



## Myrskylänmäen päiväkodin laajennusosan ilmanvaihtoselvitys

Tilaaaja: Vihdin kunta

<b>Tilaja</b>	<b>Vihdin kunta</b> Kjell Gröning Tilapalvelut Asemantie 30 PL 13 03101 Nummela <a href="mailto:kjell.groning@vihti.fi">kjell.groning@vihti.fi</a>
<b>Tilausviite</b>	Sähköpostitilaus 29.11.2018 (Kjell Gröning, Mikko Saari).
<b>Yhteyshenkilö</b>	Eurofins Expert Services Oy Mikko Saari Kemistintie 3 02150 Espoo <a href="mailto:mikkosaari@eurofins.fi">mikkosaari@eurofins.fi</a>
<b>Toimeksianto</b>	<b>Myrskylänmäen päiväkodin laajennusosan ilmanvaihtoselvitys</b>
<b>Kohde</b>	Ilmanvaihtoselvityksen kohteena oli päiväkotirakennuksen laajennusosa osoitteessa Myrskylänkuja 2, 03400 Vihti. Päiväkotirakennus koostuu vuonna 2014 valmistuneesta uudesta laajennusosasta ja vanhasta osasta, jota ei tässä selvityksessä tutkittu (kuva 1).



Kuva 1. Rakennuksen osat ilmakuvassa.

<b>Tehtävän kuvaus</b>	Tehtävä liittyi kohteessa havaittuihin tavanomaisesta poikkeaviin hajuihin. Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimuksissa selvitettiin ilmanvaihdon toimivuutta ja mahdollista osuutta hajuihin ja niiden leviämiseen. Myös viemärihajujen esiintymistä selvitettiin.
------------------------	---

## Tehtävän suoritus

Ilmanvaihtojärjestelmän mitoitus, toimivuus ja toimintaedellytykset arvioitiin suunnitteluasiakirjojen ja muun tilaajalta saadun tiedon ja aineiston perusteella sekä kenttätutkimuksin. Kohteesta oli käytössä ilmanvaihtopiirustukset ja ilmanvaihtokoneiden kaaviot ja tekniset tiedot. Arvioinnissa keskityttiin erityisesti hyvän sisäilman laadun ja hajujen leviämisen kannalta oleellisiin asioihin ja niihin tiloihin (ja ilmanvaihdon palvelualueisiin), joissa tilojen käyttäjät olivat tehneet havaintoja sisäilman huonosta laadusta.

Kohteeseen suoritettiin tarkastus- ja mittauskäynti 4.1.2019, jolla ilmanvaihdon tarkoituksenmukainen toimivuus arvioitiin tarvittavien mittausten ja havaintojen avulla. Päätelaitteilta mitattiin tilakohtaisia ilmavirtoja ja ilmanvaihtokoneiden toiminta tarkastettiin. Vallitsevia paine-eroja sekä ilmanvaihtojärjestelmästä että rakennuksesta mitattiin. Ilmanjaon tehokkuutta arvioitiin aistinvaraisesti sekä päätelaitteiden tyyppin ja sijoittelun sekä kanavapaineen ja lämpötilamittausten perusteella. Ilmanvaihtojärjestelmän toimivuutta arvioitiin myös rakennusautomaatiojärjestelmän mittaus- ja ohjaustietojen perusteella. Paine-erojen seurantamittaukset tehtiin kolmen viikon mittausjaksolla (12.12.2018 – 4.1.2019) ennen muita kenttätutkimuksia.

Paine-erojen seurantamittaukset tehtiin Pro dual PEL-N ja Dwyer Magnesense mittalaitteilla. Tarkastuskäynnillä paine-erot mitattiin mikromanometrillä DPM TT550 DPM. Mittauslaitteet oli kalibroitu 07/2018

Mittauspisteet esitetään liitteessä 1.

## Asiakirjat ja suunnitelmat

Kohteen ilmanvaihtojärjestelmänä oli lämmöntalteenotolla (LTO) varustettu koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. Järjestelmässä oli kaksi ilmanvaihtokonetta. Likaisten tilojen ja käytävien ilmanvaihtokoneessa poistoilmasta otettiin lämpöä talteen levylämmönsiirtimellä. Muiden tilojen ilmanvaihtokoneessa LTO oli toteutettu pyörivällä lämmönsiirtimellä. Ilmanvaihto on suunniteltu tasapainoon, mutta oikeaoppisesti lievästi alipaineiseksi. Monitoimitilassa (11) oli liesituuletin, joka oli ainoa erillispoisto laajennusosalla.

Alapohjan tuuletus oli toteutettu poistoilmapuhaltimilla ja koko alapohjan kattavalla poistoilmakanavistolla ja poistoilmaventtiileillä. Ulkoilma johdettiin 13 sokkelin läpi tulevan kanavan kautta alapohjan tuuletustilaan. Ulkoilmavirroissa ei ollut ilmavirran tai paine-eron sääätömahdollisuutta, mutta ulkoilmakanavien sijainnit oli suunniteltu huolellisesti.

Ilmanvaihtosuunnitelmien mukaan ilmanvaihtokoneet oli sijoitettu toiseen kerrokseen rakennuksen pätyyn. Lämpimät tulo- ja poistoilmakanavat kulkivat lämmittämättömällä ullakolla vesikaton alla. Kanavat oli lämmöneristetty ja eriste pinnoitettu. Lämmöneristyksestä huolimatta pitkistä kanavista aiheutuu suuret lämpöhäviöt ullakolle. Poistoilmakanavaan voi tiivistyä poistoilmasta kosteutta etenkin kannakointien kohdalle ja muutoin puutteellisesti eristettyihin kohtiin. Kanavien sijainnin vuoksi tulo- ja poistoilmakanavat johdettiin yläpohjan ja sen höyrynsulun läpi tiloihin. Jokaisessa ryhmähuoneessa oli yleensä kuusi yläpohjan läpivientireikää. Nämä läpivientireiät ovat mahdollisia ilmanvuotokohtia huolellisesta työsuorituksesta ja tiivistyksistä huolimatta. Yläpohjassa lämpötilaeron ja tuulen vaikutuksesta vuotoilmavirta voi kulkea sekä sisältä ullakolle että ullakolta sisälle. Tämä on kosteuden ja epäpuhtauksien (mukaan lukien mineraalivillakuidut) kulkeutumisen kannalta haitallista.

Lämpimiä tulo- ja poistoilmakanavia ei suositella yleisestä käytännöstä huolimatta asennettavaksi lainkaan höyrynsulun ulkopuolelle. Vastaavasti kylmät ulko- ja jäteilmakanavat konehuoneessa suositellaan johdettavaksi mahdollisimman lyhyillä vedoilla ulos. Energiatohokkuuden ja sisäilmaston kannalta tässä kohteessa parempi suunnitteluratkaisu olisi ollut eristää yläpohja vesikaton alapuolelta ja asentaa kanavat lämpimään tilaan, jossa kanavien lämmöneristystä ei tarvita lainkaan.

