

Tutkimusselostus

Rekolan koulu, päärakennus

Ilmanvaihtotekninen kuntotutkimus

16.09.2024



Tiivistelmä

Rekolan koulu kattaa kolme erillistä rakennusta. Tutkimukset kohdistuvat vuonna 1951 valmistuneeseen pääkouluun. Ilmanvaihtojärjestelmä on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla, joka on uusittu kokonaisuudessaan vuonna 2006. Rakennuksessa on useita ilmanvaihtokoneita ja tilojen ilmanvaihto on jaettu niin, että eri alueita palvelee erilliset ilmanvaihtokoneet. Tutkimusten tavoitteena on selvittää syitä osin heikoksi koettuun sisäilman laatuun, tarkastellen ilmanvaihdon kuntoa, toimintaa ja mahdollista korjaustarvetta. Tutkimus laaditaan osana laajempaa sisäilma- ja kosteusteknistä kuntotutkimusta (Afrý Finland Oy), josta on laadittu erillinen raportti.

Tutkimuksissa tarkastettiin kaikki koulua palvelevat tulo- ja poistoilmanvaihtokoneet sekä katselmointiin vesikaton erillispoistopuhaltimet. Ilmanvaihtokoneiden raitisilmakammiot tarkastettiin tiiveyden, hygienian sekä kuitulähteiden osalta. Vastaavasti tarkastettiin pistokoeluontoisesti ilmanvaihtokanavistot, päätelaitteet sekä äänenvaimentimet. Ilmanvaihdon toimintaa tarkasteltiin ilmamäärämittauksin 11 eri tilassa ja samalla arvioitiin tuloilman jakautumista ja huuhteluvaikutusta sekä päätelaitteiden sijoittelua huonetiloissa. Tuloilman sekä huonetilojen lämpötila tarkastettiin hetkellisillä mittauksilla. Sisäilman lämpötilan, suhteellisen kosteuden, hiilidioksidipitoisuuden sekä sisä- ja ulkoilman välisen paine-eron seurantamittaukset on laadittu Sisäilma- ja kosteusteknisessä kuntotutkimuksessa (Afrý Finland Oy).

Ilmanvaihtokoneita on huollettu säännöllisesti, eikä niiden toiminnassa tai kunnossa huomattu merkittäviä puutteita tai sisäilmaan vaikuttavia tekijöitä. Ilmanvaihtokoneiden peruskorjaus / modernisointi on teknisen käyttöiän perusteella ajankohtaista n. 10 vuoden sisällä. Puhaltimien modernisointi on suositeltavaa energiatehokkuuden parantamiseksi.

Ullakon keskiosan konehuoneen yhteisen raitisilmakammion seinärakenteessa on avoimia villapintoja näkyvillä, joista voi irrota villaa raitisilmanottoon. Lisäksi raitisilmakammiosta on ilmayhteyksiä

konehuoneen seinärakenteen ja ulkoseinärakenteen väliin. Raitisilmakammion avoimet villapinnat suositellaan suojaamaan ja kammion epätiivelyskohdat ummistamaan, jonka jälkeen tuloilmakanavisto suositellaan puhdistamaan. Juhlasalin ilmanvaihtokoneen erillisessä raitisilmakammiossa on varastoituna tuoleja, jotka suositellaan poistamaan.

Ilmanvaihtokanaviston tuloilmapuolella ei havaittu pölykertymää ja tuloilmakoneiden suodatuksen arvioidaan toimivan hyvin.

Poistoilmakanavissa sekä poistoilmapäätelaitteissa havaittiin runsaasti pölyä ja järjestelmä suositellaan puhdistamaan. Tilojen äänenvaimentimissa on vaimennusmateriaalina käytetty synteettistä eristettä tai villapinnat on suojattu. Äänenvaimentimien sisäpinnat ovat hyväkuntoiset ja ehjät, eikä äänenvaimentimista havaittu kuitulähteitä tuloilmaan.

Tuloilman jako on toteutettu pääosin yläjakoisesti suutinkanavilla tai hajottimilla. Tuloilman huuhteluvaikutuksessa ei tiloissa havaittu puutteita. Opettajien tilan yhteydessä olevassa puhelinkopissa ei havaittu tulo- tai poistoilmalaitteita ja tilan ilmanvaihtoa suositellaan parantamaan.

Mitatut tulo- ja poistoilmamäärät vastasivat pääosin suunniteltuja arvoja. Kolmessa tarkastellussa huonetilassa mitattu huonekohtainen tulo- tai poistoilmamäärä erosi suunnitellusta yli hyväksyttävän määrän ja ilmamäärät suositellaan tiloissa säätämään.

Tarkasteltujen tilojen osalta käyttäjämäärät vastasivat pääosin mitattuja ilmamääriä. Opetustilan 219 enimmäiskäyttäjämäärä mitatun tuloilmamäärän perusteella jatkuvalle käytölle on 14 henkilöä ja ilmoitettu enimmäiskäyttäjämäärä on 15 henkilöä. Opettajien suuressa työtilassa 237 ilmoitettu enimmäiskäyttäjämäärä on 40 henkilöä ja vastaavasti mitattu enimmäiskäyttäjämäärä on 27 henkilöä. Tilan enimmäiskäyttäjämäärää suositellaan mahdollisuuksien mukaan rajoittamaan vain hetkelliseen käyttöön ja enimmäiskäytöllä tilaa suositellaan tuulettamaan ikkunatuuletuksella.

Tilojen lämpötila nousee ajoittain korkeaksi, yli 26 °C. Tilojen aurinkosuojausta suositellaan parantamaan, esimerkiksi rakennuksen ulkopuolelle asennettavalla aurinkosuojauksella, jolloin lämpökuorma ei pääse rakennuksen sisälle saakka. Rakennuksen ylikämpenemiseen voidaan vaikuttaa myös esimerkiksi sälekaihtimilla tai tilojen koneellisella jäähdytyksellä.

Korvausilman saanti käytön ulkopuolisena aikana vain poistoilmanvaihtokäytöllä ei ole rakennuksessa hallittua ja mittauksen perusteella ilmaa liikkuu epäpuhtaampien rakenneosien kautta käyttötiloihin. Vanhan rakennuksen erityispiirteiden vuoksi on suositeltavaa asettaa rakennuksen tulo- ja poistoilmakoneet käymään jatkuvasti, suunnittelemalla ilmanvaihtokoneille rakennusautomaatioon osatehoasetukset.

Ilmanvaihtokoneita ohjaava automaatiojärjestelmä on arviolta peruskorjausvuodelta 2006, eikä siihen ole tehty merkittäviä päivityksiä. AtmosCare automaatioon ei ole saatavilla varaosia. Komponenttien hajotessa järjestelmän korjaaminen voi osoittautua hankalaksi, mikä voi aiheuttaa käyttökatkoja rakennuksen käytössä. Suosittelemme varautumaan automaatiojärjestelmän alakeskusten kokonaisvaltaiseen uusimiseen. Toimenpide-ehdotukset on koottu lukuun 8.

Sisällys

Tutkimusselostus LUONNOS.....	1
Tiivistelmä	2
1 Tutkimuksen yleistiedot.....	7
2 Tutkimuskohteen kuvaus ja lähtötiedot.....	8
2.1 Tutkimuksen lähtötiedot.....	8
2.2 Kohteen kuvaus.....	8
2.3 Ilmanvaihdon järjestelmäkuvaus	10
3 Ilmanvaihtokoneet	10
3.1 TK01 TF01 / PF01, luokat 1.-2.krs	10
3.2 TK02 TF01 / PF01, Tekniset luokat.....	13
3.3 TK03 TF01 / PF01, Keittiö Ruokasali.....	15
3.4 TK04 TF01 / PF01, Juhlasali Pukuhuoneet	17
3.5 TK05 TF01 / PF01, Toimistotilat.....	20
3.6 Erillispoistopuhaltimet.....	22
3.7 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	23
4 Ilmanvaihtokanavisto ja ilmanvaihtolaitteet	25
4.1 Ilmanvaihtokanavisto	25
4.2 Äänenvaimentimet	27
4.3 Päätelaitteet ja ilman jakautuminen	28
4.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	32
5 Hetkelliset mittaukset	34
5.1 Ilmamäärämittaukset ja käyttäjämäärät	34
5.2 Lämpötilat	36

5.3	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	39
6	Ilmanvaihdon ohjaukset	41
6.1	Ilmanvaihtokoneiden ohjaukset.....	41
6.2	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	42
7	Sisäilman olosuhdemittaukset	42
8	Yhteenveto.....	42
8.1	Toimenpide-ehdotukset	45

Liitteet

1. Tutkimusvälineet ja menetelmät (2 sivua)
2. Ilmamäärien mittauspöytäkirja 14.-16.5.2024 AFRY (2 sivua)

1 Tutkimuksen yleistiedot

Tutkimuskohde

Rekolan pääkoulu

Rekolantie 67, 01400 Vantaa

Tutkimuksen tilaaja

Vantaan Kaupunki

Toimitilajohtaminen / Kiinteistöjen hoito ja ylläpito

Asematie 10A, 01300 Vantaa

Yhteyshenkilö: Piia Markkanen, piia.markkanen@vantaa.fi

Tehtävä

Tilaaja haluaa selvittää syitä osin heikoksi koettuun sisäilman laatuun. Tutkimusten tarkoituksena on selvittää ilmanvaihdon kuntoa, toimintaa ja mahdollista korjaustarvetta sekä sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä, ja määrittää mahdollisesti tarvittavat korjaus-/toimenpidetarpeet. Tutkimus laaditaan osana laajempaa AFRYltä tilattua tutkimuskokonaisuutta, tukien sisäilma- ja kosteusteknistä kuntotutkimusta, josta on laadittu erillinen raportti.

Tutkimusvälineet ja menetelmät

Tutkimukset on toteutettu erillisen tutkimussuunnitelman mukaisesti.

