

# Melun vaikutus matemaattisten tehtävien ratkaisemiseen sekä subjektiivinen kokemus melusta

Kotipelto Ari & Luttinen Teemu

Pro gradu –tutkielma

Turun yliopisto

OKL, Rauman yksikkö

Maaliskuu 2020



# TIIVISTELMÄ

TURUN YLIOPISTO

Opettajankoulutuslaitos, Rauman yksikkö/Kasvatustieteiden tiedekunta

KOTIPELTO, ARI & LUTTINEN, TEEMU: Melun vaikutus matemaattisten tehtävien ratkaisemiseen sekä subjektiivinen kokemus melusta

Pro gradu –tutkielma, 24 s., 1 liites.

Kasvatustiede

Maaliskuu 2020

---

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, onko melulla vaikutusta tutkittavien työskentelyyn ja matemaattisten tehtävien ratkaisemiseen sekä subjektiivista kokemusta melusta tehtävien ratkaisemisen aikana.

Melu on ääntä, jonka henkilö kokee häiritsevänä tai epämiellyttävänä. Kokemus melusta on subjektiivista. Melusta aiheutuu monenlaisia fyysisiä tai psyykkisiä terveyshaittoja. Aikaisemmat tutkimukset sisältävät ristiriitaisia tuloksia melun vaikutuksesta työskentelyyn ja tehtävien ratkaisemiseen.

Tutkimus toteutettiin työelämässä mukana oleville 18–60-vuotiaille aikuisille, joilla on peruskoulu tai vastaava koulutus suoritettuna. Tutkimus sisälsi kolme erilaista testiä, jotka sisälsivät matemaattisia tehtäviä aritmeettisista peruslaskutoimituksista monimutkaisempiin sanallisiin päättelytehtäviin. Testit suoritettiin kolmenlaisessa ääniympäristössä: meluttomassa, informatiivisessa melussa ja ympäristömelua sisältävässä testissä. Testien järjestys satunnaistettiin jokaisessa koetilaisuudessa. Lopuksi tutkittavat vastasivat subjektiivista melukokemusta selvittävään kyselylomakkeeseen. Tutkimuksemme oli mukavuusotanta, eikä pyri yleistettävyyteen.

Hypoteesina oli, että melu heikentää työskentelyä ja että tutkittavat kokevat melun häiritseväksi työskentelylleen. Tulokset vastasivat hypoteeseja, mutta tulokset olivat osittain ristiriidassa olemassa olevan tutkimustiedon kanssa.

Asiasanat: melu, matematiikka, oppimistulokset, subjektiivinen kokemus, ympäristömelu, informatiivinen melu

## Sisällys

1	Johdanto .....	5
1.1	Melu .....	5
1.2	Melutasot ja äänen havaitseminen .....	6
1.3	Ympäristömelu.....	8
1.4	Melun vaikutukset ihmiseen .....	9
1.5	Subjektiiivinen melun kokeminen.....	10
1.6	Melun vaikutukset oppimistuloksiin.....	11
1.7	Tutkimuskysymykset .....	14
2	Menetelmät .....	15
2.1	Tutkittavat .....	15
2.2	Materiaalit .....	16
2.3	Tutkimustilanne .....	17
2.4	Aineiston käsittely.....	18
3	Tulokset .....	19
3.1	Kokeiden pisteet.....	19
3.2	Subjektiiivinen kokemus melutilanteista .....	20
4	Pohdinta .....	22
4.1	Luotettavuus.....	25
4.2	Johtopäätökset.....	27
	Liitteet.....	28
	Lähteet .....	29

# 1 Johdanto

Pro gradu –tutkielmamme aihe on melun vaikutus työskentelyyn ja subjektiivinen kokemus melusta. Päädyimme jatkamaan samasta aiheesta, josta aloitimme kandidaatintutkielmassamme, sillä aihe oli itsellemme mieluisa ja vaati mielestämme lisätutkimuksia. Kandidaatintutkielmassa tutkimme melun vaikutusta lasten luetun ymmärtämiseen. Tuloksemme olivat ristiriitaisia keskenään sekä aikaisemman teorian kanssa. Tämän vuoksi tahdoimme jatkaa melututkimuksen parissa. Pro gradu -tutkielman myötä toivomme, että mahdollisimman moni opettaja ja opettajaksi opiskeleva ottaa huomioon ja pohtii melun vaikutuksia oppilaisiinsa, itseensä ja koko työyhteisöön.

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet, 2014) ei mainita kertaakaan sanaa melu. Kuitenkin opetussuunnitelmassa 6. vuosiluokan yhtenä tavoitteista on hyvinvointi ja turvallisuus musiikin osalta. Tarkoituksena on huomioida äänen ja musiikin voimakkuuteen liittyviä tekijöitä. Liikunnan kohdalla opetussuunnitelmassa ei suoraan mainita kuulon suojaamista tai melua, mutta kehoitetaan kuitenkin ohjaamaan oppilasta turvalliseen ja asialliseen toimintaan liikuntatunneilla. Tämä voidaan ehkä katsoa koskevan myös kuulon suojaamista. Melun määrä voi kasvaa merkittävästi luokkahuoneessa, kun oppitunneilla on vapaamuotoista työskentelyä. Ruokailun, välituntien ja muiden koulun yhteisten tapahtumien osalta opetussuunnitelmassa ei viitata suoraan ääneen tai meluun, vaikka ne ovat läsnä koulun arjessa. Miten melutaso vaikuttaa opettajiin ja oppilaisiin, jotka ovat vielä kasvuiässä? Pystyvätkö lapset oppimaan ja opiskelemaan jatkuvassa melun altistuksessa?

Tässä tutkimuksessa testasimme aikuisia ja keskityimme tutkimaan melua ja sen vaikutuksia ylipäätään ihmisiin. Tutkimuksemme ei pyrkinyt yleistettävyyteen, vaan tarkastelemaan koemekanismeja, joita voisi myöhemmin testata myös lapsilla.

## 1.1 Melu

Berglundin, Lindvallin ja Schwelan (1999) määritelmän mukaan melu on epätoivottava ja terveydelle haitallinen ääni. Melulla on todettu olevan negatiivisia vaikutuksia kehoon sekä psyykkisesti että fyysisesti. Melu vaikeuttaa kommunikaatiota sekä heikentää

kuuloa. Melulla on heikentäviä vaikutuksia yksilön suorituskykyyn. (Starck & Teräsvirta, 2009). Starck ja Teräsvirta (2009) määrittelevät meluherkkyyden ”ihmisen suhtautumisena meluun”.

Ihmiset kokevat melun eri tavalla ja jokaisella on oma subjektiivinen käsitys melusta ja meluärsyttävyydestä. Subjektiivinen meluherkkyys määritellään tekijäksi, johon vaikuttaa yksilön asenteet meluun yleisesti. Meluärsyttävyys vastaavasti on tekijä, johon vaikuttaa yksilön asenne tiettyyn meluun. (Anderson, 1971)

## 1.2 Melutasot ja äänen havaitseminen

Ihminen kykenee havaitsemaan äänialueen 0-160 dB. Nolla desibeliä ei merkitse täydellistä hiljaisuutta, vaan se on alin ihmisen aistittavissa oleva desibelimäärä. Ihmisen kipukynnys on 120 dB, joka vastaa rock-konsertin äänitasoa. Äänialto saattaa vaurioittaa tärykalvoja sekä aiheuttaa niiden repeytymistä ja aiheuttaa pysyvän kuulovaurion. Kuulovaurion syntymiseen vaikuttaa desibelimäärän lisäksi melulle altistumisen kesto. Pitkäkestoisena meluna 75 dB, joka vastaa pyykinpesukoneen aiheuttamaa ääntä, voi aiheuttaa jo pysyviä vaurioita kuuloon. (Lyytimäki, 2006).

Vuonna 1999 World Health Organization (WHO) laati taulukon desibelien suositusraajat yhdyskuntamelulle erilaisissa ympäristöissä. Oheiseen taulukkoon (kts. TAULUKKO 1) olemme liittäneet luokkahuonemelun sekä leikkikenttämelen, jolla tarkoitetaan välitunneilla kuuluvaa melua.

TAULUKKO 1. Suositusrajat yhdyskuntamelulle eri ympäristöissä Berglundin, Lindvallin ja Schwelan mukaan (1991)

Paikka	Kriittiset terveystvaikutukset	LAeq [dB]	Ajankohta [tunnit]	LAm <sub>ax</sub> , nopea [dB]
Koulujen luokkahuoneet ja esikoulu, sisällä	Puheen ymmärrettävyyden heikentyminen, tiedon saannin häiriintyminen, kommunikaation heikentyminen	35	Tunnin aikana	-
Koulu, leikkikenttä, ulkona	Ärsyttävyys (ulkoinen lähde)	55	Ulkoilun aikana	-
Julkiset tilat, sisällä ja ulkona	Kuulovaurio	85	1	110
Kuulokkeet	Kuulovaurio (vapaakenttäarvo)	85	1	110
Lelujen, ilotulitteiden ja ampumaseiden impulssiäänet	Kuulovaurio (aikuiset) Kuulovaurio (lapset)	-	-	140 120

Taulukkoa muokattu

LAeq = keskiäänitaso

LAm<sub>ax</sub> = enimmäistaso

Luokkahuoneessa melun taso on keskimääräisesti 35 desibeliä, joka vastaa tietokoneen äänenvoimakkuutta. 35 desibeliä ei vielä aiheuta merkittäviä terveydellisiä haittoja, mutta puheen ymmärtäminen vaikeutuu ja tiedon saaminen hankaloituu. Mikäli oppilas ei kuule taustamelun vuoksi ohjeita tai opetusta, voi oppilas pahimmassa tapauksessa jäädä jälkeen opetuksessa. (Starck & Teräsvirta, 2009.) Puheesta aiheutuva taustamelu on yhteydessä lasten kognitiivisen suoriutumisen häiriintymiseen huomattavasti aikuisia

enemmän. Nämä vaikutukset näkyvät jo kuulovaurioita pienemmillä desibeliarvoilla. (Hintsanen, 2014)

Ulkona esimerkiksi välitunnilla, leikkikentän alueella tai ulkona liikuntatunnilla melun taso on keskimäärin 55 desibeliä, joka on verrattavissa äänekkääseen puheeseen. Vaikka välitunnit ovat taukoa opetuksesta, korville ne eivät ole, sillä välitunnilla keskimäärin desibelimäärät nousevat 20 desibelin verran. Pitkäaikainen altistuminen vastaavalle melulle voi aiheuttaa pysyviä vaikutuksia yksilöön. (Starck & Teräsvirta, 2009).

