

# Puhemelun vaikutus työtehoon ja huoneakustiset melunhallintakeinot avoimissa ympäristöissä

**Valtteri Hongisto**

Tutkimusryhmän vetäjä, tekn. tri, dosentti.

[etunimi.sukunimi@turkuamk.fi](mailto:etunimi.sukunimi@turkuamk.fi) +358 40 5851 888

Turun ammattikorkeakoulu

OAJ seminaari, Tampere, **16.9.2022**

## Toiminta

- Tieteellinen tutkimus 60%
  - Julkisrahoitteisia
- Mittaus- ja konsulttipalvelut ja koulutukset yrityksille 38%
  - Yritysrahoitus
- Opetus AMK:ssa 2%

## Henkilökunta

- 4 fyysikköä, 2 psykologia, 4 insinööriä

## Vaikutukset

- Yritysten liiketoiminta
- Työ- ja elinolosuhteet
- Lainsäädäntö
- Standardit
- Suunnitteluohjeet
- Akatemia

D n x v l l n n d



**TURKU AMK**

TURKU UNIVERSITY OF  
APPLIED SCIENCES

## Tutkimusten kohteet

- Rakennukset
- Elinympäristöt

## Tekemiset

- Mittaukset
- Ihmisten kokemukset
- Mallinnukset
- Lausunnot
- Suunnitelmat

## Rakennusakustiikkalabra 300 m<sup>2</sup>

- 5 kaiuntahuonetta
- 1 kaiuton huone
- Mitataan ja kehitetään rakennustuotteita ja laitteita

## Psykoakustiikkalabra 40 m<sup>2</sup>

- Kaksi 12 m<sup>2</sup> huonetta
- Melun tai akustisten ratkaisujen vaikutukset; häiritsevyys, fysiologiset vaikutukset, psykologiset vaikutukset

## Julkiset tutkimusprojektit

- Suomen Akatemia 2018-2022
  - Avotoimistojen akustiikka
- Business Finland 2020-2024
  - Monitilatoimistojen akustiikka
- Ympäristöministeriö 2020-2022
  - Puuväli pohjien askelääneneristys

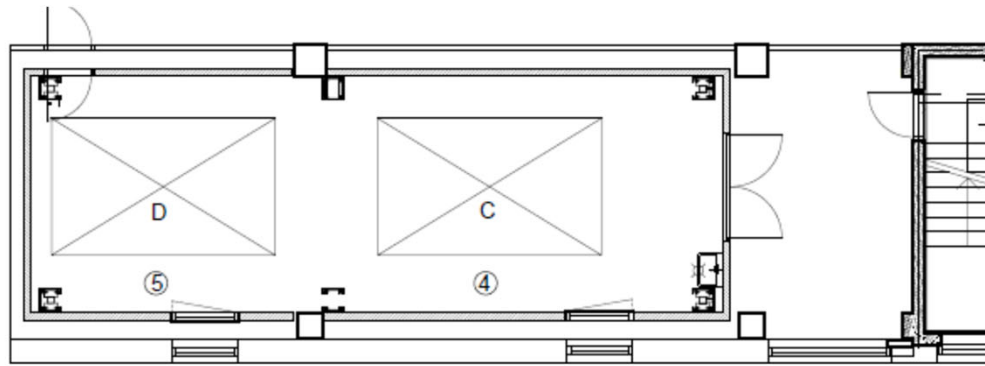
# Toimistojen akustiikkasuunnittelun palvelut

- Ryhmä on mm. luonut toimistojen akustiikkasuunnittelun suomalaisten rakentamismääräysten tieteelliset perustelut 2001-2017
- Tutkimus jatkuu ... samalla teemme konsultointia
- Suunnittelupalvelut ulottuvat kaikkiin tiloihin ja haasteisiin
  - Layoutsuunnittelu
  - Akustinen suunnittelu
  - Rakenteiden kehittäminen ja testaus
  - Mittaukset ja mallinnukset
  - Uudiskohteet ja korjauskohteet
- Muutosjohtamisen konsultointi
  - Johdon tukeminen tilamuutoksissa
  - Avoimiin ympäristöihin siirtymisen haasteet
  - Muutosta tukevat kyselytutkimukset



**Yhteyshenkilö:** Valtteri Hongisto

[valtteri.hongisto@turkuamk.fi](mailto:valtteri.hongisto@turkuamk.fi) +358 40 5851 888

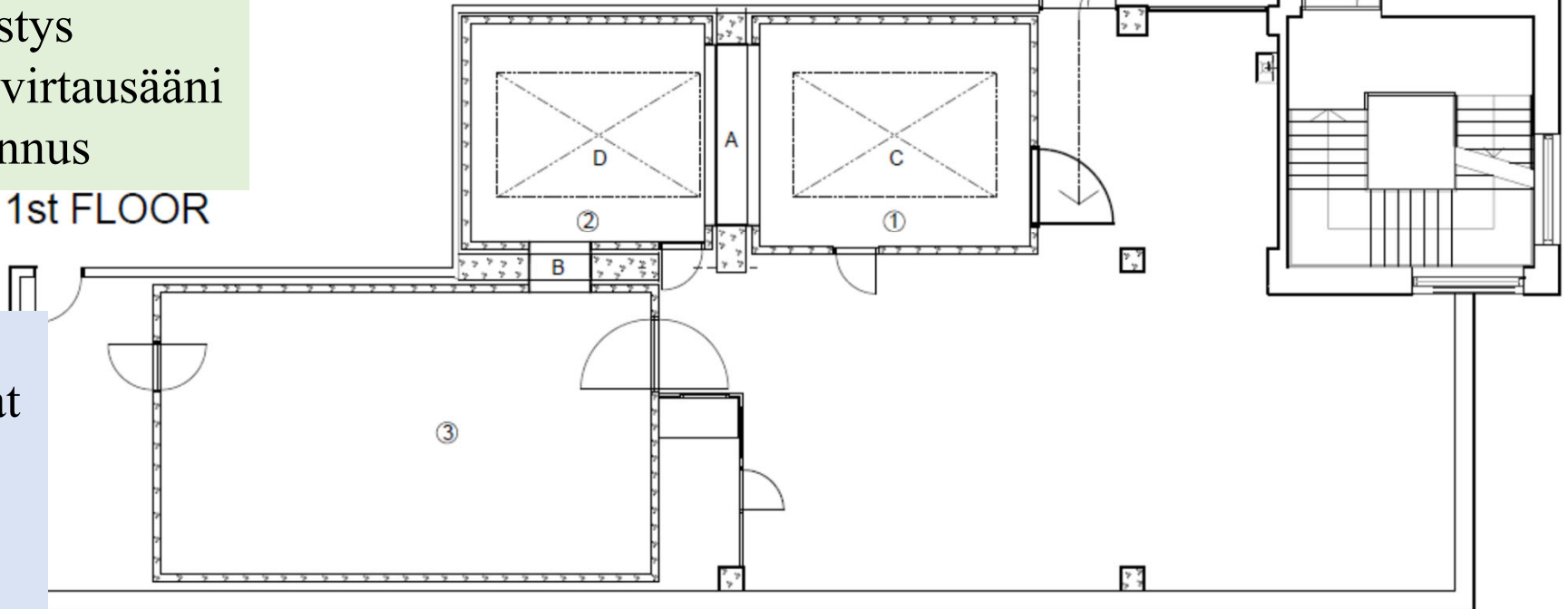


2nd FLOOR

## Rakennusakustiikka- laboratorio

- Ilmaääneneristävyys
- Äänenabsorptiosuhde
- Askeläänieristys
- Melupäästö, virtausääni
- Äänenvaimennus

