



Työterveyslaitos



Toimistohuoneiden välisen ääneneristyksen ja taustamelutason vaikutus työtehokkuuteen

Johanna Varjo, Valtteri Hongisto, Henri Leppämäki*, David Oliva, Jukka Hyönä*

Työterveyslaitos, Sisäympäristölaboratorio, Turku

*Turun yliopisto, käyttäytymistieteiden ja filosofian laitos

11.3.2015 Sisäilmastoseminaari, Helsinki

johanna.varjo@ttl.fi

TAUSTA JA TAVOITE

Tausta:

- Työhuoneiden välinen ilmaäänieristysvaatimus on 35dB R'_w (SFS 5907).
- Ilmanvaihdon äänitason tulee alittaa 33 dB L_{Aeq} .
- Työpaikoilla tehtyjen havaintojen perusteella tällaisissa toimitiloissa normaalilla voimakkuudella käydyt keskustelut erottuvat seinän takaa ja näin työnteko mahdollisesti häiriintyy.
- Tieteellistä näyttöä ei kuitenkaan ole olemassa.

- **Tavoite:** Selvittää miten toimistohuoneiden äänieristys ja taustamelutaso ja sitä kautta naapurihuoneesta kuuluvan puheenerotettavuus vaikuttavat **toimistotyöstä** suoriutumiseen ja akustiseen tyytyväisyyteen eri taustamelutasoilla.
- **Tieteellinen relevanssi:** Tutkimus on ainutlaatuinen, koska vastaavia kokeita, jotka osoittavat ääneneristyksen ja taustaäänien yhteismerkityksen koetun äänieristyksen ja työsuorituksen kannalta, ei ole tehty.

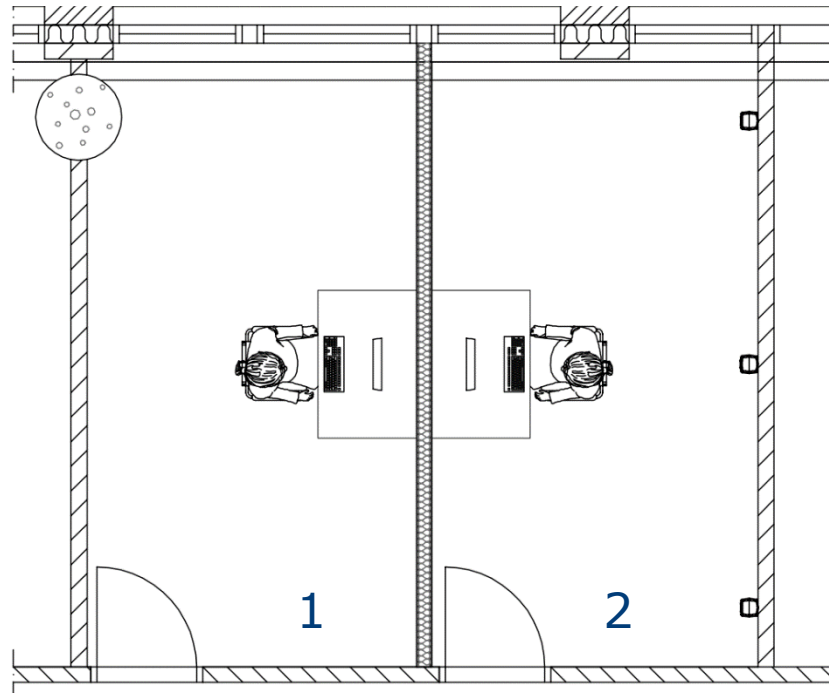
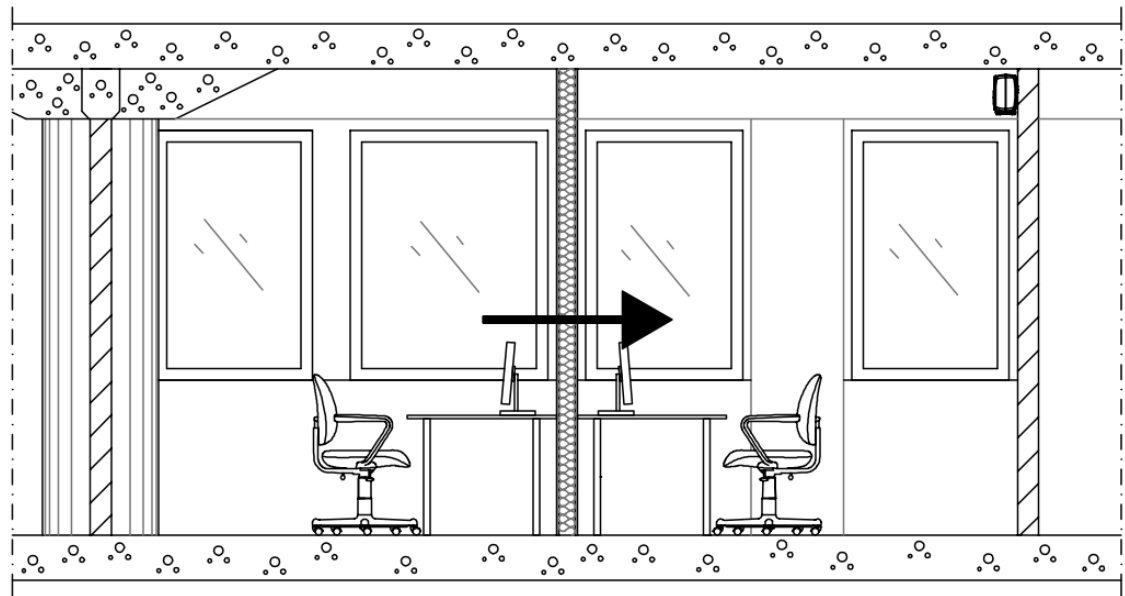
MENETELMÄT – Tutkimuskysymys

