



Riihikallion koulu, Tiivistyskorjausten laadunvarmistusmittaukset

Tutkimusraportti

25.10.2022

Projekti 316801_16

25.10.2022

Tiivistelmä

Riihikallion koulun tiivistyskorjausten aiemmissa laadunvarmistusmittauksissa on havaittu puutteita, joita on korjattu kesällä 2022.

Uusissa laadunvarmistusmittauksissa havaittiin edelleen tiivistyspuutteita korjauksista huolimatta.

Pääosin vuotokohtia havaittiin:

- Ikkunoiden liittymäkohdissa havaittiin vähäisiä / merkittäviä ilmavuotoja.
- Alapohjan / välipohjan ja ulkoseinän liittymien kohdalla havaittiin vähäisiä / merkittäviä ilmavuotoja.
- Pilarin alaosassa ja liittymissä havaittiin vähäisiä / merkittäviä ilmavuotoja.
- Patterikannakkeiden kohdalla havaittiin vähäisiä / pistemäisiä ilmavuotoja.

Rakenteiden tiivistämistä tulee jatkaa, mutta ennen tiivistyksiä olisi suositeltavaa määrittää tiivistyskorjausten tavoitetaso, jolla määritellään rakenteiden tiiveystaso, johon tiivistyskorjauksilla pyritään.

Sisällysluettelo

1.	Tutkimuskohde ja tutkimuksen yleistiedot.....	4
1.1.	Yleistiedot.....	4
1.2.	Lähtötiedot.....	4
1.3.	Tutkimuksen tausta ja tehtävä	5
1.4.	Tutkimusmenetelmä	5
2.	Merkitäimetutkimukset	6
2.1.	Luokkahuone 6.....	6
2.2.	Luokkahuone 127	9
2.3.	Luokkahuone 91	11
2.4.	Opettajien työskentelytila 58	14
3.	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	17

25.10.2022

1. Tutkimuskohde ja tutkimuksen yleistiedot

1.1. Yleistiedot

Tutkimuksen tekijä	WSP Finland Oy Pasilan asema-aukio 1 00520 Helsinki
	Vastuhenkilö: Riitta Katajamaa riitta.katajamaa@wsp.com +358 40 5297027
Tilaaaja	Tuusulan kunta, tilapalvelut
Tilaaajan edustaja	Pertti Elg
Kohde	Riihikallion koulu Pellavamäentie 15, 04320 Tuusula
Rakennusvuodet: Kerrosluvu	1967, 1976 ja 2006 1–2 kpl
Ilmanvaihto: Lämmitysmuoto:	Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto Kaukolämpö, vesikiertoinen patterilämmitys huonetermostaatein

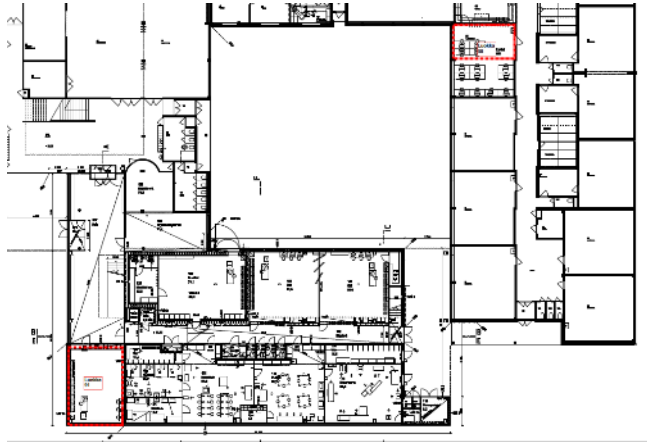
Tutkimuksen kenttätyöt teki Tony Kataja Rakennus- ja yhdyskuntateknikka Ins. (AMK).
Merkkiainetutkimukset tehtiin 14.09.2022

1.2. Lähtötiedot

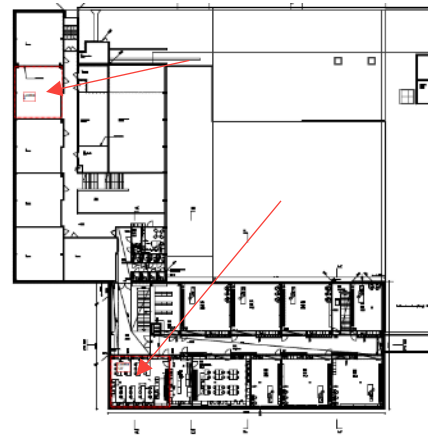
Tutkimuksen lähtötietoina saatiin käyttöön Riihikallion koulun pohjapiirustukset ja WSP Finland Oy:n tekemä tiivistyskorjausten laadunvarmistusmittausraportti 14.9.2021.

Aikaisemmissa tutkimuksissa on tehty tiiveystarkasteluja tiloissa: 6, 57, 91, 112, 127. Rakennuksen tiiveyskorjausten menetelmästä ei ollut saatavilla lähtötietoja. Tutkimuskäynnillä havaittiin silikonisaumauksella / tiivistysmassalla tehtyjä tiivistyksiä.