Ilmanvaihtokonehuoneesta puuttuu jatkuva ilmanvaihto. Ilmanvaihtoa tapahtuu ilmanvaihtokoneiden vaipan vuotojen kautta, mutta se ei ole oikea tapa konehuoneiden ilman laadun parantamiseen.

### Ilmanvaihtokonekohtaiset ilmavirrat ja käyntiajat

Ilmanvaihtokoneiden kokonaisilmavirrat mitattiin puhaltimien mittausyhteistä. Mitatut ilmavirrat esitetään taulukossa 1. Molemmat ilmanvaihtokoneet kävivät rakennuksen käyttöajan mukaan arkipäivisin klo 5 – 18 käyttöajan ilmavirroilla (nopea) ja muulloin pienemmillä ilmavirroilla (hidas). Ilmanvaihto ei ollut koskaan täysin pois päältä.

*Taulukko 1. Ilmanvaihtokoneiden mitatut kokonaisilmavirrat päiväkäyttötilanteessa (nopea). Lisäksi taulukkoon on laskettu ilmanvaihtokoneen 201 TK/PK yö- ja viikonloppukäytön ilmavirrat (hidas). Tuloilmavirta pienenee 20 % ja poistoilmavirta 38 %. Epätasaisen muutoksen takia tulo- ja poistoilmavirran suhde on käyttöajan ulkopuolella 131 % eli rakennus on selvästi ylipaineinen. Ilmanvaihtokoneen 202 TK/PK ilmavirtasuhteen muutosta ei pystytty määrittämään, mutta sen tuloilmavirta pienenee käyttöajan ulkopuolella arvioilta noin 50 %.*

Ilmanvaihtokone	Suunniteltu			Mitatutuloilmavirta, m³/s	Ero suunniteltuun m³/s	Toimintapiste Hz/%	Mitatutuloilmavirta, m³/s	Ero suunniteltuun m³/s	Toimintapiste Hz/%	Mitatutuloilmavirta, m³/s	Ero suunniteltuun m³/s	Toimintapiste Hz/%	Mitatutuloilmavirta, m³/s
	tuloilmavirta, m³/s	poistoilmavirta, m³/s	ilmavirtasuhte (tulo/poisto)										
<b>201 TK/PK päiväkäyttö (ryhmätilat)</b>	2,130	-2,140	100 %	2,130	0,000	0 %	53/-	-2,100	-0,040	-2 %	41/-	101 %	
201 TK/PK yö- ja viikonloppukäyttö 1)				1,700				-1,300					131 %
<b>202 TK/PK päiväkäyttö (käytävät ja likausetilat)</b>	0,720	-0,780	92 %	0,810	0,090	13 %	-	-0,780	0,000	0 %	-		104 %
<b>Yhteensä, päiväkäyttö</b>	<b>2,850</b>	<b>-2,920</b>	<b>98 %</b>	<b>2,940</b>	<b>0,090</b>	<b>3 %</b>		<b>-2,880</b>	<b>-0,040</b>	<b>-1 %</b>			<b>102 %</b>

1) 201 TK/PK yö- ja viikonloppukäytön ilmavirrat on laskettu rakennusautomaatiojärjestelmästä saatujen kanavapaineiden avulla ja sisältävät lisäepävarmuutta.

Ryhmätilojen ilmanvaihtokoneen (201 TK/PK) päiväkäytön tuloilmavirta oli suunnitellun suuruinen ja poistoilmavirta 2 % suunniteltua pienempi. Tuloilmavirran suhde poistoilmavirtaan oli 101 %. Suunniteltu ilmavirtasuhte oli 100 %.

Käytävien ja likaisten tilojen ilmanvaihtokoneen (202 TK/PK) päiväkäytön tuloilmavirta oli 13 % suunniteltua suurempi ja poistoilmavirta suunnitellun suuruinen. Tuloilmavirran suhde poistoilmavirtaan oli 104 %. Suunniteltu ilmavirtasuhte oli 92 %.

Päiväkäytön kokonaisilmavaihdon tuloilmavirran suhde poistoilmavirtaan oli 102 %, kun suunniteltu ilmavirtasuhte oli 98 %. Ilmanvaihto aiheutti pienen ylipaineen osaan rakennuksen tiloista.

Ilmanvaihtokoneen 201 TK/PK yö- ja viikonloppukäytössä ilmavirrat olivat enemmän epätasapainossa. Tuloilmavirta pieneni noin 20 % ja poistoilmavirta noin 38 %. Epätasaisen muutoksen takia tulo- ja poistoilmavirran suhde on käyttöajan ulkopuolella 131 % eli rakennus on ilmanvaihdoltaan selvästi ylipaineinen.

Ilmanvaihtokoneen 202 TK/PK ilmavirtasuhteen muutosta ei pystytty määrittämään, mutta sen tuloilmavirta pienenee käyttöajan ulkopuolella arvioilta noin 50 %.

Ilmanvaihtokoneiden ilmavirtojen mittausyhteet suositellaan varustettaviksi sähköisillä painemittareilla, jotka liitetään rakennusautomaatiojärjestelmään. Tällä tavalla järjestelmä voidaan säätää tasapainoon koko laajennusosan tasolla. Lisäksi voidaan seurata ilmanvaihdon riittävyyttä ja tasapainoa rakennuksen käytön aikana sekä varmistaa ilmanvaihdon toimivuus.

### Ilmanvaihtokoneiden paine-erot ja lämpötilat

Taulukossa 2 esitetään paine-erot lämmöntalteenoton poistoilmapuolen ja tuloilmapuolen välillä. Ilmanvaihtokoneessa 201 TK/PK paine-ero oli -60 Pa eli vuotoilmavirran suunta on oikeinpäin tuloilmasta poistoilmaan. Epäpuhtauksien kulkeutuminen pyörivän lämmönsiirtimen vuotokohtien kautta tuloilmaan on epätodennäköistä. Kulkeutuminen voi kuitenkin tapahtua lämmönsiirtimen sisällä ja suodattimien likaantuessa ja paine-erojen muuttuessa epäedullisemmaksi. Käytävien ja likaisten tilojen ilmanvaihtokoneessa (202 TK/PK) paine-ero oli vain -6 Pa. Tällöin epäpuhtauksien kulkeutuminen on epätodennäköistä, mutta mahdollista vuotokohtien kautta. Levylämmönsiirrin itsessään on varsin tiivis, mutta liitokset ja läpiviennit saattavat vuotaa. Paine-eroa voidaan säätää paremmaksi lisäämällä poistoilmapuolelle painehäviötä ennen LTO:a. LTO:n poisto- ja tuloilmapuolen välille on suositeltavaa asentaa paine-eron mittaus.

Ilmanvaihtokoneen 201 TK/PK tuloilmapuhaltimen sijainti oli automaatiokaaviossa virheellisesti ennen LTO. Todellisuudessa puhallin on LTO:n jälkeen. Automaatiokaavio on syytä päivittää.

