

Projekti 318338 / 11



---

## Mikkolan päiväkoti, Tiivistyskorjausten laadunvarmistusmittaukset

Tutkimusraportti

5.9.2023

---

## Sisällysluettelo

<b>1.</b>	<b>Tutkimuskohde ja tutkimuksen yleistiedot.....</b>	<b>3</b>
1.1.	Yleistiedot.....	3
1.2.	Lähtötiedot.....	3
1.3.	Tutkimuksen tausta ja tehtävä .....	5
1.4.	Tutkimusmenetelmä .....	6
<b>2.</b>	<b>Merkkiainetutkimukset .....</b>	<b>6</b>
2.1.	Huonetila 2.23, lepohuone 1 .....	6
2.2.	Huonetila 2.19, ryhmähuone 1 .....	7
2.3.	Huonetila 2.20, ryhmähuone 2 .....	8
2.4.	Huonetila 2.24, lepohuone 2 .....	9
2.5.	Liikuntasali.....	10
2.6.	Huonetila 2.30, pienryhmähuone .....	11
<b>3.</b>	<b>Paine-eromittaukset.....</b>	<b>12</b>
3.1.	Huonetila 2.14, työhuone .....	12
3.2.	Huonetila 2.47, pienryhmä.....	13
3.3.	Huonetila 2.22, ryhmähuone 4 .....	13
3.4.	Huonetila 2.21, ryhmähuone 3.....	13
<b>4.</b>	<b>Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset .....</b>	<b>14</b>
	<b>Liitteet .....</b>	<b>15</b>

5.9.2023

---

# 1. Tutkimuskohde ja tutkimuksen yleistiedot

## 1.1. Yleistiedot

Tutkimuksen tekijä	WSP Finland Oy Pasilan asema-aukio 1 00520 Helsinki
	Vastuhenkilö: Antti Seppälä antti.seppala@wsp.com 040 186 8388
Tilaaaja	Tuusulan kunta Pertti Elg pertti.elg@tuusula.fi 040 314 555
Kohde	Mikkolan päiväkotiki / Jussilantie 16, 04300 Tuusula
	Rakennusvuosi: 1990 Rakennusten määrä: 1 Kerroksia: 1
	Ilmanvaihto: koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmöntal- teenotolla
	Lämmitysmuoto: kaukolämpö, vesikiertoiset seinäpatterit
	Rakenteet: ulkoseinät puurakenteisia, alapohja maanvarainen betonilaatta, yläpohja puurakenteinen ja vesikate rivipeltikate

Tutkimuksen kenttätyöt suorittivat Antti Seppälä ja Anna Paussu. Merkkiainetutkimukset tehtiin 21.6.2023 sekä 26.7.2023.

## 1.2. Lähtötiedot

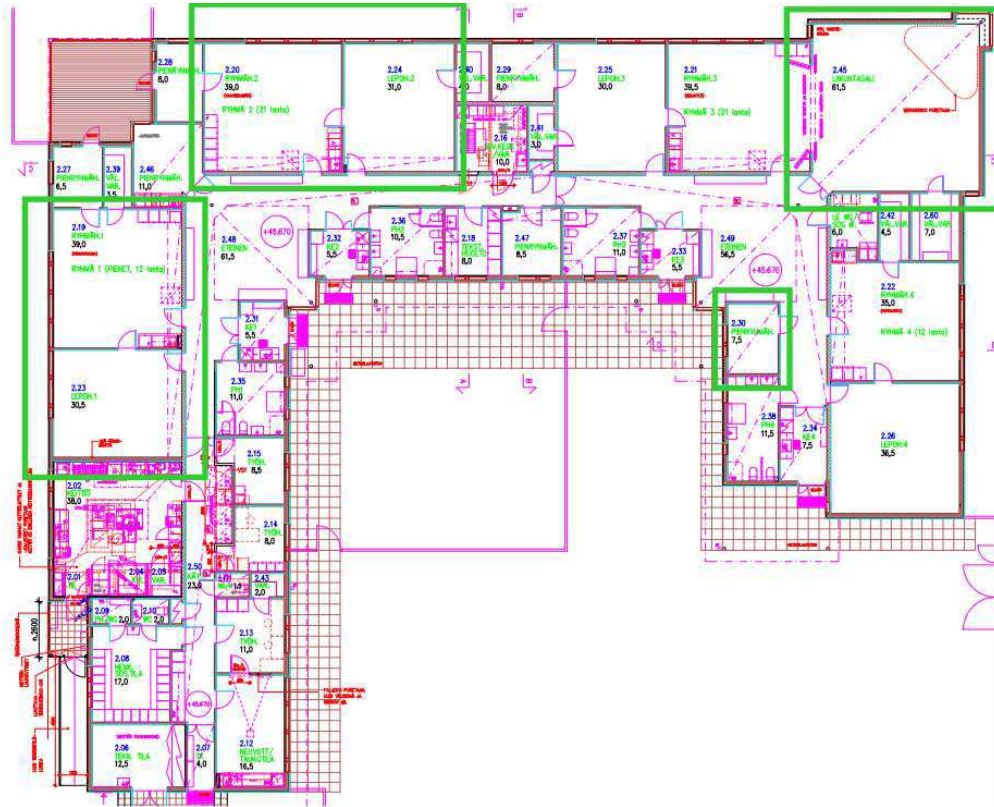
Tutkimusta tehdessä oli käytössä pohjapiirustus, rakennesuunnitelmat, rakennusselostus sekä raportti ”Sisäilmaan liittyvät tutkimukset”, 14.10.2010, WSP.

