

การปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในห้องเรียนอนุบาลด้วยหลักการห้องอากาศสะอาดความดันบวก

กมลชัย ยงประพัฒน์^{1*}, เจนจิรา เอกดำรงค์¹, และมนีรัตน์ องค์กรธรณี²

¹ศูนย์บริการวิชาการด้านศาสตร์เขตเมือง มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร

²วิทยาลัยพัฒนามหานคร มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร

* Corresponding author: kamonchai@nmu.ac.th

บทคัดย่อ

การปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในห้องเรียนอนุบาล ณ โรงเรียนวัดราชผาติการาม แขวงวชิรพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร เพื่อเป็นห้องเรียนต้นแบบอากาศสะอาดความดันบวก (Positive Pressure Fresh Air System) ด้วยหลักการนำอากาศจากภายนอกอาคารเข้าสู่ห้องภายในอาคาร (Outdoor air unit หรือ OAU) ผ่านแผ่นกรอง PRE Filter และแผ่นกรอง HEPA Filter เพื่อกรองให้อากาศสะอาดก่อนที่จะปล่อยเข้าไปในห้อง โดยใช้อัตราการเติมอากาศประมาณ 3 เท่า ของปริมาตรห้องอากาศสะอาดที่เติมเข้ามายังช่วยรักษาระดับปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ ที่เกิดจากการหายใจของเด็ก ๆ ไม่ให้สูงเกิน 1,000 พีพีเอ็ม การปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในห้องเรียนอนุบาลในครั้งนี้ ดำเนินการติดตั้งเครื่องเติมอากาศสะอาดเป็นระบบพัดลมแบบหมุนเหวี่ยงปริมาณลม 500 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง และระบบอัตโนมัติขึ้นตรวจติดตามคุณภาพอากาศด้วยเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายที่สามารถเก็บข้อมูลคุณภาพอากาศไว้บนคลาวด์ได้ จากการศึกษา พบว่า การใช้งานห้องเรียนโดยไม่เปิดเครื่องปรับอากาศและระบายอากาศด้วยการเปิดประตูหน้าต่างทำให้ค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และอนุภาคขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ภายในห้องเรียนมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับค่าภายนอกห้องเรียน และการใช้งานห้องเรียนโดยเปิดเครื่องปรับอากาศ (เวลานอนกลางวัน) ทำให้ค่าอุณหภูมิลดลงอยู่ในช่วง 22 - 23 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ลดลงอยู่ในช่วง 50 - 70 เปอร์เซ็นต์ และอนุภาคขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ลดลงอยู่ในช่วง 9-10 มก./ลบ.ม. ในส่วนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงขึ้นเกือบถึง 1,000 พีพีเอ็ม และเมื่อเปิดเครื่องเติมอากาศสะอาดความดันบวกควบคู่กับเครื่องปรับอากาศ ทำให้อนุภาคขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ลดลงอยู่ในช่วงประมาณ 2 มก./ลบ.ม. และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงอยู่ในช่วงประมาณ 700 พีพีเอ็ม

คำสำคัญ: ห้องอากาศสะอาดความดันบวก/ มลพิษอากาศ / พีเอ็ม2.5 / คุณภาพอากาศภายในอาคาร / การระบายอากาศ

Improvement Indoor Air Quality in Kindergarten Classrooms Using the Clean Air Room Principle with Positive Pressure

Kamonchai Yongprapat^{1*}, Janejira Ekdamrong¹ and Maneerat Ongwandee²

¹Academic Service Center of Urbanology, Navamindradhiraj University, Wachira Phayaban, Dusit District, Bangkok

²Institute of Metropolitan Development, Navamindradhiraj University, Wachira Phayaban, Dusit District, Bangkok

* Corresponding author: kamonchai@nmu.ac.th

Abstract

The improvement of indoor air quality in the kindergarten classroom at Wat Rajaphatthikaram School, Wachiraphayaban Subdistrict, Dusit District, Bangkok, aims to create a model classroom with clean air using the Positive Pressure Fresh Air System. The system works by adding air through a PRE Filter and a HEPA Filter to clean the air (Outdoor air unit or OAU) before releasing it into the room. The air supply rate is about three times the room's volume, so the air entering will be greater than the air being drawn out. If the door is open or there is any activity that allows air to flow in, it will be pushed out by the clean, positive pressure air inside the room. Additionally, the positive pressure clean air helps maintain the CO₂ level from children's breathing, ensuring it doesn't exceed 1,000 ppm. The improvement process included installing a clean air supply system with a centrifugal fan that delivers 500 cubic meters per hour and an automation system to monitor air quality with a wireless sensor network that stores data on the cloud. The study found that when the classroom is used without the air conditioner and ventilation is done by opening the windows and doors, the temperature, humidity, CO₂ levels, and particulate matter with diameter less than 2.5 micrometers inside the classroom are similar to the levels outside the room. When the air conditioner is used during nap time, the temperature decreases to 22-23°C, the humidity decreases to 50-70%, and the particulate matter with diameter less than 2.5 micrometers decreases to 9-10 µg/m³. CO₂ levels increase to nearly 1,000 ppm. When the clean air system is used alongside the air conditioner, particulate matter with diameter less than 2.5 micrometers decreases to around 2 µg/m³, and CO₂ decreases to around 700 ppm.

