

## IV-olosuhteiden ja IV-järjestelmän tarkastus

Mäntynummen yläkoulu ja laajennusosan hallinnon tilat

Mäntynummenkuja 15, 08500 Lohja



## 1. Yleistiedot

<b>Tutkimuskohde</b>	Mäntynummen yhtenäiskoulu Mäntynummenkuja 15 08500 Lohja
<b>Tilaaaja</b>	Lohjan kaupunki Tekninen toimi / Tilapalvelut, Kari Komonen Karstuntie 4, 08100 LOHJA kari.komonen@lohja.fi
<b>Tutkimuksen tarkoitus</b>	Yläkoululla koettujen sisäilmahaittojen syyn selvittäminen. Vanhan osan alipaineisuuden syyn selvittäminen, IV-järjestelmien puhtauden tarkastaminen.
<b>Tutkimusajankohta</b>	Kohdekäynti 26.3.2021
<b>Lähtötietoja</b>	Sisäilmatekninen kuntotutkimusraportti, FCG, 23.5.2018 Ilmamäärien mittauspöytäkirjat, Lohjan Sisäilmamestarit, 3.-21.8.2021
<b>Tutkimuksen tekijä</b>	Pekka Salin, FM (kemia), RTA C-25716-26-20 pekka.salin@isec.fi, p. 045 601 5418 Inspector Sec Oy Hakkilankaari 9, 01380 Vantaa
<b>Raportin laatija</b>	Pekka Salin

## 2. Tutkimusmenetelmät

**Paine-eroja** mitattiin pitkäaikaisesti 720 Degrees Oyn tallentavalla loggerilla. Mittauksen avulla voidaan osoittaa paine-ero sisäilman ja mahdollisen epäpuhtauslähteen välillä. Tämä auttaa arvioimaan epäpuhtauden kulkeutumista sisäilmaan. Paine-eroihin liittyvät toimenpidesuosituksot määrytyvät rakennusvuoden perusteella. Uusien rakennusten paine-eroa tulkitaan opastavan tekstin pohjalta, joka liittyy Ympäristöministeriön asetukseen uuden rakennuksen sisäilmasta ja ilmanvaihdosta (<https://www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas/8-ss-ilmanvaihto>)

**Hetkellisiä paine-eroja** rakenteiden yli mitattiin Testo 512 -paine-eromittarilla. Mittaukset ovat suuntaa antavia mittauksia. Niiden avulla selvitetään paine-erojen suuruusluokkia. Tuloksia tulkitaan laitevalmistajan ohjeiden mukaan.

**Ilmanvaihtokoneiden ja -kanaviston puhtautta** arvioitiin LVI 39-10409 -korttia soveltaen. Tarkastus suoritettiin suppeammin siltä osin, että arviointipisteitä oli kortissa mainittua vähemmän ja runkoputkien puhtautta ei tutkittu. Kaikkien IV-koneiden äänenvaimentimien kuntoa ei päästy tutkimaan.

## 3. Tutkimuksen tausta

Kuntotutkimuksessa 2018 vanhan osan rakenteissa on todettu merkittäviä kosteus- ja mikrobivaurioita. Mikrobiepäpuhtauksien välttämiseksi rakennuksen painesuhteet ulkovaipan yli pyritään pitämään mahdollisimman tasapaineisena kohteen omien IV-koneiden avulla.

Kohteessa on tehty ilmanvaihdon säätötöitä ja ilmamäärien mittauksia viimeksi elokuussa 2020 Lohjan Sisäilmamestareiden toimesta.

