



# Jäähdyttävän puhallussuihkun vaikutus työsuoriutumiseen ja viihtyvyyteen toimistotyössä – laboratoriotutkimus

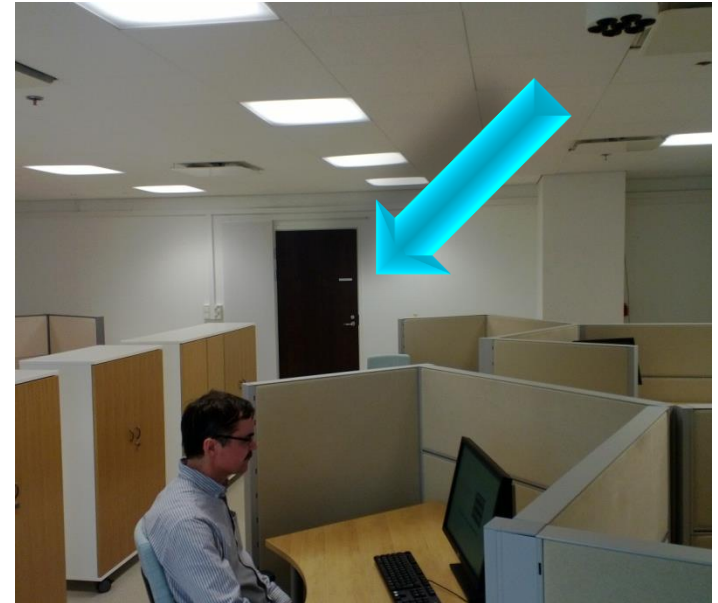
Sisäilmastoseminaari 11.3.15  
Helsinki

Henna Maula, TTL  
Hannu Koskela, TTL  
Johanna Varjo, TTL  
Valtteri Hongisto, TTL

# Tausta ja tavoite

## • Tausta

- Lämpötila on keskeinen työympäristön laatua määrittävä tekijä
  - Lämpöviihtyvyys
  - Työsuoriutuminen
- Paikallista jäähdytystä voidaan tuottaa lisäämällä ilman liikettä
  - Pöytäpuhaltimet
  - ASHRAE 55, ISO 7730, EN 15251

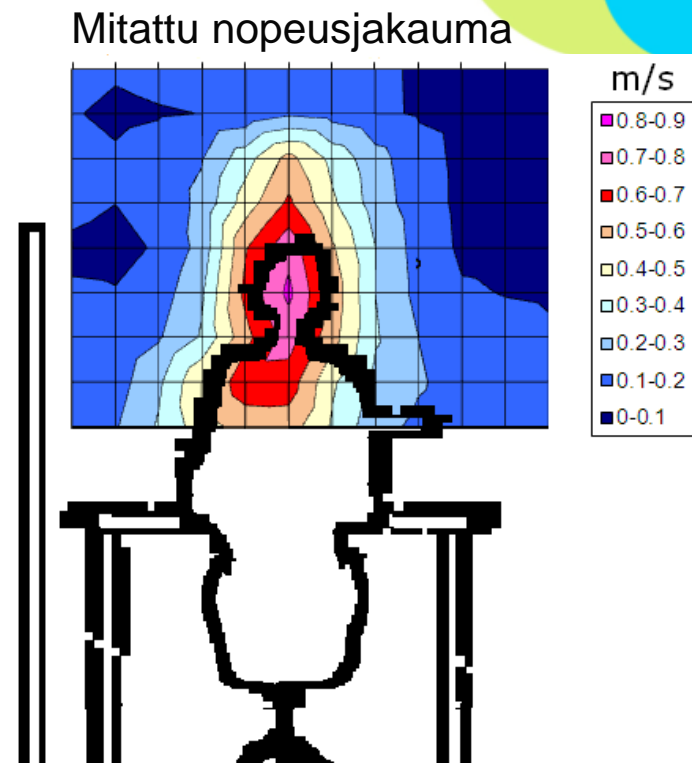


## ■ Tavoite

- Tavoitteena tutkia voidaanko lämpimiä olosuhteita parantaa kattoon asennetulla jäähdyttävällä puhallussuihkulla

# Koetilanteet

- Huoneen lämpötila 29.5 ° C
- Suhteellinen kosteus 20 %
- Koetilanne 1
  - Ei puhallusta
- Koetilanne 2
  - Puhallus
    - $\alpha=45^\circ$
    - $\Delta T=-3.5^\circ\text{ C}$
    - $V_{\text{kohde}}=0.8\text{ m/s}^*$