Puheen havainnointikyky on oleellista opetustilanteessa. Signaali-kohinasuhteella tarkoitetaan tässä yhteydessä sitä, että opettajan ääni on voimakkaampi kuin luokkahuoneen yleinen äänentaso (Larsen & Blair, 2008). Signaali-kohinasuhde tulisi ylittää nollan desibelin rajan, jotta puhekommunikaatio olisi ylipäättään mahdollista, mutta esimerkiksi kuunneltaessa ohjeita luokassa signaali-kohinasuhteen tulisi olla vähintään 15 dB. Taustääänen taso ei saa ylittää 35 desibelin rajaa äänen suhteellisen voimakkuuden ollessa 50 dB, joka vastaa keskimääräistä puheäänien tasoa metrin päästä sekä miehillä että naisilla. Luokkahuoneissa tulisi siis pyrkiä mahdollisimman matalaan taustääänen tasoon, jotta vältettäisiin desibelimäärien nousemisen luokkahuonetilanteissa. (Berglund, Lindvall & Schwela, 1999)

### 1.3 Ympäristömelu

Ympäristömelun määritelmään kuuluvat kaikki ei-toivotut äänet, joita kuulemme ympäristössämme pois lukien työpaikoilla kuultavat äänet. Ympäristömelu on terveydellinen riski ja se on laajemmalle levinnyt haitta, kuin koskaan aikaisemmin. Tähän syinä ovat väestönkasvu, kaupunkilaistuminen sekä melusaasteiden aiheuttajien liikkuvuus. (Goines & Hagler, 2007)

Hintsasen (2014) mukaan ulkomaisissa tutkimuksissa on todettu koulujen melun tason ylittävän WHO:n ohjearvot. Tyhjässä luokkatilassa ääntä aiheuttavat ilmastointilaitteet ja liikenteestä johtuva melu. Opetustilanteessa suurin osa melusta aiheutuu oppilaiden työskentelemisestä. Muun muassa Rantalán, Hakalan, Holmqvistin ja Salán tutkimuksessa todettiin, että opettajat nostavat äänentasoaan meluisassa ympäristössä. Melun taso riippuu tietenkin siitä, tehdäänkö ryhmätöitä tai itsenäistä työskentelyä.



Manlove ja Vernon-Feagans (2001) pohtivat tekstissään, että monesti taloudellisista syistä johtuen akustiikkaa ei voida ottaa huomioon riittävästi esimerkiksi koulun lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmiä mietittäessä. Shield ja Dockrell (2007) toteavat yksinkertaiseksi keinoksi vaikuttaa akustiikkaan sen, että opettaja on mahdollisimman lähellä jokaista oppilasta. Toisaalta voi kysyä, onko se aina mahdollista?

#### 1.4 Melun vaikutukset ihmiseen

Melulla on todettu olevan vaikutusta yksilön keskittymis- ja suorituskäkyyn. Melu tarjoaa ärsykeitä, jotka vievät huomion muualle ja vaikeuttaa täten keskittymistä työntekoon. Keskittymiskyky heikkenee etenkin melun vaihdellessa, alkaen ja keskeytyen jatkuvasti. Muutokset ympäristön äänissä aiheuttavat autonomisessa hermostossa orientaatioreaktion toistuvasti. Melu myös vaikuttaa yksilön vireystilaan, jolla on negatiivisia vaikutuksia suorituskäkyyn ja täten vaikeuttaa esimerkiksi oppimista. Kognitiiviset toiminnot, kuten kirjoittaminen ja lukeminen heikentyvät puhemelusta, joka haittaa niin sanottua sisäistä puhetta, joka ohjaa yksilön ajattelua. (Starck & Teräsvirta, 2009.)

Lyytimäki (2006) toteaa, että lapset ovat mahdollisesti herkempiä melun haittavaikutuksille kuin aikuiset. Melun on todettu heikentävän lasten yleistä oppimiskykyä, luetun ymmärtämistä, lukemaan oppimista, keskittymiskykyä, muistia sekä selviytymistä vaikeista pulmista. Lyytimäen mukaan myös luokkakoot sekä opetustilojen akustiikka vaikuttavat oppilaiden sekä opettajan melulle altistumiseen.

Melu vaikuttaa etenkin lapsiin, sillä lapsuudessa kognitiiviset taidot kehittyvät ja lapsi oppii uusia asioita jatkuvasti. Lapsi ei yleensä pysty itse vaikuttamaan ääniympäristöönsä, mikä voi vaikeuttaa tarkkaa keskittymistä vaativien tehtävien tekemiseen koulussa. Aikuisen stressialttius on yhteydessä lapsuudessa koettuun stressiin, mitä melu aiheuttaa. (Hintsanen, 2014.)

Hintsasen (2014) mukaan pitkäkestoinen melualtistus ei ole yhteydessä meluun tottumiseen. Esimerkiksi vuoden jatkunut melualtistus on todettu hidastavan luetun ymmärtämisen kehittymistä. Kuitenkin Zentall ja Shaw (1981) totesivat korkealla melun tasolla luokkahuoneessa olevan yleisesti häiritsevempi vaikutus yliaktiivisiin lapsiin verrattuna kontrolliryhmään, mutta alhaisella melun tasolla taas vastaavasti normalisoiva vaikutus, jolloin ryhmien väliset erot kaventuivat. Tähän tutkimukseen viitaten

pitkäkestoinen melualtistus on yhteydessä meluun tottumiseen, jos melun äänenvoimakkuus vaihtelee.

Melulla on yhteys muistin toimintaan. Melu heikentää koululaisten pitkäkestoista muistia ja suoriutumista lukutehtävistä (Hintsanen, 2014). Myös Starck & Teräsvirta (2009) totesivat melulla olevan vaikutusta muistiin häiritsemällä tiedon muistamista ja käsittelyä.

Melulla on useita fysiologisia vaikutuksia erityisesti korvaan, verenpaineeseen ja äänenkäyttöön. Ihmiset altistuvat vapaa-aikanaan melulle nykyaikana paljon, sillä tarjolla on paljon musiikkitapahtumia ja muita tilaisuuksia, joissa ääntä on vahvistettu runsaasti. Varsinaisten kaiuttimien lisäksi musiikinkuunteluun tarkoitettut kuulokkeet lisäävät korvien melukuormitusta. Esimerkiksi kuulokkeet tuottavat vaihteluväliltään 50–120 desibelin äänitasoja. Musiikkia kuunnellaan monipuolisesti eri yhteyksissä: kulkuvälineissä, kuten autossa, tai bussissa, konserteissa ja harrastuksissa. (Jokitulppo, 2014). Regecova ja Kellerová (1995) tutkivat melun vaikutusta lasten verenpaineeseen sekä sydämen sykettä. Lapsilla lastentarhoissa, jotka sijaittivat kaupungissa, jossa liikenteen melu oli suurempi kuin 60 dB, oli korkeampi verenpaine ja alempi sydämen syke, kuin hiljaisemmilla alueilla asuvilla lapsilla. Lastentarhan melulla oli suurempi vaikutus, kuin kotona tapahtuneella melulla. Rantala ym. (2015) huomasivat tutkiessaan luokkahuoneen melua ja opettajan äänenkäyttöä, että opettaja, joka työskentelee meluisassa ympäristössä, käyttää kovempaa ääntä jo ennen työnaloitusta. Melussa työskenteleminen saattaa lisätä opettajan äänen kuormittumista tai synnyttää kompensoivia reaktioita meluun.

### 1.5 Subjektiiivinen melun kokeminen

Melun kokeminen ärsyttäväksi on yksilöllistä. Kirjallisuudessa määritelmien kirjo on moninainen subjektiivisesta meluherkkyydestä meluärsyttävyyteen. Kuitenkin kaikkia termejä yhdistää ajatus melun kokemisen yksilöllisyydestä. Saman äänenvoimakkuuden, jonka toinen kokee hyvin häiritseväksi, voi toinen kokea miellyttäväksi. Melun häiritsevyyteen vaikuttavat kuulijan herkkyys ääniä kohtaan, aikaisemmat kokemukset sekä asenteet. (Starck & Teräsvirta, 2009).

Melun kokeminen on subjektiivista ja täten yksilökohtaista, mutta melun terveydelliset haittavaikutukset ovat tosiasia. Kovaääninen melu, kuten musiikin kuuntelu kovalla, vahingoittaa kuulijan korvaa, vaikka ääni olisikin miellyttävää. (Lyytimäki, 2006). Melun

subjektiivinen häiritsevyys on mahdotonta mitata akustisin tutkimusmenetelmin, sillä sen arviointiin tarvitaan yksilön omaa häiritsevyyden voimakkuuden arviointia. Akustiset ominaisuudet, hetkellisesti vaikuttavat tekijät, oma toiminta ja vaikutusmahdollisuus melun lähteeseen sekä psykologiset viitteet vaikuttavat kaikki melun häiritsevyyteen. (Jauhiainen, Vuorinen & Heinonen-Guzejev, 2007).

Hintsasen (2014) toteuttaman tutkimuksen mukaan opettajien ja oppilaiden mielestä häiritsevimmät äänet luokassa ovat puhe sekä huonekalujen siirtely. Subjektiivisesta kokemuksesta ei saada suoria päätelmiä äänien yhteydestä tehtävien suorittamiseen. Erityisen häiritsevää on myös merkityksellinen puhe, eli esimerkiksi vieraskielinen puhe ei välttämättä aiheuta yhtä paljon häiriötä kuin puhe kielellä, jota kuuliija ymmärtää.

### 1.6 Melun vaikutukset oppimistuloksiin

Klatte, Bergström ja Lachmann (2013) tutkivat melun vaikutusta oppimiseen sekä lasten kognitiiviseen kehitykseen. Tutkimuksessa huomattiin lasten olevan huomattavasti aikuisia heikompia tehtävissä, joissa tuli ymmärtää puhetta ja luetun ymmärtämistä melun ympäröimänä. Melulla todettiin olevan vaikutuksia myös ei-auditiivisiin tehtäviin, kuten lyhyen ajan muistia vaativissa luku- ja kirjoitustehtävissä. Tutkimuksissa huomattiin epäsäännöllisyyksiä, mutta niistä huolimatta eri tutkimuksissa saatavilla olevat todisteet indikoivat, että jatkuva ympäristömelulle altistuminen saattaa vaikuttaa lasten kognitiiviseen kehitykseen. Vaikka vaikutukset ovat pieniä, ne tulisi ottaa vakavasti pitkäaikaisia vaikutuksia silmällä pitäen. Tutkimuksessa huomautettiin myös, että koulun ja luokkahuoneen akustiikalla sekä koulun sijainnilla on suuri merkitys.

