

Lämmönlähteiden ja ilmajäähdytyksen yhteisvaikutus huonetilan ilman nopeuteen ja vetoriskiin sekoittuneessa tilanteessa



Aalto University
School of Engineering

Sami Lestinen

Aalto-yliopisto

Insinöörیتieteiden korkeakoulu

Konetekniikan laitos

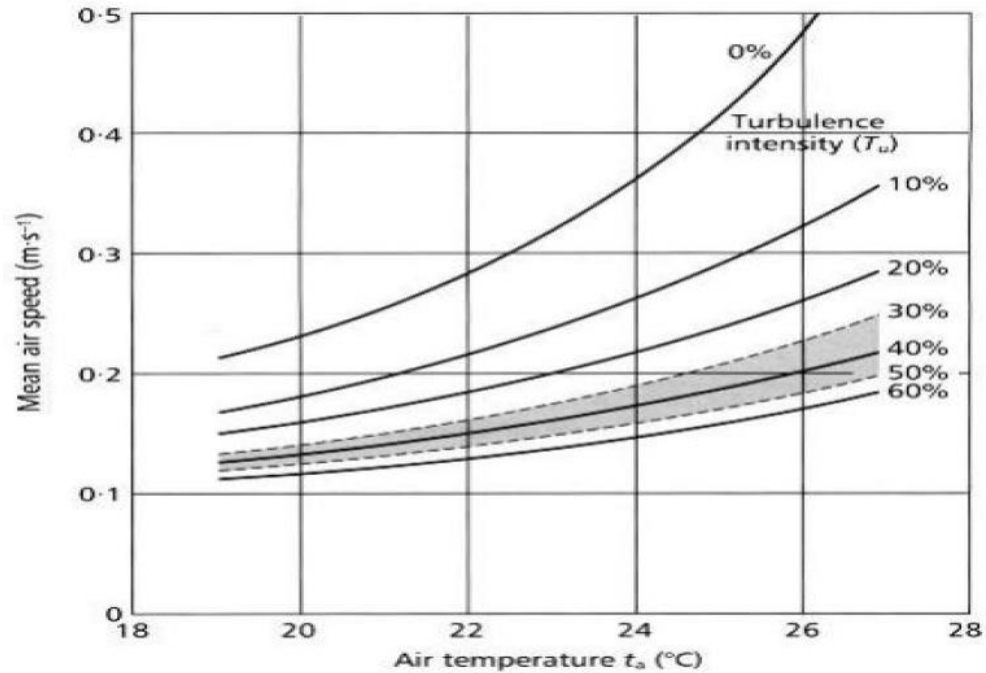
Motivaatio

- Veto on yleinen ongelma toimistoympäristössä.
- Sisäympäristön nopeusolosuhteita ei pystytä arvioimaan riittävästi.
- Sisäilmastoluokituksen tavoitenopeuksiin on hankala päästä.
- Voidaanko nopeusolosuhteita karkeasti ennakoida?

=> Vetoriski kasvaa kun tuloilmamäärä ja lämmönlähteiden voimakkuus kasvaa



Draught Rating DR = 15%



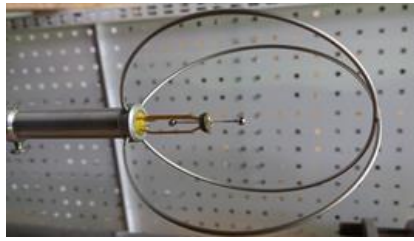
- Vetoa aistivien osuuden malli (DR) on määritelty mm. EN ISO 7730 Standardissa: "local thermal discomfort"
- Matalammalla ilman lämpötilalla sallitaan pienempi sisäilman nopeus tai vähemmän turbulenssia