Ilmanvaihdon jäteilmän sisältämiä epäpuhtauksia voi kulkeutua myös ulkokautta sisäänotettavaan ulkoilmavirtaan. Ulospuhallusten ja sisäänottojen väliset etäisyydet (vähintään 8 metriä) olivat riittäviä, kun niitä verrataan määräysten ohjearvoihin. Ulkoilman sisäänottoon voi kulkeutua myös viemärikaasuja katolla olevista tuuletusviemäreistä. Katolla olevat tuuletusviemäreiden aukot olivat riittävän kaukana ulkoilman sisäänotoista.

Suodattimien paine-erojen mittaustulokset esitetään taulukossa 3. Molemmissa ilmanvaihtokoneissa tuloilmasuodattimien paine-erot olivat selvästi pienempiä kuin ohjeellinen uuden suodattimen paine-ero. Suodattimien paine-erot oli esimerkiksi ilmoitettu paine-eromittarin vieressä. Arvot ovat peräisin laitevalmistajan teknisistä tiedoista. Tuloilmasuodattimessa (ennen LTO:a) paine-ero saa kasvaa 170 Pa ja poistoilmasuodattimessa 100 Pa. LTO:n kautta tapahtuvan vuodon estämiseksi tuloilmasuodattimessa paine-ero ei saisi kasvaa merkittävästi. Poistoilmasuodattimen paine-eron kasvaminen taas vähentää vuotoa. Paine-eron mittauslaitteiden nollakohtat on syytä tarkistaa säännöllisesti. Käytettävien tuloilmasuodattimien todellinen suodatusero ja alkupaine-ero on syytä tarkistaa sekä varmistaa niiden soveltuvuus. Rakennusautomaatiojärjestelmässä esitettävät painehäviön ylärajat poikkeavat laitevalmistajan ilmoittamista paine-eroista. Arvot on yhtenäistettävä.

Ilmanvaihtojärjestelmän toimivuutta arvioitiin automaatiojärjestelmästä saatujen mittaustietojen perusteella, lähinnä kanavapaineiden ja lämpötilojen mittausten historiatietojen perusteella. Automaation mittaushistoriaa tarkasteltiin kuukauden ajanjaksolla 12.12.2018 – 12.1.2019.

Taulukossa 4 esitetään ilmanvaihtokoneista mitatut lämpötilat. Tuloilman lämpötilaa suositellaan laskettavaksi selvästi alle huonelämpötilan. Tuloilman lämpötilaa säädettiin poistoilman lämpötilan mukaan. Tämä voi heikentää lattialämmityksen huonelämpötilan säätökykyä. Seurantajaksolla 12.12.2018 – 12.1.2019 tuloilman lämpötila oli keskimäärin 21,7 °C (201 TK/PK) ja 20,6 °C (202 TK/PK).

Taulukko 2. Ilmanvaihtokoneiden lämmöntalteenoton lämmönsiirtimien paine-erot poistoilmapuolelta tuloilmapuolelle.

Ilmanvaihtokone	Paine-ero ennen LTO:a poistoilmapuolella, Pa	Paine-ero LTO:n jälkeen tuloilmapuolella, Pa	Paine-ero LTO:n poistoilmapuolen ja tuloilmapuolen välillä, Pa <sup>1)</sup>
<b>201 TK/PK</b> (ryhmätilat)	-275	-215	<b>-60</b>
<b>202 TK/PK</b> (käytävät ja likaiset tilat)	-256	-250	<b>-6</b>

1) Paine-ero LTO:n poistoilmapuolen ja tuloilmapuolen välillä. Kun paine-ero on +merkkinen, poistoilmaa ja sen sisältämiä epäpuhtauksia voi virrata tuloilmaan. Regeneratiivisessa LTO:ssa epäpuhtauksia voi kulkeutua myös kondenssiveden mukana, lämmönsiirtimen sisällä (carry over) ja lämmönsiirtimen pinnoilla.

Taulukko 3. Ilmanvaihtokoneiden suodattimien paine-erot ja painemittareissa esitetyt raja-arvot. Paine-erot mitattiin ilmanvaihtokoneiden omilla mittareilla 4.1.2019. Rakennusautomaatiojärjestelmässä esitettävät painehäviön ylärajat poikkeavat taulukossa esitetyistä paine-eroista.

Ilmanvaihtokone	Paine-ero suodattimen yli, Pa	Paine-eron alaraja (uusi suodatin) suodattimen yli, Pa	Paine-eron yläraja (vaihdeettava) suodattimen yli, Pa
<b>201 TK</b> (ryhmätilat)	<b>99</b>	144	314
<b>201 PK</b> (ryhmätilat)	<b>140</b>	57	157
<b>202 TK</b> (käytävät ja likaiset tilat)	<b>76</b>	131	301
<b>202 PK</b> (käytävät ja likaiset tilat)	<b>94</b>	64	164

Taulukko 4. Ilmanvaihtokoneiden lämpötilat rakennusautomaatiojärjestelmästä 12.12.2018 ja 23.1.2019.

Ilmanvaihtokone	Tuloilman lämpötila, °C	Poistoilman lämpötila, °C	Jäteilman lämpötila, °C	Ulkoilman lämpötila, °C
201 TK/PK 12.12.2018	21,3	19,2	3,7	0,9
201 TK/PK 23.1.2019	21,3	19,2	1,6	-2,8
202 TK/PK 12.12.2018	19,5	20,4	8,6	0,9
202 TK/PK 23.1.2019	20,3	20,0	6,8	-2,7

### Ilmanvaihtojärjestelmän kunto ja puhtaus

Ilmanvaihtokoneet olivat pääosin hyvässä käyttökunnossa. Koneiden sisäpinnan olivat puhtaat, lukuun ottamatta ennen suodatinta olevia ulkoilmapuolen kanavia ja osia. Ennen suodatinta koneessa oli runsaasti likaa ja roskia (kuva 2). Vaikka rakennus sijaitsee maaseutuympeiristössä ja ulkoilma otetaan korkealta katon yläpuolelta, niin ilmavirran mukana kulkeutuu sisäänottoon epäpuhtauksia etenkin keväällä ja kesällä. Ilmanvaihtokoneet on syytä puhdistaa sisäpuolelta säännöllisesti, erityisesti ulkoilma- ja tuloilmapuolelta. Molempien ilmanvaihtokoneiden ulkoilmakanavan tarkastusluukut oli

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain Eurofinsin kirjallisella luvalla.

uusittu pikalukituksella varustetuiksi. Aiemmin ruuvikiinnityksellä varustetut luukut vaikeuttivat säännöllistä huoltoa ja puhtaanapitoa.

Ilmanvaihtokoneiden suodattimet olivat melko likaisia, mutta niiden painehäviö ei ollut vielä vaihtorajalla. Ilmanvaihtokoneen 201 TK/PK poistoilmasuodattimen painehäviö oli jo melko korkea ja vaihto on lähiaikoina edessä. Suodattimien likaantumista suositellaan seurattavaksi silmämääräisesti ja lyhentämään vaihtoväliä likaantumisen mukaan. Sisäilman laadun kannalta ulkoilmasuodattimien vaihtaminen riittävän usein on merkittävää. Suositellaan, että ulkoilmasuodattimet vaihdetaan vähintään kaksi kertaa vuodessa.