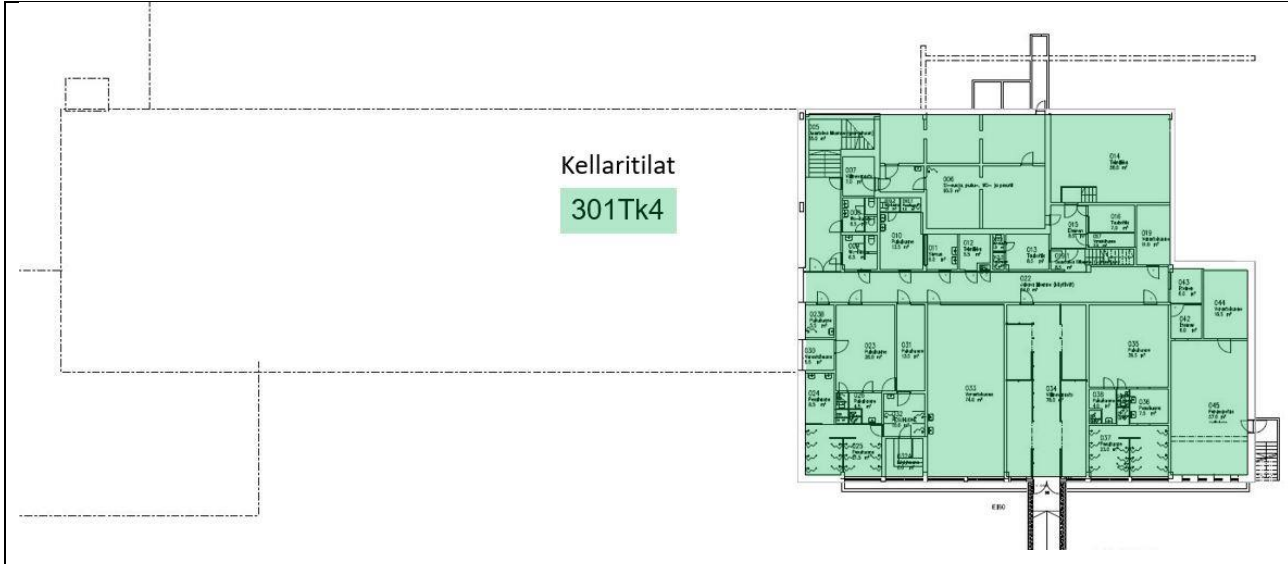
Alkuvuodesta 2021 kohteeseen on asennettu olosuhteita ja paine-eroja mittaavia antureita. Datan perusteella rakennus on osoittautunut enemmän alipaineiseksi kuin mittauspöytäkirjojen perusteella on syytä olettaa.

Helmikuussa 2021 kohteeseen on tehty koko henkilöstölle suunnattu käyttäjäkysely. Kyselytulosten mukaan kohteessa koetaan sisäilmaan liittyviä haittoja.