Tiivistysdetaljeja ei ollut käytössä.

Rakennuksen tiloissa on tehty seuraavia tiivistyskorjauksia:

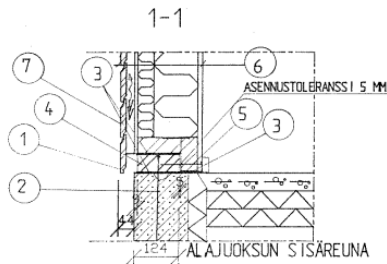
- Ikkunakarmien ja ulkoseinän liittymät
- alapohjan ja ulkoseinän liittymät

5.9.2023



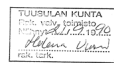
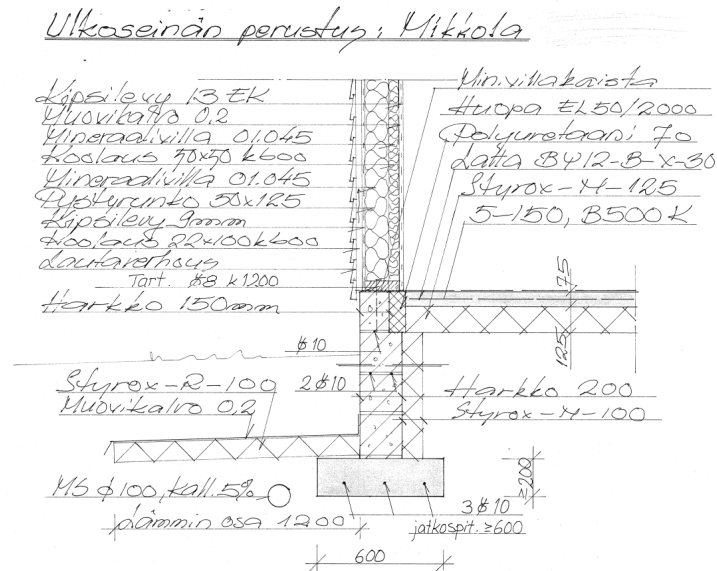
Kuva 1. Kuva on rakennuksen pohjapiirroksesta. Tutkittujen tilojen 2.19 ryhmäh. 1, 2.23 leposali, 2.20 ryhmäh. 2, 2.24 lepo. 2, 2.45 liikuntasali ja 2.30 pienryhmäh. sijainti on merkitty vihreällä rajauksella.

5.9.2023



- 1 SOKKELI ARKKITEHDIN MUKAAN
- 2 TARTUNNAT R8 K1200(R=A400H)
- 3 MIN. VILLASDIIRI
- 4 PAINEKYLLÄSTETTY ALAOHJAUSPUU 115X50
- 5 NAULAT 125X42 K400 JA KULMISSA 2n 125X42
- 6 ELEMENTIN RAKENNE:
  - 22x50 RIMOITUS K600
  - 9 MM TUULENSUOJA-GYPROC
  - 45 MM VAAKAKOOLAUS+MIN.VILLA 50 MM
  - 120 MM RUNKO K600+MIN.VILLA 125 MM
  - 0.2 MM MUOVIKALVO
  - 13 MM GYPROC-EK, REUNAHOHENNETTU
- 7 VAAKA- JA PYSTYLAUDOITUS ARKK. MUKAAN

Kuva 2. Ulkoseinän rakenne rakenneleikkauksen 1-1 mukaisesti. RAK 11290-7 D, 14.9.1990, Insinööri-toimisto Erkki Leppisaari Oy.



