

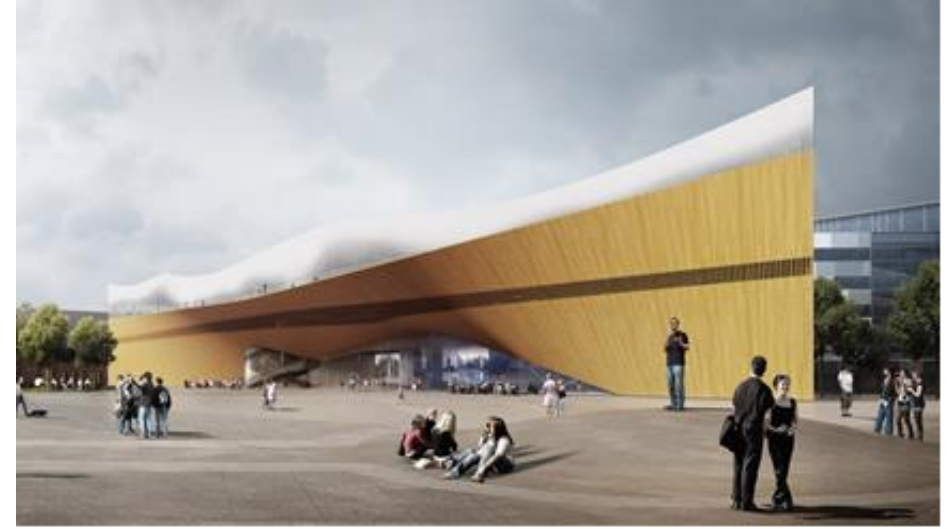
Tarpeenmukaisen ilmanvaihtojärjestelmän ohje

Helsingin kaupunkiympäristön toimiala,
Tilat-palvelu
Marianna Tuomainen, kehittämispäällikkö

Helsinki

Helsingin kaupunkiympäristön toimialan tilat-palvelu

- Vastaa mm.
 - toimitilojen ja asuntojen järjestämisestä kaupungin omiin tarpeisiin
 - tilaomaisuuden hallinnasta ja ylläpidosta
- Henkilökuntaa yli 300
- + 1000 kiinteistöä, n. 3,3 miljoonaa neliötä
- Talonrakennuksen investointimäärärahat vuonna 2022 ovat 267 M €
- Käynnissä olevia yli 1 M € hankkeita n. 75 kpl
- Kasvatuksen ja koulutuksen toimialan hankkeita (koulut ja päiväkodit) n. 75 %
 - Muita mm. Finlandia-talon pp, Kaupungintalokorttelien pp, Töölön kisahallin pp



Havainnekuva: Oodi, arkkitehtitoimisto ALA Oy

Havainnekuva: Vuosaaren lukio, Verstas arkkitehdit Oy



Hiilineutraali Helsinki ~~2035~~ 2030



Vuonna 2035:

- **Lämmönkulutus -20 %** verrattuna nykyiseen kasvavasta kaupungista huolimatta
- **Aurinkosähköllä 15 %** sähkönkäytöstä (nyt 0,1 %)
- **Maalämmöllä 15 %** lämmitystarpeesta (nyt 0,5 %)

Tarpeenmukaiset ilmanvaihtojärjestelmät helsinkiläisissä palvelutiloissa

- Yhteensä tarpeenmukaisen ilmanvaihdon palvelurakennuksia on 65 - 70 kpl, joista suurin osa kouluja ja päiväkoteja.
- Kouluihin on suunniteltu tarpeenmukaisia ilmanvaihtojärjestelmiä 15 ja päiväkoteihin pääsääntöisesti 5 vuoden ajan.
- Koulujen ja päiväkotien mitoitusilmavirrat ovat Sisäilmastoluokituksen S2-luokan ohjearvojen mukaiset.
- Kouluissa ja päiväkodeissa on usein suuri henkilötiheys, mutta tilojen käyttöaste vaihtelee päivän aikana.
- HNH-tavoitteiden vuoksi rakentamismääräyksiä suurempia ilmanvaihdon ohjearvoja kritisoidaan – koronaepidemian kokemuksista huolimatta => tarpeenmukaisella ilmanvaihdon ohjauksella voidaan vähentää energiankulutusta ja tuottaa vähemmän KHK-päästöjä

Tarpeenmukaisten IV-järjestelmien ongelmia ja puutteita

- Ilmavirrat eivät ole suunnitelman mukaisia.
- Minimi-ilmavirta on säätöalueen ulkopuolella
- Ilmavirtojen suhde ei ole oikein
- Toimilaitteet asennettu väärin paikkoihin
- Ohjaava anturi väärässä huoneessa => VAK ohjaa väärän huoneen säädintä
- Sähköjohdot kytkemättä
- Toimilaitteet jumissa
- Poistoilmavirran mittalaitteet likaiset
- Liian ahtaat ja epäsymmetriset kanavat
- Sätödokumentit ovat yleisiä standardikuvia, jolloin mm. säätöstrategia ja asetusarvot voivat jäädä arvailun varaan
- Rakennusautomaation hyödyntämisessä puutteita, mittauspisteitä puuttuu ja trendimittauksia ei juuri ole ollut käytössä
- Automaatiojärjestelmiä ei osata käyttää eikä järjestelmän kokonaistoimintaa ymmärretä

Tarpeenmukaisen ilmanvaihtojärjestelmän suunnittelu-, toteutus-, käyttöönotto- ja ylläpito-ohje

