

Jenni Radun
Jukka Keränen
Sanna Rantanen

TURKU AMK 

**Joustavien ja
suljettujen
oppimistilojen
vertailu
opetushenkilö-
kunnan
näkökulmasta:
kokemus,
äänialtistus ja
huoneakustiikka**

Ääniope-projektin loppuraportti

This week I'm
recording the
sound of this
classroom, then

Not speech just the sound ☺ Don't touch

306
Raportteja

Joustavien ja suljettujen oppimistilojen vertailu opetushenkilökunnan näkökulmasta: kokemus, äänialtistus ja huoneakustiikka

Ääniope-projektin loppuraportti

Jenni Radun, Turun ammattikorkeakoulu

Jukka Keränen, Turun ammattikorkeakoulu

Sanna Rantanen, Turun yliopisto

Turun ammattikorkeakoulun raportteja 306
Turun ammattikorkeakoulu
Turku 2024

Tekijät:

Jenni Radun & Jukka Keränen Turun ammattikorkeakoulu
Sanna Rantanen Turun yliopisto

Kuva: Jenni Radun

ISBN 978-952-216-884-9 (pdf)
ISSN 1459-7764 (elektroninen)
<https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-216-884-9>

Turun AMK:n sarjajulkaisut: turkuamk.fi/julkaisut

Sisällysluettelo

1	Tiivistelmä.....	4
2	Tausta ja tavoitteet	6
3	Menetelmät.....	7
3.1	Koulujen kuvaus.....	8
3.2	Subjektiiiviset arviot (kysely).....	9
3.2.1	Oppimisympäristöryhmät	9
3.2.2	Ympäristöön liittyvät arviot	11
3.2.3	Hyvinvointiin liittyvät arviot.....	11
3.3	Objektiiiviset mittaukset.....	12
3.3.1	Tilojen valinta.....	12
3.3.2	Opetustilan tyyppi	13
3.3.3	Huoneakustiikka.....	13
3.3.4	Äänitasoseurannat.....	14
3.4	Tilastoanalyysit.....	14
4	Tulokset.....	15
4.1	Kyselyyn vastanneet	15
4.2	Ympäristöön liittyvät arviot	15
4.3	Hyvinvointiin liittyvät arviot.....	17
4.4	Huoneakustiikka.....	18
4.5	Toiminnanaikaiset äänitasoseurannat.....	19
5	Pohdinta	20
6	Julkaisut.....	22
7	Kiitokset.....	24
9	Lähteet.....	25

1 Tiivistelmä

Tavoite. Innovatiivisia oppimisympäristöjä on kritisoitu häiriöistä ja melusta, kun taas suljettuja perinteisiä luokkahuoneita kritisoidaan joustamattomuudesta. Innovatiivisilla oppimisympäristöillä tässä tarkoitetaan joko avointa tilaa, johon mahtuu useita 20–30 oppilaan ryhmiä tai yksi tätä isompi ryhmä opiskelemaan samanaikaisesti, tai joustavaa tilaa, jonka pystyy avaamaan avoimeksi tilaksi. Suljettuun oppimistilaan mahtuu yksi 20–30 hengen ryhmä ja se on rajattu seinillä ja ovilla.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tarkastella opetushenkilökunnan kokemuksia sekä äänialtistusta innovatiivisissa ja suljetuissa oppimisympäristöissä Suomen peruskouluissa. Lisäksi oli tarkoitus selvittää koulujen huoneakustisia ratkaisuja eri oppimistilatyypeillä.

Sisältö. Hankkeessa tarkasteltiin perinteisiä ja joustavatailaisia peruskouluja. Näissä suoritettiin opetushenkilökunnalle kysely, johon saatiin 361 vastausta. Lisäksi 20 tutkimuskoulussa mitattiin jokaisessa neljässä eri tilassa huoneakustiikka sekä toiminnanaikaisia äänitasoja viiden työpäivän ajan. Innovatiivisissa ja suljetuissa oppimisympäristöissä toimivien opetustyöntekijöiden kokemuksia verrattiin toisiinsa.

Tulokset. Kyselystä selviää, että innovatiivisissa oppimisympäristöissä toimiva opetushenkilökunta oli oppimistilaansa tyytymättömämpiä kuin suljetuissa oppimisympäristöissä toimivat. Verrattuna suljetuissa oppimisympäristöissä toimiviin, innovatiivisissa oppimisympäristöissä toimivat olivat tyytymättömämpiä ääniympäristöön ja ilman raikkauteen ja he myös häiriintyivät viereisten luokkien aiheuttamasta melusta enemmän.

Eri tiloissa toimivat opetustyöntekijät eivät kuitenkaan eronneet toisistaan itsearvioiduissa työtyytyväisyydessä, työkyvyssä, palautumisen tarpeessa tai äänioireiden yleisyydessä. Vaikka innovatiivisiin oppimisympäristöihin oltiin tyytymättömämpiä ja niissä erityisesti ääniympäristöön, toiminnanaikaiset äänitasot olivat kuitenkin matalampia avoimissa kuin suljetuissa oppimistiloissa. Huoneakustiset ohjeavot täyttyivät suljetuissa oppimistiloissa suurimmassa osassa tiloista, joista 63–71 % täytti ohjeavot riippuen huoneakustisesta parametrasta. Avointen oppimistilojen kohdalla kuitenkin vain 9 % tiloista täytti Suomen ohjeavot puheensiirtindeksin osalta.

Johtopäätökset. Innovatiivisissa oppimisympäristöissä toimivat olivat tyytymättömämpiä tilaansa ja erityisesti tilansa ääniympäristöön. Tämä tyytymättömyys ei heijastunut hyvinvointiin. Ongelmana ei ollut liian korkea toiminnanaikainen melu vaan viereisistä ryhmistä tulevat häiriöt.

Viereisistä ryhmistä kantautuvaan meluun pitää kiinnittää enemmän huomiota innovatiivisia oppimisympäristöjä ja niiden käyttöä suunniteltaessa. Avoimissa tiloissa huoneakustiikkaan pitäisi kiinnittää huomiota. Koulut pitäisi suunnitella siten, että yhdessä tilassa olisi kerrallaan vain yhdenlaista toimintaa.

Toteuttajat. Ääniope-projektin toteuttivat Turun ammattikorkeakoulun Built Environment Research Groupin (BERG) tutkijat ja Turun yliopiston Opettajankoulutuslaitoksen tutkijat.

2 Tausta ja tavoitteet

Innovatiivisia oppimisympäristöjä rakennetaan suomalaisiin kouluihin. Näitä voivat olla avoimet tai avotavat eli joustavat tilat. Avoimet oppimistilat mahdollistavat vähintään kahden 20–30 oppilaan ryhmän opettamisen kerralla. Suljetuilla oppimisympäristöillä tarkoitetaan tiloja, joissa toimii kerrallaan yksi 20–30 oppilaan ryhmä ja joka on rajattu muista oppimistiloista seinin ja ovin. Joustavia tiloja voi tarpeen mukaan käyttää avoimina tai suljettuina tiloina esimerkiksi siirtoseinien avulla.

