

MERKKIAINEKOE



Seitsemän veljeksien koulu

Keskusraitti 1
05200 Rajamäki

28.4.2022

SISÄLLYSLUETTELO

<u>1.</u>	<u>YLEISTIEDOT</u>	<u>3</u>
1.1.	TUTKIMUSKOHDE	3
1.2.	TILAAJA	3
1.3.	TUTKIMUKSEN TEKIJÄT	3
1.4.	TUTKIMUSAJANKOHTA	3
1.5.	KOHTEEN KUVAUS	4
1.6.	TOIMEKSIANTO	4
1.7.	LÄHTÖTIEDOT	4
1.8.	TUTKIMUSMENETELMÄT JA -VÄLINEET	5
2.1.	MERKKIAINEKOKEET	6
2.1.1.	TUTKIMUS	6
2.1.2.	HAVAINNOT	6
2.1.3.	JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	8
<u>3.</u>	<u>KUVAT</u>	<u>9</u>
<u>4.</u>	<u>YHTEENVETO</u>	<u>13</u>
	JAKELU	14

1. YLEISTIEDOT

1.1. TUTKIMUSKOHDE

Kohde	Seitsemän veljeksen koulu "Kuntola"
Lähiosoite	Keskusraitti 1
Postinumero- ja toimipaikka	05200 Rajamäki
Valmistumisvuosi	1986, laajennus 1999
Rakennusten lkm	1 kpl
Kerrosten lkm	1 kpl

1.2. TILAAJA

Nurmijärven kunta
Tilakeskus
Keskustie 2 B / PL37
01901 Nurmijärvi

Toni Borgenström
Ylläpitoinsinööri
puh. 040 317 2611
toni.borgenstrom@nurmijarvi.fi

1.3. TUTKIMUKSEN TEKIJÄT

Raksystems Insinööritoimisto Oy
Vetotie 3 A
01610 Vantaa

Teemu Väänänen
RTA (C-25684-26-20)
puh: 030 670 5627
teemu.vaananen@raksystems.fi

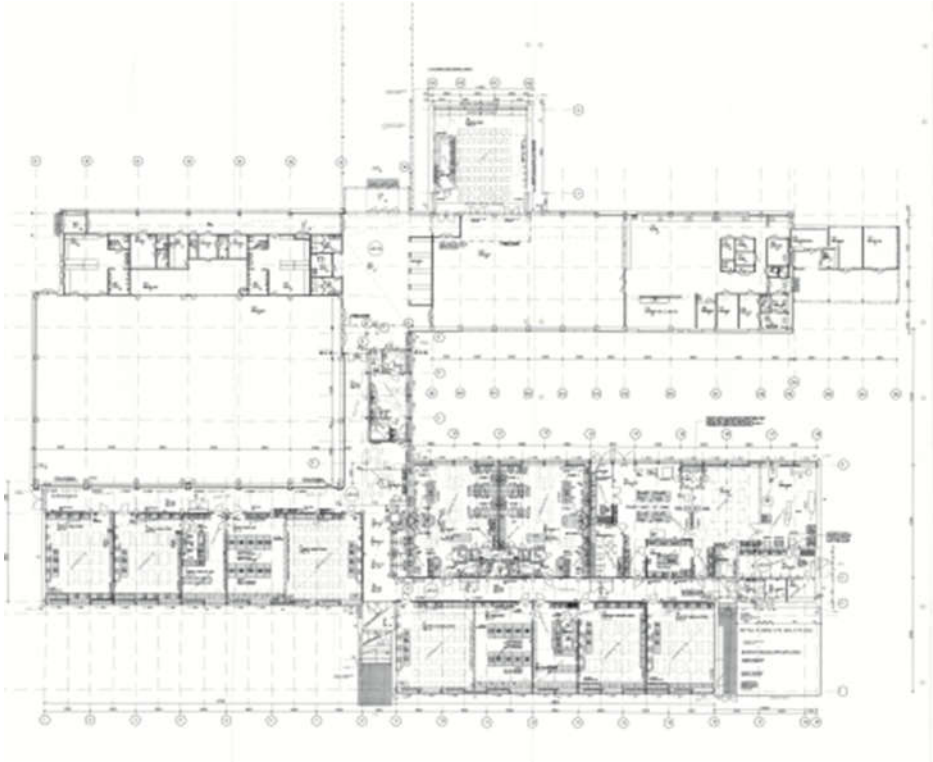
Sanna Helttunen
FM, RTAop
puh: 030 670 5432
sanna.helttunen@raksystems.fi