Ljung, Sorqvist ja Hygge (2009) tutkivat liikenteen melun ja merkityksettömän puheen vaikutusta lasten lukemiseen ja matemaattisiin taitoihin. Tutkimus sisälsi peruslaskutoimitustehtäviä, matemaattisia päättelytehtäviä sekä luetunymmärtämistestin. Liikenteen melu ja merkityksetön puhe olivat ennalta äänitettyjä nauhoitteita, joita soitettiin tehtävien teon aikana, kumpaakin keskimäärin 62 dB voimakkuudella. Tutkimuksessa huomattiin lasten lukunopeuden hidastuvan liikenteen melussa, jolloin heidän piti palata lukiessaan tekstissä taaksepäin, sillä heidän luetunymmärtämisensä häiriintyi tai heidän piti käyttää ymmärtämiseen enemmän aikaa. Liikenteen melulla oli tutkimuksen mukaan myös negatiivisia vaikutuksia matemaattisten peruslaskutoimitustehtävien ratkaisussa, mutta vastaavaa ei todettu sanallisissa

matemaattisissa päättelytehtävissä. Tulokset olivat yllättäviä, sillä matemaattiset päättelytehtävät vaativat monimutkaista prosessointia ja monimutkaiset tehtävät vaikuttavat olevan alttiita melun vaikutuksille. Tutkimuksessa ei myöskään löydetty tuloksia, että merkityksettömällä puheella olisi vaikutusta matemaattisten peruslaskutoimitusten ratkaisemiseen.

Baddeley ja Logie (1987) tutkivat puheen tukahduttamisen ja informatiivisen puheen vaikutusta yksinkertaisten laskutehtävien suorittamiseen. Tutkimus toteutettiin viidellä kokeella, jotka sisälsivät yksinkertaisia aritmeettisiä laskutehtäviä. Tutkimuksessa löydettiin merkitsevyyttä informatiivisen puheen ja koesuoritusten välillä.

Banbury ja Berry (1998) selvittivät toimistossa olevan ympäristömelun ja puheen häiritsevyyttä toimistotyöhön liittyviin tehtäviin, jotka sisälsivät muun muassa päässä laskuja. Tutkimus suoritettiin kolmella kokeella. Tutkimuksessa todettiin toimistossa olevan ympäristömelun vaikuttavan negatiivisesti päässä laskutehtävien ratkaisemisessa. Kolmannessa kokeessa todettiin sekä puheen että ympäristömelun voivan vaikuttaa aritmeettisiin suorituksiin. Puheen sisällöllisellä merkityksellä ei todettu olevan merkitystä. Kuitenkin Hintsasen (2014) mukaan erityisen häiritsevää on merkityksellinen puhe, sillä vieraskielisen puheen ei havaittu olevan niin häiritsevää kuin puhe tutulla kielellä.

Zentallin ja Shaw'n (1981) tutkittavina olivat yliaktiiviset ja kontrolliryhmän lapset sekä heidän akateeminen osaamisensa melussa. Tutkimuksessa käytettiin kahta koetta, joissa kummassakin tutkittiin matemaattista osaamista sekä kuinka monta tehtävää lapset saisivat oikein. Tutkimuksessa löydettiin yhteys melun ja yliaktiivisten lasten oikeiden vastausten välillä. Yliaktiiviset lapset menestyivät huonommin korkeassa melumäärässä verrattuna alempaan melumäärään. Huomioitavaa oli myös se, että korkea melun määrä ei ole yhtä häiritsevää, kun tehtävätyyppi on tutkittavalle aiemmin tuttu. Korkealla melun tasolla luokkahuoneessa todettiin olevan yleisesti häiritsevämpi vaikutus yliaktiivisiin lapsiin verrattuna kontrolliryhmään ja alhaisella melun tasolla taas vastaavasti normalisoiva vaikutus, jolloin yliaktiivisten ja kontrolliryhmän lasten välinen melun häiritsevyyden ero kaventui.

Ristiriitaisia tuloksia edellä esitettyihin tutkimuksiin ovat saaneet Starck & Teräsvirta (2009), jotka totesivat melulla olevan vaikutusta myös muistia vaativien tehtävien ratkaisuun. Melu häiritsee tiedon muistamista ja käsittelyä. Melun vaikutusta muistiin ei

kyetä kontrolloimaan, mikä estää muistin toiminnan tiedollisen korjaamisen. Perustehtävien teko, esimerkiksi helpot yhteen- ja vähennyslaskut, eivät häiriinny melusta, mutta meluisassa ympäristössä toimiminen rasittaa yksilöä, mikä aiheuttaa väsymyksen.

Melun vaikutuksista luetun ymmärtämiseen ovat tutkineet Kjellberg, Ljung ja Hallman (2008), jotka tutkivat sanojen ja lauseiden muistamista ja ymmärtämisestä melussa. Tutkimus toteutettiin muistitehtävillä, joista yksi oli 50 yksitavuisen sanan muistaminen, toinen viiden sanan lauseiden tunnistaminen ja muistaminen melussa ja viimeinen työmuistin kapasiteetin tutkiminen muistamisen pituutta tarkastelemalla. Melulla todettiin olevan vaikutusta sanojen muistamiseen sekä määrällisesti että ajallisesti. Lauseiden muistamiseen melulla ei todettu olevan yhteyttä, mutta tähän tutkijat pohtivat vaikuttaneen tehtävän kaavamaisuuden ja sen takia sen helppouden. Kehittyneemmän työmuistin omaavilla melun vaikutukset sanojen ja lauseiden muistamiseen todettiin olevan lievemmat.

Klatten, Bergströmin ja Lachmannin (2013) tutkimuksissa on havaittu melun vaikuttavan negatiivisesti lapsiin erityisesti puheen havainnoimisessa ja luetun ymmärtämisessä. Melun laatua tarkastellessa on huomattu, että ymmärrettävä puhe häiritsi lapsia enemmän kuin merkityksetön puhe.

Shield ja Dockrell (2007) selvittivät tutkimuksessaan, että jatkuva altistuminen luokan sisäiselle ja ulkopuoliselle melulle heikentää koulumenestystä peruskouluikäisillä lapsilla. Yksittäisillä häiriöäänillä on suurempi vaikutus kuin taustamelulla. Noin 11-vuotiaat lapset kokivat melun häiritsevämmäksi kuin tätä nuoremmat lapset. Tutkijat ehdottavat kahden tekijän tarkastelemista: koulurakennuksen sijaintia ja koulun arkkitehtuurin suunnittelemista niin, että voidaan välttää esimerkiksi liikenteen melu. Ensiarvoisen tärkeää on pitää melutasot mahdollisimman matalina luokkatilassa, jotta opetusta ja oppimista voi tapahtua.

Riley ja McGregor (2012) tutkivat melun ja puhetyylin yhteyttä 9–10-vuotiaiden oppilaiden kykyyn oppia uusia sanoja. Oppilaat, jotka oppivat hiljaisessa tilassa tuottivat sanoja täsmällisemmin kuin melun vaikutuksen alaisena olleet oppilaat. Tutkijat päättelivät, että melu rajoittaa lasten sanavaraston kehittymistä.

Haines, Brentnall, Stansfeld ja Klineberg (2003) tekivät kvalitatiivisen tutkimuksen lasten melun kokemuksista ja miten lapset kokivat ympäristömelun. Tutkimuksessa

meluna olivat naapuruston melu, liikenteen melu sekä lentokentän aiheuttama melu ja näiden huomattiin vaikuttavan lasten yleiseen elämänlaatuun sekä arkipäivien aktiviteetteihin, kuten koulutehtävien tekemiseen. Häiritsevyyden syyksi tutkimuksessa ehdotettiin rentoutumisen puutetta, joka johtuu jatkuvien melulähteiden läheisyydessä olemiseen ja niille altistumiseen. Vaikutukset olivat suurimmat lentokentän läheisyydessä olevissa kouluissa. Tutkimustuloksissa, eli lasten vastauksissa huomattiin lasten ärsyntyvän melusta samalla tavalla kuin aikuiset. Lapset näkivät tutkimuksen mukaan melun terveystriskit pieniksi, vaikka altistumista tapahtui joka päivä. Huomioitavaa oli myös se, että tutkimusta subjektiivisesta melun kokemuksesta kannatetaan jatkettavan kvalitatiivisella tutkimuksella.

### 1.7 Tutkimuskysymykset

Tässä tutkimuksessa pyrimme selvittämään, mitä melu on, mikä sen vaikutus on koehenkilöihin ja miten eri meluympäristöt vaikuttavat koehenkilöiden työskentelyyn. Kokeellisen tutkimuksen lisäksi tutkimme koehenkilöiden omaa kokemusta melutilanteista sekä onko melukokemuksen ja kokeiden tulosten välillä yhteyttä. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää melun vaikutusta koehenkilöiden työskentelyyn kokeen aikana ja miten koehenkilöt kokevat erilaiset meluympäristöt.

Melututkimuksen kentällä on paljon ristiriitaisia tuloksia, kuten aiemmissa kappaleissa on todettu. Lisäksi melun vaikutusta esimerkiksi luetunymmärtämiseen on tutkittu huomattavasti enemmän kuin melun vaikutusta matemaattisten tehtävien ratkaisemisessa. Tutkimuksemme pyrkii tuomaan lisää dataa melututkimuksen kenttään perehtyen matemaattisiin tehtäviin. Melun subjektiivista kokemusta on tutkittu, mutta yhteyttä tehtävien ratkaisemiseen ei ole löydetty. (Hintsanen, 2014). Tutkimuksemme pyrkii laajentamaan tietoa, onko subjektiivisella kokemuksella merkitystä matemaattisten tehtävien ratkaisuun.