1st FLOOR



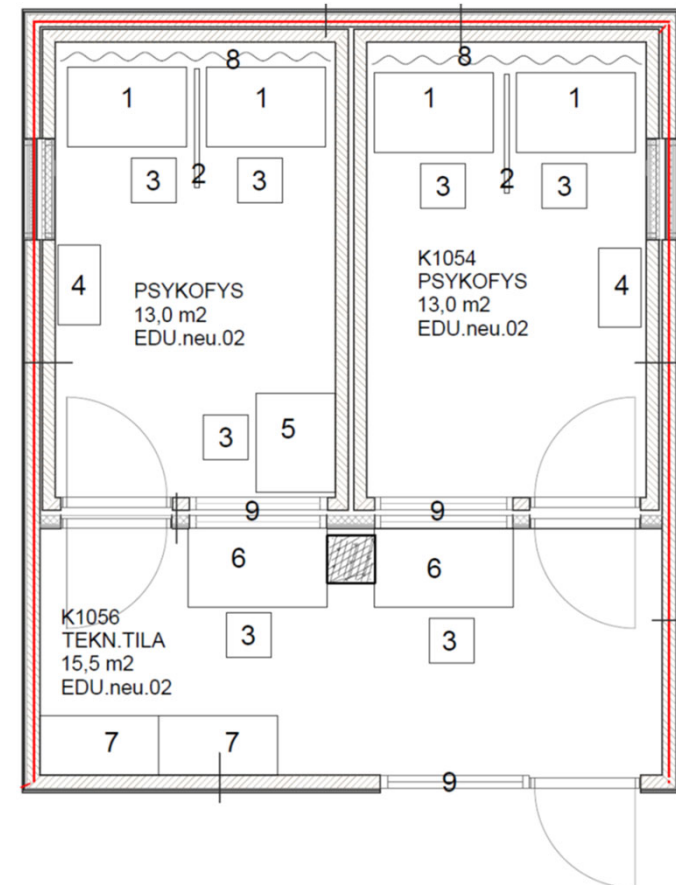
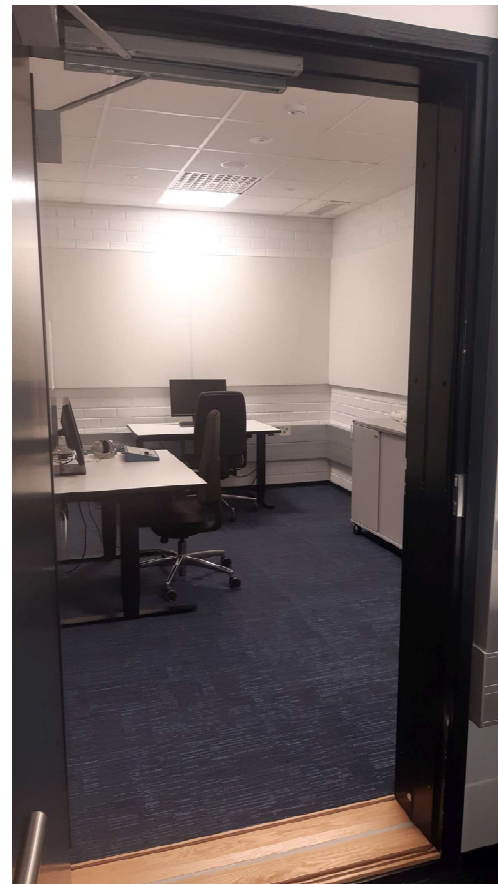
- Rakenteet
- Rakennusosat
- Kalusteet
- Ilmatuotteet
- Koneet

JOUKAHAISENKATU



# Psykofysiikan laboratorio

- Melun häiritsevyys, stressi- ja työteho-vaikutukset
- Koehenkilötutkimus vaatii aina 10-50 tutkittavaa

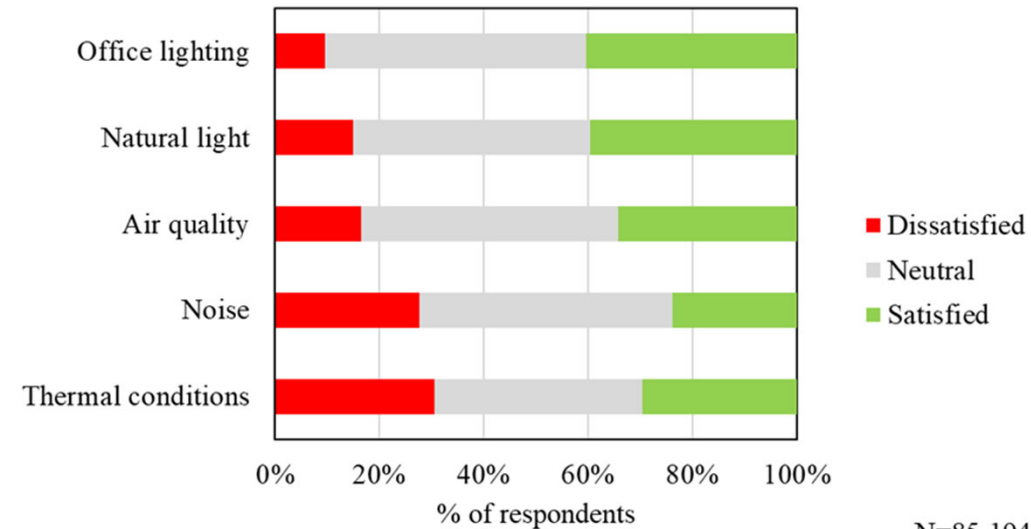


# **Puhemelun vaikutukset**

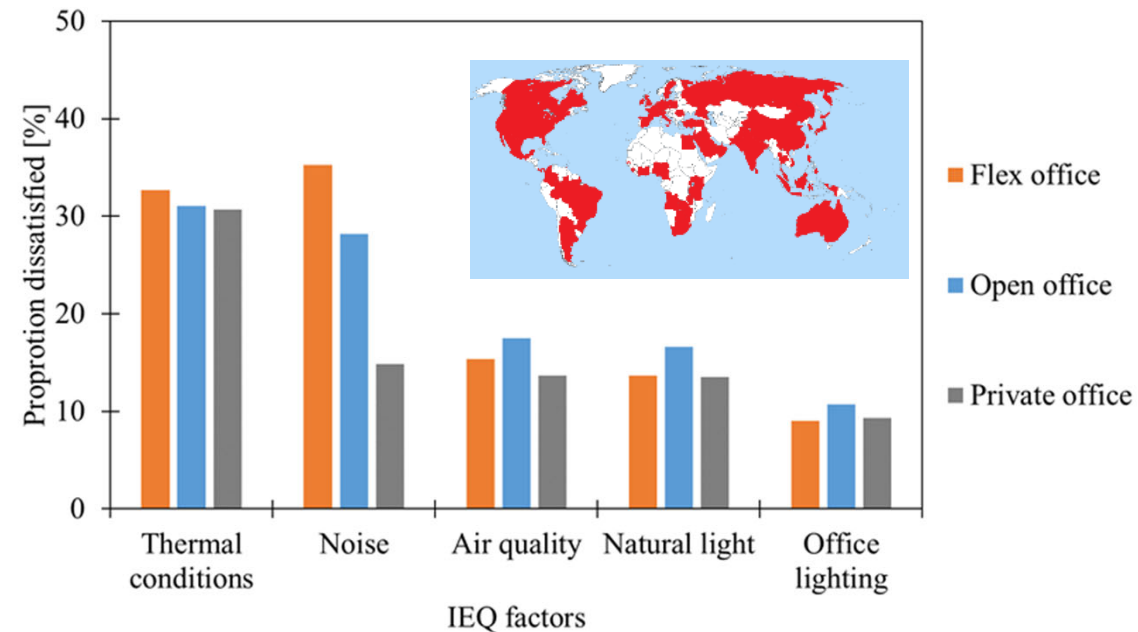
# Globaali katsaus



- Leesman Ltd tarjoaa kyselypalveluja globaalisti toimistoihin.
- Saimme heidän datat 12/2018 -1/2020 koskien sisäympäristön ja toimistotyypin kysymyksiä
- **85 194 vastaajaa** 68 maasta!
- Suurin tyytymättömyys raportoitiin lämpöoloista ja melusta
- Tyytymättömien osuus (he, jotka raportoivat punaista) riippui myös toimistotyypistä
- Tyytymättömyys meluun oli selvimmin yhteydessä toimistotyyppiin:
  - Avotoimisto, joustava työpiste: 35%
  - Avotoimisto, oma työpiste: 28%
  - Oma huone: 15%
- Melu avoimissa toimitiloissa on globaali ongelma ja investointi meluntorjuntaan on siksi kannattavaa.



