



**Aapiskujan koulu
Aapiskuja 15
62800 Vimpeli**

RAKENNUKSEN KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

Tutkimusselostus

31.5.2021

Työnro: 7008506

**Anne Keltamäki
0405750554**

Polygon Finland Oy
Y-tunnus 0892371-5, Kotipaikka Helsinki
etunimi.sukunimi@polygongroup.com
www.polygongroup.fi

SISÄLLYSLUETTELO

1	YLEISTIEDOT	4
2	KOHTEN YLEISKUVAUS.....	5
2.1	Lähtökohta tutkimuksille.....	6
2.2	Tutkimuksen tavoite ja raja.....	6
3	LÄHTÖTIEDOT	7
3.1	Käytössä olleet asiakirjat	7
4	TUTKIMUSMENETELMÄT	7
5	RAKENTEET	8
5.1	Rakennuksen kuivatusjärjestelmät.....	8
5.1.1	Yhteenveto ja johtopäätökset	11
5.1.2	Toimenpide-ehdotukset.....	11
5.2	Alapohjarakenne	12
5.2.1	Rakenne	12
5.2.2	Pintakosteuskartoitus	13
5.2.3	Kosteusmittaukset.....	15
5.2.4	Rakennetutkimus RAK1	17
5.2.1	Rakennetutkimus RAK2	19
5.2.2	Merkitseminen.....	19
5.2.3	Yhteenveto ja johtopäätökset	21
5.2.4	Toimenpide-ehdotukset.....	22
5.3	Maata vasten oleva seinärakenne.....	23
5.3.1	Pintakosteuskartoitus	25
5.3.2	Rakennetutkimus RAK1	26
5.3.1	Rakennetutkimus RAK2	27
5.3.2	Kosteusmittaukset.....	28
5.3.3	Materiaalinäytteet.....	29
5.3.4	Merkitseminen.....	30
5.3.5	Yhteenveto ja johtopäätökset	31
5.3.1	Toimenpide-ehdotukset.....	32
5.4	Väliseinärakenne	33
5.4.1	Kosteusmittaukset.....	35
5.4.2	Yhteenveto ja johtopäätökset	36
5.4.3	Toimenpide-ehdotukset.....	36
5.5	Ulkoseinärakenne	36
5.5.1	Materiaalinäytteet.....	38
5.5.2	Merkitseminen.....	39
5.5.3	Yhteenveto ja johtopäätökset	40
5.5.4	Toimenpide-ehdotukset.....	40
5.6	Välipohjarakenne	40
5.6.1	Materiaalinäytteet.....	42

Polygon Finland OyY-tunnus 0892371-5, Kotipaikka Helsinki
etunimi.sukunimi@polygongroup.com
www.polygongroup.fi

5.6.2	Merkkiainekoe.....	43
5.6.3	Yhteenveto ja johtopäätökset.....	44
5.6.4	Toimenpide-ehdotukset.....	45
5.7	Yläpohja ja vesikatto.....	45
5.7.1	Rakennetutkimuspiste RAK6.....	49
5.7.2	Materiaalinäytteet.....	50
5.7.3	Yhteenveto ja johtopäätökset.....	51
5.7.4	Toimenpide-ehdotukset.....	51
6	ILMANVAIHTO	51
6.1	Ilmanvaihtojärjestelmä	51
6.2	Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus.....	51
6.3	Ilmamäärät.....	54
6.4	Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero.....	55
6.5	Yhteenveto ja johtopäätökset.....	57
6.6	Toimenpide-ehdotukset	57
7	SISÄILMAN OLOSUHDE- JA EPÄPUHTAUMITTAUKSET	58
7.1	Hiilidioksidi.....	58
7.2	Sisäilman suhteellinen kosteus ja lämpötila	59
7.3	Sisäilman mineraalivillakuitu pitoisuus	60
7.4	Muut selvitykset	60
7.5	Yhteenveto ja johtopäätökset.....	62
8	TÄRKEIMMÄT SUOSITELTAVAT TOIMENPITEET	63

Analyysivastaukset ovat liitteenä raportin lopussa

- KUI2088_Aapiskuja 15, Vimpeli_WO-00874033
- KUI2109_Aapiskuja 15, Vimpeli_WO-00878546
- MIK9178_Aapiskuja_15_Vimpeli_0421_sv
- MIK9182_Aapiskuja_15_Vimpeli_0421_sv
- MIK9185_Aapiskuja_15_0421_sv

1 YLEISTIEDOT

Kohde:	Aapiskujan koulu Aapiskuja 15 62800 Vimpeli
Toimeksianto:	Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus
Tilaaja:	Ville Karjalainen Tekninen johtaja / rakennustarkastaja Vimpelin kunta Patruunantie 15, 62800 Vimpeli 040 651 7191
Yhteyshenkilö:	Ville Karjalainen Juha Kinnunen Kirsi Syynimaa Paavo Vainio Riikka Jaatinen
Tutkimus pvm:	25.3., 13.4., 14.4., 26.4., 27.4., 28.4., 30.4., 12.5., 24.5.
Raportointi pvm:	31.5.2021
Tutkijat:	Anne Keltamäki Rakennusterveysasiantuntija, C-24137-26-18 Rakenteiden kosteuden mittaaja, C-6625-24-11 p. 040 575 0554 anne.keltamaki@polygongroup.com Teemu Kiema Rakennusten lämpökuvaaja, C-20158-25-14 Rakennusten tiiviyyden mittaaja, C-10790-31-14 Rakenteiden kosteuden mittaaja, C-7063-24-11 Jukka Käsäakangas tutkimusavustaja

2 KOHTEEN YLEISKUVAUS

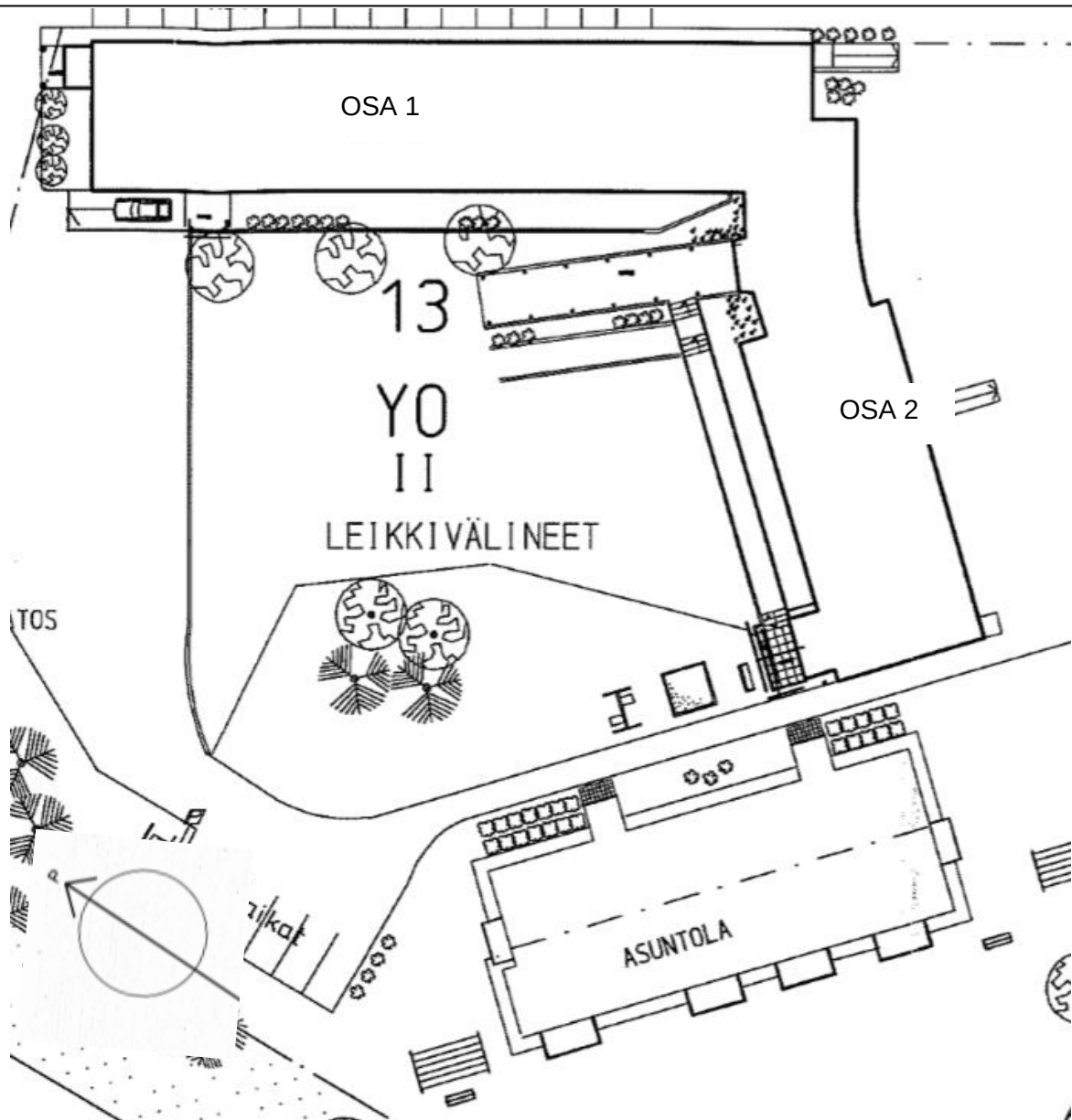
Koulurakennus on valmistunut vuonna 1952. Rakennuksen osa 1 on 3-kerroksinen ja osa 2 2-kerroksinen. Rakennuksen ulkopuoliset vedet ovat aiheuttaneet ylimääräistä kosteusrasitusta kellarikerroksen maata vasten oleville rakenteille.

Rakennuksessa on betonirunko. Vanhojen rakenneasiakirjojen perusteella rakenteet ovat seuraavat:

- Kellarin seinärakenteena on maata vasten oleva betonirakenne, jonka sisäpuolella on mineraalivillaeriste ja tiiliverhous.
- Sokkelin yläreunasta lähtien ulkoseinärakenteena on tiili- villa-tiili -rakenne.
- Patterisyvennysten kohdalla on käytetty lisälämmöneristeenä lastuvillalevyä.
- Betonilaatan tai -palkin liitoskohdassa ulkopuolisen betonirakenteen kanssa käytetään lämmöneristeenä lastuvilla- tai korkkilevyä.
- Ikkunapalkit on eristetty korkkilevyllä.
- Luokkasiiven ja liikuntasalin yläpohjarakenteessa on eristeenä lastuvillalevy ja sisäänkäyntiosassa sahanpurua ja kutterilastua.
- Alapohjarakenteessa on alun perin ollut lämmöneristeenä lastuvillalevyä, mutta alapohjarakenne on uusittu vuonna 2000.
- Luokkasiivessä välipohjat on eristetty hiekkakerroksella, jonka päällä on tervahuopa.

Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. 3 konetta on uusittu vuonna 2000 ja yksi on vuodelta 1986.

Vesikatto on puurunkoinen. Vesikate on uusittu 1990-luvulla.



Kuva 1. Kuvassa on esitetty eri rakennusosien sijainti

2.1 Lähtökohta tutkimuksille

Rakennuksessa tehdyissä sisäilman mikrobimittauksissa alkuvuodesta 2021 oli todettu epätavanomaisia sisäilman mikrobipitoisuuksia.

2.2 Tutkimuksen tavoite ja rajaus

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää sisäilman laadun mahdollisia riskitekijöitä.

Polygon Finland Oy

Y-tunnus 0892371-5, Kotipaikka Helsinki
etunimi.sukunimi@polygongroup.com
www.polygongroup.fi

3 LÄHTÖTIEDOT

3.1 Käytössä olleet asiakirjat

- Kohteen pohjapiirustukset
- Raportti homekoirakartoituksesta, Homehukka, 29.3.2021
- Pohjakuvat
- Leikkauskuvat
- Rakennusasiakirjoja vuodelta 1951 ja 1999
- Sisäilmanäytetuloksia 2016 – 2021
- VOC- ja materiaalinäytteen otto -raportti, Aa tutkijat, 26.4.2016
- Kuntoarvio, Juuso Pikkukangas, 11.8.2015
- Haastattelut esiselvityskäynnillä 25.3.2021: Ville Karjalainen, Juha Kinnunen, Paavo Vainio

4 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimusmenetelminä käytettiin aistinvaraisten havaintojen lisäksi kosteusmittauksia (pintaindikointi, suhteellisen kosteuden mittausta), sisäilman mineraalivillakuitupitoisuuden määrittäystä kahden viikon pölylaskeumasta. Mikrobimittauksia suoritettiin materiaalinäytteinä. Ilmavuoto-
reittejä paikannettiin merkkiainelaitteiston. Ilmanvaihdon toimivuutta tutkittiin paine-ero- ja il-
mamäärämittauksin.

Rakennetutkimusten yhteydessä tehdyt pintakosteusmittaustulokset on esitetty kuvakoos-
teissa kunkin tutkimuspisteen kohdalla. Kuvissa on esitetty pintakosteusindikaattorin lukemat.
Pintakosteudenilmaisimen lukemille ei voida etukäteen määrittää yleisiä raja-arvoja vaan lu-
kemat ovat suuntaa-antavia. Pintakosteusmittauksessa samasta rakenteesta eri kohdista
havaittuja arvoja verrataan keskenään. Näin saadaan kartoitettua arvoiltaan poikkeavat alu-
eet.

Tutkimuksen yhteydessä otetut näytteet tutkittiin Kiwalab-kiinteistölaboratoriossa. Kyseinen
laboratorio on Ruokaviraston (entinen Evira) hyväksymä ja sen käyttämät tutkimusmenetel-
mät on akkreditoituja.

Tutkimustulokset ovat erillisinä liitteinä.

Tutkimuksessa käytetyt mittalaitteet:

Kosteusmittaukset suoritettiin seuraavilla laitteilla:

- Puunkosteus ja pintakosteudentunnistin: Gann Hydromette RTU 600
 - Gann B 50 pinta-anturi (pintaindikointi)
- Suhteellinen kosteus: Vaisala HM40 näyttölaite, mittapää HM42, HMP40S

Ilmamäärä: Alnor LoFlo 6200

Suhteellinen kosteus / lämpötila: Connected AirWits dataloggeri

Paine-ero loggeri: Connected PressGuard dataloggeri

Merkkiainekoe:

- Merkkikaasu: typpivetyseos (N2 95 %, H2 5 %)
- Kaasuanalysaattori Ridgid micro CD-100

5 RAKENTEET

5.1 Rakennuksen kuivatusjärjestelmät

Rakennuksen koillis- ja kaakkoissivulla on uusittu rakennuksen kuivatusjärjestelmiä ja laskettu maanpinnan tasoa sekä muotoiltu maanpinnan tasoa siten, että se viettää rakennuksesta poispäin. Sadevedet on ohjattu syöksytorvista hallitusti sadevesijärjestelmään.

Tutkimuksessa tehdyt havainnot on esitetty seuraavissa kuvissa:



Kuva 2. Rakennuksen kaakkoissivulla (osa 1) on uusittu rakennuksen kuivatusjärjestelmiä ja laskettu maanpinnan tasoa.



Kuva 3. Rakennuksen kaakkoissivulla (osa 1) on uusittu rakennuksen kuivatusjärjestelmiä ja laskettu maanpinnan tasoa.



Kuva 4. Uudesta perusmuurilevystä puuttuu yläistä. Asennustyö on vielä kesken.



Kuva 5. Rakennuksen (osa 1) koillissivulla on uusittu rakennuksen kuivatusjärjestelmiä ja laskettu maanpinnan tasoa.



Kuva 6. Lounaissivulla maanpinta viettää rakennukseen päin. Osa 1.