\*(ASHRAE 55:  $v_{\text{max}}$  ilman henkilökohtaista säätömahdollisuutta kun  $T > 25.5^\circ\text{ C}$ )

# Koehenkilöt

- 29 koehenkilöä
  - 16 naista ja 13 miestä
  - Ikä 20 – 33 vuotta (keskimäärin 24 vuotta)
- Pukeutumisohje (housut, t-paita, sukat ja matalavartiset kengät, 0.71 clo)
- Konekirjoitus (1.1 met)
- Toistettujen mittausten koeasetelma
  - Tilanteiden järjestys vastabalansoitu



# Suoriutumista mittaavat tehtävät

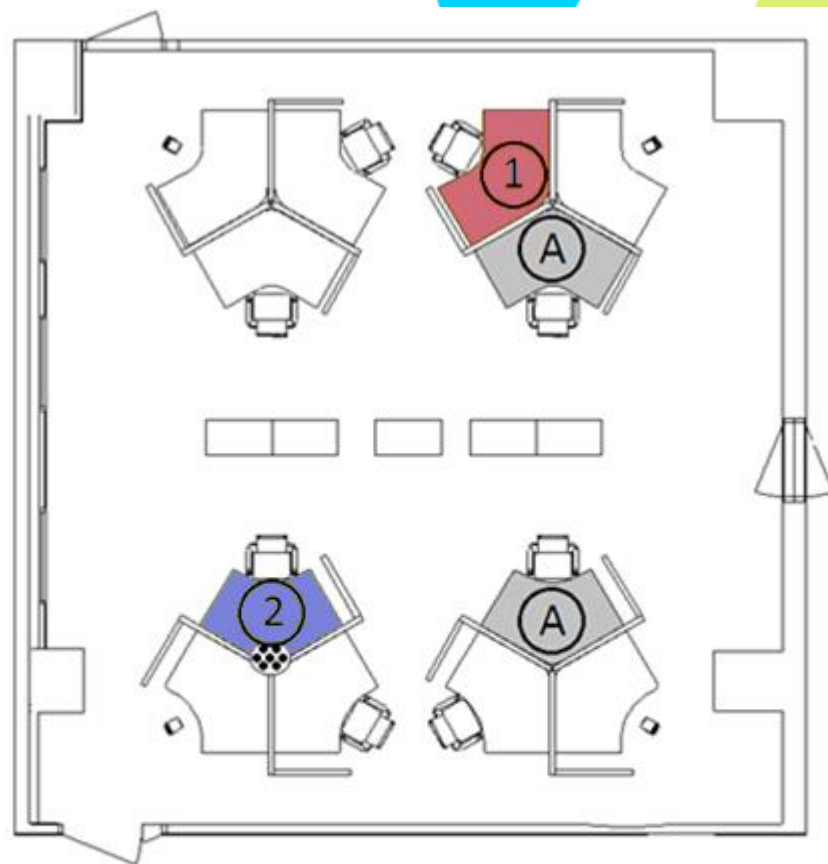
- 2 suoriutumista mittaavaa tehtävää
  - Numerot
    - Tehtävänä painaa mieleen 9 yksitellen näkyvää numeroa esiintymisjärjestyksessä (numerot 1-9)
    - Mittaa lyhytkestoista muistia
    - Suoriutumisesta mitattiin tarkkuutta
  - N-back
    - Tehtävänä reagoida näytöllä näkyvään kirjaimeen annettujen ohjeiden mukaisesti
    - 0-back mittaa tarkkaavaisuuden ylläpitoa
    - 1-3-back mittaa työmuistia eri muistikuormilla
    - Suoriutumisesta mitattiin tarkkuutta ja reaktioaikaa
- Tilastolliset analyysit: **Shapiro-Wilk** testi (aineiston normaalijakautuneisuus), **Toistettujen mittausten varianssianalyysi** (päävaikutus sekä yhdysvaikutus, **Mauchly's sfäärisyystesti** ja tarvittaessa **Greenhouse-Geisser** -korjaus), **T-testi** (parivertailu, **Benjamini-Hochberg** -korjaukset), **Wilcoxonin testi** (epäparametrinen menetelmä, tarkistus)

