

Ilmanvaihdon kuntotutkimus



Rajamäen koulu, rakennus A

Tykkimäentie 1, 05200 Rajamäki

Tutkimusajankohta: 18.2-21.2.2025 | Raportointipäivä 31.3.2025

SISÄLLYSLUETTELO

| | | |
|---|---|----|
| 1 | JOHDANTO | 3 |
| 2 | YLEISTÄ..... | 4 |
| | 2.1 Kohteen tiedot | 4 |
| | 2.2 Yleistietoa tehdystä tutkimuksesta..... | 4 |
| | 2.3 Käytettävissä olleet asiakirjat..... | 4 |
| | 2.4 Käytetyt mittausvälineet..... | 4 |
| | 2.5 Tilattu tehtävä | 4 |
| 3 | YHTEENVETO..... | 5 |
| | 3.1 Kiireelliset toimenpiteet:..... | 5 |
| | 3.2 Jatkotöiden toimenpiteet: | 5 |
| 4 | ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ..... | 6 |
| | 4.1 Ilmanvaihtokone TK/PK-1 Opetustilat | 6 |
| | 4.2 Ilmanvaihtokone TK/PK-2 | 9 |
| | 4.3 Ilmanvaihtokone TK/PK-3..... | 12 |
| | 4.4 Ilmanvaihtokone TK/PK-4..... | 15 |
| | 4.10 Kanavisto..... | 17 |
| | 4.11 Päätelaitteet..... | 20 |
| | 4.12 Rakennusautomaatio | 22 |
| | 4.13 Jäähdytys | 24 |
| 5 | MUUT HAVAINNOT / ARVIOT | 24 |
| 6 | HUOLTOTOIMINNAN ARVIOINTI..... | 24 |
| 7 | MITTAUKSET..... | 25 |
| | 7.1 Ilmamäärät ja paine-erot..... | 25 |
| 8 | KUNTOTUTKIMUKSEN TEKIJÄN YHTEYSTIEDOT..... | 26 |

1 JOHDANTO

Tämä ilmanvaihdon kuntotutkimus on tehty Sustera Oy:n toimesta ja tutkimusten tavoitteena oli selvittää kohteen ilmanvaihtojärjestelmän kunto sekä mahdollinen korjaustarve. Kuntotutkimus on tehty ainetta rikkomattomiin menetelmin aistinvaraisesti havainnoimalla ja pistokoetyyppisin mittauksin. Kuntotutkimukseen ei ole sisällytetty ilmanvaihto-ongelmien yksityiskohtaista selvittämistä tai korjaussuunnitelmien laatimista. Kuntotutkimus antaa kuitenkin pohjatietoa mahdollisiin ilmanvaihdon hanke- ja korjaussuunnitelmiin.

Tämä raportti sisältää kaikki kuntotutkimuksessa laaditut asiakirjat ja mittaustulokset.

Kuntoluokat

Kuntoluokat ilmanvaihtojärjestelmän eri osille on määrittänyt kuntotutkija. Kuntoluokitus perustuu KH-korttiin KH90-00534.

5 = Uusi, ei toimenpiteitä seuraavan 10 vuoden kuluessa

4 = Hyvä, kevyt huoltokorjaus 6 - 10 vuoden kuluessa

3 = Tyydyttävä, kevyt huoltokorjaus 1 - 5 v. kuluessa tai peruskorjaus 6 - 10 v. kuluessa

2 = Välttävä, peruskorjaus 1 - 5 vuoden kuluessa tai uusiminen 6 - 10 vuoden kuluessa

1 = Heikko, uusitaan 1 - 5 vuoden kuluessa

Kuntotutkimus on tehty IV-kuntotutkimus suoritusohjetta IVKT 2016/SuLVI soveltaen.

Kuntotutkimuksen tekijä:

Mikko Niinistö
DI, LVI-tekniikka
Sustera Oy

Kuntotutkimuksen tilaaja:

Nurmijärven kunta
Tilakeskus c/o
Toni Borgenström
Keskustie 2 B
01901 Nurmijärvi

2 YLEISTÄ

2.1 Kohteen tiedot

| | |
|------------------------------|----------------------------|
| Tutkimuskohde: | Rajamäen koulu, rakennus A |
| Lähiosoite: | Tykkimäentie 1 |
| Postinumero- ja toimipaikka: | 05200 Rajamäki |
| Valmistumisvuosi: | 1954 |
| Peruskorjausvuosi: | 2000-2001 |
| Rakennusten lkm: | 1 |
| Kerrosten lkm: | 3-4 |

2.2 Yleistietoa tehdystä tutkimuksesta

Kuntotutkimuksessa ja siitä laaditussa raportissa on sovellettu ilmanvaihdon kuntotutkimuksen suoritusohjetta IVKT 2016/SuLVI. Tutkimukset on tehty ainetta rikkomattomiin menetelmin perustuen aistinvaraisiin havaintoihin ja pistokoemaisiin mittauksiin. Tutkimukseen sisältyivät myös pääilmanvaihtokoneille tehtävät eri toimintakokeet. Lähtötiedoiksi tilaaja toimitti kohteen ilmanvaihtopiirustukset. Pääilmanvaihtokoneiden asetusarvoja ja hetkellisiä toiminta-arvoja tarkasteltiin kiinteistöhoitajan tietokoneelta, mistä oli pääsy kunnan etäohjaukseen liitettyjen eri kiinteistöjen rakennusautomaatiojärjestelmiin.

2.3 Käytettävissä olleet asiakirjat

Kuntotutkimusta tehdessä käytettävissä olivat kohteen ilmanvaihtopiirustukset sekä pääilmanvaihtokoneiden toimintakaaviot ja toimintaselostukset.

2.4 Käytetyt mittausvälineet

Ilmamäärät ja hetkelliset paine-erot ulkovaipan yli on mitattu mittarilla TSI TC9596-P (kalibroitu 29.1.2025).

2.5 Tilattu tehtävä

Ilmanvaihtojärjestelmän kunto tutkitaan aistinvaraisin havainnoin, toimintakokein ja pistokoemaisiin mittauksiin. Mittaukset tehdään sillä laajuudella, että saadaan riittävän laaja kuva ilmanvaihdon toiminnasta kokonaisuutena. Tilaajalle luovutetaan loppuraportti, jossa määritellään ilmanvaihtojärjestelmän rakenteellinen ja toiminnallinen kunto sekä annetaan toimenpide-ehdotukset tehtyjen tutkimusten perusteella.

Raportoinnissa sovelletaan ilmanvaihdon kuntotutkimuksen raporttimallia, joka perustuu Suomen LVI-liitto ry:n (SuLVI) IV-kuntotutkimus hankkeeseen.