- KOY Helgingin Toimitilat oli tilannut Minervaskolanin tarpeenmukaisen ilmanvaihtojärjestelmän toimivuuden selvittämisen Sitowise Oy:ltä
- Tilat-palvelun asiantuntijat osallistuivat projektikokouksiin
- Helsingin tilat-palvelu tilasi ohjeen laatimisen Sitowise Oy:ltä, ohjeen kirjoittajat Marko Tulamo ja Henri Heinonen



Ohjeen sisältö

- Johdanto
- Teknologiat
- Järjestelmän suunnittelu
 - LVI-suunnittelu
 - RAU-suunnittelu
- Järjestelmän toteutus
- Järjestelmän käyttöönotto
- Järjestelmän ylläpito ja huolto
- Suunnittelua tukeva materiaali

Tarpeenmukaisen ilmanvaihtojärjestelmän ohje

Tarpeenmukaisten ilmanvaihtojärjestelmien ohje on tarkoitettu uudis- ja perusparannushankkeisiin sekä kohteiden ylläpitovaiheeseen. Kohteina ovat kaupungin palvelurakennukset: koulut, päiväkodit, moneitoimitilat ja toimistot. Muissa kohteissa, kuten terveysasema-, sairaala- ja urheiluhallikohteissa ohjetta noudatetaan tilaajan harkinnan mukaan.

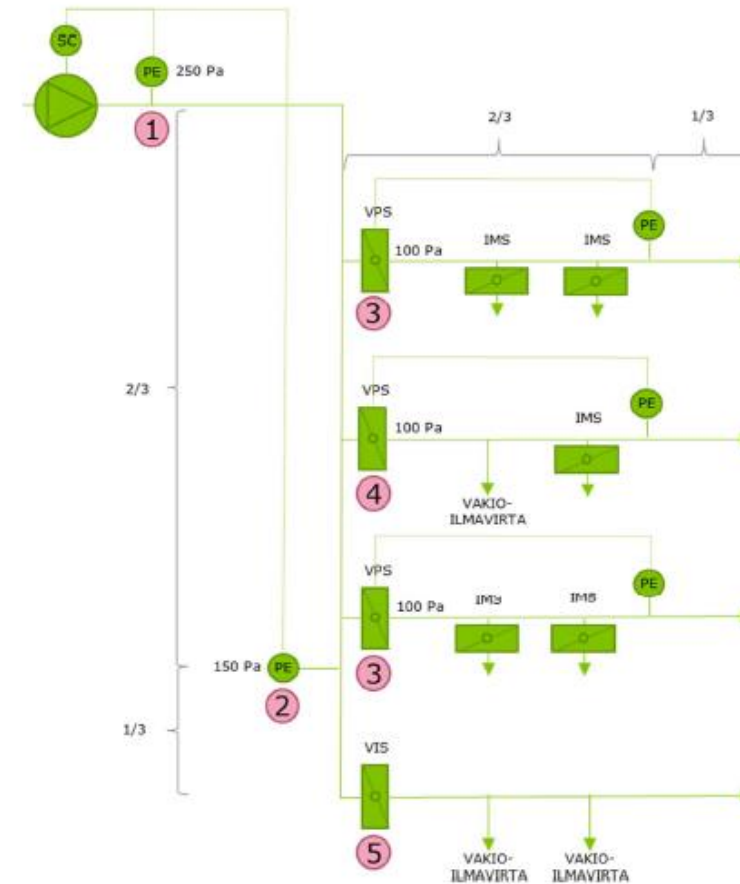
Ohje sisältää tarpeenmukaisen ilmanvaihtojärjestelmän:

- eri teknologiat
- suunnitteluperiaatteet
- toteutuksen ja käyttöönoton vaatimukset
- ylläpidon ja huollon toimenpiteet.

IMS - vakiopainesäätö

- Vakiopainejärjestelmissä kanaviston paine pyritään pitämään vakiona eri tilanteissa.
1. IV-koneen tulo- ja poistoilmakammion paine pidetään asetusarvossaan säätämällä ilmanvaihtokoneen puhaltimien kierrosnopeutta
 2. IV-koneen tulo- ja poistoilman runkokanavapaine pidetään asetusarvossaan säätämällä ilmanvaihtokoneen puhaltimien kierrosnopeutta.
 3. Ilmavirtasäätimille tulee suunnitella pääkytkentäkanaviin vakiopainesäätimet => IMSeille varmistetaan riittävä painetaso
 4. Vakiopainesäätimiä on aina käytettävä kytkentäkanaville, joissa on vakioilmavirtaisia tiloja
 5. Vaihtoehtoisesti vakioilmavirtaiset tilat on suunniteltava saman kanavahaaran taakse, jolloin kyseinen kanavahaara varustetaan vakiovirtaussäätimellä.