Tarkennetut tutkimuskysymyksemme ovat:

#### 1. Miten melu vaikuttaa koehenkilöiden työskentelyyn kokeen aikana?

Tutkimuksessa pyrimme selvittämään, paranevatko vai heikkenevätkö koehenkilöiden tulokset melussa tai ilman melua. Pyrimme myös selvittämään, onko melun laadulla merkitystä koehenkilöiden työskentelyyn.

Hypotesimme on, että koehenkilöiden työskentely heikkenee melussa. Ljungin ym. vuonna 2009 toteuttamassa tutkimuksessa tuloksissa huomattiin melulla olevan negatiivinen vaikutus laskemiseen ja oletamme saman pätevän meidän tutkimukseemme. Myös Shieldin ja Dockrellin tutkimuksessa (2007) todettiin vastaavanlaisia tuloksia lapsille.

## 2. Kokevatko koehenkilöt melun häiritseväksi työskentelylleen?

Tutkimuksessa pyrimme selvittämään, onko melukokemuksilla ja testien pisteytyillä tuloksilla yhteyttä. Pyrimme myös selvittämään, onko melun laadulla merkitystä koehenkilöiden työskentelyyn.

Hypotesimme on, että tutkittavat kokevat melun häiritseväksi työskentelylleen. Haines ym. vuonna 2003 tutkivat melun subjektiivista kokemusta lapsille, jossa huomattiin lasten kokevan melun negatiivisesti muun muassa koulutyöhön. Oletamme tämän pätevän myös aikuisten kokemuksiin melusta.

## 2 Menetelmät

Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia ympäristömelun, informatiivisen melun ja hiljaisen ympäristön vaikutusta kokeen suorittajien matemaattisten tehtävien ratkaisukykyyn sekä kokeen suorittajien subjektiivista kokemusta kokeessa käytetyistä eri melutyypeistä. Tavoitteena oli lisäksi tuoda uutta tietoa melututkimukselle. Tutkimuksemme otanta oli mukavuusotanta, eikä pyri yleistettävyyteen. Tutkittavat saivat jättää kokeen kesken niin halutessaan, jos he esimerkiksi kokivat melun tai koetilanteen yleisesti ahdistavana ja heille kerrottiin kokeen jälkeen tutkimuksen varsinainen kohde tutkimuseettisistä syistä.

### 2.1 Tutkittavat

Aineistonkeruu suoritettiin Satakunnan alueella useissa eri koetilaisuuksissa. Tutkittavat rajasimme aktiivisesti työelämässä mukana oleviin 18-60-vuotiaisiin tutkimuseettisistä syistä. Herbst ja Humphrey (1980) selvittivät, että kuulo heikkenee iän myötä, tämän vuoksi huomioimme sen myös tutkimuksessamme pohtiessamme ikärajaa. Alaikärajan asetimme siten, että tutkittavat olisivat peruskoulun käyneitä aikuisia. Yläikärajan asetimme minimoidaksemme mahdolliset kuuloon vaikuttavat seikat sekä muut iän

tuomat terveydelliset häiritteijät. Järjestimme yleisen koetilanteen, johon lähetimme kutsun kaikille kampuksemme opiskelijoille. Vähäisen halukkaiden osallistujien määrän ( $n=2$ ) vuoksi päädyimme mukavuusotantaan. Kohdehenkilöt kerättiin tutkijoiden lähipiiristä, sukulaisista ja tuttavista.

## 2.2 Materiaalit

Tutkimuksemme materiaali pohjautuu Ljungin ym. (2009) tutkimukseen, jossa muun muassa tutkittiin melun vaikutusta matemaattisiin laskutehtäviin. Samaa tehtävämateriaalia ja äänitteitä emme saaneet, mutta tutkimusraportissa kerrottujen metodien pohjalta rakensimme vastaavanlaisen tehtävämateriaalipaketin ja meluäänitteet.

Tutkimus toteutettiin kolmella erilaisella matematiikan testillä, jotka olivat vaatimustasoltaan samankaltaisia reliabiliteetin varmistamiseksi. Matemaattiset tehtävät olivat sekä mekaanisia laskuja että päättelyä vaativia sanallisia tehtäviä 5. ja 6. vuosiluokille tarkoitettuista Matikkamatka 5 ja 6 matematiikan oppikirjoista (Hänninen, Laine, Putkonen & Sinnemäki, 2014; Hänninen ym. 2005). Koemateriaali on suunniteltu siten, ettei kukaan kokeen suorittajista saisi tehtyä koetta loppuun annetussa ajassa.

Koemateriaali sisälsi aritmeettisia laskutoimituksia, siis murtolukuja, vähennys- yhteen-, kerto- ja jakolaskuja kokonais-, murto- ja desimaaliluvuilla, pinta-ala-, tilavuus- ja prosenttilaskuja, yksikönmuunnostehtäviä ja sanallisia soveltavia päättelytehtäviä. Pinta-ala-laskuja oli yhteensä 6, tilavuuslaskuja 3, aritmeettisiä laskutoimituksia 5, prosenttilaskuja 6, yksikönmuunnostehtäviä 7 ja sanallisia soveltavia päättelytehtäviä 24. Jotkut tehtävistä on laskettu useampaan kategoriaan, sillä ne pitävät sisällään useampaa tehtävätyyppiä. Kokeissa tehtäviä oli yhteensä 44, jotka jaoinme tasaisesti kolmen testin kesken. Huomioimme tehtävän vaativuustason ja pituuden jakaessamme tehtäviä siten, että kaikissa kokeissa kysyttiin kaikkia tehtävätyyppejä sekä tehtävien pituudet kompensoituvat siten, että niiden ratkaisemiseen meni yhtä paljon aikaa kussakin testissä.

Tutkimuksessa käytetyt informaatiota sisältävää melua sekä ympäristömelua mukailleet äänitteet olivat tutkijoiden itse tekemiä äänitteitä. Informatiivinen melu koostui noin 15 minuutin mittaisesta tutkijoiden välisestä keskustelusta juna-aikatauluista, junan erilaisista palveluista sekä säästä. Tarkoituksena oli sisällyttää mahdollisimman paljon erilaisia lukuja keskusteluun. Keskustelut olivat improvisoituja. Ympäristömelu koostui



noin 15 minuutin mittaisesta tutkijoiden sateisena päivänä kaupunkialueella äänitetystä melusta lähellä autoteitä. Tarkoituksena oli sisällyttää tavallista kaupungin liikenteen ääntä.

Testien jälkeen kokeen suorittajat vastasivat subjektiivista melukokemusta selvittävään kyselylomakkeeseen, jossa kokeen suorittajat vastasivat kysymyksiin asteikolla 0-10, millaiseksi he kokivat eri meluympäristöt ja koetilanteet. Lopuksi kysyimme vielä, mikä koetilanteista tuntui miellyttävimmältä. Kysymyslomakkeen kysymykset suunniteltiin mahdollisimman neutraaleiksi, eivätkä ne johdattele vastaamaan tutkimuksen hypoteesin mukaisesti.

Testimateriaalia testattiin pienelle kolmen hengen testiryhmälle, jolta saadun palautteen pohjalta yksi testin sivu vaihdettiin kokonaan, jotta kokeet olisivat mahdollisimman yhteneväiset vaatimustasoltaan. Lisäksi tutkijat itse testasivat materiaalin vaatimustasoa tekemällä testin kahteen kertaan, jonka jälkeen koetehtäviä muokattiin ja lisättiin. Kyselylomaketta ei testattu ennen varsinaisia tutkimuksia.

### 2.3 Tutkimustilanne

Tutkimustilanteet järjestettiin eri kellonaikoihin klo 12-20 välisenä aikana riippuen tutkimukseen osallistuvien aikatauluista. Testien vastaamisjärjestystä muutettiin jokaisella koekerralla satunnaisuuden vuoksi. Jokainen testi oli kuitenkin linkitetty tiettyyn meluympäristöön reliabiliteetin parantamiseksi. Melu tuotettiin jokaisessa koetilaisuudessa vahvistimen kautta. Ennen jokaista koekertaa mitattiin desibelimäärä vastaamaan aidon tilanteen desibelimäärää.

Tutkimustilanteet pyrittiin pitämään samankaltaisina jokaisessa testissä. Koehenkilöt tekivät testit tukevan kirjoitusalueen ääressä samassa tilassa. Koehenkilöt työskentelivät joissain koetilanteissa vierekkäin, mutta koska kaikki osallistujat olivat vapaaehtoisia ja aikuisia, oletimme, että kaikki ovat rehellisiä, eivätkä lunttaa. Jokaiselle koehenkilölle annettiin aluksi lyijykynä sekä yksi A4-kokoinen ruutupaperi, johon vastattiin molemmille puolille ja tarvittaessa henkilöille annettiin lisäpaperia. Ennen kokeen alkamista koehenkilöille annettiin ohjeet testien tekemisestä ja siinä etenemisessä omaan tahtiin. Kerroimme koehenkilöille testien olevan matematiikan tehtäviä, mutta emme kertoneet tutkivamme melun vaikutusta testistä suoriutumiseen. Ohjeidenannon jälkeen

jokaiselle koehenkilölle jaettiin ensimmäinen kolmisivuinen testi väärinpäin, jotta koehenkilöt eivät näe tehtäviä ennen kokeen alkamista.

Koe aloitettiin tutkijan merkistä ja kello laitettiin käyntiin. Tutkija ilmoitti koehenkilöille, kun kulloistakin testiä oli jäljellä kymmenen minuuttia, viisi minuuttia ja minuutti. Testin päättyessä tutkija ilmoitti testin päättyneen ja keräsi vastauspaperit sekä tehtävänivaskan. Testien aikana ja niiden välissä koehenkilöt eivät saaneet keskustella. Kolmen testin jälkeen henkilöt vastasivat vielä subjektiivista melukokemusta koskevaan kyselyyn, jonka täyttämiseen annettiin ohjeet. Tämän jälkeen koe ilmoitettiin päättyneeksi.

Informatiivisen melun sekä ympäristömelun ääninäytteet soitettiin testiensä aikana lähellä koehenkilöitä aitoja tilanteita vastaavilla desibelivoimakkuuksilla. Informatiivisen melun desibelimäärä oli noin 47 desibeliä ja ympäristömelun desibelimäärä oli noin 55 desibeliä. Vaihtelevuutta desibelimäärissä esiintyi eri tilojen akustiikan ja erilaisten vahvistimien vuoksi. Koehenkilöt aseteltiin aina pienen matkan päähän vahvistimesta, mutta jotkut koehenkilöt olivat luonnollisesti lähempänä vahvistinta kuin toiset.