25.10.2022



Kuva 1. Kuvassa on esitetty punaisella katkoviivalla huoneilojen tiiveystarkastelut 1.kerroksessa. Tarkastelut kohdistettiin tilojen ulkoseinärakenteisiin. Kuvakaappaus on otettu arkkitehtitoimisto PERKO oy:n tekemästä pohjakuvasta 09.06.2006



Kuva 2. Kuvassa on esitetty punaisella katkoviivalla sekä nuolilla huoneilojen tiiveystarkastelut 2.kerroksessa. Tarkastelut kohdistettiin tilojen ulkoseinärakenteisiin. Kuvakaappaus on otettu arkkitehtitoimisto PERKO oy:n tekemästä pohjakuvasta 09.06.2006

1.3. Tutkimuksen tausta ja tehtävä

Tutkittavissa tiloissa on tehty saatujen tietojen mukaan tiivistyskorjauksia. Tiivistyskorjauksien toteutuksista ja työtavasta ei ollut saatavilla lähtötietoja. Tutkittavat tilat valittiin alueilta, joissa on aiemmin toteutettu laadunvarmistusmittauksia. Tiloja tutkittiin rakennuksen normaalissa vallitsevissa olosuhteissa. Lisäksi huoneiloihin luotiin alipaine merkkiainetutkimuksia varten puhalluslaitteiston avulla. Tutkimuksen tehtävänä oli selvittää rakenteiden mahdolliset ilmavuotoreitit sisätiloihin normaaleissa olosuhteissa ja -10 Pa alipaineistuksessa tilassa.

Tiivistyskorjauksilla estetään rakenteista sisäilmaan suuntautuvat ilmavuodot, jotka voivat vaikuttaa heikentävästi rakennuksen sisäilman laatuun ilman mukana kulkeutuvien epäpuhtauksien takia.

1.4. Tutkimusmenetelmä

Tutkittavat tilat tarkasteltiin tilaajan toiveesta rakennuksen normaaleissa vallitsevissa olosuhteissa. Lisäksi tutkittavat tilat alipaineistettiin -10,0 Pa alipaineeseen. Paine-eroa rakenteen yli seurattiin merkkiainekokeiden ajan paine-eromittarilla. Tilojen alipaine vaihtelee hieman tuulenpaineen seurauksena. Ilmavuotoreittien paikannus tehtiin merkkiainetutkimuksella, jossa rakenteisiin porattiin reikiin syötettiin merkkiainekaasua (5 % H₂, 95 % N₂). Merkkiainetta syötettiin ulkoseinän eristetilaan sekä ikkunoiden tilkerakoihin. Kaasun leviämistä rakenteesta havainnoitiin merkkiainekaasuanalysaattorilla ja ilmavuotokohdista otettiin valokuvat.

Merkkiainetta sisältänyt kaasupullo ja laitteisto tarkastettiin vuotojen varalta ennen koetta.

25.10.2022

2. Merkkiainetutkimukset

Tuuliolosuhteet olivat 14.09.2022 ulkopuolella merkkiainekokeiden ajan noin 2–4 m/s, tuulen suunta vaihteli välillä 120–170° ja ulkoilman lämpötila oli noin 11–11,5 °C.

Merkkiainekokeiden ilmapuotoja käsitellään raportissa RT-kortin ”Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein” mukaisella jaottelulla. Jaottelussa ilmapuodot jaotellaan pistemäiseksi, vähäiseksi ja merkittäväksi.

RT 14-11197 Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein kerrotaan edellä mainittujen pistemäinen, vähäinen ja merkittävän ilmapuodon perusteet.

Pistemäinen ilmapuoto: on epätiivetyiskohta, jonka koko on 1... 2 mm.

Vähäinen ilmapuoto: on heikko ilmapuoto, jonka pituus on 2...1000 mm. Vähäisessä ilmapuodossa ei kuitenkaan näy selkeää rakoa rakenteissa.

Merkittävä ilmapuoto: on laaja-alainen puoto yli 1000 mm pitkä. Lisäksi suureksi ilmapuodoksi luokitellaan näkyvästi havaittavat raot.

Laadunvarmistusmittauksia tehtiin tiloissa: 6, 127, 58, 91. Tutkimuksessa havaitut ilmapuodot ovat nähtävissä kokonaisuudessaan tutkimuskartassa liitteessä 1.

2.1. Luokkahuone 6

Tilassa tutkittiin ulkoseinärakenteen tiiveyksiä luokkahuoneen ikkunoiden vastaisella seinustalla. Merkkiainekaasua syötettiin ulkoseinärakenteeseen seinään porattujen reikien kautta. Tilojen tiivistyskorjauksista ei ollut saatavilla lähtötietoja. Tutkimushetkellä sisätilojen alipaineisuus ulkoilmaan nähden oli ilmanvaihdon normaalitilassa +1.0...+2.5 Pa.