N=85 194



# Puheensirtoindeksi, STI

- Avoimessa työympäristössä äänitaso (dBA) ei yleensä ole se, joka ennustaa hyvin, miten paljon melu haittaa työntekoa, vaan se, miten hyvin itselle tarpeeton puheääni erottuu.
- STI on objektiivinen, akustiikkamittalaitteilla mitattava puheenerotettavuuden kuvaaja
- Se riippuu
  - Puhekohinasuhteesta eli puheen ja taustamelun erotuksesta desibeleinä
  - Jälkikaiunta-ajasta, eli siitä, miten pitkään ääni kaikuu tilassa sen sammuttua
- STI arvot ovat välillä 0.00 ... 1.00
  - Suuret STI arvot tavoitteena kommunikaatioiloissa
  - Pienet STI arvot tavoitteena avotoimistoissa ja huoneiden välillä

STI alue	Puheen erotettavuus
<0.30	Kelvoton
0.30-0.45	Huono
0.45-0.60	Kohtuullinen
0.60-0.75	Hyvä
>0.75	Erittäin hyvä

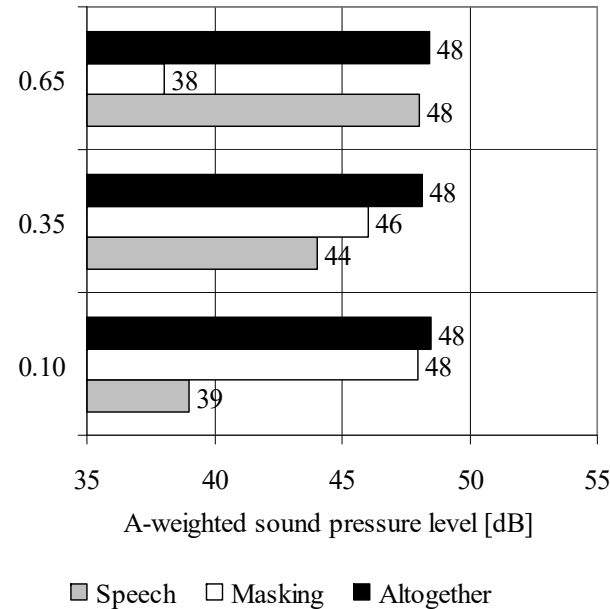
STI alue	Puheyksityisyys
0.00	Erittäin hyvä
0.00-0.10	Hyvä
0.10-0.20	Kohtuullinen
0.20-0.35	Huono
>0.35	Kelvoton

Puheyksityisyys (speech privacy) tarkoittaa, että työntekijä kokee, etteivät asiaankuulumattomat kuule keskusteluja.

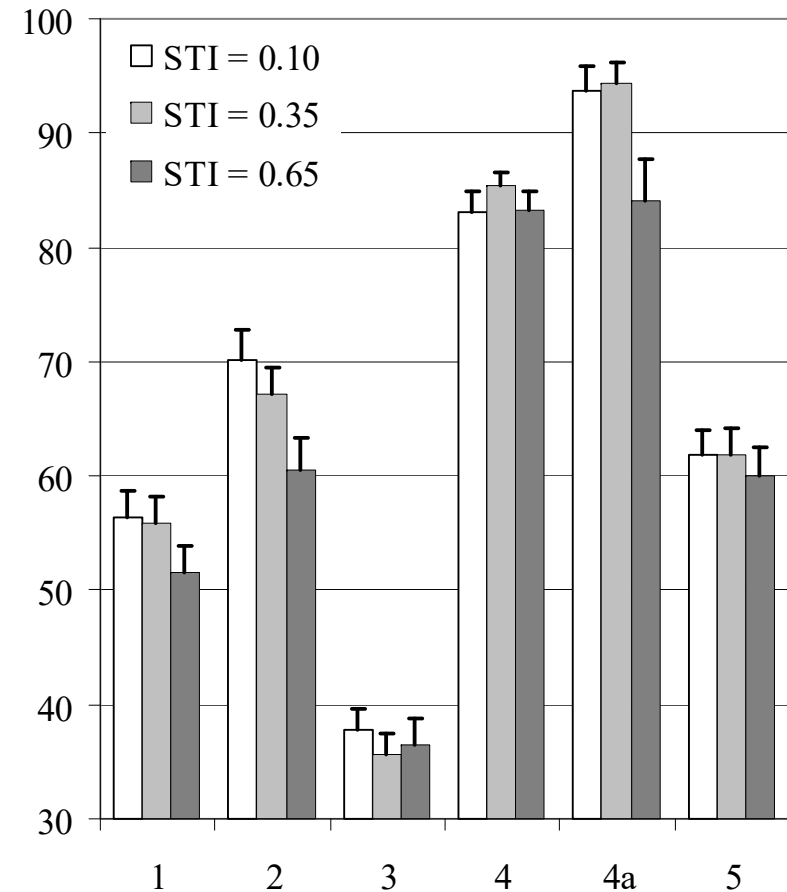
# Laboratoriokoe

- Miten puheäänien STI arvo kaiuttimesta vaikuttaa työtehokkuuteen, kun kokonaisäänitaso on toimistolle tyypillinen, 48 dBA?
- STI tilanteet luotiin vaihtelemalla puheäänien (Speech) ja taustamelun (Masking) keskinäistä suhdetta
- 37 koehenkilöä
- Melun häiritsevyys kasvoi, kun STI kasvoi, vaikka äänitaso oli aina 48 dBA
- Verbaalista prosessointia vaativissa tehtävissä havaittiin systemaattinen vaikutus: Mitä suurempi STI arvo, sitä heikompi suoriutuminen

Speech Transmission Index STI



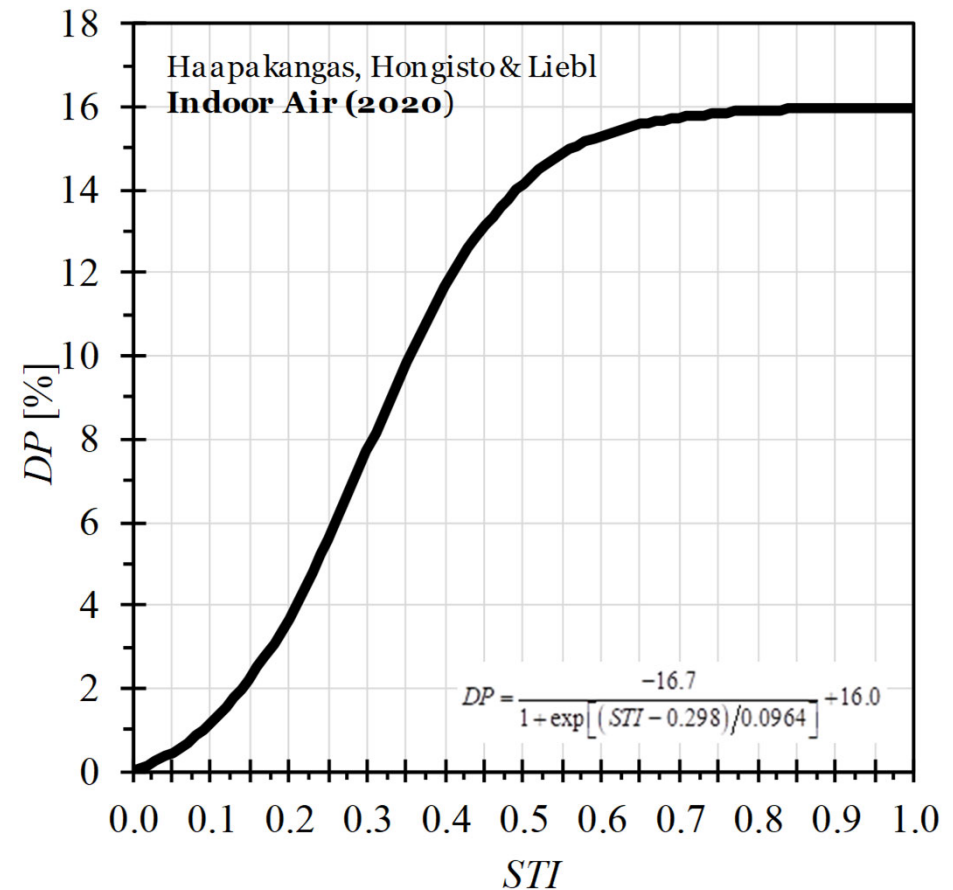
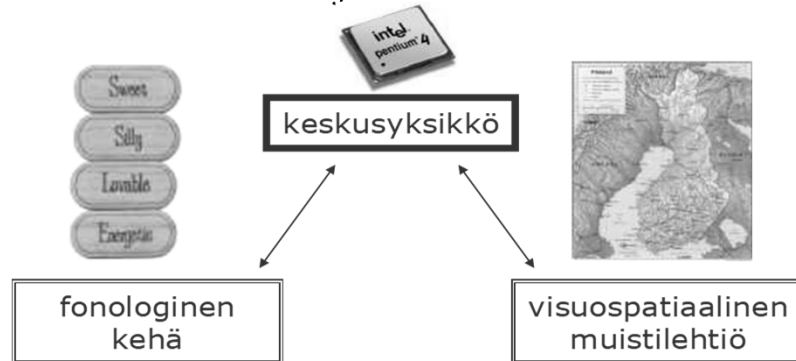
Correct responses [%]



- 1 Number series, ( $p < .05$ )
- 2 Operation span, ( $p < .001$ )
3. Dot series task.(n.s.)
- 4 Reading comprehension, in total. (n.s.)
- 4a Reading comprehension: high access statements ( $p = .05$ )
- 5 Proofreading. n.s.

