

IV-TUTKIMUSRAPORTTI

KURKELAN KOULU



IV-TUTKIMUSRAPORTTI

TYÖNUMERO: 500187

Tutkimukset 8.-9.4.2019
Raportti 7.5.2019
Viimeisin päivitys 7.5.2019

Sisällysluettelo

1	KOHDETIEDOT	2
1.1	Kohteen tunnistetiedot	2
1.2	Työn kuvaus ja taustat	2
1.3	Käytössä olleet asiakirjat	2
1.4	Työn tarkoitus	2
2	TUTKIMUSMENETELMÄT	3
3	TUTKIMUKSET KOHTEESSA	3
3.1	Ilmanvaihtokoneet ja niiden toiminta	3
3.1.1	Tulo-/poistoilmakone TK1/PK1	3
3.1.2	Tuloilmakone TK2	8
3.1.3	Compact Air	10
3.1.4	Ilmava 252 M-L ja VEKA	12
3.2	Ilmamäärämittaukset	13
4	JOHTOPÄÄTÖKSET	14
4.1	Ilmanvaihtokoneet	14
4.2	Ilmamäärämittaukset	14
5	JATKOTOIMENPITEET	15

1 KOHDETIEDOT

1.1 Kohteen tunnistetiedot

- Kohde: Kurkelan koulu
Käenkatu 10
04230 Kerava
- Tilaaja: 04250 Kerava
Keravan kaupunki
Kaupunkitekniikan toimiala
Kultasepäkatu 7
04250 Kerava
- Tutkijat: RKM Engineering
Elisa Keto, rakennus- ja sisäilmatekninen asiantuntija (DI, MSc)
Sami Isberg, rakennustekninen asiantuntija
Elli Laine, sisäilmatekninen asiantuntija (DI), RTA-pätevyys

1.2 Työn kuvaus ja taustat

Kurkelan koulu on rakennettu vuonna 1987 ja sitä on laajennettu vuonna 2017. Osassa vanhan osan tiloista on koettu sisäilmaongelmia, lähinnä sisäilman tunkkaisuutta. Vanhemman osan mahdollisten sisäilmaongelmien selvittämiseksi kohteessa on toteutettu kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus sekä LVIAJ-kuntotutkimus. Tässä raportissa on esitetty vanhan osan ilmanvaihdon tutkimukset ja tutkimustulokset. IV-tutkimuksissa on kiinnitetty erityistä huomiota seuraaviin asioihin:

- ilmanvaihtojärjestelmän toimivuuden tarkastaminen
- IV-koneiden tai -kanavien mahdollisten mineraalivillakuitulähteiden selvittäminen
- IV-koneiden ohivirtausten arvioiminen

1.3 Käytössä olleet asiakirjat

Tutkimusta varten saatiin käyttöön rakennuksen pohja- ja ilmanvaihtopiirustukset.

1.4 Työn tarkoitus

Tutkimuksen tarkoituksena oli toteuttaa Kurkelan koulun vanhan osan LVIAJ-kuntotutkimus osassa tiloja koettujen sisäilmaongelmien (lähinnä tunkkaiseksi koettu sisäilma) takia ja tulevien korjausten suunnittelua varten. Tässä raportissa on esitetty vanhan osan ilmanvaihdon tutkimukset ja tutkimustulokset.

Sisäilmaan viittäviä oireita tai riittämätöntä ilmanvaihtoa on käyttäjiltä saadun palautteen mukaan koettu väestönsuojatiloissa ja osassa luokkatiloja.

2 TUTKIMUSMENETELMÄT

Koulun vanhan osan ilmanvaihtokoneet käytiin läpi aistinvaraisesti. Erityisesti kiinnitettiin huomiota koneiden kuntoon ja puhtauteen. Lisäksi ilmanvaihtokanavien äänenvaimennuskammioita tutkittiin aistinvaraisesti ja kuvaamalla kammiot.

Eri tilojen ilmanvaihtoa mitattiin pistokoemaisesti. Ilmamäärämittaukset on keskitetty tiloihin, joissa on esiintynyt oireilua tai ilmanvaihto on tilojen käyttäjien mielestä tuntunut tehottomalta. Ilmamäärämittaukset on toteutettu joko Airflow PVM610 -mikromanometrillä tai Trotec TA300 -kuumalanka-anemometrillä suoraan tuloilmakanavasta.

