamuistin tarkkuuteen, mikä on havaittu myös aiemmassa tutkimuksessa (Farley ym., 2007). Tässä tutkimuksessa toimistokoppi paransi tarkkuutta vain silloin, kun toimistokoppia oli edeltänyt puhetilanne. Kun toimistokoppi oli ensimmäinen äänitilanne, tarkkuudessa ei ollut eroa. Suoriutumista puheessa ja hiljaisuudessa verranneessa tutkimuksessa havaittiin samankaltaisia tuloksia, mutta sarjamuistitehtävän vastausajassa ja 3-back tehtävän tarkkuudessa (Radun, Maula ym., 2024). Kun puhe esitettiin ensin, sarjamuistitehtävän vastausaika oli pidempi ja 3-back-tehtävän tarkkuus heikompi puheessa kuin hiljaisuudessa. Kun hiljaisuus oli ensimmäinen äänitilanne, vastausaika ei eronnut hiljaisuuden ja puheen välillä.

Aiemmissa tutkimuksissa tehtävässä on havaittu oppimisvaikutus (Ellermeier & Zimmer, 1997; Hellbrück ym., 1996), mikä voi osittain selittää tulosta (Radun, Maula ym., 2024). Hiljaisemman ja vähemmän erotettavan puheen aikana tehtävän harjoittelu voi olla tehokkaampaa, mikä kompensoi puheen aiheuttamaan suoriutumisen heikentymistä jälkimmäisessä tilanteessa. Kun puhe on ensimmäinen äänitilanne, samanlainen harjoittelu tehtävässä ei ole mahdollista. Aiemmissa tutkimuksissa oppimisvaikutus ei ole kuitenkaan vaikuttanut epäolennaisen puheen vaikutukseen sarjamuistitehtävässä (Ellermeier & Zimmer, 1997; Hellbrück ym., 1996).

Toimistokopilla ei ollut vaikutusta suoriutumiseen 3-back-tehtävässä. Taustapuheen on havaittu heikentävän 3-back-tehtävän tarkkuutta verrattuna hiljaisuuteen (Radun ym., 2021), ja puheensiirtaindeksillä on havaittu negatiivinen yhteys tehtävän reaktioaikaan (Haapakangas ym., 2014). Tässä tutkimuksessa yksilölliset erot ovat kuitenkin voineet vaikuttaa tuloksiin osallistujien välisen koeasetelman takia, eikä esitysjärjestyksen vaikutusta voitu huomioida suoriutumisessa.

4.2.1 Toimistokopin vaikutus luovuuteen

Toimistokopilla ei ollut vaikutusta luovuustehtävän ideoiden määrään, mutta ideat olivat omaperäisempiä ilman toimistokoppia. Lisäksi esitysjärjestyksellä ja äänitilanteella oli yhdysvaikutus, jolloin ideat olivat omaperäisempiä ilman toimistokoppia, kun se oli ensimmäinen äänitilanne. Kun toimistokoppi esitettiin ensin, omaperäisyydessä ei ollut eroa. Erottavampi puhe ensimmäisenä äänitilanteena näytti siis parantavan osallistujien luovuutta. Luovuustehtävä vaatii semanttista prosessointia toisin kuin muut tutkimuksessa olleet tehtävät. Semanttista prosessointia vaativissa tehtävissä puheen erotettavuudella ei ole havaittu vaikutusta tai vain hyvin heikkoja vaikutuksia suoriutumiseen (Haapakangas, Haka ym., 2008; Haka ym., 2009; Jachnke ym., 2013). Näissä tutkimuksissa käytetyt tehtävät eivät kuitenkaan vaatineet luovuutta. Lisäksi nämä tutkimukset eivät selitä ideoiden parempaa omaperäisyyttä erotettavammassa puheessa. Tässä tutkimuksessa sovellettua samaa Guilfordin luovuustehtävää käyttivät muun muassa Haapakangas ja kollegat (2011). Tutkimustulosten mukaan luovuustehtävän ideat olivat omaperäisimpiä puheessa, jonka erotettavuutta peitettiin veden solinaa muistuttavalla peittoäänellä, verrattuna hiljaisuuteen, puheeseen ilman peittoääntä, ja puheeseen muilla peittoäänillä. Vaihtelevat tutkimustulokset

puheen ja melun vaikutuksista luovuuteen osoittavat, että aiheesta tarvitaan yhä lisää tutkimustietoa.