Tutkimuksen tavoitteet

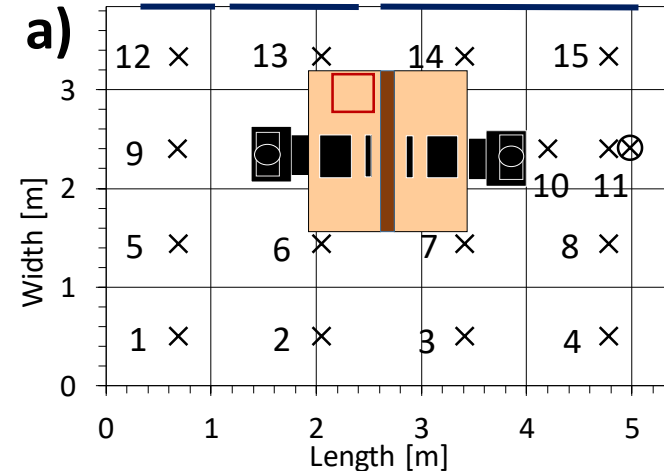
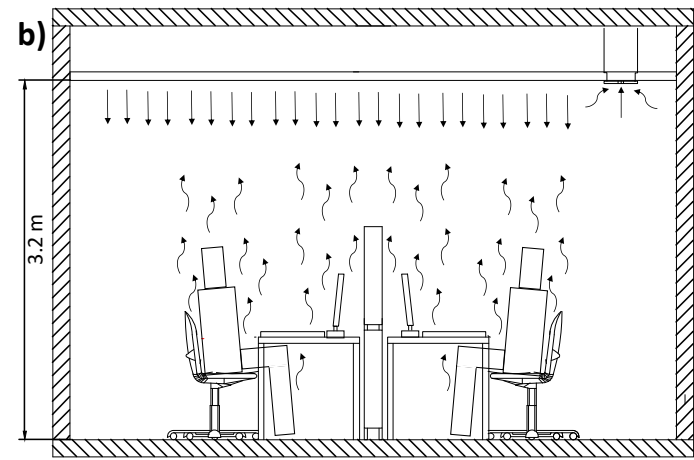
- Selvittää lämmönlähteiden suuruuden merkitystä sisäilman nopeusolosuhteisiin jäähdytystilanteessa.
- Arvioida muutosta oleskeluvyöhykkeellä eri lämpökuormatasoilla.
- Luoda kuvaajia nopeusolosuhteiden karkeaan tarkasteluun suunnittelun tueksi.
- Tutkimuksen uutuusarvo on ilmanjakojärjestelmässä, lämpökuormatasoissa ja pitkässä mittausajassa.



Menetelmät

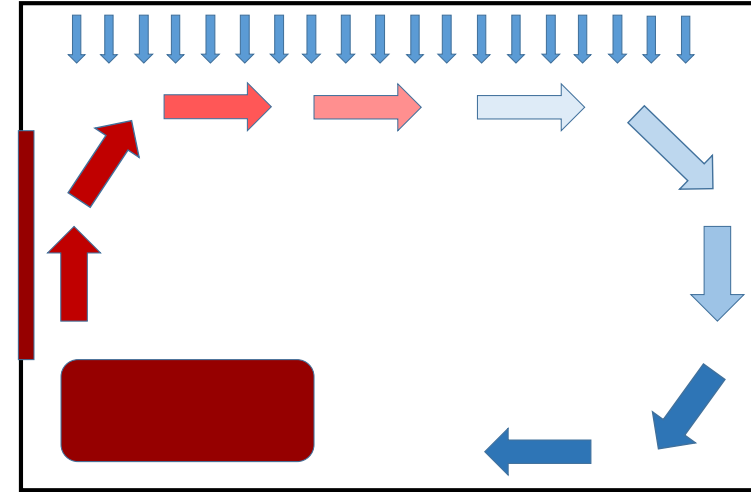
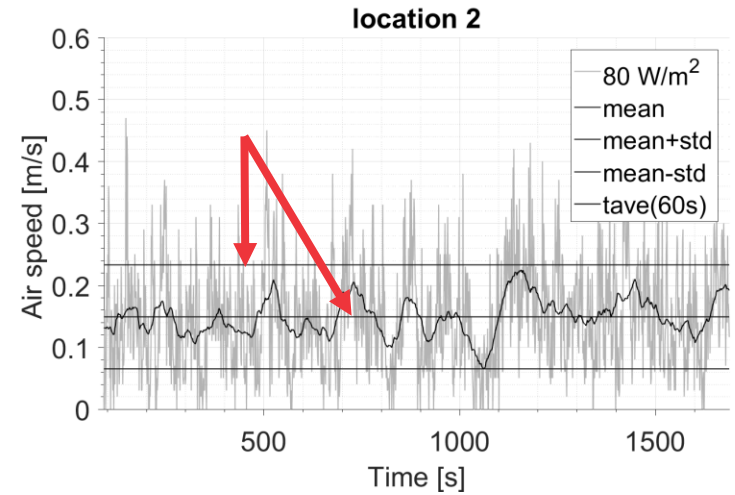