Tutkimuksessa käytettiin seuraavia tutkimusvälineitä/-menetelmiä:

- Ilmanvaihtokoneiden tarkastus
- Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden ja kuitulähteiden arviointi
- Ilmamäärämittaukset
- Tuloilman jakautumisen arviointi

Tutkimusvälineiden ja -menetelmien kuvaukset on esitetty liitteessä 1.

Tutkimusajankohta

Tutkimuksen kenttätöitä tehtiin 14.5.-16.5.2024 välisenä aikana.

Tutkimuksen tekijät

AFRY Finland Oy

Linnoitustie 5, 02600 Espoo

Joona Herranen, vastaava IV-kuntotutkija

Valeria Kieleväinen

2 Tutkimuskohteen kuvaus ja lähtötiedot

2.1 Tutkimuksen lähtötiedot

Tätä tutkimusta tehtäessä ja tätä tutkimusselostusta laadittaessa on ollut käytettävissä tilaajan toimittamat lähtötiedot:

- Peruskorjauksen ilmanvaihtosuunnitelmat, Jaakko Pöyry Infra, "Loppupiirustus" 28.9.2007

Lisäksi käytettävissä oli raportit kohteeseen tehdyistä sisäilma- ja rakenneteknisistä tutkimuksista (26.1.2018), sekä kosteuskartoituksesta (26.9.2021).

2.2 Kohteen kuvaus

Rekolan koulu kattaa kolme erillistä rakennusta. Tutkimukset kohdistuvat vuonna 1951 valmistuneeseen pääkouluun. Pääkoulun pinta-ala on n. 2400 m² ja siinä on kolme kerrosta. Alin kerros on osin maan alla. Rakennuksen 1. ja 2. kerroksissa keskiosalla on pääosin luokkatiloja, itäosassa henkilökunnan toimistotilat ja länsipäässä liikunta-/juhlasali. Alimmassa kerroksessa on teknisen työn luokat, keittiö ja ruokasali sekä henkilökunnan sosiaalitiloja. Ilmanvaihtokoneet sijaitsevat ullakolla kahdessa ilmanvaihtokonehuoneessa. Aivan rakennuksen itäpäädyssä on muutama asunto, joihin on kulku erillisen koulun tiloista erottavan porrashuoneen kautta. Asunnot rajattiin tämän tutkimuslaajuuden ulkopuolelle.

Ilmanvaihtojärjestelmä on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä lämmöntalteenotolla. Rakennuksen lämpö

tuotetaan kaukolämmöllä ja tiloissa on patterilämmitys. Rakennuksessa ei ole jäähdytystä, lukuun ottamatta yksittäisiä split-jäähdyttimiä vartijan huoneessa sekä aiemmin ATK-luokkana toimineessa luokkatilassa. Jäähdytyslaitteiden osalta on epäselvää, ovatko laitteet enää käytössä.



Kuva 1. Kuvassa on esitetty karkeasti koulurakennus ja sen jakautuminen eri osiin. (kuva: kartta.vantaa.fi).

2.3 Ilmanvaihdon järjestelmäkuvaus

Alkuperäisesti rakennuksessa on ollut painovoimainen ilmanvaihto. Koulurakennuksen viimeisin peruskorjaus on tehty vuosina 2006–2007, jolloin on uusittu laajasti rakennuksen talotekniikka sekä ilmanvaihtojärjestelmät kokonaisuudessaan. Painovoimainen ilmanvaihto on poistettu käytöstä (hormien päät tulpattu vesikatolla) ja rakennuksessa on käytössä vain koneellinen ilmanvaihtojärjestelmä.

Nykyinen koneellinen ilmanvaihtojärjestelmä laitteineen tulee noin 18 vuoden ikään. Rakennuksessa on useita ilmanvaihtokoneita ja tilojen ilmanvaihto on jaettu niin, että eri alueita palvelee erilliset ilmanvaihtokoneet. Ilmanvaihtokoneiden palvelualueet jakautuvat pääpiirteittäin seuraavasti:

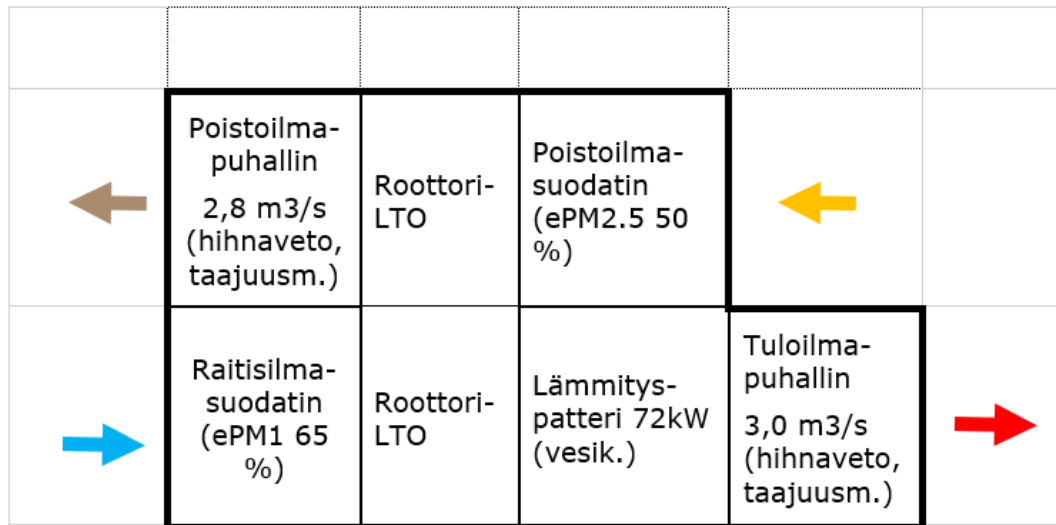
- TK01, 1. ja 2. kerroksen luokkatilat
- TK02, pohjakerroksen teknisen työn tilat
- TK03, keittiö ja ruokasali
- TK04, juhlasali ja pukuhuoneet
- TK05, opettajainhuoneet / toimistot

3 Ilmanvaihtokoneet

3.1 TK01 TF01 / PF01, luokat 1.-2.krs

Käyntiajat (muina aikoina ilmanvaihtokone on seis):

- Ma: klo. 05:00-18:00
- Ti-Pe: klo. 06:00-18:00
- La: klo. 14:00-15:00
- Su: klo. 07:15-08:05



Kuva 2. Kuvassa on esitetty ilmanvaihtokoneen TK01 komponentit ja toiminnot.

Ilmanvaihtokone TK01 on FläktWoodsin vuonna 2006 valmistama modulaarinen pakettikone. Kone sijaitsee rakennuksen keskiosan ullakon konehuoneessa ja palvelee 1. ja 2. kerroksen luokkatiloja.

Ilmanvaihtokoneen raitisilma otetaan ullakon keskiosan yhteisestä raitisilmakammioista. Raitisilmakammio rajoittuu ulkoseinän sekä konehuoneen seinän väliseen tilaan. Ilmanotto kammioon otetaan julkisivun raitisilmasäleiköistä. Tarkasteluhetkellä keväällä kammiossa sekä raitisilmasäleikössä oli runsaasti siitepölyä sekä muuta likaa.

Kammion rakenteiden liittymät eivät ole tiiviitä ja seinärakenteen villa on kammiossa näkyvillä. Lisäksi kammioista on ilmayhteyksiä konehuoneen seinärakenteen ja ulkoseinärakenteen väliin. Ilmanvaihtokone tulee noin 18 vuoden ikään ja se on toimintakuntoinen. Havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa ja niiden kuvateksteissä.



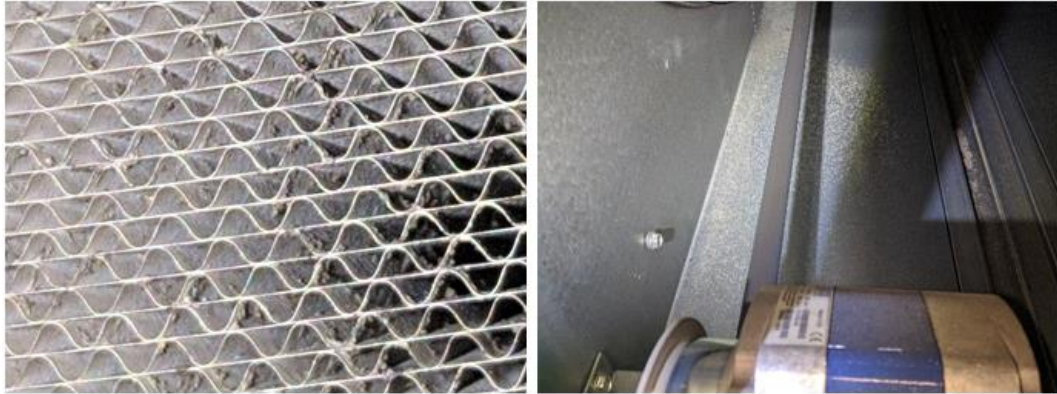
Kuva 3. Rakennuksen keskiosan ilmanvaihtokonehuoneen yhteinen raitisilmakammio. Raitisilmakammio ja raitisilmasäleiköt ovat likaiset.



Kuva 4. Raitisilmakammion sisäseinissä on avoimia villapintoja. Rakenteiden liittymät ovat epätiivittä ja kammiosta on ilmayhteyksiä seinärakenteisiin.



Kuva 5. Ilmanvaihtokoneen tuloilmasuodatin. Tuloilmasuodattimet tiivistyvät konerunkoon ja niissä ei havaittu merkittävää ohivuotoa. Suodattimet on vaihdettu viimeksi 05.03.2024.



Kuva 6. Ilmanvaihtokoneen roottori-LTO. LTO:n lamellit ovat pölyiset. LTO-osan pohjalla mahdollisesti hihnasta tai hihnapyörästä kulunutta purua.



Kuva 7. Ilmanvaihtokoneen tulo- ja poistopuhaltimet.

