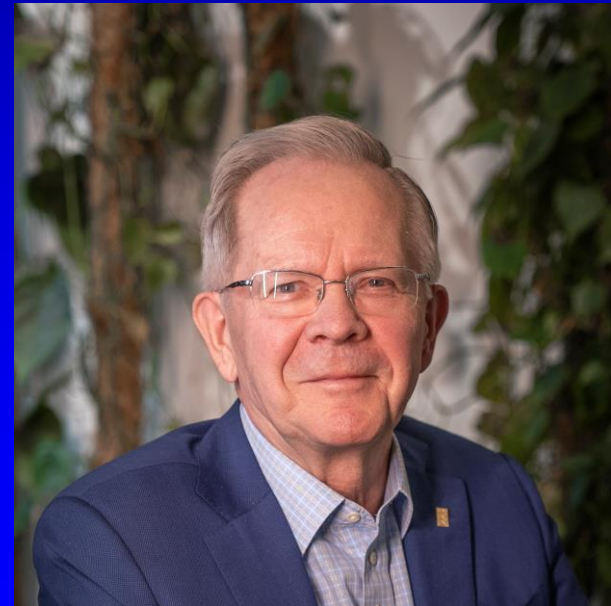


Sisäilma ja energiatehokkuus

Olli Seppänen

Emeritusprofessori

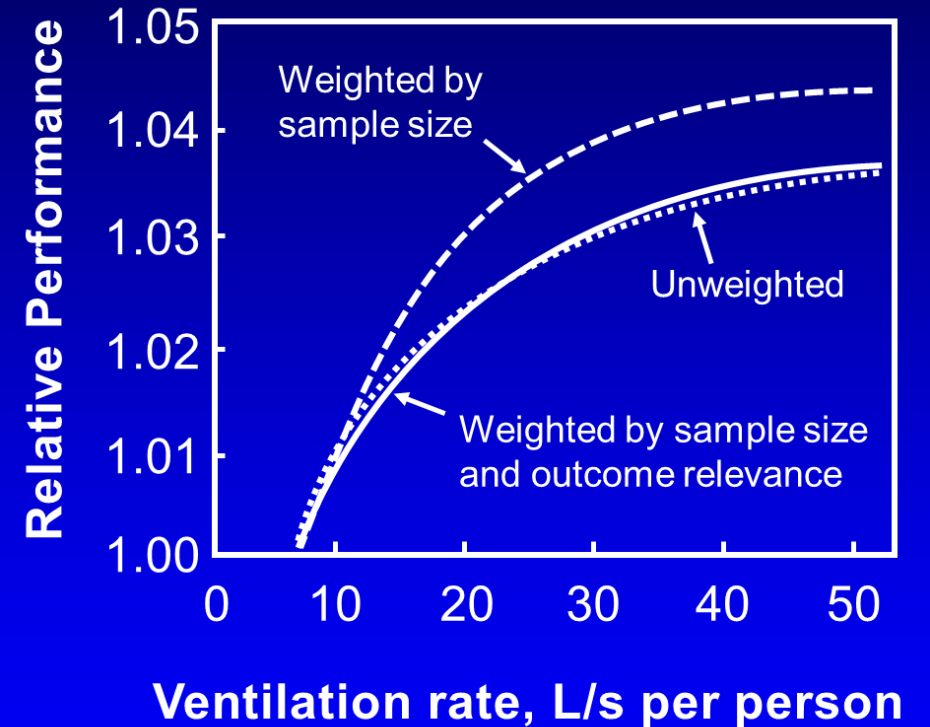
Terveet tilat foorumi 15.2.2023



Hyvä ilmanvaihto - hyvän sisäilman perusta

- Tuo sisään ulkoilmaa
- Poistaa sisällä syntyneet epäpuhtaudet
- On energiatehokas

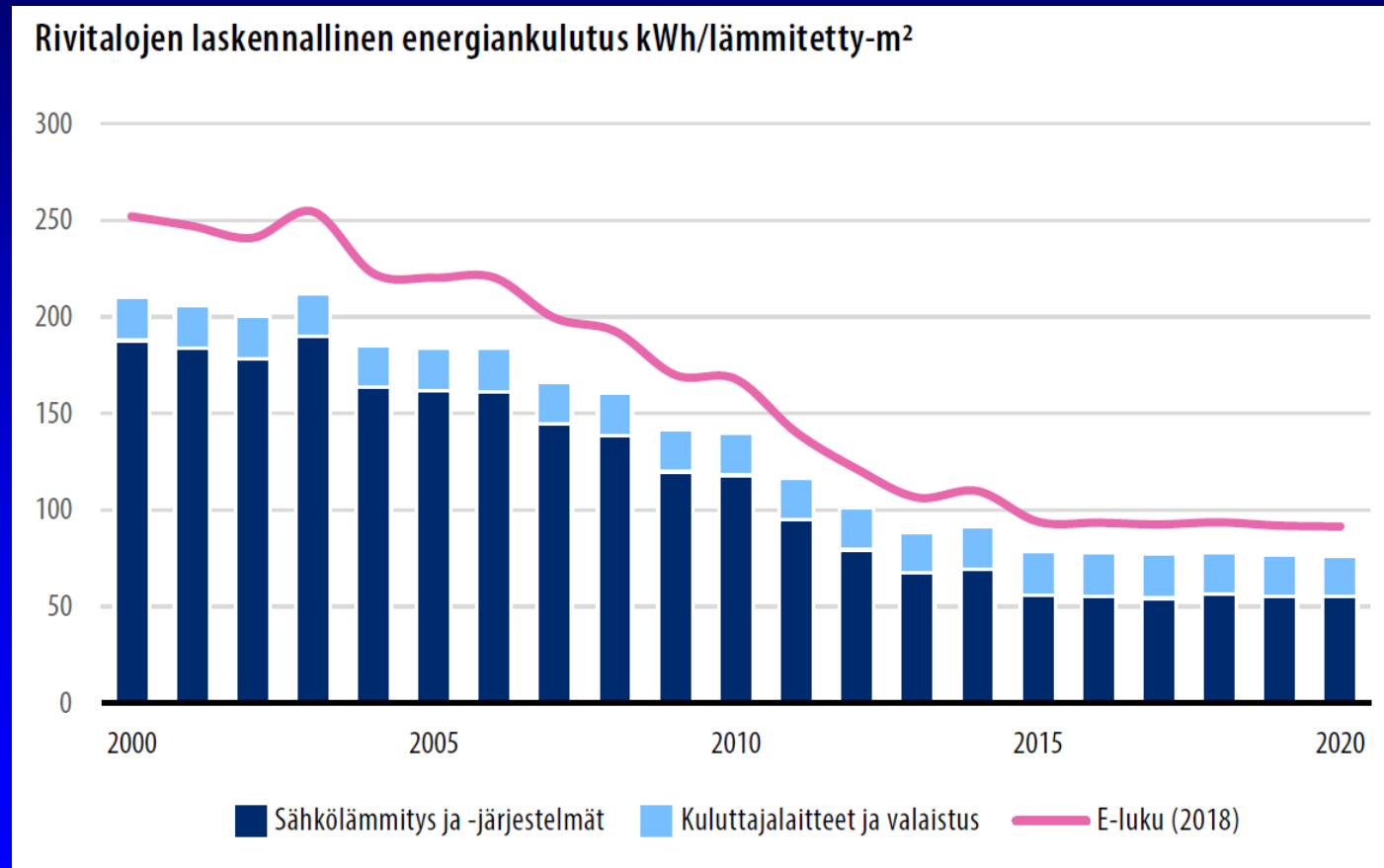
- Vähentää sairauspoissaoloja
- Vähentää sisäilmaoireilua
- Parantaa työn tuottavuutta
- Parantaa oppimistuloksia
- Parantaa unta