Keyword: Positive Pressure Fresh Air System / Air pollution / PM_{2.5} / Indoor air quality / Ventilation

1. บทนำ

ปัญหามลพิษทางอากาศนับเป็นปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพทั้งในระยะสั้นและระยะยาว โดยเฉพาะกลุ่มผู้สูงอายุ เด็กเล็ก ผู้ป่วยโรคทางเดินหายใจ และผู้ที่มีโรคประจำตัวอื่น ๆ ซึ่งจัดเป็นกลุ่มคนเปราะบาง หากคนกลุ่มนี้ได้รับหรือสัมผัสกับมลพิษทางอากาศจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพที่อาจมีความรุนแรงมากกว่ากลุ่มคนทั่วไป จากข้อมูลแนวทางการป้องกันและดูแลสุขภาพจากฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน สำหรับสถานพัฒนาเด็กปฐมวัยพบว่าเด็กจะมีอัตราการหายใจสูงกว่าผู้ใหญ่ จึงทำให้มีโอกาสการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน จากการหายใจเพิ่มขึ้นได้ อีกทั้งยังมีผลกระทบต่อพัฒนาการของระบบประสาท ทำให้ลดระดับสติปัญญา และมีแนวโน้มให้เกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับพัฒนาการด้านพฤติกรรม เช่น ออติสติก และโรคสมาธิสั้น รวมทั้งการพัฒนาด้านจิตใจ และกล้ามเนื้อของเด็ก [1] จากนโยบายกรุงเทพมหานคร 9 ด้าน 9 ดี ด้านสิ่งแวดล้อมมีนโยบายพัฒนาพื้นที่ปลอดฝุ่น (BKK Clean air area) ด้วยต้นไม้สำหรับพื้นที่เปิด และเครื่องฟอกอากาศสำหรับพื้นที่ปิด เพื่อที่จะได้มีพื้นที่อากาศสะอาดไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ กรุงเทพมหานครได้ร่วมมือกับกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) และภาคีเครือข่าย ในระยะที่ 1 ได้สร้างองค์ความรู้ด้านสุขภาพในพื้นที่เสี่ยงผ่านการเรียนการสอนจากครูผู้ดูแลและเยาวชน ใน 32 โรงเรียน ส่งต่อไปยังครอบครัว ชุมชน และสังคมทำให้เกิดสถานศึกษาต้นแบบรับมือฝุ่น PM_{2.5} ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และในปี 2567 ได้เดินทางโครงการห้องเรียนสู้ฝุ่นในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ระยะที่ 2 เพื่อส่งต่อแนวทางการจัดกิจกรรมเรียนรู้เพื่อเสริมทักษะให้นักเรียน เตรียมพร้อมรับมือสถานการณ์ฝุ่น PM_{2.5} กระทบสุขภาพ มีโรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานครเข้าร่วม 437 โรงเรียน [2]

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในห้องเรียนอนุบาล เพื่อเป็นห้องเรียนต้นแบบอากาศสะอาด ความดันบวก (Positive Pressure Fresh air System) มีหลักการทำงานโดยการนำอากาศจากภายนอกห้องเข้าสู่ภายในห้อง (Outdoor air unit หรือ OAU) อากาศที่เข้าภายในห้องต้องผ่านแผงกรองอากาศ จำนวน 2 ชั้น คือ แผงกรองขั้นต้น (Pre Filter) ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานจาก ASHRAE 52.1 และผ่านแผงกรองอากาศชั้นสุดท้าย (HEPA Filter) มีประสิทธิภาพที่ได้รับการรับรองมาตรฐานจาก ASHRAE 52.1 โดยมีประสิทธิภาพในการกรองไม่ต่ำกว่า 99 % โดยอากาศที่เข้ามาเป็นอากาศสะอาดจะทำหน้าที่สร้างความดันที่เป็นบวกภายในห้อง เพื่อป้องกันไม่ให้ฝุ่นไหลเข้ามาในห้อง โดยการใช้อากาศที่เติมเข้ามาจาก OAU ไปดันฝุ่นที่เข้ามาตามรอยรั่วทุกรอย และขอบประตู หน้าต่างของห้อง ทำให้ฝุ่นจากภายนอกไม่สามารถเข้ามาในห้องได้ [3] และสามารถช่วยลดการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ หากมีการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นจำนวนมากจะแสดงถึงการระบายอากาศที่ไม่มีประสิทธิภาพจะทำให้เกิดความรู้สึกอึดอัด ไม่สบาย ง่วงซึม ขาดสมาธิในการเรียนรู้ หรือหากอากาศในห้องนั้นมีสารปนเปื้อนที่เป็นอันตรายหรือมีเชื้อก่อโรค ก็อาจเกิดการแพร่กระจายภายในห้องจนเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ที่อยู่ในห้องนั้นได้โดยง่าย [4] ณัชจารีย์กร สวัสดิ์มงคลกุล และ ชุมพร มูรพันธุ์ ศึกษาการรับรู้คุณภาพอากาศภายในอาคารสาธารณะ พบว่าองค์ประกอบของปัจจัยสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ทำให้ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ ความชื้น และคาร์บอนไดออกไซด์ มีความแตกต่างกัน โดยที่ห้องเรียนนั้นมีคุณภาพอากาศที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ผลการเปรียบเทียบกับ การรับรู้ของผู้ใช้กลับไม่สามารถรับรู้ถึงมลพิษทางอากาศ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาเป็นผู้ใหญ่ [5] จิตวิสุทธิ ทองสัมฤทธิ์ ศึกษาคุณภาพอากาศภายในอาคาร รวมทั้งการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ และการระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพอากาศภายในอาคารเพื่อพัฒนาระบบการจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคารของศูนย์พัฒนาเด็กเล็กทั้ง 5 แห่งในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าความเข้มข้นของอนุภาคขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน และอนุภาคขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของอาคารศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก (ศพด.) ทุกแห่งมีค่าเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด นอกจากนี้ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซโอโซน ใน ศพด. บางแห่งมีค่าเกินกว่ามาตรฐานกำหนด [6] ปริญญ์ ใหม่วิจัยศรี, ศิริลักษณ์ กลิ่นมาลี และสุนิสา แวงชัยภูมิ ศึกษาแบบการจัดการมลภาวะอากาศภายในอาคารในพื้นที่เขตเมือง กรณีศึกษาอาคารศูนย์พัฒนาเด็กปฐมวัยและหน่วยบริการสุขภาพ

ปฐมนิเทศ จากการศึกษาตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร พบว่าอาคารทุกแห่งมีปริมาณอนุภาคขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน และอนุภาคขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน สูงเกินมาตรฐาน ส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในอาคารศูนย์พัฒนาเด็กปฐมวัยและหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิ สูงเกินมาตรฐาน [7]

โดยจากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้นนั้น เป็นกรณีศึกษาในสถานที่ต่าง ๆ ที่จัดอยู่ในกลุ่มของอาคารสาธารณะ ตามประกาศกรมอนามัย เรื่อง ค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคารสาธารณะ พ.ศ. 2565 [8] พบว่ามีค่าคุณภาพอากาศภายในอาคารสูงเกินมาตรฐานกำหนดหลายแห่ง ซึ่งโรงเรียนหรือศูนย์พัฒนาเด็กก็จัดอยู่ในกลุ่มอาคารสาธารณะ ดังนั้นการปรับปรุงห้องเรียนให้กลายเป็นห้องอากาศสะอาดความดันบวกในครั้งนี้จึงมีความสำคัญ เพราะเด็กไม่สามารถรับรู้ถึงมลพิษอากาศภายในอาคารได้เทียบเท่าผู้ใหญ่ และเป็นการสร้างแนวทางเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคาร ดังนั้นการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในห้องเรียนอนุบาล เพื่อเป็นห้องเรียนต้นแบบอากาศสะอาดความดันบวก (Positive Pressure Fresh air System) ณ โรงเรียนวัดราชผาติการาม ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่กลางเมืองติดกับถนนใหญ่มีการสัญจรไปมาของยานพาหนะจำนวนมากตลอดทั้งวัน เป็นปัจจัยทำให้เกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของนักเรียน โดยห้องเรียนอากาศสะอาดความดันบวกหรือห้องเรียนปลอดฝุ่น มีความสำคัญต่อเด็กเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากเด็กต้องอยู่ในโรงเรียนไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมงต่อวัน ดังนั้นการสร้างสภาพแวดล้อมให้ห้องเรียนปลอดภัยจากฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน และมลพิษในอากาศนั้น นอกจากจะช่วยป้องกันการเกิดโรคต่าง ๆ ที่เกิดจากมลพิษอากาศแล้ว ยังเป็นการช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ และพัฒนาการที่ดีของเด็ก อีกทั้งการจัดทำโครงการห้องเรียนต้นแบบอากาศสะอาดความดันบวก (Positive Pressure Fresh air System) ในครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งในการตอบสนองนโยบาย 9 ด้าน 9 ดี ของกรุงเทพมหานคร และสามารถเป็นแนวทางนำไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารได้

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อปรับปรุงกายภาพของห้องเรียนอนุบาลให้เป็นห้องต้นแบบห้องเรียนอากาศสะอาดด้วยหลักการเติมอากาศสะอาด
2. สร้างแนวทางการเฝ้าระวังมลพิษอากาศภายในห้องเรียนอนุบาลด้วยระบบอัตโนมัติขึ้นสำหรับตรวจติดตามคุณภาพอากาศด้วยเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

3. ขอบเขตของการศึกษา

1. ปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารของห้องเรียนอนุบาลจำนวน 2 ห้อง ณ โรงเรียนวัดราชผาติการาม
2. ติดตั้งระบบอัตโนมัติขึ้นสำหรับตรวจติดตามคุณภาพอากาศด้วยเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย จำนวน 3 จุด ภายในห้องเรียนอนุบาล และนอกห้องเรียนอนุบาล

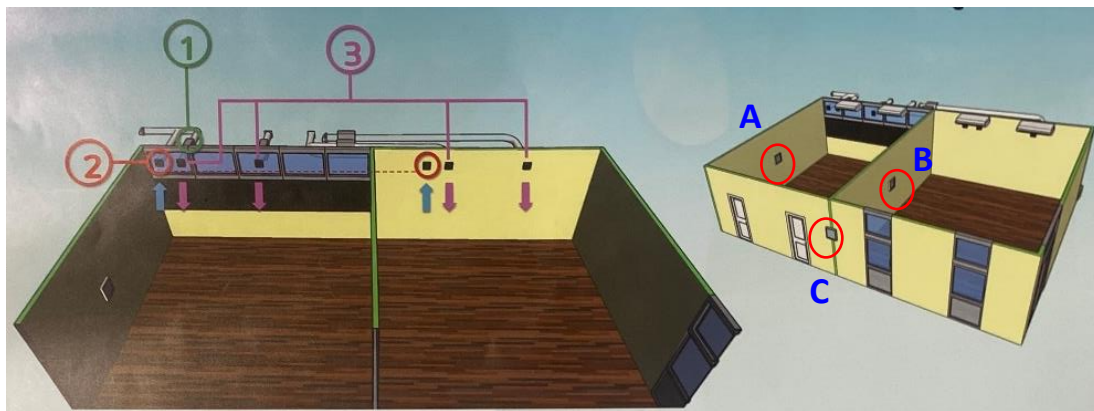
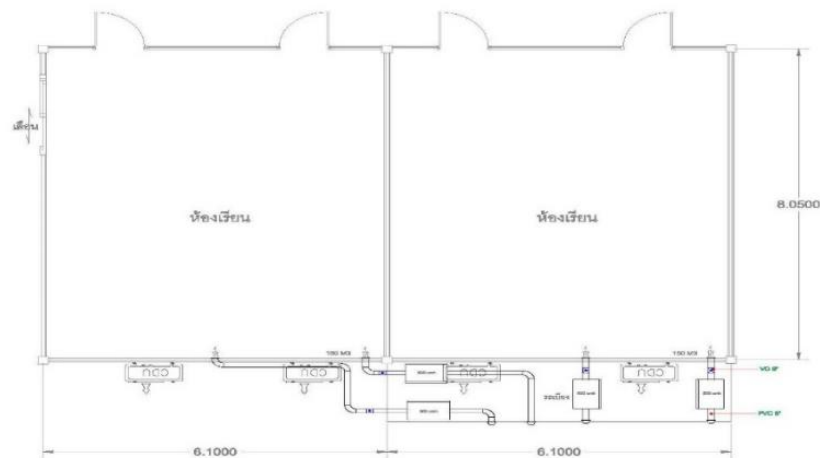
4. วิธีการศึกษา

4.1 ขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารของห้องเรียนอนุบาล

1. สำรวจเก็บข้อมูล และวัดขนาดพื้นที่ห้องเรียนอนุบาล ณ โรงเรียนวัดราชผาติการาม แขวงวรชัยพยาบาล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร
2. ออกแบบเครื่องเติมอากาศใช้อัตราการเติมอากาศที่ 3 เท่าของปริมาตรห้อง