1.4. TUTKIMUSAJANKOHTA

Merkkiainekokeet tehtiin 8.4 ja 13.4.2022.

1.5. KOHTEEN KUVAUS

Tutkimuksen kohteena oli Nurmijärvellä sijaitseva Seitsemän veljeksien koulu. Rakennus on valmistunut vuonna 1986, laajennusosa v 1999. Rakennus on 1-kerroksinen. Rakennuksen ilmanvaihto on koneellinen tulo-poistoilmanvaihto lämmön talteenotolla.



Kuva 1. Rakennuksen pohjapiirros.

1.6. TOIMEKSIANTO

Tehtävänä oli selvittää mahdollisia ilmavuotoja rakenneliittymistä sisäilmaan merkkiainekokeen avulla.

1.7. LÄHTÖTIEDOT

Lähtötietojen mukaan koulu on käytössä arviolta seuraavat 5 vuotta, kunnes uusi kouluhanke on valmis. Ilmanvaihtokoneita on tasapainotettu keväällä 2022.

Lähtötietojen mukaan tiloissa on tehty ulkoseinien alueella rakenneliittymien tiivistyskorjauksia. Tiivistyskorjauksen vaadittu tiiveystaso ei ollut tiedossa.

A-Insinöörit, 2.10.2019. Sisäilma-, rakenne- ja kosteustekninen kuntotutkimus. Tutkimusten perusteella merkittävimpiä sisäilman laatuun heikentävästi vaikuttavana tekijänä voidaan pitää alkuperäisen rakennuksen osan ulkoseinäeristeisiin muodostuneita mikrobivaurioita ja kyseisistä seinärakenteista erilaisten liittymien kautta tapahtuvia ilmavuotoja sisäilmaan päin.

A-Insinöörit, 24.4.2020. Tiivistyskorjausten laadunvarmistaminen merkkiainekokeella.

1.8. TUTKIMUSMENETELMÄT JA -VÄLINEET

Tutkimuksissa on käytetty seuraavia mitta- ja näytteenottolaitteita:

- Merkkiaineakaasumittauslaitteisto, Trotec T3000 merkkiaineanalysaattori, SDI810 anturi ja Formier 5, (5% vety ja typpi 95%) merkkiaine

Käytetyt kalibrointia vaativat mittalaitteet on kalibroitu yrityksen laatujärjestelmän mukaisesti.

Ilmavuototutkimukset merkkiaineella

Merkkiainetutkimuksella tarkoitetaan tutkimusmenetelmää, jossa erityistä kaasua ja sitä havaitsevaa mittalaitetta apuna käyttäen selvitetään rakenteen sisään ja rakenteen läpi tapahtuvia ilmavirtauksia.

Merkkiainetutkimuksella voidaan havaita hyvinkin pieniä yksittäisiä ilmavuotokohtia. Havainnot jaetaan karkeasti pistemäisiin, vähäisiin ja merkittäviin vuotoihin.

Merkkiainekokeita tehdään laadunvarmistuksessa uudis- ja korjausrakentamisessa sekä rakennuksen sisäilma- ja kuntotutkimuksissa. Merkkiaineakaasua käytetään rakennusten ja erilaisten rakenteiden ilmavuotojen tarkastelussa. Merkkiainekoe suoritettiin typpi-vety-kaasuseoksella RT-kortin RT-14-11197 -ohjeen mukaisesti. Kaasuseoksen havaitsemiseen käytettiin Trotec-merkkiaineanalysaattoria.