Erityisesti avoimia oppimistiloja on kritisoitu viereisestä ryhmästä tulevasta melusta, huonosta puheen erotettavuudesta ja puheyksityisyydestä, mitkä aiheuttavat tyytymättömyyttä niin opettajissa kuin oppilassakin (Shield et al., 2010). Toisaalta innovatiiviset oppimisympäristöt mahdollistavat oppilaskeskeistä pedagogiikkaa joustavalla tilankäytöllä ja helpoilla siirtymillä toiminnasta toiseen, kun suljettuja oppimisympäristöjä on kritisoitu joustamattomuudesta ja opettajalähtöisen opetuksen tukemisesta (Dovey & Fisher, 2014). Opetushenkilökunnan kokemuksia innovatiivisista oppimisympäristöistä ei ole juurikaan aiemmin tarkasteltu, etenkin määrällisellä lähestymistavalla.

Yksi oppimisympäristöissä ihmisiin vaikuttava tekijä on melu. Kuitenkin koulun ulkopuolinen melu vaikuttaa tunnin aikaiseen äänitasoon vain hiljaisimman toiminnan aikana ympäristömelualueiden ulkopuolella (Shield & Dockrell, 2004). Tästä syystä toiminnanaikaisten äänitasojen tarkastelu kouluissa on tärkeää. Perinteisten luokahuoneiden toiminnanaikaisten äänitasojen on havaittu olevan tasolla, joka ei aiheuttanut riskiä kuulon alenemalle, mutta se liittyi äänen kuormittumiseen, äänioireiden muodostumiseen sekä kognitiiviseen väsymykseen (Kristiansen et al., 2014). Luokkien ääniympäristö onkin identifioitu riskiksi ammatillisten äänihäiriöiden kehittymiselle (Rantala et al., 2015; Sala & Rantala, 2016). Lisäksi opettajien itse arvioima äänialtistus on liitetty matalampaan työtyytyväisyyteen, energian puuttumiseen työn jälkeen ja haluun jättää työnsä (Kristiansen et al., 2013).

Siihen, miten toiminnanaikainen ääni kuuluu oppimisympäristössä, vaikuttaa toiminta, tilaratkaisut ja huoneakustiikka. Toiminnan tyyppi vaikuttaa toiminnanaikaisiin äänitasoihin jopa 20 dBA toiminnallisen toiminnan äänitasojen ollessa korkeimpia (Radun et al., 2023; Shield & Dockrell, 2004). Avoimissa oppimisympäristöissä viereisistä luokista tuleva äänitaso voi nostaa opetustilan taustäänitasoa jopa 10 dBA,

kun viereisessä tilassa on toiminnallista oppimista (Greenland & Shield, 2011). Lisäksi osassa joustavia oppimisympäristöratkaisuja joustava seinä tai tilajakaja eivät riittävästi eristä ääntä.

Myös huoneakustiset ratkaisut vaikuttavat tilassa toimiviin ihmisiin. Luokkien korkea jälkikaiunta-aika on liitetty oppilaiden heikompaan suoriutumiseen fonologisen prosessoinnin tehtävissä, korkeampaan kuormittuneisuuteen luokkamelusta ja heikompiin arvioihin suhteestaan muihin oppilaisiin ja opettajiin verrattuna hyvän akustiikan luokissa työskenteleviin (Klatte et al., 2010).

Tässä tutkimuksessa tarkastelimme tilaratkaisuiltaan erilaisissa oppimisympäristöissä opetustyöntekijöiden kokemusta, sekä huoneakustiikkaa ja toiminnanaikaisia melutasoja erilaisen toiminnan aikana. Tutkimuskysymyksemme olivat:

1. Eroavatko opetushenkilökunnan kokemukset työympäristöstään ja hyvinvoinnistaan innovatiivisissa ja suljetuissa oppimisympäristöissä?
2. Eroaako huoneakustiikka avoimissa ja suljetuissa oppimistiloissa?
3. Eroavatko toiminnanaikaiset äänitasot avoimissa ja suljetuissa oppimistiloissa?

3 Menetelmät

Kaikissa 21 tutkimukseen osallistuneessa peruskoulussa suoritettiin kysely oppimistiloissa työskentelevälle opetushenkilökunnalle eli opettajille ja koulunkäynninohjaajille. Näistä 20 koulussa mitattiin huoneakustiikka neljässä eri tilassa, joissa myös mitattiin toiminnanaikaisia äänitasoja viiden työpäivän ajan. Toiminnanaikaisten äänitasomittausten aikana opettajat merkitsivät ylös opetuksen ajankohdan, ihmisten määrän tilassa, sekä pääasiallisen toiminnantyyppin.

Lisäksi koulujen rehtoreita haastateltiin tilojen käytöstä ja koulujen tilat kierrettiin ohjatulla kierroksella. Koska monissa kouluissa oli monenlaisia tiloja, luokiteltiin kyselyyn vastaajat joustavissa ja suljetuissa oppimistiloissa toimiviin kyselyvastaustensa mukaan.

3.1 Koulujen kuvaus

Tutkimukseen valittiin peruskouluja, joissa noin puolessa oli joustavia oppimisympäristöjä ja puolessa pääasiassa perinteisiä. Muina kriteereinä pidettiin, että koulut olisivat melko uusia tai 2000-luvulla korjattuja tai peruskorjattuja. Tietoja kouluista haettiin näillä kriteereillä yhteistyötahoilta sekä opetuksen järjestäjiltä eli kaupungeilta ja kunnilta. Sisäilma- tai muista selkeistä sisäympäristöongelmista kärsivät koulut rajattiin tämän tutkimuksen ulkopuolelle. Koulujen tuli sijaita Etelä-Suomessa.

Tutkimuksen tekemiseen hankittiin suostumus koululta ja opetuksen järjestäjältä sekä tutkimusta puoltava eettinen ennakkoarviointilausunto Turun ammattikorkeakoulun tutkimuseettiseltä toimikunnalta (LP09_2022, 3.10.2022).

Kaikista kouluista pyydettiin pohjakuvat, joiden pohjalta haastateltiin rehtoreita tiloista ja niiden käytöstä. Tämän lisäksi koulujen kaikissa oppimisympäristöissä käytiin opastetulla kierroksella. Näiden perusteella koulut luokiteltiin perinteisiin ja joustaviin käyttäen Doveyn ja Fisherin (2014) luokittelua (taulukko 1), jolloin niistä 11 edusti perinteistä ja 10 joustavaa koulutyyppiä. Perinteiset koulut olivat hieman vanhempia kuin joustavat, vaikka monissa peruskorjauksia tai muita korjauksia olikin tehty.

Perinteiset koulut koostuivat erillisistä seinillä erotettavista luokkahuoneista, kun taas joustavissa kouluissa osa tiloista oli avointa, eli niihin mahtui kerrallaan enemmän kuin yksi 20–30 oppilaan ryhmä, tai

tilat olivat joustavia, eli niitä voitiin laajentaa esimerkiksi toiseen luokkaan tai soluulaan. Yksi joustava tila ei tehnyt koulusta joustavaa, vaan vaadittiin, että näitä tiloja oli useampia.