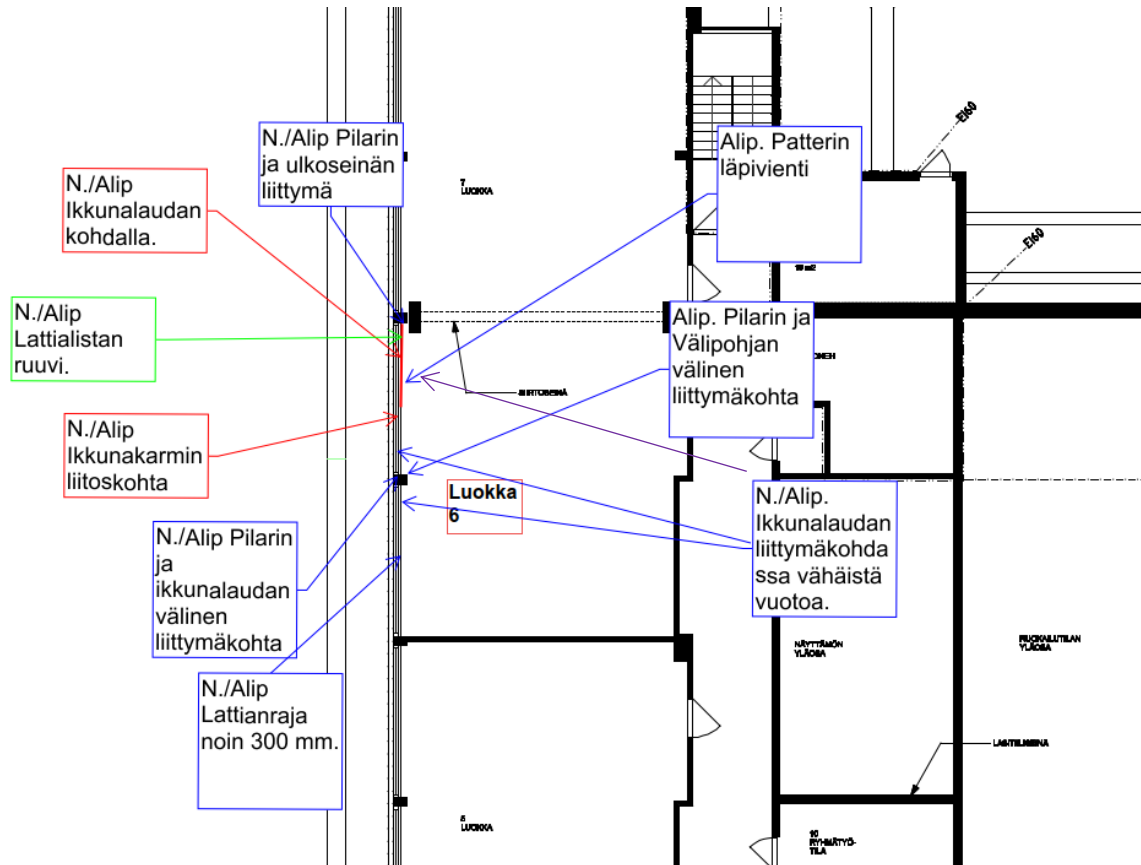
Normaalitilassa

Normaalitilassa havaittiin merkittäviä ilmapuotoja sekä ikkunalaudan alueella, että ikkunakarmin liitoskohdassa. Vähäisiä ilmapuotoja havaittiin pilarin ja ulkoseinän liittymäkohdissa ja välipohjan ja pilarin / ulkoseinän liittymissä. Pistemäinen vuoto kohta havaittiin lattialistan ruuvien kohdalla.

-10 Pa alipaineistettuna

Edellä mainittujen ilmapuotojen lisäksi alipaineistettuna havaittiin vuotoja pilarin ja välipohjan liittymäkohdalla sekä patterin läpiviennissä.

25.10.2022



Kuva 3. Luokkahuone 6. Punaiset merkinnät ovat merkittäviä ilmavuotoja. Siniset merkinnät ovat vähäisiä ilmavuotoja ja vihreät merkinnät pistemäisiä ilmavuotoja. (N. = Normaali-tila & Alip. = Alipaineistettu - 10 Pa).

25.10.2022



Kuva 4. Normaalityllassa ja **alipaineistettuna** havaittiin merkittävää ilmavuotoa ikkunakarmien liitoskohdassa. Samassa kohdassa merkittävää ilmavuotoa ikkunalaudan alueella. ks. tutkimuskartta



Kuva 5. Normaalityllassa ja **alipaineistettuna** havaittiin merkittävää ilmavuotoa ikkunan ja ulkoseinän liittymäkohdassa ikkunalaudan alueella.



Kuva 6. Normaalityllassa ja **alipaineistettuna** havaittiin vähäistä ilmavuotoa ikkunalaudan alueella, pilarin ja ulkoseinän liittymässä sekä ikkunan ja ulkoseinän liittymäkohdalla.



Kuva 7. Normaalityllassa ja **alipaineistettuna** havaittiin vähäistä ilmavuotoa välipohjan ja ulkoseinän liittymässä.