2.0.09.90

19.09.90		Vieroksen eristysleikkauksen 1-1	
Kohde	Kohde/osa	Tuote	2-244
HYRYLÄ	32060 / KOPPELLIPELTO	190-378	120
Maanrakennus	UUDISRAKENNUS	Projekti	204
Maanrakennus	TUUSULAN KIINT. OY	Maanrakennus	Ulkoseinän perustus
Maanrakennus	LPK MIKKOLA	Maanrakennus	USP2
Insinööri-toimisto	SAKARI KAUSTINEN OY	Maanrakennus	ULKOSEINÄN PERUSTUS
TUPALANTE 7_0400 JÄRVENPÄÄ	PUSTINEN 011040	Maanrakennus	1:10
1.1.90	J. Kausti	Maanrakennus	RAK

Kuva 3. Ulkoseinän perustus ja alapohjan rakenne. USP2, 1.1.1990, Insinööri-toimisto Sakari Kaustinen Oy.

### 1.3. Tutkimuksen tausta ja tehtävä

Tutkimuksen tehtävänä oli selvittää tehtyjen tiiveyskorjausten mahdolliset ilmavuodot tiiveyskorjausten jälkeen eli kyseessä oli laadunvarmistuskoe.

5.9.2023

Tutkimushetkellä päiväkodin tilat olivat normaalikäytössä. Tilojen ilmanvaihto oli kiinteistöhoitajan mukaan normaalissa käyttötilassa.

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

## 1.4. Tutkimusmenetelmä

Tutkittavat tilat tutkittiin tilaajan toiveesta normaalitilassa 21.6.2023 - 0,3... - 1,0 Pa sekä laadunvarmistusmittauksiin tilat alipaineistettiin puhaltimella 26.7.2023 -10 Pa alipaineeseen. Paine-eroa rakenteen yli seurattiin merkkiainekokeiden ajan paine-eromittarilla. Ilmavuotoreittien paikannus tehtiin merkkiainetutkimuksella, jossa ulkoseinän eristetilaan syötettiin ulkolaudoituksen alta merkkiainekaasua. Lisäksi alapohjaan syötettiin pora-rei'istä merkkiainetta.

Merkkiainetta sisältänyt kaasupullo ja laitteisto tarkastettiin vuotojen varalta ennen ko-keita.

Kaasun leviämistä rakenteesta havainnoitiin merkkiainekaasuanalysointorilla ja ilmavuoto-kohtat merkittiin teipillä. Merkkiainetutkimukset teki Antti Seppälä.

Merkkiainekokeiden ilmavuotoja käsitellään raportissa RT-kortin "Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein" mukaisella jaottelulla. Jaottelussa ilmavuodot jaotellaan pistemäiseksi, vähäiseksi ja merkittäväksi.

## 2. Merkkiainetutkimukset

Olosuhteet olivat ulkopuolella merkkiainekokeiden ajan seuraavat:

21.6.2023, tuuli 2...6 m/s ja ulkolämpötila + 27... + 29 °C (rakennuksen ilmanvaihto normaalissa käyttötilassa, paine-ero - 0,3... - 1,0 Pa)

26.7.2023, tuuli 4 m/s ja ulkolämpötila + 20... + 21 °C (rakennus alipaineistettu puhaltimella - 10 Pa)

Merkkiainetutkimusten havaitut ilmavuotokohtat löytyvät tämän raportin liitteenä tutkimuskartasta.

### 2.1. Huonetila 2.23, lepohuone 1

Huonetilassa ei havaittu ilmavuotoja normaalissa käyttötilassa. Alipaineistettuna havaittiin pistemäisiä ilmavuotoja sähkörasiasta, ulkoseinän, lattian ja väliseinän liittymästä sekä ulkoseinän reiästä. Myös ikkunan alanurkka vuosi ilmaa. Huonetilassa 2.23 havaittiin -10 Pa alipaineessa yhteensä 5 kpl pistemäisiä ilmavuotoja.

Havaitut ilmavuotokohtat ovat esitetty seuraavissa kuvissa ja kuvateksteissä.