3.2 Subjektiiiset arviot (kysely)

Seuraavassa on esitelty kyselystä kerätyt muuttujat, jotka on jaoteltu oppimisympäristöryhmien määrittelyyn sekä ympäristöön ja hyvinvointiin liittyviin tekijöihin.

3.2.1 Oppimisympäristöryhmät

Koska monessa koulussa oli monenlaisia ympäristöjä ja opetushenkilökunta toimi tyypillisesti vain muutamissa, opetushenkilökunta jaoteltiin oppimisympäristötyyppeihin, joita he raportoivat kyselyssä. Kysymys oli: ”Millainen on yleisin opetukseen käyttämäsi tila?”

Vastausvaihtoehdot olivat:

- A. Tila, jossa toimii yksi luokka/ryhmä ja opettaja samanaikaisesti,
- B. Tila, jossa toimii useampia luokkia/ryhmiä ja opettajia samanaikaisesti.
- C. Joustava opetustila (suljettu opetustila, jonka lisäksi esim. tilan ulkopuolella oleva akvaario, tai käytävä/aulatila, johon opetustilaa voidaan laajentaa)
- D. Muu, millainen?

Näistä tiloissa A toimivat luokiteltiin suljetun ympäristön ryhmäksi, ja muut vastaukset innovatiivisen ympäristön ryhmäksi. Kyselyssä työympäristön arvioissa pyydettiin ajattelemaan yleisintä opetukseen käytettyä tilaa, johon viitattiin termillä opetustila, joten vastaajat ovat pitäneet mielessään tätä tilaa vastatesaan kysymyksiin.

Taulukko 1. Tutkimuskoulujen kuvailua sekä luokittelu perinteisiin ja joustaviin Doveyn ja Fisherin (2014) luokittelun mukaan.

Koululuokit- telu	Koulu- tyyppi	Rakenta- misvuosi	Remon- tointivuosi	Kuvaus koulun tilaratkaisusta	Luokka- asteet
A	Perinteinen	1924	2018	Käytäväkoulu	1–6
A	Perinteinen	1956	2020	Käytäväkoulu, muutama joustava luokka	1–6
A	Perinteinen	2011		Käytäväkoulu	1–6
A	Perinteinen	1950	2022	Käytäväkoulu	7–9
A	Perinteinen	1970	2016	Käytäväkoulu	1–6
A	Perinteinen	1970	2016	Käytäväkoulu	1–9
A	Perinteinen	1967	2016	Käytäväkoulu	1–6
B	Perinteinen	1974	2020	Pääasiassa perinteisiä luokkia. Joidenkin välillä ovia.	1–6
B	Perinteinen	1985 & 2000		Pääasiassa perinteisiä luokkia. Joidenkin välillä ovia.	1–6
B	Perinteinen	2004		Luokkia, joiden edessä ryhmätyötila	1–9
B	Perinteinen	2003 & 2009		Luokkia, joiden edessä ryhmätyötila	1–9
C	Joustava	2020		Joustavia tiloja, jotka lähes kaikki jaettavissa taiteseinillä	1–9
C	Joustava	2014		Luokkia, joissa luokkaparien välillä mahdollisuus yhteistyöhön	1–6
C	Joustava	2022		Joustavia yhdistettäviä luokkia ja luokkia	3–6
C	Joustava	1976	2018, 2023, 2006	Luokkia, mutta myös opetusauloja ja yhteisopettajuusluokkia siirto- seinillä	1–6
D	Joustava	2018		Soluja, joissa joustavia luokkia	1–9
E	Joustava	1950	2016	Avoimet solut	1–9
E	Joustava	2020		Erilaisia tiloja soluissa sekä avoimesti	1–9
E	Joustava	2020		Soluja, joissa iso avotila ja joustavia luokkia	1–6
E	Joustava	2017		Soluja, joissa iso avotila ja joustavia luokkia	1–6
E	Joustava	2018		Soluja, joissa iso avotila ja luokkia	1–9

3.2.2 Ympäristöön liittyvät arviot

Työympäristötyytyväisyys. Työympäristötyytyväisyys arvioitiin vastaamalla kysymykseen: ”Kuinka tyytyväinen olet opetustilaasi kokonaisuutena?” Vastausasteikko oli 7-portainen: -3 erittäin tyytymätön, -2, -1, 0 neutraali, +1, +2, +3 erittäin tyytyväinen.

Sisäympäristötekijöihin tyytyväisyyttä arvioitiin samalla asteikolla vastaamalla kysymykseen: ”Kuinka tyytyväinen olet seuraaviin asioihin opetustilassasi?” Tässä raportoitiin tyytyväisyys perussisäympäristötekijöihin, joita ovat ääniympäristö, ilman raikkaus, valon määrä ja lämpötila.

Äänen häiritsevyys. Äänen häiritsevyydestä koulun eri paikoissa kysyttiin kysymyksellä: ”Kuinka paljon ääniympäristö koulussa on häirinnyt tai ärsyttänyt sinua viimeisen kuukauden aikana seuraavissa tiloissa?” Arvioitavat tilat on lueteltu tulososiossa kuvassa 2. kappaleessa 4.2. Ympäristöön liittyvät arviot. Vastausasteikko oli: 1 – Ei yhtään, 2 – Vähän, 3 – Jonkin verran, 4 – Paljon, 5 – Erittäin paljon.

Häiritsevät äänilähteet. Opetustilan häiritseviä äänilähteitä arvioitiin kysymyksellä: ”Kuinka paljon sinua häiritsevät seuraavat äänet opetustilassasi? Jos et ole kuullut jotain ääntä tässä luokassa, vastaa ”Ääntä ei kuulu.” Arvioidut äänilähteet on lueteltu tulososiossa kuvassa 3 kappaleessa 4.2. Ympäristöön liittyvät arviot. Vastausasteikko oli: 1 – Ääntä ei kuulu; 2 – Ääni kuuluu, mutta ei häiritse; 3 – Ääni häiritsee vähän; 4 – Ääni häiritsee paljon. Analyysissä tarkasteltiin äänestä häiriintyneiden osuuksia (vastausvaihtoehdot 3 ja 4).

Melun torjuntakeinot. Opetushenkilökunnan käyttämiä melun torjuntakeinoja kysyttiin avokysymyksellä: ”Millaisia keinoja käytät opetustilasi ääniympäristön parantamiseksi? Luettele erityisesti mielestäsi toimivia keinoja.” Avovastaukset luokiteltiin aineistolähtöisen analyysin periaatteiden mukaan siten, että samaa tarkoittavat vastaukset luokiteltiin saman koodin alle.