# Kyselyt

- Lämpöviihtyvyys
  - Koko keho & paikallinen
- Oireet
  - Hikoilu, päänsärky, nenän oireet, kurkun oireet, silmien oireet, väsymys, huonovointisuus ja keskittymisvaikeudet
- Muokattu SOFI -kysely
  - Unisuus, energian puute, motivaation puute
- Itsearvioitu suoriutuminen
- Sisäympäristö
- Tilastolliset analyysit: **Shapiro-Wilk** testi (aineiston normaalijakautuneisuus), **Cronbach's alpha** (SOFI summamuuttujien luotettavuus) **Toistettujen mittausten varianssianalyysi** (päävaikutus sekä yhdysvaikutus, **Mauchly's sfäärisyystesti** ja tarvittaessa **Greenhouse-Geisser** -korjaus), **T-testi** (parivertailu, **Benjamini-Hochberg** -korjaukset), **Friedmanin** testi ja **Wilcoxonin** testi (epäparametrinen menetelmä, tarkistus)

# Proseduuri

0 min.	
Totuttautuminen	Kysely 1
	Lämpöviihtyvyysskysely
	Numerot (harjoitus)
	N-back (harjoitus)
	Lämpöviihtyvyysskysely
30 min.	
1. koetilanne	Kysely 2
	Lämpöviihtyvyysskysely
	Numerot (7 min.)
	N-back (2 x 10 min.)
	Kysely 3
70 min.	
2. koetilanne	Kysely 2
	Lämpöviihtyvyysskysely
	Numerot (7 min.)
	N-back (2 x 10 min.)
	Kysely 3
110 min.	
	Lämpöviihtyvyysskysely



A = Totuttautuminen

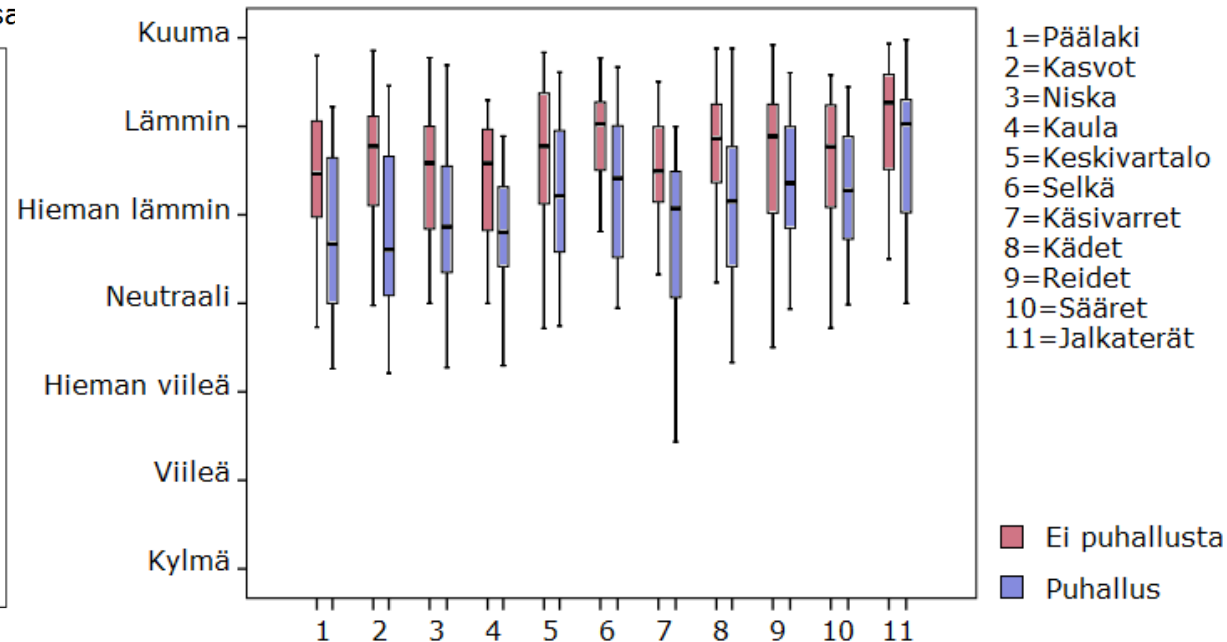
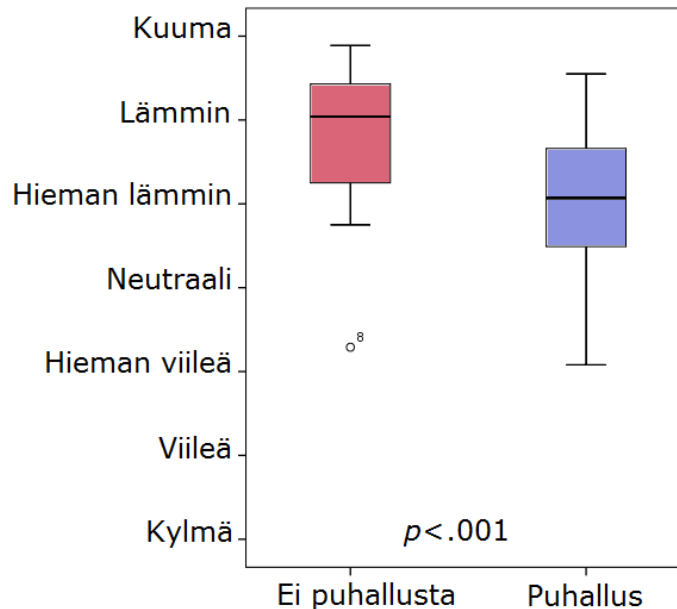
1 = Ei puhallusta