## 2.4 Aineiston käsittely

Testien tulokset arvioitiin oppikirjojen koemateriaaleissa annettujen arviointiohjeiden perusteella ja pisteytettiin. Puolikkaita pisteitä annettiin tehtäväkohtaisesti. Täysien pisteiden saaminen tehtävässä edellytti laskutoimitusta, jotta tutkijat pystyivät arvioimaan ajattelutyöskentelyä. Pelkistä vastauksista emme täten antaneet täysiä pisteitä, sillä emme pystyneet arvioimaan työskentelyä pelkästään niiden perusteella.

Tutkimuksessamme käytämme kvalitatiivista ja kvantitatiivista analyysiä. Kvalitatiivisella analyysillä käsittelemme tutkittavien subjektiivista kokemusta melusta sekä tutkijoiden omia observatioita tutkimustilanteesta. Tutkittavien koepisteet arvioitiin kvantitatiivisilla metodeilla (Soininen & Merisuo-Storm, 2009). Tilastointiin käytettiin SPSS-ohjelmaa (IBM Corp. Released 2017. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 24.0. Armonk, NY: IBM Corp).

### 3 Tulokset

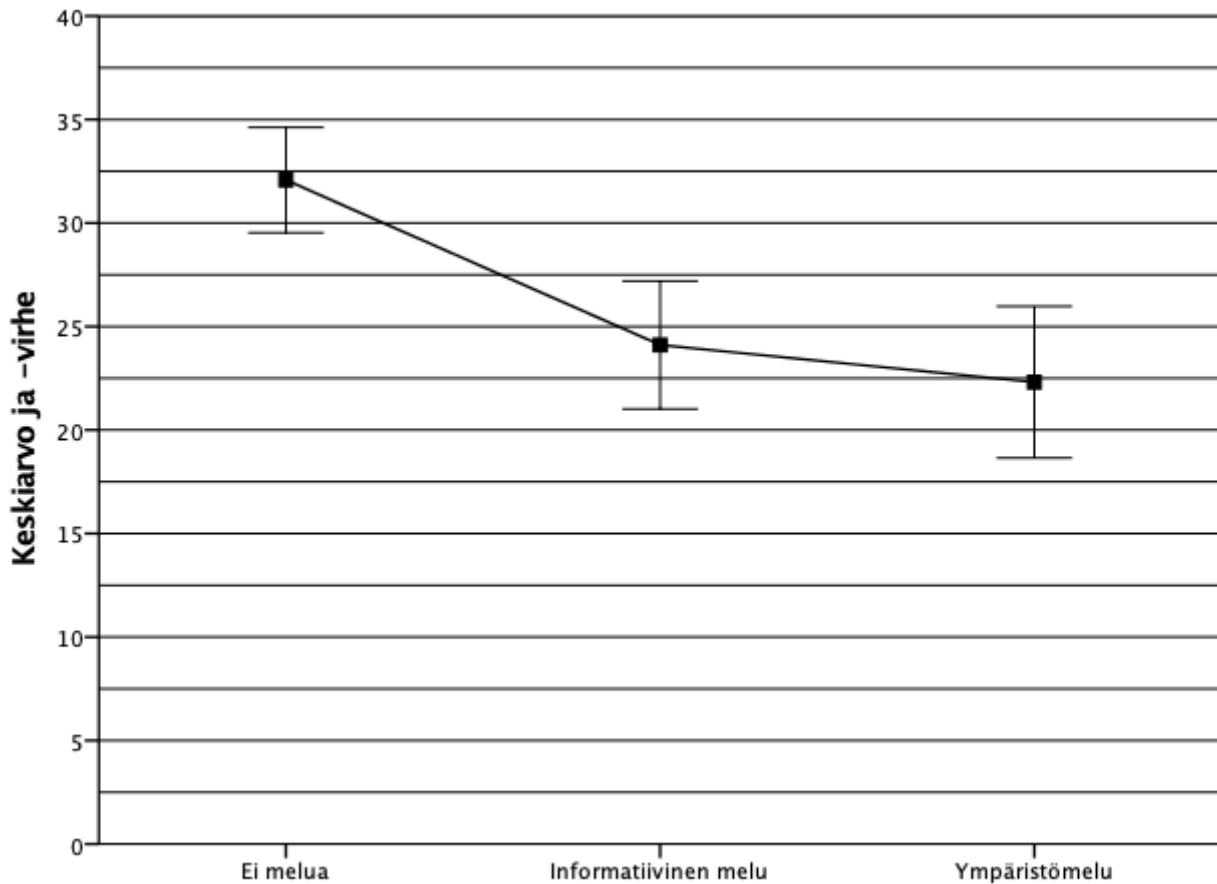
Tutkittavia osallistui tutkimukseen 32, joista jokainen vastasi kaikkiin kolmeen kokeeseen sekä kyselylomakkeeseen, ja koetilaisuuksia oli 11 eri tiloissa eri aikoina. Kaikkien tutkittavien tulokset otettiin huomioon tutkimuksessa. Tutkittavien ikien keskiarvo oli 34,75 vuotta, joista nuorin oli 18 vuotta ja vanhin 60 vuotta. Tutkittavista naisia oli 12 (37.5 %) ja miehiä 20 (62.5 %). Emme kuitenkaan tutkineet sukupuolen yhteyttä tuloksiin, emmekä täten huomioineet sitä tutkimuksessamme.

TAULUKKO 2. Tutkittavien ikäjakauma ikäryhmittäin

Ikäryhmä	Lukumäärä	%
<29	21	65,6
30-39	0	0
40-49	3	9,4
50<	8	25
<b>Yhteensä</b>	<b>32</b>	<b>100</b>

#### 3.1 Kokeiden pisteet

Tarkastellaan toistettujen mittausten ANOVA (mixed design). Tulokset analysoitiin käyttämällä Mauchlyn sfäärisyystestiä, jossa muuttujina olivat eri kokeiden pisteet. Mauchlyn testin mukaan sfäärisyys on olemassa ( $\chi^2(2) = 4,083, p > .05$ ). Näin ollen tutkimme sphericity assumed -riviä Tests of Within-Subjects Effects -taulukosta. Sfääristä merkitsevyyttä ( $p < .001$ ) löytyi, joten pystyimme päättämään, että vähintään yhden parin välillä on merkitsevä ero. Näin ollen siirryimme tarkastelemaan Pairwise comparisons -taulukkoa, josta luimme, minkä parien välillä löytyy merkitsevyyttä. Tulokseksi saimme merkitsevyyden ei-melua ja ympäristömelua ( $p < .001$ ) tai informatiivista melua ( $p < .001$ ) sisältävien testien välillä. Ympäristömelun ja informatiivisen melun välillä ei ollut merkitsevyyttä ( $p = .158$ ), merkitsevyyden rajan ollessa  $p > .05$ . Melun laadulla ei koetulostemme perusteella ole väliä.



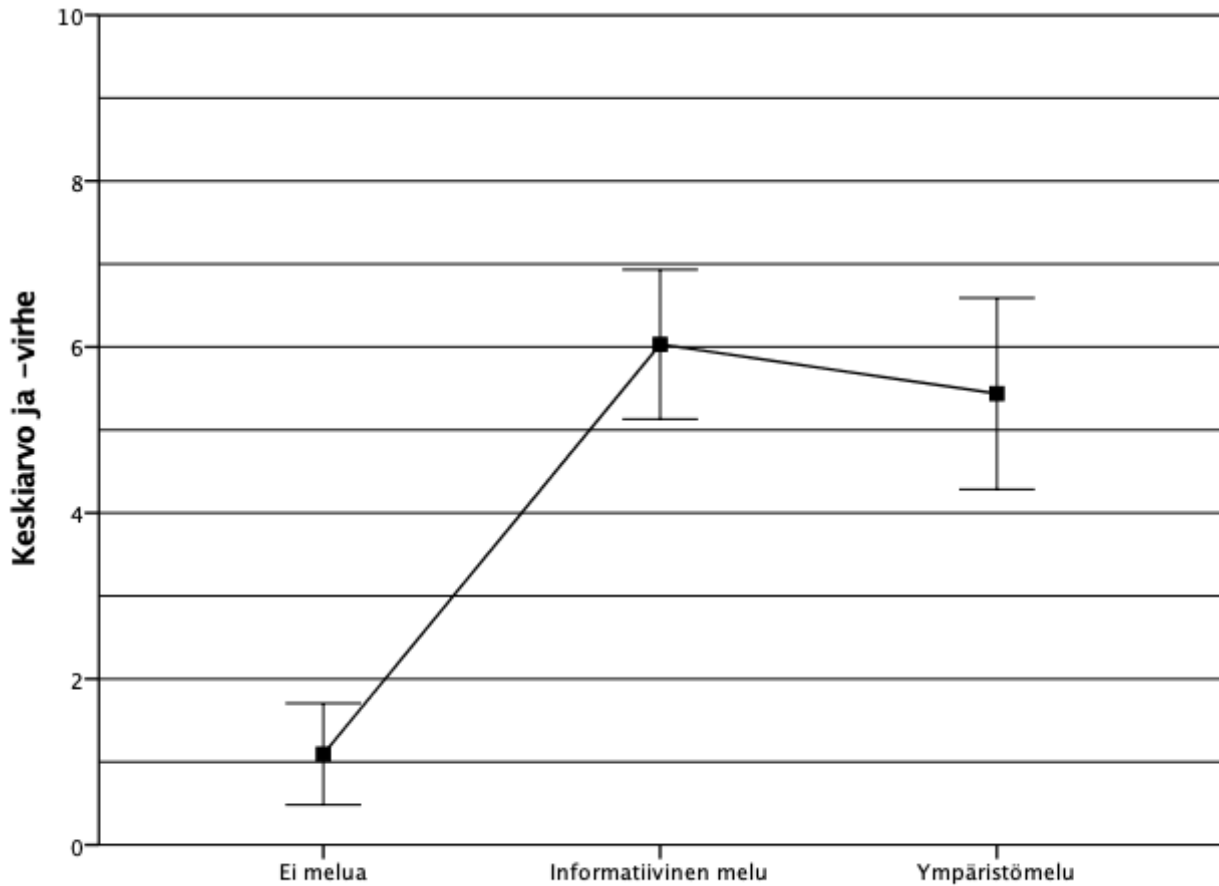
KUVIO 1. Tutkittavien suoriutuminen kolmessa eri meluympäristössä

### 3.2 Subjektiiivinen kokemus melutilanteista

Kysyimme tutkittavilta ( $N=32$ ) kokeen jälkeen subjektiivista melukokemusta. Jokaisesta kokeesta kysyimme kaikkien kolmen eri ääniympäristöjen häiritsevyyttä asteikolla 0-10, nollan tarkoittaen ”ei yhtään häiritsevää” ja 10 ”todella häiritsevää”. Kaikki kokeeseen osallistuneet vastasivat kyselyyn.

