

Raportti

23 Huhtikuu 2022 - 22 Toukokuu 2022

Liedon keskuskoulu, 1. Krs, 2. Krs, Kellari

Ennakoiva Tilannenäkymä

| | | |
|--------------------------------|---------------|--|
| Haihtuvat orgaaniset yhdisteet | ● Tyydyttävä | 2 sijantia: Korkea TVOC-pitoisuus |
| Materiaalipäästöt | ● Tyydyttävä | 2 sijantia: Materiaalipäästöistä johtuvia korkeita TVOC-pitoisuuksia |
| Pienhiukkaset | ● Hyvä | Pienhiukkasten suodattuminen minimoitu |
| Hiilidioksidi | ● Erinomainen | Ilmanvaihtojärjestelmä mahdollistaa riittävän ilmanvaihdon kaikissa seuratuissa tiloissa |
| Lämpötila | ● Tyydyttävä | 2 sijantia: Alhainen lämpötila |
| Ilmankosteus | ● Erinomainen | Suhteellinen ilmankosteus mahdollistaa hyvät sisäolosuhteet |
| Paine-ero | ● Erinomainen | Lievä alipaine kaikissa rakennuksen mittauspisteissä |

Ehdotuksia

Materiaalipäästöt Toistuvia materiaalipäästöistä aiheutuvia korkeita TVOC-pitoisuuksia

TVOC-pitoisuuksiin johtavat kertymisjaksot ovat havaittavissa ilmanvaihdon vähentyessä tai keskeytyessä työajan ulkopuolella. Tilassa olevat materiaalit (huonekalut, maalit, pinnoitteet, matot..) emittoivat epäpuhtauksia. Remonttia suunniteltaessa kannattaa ennaltaehkäisevästi suosia matalapäästöisiä materiaaleja sekä sallia uusille huonekaluille haihdutusjakso käyttämättömässä, ilmastoidussa huoneessa. Korjaavana toimenpiteenä, lisää ilmanvaihtoa (myös työajan ulkopuolella), kunnes päästöt vähenevät.

1. Krs: 5 Fysiikka / Kemia 24 Kuvaamataito

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet Yhtäjaksoinen korkea TVOC-pitoisuus

Liittyä todennäköisesti tilankäyttäjien tiloihin tuomiin uusiin esineisiin tai huonekaluihin aiheuttaen korkeita TVOC-pitoisuuksia. Myös toistuva desinfiointi- tai siivousaineiden käyttö voi aiheuttaa TVOC-pitoisuuksien lisääntymistä. On suositeltavaa, että TVOC-päästöjen lähde tunnistetaan, jotta siihen voidaan kehittää tarvittaessa sopivat hallintakeinot. Pyri edistämään tilankäyttäjien kanssa hajusteettomuutta ja varmista, että työympäristö tarjoaa tyydyttävät olosuhteet.

1. Krs: 5 Fysiikka / Kemia 16 Kielet

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet Hajuja

Liittyä todennäköisesti tilan käyttöön, hajusteisiin tai siivousaineisiin. Hajustetut tuotteet voivat haitata erityisesti henkilöitä, joilla esiintyy allergiaa, astmaa tai ympäristöherkkyyttä. On suositeltavaa edistää hajusteettomuutta.

1. Krs: 19 Tietotekniikka 22 Vieraat kielet

Lämpötila Alhainen lämpötila

Liittyä todennäköisesti lämmitysjärjestelmän asetuksiin. Alhainen lämpötila on yhteydessä heikompaan suoriutumiseen useissa tutkimuksissa. Muokkaa lämpötilan alaraja-asetusta saavuttaksesi optimaalisemman lämpöympäristön. Suosituksena voidaan pitää, että sisälämpötila pysyy yli 20°C.

1. Krs: 5 Fysiikka / Kemia 16 Kielet

Paine-ero Lievä alipaine

1. Krs: 9 Opetustila

2. Krs: 29 Kielet

Aikajana

| KUVAUS | AIKAJANA | | | | | |
|---|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|
| Satunnaisia korkeita pienhiukkaspitoisuuksia (PM2.5) | 2022 | | | | | |
| | 23 HUH | 28 HUH | 3 TOU | 8 TOU | 13 TOU | 18 TOU |
| 32 Kotitalous (0 krs.) | 40.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | | | | |
| Toistuvia materiaaalipäästöistä aiheutuvia korkeita TVOC-pitoisuuksia | 2022 | | | | | |
| | 23 HUH | 28 HUH | 3 TOU | 8 TOU | 13 TOU | 18 TOU |
| 24 Kuvaamataito (1 krs.) | | | 311 ppb | 334 ppb | 328 ppb | 372 ppb |
| 5 Fysiikka / Kemia (1 krs.) | | | | | 308 ppb | 321 ppb |
| | | | | | | 492 ppb |
| | | | | | 311 ppb | |
| Yhtäjaksoinen korkea TVOC-pitoisuus | 2022 | | | | | |
| | 23 HUH | 28 HUH | 3 TOU | 8 TOU | 13 TOU | 18 TOU |
| 16 Kielet (1 krs.) | 2529 ppb | 1837 ppb | 1465 ppb | 2300 ppb | 3888 ppb | 4914 ppb |
| 5 Fysiikka / Kemia (1 krs.) | | | 1677 ppb | 1360 ppb | 1110 ppb | 1998 ppb |
| | | 1129 ppb | | | | |
| Hajuja | 2022 | | | | | |
| | 23 HUH | 28 HUH | 3 TOU | 8 TOU | 13 TOU | 18 TOU |
| 1207 Keittiö (1 krs.) | | | 1055 ppb | | | |
| 14 Uskonto (1 krs.) | 563 ppb | | | 826 ppb | | |
| 16 Kielet (1 krs.) | | 926 ppb | | | | |
| 19 Tietotekniikka (1 krs.) | | 1149 ppb | 770 ppb | 830 ppb | 1125 ppb | 905 ppb |
| 2 Maant./Biol. (1 krs.) | | | 670 ppb | | | |
| 22 Vieraat kielet (1 krs.) | | | | | | 1512 ppb |
| 29 Kielet (2 krs.) | | 196 ppb | 195 ppb | 945 ppb | | |
| 5 Fysiikka / Kemia (1 krs.) | | | | 4564 ppb | | |
| | | | 1095 ppb | | | |
| Alhainen lämpötila | 2022 | | | | | |
| | 23 HUH | 28 HUH | 3 TOU | 8 TOU | 13 TOU | 18 TOU |
| 16 Kielet (1 krs.) | | 19.7 $^{\circ}\text{C}$ | 19.7 $^{\circ}\text{C}$ | 19.7 $^{\circ}\text{C}$ | | |
| 32 Kotitalous (0 krs.) | | 19.6 $^{\circ}\text{C}$ | 19.5 $^{\circ}\text{C}$ | | 19.6 $^{\circ}\text{C}$ | |
| 5 Fysiikka / Kemia (1 krs.) | | 19.2 $^{\circ}\text{C}$ | 19.5 $^{\circ}\text{C}$ | 19.5 $^{\circ}\text{C}$ | | |
| | | 19.4 $^{\circ}\text{C}$ | | | | |