3.2.3 Hyvinvointiin liittyvät arviot

Työtyytyväisyys. Vastaajat arvioivat työtyytyväisyyttä vastaten kysymykseen: ”Kuinka tyytyväinen olet työhösi kokonaisuutena?” asteikolla: 1 – Erittäin tyytymätön, 2 – Melko tyytymätön, 3 – En tyytyväinen, mutta en tyytymätönkään, 4 – Melko tyytyväinen, 5 – Erittäin tyytyväinen.

Työkyky. Työkykyä arvioitiin kysymyksellä: ”Millaiseksi arvioisit nykyisen työkykysi?” Vastausasteikko oli: 1 – Erittäin huono, 2 – Huono, 3 – Kohtalainen, 4 – Hyvä, 5 – Erittäin hyvä.

Palautumisen tarve. Palautumisen tarvetta työpäivän jälkeen arvioitiin kolmen kysymyksen lyhennetyllä palautumisen tarvetta (Need for Recovery) mittaavalla skaalalla (kysymykset 2, 6, 7) (Stevens et al., 2019). Vastaukset olivat viisi portaisella asteikolla annettujen vastausten summa. Korkeampi arvo tarkoitti suurempaa palautumisen tarvetta.

Äänioireet. Äänioireiden yleisyyttä tarkasteltiin arvioimalla, kuinka usein on kokenut seuraavia oireita: ”Ääni väsy helposti”, ”Käheyttä ilman vilustumista”, ”Kurkkukipua”, ”Vaikeuksia saada ääntä kuuluviin”, ”Ääni katkeilee” ja ”Äänettömyys ilman vilustumista”. Vastauskaala oli: A) Päivittäin, B) Viikoittain, C) Kuukausittain, D) Muutaman kerran vuodessa, E) Ei oireita. Tässä tarkastelimme vähintään viikoittain ilmeneviä oireita (vaihtoehdot A ja B).

3.3 Objektiiviset mittaukset

Objektiiviset mittaukset ovat oppimistiloista mitattuja fysikaalisia mittoja liittyen huoneakustiikkaan ja äänitasoseurantaan. Nämä on mitattu samoissa tiloissa, joten seuraavassa on ensin kuvattu tilojen valinta sekä niiden jako opetustilatyyppeihin ja niiden jälkeen mittaukset.

3.3.1 Tilojen valinta

20 tutkimuskoulusta valittiin neljä tilaa, joissa mitattiin huoneakustiikka ja tehtiin toiminnanaikaiset äänitasoseurannat. Tässä yksi tila oli määritelty tilaksi, jossa pystyy opiskelemaan samanaikaisesti 20–30 oppilaan ryhmä. Siten avotiloissa oli mahdollista olla monta mittauslinjaa ja -paikkaa.

Tilat valittiin seuraavien kriteerien mukaan: 3–6 luokkien opetukseen; suurinta osaa koulun oppimistiloista edustavat tilat; joita käytetään suurimman osan ajasta; ei pieniä tai erikoistiloja; ei taito- tai taideaineiden tiloja; tiloja, joiden opettajat olisivat halukkaita merkitsemään viikon ajan toiminta-ajat, osallistujien määrän ja tunnin pääasiallisen toiminnan.

Kyselyyn vastanneista 21 koulusta yksi koulu oli hallinnollisesti erillinen yläaste, joka toimi samoissa tiloissa ala-asteen kanssa, joten tässä koulussa tehtiin ainoastaan kyselyt, vaikka mittaukset suoritettiin ainoastaan ala-asteen puolella.

3.3.2 Opetustilan tyyppi

Tässä tarkastelussa opetustilat oli jaoteltu suljettuihin ja avoimiin. Suljettu tila tarkoitti tilaa, johon mahtui yksi 20–30 hengen ryhmä ja joka oli rajattu kattoon asti ulottuvilla seinillä, ovilla ja ikkunoilla.

Avoin tila tarkoitti tilaa, johon mahtui kerrallaan useampia 20–30 hengen ryhmiä. Joustava tila luokiteltiin avoimena avoimeksi ja suljettuna suljetuksi tilaksi. Sekä huoneakustiikkamittausten että äänitasoseurantojen suhteen mittauksen ajalta oli tieto siitä missä käyttömoodissa joustava tila kulloinkin oli. Äänitasoseurannoissa joustavien tilojen opettajat merkitsivät tämän tiedon lomakkeisiinsa. Joustavia tiloja oli yhteensä 15.

3.3.3 Huoneakustiikka

Suomessa oppimisympäristöjen huoneakustiset ohjearvot on annettu erikseen suljetuille ja avoimille opetustiloille (Kylliäinen & Hongisto, 2019). Ohjearvot määrittävät oppimisympäristöille kaiuntaisuuden, puheensiirtoindeksin ja taustäänitason.

Kaiuntaisuus on pisin oktaavikaistoilla 250, 500, 1000 ja 2000 esiintyvä jälkikaiunta-aika normaalisti kalustetussa huoneessa. Puheensiirtoindeksi kuvaa puheen erotettavuutta asteikolla 0–1, jossa yksi tarkoittaa täysin ymmärrettävää puhetta ja 0 ei lainkaan ymmärrettävää puhetta. Taustäänitaso tarkoittaa teknisistä järjestelmistä syntyvää A-painotettua keskiäänitاسoa L_{Aeq} .

Suljetussa opetustilassa kaiuntaisuuden tulisi olla 0,5–0,7 sekuntia (s), puheensiirtoindeksin suurempi tai yhtä suuri kuin 0,7 ja taustäänitason keskiäänitason enintään 33 dB L_{Aeq} ja enimmäistason 38 dB $L_{A,max,T}$. Avoimissa oppimisympäristöissä kaiuntaisuuden pitäisi alittaa ohjearvo 0,5 s. Puheen pitäisi avoimissa oppimisympäristöissä erottua lähelle, muttei kauas, joten puheensiirtoindeksin pitäisi olla vähintään 0,7 alle 3 metrin päässä puhujasta ja enintään 0,5 8 metrin päässä puhujasta. Avoimissa oppimistiloissa peittoäänellä (35–40 dB L_{Aeq}) voidaan päästä tavoiteltavaan puheensiirtoindeksitasoon.

Huoneakustiikka mitattiin tiloissa määrittelemällä tilan taustäänitaso ($L_{Aeq,B}$), kaiuntaisuus (T), ja puheensiirtoindeksi (STI) standardien ISO 3382-2 (2008) ja ISO 3382-3 (2022) mukaan. Taustäänitaso $L_{Aeq,B}$ on tyhjän tilan A-painotettu taustäänitaso taajuuksilla 125 – 8000 Hz. Kaiuntaisuus (T) on korkein arvo taajuuksilla 250–2000 Hz. Puheensiirtoindeksi (STI) on keskiarvo tilassa.

Suljetuissa tiloissa mittaukset tehtiin yhdellä suoralla mittauslinjalla, jossa etäisyys pallokaiuttimen ja mikrofoniin (NTI Audio M2010) välillä oli tyypillisesti 1, 3, 5, 7 ja 9 m. Avoimissa oppimistiloissa oli 2 tai 3 mittauslinjaa. Mitatuissa tiloissa ei ollut muita henkilöitä kuin mittaaja.