3 YHTEENVETO

Kiinteistön ilmanvaihtojärjestelmä on suurimmaksi osin peruskorjausvuosilta 2000 - 2001. Ilmamääriltään kolme suurinta pääilmanvaihtokonetta ovat vuodelta 2001. Neljäs, kooltaan pienempi, pääilmanvaihtokone on vuodelta 2020. Vuodelta 2001 peräisin olevat pääilmanvaihtokoneet olivat kokoonpanoltaan alkuperäisiä eli mitään suurempaa päivitystä niille ei ollut vielä tehty. Puhaltimet olivat esimerkiksi vielä kaksinopeuksisia hihnavetoisia. Ilmanvaihtokoneiden tekninen käyttöikä on noin 25 - 30 vuotta, mutta niitä voidaan kunnostaa niin kauan kuin varaosia on saatavilla ja kunnostamisen katsotaan olevan vielä kannattavaa. Vuodelta 2001 peräisin olevilla ilmanvaihtokoneilla on vielä muutama vuosi teknistä käyttöikää jäljellä. Ilmanvaihtokoneiden runkojen ollessa tyydyttävässä kunnossa, voisivat ilmanvaihtokoneet olla vielä kunnostettavissa. Kunnostus tässä edellyttäisi kuitenkin ilmanvaihtokoneiden lähes kaikkien osien (lämmityspatterit toimiventtiileineen, tulo- ja poistopuhaltimet, LTO-laitteet ja pellistöt toimimoottoreineen) uusimisen tai kunnostamisen, ja siten ilmanvaihtokoneiden korvaaminen kokonaan uusilla voisi olla järkevämpää, etenkin mikäli kiinteistö aiotaan peruskorjata muiltakin osin muutaman vuoden sisään. Tällöin pääilmanvaihtokoneita kannattaisi toistaiseksi ylläpitää vain tarpeen mukaisin korjauksin. Päädytään sitten pääilmanvaihtokoneiden osalta joko uusimiseen tai kunnostamiseen, niin kumpikin vaihtoehto edellyttää suunnitelmien laatimista.

Kanavien tai päätelaitteiden uusimisille ei arvioida olevan vielä tarvetta. Ilmanvaihto on tasapainotettavissa nykyisin kanavavarustein ja päätelaittein. Mikäli ilmanvaihtoa päätetään uusia laajemmin, voisi suunnittelun pohjatiedoiksi olla tarpeen teettää kanavistojen painekokeet ja suuremmissa peruskorjauksissa päätelaitteet menevät myös uusiksi. Kiinteistön ilmanvaihtoa ohjataan etänä. Kiinteistön rakennusautomaatiojärjestelmän kenttälaitteet ilmanvaihdon osalta olivat havaintojen mukaan pääosin vuodelta 2001, joten niiden uusiminen olisi jo ajankohtaista. Koulusiiven ja juhlasaliin ilmanvaihtokoneiden raitisilmanottosäleikit tulisi varustaa tehokkailla lumisuojuilla, koska tuloilmasuodattimet ovat tukkeutuneet talvisin lumesta. Mitatut ilmamäärät vastaavat tyydyttävästi suunniteltuja arvoja ja ovat riittäviä nykyisille oppilasmäärille. Kiinteistön ilmanvaihto on tyydyttävässä kunnossa. Suurin uusimis- tai kunnostustarve on pääilmanvaihtokoneilla (TK/PK-1, -2 ja 3), jotka alkavat olla teknisen käyttöikänsä päässä. Ko. pääilmanvaihtokoneiden kuntoluokka on välttävä. KL 2

3.1 Kiireelliset toimenpiteet:

- Pääilmanvaihtokoneiden TK/PK-2 ja TK/PK-3 raitisilmapeltien voitelu. Peltimoottorit pyörivät, mutta peltien mekanismit olivat jumiutuneet, eivätkä pellit menneet kiinni puhaltimet pysäyttäessä.
- Pääilmanvaihtokoneen TK/PK-3 pyörivät LTO-kiekko tulisi tarkastaa/huoltaa. Piti ääntä ja hihna oli löysällä. Kiekon tiivisteharjat olivat kuluneet.
- Pääilmanvaihtokoneen TK/PK-4 käyntiaikojen ja -ohjausten tarkastus. Oli käsiajolla käyden koko ajan täydellä teholla.
- Pääilmanvaihtokoneiden TK/PK-1, TK/PK-2 ja TK/PK-3 paine-eromittarien uusiminen. Painelukema koneet pysäyksissä tulisi olla 0 Pa (nyt ei ollut). Mittarien letkut myös kovettuneita/haurastuneita.

3.2 Jatkotoimenpiteet:

- Pääilmanvaihtokoneiden TK/PK-1, TK/PK-2 ja TK/PK-3 uusiminen tai perusteellinen kunnostus.
- Koulusiiven ja juhlasaliin ilmanvaihtokoneiden raitisilmanottosäleikköjen lumisuojaus.

4 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ

Kiinteistössä on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. Pääilmanvaihtokoneita on neljä kappaletta ja niissä jokaisessa on lämmöntalteenotto. Pääilmanvaihtokoneet sijaitsevat ullakolle rakennetuissa konehuoneissa. Muut ilmanvaihtokoneet ovat vesikatolla sijaitsevia huippumureita tai muita erillispoistoja. Pääilmanvaihtokoneet samoin kuin kanavat ja päätelaitteet ovat peruskorjausvuodelta 2000–2001. Ilmanvaihtoa ohjataan etänä. Tiloissa ei ollut omaa PC-valvomoa tai VAK-kosketusnäyttöjä. Rakennusautomaatiojärjestelmä on selainpohjainen, mihin kiinteistöhoitajat voivat kirjautua kannettavilla tietokoneillaan.

4.1 Ilmanvaihtokone TK/PK-1 Opetustilat

Ilmanvaihtokone TK/PK-1 palvelee koulusiiven opetustiloja. Ilmanvaihtokoneen tulo- ja poistoilmahuuhtimet ovat hihnavetoisia 2-nopeuksisia puhaltimia. Koneen lämmöntalteenotto on toteutettu pyörivällä LTO-kiekolla.

Ilmanvaihtokoneen TK/PK-1 toiminnan tarkastus:

Koneen käydessä siinä ei havaittu ylimääräisiä ääniä, tärinää tai ohivuotoja. Koneen raitisilmapelti sulkeutui tiiviisti puhaltimet sammuttaessa. Lämmityspatterin lamellit olivat kolhiutuneet. Kiertovesipumppu ja toimiventtiili olivat kunnossa. Nestevuotoja ei havaittu. Suodattimet olivat jonkin verran likaisia. Koneen sisäpuolella eri kammioissa oli vaihtelevasti hapettumaa ja piintynyttä likaa. Suodatinkehikkojen tiivistykset olivat ehjiä ja suodattimet olivat toisiinsa nähden tiivistenauhalla tiivistettyjä. Suodatinkehikkojen ja kammioiden ovien tiivisteet alkavat kuitenkin olla jo ikääntyneitä ja kovettuneita. Suodattimet on vaihdettu 23.10.2024 (suodattimien vaihto oli tulossa). Koneen ollessa pysähdyksissä paine-eromittarien tulisi näyttää lukemaa 0 Pa. Paine-eromittarit näyttivät lukemaa 0 Pa lukuun ottamatta tuloilmasuodattimen mittaria, joka näytti lukemaa 5 Pa eli on rajalla, että se tulisi joko kalibroida tai uusita. Koneen hetkellinen / laskennallinen lämpötilahyötysuhde oli 79 %, mitä voi pitää pyörivälle LTO-kielelle hyvänä arvona. Tuloilman poistoilmakompensoitu lämmityskäyrä: Poisto 18...24 °C -> Tulo 24...18 °C (ok).