25.10.2022



Kuva 8. Normaalitilassa ja **alipaineistettuna** havaittiin vähäistä ilmavuotoa pilarin ja ulkoseinänliittymässä sekä ikkunan ja pilarin liittymässä.



Kuva 9. Normaalitilassa ja **alipaineistettuna** havaittiin merkittävää ilmavuotoa ikkunan ja pilarin liittymäkohdassa ikkunalaudan alueella. Lisäksi vähäistä vuotoa havaittiin alipaineistettuna pilarin juurella.

2.2. Luokkahuone 127

Tilassa tutkittiin ulkoseinärakenteen tiiveyksiä luokkahuoneen ikkunoiden vastaisella seinustalla. Merkkiaineakaasua syötettiin ulkoseinärakenteeseen seinään porattujen reikien kautta. Tilojen tiivistyskorjauksista ei ollut saatavilla lähtötietoja. Tutkimushetkellä sisätilojen alipaineisuus ulkoilmaan nähden oli ilmanvaihdon normaalitilassa +0.4...+2.0 Pa.

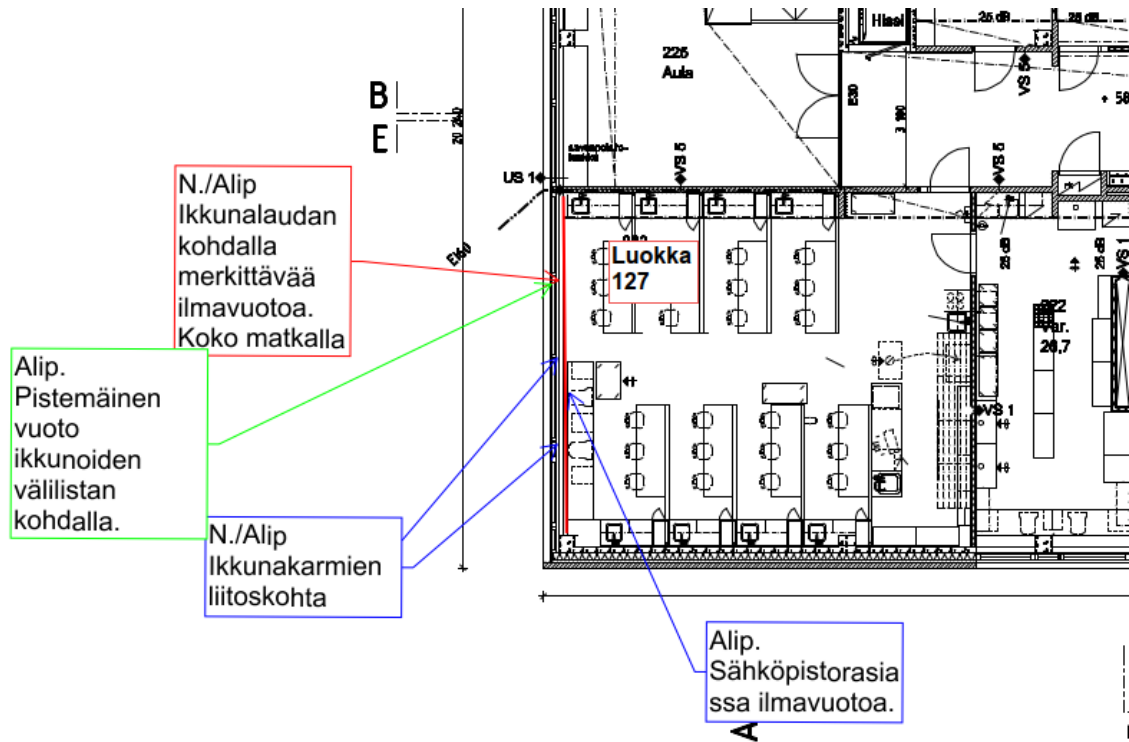
Normaalitilassa

Normaalitilassa havaittiin merkittäviä ilmavuotoja ikkunalaudan kohdalla ulkoseinän ja ikkunan liittymissä. Vähäisiä ilmavuotoja havaittiin ikkunakarmien liittymissä.

-10 Pa alipaineistettuna

Edellä mainittujen ilmavuotojen lisäksi alipaineistettuna havaittiin vähäistä vuotoa sähköpistorasiassa ja pistemäinen vuoto ikkunoiden välilistan kohdalla.

25.10.2022



Kuva 10. Luokkahuone 127. Punaiset merkinnät ovat merkittäviä ilmavuotoja. Siniset merkinnät ovat vähäisiä ilmavuotoja ja vihreät merkinnät pistemäisiä ilmavuotoja. (N. = Normaalitila & Alip. = Alipaineistettu – 10 Pa).

25.10.2022



Kuva 11. Normaali-tilassa ja **alipaineistettuna** havaittiin vähäistä ilmavuotoa ikkunakarmien liittokohdassa.



Kuva 12. Normaali-tilassa ja **alipaineistettuna** havaittiin merkittävää ilmavuotoa ikkunan ja ulkoseinän liittymäkohdassa ikkunalaudan alueella.



