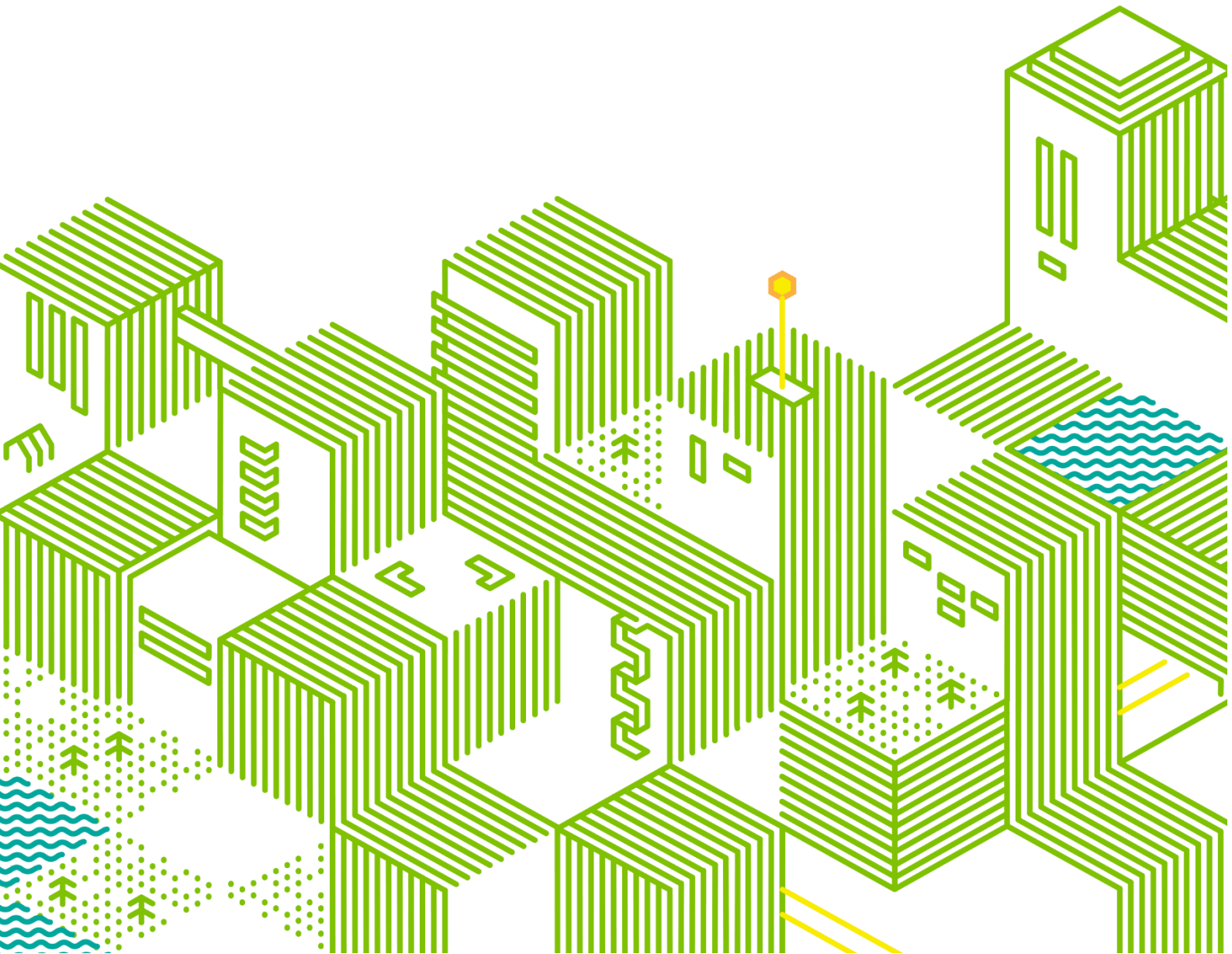


Tutkimusraportti

Päiväys	13.8.2025
Projekti	RTA-lausunnon mukaiset lisätutkimukset
Tilaaja	Mustasaaren kunta, Daniel Björndahl
Kohde	Mustasaaren keskuskoulu Koulutie 8, 65610 Mustasaari



Sisältö

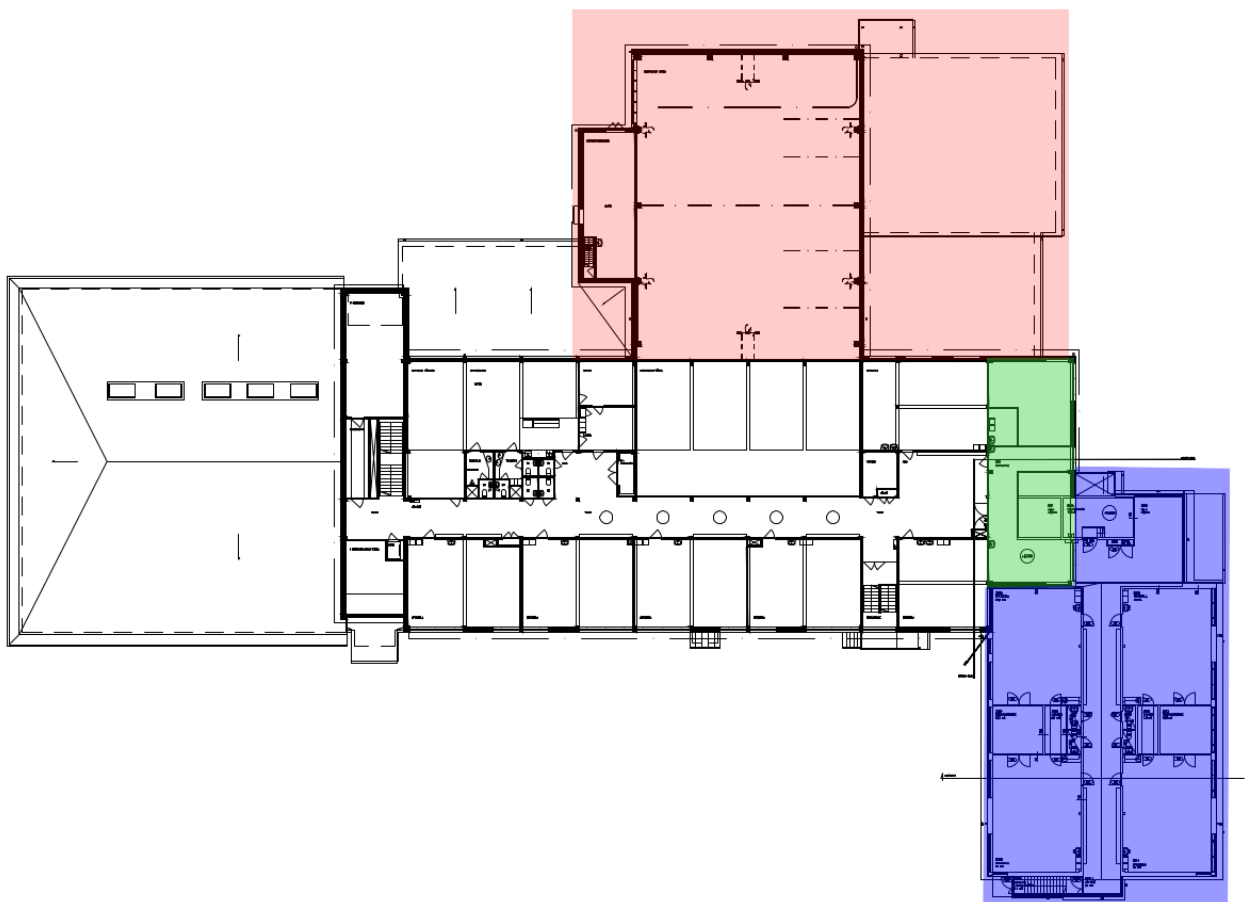
1	Yhteystiedot.....	3
1.1	Kohde	3
1.2	Tilaaaja	3
1.3	Tutkimusten suorittaja	3
2	Toimeksiannon perustiedot	4
2.1	Kohteen yleistiedot.....	4
2.2	Toimeksiannon tarkoitus ja taustat	4
2.3	Toimeksiantoon sisältyvät tutkimukset ja mittaukset	5
3	Suoritetut tutkimukset.....	5
3.1	Tiiveystarkastelu merkkiainekokein	5
3.2	Rakenteille suoritettut kosteusmittaukset	17
3.3	Jatkuva paine-eromittaus	18
3.4	Rakennetarkastus	20
3.5	Aistinvaraiset tarkastelut	22
3.5.1	Sokkelin kosteudenhallinnan tarkastelut	22
3.5.2	Yläpohjan tarkastelut	25
3.5.3	IV-konehuoneiden kynnysten tarkastelut	27
4	Johtopäätökset	28
5	Toimenpidesuosituksset	30

2 Toimeksiannon perustiedot

2.1 Kohteen yleistiedot

Tutkimuskohteena on Mustasaaren keskuskoulun käytössä olevat tilat. Tutkimusalue rajautui rakennuksen vuonna 2010 rakennettuun liikuntasalisiipeen sekä musiikkiluokkaan, ja keskuskoulun eteläpäädyssä sijaitsevaan kaksikerroksiseen siipiosaan, jossa on vuosina 1997, 2009 ja 2012 käyttöön otetut tilat.

Alla olevassa kuvassa on esitetty tutkitut rakennusosat: v. 1997 (vihreä), v. 2009 1.kerros / v. 2012 2.kerros (sininen) ja v. 2010 (punainen).