Ilmanvaihtokoneen 201 TK/PK LTO-roottorin hihna oli hyvässä kunnossa. Harjatiivisteet olivat jonkin verran kuluneet, mutta eivät vielä uusimisen tarpeessa. Tiivisteiden suositeltu uusimisväli on 3 – 5 vuotta. Tiivisteiden kuntoa on syytä seurata.

Ilmanvaihtokanavistossa olevat palopellit olivat tarkastuksen mukaan auki.



*Kuva 2. Ilmanvaihtokoneiden ulkoilma- ja tuloilmaosat tulee puhdistaa sisäpuolelta säännöllisesti.*

Ilmanvaihtokoneiden, konehuoneen ja 1. kerroksen teknisen tilan viemäröinti ei ollut kunnossa. Tiloissa oli viemärin hajua. Konehuoneiden viemäröinnin säännöllinen huolto tulee lisätä huolto-ohjelmaan. Päätehtävät ovat lattiakaivojen ja vesilukkojen puhdistus ja vesitys. Ilmanvaihtokoneiden ulkoilmakammioiden viemäröinnin liitoksen tiiviys kammion pohjaan tulee tarkastaa ja tarvittaessa tiivistää uudelleen, jotta vettä ei pääse valumaan koneen vaipan eristeisiin. Kammioiden viemäröinti on toteutettu vesilukon kautta, mutta lisäksi lattiakaivoon johdettu putken mutka on käännetty ylöspäin. Tämä ei ole suositeltavaa, koska näin putkeen syntyy kaksi peräkkäistä vesilukkoa ja veden virtaus voi estyä. Oikea tapa on johtaa vesi esimerkiksi putkesta tehtyä avointa kourua pitkin lattiakaivon päälle. Kun putkea ei johdeta lattiakaivon kannen alle, ei viemärin hajua imetä huomaamatta ilmanvaihtojärjestelmään.

Ilmanvaihtokonehuoneisiin on syytä lisätä jatkuvasti toimiva ilmanvaihto, jolla varmistetaan tilan hyvä ilman laatu ja estetään epäpuhtauksien ja hajujen kulkeutuminen järjestelmän vuotokohtien kautta tuloilmaan.

Laajennusosan eri tiloissa havaittiin poikkeavaa hajua. Hajua kuvattiin navetan hajulla. Hajua havaittiin varsinkin ulkoa sisään tullessa eteiskäytävässä, mutta myös muissa tiloissa. Myös laajennusosan päädyssä, vaikka käyttäjiltä saadun tiedon mukaan siellä ei hajua esiinny. Siivoojalta saadun tiedon mukaan erityisen voimakasta hajua oli esiintynyt lepohuoneen 18 lattian pesun (pesuaine: Tensol/Diversey) yhteydessä. Siivoojan mukaan naapurihuoneessa ei esiintynyt hajua. Tyypillisesti kosteus lisää pintamateriaalien epäpuhtauspäästöjä ja hajun voimakkuutta. Toisaalta ihminen tottuu nopeasti hajuun ja sen erottaminen voi vaikeutua. Lähes kaikissa laajennusosan tiloissa oli lattialämmitys. Myös korkea lämpötila lisää epäpuhtauspäästöjä pintamateriaaleista. Lattialämmityksen toimintaa ei tässä tutkimuksessa selvitetty tarkemmin. Aikaisemmin tehtyjen kemiallisten mittausten mukaan muovimaton epäpuhtauspäästöt olivat pienet, eivätkä sisäilman epäpuhtauspitoisuudet poikenneet tavanomaisesta.

Alapohjan tuuletusjärjestelmän toimivuutta seurattiin rakennusautomaatiojärjestelmään liitetyillä lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittauksilla. Mittausten mukaan kosteus oli alapohjassa normaali. Alapohjan lämpötila oli seurantajaksolla (12.12.2018 – 4.1.2019) keskimäärin 12 – 13 °C, alimmillaan 9 °C. Hetkellinen suhteellinen kosteus vaihteli välillä 29 – 55 %. Alapohjan ilmassa ei ollut merkittävästi ylimääräistä absoluuttista kosteutta. Alapohjan mitattujen kosteusolosuhteiden perusteella haju- tai epäpuhtausongelmia ei siellä esiinny.

### Tilakohtaiset ilmanvaihdon ilmavirrat

Tilakohtaisten ilmavirtojen mittaustulokset esitetään kokonaisuudessaan liitteessä 2.

Ilmavirrat (taulukko 5) mitattiin kaikkiaan 11 tilasta, joista neljä oli pääilmanvaihtokoneen palvelualueella ja seitsemän oli eteisten, käytävien ja liikaisten tilojen ilmanvaihtokoneen palvelualueella. Ilmanvaihtokoneiden palvelualueet menevät ristiin, joten niistä tulisi laatia kartta. Se helpottaa esimerkiksi tilojen käyttötarkoituksen muuttuessa säätötoimenpiteiden kohdistamista oikein. Se helpottaa myös mahdollisten ongelmatapausten hallintaa.

Kuudessa tilassa mitattujen ja suunniteltujen ilmavirtojen välinen poikkeama on merkittävä ainakin toisen ilmavirran osalta (merkitty taulukkoon punaisella). Näissä tiloissa ilmavirrat tulee säätää uudelleen. Muiden mitattujen ilmavirtojen osalta poikkeamat suunnitteluarvoihin olivat alle 20 %. Ilmavirrat, joiden poikkeama oli alle 10 % ja ilmavirrat olivat tasapainossa, eivät edellytä ilmanvirtojen uudelleen säätöä. Ryhmä- ja lepohuoneiden ilmavirrat olivat melko hyvin kohdallaan. Liikuntasalin ilmavirrat jäivät hieman suunnitellusta tehostuskäytöllä. Normaalikäytöllä ilmavirrat olivat reilusti suunniteltua suuremmat. Yhdyskäytävässä (01) ilmavaihto on suunniteltua suurempi ja ylipaineinen.

Ilmavirtojen lisäksi mitattiin huoneiden paine-eroja suhteessa käytävään. Suunta-antavien kertamittaustulosten mukaan huoneet olivat hieman ali- tai ylipaineisia käytävään verrattuna.

Ilmavirtamittausten mukaan eteistilan (15), märkäeteisen (16) ja kylpyhuoneen/WC:n (19) yhteenlaskettu poistoilmavirta on  $-100 \text{ dm}^3/\text{s}$  (suunniteltu  $-120 \text{ dm}^3/\text{s}$ ) ja tuloilmavirta on  $+175 \text{ dm}^3/\text{s}$  (suunniteltu  $+110 \text{ dm}^3/\text{s}$ ). Tulo- ja poistoilmavirran suhde on 175 % eli tilaryhmä on ilmavirtojen osalta erittäin ylipaineinen. Ilmavirtojen säädössä tulee ottaa huomioon vastaavien tilaryhmien ilmanvaihdon tasapaino päätelaitekohtaisten ilmavirtojen poikkeamien lisäksi.