5.9.2023



Kuva 4. Huoneen 2.23 havaitut pistemäiset ilmavuotokohdat sähkörasiassa ja seinien nurkassa. -10 Pa alipaine.



Kuva 5. Pistemäinen ilmavuoto ulkoseinän sisäpinnan levytyksen reiästä. -10 Pa alipaine.



Kuva 6. Pistemäiset ilmavuodot ulkoseinän liittymässä. -10 Pa alipaine.

## 2.2. Huonetila 2.19, ryhmähuone 1

Normaalitilassa havaittiin 3 pistemäistä ilmavuotoa. Alipaineistettuna ilmavuotoja oli 6 kpl lisää (2 kpl vähäisiä ja 4 kpl pistemäisiä). Yhteensä ilmavuotoja oli 9 kpl. Havaitut ilmavuotokohdat ovat esitetty seuraavissa kuvissa ja kuvateksteissä.

5.9.2023



Kuva 7. Ilmavuotoja ulkoseinään liittyvässä väliseinässä (vähäinen ilmavuoto = reikä ja lattian liittymä, pistemäinen ilmavuoto = sähkörasia)



Kuva 8. Pistemäisiä Ilmavuotoja ulkoseinässä lämpöpatterin kiinnityksessä ja ikkunan alanurkassa.



Kuva 9. Pistemäistä Ilmavuotoa ikkunan ympärillä ulkoseinässä (reikä ja alanurkat). Verho peittää ikkunan.

### 2.3. Huonetila 2.20, ryhmähuone 2

Normaalitilassa havaittiin 3 pistemäistä ilmavuotoa. Lämmityspatterin kiinnikkeissä ja ikkunan nurkassa havaittiin pistemäiset ilmavuodot. Alipaineistettuna – 10 Pa ilmavuotoja oli 2 kpl lisää (1 kpl vähäisiä alapohjan ja ulkoseinän liittymä ja 1 kpl pistemäisiä sähkörasiasa). Yhteensä ilmavuotoja oli 5 kpl. Havaitut ilmavuotokohdat ovat esitetty seuraavissa kuvissa ja kuvateksteissä.



5.9.2023



Kuva 10. Pistemäisiä ilmapuotoja ikkunan alanurkassa ja lämmityspatterin kiinnikkeen kohdalla. Ilmapuodot havaittiin jo ilmanvaihdon normaalissa käyttötilassa.



Kuva 11. Vähäinen ilmapuoto alapohjan, ulkoseinän ja väliseinän liittymässä. Pistemäinen ilmapuoto sähkörsiassa väliseinässä sekä ulkoseinässä lämmityspatterin kiinnikkeessä.

## 2.4. Huonetila 2.24, lepohuone 2

Normaalitilassa havaittiin 3 pistemäistä ilmapuotoa. Ilmapuodot olivat ikkunan alanurkassa sekä väliseinässä rei'istä. Alipaineistettuna ilmapuotoja oli 5 kpl lisää (1 kpl vähäisiä väliseinän ja alapohjan liittymä sekä 4 kpl pistemäisiä väliseinien sähkörsiat, ulkoseinän ja alapohjan liitos sekä ulkoseinän ja alapohjan nurkka). Yhteensä ilmapuotoja oli 8 kpl. Havaitut ilmapuotokohdat ovat esitetty seuraavissa kuvissa ja kuvateksteissä.

5.9.2023



Kuva 12. Pistemäisiä ilmapuotoja väliseinän rei'istä, sähkörsiasta ja väliseinän sekä alapohjan rajasta (vähäinen ilmapuoto).



Kuva 13. Pistemäisiä ilmapuotoja ikkunan alanurkassa ja ulkoseinän ja alapohjan liittymässä.



Kuva 14. Pistemäiset ilmapuodot alapohjan ja ulkoseinän liittymässä sekä väliseinän pistorasiassa alipaineistettuna.

## 2.5. Liikuntasali

Normaalitilassa havaittiin 9 ilmapuotoa (7 kpl vähäisiä ikkunapenkissä, ulkoseinien/alapohjan nurkissa sekä ikkunoiden liittymissä ja 2 kpl pistemäisiä ulkoseinän ja alapohjan liittymä sekä ikkunapenkki). Alipaineistettuna ilmapuotoja oli 3 kpl lisää (1 kpl vähäisiä putkiläpivienti ja 2 kpl pistemäisiä lämmityspatterin kiinnitys sekä putkiläpivienti). Yhteensä ilmapuotoja oli 12 kpl. Havaitut ilmapuotokohdat ovat esitetty seuraavissa kuvissa ja kuvateksteissä.