2.2 Toimeksiannon tarkoitus ja taustat

Kohteeseen on tehty RTA-lausunto (Sitowise Oy, 18.6.2025). Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tehdä lisäselvityksiä RTA-lausunnon mukaisesti ja tilaajan kanssa sovituin laajuuksin käytössä oleviin tiloihin. Tutkimukset toteutettiin pistokoeluontoisesti eri rakenneseisiin merkkiainekokein, kosteusmittauksin, paine-eromittauksin ja aistinvaraisin havainnoin. Tutkimuksissa selvitetään sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä, ja sitä minkälaisia korjaustoimenpiteitä olisi mahdollisesti tarpeen tehdä.

2.3 Toimeksiantoon sisältyvät tutkimukset ja mittaukset

Toimeksiantoon sisältyi:

- Tiiveystarkastelut merkkiainekokein 13 kpl.
- Pintakosteus- ja viiltomittaukset v. 1997, 2009 ja 2012 käytössä oleviin rakennusosiin.
- Rakennetarkastus 1 kpl v. 1997 ja 2012 rakennusosien väliseen väliseinään.
- Jatkuva paine-eromittaus 7 vrk kahdessa eri mittauspisteessä (ilmanvaihto normaalitilassa).
- Sokkelin ulkopinnan perusmuurilevyn/vedeneristyksen tarkastus v. 1997 ja v. 2009/2012 rakennusosien osalta. Maanpinnan kallistusten ja pintavesien ohjauksen toimivuuden tarkastelu.
- Yläpohjan tuulettuvuuden tarkastus v. 1997 ja v. 2009/2012 rakennusosien osalta.

3 Suoritetut tutkimukset

3.1 Tiiveystarkastelu merkkiainekokein

Tiiveystarkastelut suoritettiin pistokoeluontoisena otanta merkkiainetekniikan avulla 5.8.2024. Merkkiainekokeita tehtiin yhteensä 13 kpl eri rakennusosiin alapohja-, ulkoseinä-, väliseinä- ja yläpohjarakenteisiin. Ainakin osaan rakenteista on suoritettu tiivistyskorjauksia aiemmin. Tutkittavat rakenteet ovat sellaisia, joita ei ole aiemmin tutkittu tai viime tutkimuskerrasta on kulunut pidempi aika. Merkkiaineikaasu syötettiin sisältäpäin rakenteen eristetilaan porareikien kautta, ja kaasun kulkeutumista rakenteessa havainnoitiin tiivistyskorjatussa tilassa kaasudetektorilla. Tutkittavat tilat säädettiin alipaineisiksi (noin 10 Pa) ilmanvaihtojärjestelmällä tutkimusten ajaksi.

Merkkiaineikaasuna käytettiin typpi-vety-seosta (N₂ 95%, H₂ 5%). Merkkiaineikaasu syötettiin kaasupullosta virtaussäätimen ja syöttöletkun avulla rakenteeseen. Kaasun kulkeutumista rakenteessa havaittiin Kimo DF 110-kaasudetektorilla.

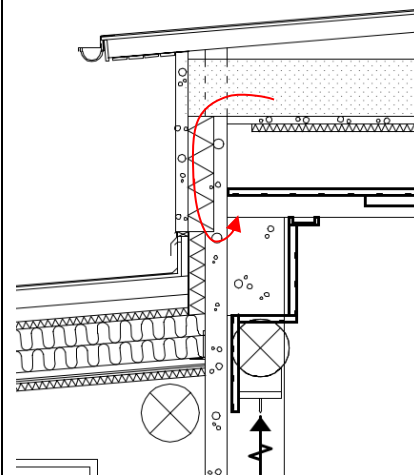
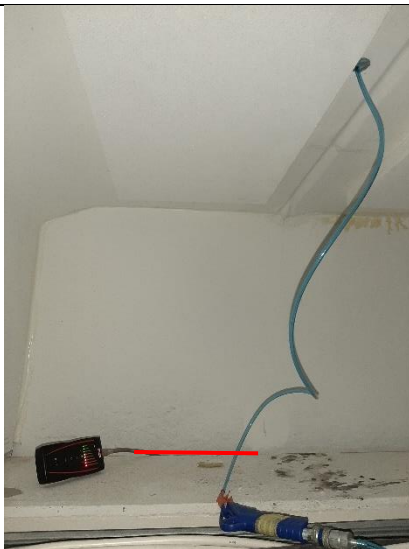
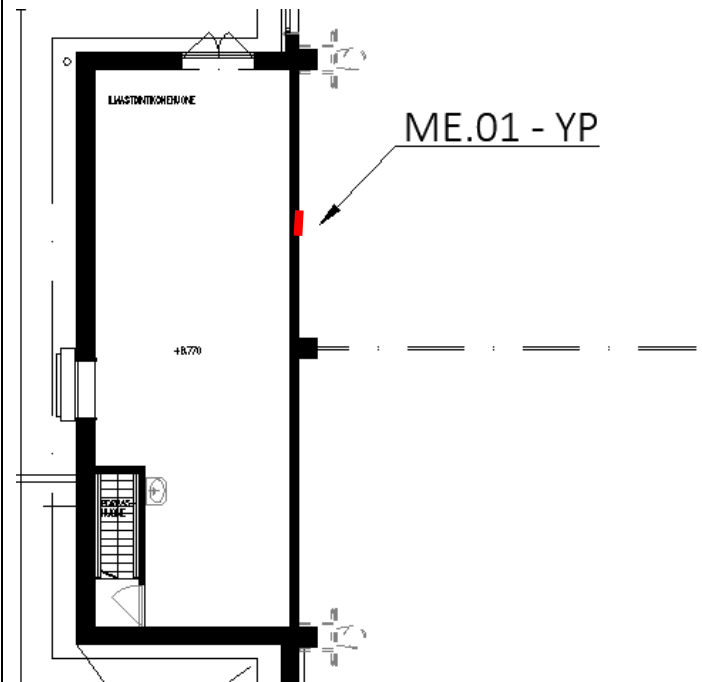
Merkkiainekoe ME.01-YP. Yläpohja, liikuntasali (v. 2010 rakennusosa).

Merkkiainekaasu laskettiin sisätilan puolelta poratun reiän kautta yläpohjan eristetilaan nuolen osoittamasta kohdasta. Vuotopaikat on merkitty punaisella.

Tutkimus suoritettiin sisätilan ollessa alipaineinen n. 10 Pa eristetilaan nähden.

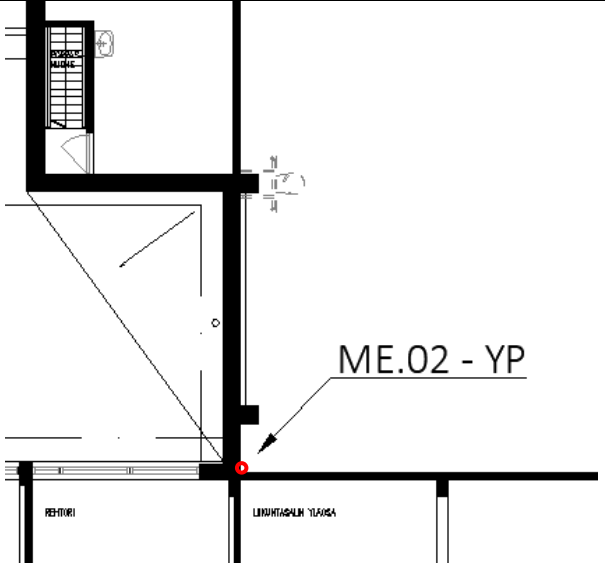
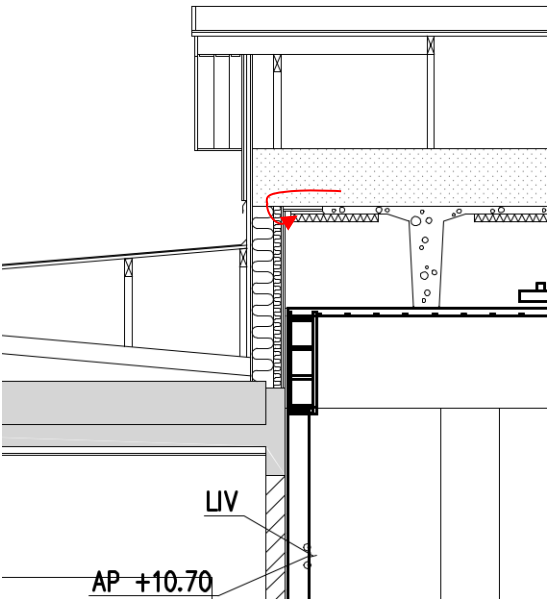
Merkkiaineen vuotokohtat:

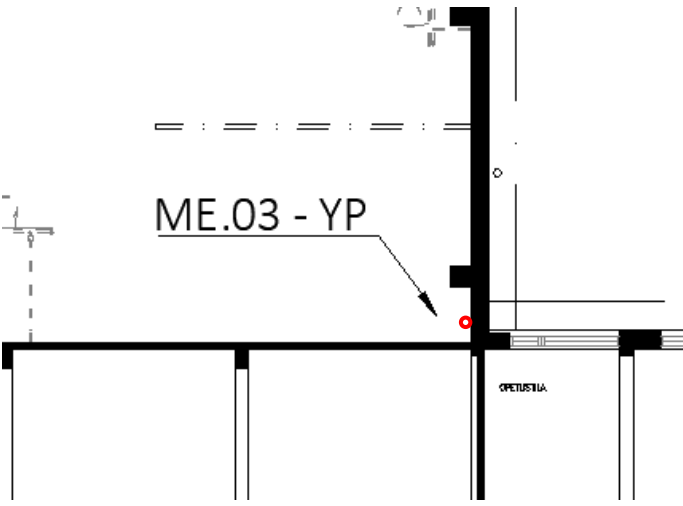
- Ilmavuotoa betonipalkin takaa
- Yksittäisiä vähäisiä vuotokohtia betonirakenteiden liitoksista (ei vaadi toimenpiteitä).