4.3 Tutkimuksen rajoitteet

Tähän tutkimukseen liittyy rajoitteita, jotka voivat vaikuttaa tulosten yleistettävyyteen oikeisiin toimistoihin. Kokeessa ei ollut oikeaa toimistokoppia, vaan tilanteet olivat simuloituja, jolloin osallistujat tekivät kokeen laboratoriohuoneessa ilman visuaalisia vihjeitä koetilanteista. Tutkimuksen perusteella emme voi siis tietää, miten työntekijät kokevat toimistokopin oikeissa toimistoissa, joissa esimerkiksi puhuja voi olla työntekijän näkyvässä. Toimistokopit voivat olla myös keskenään erilaisia niiden suunnitteluratkaisujen vuoksi, jolloin erilaiset fyysiset ja visuaaliset ominaisuudet voivat vaikuttaa työntekijän kokemuksiin. Esimerkiksi akustisen yksityisyyden lisäksi myös visuaalisella yksityisyydellä on positiivinen yhteys tyytyväisyyteen työskentelytilasta (Sundstrom, 1980). Lisäksi Oselandin & Hodsmanin (2018) kyselytutkimuksessa työntekijät, jotka kokivat kykenevänsä kontrolloimaan melua työympäristössään, häiriintyivät melusta vähemmän kuin ne, jotka raportoivat vain vähän tai ei ollenkaan koettua kontrollia melusta. Oikeissa toimistokopeissa siis monet tekijät voivat vaikuttaa työntekijöiden subjektiivisiin kokemuksiin.

Lisäksi kokeeseen ja tehtävien tekemiseen käytetty aika eroaa huomattavasti oikeissa toimistoissa tehtävästä työajasta. Koko kokeen kesto oli keskimäärin alle kaksi tuntia ja yksi koetilanne kesti vain noin 25 minuuttia. On ehdotettu, että häiritsevässä puheessa osallistujat ponnistelevat enemmän tehtävien tekemisessä, mikä voi heikentää puheen vaikutusta suoriutumiseen (Schlittmeier ym., 2008). Pidempään kestänyt ponnisteleminen johtaisi lopulta myös objektiivisen suoriutumisen heikentymiseen (Haka ym., 2009). On mahdollista, että vaikutukset suoriutumiseen näkyisivät voimakkaammin vasta pidemmän työskentelyajan jälkeen. Toisaalta kognitiivisen ponnistelun vaikutus puheen suoriutumisvaikutusten heikentymiseen on todennäköisempää tehtävissä, jotka mahdollistavat joustavamman prosessointitavan muuttamisen kuin esimerkiksi sarjamuistitehtävässä, joka painottuu automaattisemmalle tiedonprosessoinnille (Schlittmeier ym., 2008). Subjektiivisten kokemusten osalta on taas mahdollista, että toimistokopin positiivinen vaikutus olisi jopa voimakkaampaa oikeissa toimistoissa, sillä tässä tutkimuksessa toimistokopilla jo lyhyellä työskentelyajalla oli merkittävä positiivinen vaikutus subjektiivisiin kokemuksiin. Tutkimuksen perusteella ei kuitenkaan voida tehdä päätelmiä siitä, miten toimistokoppi

vaikuttaisi kognitiiviseen suoriutumiseen tai subjektiivisiin kokemuksiin oikeissa toimistoissa kokonaisen työpäivän aikana.

Myös tutkimuksessa käytetty puheääni voi vaikuttaa tulosten yleistettävyyteen. Puheääni kuului yhdestä kaiuttimesta, samalla miehen äänellä ja jatkuvina lauseina, joissa ei ollut poikkeavia tai yllättäviä äänenpainotuksia. Lisäksi lauseiden järjestys oli sekoitettu, jolloin puheessa ei ollut seurattavaa juonta. Tämä vastaa parhaiten puhelinkeskustelun kuulemista, jossa kuulija kuulee vain toisen puolen keskustelusta. Monesti toimistoissa kuultavassa puheessa voi kuitenkin olla eri ihmisiä samanaikaisesti ja puhe voi kuulua eri suunnista (Haapakangas ym., 2014) eikä puhe ole yhtä jatkuvaa kuin tässä tutkimuksessa. On esimerkiksi havaittu, että jaksottainen puhe heikentää suoriutumista enemmän kuin jatkuva puhe (Szalma & Hancock, 2011). Verrattuna tässä tutkimuksessa käytettyyn puheeseen, toimistoissa kuultava puhe voi aiheuttaa enemmän tarkkaavuuden kaappausta (Radun, Maula ym., 2024). Tutkimuksessa käytetyn taustapuheen suoriutumisvaikutukset voivat siis poiketa toimistoissa kuultavan puheen vaikutuksista.

Lisäksi, vaikka tutkimuksen tarkoituksesta ei annettu vihjeitä koehenkilöille ennen koetta, osallistujat voivat tehdä päätelmiä kokeen tarkoituksesta koehenkilöiden sisäisen asetelman takia (Radun ym., 2021). On mahdollista, että osallistujat pystyvät päättelemään tutkimuksen tarkastelevan puheen vaikutuksia, ja että voimakkaamman puheäänien voidaan olettaa olevan häiritsevämpää. Tämä voi johdatella vastaamaan tietyllä tavalla jälkimmäisessä äänitilanteessa, kun osallistujalle on selvinnyt molempien äänitilanteiden sisältö.