3.3.4 Äänitasoseurannat

Toiminnanaikaisia äänitasoja seurattiin asentamalla äänitasomittarit (NTI Audio XL2, M2230 mikrofoniilla) tiloissa paikalle, jossa opettajat yleisemmin olivat. Äänitasomittarit tallensivat minuutin keskiäänitasot. Yleisimmin mittarit asennettiin opettajan pöydän läheisyyteen 1,55 m korkeudelle seinän lähelle, jotta mittarit eivät olisi tiellä. Mikrofonien asennuskorkeus vaihteli 1,5–2,7 m välillä.

Mittarit jätettiin tilaan vähintään viideksi työpäiväksi, joiden aikana opettajat merkitsivät tilassa olevan tapahtuman ajankohdan, henkilömäärän, sekä pääasiallisen toiminnan. Näiden perusteella aineistosta haettiin ajankohdat, jolloin opettaja oli merkinnyt opetuksen tapahtuneen. Näistä poistettiin siirtymien aiheuttamat äänet (tuntien aluista ja loppuista poistettiin 5 minuuttia). Näistä tiedoista määriteltiin opetusperiodit kattamaan opetusta, joka kesti yli 5 minuuttia ja johon osallistui 10 tai enemmän henkilöitä. Näin valittuja opetusperiodeja oli 1369. Näistä laskettiin jokaiselle tilalle keskiäänitaso (L_{Aeq}).

3.4 Tilastanalyysit

Oppimisympäristöryhmiä ja oppimistilatyyppejä verrattiin jatkuvilla muuttujilla käyttäen lineaarisia sekamalleja (Linear Mixed Effects analysis, R: lme4 ja lmerTest, Satterwaite approksimaatiolla), joissa koulu oli satunnaistekijänä. Luokitteluaasteikollisissa muuttujissa oppimisympäristöryhmiä vertailtiin X^2 -testillä.

4 Tulokset

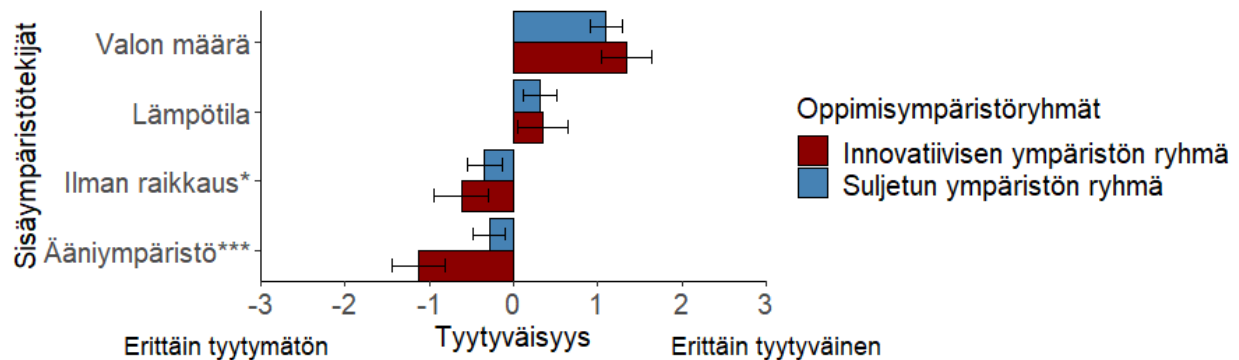
4.1 Kyselyyn vastanneet

Kyselyyn kutsuttiin osallistumaan kaikki tutkimuskoulujen opettajat ja koulunkäyntiavustajat. Kyselyyn vastasi 361 vastaajaa, joista 208 (58 %) työskenteli perinteisissä kouluissa ja 153 (42 %) joustavissa kouluissa. Pääosa vastaajista (332/92 %) oli opettajia. Loput olivat pääosin koulunkäynninohjaajia.

Koulujen vastausprosentit vaihtelivat huomattavasti (20–65 %). Vastaajista suljetun tilan ryhmään kuului 267 vastaajaa (74 %) ja joustavan tilan ryhmään kuului 94 vastaajaa (26 %).

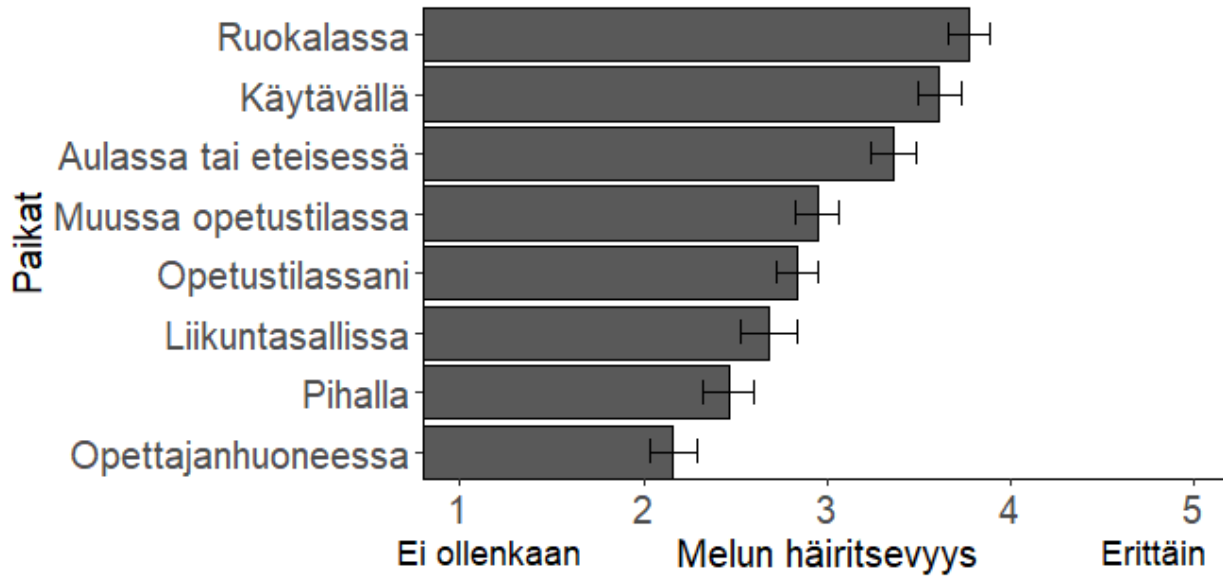
4.2 Ympäristöön liittyvät arviot

Tyytyväisyys työympäristöön oli kokonaisuudessaan matalampi innovatiivisen ympäristön ryhmällä ($k_a=0,11$) kuin suljetun ympäristön ryhmällä ($k_a=0,56$) ($F(1, 355)=7,4$, $p=0,007$). Myös mitattaessa tyytyväisyyttä eri sisäympäristötekijöihin innovatiivisen ympäristön ryhmä oli tyytymättömämpi ääniympäristöön ja ilman raikkauteen (Kuva 1).