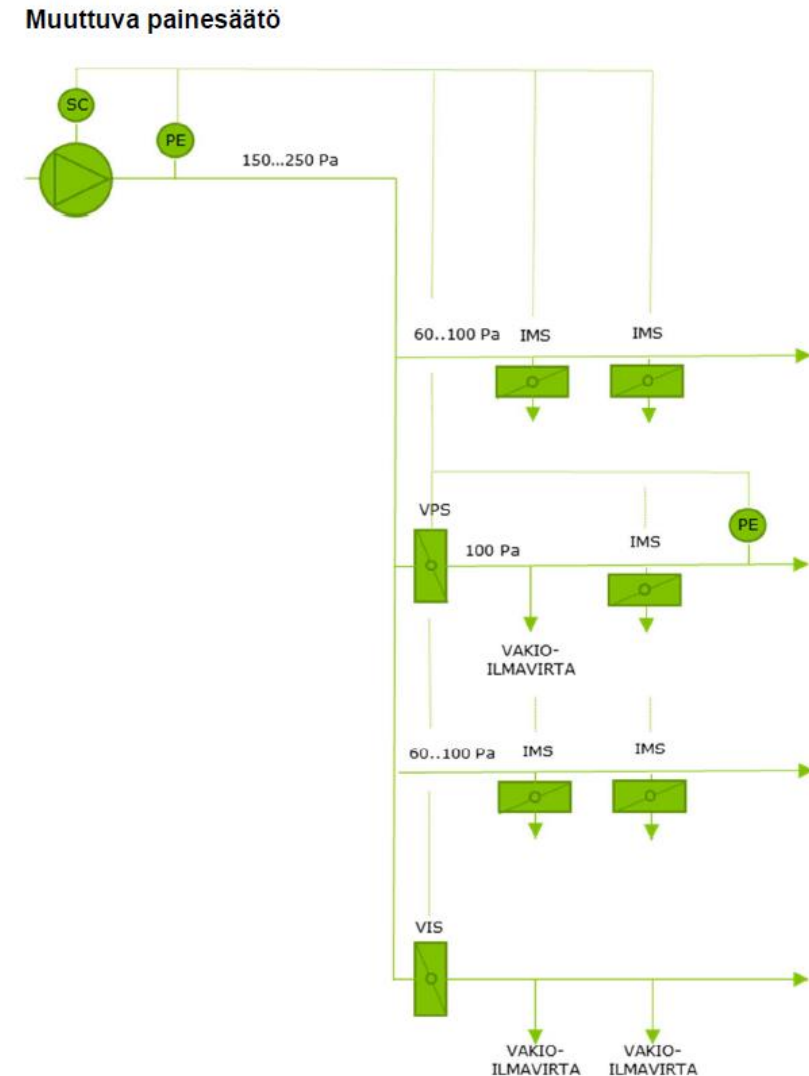
Vakiopainesäätö



Kuva 5. Vakiopainesäätö, 1) kammionpainesäätö, 2) runkokanavapainesäätö, 3) pääkytkentäkanavien vakiopainesäätö, 4) kytkentäkanavan vakiopainesäätö 5) kytkentäkanavan vakioilmavirtaussäätö.

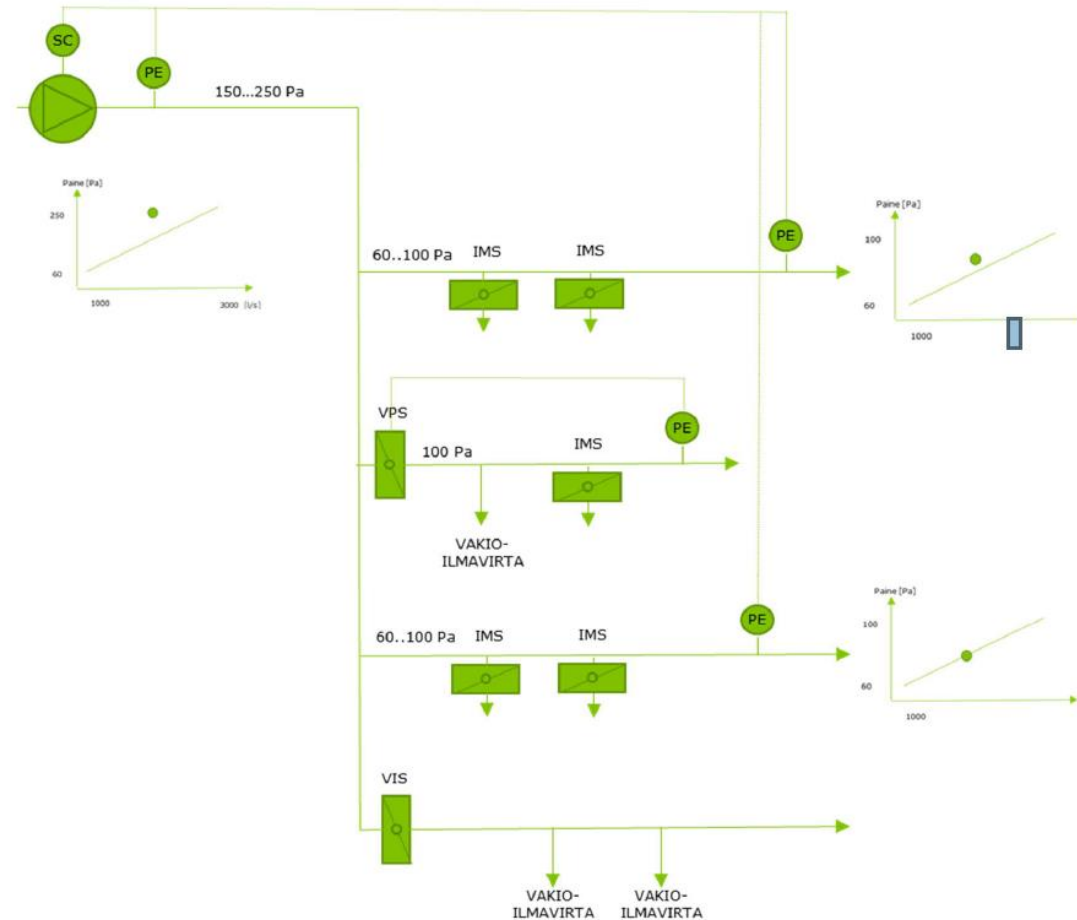
IMS – muuttuva painesäätö

- Muuttuvapainesäätöisissä järjestelmissä ilmanvaihtokanaviston painetaso muuttuu eri tilanteissa. Etuna: ilmanvaihdon puhaltimien sähköenergiankulutuksen pienentyminen sekä ilmavirtasäätimien äänitasojen parempi hallinta.
- Ilmanvaihtokoneen puhaltimen kierrosnopeutta säädetään IMS-peltien asentotiedon mukaan siten, että vähintään yksi pelti on 85–90 % auki. Säädön tarkoituksena on varmistaa, että painetta on riittävästi kanavistossa, mutta ei liikaa, sillä liiallinen kanaviston painetaso nostaa puhaltimien sähköenergiankulutusta. Vakioilmavirtaisten tilojen osalta suunnittelijan on varmistettava vakiopainesäätimien tai vakioilmavirtasäätimien avulla, etteivät tilojen ilmavirrat tai painesuhteet poikkea suunnitteluarvoista.