Kuva 13. **Alipaineistettuna** havaittiin vähäistä ilmavuotoa sähköpistorasiassa.



Kuva 14. **Alipaineistettuna** havaittiin pistemäinen ilmavuoto ikkunalistan kohdalla.

2.3. Luokkahuone 91

Tilassa tutkittiin ulkoseinärakenteen tiiveyksiä luokkahuoneen ikkunoiden vastaisella seinustalla. Merkkiainekaasua syötettiin ulkoseinärakenteeseen seinään porattujen reikien kautta. Tilojen tiivistyskorjauksista ei ollut saatavilla lähtötietoja. Tutkimushetkellä sisätilojen alipaineisuus ulkoilmaan nähden oli ilmanvaihdon normaali-tilassa $-0.4 \dots -3.5$ Pa.

Normaali-tilassa

Normaali-tilassa havaittiin merkittäviä ilmavuotoja ikkunan ja ulkoseinärakenteen liittymissä, muovimaton halkeamassa, ikkunakarmien liittokohdassa, ulkoseinän ja pilarin liittymissä sekä seinän halkeamassa. Vähäistä ilmavuotoa havaittiin ikkunoiden välisessä liittymäkohdassa. Pistemäinen ilmavuoto havaittiin patterinkannakkeen kohdalla.

-10 Pa alipaineistettuna

Edellä mainittujen ilmavuotojen lisäksi alipaineistettuna havaittiin vähäistä vuotoa ikkunan ja pilarin liittymässä.

25.10.2022



Kuva 16. Normaalityllassa ja **alipaineistettuna** havaittiin vähäistä ilmapuotoa ikkunakarmien liitoskohdassa.



Kuva 17. Normaalityllassa ja **alipaineistettuna** havaittiin merkittävää ilmapuotoa ikkunan ja ulkoseinän liittymäkohdassa ikkunalaudan alueella.



Kuva 18. Normaalityllassa ja **alipaineistettuna** havaittiin merkittävää ilmapuotoa väliseinän halkeamassa.



Kuva 19. Normaalityllassa ja **alipaineistettuna** havaittiin merkittävää ilmapuotoa pilarin liittymässä.



Kuva 20. **Alipaineistettuna** havaittiin merkittävää ilmapuotoa ikkunoiden avausmekanismien kohdalla.



Kuva 21. **Alipaineistettuna** havaittiin vähäistä ilmapuotoa ikkunan ja pilarin liittymässä.

25.10.2022



Kuva 22. **Alipaineistettuna** havaittiin pistemäinen ilmavuoto patterikannakkeessa.

2.4. Opettajien työskentelytila 58

Tilassa tutkittiin ulkoseinärakenteen tiiveyksiä luokkahuoneen ikkunoiden vastaisella seinustalla. Merkkiainekaasua syötettiin ulkoseinärakenteeseen seinään porattujen reikien kautta. Tilojen tiivistyskorjauksista ei ollut saatavilla lähtötietoja. Tutkimushetkellä sisätilojen alipaineisuus ulkoilmaan nähden oli ilmanvaihdon normaalitilassa +0.2...-3.0 Pa.