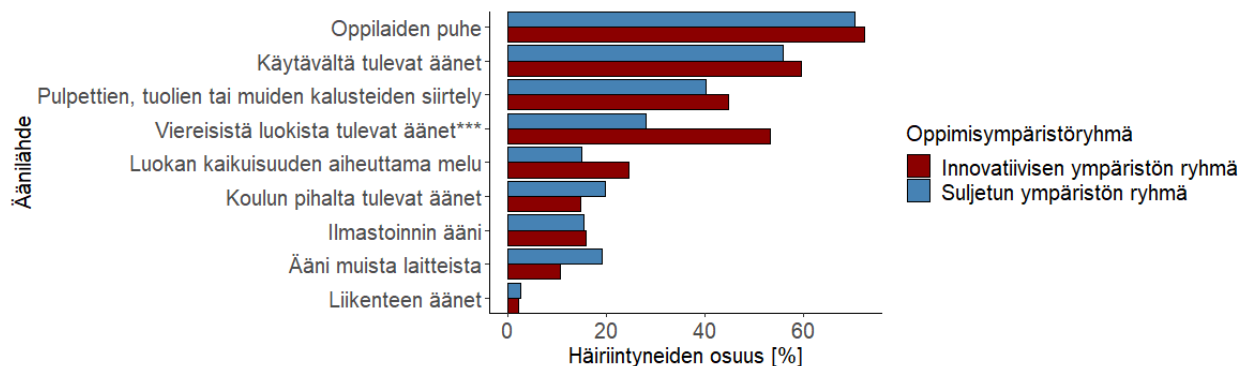
Kuva 1. Oppimisympäristöryhmien tyytyväisyyden keskiarvot eri sisäympäristötekijöille. Viikset kuvaavat 95 % luottamusväliä ja tähdet oppimisympäristöryhmien eron tilastollista merkitsevyyttä * $p<0,05$, ** $p<0,01$, ja *** $p<0,001$.

Oppimisympäristöryhmien vastaukset eivät eronneet toisistaan, kun he arvioivat paikkojen melun häiritsevyyttä ($p>0,05$). Häiritsevimpiä paikkoja koulussa melun kannalta olivat ruokala, käytävät ja eteiset (Kuva 2).



Kuva 2. Äänen häiritsevyyden keskiarvo koulun eri tiloissa. Viikset kuvaavat 95 % luottamusväliä.

Eri äänilähteistä häiriintyneiden osuus oppimisympäristöryhmittäin esitetään kuvassa 3. Viereisistä luokista tulevat äänet häiritsivät suurempaa osaa innovatiivisen ympäristön ryhmästä (53 %) kuin suljetun ympäristön ryhmästä (28 %) ($\chi^2(1)=18,3$, $p<0,001$). Muiden äänilähteiden osalta oppimisympäristöryhmät eivät eronneet toisistaan.



Kuva 3. Eri äänilähteissä oppimistilassaan häiriintyneiden osuus vastaajista oppimisympäristöryhmittäin. Viikset kuvaavat 95 % luottamusväliä ja tähdet tilaryhmien eron tilastollista merkitsevyyttä * $p<0,05$, ** $p<0,01$, ja *** $p<0,001$.

Meluntorjuntakeinoja kyseltiin opetushenkilökunnalta avoimilla kysymyksillä. Taulukko 2 kuvaa yleisimpiä meluntorjuntakeinoja.

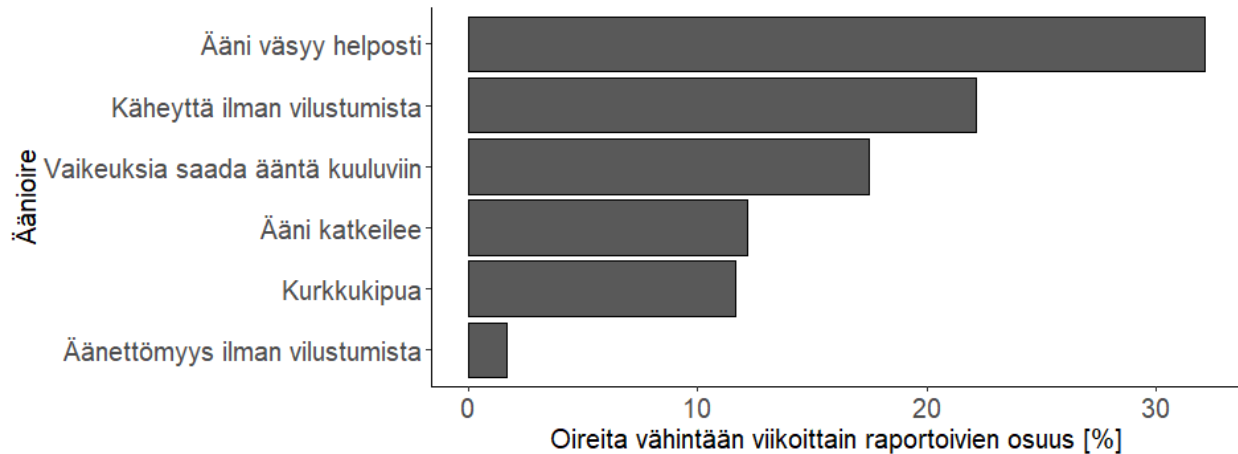
Taulukko 2. Opetushenkilökunnan mainitsemien meluntorjuntakeinojen määrä yhteensä (kaikki) ja oppimis-ympäristöryhmittäin.

Melun torjuntakeino	Melun torjuntakei- non tyyppi	Kaikki	Oppimisympäristö- ryhmä	
			Suljettu	Innovatiiv- vinen
Ohjaaminen rauhalliseen työskentelyyn	Käyttäytyminen	83	58	25
Oven tai ikkunan sulkeminen	Ympäristö	44	36	8
Kuulokkeet tai kuulosuojaimet	Henkilökohtainen	14	9	5
Työskentelytapojen valinta	Käyttäytyminen	14	9	5
Opetuksen laajentaminen viereisiin tiloihin	Ympäristö	13	9	4
Huomion herättäminen merkein (käsimerkit, pilli jne.)	Käyttäytyminen	11	8	3
Musiikki hiljaisen työskentelyn/rentoutumisen aikana	Ympäristö	9	8	1
Akustisten elementtien lisääminen	Ympäristö	8	7	1
Laitteiden sulkeminen	Ympäristö	8	8	0
Tekstiilien ja huonekalujen lisääminen	Ympäristö	8	6	2
Istumajärjestys	Käyttäytyminen	7	4	3
Matto	Ympäristö	7	5	2
Sermit	Ympäristö	6	3	3
Äänen korottamisen välttäminen	Käyttäytyminen	5	4	1
Opetuksen suunnittelu muiden opettajien kanssa	Käyttäytyminen	5	1	4
Aikataulun suunnittelu	Käyttäytyminen	5	3	2

4.3 Hyvinvointiin liittyvät arviot

Oppimisympäristöryhmät eivät eronneet toisistaan tyytyväisyydessä ($F(1, 359)=0,0, p=0,876$), työkyvyssä ($F(1, 327)=1,3, p=0,262$), palautumisen tarpeessa ($F(1, 320)=1,2, p=0,268$) tai äänioireiden määrässä kaikilla äänioireityypeillä ($p>0,05$).