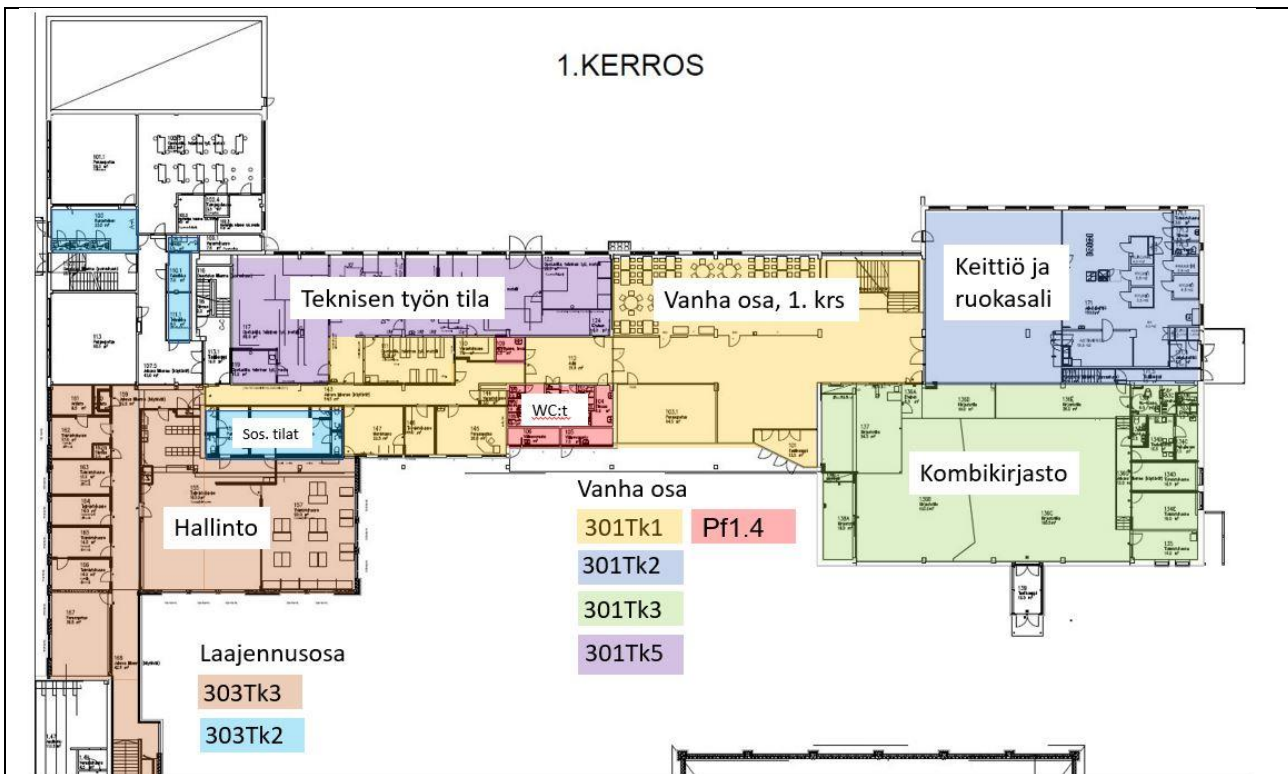
Käyttäjien kokemien haittojen syyn selvittämiseksi tehtiin tarkastuksia IV-järjestelmään. Tarkastetaviin IV-järjestelmiin kuuluivat vanhan osan ja laajennusosan hallinnon tilojen ilmanvaihtoon vaikuttavat IV-koneet.