3 TUTKIMUKSET KOHTEESSA

3.1 Ilmanvaihtokoneet ja niiden toiminta

Rakennuksessa on koneelliset tulo-/poistoilmanvaihtokoneet. Vanhan osan IV-koneet ovat rakennusaikaisia eli vuodelta 1987. IV-koneet ovat paikalla tehtyjä Fläkt Suomen Puhallintehdas Oy:n koneita. Vanhan osan IV-koneiden palvelualueet ovat seuraavat:

- TK1/PK1 opetustilat, eteläsiipi
- TK2 opetustilat, länsisiipi

Väestönsuojatiloissa on kaksi erillistä ainoastaan ko. tiloja palvelevaa PM-Luft Oy:n valmistamaa verkkovirralla toimivaa Compact Air -ilmanvaihtokonetta. Lisäksi teknisten aineiden tiloissa on Vallox Oy:n valmistama Ilmava 252 M-L -ilmanvaihtokone sekä Fläkt Woods Oy:n valmistama VEKA-tuloilmalaite.

Keittiötiloja palveleva IV-kone on uusittu laajennusosan rakentamisen yhteydessä ja se on rajattu tutkimusalueen ulkopuolella.

IV-kone TK1/PK1 on varustettu ristivirtausperiaatteella toimivalla lämmöntalteenotolla. Vanhan osan poistoilma keittiö- ja väestönsuojatiloja lukuun ottamatta on ohjattu PK1:n kautta IV-konehuoneen katolle.

3.1.1 Tulo-/poistoilmakone TK1/PK1

Ulkoilman lämpötila oli tutkimushetkellä +2...+4°C. Tuloilmakoneessa 1 tuloilman lämpötila oli lämmöntalteenottokanavan (LTO) jälkeen +11°C ja jälkilämmityspatterin jälkeen +12°C. Poistuvan ilman lämpötila oli +8°C LTO-kanavan jälkeen.

Tutkimuksen yhteydessä tehtiin seuraavat havainnot:

- raitisilmasäleikön kunto tarkastettiin ainoastaan silmämääräisesti, säleikkö on sijoitettu vanhan osan IV-konehuoneen ulkoseinälle noin 4-5 m korkeudelle maanpinnasta, raitisilmasäleiköstä puuttuu pienelänverkko, mutta säleikkö on tiheä ja varustettu suoja Pellillä, mikä estää roskien ja pieneläinten pääsyn IV-järjestelmään
- suodattimet olivat silmämääräisen tarkastelun perusteella hieman pölyiset, mutta hyväkuntoiset, suodattimet olivat luokkaa F7, suodatinten vaihtoajankohdasta ei ollut tietoa saatavilla
- suodatinkammiossa ei havaittu ohivuotoja, suodatinkammion tiivisteet olivat osittain huonokuntoiset ja kammion pohjalla havaittiin hieman kondenssiveden aiheuttamia jälkiä, suodatinkammion palopelti sulkeutui automaattisesti IV-koneen sammussa

- LTO-kammio oli siisti, hieman pölyä ja pienroskia havaittiin LTO-kammion poistopuolella
- LTO-kammion paine-eroa mittaavan anturin letku oli poikki
- tuloilman jälkilämmityspatterin kunnossa ei havaittu huomautettavaa
- tuloilman puhallinkammiossa sijaitsevan moottorin hihnat ja kiinnitys olivat moitteettomat
- äänieristyskammio on verhoiltu reikäpeltilevyllä, muovikalvo peltilevyn alla estää eristemateriaalin (mineraalivilla) pääsyn IV-kanavistoon, äänieristyskammiossa sijaitsevat äänieristys-elementit olivat hyväkuntoiset, kammion pohjalla havaittiin hieman pölyä
- äänieristyskammioista lähtevässä IV-kanavassa havaittiin hieman pölyä ja pienroskia
- poistoilma vanhan osan IV-konehuoneeseen ja poistokoneelle 1 tulee kahta eri kanavaa pitkin, poistokanavissa 1 ja 2 on tarkastusluukut, poistokanavassa 1 havaittiin hieman pölyä, poistokanavan 2 tarkastusluukku on sijoitettu niin, ettei sitä pysty avaamaan
- poistoilmasuodattimet olivat luokkaa G4 ja malliltaan ns. pussisuodattimia, suodattimet olivat silmämääräisen tarkastelun perusteella hyväkuntoiset ja puhtaat, suodatinten vaihtoajankohdasta ei ollut tietoa saatavilla
- poistoilmasuodattimien alkuperäinen metallinen kiinnityskehys on väljä ja sitä on yritetty korjata puukiiloilla ja -kehyksillä
- poistoilmapuhallinkammiossa havaittiin kaksi tiivistämätöntä läpivientiä, läpivientien kohdalla poistoilmapuhallinkammion mineraalivillaeristys oli näkyvässä, tiivistämättömät läpiviennit eivät kuitenkaan ole IV-kanaviston mineraalivillakuitujen leviämislähde



