



Halton

Laitevalmistajan näkökulma jäähdytyksen mitoituksesta

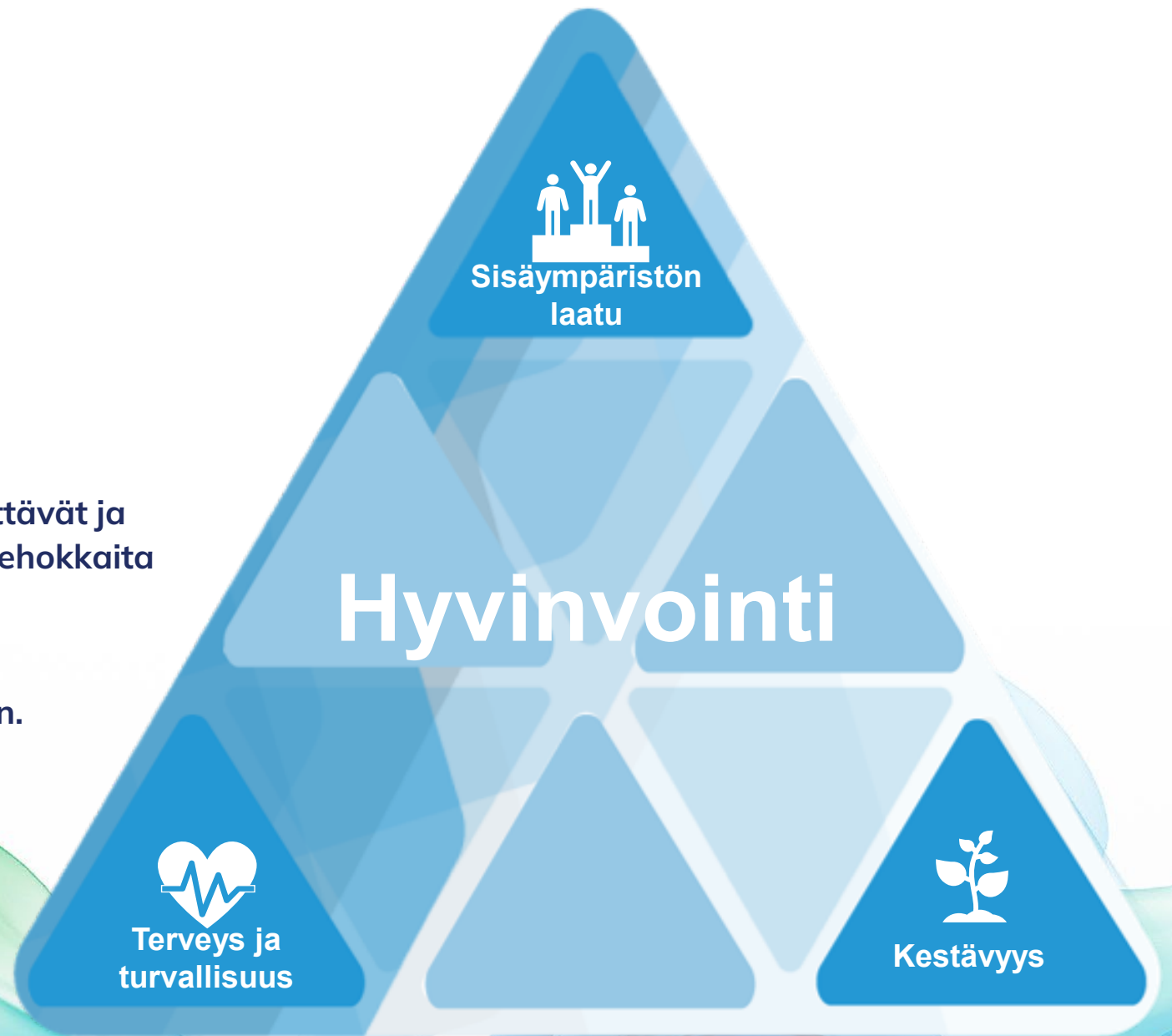
Rakennusten jäähdytys –webinaari 26.3.2025

Panu Mustakallio, Halton Oy

Haltonin missio

**Mahdollistamme hyvinvoinnin
vaativissa sisäympäristöissä**

- Sisäympäristöt ovat meille sydämen asia!
- Tarjoamme loppukäyttäjille turvalliset, miellyttävät ja tuottoisat sisäympäristöt, jotka ovat energiatehokkaita ja vastuullisten käytäntöjen mukaisia.
- Olemme mukana asiakasprojekteissa aina suunnitteluvaiheesta toteutukseen ja käyttöön.