#### 4. IV-koneiden toiminta-alueet

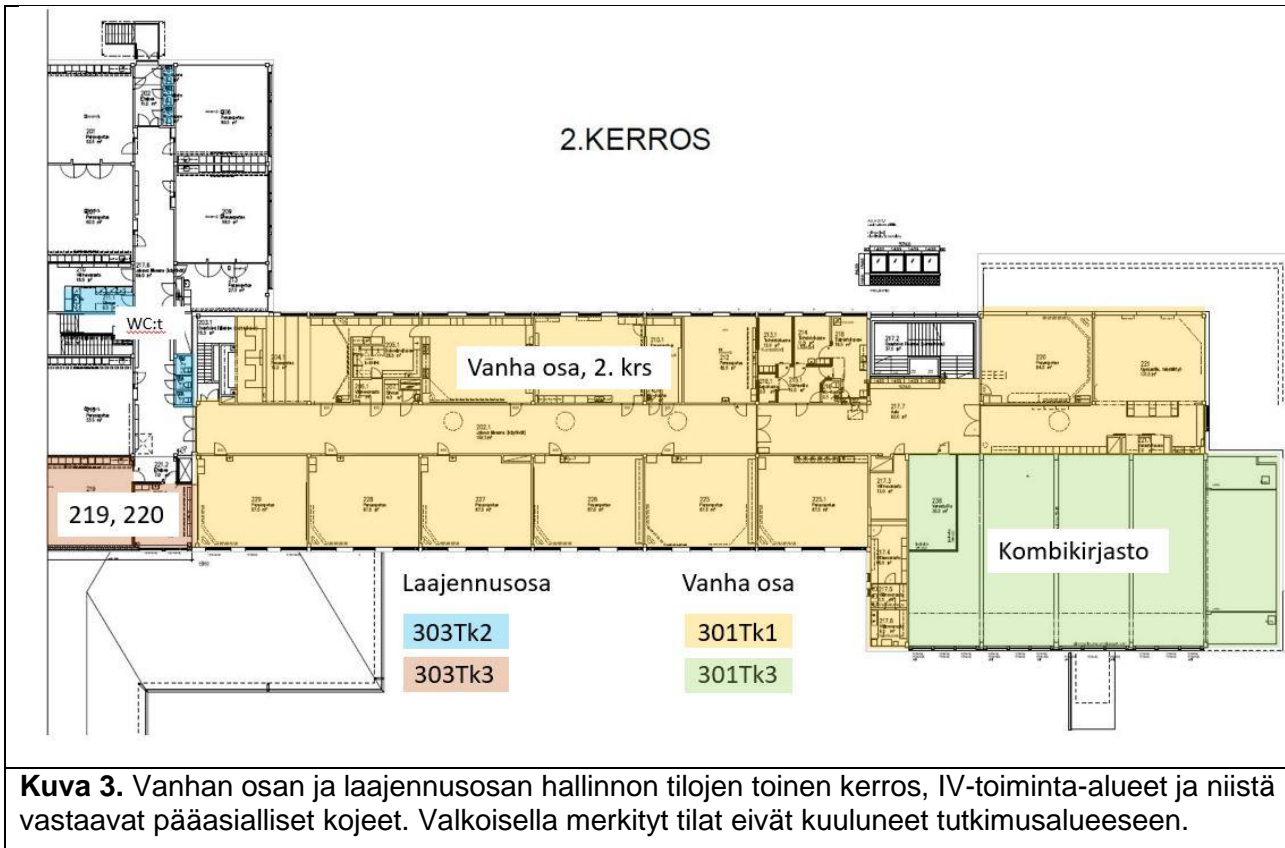
IV-koneiden toiminta-alueet kartoitettiin Lohjan Sisäilmamestareiden mittausraportin (2020) perusteella. Toiminta-alueet on väritetty pohjapiirroksiin suuntaa antavasti (kuvat 1-3).



**Kuva 1.** Kellaritilan IV-toiminta-alue ja siitä vastaava tuloilmakoje. Kellaritilat sijaitsevat keittiön, ruokasalin ja Kombikirjaston alla.



**Kuva 2.** Vanhan osan ja laajennusosan hallintotilojen ensimmäinen kerros, IV-toiminta-alueet ja niistä vastaavat pääasialliset kojeet. Valkoisella merkityt tilat eivät kuuluneet tutkimusalueeseen.



## 5. Painesuhteet ja säädetyt ilmamäärät toiminta-alueittain

### 5.1 Painesuhteet

Paine-eroantureita (kuva 4) on sijoitettu lähes kaikille IV-toiminta-alueille mittaamaan paine-eroa ulkovaipan yli (laajennusosan hallinnon tiloissa anturia ei ole). Antureita on yhteensä 10 kpl. Osa antureista mittaa rakennuksen sisäisiä paine-eroja erilaisten rakenteiden yli.



Paine-erokuvaajat 3/2021 on esitetty kuvassa 5. Paine-erot ovat vaihdelleet mittausaikana n. -10 Pa...+5 Pa välillä. Kuvassa ovat sekä ulkovaipan yli tehdyt mittaukset että sisäisten paine-erojen mittaukset.

Osassa rakennusta alipaineisuus on selvästi voimakkaampaa kuin on suunniteltu. Liiallisen alipaineisuuden syynä voivat olla esimerkiksi viime säätöjen jälkeen muutetut IV-asetukset tai säädön ulkopuolelle jääneet poistopuhaltimet. Mikrobivaurioisessa rakennuksessa tulee pyrkiä mahdollisimman lähelle tasapaineisuutta.