Kuva 7. Rakennuksen osa1:n lounaissivulla on rakennuksen viereisiä laattoja muutettu siten, että ne viettävät rakennuksesta poispäin.



Kuva 8. Keittiön ulko-oven oikealla puolella kosteusjälkiä seinän alaosassa.



Kuva 9. Keittiön ulko-ovelle johtaa luiska, jonka yläosassa on syöksytörvi. Ulkoseinässä on kosteuden aiheuttamia jälkiä luiskan osalla.



Kuva 10. Kuva rakennuksen koillissivulta, jossa syöksytörvestä tuleva vesi on johdettu putkella suoraan rännikaivoon. Sadevesijärjestelmä on uusittu kyseisellä rakennuksen sivulla.



Kuva 11. Myös rakennuksen lounaissivulla, missä ei ole uusittu sadevesijärjestelmää, on syöksytörvestä vesi johdettu suoraan rännikaivoon.



Kuva 12. Keittiön katoksen kohdalla katolta valuva vesi aiheuttaa ylimääräistä kosteusrasitusta seinärakenteelle.



Kuva 13. Salaojajärjestelmä on uusittu rakennuksen koillis- ja kaakkoissivulle. Rakennuksen eteläkulmassa on kaivossa pumppu.

5.1.1 Yhteenveto ja johtopäätökset

Rakennuksessa on osittain uusittu salaoja- ja sadevesijärjestelmät n. vuosi sitten. Osassa rakennusta järjestelmiä ei ole uusittu. Työn yhteydessä on asennettu perusmuurilevy maata vasten olevan seinärakenteen ulkopuolelle. Niiltä osin, missä kuivatusrakenteita on uusittu, myös maan pintaa on muotoiltu alemmalle tasolle ja viettämään poispäin rakennuksesta.

5.1.2 Toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen kuivatusrakenteiden uusimista jatketaan koko rakennuksen osalle. Aikaisemmin tehty työ viimeistellään, kuten perusmuurilevyn yläreunaan asennetaan ylälista. Alapohjarakenteen ja maata vasten olevan seinärakenteen korjaaminen edellyttää sitä, että rakennuksen ulkopuoliset kuivatusrakenteet ovat kunnossa.

5.2 Alapohjarakenne

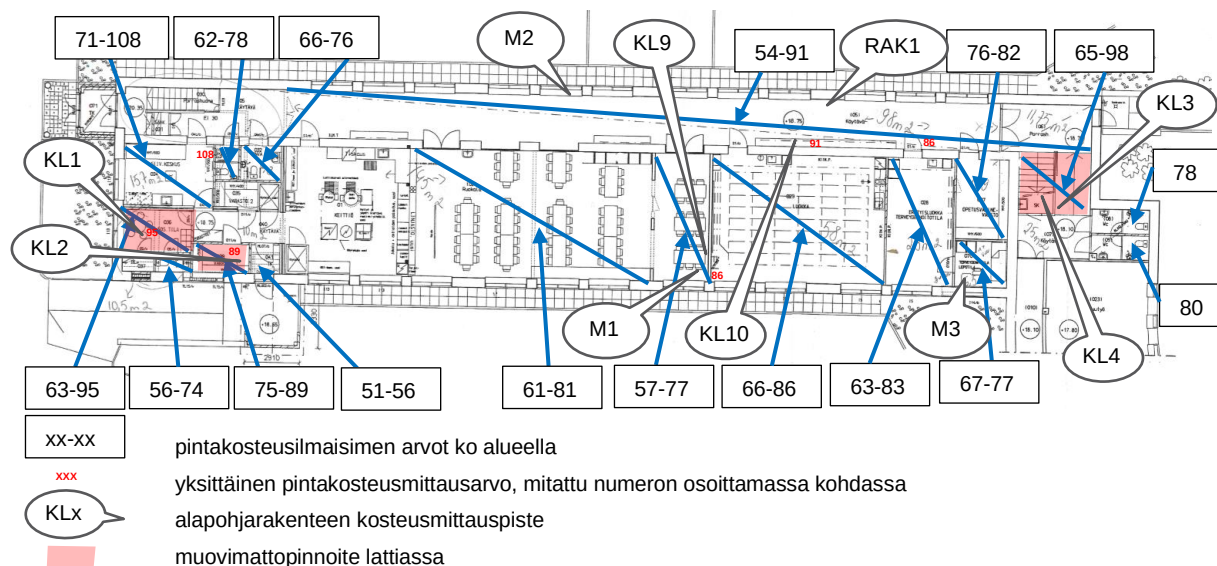
Saadun tiedon mukaan alapohjarakenne on uusittu vuonna 2000. Alapohjarakenteen kuntoa tutkittiin kosteusmittauksin, rakenneavauksin ja merkkiainekokein.

5.2.1 Rakenne

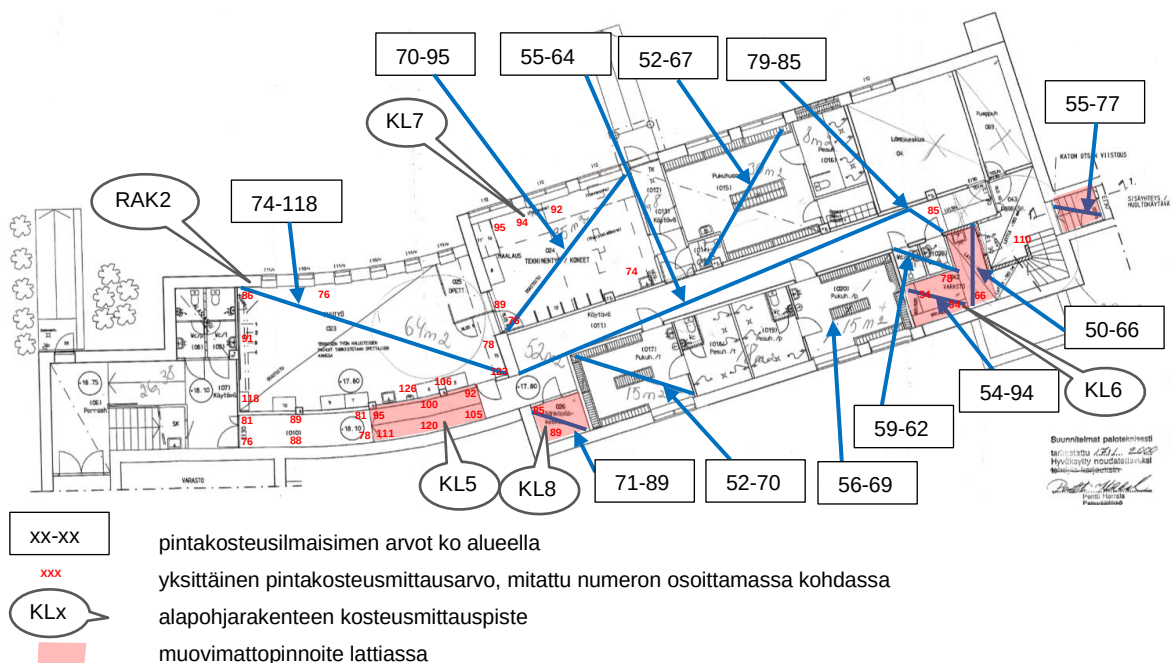
Rakennuksen osa 2:ssa (liikuntasalisiipi) on alapohjarakenteena maanvarainen betonilaatta, alapuolisella lämmöneristeellä. Ruokalasiiven tutkimuspisteissä ei havaittu EPS-eristettä. Tutkimuspisteissä KL1 ja KL4 tuli molemmissa vastaan vain betonia poratessa. Tutkimuspisteessä KL9 ja RAK1 tuli vastaan putkikanaali.

5.2.2 Pintakosteuskartoitus

Pintakosteuskartoituksessa kartoitettiin kaikkien kellaritilojen alapohjarakenteen kosteutta pintakosteusilmaisimen avulla. Pintakosteuskartoituksen tuloksia ja havaintoja on esitetty kuvissa 14. - 15.



Kuva 14. Alapohjarakenteen tutkimuspisteitä ja tuloksia rakennuksen osa 1.



Kuva 15. Alapohjarakenteen tutkimuspisteitä ja tuloksia rakennuksen osa 2.



Kuva 16. Pintakosteusarvot koholla lattiarakenteessa, yli 80. Porrashuoneen 06 siivouskomero.



Kuva 17. Pintakosteusarvot koholla lattiarakenteessa ja tilassa lattiapinnoitteen vaurioitumiseen viittaavaa hajua. Osa 2, kellari, liikuntavälinevarasto.



Kuva 18. Porrashuoneen 06 luiskassa on muovimattopinnoite, jonka alueella pintakosteusarvot olivat paikoin koholla, yli 80.



Kuva 19. Käytävän 010 luiskassa on muovimattopinnoite, jonka alueella pintakosteusarvot olivat paikoin koholla, yli 80.

5.2.3 Kosteusmittaukset

Alapohjarakenteen kosteutta tutkittiin tarkemmin viiltomittauksin muovimattopinnoitteen alta sekä porareikämittauksin syvemmältä rakenteesta. Taulukossa 1 ja kuvissa 20. – 25. on esitetty kosteusmittausten tulokset ja niiden yhteydessä tehtyjä havaintoja.

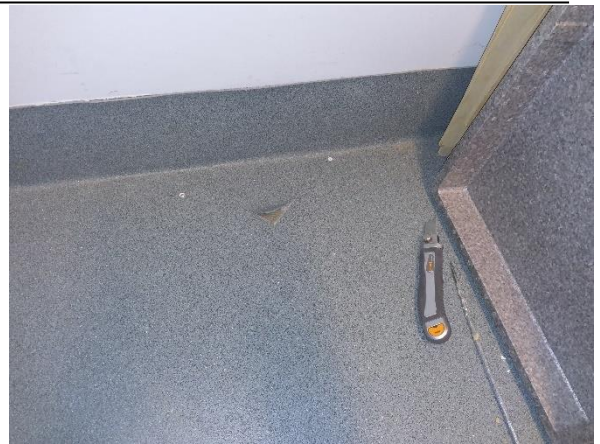
Taulukko 1. Alapohjarakenteen kosteusmittaukset.

Mittaus- piste	Tila	Mittaus- syvyys	RH%	°C	g/m ³	pintakos- teusarvo*	aistinvarainen arvio maton alla
KL1	sos.tila 036	viilto	93,9	25,6	22,42	135	poikkeava haju
KL1		30 mm	83,8	24,3	18,62		
KL1		60 mm	73,7	25,5	17,52		
KL2	varasto1 039	viilto	77,0	20,1	13,39	129	poikkeava haju
KL3	porrash. 06	viilto	89,1	18,9	14,45	150	poikkeava haju ja väri
KL4	SK, por- rash 06	viilto	93,5	18,4	14,71	127	poikkeava haju ja väri
		30 mm	68,8	17,8	10,46		
		60 mm	71,7	17,6	10,77		
KL5	käytävä 010	viilto	91,9	18,0	14,17	138	poikkeava haju
		30 mm	92,5	17,2	13,55		
		60 mm	91,4	17,0	13,24		
		EPS	97,6	15,8	13,2		
KL6	varasto 042	viilto	92,8	15,8	12,52	128	poikkeava haju
		30 mm	77,5	17,3	11,44		
		60 mm	80,5	17,2	11,80		
		EPS	83,5	15,7	11,21		
KL7	tekninen työ 024	30 mm	63,9	17,4	9,48		
		60 mm	70,7	17,3	10,46		
		EPS	73,8	16,6	10,41		
KL8	sähköpää- keskus 026	30 mm	76,3	15,5	10,12		
		60 mm	78,9	15,4	10,36		
		EPS	90,4	14,0	10,96		
KL9	eskari, leik- kitila	30 mm	89,8	20,6	16,07		Putkikanaali
KL10	käytävä 05	30 mm	88,8	19,8	15,19		
		60 mm	73,7	25,5	17,52		

* arvo mitattu muovimaton alta betonin pinnalta



Kuva 20. Tutkimuspiste KL1. Vahva pistävä haju maton alla. Sos.tila 036.



Kuva 21. Tutkimuspiste KL2. Poikkeava haju maton alla. Varasto1, 039.



Kuva 22. Tutkimuspiste KL3. Porrash. 06.



Kuva 23. Tutkimuspiste KL4. SK, porrash 06



Kuva 24. Tutkimuspiste KL5. Käytävä 010.



Kuva 25. Tutkimuspiste KL6. Liikuntavälinevarasto 042.

5.2.4 Rakennetutkimus RAK1

Alapohjarakenteen kuntoa ja rakennetyyppejä tutkittiin rakennetutkimuspisteessä RAK1 osan 1 käytävällä 05. Tutkimuspisteen kohdalla alapohjarakenne oli seuraava:

- kaakelipinnoite
- kova kivipohjainen materiaalikerros
- betoni
- muottilaudoitus
- putkikanaali.

Tutkimuspisteen kohdalla oli putkikanaali, jonka sisällä oli mm. märkiä ja lahoja muottilautoja. Putkikanaalin katossa on tervapaperia. Sokkelirakenne ja sen viereinen lattian betonirakenne ovat märkiä. Putkikanaalissa olevien putkien putkieristeissä on pahvia ja todennäköisesti asbestia. Tutkimuspisteessä tehdyt havainnot on esitetty seuraavassa kuvakoosteessa.



Kuva 26. Tutkimuspiste sijaitsee ulkoseinän vieressä. Lattian betonirakenne on märkä ulkoseinän vieressä: pintakosteusarvot 112, vrt 80.



Kuva 27. Lattiapinnoitteen alla on kova kivipohjainen materiaalikerros, jonka alla betonirakenne putkikanaalin kattona.



Kuva 28. Tutkimuspisteen kohdalla putkikanaalista menee putki sokkelirakenteen sisälle. Putkikanaalissa on märkää orgaanista materiaalia sekä mahdollisesti putkieristeissä asbestia.



Kuva 29. Kuva ulkoseinän viereltä käytävän keskiosaan päin kuvattuna. Kuvan perusteella kanaali ulottuu ulkoseinästä n. 0,7 m etäisyydelle.



Kuva 30. Kuva tutkimuspisteestä keittiön suuntaan päin kuvattuna. Kanaali päättyy tai se on täytetty hiekalla. Sokkeli on märkä, pintakosteusarvo 110, vrt 80.

5.2.1 Rakennetutkimus RAK2

Alapohjarakenteen kuntoa ja rakennetyyppejä tutkittiin rakennetutkimuspisteessä RAK2 osan 2 puutyötilassa 023. Tutkimuspisteen kohdalla alapohjarakenne oli seuraava:

- maalipinnoite
- tasoite
- betoni n. 100 mm
- EPS -eriste 100 mm
- hiekka

Alapohjarakenteen alla oleva hiekka on kostea. Sokkelirakenne on märkä. Tutkimuspisteessä tehdyt havainnot on esitetty seuraavassa kuvakoosteessa.



Kuva 31. Tutkimuspiste sijaitsee ulkoseinän vieressä. Lattian betonirakenteen alla on EPS-eristettä 100 mm ja sen alla on hienojakoinen ja kostea hiekka.



Kuva 32. Sokkelirakenne on märkä, pintakosteusarvot 120, vrt 80.

5.2.2 Merkkiainekokeet

Alapohjarakenteen tiiveyttä tutkittiin merkkiainekokeella tutkimuspisteissä M1, M2 ja M3.



Kuva 33. Esikoulun leikkutilassa syötettiin kaasua alapohjarakenteen sisällä kulkevaan putkikanaaliin punaisen nuolen osoittamasta kohdasta (M1). Kaasua havaittiin tulevan sisäilmaan oranssilla merkitystä kohdasta.