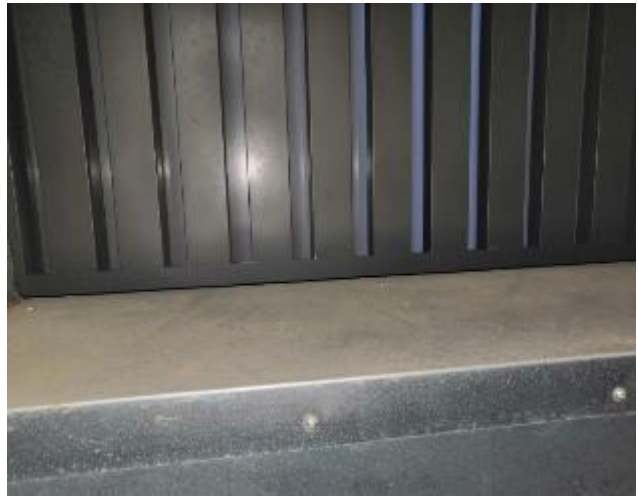
Kuva 1. Vanhan osan IV-konehuoneen raitisilmasäleikkö.



Kuva 2. Vanhan osan IV-konehuoneen raitisilmasäleikkö.



Kuva 3. Vanhan osan IV-konehuoneen raitisilmasäleikkö.



Kuva 4. Vanhan osan IV-konehuoneen raitisilmasäleikkö ja pölyä raitisilmakammion pohjalla.



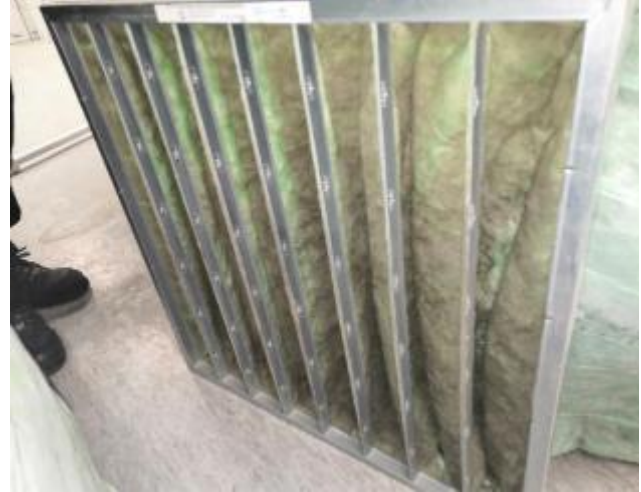
Kuva 5. Yleiskuva ilmanvaihtokoneesta TK1/PK1.



Kuva 6. Rikkoontunut suodatinkammion tiiviste.



Kuva 7. Yleiskuva suodatinkammioista.



Kuva 8. Tuloilmasuodattimet.



Kuva 9. Katkennut LTO-kammion paine-eronanturin letku.



Kuva 10. Yleiskuva LTO-kammioista.



Kuva 11. Yleiskuva tuloilman puhallinmoottorista.



Kuva 12. Yleiskuva äänieristyskammioista ja -kennoista.



Kuva 13. Poistokanavan 1 tarkastusluukku.