# Työsuoriutuminen ja STI yleisesti

- Tasainen kovakaan ääni ei vaikuta työsuoriutumiseen mutta itselle tarpeettoman puheäänen on havaittu sen tekevän lähes poikkeuksetta.
- Puheääni etenee korvasta suoraan sanatalioon kun taas teksti edellyttää sen koodaamista sisäiseksi puheeksi.
- **Siksi kuultu puhe ohittaa luetun tekstin ja häiritsee lukemista tai verbalisia tehtäviä ylipäättään.**
- Koska kuuloaistia ei voi kytkeä pois päältä, on haittaa tarpeeton puhemelu työtehtäviä, jotka vaativat työmuistin jatkuvaa ja tehokasta käyttöä.
  - Puhuminen, verbaliset tehtävät, laskutehtävät, luova ajattelutyö
- Kuva: suoriutuminen työmuistitehtävistä heikkenee yli 15%, kun taustalta kuuluva, itselle tarpeeton puhe on täysin erottuvaa (STI > 0.50). Näyttö perustuu 11 erilliseen tutkimukseen ja on erittäin vahva.



DP = Decrement of performance, työsuorituksen heikkeneminen  
STI = Speech Transmission Index, puheensiirtoindeksi

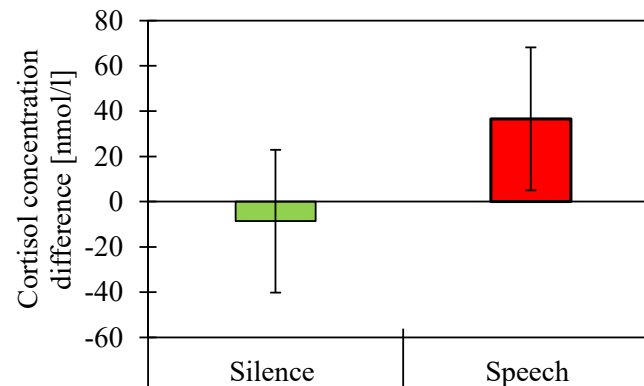
# Tarpeeton puheääni korottaa stressiä

- Kohonnut stressi = kohonnut vireystila
- Pitkittynyt stressi voi johtaa pitkäaikaisiin haitallisiin terveysvaikutuksiin.
- **Tutkimuksen tavoitteena** oli määrittää psykologiset, fysiologiset ja kognitiiviset vaikutukset, kun henkilö tekee keskittymistä vaativaa työtä
- **Lääketieteellinen laboriokoe**
- Kaksi koetilannetta:
  - Puhe - Speech 65 dB  $L_{Aeq}$
  - Hiljaisuus - Silence 35 dB  $L_{Aeq}$
- 40 tutkittavaa
- Tutkittavilla kanyyli käsivarressa 3.5 tuntisen kokeen ajan verikokeiden ottamiseksi + sykemittari rinnan ympärillä



Mean and 95% confidence interval

$p = 0.048$



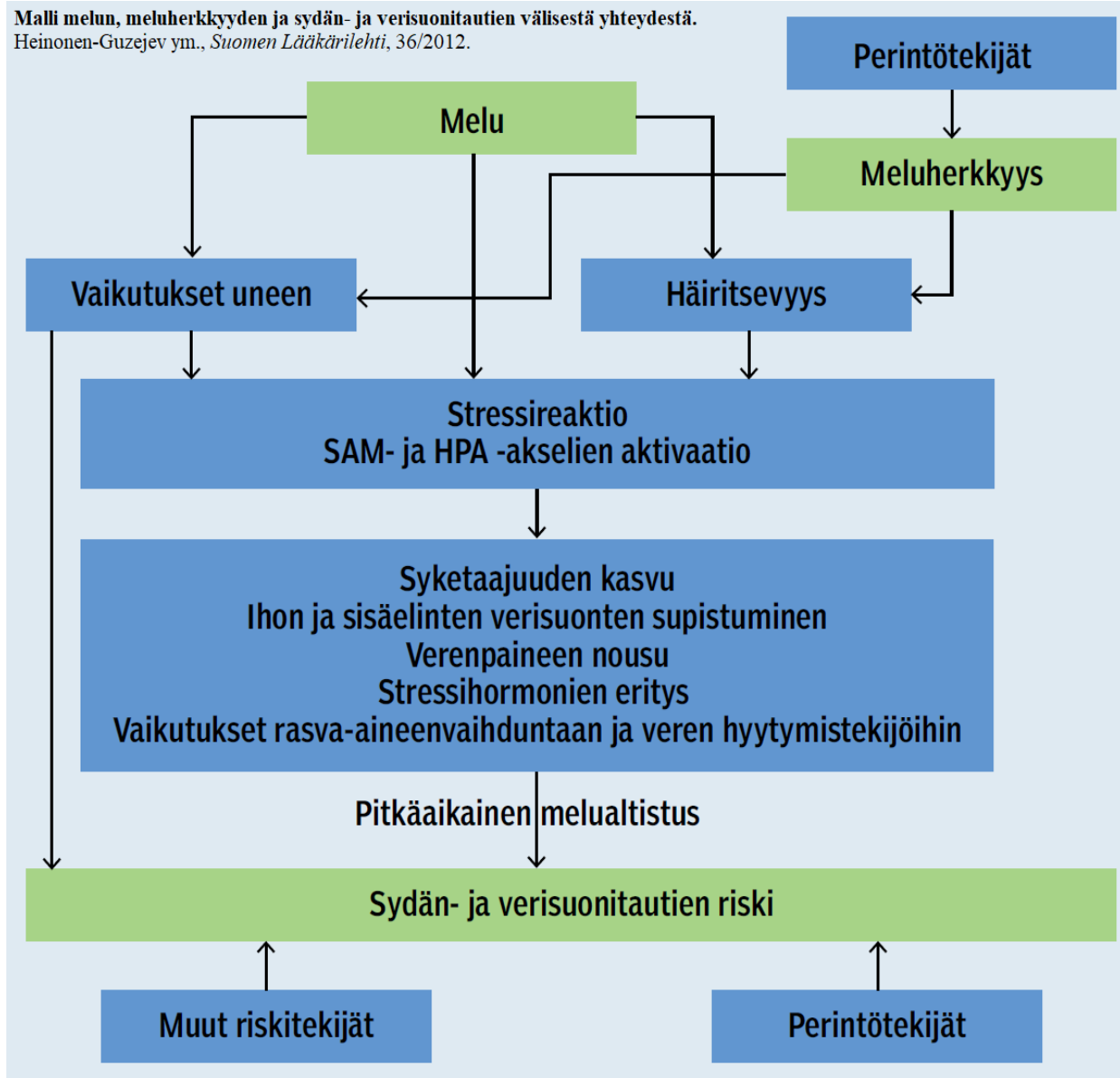
## Puheella havaittiin merkittäviä haittatekijöitä:

- **Fysiologiset vaikutukset:**
  - Stressihormonin taso veriplasmassa\*
  - Sykevälivaihtelu  $HRV_{LF/HF}$ \*
- **Työteho-vaikutukset:**
  - Numerosarjan muisti\*\*\*
  - 3-back tarkkuus\*
- **Psykoogiset vaikutukset:**
  - Häiritsevyys\*\*\*
  - Työkuormitus\*
- Koska akuutti stressivaikutus havaittiin jo 45 min altistuksen jälkeen, on todennäköistä, että puhemelu aiheuttaa stressiä myös työpaikoilla, joissa melutaso on 65 dB luokkaa.
- Tällaisia ovat esim. koulut.