Lopuksi tässä tutkimuksessa ei huomioitu osallistujien yksilöllisiä eroja. Esimerkiksi korkeamman meluherkkyyden on havaittu vaikuttavan erityisesti melun aiheuttamaan subjektiiviseen häiriintymiseen, mutta myös heikompaan suoriutumiseen melun aikana (Belojevic ym., 1992; Haapakangas ym., 2014). Myös työmuistikapasiteetin on havaittu olevan yhteydessä suoriutumiseen taustapuheen aikana esimerkiksi luetun ymmärtämistehtävässä (Sörqvist ym., 2010). On mahdollista, että työntekijät, jotka ovat meluherkempiä tai joiden työmuistikapasiteetti on alhaisempi, hyötyisivät toimistokopeista enemmän. Yksilöllisten erojen huomioiminen voisi tarjota lisätietoa taustapuheen vaikutuksista erityisesti luovuuteen. Esimerkiksi persoonallisuudella on havaittu vaikutus melun aiheuttamiin subjektiivisiin kokemuksiin (Oseland & Hodsman, 2018), mutta myös suoriutumiseen luovuustehtävässä melun aikana (Chamorro-Premuzic, 2009). Lisäksi

yksilöllisen luovuuden on havaittu välittävän melun vaikutusta suoriutumiseen luovuustehtävässä, jolloin hyvin luovat yksilöt voivat hyötyä melusta (Toplyn & Maguire, 1991).

4.4 Tutkimuksen vahvuudet

Tässä tutkimuksessa oli useita vahvuuksia. Tutkimuksen aihe on ajankohtainen, sillä toimistokoppien hyödyntäminen monitilatoimistoissa on lisääntynyt viime vuosien aikana (Hongisto & Keränen, 2020). Tyytymättömyyttä melutasoihin toimistoissa havaitaan ympäri maailman (Radun & Hongisto, 2023), minkä vuoksi keinoista, joilla melun negatiivisia vaikutuksia voidaan vähentää, tarvitaan lisää tutkimuksia. Tutkimus tarjoaa siis ajankohtaista tietoa siitä, ovatko toimistokopit tehokkaita vähentämään taustapuheen negatiivisia vaikutuksia työntekijöihin, joiden työtehtävät vaativat keskittymistä ja kognitiivista ponnistelua.

Koeasetelmana käytettiin toistettujen mittausten asetelmaa, jolloin yksilölliset erot eivät aiheuta varianssia koetilanteiden välillä. Tämän lisäksi tutkimus toteutettiin laboratorioolosuhteissa, jolloin tutkimuksen perusteella pystytään tekemään päätelmiä toimistokopin vaikutuksista kontrolloimalla ulkopuolisten tekijöiden vaikutus. Laboratoriossa pystyttiin kontrolloimaan lämpötilaa, valaistusta, taustäänitاسoa ja huoneen visuaalisia ominaisuuksia, jotka voivat vaihdella oikeissa toimistoissa huomattavasti ja vaikuttaa kokemuksiin työskentelyolosuhteista.

Koska tutkimuksen olosuhteet olivat tarkkaan suunniteltuja ja toteutettuja, tutkimus on toistettavissa, mikä lisää tutkimuksen vertailukelpoisuutta. Myös tutkimuksessa käytetyt subjektiiviset kyselyt sekä kognitiiviset tehtävät ovat vertailukelpoisia muiden puheen vaikutuksia tarkastelleiden tutkimusten kanssa (Haapakangas ym., 2014; Radun ym., 2021; Radun, Maula ym., 2024). Vaikka oikeissa toimistoissa työtehtävät ovat laajempia ja monimutkaisempia, tässä tutkimuksessa käytetyt tehtävät vaativat toimistotyöntekijöille olennaista prosessointia, kuten verbaalista lyhytkestoista muistia, työmuistia ja luovuutta.

Lopuksi tutkimuksessa osallistujille asetettiin osallistumiskriteereitä, joista normaalin kuulon kriteerin täytyminen testattiin kokeen alussa audiogrammilla. Kokeen tuloksiin ei siis ole vaikuttanut joidenkin osallistujien heikentynyt kuulo. Osallistujilta kerättiin kokeen alussa myös taustatietoja, joilla voi olla vaikutusta kokeessa suoriutumiseen. Taustatietoihin

sisältyivät esimerkiksi koehenkilön sen hetkiseen olotilaan liittyvät kysymykset, kuten kuinka väsynyt hän oli, tai kokiko hän jonkin tekijän heikentävän normaalia toimintakykyä. Taustatietojen kerääminen mahdollistaa sellaisten osallistujien karsimisen pois tuloksista, joiden erityisen poikkeavalla olotilalla voi olla huomattavasti vaikutusta esimerkiksi keskittymiskykyyn ja tarkkaavuuteen kokeen aikana.