Kuva 6. Muuttuva painesäätö perustuen IMS-pellin asentotietoon.

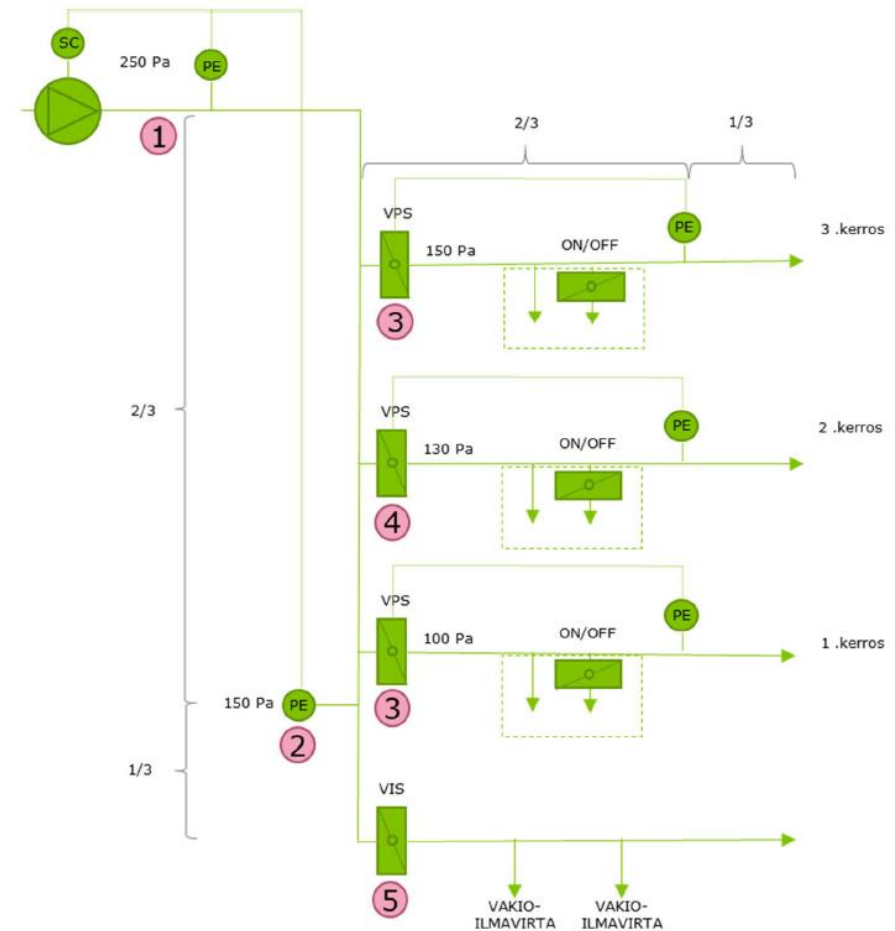
IMS – muuttuva painesäätö



Kuva 7. Muuttuva painesäätö perustuen kammio- ja haarakanavapaineiden mittauksiin.

ON/OFF-järjestelmän painesäätö

1. IV-koneen tulo- ja poistoilmakammiopaine pidetään asetusarvossaan säätämällä ilmanvaihtokoneen puhaltimien kierrosnopeutta
2. IV-koneen tulo- ja poistoilman runkokanavapaine pidetään asetusarvossaan säätämällä ilmanvaihtokoneen puhaltimien kierrosnopeutta.
3. ON/OFF-järjestelmälle tulee suunnitella pääkytkentäkanaviin vakio painesäätimet => ON/OFF-pelleille varmistetaan riittävä painetaso
4. Vakio painesäätimiä on aina käytettävä kytkentäkanaville, joissa on vakioilmavirtaisia tiloja
5. Vaihtoehtoisesti vakioilmavirtaiset tilat on suunniteltava saman kanavahaaran taakse, jolloin kyseinen kanavahaara varustetaan vakiovirtaussäätimellä.



Kuva 8. ON/OFF-järjestelmän painesäätö.

RAU-suunnittelu

- Tarpeenmukaista ilmanvaihtojärjestelmää ohjataan olosuhdeperusteisesti, tyypillisesti huoneen lämpötilan ja CO₂-pitoisuuden perusteella
- Anturit sijoitetaan joko huoneen seinälle tai poistoilmakanavaan
- IMS-järjestelmässä ilmavirrat säätyvät portaattomasti
 - CO₂-raja-arvot esim. min 550 ppm ja max 950 ppm
- ON/OFF-järjestelmä, ilmavirtojen säätö tyypillisesti kahdella portaalla
 - CO₂-raja-arvot esim. ilmavirran tehostus, kun > 700 ppm ja palautuu, kun < 600 ppm
- Huoneen ilmavirta tehostuu maksimille, kun huonelämpötila ylittää 23...26 °C (aseteltavissa), tilan CO₂-pitoisuus on yli 550 ppm ja tuloilman sekä huoneilman lämpötilojen välillä on vähintään 2 °C