Kuva 14. Yleiskuva poistokanavasta 1.



Kuva 15. Poistokanavan 2 tarkastusluukku.



Kuva 16. Pölyä poistokanavassa 2.



Kuva 17. Puukiloilla tuettu ja puulistoilla korjattu poistoilmasuodatinten kiinnityskehys.



Kuva 18. Puulistoilla korjattu poistoilmasuodatinten kiinnityskehys



Kuva 19. Poistoilmasuodattimet.



Kuva 20. Yleiskuva poistoilmamootorista.



Kuva 21. Tiivistämättömät läpiviennit poistoilmapuhallinkammiossa.



Kuva 22. Yleiskuva jäteilmakanavasta.

3.1.2 Tuloilmakone TK2

Tuloilmakone TK2 käyttää samaa raitisilmakammiota sekä poistoilmakanavia tuloilmakoneen TK1 kanssa. Tuloilmakoneessa TK2 ei ole lämmöntalteenottoa.

Tutkimuksen yhteydessä tehtiin seuraavat havainnot:

- suodattimet olivat silmämääräisen tarkastelun perusteella hieman pölyiset, mutta hyväkuntoiset, suodattimet olivat luokkaa M6, suodatinten vaihtoajankohdasta ei ollut tietoa saatavilla
- suodatinkammion pohjalla havaittiin pölyä, mikä on merkki ohivirtauksesta suodattimissa
- tuloilman lämmittämiseen käytettävä lämmityspatteri oli silmämääräisen tarkastelun perusteella vähintään tyydyttävässä kunnossa
- tuloilman puhallinkammio oli siisti ja tuloilman puhallinkammiossa sijaitsevan moottorin hihnat ja kiinnitys olivat moitteettomat
- äänenvaimenninkammiossa havaittiin jonkin verran pölyä, äänenvaimentimien suojakan-kaassa ei kuitenkaan ollut repeämiä



Kuva 1. Tuloilmasuodattimet.



Kuva 2. Siitepölyä suodatinkammion pohjalla.



Kuva 25. Tuloilman lämmityspatteri.



Kuva 26. Yleiskuva tuloilman puhallinmoottorista.



Kuva 27. Äänenvaimenninkenoja.



Kuva 28. Äänenvaimenninkenoja.

3.1.3 Compact Air

Vanhan osan väestönsuojatiloja käytetään opetus- ja varastotiloina. Tiloissa kaksi PM-Luft Oy:n valmistamaa verkkovirralla toimivaa Compact Air -ilmanvaihtokonetta.

Tutkimuksen yhteydessä tehtiin seuraavat havainnot (havainnot koskevat molempia koneita):

- tuloilma ja poistoilma johdetaan IV-koneeseen ja koneesta pois ulkoseinään asennettujen tulo- ja poistoputkien kautta
- kaappimaisen IV-koneen yläosan oven äänieriste oli likainen ja huonokuntoinen
- tuloilmasuodattimet olivat luokkaa 65F x 38, suodattimet olivat hyväkuntoiset ja lähes pölyttömät, suodatinten vaihtoajankohdasta ei ollut tietoa saatavilla
- suodatinkammion pohjalla havaittiin hieman pölyä, mikä on merkki ohivirtauksesta suodattimissa
- IV-kone on varustettu regeneratiivisella lämmöntalteenotolla
- IV-koneen läpi suodatettu tuloilma kulkee ennen huoneilmaan jakautumista IV-koneen alaosassa sijaitsevan aktiivihillisuodatinmaton läpi, aktiivihillisuodatin oli täysin haurastunut ja pääosin irronnut kiinnityksistään
- poistoilmasuodattimet olivat luokkaa 65F x 38, suodattimet olivat hyväkuntoiset ja lähes pölyttömät, suodatinten vaihtoajankohdasta ei ollut tietoa saatavilla
- IV-koneeseen on asennettu liiketunnistin, jonka pitäisi tilojen ollessa käytössä käynnistää IV-kone automaattisesti, saatujen tietojen mukaan käynnistys ei kuitenkaan aina toimi



Kuva 3. Yleiskuva Compact Air -ilmanvaihtokoneesta.