**Kuva 5.** Paine-eroantureiden tuottamat kuvaajat maaliskuulta 2021.

## 5.2 Säädetyt ilmamäärät elokuussa 2020

Vanhan osan ilmamääriä tarkasteltiin IV-toiminta-alueittain (taulukko 1). Taulukoista voidaan havaita, että vanhassa osassa poistoilmamäärät on säädetty 200 litraa/s suuremmiksi kuin tuloilmamäärät. Vanha osa on siis säädetty hieman alipaineiseksi.

**Taulukko 1.** Vanhan osan säädetyt ilmamäärät.\*

Alue	Tuloilmakone	tuloilmamäärät		Poistoilmakoneet	poistoilmamäärät		erotus l/s
		mitattu, l/s	suunniteltu, l/s		mitattu, l/s	suunniteltu, l/s	
vanha osa, 1.+2. krs	Tk1	5960	6050	Pf1 + Pf1.3 + Pf1.4	-5975,9	-6146	-16
keittiö + ruokasali	Tk2	2590,6	2695	Pf2.1 + Pf6	-2642,6	-2719	-52
Kombikirjasto	Tk3	1313	1220	Pk3 + Tk3Pf2	-1323	-1324	-10
kellari	Tk4	1423	1546	Pk4	-1501	-1727	-78
tekniset tilat	Tk5	763	760	PK 303Tk2Pf1 + Pf5.1-Pf5.5	-808	-790	-45
Yhteensä							-200

\*Huom. Taulukon arvot eivät pidä paikkansa, jos säätöasetuksia on muutettu 8/2020 jälkeen.

Taulukossa 2 on esitetty hallinnon tilojen säädetyt ilmamäärät. Poistoilman määrä on 100 l/s suurempi kuin tuloilman määrä. Laajennusosan paine-erot ulkovaipan suhteen eivät ole tiedossa. Hallinnon tiloissa on koettu sisäilmahaittaa, joten painesuhteiden mittaaminen olisi suotavaa.

**Taulukko 2.** Säädetyt ilmamäärät laajennusosan hallinnon tiloissa.

Alue	Tuloilmakone	tuloilmamäärät		Poistoilmakone	poistoilmamäärät		erotus l/s
		mitattu, l/s	suunniteltu, l/s		mitattu, l/s	suunniteltu, l/s	
Hallinto, laajennusosa	Tk03	1490	1440	Tk03Pf1	-1590	-1545	-100
Yhteensä							-100

## 6. IV-järjestelmän tarkastukset

### 6.1 IV-kojeet ja niiden säätöasetukset

Tutkimuskäynnillä tarkastettiin IV-koneiden säätöasetukset. Asetuksia verrattiin Sisäilmamestaroiden mittauspöytäkirjassa (8/2020) mainittuihin asetuksiin. Tulokset on esitetty taulukossa 3.

Kombikirjaston tulo- ja poistoilmakojeiden taajuusarvot poikkesivat 8/2020 säätöarvoista. Poikkeaman syytä ei tiedetä. Poikkeaman merkitys painesuhteille vaatii lisäselvitystä.

Mittauspöytäkirjasta puuttui kolme poistoilmapuhallinta. Puuttumisen syy ja merkitys painesuhteille vaatii lisäselvitystä.