Alhainen ilmankosteus

2022

23 HUH

28 HUH

3 TOU

8 TOU

13 TOU

18 TOU

14 Uskonto (1 krs.)

15%

17%

17%

16 Kielet (1 krs.)

14%

17%

17%

19 Tietotekniikka (1 krs.)

19%

15%

16%

16%

2 Maant./Biol. (1 krs.)

18%

16%

16%

16%

22 Vieraat kielet (1 krs.)

15%

17%

17%

24 Kuvaamataito (1 krs.)

16%

17%

17%

27 Kielet (2 krs.)

14%

17%

17%

29 Kielet (2 krs.)

15%

18%

18%

8 Historia (1 krs.)

17%

16%

16%

9 Opetustila (1 krs.)

18%

15%

17%

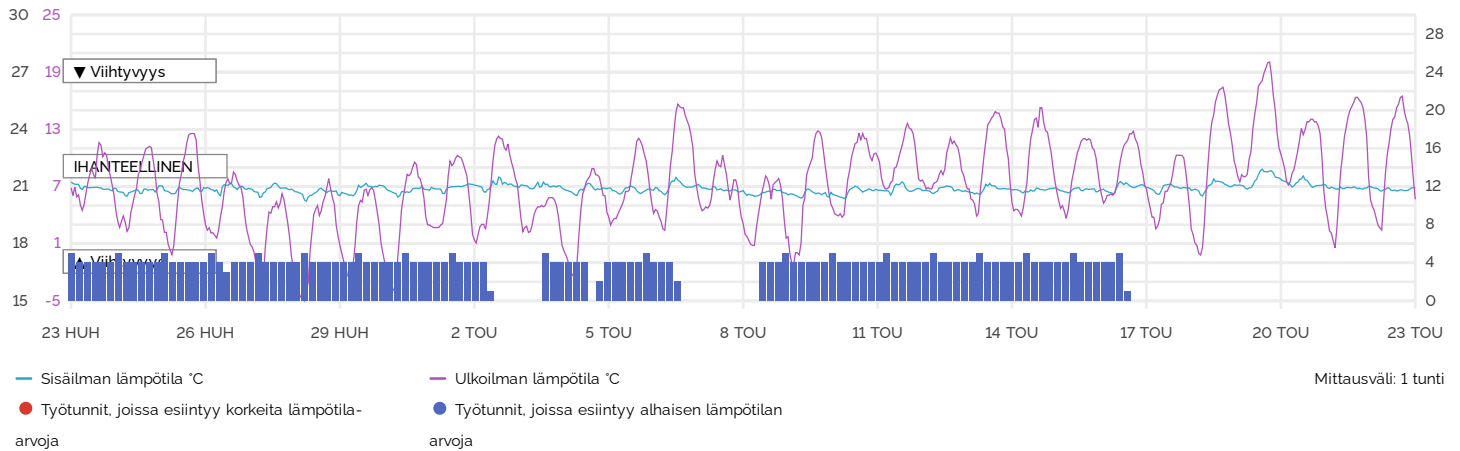
16%

* **Alleviivattu sijainti** - Tapahtuma ollut vielä Alhainen  Korkea: Vaikutuksen alaisten kohteiden määrä aktiivinen valitun tarkastelujakson viimeisen viikon ajan.

Lämpötila

Lämpötila sisällä (°C) / Lämpötila ulkona (°C)

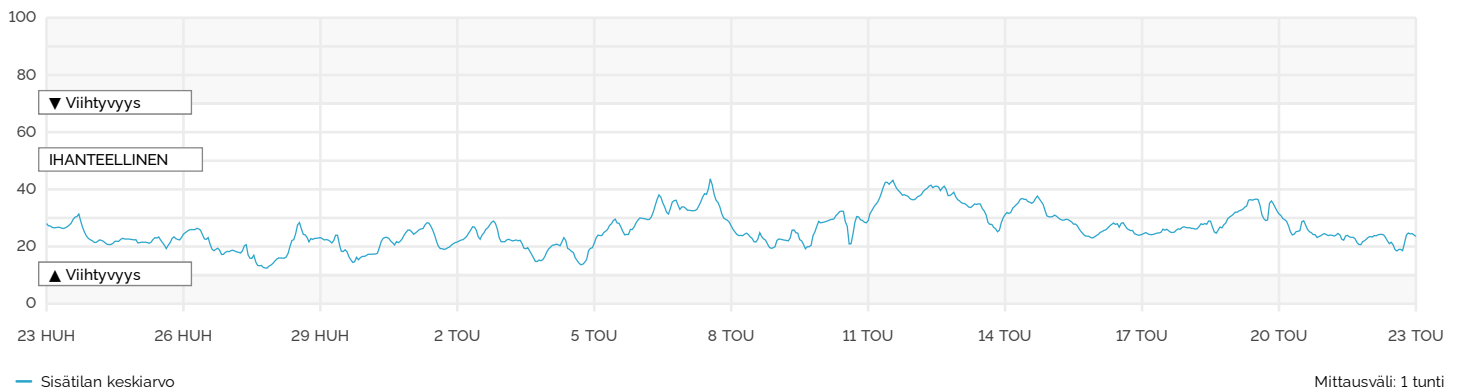
Tapahtumat (tuntien lukumäärä)



Mittausväli: 1 tunti

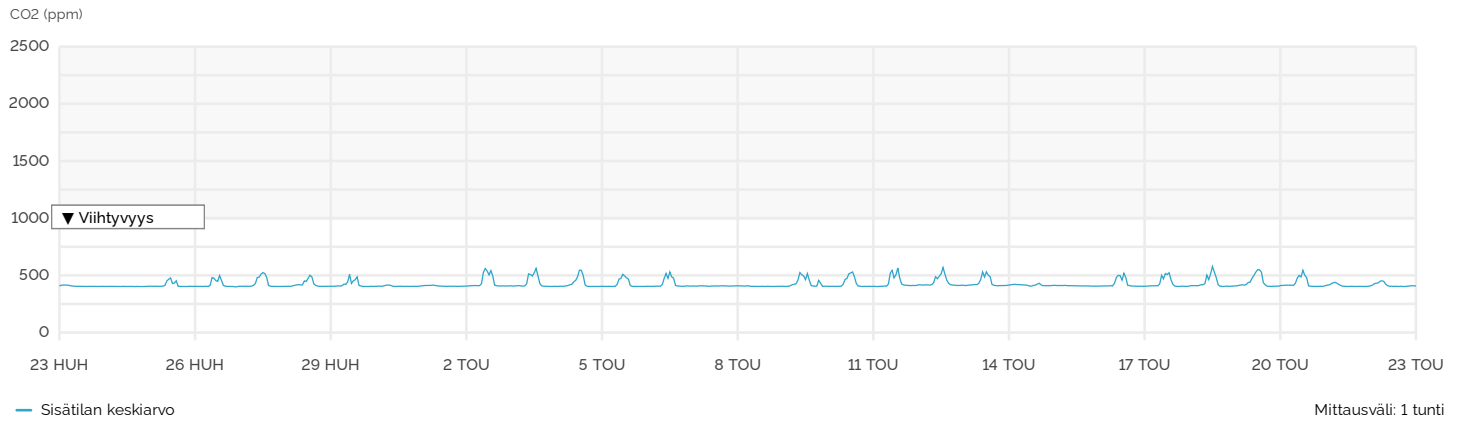
Suhteellinen ilmankosteus

Suhteellinen ilmankosteus (%)