2.1. MERKKIAINEKOKEET

2.1.1. TUTKIMUS

Ilmavuotojen selvittäminen tehtiin merkkiaineella (Formier 5; 95% typpi, 5% vety). Merkkiainekokeessa käytetty kaasu syötettiin ulkoseinärakenteeseen sekä alapohjaan ja kaasun esiintymistä tarkastettiin sisätiloista elektronisella anturilla.

Merkkiainekokeella tarkasteltiin alapohjan ja läpivientien sekä ulkoseinä-lattialiittymien ilmavuotoja sisäilmaan.

Merkkiainekoetta varten sisätilat alipaineistettiin koneellisesti n. 10-12 Pa alipaineeseen ulkoilmaan nähden.

2.1.2. HAVAINNOT

Musiikkiluokka (tila 56)

Merkkiainekokeissa havaittiin ilmavuotoja tarkasteltavista rakenneosista sisäilmaan. Vähäistä ilmavuotoa havaittiin väliseinä-ulkoseinä-lattialiittymän alueelta ja merkittävää ilmavuotoa ulkoseinä-lattialiittymästä sisäilmaan. Ikkunaseinällä ikkunaelementtien metallirunkojen kautta havaittiin merkittävää ilmavuotoa ikkunarakenteiden kautta sisäilmaan.

Kotitalousluokka 1

Merkkiainekokeissa havaittiin ilmavuotoja tarkasteltavista rakenneosista sisäilmaan. Merkittävää ilmavuotoa havaittiin ikkuna-ulkoseinäliittymistä sisäilmaan. Etenkin ikkunoiden ja pilarien liittymissä havaittiin vuotoja. Ikkunoiden karmirakenteiden kautta havaittiin merkittävää ilmavuotoa sisäilmaan. Ikkunarakenteiden tiivistyskorjaukset ovat haastavia, etenkin huomioitaessa ikkunoiden ikä. Ikkunarakenteet eivät ole muutoinkaan tiiviitä (esim. tiivisteiden osalta, ikkunapuitteet vääntyneitä jne), joten pienehköjä ilmavirtauksia sisäilmaan tapahtuu ikkunoiden kautta joka tapauksessa.

Kotitalousluokka II

Merkkiainekokeissa havaittiin ilmavuotoja tarkasteltavista rakenneosista sisäilmaan. Merkittävää ilmavuotoa havaittiin ikkuna-ulkoseinäliittymistä sisäilmaan. Ikkunoiden karmirakenteiden kautta havaittiin merkittävää ilmavuotoa sisäilmaan. Ikkunarakenteiden tiivistyskorjaukset ovat haastavia, huomioitaessa ikkunoiden ikä. Ikkunarakenteet eivät ole muutoinkaan tiiviitä (esim. tiivisteet, ikkunapuitteet vääntyneitä jne), joten pienehköjä ilmavirtauksia sisäilmaan tapahtuu ikkunoiden kautta joka tapauksessa.

Maantieto-biologia -luokka (021)