Energiatehokkuus

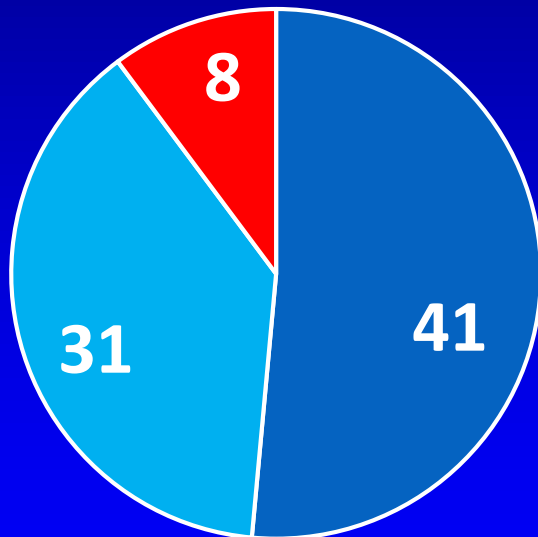
- Tehokkuus = tuotos / panos
- Energiatehokkuus = sisäympäristö / energian käyttö

Asuinrakennusten energian kulutus pienentynyt merkittävästi kiristyneen politiikan myötä



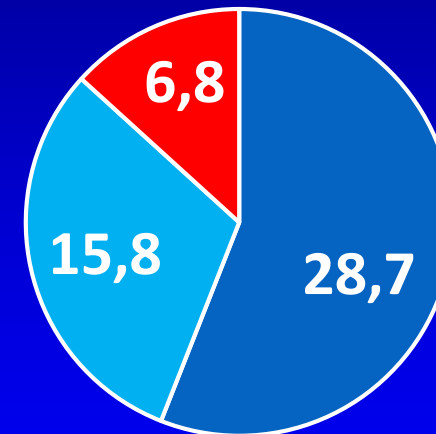
Toimistorakennusten energiankulutus on pienentynyt, myös ilmanvaihton, jonka osuus energiankäytöstä on myös pienentynyt

1990-luvun ttotalo
[80,4 kWh/m²]



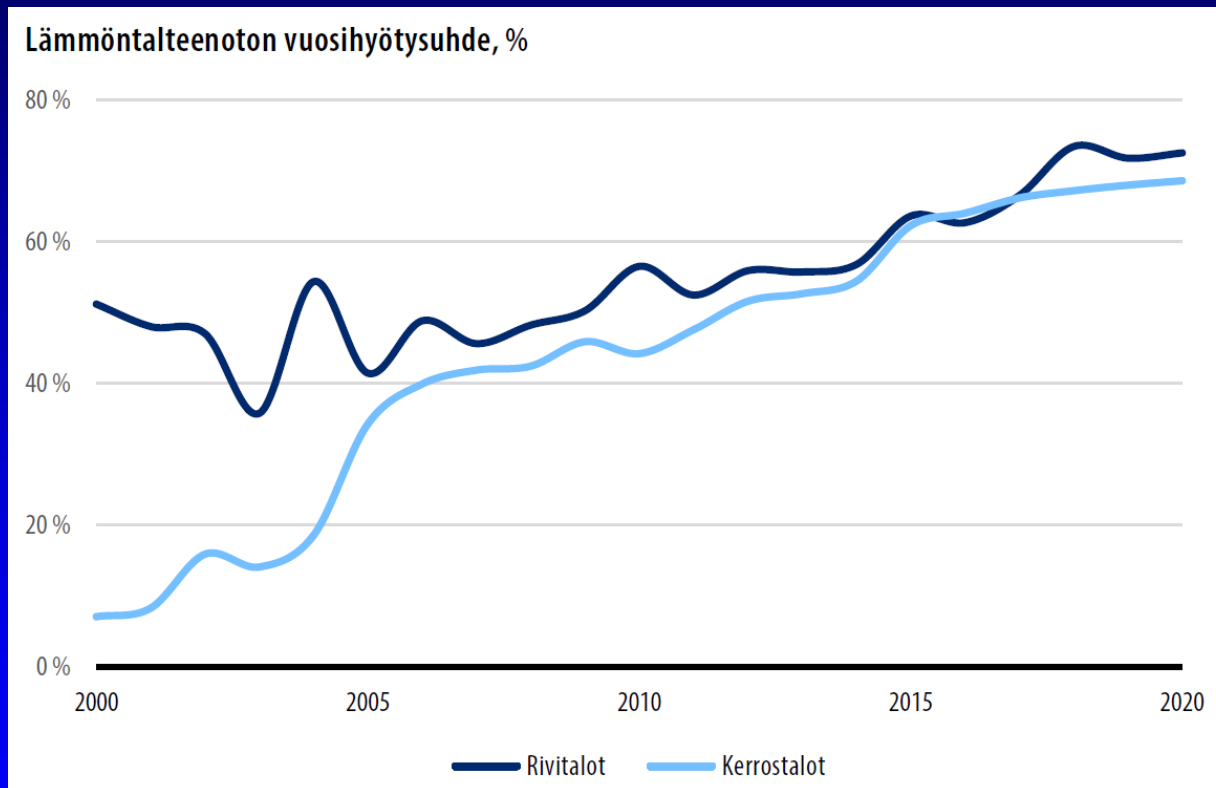
■ Tilat ■ IV ■ LKV

Uusi ttotalo
[51,3 kWh/m²]