- Referenssiäänitilanne **A** on nykyohjearvojen mukainen:
 - Huoneiden välinen ilmaääneneristysluku $R'_w \geq 35$ dB
 - Ilmanvaihdon taustaäänitaso $L_{Aeq} \leq 33$ dB
- Tutkitaan, miten työsuoritus ja akustinen tyytyväisyys paranevat, kun
 - B** korotettu äänieristystä, taustaääni pysyy samana
 - C** korotettu taustaääntä, äänieristys pysyy samana
 - D** korotettu taustaääntä ja äänieristystä

	A	B	C	D
Seinän ilmaääneneristysluku R'_w [dB]	35	45	35	45
Ilmastoinnin äänitaso L_{Aeq} [dB]	32	32	43	43
Puheen äänitaso L_{Aeq} [dB]	32	22	32	22
Kokonaisäänitaso L_{Aeq} [dB]	35	32	43	43
Puheensiirtoindeksi STI	<u>0.49</u>	<u>0.21</u>	<u>0.09</u>	<u>0.00</u>

MENETELMÄT - Simuloitu ympäristö

Tutkimuksessa simuloitiin tilannetta, jossa työntekijä on huoneessa 2 ja puheääntä kuuluu huoneesta 1 väliseinän läpi. Lisäksi huoneessa 2 kuuluu ilmanvaihdon ääntä.



MENETELMÄT - Koehenkilölaboratorio

- Psykoakustinen laboratorio Turku
- Äänitilanteet soitettiin koehenkilöille kuulokkeilla



MENETELMÄT – Proseduuri

- Toistettujen mittausten koeasetelma
 - Jokainen koehenkilö osallistui jokaiseen tutkimustilanteeseen
- Altistusaika 30 min / äänitilanne
- Kokeen kokonaiskesto 3½ tuntia
- 32 koehenkilöä
 - naisia 21, miehiä 11
 - Ikäkeskiarvo 24 v. (20-30)