Kuva 30. IV-koneen yläosan oven likaisia ja huonokuntoisia äänieristeitä.



Kuva 31. Yleiskuva Compact Air -ilmanvaihtokoneesta.



Kuva 32. Tuloilmasuodattimet.



Kuva 33. Tuloilmasuodatinkammio ja LTO-kennostoa.



Kuva 34. Hapertunutta aktiivihiilisuodatinta.



Kuva 35. Poistoilmasuodattimet.

3.1.4 Ilmava 252 M-L ja VEKA

Teknisten aineiden tiloissa on Vallox Oy:n valmistama Ilmava 252 M-L -ilmanvaihtokone sekä Fläkt Woods Oy:n valmistama VEKA-tuloilmalaite. Saatujen tietojen mukaan molemmat on huollettu ja säädetty laajennusosan rakennustöiden yhteydessä vuonna 2017, minkä vuoksi ne jätettiin tarkastuksen ulkopuolelle. Laitteet olivat silmämääräisen tarkastelun perusteella hyväkuntoiset.



Kuva 36. Yleiskuva Ilmava 252 M-LI -ilmanvaihtokoneesta.



Kuva 37. Yleiskuva VEKA-tuloilmalaitteesta.

3.2 Ilmamäärämittaukset

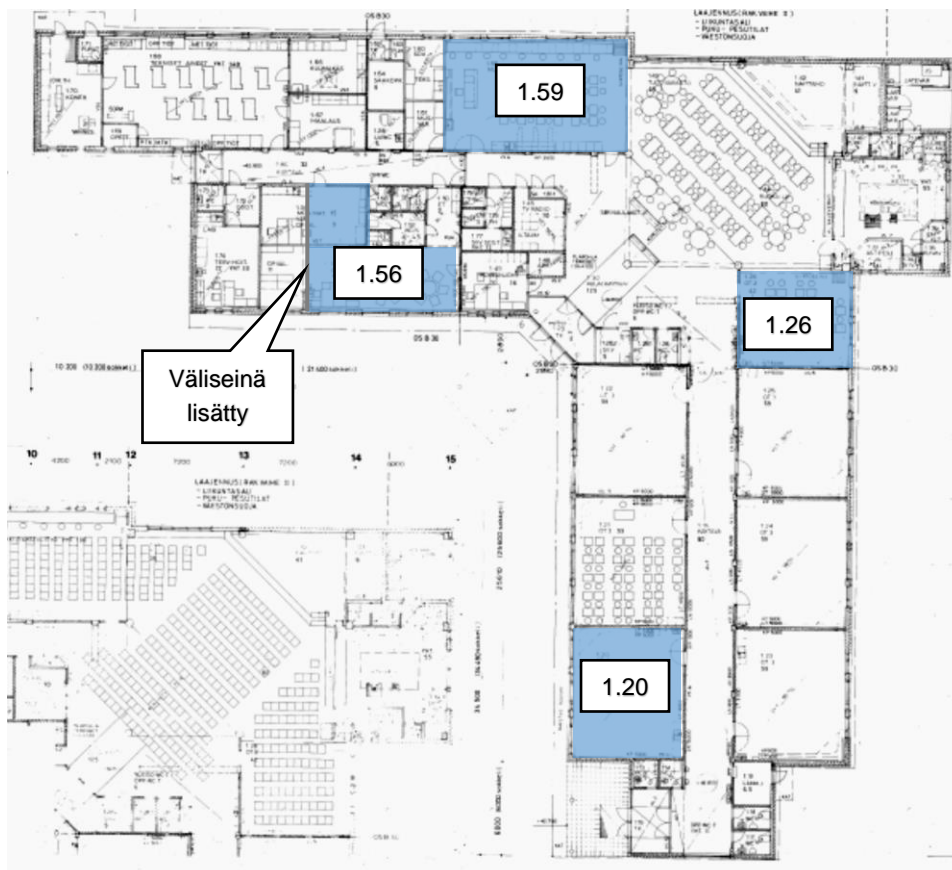
Tilojen tulo- ja poistoilmamääriä mitattiin pistokoemaisista ensimmäisen kerroksen opetustiloista. Mitatut tilat on merkitty pohjakuvaan sinisellä.