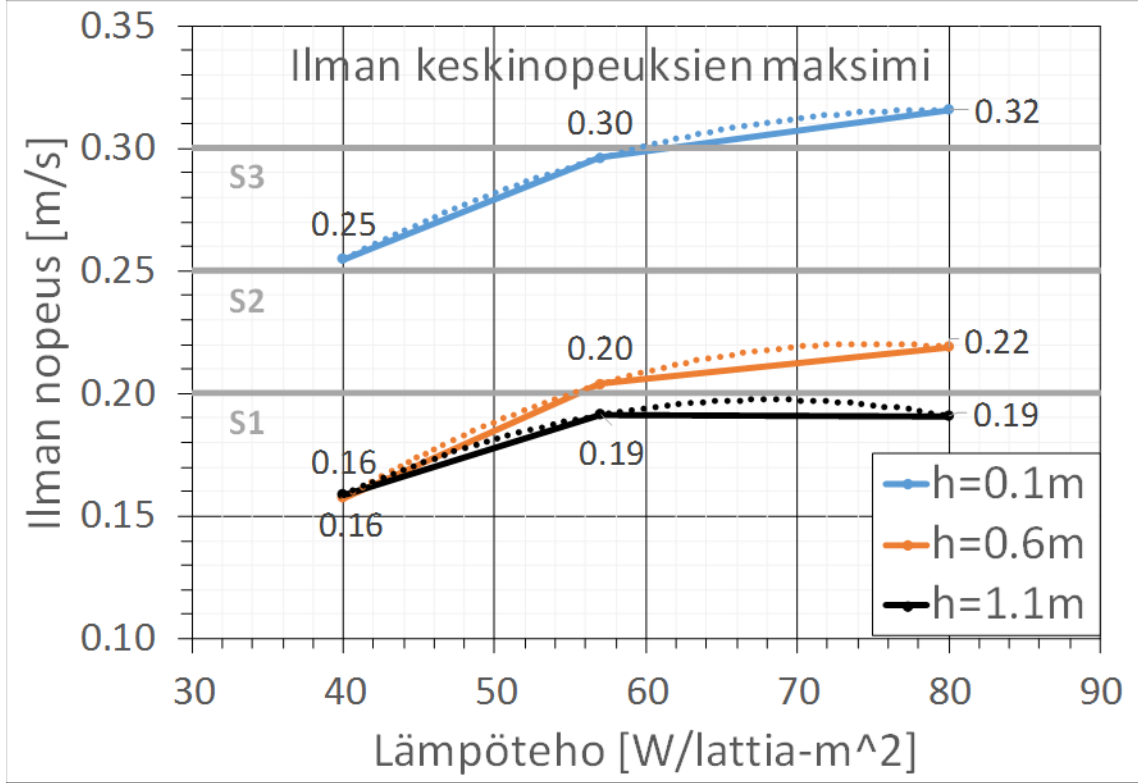
- Koehuone 5.5 x 3.8 x 3.2 m³ (P x L x K)
- Lämmönlähteet 40 - 80 W/lattia-m²
- 2 ikkunatyöpistettä ja tietokoneet
- Tuloilma 17°C Poistoilma ~26°C
- Tuloilmasuihkujen vaikutusta pienennettiin jäähdyttävällä alaspäin suuntautuvalla tasaisella kattoilmanjaolla.
- Sensorikorkeus 0.1 - 0.6 - 1.1m (ISO 7726), 1 tunnin mittausaika 10 kertaa sekunnissa.