Julkiset ja kaupalliset tilat



Halton Buildings

Toimistot, julkiset tilat, suuret tilat, datakeskukset

TARJONTA

- Ilmanjako
- Ilmavirran säätö
- Ilmastointipalkit
- Säteilypaneelit
- Paloturvallisuus
- Ulkoilman sisäänotto
- Säätö- ja ohjausjärjestelmät

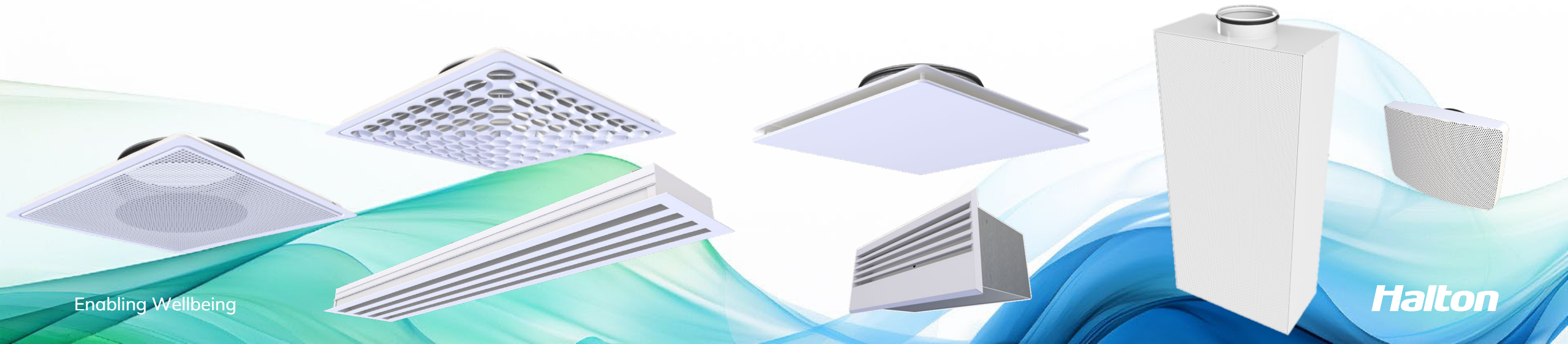
Sisäilmaston suunnittelu toimistotilaan: Jäähdytys ilmastointipalkeilla tai säteilypaneeleilla

- Lämpökuormat jäähdytyksen mitoitusajanhetkellä tulee laskea, ja jäähdytys mitoittaa tilan lämpötilan hallitsemiseksi
 - Maksimi **tuntuvat** lämpökuormat ja maksimi henkilömäärä
 - Tilan jäähdytys muodostuu
 - Ilmastointipalkin ja säteilypaneelien vesitehosta
 - Ilmanvaihdon tuloilman jäähdytystehosta
 - Tilan rakenteiden jäähdyttävästä tehosta ts. termisestä massasta (energiasimuloinnista)
- Tämän tehon tulee riittää kompensoimaan tuntuvat lämpökuormat, silloin kun tilassa suunnittelulämpötila



Sisäilmaston suunnittelu toimistotilaan: Jäähdytys ilmastointipalkeilla tai säteilypaneeleilla

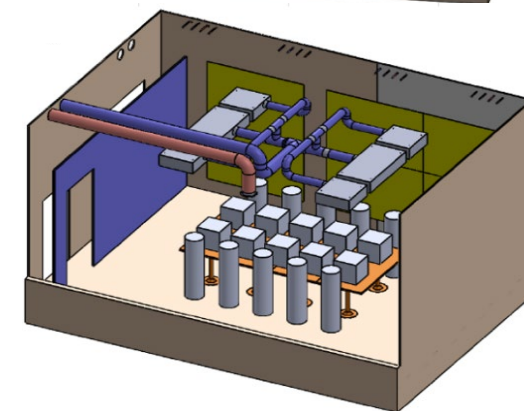
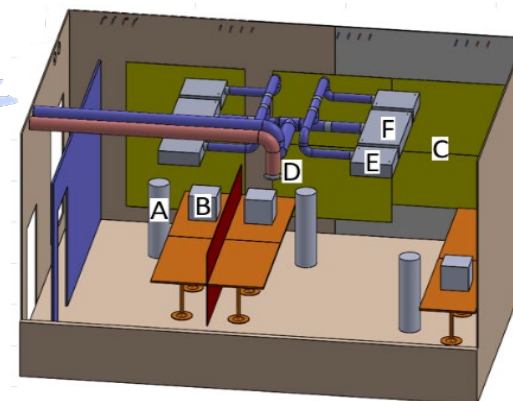
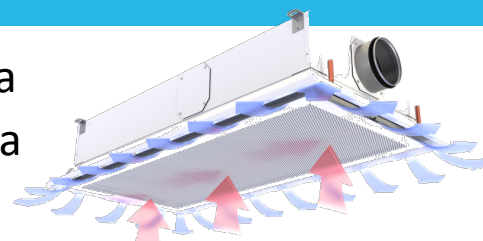
- Tilan kosteuslähteistä huoneilmaan tuleva kosteus tulee kompensoida kuivatulla ilmanvaihdon tuloilmalla huoneilman kosteuden hallitsemiseksi
 - Tämä tehdään kosteustaselaskennalla, jossa ihmiset tuloilman lisäksi kosteuslähteinä toimistotiloissa
 - Tuloilman kuivaus tehdään tyypillisesti jäähdyttämällä/kondensoimalla vettä tuloilmasta IV-koneessa
 - Tällöin huoneilman kastepistelämpötila ei nouse lähelle jäähdytyksen menoveden lämpötilaa tai tuloilman lämpötilaa (Ilmastointipalkit ja säteilypaneelit voivat jäähdyttää mitoitusajanhetkellä niinkuin suunniteltu)
 - Jos tuloilman kuivaus ei ole riittävää, tiloissa on kosteampaa ja lämpimämpää
 - Tällöin kastepistesäätö aiheuttaa ilmastointipalkkien tai säteilypaneelien menoveden lämpötilan nousemisen vähentää jäähdytystä tai kondenssivahti katkaisee jäähdytysveden kierron ja vesipohjaisen jäähdytyksen