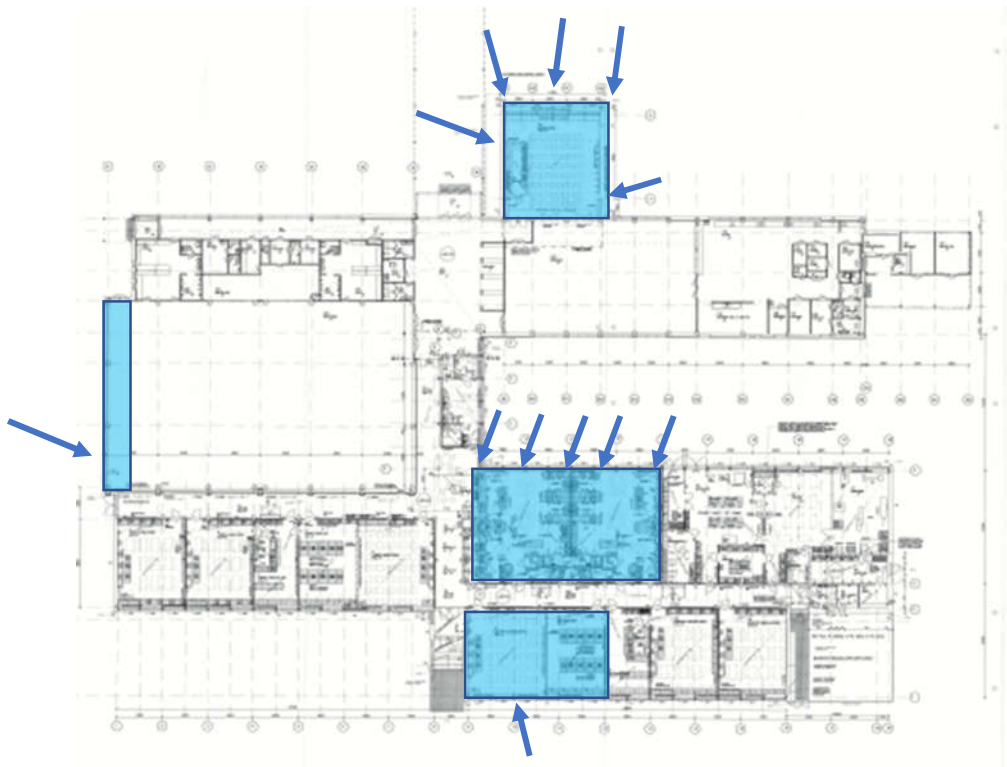
Merkkiainekokeissa havaittiin ilmavuotoa tarkasteltavista rakenneosista sisäilmaan. Vähäistä ilmavuotoa havaittiin yksittäisestä ikkuna-ulkoseinäliittymästä sisäilmaan.

Liikuntasali

Liikuntasaliin tehtiin merkkiainekoe ulkoseinärakenteeseen. Merkkiainekokeissa ei havaittu ilmavuotoja tarkasteltavista rakenneosista sisäilmaan pois lukien ulkoseinän pistorasia, jonka kautta havaittiin vähäistä ilmavuotoa sisäilmaan. Liikuntasalin ulkoseinää vasten oleva lumivalli esti osin kaasun syöttämisen noin 4 metrin alueella seinän keskialueella. Arviolta kaasua pääsi leviämään lähes koko seinän alueelle.

Aistinvaraisesti arvioituna tiivistyskorjaukset on tehty hyvin koko liikuntasalin osalta. Arviolta tiivistyskorjausten osalta ei ole suurta korjaustarvetta.

Merkkiainekokeen tutkimusalueet on esitetty alla olevassa kuvassa. Ilmavuotohavainnot on esitetty nuolilla.



Kuva 2. Merkkiainekoe tehtiin sinisellä merkittyihin tiloihin (liikuntasali, kotitalousluokat, musiikin luokka sekä maantieto- biologia luokka). Ilmavuotohavainnot on esitetty nuolilla.

2.1.3. JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Merkkiainekokeissa havaittiin ilmavuotoja tarkasteltavista rakenneosista sisäilmaan. Ikääntyneiden puisten ikkunarakenteiden tiivistyskorjaukset ovat haasteellisia. Ikääntyneet ikkunarakenteet eivät lähtökohtaisesti ole kovin tiiviitä ja vuodot ulkoseinärakenteen eristetiloista ovat mahdollisia ikkuna-aukkojenkin kautta. Lisäksi musiikinluokassa metallisen ikkunaseinän ikkunaelementtien kautta havaittua ilmavuotoa on haasteellinen tiivistää.

Liikuntasalissa ei havaittu ilmavuotoja tutkittavasti rakenteista sisäilmaan, pois lukien vähäinen ilmavuoto sähköpistorasian kautta. Liikuntasalin rakenneliittymät on tiivistyskorjattu kokonaisuudessaan.