Tuloksia

- Suuret tuloilmavirrat ja lämmönlähteet ovat vetoriski jäähdytystilanteessa.
- Huoneilman kineettinen energia kasvaa kun tuloilmavirta ja lämmönlähteet suurenevät.
- Myös eri mittakaavan pyörteily lisääntyy huonetilassa.
- Vektoriskiä voidaan vähentää pienentämällä lämpökuormia.



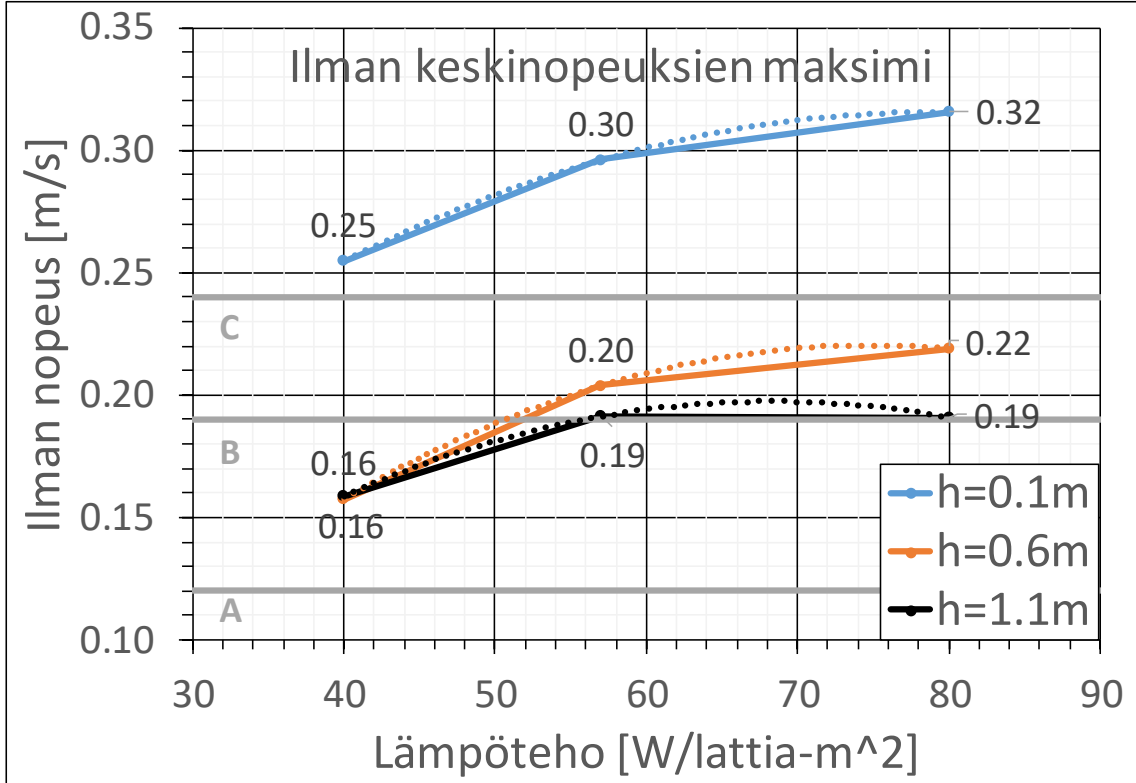


Huoneilman lämpötila $26 \pm 0.5^\circ\text{C}$

Sisäilmastoluokitus 2018:

S1, S2, S3: Ilman lämpötila 25°C

- Ilman nopeudet kasvavat nilkkojen korkeudella ($h=0.1\text{m}$)
- Istuvan henkilön pään korkeudella matalampia nopeuksia ($h=1.1\text{m}$)