Ilmanvaihtokoneen TK/PK-1 tekniset tiedot:

| | |
|---------------------|--|
| Palvelualue: | Koulusiiven opetustilat |
| Sijainti: | Koulusiiven ullakolla |
| Valmistaja: | Novenco |
| Valmistusvuosi: | 2001 |
| Tuloilmavirta: | 5,2 / 2,6 m ³ /s |
| Poistoilmavirta: | 5,2 / 2,6 m ³ /s |
| Tuloilmasuodatin: | Suodatusluokka F7 (ePM10 65 %) |
| Poistoilmasuodatin: | Suodatusluokka M5 (ePM10 50 %) |
| Lämmön talteenotto: | Pyörivä LTO-kiekk |
| Jäähdytys: | Ei ole |
| Aikaohjelma (1/1): | Ma-Pe klo 06:00 - 24:00, muulloin ½-teho |

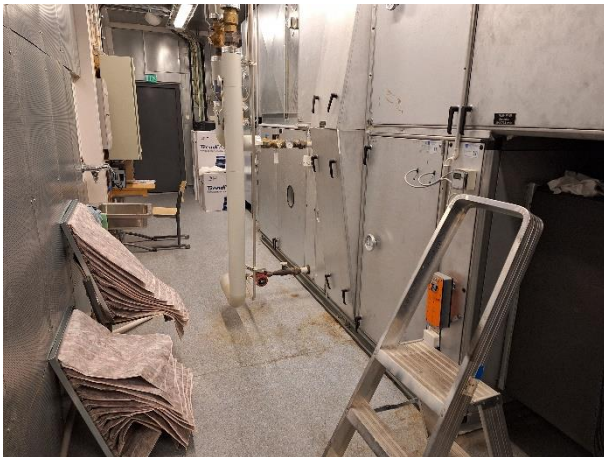
Ilmanvaihtokone TK/PK-1 on vuodelta 2001, joten teknistä käyttöikää sillä olisi vielä jäljellä muutama vuosi. Koje on kokoonpanoltaan alkuperäistä vastaava, eikä merkittäviä päivityksiä ole tehty. Puhaltimet ovat esimerkiksi vielä kaksinopeuksisia hihnavetoisia. Koska kojeen runko on vielä tyydyttävässä kunnossa, voisi kojeen kunnostaminen tulla vielä kyseeseen. Mikäli rakennus aiotaan kuitenkin peruskorjata muiltakin osin, on TK/PK-1 tuolloin järkevintä uusia, koska lähes kaikki kojeen osat (kuten lämmityspatteri, puhaltimet, LTO-laite, toimiventtiilit, -moottorit ja tiivisteet) tulisi jo joko uusia tai kunnostaa. Ilmanvaihtokoneiden tekninen käyttöikä on noin 25 - 30 vuotta.

Toistaiseksi kojetta TK/PK-1 voidaan ylläpitää tarpeen mukaisin korjauksin.

Ilmanvaihtokone TK/PK-1 on välttävässä kunnossa. KL 2

Toimenpide-ehdotukset:

- Ilmanvaihtokojeen TK/PK-1 uusiminen / peruskorjaus erikseen laadittavien suunnitelmien pohjalta.



Ilmanvaihtokone TK/PK-1.



Tuloilmapuhallin TF01 (TK/PK-1).



Tuloilmapuhallin TF01 (TK/PK-1).



Tuloilman lämmityspatteri (TK/PK-1).



Tuloilmasuodattimet (TK/PK-1).



Raitisilmapelti (TK/PK-1).



Pyörivä LTO-kiekko (TK/PK-1).



LTO-kiekon tiivistysjarjastusta (TK/PK-1).



Poistoilmapuhallin PF01 (TK/PK-1).



Tuloilmasuodattimien paine-erolähetin (TK/PK-1).

4.2 Ilmanvaihtokone TK/PK-2

Ilmanvaihtokone TK/PK-2 palvelee koulun keittiötä ja ruokalaa. Ilmanvaihtokojeen tulo- ja poistoilmapuhaltimet ovat hihnavetoisia 2-nopeuksisia puhaltimia. Kojeen lämmöntalteenotto on toteutettu LTO-kuutiolla.

Ilmanvaihtokoneen TK/PK-2 toiminnan tarkastus:

Kojeen käydessä siinä ei havaittu ylimääräisiä ääniä, tärinää tai ohivuotoja. Kojeen raitisilmapelti ei sulkeutunut kokonaan puhaltimet sammuttaessa. Lämmityspatterissa (lamelleissa) ei havaittu kolhuja. Kiertovesipumppu ja toimiventtiili olivat kunnossa. Nestevuotoja ei havaittu. Suodattimet olivat jonkin verran likaisia. Kojeen sisäpuolen eri kammioissa oli vaihtelevasti hapettumaa ja piintynyttä likaa. Suodatinkehikkojen kumitiivistykset olivat ehjiä ja suodattimet olivat toisiinsa nähden tiivistenauhalla tiivistettyjä. Suodatinkehikkojen ja kammioiden ovien tiivisteet alkavat kuitenkin olla jo ikääntyneitä ja kovettuneita. Suodattimet on vaihdettu 8.1.2025 (tulosuod. olleet märät / täynnä lunta). Kojeen ollessa pysähdyksissä paine-eromittarien tulisi näyttää lukemaa 0 Pa. Mittarit näyttivät nyt lukemaa 0 Pa lukuun ottamatta tuloilmasuodattimen mittaria, joka näytti lukemaa 25 Pa eli se tulisi joko kalibroida tai uusia (toimenpideraja ± 5 Pa). Kojeen hetkellinen / laskennallinen lämpötilahyötysuhde oli 52 % (LTO-kuutiolle tyydyttävä arvo). Tuloilman poistoilmakompensoitu lämmityskäyrä: Poisto 18...24 °C -> Tulo 23...17 °C (ok).

Ilmanvaihtokoneen TK/PK-2 tekniset tiedot:

| | |
|---------------------|--|
| Palvelualue: | Keittiö / ruokala |
| Sijainti: | Koulusiiven ullakolla |
| Valmistaja: | Novenco |
| Valmistusvuosi: | 2001 |
| Tuloilmavirta: | 1,4 / 0,70 m ³ /s |
| Poistoilmavirta: | 1,5 / 0,75 m ³ /s |
| Tuloilmasuodatin: | Suodatusluokka EU7 (ePM10 65 %) |
| Poistoilmasuodatin: | Suodatusluokka EU5 (ePM10 50 %) |
| Lämmön talteenotto: | LTO-kuutio |
| Jäähdytys: | Ei ole |
| Aikaohjelma (1/1): | Ma-Pe klo 02:00 - 18:00, muulloin ½-teho |