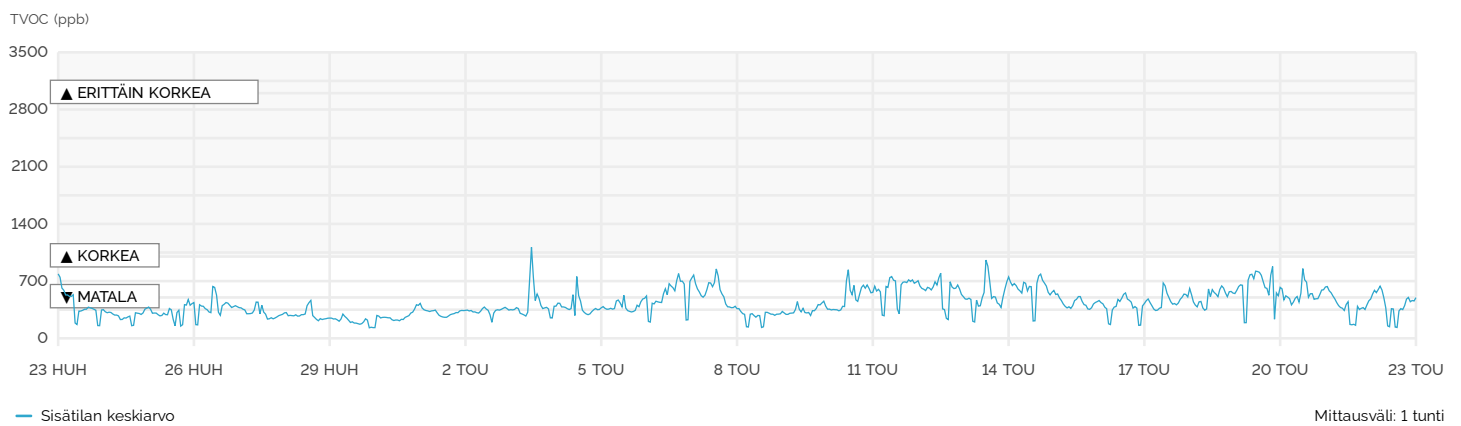


Mittausväli: 1 tunti

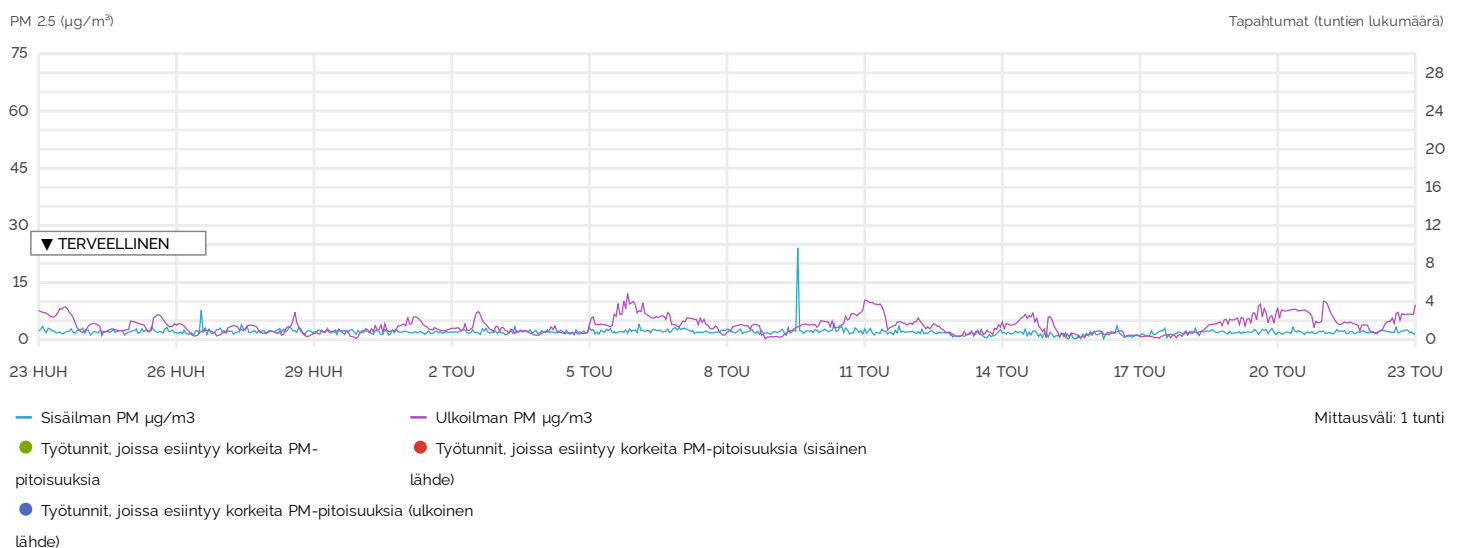
CO2



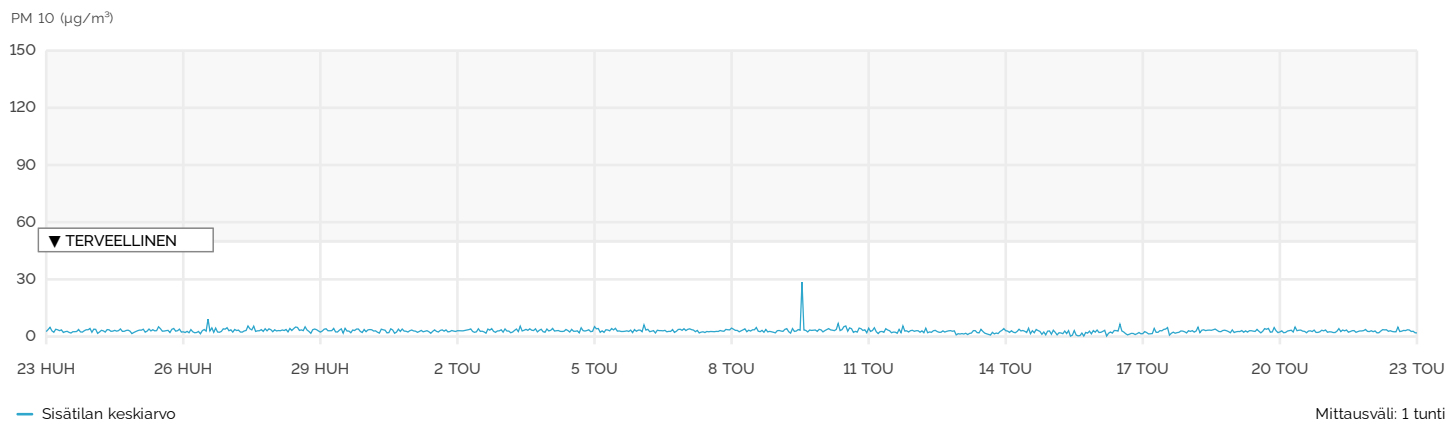
TVOC



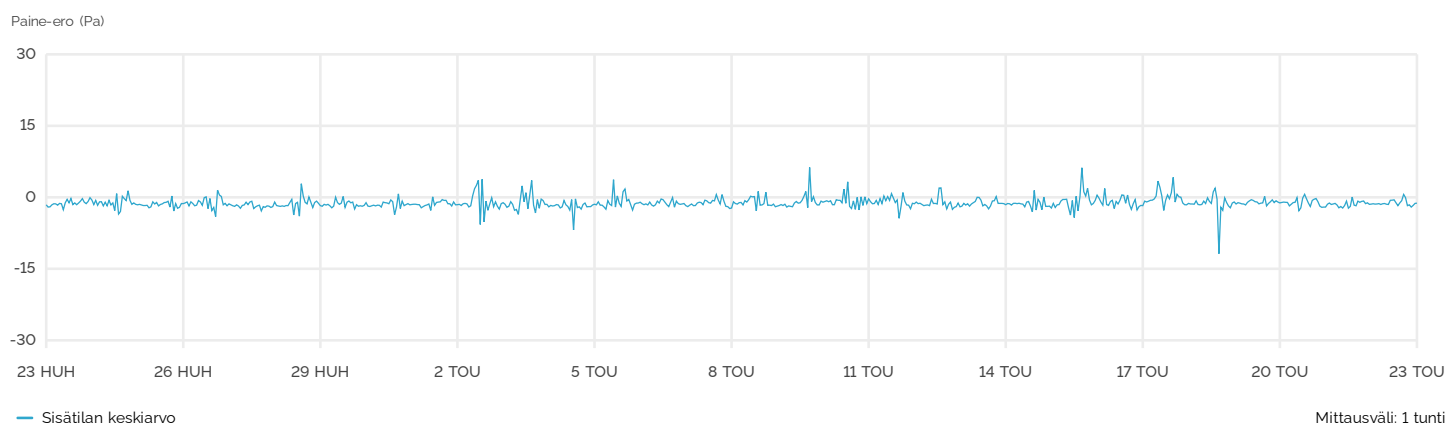
PM 2.5 [1]



PM 10 [1]