Huoneilman lämpötila $26 \pm 0.5^\circ\text{C}$

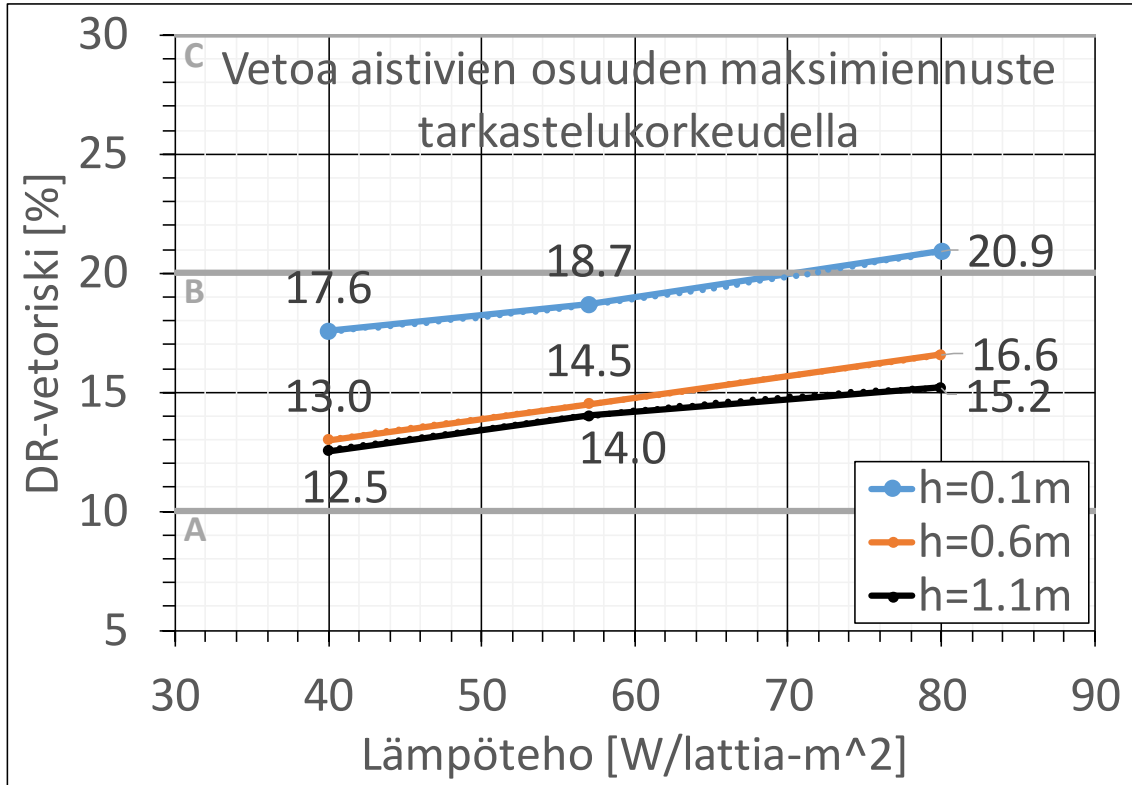
ISO 7730 operatiivinen lämpötila:

Luokka A: $24,5 \pm 1.0^\circ\text{C}$

Luokka B: $24,5 \pm 1.5^\circ\text{C}$

Luokka C: $24,5 \pm 2.5^\circ\text{C}$

- EN ISO 7730 Standardi => ei A-luokkaan
- B-luokka mahdollinen jos tarkastellaan pään korkeutta



ISO 7730 Thermal environment:

Luokka A: DR < 10%

Luokka B: DR < 20%

Luokka C: DR < 30%

- EN ISO 7730 Standardi => ei A-luokkaan
- B-luokkaan alle 70 W/lattia-m² lämpökuormatasolla

Yhteenveto

- Annetuilla kuvaajilla voidaan tarkastella lämpökuorman vaikutusta ilman nopeuteen ja vectorisiin oleskeluvyöhykkeellä.
- Tulokset soveltuvat tasaiseen kattoilmanjakoon ja rajoitetusti sisäilman sekoittuneeseen tilanteeseen toimistoympäristössä.
- Todellisessa sisäympäristössä työpisteiden sijainti ja paikalliset virtausolosuhteet vaikuttavat ilman nopeuksiin ja vectorisiin.