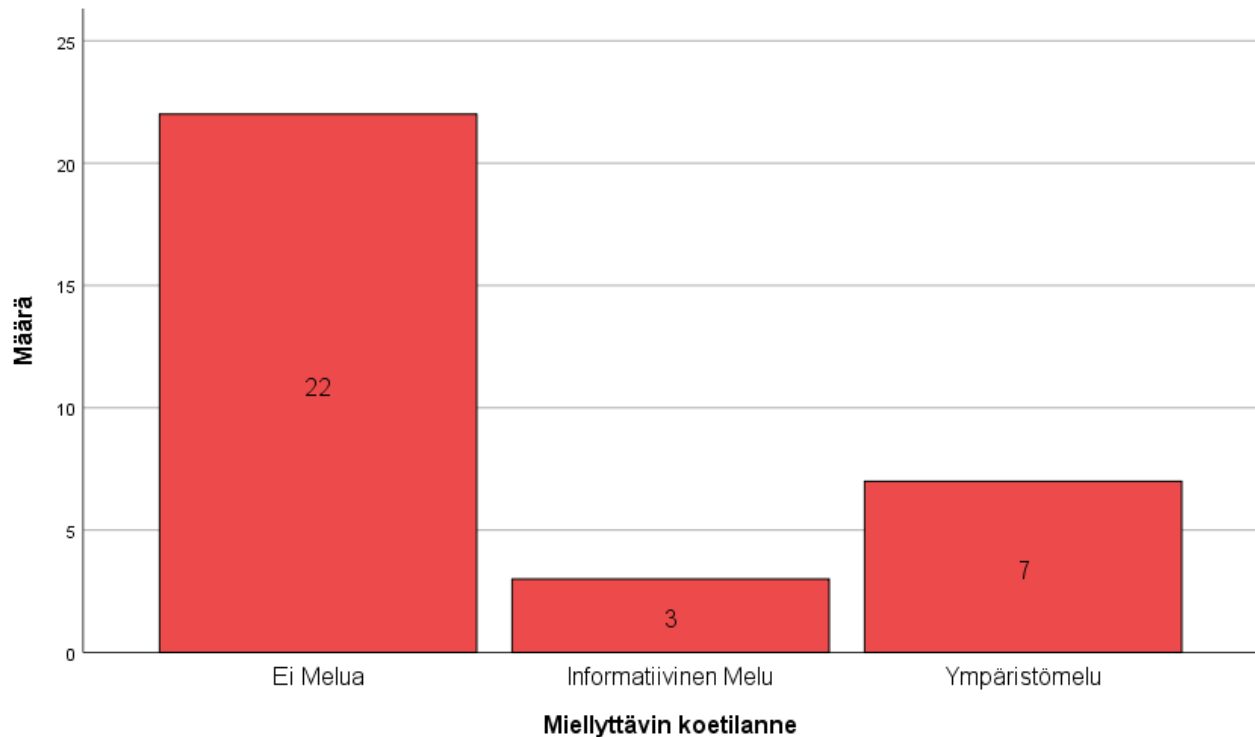
Tarkastellaan toistettujen mittausten ANOVA (mixed design). Tulokset analysoitiin käyttämällä Mauchlyn sfäärisyystestiä, jossa muuttujina olivat subjektiiviset pisteytykset. Mauchlyn testin mukaan sfäärisyys on olemassa ( $\chi^2(2) = 3,458, p > .05$ ). Näin ollen tutkimme sphericity assumed -riviä Tests of Within-Subjects Effects -taulukosta. Sfääristä merkitsevyyttä ( $p < .001$ ) löytyi, joten pystyimme päättämään, että vähintään yhden parin välillä on merkitsevä ero. Näin ollen siirryimme tarkastelemaan Pairwise comparisons -taulukkoa, josta luimme, minkä parien välillä löytyy merkitsevyyttä. Tulokseksi saimme merkitsevyyden ei-melua ja ympäristömelua ( $p < .001$ ) tai

informatiivista melua ( $p < .001$ ) sisältävien subjektiivisten melukokemusten välillä. Ympäristömelun ja informatiivisen melun välillä ei ollut merkitsevyyttä ( $p = .342$ ), merkitsevyyden rajan ollessa  $p > .05$ . Melun laadulla ei subjektiivisten melukokemusten perusteella ole väliä.



KUVIO 2. Tutkittavien subjektiivinen melukokemus kolmessa eri testissä

Kyselylomakkeen loppuksi kysyimme osallistujilta, mikä koetilanteista tuntui miellyttävimmältä. Osallistujista 22 (68.75 %) vastasi meluttoman koetilanteen olleen miellyttävin. Kolme osallistujaa eli (9.375 %) vastasivat informatiivisessa melussa tehdyn kokeen olleen miellyttävin tilanne. Osallistujista 7 (21.875 %) vastasivat ympäristömelua sisältäneen kokeen olleen miellyttävin koetilanne.



KUVIO 3. Miellyttävin koetilanne-kyselyn tulokset

## 4 Pohdinta

Löysimme merkitsevyyttä ei-melua ja ympäristömelua tai informatiivista melua sisältävien testien välillä. Ympäristömelun ja informatiivisen melun välillä ei ollut merkitsevyyttä. Näin ollen voimme todeta kokeiden perusteella, että merkitystä voi olla sillä, onko koetilanteessa ylipäätään melua vai ei. Tutkittavat suoriutuivat keskimäärin paremmin meluttomassa koeympäristössä kuin melua sisältävässä ympäristössä. Subjekttiivisen melukokemuksen suhteen merkitystä voi olla sillä, onko melua ylipäätään vai ei. Melun laadulla, sillä onko se ympäristömelua vai informatiivista melua, ei subjekttiivisen kokemuksen perusteella voi sanoa olevan merkitystä. Banburyn ja Berryn tutkimuksessa (1998) sekä ympäristömelulla että puheella todettiin olevan yhteys heikentyneisiin suorituksiin päässä laskutehtävien ratkaisemisessa, eikä puheen sisällöllä todettu olevan merkitystä. Myös Baddeleyn ja Logien (1987) tutkimuksessa todettiin merkitsevyys informatiivisen puheen ja kokeesta suoriutumisen välillä. Tutkimuksemme tulokset olivat täten samankaltaiset näiden aikaisempien tutkimusten kanssa.

Starck ja Teräsvirta (2009) toteavat kirjassaan, ettei melulla ole suoranaista vaikutusta matemaattisten tehtävien ratkaisemiseen, vaan itse työskentelyyn rasittamalla tutkittavaa, mikä aiheuttaa väsymystä. Saimme ristiriitaisia tuloksia meidän sekä Starckin ja Teräsvirran tutkimusten välillä. Koejärjestyksen satunnaistamisella eri meluympäristöt esiintyivät eri kohdissa testiä ja melun vaikuttavuutta on löytynyt meluttoman ja melullisten ympäristöjen välillä. Tulostemme perusteella emme pysty kertomaan, onko väsymys ollut ratkaiseva tekijä.

Kuten Dockrellin ja Shieldin tutkimuksessa, tutkimuksessa käytetyissä äänitteissä esiintyneet yksittäiset häiriöäännet, kuten yskän äänet, olivat häiritseviä kokeeseen osallistuneiden kokemusten perusteella. Tutkijoiden observoinneissa esiintyi myös samanlaista yksittäiseen häiriöäänneen reagoimista. Jatkotutkimuksia ajattelen olisi hyvä tutkia enemmän yksittäisten häiriöäännten vaikutusta työskentelyyn ja tuloksiin.

Robert Ljungin, Patrik Sorqvistin ja Staffan Hyggen tutkimuksessa (2009) eri meluympäristöjen vaikutuksesta matemaattisten tehtävien ratkaisemiseen esiintyi tutkimuksessamme samankaltaisuutta. Melulla oli negatiivisia vaikutuksia koehenkilöiden laskemiseen, mutta yhteyttä eri tehtävä- ja melutyypin välillä ei tutkimuksessamme esiintynyt. Tutkimuksemme mukaan myös merkityksettömällä puheella olisi vaikutusta laskutoimitusten ratkaisemiseen verrattaessa meluttomaan ympäristöön, toisin kuin aikaisemmassa tutkimuksessa.

Koepisteet ja subjektiivisen kokemuksen tulokset vastasivat hypoteesiamme. Ympäristössä, jossa ei esiintynyt melua, oli suorituksiltaan ja subjektiivisilta kokemuksiltaan parempi ympäristö. Tuloksemme vastasi Hintsasen (2004) saamiin tuloksiin tehtävien ratkaisemisen ja subjektiivisen melukokemuksen yhteydestä. Kokeiden jälkeen osa tutkimukseen osallistujista kertoi pystyvänsä työskentelemään pienessä taustamelussa paremmin, mutta todellisuudessa kyseinen kokemus ei näkynyt työskentelyn paranemisena. Näiden tulosten valossa voimme pohtia, kuinka oleellinen henkilön oma subjektiivinen melukokemus lopulta on, jos sillä ei näytä olevan varsinaista vaikutusta. Pienessä taustamelussa työskenteleminen saattaa antaa henkilölle kuvan paremmasta työskentelytilanteesta ja työskentely voi tuntua mukavammalta, vaikka vaikutus on todellisuudessa haittaava.