# Fysiologiset vaikutukset

- (Äkillinen) melu aktivoi autonomisen hermoston sympaattista osaa ja lisämunuaisen ydintä.
- Melun jatkuessa hypotalamus-aivolisäkelisämunuaiskuoriakseli (HPA-akseli) aktivoituu. Seurauksena
  - pulssin nopeutuminen,
  - ihon ja sisäelinten verisuonten supistuminen,
  - verenpaineen nousu,
  - stressihormonipitoisuuksien kasvu veressä,
  - vaikutukset rasva-aineenvaihduntaan ja veren hyytymistekijöihin.
- Päiväaikaiseen, yli 60 dB:n liikennemeluun (asunnon julkisivun ulkopuolella) liittyy lisääntynyt sepelvaltimotaudin ja sydäninfarktin riski.
- Pitkäaikaisen yli 85 dB:n työpaikkamelun (korvakäytävässä vallitseva taso) on todettu olevan yhteydessä korkeampaan sydäninfarktikuolleisuuteen.

Malli melun, meluherkkyyden ja sydän- ja verisuonitautien välisestä yhteydestä.  
Heinonen-Guzejev ym., *Suomen Lääkärilehti*, 36/2012.



# Sairauspoissaolojen riski riippuu toimistotyypistä

- **Pejtersen et al. (2011):** itsearvioitu sairauspoissaolojen (SPO) määrä oli suurempi heillä, jotka työskentelivät avotoimistoissa ja jaetuissa toimistohuoneissa kuin heillä, joilla oli omat huoneet (N=2403).
- **Bodin Danielsson et al. (2014):** havaitsivat saman (N=1852)
- **Clausen et al. (2013):** pitkäaikaisten SPO:n riski oli suurempi heillä, jotka raportoivat melun häiritsevän usein (N=2883).



- Melu ja puheyksityisyyden puute on avotoimistossa korkeampi.
- Näyttäisi siltä, että avotoimistot ja siellä koettu meluhaitta voisivat olla yhteydessä korkeampaan SPO riskiin.

# Työkyvyttömyyseläkkeen riski suurempi avotoimistossa

- Nielsen et al. Yhdistivät terveystietorekisterin tietoja (työkyvyttömyyseläkkeen päätös) kyselyvastauksiin (toimistotyyppi) yksilötasolla
- Toimistotyyppivaihtoehtoja olivat avotoimisto, jaettu työhuone ja oma huone
- Norjalainen tutkimus (N=6779)
- **Tulos:** Työkyvyttömyyseläkkeen riski suurempi avotoimistossa työskentelevien kuin omissa huoneissa työskentelevien parissa.

Yleistää ei saa, mutta spekuloida voi:

- Melu ja puheyksityisyyden puute on kymmenien tutkimusten perusteella korkeampi avotoimistossa kuin omissa huoneissa.
- Avotoimistossa työskentely voisi olla yhteydessä korkeampaan SPO:jen ja työkyvyttömyyseläkkeen riskiin kuin omissa toimistohuoneessa työskentely, jos edellisessä koetaan meluhaittaa usein.

# **Akustiikan hallinta**

# Meluntorjuntakeinot toimistoissa

## Lainsäädäntö

- Rakentamismääräys
  - YmA 796/2016
- Meluallistus
  - VnA 85/2006

## Layout-ratkaisut

- Äänieristys huoneiden välillä
- Kulkureittien ja kahvioiden eristys
- Riittävät työpiste-etäisyydet
- Mobiilit akustiset kalusteet, kopit

## Yksilölliset keinot

- Rauhall. tp:n valinta
- Hiljainen käytös/esimerkin näyttäminen
- Huomauttaminen
- Peiteääni kuulokkeista
- Kuulonsuojaimet
- Melulle epäherkän työtehtävän valinta
- Ruuhkatuntien välttäminen
- Pinnistely
- Etätyöskentely
- Työnantajan vaihto

## Huoneakustiikka

- Puheenpeittoääni
- Kattovaimennus
- Seinävaimennus
- Verhovaimennus
- Sermit tp. välissä
- Sermivaimennus
- Pehmeät matot
- Kaikki huomioitava yhtäaikaisesti

## Organisatoriset ratkaisut

- Eri aktiviteeteille erilaisia tiloja
- Toimistoetiketti
- Tiimien järjestys melun mukaan
- Hiljaisen vs. äänekkään työn vyöhykkeet
- Laadukkaat mikrofonikuulokkeet
- Vapaat työpisteet ilmaisevat sovellukset
- Etätyösopimukset

# LähiTapiola Turku – Esimerkki hyvästä akustiikasta

## Huoneakustiset ratkaisut

- >80 % katosta ääntä absorboiva
  - Vaimentaa pystysuuntaisen kaiunнан
  - 20 mm mineraalivilla, alaslasku 300 mm
  - ISO 11654 class A
- Yksi seinä kokonaan ääntä absorboiva
  - Vaimentaa vaakakaiunntaa
  - 40 mm mineraalivilla
  - ISO 11654 class A
- Tekstiilimatto
  - Poistaa askeläänet
- Ääntä absorboivat työpistesermit
  - Poistavat vaakakaiunnan lähes kokonaan
  - 700 mm pöytäpinnasta ylöspäin
  - 60 mm mineraalivillatäytteinen
  - ISO 11654 class B
- Puheenpeittojärjestelmä
  - Alakatossa suhinaa tuottavat kaiuttimet
  - 1 kpl 5 m<sup>2</sup> kohti
  - 44 dBA
- Pehmeät verhot ikkunalla lattiasta kattoon

## Äänieristys

- Kahvio eristetty avotoimistosta
- Puhelinkopit avotoimistossa
  - $D_{S,A}=30$  dB (ISO 22355-1 luokka A)
- Väliseinät hyvin ääntä eristävät, 40 dB  $R'_w$
- Lasiseinät hyvin ääntä eristävät, 30 dB  $R'_w$

## Organisatoriset keinot

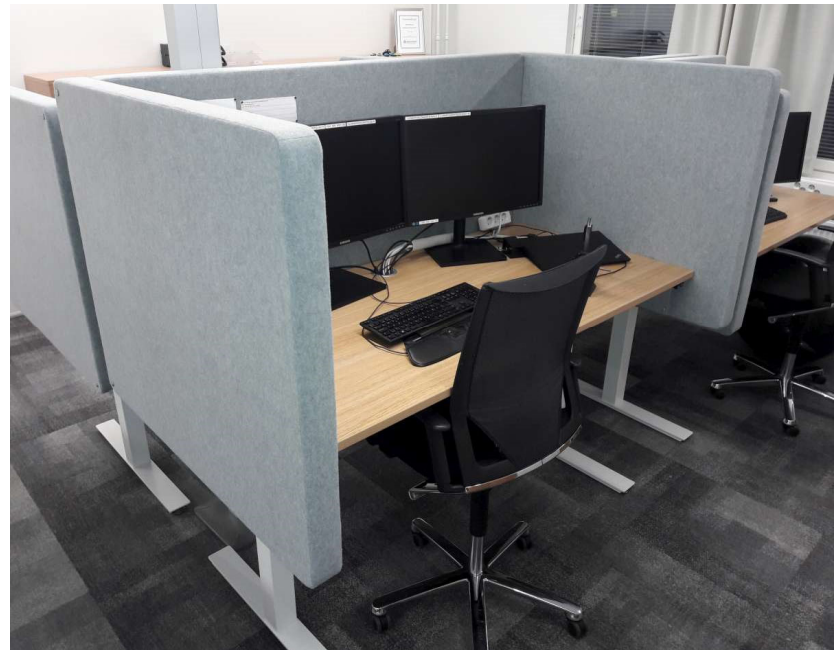
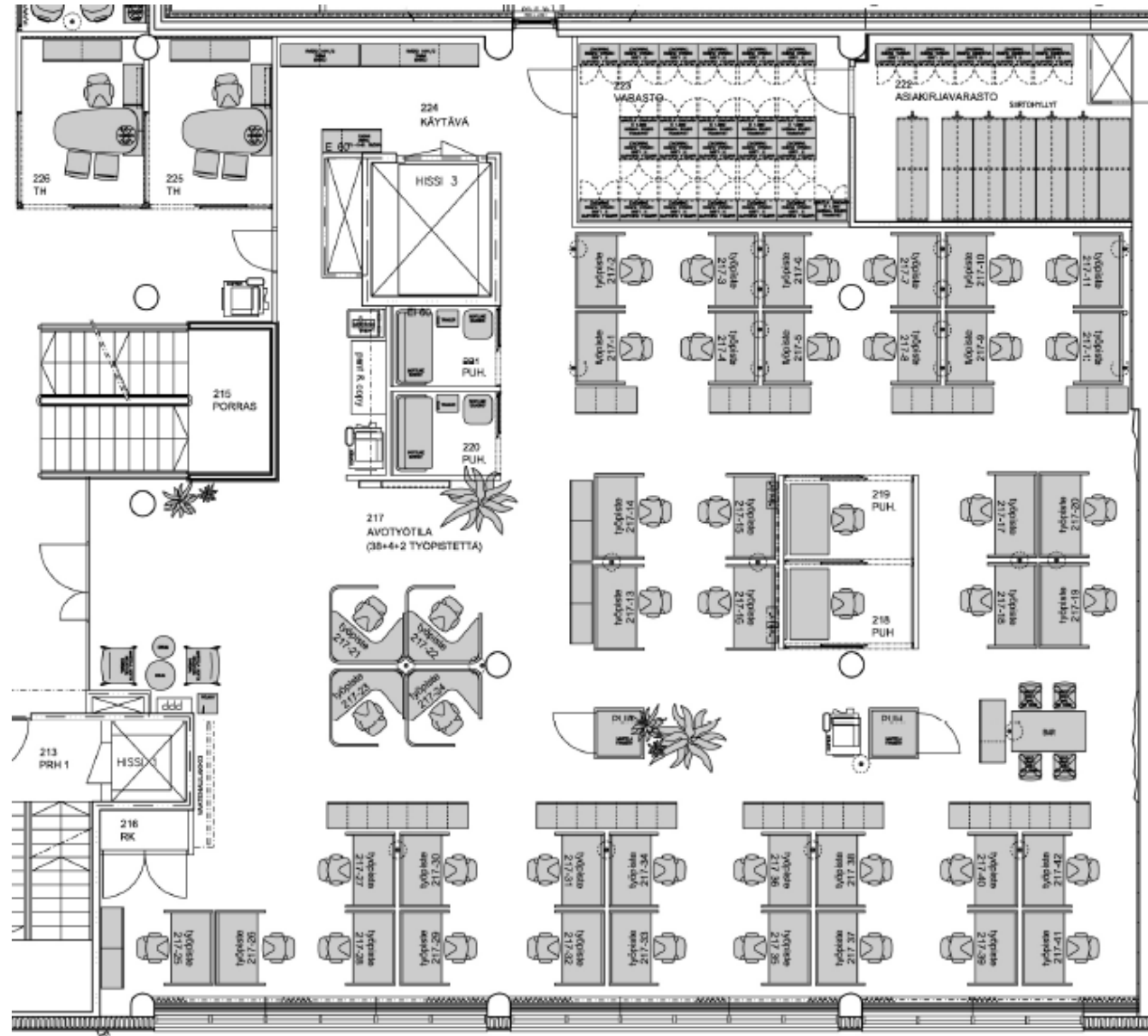
- Laadukkaat mikrofonikuulokkeet kaikilla
- Toimistoetiketti
- Henkilöstöä informoitu näistä toimenpiteistä ja niiden tärkeydestä