Sisäilmastoluokitus 2018

		S1	S2	S3
CO ₂	ppm	<350	<550	<800
Radon	Bq/m ³	<100	<100	<200
PM _{2,5}	µg/m ³	<10	<10	<25
PM _{2,5} in/out		0,5	0,7	-
*Suurempi kuin ulkoilman pitoisuus				

RAU-suunnittelu

- IMSit tulee liittää väylään, jonka kautta saadaan merkittävästi enemmän tietoa RAU-järjestelmään käyttöönotto-, ohjaus- ja valvontatoimintoja varten
- ON/OFF-pellit liitetään huonesäätimeen tai ohjataan suoraan VAKin kautta.
- Suunnittelijan tulee määrittää tiedot, jotka järjestelmistä luetaan rakennusautomaatioon.
- Suunnittelijan tulee määrittellä järjestelmän valvomo- ja hälytystoiminnot

Liite 3. Grafiikkaohje

IMS-huonesäätö, väyläliitäntä

HUONESÄÄTÖ TILA X

ILMAMÄÄRÄSÄÄDIN TULOILMA		IMS-KÄYTTÖNÖNTOARVOT	
OHJELMAN MÄÄRITTÄMÄ ILMAMÄÄRÄN ASETUSARVO	150 l/s	Vmin (Minimi asetusarvo, käyttönopeus)	
ILMAMÄÄRÄN MITTAUS	150 l/s	ARVON KIRJOITUS VAKLTA IMSILLE	150 l/s
ILMAMÄÄRÄN ASETUSARVO, SÄÄTÖ %	0 %	ARVON LUKU IMS:ILTÄ VAKLLE	150 l/s
IMS-PELLIN ASENTO	80 %	Vmax (Maksimi asetusarvo, käyttönopeus)	
IMS-SÄÄDÖN POIKKEAMAHÄLYTYKSEN RAJA-ARVO	10 %	ARVON KIRJOITUS VAKLTA IMSILLE	300 l/s
IMS-SÄÄDÖN POIKKEAMAHÄLYTYKSEN HÄLYTYSVIIVE	120 sek	ARVON LUKU IMS:ILTÄ VAKLLE	300 l/s
SAATÖPOIKKEAMAHÄLYTYS		VÄYLÄVIKA [H] OHJELMISTOVERSIO abcde...	
ASETUSARVOHÄLYTYS			

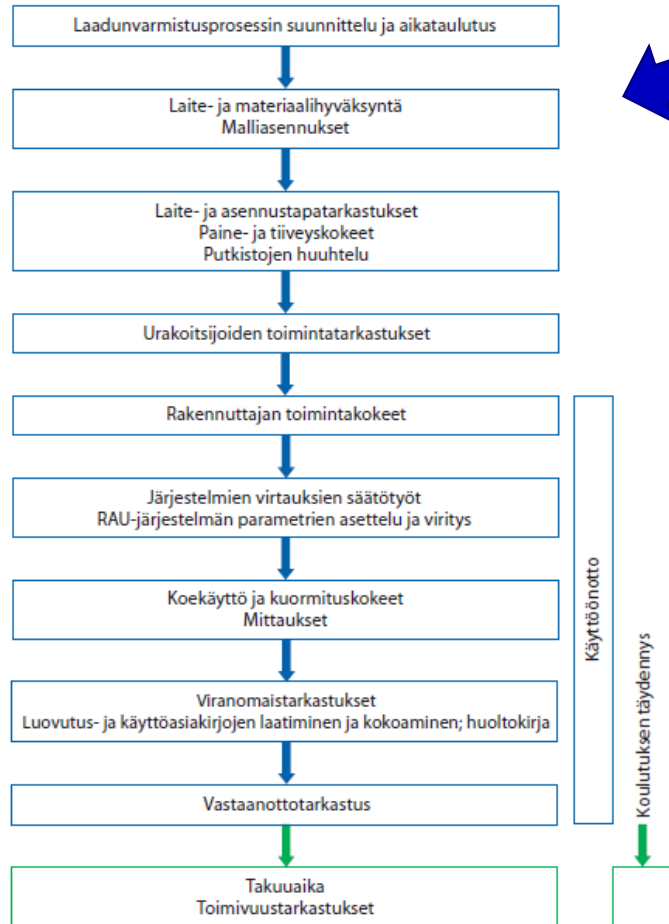
ILMAMÄÄRÄSÄÄDIN POISTOILMA		IMS-KÄYTTÖNÖNTOARVOT	
OHJELMAN MÄÄRITTÄMÄ ILMAMÄÄRÄN ASETUSARVO	150 l/s	Vmin (Minimi asetusarvo, käyttönopeus)	
ILMAMÄÄRÄN MITTAUS	150 l/s	ARVON KIRJOITUS VAKLTA IMSILLE	150 l/s
ILMAMÄÄRÄN ASETUSARVO, SÄÄTÖ %	0 %	ARVON LUKU IMS:ILTÄ VAKLLE	150 l/s
IMS-PELLIN ASENTO	80 %	Vmax (Maksimi asetusarvo, käyttönopeus)	
IMS-SÄÄDÖN POIKKEAMAHÄLYTYKSEN RAJA-ARVO	10 %	ARVON KIRJOITUS VAKLTA IMSILLE	300 l/s
IMS-SÄÄDÖN POIKKEAMAHÄLYTYKSEN HÄLYTYSVIIVE	120 sek	ARVON LUKU IMS:ILTÄ VAKLLE	300 l/s
SAATÖPOIKKEAMAHÄLYTYS		VÄYLÄVIKA [H] OHJELMISTOVERSIO abcde...	
ASETUSARVOHÄLYTYS			