3.2 TK02 TF01 / PF01, Tekniset luokat

Käyntiajat (muina aikoina ilmanvaihtokone on seis):

- Ma: klo. 05:00-18:00
- Ti-Pe: klo. 06:00-18:00
- La: klo. 14:00-15:00
- Su: klo. 14:00-15:00

→	Poistoilma-suodatin (ePM2.5 50 %)		Roottori-LTO	Poistoilma-puhallin 1,2 m3/s (hihnaveto, taajuusm.)	→
←	Tuloilma-puhallin 1,4 m3/s (hihnaveto, taajuusm.)	Lämmitys-patteri 35,3kW	Roottori-LTO	Raitisilma-suodatin (ePM1 65 %)	←

Kuva 8. Kuvassa on esitetty ilmanvaihtokoneen TK02 komponentit ja toiminnot.

Ilmanvaihtokone TK02 on FläktWoodsin vuonna 2006 valmistama modulaarinen pakettikone. Kone sijaitsee rakennuksen keskiosan ullakon konehuoneessa ja palvelee kellarin teknisen työn tiloja.

Ilmanvaihtokoneen raitisilma otetaan ullakon keskiosan yhteisestä raitisilmakammioista. Ilmanvaihtokone tulee noin 18 vuoden ikään ja se on toimintakuntoinen. Havaintoja on esitetty seuraavissa valokuviissa ja niiden kuvateksteissä.



Kuva 9. Ilmanvaihtokoneen tuloilmasuodatin. Tuloilmasuodattimet tiivistyvät konerunkoon ja niissä ei havaittu merkittävää ohivuotoa. Ilmanvaihtokoneen sisäosat ovat siistit. Suodattimet on vaihdettu viimeksi 05.03.2024.



Kuva 10. Lämmityspatteri on yleiskunnoltaan siisti, lamellit ovat osin taipuneet. Lämmöntalteenotto-roottorin lamelleissa on pölyä



Kuva 11. Ilmanvaihtokoneen tulo- ja poistopuhaltimet. Puhallinkammioiden pohjalla mahdollisesti hihnasta tai hihnapyörästä kulunutta purua.

3.3 TK03 TF01 / PF01, Keittiö Ruokasali

Käyntiajat (muina aikoina ilmanvaihtokone on seis):

- Ma: klo. 05:00-16:30
- Ti-Pe: klo. 06:00-16:30
- La: klo. 14:00-15:00
- Su: klo. 06:50-08:00

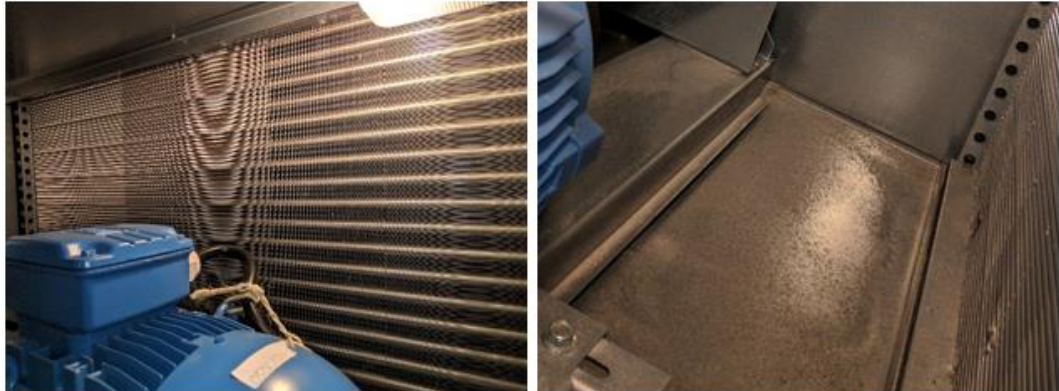
→	Poistoilma-suodatin (ePM2.5 50 %)		Roottori-LTO	Poistoilma-puhallin 0,7 m3/s (hihnaveto, taajuusm.)	→
←	Tuloilma-puhallin 1,5 m3/s (hihnaveto, taajuusm.)	Lämmitys-patteri 53,9kW	Roottori-LTO	Raitisilma-suodatin (ePM1 65 %)	←

Kuva 12. Kuvassa on esitetty ilmanvaihtokoneen TK03 komponentit ja toiminnot.

Ilmanvaihtokone TK03 on FläktWoodsin vuonna 2006 valmistama modulaarinen pakettikone. Kone sijaitsee rakennuksen keskiosan ullakon konehuoneessa ja palvelee keittiötä ja ruokasalia. Ilmanvaihtokoneen raitisilma otetaan ullakon keskiosan yhteisestä raitisilmakammioista. Ilmanvaihtokone tulee noin 18 vuoden ikään ja se on toimintakuntoinen. Havaintoja on esitetty seuraavissa valokuviissa ja niiden kuvateksteissä.



Kuva 13. Ilmanvaihtokoneen tuloilmasuodatin. Tuloilmasuodattimet tiivistyvät konerunkoon ja niissä ei havaittu merkittävää ohivuotoa. Ilmanvaihtokoneen sisäosat ovat siistit. Suodattimet on vaihdettu viimeksi 05.03.2024.



Kuva 14. Lämmityspatteri on yleiskunnoltaan siisti. Kammion pohja on likainen.

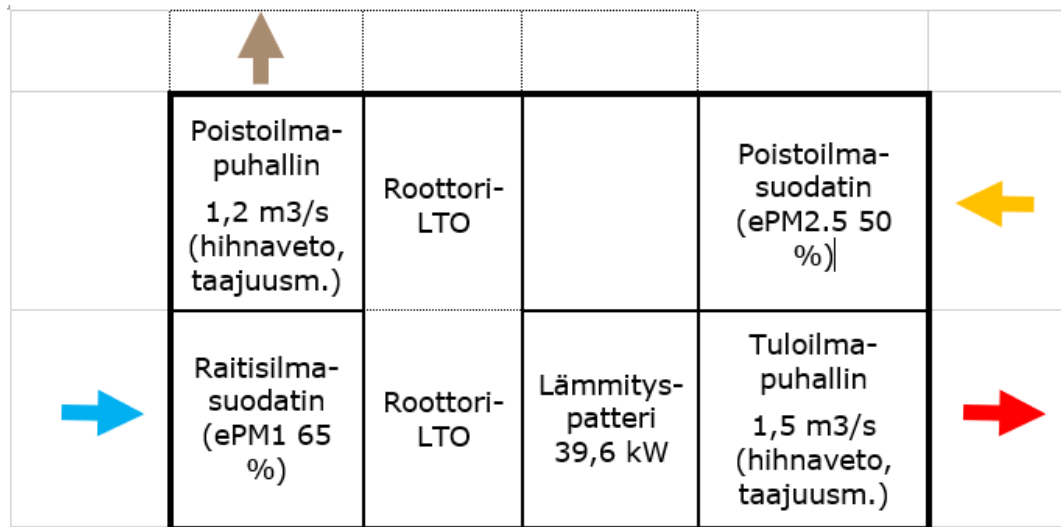


Kuva 15. Ilmanvaihtokoneen tulo- ja poistopuhaltimet. Puhallinkammioiden pohjalla mahdollisesti hihnasta tai hihnapyörästä kulunutta purua.

3.4 TK04 TF01 / PF01, Juhlasali Pukuhuoneet

Käyntiajat (muina aikoina ilmanvaihtokone on seis):

- Ma: klo. 05:00-17:00
- Ti-Pe: klo. 06:00-17:00
- La: klo. 14:00-15:00
- Su: klo. 14:00-15:00



Kuva 16. Kuvassa on esitetty ilmanvaihtokoneen TK04 komponentit ja toiminnot.

Ilmanvaihtokone TK01 on FläktWoodsin vuonna 2006 valmistama modulaarinen pakettikone. Kone sijaitsee rakennuksen länsipäädyn ullakon konehuoneessa ja palvelee juhlasalia ja pukuhuoneita.

Ilmanvaihtokoneen raitisilma otetaan omasta raitisilmakammioista ullakon länsipäädyssä. Ilmanvaihtokone tulee noin 18 vuoden ikään ja se on toimintakuntoinen. Havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa ja niiden kuvateksteissä.



Kuva 17. Ilmanvaihtokoneen raitisilmakammio. Raitisilmakammion sisällä on varastoituna tuoleja.



Kuva 18. Raitisilmasäleikkö ja kammio on likainen. Seinien ja lattian liitokset on tiivistetty massalla.



Kuva 19. Ilmanvaihtokoneen tuloilmasuodatin. Tuloilmasuodattimet tiivistyvät konerunkoon ja niissä ei havaittu merkittävää ohivuotoa. Ilmanvaihtokoneen sisäosat ovat siistit. Suodattimet on vaihdettu viimeksi 05.03.2024.



Kuva 20. Lämmityspatterin lamellit ovat pölyiset. Patterin paluuliittimessä on pintaruostetta ja vanhoja vuotojälkiä.



Kuva 21. Ilmanvaihtokoneen tulo- ja poistopuhaltimet.

Puhallinkammioiden pohjalla mahdollisesti hihnasta tai hihnapyörästä kulunutta purua.

3.5 TK05 TF01 / PF01, Toimistotilat

Käyntiajat (muina aikoina ilmanvaihtokone on seis):

- Ma: klo. 05:00-17:00
- Ti-Pe: klo. 06:00-17:00
- La: klo. 14:00-15:00
- Su: klo. 14:00-15:00

←	Poistoilma- puhallin 0,52 m ³ /s (hihnaveto, taajuusm.)	Roottori- LTO		Poistoilma- suodatin (ePM2.5 50 %)	←
→	Raitisilma- suodatin (ePM1 65 %)	Roottori- LTO	Lämmitys- patteri 17,1 kW	Tuloilma- puhallin 0,65 m ³ /s (hihnaveto, taajuusm.)	→

Kuva 22. Kuvassa on esitetty ilmanvaihtokoneen TK05 komponentit ja toiminnot.