2 = Puhallus

# Tulokset: Lämpöviihtyvyys

- Puhalluksen alla koko kehon lämpötuntemus lähempänä neutraalia ( $p < .001$ )
- Ero lämpöolosuhteiden hyväksyttävyydessä ( $p < .001$ )
  - 67% koki lämpöolosuhteet hyväksyttävinä puhalluksen alla
  - 28% koki lämpöolosuhteet hyväksyttävinä ilman puhallusta
- Puhallus paransi lämpöviihtyvyyttä paikallisesti kaikkialla ( $p < .01$ , paitsi jalkaterissä, joissa samansuuntainen trendi).
- Ei eroa sukupuolten välillä

Lämpötuntemus kokeen lopussa





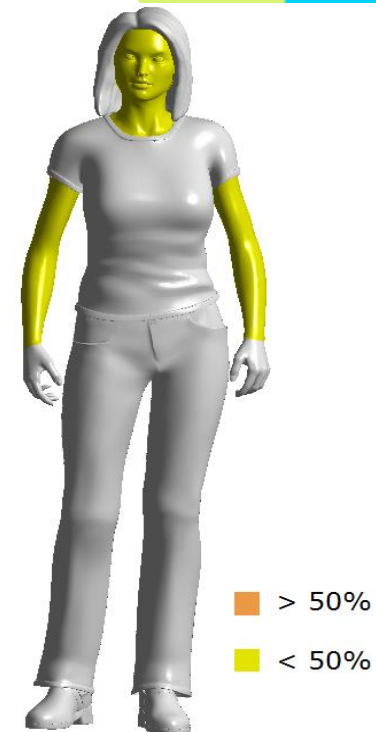
# Tulokset: Kokemus puhalluksesta



■ > 50%  
■ < 50%

Miellyttävä

- Kokemus puhalluksesta oli ristiriitainen koehenkilöiden välillä
  - Kokemus puhalluksen miellyttävyydestä tietyissä kehon osissa jakoi mielipiteitä
  - Osa koehenkilöistä olisi halunnut suurempia nopeuksia ja osa pienempiä



■ > 50%  
■ < 50%

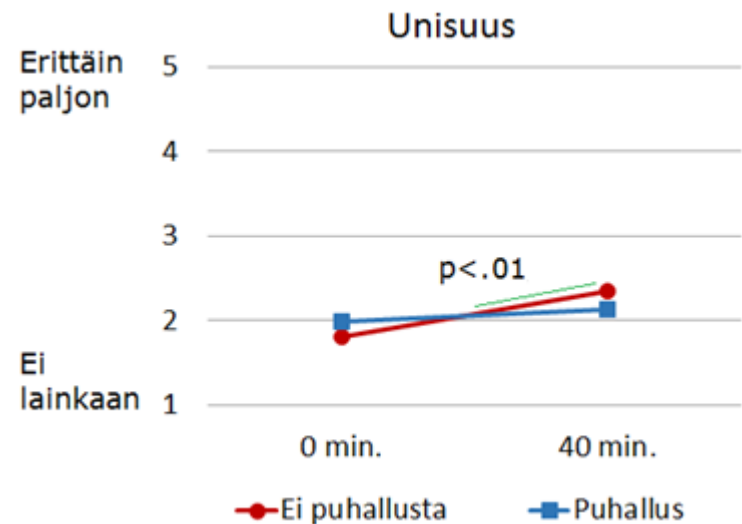
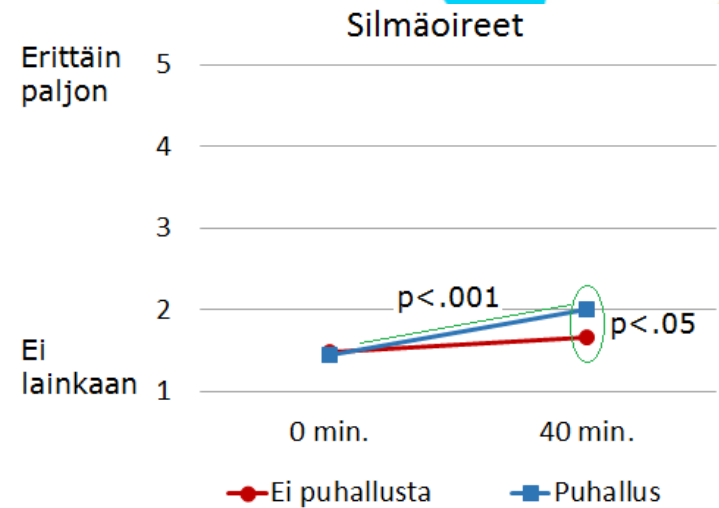
Epämiellyttävä