Ilmanvaihtokone TK/PK-2 on vuodelta 2001, joten teknistä käyttöikää sillä olisi vielä jäljellä muutama vuosi. Kojee on kokoonpanoltaan alkuperäistä vastaava, eikä merkittäviä päivityksiä ole tehty. Puhaltimet ovat esimerkiksi vielä kaksinopeuksisia hihnavetoisia. Koska kojeen runko on vielä tyydyttävässä kunnossa, voisi kojeen kunnostaminen tulla vielä kyseeseen. Mikäli rakennus aiotaan kuitenkin peruskorjata muiltakin osin, on TK/PK-2 tuolloin järkevintä uusia, koska lähes kaikki kojeen osat (kuten lämmityspatteri, puhaltimet, LTO-laite, toimiventtiilit, toimimoottorit, anturit ja tiivisteet) tulisi jo uusia tai kunnostaa. Ilmanvaihtokoneiden tekninen käyttöikä on noin 25 - 30 vuotta. Toistaiseksi kojetta TK/PK-2 voidaan ylläpitää tarpeen mukaisin korjauksin. Kiinteistöhoitajalta saadun tiedon mukaan kojeen TK/PK-2 tuloilmasuodattimille sataa talvisin lunta ja kojeessa näkyi kuivuneita sulamisvesijälkiä. Raitisilmäsäleikkö ulkoseinässä tulisi varustaa tehokkaalla lumisuojuella. Säleikkö on yhteinen TK/PK-1 kanssa.

Ilmanvaihtokone TK/PK-2 on välttävässä kunnossa. KL 2

Toimenpide-ehdotukset:

- Ilmanvaihtokoneen TK/PK-2 uusiminen / peruskorjaus erikseen laadittavien suunnitelmien pohjalta.
- Ilmanvaihtokoneiden TK/PK-1 ja TK/PK-2 raitisilmasäleikköön tulisi rakentaa tehokas lumisuojaus.



Ilmanvaihtokone TK/PK-2.



Tuloilmapuhallin TF01 (TK/PK-2).



Tuloilmapuhallin TF01 (TK/PK-2).



Tuloilmasuodatinkammio (TK/PK-2).



Raitisilmapelti ei mennyt kiinni (TK/PK-2).



Samassa paineessa paine-eron tulisi olla 0 Pa



LTO-kuution pellistöä (TK/PK-2).



LTO-kuution kammiota (TK/PK-2).



Poistoilmapuhallin PF01 (TK/PK-2).



Poistoilmapuhallin PF01 (TK/PK-2).

4.3 Ilmanvaihtokone TK/PK-3

Ilmanvaihtokone TK/PK-3 palvelee koulun juhlasalisiipeä. Ilmanvaihtokojeen tulo- ja poistoilmapuhaltimet olivat hihnavetoisia 2-nopeuksisia puhaltimia. Kojeen lämmöntalteenotto on toteutettu pyörivällä LTO-kiekolla.

Ilmanvaihtokoneen TK/PK-3 toiminnan tarkastus:

Kojeen käydessä siinä ei havaittu tärinää tai ohivuotoja. Pyörivä LTO-kiekko piti pyöriessään jaksottaista laahaavaa ääntä, ja kiekon tiivistysjarjastusta oli hioutunut irti ja harjastusrippeitä ajautunut peittämään lämmityspatterin lamelleja. Kojeen puhaltimet sammuttaessa raitisilmapelti ei sulkeutunut ja jäi kokonaan auki. Lämmityspatterin lamellit olivat jonkin verran kolhiutuneet. Patterin kiertovesipumppu ja toimiventtiili olivat kunnossa. Nestevuotoja ei havaittu. Suodattimet olivat likaisia. Suodattimet oli vaihdettu 24.9.2024 ja suodattimien vaihto tulossa. Kojeen sisäpuolen kammioissa oli hapettumaa ja piintynyttä likaa. Suodatinkehikkojen kumitiivistykset olivat vielä ehjiä, suodattimet olivat toisiinsa nähden tiivistenauhalla tiivistettyjä. Suodatinkehikkojen ja kammioiden ovien kumiset tiivisteet alkavat olla ikääntyneitä ja kovettuneita. Kojeen ollessa pysähdyksissä paine-eromittarien tulisi näyttää lukemaa 0 Pa. Paine-eromittarit näyttivät lukemaa 0...2 Pa lukuun ottamatta tuloilmasuodattimen mittaria, joka näytti lukemaa 10 Pa eli se tulisi joko kalibroida tai uusia (toimenpideraja ± 5 Pa). Kojeen hetkellinen/laskennallinen lämpötilahyötysuhde oli 64,5 %, mitä voi pitää pyörivälle LTO-kiekolle tyydyttävänä arvona. Tuloilman lämmön poistoilmakompensoitu lämmityskäyrä: Poisto 18...24 °C -> Tulo 24...18 °C (ok).

Ilmanvaihtokoneen TK/PK-3 tekniset tiedot:

| | |
|---------------------|--|
| Palvelualue: | Koulun juhlasalisiipi |
| Sijainti: | Juhlasalisiiven ullakolla |
| Valmistaja: | Novenco |
| Valmistusvuosi: | 2001 |
| Tuloilmavirta: | 1,70 / 0,85 m ³ /s |
| Poistoilmavirta: | 1,70 / 0,85 m ³ /s |
| Tuloilmasuodatin: | Suodatusluokka F7 (ePM10 65 %) |
| Poistoilmasuodatin: | Suodatusluokka M5 (ePM10 50 %) |
| Lämmön talteenotto: | Pyörivä LTO-kiekko |
| Jäähdytys: | Ei ole |
| Aikaohjelma (1/1): | Ma-Pe klo 06:00 - 24:00, muulloin ½-teho |

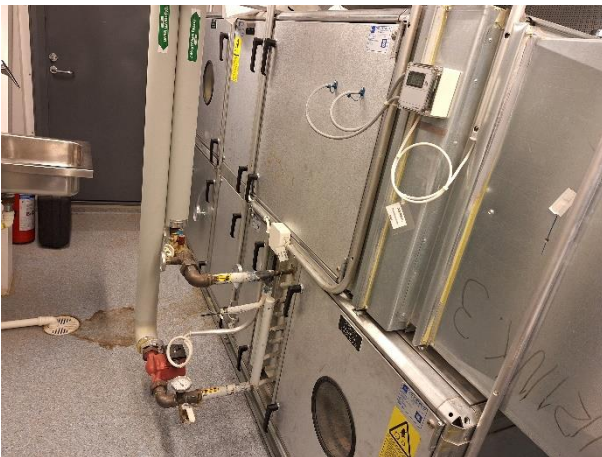
Ilmanvaihtokone TK/PK-3 on vuodelta 2001, joten teknistä käyttöikää sillä olisi vielä jäljellä muutama vuosi. Kojee on kokoonpanoltaan alkuperäistä vastaava, eikä merkittäviä päivityksiä ole tehty. Puhaltimet ovat esimerkiksi vielä kaksinopeuksisia hihnavetoisia. Koska kojeen runko on vielä tyydyttävässä kunnossa, voisi kojeen kunnostaminen tulla vielä kyseeseen. Mikäli rakennus aiotaan kuitenkin peruskorjata muiltakin osin, on TK/PK-3 tuolloin järkevintä uusia, koska lähes kaikki kojeen osat (kuten lämmityspatteri, puhaltimet, LTO-laite, toimiventtiilit, toimimoottorit, anturit ja tiivisteet) tulisi jo uusia tai kunnostaa. Ilmanvaihtokoneiden tekninen käyttöikä on noin 25 - 30 vuotta. Toistaiseksi kojetta TK/PK-3 voidaan ylläpitää tarpeen mukaisin korjauksin. Havaintojen mukaan kojeen TK/PK-3

tuloilmasuodattimille on satanut talvisin lunta (suodatinkammiossa ja lattialla näkyi kuivuneita sulamisvesijälkiä). Raitisilmasäleikkö ulkoseinässä tulisi varustaa tehokkaalla lumisuojualla (labyrinttimallisella lumisiepparilla).