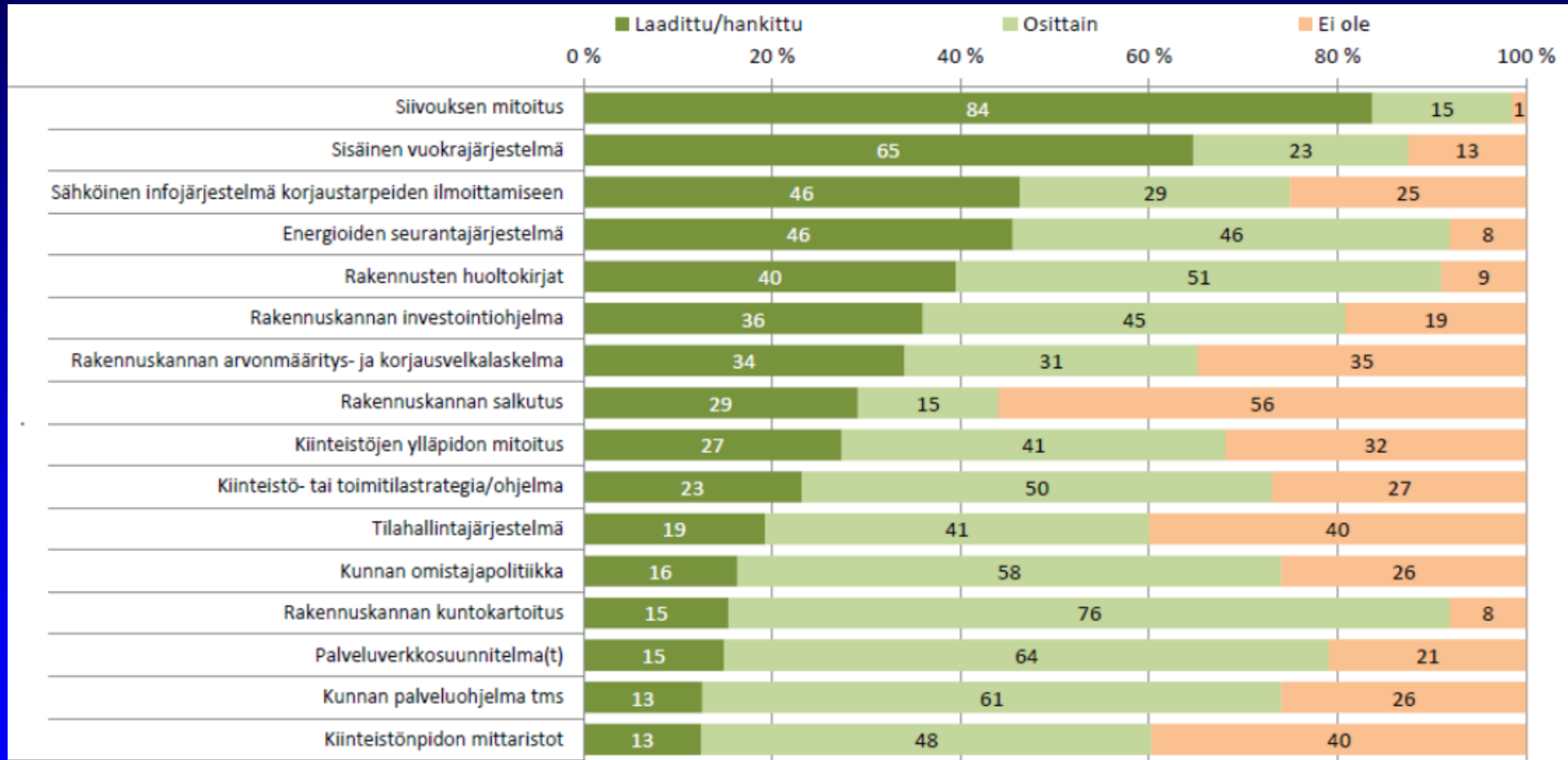
■ Tilat ■ IV ■ LKV

Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto pienentää merkittävästi ilmanvaihdon lämmöntarvetta



Kuntien kiinteistö-ohjelmien tilanne 2019

Missä sisäilmaseuranta?



Ilmanvaihdon säännöllinen katsastus

- 3-5 vuoden välein tehtävä katsastus - fokus julkisissa rakennuksissa (kaikki iv-tavat mukana)
- Tavoitteena varmistaa ilmanvaihdon suunnitelmien ja säädösten mukainen toiminta
- Katsastusopas laadittiin 2021- 22 TT2028 ohjelman osana YMn johdolla FINVACin toimesta
- Opas määrittelee katsastuksen laajuuden ja menetelmät
- Testauksessa (2022) 11 rakennusta, joista 1 läpäisi ilman huomautuksia
- Koulutus alkoi tammikuussa 2023 (SuLVI)