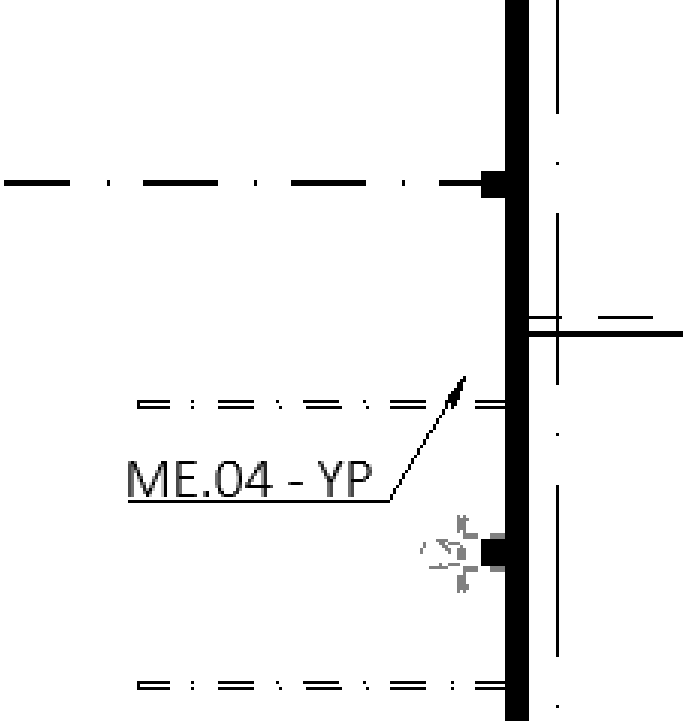


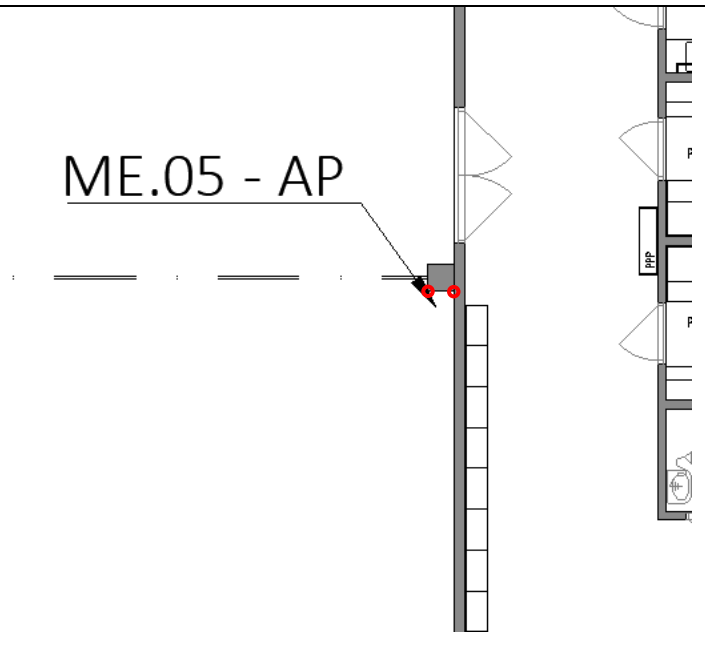
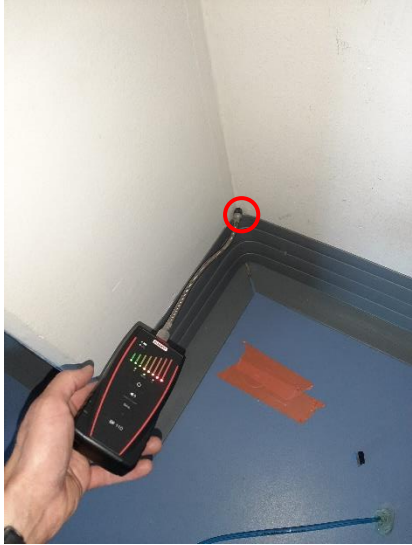
Merkkiainekoe ME.01-YP, liikuntasali, ilma-
vuotoa betonipalkin ja betoniseinän välistä.
Betonirakenteiden välissä on ~20 mm rako.

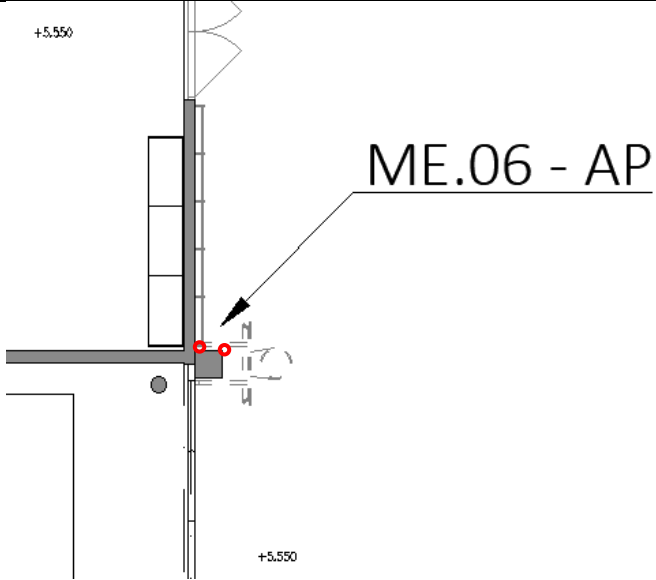
Leikkaus liikuntasalin ulkoseinän ja yläpohjan liittymästä.
Punaisella nuolella on esitetty arvio ilmavuotoreitistä.

Merkkiainekoe ME.02-YP. Yläpohja, liikuntasali (v. 2010 rakennusosa). Merkkiaineakaasu laskettiin sisätilan puolelta poratun reiän kautta yläpohjan eristetilaan nuolen osoittamasta kohdasta. Vuotopaikat on merkitty punaisella. Tutkimus suoritettiin sisätilan ollessa alipaineinen n. 10 Pa eristetilaan nähden. Merkkiaineen vuotokohtat: - Ilmavuotoa kipsilevyseinän ja betoniseinän liitoksista alueilla, joissa saumaussmassat halkeilevat. - Yksittäisiä vähäisiä vuotokohtia rakenneliitoksista (ei vaadi toimenpiteitä).	
	 Leikkaus liikuntasalin päätyseinän ja yläpohjan liittymästä. Punaisella nuolella on esitetty arvio ilmavuotoreitistä.
Merkkiainekoe ME.02-YP, liikuntasali, ilma- vuotoa kipsilevyliitoksesta.	

Merkkiainekoe ME.03-YP. Yläpohja, liikuntasali (v. 2010 rakennusosa).	
Merkkiainekeasu laskettiin sisätilan puolelta poratun reiän kautta yläpohjan eristetilaan nuolen osoittamasta kohdasta. Vuotopaikat on merkitty punaisella. Tutkimus suoritettiin sisätilan ollessa alipaineinen n. 10 Pa eristetilaan nähden. Merkkiaineen vuotokohdat: - Ilmavuotoa kipsilevyseinän ja betoniseinän liitoksesta pienellä alueella. - Yksittäisiä vähäisiä vuotokohtia rakenneliitoksista (ei vaadi toimenpiteitä).	
	
Merkkiainekoe ME.03-YP, liikuntasali, ilmavuotoa kipsilevyliitoksesta.	

Merkkiainekoe ME.04-YP. Yläpohja, liikuntasali (v. 2010 rakennusosa).	
Merkkiainekeasu laskettiin sisätilan puolelta poratun reiän kautta yläpohjan eristetilaan nuolen osoittamasta kohdasta. Tutkimus suoritettiin sisätilan ollessa alipaineinen n. 10 Pa eristetilaan nähden. Merkkiaineen vuotokohdat: - Yksittäisiä vähäisiä vuotokohtia rakenneliitoksista (ei vaadi toimenpiteitä).	

Merkkiaineekoe ME.05-AP. Alapohja, liikuntasali (v. 2010 rakennusosa).	
Merkkiaineekaasu laskettiin sisätilan puolelta poratun reiän kautta alapohjan eristetilaan nuolen osoittamasta kohdasta. Vuotopaikat on merkitty punaisella. Tutkimus suoritettiin sisätilan ollessa alipaineinen n. 10 Pa eristetilaan nähden. Merkkiaineen vuotokohtat: - Yksittäisiä ilmavuotoja muovijalkalistan isommista raoista. - Yksittäisiä vähäisiä vuotokohtia rakenneliitoksista (ei vaadi toimenpiteitä).	
	
Merkkiaineekoe ME.05-AP, liikuntasali, pistemäinen ilmavuutokohta pilarin ja väliseinän liitoksessa muovisen jalkalistan yläpuolelta.	Merkkiaineekoe ME.05-AP, liikuntasali, pistemäinen ilma- vuotokohta pilarin nurkassa.

Merkkiaineekoe ME.06-AP. Alapohja, liikuntasali (v. 2010 rakennusosa).	
Merkkiaineekaasu laskettiin sisätilan puolelta poratun reiän kautta alapohjan eristetilaan nuolen osoittamasta kohdasta. Vuotopaikat on merkitty punaisella. Tutkimus suoritettiin sisätilan ollessa alipaineinen n. 10 Pa eristetilaan nähden. Merkkiaineen vuotokohtat: - Yksittäisiä ilmavuotoja muovijalkalistan isommista raoista. - Yksittäisiä vähäisiä vuotokohtia rakenneliitoksista ja pistorasiasta (ei vaadi toimenpiteitä).	
	
Merkkiaineekoe ME.06-AP, liikuntasali, pistemäinen ilmavuotokohta pilarin nurkassa.	Merkkiaineekoe ME.06-AP, liikuntasali, pistemäinen ilma- vuotokohta pilarin ja väliseinän liitoksessa muovisen jalkalistan alapuolelta.