Opetushenkilökunnasta 27 % raportoi 2 äänioiretta tai enemmän vähintään viikoittain. Äänen väsyminen helposti oli yleisin oire, jota raportoi viikoittain 32 % vastaajista (Kuva 4).



Kuva 4. Vähintään viikoittain äänioireita raportoivan opetushenkilökunnan osuus vastaajista.

4.4 Huoneakustiikka

Huoneakustisten mittausten keskiarvot ja vaihteluvälit (pienin ja suurin arvo) on raportoitu taulukossa 3 ja tarkemmin esitetty Keräsen ja kumppaneiden artikkelissa (2024). Taustäänitasojen osalta suljetuista tiloista 63 % ja avoimista tiloista 55 % täytti Suomen ohjearvot. Kaiuntaisuuden osalta suljetuista tiloista 66 % ja avoimista tiloista 36 % täytti Suomen ohjearvot. Puheensiirtoindeksin kohdalta 71 % suljetuista tiloista täytti ohjearvot, kun tämä oli 9 % avoimista tiloista.

Taulukko 3. Huoneakustisten mittausten tulokset opetustilatyypeittäin.

Huoneakustinen määre	Suljettu opetustila (N=62)		Avoin opetustila (N=11)	
	Keskiarvo	Vaihteluväli	Keskiarvo	Vaihteluväli
$L_{Aeq,B}$ [dB]	33	(25–47)	35	(27–44)
T [s]	0,55	(0,34–0,82)	0,52	(0,40–0,72)
STI	0,76	(0,64–0,92)	0,76	(0,47–0,96)

4.5 Toiminnanaikaiset äänitasoseurannat

Toiminnanaikaiset äänitasot on raportoitu taulukossa 4. Äänitasot ovat avoimissa oppimisympäristöissä alhaisemmat kuin suljetuissa ($p=0,004$).

Taulukko 4. Toiminnanaikaiset keskiäänitasot ja vaihteluvälit (pienin ja suurin keskiäänitaso) opetustilatyy-
peittäin.

Äänitasot	Opetustilan tyyppi			
	Suljettu (N=61)		Avoin (N=22)	
	Keskiääni- taso	Vaihteluväli	Keskiääni- taso	Vaihteluväli
L_{Aeq} [dB]	65,3	(60,3–72,9)	62,6	(56,8–69,9)

5 Pohdinta

Opettajat olivat selvästi tyytymättömämpiä ympäristöönsä innovatiivisen ympäristön kuin suljetun ympäristön ryhmässä. Tämä ei kuitenkaan heijastunut opettajien arvioihin hyvinvoinnistaan. Innovatiivisen ympäristön ryhmä oli tyytymättömämpi ääniympäristöön ja ilmanraikkauteen kuin suljetun ympäristön ryhmä. Innovatiivisen ympäristön ryhmässä oli enemmän viereisistä luokista tulevista äänistä häiriintyneitä. Huoneakustisista mittauksista nähdään, että suljetut oppimistilat täyttivät Suomen ohjearvot yleisemmin kuin avoimien tilojen, mikä voi heijastua kokemuksiin. Kuitenkin toiminnanaikaiset keskiäänitasot olivat matalampia avoimissa tiloissa kuin suljetuissa. Viereisistä tiloista tulevat häiriöt ovat asia, joka korostuu innovatiivisissa oppimisympäristöissä.

Tutkimuskouluissa koulujen huoneakustiikka täytti suurimmassa osassa suljettuja opetustiloja Suomen ohjearvot. Avoimissa opetustiloissa Suomen ohjearvot eivät useinkaan täyttyneet etenkin puheensiirtoindeksin kohdalla, jolloin ohjearvojen mukaan puheen pitäisi erottua lähelle, mutta ei kauas. Tässä mitaustuloksia on verrattu ohjearvoihin, jotka on julkaistu 2019. Lähes kaikki tutkimuskoulut tai niiden peruskorjaukset on suunniteltu ennen tätä ajankohtaa. Vain yhdessä tutkimuskoulussa oli peittoääni, joka estää avotiloissa puheen erottumista kauas. Tämä voisi estää viereisistä ryhmistä tulevan äänen häiritsevyyden, mutta asia vaatii lisäselvittelyitä muun muassa äänen kuormittumisen kannalta.

Toiminnan aikaiset keskiäänitasot tutkimuksessamme olivat suljetuissa opetustiloissa 65 dB L_{Aeq} ja avoimissa 63 dB L_{Aeq} . Nämä tasot olivat hieman alhaisempia kuin aiemmissa tutkimuksissa koskien perinteisiä suljettuja luokkahuoneita, jossa keskiäänitasot ovat olleet Suomessa 69 dB L_{Aeq} (Sala & Rantala, 2016), ja Englannin kouluissa 72 dB L_{Aeq} (Shield & Dockrell, 2004). Toisaalta keskiäänitasot olivat hyvin samalla tasolla kuin keskiäänitasot toisen asteen luokkahuoneissa Englannissa (64 dB L_{Aeq}) (Shield et al., 2015). Matalammat äänitasot avoimissa opetustiloissa voivat selittyä joko äänen leviämällä suurempaan tilaan tai ihmisten käyttäytymisen muutoksella: avoimissa ympäristöissä yritetään olla hiljempaa, jotta häiritään muita vähemmän.

Opettajat käyttävät jo nyt melun vähentämiseksi sekä käyttäytymiseen, ympäristön muokkaamiseen että henkilökohtaisiin apuvälineisiin liittyviä toimia. Ohjaaminen rauhalliseen työskentelyyn sekä ovien ja ikkunoiden sulkeminen olivat yleisimmin mainitut melun torjuntakeinot. Kuitenkin vain viisi vastaajaa mainitsi opettajien kesken tapahtuvan tai aikatauluihin liittyvän suunnittelun.

Tutkimuksemme osoittaa, että opetushenkilökunta ei ole tyytyväinen innovatiivisiin oppimisympäristöihin. Tämä ei kuitenkaan heijastu hyvinvointitekijöihin. Syinä työympäristötyytymättömyyteen voivat olla haasteet innovatiivisten oppimisympäristöjen suunnittelussa tai niiden käytössä. Lisää tutkimusta tarvitaan nimenomaan häiriöiden luonteesta sekä pedagogiikan ja tilojen yhdistämisestä. Korkeat äänitasot eivät ole ongelma avoimissa opetustiloissa, mutta viereisistä ryhmistä tulevat häiriöt ovat. Koulujen suunnittelussa pitäisikin muistaa suunnitella tilat niin, että koulun muu toiminta ei häiritse työskentelyä opetustilassa. Yhdessä tilassa pitäisi olla kerrallaan vain yhdenlaista toimintaa. Tähän voidaan päästä joko sillä, että tiloja jaetaan hyvin ääntä eristävillä seinillä tai suunnittelemalla toimintaa sellaiseksi, että samanaikaiset toiminnot eivät häiritse toisiaan. Toiminnan suunnitteluun voidaan päästä esimerkiksi sillä, että joustavat tilat ovat saman yhteisopettajuusryhmän käytössä. Täysin avoimia tiloja tulisi kouluihin suunnitella harkiten.