# Lähi-Tapiola Turku – Huoneakustiset olosuhteet

- Olosuhteet täyttävät kirkkaasti suomalaiset rakentamismääräyksen tavoitteet (YMa 796-2017)
- Häiritsevyysetäisyys  $r_D=2.3$  m
  - YMa: < 8 m
  - Etäisyys, jossa STI vajoaa alle arvon 0.50
- Jälkikaiunta-aika 0.30 s
  - YMa: < 0.60 s



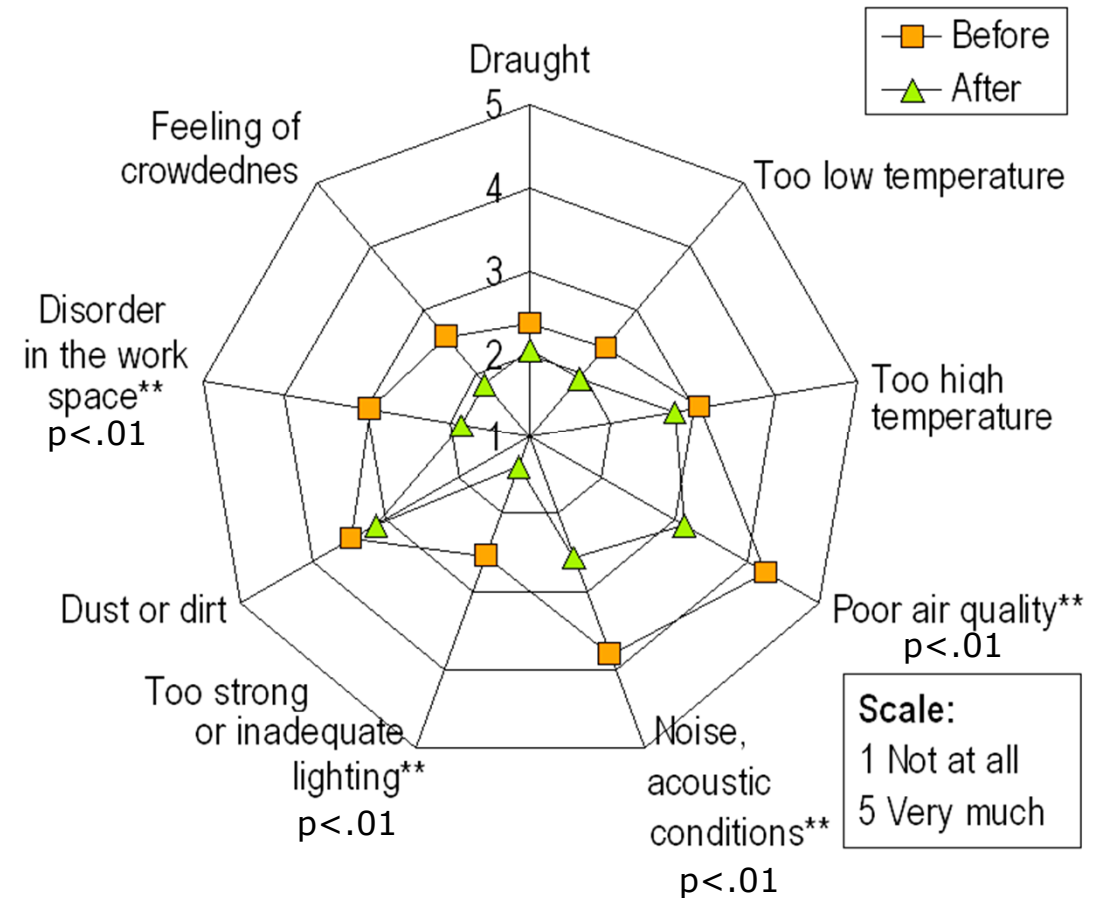
# LähiTapiola Turku



# Avotoimiston peruskorjauksen hyödyt

Disturbance due to environmental factors

- OP Pohjola, Vallila
- 45 hengen avotoimisto peruskorjattiin
  - Ilmastointi
  - Huonevaimennuslisäys + puheenpeittoääni
  - Valaistus
  - Uudet kalusteet
  - Kulkureitti toimiston läpi äänieristettiin
  - Kahvio äänieristettiin
  - Neukkareita lisättiin
- Kuvassa 20 henkilön vastaukset ennen ja jälkeen peruskorjauksen
- Meluongelmat pienenivät merkittävästi saneerauksen myötä
- Vaikka tilanne parani, meluhaittaa ei kokonaan poistunut



# Uudet määräysdokumentit voimaan 1.1.2018

Ympäristöministeriö (2017).

Ympäristöministeriön asetus 796-2017 rakennuksen ääniympäristöstä, 24.11.2017, Helsinki.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170796>.

Ympäristöministeriö (2018). Ääniympäristö.

Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 28.6.2018, Helsinki.

<https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B2852D34E-DA43-4DCA-9CEE-47DBB9EFCB08%7D/138568>.

Kylliäinen, M., Hongisto, V. (2019).

Rakennuksen ääniolosuhteiden suunnittelu ja toteutus. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:28, 50 pp., Helsinki. ISBN PDF 978-952-361-035-4. ISSN PDF 2490-1024.