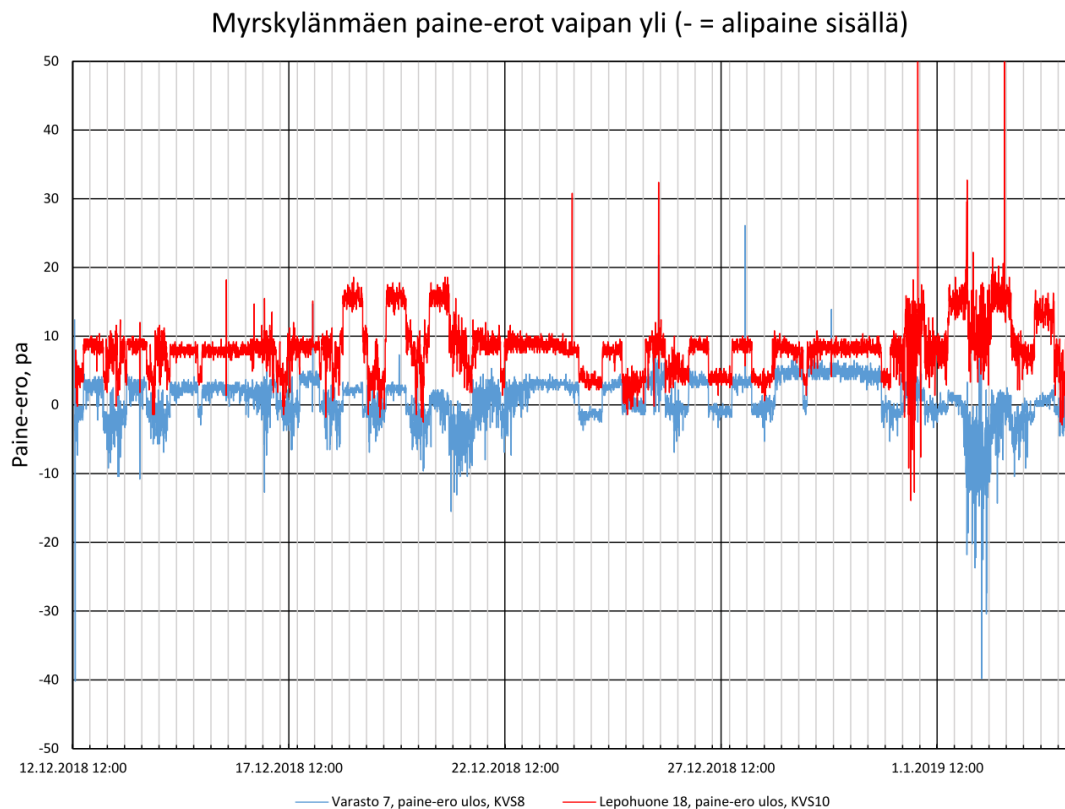
*Taulukko 5. Mitatut tilakohtaiset ilmanvaihdon ilmavirrat. Paine-erot eteiseen ovat kertamittauksia ja suuntaantavia.*

Tila	Suunniteltu, dm <sup>3</sup> /s		Mitattu, dm <sup>3</sup> /s		Poikkeama suunnitteluarvosta		Tuloilman lämpötila, °C	Paine-ero käytävään, Pa
	Tulo	Poisto	Tulo	Poisto	Tulo	Poisto		
01 Yhdyskäytävä	10	-10	17	-13	70 %	30 %	-	
13 Liikuntasali	200	-200	252	-275	26 %	38 %	-	
13 Liikuntasali tehostuksella	400	-400	313	-330	-22 %	-18 %	-	
15 Eteinen	40	-	35	-	-13 %	-	19,6	
16 Märkäeteinen	30	-60	68	-42	127 %	-30 %	-	-2
18 Lepuhuone	184	-184	171	-174	-7 %	-5 %	20,8	4,3
19 Kph	40	-60	72	-58	80 %	-3 %	19,6	-0,5
21 Eteinen	40	-	68	-	70 %	-	19,2	
31 Eteinen	40	-	50	-	25 %	-	19,1	
32 Ryhmähuone	184	-184	177	-177	-4 %	-4 %	20,4	0
36 Eteinen	65	-	53	-	-18 %	-	18,3	
38 Ryhmähuone	184	-184	202	-199	10 %	8 %	19,7	0,6

### Paine-erot rakennuksen vaipan yli

Vaipan paine-eroja mitattiin lähes neljän viikon seurantajakson ajan (kuva 3). Paine-eroa mitattiin varastosta 7 ja lepuhuoneesta 18. Varasto 7 oli päivisin hieman alipaineinen (0 – 5 Pa) ulkoilmaan verrattuna. Lepuhuone 18 oli lähes aina ylipaineinen ulkoilmaan verrattuna. Mittausten mukaan syynä ylipaineisuuden oli ilmanvaihdon epätasapaino, vaikka ilmavirtamittausten mukaan lepuhuoneen ilmavirrat olivat tasapainossa. Lepuhuoneen 18 mitattu päiväkäytön ylipaine oli noin 0 – 5 Pa. Ilmanvaihtokoneen 201 TK/PK yö- ja viikonloppukäytössä ilmavirrat olivat enemmän epätasapainossa ja koko rakennus oli selvästi ylipaineinen. Mitattu yö- ja viikonloppukäytön ylipaine vaihteli tiloittain ja oli noin 5 – 20 Pa. Suurin ylipaine esiintyi lepuhuoneessa 18 ja sitä voidaan pitää haitallisena ylipaineena. Lisäksi mittauksissa havaittiin toistuva paineisku öisin klo 01:20, jolloin ylipainetta oli hetkellisesti jopa yli 50 Pa. Paineiskun syy ei selvinnyt, joten suositellaan jatkoselvityksiä. Yleensä näin suuret paine-erot syntyvät palopeltien käytöstä, ilmanvaihtokoneiden käynnistyksestä tai sulkupeltien toiminnasta.

Laajennusosalla esiintynyt ylipaine aiheuttaa huoneilman virtauksen epätiiviskohtien kautta yläpohjaan. Ilman mukana kulkeutuu kosteutta. Ullakolla ei kuitenkaan havaittu poikkeavaa hajua. Myöskään pistokokein tehdyissä tarkastuksissa ei havaittu kosteutta yläpohjan eristekerroksessa.



Kuva 3. Mitattu paine-ero rakennuksen vaipan yli. Paineiskut erottuvat kuvassa parhaiten ylipaineipiikkeinä.

## Ilmanjaon tehokkuus

Ilmanjaon tehokkuutta tutkittiin aistinvaraisesti pistokokein eri tiloissa. Pääosin ilmanvaihdon tehokkuus oli tyydyttävä. Tuloilma oli suunnattu ryhmätiloissa ylöspäin, jolloin se ei aiheuta vetoa, mutta ilma ei myöskään liiku oleskelualueella. Sisäänpuhallus suuttimien paine-ero oli mittausten mukaan vain 2 – 4 Pa, jolloin kovin suurta huoneilmaa sekoittavaa vaikutusta ei voida saada aikaan. Yleensä kattoon puhaltavissa tuloilmaratkaisuissa tavoitellaan vedottomuutta, jopa ilmanvaihdon tehokkuuden kustannuksella. Lattialämmityksen vaikutusta ilman sekoittumiseen ei tutkittu, mutta perinteinen patterilämmitys sekoittaa ilmaa eri tavalla ja usein tehokkaammin kuin lattialämmitys. Ilmanvaihdon tehokkuutta suositellaan parannettavaksi tuloilman sisäänpuhalluksen suuntauksella sivulle ja osittain myös alaspäin.