Taulukossa 1 on esitetty mitatut ilmamäärät (tulo/poisto), suunnitteluarvot, poikkeamat suunnitteluarvoista sekä henkilömäärät, joille mitattu tuloilmamäärä riittää rakennusaikaisten ja nykyisten määräysten mukaan. Vuonna 1987 opetustiloissa on riittänyt ilmamäärä 3 l/s henkilöä kohden, jos tiloissa on tuuletusmahdollisuus välituntien aikana. Nykymääräysten mukaan ilmamäärän tulisi olla 6 l/s henkilöä kohden.

Taulukko 1. Mitatut ilmamäärät, suunnitteluarvot, poikkeamat suunnitteluarvoista ja tuloilmamäärän riittävyys 1. kerroksen tiloissa. Tummennetut ilmamäärät poikkeavat suunnitteluarvoista yli 20 %.

Tila	Ilmamäärät yhteensä (l/s) tulo/poisto	Suunnitteluarvot (l/s) tulo/poisto	Poikkeama suunnitellusta (%) tulo/poisto	Ilmamäärän riittävyys (hlöä)	
				3 l/s/hlö 1987	6 l/s/hlö 2019
1.59	+193 / -123	+164 / -140	+18 / -12	64	32
1.56	+276 / -67	+180 / -108	+53 / -37	92	46
1.26	+402 / -185	* / *	* / *	134	67
1.20	+144 / -210	+180 / -180	-20 / +17	48	24

* Tilaan on jälkiasennettu kolme halkaisijaltaan 200 mm poistokanavaa ja kaksi halkaisijaltaan 200 mm tulokanavaa, joiden suunniteltuja tulo- ja poistoilmamääriä ei käytettävissä olleissa lähtötiedoissa ollut esitetty.



Kuva 38. Ensimmäisen kerroksen tilat, joista mitattiin ilmamäärät.

Iltapäiväkerhon käytössä olevien tilojen suuremmassa huoneessa (pohjapiirustuksessa merkintä 1.54 opettajien huone) ei ole omia poistokanavia. Huoneen poistoilma on ohjattu siirtoilmaventtiiliin avulla tilaan 1.56 (pohjapiirustuksessa merkintä 1.56 monistus, materiaali- ja opetusvälinevarasto). Siirtoilmaventtiilissä havaittiin avonaista mineraalivillaeristettä.

Käytettävissä olleesta pohjapiirustuskuvasta poiketen tilan 1.55 (opetusvälinevarasto) ja tilan 1.54 välillä on kiinteä seinä. Seinä jatkuu tilan 1.56 puolella jakaen sen kahtia. Myös IV-kuviin merkitty toinen siirtoilmaventtiili tilasta 1.54 tilaan 1.56 on peitetty ja poistettu käytöstä.

Opetustilaan 1.26 jälkiasennettujen tuloilman päätelaitteiden tiivisteet olivat huonokuntoiset.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

4.1 Ilmanvaihtokoneet

Rakennuksen vanhan osan vuodelta 1987 peräisin olevat IV-koneet ovat tehdyn tarkastelun perusteella pääosin hyväkuntoiset. Havaitut puutteet ja epäkohdat on mahdollista korjata IV-koneiden normaalin huollon yhteydessä.

IV-koneessa TK1/PK1 on ristivirtausperiaatteella toimiva lämmöntalteenotto sekä tuloilman jälkilämmityspatteri. Tuloilmakone TK2 käyttää samaa raitisilmakammiota sekä poistoilmakanavia tuloilmakoneen TK1 kanssa. Tuloilmakoneessa TK2 ei ole lämmöntalteenottoa. Tuloilmakoneen TK1 suodattimet ovat luokkaa F7. Tuloilmakoneessa TK2 suodattimien luokka on M6. Vanhan osan opetus- ja varastotiloina käytettävissä väestönsuojatiloissa on kaksi verkkovirralla toimivaa Compact Air -ilmanvaihtokonetta. Tuloilmasuodattimet ovat luokkaa 65F x 38.