Kuva 34. Kun kaasua syötettiin esikoulun leikkutilan lattiarakenteeseen, kaasua havaittiin tulevan sisäilmaan myös luokkatilaan 029 oranssilla merkitystä kohdasta.



Kuva 35. Ruokalan kohdalla käytävällä 05 syötettiin kaasua alapohjarakenteen pintabetonilaatan alapuolelle tutkimuspisteessä M2. Kaasua todettiin tulevan lattia- ja seinärakenteen liittymästä huonetilaan.



Kuva 36. Esikoulun pientilassa 070 syötettiin kaasua alapohjan betonirakenteen alapuolelle tutkimuspisteessä M3. Kaasua tuli huonetilaan oranssilla merkityistä kohdista.



Kuva 37. Kun kaasua syötettiin tutkimuspisteessä M3 lattia-rakenteeseen, kaasua havaittiin tulevan myös pienluokkatilan sisäilmaan 028 oranssilla merkityistä kohdista.

Tutkimuspisteessä M3 havaittiin kaasunsyöttöreiästä tulevan kosteusvaurioon viittaavaa hajua lattian betonirakenteen alapuolisesta tilasta.

5.2.3 Yhteenveto ja johtopäätökset

Pintakosteuskartoituksessa todettiin kohonneita pintakosteusarvoja erityisesti tiloissa, joissa on lattiapinnoitteena muovimatto. Myös muissa tiloissa todettiin paikoin tavanomaisesta poikkeavaan kosteuteen viittaavia pintakosteusarvoja.

Tiloissa, joissa oli lattiapinnoitteena muovimatto, mitattiin lattiapinnoitteen alta suhteellinen kosteus (viiltomittaus). Lattian muovimattopinnoitteen alla suhteellinen kosteus vaihteli välillä 77-94%. Kosteus oli kriittisellä tasolla (> 85 %) kaikissa tutkimuspisteissä paitsi tutkimuspisteessä KL2, jossa kuitenkin todettiin poikkeavaa, lattiapinnoitteen vaurioitumiseen viittaavaa hajua. Kaikissa muissakin viiltomittauspisteissä oli aistittavissa poikkeavaa hajua tai värimuutosta tai molempia lattiapinnoitteen alla. Poikkeava haju ja värimuutos viittaa lattiapinnoitteen vaurioitumiseen.

Alapohjarakenteen betonin kosteusmittauksissa betonin kosteus vaihteli välillä 64 % - 93%. Korkeimpia rakenteen kosteuspitoisuuksia todettiin sosiaalitalassa 036, käytävällä 010, esikoulun leikkitilassa sekä käytävällä 05. Tutkimuspisteissä KL10 (käytävä 05) ja KL1 (sos.tila 036) todettu muita pisteitä selvästi korkeampi lämpötila viittaa rakenteissa mahdollisesti kulkeviin käytössä oleviin putkistoihin.

Alapohjarakenteen rakennetutkimuksissa havaittiin esikoulun käytävällä tilassa 05 putkikanaali alapohjarakenteessa. Putkikanaalissa oli kosteusvaurioitunutta puumateriaalia ja muuta orgaanista materiaalia. Kanaalin rakenteet olivat kosteita. Myös kosteusmittauspisteessä KL9 (esikoulun leikkitilassa) oli putkikanaali ja myös siinä alapohjan betonirakenne oli kostea.

Käytävän rakennetutkimuspisteessä havaittiin, että rakenteen sisällä olevien putkien eristeet sisältävät todennäköisesti asbestia. Toisessa rakennetutkimuspisteessä (RAK2) puutyöluokassa 023 todettiin, että alapohjarakenteen EPS-eristekerroksen alla on kosteaa hienojakoista hiekkaa. Merkkiainetutkimuksessa todettiin alapohjarakenteen pintabetonin alapuolisista rakennekerroksista olevan ilmayhteys huonetiloihin. Tutkimuspisteessä M3 todettiin alapohjarakenteen tutkimusreiästä tulevan kosteusvaurioon viittaavaa hajua.

Tutkimuksen perusteella rakennuksen alapuolinen maatyttö on kosteaa hienojakoista maainesta. Maaperässä vallitseva kosteus siirtyy alapohjarakenteeseen ja tiivistyy tiiviin lattiapinnoitteen alapintaan. Alapohjarakenteen muovimattopinnoitteet ovat vaurioituneet kosteuden vaikutuksesta, ja pinnoitteiden alla on materiaalien kemiallinen hajoaminen alkanut. Kemiallisen hajoamisen yhteydessä muodostuu yhdisteitä, jotka vaikuttavat heikentävästi sisäilman laatuun. Liiallisen kosteuden seurauksena muovimattopinnoitteiden alle voi muodostua myös mikrobiperäisiä epäpuhtauksia, joilla voi olla haitallisia vaikutuksia sisäilman laadun kannalta. Myös alapohjarakenteen sisällä olevat kosteat ja vaurioituneet orgaaniset materiaalit sekä muut epäpuhtaudet ovat merkittävä sisäilman laadun riskitekijä, kun huomioidaan todettu ilmayhteys alapohjan rakennekerrosten ja sisäilman välillä.

5.2.4 Toimenpide-ehdotukset

Maaperästä siirtyvän kosteuden kulku on hallittava alapohjarakenteessa siten, ettei rakenteen kosteus nouse haitallisen suureksi. Lisäksi korjauksilla on estettävä rakenteissa olevien epäpuhtauksien ja maaperässä olevien epäpuhtauksien siirtyminen sisäilmaan. Ennen korjaustöihin ryhtymistä tulee poissulkea mahdolliset putkivuodot alapohjarakenteessa.

Seuraavassa on esitetty kaksi eri korjausvaihtoehtoa alapohjarakenteen osalta:

Vaihtoehto 1: Maanvastaisen betonilattian ilmatiiviyden parantaminen ja pinnoitteen vaihtaminen vesihöyryä läpäiseväksi

- Tilanteessa, jossa esimerkiksi taloudellisista syistä tai käyttöikätaivoitteista johtuen laaja korjaaminen ei ole mahdollista, voidaan korjaustapana käyttää rakenteiden ilmatiiviyden parantamista ja lattian muovimattopinnoitteiden vaihtamista vesihöyryä läpäiseväksi.
 - Maanvastaisen betonilaatan ilmatiiviyden parantamisen tavoitteena on estää lattiarakenteen liitoksista, halkeamista ja mahdollisista läpivientikohdista tapahtuvat haitalliset ilmavuodot maaperästä huoneilmaan.
 - Rakenne suunnitellaan siten, että valittava uusi lattiapinnoite on kosteutta kestävä ja vesihöyryavoin.
 - Korjauksen kannalta olennaisia asioita:
 - Tiiviyden tulee toteutua kokonaisuutena: vain osan ilmavuotoreittien tiivistämisestä aiheuttaa sen, että jäljelle jääneiden vuotopaikkojen ilmavuodot voivat jopa kasvaa.

- Ilmanvaihdon tasapainotus korjattuun tilaan
- Korjaustavan riskit:
 - Vaurion eteneminen ei pysähdy, jos ulkopuolista kosteusrasitusta ei samalla pienennetä.
 - Ilmatiiviyden säilyminen koko suunnitellun käyttöiän ajan.
 - Vaurioitunutta materiaalia jää rakenteeseen.
- Rakenteen toimivuuden seuranta:
 - Merkkiainekokeet säännöllisin väliajoin.

Vaihtoehto 2: Rakenne uusitaan kokonaan.

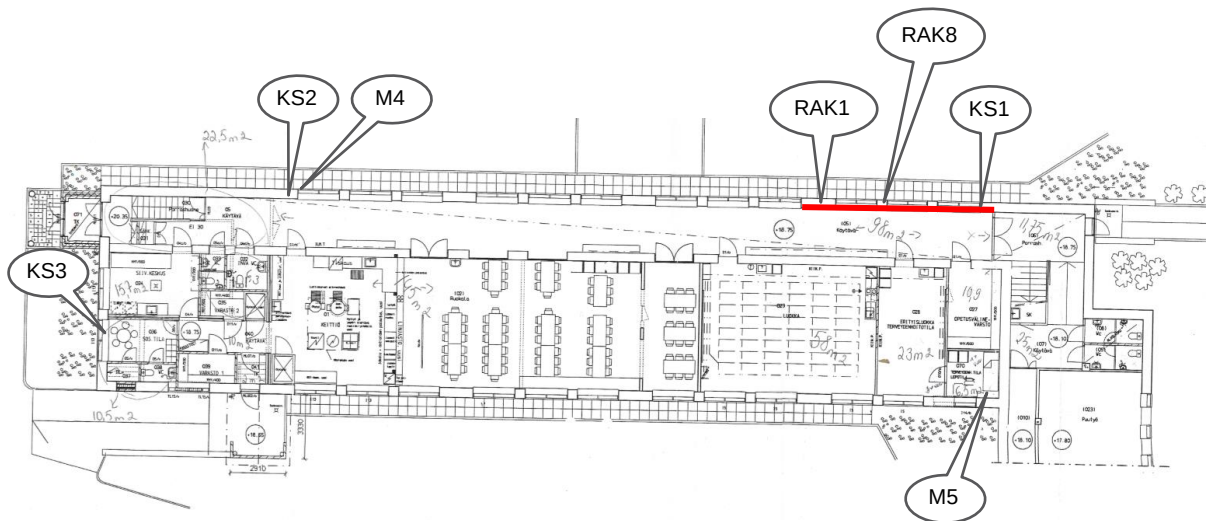
- Vanha betonilaatta ja alustäytöt puretaan ja rakenne tehdään voimassa olevien määräysten ja ohjeiden mukaiseksi. Lattiarakenne lämmöneristetään alapuolelta. Maanvastaisen betonilattian pintamateriaalina suositellaan käytettäväksi vesihöyryä läpäisevää pinnoitetta.
- Korjauksen kannalta olennaisia asioita:
 - Rakennuksen ulkopuolisen kosteuden tulee olla hallinnassa; salaojitus, kattosadevedet sekä sulamis- ja valumisvedet
 - Rakennusjäte ja muu orgaaninen aines on poistettava alustäytöistä
 - Liittyvien pystyrakenteiden pinnat tulee puhdistaa huolellisesti
 - Uuden betonilaatan tuoman lisäkosteuden hallittu kuivuminen rakenteesta on otettava huomioon ennen päällystystöitä

Tarpeen mukaan rakennuksen eri osissa voi toteuttaa eri korjaustapoja. Esimerkiksi alueilla, joissa on orgaanista materiaalia alapohjarakenteessa tai alustäytössä, rakenne uusitaan ja muilta osin rakenteen tiiveyttä parannetaan ja pinnoitteet vaihdetaan vesihöyryä läpäiseväksi.

Perusteellisissa korjauksissa, joissa maanvastainen alapohja uusitaan joko kokonaan tai osittain, voidaan alapohjaan kohdistuvaa kosteusrasitusta pienentää rakennuksen sisäpuolisella salaojituksella.

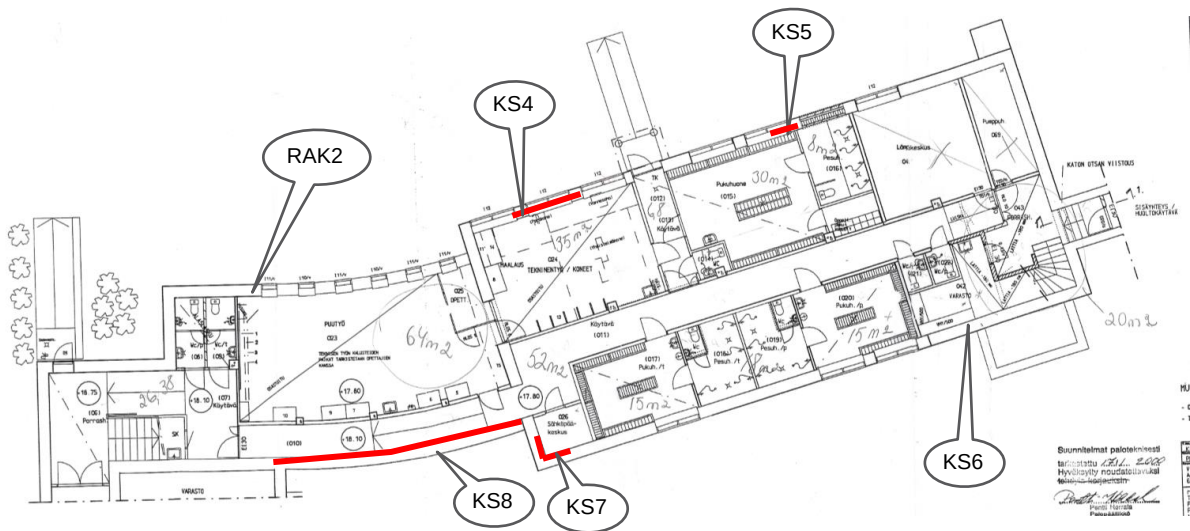
5.3 Maata vasten oleva seinärakenne

Maata vasten olevan seinärakenteen kuntoa tutkittiin kosteusmittauksin, rakenneavauksin ja merkkiainekokein. Kaikkien tilojen maata vasten olevat seinärakenteet tutkittiin pintakosteusilmaisimella. Tutkimuspisteissä KS1 – KS8 seinärakenteen kosteutta tutkittiin porareikämittauksin ja tutkimuspisteissä KS1 – KS3, RAK1 ja RAK8 rakenteen kuntoa tutkittiin materiaalien mikrobianalyysin. Tutkimuspisteissä RAK1 ja RAK2 rakenteen kuntoa tutkittiin avaamalla rakennetta ulkoseinän perusmuuriin saakka. Tutkimuspisteiden sijainti on esitetty kuvissa 39. ja 40.



- pintakosteusilmaisimen arvot koholla seinärakenteessa
- KS seinärakenteen kosteusmittauspiste
- RAK rakennetutkimuspiste
- M5 merkkiainekokeen tutkimuspiste

Kuva 38. Osa 1, kellari.



- pintakosteusilmaisimen arvot koholla seinärakenteessa
- KS seinärakenteen kosteusmittauspiste
- RAK rakennetutkimuspiste
- M5 merkkiainekokeen tutkimuspiste

Kuva 39. Osa 2, kellari.

5.3.1 Pintakosteuskartoitus

Pintakosteuskartoituksessa todettiin viitteitä poikkeavasta kosteudesta ulkoseinärakenteissa:

- esikoulun tilojen läheisyydessä käytävällä 05
- käsityöluokissa 015 ja 024
- käytävällä 010

Alueet on merkitty kuviin 38. ja 39. punaisella viivalla. Seuraavassa kuvakoosteessa on esitetty havaintoja pintakosteuskartoitukselta.



Kuva 40. Pintakosteusarvot koholla seinän alaosassa. Osa 1, kellari, käytävä 05.



Kuva 41. Pintakosteusarvot koholla seinän alaosassa. Osa 1, kellari, käytävä 05.



Kuva 42. Pintakosteusarvot koholla seinän alaosassa. Osa 2, kellari, sähköpääkeskus 026.



Kuva 43. Pintakosteusarvot koholla seinän alaosassa. Osa 2, kellari, tekstiilityöluokka 015.



Kuva 44. Kosteusvauriojälkiä laajalti lämpökeskuksen seinärakenteissa. Osa 2, kellari.

5.3.2 Rakennetutkimus RAK1

Tutkimuspisteen kohdalla rakenne on seuraava sisältä päin:

- maali
- rappaus 30 mm
- tiili 250 mm
- pahvi
- mineraalivilla 90 mm
- pikisively
- betoni
- perusmuurilevy

Tutkimuspisteessä avattiin ulkoseinärakennetta sisäpuolelta seinän eristetilaan saakka. Tutkimuspisteessä otettiin materiaalinäytteitä laboratorion mikrobianalyysiin ulkoseinän eristetilassa olevasta rakennuspaperista (Näyte 1, MIK9178) ja mineraalivillaeristeestä (Näyte 2, MIK9178). Näytetulokset on tarkasteltu tarkemmin kohdassa 5.3.3. Tutkimuspisteessä tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavassa kuvakoosteessa.