Ilmanvaihtokone TK/PK-3 on välttävässä kunnossa. KL 2

Toimenpide-ehdotukset:

- Ilmanvaihtokoneen TK/PK-3 uusiminen / peruskorjaus erikseen laadittavien suunnitelmien pohjalta.
- Ilmanvaihtokoneen TK/PK-3 raitisilmasäleikön varustaminen tehokkaalla lumisuojualla.



Ilmanvaihtokone TK/PK-3.



Tuloilmapuhallin TF01 (TK/PK-3).



Tuloilmapuhallin TF01 (TK/PK-3).



Tuloilman lämmityspatteri (TK/PK-3).



Raitisilmapelti ei mennyt kiinni (TK/PK-3).



Tuloilmasuodatinkammion sulamisvesijälkiä.



Tuloilmasuodattimet olivat likaisia (TK/PK-3).



LTO-kiegon hihna oli löysällä (TK/PK-3).



LTO-kiegon harjastusta irronnut (TK/PK-3).



Poistoilmakanavan pölykertymää (TK/PK-3).

4.4 Ilmanvaihtokone TK/PK-4

Ilmanvaihtokone TK/PK-4 palvelee keittiön yleisilmanvaihtoa. Ilmanvaihtokojeen tulo- ja poistoilmapuhaltimet ovat EC-moottorein varustettuja suoravetopuhaltimia. Kojeen lämmöntalteenotto on toteutettu LTO-kuutiolla.

Ilmanvaihtokoneen TK/PK-4 toiminnan tarkastus:

Kojeen käydessä siinä ei havaittu ylimääräisiä ääniä, tärinää tai ohivuotoja. Lämmityspatterissa (lamelleissa) ei havaittu kolhuja. Kiertovesipumppu ja toimiventtiili olivat kunnossa. Nestevuotoja ei havaittu. Suodattimet olivat puhtaita (vaihdettu 11.2.2025). Kojeen sisäpuoli, kammiot, olivat puhtaita. Suodatinkehikkojen tiivistykset olivat ehjiä. Pysähdyksissä ollessa kojeen paine-eromittarien tulisi näyttää lukemaa 0 Pa. Kojeen mittarit näyttivät nyt lukemaa 0...5 Pa (toimenpideraja on ± 5 Pa). Kojeen hetkellinen / laskennallinen lämpötilahyötysuhde oli 82 %, mikä on LTO-kuutiolle hyvä arvo.

Ilmanvaihtokoneen TK/PK-4 tekniset tiedot:

| | |
|---------------------|---------------------------------|
| Palvelualue: | Keittiön yleisilmanvaihto |
| Sijainti: | Koulusiiven ullakolla |
| Valmistaja: | Kair (Pamon Oy) |
| Valmistusvuosi: | 2020 |
| Tuloilmavirta: | 0,25 m ³ /s |
| Poistoilmavirta: | 0,25 m ³ /s |
| Tuloilmasuodatin: | Suodatusluokka EU7 (ePM10 65 %) |
| Poistoilmasuodatin: | Suodatusluokka EU5 (ePM10 50 %) |
| Lämmön talteenotto: | LTO-kuutio |
| Jäähdytys: | Ei ole |
| Aikaohjelma (1/1): | Ma-Su klo 00:00 - 24:00 |

Ilmanvaihtokone TK/PK-4 poikkeaa kokonsa ja ikänsä puolesta rakennuksen muista päällimankoneista. Pienehkö pystyasenteinen pakettikoje oli hyvässä kunnossa. Kojeen ohjaus tulisi kuitenkin tarkistaa. Koje kävi aikaohjelman mukaan koko ajan täydellä teholla ja kojeen puhaltimet olivat käsiajolla. Ilmanvaihtokoneiden tekninen käyttöikä on noin 25 - 30 vuotta. Kojetta TK/PK-4 voidaan ylläpitää tarpeen mukaisin huolloin ja korjauksin.

Ilmanvaihtokone TK/PK-4 on hyvässä kunnossa. **KL 4**

Toimenpide-ehdotukset:

- Ilmanvaihtokojeen TK/PK-4 käyttöajan / puhaltimien ohjausten tarkastaminen.



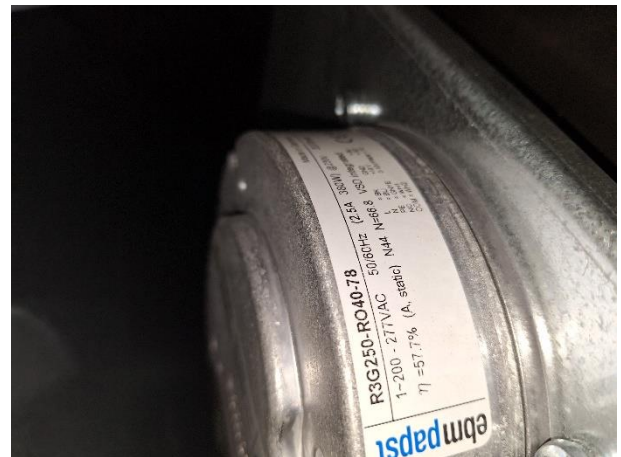
Ilmanvaihtokonehuone TK/PK-4.



Ilmanvaihtokone TK/PK-4.



Ilmanvaihtokone TK/PK-4.



Tulo- ja poistopuhaltimissa EC-moottorit.



LTO-kondenssivesiviemärintä TK/PK-4.



LTO-kondenssivesiviemärintä TK/PK-4.