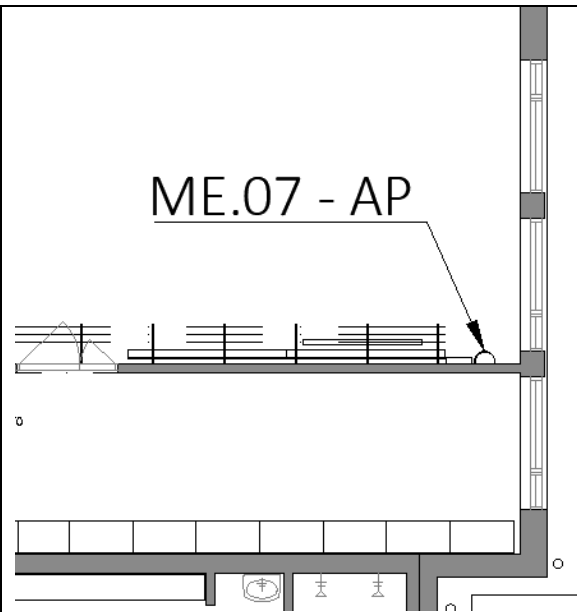
Merkkiainekoe ME.07-AP. Alapohja, musiikkihuone (v. 2010 rakennusosa).

Merkkiainekaasu laskettiin sisätilan puolelta poratun reiän kautta alapohjan eristetilaan nuolen osoittamasta kohdasta.

Tutkimus suoritettiin sisätilan ollessa alipaineinen n. 10 Pa eristetilaan nähden.

Merkkiaineen vuotokohdat:

- Ei ilmavuotoja.

**Merkkiainekoe ME.8-VS. Väliseinä, käytävä (v. 1997 rakennusosa, 2. kerros).**

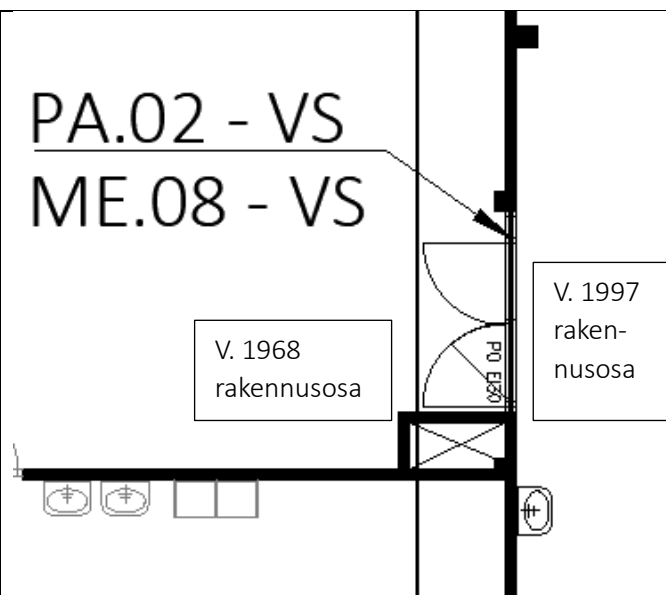
Merkkiainekaasu laskettiin v. 1997 rakennusosan puolelta poratun reiän kautta väliseinän eristetilaan nuolen osoittamasta kohdasta.

Tutkimus suoritettiin v. 1997 rakennusosan sisätilan ollessa alipaineinen n. 10 Pa eristetilaan nähden.

Merkkiaineen vuotokohdat:

- Ei merkittäviä ilmavuotoja.

- Yksittäisiä vähäisiä vuotokohtia sähkökaapeliä läpivienneistä (ei vaadi toimenpiteitä).



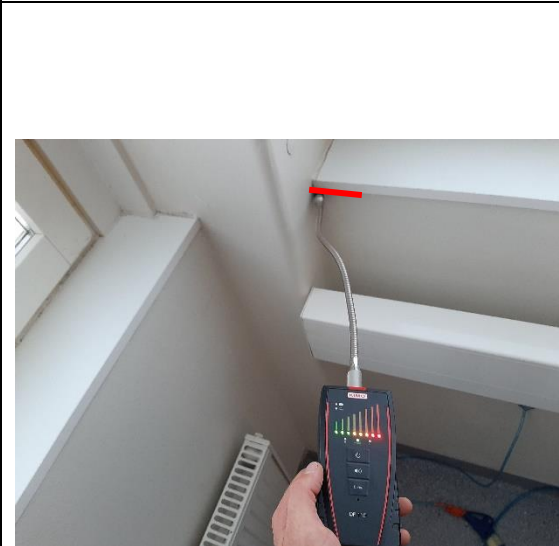
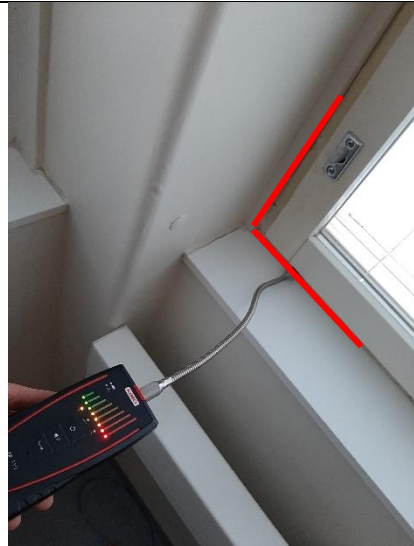
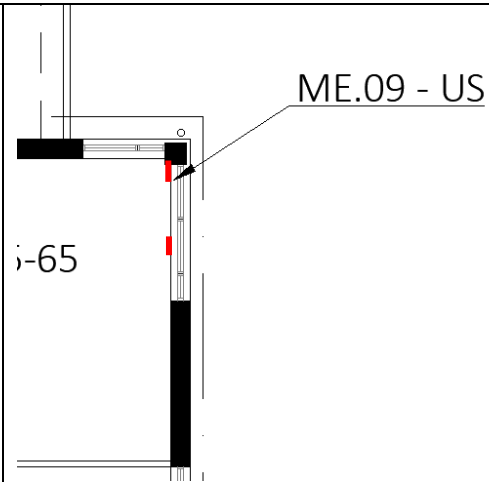
Merkkiainekoe ME.09-US. Ulkoseinä, opettajien huone (v. 1997 rakennusosa, 2. kerros).

Merkkiainekaasu laskettiin sisätilan puolelta poratun reiän kautta ulkoseinän eristetilaan nuolen osoittamasta kohdasta.

Tutkimus suoritettiin sisätilan ollessa alipaineinen n. 10 Pa eristetilaan nähden.

Merkkiaineen vuotokohdat:

- yksittäisiä ilmavuotoja ikkunan karmiliitoksessa, ikkunalaudan alapinnassa, muovimaton ylösnostoissa ja sähkökourun kiinnikkeissä.



Merkkiainekoe ME.09-US, opettajien huone, ilmavuotoa ikkunan nurkka-alueella. Ilmavuoto tapahtuu joko ikkunan karmiliitymästä tai vaihtoehtoisesti ilmavirtaus kulkeutuu rakenteesta ikkunan sisälle ja ikkunativisteen läpi sisälle.

Merkkiainekoe ME.09-US, opettajien huone, pistemäinen ilmavuotokohta ikkunalaudan alapuolella.

	
Merkkiainekoe ME.09-US, opettajien huone, ilmavuotoa alueilla, joissa muovimatto on irrotettu.	Merkkiainekoe ME.09-US, opettajien huone, pistemäinen ilmavuotokohta sähkökaapelikourun kiinnikkeessä.
	
Merkkiainekoe ME.09-US, opettajien huone, pistemäinen ilmavuotokohta muovimaton yläpuolella.	Tarkempi kuva alueesta. Ylösnoston yläpuolella pieni rako.

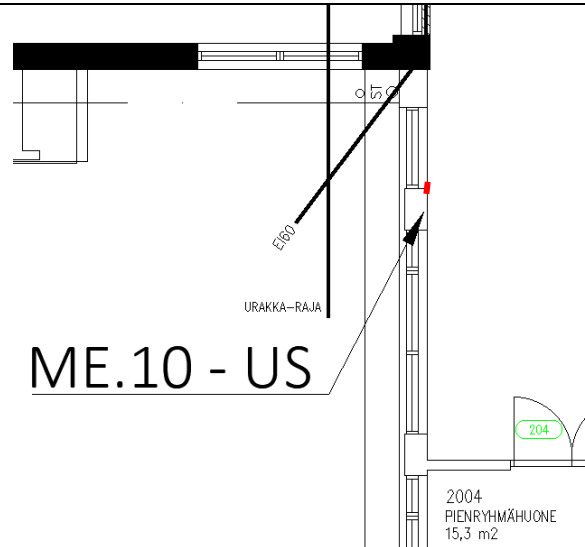
Merkkiainekoe ME.10-US. Ulkoseinä, opetustila (v. 2012 rakennusosa, 2. kerros).

Merkkiaineakaasu laskettiin sisätilan puolelta poratun reiän kautta ulkoseinän eristetilaan nuolen osoittamasta kohdasta. Vuotopaikat on merkitty punaisella.

Tutkimus suoritettiin sisätilan ollessa alipaineinen n. 10 Pa eristetilaan nähden.

Merkkiaineen vuotokohtat:

- pistemäinen ilmavuoto ikkunalaudan ja betoniseinän liittymässä.
- pistemäiset ilmavuodot sähkökaapelikourun kiinnikkeissä.



Merkkiainekoe ME.10-US, opetustila, pistemäinen ilmavuotokohta kahdessa sähkökaapelikourun kiinnikkeessä.