Toimenpide-ehdotukset:

- Musiikin luokka: tiivistyskorjausten asianmukainen uusiminen ikkuna-ulkoseinäliittymien sekä lattia-ulko-väliseinäliittymien osalta tilassa 55. Lievää ilmavuotoa havaittiin musiikkiluokan yksittäisen ikkuna-ulkoseinärakenteen kautta. Tämän asianmukainen tiivistyskorjaus.
- Kotitalousluokat: tiivistyskorjausten asianmukainen uusiminen molemmissa luokissa ulkoseinä-ikkunarakenteen liitosten osalta.
- Maantieto-biologialuokka: ei toimenpiteitä.
- Liikuntasali: tiivistyskorjausten asianmukainen uusiminen sähköpistorasian osalta.
- Ikkunoiden rakenne huomioon ottaen karmirakenteiden tiivistyskorjaukset ovat haastavia toteuttaa. Puurakenteisissa ikkunakarmeissa on paljon liittymiä, jotka ovat jo uusina epätiivitä. Suositellaan tiivistämään musiikin luokan kotitalousluokkien osalla ikkunakarmien sisäpuolen liittymät. Suositellaan saattamaan rakennusten alipaineisuus lähelle tasapainotilaa, jolloin ikkunoiden karmirakenteiden ja ikkuna-aukkojen kautta tulevat ilmavuodot saadaan mahdollisimman vähäisiksi.
- Liikuntasalin yhteydessä olevassa varastossa (tila 124) havaitun vesivuodon korjaus vesikatolta käsin.
- Liikuntasalin yhteydessä olevan varaston (tila 124) lattian korjaaminen vesikaton korjauksen jälkeen.

3. KUVAT



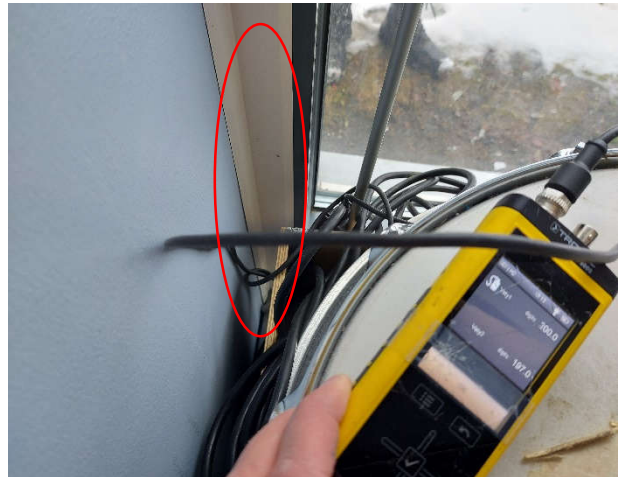
Kuva 1. Tutkittavat tilat alipaineistettiin keinotekoisesti merkkiainekokeen ajaksi n. 10-12 Pa alipaineikseksi ulkoilmaan nähden.



Kuva 2. Merkkiainekaasun annostelua ulkoseinärakenteeseen poratun reiän kautta.



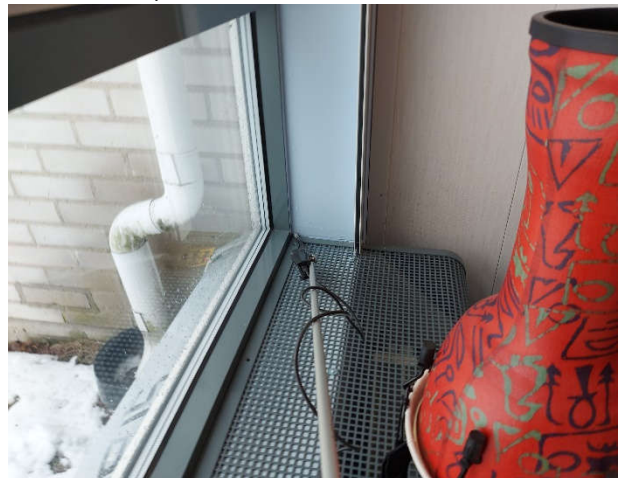
Kuva 3. Musiikin luokka. Ilmavuotoa ikkuna-ulkoseinäliittymästä.