Poistoilmasuodattimet ovat IV-koneessa PK1 luokkaa G4. Compact Air-ilmanvaihtokoneiden poistoilmasuodattimet ovat luokkaa 65F x 38. Suodattimen edellisestä vaihtoajankohdasta ei ollut tietoa saatavilla. Silmämääräisen tarkastelun perusteella sekä tulo- että poistosuodattimet ovat suhteellisen puhtaat.

IV-koneissa ei havaittu avoimia kuitulähteitä. PK1:n poistoilmapuhallinkammiossa havaittiin kaksi tiivistämätöntä läpiviientä. Läpiviientien kohdalla poistoilmapuhallinkammion mineraalivillaeristys on näkyvissä. Tiivistämättömät läpiviennit eivät kuitenkaan ole mineraalivillakuitujen leviämislähde niiden sijaitessa poistoilmapuolella.

4.2 Ilmamäärämittaukset

Tuloilmamäärät mitattiin kanavista ilmamäärän nopeuden mittarilla, Trotec TA300 -kuumalanka-anemometrillä. Poistoilmakanavista mitattiin poistoilmakanavan ja huoneilman välinen paine-ero Airflow PVM610 -mikromanometrillä ja pääte-elimen avauksen suuruus (mm). Poistoilman päätelaitteen tyyppin ja avauksen perusteella saadaan selville ilmanvaihdon k-arvo, jonka avulla poistoilman virtausmäärä voidaan laskea.

Mitattuja tulo- ja poistoilmamääriä on verrattu suunnitelmapiiirustuksissa esitettyihin arvoihin. Suurimmat poikkeamat mitoitusarvoihin verrattuna havaittiin iltapäiväkerhon käytössä olevissa tiloissa. Tuloilman mitattu määrä oli 53 % mitoitusarvoa suurempi ja poistoilman määrä 37 % mitoitusarvoa pienempi. Opetustilan 1.26 ilmanvaihto on jälkiasennettu eikä mitoitusarvoja ole esitetty käytettävissä olleessa lähtöaineistossa.

5 JATKOTOIMENPITEET

Suosittelut jatkotoimenpiteet on esitetty kiireellisinä jatkotoimenpiteinä ja huoltojen yhteydessä tehtävinä peruskorjauksina.

Kiireisinä toimenpiteinä suositellaan:

- Compact Air -ilmanvaihtokoneiden alaosassa sijaitsevan aktiivihiihisuodatinmaton uusiminen
- Tarvittaessa iltpäiväkerhon tilojen ja tilan 1.26 ilmamäärien tasapainotus, erityisesti jos tilat ovat kovin ylipaineisia ulkoilmaan nähden (tilojen tulee olla lievästi alipaineiset ulkoilmaan nähden)
- Compact Air ilmanvaihtokoneisiin asennettujen liiketunnistimien toiminnan varmistaminen tai koneiden ohjelmoiminen niin, että niiden teho on riittävä myös tilojen ollessa opetuskäytössä

Huoltojen yhteydessä tehtävät peruskorjaukset:

- IV-koneen TK1/PK1 LTO-kammion paine-eroa mittaavan anturin katkenneen letkun uusiminen
- IV-koneen TK1/PK1 suodatinkammion tiivisteiden uusiminen
- IV-koneen TK1/PK1 poistokanavan 2 tarkastusluukun sijoittaminen niin, että sen avaaminen on mahdollista
- IV-koneen TK1/PK1 poistoilmapuhallinkammion avoimien läpivientien tiivistäminen
- IV-koneen TK1/PK1 poistoilmasuodattimien kiinnityskehyksen uusiminen
- Compact Air -ilmanvaihtokoneiden yläosan oven ääneneristeen uusiminen
- tilojen 1.54 ja 1.56 välillä olevien siirtoilmaventtiilien mineraalivillan suojaaminen tai korvaaminen toisella materiaalilla

Raportin toimitti teille

RKM Group Oy
Puutarhatie 18, 01300 Vantaa
Y-tunnus: 1892257-2
info@rkmgroup.fi

Elisa Keto
Tutkimusinsinööri (DI, MSc)
elisa.keto@rkmgroup.fi
p. 040 523 1717

Elli Laine
Tutkimusinsinööri (DI),
Rakennusterveysasiantuntija
elli.laine@rkmgroup.fi
p. 0400 477 623