Kokeen kulku

Harjoittelu 60 min

- alkukysely
- tehtävien harjoittelu

1. äänitilanne

- 3 kognitiivista tehtävää 30 min
- välikysely 5 min

2. äänitilanne

Tauko 10 min

3. äänitilanne

4. äänitilanne

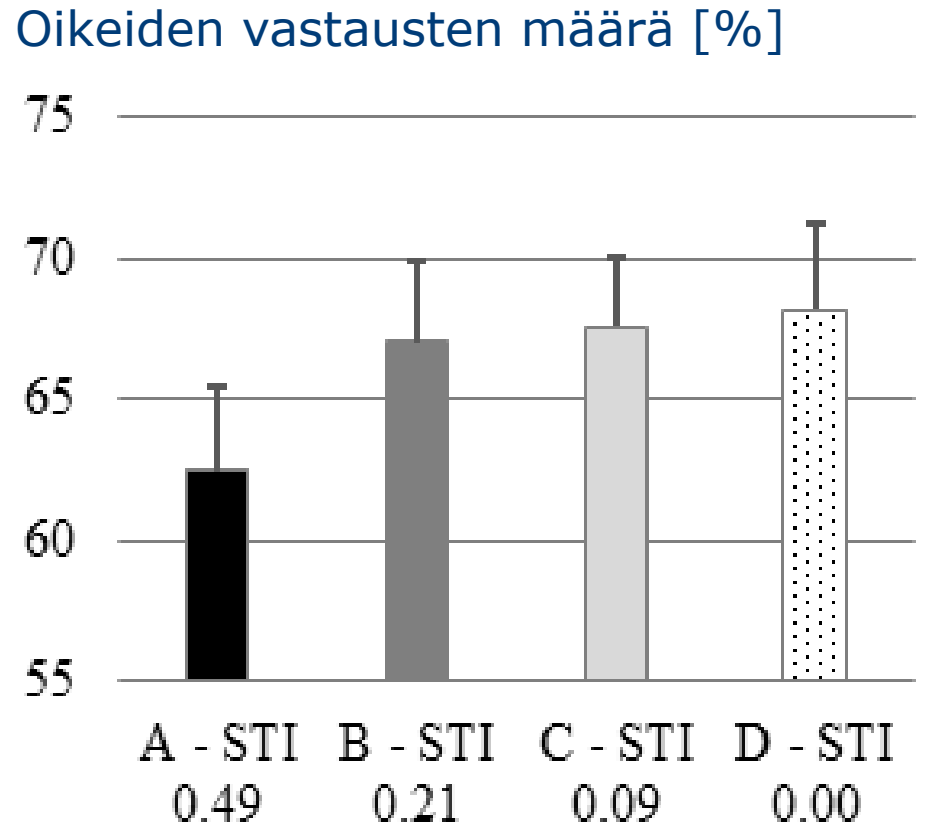
Loppukysely 5 min

MENETELMÄT – Käytetyt mittarit

- **Suoriutumista** mitattiin kolmella tehtävällä
 - Työmuistitehtävät: sarjamuisti (1), matemaattinen tehtävä (2)
 - Tekstin tuottaminen ja psykomotoriikka: tekstintuottamistehtävä (3)
- Testit mittaavat keskeisiä kognitiivisia toimintoja, joita vaaditaan tietotyössä
 - Keskittyminen
 - Muisti
 - Oppiminen
- Subjektivista **kokemusta** pyydettiin arvioimaan kuudella kyselyllä. Kyselyt sisälsivät mm. seuraavat osat:
 - Akustinen tyytyväisyys
 - Itsearvioitu työtehokkuus

TULOKSET – Suoriutuminen I

1. Sarjamuisti: Oikeiden vastausten määrä erosi äänitilanteiden välillä merkitsevästi ($p < .05$).
 - Tilanteessa A oikeiden vastausten määrä oli noin 6 % pienempi kuin tilanteessa D.
 - Tilanteiden B-D väliset erot olivat pieniä.