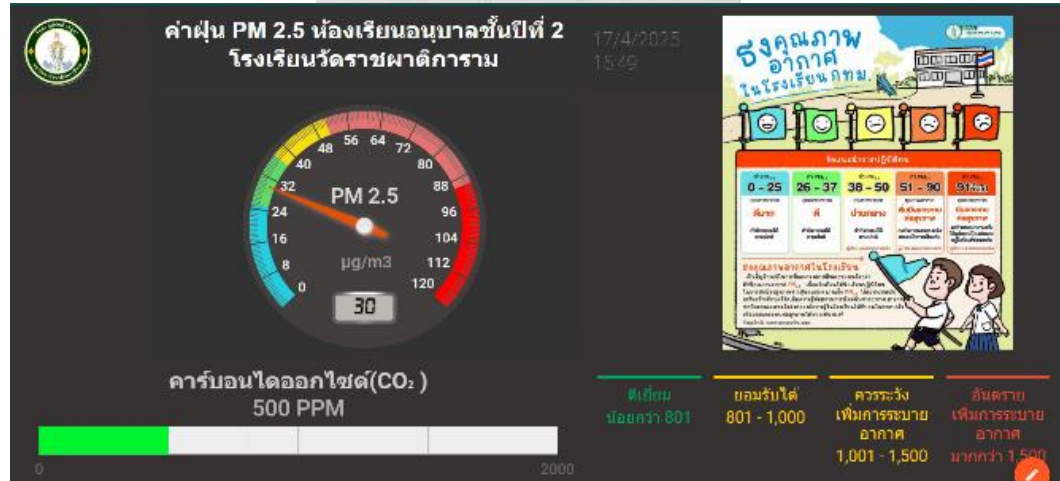
3. ดำเนินการเข้าติดตั้งเครื่องเติมอากาศสะอาดด้วยระบบ (Outdoor air unit หรือ OAU) โดยแผนผังการติดตั้งเครื่องเติมอากาศสะอาดแสดงดังรูปที่ 1 ซึ่งสามารถแบ่งการทำงานได้ดังนี้ หมายเลข 1 และ 3 เป็นตัวเติมอากาศเพียงอย่างเดียวผ่านหัวจ่ายลมเข้าภายในห้อง และหมายเลข 2 เป็นเครื่องเติมอากาศพร้อมวาล์วดูดลมกลับซึ่งเมื่อเปิดวาล์วดูดลมกลับสามารถเป็นเครื่องฟอกอากาศโดยดูดเอาอากาศภายในห้องมาผ่านเครื่องอีกครั้ง โดยห้องเรียนต้นแบบอากาศสะอาดความดันบวก (Positive Pressure Fresh air System) มีคุณสมบัติ ดังนี้

- 3.1. แผงกรองขั้นต้น PRE Filter สามารถกรองฝุ่นได้ 80 เปอร์เซ็นต์ พร้อม Activated Carbons ช่วยดักจับกลิ่น
- 3.2. แผงกรองขั้นสุดท้าย HEPA Filter Class 13 สามารถกรองฝุ่น $PM_{2.5}$ ได้ 99.95 เปอร์เซ็นต์
- 3.3. เติมอากาศใหม่เข้าห้องเรียน เพิ่มออกซิเจน ลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- 3.4. สามารถกรองเชื้อโรคแบคทีเรีย ไวรัส ได้ 99 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 1 แผนผังการติดตั้งเครื่องเติมอากาศของห้องเรียนต้นแบบอากาศสะอาดความดันบวก และติดตั้งระบบบอโตเมชันตรวจติดตามคุณภาพอากาศด้วย
เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

4. ติดตั้งระบบอัตโนมัติชั้นตรวจติดตามคุณภาพอากาศด้วยเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายจำนวน 3 ตำแหน่ง แสดงดังรูปที่ 1 ตำแหน่ง A บริเวณภายในห้องเรียนอนุบาลชั้นปีที่ 2 ตำแหน่ง B ภายในห้องเรียนอนุบาลชั้นปีที่ 3 และตำแหน่ง C บริเวณระหว่างหน้าห้องเรียนอนุบาลชั้นปีที่ 2 และ 3 โดยเซ็นเซอร์สามารถตรวจวัดพารามิเตอร์ได้ ดังนี้ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และอนุภาคขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน พร้อมทั้งบันทึกเก็บข้อมูลไว้บนคลาวด์ และสามารถติดตามคุณภาพอากาศได้โดยสแกน QR CODE แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 QR CODE สำหรับตรวจติดตามคุณภาพอากาศทั้ง 3 ตำแหน่ง และแดชบอร์ดแสดงคุณภาพอากาศ