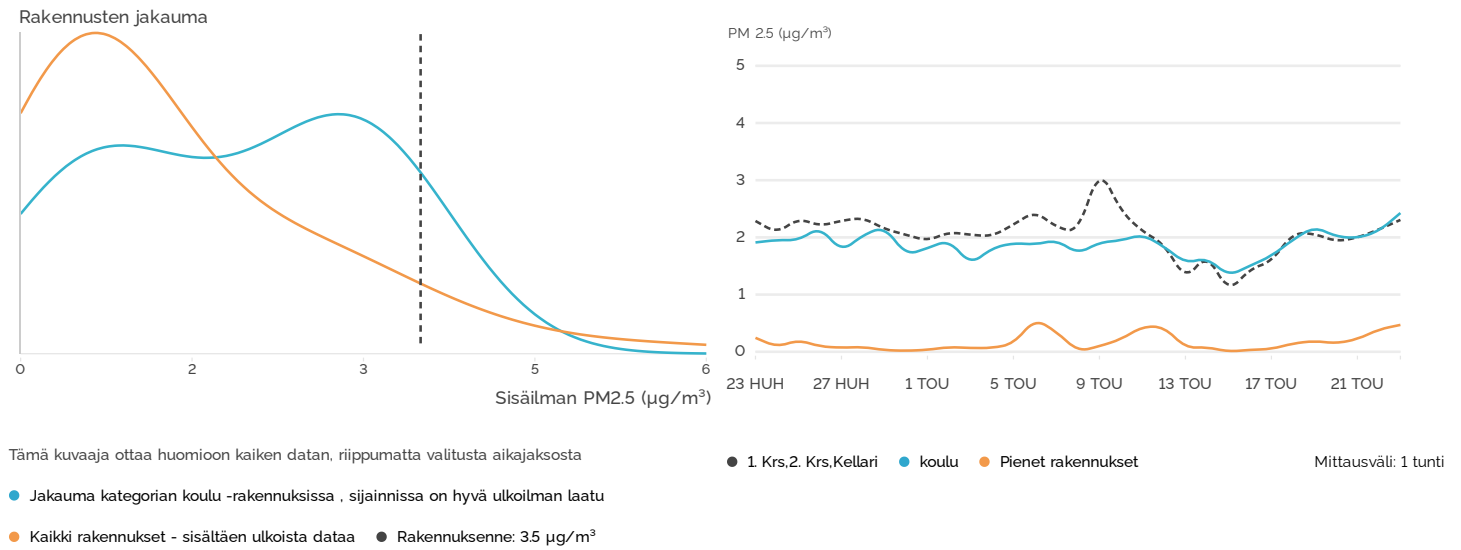
Paine-ero



Vertailu rakennuskategoriassa

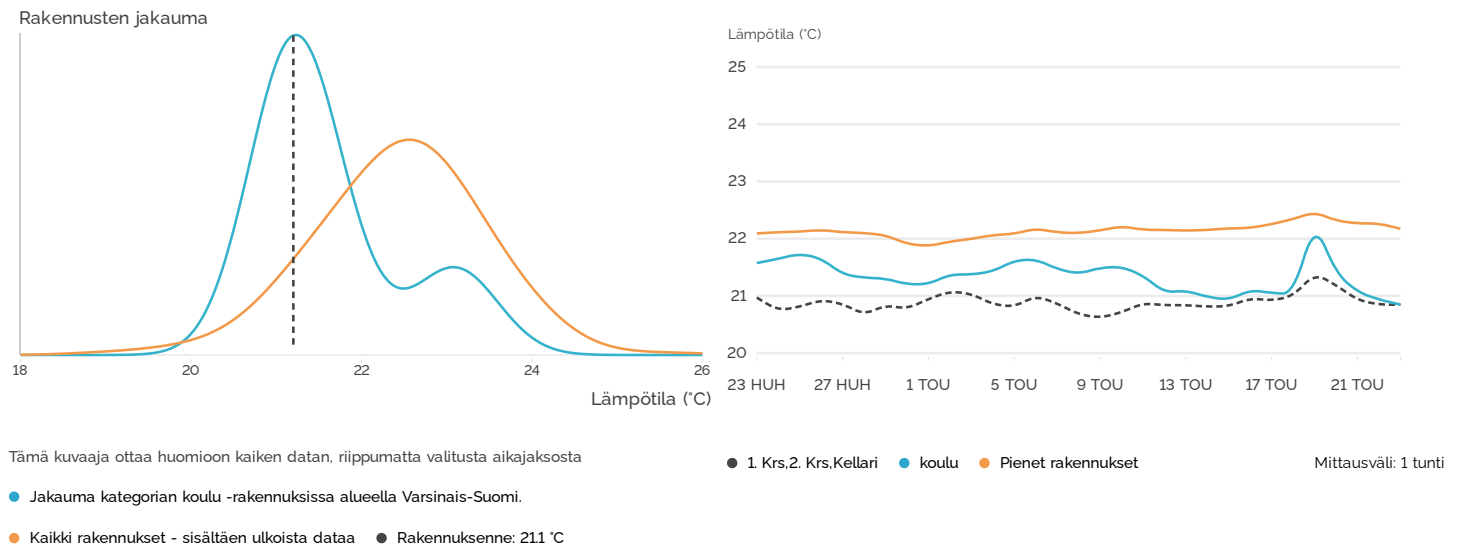
Suodatus

PM 2.5 -arvo on rakennuksessanne 1.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ korkeampi kuin mediaaniarvo kategorian koulu -rakennuksissa , sijainnissa on hyvä ulkoilman laatu