4.5 Yhteenveto

Tämän tutkimuksen perusteella A-luokan toimistokopilla voidaan parantaa työntekijöiden työskentelyolosuhteita taustapuheen aikana. Tutkimuksessa toimistokoppi vähensi puheen aiheuttamia haittavaikutuksia työntekijöiden subjektiivisiin kokemuksiin sekä verbaaliseen lyhytkestoiseen muistiin. Haapakankaan ja kollegoiden (2014) tutkimuksessa vähentämällä puheen erotettavuutta huoneakustisin keinoin ei pystytty vähentämään puheen häiritsevyyttä, kun puhe kuului läheltä, noin kahden metrin päästä. Tämän tutkimuksen perusteella toimistokopit mahdollistavat läheltä kuuluvan puheen häiritsevyyden vähentämisen. Toimistokopilla voidaan vähentää muun muassa puheen subjektiivista häiritsevyyttä, tehtävien kuormittavuutta sekä keskittymisvaikeutta, joka on keskeinen taustapuheen aiheuttama oire toimistoissa (Di Blasio ym., 2019). Tutkimuksen perusteella puheen erotettavuuden vähentäminen ei kuitenkaan näytä olevan hyödyllistä työntekijöiden luovuudelle. Taustapuheen vaikutuksista luovuuteen toimistoissa tarvitaan siis lisätutkimuksia.

Kiitokset

Kiitän tutkimuksen ja siinä käytettyjen äänien suunnittelusta Rakennetun ympäristön tutkimusryhmää, joka toimii Turun Ammattikorkeakoulussa. Tutkimus oli osa MOTTI-tutkimushanketta, jonka päärahoittaja on Business Finland. Muita tutkimuksen rahoittajia ovat Audico Systems Oy, Framery Oy, Halton Oy, Martela Oy, Rockwool Finland Oy, Pietiko Oy, Suomen yliopistokiinteistöt Oy, Turun teknologiakiinteistöt Oy, ympäristöministeriö ja Turun Ammattikorkeakoulu.

Lähteet

- Alter, A. L. & Oppenheimer, D. M. (2008). Effects of fluency on psychological distance and mental construal (or why New York is a large city, but New York is a civilized jungle). *Psychological Science*, *19*(2), 161–167. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02062.x>
- Appel-Meulenbroek, R., Steps, S., Wenmaekers, R., & Arentze, T. (2021). Coping strategies and perceived productivity in open-plan offices with noise problems. *Journal of Managerial Psychology*, *36*(4), 400–414. <https://doi.org/10.1108/JMP-09-2019-0526>
- Baer, J. (2016). Domain specificity of creativity (1. painos) *Elsevier Science & Technology*.
- Baird, B., Smallwood, J., Mrazek, M. D., Kam, J. W. Y., Franklin, M. S., & Schooler, J. W. (2012). Inspired by distraction: Mind wandering facilitates creative incubation. *Psychological Science*, *23*(10), 1117–1122. <https://doi.org/10.1177/0956797612446024>
- Banbury, S. P., & Berry, D. C. (2005). Office noise and employee concentration: Identifying causes of disruption and potential improvements. *Ergonomics*, *48*(1), 25–37. <http://dx.doi.org/10.1080/00140130412331311390>
- Beaman, C. P., & Jones, D. M. (1997). Role of serial order in the irrelevant speech effect: Tests of the changing-state hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *23*(2), 459–471. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.23.2.459>
- Belojevic, G., Öhrström, E. & Rylander, R. (1992). Effects of noise on mental performance with regard to subjective noise sensitivity. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, *64*(4), 293–301. <https://doi.org/10.1007/bf00378288>
- Borsos, Á., Zoltán, E. S., Pozsgai, É., Cakó, B., Medvegy, G., & Girán, J. (2021). The comfort map—A possible tool for increasing personal comfort in office workplaces. *Buildings*, *11*(6), 233. <https://doi.org/10.3390/buildings11060233>
- Brookes, M. J., & Kaplan, A. (1972). The office environment: Space planning and affective behavior. *Human factors*, *15*(5), 373–391. <https://doi.org/10.1177/001872087201400502>
- Campbell, T., Beaman, C. P., & Berry, D. C. (2002). Auditory memory and the irrelevant sound effect: Further evidence for changing-state disruption. *Memory*, *10*(3), 199–214. <https://doi.org/10.1080/09658210143000335>