4.10 Kanavisto

Ilmanvaihtokanavat ovat galvanoituja peltikanavia, pääosin poikkileikkaukseltaan pyöreitä kierresaumattuja ja osin poikkileikkaukseltaan neliskulmaisia vahvikepokattuja. Kanavat olivat nähdyn osin peruskorjauksessa noin vuonna 2000 uusittuja. Kanavat ovat kylmiä ullakotiloja lukuun ottamatta eristämättömiä. Eristykset olivat nähdyn osin ehjiä. Tuloilmaa ei jäädytetä, joten tuloilmakanavia lämpimissä tiloissa ei ole eristetty. Raitisilman ulkosäleiköissä ei ollut lumisuoja. Ilmanvaihtokoneiden TK/PK2 ja TK/PK3 tuloilmasuodattimien kammioissa näkyi kuivuneita sulamisvesijälkiä, joten ulkosäleiköt tulisi varustaa tehokkaalla lumisuojuksella. Ilmanvaihtokoneiden kammioissa ei ollut näkyvillä villaeristyskiä, joista voisi irrota villakuituja sisäilmaan. Koko ilmanvaihtojärjestelmän tarkistus kaikin osin irtoavien villakuitujen varalta (esim. ilmanvaihtokanavien äänenvaimentimien osalta) edellyttäisi lisätutkimuksia (kanavien sisäpuolista kuvausta tai sisäilmanäytteiden ottamista). Ilmanvaihtokanavien puhtautta tarkastettiin silmämääräisesti. Kanavissa ja päätelaitteissa oli jo havaittavissa alkavaa pölykertymää. Ilmanvaihtokanavat on puhdistettu kiinteistöhoitajalta saadun tiedon mukaan muutama vuosi sitten. Ilmanvaihtokanavien tai kanavavarusteiden uusimisille ei arvioida olevan vielä tarvetta. Kanavissa havaitut säätöpellit (mallia PRA) olivat kunnossa. Kiinni lauenneita palopeltejä ei tiloissa havaittu. Ilmanvaihtokanavien uusimistarve ei johdu ikääntymisestä tai mekaanisesta kulumisesta, eikä niille siten ole määritelty teknistä käyttöikä. Ilmanvaihtokanavia uusitaan yleensä vasta peruskorjausten tai tilojen käyttötarkoituksuu muutosten yhteydessä, jolloin ilmanvaihto tulee muutoinkin jo suunnitella uusiksi.

Ilmanvaihtokanavisto on hyvässä – tyydyttävässä kunnossa. KL 4-3

Toimenpide-ehdotukset:

- Ilmanvaihtokanavien puhdistus ja ilmanvaihdon tasapainotus.
- Ulkosäleikköjen suojaus esim. labyrinttimallisilla lumisuojuilla.



Tulo- ja poistoilmakanavointia, TK/PK-1.



Koulusiiven ullakolla olevia kanavaeristyskiä.



Koulusiiven ullakolla olleita säätöpeltejä.



Juhlasaliin ullakolla olleita säätöpeltejä.



Raitisilmakanavointia, TK/PK-4.



Palopeltiasennus, TK/PK-4.



Tuloilmakammion tarkastusluukku, TK/PK-1.



Näkymä tuloilmakammioon, TK/PK-1.



Poistoilmaventtiili, luokkahuone K15.



Näkymä poistoilmakanavaan, luokkahuone K15.

4.11 Päätelaitteet

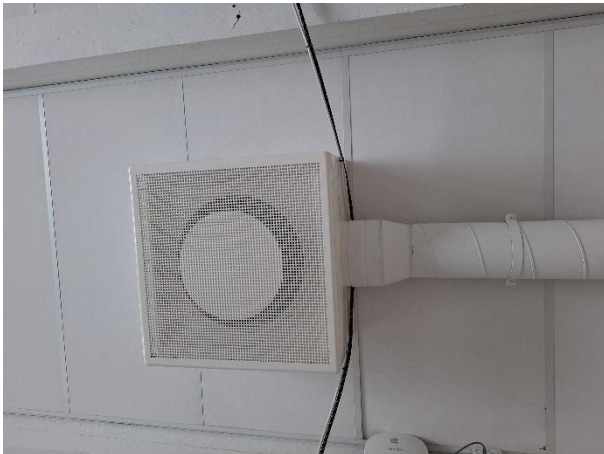
Päätelaitteet olivat nähty osin peruskorjausvuodelta 2001. Tuloilmalaitteet luokkahuoneissa olivat mallia Halton TBV-200 ja käytävillä mallia Halton TKB-200. Tuloilmalaitteet muissa tiloissa oli samaa mallia, mutta paikoin mitoitukseltaan pienempiä (-160, -125 ja -100). Poistoilmalaitteet olivat nähty osin kaikki KSO-mallisia kartioventtiilejä, luokkahuoneissa kokoa 160 ja muissa tiloissa paikoin pienempiä (-125 / -100).

Päätelaitteet olivat nähty osin ehjiä. Tuloilmalaitteissa ei ollut selvästi havaittavia villakuitulähteitä. KSO-poistoilmaventtiileissä havaittiin yksi auki ollut lukitus. Päätelaitteet olivat ulkopinnoiltaan puhtaita, mutta sisäpinnoilla oli havaittavissa jonkin verran pölyä. Päätelaitteita voidaan puhdistaa muulloinkin kuin kanavien puhdistamisen yhteydessä. Päätelaitteita puhdistaessa tuleen vain varoa, ettei niiden ilmamäärien asetuksiin tai venttiilien lukitukseen kosketa. Päätelaitteille ei arvioida olevan vielä uusimistarvetta.

Ilmanvaihdon päätelaitteet ovat hyvässä – tyydyttävässä kunnossa. **KL 4-3**

Toimenpide-ehdotukset:

- Ei toimenpide-ehdotuksia.



Luokan tuloilmalaitteet mallia Halton TBV-200.



Luokan tuloilmalaitteet mallia Halton TBV-200.



Käytävän tuloilmalaitteet mallia Halton TKB-200.



Käytävän tuloilmalaite mallia Halton TKB-200.



Luokan tuloilmalaite ja kartiopoistoventtiilejä.



Luokan poistoilmaventtiili mallia KSO-160.

4.12 Rakennusautomaatio

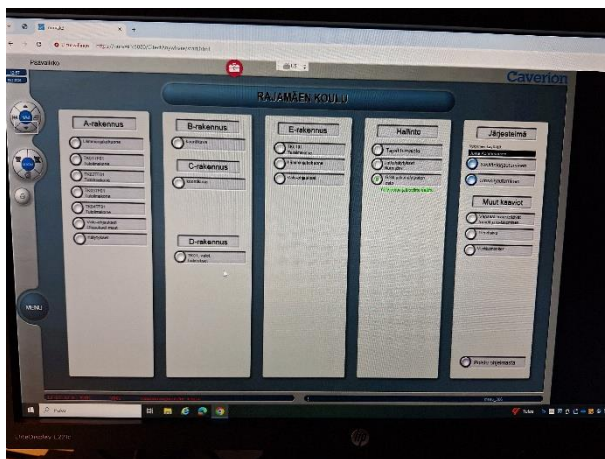
Kiinteistön ilmanvaihtoa ohjataan etänä. Kohteen tiloissa ei ollut VAK-kosketusnäyttöjä tai keskitettyä omaa erillistä PC-valvomoa. Ilmanvaihtokoneiden asetusarvoja ja hetkellisiä toiminta-arvoja tarkasteltiin kohteen vieressä sijainneen kiinteistöhoitajien toimipisteen tietokoneelta, mistä saattoi kirjautua kohteen ja kunnan muiden etäohjauksessa olevien kiinteistöjen rakennusautomaatiojärjestelmiin. Selainpohjaisen järjestelmän on toimittanut Caverion. Kohteen rakennusautomaatio on suurelta osin peruskorjausvuodelta 2001. Joiltain osin järjestelmää on päivitetty vuonna 2019 (valvontakeskuksista löytyi pisteluetteloita Caverion 6.3.2019). Kenttälaitteet pääilmanvaihtokoneiden osalta (lämpötila- ja paineanturit, toimimoottorit) vaikuttivat olevan peruskorjauksen peruja (poikkeuksena uudempi koje TK/PK-4), joita voitu joiltain osin uusia tarpeen mukaan. Pääilmanvaihtokoneiden pysäyksissä ollessa eri paine-eromittarit eivät kaikin osin näyttäneet lukemaa 0 Pa, kuten niiden kuuluisi. Paine-eromittarien letkut olivat myös kovettuneet siten, ettei ne tahtoneet enää pysyä mittausnipoissa kiinni.