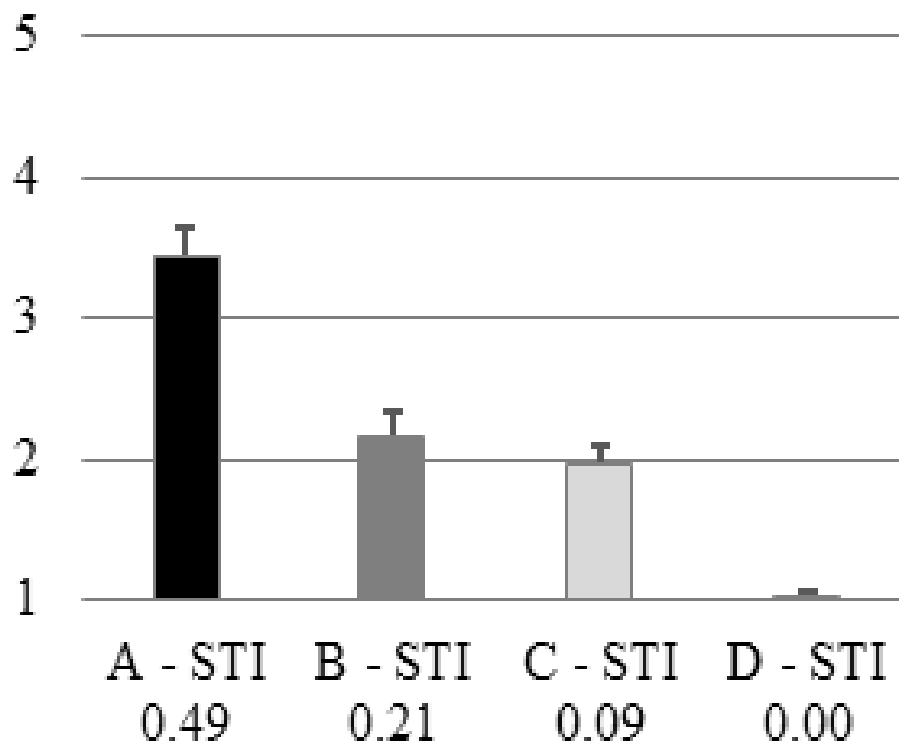
TULOKSET – Suoriutuminen II

2. Matemaattinen tehtävä:
Äänitilanteilla ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta virheiden määrään ($p > .05$).

3. Tekstintuottamistehtävä:
Äänitilanteilla ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta tekstin tuottamiseen millään muuttujalla ($p > .05$).
 - Esim. tauot, kirjoittamisen sujuvuus.

TULOKSET – Itsearvioitu suoriutumisen häiriintyminen puheäänistä

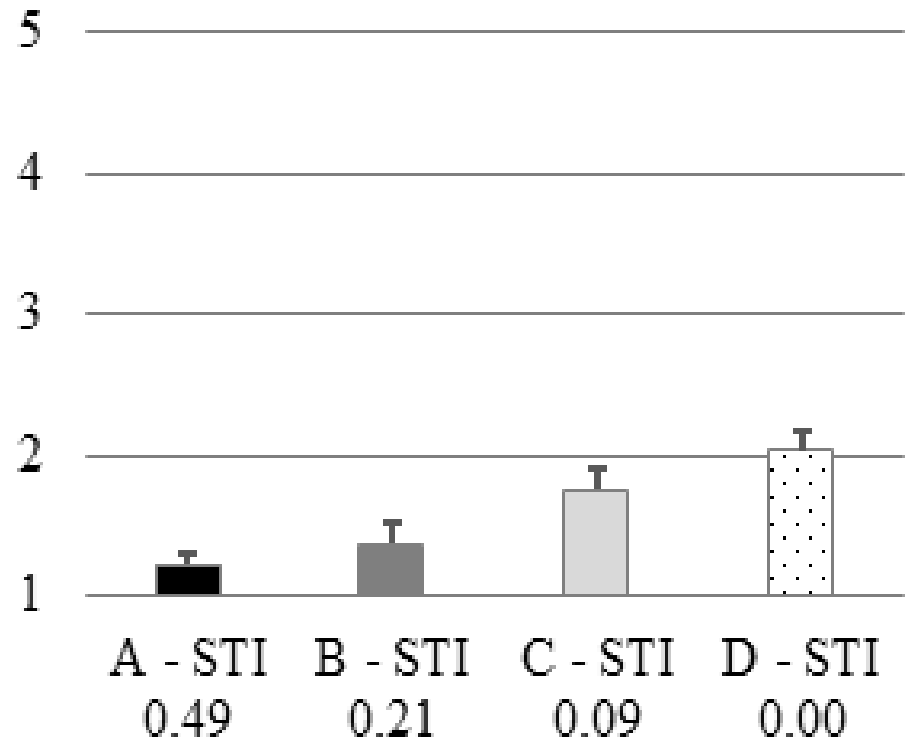
- Itsearvioitu suoriutumisen häiriintyminen puheäänistä erosi äänitilanteiden välillä ($p < .001$).
- Kaikkien muiden paitsi äänitilanteiden B ja C välillä havaittiin merkitsevä ero ($p < .001$).