Kuva 4. Musiikin luokka. Ilmavuotoa ikkuna-ulkoseinäliittymästä.



Kuva 5. Musiikin luokka. Ilmavuotoa ikkunarakenteiden kautta.



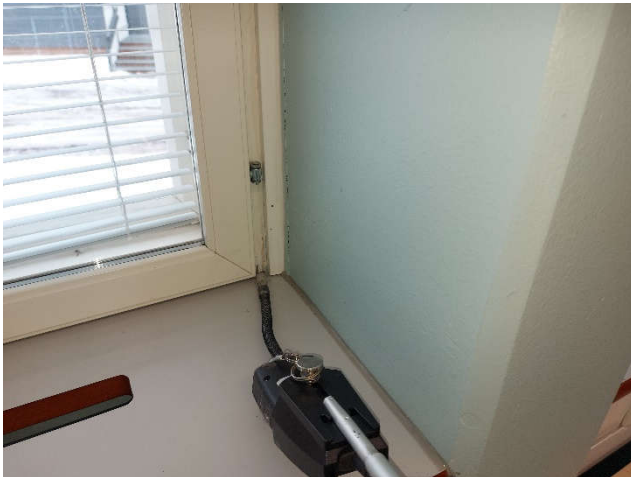
Kuva 6. Musiikin luokka. Ilmavuotoa ikkuna-ulkoseinäliittymästä.



Kuva 7. Sisäilman teollisten kuitujen mittaukset suoritettiin kahden viikon laskeumasta.



Kuva 8. Musiikin luokka, tila 55. Ilmavuotoa lattia-ulkoseinäliittymästä väliseinän alueella.



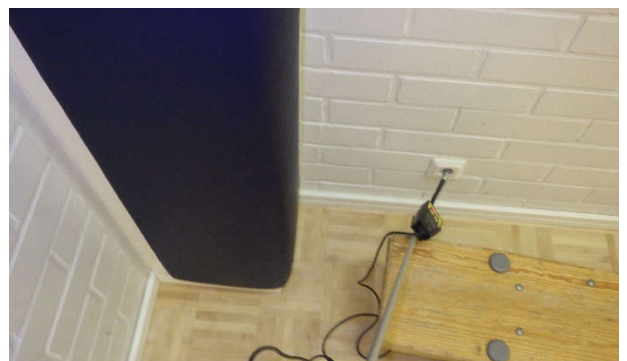
Kuva 9. Maantieto-biologian luokka (tila 21). Lievää ilmavuotoa ikkunarakenteiden kautta.



Kuva 10. Maantieto-biologian luokka (tila 21). Ilmavuoto tulee todennäköisesti ikkunan karmirakenteiden kautta.



Kuva 11. Liikuntasali. Ilmavuotoa sähköpistorasian kautta sisäilmaan.



Kuva 12. Liikuntasali. Ilmavuotoa sähköpistorasian kautta sisäilmaan.



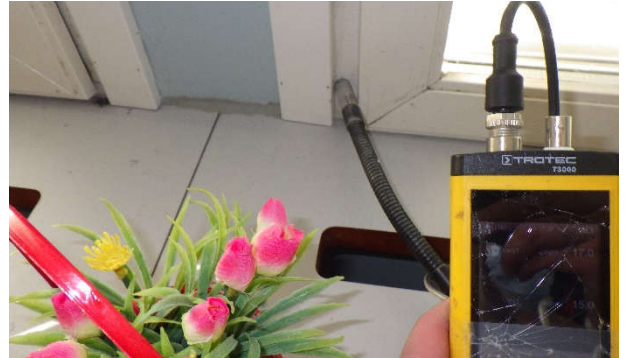
Kuva 13. Kotitalousluokka I oli n. 9 Pa ylipaineinen ulkoilman suhteen ennen tutkimusten aloittamista.