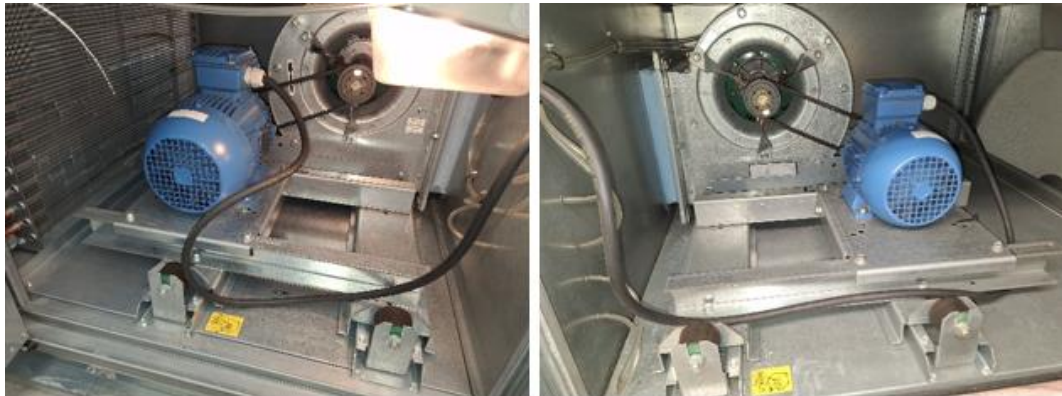
Ilmanvaihtokone TK05 on FläktWoodsin vuonna 2006 valmistama modulaarinen pakettikone. Kone sijaitsee rakennuksen itäpäädyn ullakon konehuoneessa ja palvelee toimistotiloja ja opettajainhuoneita. Ilmanvaihtokoneen raitisilma otetaan omasta raitisilmakammioista ullakon itäpäädyssä. Ilmanvaihtokone tulee noin 18 vuoden ikään ja se on toimintakuntoinen. Havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa ja niiden kuvateksteissä.



Kuva 23. Ilmanvaihtokoneen tuloilmasuodatin. tuloilmasuodattimet tiivistyvät konerunkoon ja niissä ei havaittu merkittävää ohivuotoa. Ilmanvaihtokoneen sisäosat ovat siistit. Suodattimet on vaihdettu viimeksi 05.03.2024.



Kuva 24. Lämmityspatterin lamelleissa on vääntymiä ja painaumia.



Kuva 25. Ilmanvaihtokoneen tulo- ja poistopuhaltimet.

Puhallinkammioiden pohjalla mahdollisesti hihnasta tai hihnapyörästä kulunutta purua.

3.6 Erillispoistopuhaltimet

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmässä on erillispoistoja, jotka ovat vesikatolle asennettuja huippuimureita. Erillispoistot käsittävät keittiön erillispoistopuhaltimen sekä pienempiä huippuimureita pääosin sosiaali-tiloille ja teknisen työn tiloille. Koulurakennusta palvelevat erillispoistot on esitetty seuraavassa taulukossa. Huippuimurit ovat peruskorjauksen ajalta vuodelta 2006.

Erillispoistopuhallin	Palvelualue
PK01	Oppilas WC
PK02	Oppilas WC+ sos. tilat
PK03	PKH, pesutilat
PK05	TSTO WC+KK
PK06	Maalikaappi
PK07	KP ahjo
PK08	Vetokaappi
PK09	Hissikuilu
PK14	Savenpolttouuni
PK16	Purunpoisto
PK17	KP juotospöytä
PK18	Portaan WC
TK03-PF02	Keittiö

Taulukko 1. Erillispoistopuhaltimien tunnuksset sekä niiden palvelualueet.



Kuva 26. Yleiskuvat erillispoistopuhaltimista vesikatolla.

3.7 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Johtopäätökset

Luokkatilojen, teknisten tilojen ja keittiö / ruokasalin ilmanvaihtokoneiden TK01-TK03 raitisilma otetaan ullakon keskiosan yhteisestä raitisilmakammioista. Kammion seinärakenteessa on avoimia villapintoja näkyvillä, joista voi irrota villaa raitisilmanottoon. Villapinnat sijaitsevat ennen ilmanvaihtokoneen suodattimia. Tuloilmakanavasta otettiin

pyyhintäpölynäyte, jonka analyysitulokset on esitetty Sisäilma- ja kosteusteknisessä kuntotutkimuksen raportissa (AFRY Finland Oy). Pölynäytteen analyysissä havaittiin mineraalivillakuituja, jotka kanavistosta voivat päätyä sisäilmaan. Huonetilojen tasopinnoilta otettujen pyyhitäpölynäytteiden analyysissä kuituja ei havaittu. Yleisesti kuidut voivat aiheuttaa ylähengitysteiden, silmien ja ihon ärsytysoireita, joten raitisilmakammion avoimet villapinnat suositellaan suojaamaan peittämällä kuituja sitovalla aineella. Työn jälkeen tuloilmakanavisto suositellaan puhdistamaan.

Keskiosan yhteisestä raitisilmakammioista on ilmayhteyksiä konehuoneen seinärakenteen ja ulkoseinärakenteen väliin. Raitisilmakammio on alipaineinen suhteessa muihin tiloihin, joten näiden rakenteiden epätiivetyksien kautta voi kulkeutua epäpuhtauksia raitisilmanottoon. Kammion epätiivetyyskohdat suositellaan ummistamaan.

Juhlasalin ilmanvaihtokoneen TK04 raitisilma otetaan ullakon länsipäädyn erillisestä raitisilmakammioista. Kammion liittymät on tiivistetty massalla. Raitisilmakammiossa on varastoituna tuoleja. Varastoitu tavara voi heikentää tuloilman laatua ja suosittelemme tyhjentämään ja puhdistamaan raitisilmakammion.

Ilmanvaihtokoneet tulevat n. 18 v ikään ja ovat arvioidusti toimintakuntoisia. Havaintojen perusteella rakennuksen ilmanvaihtokoneet on huollettu säännöllisesti, eikä niiden toiminnassa tai kunnossa huomattu merkittäviä puutteita tai sisäilmaan vaikuttavia tekijöitä.

Ilmanvaihtokoneiden teknisen toiminnan ja kunnan osalta lämmityspatterien ja lämmöntalteenottolaitteiden lamellien havaittu pölyisyys voi vaikuttaa niiden lämmönluovutuskykyyn sekä aiheuttaa ylimääräistä painehäviötä laitteistossa kasvattaen puhaltimien kuormaa. Puhaltimien kuorman kasvaessa myös niiden energiankulutus kasvaa vaikuttaen ilmanvaihtojärjestelmän energiatehokkuuteen. Suosittelemme puhdistamaan ilmanvaihtokoneiden lämmityspatterit sekä lämmöntalteenotto-osat. Ilmanvaihtokoneiden komponenttien tekninen käyttöikä on tavanomaisesti n. 25–35 vuotta. Ikääntyminen aiheuttaa

tyypillisesti toimintavarmuuden heikkenemistä ja kasvavia huoltokustannuksia. Ilmanvaihtokoneiden peruskorjaus / modernisointi on teknisen käyttöiän perusteella ajankohtaista n. 10 vuoden sisällä. Ilmanvaihtokoneiden nykyiset puhaltimet ovat taajuusmuuttajaohjattuja hihnavetoisia puhaltimia. Modernit suoravetoiset puhaltimet energiatehokkaalla EC-moottorilla voivat vähentää puhaltimien sähköenergian kulutusta jopa kymmeniä prosenteilla ja peruskorjausten yhteydessä puhaltimien modernisointi on suositeltavaa energiatehokkuuden parantamiseksi.

Toimenpide-ehdotukset

Suosittelimme seuraavia toimenpiteitä ilmanvaihtokoneiden osalta:

- Ullakon keskiosan raitisilmakammion avoimien villapintojen peittäminen sekä rakenneliittymien tiivistäminen. Tuloilmakanaviston puhdistaminen työn jälkeen.
- Ilmanvaihtokoneiden LTO-roottorien sekä lämmityspatterien lamellien puhdistus.
- Varastoitujen tuolien poistaminen juhlasalin ilmanvaihtokoneen TK04 raitisilmakammioista (huoltoluonteinen).
- Raitisilmakammioiden ja raitisilmasäleikköjen puhdistaminen (huoltoluonteinen).

4 Ilmanvaihtokanavisto ja ilmanvaihtolaitteet

4.1 Ilmanvaihtokanavisto

Rakennuksen ilmanvaihtokanavisto laitteineen on uusittu kokonaisuudessaan vuosien 2006–2007 peruskorjauksessa. Runkokanavisto kulkee ullakolla ja konehuoneissa näkyvillä. Kanavat on eristetty mineraalivillalla, jotka on päällystetty alumiinilaminaatilla tai pellitetty. Pystynousut on asennettu yhteisiin tekniikkakuiluihin. Käytävillä kanavisto on asennettu alakattoon ja luokissa kanavat ovat näkyvillä.



Kuva 27. Yleiskuvat ilmanvaihtokanavistosta ullakkotilassa, sekä pystynousuista tekniikkakuiluissa.

Ilmanvaihtokanaviston edellisen puhdistuksen ajankohta ei ollut tiedossa. Tuloilmakekanavistossa havaittiin visuaalisesti tarkastelluilta osin vähäisesti tai ei havaittavaa pölykertymää. Poistoilmapäätelaitteissa ja kanavistossa havaittiin runsasta huonepölykertymää.



Kuva 28. Yleiskuvat tuloilman runkokanavasta ja palopellistä, sekä tuloilman kytkentäkanavasta. Pölykertymän arvio alle 0,2 g/m². Kanavan liitoksissa näkyy ilmanvaihtokanavien liitosten tiivistyksessä käytettyä massaa.



Kuva 29. Luokkatilojen poistoilman päätelaitteissa on runsasta pölykertymää.



Kuva 30. Poistoilmakanavistossa on pölykertymää, arvio yli 1 g/m².

4.2 Äänenvaimentimet

Huonetilojen tuloilmanvaihtokanavistossa on käytetty pyöreitä äänenvaimentimia, jotka ovat luokkatiloissa näkyvillä. Konehuoneissa tuloilmakammioiden seininä on vaimennusainelementit ja ilmanvaihtokoneissa on kantikkaat äänenvaimentimet.