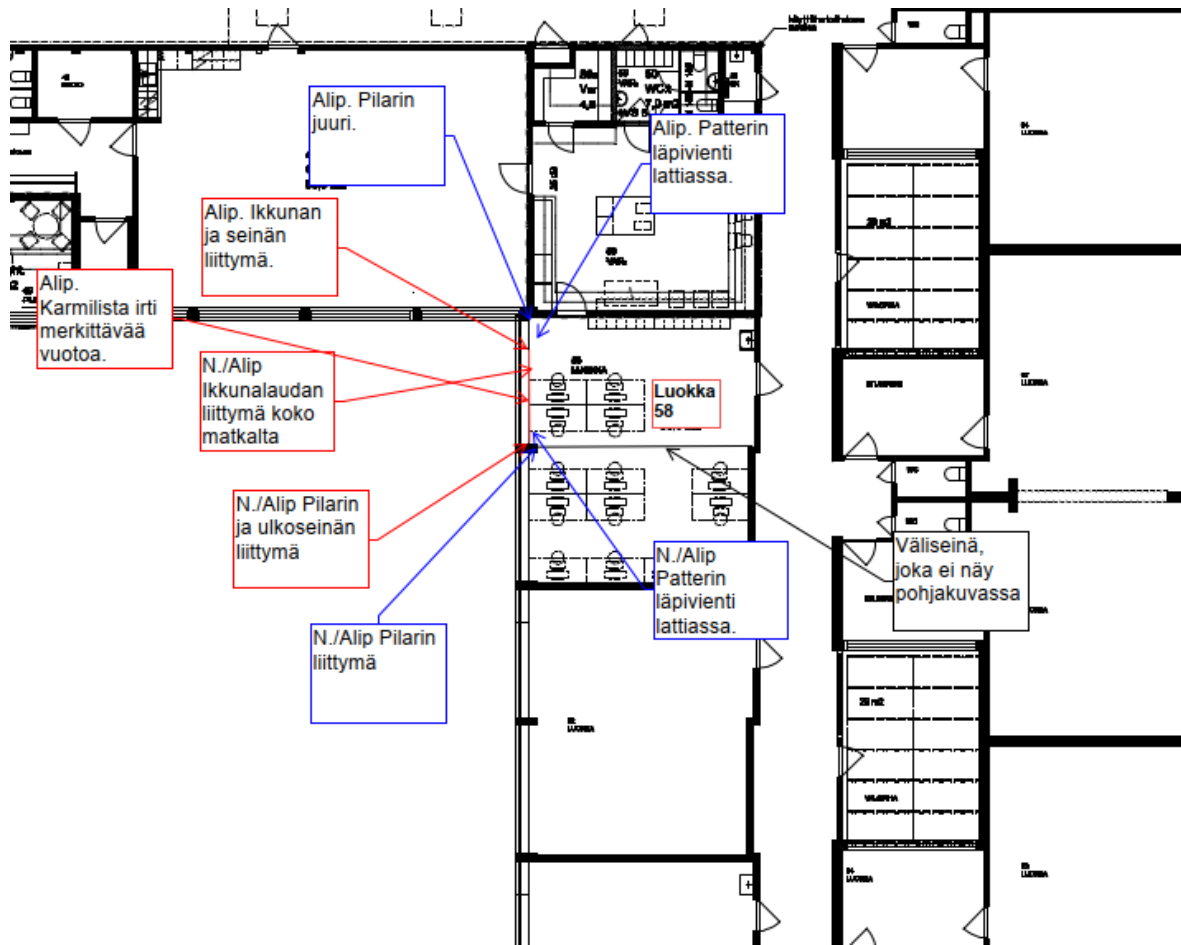
Normaalitilassa

Normaalitilassa havaittiin merkittäviä ilmavuotoja pilarin ja ulkoseinän liittymässä, ikkunan ja ulkoseinän liittymässä, karmilistan taustapuolella sekä pilarin ja ulkoseinän liittymässä. Vähäistä ilmavuotoa havaittiin pilarin ja alapohjan liittymässä sekä patterin läpiviennissä.

-10 Pa alipaineistettuna

Edellä mainittujen ilmavuotojen lisäksi alipaineistettuna havaittiin vähäistä vuotoa pilarin ja alapohjan liittymässä ja patterin läpiviennissä.

25.10.2022



Kuva 23. Opettajien asuntola 58. Punaiset merkinnät ovat merkittäviä ilmavuotoja. Siniset merkinnät ovat vähäisiä ilmavuotoja ja vihreät merkinnät pistemäisiä ilmavuotoja. (N. = Normaalityla & Alip. = Alipaineistettu – 10 Pa).

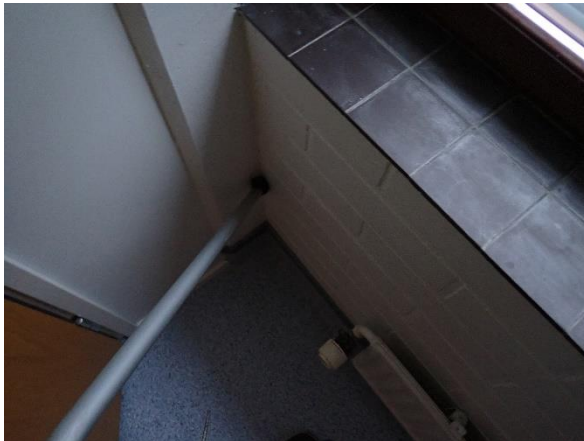
25.10.2022



Kuva 24. Normaali- ja **alipaineistettuna** havaittiin merkittävää ilmavuotoa pilarin ja ulkoseinän, sekä ikkunan ja ulkoseinän liittymissä.



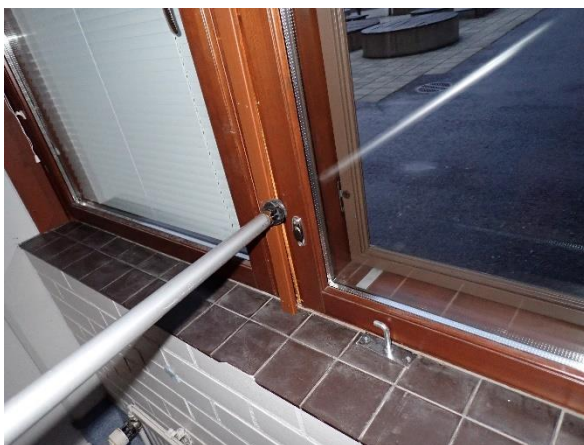
Kuva 25. Normaali- ja **alipaineistettuna** havaittiin merkittävää ilmavuotoa ikkunan ja ulkoseinän liittymäkohdassa.