Asteikko 1 Ei lainkaan, 5 Erittäin paljon

TULOKSET – Itsearvioitu suoriutumisen häiriintyminen ilmanvaihdon äänestä

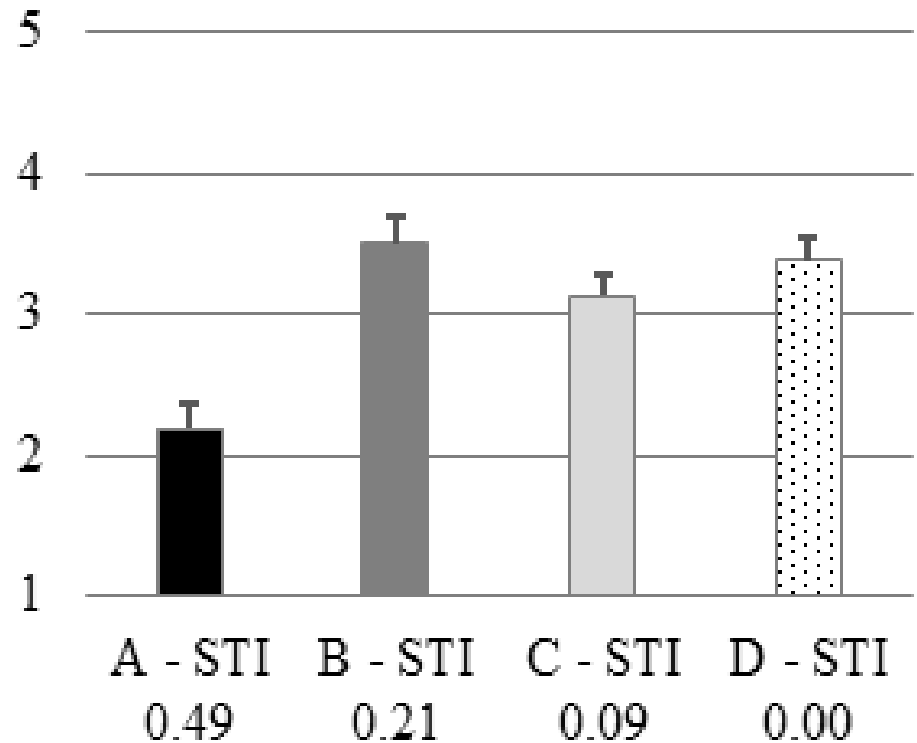
- Peiteääni oli käytössä äänitilanteissa C ja D, jolloin odotuksena oli, että ilmanvaihdon ääni koettaisiin häiritsevämmäksi.
- Itsearvioitu suoriutumisen häiriintyminen ilmanvaihdon äänestä erosi äänitilanteiden välillä ($p < .001$).
 - Ilmanvaihdon äänet häiritsivät suoriutumista äänitilanteessa A vähemmän kuin tilanteessa D ($p < .001$) ja C ($p < .01$).
 - Ero oli havaittavissa myös äänitilanteiden B ja D välillä ($p < .01$).



Asteikko 1 Ei lainkaan, 5 Erittäin paljon

TULOKSET– Akustinen tyytyväisyys

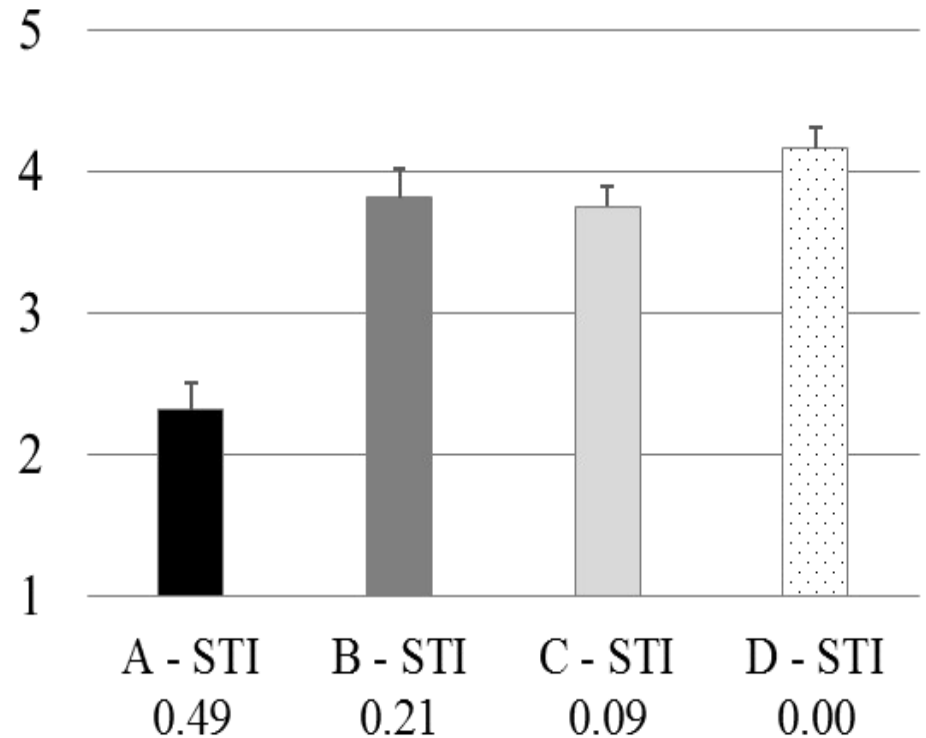
- Akustinen tyytyväisyys erosi äänitilanteiden välillä ($p < .001$).
 - Akustinen tyytyväisyys oli heikompi äänitilanteessa A verrattuna kaikkiin muihin äänitilanteisiin ($p < .001$).
 - Näin siis huolimatta siitä, että ilmanvaihdon äänet häiritsivät eniten tilanteissa C ja D.