Havainnoiduilta osin äänenvaimentimen vaimennusmateriaalina on käytetty synteettistä eristettä tai villapinnat on suojattu ja päällystetty lasikuitumatolla.



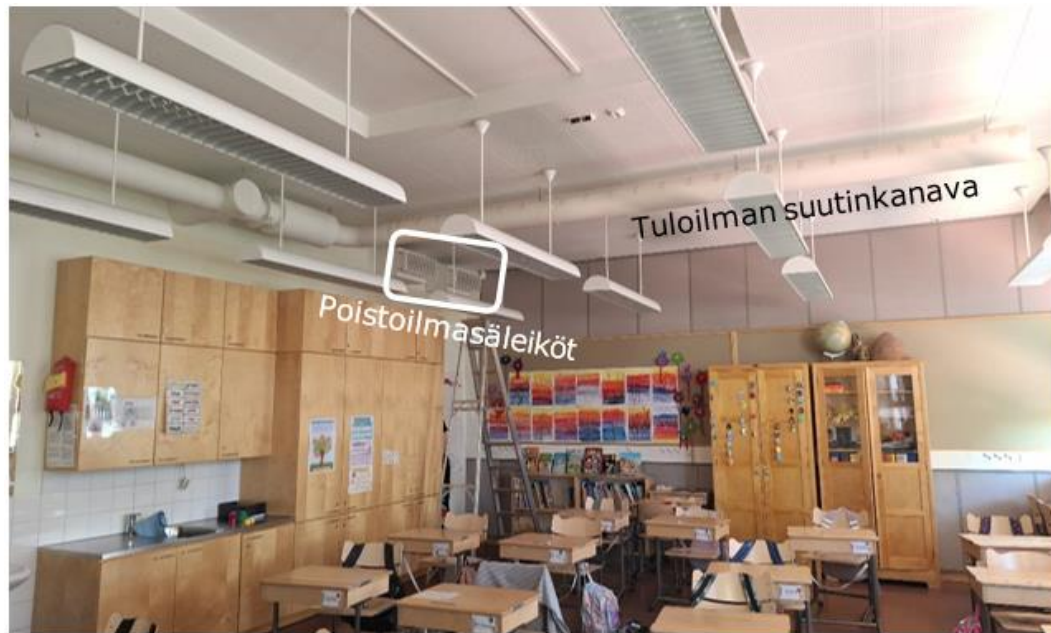
Kuva 31. Luokkatilojen äänenvaimennin, jonka vaimennusmateriaalina käytetty synteettistä eristettä. Äänenvaimentimet ovat hyväkuntoiset.



Kuva 32. Tuloilmakammiot ovat siistit. Kammion seinämissä on todennäköisesti mineraalivillaa vaimennusmateriaalina reikäpellin takana. Villa on suojattu lasikuitumatolla. Lasikuitumatto on ehjä.

4.3 Päätelaitteet ja ilman jakautuminen

Pääosin luokkatilojen tuloilmanjako on toteutettu yläjakoisesti suutinkanavilla. Ilma poistuu luokkatiloista käytäväseinälle tilan yläosaan sijoitettujen poistoilmasäleikköjen kautta. Luokkatiloissa tuloilma huuhtelee tilan hyvin, eikä tiloissa ole tuloilmavirran jakautumista rajoittavia esteitä.



Kuva 33. Yleiskuva luokkatilan ilmanjaon toteutuksesta.

Toimistotiloissa ja opettajainhuoneissa sekä osassa luokkatiloja ja käytävillä tuloilmanjako on toteutettu seinäpuhalluksella säleiköistä tai yläjakoisesti suutinhajottimilla. Ilma poistuu tilan yläosan poistoilman kartioventtiileistä. Tuloilma huuhtelee tilan hyvin, eikä tiloissa ole tuloilmavirran jakautumista rajoittavia esteitä. Tulo- ja poistoilmalaitteet on asennettu tuloilman huuhtelevuuden kannalta soveltuvasti tilan eri puolille. Opettajienhuoneen yhteydessä olevassa puhelinkopissa (tila 234) ei havaittu ilmanvaihdon päätelaitteita ja tilan ovi on tiivis.

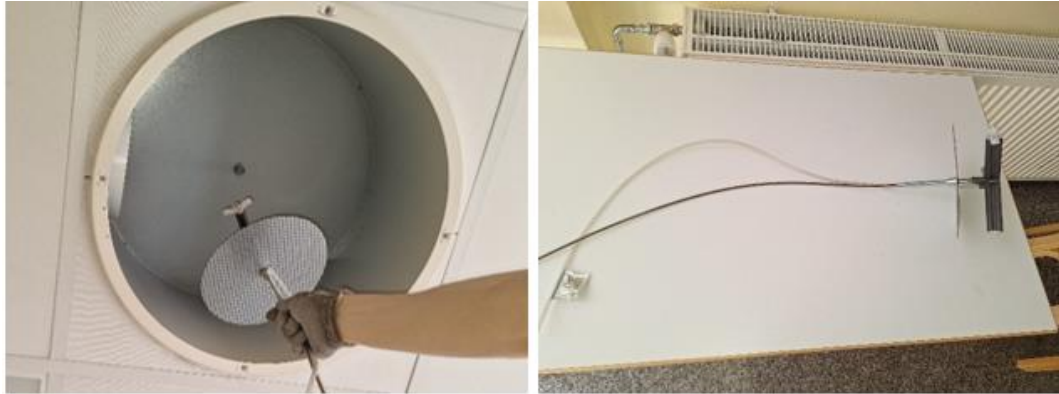


Kuva 34. Yleiskuva opettajainhuoneen ilmanjaon toteutuksesta.



Kuva 35. Opettajienhuoneen yhteydessä olevassa puhelinkopissa ei havaittu ilmanvaihtolaitteita. Tilan ilman laatu on tunkkainen. Kopin alakaton yläpuolella kulkee tulo- ja poistokanavarunko.

Päätelaitteet säätöosineen olivat tarkastelluilta osin hyväkuntoisia. Pienryhmätilassa 116 havaittiin tuloilmalaitteen säätöosan olevan rikki niin että toinen laitteen painemittausyhteistä puuttuu.



Kuva 36. Tilan 116 tuloilmahajottajan tasauslaatikon säätöosa irrotettuna. Toinen laitteen painemittausyhteistä puuttuu.



Kuva 37. Tilaan 118 on raitisilmaventtiili ulkoseinässä. Suunnitelmien mukaan tilassa on vain poistoilmanvaihto ja korvausilma tulee siirtoilmana käytävältä.



Kuva 38. Tilan 118 raitisilmaventtiilin suodatin on likainen ja läpivienti ei ole täysin tiivis.

4.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ilmanvaihtokanaviston tuloilmapuolella ei havaittu pölykertymää ja tuloilmakoneiden suodatuksen arvioidaan toimivan hyvin. Tuloilman puhtauden varmistamiseksi tuloilmakanavien pölykertymä tulisi pitää mahdollisimman pienenä. Poistoilmakanavissa sekä poistoilmapäätelaitteissa havaittiin runsaasti pölyä, joka kulkeutuu huonetiloista poistoilman kautta kanaviin. Poistoilmapuolen havaittu likaisuus ei aiheuta riskiä sisäilman laadulle. Kanaviston puhtauden osalta on kuitenkin huolehdittava, että pölyisyydestä ei aiheudu tulipalon vaaraa tai kasvanutta palokuormaa ja suosittelemme järjestelmän puhdistamista.

Tilojen äänenvaimentimissa havainnoiduilta osin on äänenvaimentimen vaimennusmateriaalina käytetty synteettistä eristettä tai villapinnat on suojattu ja päällystetty lasikuitumatolla. Äänenvaimentimien sisäpinnat ovat hyväkuntoiset ja ehjät, eikä äänenvaimentimissa havaittu kuitulähteitä.

Huonelaitteiden sijoittelu ilman jakautumisen kannalta on tiloissa hyvä ja tiloissa on käytetty ilman jakautumisen kannalta tilaan soveltuvia päätelaitteita. Aistinvaraisesti tarkasteltuna tuloilman huuhteluvaikutuksessa ei havaittu puutteita.

Opettajien huoneen yhteydessä olevassa puhelinkopissa (tila 234) ei havaittu ilmanvaihtolaitteita ja tilan ilma on tunkkaista. Tilan ilma

vaihtuu vain ovea avaamalla eikä tilaa tulisi käyttää pitkäaikaisesti. Tilan yläpuolella kulkevat tulo- ja poistoilmakanavat ja tilan ilmanvaihtoa suositellaan mahdollisuuksien mukaan parantamaan, esimerkiksi haaroittamalla tilaan uuden poistoilmaventtiilin ja tuloilmaventtiilin tai varustamalla oven siirtoilmasäleiköllä.

Tilan 116 tuloilman päätelaitteen säätöosa havaittiin olevan vaurioitunut. Vaurioitunut säätöosa vaikuttaa merkittäväksi ilmavirran kulkemiseen sekä sen säädettävyyteen. Suosittelemme säätöosan uusimista. Lisäksi tilassa 118 oleva raitisilmaventtiili, joka ei ole suunnitelmissa, suositellaan tiivistämään/tulppaamaan, sillä suunnitelmien mukaan korvausilma tulee tilaan siirtoilmana käytävästä.

Toimenpide-ehdotukset

Suosittelimme seuraavia toimenpiteitä ilmanvaihtokanaviston ja ilmanvaihtolaitteiden osalta:

- Poistoilmakanaviston puhdistaminen, tuloilmakanaviston puhdistaminen raitisilmakammion villapintojen ummistamisen jälkeen.
- Puhelinkopin 234 ilmanvaihdon parantaminen, esim. haaroittamalla uudet tulo- ja poistoilmaventtiilit tai siirtoilmasäleiköllä.
- Tilan 116 vaurioituneen tuloilmapäätelaitteen korjaus / uusiminen (huoltoluonteinen)
- Tilan 118 raitisilmaventtiilin tiivistäminen/tulppaaminen.