Kuva 45. Tutkimuspisteessä RAK1 seinän tiilirakenne on märkä lähellä rakenteen sisäpintaa. Pintakosteusarvo 129, vrt 80.



Kuva 46. Ulkoseinän eristetilassa on rakennuspahvi ja mineraalivilla. Mikrobianalyysin perusteella paperissa todettiin heikko viite vauriosta ja mineraalivillassa viite vauriosta.



Kuva 47. Eristekerroksen takana on betonirakenteinen perusmuuri, jonka sisäpinnassa on pikisively. Mineraalivilla oli märkää tutkimuskohdassa.

5.3.1 Rakennetutkimus RAK2

Tutkimuspisteen kohdalla rakenne on seuraava sisältä päin:

- maali
- rappaus
- tiili 250 mm
- ilmarako 150 mm
- pikisively
- betoni
- perusmuurilevy



Kuva 48. Tiilirakenteen (260 mm) takana on 150 mm ilmarako, jonka takana on maata vasten oleva betonirakenne, jonka sisäpinnassa on pikisively.



Kuva 49. Pintakosteusilmaisimen perusteella seinän tiilirakenne on märkä.

5.3.2 Kosteusmittaukset

Maata vasten olevan seinärakenteen kosteutta tutkittiin tarkemmin porareikämenetelmällä mittauspisteissä KS1 - KS8. Rakennuksen osan 1 tutkimuspisteistä KS1 (Näyte 1, MIK9182), KS2 (Näyte 2, MIK9182) ja KS3 (Näyte 3, MIK9182) otettiin mineraalivillaeristettä laboratorion mikrobianalyysiin. Rakennuksen osa 2:n maata vasten olevassa seinärakenteessa ei ollut mineraalivillaeristettä. Näytetuloksia on tarkasteltu tarkemmin kohdassa 5.3.3. Taulukossa 2. on esitetty kosteusmittaustulokset.

Taulukko 2. Kosteusmittaustulokset. Maata vasten oleva seinärakenne.

Mittaus- piste	Tila	Syvyys	RH%	°C	g/m ³
KS1	Käytävä 05	60mm	94	17.8	14.30
KS1	Käytävä 05	120mm	92	17.2	13.59
KS2	Käytävä 05	60mm	50	19.3	8.24
KS2	Käytävä 05	120mm	49	18.8	7.9
KS3	Sos.tila 036	60mm	44	21.2	8.07
KS3	Sos.tila 036	120mm	53	20.7	9.60
KS4	Tekninen työ 024	60mm	65.4	16.3	9.10
KS4	Tekninen työ 024	120mm	71.3	15.6	9.53
KS5	Käsityö 015	60mm	91.5	16.1	12.57
KS5	Käsityö 015	120mm	93.8	15.8	12.69
KS6	Varasto 042	60mm	92.7	16	12.71
KS6	Varasto 042	120mm	95.5	15.3	12.54
KS7	Sähköpää- keskus 026	60mm	89.9	13,2	10.37
KS7	Sähköpää- keskus 026	120mm	93.2	12,7	10.43
KS8	Käytävä 010	60mm	93.4	16.8	13.37
KS8	Käytävä 010	120mm	92.4	16.2	12.79

Rakennuksen osassa 1 mittauspisteessä KS1 seinän tiilirakenteen suhteellinen kosteus (RH%) on korkea, 92 – 94 % 60 ja 120 mm syvyydessä. Mittauspisteissä KS2 ja KS3 seinän tiilirakenteen suhteellinen kosteus (RH%) on normaaliksi katsottavaa tasoa, 44 -53 %, 60 mm ja 120 mm syvyydessä.

Rakennuksen osassa 2 mittauspisteissä KS5-KS8 seinän tiilirakenteen suhteellinen kosteus on korkea 90 - 96 % 60 mm ja 120 mm syvyydessä. Mittauspisteessä KS4 seinän tiilirakenteen suhteellinen kosteus (RH%) on alhaisempaa tasoa, 65 - 71 % 60 mm ja 120 mm syvyydessä.

5.3.3 Materiaalinäytteet

Ulkoseinärakenteesta otettiin materiaalinäytteitä laboratorion mikrobianalyysiin rakennetutkimuspisteessä RAK1, kosteusmittauspisteissä KS1-KS2 sekä tutkimuspisteessä RAK8. Näytteitä otettiin ulkoseinärakenteen mineraalivillaeeristeestä, eristetilän rakennuspaperista sekä seinän sisäpinnan maalista ja tasoitteesta. Seuraavassa on yhteenveto analyysituloksista:

-
- Näyte 1, MIK9178, rakennuspaperi ulkoseinän eristetilassa (tutkimuspiste RAK1)
 - Näytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä niukasti (+).
 - Näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (*Fusarium*, *Tritirachium*, *A. versicolor* ja aktinobakteerit).
 - Näytteessä esiintyy heikko viite vauriosta.
 - Näyte 2, MIK9178, ulkoseinän mineraalivillaeriste (tutkimuspiste RAK1)
 - Näytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti (+++).
 - Näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (*A. versicolor*, ja *Exophiala*).
 - Näytteessä esiintyy mikrobeja, joiden merkitys on toistaiseksi avoin (*Mucor*).
 - Näytteessä esiintyy viite vauriosta.
 - Näyte 1, MIK9182 ulkoseinän mineraalivillaeriste (tutkimuspiste KS1)
 - Näytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä erittäin runsaasti (++++)
 - Näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (*Acremonium*, *A. versicolor* ja aktinobakteerit).
 - Näytteessä esiintyy viite vauriosta
 - Näyte 2, MIK9182 ulkoseinän mineraalivillaeriste (tutkimuspiste KS2)
 - Näytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä niukasti (+)
 - Näytteessä esiintyy mikrobeja, joiden merkitys on toistaiseksi avoin (*A. niger*).
 - Näytteessä ei esiinny viitettä vauriosta
 - Näyte 3, MIK9182 ulkoseinän mineraalivillaeriste (tutkimuspiste KS3)
 - Näytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä niukasti (+)
 - Näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (aktinobakteerit).
 - Näytteessä esiintyy heikko viite vauriosta
 - Näyte 4, MIK9182 ulkoseinän sisäpinnan maali ja tasoite (tutkimuspiste RAK8)
 - Näytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti (+++)
 - Näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (*Acremonium*, *Tritirachium*, *A. versicolor*, *A. restricti* ja aktinobakteerit).
 - Näytteessä esiintyy viite vauriosta

5.3.4 Merkkiainekoe

Maata vasten olevan ulkoseinärakenteen tiiveyttä tutkittiin merkkiainekokeella tutkimuspisteissä M4 ja M5.



Kuva 50. Tutkimuspiste M4. Keittiön kohdalla käytävällä 05 syötettiin kaasua ulkoseinärakenteen eristetilään. Kaasua todettiin tulevan lattia- ja seinärakenteen liittymästä sekä sähköläpiviennin kohdalta huonetilaan.



Kuva 51. Tutkimuspiste M5. Esikoulun pientilassa 070 syötettiin kaasua ulkoseinän eristetilään. Kaasua tuli huonetilaan lattia- ja seinärakenteiden liittymästä oranssilla merkitystä kohdasta.

5.3.5 Yhteenveto ja johtopäätökset

Rakennuksen osa 1:n pintakosteuskartoituksessa todettiin viitteitä poikkeavasta kosteudesta esikoulun tilojen läheisyydessä käytävän 05 ulkoseinärakenteessa. Samalla alueella seinärakenteen kosteus on korkea myös syvemmällä rakenteessa (mittauspiste KS1) ja seinän mineraalivilla on märkää (tutkimuspiste RAK1). Kosteaksi todetulla alueella seinän mineraalivillaeristeessä (Näyte 2, MIK9178 ja Näyte 1, MIK9182) sekä seinän sisäpinnan maalissa ja tasoihteessa (Näyte 4, MIK9182) todettiin mikrobianalyysin perusteella viite vauriosta. Tutkimuspisteissä KS2 ja KS3, joissa ei todettu viitteitä poikkeavasta kosteudesta rakenteissa, seinän mineraalivillaeristeessä ei esiintynyt viitettä vauriosta (Näyte 2, MIK9182) tai siinä esiintyi heikko viite vauriosta (Näyte 3, MIK9182).

Rakennuksen osa 2:n pintakosteuskartoituksessa todettiin viitteitä poikkeavasta kosteudesta käsityöluokkien 024 ja käytävän 010 ulkoseinärakenteessa. Ulkoseinärakenteen kosteus on korkea tai koholla myös syvemmällä rakenteessa (mittauspisteet KS4-KS8).

Merkkiainekokeen perusteella todettiin, että ulkoseinärakenteen eristetilasta on ilmayhteys sisäilmaan ja siten rakenteiden sisällä olevat mm. mikrobiperäiset epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan sisäilmaan. Lisäksi tutkimuksessa todettiin, että kun rakenteen kosteus on korkea lähellä rakenteen sisäpintaa, niin seinärakenteen sisäpinnan materiaaleissa on mikrobivaurioita ja niillä on välitön yhteys sisäilmaan.

Polygon Finland Oy

Y-tunnus 0892371-5, Kotipaikka Helsinki
etunimi.sukunimi@polygongroup.com
www.polygongroup.fi

5.3.1 Toimenpide-ehdotukset

Vaihtoehto 1: Seinärakenteen ilmatiiviyden parantaminen.

- Alapohjarakenteen ja seinän sekä erilaisten läpivientien liitoskohdat tiivistetään tarkoitukseen soveltuvalla tiivistyskorjausjärjestelmällä. Tiilestä muurattu sisäkuori läpäisee ilmavirtauksia halkeamien ja saumojen kautta. Hallitsemattomien ilmavuotojen estämiseksi yleensä koko verhomuurauksen sisäpinta tulee käsitellä esimerkiksi vedeneristejärjestelmällä, epoksinnoitteella tai vesihöyryä läpäisevällä pinnoitejärjestelmällä, johon sisällytetään myös kuitukangasvahvike. Rakenteen läpi huonetilaan päätyvä kosteus poistetaan hallitusti tehokkaalla ilmanvaihdolla.
- Korjauksen tavoitteena on estää rakenteen liitoksista ja halkeamista tapahtuvat haitalliset ilmavuodot maaperästä ja mikrobivaurioituneesta eristeestä huoneilmaan.
- Seinärakenteen ilmatiiviyden parantaminen sopii korjausratkaisuna tilanteisiin, jossa rakenteissa ei ole merkittävästi halkeamia sekä ulkopuolinen sadevedenpoisto ja salaojitus ovat toimivia.
- Ennen korjaustyötä on seinärakenteista poistettava vanha rappauserkerros vähintään niiltä osin, kuin seinän pintarakenteissa todettiin viitteitä poikkeavasta kosteudesta tai seinän pintarakenteissa on halkeamia, vanhoja kosteusvauriojälkiä tai muita puutteita.
- Korjauksen onnistumisen kannalta olennaisia asioita:
 - ilmanvaihdon tasapainotus tai korjaaminen
 - salaoja- ja sadevesijärjestelmien toimivuuden varmistaminen
 - varmistetaan, ettei tiivistettävän rakenteen takana olevasta ilmatilasta ei ole ilmayhteyttä sisätilaan (piilossa olevat läpiviennit)
- Riskit:
 - ilmatiiviyden säilyminen koko suunnitellun käyttöajan ajan, kaikkien ilmayhteyksien havaitsematta jääminen.
 - vaurioitunut materiaali jää rakenteeseen
 - vanhojen salaoja- ja sadevesijärjestelmien vaurioituminen ja maaperäkosteuden nousu
- Rakenteen toimivuuden seuranta:
 - korjauksen toimivuus koko käyttöajan tulee varmistaa säännöllisesti tehtävillä seurantamittauksilla (esim. merkkiainekokeella)
 - materiaalien varastointia seinää vasten on vältettävä.

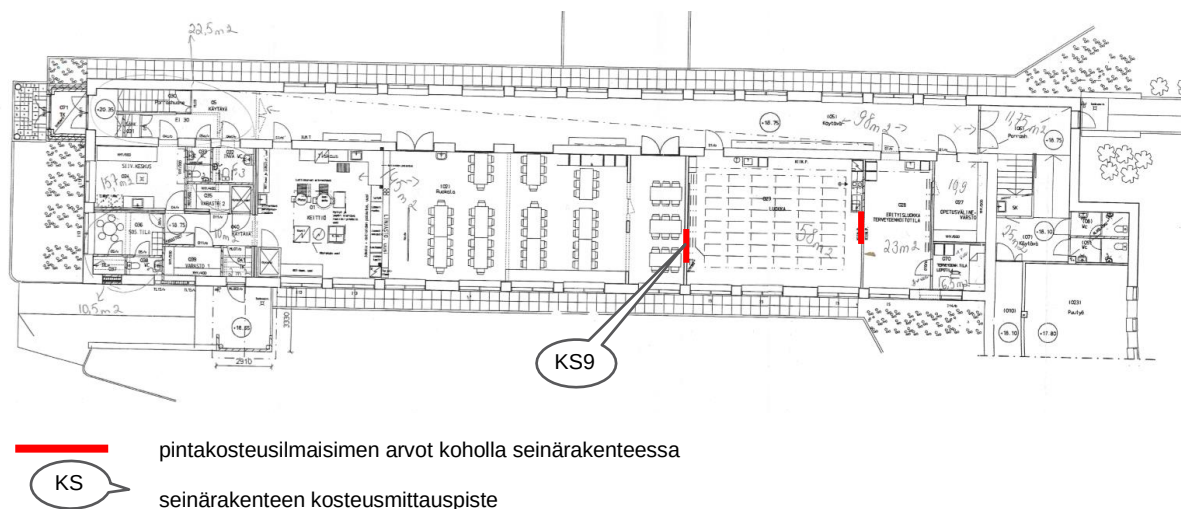
Vaihtoehto 2: Rakenteen purkaminen kantavaan rakenteeseen saakka, uusi lämmöneristys sisäpuolelle.

- Sisäpuoliset pintarakenteet puretaan kokonaisuudessaan kantavan rakenteen pintaan saakka. Betonin sisäpinnassa oleva bitumisively suositellaan poistettavaksi (selvitettävä mahdolliset PAH-yhdisteet ja asbesti) siinä mahdollisesti esiintyvien PAH-emissioiden tai mikrobikasvustojen vuoksi.