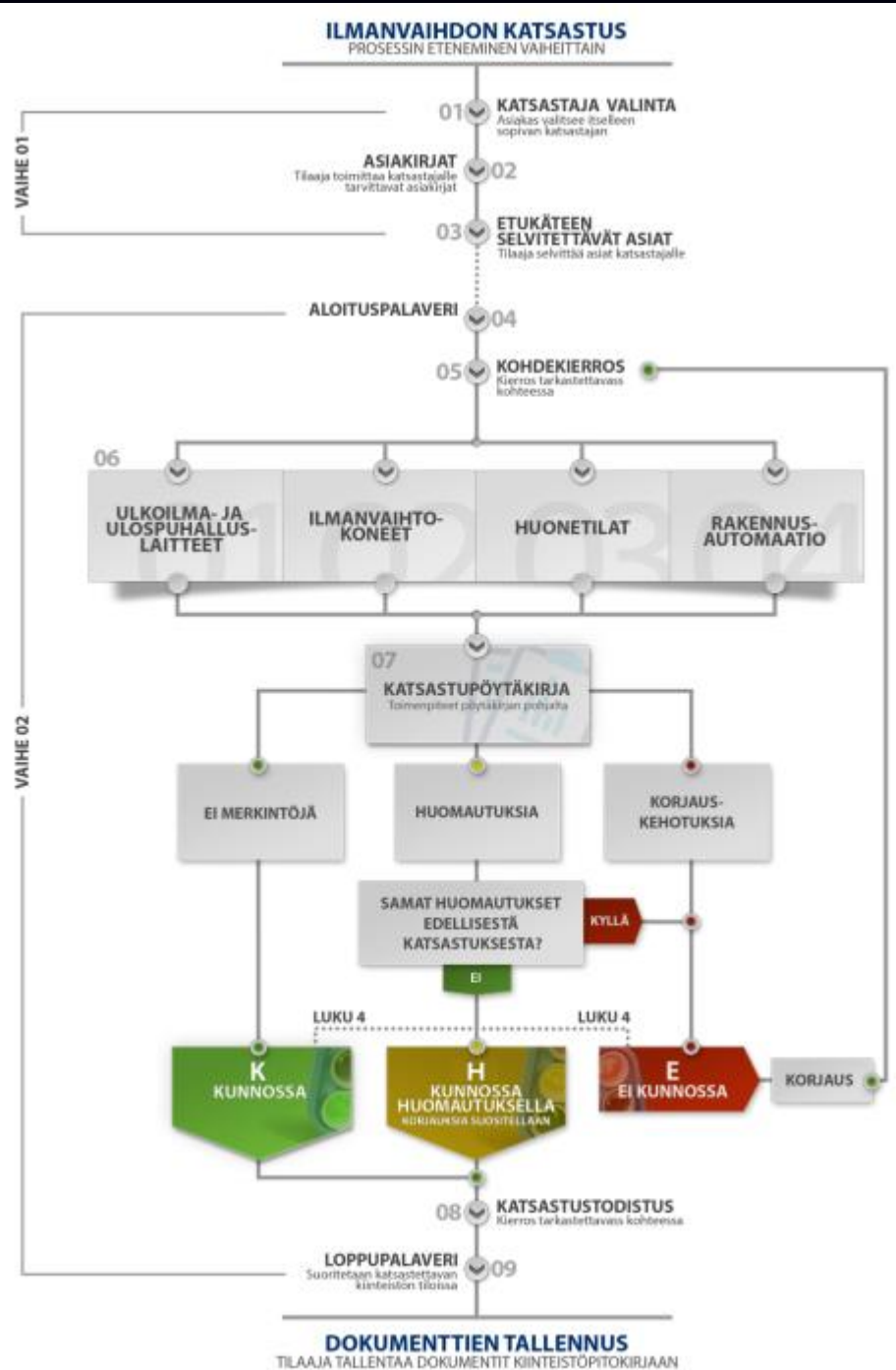
IV-konehuoneen tulee olla puhdas ja IV-koneiden huollettuja



Ulkoilmalaitteet ja erillispoistot tarkastetaan yleensä vesikatolla



Ilmanvaihdon on oltava riittävä ja ilmavirtojen oltava tasapainossa



Ilmanvaihtokoneiden palvelualueet merkitään pohjapiirustukseen



Ilmanvaihtoa ohjaavan automaation toiminta voidaan tarkastaa etäyhteydellä ennen kohdekierrosta



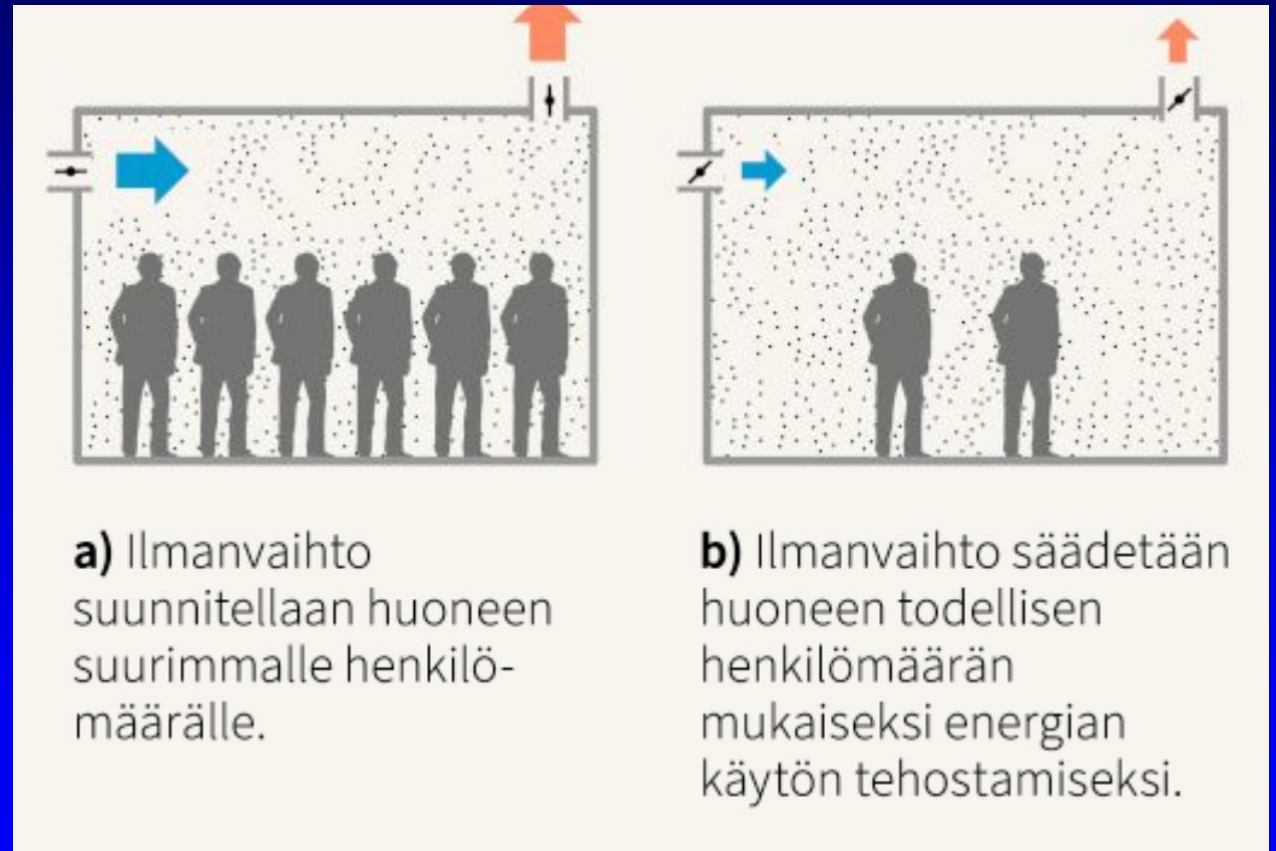
Huomautuksista ja korjauskehotuksista otetaan valokuvat katsastuspöytäkirjan liitteeksi

Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin uusinassa 2023 mukana sisäilmavaatimukset

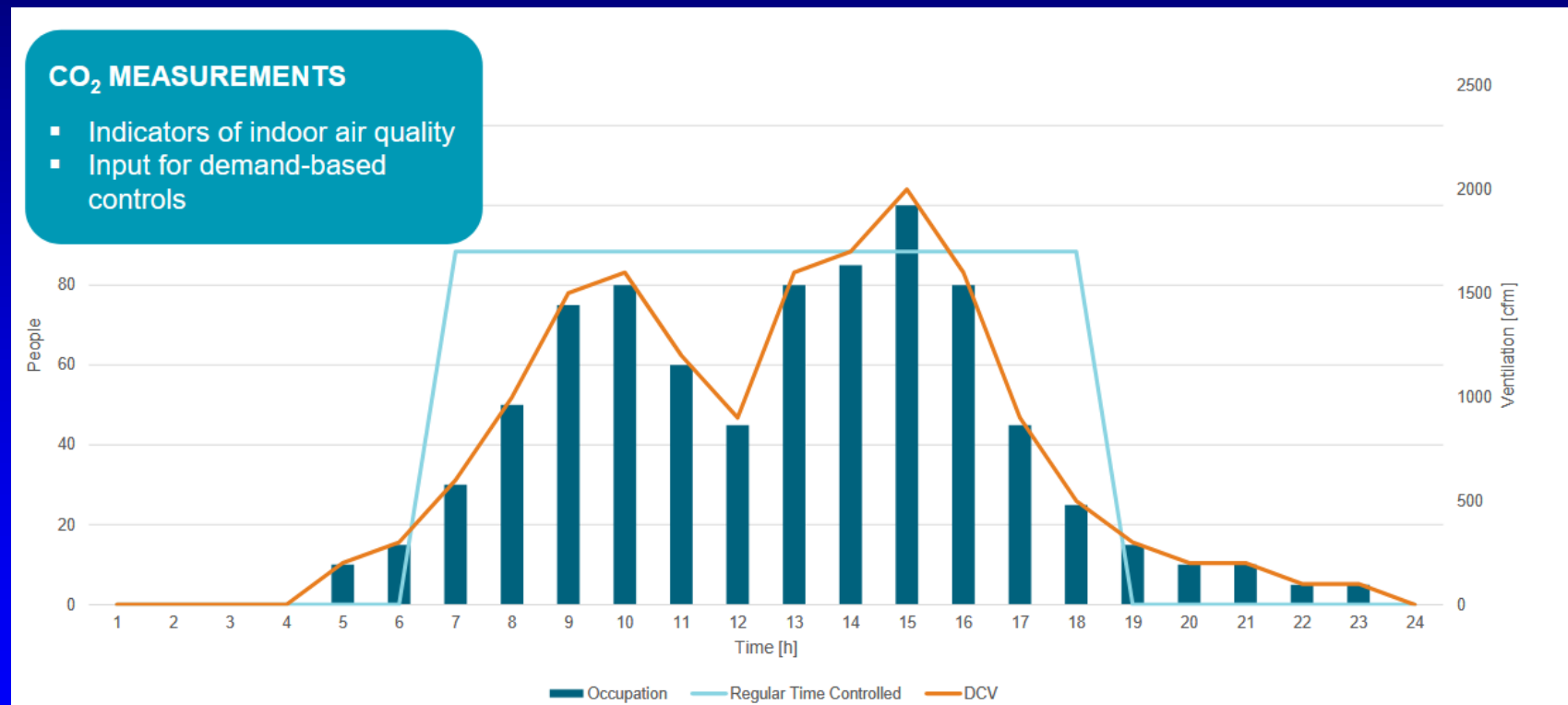
- **EU-parlamentissa (ITRE) lisättiin 2023 artikla**
”Indoor environmental quality”
- **Se velvoittaisi jäsenmaita asettamaan sisäilman tavoitearvot ja toteuttamaan sisäilman laadun mittaaminen, seuranta ja säätö kaikissa uusissa rakennuksissa pl asuinrakennukset**
- **Suomessa on jo 2018 lähtien vaadittu, että (YM asetus 1009/2017 §10)**
”Ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltava siten, että:
ilmanvaihtojärjestelmän toiminnan kannalta keskeisiä toimintoja voidaan mitata, ohjata ja seurata;”