Käytävien katoissa olevia valaistuksen läsnäoloantureita oli peitetty paperilla. Näitä antureita ei ole syytä käyttää tulevaisuudessa ilmanvaihdon tarpeenmukaiseen ohjaukseen.

Siirtoilmareitit vaikuttavat ilmanvaihdon tehokkuuteen ja ne olivat kunnossa. Laajennusosalla ei käytetty tavanomaisia ovirakoja siirtoilmareiteinä vaan ääntävaimentavia siirtoilmasäleikköjä. Siirtoilmasäleiköt oli sijoitettu oven päälle. Siirtoilmaa käytettiin myös niissä märkätiloissa, joissa oli tuloilmalaite. Pelkällä poistoilmanvaihdon varustetuissa varastotiloissa oven alaosassa oleva rako olisi toimiva

ratkaisu ja siinä oikosulkuvirtauksen riski on pienempi kuin oven päällä olevan säleikön kanssa.

Mitattu tuloilman lämpötila oli oleskelutiloissa noin 18 - 20 °C. Koska tuloilmakanavat kulkevat kylmällä ullakolla, tuloilman lämpötila on yli asteen matalampi kauempana ilmanvaihtokonehuoneesta kuin lähellä sitä. Viileämpi tuloilma lisäsi ilmanvaihdon tehokkuutta ja sai huoneilman tuntumaan raikkaalta. Myös erot lattialämmityksessä vaikuttivat ilman raikkauden tuntemukseen.

### Yhteenveto ja toimenpide-ehdotukset

Tutkimuksen päätuloksena on arvio ilmanvaihtojärjestelmän kunnosta ja toimivuudesta, sekä arvio ilmanvaihdon vaikutuksesta mahdollisiin sisäilmaongelmiin. Ilmanvaihtojärjestelmän ulko- ja jäteilmavirrat oli suunniteltu tasapainoon. Tasapainoa häiritseviä erillispoistoja ei laajennusosalla ollut. Alapohjan tuuletus oli toteutettu esimerkillisesti. Ilmanvaihdon lämpimät tulo- ja poistoilmakanavat oli sijoitettu lämmittämättömälle ullakolla höyrynsulun ulkopuolelle. Asennustapa ei ole suositeltava ja siihen sisältyy lämpötekniisiä, kosteustekniisiä ja tiiviystekniisiä riskejä. Esimerkiksi jokaisessa ryhmähuoneessa oli yleensä kuusi yläpohjan höyrynsulun läpivientireikää, jotka ovat mahdollisia vuotokohtia.

#### Tuloilman puhtaus

Poistoilman epäpuhtaudet voivat kulkeutua tuloilmaan ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenotossa (LTO) tai ulkokautta katolla. Ilmanvaihtokoneessa 201 TK/PK (pyörivä LTO) koneen sisäinen paine-ero oli sellainen, että **epäpuhtauksien kulkeutuminen LTO:n kautta on epätodennäköistä**. Ilmanvaihtokoneessa 202 TK/PK koneen sisäinen paine-ero oli sellainen, että **epäpuhtauksien kulkeutuminen LTO:n kautta on mahdollista**, mutta epätodennäköistä, koska LTO on toteutettu levylämmönsiirtimellä. Ilmanvaihtokoneiden paine-eroa suositellaan säädettäväksi niin, että poistoilmapuolelle lisätään painehäviötä ennen LTO:a. Paine-eron tulee olla niin suuri, ettei suodattimien likaantuminen ja niiden painehäviön kasvu käännä paine-eroa haitalliseksi. LTO:n poisto- ja tuloilmapuolen välille suositeltavaa asentaa **sähköinen paine-eron mittaus** ja liittää se mahdollisine hälytyksineen rakennusautomaatiojärjestelmään.

Ilmanvaihtokoneen 201 TK/PK tuloilmapuhaltimen sijainti automaatiokaaviossa on syytä päivittää oikeaksi.

Ulkoilman sisäänottojen ja jäteilman ulospuhallusten välinen etäisyys katolla täytti rakentamismääräysten vaatimukset.

Ilmanvaihtokoneet olivat pääosin hyvässä käyttökunnossa. Koneiden sisäpinnan olivat puhtaat, lukuun ottamatta ennen suodatinta olevia ulkoilmapuolen kanavia ja osia. Ilmanvaihtokoneet on syytä puhdistaa sisäpuolelta säännöllisesti, erityisesti ulkoilma- ja tuloilmapuolelta. Molempien ilmanvaihtokoneiden ulkoilmakanavan tarkastusluukut oli uusittu pikalukituksella varustetuiksi, joka helpottaa säännöllistä huoltoa ja puhtaanapitoa.

Ilmanvaihtokoneiden suodattimet olivat melko likaisia. Likaantumista suositellaan seurattavaksi silmämääräisesti ja lyhentämään vaihtoväliä likaantumisen mukaan. Suositellaan, että ulkoilmasuodattimet vaihdetaan vähintään kaksi kertaa vuodessa.

Molemmissa ilmanvaihtokoneissa tuloilmasuodattimien paine-ero oli selvästi pienempi kuin ohjeellinen uuden suodattimen paine-ero. Suodattimien paine-erot oli esimerkillisesti ilmoitettu paine-eromittarin vieressä, mutta ne poikkeavat rakennusautomaatiossa esitettävistä rajoista. Käytettävien suodattimien todelliset suodatusluokat ja paine-erot on

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain Eurofinsin kirjallisella luvalla.

syytä tarkastaa. Myös suodattimien paine-erojen mittaustaitteiden nollakohdat on syytä tarkistaa säännöllisesti.

Ilmanvaihtokoneiden, konehuoneen ja 1. kerroksen teknisen tilan **viemärointi ei ollut kunnossa**. Tiloissa oli viemärin hajua. Konehuoneiden viemäroinnin säännöllinen huolto tulee lisätä huolto-ohjelmaan. Suositellaan, että viemäroitava vesi johdetaan kourua pitkin lattiakaivon päälle, jotta viemärointi varmasti toimii ja hajua ei imetä ilmanvaihtoon.

**Ilmanvaihtokonehuoneeseen** on syytä lisätä jatkuvasti toimiva **ilmanvaihto**, jolla varmistetaan tilan hyvä ilman laatu ja estetään epäpuhtauksien ja hajujen kulkeutuminen järjestelmän vuotokohtien kautta tuloilmaan.

Laajennusosan eri tiloissa havaittiin **poikkeavaa hajua**. Hajua kuvattiin navetan hajulla. Viemärin hajua lukuun ottamatta muita ilmanvaihtojärjestelmän mahdollisesti levittämiä hajuja ei havaittu. Aikaisemmin tehtyjen kemiallisten mittausten mukaan muovimaton päästöt olivat pienet, eikä sisäilman epäpuhtauspitoisuudet poikenneet tavanomaisesta. Lattialämmityksen toimintaa ei tässä tutkimuksessa selvitetty tarkemmin.