- Clausen, T., Kristiansen, J., Hansen, J. V., Pejtersen, J. H., & Burr, H. (2013). Exposure to disturbing noise and risk of long-term sickness absence among office workers: A prospective analysis of register-based outcomes. *International archives of occupational and environmental health*, *86*, 729-734. <https://doi.org/10.1007/s00420-012-0810-4>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. painos). Lawrence Erlbaum.
- Danielsson, C. B., & Bodin, L. (2008). Office type in relation to health, well-being, and job satisfaction among employees. *Environment and behavior*, *40*(5), 636-668. <https://doi.org/10.1177/0013916507307459>
- Di Blasio, S., Shtrepi, L. Puglisi, G. E., & Astolfi, A. (2019). A Cross-Sectional Survey on the impact of irrelevant speech noise on annoyance, mental health and well-being, performance and occupants' behavior in shared and open-plan offices. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(2), 280. <https://doi.org/10.3390/ijerph16020280>
- Dumas, D., & Dunbar, K. N. (2014). Understanding fluency and originality: A latent variable perspective. *Thinking Skills and Creativity*, *14*, 56-67. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2014.09.003>
- Ellermeier, W., & Hellbrück, J. (1998). Is level irrelevant in "irrelevant speech"? Effects of loudness, signal-to-noise ratio, and binaural unmasking. *Journal of Experimental psychology: Human perception and Performance*, *24*(5), 1406-1414. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.24.5.1406>
- Ellermeier, W., & Zimmer, K. (1997). Individual differences in susceptibility to the "irrelevant speech effect". *The Journal of the Acoustical Society of America*, *102*(4), 2191-2199. <https://doi.org/10.1121/1.419596>
- Evans, G. W., & Johnson, D. (2000). Stress and open-office noise. *Journal of Applied Psychology*, *85*(5), 779-783. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.85.5.779>
- Farley, L. A., Neath, I., Allbritton, D. W., & Surprenant, A. M. (2007). Irrelevant speech effects and sequence learning. *Memory & Cognition*, *35*(1), 156-165. <https://doi.org/10.3758/BF03195951>
- Fink, D. (2019). A new definition of noise: noise is unwanted and/or harmful sound. Noise is the new 'secondhand smoke'. *Proceedings of Meetings on Acoustics*, *39*(1). <https://doi.org/10.1121/2.0001186>

- Förster, J., Friedman, R. S., & Liberman, N. (2004). Temporal construal effects on abstract and concrete thinking: Consequences for insight and creative cognition. *Journal of Personality and Social Psychology*, *87*(2), 177-189. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.87.2.177>
- Haapakangas, A. (2017). Subjective reactions to noise in open-plan offices and the effects of noise on cognitive performance - problems and solutions. [Väitöskirja Turun yliopisto]. UTUPub. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-951-29-6860-2>
- Haapakangas, A., Haka, M., Keskinen, E., & Hongisto, V. (2008). Effect of speech intelligibility on task performance – an experimental laboratory study. In *9th International Congress on Noise as a Public Health Problem (ICBEN)*, 21-25.
- Haapakangas, A., Hallman, D. M., Mathiassen, S. E., & Jahncke, H. (2018). Self-rated productivity and employee well-being in activity-based offices: The role of environmental perceptions and workspace use. *Building and Environment*, *145*, 115-124. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.09.017>
- Haapakangas, A., Helenius, R., Keskinen, E., & Hongisto, V. (2008). Perceived acoustic environment, work performance and well-being—survey results from Finnish offices. In *9th International congress on noise as a public health problem (ICBEN)*, 18(8), 21-25.
- Haapakangas, A., Hongisto, V., Hyönä, J., Kokko, J., & Keränen, J. (2014). Effects of unattended speech on performance and subjective distraction: The role of acoustic design in open-plan offices. *Applied Acoustics*, *86*, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2014.04.018>
- Haapakangas, A., Hongisto, V., & Liebl, A. (2020). The relation between the intelligibility of irrelevant speech and cognitive performance—A revised model based on laboratory studies. *Indoor Air*, *30*(6), 1130–1146. <https://doi.org/10.1111/ina.12726>
- Haapakangas, A., Hongisto, V., Varjo, J., & Lahtinen, M. (2018). Benefits of quiet workspaces in open-plan offices – Evidence from two office relocations. *Journal of Environmental Psychology*, *56*, 63–75. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2018.03.003>
- Haapakangas, A., Kankkunen, E., Hongisto, V., Virjonen, P., Oliva, D., & Keskinen, E. (2011). Effects of five speech masking sounds on performance and acoustic satisfaction. Implications for open-plan offices. *Acta Acustica united with Acustica*, *97*(4), 641-655. <https://doi.org/10.3813/AAA.918444>