5.9.2023



Kuva 15. Vähäisiä ilmapuotoja ulkoseinän ja alapohjan liittymässä sekä ikkunan alanurkassa. Vasemman puolimmainen ilmapuoto lattian rajassa on pistemäinen.



Kuva 16. Vähäisiä ilmapuotoja ikkunapenkin ja pilarin liittymässä sekä ulkoseinän ja alapohjan liittymässä. Pistemäisiä ilmapuotoja lämmityspatterin kiinnityksessä sekä ikkunapenkin ja ulkoseinän liittymässä.



Kuva 17. Vähäisiä ilmapuotoja ikkunan liittymässä ulkoseinään, ulkoseinän ja alapohjan nurkassa.



Kuva 18. Putkiläpivienneissä vähäinen ja pistemäinen ilmapuoto.

## 2.6. Huonetila 2.30, pienryhmähuone

Normaalitilassa havaittiin 3 ilmapuotoa (2 kpl vähäisiä, lämmityspatterin kiinnike ja ikkunanylänurkka sekä 1 kpl pistemäisiä lämmityspatterin toinen kiinnike). Alipaineistettuna ilmapuotoja oli 1 kpl lisää (vähäinen, ikkunan ja ulkoseinän liittymä). Yhteensä ilmapuotoja oli 4 kpl. Havaitut ilmapuotokohdat ovat esitetty seuraavissa kuvissa ja kuvateksteissä.

5.9.2023



Kuva 19. Vähäisiä ilmavuotoja ikkunan yläosassa ja alaosassa liittymässä ulkoseinään sekä lämmityspatterin vasemmassa kiinnikkeessä. Pistemäinen ilmavuoto lämmityspatterin oikeassa kiinnikkeessä.

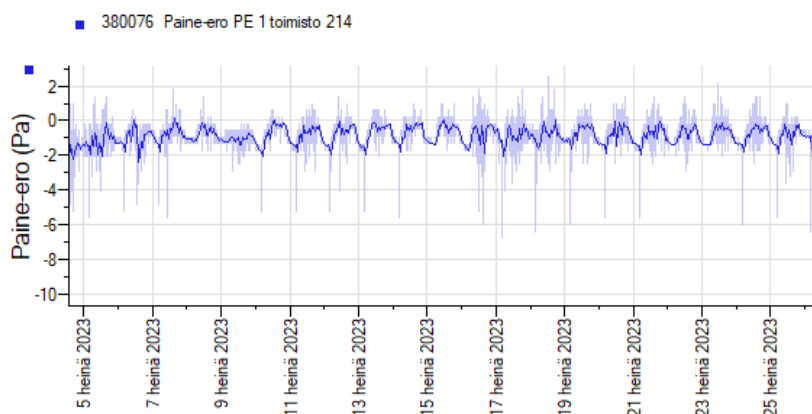
### 3. Paine-eromittaukset

Paine-eroja sisä- ja ulkoilman välillä mitattiin yli 2 viikon seurantamittauksella ajalla 4.7.2023 – 26.7.2023. Paine-eromittaukset teki Anna Paussu. Mittauspisteet on merkitty liitteenä olevaan tutkimuskarttaan. Viimeisen mittauspäivän lopussa näkyy merkkiainekoikeden ajaksi puhaltimella totutettu alipaineistus (-10 Pa), joka voidaan jättää huomioimatta.

Paine-erot on ilmoitettu Pascaleina (Pa). Vaihtelua tuloksiin aiheuttavat ilmanvaihdon lisäksi sääolosuhteet (tuulisuus, lämpötila) ja ovien avaaminen. Sisäilmälähtöisesti paineeron on suositeltavaa olla lähellä tasapainoa  $\sim 0 \dots -5$  Pa.

#### 3.1. Huonetila 2.14, työhuone

Huonetila oli mittausjaksolla ulkoilmaan nähden keskimäärin noin -0,9 Pa alipaineinen. Maksimi lukema oli 2,5 Pa ja minimi noin -6,8 Pa. Mittauspiste oli merkitty PE1.