4.2 สถานที่ติดตั้งอุปกรณ์

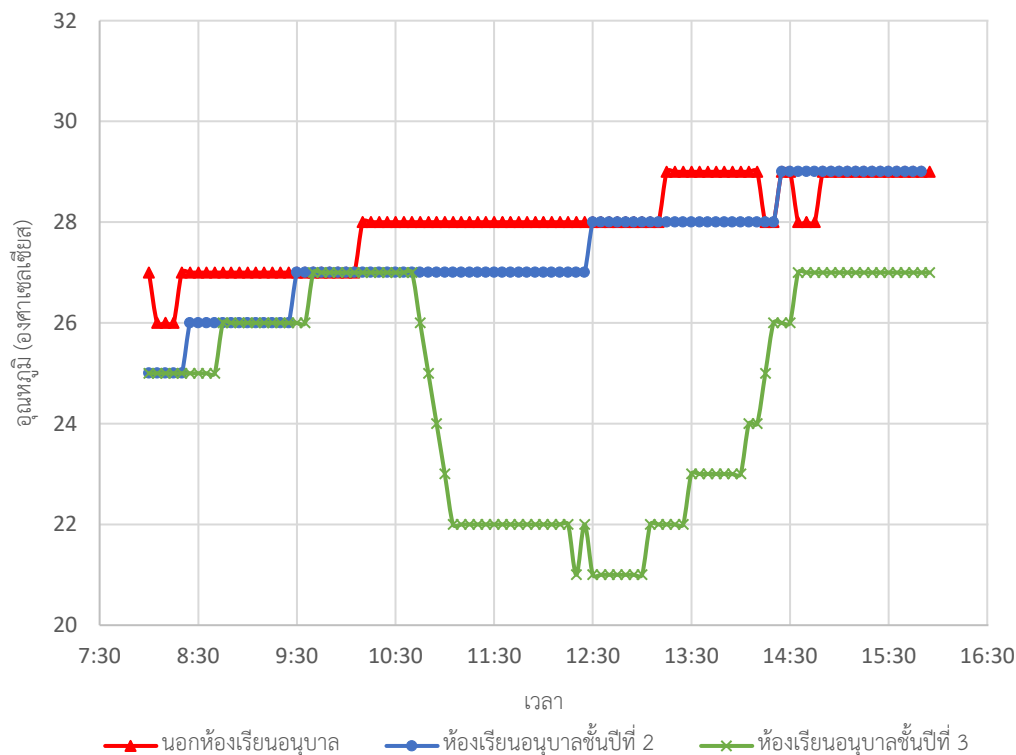
ณ โรงเรียนวัดราชผาติการาม ติดตั้งเครื่องเติมอากาศสะอาดความดันบวก จำนวน 2 ห้อง คือ ห้องเรียนอนุบาลชั้นปีที่ 2 และห้องเรียนอนุบาลชั้นปีที่ 3

5. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ห้องอากาศสะอาดความดันบวก (Positive Pressure Fresh air System) ณ โรงเรียนวัดราชผาติการาม ได้มีการติดตั้งเซ็นเซอร์วัดคุณภาพอากาศทั้งหมด 3 ตำแหน่ง คือ (1) ห้องเรียนอนุบาลชั้นปีที่ 2 (2) ห้องเรียนอนุบาลชั้นปีที่ 3 และ (3) นอกห้องเรียน ในบริเวณโรงเรียนวัดราชผาติการาม ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลคุณภาพอากาศไว้บนคลาวด์ และข้อมูลคุณภาพอากาศที่นำมาแสดงเป็นของวันที่ 16 กันยายน 2567 ตั้งแต่เวลา 8:00 น. ถึง 16:00 น.

5.1 อุณหภูมิ

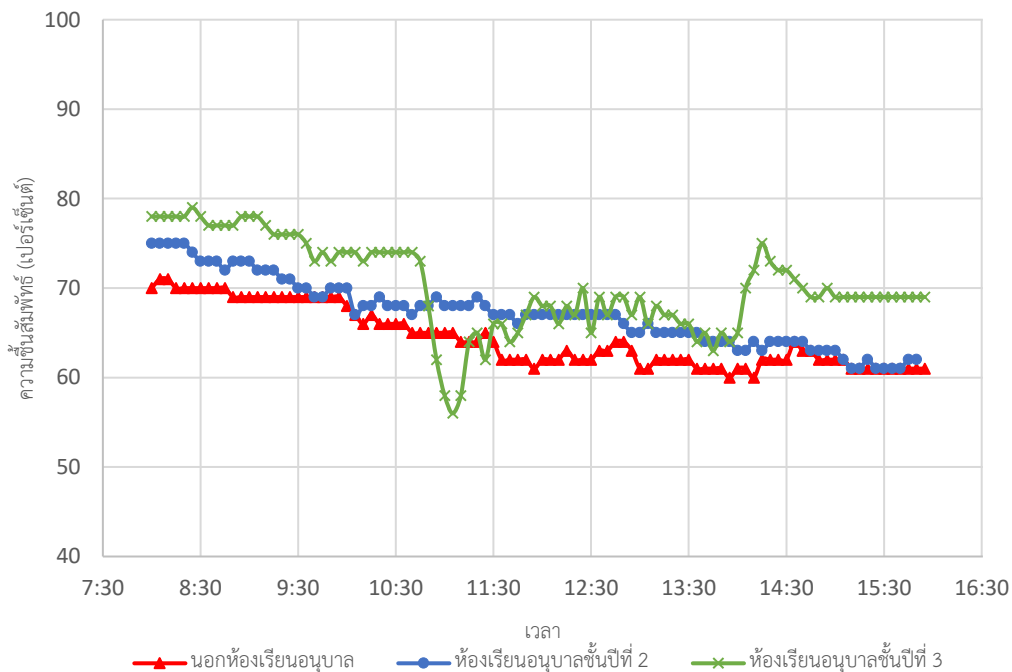
โดยลักษณะการใช้งานห้องเรียนของโรงเรียนวัดราชผาติการาม แบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงเรียนในตอนเช้ายังไม่มีการใช้งานเครื่องปรับอากาศ และช่วงนอนกลางวันเป็นช่วงที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ โดยวันที่ 16 กันยายน 2567 ห้องเรียนอนุบาลชั้นปีที่ 3 ได้ถูกกำหนดให้เป็นห้องที่ใช้นอนกลางวันของเด็กอนุบาล จึงมีการเปิดเครื่องปรับอากาศ ในช่วงเวลาประมาณ 10:30 น. ถึง 14:00 น. อุณหภูมิลดลงจาก 26-27 องศาเซลเซียส อยู่ที่ประมาณ 22-23 องศาเซลเซียส โดยเด็กอนุบาลชั้นปีที่ 2 จะเข้ามานอนรวมกับเด็กอนุบาลชั้นปีที่ 3 ดังนั้นห้องเรียนอนุบาลชั้นปีที่ 2 ที่ไม่มีการใช้งานเครื่องปรับอากาศ ใช้การเปิดประตูหน้าต่างเพื่อการระบายอากาศ อุณหภูมิอยู่ที่ 27-29 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิของอากาศภายนอกห้องเรียน แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แผนภูมิการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในห้องอากาศสะอาดความดันบวก