Merkkiainekoe ME.10-US, opetustila, pistemäinen ilmavuotokohta ikkunalaudan ja betoniseinän liittymässä.

Merkkiainekoe ME.11-US. Ulkoseinä, opetustila (v. 2012 rakennusosa, 2. kerros).

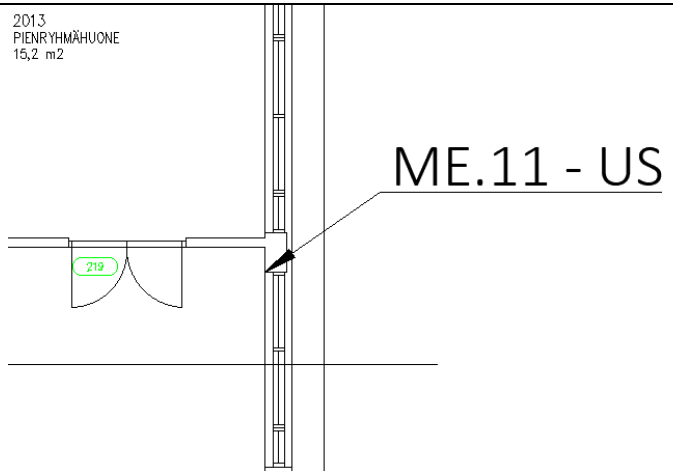
Merkkiainekaasu laskettiin sisätilan puolelta poratun reiän kautta ulkoseinän eristetilaan nuolen osoittamasta kohdasta. Vuotopaikat on merkitty punaisella.

Tutkimus suoritettiin sisätilan ollessa alipaineinen n. 10 Pa eristetilaan nähden.

Merkkiaineen vuotokohdat:

- ei ilmavuotoja

2013
PIENRYHMÄHUONE
15,2 m²

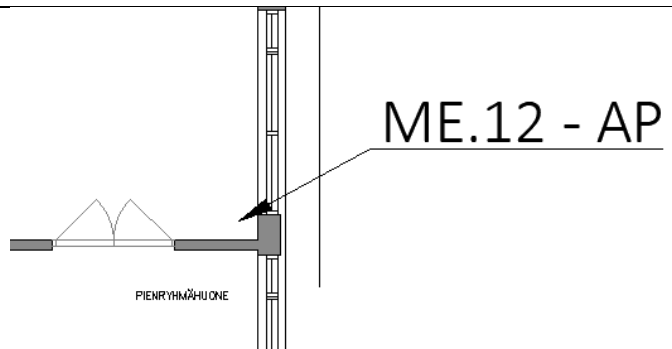
**Merkkiainekoe ME.12-AP. Alapohja, opetustila**

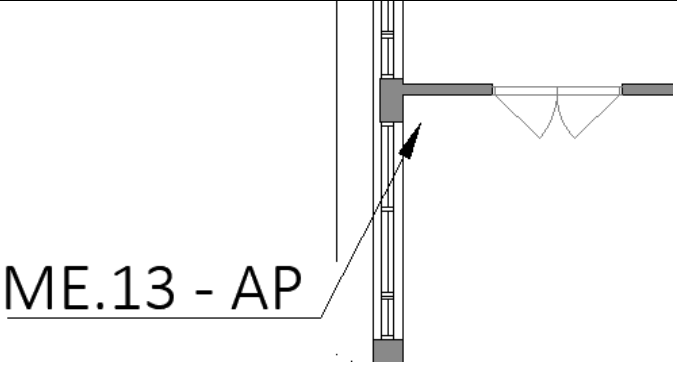
Merkkiainekaasu laskettiin sisätilan puolelta poratun reiän kautta alapohjan eristetilaan nuolen osoittamasta kohdasta.

Tutkimus suoritettiin sisätilan ollessa alipaineinen n. 10 Pa eristetilaan nähden.

Merkkiaineen vuotokohdat:

- Ei merkittäviä ilmavuotoja.
- Yksittäinen vähäinen vuotokohta nurkassa muovimaton ylösnoston yläpinnasta (ei vaadi toimenpiteitä).



Merkkiainekoe ME.13-AP. Alapohja, opetustila	
Merkkiainekeasu laskettiin sisätilan puolelta poratun reiän kautta alapohjan eristetilaan nuolen osoittamasta kohdasta. Tutkimus suoritettiin sisätilan ollessa alipaineinen n. 15 Pa eristetilaan nähden. Merkkiaineen vuotokohdat: - Ei ilmavuotoja.	

3.2 Rakenteille suoritettut kosteusmittaukset

V. 1997, 2009/2012 rakennusosien käytössä olevien tilojen lattiat ja seinät mitattiin pistokoeluontoisesti pintakosteudenilmaisimella (Gann Hydromette HB 30-mittalaite ja Gann LB71-mitta-anturi). Muovimaton alla olevaa kosteutta mitattiin yksittäisistä kohdista Vaisalan mittalaitteilla (HM46 anturi ja HM40 näyttölaite).

Pintakosteusmittausten tulokset ja viiltomittauspaikat on esitetty liitteenä 1 olevissa tutkimuskar-toissa. Viiltomittausten tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa. Punaisella merkityt kosteusmit-tausarvot ovat poikkeavan korkeita. Pintakosteusmittauksissa ei todettu kohonneita arvoja muualla kuin v. 2009/2012 1. kerroksen aulatilán, tuulikaapin ja iv-konehuoneen lattiassa. Ulkoseinissä ei to-dettu kohonneita pintakosteusarvoja. V. 1997 1. kerrosta ei tutkittu, koska tilat eivät ole käytössä. Sähkötilaan ei ollut tutkimushetkellä pääsyä.

Taulukko 3.1. Lattiarakenteen viiltomittausten tulokset. Huomiona, että mitta-anturin kalibrointi oli mittaushetkellä vanhentunut, jolloin mittaukseen sisältyy hieman tavanomaista suurempi virhemarginaali, kokonaisvirhemarginaali arviolta noin 4-5 %, kun normaalisti se on 3 %.

Tunnus	Sijainti	Mittaus­syvyys [mm] / Anturi nro	Suhteelli- nen kos- teus [%RH]	Lämpötila [°C]	Absol. kos- teus [g/m ³]
VM.01-AP	2. krs, käytävä	-	55,6	20,6	9,96
VM.02-AP	1. krs, tuulikaappi	-	80,8	21,4	15,17
VM.03-AP	1. krs, aula	-	81,6	22,4	16,23
VM.04-AP	1. krs, käytävä	-	65,1	20,6	11,70
	Sisäilma 2.krs	-	48,0	20,7	8,70
	Sisäilma 1. krs	-	44,2	21,7	8,47

Kosteus muovimaton alla aiheuttaa riskin mikrobien kasvulle sekä päällysteen/liima-aineksen kemialliselle hajoamiselle. Kosteusvaurioiden mikrobikasvuston syntyminen alkaa pääsääntöisesti silloin kun tasapainokosteus (RH) ylittää 80 %. Mikrobikasvu voi alkaa myös alhaisemmassa tasapainokosteudessa, mikäli ravinne- ja lämpöolosuhteet ovat sopivat. Mikrobikasvu on nopeimmillaan 20–30 °C:ssa. Viiltomittausten perusteella v. 2009 tuulikaapissa, aulaassa ja iv-konehuoneessa kosteuspitoisuus on muovimaton alla yli suositeltavien raja-arvojen.

Pääpiirustusleikkauksen mukaan (Polyplan Oy, 16.5.2008) alapohjarakenne on samanlainen koko v. 2009 rakennusosan 1. kerroksessa:

- muovimatto
- 80 mm teräsbetoni­laatta
- sitkeä rakennuspaperi
- lämmöneriste EPS 100 lattia 150 mm
- salaojituseros >250 mm
- perusmaa kallistettuna salaojiin >1:100