- Kim, H.-Y. (2013). Statistical notes for clinical researchers: assessing normal distribution (2) using skewness and kurtosis. *Restorative Dentistry & Endodontics*, *38*(1), 52–54.
- Haka, M., Haapakangas, A., Keränen, J., Hakala, J., Keskinen, E., & Hongisto, V. (2009). Performance effects and subjective disturbance of speech in acoustically different office types - A laboratory experiment. *Indoor Air*, *19*(6), 454–467.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2009.00608.x>
- Hongisto, V., & Keränen, J. (2020). Acoustic performance of eleven commercial phone booths according to ISO 23351-1. *Research Reports from Turku University of Applied Sciences*, *51*.
- Hongisto, V., Keränen, J., & Hakala, J. (2020) Accuracy experiment of ISO DIS 23351-1 – speech level reduction ensembles and enclosures. *Applied acoustics*, *164*, 107249-
<https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2020.107249>
- Hongisto, V., Keränen, J., & Larm, P. (2004). Simple model for the acoustical design of open-plan offices. *Acta acustica united with Acustica*, *90*(3), 481-495.
- Hongisto, V., Oliva, D., & Rekola, L. (2015). Subjective and objective rating of spectrally different pseudorandom noises—Implications for speech masking design. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *137*(3), 1344-1355.
<https://doi.org/10.1121/1.4913273>
- Hughes, R.W., Vachon, F., & Jones, D.M. (2007). Disruption of short-term memory by changing and deviant sounds: support for a duplex-mechanism account of auditory distraction. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *33*(6), 1050–1061. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0278-7393.33.6.1050>
- International Commission on Biological Effects of Noise (2023). Constitution of ICBEN.
<https://www.icben.org/About.html>
- International Organization for Standardization. (2003). Acoustics – Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys. (ISO/TS 15666:2003).
<https://www.iso.org/standard/28630.html>
- International Organization for Standardization. (2020). Acoustics — Measurement of speech level reduction of furniture ensembles and enclosures — Part 1: Laboratory method. (ISO 23351-1:2020). <https://www.iso.org/standard/75299.html>
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Perrig, W. J., & Meier, B. (2010). The concurrent validity of the N-back task as a working memory measure. *Memory (Hove)*, *18*(4), 394–412.
<https://doi.org/10.1080/09658211003702171>

- Jahncke, H., & Halin, N. (2012). Performance, fatigue and stress in open-plan offices. The effects of noise and restoration on hearing impaired and normal hearing individuals. *Noise and Health, 14*(60), 260-272. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.102966>
- Jahncke, H., Hongisto, V., & Virjonen, P. (2013). Cognitive performance during irrelevant speech: Effects of speech intelligibility and office-task characteristics. *Applied Acoustics, 74*(3), 307–316. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2012.08.007>
- Jahncke, H., Hygge, S., Halin, N., Green, A. M., & Dimberg, K. (2011). Open-plan office noise: Cognitive performance and restoration. *Journal of Environmental Psychology, 31*(4), 373-382. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2011.07.002>
- James, O., Delfabbro, P., & King, D. L. (2021). A comparison of psychological and work outcomes in open-plan and cellular office designs: A systematic review. *Sage Open, 11*(1). <https://doi.org/10.1177/2158244020988869>
- Jansson, T. (2015). Muumipeikko ja pyrstötähti - Audiobook spoken by Panu Kangas. *Werner Söderström Oy*.
- Jones, D. M., Miles, C. & Page, J. (1990). Disruption of proofreading by irrelevant speech: Effects of attention, arousal or memory? *Applied Cognitive Psychology, 4*(2), 89-108. <https://doi-org.ezproxy.utu.fi/10.1002/acp.2350040203>
- Kaarlela-Tuomaala, A., Helenius, R., Keskinen, E., & Hongisto, V. (2009). Effects of acoustic environment on work in private office rooms and open-plan offices - Longitudinal study during relocation. *Ergonomics, 52*(11), 1423–1444. <https://doi.org/10.1080/00140130903154579>
- Kane, M. J., Conway, A. R. A., Miura, T. K., & Colflesh, G. J. H. (2007). Working memory, attention control, and the N-back task: a question of construct validity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 33*(3), 615–622. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.33.3.615>
- Kasof, J. (1997). Creativity and breadth of attention. *Creativity Research Journal, 10*(4), 303-315. https://doi.org/10.1207/s15326934crj1004_2
- Kylliäinen, M., & Hongisto, V. (2019). Rakennuksen ääniolosuhteiden suunnittelu ja toteutus, ympäristöministeriö. <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161953>
- LeCompte, D. C. (1994). Extending the irrelevant speech effect beyond serial recall. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 20*(6), 1396–1408. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.20.6.1396>