5.2 ความชื้นสัมพัทธ์

ห้องเรียนอนุบาลชั้นปีที่ 3 ช่วงก่อนเปิดเครื่องปรับอากาศช่วงเวลา 08:00 น. ถึง 10:30 น. มีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 73-79 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นช่วงที่ใช้การระบายอากาศโดยการเปิดประตูหน้าต่าง และเมื่อมีการปิดประตูหน้าต่างแล้วเปิดเครื่องปรับอากาศทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ลดลงอยู่ในช่วง 55-70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ของห้องเรียนอนุบาลชั้นปีที่ 3 กับความชื้นสัมพัทธ์ของห้องเรียนอนุบาลชั้นปีที่ 2 และนอกห้องเรียน พบว่า ห้องเรียนอนุบาลชั้นปีที่ 3 มีระดับความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าห้องเรียนอนุบาลชั้นปีที่ 2 และบริเวณนอกห้องเรียนที่มีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วงประมาณ 60-75 เปอร์เซ็นต์ และในเวลา 14:00 น. ห้องเรียนอนุบาลชั้นปีที่ 3 เมื่อปิดเครื่องปรับอากาศความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มสูงขึ้นถึง 73 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นภายในห้องเรียนอนุบาลชั้นปีที่ 3 อาจมีแหล่งกำเนิดที่ทำให้มีความชื้นเพิ่มสูงขึ้น หรือมาจากการล้างหน้าล้างมือของเด็ก แล้วกลับเข้ามาในห้องเรียน แสดงดังรูปที่ 4

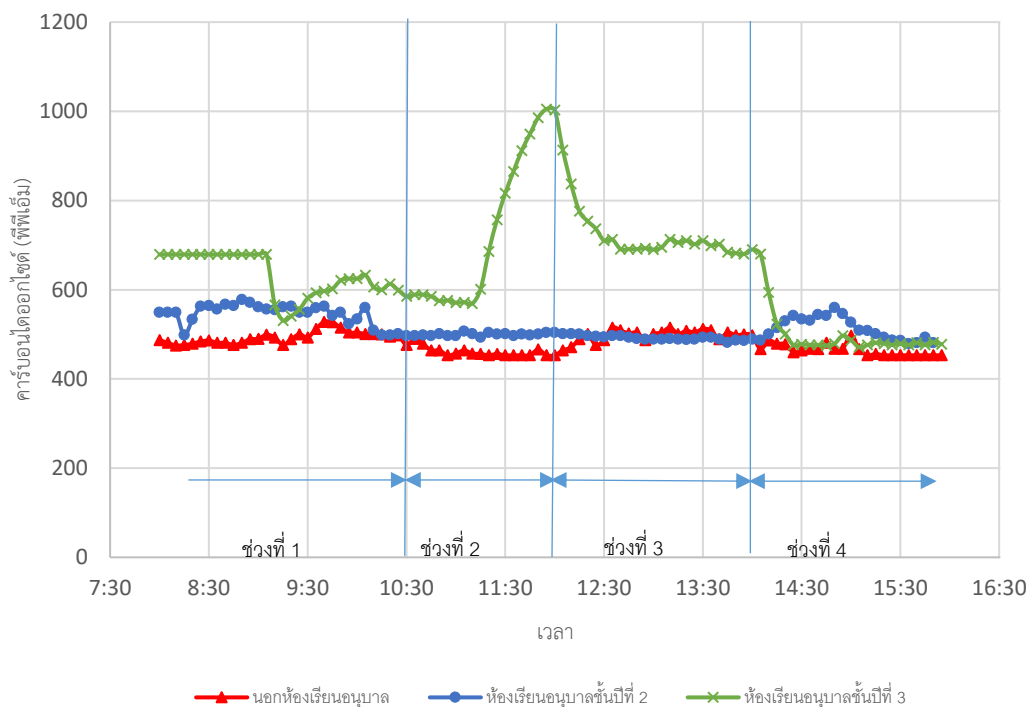


รูปที่ 4 แผนภูมิการเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องอากาศสะอาดความดันบวก

5.3 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

สามารถแบ่งการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 4 ช่วง โดยจุดตรวจวัดที่ห้องเรียนอนุบาลชั้นปีที่ 2 และจุดตรวจวัดที่นอกห้องเรียน พบว่าทั้ง 4 ช่วง มีค่าความก๊าซเข้มข้นคาร์บอนไดออกไซด์คงที่ในช่วง 400 – 600 พีพีเอ็ม และในส่วนของห้องเรียนอนุบาลชั้นปีที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้ง 4 ช่วง ดังนี้ ช่วงที่ 1 เวลา 8:00 - 10:30 น. เป็นช่วงที่ใช้การเปิดประตูหน้าต่างในการระบายอากาศ มีค่าความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คงที่ในช่วงประมาณ 400 - 600 พีพีเอ็ม โดยเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงที่ 2 เวลา 10:30 - 12:00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีการใช้งานเครื่องปรับอากาศแต่ยังไม่มีการใช้งานเครื่องเติมอากาศสะอาด หลังจากที่ได้แก้

เข้าห้องในเวลา 11:15 น. เพื่อเตรียมตัวนอนกลางวัน ทำให้มีค่าความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงเกิน 1000 พีพีเอ็ม เมื่อถึงช่วงที่ 3 เวลา 12:00 น. เป็นช่วงที่มีการใช้งานเครื่องปรับอากาศร่วมกับเครื่องเติมอากาศสะอาด ทำให้มีค่าความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงอยู่ในช่วงประมาณ 700 พีพีเอ็ม และช่วงที่ 4 เวลา 14:00 น. เป็นช่วงที่ปิดเครื่องปรับอากาศและกลับมาเปิดประตูหน้าต่างทำให้ค่าความเข้มข้นคาร์บอนไดออกไซด์จะลดลงมาอยู่ในระดับใกล้เคียงกับห้องเรียนอนุบาลชั้นปีที่ 2 และนอกห้องเรียน ซึ่งการเติมอากาศสะอาดมีระบบที่เมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องถึง 1000 พีพีเอ็ม จะมีการเพิ่มระดับพัดลมเพื่อเติมอากาศสะอาดให้มากขึ้นเพื่อช่วยลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แสดงดังรูปที่ 5