**Taulukko 3.** IV-kojeet ja niiden säätöasetukset. Kirkkaanpunaisella merkityt kohdat vaativat lisäselvitystä.

Alue	Koje	Asetus		Koje	Asetus	
		Tuloilma	8/2020		26.3.2021	Poistoilma
vanha osa, 1.+2. krs	Tk1Tf1.1	1/1	automaatti	Tk1Pf1.1	1/1	automaatti
				Tk1Pf1.3	4/5	4/5
				Tk1Pf1.4	4/5	4/5
				Tk1Pf7	?	1/1
keittiö + ruokasali	Tk2Tf2.1	1/1	automaatti	Tk2Pf2.1	1/1	automaatti
				Tk2Pf6	käy	1/1
Kombikirjasto	Tk3Tf3.1	40 Hz	29 Hz	Tk3Pf3.1	33,5 Hz	45 Hz
				Tk3Pf2	37 Hz	1/1
kellari	Tk4Tf4.1	1/1	automaatti	Tk4Pf4.1	1/1	automaatti
teknisen työn tilat	Tk5Tf5.1	1/1	automaatti	Tk5Pf5.1	?	1/1
				Tk5Pf5.2	?	automaatti
				Tk5Pf5.3	?	automaatti
				Tk5Pf5.4	?	automaatti
				Tk5Pf5.5	1/1	1/1
Hallinto, laajennusosa	Tk3Tf01	74 Hz	73,64 Hz	Tk3Pf01	73 Hz	71,42 Hz
ei tiedossa				Tk1Pf1.2	?	automaatti
				Pf9	?	automaatti
				Pf10	?	1/1

## 6.2 IV-järjestelmän puhtauden tarkastaminen

Vanhan osan IV-koneiden Tk1-Tk4 sekä laajennusosan hallinnon tilojen IV-koneen Tk3 puhtaus tarkastettiin. Merkittävää pölykertymää, karkeaa likaa tai voiteluainejäämiä ei havaittu. Suodattimet ja huollot oli merkitty huoltokirjaan asianmukaisesti. Suodattimet vaihdetaan 1-2 kertaa vuodessa. IV-konehuoneen viemäröinti ja vesilukot olivat asianmukaisia, joskin niitä havaittiin vain yksi kappale. IV-konehuoneet olivat siistejä. Esisuodattimet koskettivat useimmissa koneissa kammion pohjaa, mikä ei ole suositeltavaa.

Vanhan osan IV-konehuoneen ulkoilmakammiossa oli tarkastushetkellä kosteat olosuhteet. Kosteutta oli kulkeutunut tuloilmakoneisiin Tk1 ja Tk4 (kuvat 5 ja 6). Tk1 toiminta-alueena on vanhan osan 1. ja 2. kerrokset. Tk4 toiminta-alueena ovat kellaritilat.

**Kuva 5 (oik.).** Tk1 tuloilmakammion esisuodatin oli tarkastushetkellä märkä. Kammion pohjalla oli jälkiä, jotka viittaavat pitkäaikaiseen kosteuteen.

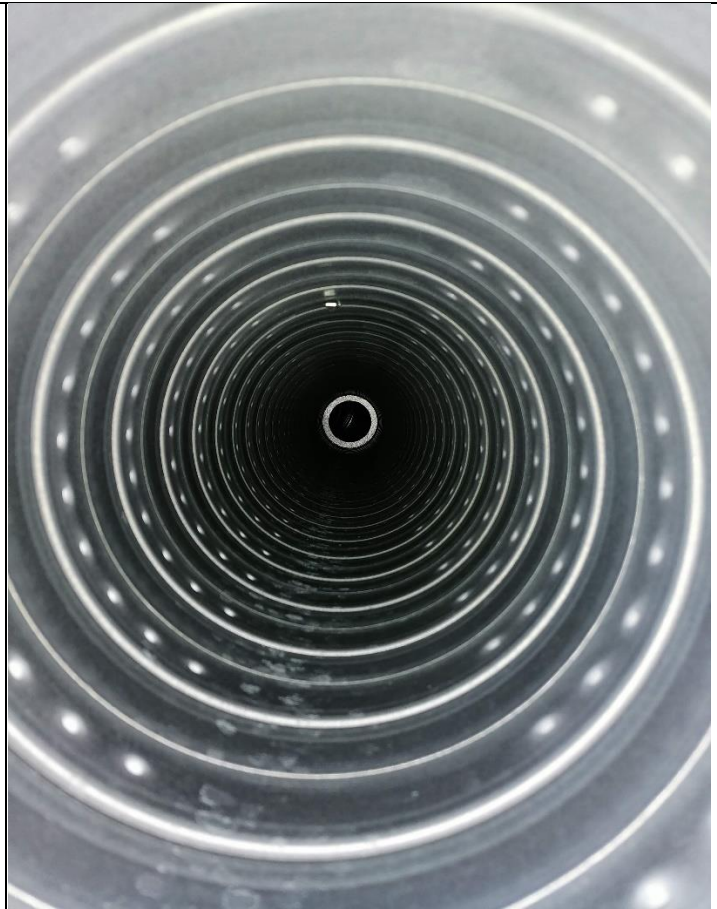


**Kuva 6.** Tk4 tuloilmakammion pohjalla oli tarkastushetkellä irtovettä. Kammion pohja oli ruostunut, mikä viittaa pitkäaikaiseen kosteuteen.