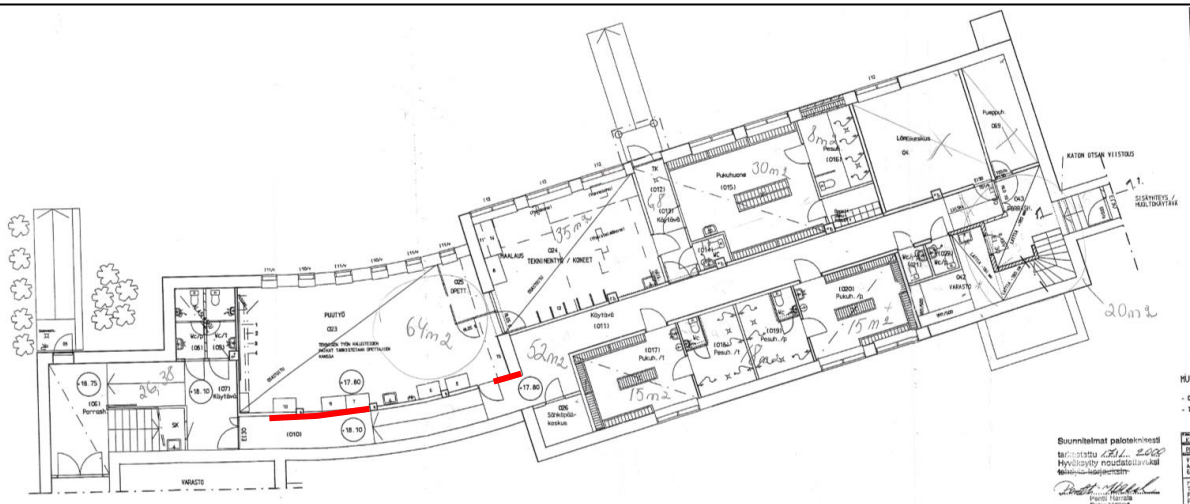
- Kosteuden vaikutuksesta homehtuvia tai lahoavia materiaaleja ei missään tilanteessa tule käyttää, vaan sisäpuoliset lämmöneristeet korvataan paremmin kosteusrasitusta sietävillä materiaaleilla.
- Lämmöneristeiden ja sisäkuoren uusiminen tulee kyseeseen tilanteissa, joissa maanvastaisessa seinärakenteessa on useita kosteusteknisiä puutteita ja riskitekijöitä ja/tai vaurioituminen on laaja-alaista/pitkälle edennyt ja/tai korjaukselta edellytetään pitkää käyttöikää.

5.4 Väliseinärakenne

Kellarin väliseinärakenteen kuntoa tutkittiin pintakosteuskartoituksella sekä porareikämittauksella. Seuraavissa pohjakuvissa (kuva 52 ja 53) sekä kuvakoosteessa (kuvat 54. – 58.) on esitetty havaintoja pintakosteuskartoitukselta.



Kuva 52. Osa 1, kellari.



— pintakosteusilmaisimen arvot koholla seinärakenteessa

Kuva 53. Osa 2, kellari.



Kuva 54. Pintakosteusarvot koholla seinän alaosassa. Osa 1, kellari, pienluokatila.



Kuva 55. Kosteusvaurioita seinän alaosassa ja pintakosteusarvot koholla. Esikoulun leikkutila ruokalan vieressä.



Kuva 56. Pintakosteusarvot koholla seinän alaosassa. Osa 1, kellari, luokkatila.



Kuva 57. Pintakosteusarvot koholla väliseinän alaosassa. Osa 2, kellari, käytävä 010.



Kuva 58. Kosteusvaurioita seinän alaosassa ja pintakosteusarvot koholla. Puutyö 023.

5.4.1 Kosteusmittaukset

Kellarikerroksen väliseinärakenteen kosteutta tutkittiin tarkemmin porareikämenetelmällä mitauspisteissä KS9. Taulukossa 3. on esitetty kosteusmittaustulokset.

Taulukko 3. Kosteusmittaustulokset. Maata vasten oleva seinärakenne.

Mittaus-piste	Tila	Syvyys	RH%	°C	g/m3
KS9	Esikoulun leikki-tila	30mm	81.9	21	15.03
KS9	Esikoulun leikki-tila	60mm	88.1	20.7	15.96

Väliseinärakenteen kosteusmittauspisteessä KS9 seinän tiilirakenteen suhteellinen kosteus (RH%) on korkea, 82 – 88 % 30 mm ja 60 mm syvyydessä.

5.4.2 Yhteenveto ja johtopäätökset

Paikoin kellarin väliseinärakenteissa todettiin poikkeavaa kosteutta ja kosteuden aiheuttamia vaurioita. Todennäköisesti rakennuksen alapuolelta maataytöstä siirtyy kosteutta haitallisesti myös kellarin väliseinärakenteisiin. Seinärakenteiden alaosa on paikoin pinnoite rapautunut. Kosteaa seinän pinnoitteiden taakse voi syntyä mikrobivaurioita, kuten maata vasten olevan ulkoseinärakenteen tutkimuspisteessä RAK8 todettiin, ja niistä on välitön yhteys sisäilmaan.

5.4.3 Toimenpide-ehdotukset

Väliseinärakenteista poistetaan vanha rappauskerros vähintään niiltä osin, kuin seinän pintarakenteissa todettiin viitteitä poikkeavasta kosteudesta tai seinän pintarakenteissa on halkeamia, vanhoja kosteusvauriojälkiä tai muita puutteita.

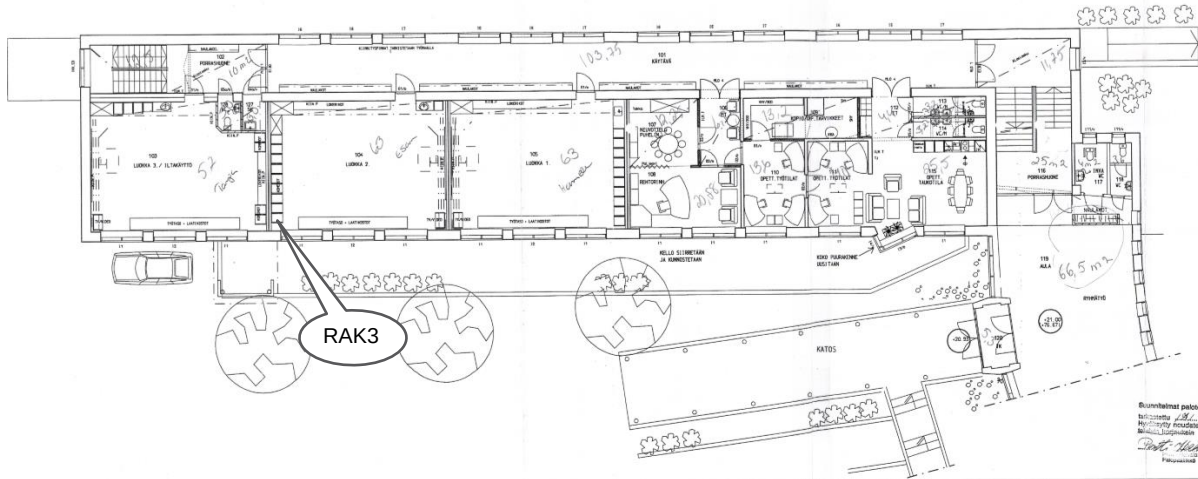
Ruokalan ja esikoulun leikki-tilan kevyt väliseinä puretaan ja tarkistetaan väliseinärakenteen liittymä alapohjarakenteeseen. Uusi väliseinärakenne rakennetaan siten, että kiinnitetään erityistä huomiota alapohjarakenteen ja väliseinärakenteen tiiveyteen mahdollisten haitallisten ilmavirtausten hallitsemiseksi alapohjarakenteesta.

5.5 Ulkoseinärakenne

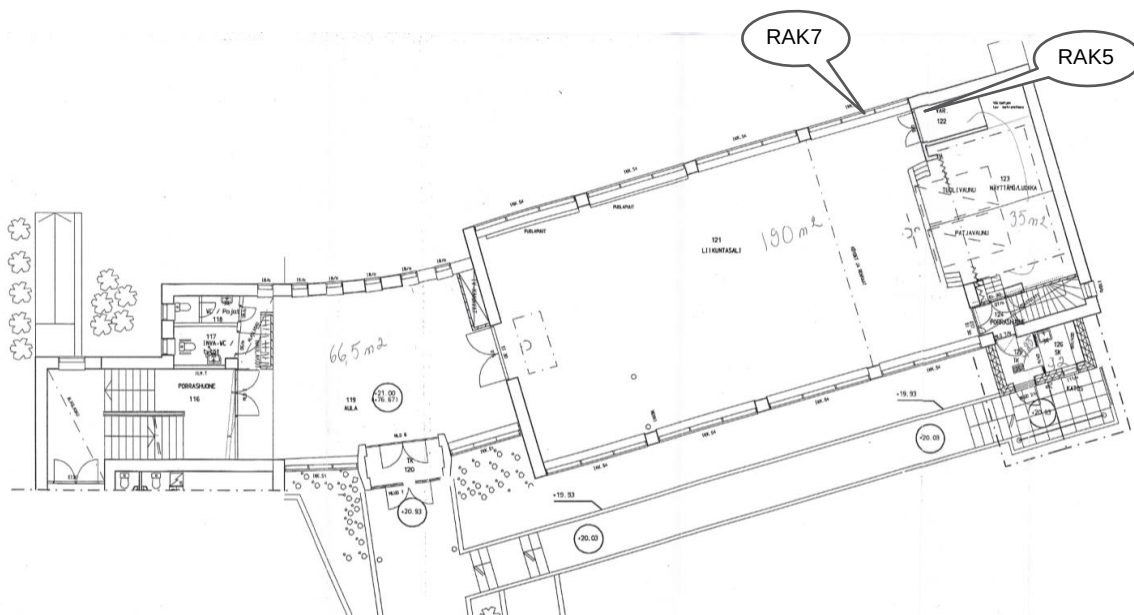
Ulkoseinärakennetta, joka ei ole maata vasten, tutkittiin kolmessa eri tutkimuspisteessä: liikuntasalissa 121 (tutkimuspiste RAK7), liikuntasalin varastossa 122 (tutkimuspiste RAK5) ja luokkatilassa 104 (luokka 2, tutkimuspiste RAK3). Tutkimuspisteiden sijainnit on esitetty kuvissa 59. ja 61. ja havaintoja tutkimuspisteestä RAK7 on esitetty kuvissa 62 ja 63.

Rakennetutkimuspisteessä RAK7 tutkittiin liikuntasalin ulkoseinärakenteen kuntoa patterisyvennyksen kohdalla. Rakenne: maali, kipsilevy, rappaus, sementtilastulevy 50 mm, tiili. Seinän sementtilastulevystä otettiin materiaalinäyte mikrobianalyysiin. Tutkimuspisteissä RAK5

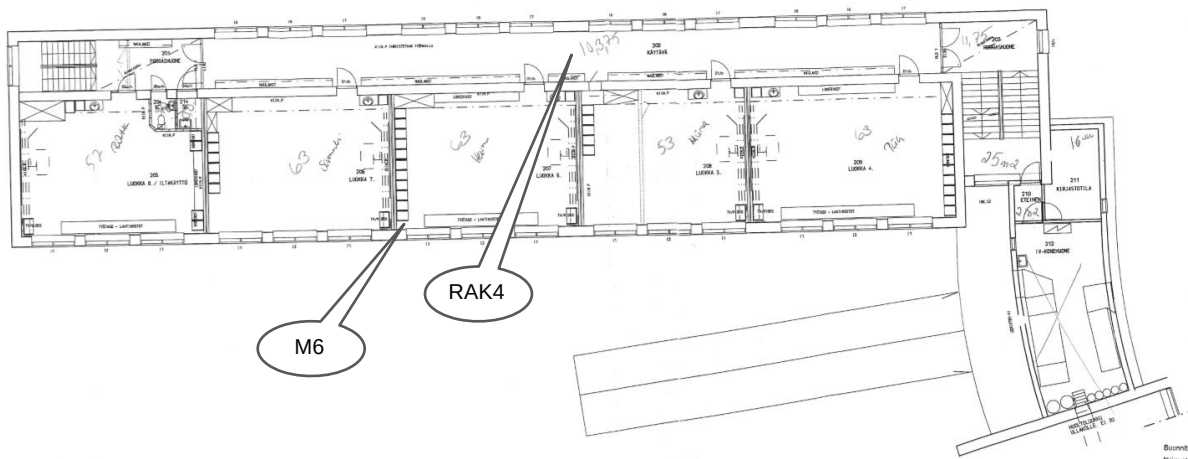
ja RAK3 ulkoseinärakenne on tiili-mineraalivilla-tiili. Molemmista tutkimuspisteissä otettiin mineraalivillaeristeestä materiaalinäyte mikrobianalyyysiin. Mikrobianalyytitulokset on käsitelty tarkemmin kohdassa 5.5.1.



Kuva 59. Osa 1, 1. krs.



Kuva 60. Osa 2, 1. krs.



Kuva 61. Osa 1, 2. krs



Kuva 62. Tutkimuspiste RAK7 sijaitsee liikuntasalin patteri-syvennyksessä.



Kuva 63. Sementtilastulevystä otettiin näyte laboratorioon.

5.5.1 Materiaalinäytteet

Ulkoseinärakenteesta otettiin materiaalinäytteitä laboratorion mikrobianalyysiin ulkoseinärakenteen mineraalivillaeristeestä (tutkimuspisteet RAK5 ja RAK3) ja patterisyvennyksen sementtilastulevyeristeestä (tutkimuspiste RAK7). Seuraavassa on yhteenveto analyysituloksista:

- Näyte 5, MIK9185, sementtilastulevy ulkoseinärakenteessa (tutkimuspiste RAK7)
 - Näytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä niukasti (+).
 - Näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (*Paecilomyces*, *A. ustus* ja aktinobakteerit) kohtalaisesti.
 - Näytteessä esiintyy heikko viite vauriosta.
- Näyte 3, MIK9185, ulkoseinärakenteen mineraalivillaeriste (tutkimuspiste RAK5)
 - Näytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä niukasti (+).
 - Näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (aktinobakteerit).
 - Näytteessä esiintyy heikko viite vauriosta.
- Näyte 5, MIK9182, ulkoseinärakenteen mineraalivillaeriste (tutkimuspiste RAK3)
 - Näytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä niukasti (+).
 - Näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (aktinobakteerit).
 - Näytteessä esiintyy heikko viite vauriosta.

5.5.2 Merkkiainekoe

Tutkimuspisteessä M6 (luokka 6, tila 207) tehtiin merkkiainekoe 1. kerroksen ulkoseinärakenteen tiiveyden tutkimiseksi. Merkkiaineena käytettävä kaasu syötettiin ulkoseinän eristetilaan. Kaasun todettiin tulevan huonetilaan kahdesta kohdasta, missä seinäpinnoitteessa on puutteita, kuten halkeama tai puutteellinen maalipinta.



Kuva 64. Kaasu syötettiin nuolen osoittamasta kohdasta ulkoseinän eristetilaan ja kaasun todettiin tulevan sisäilmaan oranssilla merkityistä kohdista.



Kuva 65. Seinäpinnassa on halkeama kohdassa, mistä kaasua tuli huonetilaan.

5.5.3 Yhteenvedo ja johtopäätökset

1. ja 2. -kerrosten ulkoseinärakenteissa ei havaittu viitteitä poikkeavasta kosteudesta. Ulkoseinärakenteen mineraalivillaeristeen mikrobien määrät ovat niukat eikä mineraalivillaeristeessä todettu merkittävää viitettä rakenteen mikrobivaurioista. Merkkiainekokeen perusteella todettiin ulkoseinän sisäpinnan epätiiveyskohdista ilmavuotoa ulkoseinän eristetilasta huone-tilaan.

5.5.4 Toimenpide-ehdotukset

1. ja 2. -kerrosten ulkoseinärakenteen osalta ei ole välitöntä toimenpidetarvetta. Muiden mahdollisten korjaustoimenpiteiden yhteydessä on suositeltavaa parantaa ulkoseinärakenteiden sisäpinnan tiiveyttä mahdollisten ilmavirtausten estämiseksi ulkoseinän eristetilasta sisäilmaan päin. Liikuntasalin ulkoseinän patterisyyvennyksistä on suositeltavaa poistaa sementtilastulevyerist.