Huomioitavaa kokeessa oli, että kaikki kolme testiä eivät olleet identtisiä, vaan vaatimustasoltaan samanlaisia. Tehtävien sisältö on saattanut vaikuttaa tuloksiin, sillä osa

peruskoulun opetettavista asioista on vähäisen henkilökohtaisen tarpeen takia saattanut unohtua. Tutkijat huomasivat tämän erityisesti pinta-alojen yksikkömuunnoksissa, esimerkiksi aarit ja hehtaarit eivät olleet tuoreessa muistissa. Hintsanen (2004) löysi tutkimuksessaan melun vaikuttavan muistin toimintaan heikentävästi. Emme voi kuitenkaan tämän perusteella olettaa melun olleen ainoa vaikuttava tekijä yksikönmuunnosten muistamattomuuteen. Kaikissa kolmessa testissä oli samankaltaisia tehtäviä samoista tehtäväpaketeista, mutta tehtävät olivat eri järjestyksessä sekä tehtäviä oli eri määrä. Tehtävien vaatimustasoa pyrittiin satunnaistamaan tehtävien järjestystä, mutta vaatimustasoa oli vaikea ennustaa tietämättä osallistujien matemaattisia taitoja ja osa-alueita, jossa he olivat taitavampia. Tehtävänantojen sanallistaminen on saattanut myös vaikuttaa tehtävän ymmärtämiseen.

Tutkimukseen osallistuneista yli kahden kolmasosan (68.75 %) mielestä miellyttävin koetilanne oli meluttomassa ympäristössä, joka vastasi tavallista koetilannetta. Vajaan kolmanneksen (31.25 %) mielestä muu taustamelu oli miellyttävämpi tilanne. Vaikka lähes kolmannes osallistujista valitsivat miellyttävämmäksi koetilanteeksi meluympäristön, on kyselyn perusteella huomioitava, että huomattavasti yli puolet osallistujista koki miellyttäväksi meluttoman koetilanteen, mikä vastaa normaalia peruskoulun koetilannetta.

Tutkijat kysyivät avointa palautetta suullisesti koetilanteen jälkeen. Yhden tutkittavan mukaan lomake oli nidottu väärältä puolelta, mikä häiritsi tutkittavaa. Toinen tutkittava huomasi, että tehtävänumerointi ei ollut looginen, tai numerointi puuttui kokonaan. Eräs tutkittava pohti, että matemaattinen osaaminen on päässyt paikoin unohtumaan ja että pienellä harjoittelulla saisi huomattavasti parannettua tuloksia. Tutkittavat pohtivat, että laskut olivat sen tasoisia, että riittävän ajan kanssa ne saisi valmiiksi. Tutkittava harkitsi kokeen perusteella kokeilevansa pientä taustamusiikkia luokassaan. Toinen tutkittava mietti, että instrumentaalista klassista musiikkia voisi laittaa soimaan luokkaan taustalle.

Informatiivisen melun kokeessa monet tutkittavat tunnistivat puhujien äänet, mikä heidän mielestään häiritsi keskittymistä. Puheen sisältö huvitti osaa tutkittavista. Ympäristömelukoe ei yhden tutkittavan mielestä häirinnyt lukuun ottamatta kehonääniä, joita nauhalla kuului.

Mahdollinen jatkotutkimus voisi olla saman kokeen toisintaminen lapsille. Tutkimuksessamme pyrimme lähinnä testaamaan tutkimusmenetelmää aikuisille, joilta



tutkimuslupa oli helpompi saada. Koulumaailmaa miettien tutkimusta voisi myös rajata tietyn oppiaineen sisälle, kuten musiikin tai teknisen käsityön tunneille, joiden tunneilla desibelimäärät ovat huomattavat ja melurajat ylittyvät. Millainen vaikutus näillä olisi subjektiiviseen melukokemukseen ja keskittymiseen oppiaineen tunneilla ja onko sillä mahdollisia pitkäaikaisia vaikutuksia oppilaaseen. Kolmas mahdollinen jatkotutkimus olisi saman aiheen laajentaminen suurempaan otoskokoan, jolloin tutkimuksesta voisi tulla luotettavampi.

Nykyaikaisten avoimien oppimistilojen suhteen onkin tärkeää pohtia, lisäävätkö ne melua ja heikentääkö lisääntynyt melu oppilaiden keskittymiskykyä. Kempainen (2018) nostaa oppilaiden kanssa tehdyissä haastatteluissa avointen oppimistilojen meluisuuden häiritseväksi tekijäksi. Mahdollinen myöhempi jatkotutkimuksen aihe voisi olla tutkia melun vaikutuksia oppimistuloksiin avoimissa oppimisympäristöissä. Vaikutuksia emme voi vielä nähdä, mutta tulevaisuudessa aihetta olisi kiinnostava tutkia.

Tarkemmin meluun liittyvää jatkotutkimuksen aihetta olisi yksittäisten häiriöäänien vaikutus työskentelyyn. Aikaisemmassa tutkimuksessa (Hintsanen, 2004; Jauhiainen, Vuorinen & Heinonen-Guzejev, 2007; Starck & Teräsvirta, 2009) on löydetty yksittäisten hetkellisten häiriöäänien olevan todella häiritseviä ja oman tutkimuksemme tutkittavat totesivat vastaavia. Tulevassa tutkimuksessa voisi tutkia vielä syvemmin, miten yksittäiset häiriöäänit vaikuttavat esimerkiksi matemaattisten tehtävien ratkaisemiseen.

Toisaalta mielenkiintoista olisi tutkia, vaikuttaako melu esimerkiksi hahmottamiskykyyn, sillä huomasimme useammalla tutkittavalla esimerkiksi ämpärin tilavuuden yksikön olevan vaikea asia hahmottaa. Desilitrat ja litrat olivat molemmat yleisiä vastauksia tilavuuksia arvioidessa.

#### 4.1 Luotettavuus

Tutkimus on toistettavissa samanlaisena tutkimuksen annetuilla ehdoilla sekä mittaus- ja tutkimusmenetelmät ovat luotettavia, sillä ne mittasivat kokeiden suorittajien saamia pisteitä eri kokeissa sekä subjektiivista melukokemusta. Tutkimuksen reliabiliteetti on näin ollen korkea. (Soininen & Merisuo-Storm, 2009.) Tutkimuksen tulokset kuitenkin eivät ole täysin riippumattomasti toistettavissa, sillä samanlaisten meluympäristöjen järjestäminen on vaikeaa, eikä täysin kopioitavissa. Tutkimuksessa käytetyn testimateriaalin hankinta

oli hankalaa, sillä otosryhmä oli hyvin heterogeeninen matemaattisilta taidoiltaan, mutta otosryhmän rajauksen ansiosta voimme olettaa, että kaikki kokeen suorittajat kykenevät ratkaisemaan peruskoulun taitotason edellyttäviä matematiikan tehtäviä. Subjektiiivista melukokemusta koskevaa lomaketta voidaan käyttää sellaisenaan myöhemmissäkin tutkimuksissa. Osa tutkittavista tiesi tutkimuksemme aiheen ja metodit ennen tutkimusta, joka saattoi vaikuttaa luotettavuuteen.

Tutkimuksen osallistujamäärä jäi melko vähäiseksi ja aineisto oli verrattain pieni ( $N=32$ ). Tilastollisen testaamisen suositeltu vähimmäismäärä 50 ei täytynyt ja tutkimustulosten luotettavuus olisi parantunut suuremman otoskoon avulla (Nummenmaa, 2009).

Testien välissä ei pidetty taukoja. Pyrimme minimoimaan kokeen suorittajien vireystilan heikkenemisen vaikutuksen koetuloksiin satunnaistamalla testien järjestykset jokaisessa koetilanteessa. Tulevia tutkimuksia varten olisi hyvä pohtia taukojen merkitystä kokeiden tekemisessä.

Tutkimuksessamme saattaa olla otantaharhaa, sillä tutkimuksen koehenkilöt olivat osittain tutkijoiden lähipiiristä tai yliopiston opiskelijoita, joka aiheutti otantaryhmän homogeenisyyttä. Tutkimuksen tulokset olisivat voineet olla toisenlaisia, mikäli otantaryhmään olisi saatu enemmän eri koulutustaustoilta olevia. Otantaharhaa emme kuitenkaan näkyvästi kyenneet arvioimaan, mutta oletamme otantaharhasta aiheutuneiden seurausten olleen lieviä.

Tutkimuksemme oli objektiivista eli emme pyrkineet ohjailemaan kokeen suorittajia hypoteesiamme kohti. Olimme mahdollisimman paljon ulkopuolisia tarkkailijoita kokeen aikana antamalla ainoastaan ohjeet testeihin ja kyselylomakkeen täyttämiseen. Osallistuimme kokeen järjestäjänä koehenkilöiden sijoitteluun koetiloissa, jolla ei oletettavasti ollut vaikutusta tuloksiin.

Tutkimustamme varten kerätty teoriapohja auttoi meitä tutkimuksen rajauksessa, metodien valitsemisessa sekä tuloksien analysoimisessa. Onnistuimme subjektiivisen melukokemusta mittaavan kyselylomakkeen toteutuksessa ja saimme koehenkilöiltä haluamamme tiedon sen avulla.

Eri tutkimustilanteissa desibelimäärät vaihtelivat huomattavasti samojen koetyyppien välillä. Tähän on vaikuttanut eri koepaikkojen akustiikka, kaiuttimen sijainti huoneessa, desibelimittarin sijainti huoneessa sekä yksittäisten häiriöäänten esiintyminen tilanteen

aikana, jotka nostavat desibelimäärän keskiarvoa. Näin ollen tarkkaa keskimääräistä desibelimäärää, jota tavoittelimme eri meluympäristöjä imitoimaan, emme saaneet.

Tutkimuksemme otanta oli mukavuusotanta, eikä täten pyrkinyt yleistettävyyteen, mutta tulevia tutkimuksia silmällä pitäen koehenkilöiden saamiseksi pitäisi myös miettiä jokin toimiva houkutin, jolla saataisiin useampi koehenkilö osallistumaan tutkimukseen. Tulevia tutkimuksia silmällä pitäen olisimme voineet antaa koehenkilöiden pitää pienen tauon kokeiden välissä.

## 4.2 Johtopäätökset

Melua on aikaisemmin tutkittu paljon monesta eri näkökulmasta ja tulokset ovat olleet ristiriitaisia keskenään (Baddeley & Logie, 1987; Banbury & Berry, 1998; Hintsanen, 2014; Ljung ym. 2009; Shield & Dockrell, 2007; Starck & Teräsvirta, 2009; Zentall & Shaw, 1981). Tutkimuksemme tarkoituksena on tuoda lisää dataa melututkimuksen kentälle. Päällimmäisenä tuloksena voimme todeta, että melulla on vaikutusta työskentelyyn, mutta melutyypillä ei ole merkitystä. Subjektiiivinen kokemus melusta vastasi varsinaisia koepisteitä melko hyvin, vaikka yksittäisten tutkittavien kohdalla saattoi olla ristiriitaisuuksia. Tutkimuksemme tulokset ovat ristiriidassa aiemman tutkimuksen kanssa, joten tarvitaan lisää tutkimusta aiheesta. Olimme tyytyväisiä tutkimuksen toteutukseen ja voimme pitää sitä luotettavana tapana tutkia myös tulevaisuudessa.