- LeCompte, D. C. (1995). An irrelevant speech effect with repeated and continuous background speech. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2(3), 391–397. <https://doi.org/10.3758/BF03210978>
- Lenne, L., Chevret, P., & Marchand, J. (2020). Long-term effects of the use of a sound masking system in open-plan offices: A field study. *Applied Acoustics*, 158. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2019.107049>
- Liebl, A., & Jahncke, H. (2017). Review of research on the effects of noise on cognitive performance 2014-2017. In *12th ICBEN Congress on Noise as a Public Health Problem*, Zurich, Switzerland.
- Lu, J. G., Akinola, M., & Mason, M. F. (2017). "Switching on" creativity: Task switching can increase creativity by reducing cognitive fixation. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 139, 3-75. <http://dx.doi.org/10.1016/j.obhdp.2017.01.005>
- MacDermid, A. E., Duggan, V. A., Miller, B. L., Neath, I., & Surprenant, A. M. (2023). Irrelevant speech, changing state, and order information. *Memory & Cognition*, 51(8), 1836-1848. <https://doi.org/10.3758/s13421-023-01437-z>
- Mak, C. M., & Lui, Y. P. (2012). The effect of sound on office productivity. *Building Services Engineering Research and Technology*, 33(3), 339-345. <https://doi.org/10.1177/0143624411412253>
- Marois, A., Marsh., J. E., & Vachon, F. (2019). Is auditory distraction by changing-state and deviant sounds underpinned by the same mechanism? Evidence from pupillometry. *Biological Psychology*, 141, 46-74. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2019.01.002>
- Maula, H., Hongisto, V., Naatula, V., Haapakangas, A., & Koskela, H. (2017). The effect of low ventilation rate with elevated bioeffluent concentration on work performance, perceived indoor air quality, and health symptoms. *Indoor air*, 27(6), 1141-1153. <https://doi.org/10.1111/ina.12387>
- Mehta, R., Zhu, R. J., & Cheema, A. (2012). Is noise always bad? Exploring the effects of ambient noise on creative cognition. *Journal of Consumer Research*, 39(4), 784-799. <https://doi.org/10.1086/665048>
- Mones, P., & Massonnié, J. (2022). What can you do with a bottle and a hanger? Students with high cognitive flexibility give more ideas in the presence of ambient noise. *Thinking Skills and Creativity*, 46, 101116. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101116>

- Navai, M., & Veitch, J. A. (2003). *Acoustic satisfaction in open-plan offices: review and recommendations*. (IRC-RR-151) National Research Council of Canada.
<https://doi.org/10.4224/20386513>
- Oseland, N.A. and Hodsman, P. (2017), Design Guidance on Eliminating Office Noise: A Psychoacoustic Approach. *Saint-Gobain Ecophon*.
- Oseland, N., & Hodsman, P. (2018). A psychoacoustical approach to resolving office noise distraction. *Journal of Corporate Real Estate*, 20(4), 260–280.
<https://doi.org/10.1108/JCRE-08-2017-0021>
- Otterbring, T., Bodin Danielsson, C., & Pareigis, J. (2021). Office types and workers' cognitive vs affective evaluations from a noise perspective. *Journal of Managerial Psychology*, 36(4), 415-431. <https://doi.org/10.1108/JMP-09-2019-0534>
- Pejtersen, J., Allerman, L., Kristenden, T. S. & Poulsen, O. M. (2006). Indoor climate, psychosocial work environment and symptoms in open-plan offices. *Indoor Air*, 16(5), 392–401. <https://doi:10.1111/j.1600-0668.2006.00444.x>
- Pejtersen, J. H., Feveile, H., Christensen, K. B., & Burr, H. (2011). Sickness absence associated with shared and open-plan offices—a national cross sectional questionnaire survey. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 37(5), 376-382.
<https://doi.org/10.5271/sjweh.3167>
- Radun, J., Maula, H., Rajala, V., Scheinin, M., & Hongisto, V. (2021). Speech is special: The stress effects of speech, noise, and silence during tasks requiring concentration. *Indoor air*, 31(1), 264–274. <https://doi.org/10.1111/ina.1273>
- Radun, J., & Hongisto, V. (2023). Perceived fit of different office activities—The contribution of office type and indoor environment. *Journal of Environmental Psychology*, 89, 102063. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2023.102063>
- Radun, J., Maula, H., Tervahartiala, I. K., Rajala, V., Schlittmeier, S., & Hongisto, V. (2024). The effects of irrelevant speech on physiological stress, cognitive performance, and subjective experience—Focus on heart rate variability. *International Journal of Psychophysiology*, 200, <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2024.112352>
- Radun, J., Tervahartiala, I. K., Kontinen, V., Keränen, J., & Hongisto, V. (2024). Do active noise-cancelling headphones' influence performance, stress, or experience in office context? *Building and Environment*, 266, 112102.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.112102>