5.6 Välipohjarakenne

Välipohjarakennetta tutkittiin rakennetutkimuksin liikuntasalin varastossa 122 (RAK5), luokkatilassa 104 (luokka 2, RAK3) ja 2. kerroksen käytävällä 202 (RAK4) sekä merkkiainekokein luokkatilassa 207 (luokka 6, tutkimuspiste M6). Tutkimuspisteiden sijainti on esitetty kuvissa 59 - 61.

Tutkimuspisteessä RAK5 välipohjarakenne on seuraava:

- muovimatto,
- ponttilankku,
- kutterilastu,
- betoni

Tutkimuspisteessä RAK3 välipohjarakenne on seuraava:

- muovimatto,
- betoni 100 mm,
- muottilauta,
- tyhjä tila 50 mm,
- betoni.

Tutkimuspisteessä RAK4 oli liikuntasäula, missä palkkien välissä oli eristeenä puukuitulevy.



Kuva 66. Liikuntasalin varaston tutkimuspisteessä RAK5 välipohjan eristeenä on n. 300 mm kutterilastua.



Kuva 67. RAK 5. Välipohjarakenteen eristetilaa alaosaan ulkoseinän betonirakenteen vierestä otettiin näyte eristeestä mikrobialyysiin. Näytteen analyysitulokset viittaavat vaurioon. Betonirakenteet olivat kuivia.



Kuva 68. Tutkimuspisteessä RAK3 (Luokka 2, tila 104) välipohjan ontelotilan pohjalla oli kutterilastua. Ontelossa oli muottilaudat paikoillaan ja ne olivat paikoin lahoja.



Kuva 69. Välipohjarakenteessa (RAK) on lämmitysputket, joissa on pahvipinnoitettu eriste. Pahvi sisäpuolella on todennäköisesti asbestia aistinvaraisen havainnon perusteella. Pahvista otetun näytteen mikrobialyysin tulos viittaa vaurioon. Pahvin pinnassa on mikrobikasvustoon viittaavaa tummentumaa.



Kuva 70. Tutkimuspiste RAK4. Osa 1. 2. kerroksen käytävällä on lattianpinnoite ollut rikki ja se on paikattu.



Kuva 71. Osa 1. 1. kerroksen käytävällä on kattopinnoitteessa kosteuden aiheuttamia jälkiä tutkimuspiste RAK4 kohdalla.



Kuva 72. Tutkimuspisteen RAK4 kohdalla on liikuntasäily. Liikuntasäilyä eristeestä otetun materiaalinäytteen mikrobi-analyysitulokset viittaavat vaurioon.

5.6.1 Materiaalinäytteet

Välipohjarakenteista otettiin materiaalinäytteitä laboratorion mikrobianalyysiin liikuntasalin varaston kutterilastueristeestä (tutkimuspiste RAK5), 1. kerroksen luokkatilan 104 alapuolisen välipohjarakenteen sisällä olevasta muottilaudasta, kutterilastusta ja putkieristeestä (tutkimuspiste RAK3) sekä 2. kerroksen käytävän alapuolisen välipohjarakenteen liikuntasäilyä puukuitulevystä. Seuraavassa on yhteenveto analyysituloksista:

-
- Näyte 4, MIK9185, kutterilastueriste (tutkimuspiste RAK5)
 - Näytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä niukasti (+).
 - Näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (*A. versicolor*, *Pae-cilomyces*, *A. ustus* ja aktinobakteerit) runsaasti.
 - Näytteessä esiintyy viite vauriosta.
 - Näyte 6, MIK9182, putkieristepahvi välipohjarakenteessa (tutkimuspiste RAK3)
 - Näytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti (+++).
 - Näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (*Chaetomium* ja ak-tinobakteerit).
 - Näytteessä esiintyy viite vauriosta.
 - Näyte 7, MIK9182, kutterilastu ja muottilauta (tutkimuspiste RAK3)
 - Näytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä niukasti (+).
 - Näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (aktinobakteerit).
 - Näytteessä esiintyy heikko viite vauriosta.
 - Näyte 8, MIK9182, liikuntasauman puukuitulevy (tutkimuspiste RAK4)
 - Näytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti (+++).
 - Näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (*Ulocladium*, *A. us-tus*).
 - Näytteessä esiintyy viite vauriosta.

5.6.2 Merkkiainekoe

Tutkimuspisteessä M6 (luokka 6, tila 207) tehtiin merkkiainekoe 2. kerroksen alapuolisen vä-lipohjarakenteen tiiveyden tutkimiseksi. Merkkiaineena käytettävä kaasu syötettiin välipohjan ontelotilaan. Kaasua ei havaittu tulevan huonetilaan.



Kuva 73. Kaasu syötettiin nuolen osoittamasta kohdasta välipohjan ontelotilaan.

5.6.3 Yhteenveto ja johtopäätökset

Liikuntasalin varaston alapuolisen välipohjarakenteen purueristeessä todettiin merkittävää mikrobikasvua. On mahdollista, että ulkoseinän läheisyydessä välipohjarakenteen eristekerroksessa on erityisesti talvella mikrobikasvulle otolliset olosuhteet. Välipohjan eristeenä oleva kutterilastu on herkästi mikrobivaurioituva materiaali. Todennäköisesti liikuntasalissa on sama kutterilastulla eristetty välipohjarakenne kuin liikuntasalin varastossa. Liikuntasalin lattian eristetilan ja huoneilman välillä on ilmayhteys, rakenne ei ole ilmatiivis.

Tutkimuksessa todettiin, että välipohjarakenteiden sisällä on mm. lämmitysputkia, joiden putkieristeisiin on syntynyt kosteusvaurioita. Paikallinen kosteusvaurio todettiin 2. kerroksen käytävällä, jossa liikuntasaumassa oleva puukuitulevy on mikrobivaurioitunut. Käytävällä todennäköisesti lattian pesuvesi on päässyt liikuntasamaan. Luokkasiiven välipohjarakenteen sisällä on muottilautoja ja kutterilastua, jotka ovat kosteuden vaikutuksesta herkästi vaurioituvia materiaaleja. Tutkimuspisteen kohdalla materiaaleissa todettiin laboratorioanalyysin perusteella heikko viite vauriosta ja rakenteet olivat kuivia. Muottilaudat ovat kuitenkin osittain lahoja ja lahoaminen on tapahtunut heti rakentamisen jälkeen. Jos rakenteisiin pääsee ylimääräistä kosteutta, välipohjarakenteen orgaanisissa materiaaleissa alkaa helposti mikrobikasvua. 2. -kerroksen alapuolisen välipohjarakenteen merkkiainetutkimuksessa ei havaittu ilma- vuotoa välipohjarakenteen ontelotilasta huonetilaan. Välipohjarakenteissa on kuitenkin paikallisia läpivientikohtia, joiden kautta ilmayhteys huonetilan ja välipohjaontelon väli on olemassa.

5.6.4 Toimenpide-ehdotukset

Liikuntasalin lattian kutterilastueristeet poistetaan ja korvataan paremmin kosteutta kestäväällä materiaalilla.

Liikuntasaumojen kohdalta poistetaan puukuitulevy mahdollisuuksien mukaan ja korvataan paremmin kosteutta kestäväällä materiaalilla. Sauma sisäilmayhteys tiivistetään elastisella massalla.

Ilmatiiveys betonirakenteisen välipohjaontelon ja alapuolisen huonetilan välillä tutkitaan. Jos merkittäviä vuotokohtia todetaan, tehdään tarvittavat tiivistystoimenpiteet ilmayhteyden poistamiseksi välipohjaonteloiden ja huonetilojen välillä.

Pitkän käyttöikätaavoitteen korjaustoimenpiteenä suositellaan kaikissa välipohjarakenteissa vaurioituneen materiaalin poistaminen rakenteesta tai vähintään rakenteen ilmatiiviiden parantaminen.

5.7 Yläpohja ja vesikatto

Yläpohjarakenteena on betoniholvi, jonka päällä on 100 mm sementtilastulevyeriste ja sen päällä n. 70 mm pintabetoni. Liikuntasalin näyttämön takana palkiston alaosa on lautaverhoilu. Yläpohjarakenteen kuntoa tutkittiin aistinvaraisesti katselmoimalla ullakkotiloista sekä avaamalla yläpohjarakennetta ullakkotilan kautta käytävän 202 kohdalla. Liikuntasalin ullakkotilan katselmoiminen on suorittanut Vimpelin kunnan ammattimies Paavo Vainio. Tiedot on saatu häneltä. Havainnot on esitetty oheisessa kuvakoosteessa.



Kuva 74. Viemärin tuuletusputken läpivientikohdalta vesikate vuotaa iv-konehuoneen läheisyydessä.



Kuva 75. Sama kohta kuin edellinen kuva. Vettä on valunut iv-kanavan eristeisiin ja siitä edelleen ullakkotilan lattialle.



Kuva 76. Viemärin tuuletusputken läpivientikohdalta vesikate vuotaa. Myös tämä paikka iv-konehuoneen läheisyydessä.



Kuva 77. Sama kohta kuin edellinen kuva. Vettä on valunut ullakkotilan lattialle.



Kuva 78. Viemärin tuuletusputki on irti liitoksistaan.



Kuva 79. Sama kohta kuin edellinen kuva. Kosteusvauriojälkiä tuuletusputken ympärillä rakennusmateriaaleissa ja irtaimistossa.



Kuva 80. Ullakkotilan sisäänkäynnin lähellä oli viemärin tuuletusputki irti liitoksistaan ja vettä oli vuotanut yläpohjarakenteen betonilaatan päälle.



Kuva 81. Sama kohta kuin edellinen kuva.



Kuva 82. Epätiivis läpivientikohta yläpohjarakenteessa.



Kuva 83. Epätiivis läpivientikohta yläpohjarakenteessa.



Kuva 84. Iv-koneen läpivientikohta vesikatteessa vuotaa.



Kuva 85. Vanha viemäriputki ullakolla.



Kuva 86. Näyttämön takana on epätiivis läpivientikohta.



Kuva 87. Läpivientikohta täytetty mineraalivillalla.



Kuva 88. Näyttämön takana on avoin ilmanvaihtokanava.



Kuva 89. Yläpohjarakenteen sisällä on runsaasti rakennusmateriaaliperäistä jätettä.



Kuva 90. Kuva liikuntasalin ullakkotilasta. Ullakkotilassa on runsaasti rakennusjätteitä. (Kuva Paavo Vainio)



Kuva 91. Kuva liikuntasalin ullakkotilasta. Iv-läpivienti yläpohjarakenteessa on epätiivis. (Kuva Paavo Vainio)

5.7.1 Rakennetutkimuspiste RAK6

Tutkimuspiste RAK6 sijaitsee ullakkotilassa käytävän 202 kohdalla. Tutkimuspisteessä avattiin ullakkotilan kautta yläpohjarakennetta. Tutkimuspisteessä otettiin kaksi materiaalinäytettä laboratorion mikrobianalyysiin. Näytteet otettiin eristeenä olevasta sementtilastulevystä ja sen yläpuolella olevasta pahvista.

Rakenne tutkimuskohdalla:

- Betoni
- Sementtilastulevy
- Betoni
- syvemmälle ei tutkittu

Polygon Finland Oy

Y-tunnus 0892371-5, Kotipaikka Helsinki
etunimi.sukunimi@polygongroup.com
www.polygongroup.fi



Kuva 92. Yläpohjan eristeenä on sementtilastulevy, jonka yläpuolella on rakennuspahvi.

5.7.2 Materiaalinäytteet

Yläpohjarakenteesta otettiin materiaalinäytteitä laboratorion mikrobianalyysiin tutkimuspisteestä RAK6 2. -kerroksen käytävän kohdalta:

- Näyte 1, MIK9185, rakennuspahvi (tutkimuspiste RAK6)
 - Näytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti (+++).
 - Näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (aktinobakteerit).
 - Näytteessä esiintyy viite vauriosta.
- Näyte 2, MIK9185, sementtilastulevy (tutkimuspiste RAK6)
 - Näytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti (+++).
 - Näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (aktinobakteerit).
 - Näytteessä esiintyy viite vauriosta.

5.7.3 Yhteenveto ja johtopäätökset

Vesikattorakenteessa oli havaittavissa vuotokohtia, jotka tutkimushetkellä vuotivat. Vuotokohdat olivat vesikatteen läpivientikohtia. Kattovuodot aiheuttavat yläpohjarakenteelle ylimääräistä kosteusrasitusta. Lisäksi kahden viemärin tuuletusputken liitos oli irti, mistä aiheutui myös kosteusrasitusta yläpohjarakenteille. Kosteusrasitusta on voinut yläpohjarakenteelle aiheutua myös aikaisempien vesikatteiden aikana tapahtuneista mahdollisista vuodoista. Rakennetutkimuksen perusteella todettiin runsasta mikrobikasvua yläpohjarakenteen sementtilastulevyeristeessä ja sen päällä olevassa pahvissa. Tutkimuksessa tehtyjen havaintojen perusteella yläpohjarakenne ei ole tiivis, vaan rakenteessa on useita tiivistämättömiä läpivientikohtia, joiden kautta yläpohjarakenteen epäpuhtaudet voivat päästä kulkeutumaan sisäilmaan.

5.7.4 Toimenpide-ehdotukset

Yläpohjarakenteen vesivuotokohdat korjataan

- Vuodon syyt korjataan.
- Vuotokohtien vaurioalueelta poistetaan yläpohjarakenteen vaurioituneet orgaaniset materiaalit.
- Yläpohjarakenteen läpivientikohdat tiivistetään siten, että ilmayhteys yläpohjarakenteen rakennekerrosten ja sisäilman välillä poistetaan.

Vanhan viemäriputken tarkistus ja tarvittaessa tulppaus tai poisto.

Pitkän käyttöajan korjausvaihtoehtona suositellaan yläpohjarakenteen orgaanisten eristämateriaalien poistamista kokonaan.

6 ILMANVAIHTO

6.1 Ilmanvaihtojärjestelmä

Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Rakennuksessa on 4 tulo- ja poistoilmanvaihtokonetta ja niiden palvelualueet jakautuvat pääpiirteittäin seuraavasti: luokkatilat, keittiö, liikuntasali, kellari ja aula. Ilmanvaihtojärjestelmä on puhdistettu ja säädetty maaliskuussa 2021.

6.2 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus

Tuloilmakanavien sisäpinnoilta otettiin geeliteippinäytteitä (Näytteet 1, 2 ja 3. Kuituanalyysi KUI2109) mineraalivillakuitujen laskemista varten kolmesta eri tutkimuspisteestä IV1 – IV3. Näytteiden kuitupitoisuus vaihteli välillä 3,4 – 8,2 kpl/cm². Pitoisuus alittaa työterveyslaitoksen tuloilmakanavan sisäpinnan mineraalikuiduille määrittämän viitearvon, keskimäärin 10-30 kuitua/cm², jonka ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin toimistotyyppisillä työpaikoilla. Kuitupitoisuus alittaa viitearvon, mutta kuituja voi liikkua sisäilmassa aina kun niitä löytyy

tuloilmakanavasta. Aistinvaraisesti tarkistettuna kanavien pinnalla on pölykertymää, eniten ruokalan tutkimuspisteessä IV1. Kyseisellä kohdalla kanavan sisäpinnan pölykertymä näyttää siltä, että tehty puhdistustyö ei ole kattanut kaikilta osin kanaviston sisäpintoja.



Kuva 93. Tutkimuspiste IV1, näyte 1., ruokala.



Kuva 94. Tutkimuspiste IV2, näyte 2., luokka 2.



Kuva 95. Tutkimuspiste IV3, näyte 3., luokka 5.



Kuva 96. Keittiön tuloilmakone. Lämmityspatteri on likainen. Siinä on mm. mineraalivillaa ja hyönteisiä.



Kuva 97. Keittiön tuloilmakone. Suodatinkehys on epätiivis.