Tarpeenmukaisella ilmanvaihdolla parempaa energiatehokkuutta ja sisäilmaa

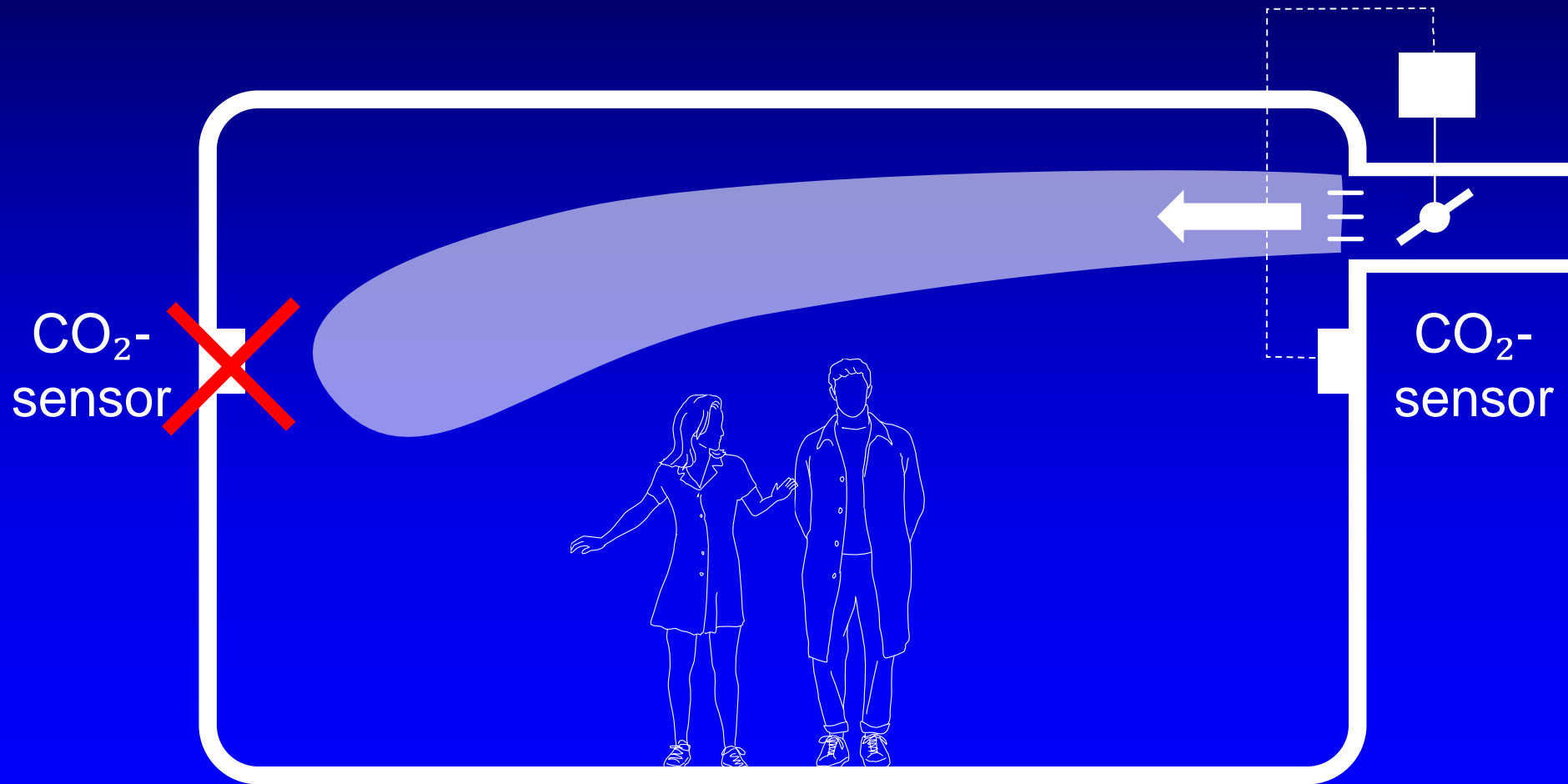
- Tehokkain tapa parantaa sisäilmanlaatua ja energiatehokkuutta
- YM asetus 1009/2017 §10 ”Ilmavirtoja on voitava ohjata kuormituksen tai ilman laadun mukaan käyttötilannetta vastaavasti.”
- Ohjausta voisi vielä laajentaa