6 Julkaisut

Suunnitteilla on 2–4 tieteellistä kansainvälistä julkaisua tiedelehdissä. Näistä kaksi tullaan lähettämään arviointiin vuoden 2025 alussa. Lisäksi tuloksia tai alustavia tuloksia on jo esitelty niin kansainvälisissä kuin kotimaisissakin konferensseissa, jotka on listattu alla.

Tieteelliset artikkelit:

Radun, J., Keränen, J., Rantanen, S., Veermans, M., & Hongisto, V. (käsikirjoitus) Comparison of open, flexible and enclosed learning spaces – teaching staff's experiences and activity sound exposure.

Keränen, J., Ahonen, K., Hongisto, V., & Radun, J. (käsikirjoitus) Measured room acoustic conditions in enclosed and open learning spaces.

Konferenssiartikkeleita:

Radun, J., Ahonen, K., Veermans, M., Rantanen, S., & Hongisto V. (2024). Työympäristötyytyväisyys perinteisissä ja joustavissa kouluissa. Sisäilmastoseminaari 2024, SYI Raportti 42, Sisäilmayhdistys. s. 81–85.

Keränen, J., Ahonen, K., Hongisto, V., & Radun, J. (2024). Room acoustic survey of open and enclosed learning spaces in Finland. Proceedings of Inter-Noise 2024, 25–29.

Muut tekstit:

Radun, J. (2024). Nykyajan oppimisympäristöjen trendi. Monenlaista melua – Opas koulujen melunhallintaan. Kuuloliitto. s. 16–18. <https://www.kuuloliitto.fi/wp-content/uploads/2024/06/Monenlaista-melua.pdf>

Esitykset:

Terveyspsykologian päivät 2023, 7.11.2023 Helsingissä

Kasvatustieteen päivät 23.–24.11.2023 Vaasassa

Sisäilmastoseminaari 2024, 12.3.2024 Helsingissä

Psykologia kongressi 2024, 16.8.2024 Helsingissä

Inter-Noise 2024, 25.–29. 8.2024 Nantesissa Ranskassa

Kasvatustieteen päivät 21.-22.11.2024 Turussa

7 Kiitokset

Kiitokset kaikille kyselyyn vastanneille ja erityisesti opettajille, jotka antoivat mitata äänitasoja luokissaan ja vielä merkitsivät oppimistapahtumat ylös. Kiitos mukaan osallistuneille tutkimuskouluille henkilökunti-
neen sekä erityisesti rehtoreille, jotka mahdollistivat tämän tutkimuksen ja osallistuivat haastatteluun.

Kiitos Kaisa Ahoselle huoneakustisten mittausten suorittamisesta sekä Valtteri Hongistolle ja Marjaana Veermansille tietämyksensä jakamisesta. Lisäksi kiitämme rahoittajiamme Työsuojelurahastoa (hanketun-
nus 210300), Ecophon Finland Saint-Gobain Finland Oytä, Turun yliopistoa ja Turun ammattikorkeakou-
lua tutkimuksen mahdollistamisesta.

8 Lähteet

- Dovey, K., & Fisher, K. (2014). Designing for adaptation: The school as socio-spatial assemblage. *Journal of Architecture*, 19(1). <https://doi.org/10.1080/13602365.2014.882376>.
- Greenland, E. E. & Shield, B. M. (2011). A survey of acoustic conditions in semi-open plan classrooms in the United Kingdom. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 130(3). <https://doi.org/10.1121/1.3613932>.
- ISO. (2008). *ISO 3382-2. Acoustics – Measurement of room acoustic parameters – Part 2: Reverberation time in ordinary rooms*.
- ISO. (2022). *ISO 3382-3. Acoustics – Measurement of Room Acoustic Parameters -- Part 3: Open Plan Offices*.
- Keränen, J., Ahonen, K., Hongisto, V. & Radun, J. (2024). Room acoustic survey of open and enclosed learning spaces in Finland. *Proceedings of Inter-Noise 2024*, 25–29.
- Klatte, M., Hellbrück, J., Seidel, J. & Leistner, P. (2010). Effects of Classroom Acoustics on Performance and Well-Being in Elementary School Children: A Field Study. *Environment and Behavior*, 42(5), 659–692. <https://doi.org/10.1177/0013916509336813>.
- Kristiansen, J., Lund, S. P., Persson, R., Shibuya, H., Nielsen, P. M. & Scholz, M. (2014). A study of classroom acoustics and school teachers' noise exposure, voice load and speaking time during teaching, and the effects on vocal and mental fatigue development. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 87(8), 851–860. <https://doi.org/10.1007/s00420-014-0927-8>.
- Kristiansen, J., Persson, R., Lund, S. P., Shibuya, H. & Nielsen, P. M. (2013). Effects of Classroom Acoustics and Self-Reported Noise Exposure on Teachers' Well-Being. *Environment and Behavior*, 45(2), 283–300. <https://doi.org/10.1177/0013916511429700>.
- Kylliäinen, M. & Hongisto, V. (2019). Rakennuksen ääniolosuhteiden suunnittelu ja toteutus. *Ympäristöministeriön Julkaisu* 2019:28. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-035-4>.
- Radun, J., Lindberg, M., Lahti, A., Veermans, M., Alakoivu, R. & Hongisto, V. (2023). Pupils' experience of noise in two acoustically different classrooms. *Facilities*, 41(15/16), 21–37. <https://doi.org/10.1108/F-03-2022-0036>.
- Rantala, L. M., Hakala, S., Holmqvist, S. & Sala, E. (2015). Classroom noise and teachers' voice production. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 58(5). https://doi.org/10.1044/2015_JSLHR-S-14-0248.
- Sala, E. & Rantala, L. (2016). Acoustics and activity noise in school classrooms in Finland. *Applied Acoustics*, 114, 252–259. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2016.08.009>.
- Shield, B., Conetta, R., Dockrell, J., Connolly, D., Cox, T. & Mydlarz, C. (2015). A survey of acoustic conditions and noise levels in secondary school classrooms in England. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 137(1), 177–188. <https://doi.org/10.1121/1.4904528>.

- Shield, B. & Dockrell, J. (2004). External and internal noise surveys of London primary schools. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 115 (730). <https://doi.org/10.1121/1.1635837>.
- Shield, B., Greenland, E. & Dockrell, J. (2010). Noise in open plan classrooms in primary schools: A review. *Noise and Health*, 12, 225–234. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.70501>.
- Stevens, M. L., Crowley, P., Garde, A. H., Mortensen, O. S., Nygård, C. H. & Holtermann, A. (2019). Validation of a short-form version of the danish need for recovery scale against the full scale. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(13). <https://doi.org/10.3390/ijerph16132334>.