Alapohjan tuuletusjärjestelmän toimivuutta seurattiin rakennusautomaatiojärjestelmään liitetyillä lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittauksilla. Mittausten mukaan kosteus oli alapohjassa normaali eikä kosteudesta johtuvia ongelmia ole.

#### Ilmanvaihdon riittävyys

Päiväkäytön kokonaisilmanvaihto vastasi hyvin suunniteltua. Tuloilmavirran suhde poistoilmavirtaan oli 102 %, kun suunniteltu ilmavirtasuhde oli 98 %. Pääilmanvaihtokoneen 201 TK/PK yö- ja viikonloppukäytössä ilmavirrat olivat reilusti epätasapainossa. Tuloilmavirta pieneni noin 20 % ja poistoilmavirta noin 38 %. Epätasaisen muutoksen takia tulo- ja poistoilmavirran suhde on käyttöajan ulkopuolella 131 %. **Käyttöajan ulkopuolinen ilmanvaihto tulee tasapainottaa.**

Ilmanvaihtokoneiden ilmavirtojen mittaukset suositellaan varustettaviksi **sähköisillä painemittareilla**, jotka liitetään rakennusautomaatiojärjestelmään. Tällä mahdollistetaan riittävän ilmanvaihdon ja ilmanvaihdon tasapainon ennakoiva seuraaminen, joka on sisäilman laadun kannalta tärkeää.

Molemmat ilmanvaihtokoneet kävivät jatkuvasti vähintään pienennetyllä teholla. Normaalkäytön aikataulut vastasivat hyvin tilojen käyttöä. Liikuntasalin ilmanvaihtoa voitiin tehostaa painikkeella tarpeen mukaan. Koska ilmanvaihtokoneiden palvelualueet menevät ristiin, niistä tulisi laatia kartta.

Ilmanvaihdon ilmavirrat mitattiin kaikkiaan 11 tilasta, joista neljä oli pääilmanvaihtokoneen palvelualueella ja seitsemän oli eteisten, käytävien ja liikaisten tilojen ilmanvaihtokoneen palvelualueella. Kuudessa tilassa mitattujen ja suunniteltujen ilmavirtojen välinen poikkeama on merkittävä ja näissä tiloissa ilmavirrat tulee säätää uudelleen. Ryhmä- ja lepohuoneiden ilmavirrat olivat melko hyvin kohdallaan. Sen sijaan eteisen (15) ja siihen liittyvien märkätilojen yhteenlaskettu ilmanvaihto oli epätasapainossa ja siitä aiheutui merkittävä ylipaine. **Ilmavirtojen säädössä tulee ottaa huomioon vastaavien tilaryhmien ilmanvaihdon tasapaino** päätelaitekohtaisten ilmavirtojen poikkeamien lisäksi.

Ilmanvaihdon tehokkuus oli pääosin riittävä. Paikallisesti esiintyneiden puutteiden korjaamiseksi tehokkuutta suositellaan parannettavaksi **tuloilman sisäänpuhalluksen suuntauksella ja tuloilman lämpötilan alentamisella**.

Ilmanvaihtojärjestelmän aiheuttamat paine-erot

Ilmanvaihtojärjestelmä aiheutti tehtyjen mittausten mukaan merkittäviä paine-eroja rakennukseen etenkin käyttöajan ulkopuolella. Syyinä eivät olleet erillispoistot vaan ilmanvaihtokoneen 201 TK/PK ilmavirtojen suuri epätasapaino. Mitattu yö- ja viikonloppukäytön ylipaine vaihteli tiloittain ja oli noin 5 – 20 Pa. Suurin ylipaine esiintyi lepohuoneessa 18 ja sitä voidaan pitää haitallisena ylipaineena. Lisäksi mittauksissa havaittiin toistuva paineisku öisin klo 01:20, jolloin ylipainetta oli hetkellisesti jopa yli 50 Pa. Paineiskun syy tulee selvittää.