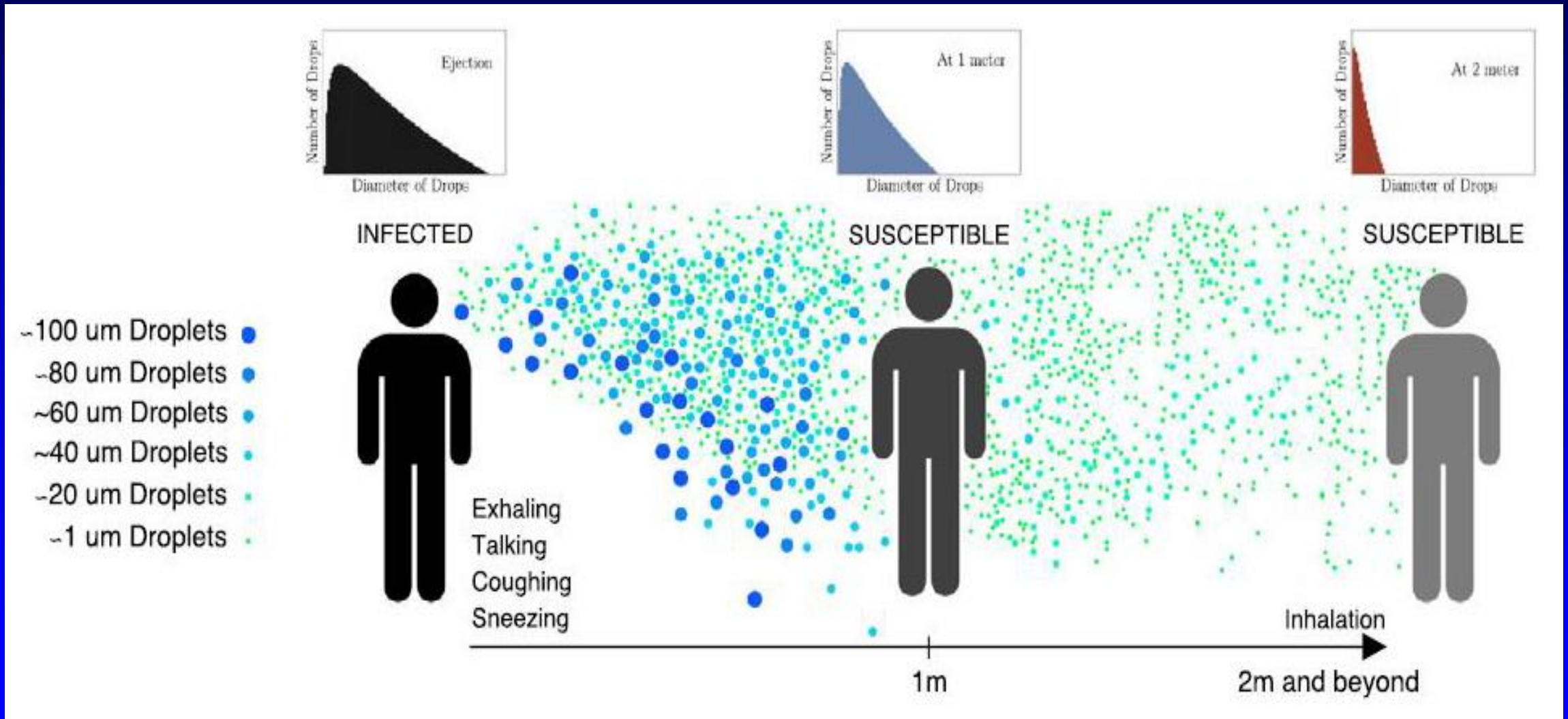
Ilmanvaihto muuttuu kuormituksen mukaan



Hiilidioksidipitoisuutta voidaan käyttää ilmanvaihdon ohjaukseen

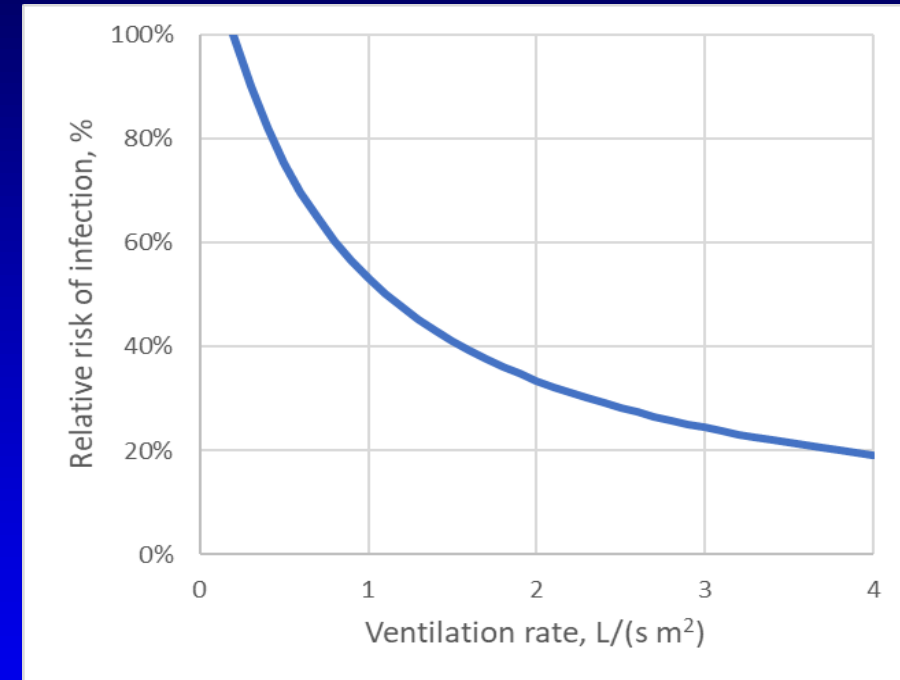


Covid-19 ja monet muut taudit leviävät pienten "pisaroiden" ja ilmavirtausten mukana



Tartunnat vähenevät ilmanvaihdon tehostuessa

- Ilmanvaihto voidaan mitoittaa infektioriskiin perustuen
- Uusi suunnitteluohjeluonnos pohjoismaisena yhteistyönä (NVG)
- Sisäilmastoluokituksen ohje (S1, S2) riittää useimmissa tiloissa
 - (paitsi ravintolat, neuvotteluhuoneet, yms.)
- CO2 ohjaus OK
 - Epidemiatilanteessa asetusarvoa alennettava ->550 ppm



https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COV_ID-19_guidance_document_V4.1_15042021.pdf

http://www.scanvac.eu/uploads/9/4/5/2/94521553/nvg_post-covid_target_ventilation_rates_2023-01-09.pdf

Ilmanvaihtoon yöaikainen pysäytys ei vaikuta aamun pitoisuuksiin

- Keskusteltu Terveet tilat 2028 ohjelman foorumissa 2019

Sen jälkeen kaksi kokeellista tutkimusta (Tampere, Vinha ja Aalto, Kosonen)

- Julkisten rakennusten ilmanvaihdon käyttöaikojen vaikutus työolosuhteisiin ja sisäilman laatuun - Työsuojelurahaston hanke 180094, Aalto Yliopisto Tiede ja teknologia sarja 3/2021
- Tomas Raunimaa, Ilmanvaihdon kokonaan sammuttamisen vaikutukset koulujen ja päiväkotien sisätilan fysikaalisiin olosuhteisiin (lämpötila, RH, paine-erot)

joissa todettiin että yökäyttö/pysäytys ei vaikuta aamun pitoisuuksiin

- Ei vaikutusta CO₂ ja hiukkaspitoisuuteen
- Ei vaikutusta mikrobipitoisuuteen sisäilmassa eikä iv-laitteissa
- CO₂ voi säilyä kohonneena yöllä, mutta tuulettuu aamukäytöllä
- VOC pitoisuudet voivat kohota tai laskea yön aikana, mutta tuulettuvat joka tapauksessa aamukäytöllä

<https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/108821>

<https://www.futurespace.fi/loppuseminaari>

Ilmanvaihto voidaan pysäyttää yöksi kunhan käynnistetään aamulla 2-3 tuntia ennen tilojen käyttöönottoa