Kuva 98. Keittiön poistoilmahuuhallin. Puhaltimen pinnoilla on runsaasti rasvaa.



Kuva 99. Luokkien tuloilmakone. Raitisilmakammion pohjalla on jälkiä kosteudesta ja siitepölyä.



Kuva 100. Luokkien kone. Ennen suodatinta runsaasti roskaa.



Kuva 101. Luokkien kone. Suodatinkehys ei ole tiivis.



Kuva 102. Luokkien kone. Puhallinkammion pohjalla on kosteuden aiheuttamia jälkiä.

6.3 Ilmamäärät

Pienluokkatilasta 110 mitattiin tuloilman ilmamäärä, koska tilassa on koettu ilmanvaihdon riittämättömyyden tunnetta. Tuloilman päätelaitteesta mitattu ilmamäärä oli 32 l/s.



Kuva 103. Pienryhmätilassa 110 tilojen käyttäjät kokevat ilmanvaihdon riittämättömyyden tunnetta. Osa 1, 1. krs.

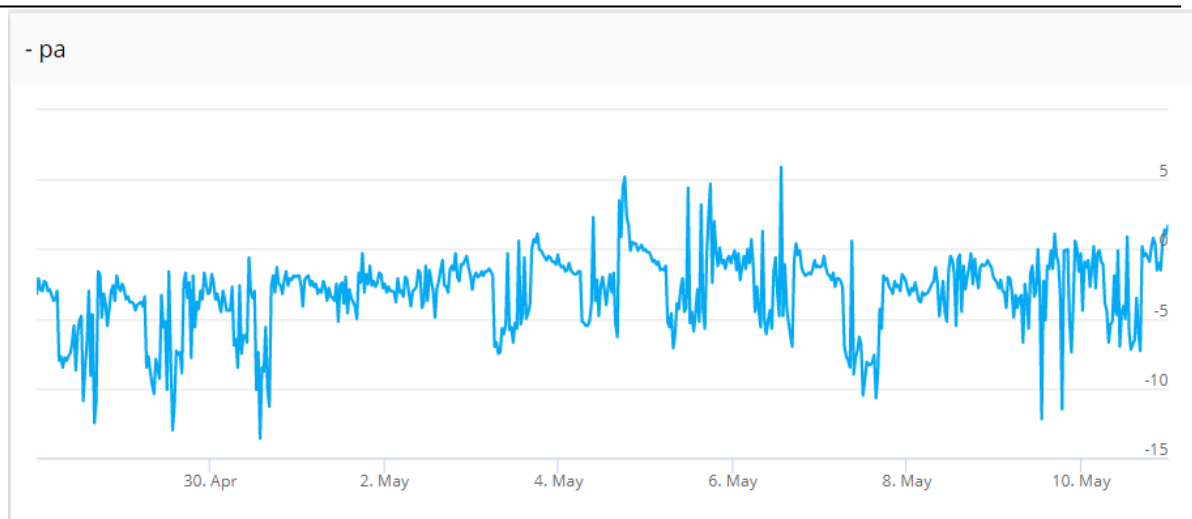


Kuva 104. Terveystieteiden tilassa 211 tilojen käyttäjät kokevat ilmanvaihdon riittämättömäksi. Tilassa on poistoilmaventtiili, mutta ei tuloilmaventtiiliä eikä muutakaan hallittua korvausilmareittiä.

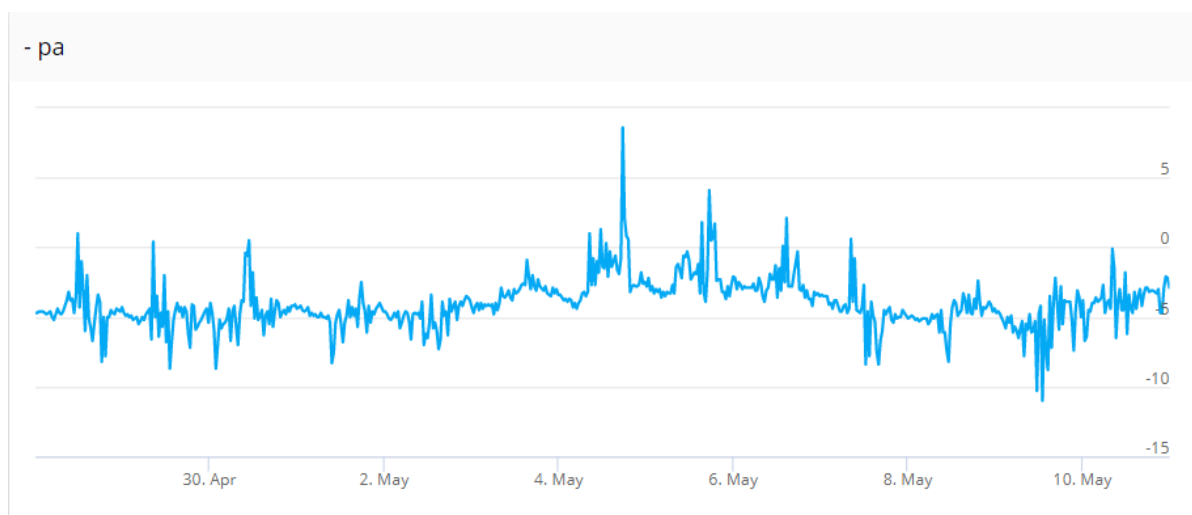
Asumisterveysasetuksen mukaan ulkoilmavirran tulee olla kouluissa tilojen käytön aikana vähintään $6 \text{ dm}^3/\text{s}$ henkilöä kohden. Mitatun ilmamäärän perusteella tilan ilmanvaihto on riittävä, kun tilassa on enintään 5 henkilöä kerralla. Ilmanjakotapa voi aiheuttaa sen, että ilma ei kierrä kunnolla koko huoneessa, koska tulo- ja poistoilmaventtiilit ovat samalla seinällä korkealla katon rajassa.

6.4 Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero

Tutkimuksen yhteydessä mitattiin sisä- ja ulkoilman välistä painesuhdetta 28.4.- 11.5.2021 välisenä aikana jatkuvatoimisena kolmessa eri tutkimuspisteessä: esikoulun luokkatilassa 029 (tutkimuspiste L1), 1. kerroksen pienopetustilassa 110 (tutkimuspiste L2) ja 2. kerroksen luokkatilassa 207 (tutkimuspiste L3, luokka 6). Tutkimuspiste L1 (esikoulun luokkatila) oli eniten alipaineinen ulkoilmaan nähden. Tila oli tilan käytön aikana ajoittain n. 5-10 Pa alipaineinen ja pääsääntöisesti tilojen käytön ulkopuolella n. 1- 4 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden. Tutkimuspiste L2 (1. kerroksen pienopetustila 110) oli pääsääntöisesti n. 3 – 5 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden. Tutkimuspisteen L3 (2. kerroksen luokkatila 207) paine-ero ulkoilmaan nähden oli pääsääntöisesti lähellä 0 Pa. Paine-eron mittaustulokset on esitetty kuvissa 105 - 107.



Kuva 105. Tutkimuspiste L1, esikoulun luokkatila 029. Sisäilman ja ulkoilman välinen paine-ero 28.4. – 11.5.2021.



Kuva 106. Tutkimuspiste L2, 1. kerroksen pienopetustila 110. Sisäilman ja ulkoilman välinen paine-ero 28.4. – 11.5.2021.

- pa



Kuva 107. Tutkimuspiste L3, 2. kerroksen luokkatila 207. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus 28.4. – 11.5.2021.

6.5 Yhteenveto ja johtopäätökset

Terveystieteiden tilassa ei ole hallittua korvausilmareittejä, jolloin ilmavaihtuvuus on heikko ja korvausilma kulkeutuu rakenteiden epätiivetyyskohdista.

Esikoulun luokkatila on ajoittain poikkeavan alipaineiset (> -5 Pa) ulkoilmaan nähden. Tilaan aiheutuu alipaine, jos tilasta poistetaan ilmaa suurempi määrä kuin tilaan tuodaan hallitusti ilmaa. Tavoitteellinen paine-ero ulkoilman ja sisäilman välillä on $0 \dots -2$ Pa koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihdolla.

Mitä suuremmaksi tilojen alipaineisuus kasvaa niin sitä enemmän alipaineen vaikutuksesta hallitsemattoman korvausilman kulkeutuminen rakenteista / eri tiloista tehostuu. Hallitsemattoman korvausilman mukana kulkeutuu epäpuhtauksia rakenteista sisäilmaan. Painesuhteet vaihtelevat tilojen käytön (oven avaukset, paikallispoistot, yms.) ja ulkoilman olosuhteiden mukaisesti (tuuli yms.)

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän sisäpinnoilla todettiin mineraalivillakuituja. Kuitujen määrä ei kuitenkaan ylittänyt niille annettuja viitearvoja. Ilmanvaihdon ilmavirtausten mukana on mahdollista kulkeutua sisäilmaan mineraalivilla kuituja, jotka heikentävät sisäilman laatua. Tutkittujen tilojen pinnoilla ei kuitenkaan todettu toimenpiderajoja ylittäviä mineraalivillakuitujen pitoisuuksia.

6.6 Toimenpide-ehdotukset

Tehtyjen korjaustoimenpiteiden jälkeen ilmanvaihdon puhdistus ja säätö.

Puhdistuksen yhteydessä huomioidaan mahdolliset mineraalivillakuitulähteen ilmanvaihtojärjestelmässä.

Kiinnitetään huomiota tuloilmakoneiden suodatinkohyksen tiiveyteen.

Terveystieteiden tilaan järjestetään hallittu tuloilman saanti.

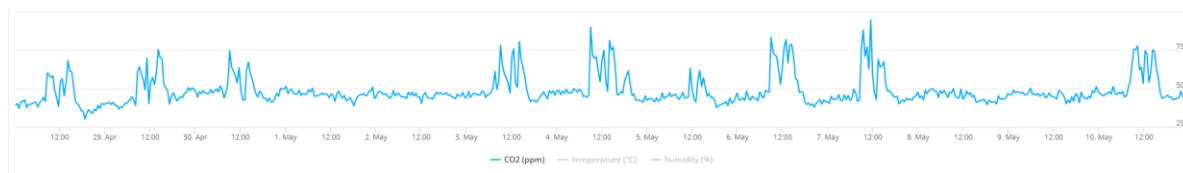
Pienluokkatilassa muutetaan ilmanjakotapaa siten, että tuloilma leviää myös lähelle ulkoseinää työskentelytasolle.

7 SISÄILMAN OLOSUHDE- JA EPÄPUHTAUMITTAUKSET

Tutkimuksen yhteydessä mitattiin sisäilman hiilidioksidipitoisuutta, lämpötilaa ja suhteellista kosteutta pitkäkestoisena mittauksena kolmessa eri tutkimuspisteessä: esikoulun luokkatilassa 029 (tutkimuspiste L1), 1. kerroksen pienopetustilassa 110 (tutkimuspiste L2) ja 2. kerroksen luokkatilassa 207 (tutkimuspiste L3, luokka 6).

7.1 Hiilidioksidi

Sisäilman hiilidioksidipitoisuus kuvaa tilan käytön aikaista ilmanvaihdon riittävyyttä. Hiilidioksidipitoisuuden mittaustulokset on esitetty kuvissa 109-111.



Kuva 108. Tutkimuspiste L1, esikoulun luokkatila 029. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus 28.4. – 11.5.2021.



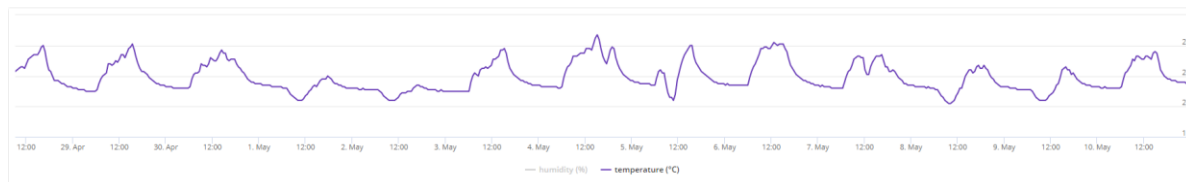
Kuva 109. Tutkimuspiste L2, 1. kerroksen pienopetustila 110. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus 28.4. – 11.5.2021.



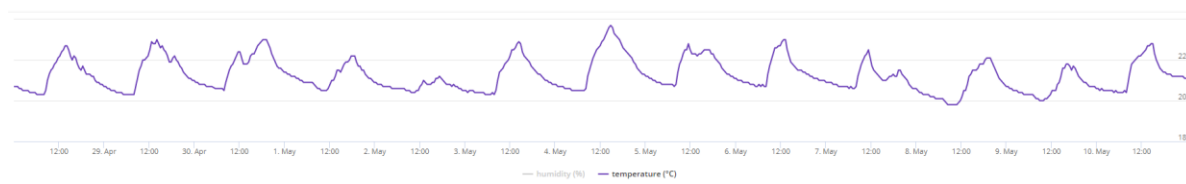
Kuva 110. Tutkimuspiste L3, 2. kerroksen luokkatila 207. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus 28.4. – 11.5.2021.

Sisäilman hiilidioksidipitoisuus oli korkeimmillaan tutkimuspisteessä L1 (esikoulun luokkatila 029) 951 ppm, tutkimuspisteessä L2 (1. kerroksen pienopetustila 110) 805 ja tutkimuspisteessä L3 (2. kerroksen luokkatila 207) 823 ppm. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus ei ylitä asu- ja työterveysasetuksen toimenpiderajaa, joka on 1150 ppm suurempi kuin ulkoilman pitoisuus. Tuloksen tulkinnassa ulkoilman hiilidioksidipitoisuuden arvona voidaan käyttää 400 ppm.

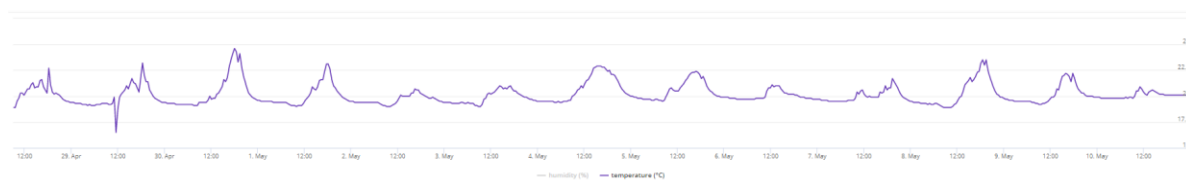
7.2 Sisäilman suhteellinen kosteus ja lämpötila



Kuva 111. Tutkimuspiste L1, esikoulun luokkatila 029. Sisäilman lämpötila 28.4. – 11.5.2021.



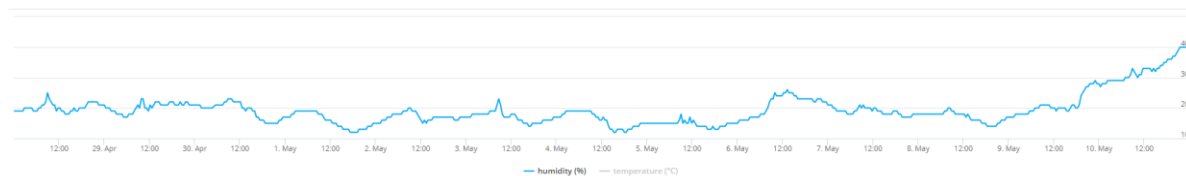
Kuva 112. Tutkimuspiste L2, 1. kerroksen pienopetustila 110. Sisäilman lämpötila 28.4. – 11.5.2021.



Kuva 113. Tutkimuspiste L3, 2. kerroksen luokkatila 207. Sisäilman lämpötila 28.4. – 11.5.2021.