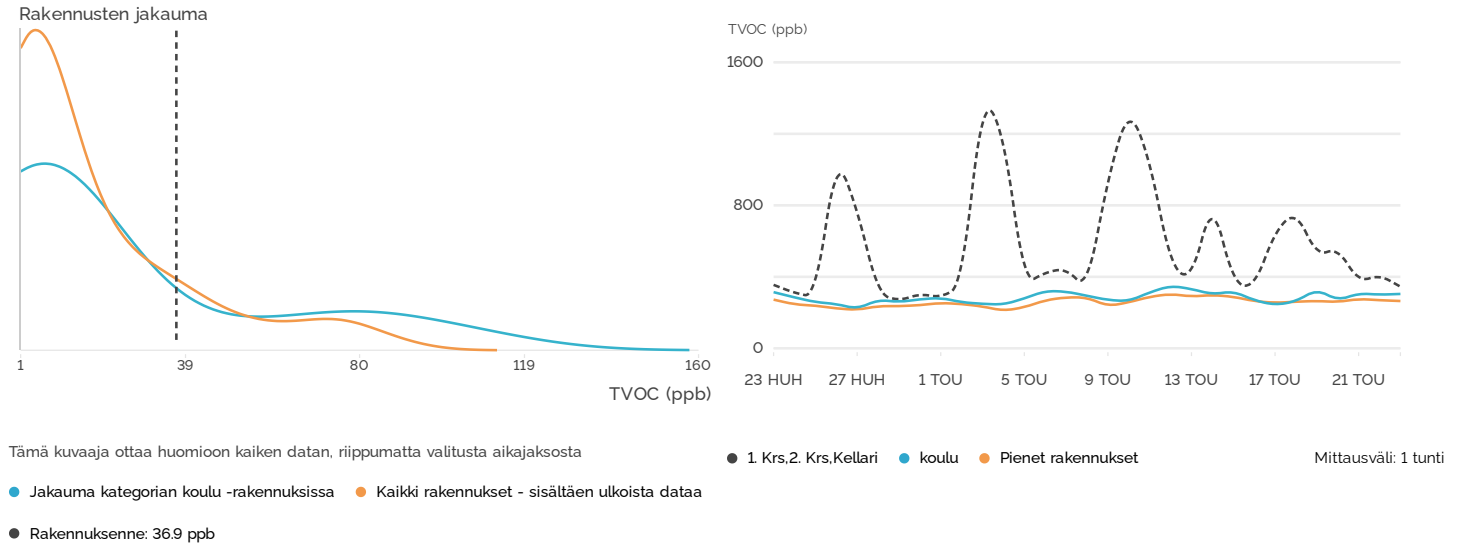
Lämpötila

Rakennuksenne lämpötila on 0.1°C matalampi kuin mediaaniarvo kategorian koulu -rakennuksissa alueella Varsinais-Suomi.



Materiaalipäästöt

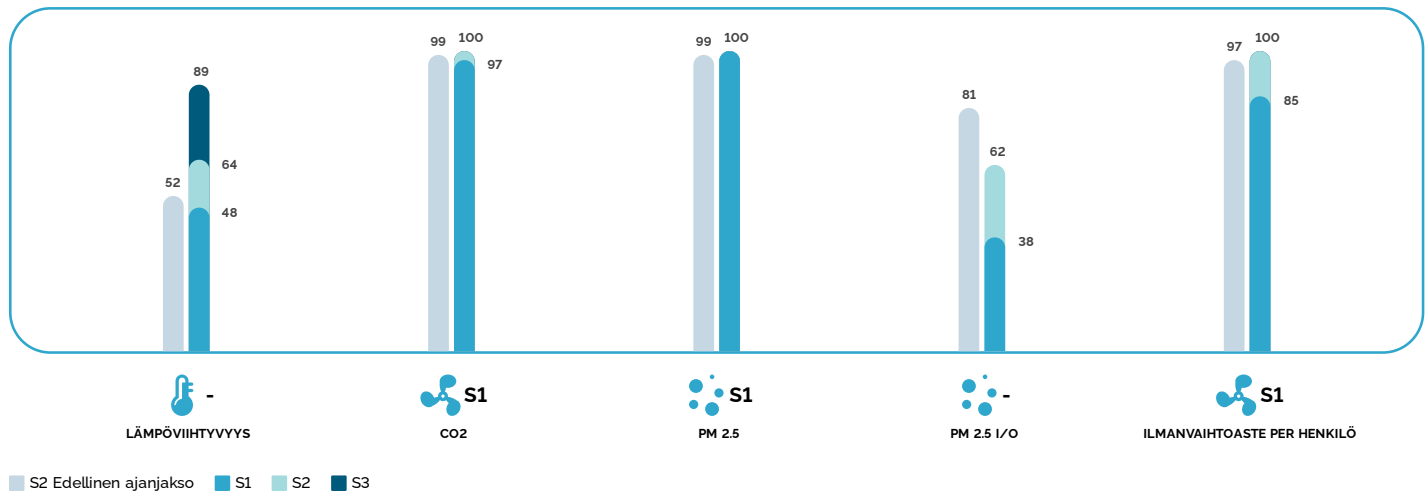
Rakennuksenne materiaalipäästöt ovat 25.8 ppb korkeammat kuin mediaaniarvo kategorian koulu -rakennuksissa.