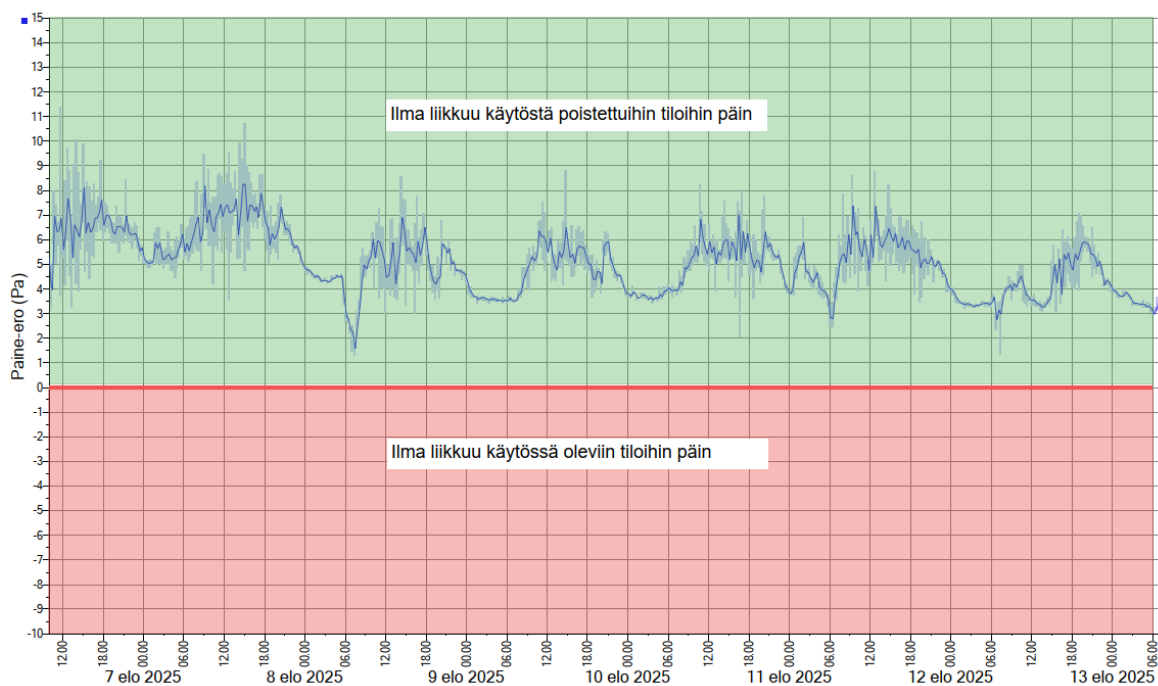
3.3 Jatkuva paine-eromittaus

Paine-eromittaukset suoritettiin mittaamalla paine-eroa eri rakennusosien välillä. Molemmissa mittapisteissä tutkittava seinä rajaa käytöstä poistetun ja käytössä olevan rakennusosan. Mittauksen tarkoituksena oli selvittää ilmanvaihtojärjestelmän toimintaa eri vuorokauden aikoina, ja selvittää käytöstä poistetun ja käytössä olevan tilan välistä paine-eroa. Paine-eroihin vaikuttavat mm. ilmanvaihtokoneiden käyntiajat, tilojen käyttö ja tuuliolosuhteet. Paine-eroja mitattiin liikuntasalien välillä ja v. 1997 ja v. 1968 rakennusosien välillä. Tallentavat mittarit keräsivät tietoa 7 vuorokauden ajan. Alla olevassa taulukossa on esitetty paine-eromittausten tulokset tiloittain.

Taulukko 3.2. Rakennuksen paine-eromittausten tulokset.

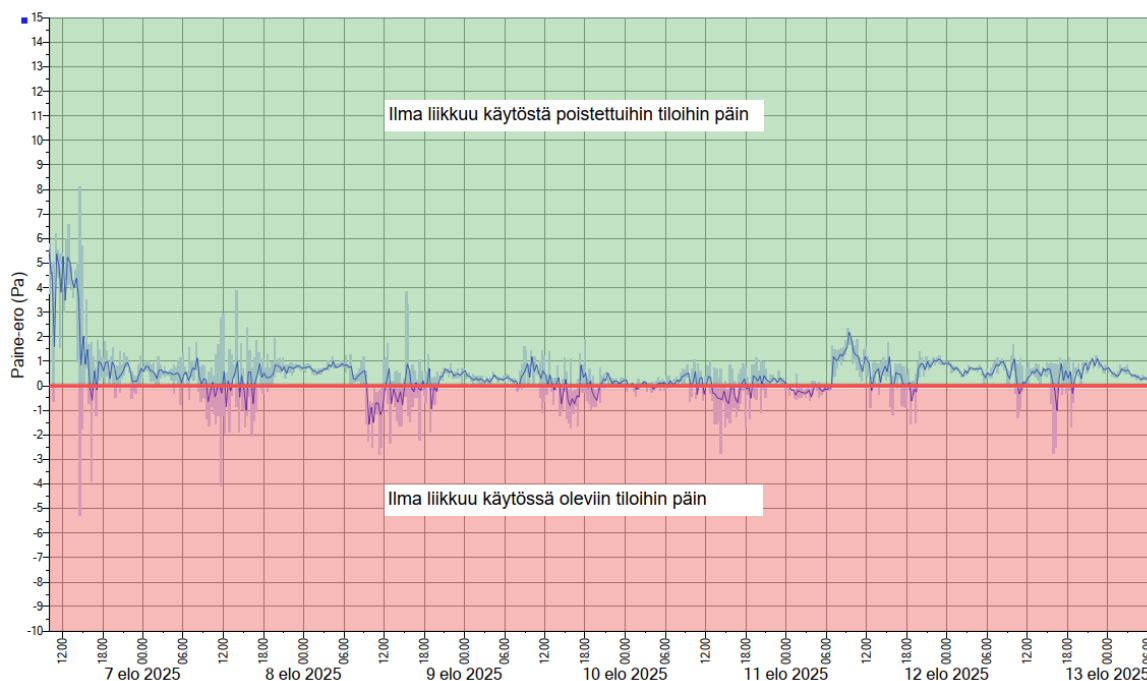
Mittauspiste	Tila	Paine-ero, Pa (min-max)	Paine-ero, Pa (keskiarvo)
PA.01	Liikuntasali (v. 2010 rakennusosa)	+1,3...+11,4	+5,1
PA.02	Käytävä (v. 1997 rakennusosa)	-5,3...+8,1	+0,4

PA.01-VS, Liikuntasalien välinen väliseinä



Tarkastelujakson aikana v. 2010 rakennusosan liikuntasali (PA.01) oli v. 1968 liikuntasaliin nähden jatkuvasti ylipaineinen. Paine-ero oli samanlainen arki- ja viikonloppuaikaan. Päiväaikaan ylipainetta on enemmän kuin yöaikaan. Koko jaksolla v. 2010 liikuntasali on ollut keskimäärin noin +5,1 Pa ylipaineinen v. 1968 liikuntasaliin nähden. Tutkimuskäynneillä havaittiin, että v. 1968 rakennusosassa suoritettiin purkutöitä, joiden takia ovia ja ikkunoita oli auki.

PA.02-VS, v.1997 ja v.1968 käytävien välinen väliseinä

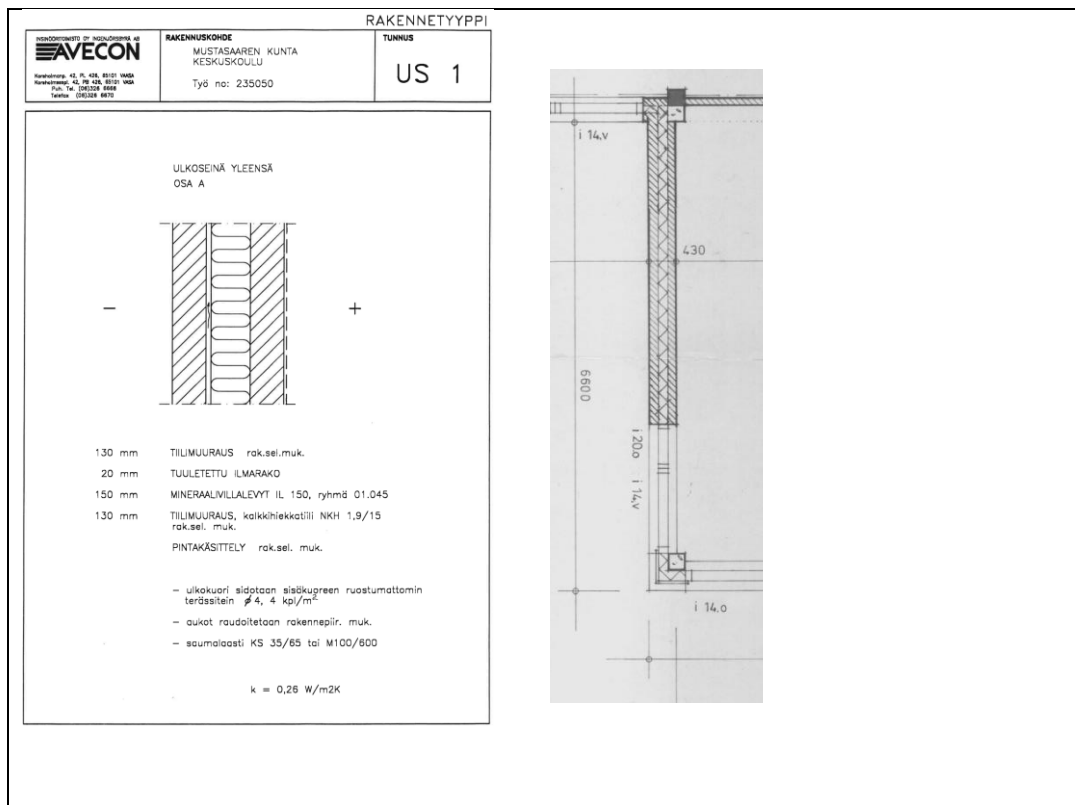


Tarkastelujakson aikana v. 1997 rakennusosan käytävä (PA.02) oli v. 1968 käytävään nähden oli osan aikaa ylipaineinen ja osan aikaa alipaineinen. Päiväaikaan v. 1997 rakennusosa oli tyypillisesti lievästi alipaineinen ja muina ajankohtina lievästi ylipaineinen. Paine-ero oli samanlainen arki- ja viikonloppuaikaan. Koko jaksolla v. 1997 käytävä oli keskimäärin noin +0,4 Pa ylipaineinen v. 1968 käytävään nähden. Tutkimuskäynneillä havaittiin, että v. 1968 rakennusosassa suoritettiin purkutöitä, joiden takia ovia ja ikkunoita oli auki.

3.4 Rakennetarkastus

Tutkimuksen yhteydessä selvitettiin v. 1997 ja v. 2012 rakennusosien välinen väliseinä pienellä tarkastusreiällä. Kyseessä on aikoinaan ollut v. 1997 ulkoseinärakenne ja nykyinen rakenteen toteutustapa ei ollut tiedossa. Rakenteen ilmatiiveyttä ei tarkasteltu merkkiainekokein, mutta silmämääräisesti tarkasteltuna rakenteen liitokset ja läpiviennit eivät ole tiiviitä. Ainakin käytävän puolelta on useita ilmayhteyksiä käytävätilasta rakenteen eristetilaan. Ilmavirtauksia rakenteesta huonetiloihin voi syntyä, jos tilojen välillä on merkittävä paine-ero.