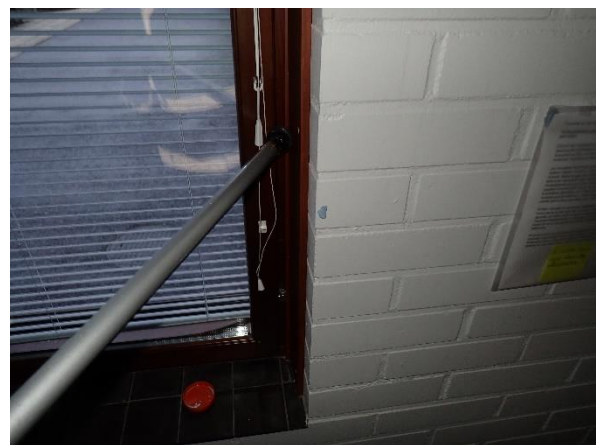
Kuva 26. Normaali- ja **alipaineistettuna** havaittiin merkittävää ilmavuotoa ulkoseinän ja pilarin liittymässä.



Kuva 27. Normaali- ja **alipaineistettuna** havaittiin vähäistä ilmavuotoa patterin vesiputken läpiviennessä.



Kuva 28. **Alipaineistettuna** havaittiin merkittävää ilmavuotoa karmilistan taustapuolella.



Kuva 29. **Alipaineistettuna** havaittiin merkittävää ilmavuotoa ikkunan ja ulkoseinän liittymässä.

25.10.2022

3. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Tiivistyskorjatuissa rakenteissa havaittiin epätiiveyskohtia, joiden kautta sisäilmaan voi päätyä epäpuhdasta ilmaa.

- Ikkunoiden liittymäkohdissa havaittiin vähäisiä / merkittäviä ilmavuotoja.
- Alapohjan / välipohjan ja ulkoseinän liittymien kohdalla havaittiin vähäisiä / merkittäviä ilmavuotoja.
- Pilarin alaosassa ja liittymissä havaittiin vähäisiä / merkittäviä ilmavuotoja.
- Patterikannakkeiden kohdalla havaittiin vähäisiä / pistemäisiä ilmavuotoja.

Normaalitilassa ilmavuodot olivat paikoittain pistemäisiä, eli niiden kautta siirtyvä ilmamäärä on vähäistä. Tiloissa kuitenkin havaittiin normaalissa tilassa myös vähäistä ja merkittävää ilmavuotoa.

Kohteesta ei ollut saatavilla lähtötietoja tiivistyskorjauksista. Kohteeseen on hyvä laatia suunnitelmat tiivistysten tavoitetasosta.

Seuraavat toimenpide-ehdotukset ehdotetaan huomioimaan jatkossa parhaan mahdollisen lopputuloksen saavuttamiseksi.

Toimenpide-ehdotukset

Tiiveyden tavoitetaso määrittäminen, jolla määritellään rakenteiden tiiveystaso, johon tiivistyskorjauksilla pyritään. Mikäli tavoitetaso ei ole ”täysin tiivis” pienet ilmavuodot sallitaan. Tiivistyskorjauksia tulee jatkaa ja tiivistyskorjausten jälkeen toteutetaan uudet laadunvarmistusmittaukset.