# Liitteet

## LIITE 1. Subjekttiivisen melukokemuksen kyselylomake

Nimi: \_\_\_\_\_

### YMPYRÖI

Miten koit meluttomuuden kokeen aikana?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

ei yhtään  
häiritsevää

todella häiritsevää

Miten koit puhetta sisältävän melun kokeen aikana?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

ei yhtään  
häiritsevää

todella häiritsevää

Miten koit ympäristömelun kokeen aikana?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

ei yhtään  
häiritsevää

todella häiritsevää

Mikä koetilanne tuntui miellyttävimmältä?

Ei melua

Informatiivinen melu

Ympäristömelu

## Lähteet

- Anderson, C. (1971). *The measurement of attitude to noise*. Teddington, Middlesex: National Physical Laboratory.
- Baddeley, A. D. & Logie, R. H. (1987). Cognitive Processes in Counting. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 13(2), 310-326. Viitattu 26. Helmikuu 2020
- Banbury, S. & Berry, D. C. (1998). Disruption of office-related tasks by speech and office noise. *British Journal Of Psychology*, 89, 499-517. Viitattu 26. Helmikuu 2020
- Belojevic, G. & Jakovljevic, B. (2001). Factors influencing subjective noise sensitivity in an urban population. *Noise & Health*, 4(13), 17-24. Viitattu 14. Elokuu 2019 osoitteesta <http://www.noiseandhealth.org/article.asp?issn=1463-1741;year=2001;volume=4;issue=13;spage=17;epage=24;aulast=Belojevic>
- Berglund, B., Lindvall, T. & Schwela, D. H. (1999). *Guidelines For Community Noise*. Geneve: World Health Organization. Haettu 16. Marraskuu 2019 osoitteesta <http://www.who.int/docstone/peh/noise/guidelines2.html>
- Goines, L. & Hagler, L. (Maaliskuu 2007). Noise Pollution: A Modern Plague. *Southern Medical Journal*, 100(3), 287-294. Haettu 16. Maaliskuu 2020 osoitteesta [https://docs.wind-watch.org/Goines-Hagler-2007-Noise\\_pollution\\_\\_a\\_modern\\_plague.pdf](https://docs.wind-watch.org/Goines-Hagler-2007-Noise_pollution__a_modern_plague.pdf)
- Haines, M., Brentnall, S., Stansfeld, S. & Klineberg, E. (2003). Qualitative Responses of Children to Environmental Noise. *Noise & Health*, 5(19), 19-30. Haettu 25. Kesäkuu 2019 osoitteesta <http://www.noiseandhealth.org/article.asp?issn=1463-1741;year=2003;volume=5;issue=19;spage=19;epage=30;aulast=Haines>
- Herbst, K. G. & Humphrey, C. (4. Lokakuu 1980). Hearing impairment and mental state in the elderly living at home. *British Medical Journal*, 281, 903. Viitattu 26. Helmikuu 2020
- Hintsanen, M. (2014). Uhkaako melu lasten hyvinvointia ja oppimista? Teoksessa O. Ampuja & M. Peltomaa, *Huutoja hiljaisuuteen. Ihminen ääniympäristössä*. (ss. 141–160). Tampere: Gaudeamus Helsinki University Press.
- Hänninen, L., Laine, A., Putkonen, H. & Sinnemäki, J. (2014). *Matikkamatka 5* (9 p.). Sanoma Pro Oy. Haettu 18. Maaliskuu 2020

- Hänninen, L., Laine, A., Putkonen, H., Ranta, P. & Sinnemäki, J. (2005). *Matikkamatka 6*. Sanoma Pro Oy. Haettu 18. Maaliskuu 2020
- Jauhiainen, T., Vuorinen, H. S. & Heinonen-Guzejev, M. (2007). *Ympäristömelun vaikutukset*. Ympäristösuojeluosasto. Helsinki: Ympärisöministeriö. Haettu 16. Marraskuu 2017 osoitteesta [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38400/SY\\_3\\_2007\\_Ymparistomelun\\_vaikutukset.pdf](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38400/SY_3_2007_Ymparistomelun_vaikutukset.pdf)
- Jokitulppo, J. (2014). Vapaa-ajan melu – hälyä, pamauksia ja musiikin pauhua. Teoksessa O. Ampuja;& M. Peltomaa, *Huutoja hiljaisuuteen – Ihminen ääniympäristössä* (ss. 225–256). Tampere: Gaudeamus Helsinki University Press.
- Kempainen, H. (2018). Oppilaiden kokemuksia oppimistilasta ja työskentelystä uudistetussa avoimessa oppimisympäristössä.
- Kjellberg, A., Ljung, R. & Hallman, D. (Marraskuu 2008). Recall of Words Heard in Noise. *Applied Cognitive Psychology*, 22, 1088-1098. Haettu 17. Kesäkuu 2019 osoitteesta <http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.utu.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=cbb6b3f6-1738-4f44-a0d2-9a00007f37a8%40pdc-v-sessmgr03>
- Klatte, M., Bergström, K. & Lachmann, T. (2013). Does noise affect learning? A short review on noise effects on cognitive performance in children. *Frontiers in Psychology*(4), 1-6. doi:<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00578>
- Larsen, J. & Blair, J. (Lokakuu 2008). The effect of classroom amplification on the signal-to-noise ratio in classrooms while class is in session. *Language, Speech and Hearing Services in Schools*(39), 451–460. Haettu 18. maaliskuu 2020 osoitteesta [https://www.researchgate.net/profile/Jeffery\\_Larsen/publication/23285800\\_The\\_Effect-of\\_Classroom\\_Amplification\\_on\\_the\\_Signal-to-Noise\\_Ratio\\_in\\_Classrooms\\_While\\_Class\\_Is\\_in\\_Session/links/5685532908aebccc4e114c81/The-Effect-of-Classroom-Amplification-on-the](https://www.researchgate.net/profile/Jeffery_Larsen/publication/23285800_The_Effect-of_Classroom_Amplification_on_the_Signal-to-Noise_Ratio_in_Classrooms_While_Class_Is_in_Session/links/5685532908aebccc4e114c81/The-Effect-of-Classroom-Amplification-on-the)
- Ljung, R., Sorqvist, P. & Hygge, S. (Lokakuu 2009). Effects of road traffic noise and irrelevant speech on children's reading and mathematical performance. *Noise & Health*, 11(45), 194-198. Haettu 17. Kesäkuu 2019 osoitteesta <https://search-proquest-com.ezproxy.utu.fi/docview/203677293/fulltextPDF/404F55DB167A4144PQ/1?accountid=14774>

- Lyytimäki, J. (2006). *Unohdetut Ympäristöongelmat*. Tampere: Gaudeamus Kirja.
- Manlove, E. E., Frank, T. & Vernon-Feagans, L. (helmikuu 2001). Why Should We Care About Noise in Classrooms and Child Care Settings? *Child and Youth Care Forum*(30), ss. 55–64.
- Nummenmaa, L. (2009). *Käyttäytymistieteiden tilastolliset menetelmät*.
- Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet*. (2014). Helsinki: Opetushallitus.
- Rantala, L. M., Hakala, S., Holmqvist, S. & Sala, E. (Lokakuu 2015). Classroom Noise and Teachers' Voice Production. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, ss. 1397–1406.
- Regecová, V. & Kellerová, E. (1995). Effects of urban noise pollution on blood pressure and heart rate in preschool children. *Journal Of Hypertension*(13), 405-412. Haettu 16. Kesäkuu 2019 osoitteesta [https://www.researchgate.net/profile/Valeria\\_Regecova2/publication/15570548\\_Effects\\_of\\_urban\\_noise\\_pollution\\_on\\_blood\\_pressure\\_and\\_heart\\_rate\\_in\\_preschool\\_children/links/5a51575aa6fdcc769001ff4a/Effects-of-urban-noise-pollution-on-blood-pressure-and-heart](https://www.researchgate.net/profile/Valeria_Regecova2/publication/15570548_Effects_of_urban_noise_pollution_on_blood_pressure_and_heart_rate_in_preschool_children/links/5a51575aa6fdcc769001ff4a/Effects-of-urban-noise-pollution-on-blood-pressure-and-heart)
- Riley, K. G. & McGregor, K. K. (heinäkuu 2012). Noise hampers children's expressive word learning. *Language, Speech, & Hearing Services in Schools*, 43.
- Shield, B. M. & Dockrell, J. E. (8. marraskuu 2007). *The effects of environmental and classroom noise on the academic attainments of primary school children*. Haettu osoitteesta [http://discovery.ucl.ac.uk/1486841/1/Shield2008The\\_Effects133.pdf](http://discovery.ucl.ac.uk/1486841/1/Shield2008The_Effects133.pdf)
- Soininen, M. & Merisuo-Storm, T. (2009). *Kasvatustieteellisen tutkimuksen perusteet*. Turku: Turun Yliopiston Rauman opettajankoulutuslaitos. Haettu 16. Lokakuu 2019
- Starck, J. & Teräsvirta, L. (2009). *Melu*. Tampere: Työterveyslaitos.
- Tapaninen, R. (2006). Koulurakennuksen vaikutus hyvinvointiin opetustyössä. Teoksessa M. Perkiö-Mäkelä, N. Nevala & L. Vappu, *Hyvä koulu* (ss. 62–70). Vammala: Työterveyslaitos.
- Zentall, S. & Shaw. (January 1981). Effects of classroom noise on performance and activity of second-grade hyperactive and control children. *Journal of Educational Psychology*, 72(6), 830-840. Haettu 25. Kesäkuu 2019 osoitteesta [https://www.researchgate.net/publication/15993838\\_Effects\\_of\\_classroom\\_noise\\_on\\_performance\\_and\\_activity\\_of\\_second-grade\\_hyperactive\\_and\\_control\\_children](https://www.researchgate.net/publication/15993838_Effects_of_classroom_noise_on_performance_and_activity_of_second-grade_hyperactive_and_control_children)