Rakennusautomaation valvontakeskusten ja kenttälaitteiden tekninen käyttöikä on noin 15 vuotta. Valvomon laitteiden ja ohjelmistojen käyttöikä on lyhyempi. Vikaantuvat laitteet aiheuttavat erilaisia olosuhdehaittoja ja voivat lisätä myös energiankulutusta. Rakennusautomaatio tulee yleisesti uusittavaksi viimeistään sitten, kun olemassa olevan järjestelmän tuki loppuu ja valvontakeskuksiin ei saa enää varaosia.

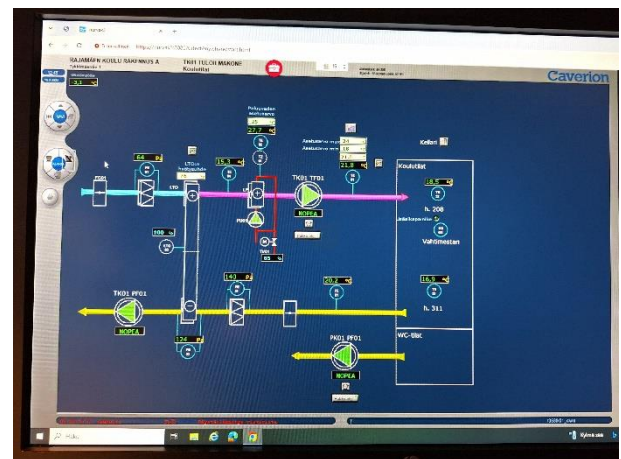
Rakennusautomaatio ilmanvaihdon osalta on tyydyttävässä kunnossa. **KL 3**

Toimenpide-ehdotukset:

- Rakennusautomaatiojärjestelmän uusimisen yhteydessä kannattaa uusia ilmastointilaitteiden ja muut ilmanvaihdon kenttälaitteet tarvittavin osin (tai yhdistää rakennusautomaatiojärjestelmän uusiminen mahdollisuuksien mukaan vanhimpien pääilmanvaihtokoneiden uusimiseen).



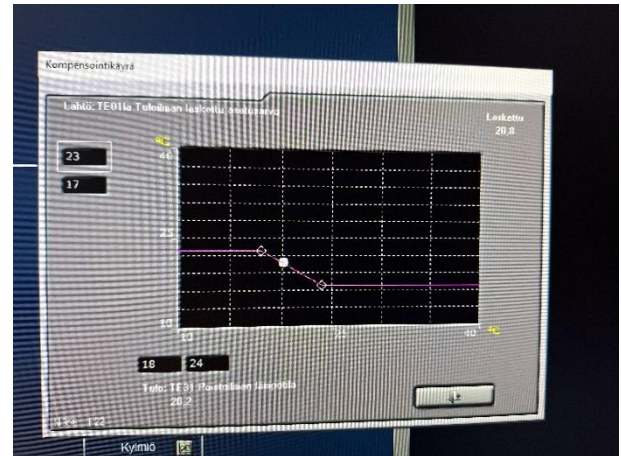
Kiinteistövalvomon päävalikko.



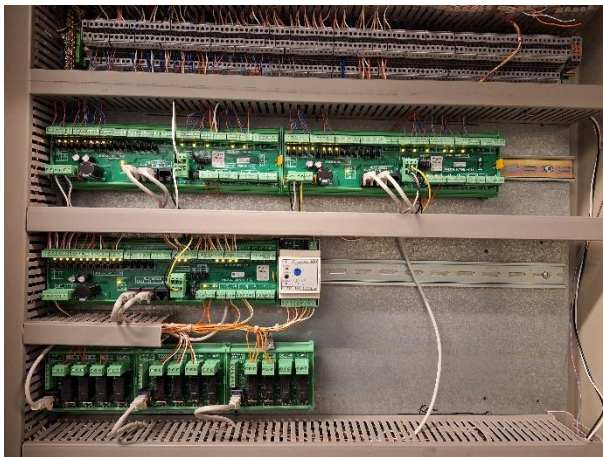
Näytöllä ilmanvaihtokone TK/PK-1.



Näytöllä täyden tehon aikaohjelma TK/PK-2.



Näytöllä tuloilman kompensointikäyrä TK/PK-2.



Koulusiiven ilmanvaihdon valvontakeskus.



Oikealla jäätyminenestotermostaatti TK-4.



Jäätyminenestotermostaatteja TK-1 ja TK-2.



Raitisilmapeltimoottori TK/PK-3.

4.13 Jäähdytys

Kohteessa ei ollut ilmanvaihtoon liittyviä tai muita tilojen jäähdytysjärjestelmiä.

5 MUUT HAVAINNOT / ARVIOT

Kohteessa ei tehty muita huomioita.

6 HUOLTOTOIMINNAN ARVIOINTI

Kiinteistön huoltotoimintaa arvioitiin tutkimusten yhteydessä 18.2 - 21.2.2025 tehtyjen havaintojen perusteella. Pääilmanvaihtokoneiden suodattimet vaihdetaan 2-3 kertaa vuodessa. Tutkimusta tehtäessä kolmeen kooltaan suurimpaan ilmanvaihtokoneeseen suodattimien kausivaihto oli vasta tulossa ja suodattimet alkoivat siten olla jo likaisia (kyseiset suodattimet olivat syksy/2024 vaihdettuja). Neljännen, kooltaan pienemmän, ilmanvaihtokoneen TK/PK-4 suodattimet oli vaihdettu 11.2.2025 ja kyseiset suodattimet olivat puhtaita. Suodattimien asennuksissa ei ollut moitittavaa. Tulo- ja poistoilmasuodattimet olivat suodatusluokiltaan oikeaa tyyppiä ja olivat oikein päin asennettuja. Suodattimia ei ollut myöskään sekoitettu keskenään siten, että tuloilman suodattimena olisi ollut poistoilman suodatin tai toisin päin. Suodatinkehikon tiivistenauhat oli tarvittavin osin uusittu ja kammiot imuroitu. Likaisia suodattimia ei ollut myöskään jätetty lojumaan ilmanvaihtohuoneisiin. Havaintojen perusteella huolto on toiminut hyvin tai vähintään tyydyttävästi. Laiminlyöntejä ei havaittu.

7 MITTAUKSET

7.1 Ilmamäärät ja paine-erot

Ilmamäärät on mitattu ilmanvaihdon täydellä teholla eli tilojen normaalia käyttötilannetta vastaavalla teholla. Luokka- ja toimistohuoneiden ovet olleet suljettuina ilmamääriä mitattaessa. Luokka- ja toimistohuoneiden tulo- ja poistoilmamäärät on suunniteltu yhtä suuriksi siten, että rakennuksen lievä alipaine aikaan saadaan erillispoistoilla kuten wc-tilojen huippuimureilla. Tuloilmavirran opetustiloissa tulee määräysten (RakMK D2) mukaan olla 6 dm³/s henkeä kohden ja 3 dm³/s neliötä kohden. Suurin hyväksytty huonekohtainen poikkeama ilmamäärien mitoitusarvoista on ± 20 %.