Kuva 14. Kotitalousluokissa havaittiin ilmavuotoa ikkunarakenteiden kautta.



Kuva 15. Kotitalousluokissa ilmavuoto tulee todennäköisesti ikkunan karmirakenteiden kautta.



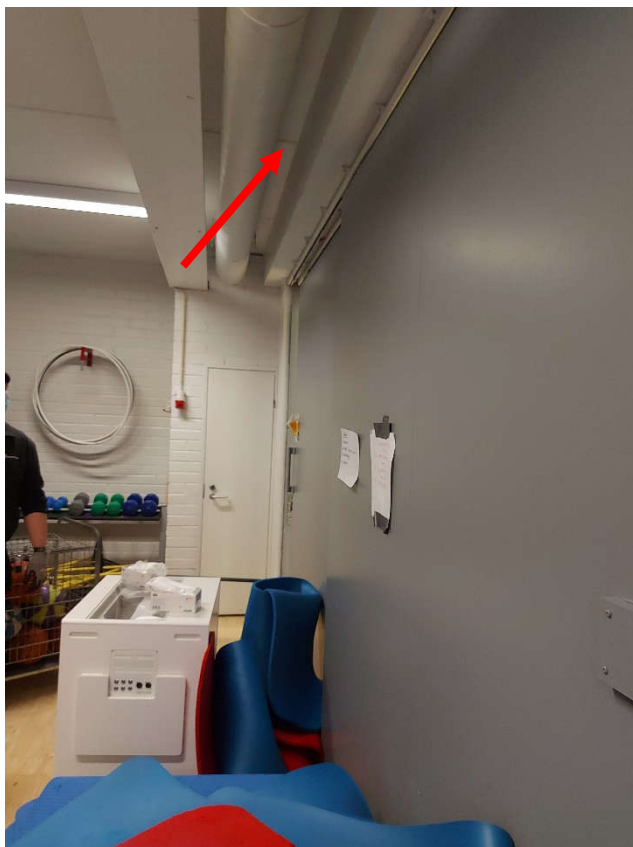
Kuva 16. Kotitalousluokissa havaittiin ilmavuotoa ikkuna-ulkoseinäliittymien kautta.



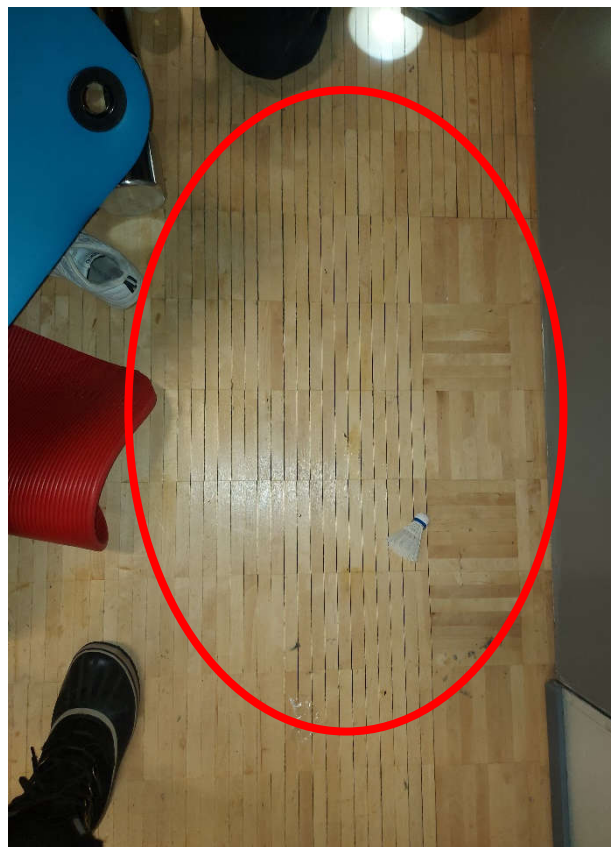
Kuva 17. Ikkunat eivät ole tiiviitä.