ILMAMÄÄRÄSÄÄDÖN JÄÄHDYTYSKÄYTÖN EHTOJEN RAJA-ARVOT	
ILMAMÄÄRÄSÄÄTIMEN LÄMPÖTILAN MUKAINEN SÄÄTÖ ON SALLITTU KUN:	
ILMASTOINTIKOJEISTON TULOILMA LÄMPÖTILAN ON	2 K ALHAISEMPI KUIN HUONEILMAN LÄMPÖTILA
HUONEILMAN HIILIOKSIDIPITOISUUS ON YL	800 ppm

HUONELÄMPÖTILA		HUONEHIILIOKSIDI	
ASETUSARVO	21.5 °C	MITTAUS	800 ppm
MITTAUS	21.5 °C	YLÄRAJA	1200 ppm
(ilko-TE > 10 °C) YLÄRAJA	32 °C	HIILIOKSIDIN MUKAISEN SÄÄDÖN MUUNNOSTAULUKKO	
(ilko-TE < 10 °C) YLÄRAJA	25 °C		
ALARAJA	18 °C		

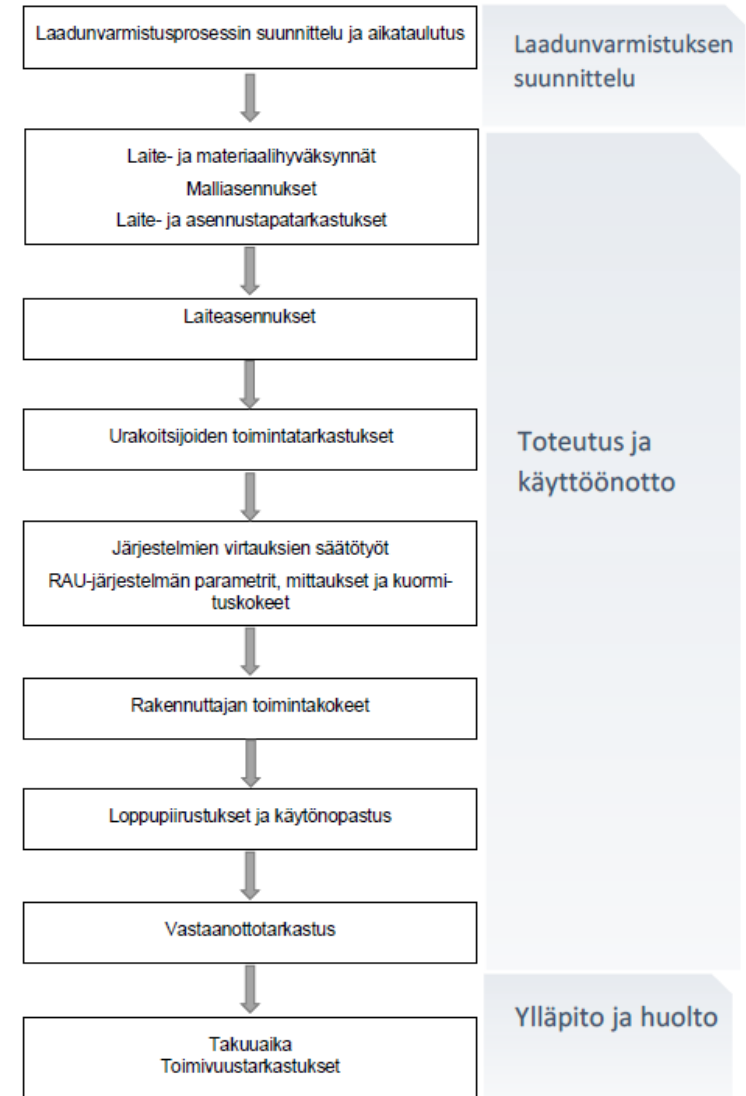
Järjestelmän käyttöönotto

LAADUNVARMISTUS, PROSESSIKAAVIO



RT10-11301

Tarpeenmukai
sen
ilmanvaihtojär
jestelmän
ohje



Kuva 9. Tarpeenmukaisen ilmanvaihtojärjestelmän laadunvarmistuksen prosessikaavio

Järjestelmän käyttöönotto

- Säätyöt, parametrit, mittaukset
 - Tarpeenmukaisen ilmanvaihtojärjestelmän säätyö voidaan aloittaa, kun kaikki laitteet on asennettu, RAU-järjestelmän ohjelmat ja grafiikat on toteutettu, laitteet ja järjestelmät toimivat suunnitelmien mukaisesti, urakoitsijoiden toimintatarkastukset on suoritettu ja dokumentaatio on toimitettu rakennuttajalle hyväksyttäväksi.
- Säätyön yhteydessä suoritetaan tarpeenmukaisen ilmanvaihtojärjestelmän keskeisten asetusarvojen ja parametrien määrittäminen.
- Kuormituskokeet
 - Tarpeenmukainen ilmanvaihtojärjestelmä säädetään minimi- ja maksimi-ilmavirtojen mukaan tasapainotilanteessa, mutta järjestelmän todellinen toiminta on vaihtelevaa huoneiden kuormitustasojen (henkilömäärä, lämpökuorma) mukaisesti. Kuormituskokeilla varmistetaan ilmanvaihtojärjestelmän toimivuus eri käyttötilanteissa. Kuormituskokeissa pyritään todentamaan erityisesti painetasojen riittävyys ilmanvaihtokanaviston eri osissa sekä painesäädön toiminta.