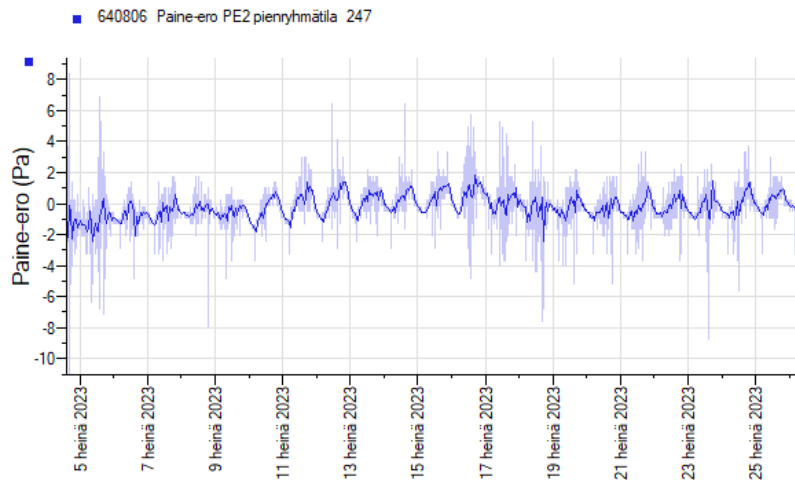


Kuva 20. Paine-eromittaus PE1.

5.9.2023

### 3.2. Huonetila 2.47, pienryhmä

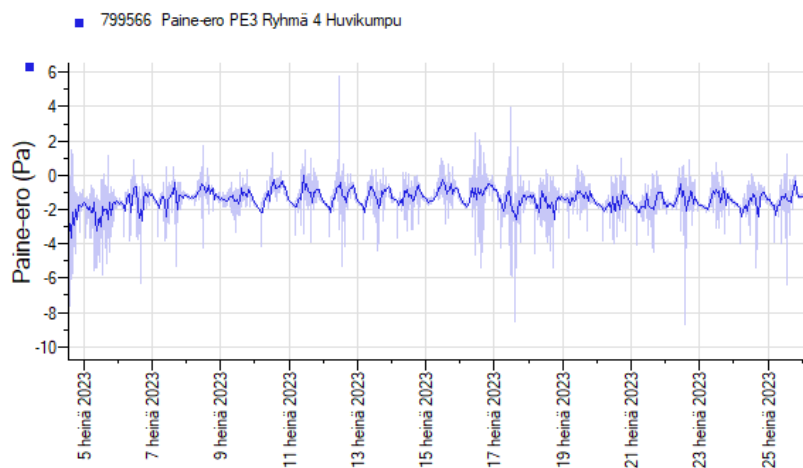
Huonetila oli mittausjaksolla ulkoilmaan nähden keskimäärin noin -0,2 Pa alipaineinen. Maksimi lukema oli 8,4 Pa ja minimi noin -8,8 Pa. Mittauspiste oli merkitty PE2.



Kuva 21. Paine-eromittaus PE2.

### 3.3. Huonetila 2.22, ryhmähuone 4

Huonetila oli mittausjaksolla ulkoilmaan nähden keskimäärin noin -1,4 Pa alipaineinen. Maksimi lukema oli 5,8 Pa ja minimi noin -8,8 Pa. Mittauspiste oli merkitty PE3.

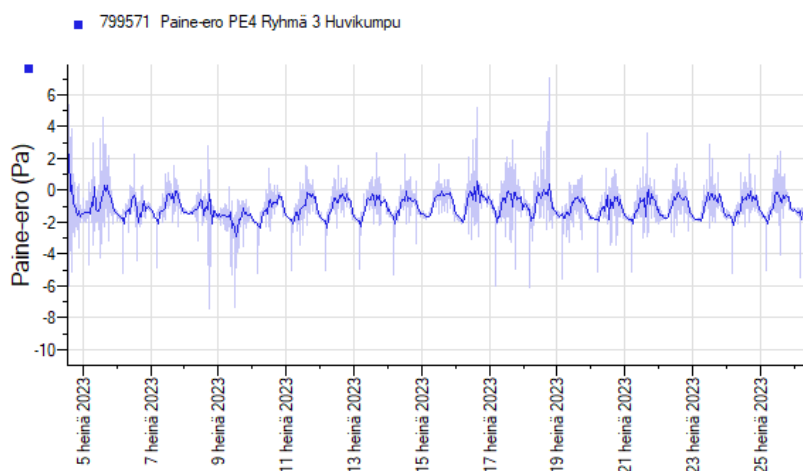


Kuva 22. Paine-eromittaus PE3.