5 Hetkelliset mittaukset

5.1 Ilmamäärämittaukset ja käyttäjämäärät

Tilakohtaiset tulo- ja poistoilmamäärät mitattiin venttiilikohtaisesti yhteensä 11 eri tilasta. Mitatut tilat ovat 112, 114, 116, 119, 134, 214, 219, 220, 221, 233 ja 237.



Kuva 39. Ilmamäärämittausten huonetilat pohjakuvassa. Huonetilat, joissa ilmamäärämittaukset tehtiin, on korostettu kuvaan keltaisella.

Ilmanvaihtokoneille on ohjelmoitu vain yksi käyttöteho ja mittaukset suoritettiin ilmanvaihtokoneiden ollessa rakennusautomaation ohjaamana päällä normaalilla käyttöteholla. Suunnitellut ja mitatut ilmamäärät, poikkeamat ja vertailu käyttäjämääriin on esitetty kootusti seuraavissa taulukoissa. Ilmanvaihdon mittauspöytäkirja on liitteessä 2.

Huonetila	Suunniteltu tulo l/s	Mitattu tulo l/s	Erotus	Suunniteltu poisto l/s	Mitattu poisto l/s	Erotus	Mitattu tulon ja poiston välinen ero
Opetustila 112	172	181	5 %	-172	-172	0 %	5 %
Opetustila 114	172	147	-15 %	-172	-138	-20 %	7 %
Ryhmätila 116	50	54	7 %	-50	-40	-20 %	35 %
Opetustila 119	180	182	1 %	-180	Ei pääsyä		
Rehtori 134	45	32	-29 %	-45	-43	-4 %	-34 %
Opetustila 214	172	181	5 %	-172	-165	-4 %	10 %
Opetustila 219	75	84	11 %	-75	-87	16 %	-4 %
Opetustila 220	45	48	6 %	-45	-47	4 %	2 %
Opetustila 221	100	117	15 %	-100	-177	77 %	-51 %
Opettajat 233	180	167	-7 %	-180	-181	1 %	-8 %
Opettajat 237	50	47	-6 %	-50	-68	36 %	-6 %

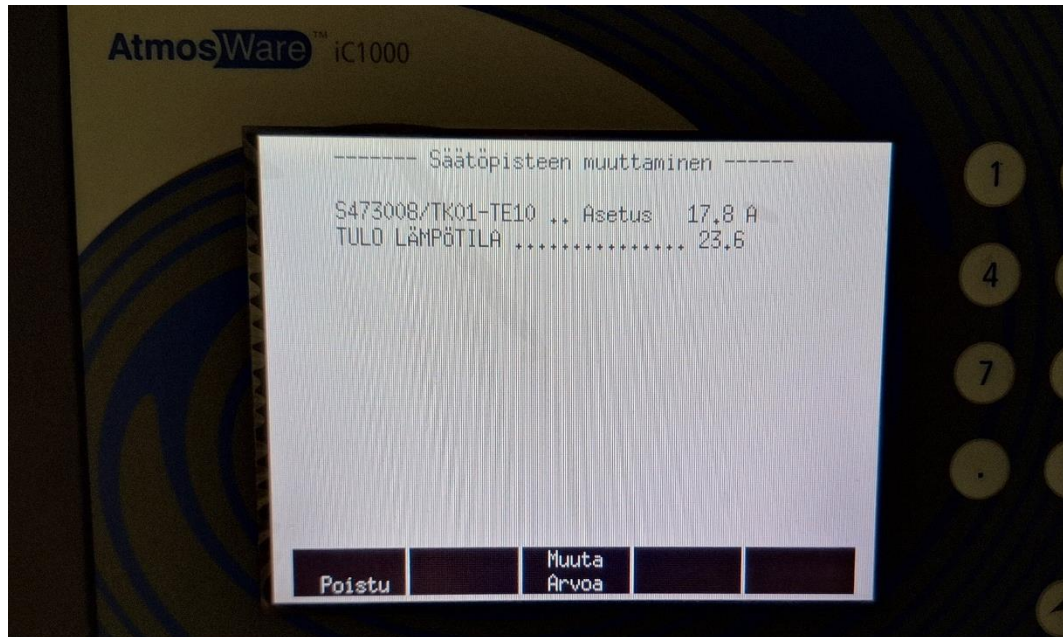
Taulukko 2. Tilojen suunnitellut ja mitatut tulo- ja poistoilmamäärät. Hyväksyttävistä poikkeamista suuremmat poikkeamat on korostettu oranssilla.

Huonetila	Enimmäiskäyttäjä- määrä suunnitellulla tuloilmavirralla (6l/s /hlö)	Enimmäiskäyttäjä- määrä mitatulla tuloilmavirralla (6l/s /hlö)	Ilmoitettu enimmäiskäyttäjä- määrä
Opetustila 112	28	30	18
Opetustila 114	28	24	18
Ryhmätila 116	8	9	8
Opetustila 119	30	30	18
Rehtori 134	7	5	6
Opetustila 214	28	30	20
Opetustila 219	12	14	15
Opetustila 220	7	8	5
Opetustila 221	16	19	20
Opettajat 233	30	27	40
Opettajat 237	8	7	6

Taulukko 3. Tilojen enimmäiskäyttäjämäärät suunnitellulla ja mitatulla tuloilmavirralla, sekä tilojen käyttäjien ilmoittamat enimmäiskäyttäjämäärät. Opetustilan 221 osalta on ilmoitettu, että 20 hlö käyttäjämäärä ei ole pitkäaikaista.

5.2 Lämpötilat

Rakennuksen ilmanvaihtokoneissa ei ole tuloilman jäähdytystä, ja tuloilman lämpötila mukailee ulkoilman lämpötilaa. Tutkimuspäivänä ilmanvaihtokoneiden rakennusautomaatiosta luetut tuloilma-anturit näyttivät tuloilman lämpötilaksi n. 23–24 °C, joka vastasi ulkoilman lämpötilaa. Anturien lukema tarkastettiin konehuoneen tuloilmakanavasta mittaamalla kuumalankamittauksella ja mittaustulokset vastasivat ilmanvaihtokoneiden tuloilma-anturien lämpötiloja (n. 23–24 °C). Huonetilojen tuloilmapäätelaitteilta mitatut tuloilman lämpötilat olivat vastaavat kuin konehuoneen kanavasta mitatut lämpötilat ollen paikoin muutaman asteen kymmenyksen viileämpää.



Kuva 40. Luokkatilojen ilmanvaihtokoneen TK01 tuloilman lämpötila-anturin lukema (23,6 °C) rakennusautomaation alakeskuksella. Tuloilman asetusrvo on matalampi (17,8 °C). Tilojen yllälämpenemisen vähentämiseksi (17,8 °C), mutta lukema ei saavuta asetusrvoa, sillä ilmanvaihtokoneissa ei ole jäädytystä.



Kuva 41. Tuloilman lämpötilan tarkistusmittaukset konehuoneen kanavasta ja huonetilojen tuloilmapäätelaitteelta. Mitatut lämpötilat vastasivat rakennusautomaation alakeskukselta luettuja ilmanvaihtokoneiden anturien lukemia (n. 23–24 °C).



Kuva 42. 1. kerroksen luokkatilojen käytävän päässä oleva pienryhmätilassa 116 on korkeat ikkunat. Iltopäivällä aurinko paistaa ikkunoista tilaan ja auringon lämpövaikutus on tilassa tuntuva. Mitattu hetkellinen huonelämpötila oli yli 26 °C.

5.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Puhdistetun ilmanvaihtojärjestelmän osalta huonekohtaisten ilmavirtojen hyväksyttävä poikkeama on ± 20 prosenttia. Käytössä olevassa ilmanvaihtojärjestelmässä huonetilakohtaiset ilmamäärät ja poikkeamat voivat muuttua ilmanvaihtojärjestelmän, ja erityisesti ilmanvaihtokoneiden suodattimien likaantuessa. Ilmanvaihtokoneiden suodattimet on vaihdettu merkintöjen perusteella 5.3.2024. Kevään siitepölyajan takia erityisesti raitisilmaosissa ja -suodattimissa oli havaittavissa likaantumista, mikä voi vaikuttaa mittaustuloksiin.

Kolmessa tarkastellussa huonetilassa mitattu huonekohtainen tulo- tai poistoilmamäärä erosi suunnitellusta yli hyväksyttävän määrän. Nämä tilat ovat rehtorin huone 134 opetustila 221 ja opettajien työtila 237. Tilojen poistoilmamäärät ovat suurempia kuin tuloilmamäärät ja ilmamäärät suositellaan tiloissa tarkastamaan. Tilakohtaista ilmamäärää säädetäessä ilmamäärät voivat muuttua muissa tiloissa, joten säätötyön yhteydessä tulee varmistua mittauksin suunniteltujen ilmamäärien pysyvyydestä myös muissa tiloissa ja säätää ilmanvaihtoa tarvittaessa alueittain.

Kiinteistön huonekohtaiset tulo- ja poistoilmamäärät on suunniteltu tasapainoisiksi, tarkoittaen että huonetilaan tulevat tulo- ja poistoilmamäärät ovat yhtä suuret. Ryhmätilassa 116 tilakohtainen tuloilmamäärä ja tilakohtainen poistoilmamäärä olivat huonekohtaisten ilmavirtojen osalta hyväksyttävän poikkeaman sisällä. Tilan tuloilmamäärä kuitenkin hieman ylitti suunnitellun arvon ja poistoilmamäärä alitti suunnitellun arvon niin, että mitatun tulo- ja poistoilmamäärän ero on 35 %. Ilmamäärät suositellaan tilassa tarkastamaan vastaavasti.