Rakennetarkastus RT.01-VS. Väliseinä, v. 1997 käytävä ja v. 2012 opetustila	
Rakenne selvitettiin poraamalla 16 mm reikä molemmin puolin seinää. Rakenneosien materiaalit ja paksuudet on esitetty osin porauksen perusteella ja osin vanhojen rakennepiirustusten mukaan. Rakenne opetustilan puolelta lueteltuna: - maali + lasikuitutapetti - kipsilevy 13 mm - vaneri 9 mm - mineraalivilla ~66 mm - tiili 130 mm - tuuletusrako 25 mm - mineraalivilla 150 mm - tiili 130 mm + pintakäsittely Tiili- ja lämmöneristekerrokset ovat oletettavasti alkuperäisiä vuodelta 1997. Alla rakennetyyppi ja tasopiirustusote vuodelta 1997.	
	
Kuva käytävän puolelta alakaton yläpuolelta. Tiilemuurauksen yläpuolella on havaittavissa villaa ja todennäköisesti ilmayhteys väliseinän eristetilaan.	

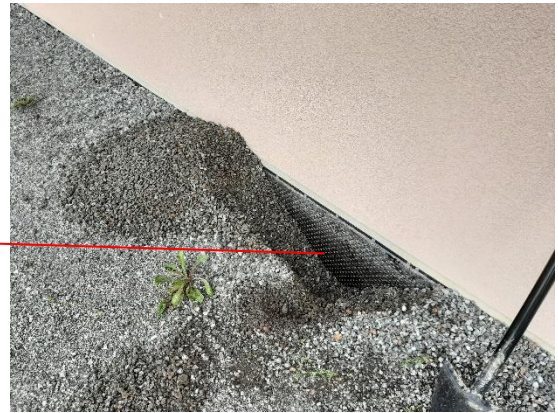


3.5 Aistinvaraiset tarkastelut

3.5.1 Sokkelin kosteudenhallinnan tarkastelut

Maanpinnan kallistuksia ja pintavesien ohjauksen toimivuutta tarkasteltiin V. 1997 ja v. 2009 rakennusosien vierellä silmämääräisesti. Sokkeleiden ulkopintojen perusmuurilevyjen/kosteuseristysten olemassaoloa selvitettiin pienillä koekuopilla ja silmämääräisesti arvioiden. Alla olevissa valokuvissa on esitetty tehdyt havainnot. Salaojien tarkastukset eivät sisällyneet tutkimuksiin.

Sokkelin tarkastus 1



Pohjoissivulla maanpinta kallistaa vähäisesti rakennuksesta pois päin.

Rakennuksen sokkelia vasten on asennettu perusmuurilevy, ja sen yläpintaan peitelistä. Sokkelin vierellä on pestyä sepeliä.



Länsisivulla maanpinta kaataa kohtalaisesti rakennuksesta pois päin.

Eteläisivulla maanpinta kallistaa noin 1-2 m pituudelta rakennuksesta pois päin, jonka jälkeen nurmialueella maanpinta nousee ylöspäin. Maanpinta kallistaa myös länteen pääsisäänkäyntiä kohti.

Sokkelin tarkastus 2



Pääsisäänkäynnin ympärillä maanpinta kallistaa vähäisesti rakennuksesta poispäin.

Pääsisäänkäynnin sokkelin ulkopinnassa ei ole havaittavissa perusmuurilevyä tai vedeneristystä. Noin 150 mm syvyydellä sijaitsee muovi, ja sen alla on n. 50 mm maa-ainesta sekä routaeristys (EPS). Maa-aineksessa on seassa hienojakoista kapillaarista ainesta.

Sokkelin tarkastus 3



Maanpinta kallistaa kohtalaisesti rakennuksesta poispäin.

Rakennuksen sokkelia vasten on asennettu perusmuurilevy, ja sen yläpintaan peitelistä. Perusmuurilevy on asennettu ainoastaan ulkonurkkaan asti. Noin 100 mm syvyydellä on XPS-eristelevy.

Sokkelin tarkastus 4



Maanpinta kallistaa kohtalaisesti rakennuksesta pois päin.

Sokkelin ulkopinnassa ei ole havaittavissa perusmuurilevyä tai vedeneristystä. Maa-aineksessa on seassa hienojakoista kapillaarista ainesta.

3.5.2 Yläpohjan tarkastelut

V. 1997 ja v. 2012 rakennusosien yläpohjan tuuletuksen toimivuutta arvioitiin aistinvaraisesti. Tarkastelu tehtiin maantasolta, vesikatolta ja vesikaton tarkastusluukkujen kautta. Alla olevissa valoku-
vissa on esitetty tehdyt havainnot.

Yläpohjien tarkastus



V. 1997 rakennuksen molemmilla räystäillä on havaittavissa asianmukaiset tuuletusraot räystäslautojen väleissä.

V. 2009/2012 rakennuksen kaikilla räystäillä ja katoksessa on havaittavissa asianmukaiset tuuletusraot räystäslautojen väleissä.

	
V. 2012 katon harjalla on alipainetuulettimia 5 kpl.	Kuva alipainetuulettimien sisältä. Raakaponttilaudoitukseen on porattu aukko asianmukaisesti.

	
V. 2012 yläpohjan puurakenteissa ei ole aistinvaraisesti havaittavissa kosteusvaurioita.	V. 2012 vesikaton raakaponttilaudoituksessa ei havaittu tarkastellulla osuudella kosteusvaurioita.

	
V. 1997 rakennuksen yläpohjaa tarkastettiin v. 1968 rakennuksen puolelta kattoluukusta.	Kuva v. 1997 rakennusta kohti. V. 1968 ja v.1997 rakennusosien välillä ei ole palo-osastoivaa seinää vaan yläpohjatila on avoin. Puurakenteissa ei ole havaittavissa kosteusvaurioita.

3.5.3 IV-konehuoneiden kynnysten tarkastelut

V. 2009 ja v. 2012 iv-konehuoneiden kynnysten tiiveydessä on todettu aiemmin puutteita, joka mahdollistaisi vesivahingon yhteydessä veden kulkeutumisen käytävätilan puolelle.

IV-konehuoneiden kynnykset	
	
2. kerros iv-konehuone.	Porrasaskelman karmin välissä tiivistämätön rako.

	
1. kerros iv-konehuone	Tiivistämätön rako karmin ja kynnyksen ympärillä.

4 Johtopäätökset

Tiiveystarkastelu merkkiainekokein:

Yläpohja, ulko- ja väliseinärakenteisiin suoritettujen merkkiainekokeiden perusteella rakenteet ovat yleisesti ottaen riittävän ilmatiiviit ja täyttävät tiivistyskorjausten tavoitteen, joka on ollut luokka 2 (merkittävä tiiveyden parantaminen), jolloin sallitaan vähäisiä vuotoja alipaineistettuna. Suurin osa todetuista vuotokohdista olivat lieviä ja pistemäisiä, jolloin niillä ei katsota olevan merkittävää vaikutusta sisäilman laatuun käytössä olevissa tiloissa. Merkkiainekokeiden aikana rakennuksen ilmavaihto oli säädettyä noin 10 Pa alipaineiseksi eli tilanne on tutkimusten aikaan poikkeava normaaliin tilanteeseen verrattuna. Käyttöolosuhteissa ilmanvaihto on tilaajan mukaan säädetty ylipaineiseksi rakennuksen ulkovaipan yli, mikä pienentää riskiä sille, että rakenteista pääsisi epätiiviysohjojen kautta epäpuhtauksia sisäilmaan.

Alla on esitetty huomioita yksittäisistä tutkituista tiloista, joissa havaittiin muita tiloja enemmän ilmavuotoja.

- V. 2010 rakennusosan liikuntasalin yläpohja on pääosin tiivis, mutta siinä todettiin yksittäisillä pienillä alueilla ilmavuotoja. Ottaen huomioon tilan koon ja tehokkaan koneellisen ilmanvaihdon niin ilmavuotojen merkitys sisäilman laadun kannalta on todennäköisesti vähäinen, vaikkakin yläpohjan puurakenteissa on todettu näkyviä kosteusvaurioita yläpohjan heikosta tuuletuksen johtuen.
- V. 2010 liikuntasalin alapohjarakenne oli pääosin tiivis. Havaitut ilmavuodot olivat yksittäisiä ja pieniä, jolloin niiden merkitys sisäilman laadun kannalta on todennäköisesti vähäinen.
- V. 1997 opettajien huoneen ulkoseinärakenteet ovat pääosin tiiviit, mutta ilmavuotoa tapahtui yksittäisistä kohdista alueilla, joissa massauksissa tai päällysteessä oli näkyviä puutteita. Ilmavuotokohtia oli selvästi enemmän kuin muissa tutkituissa tiloissa.

Rakenteille suoritettut kosteusmittaukset:

V. 1997 ja v. 2009/2012 rakennusosiin suoritettujen kosteusmittausten mukaan rakenteet toimivat kosteusteknisesti hyvin paitsi v. 2009 rakennusosan 1. kerroksen tuulikaapissa, aulassa ja iv-konehuoneessa. Tällä alueella havaittiin kohonneita kosteuspitoisuuksia alapohjarakenteessa ulkoseinien vierellä ja portaikon viereisten pilarien läheisyydessä. Mittausten yhteydessä syy kohonneille kosteuspitoisuuksille ei selvinnyt. Aiheuttajana ulkoseinien läheisyydessä on todennäköisesti ulkopuolelta kulkeutuva kosteus puutteellisen vedeneristyksen takia tai vaihtoehtoisesti perusmuurin ja betonilaatan liittymä, joka mahdollistaa kosteuden siirtymisen rakenteesta toiseen. Lattian keskialueella syynä on todennäköisesti poikkeava rakenne (esim. vähäisempi eristemäärä) tai perustukset, joka mahdollistaa kosteuden nousemisen alapohjan betonilaattaan. Alapohjan kosteusrasitus lisää mikrobi- ja/tai kemiallisten vaurioiden riskiä ja voi vaikuttaa sisäilman laatuun heikentävästi.