Sisäilmaston suunnittelu tarpeenmukaisilla 4-suuntaan puhaltavilla ilmastointipalkeilla tutkimusjulkaisu

Menetelmät

- Mitatut tilanteet 600x600 ja 12x600 ilmastointipalkkien tapauksissa
- Mittaukset (ilman nopeus, turbulenssi ja lämpötila) mittaustastolla
- Korkeuksilta 0.1 m, 0.6 m, 1.1 m, 1.7 m, 2.1 m ja 2.5 m
- 0.1 metrin ja 0.5 metrin etäisyyksillä seinistä sekä metrin välein: 270 mittausta
- Oleskeluvyöhyke 0.5 metriä seinistä ja 1.7 metrin korkeudelle: 100 mittausta



	O3-toimisto	O6-toimisto	M10-neuvotteluh.
Lämpökuorma (W/m ² _{lattia})	46	66	92
Ihmisiä / tuloilmavirta (l/s, m ² _{lattia})	3 / 1.8	6 / 3.2	10 / 4.3
CO ₂ pitoisuus (ppm) täysin sekoit.	747	797	883
Huoneen / Tuloilman lämpötila (°C)	25 / 16	25 / 16	25 / 16
Tuloilman jäähdytysteho (W)	518	907	1242
Jäähdytysteho vedestä (W)	719	855	1220
Kokonaisjäähdytysteho (W)	1237	1762	2462

- Mitatut tapaukset mallinnettiin valmistajan suunnittelutyökalulla.

Tilan jäähdytystehon ja ilmanvaihdon tuloilman kuivaustarve tutkimuksen toimiston eri käyttötilanteissa

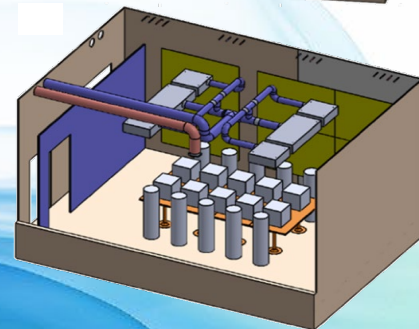
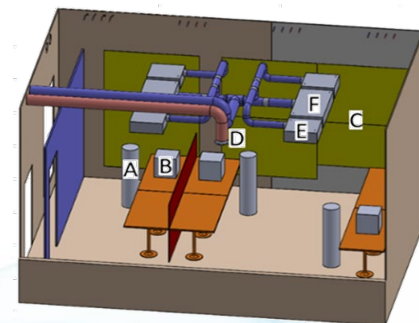
1. Tuntuvat lämpökuormat pystytään kompensoimaan jäähdytyksellä

➤ Vaativin tilanne on M10 neuvotteluhuone käyttötilanne $92 \text{ W/m}^2_{\text{lattia}}$

2. Tilan kosteuslähteistä huoneilmaan tuleva kosteus tulee kompensoida kuivalla ilmanvaihdon tuloilmalla huoneilman kosteustason hallitsemiseksi

- Tämä tehdään kosteustaselaskennalla, jossa ihmiset tyypillisesti kosteuslähteinä toimistotiloissa