Opetustilan 219 laskennallinen enimmäiskäyttäjämäärä, jolle ilmanvaihto on suunniteltu jatkuvana käyttönä riittävän, on 12 henkilöä. Tilan mitattu tuloilmamäärä on suunniteltua suurempi ja mitatun tuloilmamäärän perusteella laskennallinen enimmäiskäyttäjämäärä on 14 henkilöä. Ilmoitettu enimmäiskäyttäjämäärä on 15 henkilöä, tilan käyttäjämäärä suositellaan tarvittaessa rajoittamaan.

Opetustilan 221 osalta ilmoitettu enimmäiskäyttäjämäärä ylittää laskennallisen enimmäiskäyttäjämäärän suunnitellun ja mitatun tuloilmamäärän osalta. Henkilökunnalta saadun tiedon mukaan ilmoitettu enimmäiskäyttäjämäärä 20 henkilöä ei ole kuitenkaan jatkuvaa ja tänä vuonna tilassa oleskelee jatkuvasti enintään 10 henkilöä.

Opettajien suuressa työtilassa 237 ilmoitettu enimmäiskäyttäjämäärä ylittää tilan tuloilmamääräperusteisen enimmäiskäyttäjämäärän merkittävästi. Tilan enimmäiskäyttäjämäärää suositellaan mahdollisuuksien mukaan rajoittamaan vain hetkelliseen käyttöön. Tilassa on tuuletusikkunat ja enimmäiskäytöllä tilaa suositellaan tuulettamaan ikkunatuuletuksella.

Rakennuksen ilmanvaihtokoneiden tuloilman lämpötilaa ohjataan poistoilman lämpötilamittauksen perusteella. Koska ilmanvaihtokoneissa ei ole jäähdytystä, tuloilman lämpötila ei voi kuitenkaan olla viileämpää kuin ulkoilman lämpötila. Kanavista ja päätelaitteilta tehtyjen mittausten perusteella tuloilma ei lämpene poikkeuksellisesti kanavistossa.

Ilmanvaihtoteknisen kuntotutkimuksen lisäksi kohteessa tehtiin kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Tutkimuksessa huonetilojen olosuhteita tarkasteltiin jatkuvatoimisella seurantamittauksella, jonka tulokset on esitetty tutkimuksen erillisessä raportissa (Afray Finland Oy). Hetkellisten mittausten sekä seurantamittausten tulosten perusteella tilojen lämpötila nousee ajoittain korkeaksi, yli 26 °C. Lämpötilan nousu korostuu erityisesti 1. kerroksen käytävän päässä sijaitsevassa pienessä ryhmätilassa 116, jossa on laaja ikkunapinta. Päiväaikaan tilan lämpötila nousee selvästi, mikä johtuu todennäköisimmin ikkunoiden läpi tilaan kohdistuvasta runsaasta auringon lämpökuormasta. Käyttäjät ovat ilmoittaneet kyseisen tilan sisäilman tuntuvan tunkkaiselta ja tilassa oleskelun tuntuvan siltä kuin happi loppuisi. Myös viereisissä länsi-/etelänurkan luokissa on ilmoitettu vastaavasta tunkkaisuudesta ja tiloja tuuletetaan henkilökunnan mukaan runsaasti ikkunoista. Myös näissä tiloissa auringon lämpökuorma on tilojen sijainnin vuoksi rakennuksessa runsainta.

Sisäilman lämpötila on yksi keskeinen viihtyvyystekijä ja korkea lämpötila aiheuttaa epämukavuutta ja lisää sisäilmaan liittyvää oireilua. Luokkatiloja voidaan tuulettaa yllälämpenemisen vähentämiseksi, mutta ryhmätilassa 116 ei ole tuuletusmahdollisuutta. Toimenpide-ehdotukset on esitetty Sisäilma- ja kosteusteknisessä tutkimusraportissa (Afrý Finland Oy).

Toimenpide-ehdotukset

Suosittellemme seuraavia toimenpiteitä ilmanvaihdon säädön ja lämpötilojen hallinnan osalta:

- Ryhmätilan 116 tulo- ja poistoilmamäärien tasapainotus sekä aurinkosuojauksen parantaminen ikkunaseinällä
- Rehtorin huoneen tuloilmamäärän säätö
- Opetustilan 221 poistoilmamäärän säätö
- Opetustilan 237 poistoilmamäärän säätö

6 Ilmanvaihdon ohjaukset

6.1 Ilmanvaihtokoneiden ohjaukset

Ilmanvaihtokoneita ohjataan TAC AtmosTech Oy:n keskitetyllä AtmosCare rakennusautomaatiojärjestelmällä. Järjestelmä on arviolta peruskorjausvuodelta 2006, eikä siihen ole tehty merkittäviä päivityksiä. Automaatio on havaintojen perusteella toteutettu neljällä konehuoneisiin sekä lämmönjakohuoneeseen sijoitetuilla alakeskuksella, jotka on varustettu AtmosWare IC1000 keskusyksiköiltä. Keskusyksiköiltä voidaan paikallisesti esimerkiksi seurata ja ohjata järjestelmän tilaa, sekä kuitata hälytyksiä.

Ilmanvaihtokoneiden puhaltimien moottorit ovat taajuusmuuttajaohjattuja. Puhaltimia ohjataan kanavapaineohjauksella, jolle automaatio-ohjelmaan on asetettu yksi kanavapaineasetus, eli puhaltimet käyvät aina täydellä teholla aikaohjelman mukaisina käyntiaikoina.

Ilmanvaihtokoneiden ohjauksissa ei havaittu hetkellisesti poikkeamia tai aktiivisia hälytyksiä. Rakennusautomaatio on kytketty Vantaan

keskusvalvomon graafiseen valvomonäkymään. Valvomossa on trendiseuranta ohjelmoitu vain liikuntasalon TK4 ilmanvaihtokoneen kanavapaineohjaukselle. Trendiseurannan perusteella ohjauksen toiminnassa ei havaittu merkittäviä puutteita.



Kuva 43 Automaatiojärjestelmän alakeskuksen keskusyksikkö (vasemmalla), sekä automaatiomodulit (oikealla).

6.2 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ilmanvaihtokoneita ohjaava rakennuksen keskitetty automaatiojärjestelmä on ikääntynyt eikä AtmosCare automaatioon ole saatavilla varaosia. Komponenttien hajotessa järjestelmän korjaaminen voi osoittautua hankalaksi, mikä voi aiheuttaa käyttökatkoja rakennuksen käytössä. Suosittelemme varautumaan automaatiojärjestelmän alakeskusten kokonaisvaltaiseen uusimiseen.

7 Sisäilman olosuhdemittaukset

Sisäilman lämpötilaa, kosteuspitoisuutta, hiilidioksidipitoisuutta ja paineroa ulkovaipan sekä yhden kuilun yli mitattiin jatkuvakestoisena mittauksena noin kolmen viikon mittausjaksolla 15.5.–3.6.2024. Tulokset, yhteenveto sekä toimenpide-ehdotukset on esitetty Sisäilma- ja kosteusteknisessä tutkimusraportissa (Afrý Finland Oy)

8 Yhteenveto

Tutkimuskohteena ollut Rekolan koulun pääkoulurakennus on valmistunut vuonna 1951. Ilmanvaihtotekniikka kokonaisuudessaan sekä

rakennusautomaatio on rakennuksessa uusittu vuonna 2006 ja järjestelmät tulevat noin 18 vuoden ikään. Peruskorjausväli vastaavissa ilmanvaihtojärjestelmissä on yleensä noin 20–30 vuotta. Tekniseen peruskorjaustarpeeseen vaikuttaa merkittävästi tarkastelujakson aikana tehdyt huoltokorjaukset sekä kunnossapito. Havaintojen perusteella ilmanvaihtolaitteistoa on huollettu säännöllisesti ja ilmanvaihtojärjestelmä on yleisesti hyväkuntoinen.

Ilmanvaihtokoneet tulevat n. 18 v ikään ja ovat arvioidusti hyvässä toimintakunnossa. Havaintojen perusteella koneita on huollettu säännöllisesti, eikä niiden toiminnassa tai kunnossa huomattu merkittäviä puutteita tai sisäilmaan vaikuttavia tekijöitä. Ilmanvaihtokoneiden peruskorjaus / modernisointi on teknisen käyttöiän perusteella ajankohtaista n. 10 vuoden sisällä. Puhaltimien modernisointi on suositeltavaa energiatehokkuuden parantamiseksi.

Ullakon keskiosan konehuoneen yhteisen raitisilmakammion seinärakenteessa on avoimia villapintoja näkyvillä, joista voi irrota villaa raitisilmanottoon. Lisäksi raitisilmakammioista on ilmayhteyksiä konehuoneen seinärakenteen ja ulkoseinärakenteen väliin. Raitisilmakammion avoimet villapinnat suositellaan suojaamaan peittämällä ja kammion epätiivetyshkohdat suositellaan ummistamaan, jonka jälkeen tuloilmakanavisto suositellaan puhdistamaan. Juhlasalin ilmanvaihtokoneen erillisessä raitisilmakammiossa on varastoituna tuoleja. Varastoitu tavara voi heikentää raitisilman laatua ja suosittelemme tyhjentämään ja puhdistamaan raitisilmakammion.

Ilmanvaihtokanaviston tuloilmapuolella ei havaittu pölykertymää ja tuloilmakoneiden suodatuksen arvioidaan toimivan hyvin. Poistoilmakanavissa sekä poistoilmapäätelaitteissa havaittiin runsaasti pölyä ja järjestelmä suositellaan puhdistamaan. Tilojen äänenvaimentimissa on vaimennusmateriaalina käytetty synteettistä eristettä tai villapinnat on suojattu ja päällystetty lasikuitumatolla. Äänenvaimentimien sisäpinnat ovat hyväkuntoiset ja ehjät, eikä äänenvaimentimista havaittu kuitulähteitä.

Tuloilman jako on toteutettu pääosin yläjakoisesti suutinkanavilla tai hajottimilla. Huonelaitteiden sijoittelu ilman jakautumisen kannalta on tiloissa hyvä ja tiloissa on käytetty ilman jakautumisen kannalta tilaan soveltuvia päätelaitteita. Tuloilman huuhteluvaikutuksessa ei havaittu puutteita. Opettajien tilan yhteydessä olevassa puhelinkopissa ei havaittu tulo- tai poistoilmalaitteita ja tilan ilmanvaihtoa suositellaan parantamaan.