Asteikko 1 En lainkaan tyytyväinen, 5 Erittäin tyytyväinen

TULOKSET – Ääniympäristöön tottuminen

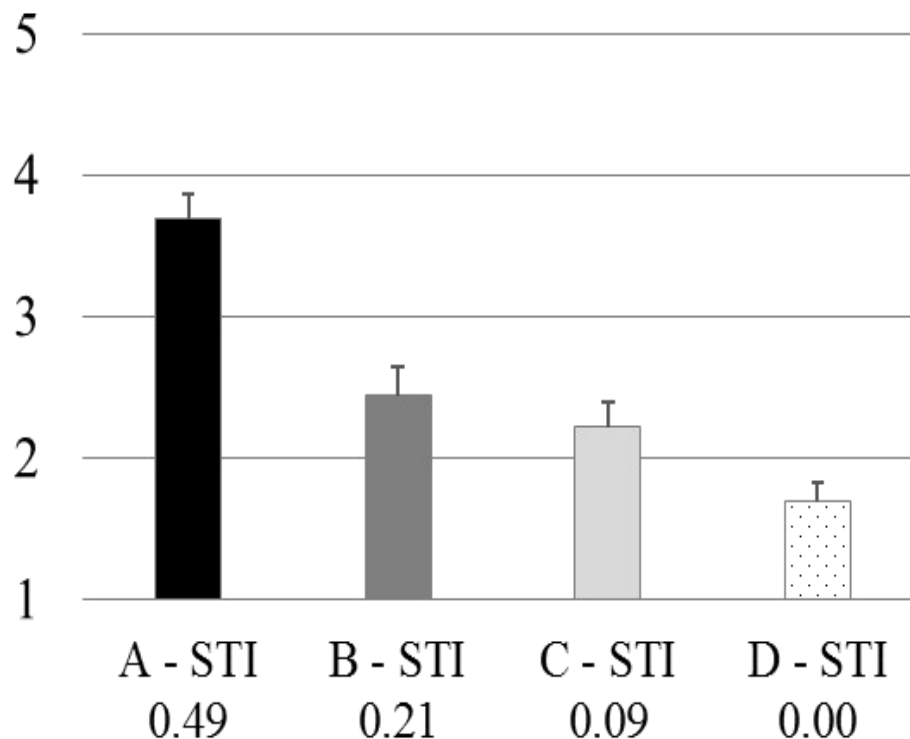
- Äänitilanne vaikutti siihen, miten helppo ääniympäristöön oli tottua ($p < .001$).
 - Äänitilanteessa A ääniympäristöön oli vaikeampaa tottua kuin muissa äänitilanteissa ($p < .001$).