Helsingissä 25.10.2022

WSP Finland Oy

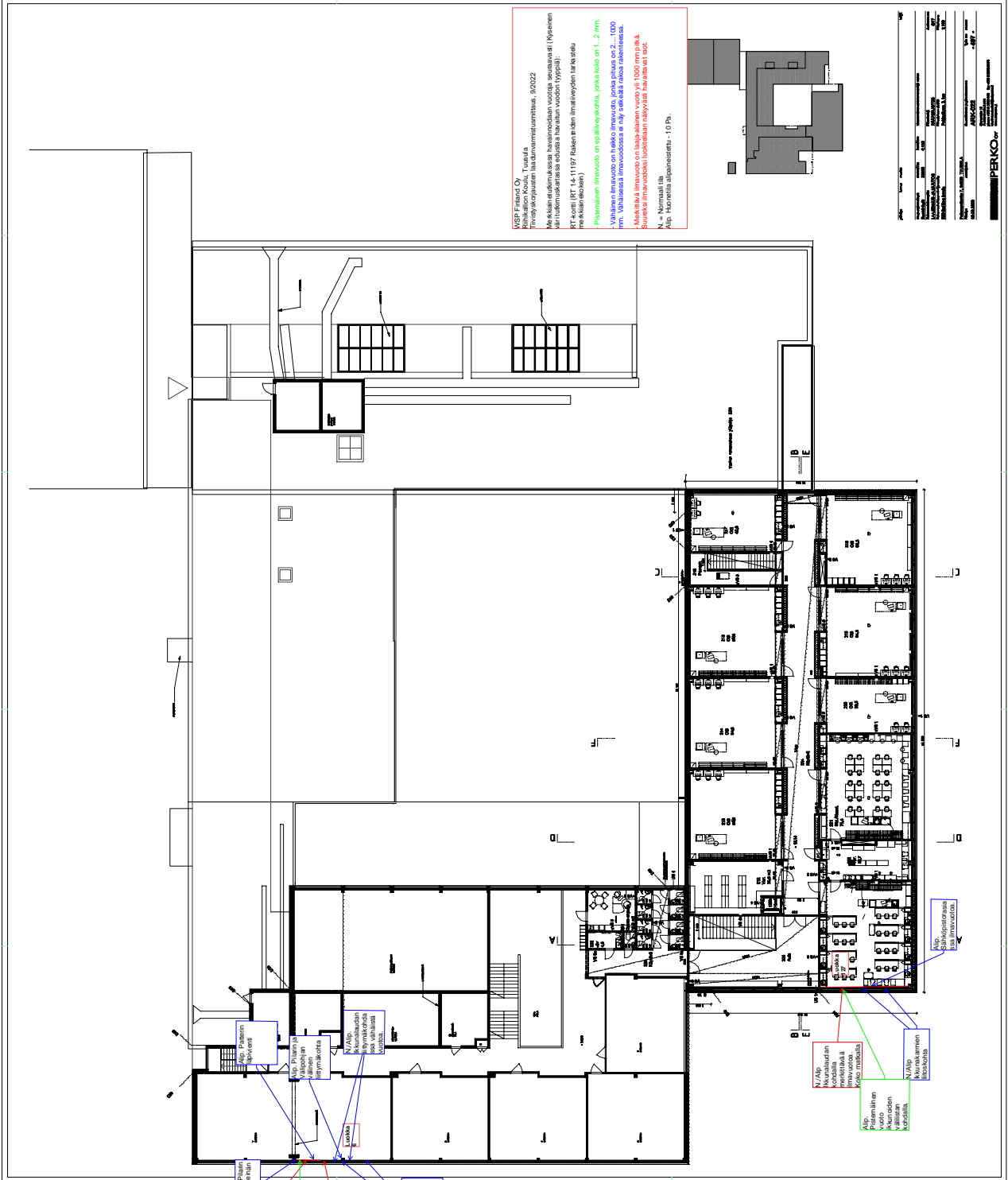
Tarkastanut

Tony Kataja
Projekti-insinööri, Ins. (AMK)
Korjausrakentamisen konsultointi

Riitta Katajamaa
Projektipäällikkö, RTA
Korjausrakentamisen konsultointi

Liitteet

- 1) Tutkimuskartat 1–2.kerros



WSF Finland Oy
 Rinnakkain Koulun Tulosia
 Finlaysonin laiturisäilyshuoneisto, 02022

Määränsäntömuutoksia havainnollistava vuokra-asiainkuvasto (Kysymykset ja lisätiedot: info@wsf.fi)
 Vuokra-asiainkuvasto on tarkoitettu vuokranvastaajan käyttöön (ei myytävänä).

197 Runkorakenteen lisäselityksen tarkastelu
 maalismaaliskuun 2017

Plasterboardin ilmaväli on epätasainen, pinta kohoaa 1 - 2 mm.
 1. Valtainen ilmaväli on tarkkoja mitoituksia, joka jätetään 2...1000 mm. Muutoksia ilmavälissä ei saa tehdä ilman luvallusta.
 2. Ilmavälissä ilmaväli on tarkkoja mitoituksia, joka jätetään 2...1000 mm.
 3. Ilmavälissä ilmaväli on tarkkoja mitoituksia, joka jätetään 2...1000 mm.
 4. Ilmavälissä ilmaväli on tarkkoja mitoituksia, joka jätetään 2...1000 mm.
 5. Ilmavälissä ilmaväli on tarkkoja mitoituksia, joka jätetään 2...1000 mm.



Nimi	WSF Finland Oy
Yhteyshenkilö	Antti Mäkelä
Puhelin	09 2240 2000
Sähköposti	info@wsf.fi
Webbisivut	www.wsf.fi
Postiosoite	Pöytäkatu 10 A, 00100 Helsinki
Y-tunnus	2604334-1
Alue	Uusimaa
Kunta	Helsinki
Postinumero	00100
Postiosoite	Pöytäkatu 10 A, 00100 Helsinki
Yhteyshenkilö	Antti Mäkelä
Puhelin	09 2240 2000
Sähköposti	info@wsf.fi
Webbisivut	www.wsf.fi
Postiosoite	Pöytäkatu 10 A, 00100 Helsinki
Y-tunnus	2604334-1
Alue	Uusimaa
Kunta	Helsinki
Postinumero	00100
Postiosoite	Pöytäkatu 10 A, 00100 Helsinki

- N/AIP Platin aukkojen sijoitus
- N/AIP Keskivälillä korostus
- N/AIP Lattialaisten suut.
- N/AIP Keskivälillä korostus
- N/AIP Platin Keskivälillä korostus
- N/AIP Platin Keskivälillä korostus
- N/AIP Lattialaisten suut noin 300 mm
- N/AIP Keskivälillä korostus

- N/AIP Keskivälillä korostus
- N/AIP Keskivälillä korostus
- N/AIP Keskivälillä korostus
- N/AIP Keskivälillä korostus
- N/AIP Keskivälillä korostus

N/AIP Keskivälillä korostus