Sisäilmastoluokituksen ohjesäännöt [2]

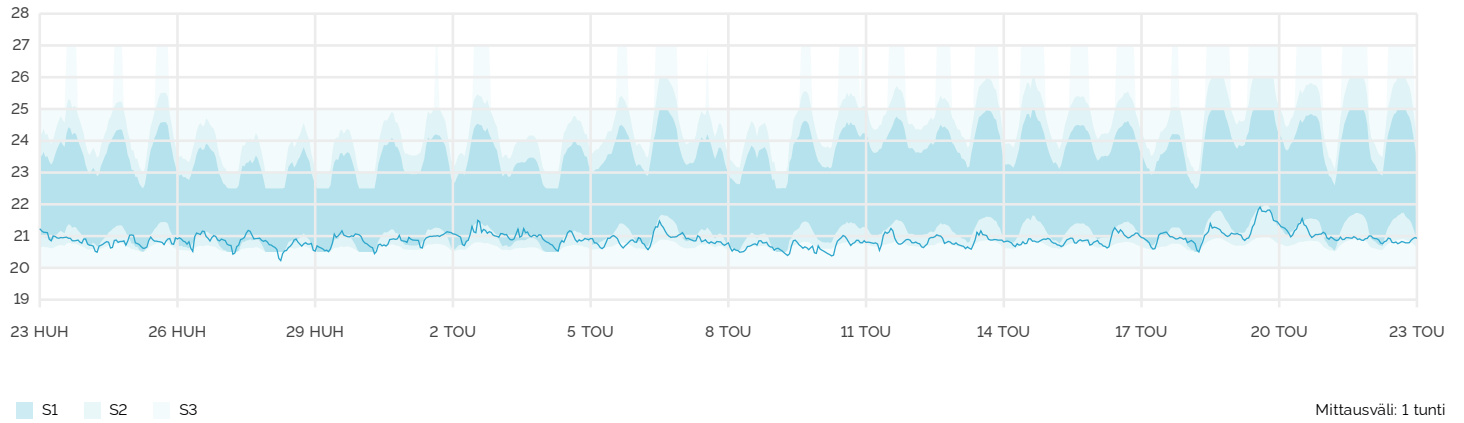
Tulokset

Soveltuvuus



Lämpötilan luokittelukuvaaja

Lämpötila (°C)

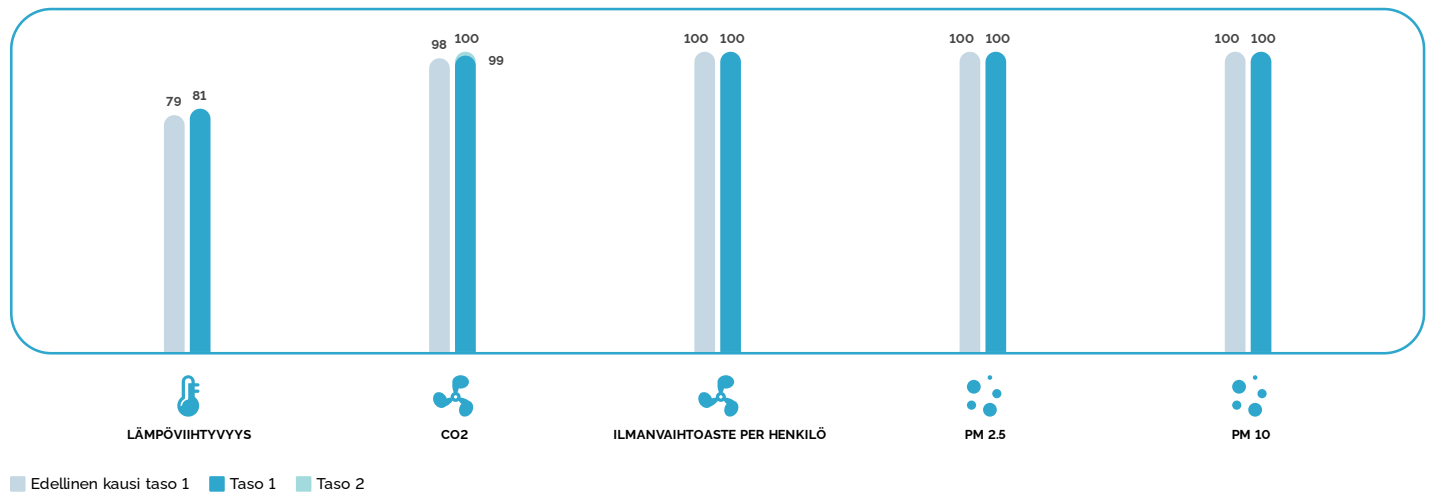


Katso liite: Sisäilmastoluokituksen ohjesäännöt

R1 ohjesäännöt [3][4]

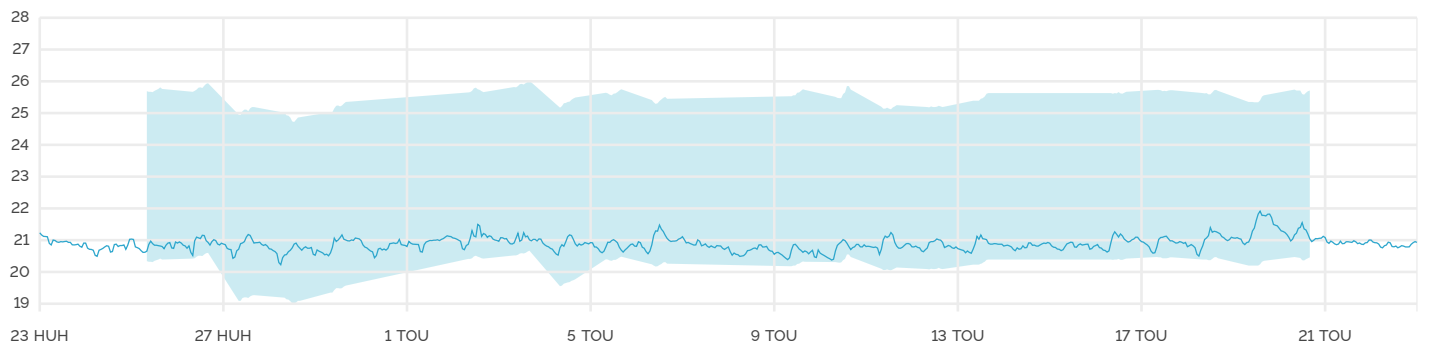
Tulokset

Soveltuvuus



Lämpötilan noudattamisvyöhyke

Lämpötila (°C)



■ Rakennuksenne ■ PMV/PPD:n noudattamisalue

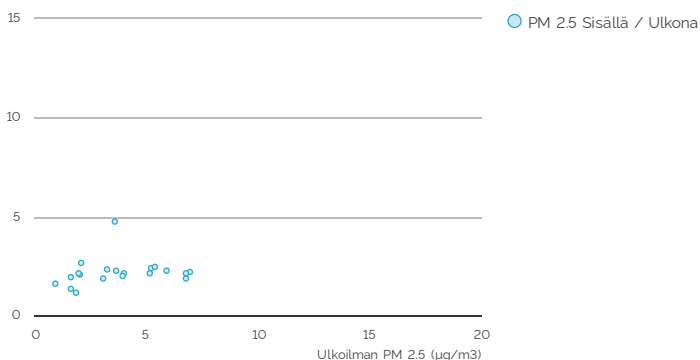
Mittausväli: 1 tunti

Katso liite: ASHRAE-ohjesäännöt, WELL-ohjesäännöt, saksalaiset ohjesäännöt, R1 ohjesäännöt, tsekkiläiset ohjesäännöt

Suoritusanalyysi

PM 2.5 suodatuksen suorituskyky

Sisälman PM 2.5 (µg/m3)



ANTURITILASTOT

| | |
|-------------|-------|
| Keskiarvo ▼ | 38.8% |
| Minimi = | 0% |
| Maksimi ▼ | 71.6% |

TEHOKKUUS

| |
|-------|
| 38.8% |
| 0% |
| 71.6% |

EDELLINEN AJANJAKSO

| |
|-------|
| 52.4% |
| 0% |
| 85.8% |

SUODATUS

Vähäinen ulkoilman PM2.5:n suodattuminen havaittu.