Järjestelmän käyttöönotto

- Rakennuttajan toimintakokeet
 - Rakennuttajan toimintakokeet tarpeenmukaiselle ilmanvaihtojärjestelmälle voidaan suorittaa urakoitsijoiden toimintatarkastusten sekä säätötyön suorittamisen jälkeen. Rakennuttaja ei voi todentaa tarpeenmukaisen ilmanvaihtojärjestelmän oikeaa toimintaa, mikäli säätötyö on suorittamatta.
 - Toimintakokeet suoritetaan toimintakoesuunnitelman mukaisesti joko pistokoemaisesti tai laajemmin järjestelmä- ja laitekohtaisesti. Toimintakokeiden avulla varmistetaan, että tarpeenmukainen ilmanvaihtojärjestelmä toimii suunnitellusti kaikissa käyttötilanteissa.
- Käytönopastus
 - Käytönopastuksen jälkeen kiinteistönhuollon tulee pystyä arvioimaan tarpeenmukaisen ilmanvaihtojärjestelmän toimintaa sekä raportoimaan järjestelmän virhetilanteita.

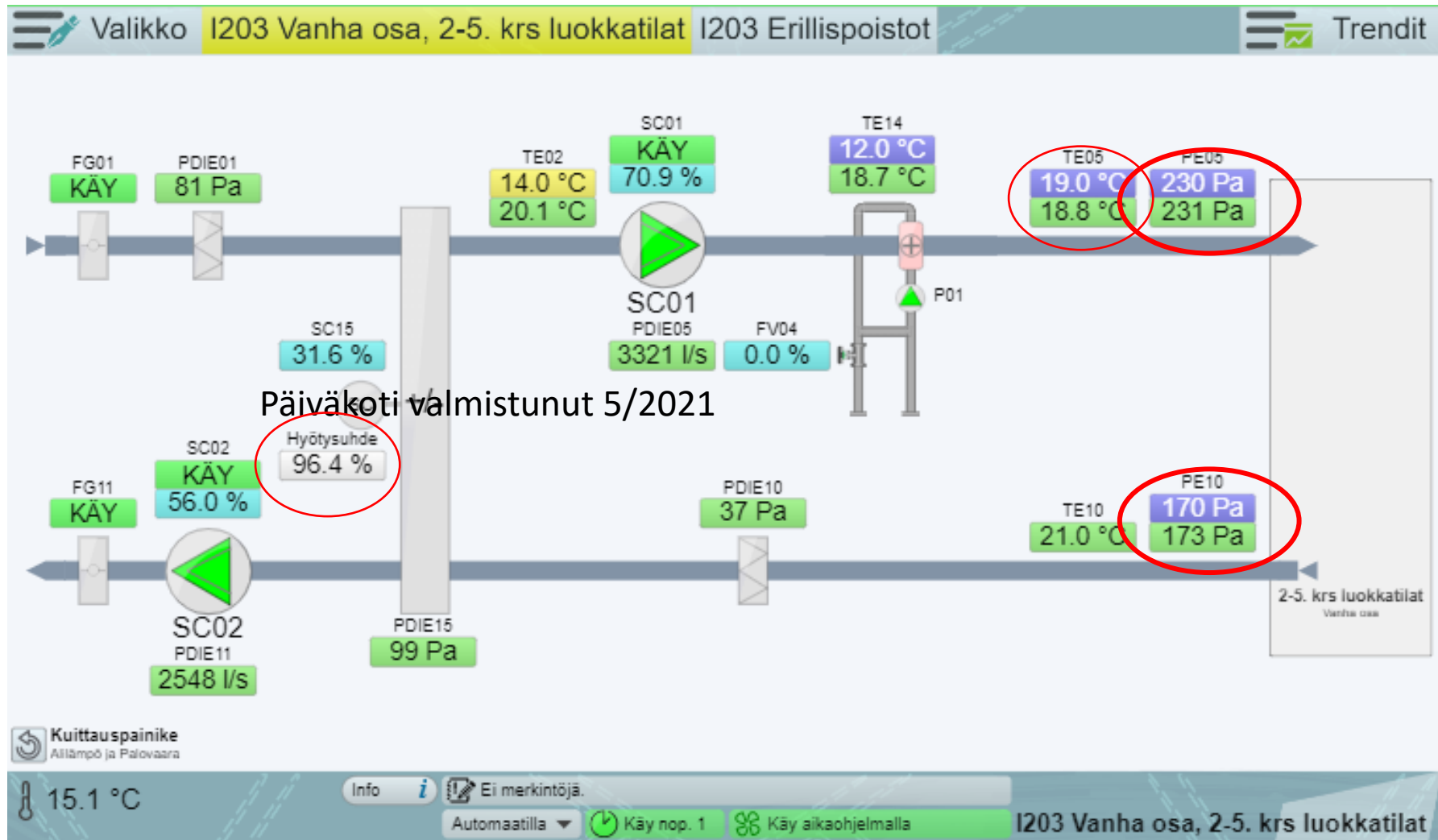
Järjestelmän ylläpito ja huolto

- Viikoittaiseen kiinteistöhoitajan tekemään seurantaan kuuluu tarpeenmukaisen ilmanvaihtojärjestelmän tarkkailu rakennusautomaatiojärjestelmän valvomon avulla.
- Kiinteistöhuollon keskeinen tehtävä on seurata tarpeenmukaisen ilmanvaihtojärjestelmän hälytyksiä ja raportoida toistuvista hälytyksistä sekä merkittävistä toiminnallisista häiriöistä isännöitsijälle jatkotoimenpiteitä varten.
- Kiinteistöhuollon seurannassa voidaan tarkistaa järjestelmän tila, huonetilojen ilmavirtojen ohjaukset ja säädöt, tilojen painesuhteet, huoneilman lämpötila, hiilidioksidipitoisuus ja kosteusolosuhteet.
- Isännöitsijän tehtäviin kuuluvat ilmanvaihtojärjestelmän puhdistamisen, ilmavirtojen säätämisen ja järjestelmän katsastuksen tilaus. Kiinteistöhuollon raportoinnin perusteella isännöitsijä tarvittaessa tilaa erityisasiantuntijan kohteen tarpeenmukaisen ilmanvaihtojärjestelmän ongelmatilanteiden selvittämiseksi ja ratkaisemiseksi.