### 3.4. Huonetila 2.21, ryhmähuone 3

Huonetila oli mittausjaksolla ulkoilmaan nähden keskimäärin noin -1,1 Pa alipaineinen. Maksimi lukema oli 7,1 Pa ja minimi noin -7,5 Pa. Mittauspiste oli merkitty PE4.

5.9.2023



Kuva 23. Paine-eromittaus PE4.

## 4. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Tiivistyskorjausten jälkeinen ikkunoiden tiiveys on parantunut. Ikkunoiden nurkissa havaittiin kuitenkin vähäisiä ja pistemäisiä ilmavuotoja. Väliseinien pistorasioissa, levytysten rei'issä ja joissakin määrin liittymissä ulkoseinään sekä alapohjaan havaittiin vähäisiä ja pistemäisiä ilmavuotoja. Ilmayhteys on näin ollen myös väliseinien kautta sisäilmaan. Ulkoseinissä lämmityspattereiden kiinnikkeissä, alapohjan ja ulkoseinän liittymissä sekä rei'issä havaittiin vähäisiä ja pistemäisiä ilmavuotoja.

Vähäiset ilmavuodot ovat siirtyvältä ilmamäärältään pistemäisiä suurempia. Osa pistemäisistä ilmavuodoista ei ollut havaittavissa rakennuksen ilmavaihdon normaalitilassa sisätilojen (keskimääräisen) alipaineen ollessa normaalilla tasolla. Sisäpuolen levyjen ja muiden rakenteiden mahdolliset liikkeet voivat avata saumoja ajan myötä, joten säännöllinen seuranta merkkiainetutkimuksilla on suositeltavaa.

Paine-eromittausten perusteella tilojen painesuhteet ulkoilmaan nähden ovat hyvällä tasolla, eikä tarvetta tasapainotukseen arviolta ole.

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

### Toimenpide-ehdotukset

- Ikkunoiden tiivistyskorjausten nurkat tulisi varmistaa tiiveyden osalta. Teippauksen lisäksi tulisi harkita tiivistyssivelyä nurkkien osalta, jos teipin pitävyydessä havaitaan puutteita. Näissä kohdin ilmavuotoja oli jo normaalitilassa, kun alipaineistusta käytetty.
- Ulkoseinien sekä ulkoseiniin liittyvien väliseinien sähkörsiat, sisäpuolisten levytysten rei'ät (mm. lämmityspattereiden kiinnikkeet) ja läpiviennit suositellaan tiivistettäväksi. Pääosin pistemäisiä ilmavuotoja havaittiin näissä pisteissä jo normaalitilassa.
- Väliseinien ja ulkoseinien liittymien kohdalla tiivistyskorjaus suositellaan tehtäväksi liittymän alanurkkaan, jolloin sisäpuolen levytystä joudutaan avaamaan. Höyrynsulun jatkuvuus ja tiiveys tulisi varmistaa ulkoseinän ja väliseinän liittymässä, jotta



5.9.2023

---

sisäpuolelle suuntautuvat ilmavuodot ehkäistään. Korjauksen laajuuden takia suositellaan korjauksia harkittavaksi rakennuksen käyttöikää liittyen.

- Ulkoseinän ja lattianrajan tiivistykset suositellaan tarkastettavaksi ja vuotokohtat paikattavaksi. Ilmavuotoja ei pääosin havaittu normaalitilassa näissä pisteissä (pois lukien liikuntasali) vaan ilmavuodot tulivat esiin alipaineistettuna.
- Yleisesti ottaen tiivistyskorjauksiin suositellaan erillistä korjaussuunnittelua detailjeilla sekä merkkiainetutkimuksia jatkuvan laadun takaamiseksi ja epäkohtien havaitsemiseksi.