19 Tietotekniikka

Korkea suorituskyky PM2.5:n suodattamisessa.

SISÄISEN LÄHTEEN HALLINTA

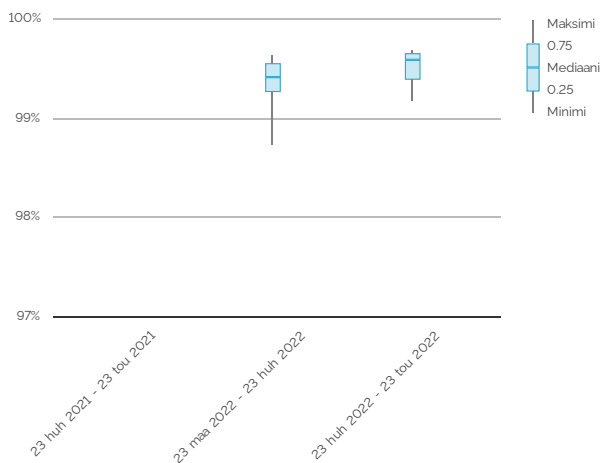
Sisätiloissa syntyneitä pienhiukkasia havaittu.

19 Tietotekniikka

Harkitse PM2.5:n lähdekontrollin parantamista vähentämällä aktiviteetteja (kuten polttaminen, siivous), joista saattaa vapautua tai syntyä hiukkasia, ja / tai lisäämällä ilmanvaihtoa pienhiukkasten tehokkaammaksi poistamiseksi.

Lämpötila vs. suhteellinen suoritus [5]

Suhteellinen suoritus



ANTURITILASTOT

| | |
|-------------|-------|
| Keskiarvo ▲ | 99.7% |
| Minimi ▲ | 99.2% |
| Maksimi = | 99.8% |

SUORITUSKYKY

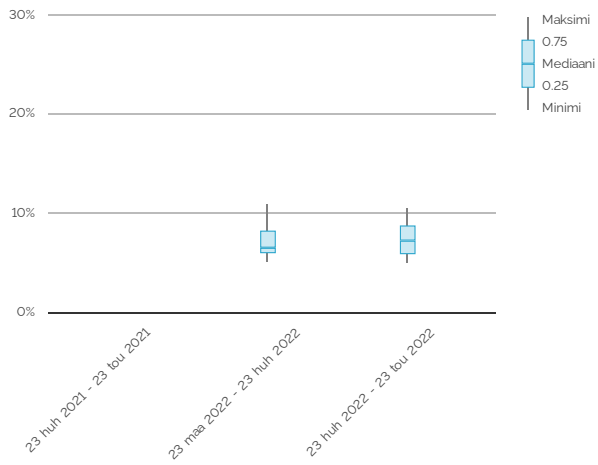
| |
|-------|
| 99.7% |
| 99.2% |
| 99.8% |

EDELLINEN AJANJAKSO

| |
|-------|
| 99.5% |
| 98.7% |
| 99.8% |

Keskimääräinen tyytymättömien osuus lämpötilan mukaan [6]

Keskimääräinen tyytymättömien osuus



ANTURITILASTOT

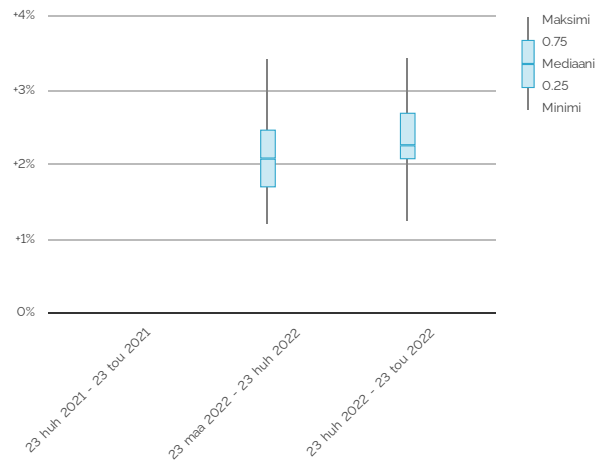
| ANTURITILASTOT | PPD |
|----------------|-------|
| Keskiarvo ▼ | 8% |
| Minimi = | 5.5% |
| Maksimi ▲ | 11.6% |

EDELLINEN AJANJAKSO

| |
|------|
| 7.1% |
| 5.5% |
| 12% |

Ilmanvaihdon taso vs. suhteellinen suoritus [7]

Suhteellinen suoritus



ANTURITILASTOT

| ANTURITILASTOT | SUORITUSKYKY |
|----------------|--------------|
| Keskiarvo ▲ | 2.4% |
| Minimi = | 1.2% |
| Maksimi = | 3.7% |

EDELLINEN AJANJAKSO

| |
|------|
| 2.2% |
| 1.2% |
| 3.7% |

Lähteet

- [1] Maailman terveysjärjestö, WHO (World Health Organization). WHO:n ilmanlaadun ohjeet pienhiukkasille, otsonille, typpioksidille ja rikkioksidille: maailmanlaajuinen päivitys 2005: riskinarvioinnin tiivistelmä. No. WHO/SDE/PHE/OEH/06.02. Geneva: World Health Organization, 2006.
- [2] RT 07-11299, Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Rakennustietosäätiö RTS, 2018.
- [3] SWEDVAC. 2013. R1 – Riktlinjer för specifikation av inneklimatkrav, VVS Tekniska Föreningen, SWEDVAC, Stockholm.
- [4] SS-EN ISO 7730:2006. Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria.
- [5] Lämpötilan ja suhteellisen suorituksen vertailua käytetään arvioimaan työsuoritusta suhteessa maksimaaliseen suoritukseen (100%) 21.5 - 22°C lämpötilassa. Suhteellisen suorituksen (RP1) arvio perustuu Seppänen ja Fiskin tutkimukseen (2006).
Seppänen O., Fisk W.J., Lei QH. 2006. Effect of temperature on task performance in office environment
- [6] Ennustettu tyytymättömien osuus (PPD-indeksi) saadaan Fangerin lämpöviihtyvyyden laskentamenetelmän avulla, ja sitä käytetään ASHRAE-ohjesääntöjen noudattamisessa. Suositeltu PDD-arvo on alle 10%.
Fanger PO. 1970. Thermal comfort-analysis and applications in environmental engineering. Danish Technical Press, Copenhagen
ASHRAE Standard 55-2013 -- Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy (ANSI Approved)
- [7] Ilmanvaihdon taso vs suhteellinen suoritus käytetään arvioimaan työsuoritusta ilmanvaihtoasteen referenssiarvoon, mikä on 6,5 l/s henkilöä kohti. Referenssiarvo perustuu Seppänen ja Fiskin tutkimukseen (2006).
Seppänen O., Fisk W.J., Lei QH. 2006. Ventilation and performance in office work