Jatkuva paine-eromittaus:

Paine-eromittausten mukaan v. 2010 liikuntasali on asianmukaisesti ylipaineinen v. 1968 liikuntasaliin nähden, jolloin epäpuhtauksien kulkeutuminen käytössä oleviin tiloihin on epätodennäköistä. V. 1997 ja v. 1968 rakennusosien käytävien välillä paine-ero oli lähellä tasapainotilaa vaihdellen lievän ali- ja ylipaineen välillä, jolloin ilmavirtauksien mukana kulkeutuvat epäpuhtaudet käytössä oleviin tiloihin ovat mahdollisia.

Väliseinän rakennetarkastus:

V. 1997 ja v. 2012 rakennusosien välisessä väliseinässä on todennäköisesti alkuperäiset ulkoseinän lämmöneristeet. Lähtötietojen mukaan eristeiden kuntoa ei ole tutkittu. Rakenteessa olevat epätiiviit liittymät ja läpiviennit mahdollistavat ilmavirtaukset ympäröiviin tiloihin, mikäli tilojen välille syntyy paine-ero esim. ilmanvaihdosta tai tuulesta johtuen. Ilmavuotojen mukana voi kulkeutua epäpuhtauksia käytössä oleviin tiloihin.

Sokkelin kosteudenhallinnan tarkastelut:

Rakennusten ympärillä olevat maanpinnan kallistukset ovat tyydyttävät ja pintavedet todennäköisesti ohjautuvat pääosin pois rakennusten välittömästä läheisyydestä.

Pääsisäänkäynnin ympärillä ja osin v. 1997 rakennusosan länsipäädyn sokkelin ulkopinnassa ei ole perusmuurilevyä eikä salaojasoraa. Näiden puuttuminen aiheuttaa sokkelirakenteelle merkittävää kosteusrasitusta ja mahdollisesti myös alapohjarakenteelle.

Yläpohjan tarkastelut:

V. 1997 ja v. 2009/2012 rakennusosien yläpohjien tuulettuvuudessa ei havaittu puutteita.

5 Toimenpidesuosituksset

Tiiveystarkastelu merkkiainekokein:

V. 1997 opettajien huoneen näkyvät ilmatiiveyspuutteet suositellaan korjaamaan elastisella massalla, joka toimii riittävänä tiivistystoimenpiteenä tulevaan suunniteltuun peruskorjaukseen asti. Muille tutkituille tiloille ei ole tutkimusten perusteella välttämätöntä tehdä toimenpiteitä.

Rakenteille suoritettut kosteusmittaukset:

Alueilta, joissa todettiin muovimaton alla kohonneita kosteuspitoisuuksia, suositellaan tekemään lisätutkimuksia ja rakennetarkasteluja syyn selvittämiseksi. Ensisijaisesti on pyrittävä poistamaan kosteusvaurion aiheuttaja ja vasta tämän jälkeen tehtävä rakenteiden kuivaukset ja korjaukset. Mikäli vaurionaiheuttajaa ei voida poistaa, on mahdollista käyttää kosteudennousua estäviä tuotteita tai vaihtamalla pintamateriaali kosteutta paremmin kestävään ja vesihöyryä paremmin läpäisevään tuotteeseen kuten klinkkerilaattaan.

Jatkuva paine-eromittaus:

Suosittellaan jatkuvaa paine-eromittausta v. 1997/2009/2012 ja v.1968 rakennusosien välille ja alipaineistamaan v. 1968 rakennusosaa n. 10 Pa alipaineisemmaksi kuin käytössä olevat tilat, jotta varmistutaan ettei käytöstä poistetusta tilasta kulkeudu ilmavuotoja käytössä oleviin tiloihin.

Väliseinän rakennetarkastus:

Mikäli väliseinän vastaisissa tiloissa koetaan sisäilmanlaadussa puutteita, voidaan rakenteen kuntoa tutkia materiaalinäyttein tai rakenne voidaan ilman tutkimista tiivistää molemmin puolin esim. elastisilla tiivistysmassoilla. Mikäli tilojen peruskorjausta ei aloiteta seuraavan 3 vuoden kuluessa suositellaan elastisen tiivistysmassan sijasta käyttämään pitkäikäisempiä tiivistyskorjaustuotteita ja -ratkaisuja. Suunnitellun tulevan peruskorjauksen yhteydessä rakennetta on suositeltavaa avata ja poistaa vanhat lämmöneristeet.

Sokkelin kosteudenhallinnan tarkastelut:

Rakennuksen ympärillä olevia maanpinnan kallistuksia on suositeltavaa parantaa kaltevuudelle >1:20 3 m etäisyydelle sokkelista tulevan suunnitellun peruskorjauksen yhteydessä. Puuttuvat perusmuurilevytykset ovat suositeltavaa asentaa seuraavan vuoden kuluessa.

IV-konehuoneiden kynnysten tarkastelut

IV-konehuoneiden ovikynnykset ja karmiliitokset suositellaan tiivistämään elastisella saumaussmassalla.

Yläpohjan tarkastelut:

V. 1997 ja v. 2009/2012 rakennusosien yläpohjien tuulettuvuuden osalta ei ole tarpeen tehdä toimenpiteitä.

Liitteet:

Liite 1: Tutkimuskartat

Vaasassa 13.8.2025

Sitowise Oy

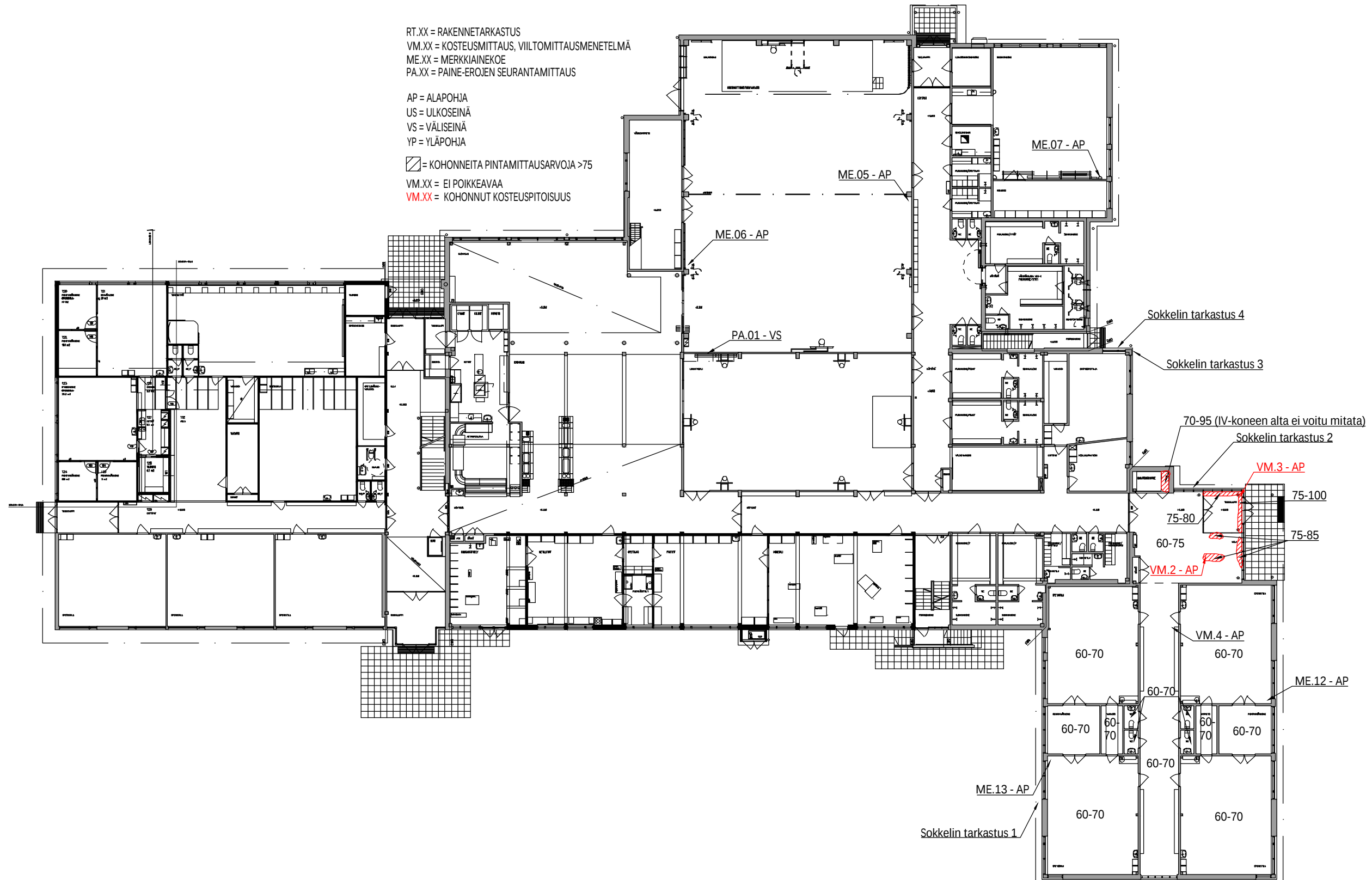


Jukka Peräkorpi, Ins. AMK

Tarkastanut:



Jussi Erkkilä, ins. AMK
Rakennusterveysasiantuntija C-23650-26-17

Rakennuskohteen nimi ja osoite
Mustasaaren keskuskoulu
Koulutie 8
65610 MustasaariPiirustuksen sisältö
Tutkimuskartta
1. kerros

Rakennuskohteen nimi ja osoite
Mustasaaren keskuskoulu
Koulutie 8
65610 Mustasaari

Piirustuksen sisältö
Tutkimuskartta
2. kerros