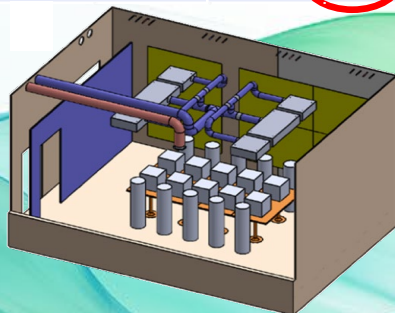
	O3-toimisto	O6-toimisto	M10-neuvotteluh.
Lämpökuorma ($\text{W/m}^2_{\text{lattia}}$)	46	66	92
Ihmisiä tuloilmavirta ($\text{l/s, m}^2_{\text{lattia}}$) / (l/s, hlö)	3 1.8 / 16	6 3.2 / 14	10 4.3 / 11.6
CO ₂ pitoisuus (ppm) täysin sekoittunut	747	797	883
Huoneen / Tuloilman lämpötila (°C)	25 / 16	25 / 16	25 / 16
Tuloilman jäähdytysteho (W)	518	907	1242
Jäähdytysteho vedestä (W)	719	855	1220
Kokonaisjäähdytysteho (W)	1237	1762	2462
Jäähdytyksen menoveden lämpötila (°C)	16	16	16



Tilan jäähdytystehon ja ilmanvaihdon tuloilman kuivaustarve tutkimuksen toimiston eri käyttötilanteissa

- Tuntuvat lämpökuormat tulee laskea dynaamisella energiasimulointiohjelmistolla
- Tuloilman kuivaustarve voidaan laskea huoneilman veden massataseen kautta Excelissä
 - Kuivaus ilmanvaihtokoneella tulee tehdä 14 °C:ksi (olet. lämpeneminen kanavistossa 16 °C:ksi)

Neuvotteluhuonekäyttö 10henkilöä	
Lämpökuorma (W/m ² _{lattia})	92
Ihmisiä	10
tuloilmavirta (l/s,m ² _{lattia}) / (l/s,hlö)	4.3 / 11.6
CO ₂ pitoisuus (ppm) täysin sekoittunut	883
Huoneen / Tuloilman lämpötila (°C)	25, 16
Tuloilman jäähdytysteho (W)	1242
Jäähdytysteho vedestä (W)	1220
Kokonaisjäähdytysteho (W)	2462
Jäähdytysmenoveden lämpötila (°C)	16



JÄÄHDYTYKSEN KUIVAUKSEN SUUNNITTELUTILANNE				
Ilmanvaihtokoneen jäähdytyspatterilta (kJ/kg)	33	38	43	43
Tuloilma IV-koneen jäähdytyspatterilta (°C)	12	14	16	16
Tuloilma IV-koneen jäähdytyspatterilta (RH)	95 %	95 %	95 %	95 %
Tuloilma IV-koneen jäähdytyspatterilta (g/kg_k.i.)	8.3	9.4	10.8	10.8
Huoneen ilmanvaihto				
Tuloilmavirta huoneeseen (l/s)	116	116	116	116
Huonelämpötila (°C)	25	25	25	25
Vettä tuloilmassa huoneeseen (g/s)	1.19	1.35	1.52	1.52
Huoneen kosteuslähteet				
Ihmisten lukumäärä huoneessa (hlöä)	10	10	10	0
Vesihöyryä ilmaan ihmisestä (g/h)	60	60	60	60
Kokonaisvesihöyryvirta ilmaan (g/s)	0.17	0.17	0.17	0.00
Huoneilma täysin sekoittuneena				
Vesihöyryä täysin sekoit. huoneilmassa (g/m3)	11.7	13.0	14.6	13.1
Vesihöyrypitoisuus huoneilmassa (g/kg_k.i.)	9.9	11.0	12.3	11.1
Huoneilman suhteellinen kosteus (RH)	50 %	56 %	62 %	56 %
Huoneilman kastepistelämpötila (°C)	13.8	15.5	17.2	15.6

Yhteenveto

- Riittävä tuloilman kuivaus- ja jäähdytyskapasiteetti ilmanvaihtokoneessa
 - Mahdollistaa ilmastointipalkkien ja säteilypaneelien energiatehokkaan vesipohjaisen jäähdytyksen tiloissa
 - Mahdollistaa hyvien sisäilmaolosuhteiden ylläpitämisen sekä lämpötilan että huonekosteuden kannalta
- Ilmastointipalkkien ja säteilypaneelien jäähdytyksen tulee perustua menoveden lämpötilaan, joka voidaan ylläpitää mitoitusolosuhteissa
- Tarpeenmukaisella ilmanvaihdolla ja jäähdytyksellä pystytään ylläpitämään hyvät olosuhteet eri käyttötilanteissa





Kiitos!