<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161953>

Tilatyyppi	Jälkikaiunta-aika $T$ [s]	Puheensiirto-indeksi $STI$
Opetustila	0.5 – 0.7	$\geq 0.70$
Kokoustila	0.5 - 0.7	$\geq 0.70$
Ruokailutila	$\leq 1.20$	$\geq 0.60$
Potilashuone, hoito- tai harrastustila	$\leq 0.80$	$\geq 0.60$
Toimistotilat, avoimet	$\leq 0.60$	$\leq 0.50$
Toimistohuone	$\leq 0.80$	-
Päiväkodin varhaiskasvatuksen opetushuone	$\leq 0.60$	-
Porrashuone ja uloskäytävä	$\leq 1.30$	-

Tilatyyppi	Äänitaso-ohjeelliset ennimmäisarvot	
	$L_{Aeq,T}$ [dB]	$L_{AFmax,T}$ [dB]
Opetustila	33	38
Varhaiskasvatuksen opetustila	28	33
Kokoustila	33	38
Ruokailutila	38	43
Hoitotila	33	38
Harrastustila	33	38
Liikuntatila	38	43
Toimistotila	33	38

Ympäristöministeriö (2018)

# Akustiikka opetustiloissa

## Edestä opettaminen

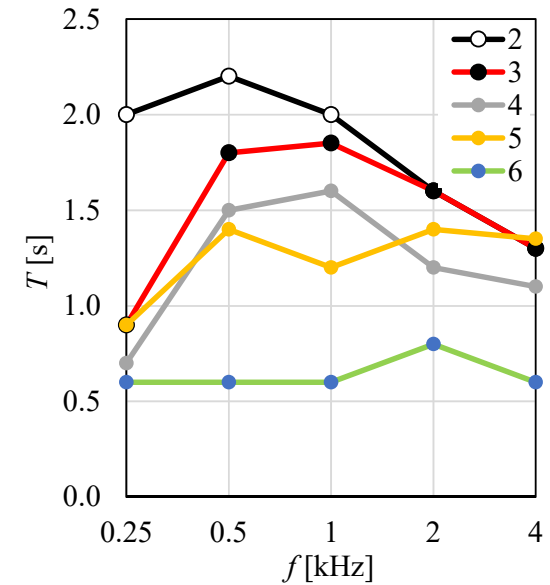
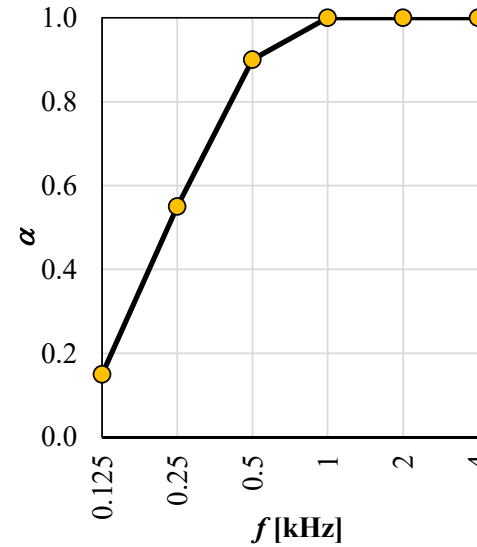
- Suuri STI arvo koko tilassa
- Taustamelutaso 33 dB Laeq
- Ei käytetä peiteäänijärjestelmää
- Huonevaimennus suunnitellaan auditorioiden kaltaisesti
  - Katto kova keskeltä
  - Puhujan takana kovat pinnat
  - Vaimennus seinien yläosiin, takaseinään ja katon laitoihin

## Ryhmätyötilat

- Pyritään samaan kuin avotoimistossa
  - Suuri STI arvo lähellä puhujaa
  - Pieni STI arvo kaukana puhujasta
- Huonevaimennus maksimoidaan
- Voidaan käyttää peiteäänijärjestelmää,
- Peiteääni voisi olla opettajan ohjauksessa, jos tilaa käytetään välillä edestä opetukseen

# Luokkahuonetutkimus

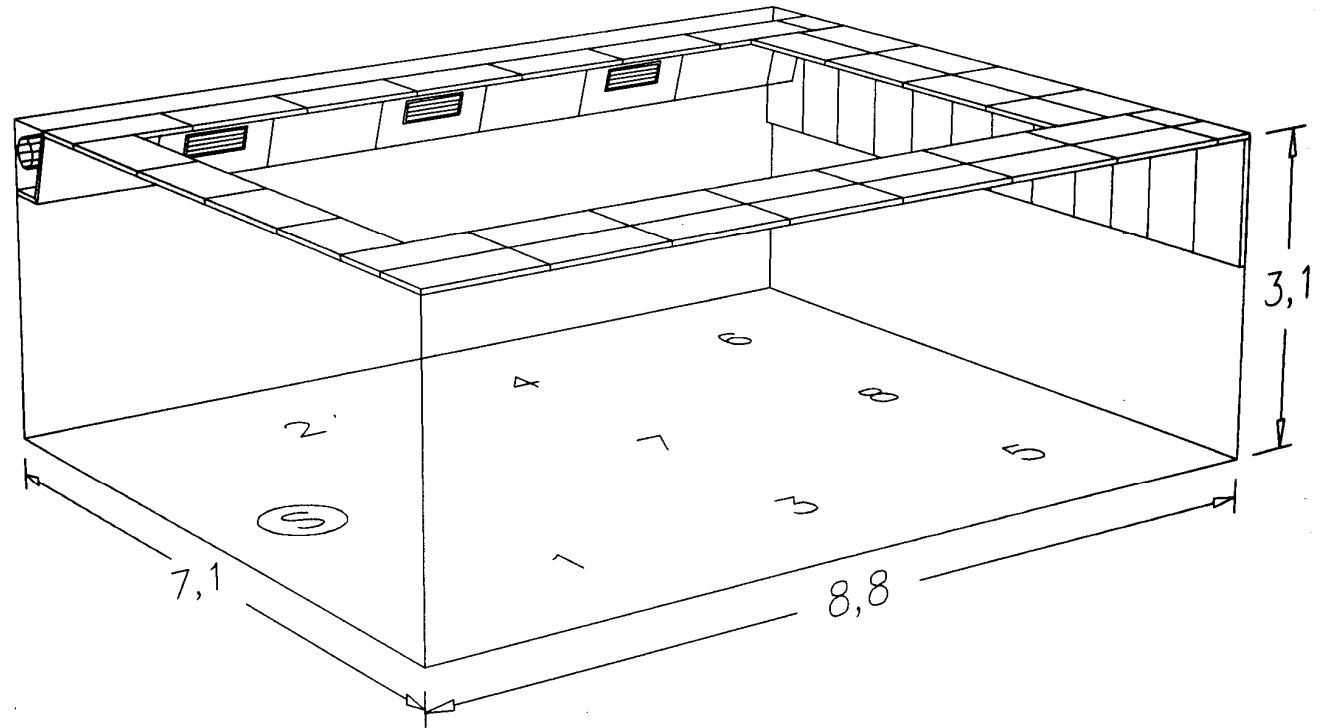
- Tavoite oli määrittää normaalissa koululuokassa absorptiomateriaalin määrän ja paikan vaikutus
  - T arvoon
  - RASTI arvoon (=STI)
- Kokeellinen tutkimus luokkahuoneessa 9x7x3 m
- Rakennettiin kuusi eri tilannetta
- Absorptiomateriaalina 50 mm villa liimattuna taustaan



Tilanne	Absorptiomateriaalin peittoaste [%]			Absorptiomat. määrä [m <sup>2</sup> ]	$T_{250-4000}$ [s]	RASTI
	Katto	Takaseinä	Käytäväseinä			
1	-	-	-	-	>2 s	0.40
2	-	38	-	8	1.82	0.50
3	46	-	-	29	1.49	0.60
4	100	-	-	63	1.22	0.60
5	46	38	-	37	1.25	0.70
6	46	38	30	46	0.64	0.75

# Luokkahuonetutkimus - Suositukset

- Tilanne 6 oli paras
- Katon peittoaste 50%
  - Keskiosa katosta jätetään kovaksi, jotta hyödyllisiä ääniheijasteita saadaan takaosiin
- Takaseinän peittoaste 30 %
- Käytäväseinän peittoaste 30 %
- Suositusta voi soveltaa aina 15 m pitkiin huoneisiin asti.