Asteikko 1 Ei lainkaan, 5 Erittäin paljon

TULOKSET – Huomion kiinnittyminen ääniympäristöön

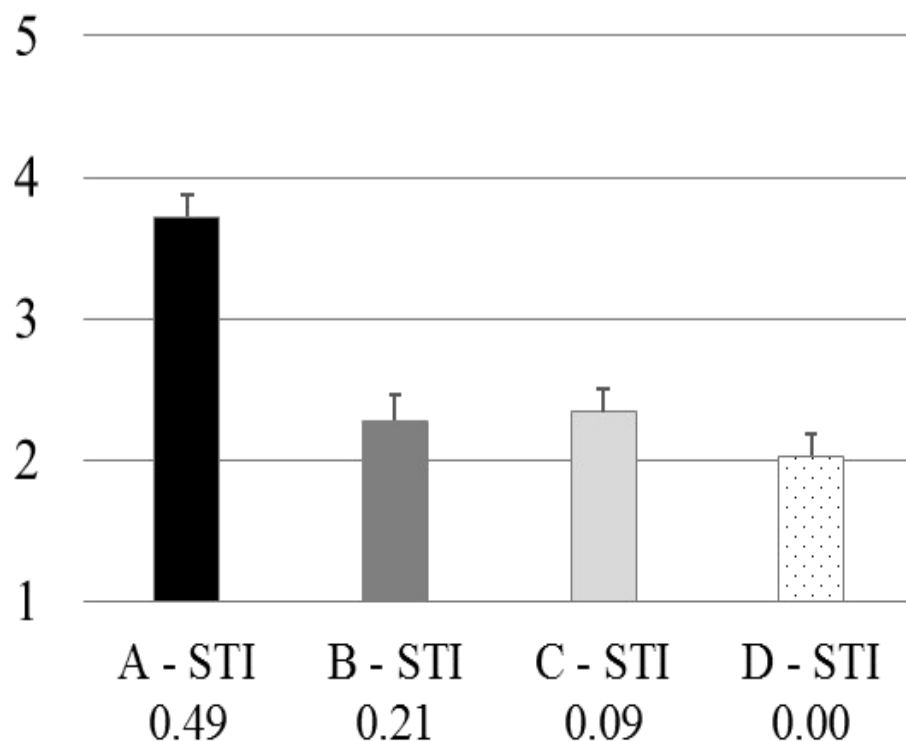
- Äänitilanne vaikutti siihen, kiinnittyikö huomio usein ääniympäristöön ($p < .001$).
 - Muiden paitsi äänitilanteiden B ja C välillä havaittiin ero ($p < .05$).



Asteikko 1 Ei lainkaan, 5 Erittäin paljon

TULOKSET – Ääniympäristön haitta keskittymiselle

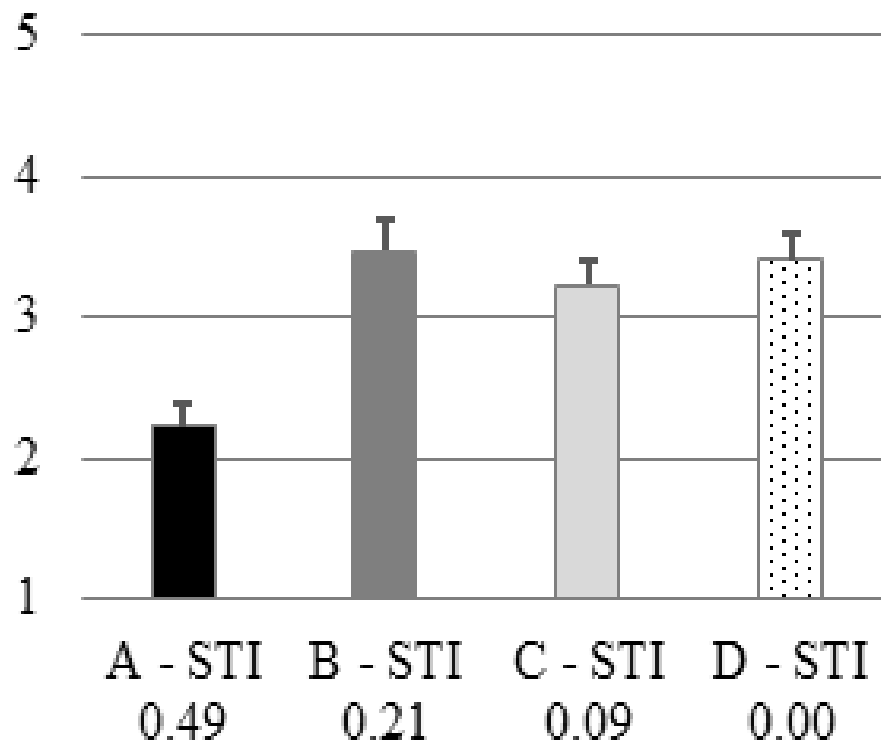
- Äänitilanne vaikutti siihen, haittasiko ääniympäristö keskittymistä ($p < .001$).
 - Äänitilanteessa A ääniympäristö haittasi keskittymistä enemmän kuin muissa äänitilanteissa ($p < .001$).