Kuva 114. Tutkimuspiste L1, esikoulun luokkatila 029. Sisäilman suhteellinen kosteus 28.4. – 11.5.2021.



Kuva 115. Tutkimuspiste L2, 1. kerroksen pienopetustila 110. Sisäilman suhteellinen kosteus 28.4. – 11.5.2021.



Kuva 116. Tutkimuspiste L3, 2. kerroksen luokkatila 207. Sisäilman suhteellinen kosteus 28.4. – 11.5.2021.

Sisäilman lämpötilan vaihteluväli eri tutkimuspisteissä oli seuraava:

- L1: 20,2°C – 24,7°C
- L2: 19,8°C – 23,7°C
- L3: 16,5°C – 24,6°C. Alimmillaan lämpötila pääasiassa n. 19°C.

Sisäilman suhteellisen kosteuden vaihteluväli eri tutkimuspisteissä oli seuraava:

- L1: 12 % – 41 %
- L2: 12 % – 40 %
- L3: 11 % – 47 %

7.3 Sisäilman mineraalivillakuitu pitoisuus

Sisäilman mineraalivillakuitu pitoisuuden määrittäminen toteutettiin geeliteipillä laskeumalevyille kahden viikon aikana laskeutuneesta pölystä.

- Kohteeseen vietiin 3 kpl puhdistettuja laskeumalevyjä. Tutkimuspisteet sijaitsivat esikoulun luokkatilassa 029 (PK1), luokkatilassa 104 (PK2) ja luokkatilassa 207 (PK3). Tutkimuspisteiden sijainti on esitetty liitteenä olevassa pohjakuvassa.
- Laskeumalevyt annettiin olla kohteessa 2 viikkoa, jolloin saadaan otanta eri sisäilman olosuhteista (paine-ero ulkoilmaan nähden yms.)
- 2:den viikon laskeumasta suoritettiin geeliteippinäyte, jotka lähetettiin laboratorioon tutkittavaksi. Tulokset on esitetty tarkemmin liitteessä "Kuituanalyysi KUI2088".

Laboratorion mineraalivillakuituanalyysin mukaan

- Näytteissä mineraalivillakuitu pitoisuus ei ylittänyt Asumisterveysasetuksen 545/2015 toimenpiderajaa (0,2 kuitua/ cm²).

7.4 Muut selvitykset

Luokkatiloissa on hormi- ja kotelorakenteita. Tutkimuksen yhteydessä tutkittiin hormi- ja kotelorakenteita tarkastusluukkujen kautta. Kotelorakenteissa olevan tarkastusluukut eivät ole tiiviitä. Kotelorakenteiden sisällä oli epätiivittä läpivientejä hormirakenteiden sisälle. Kotelorakenteiden sisällä oli mineraalivillaa ja pölykertymää. Kotelorakenteiden kautta voi kulkeutua sisäilmaan mineraalivillakuituja ja muita epäpuhtauksia.



Kuva 117. Luokka 5. Kotelorakenteita, joissa epätiivitä luokkuja.



Kuva 118. Kuva kotelorakenteen sisältä, missä on epätiivis läpivientikohta hormirakenteeseen.



Kuva 119. Runsaasti mineraalivillaa kotelorakenteen sisällä.



Kuva 120. Ilmayhteys kotelorakenteeseen. Luokka 2.



Kuva 121. Kotelo sisäpinnalla pölykertymää. Ruokala

7.5 Yhteenveto ja johtopäätökset

Sisäilman lämpötila tutkituissa tiloissa vaihteli välillä 16,5 °C - 24,7 °C. Hetkellinen alhainen lämpötila johtuu todennäköisesti ikkunatuuletuksesta. Lämpöviihtyvyydessä on yksilöllisiä eroja, mutta tyytyväisten osuuden on todettu olevan suurin, kun lämpötila on noin 21 °C. Sisäilman korkea lämpötila aiheuttaa tunkkaisen ilman ja ilmamäärän riittämättömyyden tunnetta. Koneellisessa tuloilmavaihtojärjestelmässä liian korkea tuloilman lämpötila heikentää tuloilman sekoittumista ja jakautumista huonetilaan, mikä osaltaan antaa vaikutelman ilmamäärän riittämättömyydestä.

Sisäilman suhteellinen kosteus tutkituissa tiloissa vaihteli välillä 11 % - 47 %. Sisäilman kosteus oli melko alhainen. Ulkoilmassa kylmän ilman suhteellinen kosteus on korkea. Kun kylmä ilma lämpenee sisälle tullessaan, sen suhteellinen kosteus laskee. Voimakas koneellinen ilmanvaihto poistaa sisällä vallitsevaa kosteutta ja kuivattaa ilmaa. Kuivassa sisäilmassa (RH < 20%) ilmassa ihmiset kokevat hengitysteiden limakalvojen, silmien sidekalvojen ja ihon kuivumista. Kuiva huoneilma myös herkistää muiden sisäilman epäpuhtauksien vaikutuksille. Korkea lämpötila lisää tunnetta ilman kuivuudesta.

Lämmityskaudella huoneilman lämpötilan osalta asumisterveysasetuksen toimenpideraja opilaitoksissa on + 20 °C – + 26 °C. Mitatut lämpötilat olivat pääsääntöisesti näissä rajoissa.

Tutkimuspisteessä L3 lämpötila oli ajoittain alle 20. Kyseinen tutkimuspiste sijaitsi ulkoseinän läheisyydessä, mikä selittää ajoittaista alhaista lämpötilaa.

Luokkatiloissa on putkikotelorakenteita, joiden sisällä on mineraalivillaeristeitä. Kotelot eivät ole tiiviitä huonetiloihin nähden. Niiden kautta voi kulkeutua sisäilmaan mineraalivillakuituja ja muita epäpuhtauksia. Koteloista oli ilmayhteys myös hormirakenteisiin epätiivien läpivientien kautta.

8 TÄRKEIMMÄT SUOSITELTAVAT TOIMENPITEET

Rakennuksen alapohjarakenteessa ja maata vasten olevissa seinärakenteissa todettiin kosteuden aiheuttamia vaurioita, jotka vaativat toimenpiteitä lyhyellä aikajänteellä. Ohessa lista tärkeimmistä lyhyen aikajänteen toimenpiteistä:

- Ulkopuoliset kuivatusrakenteet uusitaan niiltä osin, kuin ne ovat vielä uusimatta.
- Alapohjan vaurioituneet muovimattopinnoitteet poistetaan ja korvataan kosteutta kestäväillä pinnoitteilla.
- Maata vasten olevan ulkoseinärakenteen ja kellarin väliseinärakenteiden kosteusvaurioituneet rappaus- ja maalipinnoitteet poistetaan ja uusitaan kosteutta kestäväillä materiaaleilla. Työssä kiinnitetään erityistä huomiota rakenteen ilmatiiveyteen, jotta syvemmillä rakenteissa olevat epäpuhtaudet eivät pääse kulkeutumaan sisäilmaan.
- Alapohjarakenteessa olevat orgaaniset materiaalit poistetaan tai vähintäänkin parannetaan rakenteiden tiiveyttä siten, että alapohjarakenteissa olevat mikrobiperäiset epäpuhtaudet eivät pääse kulkeutumaan sisäilmaan.
- Liikuntasalin lattian kutterinpurueristeet poistetaan ja korvataan nykyaikaisilla eristeillä.
- Vesikaton vuotokohdat ja vuodoista aiheutuneet vauriot korjataan.
- Yläpohjarakenteen läpivientikohdat, hormi- ja putkikotelorakenteet tiivistetään huonetiloihin päin.
- Korjaustöiden jälkeen ilmanvaihto puhdistetaan ja säädetään. Säättötyössä huomioidaan eri rakennuksen osien paine-ero ulkoilmaan nähden.

Korjausrakentaminen tulee tehdä erillisen korjaussuunnitelman mukaan. Korjaussuunnittelussa huomioidaan rakennuksen suunniteltu käyttöikä ja peilataan käytetyt korjausmenetelmät siihen. Eri tutkimusosioissa on esitelty laajemmin korjaustoimenpidevaihtoehtoja erityisesti alapohjarakenteen ja maata vasten olevan seinärakenteen osalta.

Allekirjoitukset

Anne Keltamäki
Insinööri (AMK)
Rakennusterveysasiantuntija, C-24137-26-18
Rakenteiden kosteuden mittaaja, C-6625-24-11

Toimeksiannoissamme noudatamme konsulttitoiminnan yleisiä sopimusehtoja KSE 2013

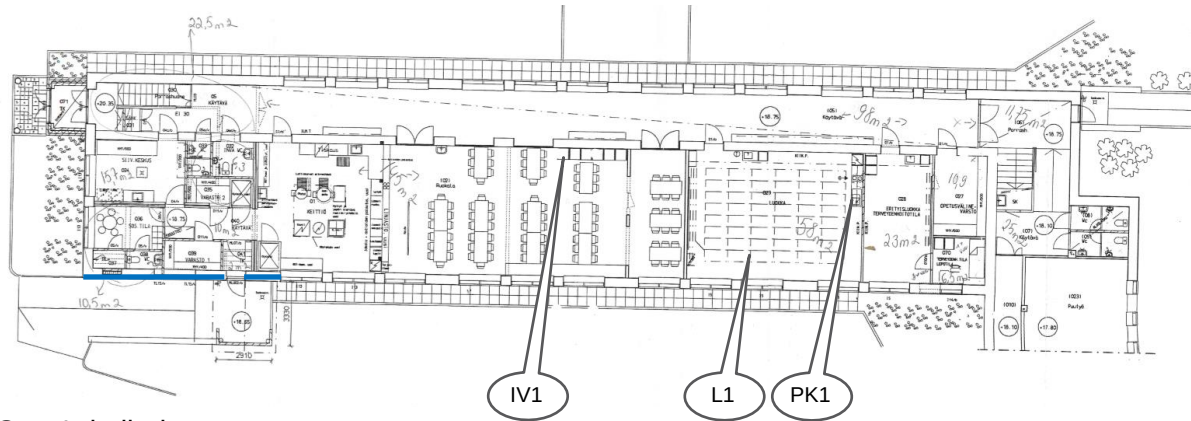
Raportin johtopäätökset ja suositukset perustuvat tutkimus- ja mittauspisteistä ja/tai kohteista saatujen tulosten analysointiin. Raportti sisältää analyysi- ja mittatietoja ainoastaan kyseisessä raportissa mainituista kohteista ja mittapisteistä mittaushetkellä, eikä raportin tuloksia ja johtopäätöksiä voi yleistää kohteen tai kiinteistön muihin tiloihin ja/tai rakenteisiin.

Tutkimus ei sulje pois mahdollisuutta, että muualla kiinteistössä tai sen rakenteissa olisi piilossa olevia rakennusvirheitä tai vaurioita. Vahinkotarkastusraportin ollessa kyseessä raportti laaditaan kuvaillun vahingon tai tapahtuman laajuuden selvittämiseksi, eikä raporttia voi käyttää kiinteistön tai sen osan arvon tai kunnon määrittämisessä.

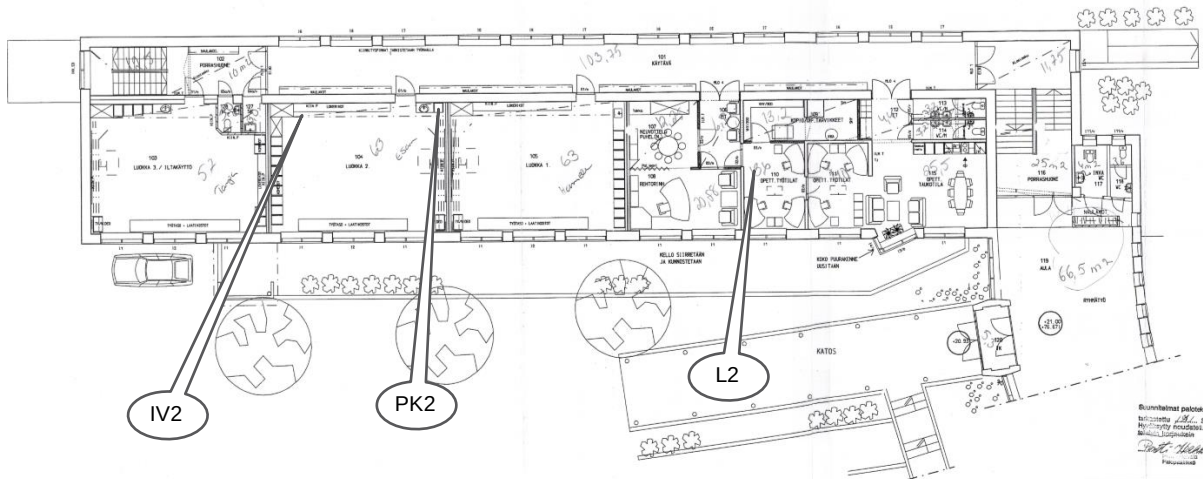
Polygon Finland Oy ei kanna vastuuta kiinteistössä olevista piilevistä vioista tai vaurioista jotka ovat tutkimuskohteen ulkopuolella tai syntyneet tutkimushetken jälkeen tutkimuskohteeseen. Kartoitus- ja katselmuspalvelu sekä sen dokumentointi ei saata Polygon Finland Oy:tä vastuuseen tutkimuskohteen mahdollisista virheistä tai vaurioista tutkimushetkellä, sitä ennen tai sen jälkeen.

LIITE: POHJAPIIRUSTUS NÄYTTEENOTTOKOHTINEEN

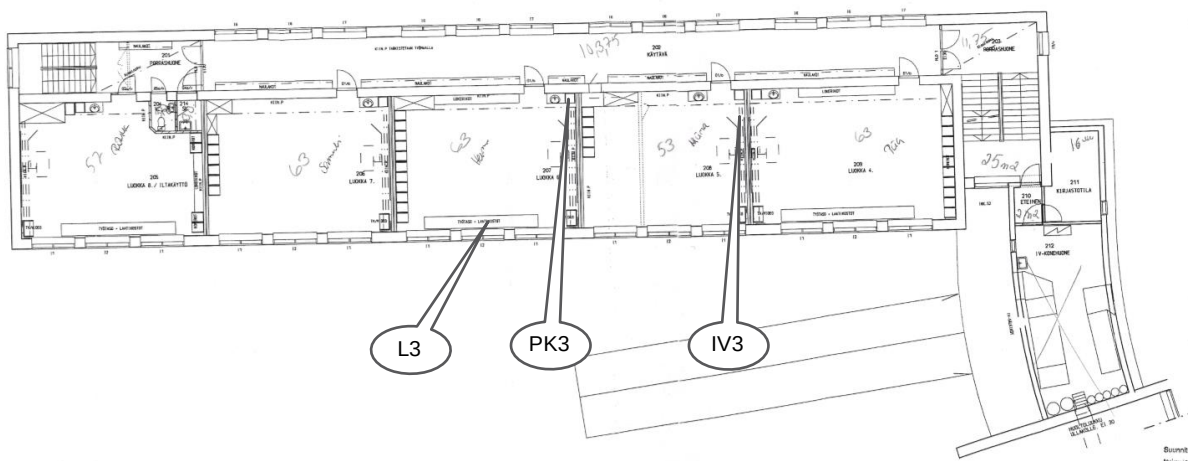
Piirros/pohjakuva: ei mittakaavassa viitteellinen



Osa 1, kellari.



Osa 1, 1. krs.



Osa 1, 2. krs

Sisäilma mineraalivilla PK

Olosuhtemittaus L

Tuloilma mineraalivilla IV

Polygon Finland Oy

Y-tunnus 0892371-5, Kotipaikka Helsinki

etunimi.sukunimi@polygongroup.com

www.polygongroup.fi