Mitatut tulo- ja poistoilmamäärät vastasivat pääosin suunniteltuja arvoja. Kolmessa tarkastellussa huonetilassa mitattu huonekohtainen tulo- tai poistoilmamäärä erosi suunnitellusta yli hyväksyttävän määrän ja ilmamäärät suositellaan tarkastamaan.

Tarkasteltujen tilojen osalta käyttäjämäärät vastasivat pääosin mitattuja ilmamääriä. Opetustilan 219 laskennallinen enimmäiskäyttäjämäärä jatkuvalle käytölle mitatun tuloilmamäärän perusteella on 14 henkilöä ja ilmoitettu enimmäiskäyttäjämäärä on 15 henkilöä. Opettajien suuressa työtilassa 237 ilmoitettu enimmäiskäyttäjämäärä on 40 henkilöä ja vastaavasti mitattu enimmäiskäyttäjämäärä on 27 henkilöä. Tilan enimmäiskäyttäjämäärää suositellaan mahdollisuuksien mukaan rajoittamaan vain hetkelliseen käyttöön ja enimmäiskäytöllä tilaa suositellaan tuulettamaan ikkunatuuletuksella.

Paine-eromittausten perusteella sisäilma oli päiväaikaan / käytön aikana pääsääntöisesti ylipaineinen tai lievästi alipaineinen ulkoilmaan nähden. Käytön ulkopuolella alipaineisuus kasvoi merkittävästi, sillä rakennuksen tulo- ja poistoilmanvaihtokoneet pysähtyvät, mutta erillispoistopuhaltimet käyvät jatkuvasti. Korvausilman saanti vain poistoilmanvaihtokäytöllä ei ole rakennuksessa hallittua ja mittausten perusteella ilmaa liikkuu epäpuhtaampien rakenneosien kautta käyttötiloihin. Rakennuksen erityispiirteiden vuoksi on suositeltavaa asettaa rakennuksen tulo- ja poistoilmakoneet käymään jatkuvasti, suunnittelemalla ilmanvaihtokoneille rakennusautomaatioon osatehoasetukset.

Ilmanvaihtokoneita ohjaava automaatiojärjestelmä on arviolta peruskorjausvuodelta 2006, eikä siihen ole tehty merkittäviä päivityksiä. Koneiden puhaltimet käyvät täydellä teholla aikaohjelman mukaisina

käyntiaikoina. Ilmanvaihtokoneiden ohjauksissa ei havaittu hetkellisesti poikkeamia tai aktiivisia hälytyksiä.

8.1 Toimenpide-ehdotukset

Tässä tutkimusraportissa olevat korjaussuositukset eivät ole valmis korjaussuunnitelma. Korjauksista tulee laatia erilliset suunnitelmat. Korjauksista päätetään raportin valmistumisen jälkeen.

Seuraavassa on listattuna toimenpide-ehdotukset niiden kiireellisyysjärjestyksessä.

Huoltotoimenpiteet

- Varastoitujen tuolien poistaminen juhlasalin ilmanvaihtokoneen TK04 raitisilmakammioista.
- Raitisilmakammioiden ja raitisilmasäleikköjen puhdistaminen.
- Tilan 118 raitisilmaventtiilin läpiviennin tiivistäminen/tulppaaminen

Kiireelliset (0...1 vuoden kuluessa) korjaus- ja huoltotehtävät, joilla voidaan parantaa sisäilman laatua:

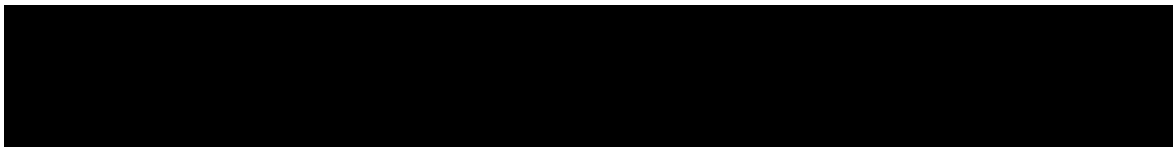
- Ullakon keskiosan raitisilmakammion avoimien villapintojen peittäminen, sekä rakenneliittymien tiivistäminen.
- Poistoilmajärjestelmän puhdistaminen, tuloilmajärjestelmän puhdistaminen raitisilmakammion villapintojen ummistamisen jälkeen.
- Ilmanvaihtokoneiden asettaminen jatkuvalle käytölle. Käyttötilojen ulkopuoliselle ajalle osatehoasetusten suunnittelu (taajuusmuuttajapuhaltimet).
- Opettajainhuoneen yhteydessä olevan puhelinkopin 234 ilmanvaihdon parantaminen, esim. haaroittamalla uudet tulo- ja poistoilmaventtiilit tai siirtoilmasäleiköllä.
- Ilmanvaihtojärjestelmän mittaus- ja säätö
- Ryhmätilan 116 vaurioituneen tuloilmapäätelaitteen uusiminen

Seuraavan 1-3 vuoden kuluessa tehtävät korjaus- ja huoltotoimenpiteet:

- Ilmanvaihtokoneiden LTO-roottorien sekä lämmityspatterien lamellien puhdistus
- Rakennuksen ylikämpenemisen hallinta. Auringon aiheuttamaa tilojen ylikämpenemistä voidaan hallita tehokkaimmin rakennuksen ulkopuolelle asennettavalla aurinkosuojauksella, jolloin aurinkokuorma ei pääse rakennuksen sisälle saakka. Ylikämpenemiseen voidaan vaikuttaa myös esimerkiksi sälekaihtimilla tai tilakohtaisella jäähdytyksellä.
- Nykyisen rakennusautomaatiojärjestelmän modernisointi / alakeskusten uusiminen

AFRY Finland Oy

Espoossa, 16.09.2023



Joona Herranen, Ins. (AMK)

Valeria Kieleväinen, Ins. (AMK)

LVIA-Asiantuntija

Nuorempi LVI-Asiantuntija

1 Tutkimusmenetelmät ja -välineet

Ilmanvaihtokoneiden tarkastus

Rakennusta palvelevat ilmanvaihtokoneet pysäytettiin ja tarkastettiin aistinvaraisesti huoltoluukkujen kautta. Koneista tarkastettiin osakohtaisesti komponenttien tekninen kunto ja käyttöikä sekä mahdolliset havaitut vauriot. Koneiden hygienia ja suodattimien toiminta sekä tiiveys tarkastettiin tehden aistinvaraisia havaintoja. Ilmanvaihtokoneiden käyntiä ohjaavat aikaohjelmat sekä asetusarvot tarkasteltiin rakennusautomaatiojärjestelmästä.

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden ja kuitulähteiden arviointi

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden ja kuitulähteiden arviointi tehdään soveltaen Suomen LVI-liiton julkaiseman IV-kuntotutkimus ohjeen IVKT2016 ohjetta 4, ”ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tutkiminen”. Rakennuksen ilmanvaihtokanaviston sekä päätelaitteiden puhtaus tarkastettiin aistinvaraisesti havainnoiden pölykertymän paksuutta pyyhkäisemällä tarkasteltavaa pintaa sormella. Ilmanvaihtojärjestelmän päätelaitteet ja äänenvaimentimet tarkastettiin käytettyjen materiaalien sekä materiaalien suojauksen osalta mahdollisten mineraalivillakuitulähteiden paikantamiseksi. Tarkastukset tehtiin päätelaitteiden sekä puhdistusluukkujen kautta pistokoeluontoisesti.

Rakennusautomaation trendiseuranta

Rakennusautomaatio-ohjelmisto tallentaa ilmanvaihtojärjestelmien mittauspisteiden arvot sekä laitteiden ja säätöjen asetusarvot aikavälille historiamuistiin. Ilmanvaihtojärjestelmän ohjausten toimintaa arvioitiin rakennusautomaatio-ohjelmiston valvomolle tallentamilta seurantapisteiltä. Tallennettujen seurantapisteiden perusteella piirretyistä trendikäyristä voidaan tarkastella ja arvioida ilmanvaihtokoneiden säätöjen ja ohjausten pysyvyyttä ja tarkkuutta sekä havainnoida mahdollisia virhe- ja poikkeustilanteita laitteiden toiminnassa.

Ilmamäärämittaukset

Tilakohtaiset ilmavirrat mitattiin Pressovac PHM-V1 venttiilinsäätömittarilla ja Swema 3000 monitoimimittarilla ilmanvaihtokanavista kuumalanka-anturilla tai päätelaitteista paine-eron perusteella.

Swema 3000 monitoimimittarin valmistajan ilmoittama tarkkuus on $\pm 0,3$ lukemasta min $\pm 0,3$ Pa, ± 1 % tai $\pm 0,4$ Pa lukemasta.

Mittaustarkkuus on noin ± 5 % mitattavasta poistoilmavirrasta ja noin ± 10 % tuloilmasta. Mittausvirheet ovat paikasta riippuen noin ± 5 %.

Ilmamäärämittauksissa käytetyt mittarit kalibroidaan AFRY Finland Oy:ssä kerran vuodessa.

Tuloilman jakautumisen arviointi

Tuloilman jakautumista arvioitiin aistinvaraisesti ilmavirtauksia ja päätelaitteiden sijoittelua havainnoiden Regin merkkisavulla kohdistamalla merkkisavu tuloilmalaitteen

puhalluskohtaan. Merkkisavu on aistinvaraisesti havainnoitavissa huonetilassa, jonka avulla havainnoidaan ilman virtauksia.

Kohde	Rekolan koulu
Osoite	Rekolantie 67, 01400 Vantaa
Päivämäärä	14.-16.5.2024
Mittalaitteet	Swema 3000
Mittaaaja	Valeria Kieleväinen, Joona Herranen

[illegible][illegible][illegible]