Asteikko 1 Ei lainkaan, 5 Erittäin paljon

TULOKSET – Itsearvioitu työtehokkuus vastaavanlaisessa ääniympäristössä

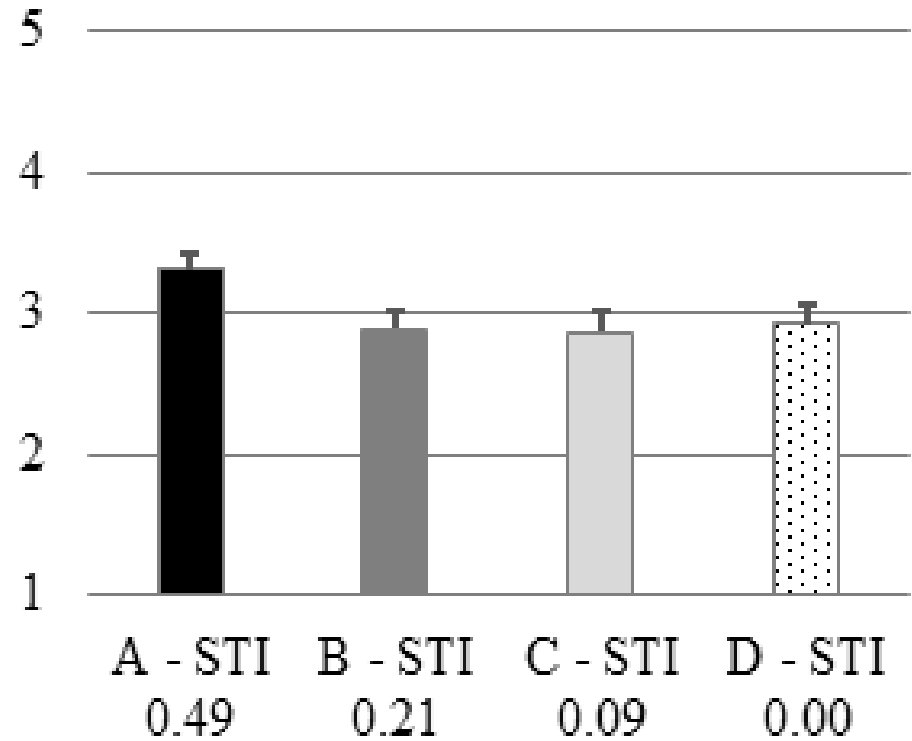
- Äänitilanne vaikutti itsearvioituun työtehokkuuteen vastaavanlaisessa ääniympäristössä ($p < .001$).
 - Äänitilanteessa A itsearvioitu työtehokkuus arvioitiin heikommaksi kuin muissa äänitilanteissa ($p < .001$).



Asteikko 1 Minimi, 5 Maksimi

TULOKSET – Subjekttiivinen kuormittuneisuus

- Äänitilanne vaikutti siihen, kuinka kuormittuneeksi henkilöt kokivat itsensä ($p=.001$).
 - Kuormittuneisuus oli korkeampi äänitilanteessa A verrattuna muihin äänitilanteisiin ($p<.05$).
- Huom: äänitasot olivat alhaisia, äänitilanteissa C ja D vain 43 dB L_{Aeq}
 - Avotoimistoissa 50-60 dB



Asteikko 1 Ei lainkaan, 5 Erittäin paljon

KÄYTÄNNÖN VAIKUTUKSET

- Tulos osoittaa, että nykyiset ohjearvot (SFS 5907 luokka C) eivät ole riittävät työtehon ja viihtyvyyden kannalta.
- Parempaan STI arvoon ja sitä kautta parempiin ääniolosuhteisiin päästään
 - parantamalla äänieristystä tasoon 45 dB ja/tai
 - kasvattamalla taustaäänitasoa tasoon 43 dB
- Tuloksia hyödynnetään kehitettäessä Rakentamismääräyskokoelmaa C1 vuosina 2015-2017.

KIITOKSET



- Tutkimus oli osa ÄKK-hanketta
 - Rakennusten ääniympäristön käyttäjälähtöinen kehittäminen
- Toteutus 2011-2014
- Hankkeen toteuttivat Työterveyslaitos, Tampereen teknillinen yliopisto ja Turun yliopisto.
- Hanketta rahoittivat Tekes, ympäristöministeriö ja 8 rakennusalan yritystä
- Hankesivut www.ttl.fi/akk julkaistaan piakkoin, josta lisätietoja hankkeen muista tuloksista