**Kuva 7 (oik.).** IV-kanava hallinnon toiminta-alueella tilassa 167. Kanava oli pölytön.



**Kuva 8 (alla).** IV-kanava vanhan osan toisessa kerroksessa tilassa 204.1. Kanava oli pölytön.



IV-kanaviston puhtautta tarkasteltiin pistokokein. Kanavissa ei havaittu merkittävää määrää pölykertymää, karkeaa likaa tai voiteluainejäämiä (esimerkkikuvat 7 ja 8).

### 6.3 Johtopäätökset

Kohteen ilmanvaihto on säädetty ja mitattu elokuussa 2020. Mittauspöytäkirjan mukaan rakennus on säädetty lievästi alipaineiseksi.

Paine-eromittausten perusteella vanha osa oli liian alipaineinen. Tämä johtuu siitä, että tulo- ja poistoilmamäärät eivät ole tasapainossa. Epätasapainon syynä lienee se, että viime säätöjen jälkeen taajuuksia oli muutettu ainakin Kombikirjaston toiminta-alueella. On myös mahdollista, että kaikkia poistoilmapuhaltimia ei ollut huomioitu säätötyössä. Tämä vaatii lisäselvityksen.

Ilmamäärien perusteella hallinnon tilat laajennusosassa oli säädetty lievästi alipaineisiksi. Paine-erotietoa tarkastushetkellä ei ollut tiedossa. Tiloissa on koettu sisäilmahaittoja, joten paine-eromittauksia suositellaan.

Vanhan osan Tk1- ja Tk4 tuloilmakoneissa oli kosteutta. Kammioiden pohjalla on ollut irtovettä pitkiä aikoja. Useimmissa koneissa esisuodattimet koskettivat kammion pohjaa ja ne imevät vettä itseensä. Liika kosteus lisää mikrobikasvua suodattimissa ja voi vaikuttaa sisäilman laatuun.

Kosteuden kulkeutumisen syynä on se, että lunta ja mahdollisesti sadevettä pääsee kulkeutumaan ulkoilmasäleikön läpi ulkoilmakammioon. Tk1 altistuu eniten kosteudelle, koska läpi kulkevat ilmamäärät ovat suuria ja imu tehokkainta.

### 6.4 Toimenpide-ehdotukset

- vaihdetaan kastuneet esisuodattimet uusiin
- estetään esisuodattimien kastuminen tuloilmasäleikön sadesuojauksella
- muutetaan Kombikirjaston Tk3 IV-asetukset vastaamaan edellisen säätöajankohdan asetuksia (8/2020)
- mitataan poistoilmamäärät pöytäkirjasta puuttuvista koneista (Tk1Pf1.2, Pf9, Pf10)
- tarvittavan tuloilmamäärän lisääminen vanhassa osassa joko
  - o nykyisiä tuloilmakoneita tehostamalla tai
  - o asentamalla uusi kone
- hetkellisten paine-erojen tasaaminen esimerkiksi Airut100 paine-erosäätöisillä tuloilmakoneilla (2-4 kpl)
- asennetaan anturi hallinnon tiloihin laajennusosaan mittaamaan paine-eroa ulkovaipan yli

Vantaalla 2.4.2021

Pekka Salin, FM, RTA C-25716-26-20  
Inspector Sec Oy  
Puhelin: 045 601 5418  
Sähköposti: pekka.salin@isec.fi