Helsingissä 5.9.2023

**WSP Finland Oy**

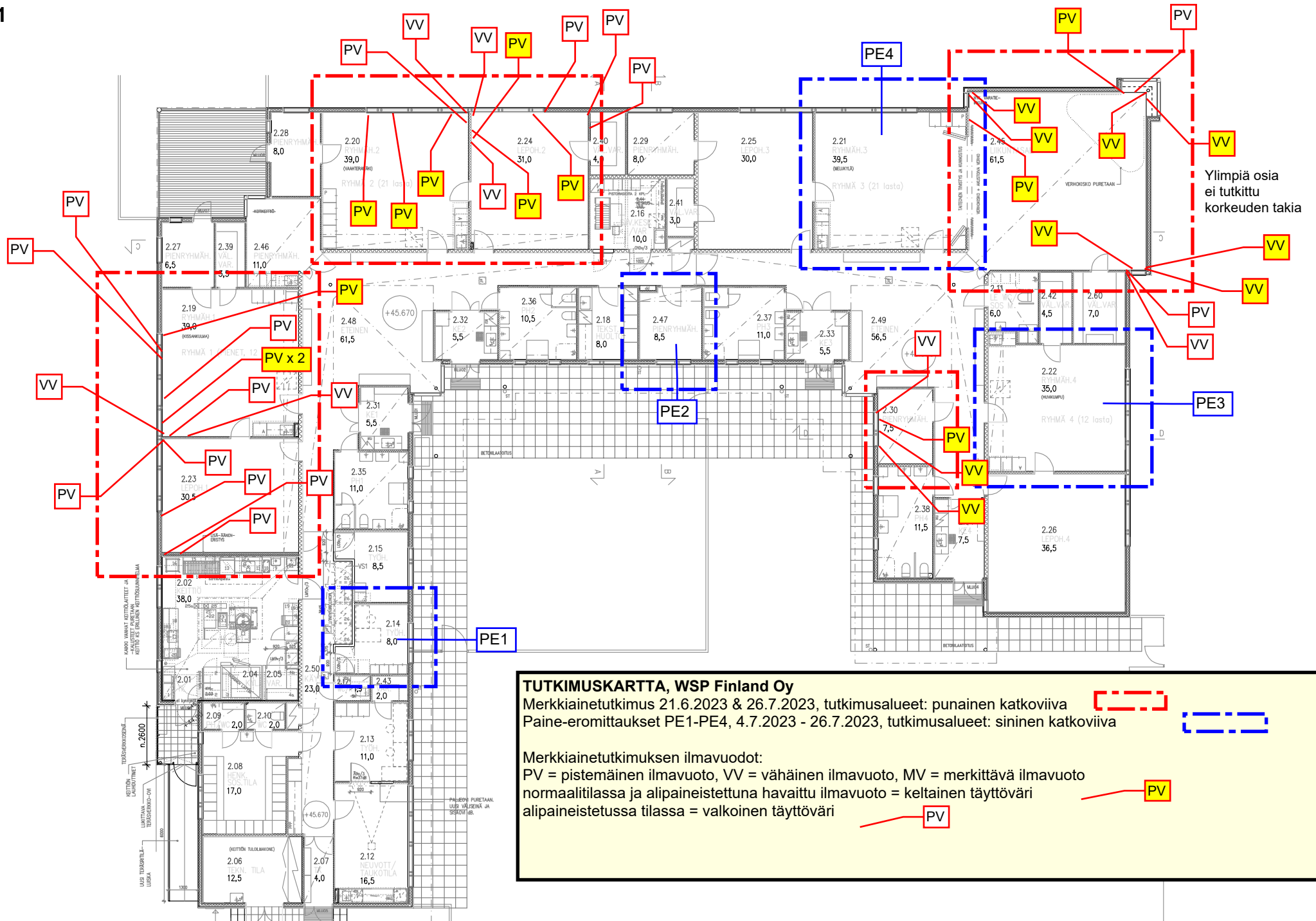
Tarkastanut/Hyväksynyt

Antti Seppälä  
Projekti-insinööri, Ins. (AMK) / PKM  
Korjausrakentamisen konsultointi

Riitta Katajamaa  
Projektipäällikkö, Rakennusterveysasiantuntija  
Korjausrakentamisen konsultointi

## Liitteet

- 1) Tutkimuskartta



**TUTKIMUSKARTTA, WSP Finland Oy**  
 Merkkiainetutkimus 21.6.2023 & 26.7.2023, tutkimusalueet: punainen katkoviiva  
 Paine-eromittaukset PE1-PE4, 4.7.2023 - 26.7.2023, tutkimusalueet: sininen katkoviiva

Merkkiainetutkimuksen ilmavuodot:  
 PV = pistemäinen ilmavuoto, VV = vähäinen ilmavuoto, MV = merkittävä ilmavuoto  
 normaalitilassa ja alipaineistettuna havaittu ilmavuoto = keltainen täyttöväri  
 alipaineistetussa tilassa = valkoinen täyttöväri