Espoo, 15.2.2019

*Mikko Saari*  
Erityisasiantuntija

*Petri Kukkonen*  
Asiantuntija

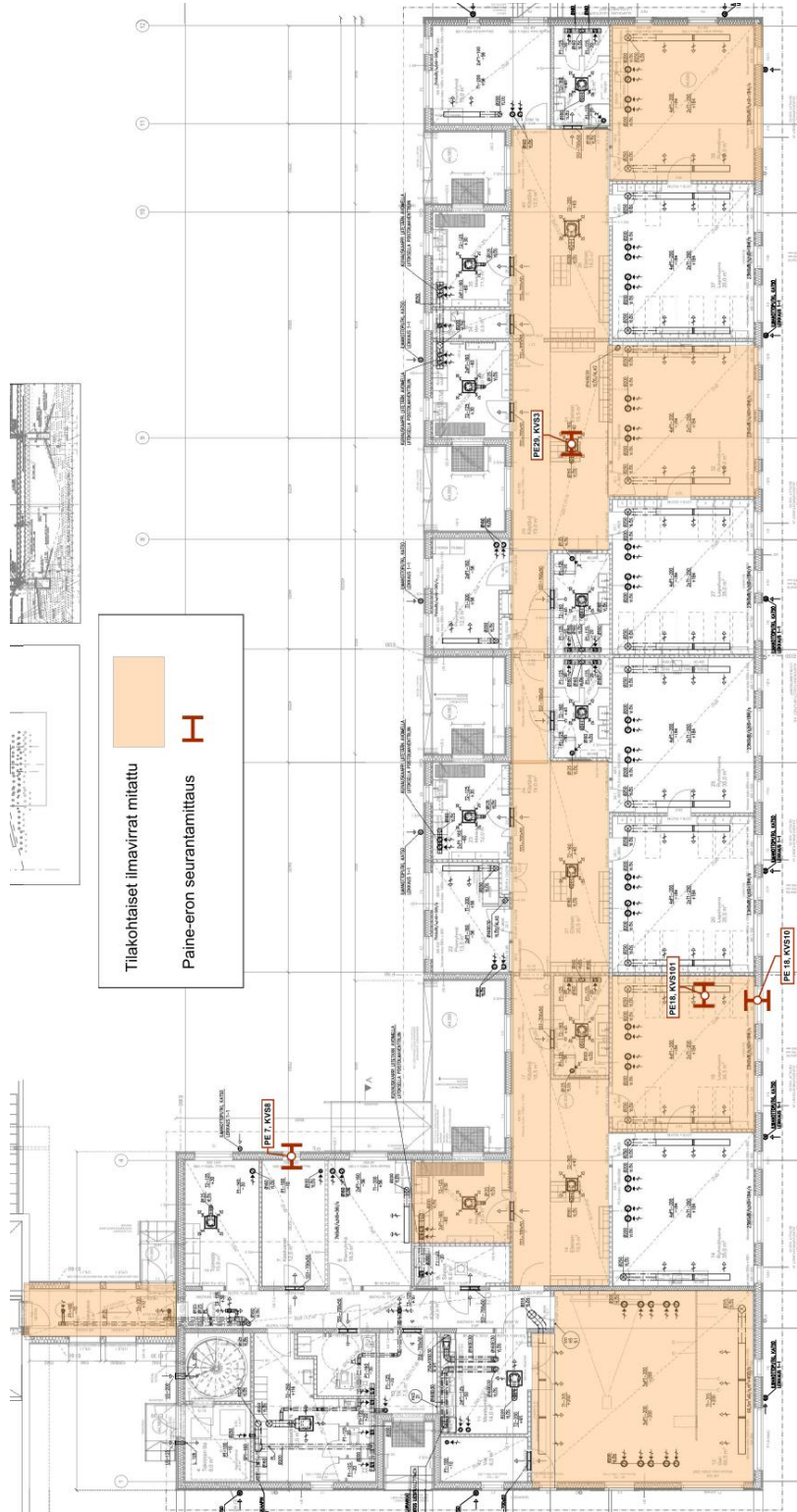
*Mikko Hasanen*  
Asiantuntija

Liitteet 2

Jakelu

Tilaaaja Alkuperäinen  
Arkisto Alkuperäinen

## LIITE 1. Tutkittujen tilojen ja mittauspisteiden sijainti




Kuva 1. Pohjapiirros.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain Eurofinsin kirjallisella luvalla.

**LIITE 2. Tilakohtaisten ilmavirtojen mittaustulokset**

Taulukko 1. Tilakohtaisten ilmavirtojen mittaustulokset. Ilmavirrat mitattiin 4.1.2019.


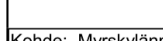
 <b>MITTAUSPÖYTÄKIRJA</b>				Mittaja: PK & MH		Sivu: 1/1				
<b>Expert Services</b>				Asukas:		Pvm: 4.1.2019				
Kohde: Myrskylänmäen päiväkot				Osoite: Myrskylänkuja 2, Vihti						
Käytetyt mittauslaitteet: DPM TT550C S/N:5953,				Ulko-olosuhteet: 0 °C kosteus (RH) 100 %.						
Ilmanvaihtokoneen käyttöasento:				Sisäolosuhteet:						
Tila	Tulo	Poisto	Päätelaite	Säätö- asento	Mittausarvo, Pa	Ilmavirta, l/s	Huoneilman lämpötila, °C	Tuloilman lämpötila, °C	Suunniteltu ilmavirta, l/s	Paine suhteessa käytävään, pa
01 Yhdyskäytävä	x		KTS-100			17				
		x	KSO-100			-13				
						<b>17/-13</b>			<b>10/-10</b>	
13 Liikuntasali	x		IBISa-315		55	252				
13 Liikuntasali		x	5 x EXCa-200		92	-275				
						<b>252/-275</b>			<b>200/-200</b>	
13 Liikuntasali tehostuksella	x		2 x IBISa-315		85	313				
13 Liikuntasali tehostuksella		x	10 x EXCa-200		132	-330				
						<b>313/-330</b>			<b>400/-400</b>	
15 Eteinen	x		EAGLE Ca - 160		13,0	35		19,6		
						<b>35/-0</b>			<b>40/-0</b>	
16 Märkäeteinen	x		EAGLE Ca - 160		12	68				
		x	EXCa-125	1	62	-21				
		x	EXCa-125	1	61	-21				
						<b>68/-42</b>			<b>30/-60</b>	<b>-2</b>

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain Eurofinsin kirjallisella luvalla.

eurofins			MITTAUSPÖYTÄKIRJA		Mittaja: PK & MH		Sivu: 1/1			
Expert Services					Asukas:		Pvm: 4.1.2019			
Kohde: Myrskylänmäen päiväkot					Osoite: Myrskylänkuja 2, Vihti					
Käytetyt mittauslaitteet: DPM TT550C S/N:5953,					Ulko-olosuhteet: 0 °C kosteus (RH) 100 %.					
Ilmanvaihtokoneen käyttöasento:					Sisäolosuhteet:					
Tila	Tulo	Poisto	Päätelaite	Säätö- asento	Mittausarvo, Pa	Ilmavirta, l/s	Huoneilman lämpötila, °C	Tuloilman lämpötila, °C	Suunniteltu ilmavirta, l/s	Paine suhteessa käytävään, pa
18 Lepuhuone	x		IBISa-250		117,6	85		20,8		
	x		IBISa-250		120,4	86				
		x	EXCa-200	10	61	-41				
		x	EXCa-200	7	58	-33				
		x	EXCa-200	15	62	-50				
		x	EXCa-200	15	62	-50				
						<b>171/-174</b>			<b>184/-184</b>	<b>4,3</b>
19 Kph	x		EAGLE Ca - 160		13,0	72		19,6		
		x	EXCa-125	1	62,0	-21				
		x	EXCa-125	1	61,0	-21				
		x	EXCa-125	-6	79,0	-16				
						<b>72/-58</b>			<b>0/-10</b>	<b>-0,5</b>
21 Eteinen	x		EAGLE Ca - 160		12	68		19,2		
						<b>68/-0</b>			<b>40/-0</b>	

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain Eurofinsin kirjallisella luvalla.



 MITTAUSPÖYTÄKIRJA				Mittaja: PK & MH		Sivu: 1/1					
 Expert Services				Asukas:		Pvm: 4.1.2019					
Kohde: Myrskylänmäen päiväkot				Osoite: Myrskylänkuja 2, Vihti							
Käytetyt mittauslaitteet: DPM TT550C S/N:5953,				Ulko-olosuhteet: 0 °C kosteus (RH) 100 %.							
Ilmanvaihtokoneen käyttöasento:				Sisäolosuhteet:							
Tila	Tulo	Poisto	Päätelaite	Säätö- asento	Mittausarvo, Pa	Ilmavirta, l/s	Huoneilman lämpötila, °C	Tuloilman lämpötila, °C	Suunniteltu ilmavirta, l/s	Paine suhteessa käytävään, pa	
31 Eteinen	x		EAGLE Ca - 160		6,4	50		19,1			
						<b>50/-0</b>			<b>40/-0</b>		
32 Ryhmähuone	x		IBISa-250		10,8	80		20,4			
	x		IBISa-250		16,1	97					
		x	EXCa-200	11	55	-40					
		x	EXCa-200	9	52	-35					
		x	EXCa-200	17	56	-51					
		x	EXCa-200	17	55	-51					
						<b>177/-177</b>			<b>184/-184</b>	<b>0</b>	
36 Eteinen	x		EAGLE Ca - 160		7,0	53		18,3			
38 Ryhmähuone	x		IBISa-250		3,6	102		19,7			
	x		IBISa-250		6,2	100					
		x	EXCa-200	25	35	-51					
		x	EXCa-200	25	34	-50					
		x	EXCa-200	25	32	-49					
		x	EXCa-200	25	33	-49					
						<b>202/-199</b>			<b>184/-184</b>	<b>0,6</b>	

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain Eurofinsin kirjallisella luvalla.