Koehenkilöt (%), jotka raportoivat puhalluksen olevan miellyttävä/epämiellyttävä tietyssä kehon osassa

%	Päälaki	Kasvot	Niska	Kaula	Keski-keho	Käsi-varret	Kädet
<b>Miellyttävä</b>	52	66	7	38	45	72	31
<b>Epämiellyttävä</b>	21	41	10	10	0	10	0

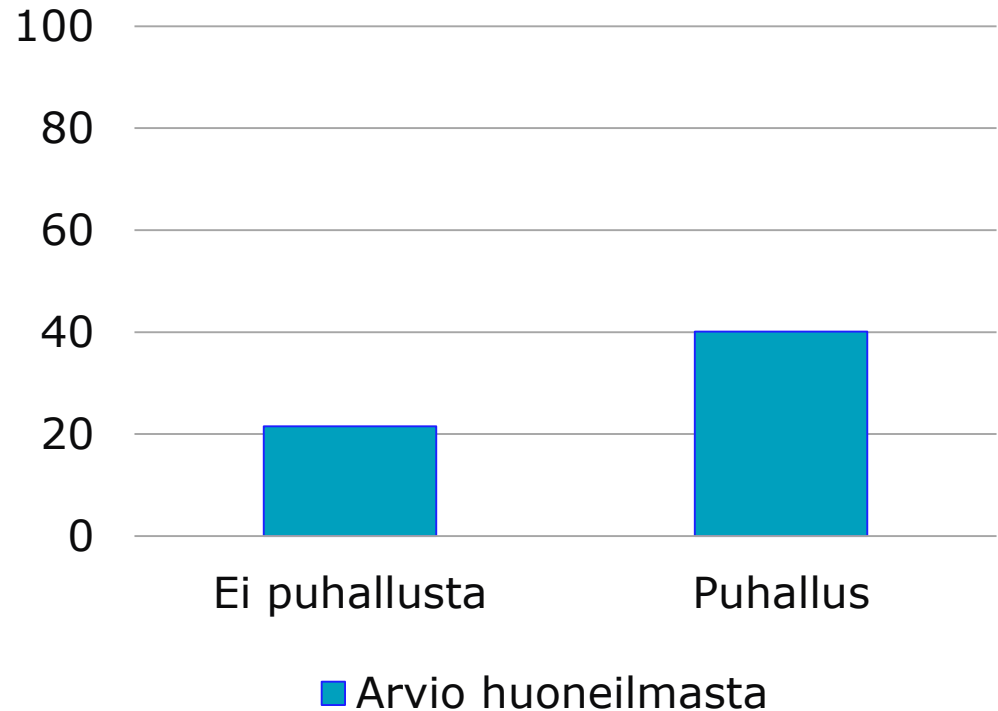
# Tulokset: Oireet ja SOFI -kysely

- Oireet:
  - Silmäoireet kasvoivat hieman ajan myötä puhalluksen alla ( $p < .001$ ), merkitsevä ero koetilanteiden lopussa ( $p < .05$ )
  - Ei eroa muissa oireissa
- SOFI -kysely:
  - Unisuus lisääntyi loppua kohden ilman puhallusta ( $p < .01$ ), ei ero energian puutteessa tai motivaation puutteessa



# Tulokset: Koettu sisäympäristö

- Sisäilma koettiin raikkaampana puhalluksen alla ( $p < .01$ )
- Työympäristön lämpötila koettiin sopivampana työpisteessä, jossa oli puhallus ( $p < .01$ )
- Sisäympäristö kokonaisuudessaan koettiin paremmaksi työpisteessä, jossa oli puhallus ( $p < .05$ )