Kuva 18. Kotitalousluokissa havaittiin ilmavuotoa ikkuna-ulkoseinäliittymien kautta.



Kuva 19. Liikuntasalin vieressä varastossa (tila 124) havaittiin yläpohjan ontelolaatassa poikkeavia kosteusarvoja.



Kuva 20. Liikuntasalin vieressä varastossa (tila 124) lattiapinnalla havaittiin kosteusvauriojälkiä mutta ei poikkeavia kosteusarvoja.



Kuva 21. Liikuntasalin ulkoseinää vasten oleva lumivalli esti osin kaasun syöttämisen ulkoseinän alaosaan.

4. YHTEENVETO

Tehtävänä oli selvittää mahdollista ilmavuotoa rakenneliittymistä sisäilmaan merkkiainekokein koulun tiloissa. Merkkiainekokeissa havaittiin ilmavuotoja tarkasteltavista rakenneosista sisäilmaan.

Hetkellisten paine-eromittausten mukaan osa tiloista on huomattavan ylipaineisia ja osa huomattavan alipaineisia suhteessa ulkoilmaan.

Toimenpide-ehdotukset:

- Kahden viikon jatkuvatoiminen paine-eroseuranta. Osa tiloista oli huomattavan ylipaineisia ja osa taas huomattavan alipaineisia. Paine-eromittausten jälkeen tilojen paine-erot suhteessa ulkoilmaan pyritään saattamaan lähelle tasapainotilaa.
- musiikin luokka: tiivistyskorjausten asianmukainen uusiminen ikkuna-ulkoseinäliittymien sekä lattia-ulko-väliseinäliittymien osalta tilassa 55. Lievää ilmavuotoa havaittiin musiikkiluokan yksittäisen ikkuna-ulkoseinäarakenteen kautta. Tämän asianmukainen tiivistyskorjaus.
- Kotitalousluokat: tiivistyskorjausten asianmukainen uusiminen molemmissa luokissa ulkoseinä-ikkunarakenteen liitosten osalta.
- Maantieto-biologialuokka: ei toimenpiteitä.
- Liikuntasali: tiivistyskorjausten asianmukainen uusiminen sähköpistorasian osalta.
- Ikkunoiden rakenne huomioon ottaen karmirakenteiden tiivistyskorjaukset ovat haastavia toteuttaa. Puurakenteisissa ikkunakarmeissa on paljon liittymiä, jotka ovat jo uusina epätiivitä. Suositellaan tiivistämään musiikin luokan kotitalousluokkien osalla ikkunakarmien sisäpuolen liittymät. Suositellaan saattamaan rakennusten alipaineisuus lähelle tasapainotilaa, jolloin ikkunoiden karmirakenteiden ja ikkuna-aukkojen kautta tulevat ilmavuodot saadaan mahdollisimman vähäisiksi.
- Liikuntasalin yhteydessä olevassa varastossa (tila 124) havaitun vesivuodon korjaus vesikatolta käsin.
- Liikuntasalin yhteydessä olevan varaston (tila 124) lattian korjaaminen vesikaton korjauksen jälkeen.

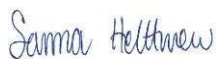
JAKELU

Tilaaaja

Raksystems Insinööritoimisto Oy:n arkisto

Vantaalla 28.4.2022

RAKSYSTEMS INSINÖÖRITOIMISTO OY



Sanna Helttunen

FM, RTAop

Sisäilma-asiantuntija, Sisäilmatutkimukset

Puh: 030 670 5432

Sähköposti: sanna.helttunen@rakersystems.fi

www.rakersystems.fi



Teemu Väänänen, Ympl AMK

Rakennusterveysasiantuntija, Sisäilmatutkimukset

RTA (C-25684-26-20)

puh: 030 670 5627

Sähköposti: teemu.vaananen@rakersystems.fi

www.rakersystems.fi