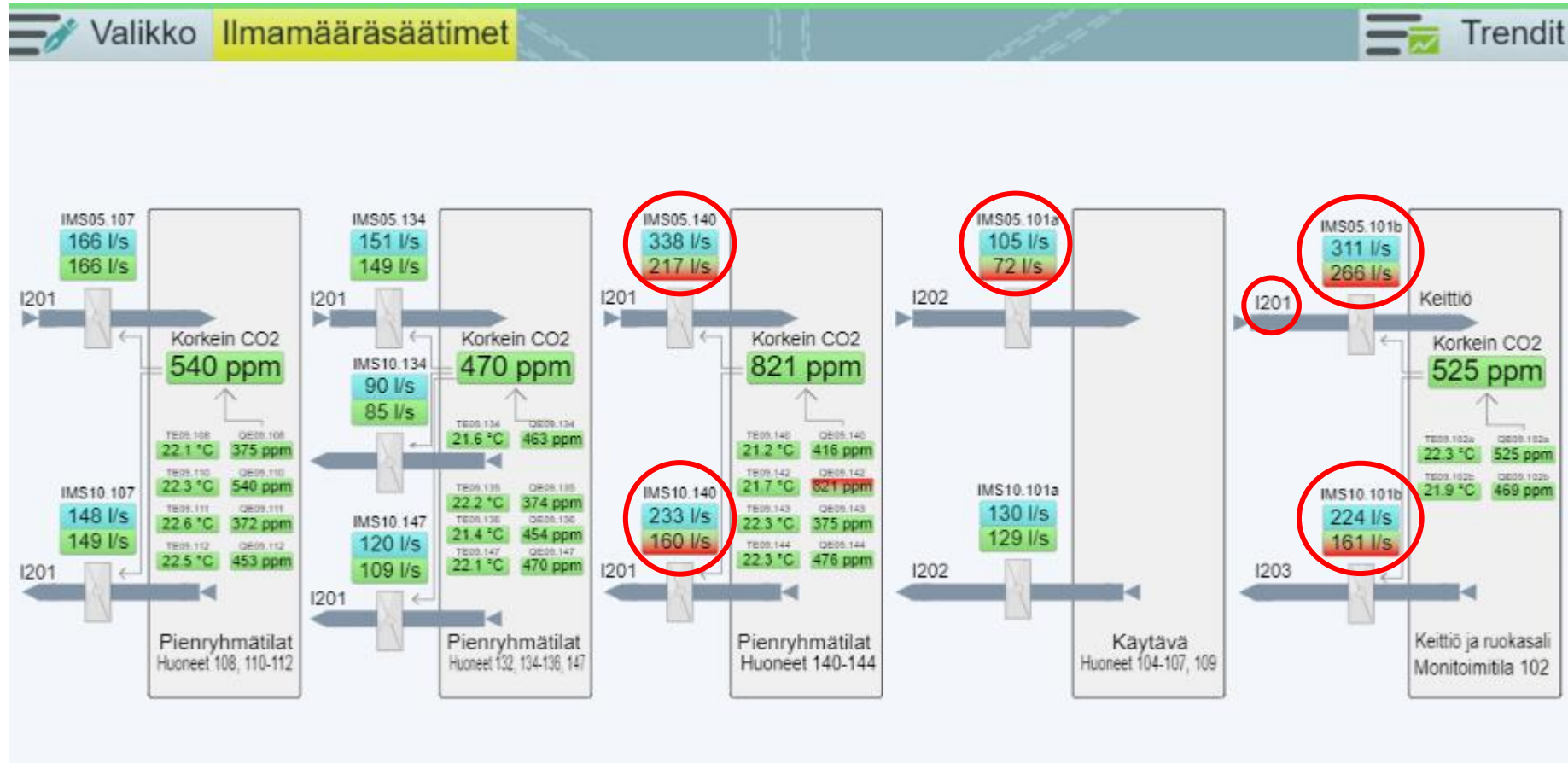
Toimivuuden varmistaminen takuuajalla

- Tilat-palvelussa on koordinointi ja toimivuuden varmistamisen tiimi
- Tiimin jäsenet – rau-asiantuntijat ja kaksi ent. sisäilmatiimiläistä – tekevät ToVa-tarkasteluja jokaisessa uudis- ja perusparannushankkeessa
- Etäyhteys automaatiojärjestelmän pilvivalvomoon
- Olosuhdemittauksista on trendinäkymät olosuhdeseurantajärjestelmässä
- Seuranta neljännesvuosittain (takuuaikana 8 kertaa)
- Huomioidaan sisäolosuhdepalaute rakennuksen käyttäjiltä
 - **Tyypillisiä puutteita:** automaatiojärjestelmässä tarpeenmukaisen ilmanvaihdon tarvitsemat asetusarvot eivät ole mittauspöytäkirjojen mukaiset ja osa asetusarvoista puuttuu mittauspöytäkirjoista
- Raportointi rakennushankkeen projektiryhmälle, joka vastaa tarvittavista korjauksista

Koulu, perusparannus valmistunut 2/2021



Uudispäiväkoti valmistunut 5/2021



Kiitos!

marianna.tuomainen@hel.fi

Helsinki