# Tulokset: Arvioitu vaikutus suoriutumiseen

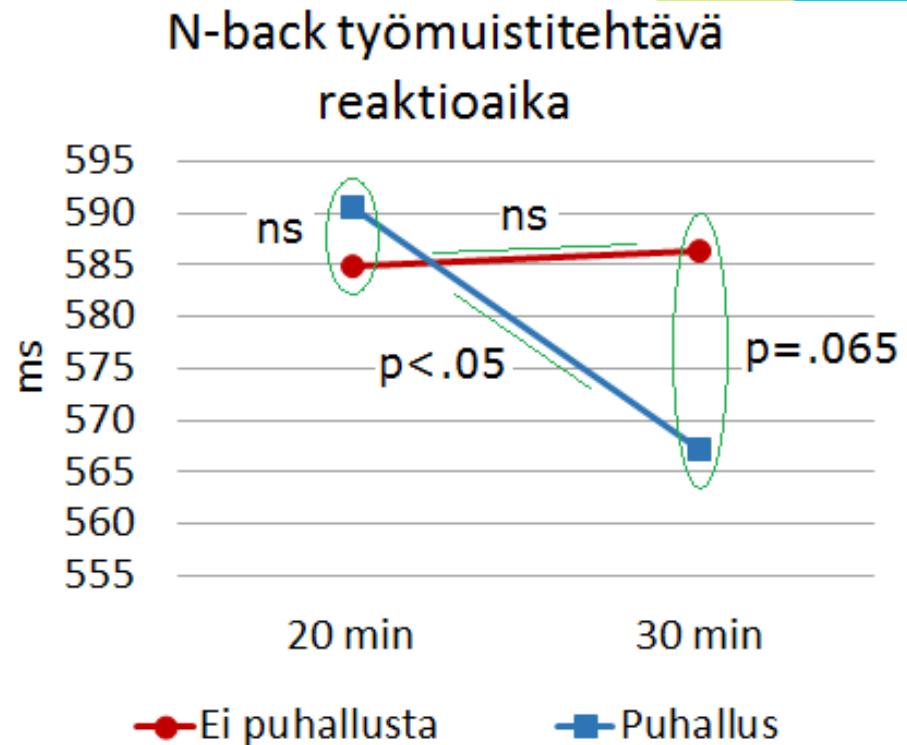


- Itsearvioitu suoriutuminen merkitsevästi parempaa puhalluksen alla ( $p < .01$ )
- Puhalluksen alla tunkkaisuuden ( $p < .05$ ) ja kuumuuden ( $p < .01$ ) arvioitiin häiritsevän vähemmän suoriutumista
  - Vetoisuuden arvioitiin häiritsevän suoriutumista enemmän puhalluksen alla ( $p < .01$ ), mutta kuumuuden ( $p < .01$ ) ja tunkkaisuuden ( $p < .05$ ) arvioitiin silti häiritsevän enemmän kyseisessä työpisteessä.
- Lämpötila ( $p < .05$ ) ja koko työympäristö ( $p < .05$ ) koettiin työskentelyn kannalta paremmaksi puhalluksen alla



# Tulokset: Suoriutuminen

- Koko koetilanteen suoriutumisessa ei eroa koetilanteiden välillä kummassakaan tehtävässä.
- Jatkotarkasteluissa havaittiin N-back työmuistitehtävän reaktioajoissa yhdysvaikutus koetilanteen ja ajan suhteen ( $F_{1,27}=5.25$ ,  $p=0.030$ ,  $\eta^2=0.16$ ):
  - Reaktioajat parani ajan myötä puhalluksen alla ( $t(28)=2.45$ ,  $p=0.042$ ), mutta ei muuttunut ilman puhallusta ( $p>.05$ )



# Johtopäätökset

- Kattoon asennettu jäähdyttävä puhallussuihku nopeutti suoriutumista työmuistitehtävässä, sekä paransi itsearvioitua työsuoriutumista, lämpöviihtyvyyttä sekä kokemusta olosuhteista.
- Ristiriidat puhalluksen kokemuksessa osoittivat tarpeen henkilökohtaiselle säätömahdollisuudelle jo ilman kohdenopeudella 0.8 m/s.
- Puhallusta tulisi jatkossa tutkia henkilökohtaisella säätömahdollisuudella.



# Kiitos!