LÄHDE: SISÄILMASTOLUOKITUS

Lämpötila [1]

| | S1 | S2 | S3 |
|--|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Operatiivinen lämpötila t_{op} [°C] | | | |
| $t_u \leq 0^\circ\text{C}$ | 21.5 | 21.5 | |
| $0^\circ\text{C} < t_u \leq 20^\circ\text{C}$ | $21.5 + 0.15 \times t_u$ | $21.5 + 0.2 \times t_u$ | |
| $t_u > 20^\circ\text{C}$ | 24.5 | 25.5 | |
| $t_u \leq 10^\circ\text{C}$ | | | 21 |
| $10^\circ\text{C} < t_u \leq 20^\circ\text{C}$ | | | $21 + 0.55 \times (t_u - 10)$ |
| $t_u > 20^\circ\text{C}$ | | | 27 |

Lämpötilan sallittu vaihteluväli [°C]

Poikkeama ylöspäin

| | | | |
|---|---------------------------|---------------------------|--------|
| $t_u \leq 0^\circ\text{C}$ | < 22.5 | < 23 | |
| $0^\circ\text{C} < t_u \leq 15^\circ\text{C}$ | $22.5 + 0.166 \times t_u$ | $23 + 0.2 \times t_u$ | |
| $t_u > 15^\circ\text{C}$ | < 25 | < 26 | |
| $t_u \leq 10^\circ\text{C}$ | | | < 25 |
| $t_u > 10^\circ\text{C}$ | | | < 27 |
| Poikkeama alaspäin | | | |
| $t_u \leq 0^\circ\text{C}$ | > 20.5 | > 20.5 | > 20.0 |
| $0^\circ\text{C} < t_u \leq 20^\circ\text{C}$ | $20.5 + 0.075 \times t_u$ | $20.5 + 0.025 \times t_u$ | > 20.0 |
| $t_u > 20^\circ\text{C}$ | > 22 | > 21 | > 20.0 |

Olosuhteiden pysyvyys 1% käyttöajasta]

90%

90%

Toimi- ja opetustilat

Hiilidioksidi [1]

| | S1 | S2 | S3 |
|---|-------|-------|-------|
| Ulkoilman pitoisuuden ylittävä hiilidioksidipitoisuus [ppm] | < 350 | < 550 | < 800 |
| Olosuhteiden pysyvyys 1% käyttöajasta] | 90% | 90% | |
| Toimi- ja opetustilat | | | |

PM 2.5 [1]

| | S1 | S2 | S3 |
|--|-------|-------|------|
| PM 2.5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | < 10 | < 10 | < 25 |
| PM 2.5 sisäilma- / ulkoilma-suhde | < 0.5 | < 0.7 | |
| Olosuhteiden pysyvyys 1% käyttöajasta] | 90% | 90% | |
| Toimi- ja opetustilat | | | |

Ilmanvaihtoaste per henkilö [1]

| | S1 | S2 | S3 |
|--|----|----|----|
| Ilmanvaihtoaste per henkilö [$\text{dm}^3/\text{s}/\text{person}$] | 14 | 9 | 6 |
| Toimitila, suuri tilatehokkuus | | | |

Lähteet

[1] RT 07-11299, Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Rakennustietosäätiö RTS, 2018.

LIITE: ASHRAE-OHJESÄÄNNÖT, WELL-OHJESÄÄNNÖT, SAKSALAISET OHJESÄÄNNÖT, R1 OHJESÄÄNNÖT, TSEKKILÄISET OHJESÄÄNNÖT

ASHRAE-ohjesäännöt

| | Soveltuvuus |
|---|------------------|
| Lämpöympäristö | |
| Keskimääräinen tyytymättömien osuus (PPD) | < 10 % |
| Keskimääräinen lämpötuntemus (PMV-indeksi) (PMV) | -0.5 < PMV < 0.5 |
| Suhteellinen ilmankosteus [%] | ≤ 65 |
| CO2 [ppm] | ≤ 1090 |
| Lisätietoja, tämä ei ole vaatimus standardin edellytysten täyttämiseksi | |
| Ilmanvaihtoaste per henkilö [l/s.person] | ≥ 8.5 |

WELL-luokitus

| | Soveltuvuus |
|---|------------------|
| Lämpöympäristö | |
| Keskimääräinen tyytymättömien osuus (PPD) | < 10 % |
| Keskimääräinen lämpötuntemus (PMV-indeksi) (PMV) | -0.5 < PMV < 0.5 |
| Haihtuvat orgaaniset yhdisteet [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | < 500 |
| PM 2.5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | < 15 |
| PM 10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | < 50 |
| Partikkelisuodatus | |
| MERV vastaisuus | ≥ 13 |
| PM 2.5 suodatuksen tehokkuus [%] | > 90 |
| Ilmanvaihtoaste per henkilö [l/s.person] | ≥ 8.5 |

Saksalaiset ohjesäännöt

| | Soveltuvuus |
|---|-------------|
| Lämpötila [°C] | 20 ≤ t ≤ 26 |
| Haihtuvat orgaaniset yhdisteet [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | < 300 |
| CO2 [ppm] | ≤ 1000 |

R1 ohjesäännöt

| | Taso 1 | Taso 2 |
|---|------------------|--------|
| Lämpöihtiivyyys | | |
| Ennustettu tyytymättömien osuus (PPD-indeksi) | < 10 % | |
| Keskimääräinen lämpötuntemus (PMV-indeksi) | -0.5 < PMV < 0.5 | |
| CO2 [ppm] | ≤ 800 | ≤ 1000 |
| Ilmanvaihtoaste per henkilö [l/s/henkilö] | ≥ 7.5 | |
| PM 2.5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | ≤ 15 | |
| PM 10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | ≤ 40 | |

Tsekkiläiset ohjesäännöt

| | Soveltuvuus |
|--|--------------|
| Lämpötila [°C] | 20 ≤ T ≤ 27 |
| Suhteellinen ilmankosteus [%] | 30 ≤ RH ≤ 70 |
| Ilmanvaihtoaste per henkilö [m ³ /h.person] | ≥ 25 |
| Melu [LAeq,8h] | ≤ 50 |