- Roelofsen, C. P. G. (2008). Performance loss in open plan offices due to noise by speech. *Journal of Facilities Management*, 6(3), 202-210.
<https://doi.org/10.1108/14725960810885970>
- Salamé, P., & Baddeley, A. D. (1982). Disruption of short-term memory by unattended speech: Implications for the structure of working memory. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 21(2), 150–164. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(82\)90521-7](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(82)90521-7)
- Sarwono J., Larasati A. E., Novianto W. N. I., Sihar, I., & Utami S.S. (2015). simulation of several open plan office design to improve speech privacy condition without additional acoustic treatment. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 184, 315-321. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.05.096>
- Schlittmeier, S. J., Hellbruck J., Thaden, R., & Vorländer M. (2008). The impact of background on speech intelligibility: Effects on cognitive performance and perceived disturbance. *Ergonomics*, 51(5), 719–736.
<https://doi.org/10.1080/00140130701745925>
- Schlittmeier, S.J., & Liebl, A. (2015). The effects of intelligible irrelevant background speech in offices – cognitive disturbance, annoyance, and solutions. *Facilities*, 33(1/2), 61-75. <https://doi.org/10.1108/F-05-2013-0036>
- Sharma, D., Gurbani, A., Manjunath, K., Dutta., D., & Guneli, H. (2021). Effect of different types of noises on divergent creativity in young adults. *Open Access Library Journal*, 8(6), 1-10. <https://doi.org/10.4236/oalib.1107420>
- Smith, A. P., & Jones, D. M. (1992). Noise and performance. In A. P. Smith & D. M. Jones (Eds.), *Handbook of human performance, Vol. 1. The physical environment*, 1-28.
- Sörqvist P., Halin, N., & Hygge, S. (2010). Individual differences in susceptibility to the effects of speech on reading comprehension. *Applied Cognitive Psychology*, 24(1), 67-76. <https://doi.org/10.1002/acp.1543>
- Sörqvist, P., Nösth, A., & Halin, N. (2012). Disruption of writing processes by the semanticity of background speech. *Scandinavian Journal of Psychology*, 53(2), 97–102.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-9450.2011.00936.x>
- Sundstrom, E., Burt, R. E., & Kamp, D. (1980). Privacy at work: Architectural correlates of job satisfaction and job performance. *Academy of management journal*, 23(1), 101–117. <https://doi.org/10.5465/255498>

- Sundstrom, E., Town, J. P., Rice, R. W., Osborn, D. P., & Brill, M. (1994). Office noise, satisfaction and performance. *Environment and behavior*, 26(2), 195–222.
<https://doi.org/10.1177/001391659402600204>
- Szalma, J. L., & Hancock, P. A. (2011) Noise effects on human performance: a meta-analytic synthesis. *Psychol Bull*, 137(4), 682-707. <https://doi.org/10.1037/a0023987>
- Toplyn, G., & Maguire, W. (1991). The differential effect of noise on creative task performance. *Creativity Research Journal*, 4(4), 337-347.
<https://doi.org/10.1080/10400419109534410>
- Tremblay, S., Nicholls, A. P., Alford, D., & Jones, D. M. (2000). The irrelevant sound effect: Does speech play a special role? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 26(6), 1750-1754. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0278-7393.26.6.1750>
- Veitch, J. A., Bradley, J. S., Legault, L. M., Norcross, S., & Svec, J. M. (2002). *Masking speech in open-plan offices with simulated ventilation noise: noise level and spectral composition effects on acoustic satisfaction*. (IRC-IR-846) National Research Council of Canada. <https://doi.org/10.4224/20386334>
- Venetjoki, N., Kaarlela-Tuomaala, A., Keskinen, E., & Hongisto, V. (2006) The effect of speech and speech intelligibility on task performance, *Ergonomics*, 49(11), 1068-1091. [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(02\)00082-8](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(02)00082-8)
- Weismer, G., Howard, S., Ball, M. J., Müller, N., & Perkins, M. R. (2008). Speech Intelligibility. Teoksessa M. J., Ball (Ed.) *The Handbook of Clinical Linguistics* (s. 568–582). Blackwell Publishing Oy. <https://doi.org/10.1002/9781444301007.ch35>
- Wohlers, C., & Hertel, G. (2017). Choosing where to work at work - towards a theoretical model of benefits and risks of activity-based flexible offices. *Ergonomics*, 60(4), 467–486. <https://doi.org/10.1080/00140139.2016.1188220>
- Åhsberg, E., & Gamberale, F. (1998). Perceived fatigue after physical work: an experimental evaluation of a fatigue inventory. *Ergonomics*, 21, 117-131.