# Luokkahuonetutkimus 2

- Äänihäiriöinen opettaja
- SPO kustannukset
- SFS 5907 tavoitearvot
  - $STI > 0.70$
  - $L_{A,eq} < 35$  dB
  - $T < 0.80$  s
- Mittaukset osoittivat taustameluongelman, kaiunta kunnossa
- Ilmastointijärjestelmä korjattiin
- Parannukset selviä

Mitatut arvot ennen ja jälkeen

Class room	<i>STI</i>		<i>T</i> [s]		<i>L</i> <sub>Aeq</sub> [dB]	
	Before	After	Before	After	Before	After
History	0.67	0.74	0.50	0.50	46	40
Finnish 1	0.73	0.77	0.50	0.50	44	35



# MELU JA SEN KOKEMUS KAHESSA ERILAISESSA KOULULUOKASSA

- Demoluokka tehtiin perinteiseen luokkahuoneeseen, jonne oli tehty muutoksia sisustukseen, kalusteisiin ja IT-järjestelmään kiinnittäen erityistä huomiota akustiikkaan. Sitä verrattiin toiseen perinteiseen luokkahuoneeseen (verrokkiluokka).
- Tiloissa mitattiin jälkikaiunta-aika, luokkien oppilaille (N=34) tehtiin kysely melusta yleisesti sekä testituntien aikana, jolloin mitattiin myös aktiviteettimelua.
  - Testitunnit suunniteltiin sisältämään erilaisia työskentelytapoja
- Luokat erosivat toisistaan melun häiritsevyydessä yleisesti, sekä erityisesti muiden oppilaiden puhemelun häiritsevyydessä.
- Toiminnan aikainen melu oli hiljaisempaa demoluokassa, erityisesti toiminnallisen työskentelyn aikana (ero 13 dB).
- Akustisella suunnittelulla on mahdollista luoda tiloja, jotka ohjaavat hiljaisempaan toimintaan ja siten vähentävät häiriintymistä melusta.



## Demoluokka

- Jälkikaiunta-aika: 0.32 s
- Melu 2-13 dB matalampi.
- Melu häiritsi yleisesti vähemmän sekä yhden ihmisen puhussa ja toiminnallisen työskentelyn aikana.
- Oppilaiden puhe häiritsi vähemmän (15 % oppilaista).



## Verrokkiluokka

- Jälkikaiunta-aika: 0.54 s
- Melu 2-13 dB korkeampi.
- Melu häiritsi enemmän yleisesti sekä yhden ihmisen puhussa ja toiminnallisen työskentelyn aikana.
- Oppilaiden puhe häiritsi enemmän (65 % oppilaista).



# Koulujen ääniympäristö opettajien näkökulmasta (ÄÄNIOPE)

**Projektipäällikkö Jenni Radun  
erikoistutkija, psykologian tohtori**

[jenni.radun@turkuamk.fi](mailto:jenni.radun@turkuamk.fi) 050 598 5205

Turun ammattikorkeakoulu

16.9.2022

# ÄÄNIOPE projektin kuvaus

## Miksi?

- Avoimet oppimisympäristöt yleistyvät mutta riippumatonta, poikkitieteellistä tutkimustietoa niistä on vähän
- Erityisesti niiden ääniolosuhteet ovat herättäneet keskustelua

## Rahoitus

- Työsuojelurahasto 60% ja Saint-Gobain Finland Oy 10%, Turku AMK ja TY loput

## Toteuttajat

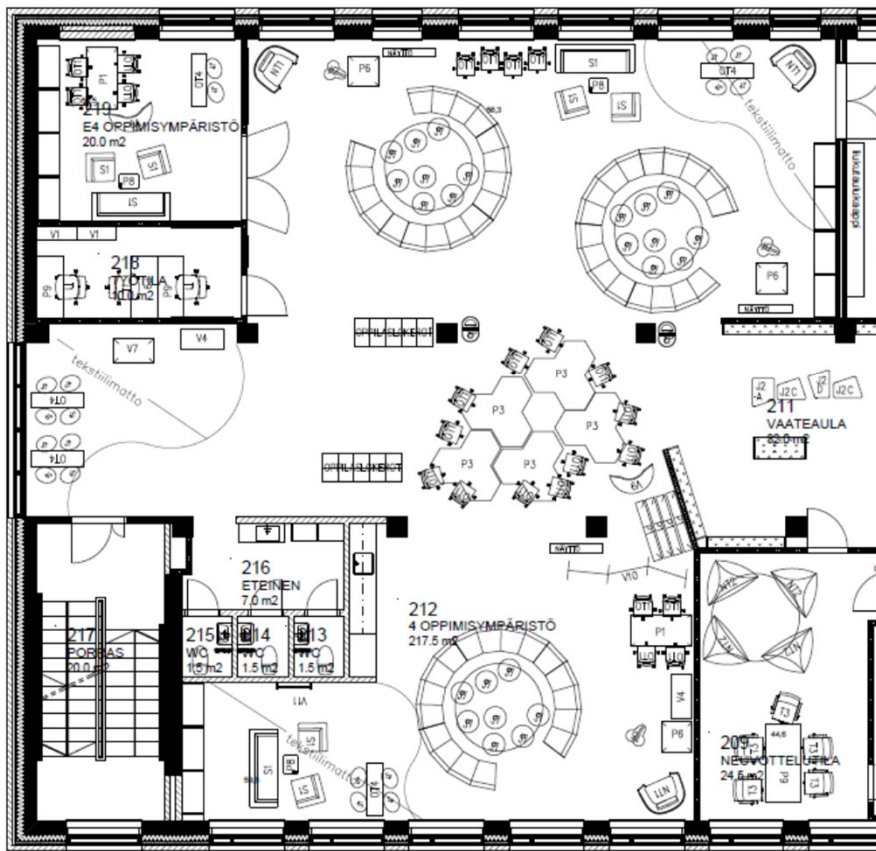
- Turun ammattikorkeakoulu
  - Jenni Radun, PsT, kyselyt ja päävastuu
  - Valteri Hongisto, akustiikka
- Turun yliopisto, OKL
  - Kontaktit kouluihin ja näkemys opettajien työstä
  - Marjaana Veermans, professori,
  - Sanna Rantanen
  - Aleksis Lahti

- 22 koulua sitoutunut mukaan.
  - 9 perinteisiä ympäristöjä, jotka suureksi osaksi hiljattain remontoituja
  - 13 koulua, joissa joustavia ympäristöjä tai joustavia ja perinteisiä ympäristöjä.
- Projektin tuotokset
  - Tieteellinen artikkeli opettajien koulumelun kokemuksesta
  - Työsuojelurahaston julkaisusarjassa suomenkielinen raportti
  - Muita yleistajuisempia julkaisuja ja esityksiä

# Esimerkki avoimesta oppimisympäristöstä

Oppilaspaikat 4.luokka  
219+212  
koti 13+13+13 39  
tuolit 4+20 24  
tyynyt 12+13 26  
yhteensä 90

AAMUKALUSTUS



# ÄÄNIOPE projektin menetelmät

- Tarkoitus:
  - Vertailla opettajien kokemusta koulumelusta perinteisissä luokkahuoneissa sekä joustavissa oppimisympäristöissä.
    - Melun kokemus
    - Tilaratkaisun vaikutus opettajien työstä palautumiseen ja stressiin.
  - Vertailla akustiikkaa ja äänitasoja eri opetustilanteissa.
- Tutkitaan 20 koulua:
  - noin puolessa käytetään perinteisiä luokkahuoneita opetukseen
  - noin puolessa käytetään joustavia oppimisympäristöjä
- Tavoitteena saada vastaukset yli 200 opettajalta

## Menetelmät (kussakin koulussa samat)

- **Tiloihin tutustuminen**
  - Pohjakuva ja ohjattu kierros kouluissa, jossa tutustutaan tiloihin ja tehdään havaintoja mm. akustisista ratkaisuista ja opetusmenetelmistä.
- **Kysely koulun kaikille opettajille**
  - mm. kokemus melusta, melun kannalta haastavia ja hyviä paikkoja, meluherkkyys, stressioireet, palautuminen melusta, äänen väsyminen ja opetustyyli
- **Akustiset mittaukset, neljä tilaa per koulu**
  - **Huoneakustiikka:** tilan ominaisuudet ilman oppilaita
    - jälkikaiunta-aika
    - taustamelutaso sekä
    - puheensiirtoindeksi (STI)
  - **Toiminnan aikainen äänitaso**
    - Melumittarit jätetään tiloihin viikon ajaksi
    - Mittaavat äänenvoimakkuutta, ei nauhoitusta
    - Opettajat merkitsevät ylös tuntitasolla työtavan: yksi ihminen puhuu, parityö, ryhmätyö, hiljainen työskentely

# Terveisiä etelästä

- Transdisciplinary Workplace Research kongressi 2022, Milano Polytechnic
- Erikoinen, kiinteä avoin oppimisympäristö, joka on yhteydessä ulkoilmaan, mutta ei ole terassi eikä katos
- Tilassa ei ole käytetty erityisiä akustisia ratkaisuja
- Tilavuus on niin suuri, että yksittäinen puheääni hukkuu/puuroutuu muuhun, eivätkä puheäänit pöytien kesken enää erotu