- Koulujen henkilökunta ja oppilaiden kyselytutkimuksessa ei vaikusta koettuun sisäilmaan
- Mittausten perusteella vaikutukset fysikaalisiin olosuhteisiin eivät ole este ilmanvaihdon poissaolonaikaiselle pysäytykselle
- Ilmanvaihdon pysäyttäminen poissaoloaikoina (käyttötarpeen mukaan) parantaa energiatehokkuutta

Kesän korkeat sisälämpötilat ovat haitallisia

- Lisäävät kuolleisuutta iäkkäillä (65+)
- Ilmaston lämpeneminen tulee nostamaan kesäajan huonelämpötiloja merkittävästi
- Toimenpideraja STM asetuksessa (palvelutalot yms) 30 oC ylitetään kesäisin toistuvasti

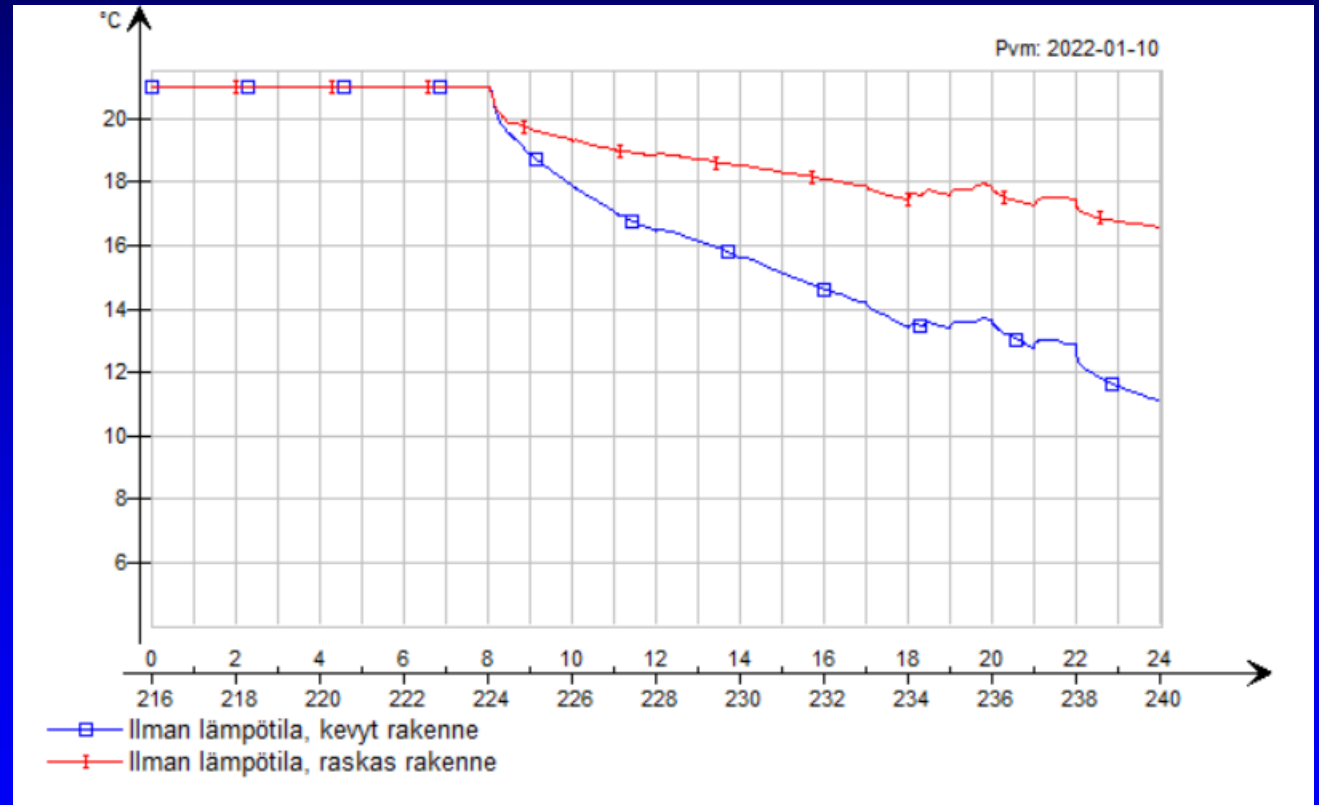
Passiiviset keinot ensisijaisia, mutta eivät välttämättä riitä (80-luvun hoivakoti)

- Toimenpiteitä tarvitaan lämpökuormituksen pienentämiseksi
- Kustannus- ja energiatehokkaat korjaustoimenpiteet käyttöön
- Suunnitteluperusteet tarkennettava

Tapaukset	Astetunnit (°Ch) yli			
	25 °C	27 °C	30 °C	32 °C
1. Perustapaus	27279	17063	6465	2769
2. Matalampi tuloilman lämpötila	24448	14828	5609	2473
3. Kaihtimet	10704	4837	1013	144
4. Kaihtimet + uudet ikkunat	7429	2676	374	4
5. Kaihtimet + tuuletusikkunat	6128	1932	203	1
6. Kaihtimet + uudet ikkunat + tuuletusikkunat	3617	962	15	0
7. Kaihtimet + tilojen jäähdytys	0	0	0	0

Lämmitys voidaan katkaista kahdeksi tunniksi lämpöviihtyvyyden kärsimättä

- Lämpötila lasku
20 ->18 oC kestää:
 - kevyt rakennus 2 h
 - raskas rakennus 8 h
 - (ulkolämpötila -20 oC, ilmanvaihto pois,
 - muu sähkö päällä)



Mitä jatkossa?

1. Ilmanvaihdon katsastukset kunnissa käyttöön
2. Ilmanvaihdon tarpeenmukaista ohjausta parannettava - ohjeistuksen täsmennys (Covid opit ym)
3. Tilojen vaarallinen yllämpeneminen korjattava
4. Ilmanvaihdon asentajien ja säätäjien ammattitaito varmennettava - pätevyysvaatimukset puuttuvat - auktorisointi/luvanvaraisuus?
5. Järjestelmät monimutkaistuvat – käyttöön ja käytettävyyteen enemmän huomiota