Paine-ero ulkovaipan yli mitattiin hetkellisenä mittauksena, jolloin mittaustuloksiin vaikuttavat sääolosuhteet kuten tuulenpuuskat. Mittaushetkellä tuuliolosuhteet eivät olleet parhaat mahdolliset ja paine-erolukemissa oli havaittavissa selkeää huojuntaa, joten tulokset vain suuntaa antavia. Tavoitteellinen paine-ero ulkovaipan yli koneellisessa tulo- ja poistoilmavaihdossa on 0...-3Pa (eli sisätilojen paineen tulisi olla tasapainossa tai enintään lievästi alipaineinen ulkoilmaan nähden). Mikäli tilat ovat ulkoilmaan nähden alipaineisia enemmän kuin 15 Pa, tulee alipaineisuuden syy selvittää ja ilmanvaihtoa mahdollisuuksien mukaan tasapainottaa.

Mitatut ilmamäärät vastasivat tyydyttävästi suunniteltuja mitoitusarvoja. Suurin hyväksytty huonekohtainen poikkeama ei ylittänyt missään huonetilassa. Mitatut paine-erot olivat myös tyydyttäviä arvoja siten, että tilat pääosin lievästi alipaineisia tai vain lievästi ylipaineisia. Tuuliolosuhteiden lisäksi likaisilla suodattimilla saattoi olla jonkin verran vaikutusta mittaustuloksiin.

Mittaustulosten kooste on esitetty alla taulukossa. Ilmamäärien mittauspöytäkirja on liitteenä (Liite 1).

| Tila | Paine-ero mitattu (Pa) | Tuloilma (litraa/s) | | Poistoilma (litraa/s) | |
|------------|------------------------|---------------------|-------------|-----------------------|-------------|
| | | Mitattu | Suunniteltu | Mitattu | Suunniteltu |
| Luokka K15 | -9 | 142 | 170 | -151 | -170 |
| Luokka 106 | -3 | 138 | 170 | -145 | -170 |
| Luokka 209 | -3 | 161 | 170 | -172 | -170 |
| Luokka 305 | 2 | 159 | 170 | -159 | -170 |
| Luokka 136 | -11 | 153 | 170 | -164 | -170 |

Luokkahuoneista mitatut ilmamäärät riittävät keskimäärin noin 25 oppilaalle (6 litraa/s) ja luokkakoot olivat pulpettien lukumäärästä päätellen pienempiä kuin 25 oppilasta.

8 KUNTOTUTKIMUKSEN TEKIJÄN YHTEYSTIEDOT

Kuntotutkimukseen liittyvissä asioissa ja kysymyksissä voitte ottaa yhteyttä tämän tutkimuksen tekijään.

Vantaalla 31.3.2025

Sustera Oy

Mikko Niinistö

Mikko Niinistö

DI, LVI-tekniikka

Sustera Oy

Karvaamokuja 2 D, FI-00380 Helsinki

Puh. 030 670 5593

mikko.niinisto@sustera.com

www.sustera.fi

Liite 1. Ilmamäärien mittauspöytäkirja.

| TILA | | | TULOILMA | | | | POISTOILMA | | | |
|----------------|-------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|--|------------|-----------------|------------------|----------------------|
| Paine-ero (Pa) | Krs | Huone | Venttiili | Mitattu pm (Pa) | Todettu qv (l/s) | Suunniteltu qv (l/s) | Venttiili | Mitattu pm (Pa) | Todettu qv (l/s) | Suunniteltu qv (l/s) |
| -9 | kellari | Luokka K15 | Halton TBV-200 | 9 | 69 | (+85) | KSO-160 | 82 | -30 | (-34) |
| | | Koulusiipi | Halton TBV-200 | 10 | 73 | (+85) | KSO-160 | 82 | -30 | (-34) |
| | | | | | | | KSO-160 | 82 | -30 | (-34) |
| | | | | | | | KSO-160 | 86 | -30 | (-34) |
| | | | | | | | KSO-160 | 90 | -31 | (-34) |
| | | | | | 142 | 170 | | | -151 | -170 |
| -3 | 1 | Luokka 106 | Halton TBV-200 | 10 | 73 | (+85) | KSO-160 | 56 | -29 | (-34) |
| | | Koulusiipi | Halton TBV-200 | 8 | 65 | (+85) | KSO-160 | 53 | -29 | (-34) |
| | | | | | | | KSO-160 | 53 | -29 | (-34) |
| | | | | | | | KSO-160 | 53 | -29 | (-34) |
| | | | | | | | KSO-160 | 58 | -30 | (-34) |
| | | | | | 138 | 170 | | | -145 | -170 |
| -3 | 2 | Luokka 209 | Halton TBV-200 | 16 | 92 | (+85) | KSO-160 | 95 | -29 | (-28,3) |
| | | Koulusiipi | Halton TBV-200 | 9 | 69 | (+85) | KSO-160 | 95 | -30 | (-28,3) |
| | | | | | | | KSO-160 | 95 | -30 | (-28,3) |
| | | | | | | | KSO-160 | 87 | -28 | (-28,3) |
| | | | | | | | KSO-160 | 84 | -27 | (-28,3) |
| | | | | | 161 | 170 | | | -172 | -170 |
| 2 | 3 | Luokka 305 | Halton TBV-200 | 11 | 76 | (+85) | KSO-160 | 58 | -30 | (-34) |
| | | Koulusiipi | Halton TBV-200 | 13 | 83 | (+85) | KSO-160 | 53 | -29 | (-34) |
| | | | | | | | KSO-160 | 58 | -31 | (-34) |
| | | | | | | | KSO-160 | 68 | -34 | (-34) |
| | | | | | | | KSO-160 | 76 | -36 | (-34) |
| | | | | | 159 | 170 | | | -159 | -170 |
| -11 | 1 | Luokka 136 | Halton TBV-200 | 11 | 76 | (+85) | KSO-160 | 23 | -30 | (-34) |
| | | Juhlasaliisiipi | Halton TBV-200 | 11 | 76 | (+85) | KSO-160 | 23 | -30 | (-34) |
| | | | | | | | KSO-160 | 29 | -29 | (-34) |
| | | | | | | | KSO-160 | 36 | -37 | (-34) |
| | | | | | | | KSO-160 | 39 | -39 | (-34) |
| | | | | | 153 | 170 | | | -164 | -170 |
| Mittari | TSI Airflow TA465-P | | Mikko Niinistö | | | Paikka ja pvm (mittauksen suoritusajankohta) | | | | |
| Mittaus | IV-teho: normaali (1/1) | | <i>Mikko Niinistö</i> | | | Rajamäen koulu, rakennus A | | | | |
| Ulkolämpö | -1 °C | | | | | Tykkimäentie 1, 05200 Rajamäki 21.2.2025 | | | | |