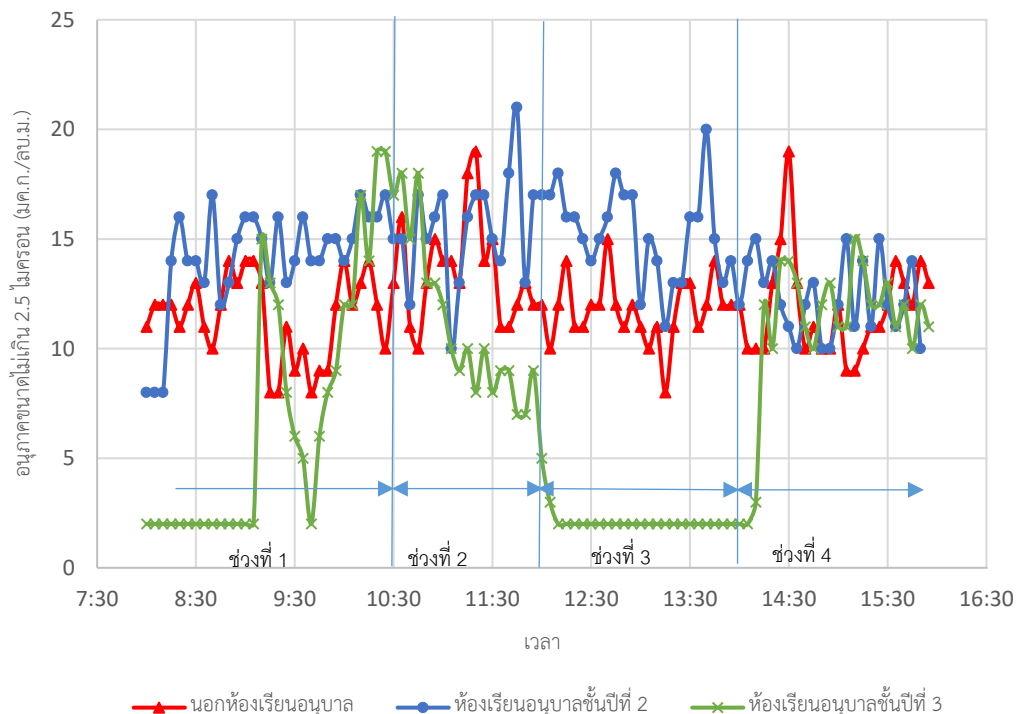


รูปที่ 5 แผนภูมิการเปลี่ยนแปลงของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องอากาศสะอาดความดันบวก

5.4 อนุภาคขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน

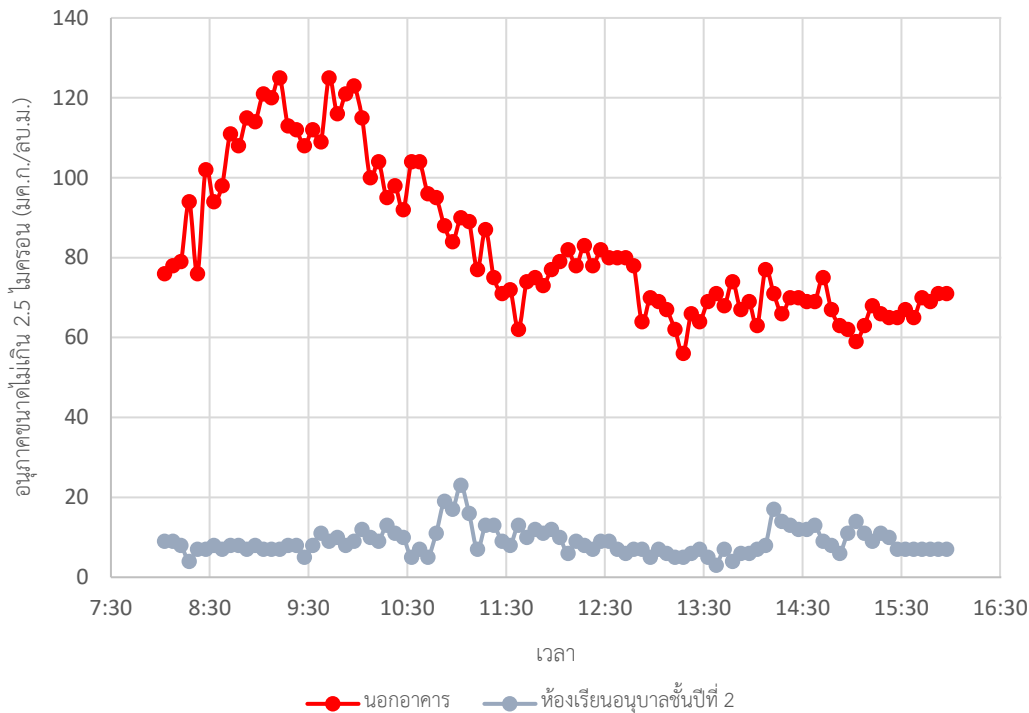
สามารถแบ่งการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มข้นอนุภาคขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ได้ 4 ช่วง โดยห้องเรียนอนุบาลชั้นปีที่ 2 และนอกห้องเรียน พบว่า ทั้ง 4 ช่วงมีค่าความเข้มข้นอนุภาคขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน อยู่ในช่วง 10-20 มคก./ลบ.ม. และในส่วนของห้องเรียนอนุบาลชั้นปีที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นอนุภาคขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ทั้ง 4 ช่วง ดังนี้ ช่วงที่ 1 เวลา 8:00 - 10:30 น. เป็นช่วงที่ใช้การเปิดประตูหน้าต่างในการระบายอากาศ มีค่าความเข้มข้นอนุภาคขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ใกล้เคียงกับห้องเรียนอนุบาลชั้นปีที่ 2 และนอกห้องเรียนอนุบาล โดยห้องเรียนอนุบาลชั้นปีที่ 3 เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงของอนุภาคขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในช่วงที่ 2 เวลา 10:30 - 12:00 น. เป็นช่วงที่มีการใช้งานเครื่องปรับอากาศแต่ยังไม่มีการใช้งานเครื่องเติมอากาศสะอาด ทำให้ค่าความเข้มข้นอนุภาคขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ลดลงที่อยู่ในช่วง 9-10 มคก./ลบ.ม. เมื่อถึงช่วงที่ 3 เวลา 12:00 น. เป็นช่วงที่มีการใช้งานเครื่องปรับอากาศร่วมกับเครื่องเติมอากาศสะอาด ทำให้ค่าความเข้มข้น

อนุภาคขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ลดลงอยู่ในช่วงประมาณ 2 มก./ลบ.ม. และช่วงที่ 4 เวลา 14:00 น. เป็นช่วงที่ปิดเครื่องปรับอากาศกลับมาเปิดประตูหน้าต่างทำให้ค่าความเข้มข้นอนุภาคขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน เพิ่มขึ้นอยู่ในระดับใกล้เคียงกับห้องเรียนอนุบาลชั้นปี 2 และนอกห้องเรียน ดังนั้นช่วงที่ใช้การระบายอากาศด้วยการเปิดประตูและหน้าต่างจะทำให้ค่าความเข้มข้นอนุภาคขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ใกล้เคียงหรือเท่ากับบรรยากาศภายนอกอาคาร ถึงแม้ว่าการใช้เครื่องปรับอากาศเพียงอย่างเดียวจะสามารถช่วยลดอนุภาคขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนได้ แต่หากมีการเปิดใช้งานเครื่องเติมอากาศสะอาดร่วมด้วยจะทำให้ค่าความเข้มข้นอนุภาคขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ลดลงได้เร็วกว่า แสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แผนภูมิการเปลี่ยนแปลงของอนุภาคขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ภายในห้องอากาศสะอาดความดันบวก วันที่ 16 กันยายน 2567

จากสถานการณ์ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในเขตพื้นที่ดุสิต กรุงเทพมหานคร เมื่อวันที่ 23 มกราคม 2568 จากข้อมูลของ Air4thai (สถานีริมสวนหย่อมตรงข้ามสำนักงานเขตดุสิต) พบว่าค่าฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีค่าสูงสุด 129 มก./ลบ.ม. ซึ่งสูงเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด โดยโรงเรียนวัดราชผาติการามตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ดุสิต ซึ่งจากสถานการณ์ดังกล่าวทางโรงเรียนวัดราชผาติการามได้มีการใช้งานห้องอากาศสะอาดความดันบวก (Positive Pressure Fresh air System) พบว่าค่าฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน บริเวณโรงเรียนมีค่าสูงสุด 125 มก./ลบ.ม. ในส่วนห้องเรียนอากาศสะอาดความดันบวก สามารถลดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ให้อยู่ในช่วง 3-5 มก./ลบ.ม. แสดงดังรูปที่ 7 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าฝุ่นละอองบริเวณโรงเรียน พบว่าห้องเรียนอากาศสะอาดความดันบวกสามารถป้องกันฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ได้ 93 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 7 แผนภูมิการเปลี่ยนแปลงของอนุภาคขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ภายในห้องอากาศสะอาดความดันบวก วันที่ 23 มกราคม 2568

6. สรุปผลการศึกษา

การใช้งานห้องอากาศสะอาดความดันบวก (Positive Pressure Fresh air System) ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดนั้น จำเป็นต้องมีการปิดประตูหน้าต่าง ซึ่งการปิดประตูหน้าต่างนั้นอาจทำให้มีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นการเปิดเครื่องปรับอากาศร่วมกับเครื่องเติมอากาศสะอาด ซึ่งลักษณะการใช้งาน ห้องเรียนอนุบาลของโรงเรียนวัดราชผาติการามนั้น แบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงเรียนตอนเช้าเป็นช่วงที่ไม่ใช้งาน เครื่องปรับอากาศโดยจะเป็นการเปิดประตูหน้าต่างเพื่อถ่ายเทอากาศ และช่วงนอนกลางวัน จึงจะมีการใช้งานเครื่องปรับอากาศกับเครื่องเติมอากาศสะอาด

ในปัจจุบันผู้คนส่วนใหญ่อาจจะยังไม่เห็นความสำคัญของคุณภาพอากาศภายในอาคาร อาจเนื่องมาจากการขาดองค์ความรู้ หรือการได้รับความรู้/ข้อมูล ที่ไม่ชัดเจนเกี่ยวกับคุณภาพอากาศ ภายในอาคารหรือห้องเรียนอากาศสะอาด ทำให้มักคิดว่าการอยู่ในบ้านหรือในอาคารจะช่วยป้องกันมลพิษจาก ภายนอกได้ แต่เมื่ออยู่ในบ้านหรือในอาคารที่มีระบบการถ่ายเทอากาศไม่ดีพอจนๆ กลับพบกลุ่มอาการที่เรียกว่า Sick Building Syndrome เช่น มีการมีน้ำหวัด ปวดหัว การระคายเคืองผิวหนังและตา การหายใจไม่สะดวก ไอ หรือจาม เป็นต้น ดังนั้นการอบรมให้ความรู้ สร้างความเข้าใจ และความตระหนักรู้เกี่ยวกับความสำคัญของคุณภาพอากาศภายในอาคาร ให้กับบุคลากร หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับบุคคลในกลุ่มเปราะบาง และประชาชนทั่วไปเพื่อคุณภาพชีวิต และคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดี มีความจำเป็นอย่างยิ่ง

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมอนามัย (2563, ธันวาคม). แนวทางป้องกันและดูแลสุขภาพจากฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน สำหรับ สถานพัฒนาเด็กปฐมวัย. https://hia.anamai.moph.go.th/web-upload/12xb1c83353535e43f224a05e184d8fd75a/m_magazine/35644/2924/file_download/afa9e7cdcb54dd9be0b2cb3d7bb1abfe.pdf
- [2] Phongsulee Jeerawattanak. (2567, 21 มีนาคม). สสส. สานพลังภาคีเครือข่าย เดินหน้าโครงการ “ห้องเรียนสู้ฝุ่น” ระยะที่ 2 มุ่งสร้างนโยบายรับมือวิกฤต PM2.5 พร้อมขยายผล 437 โรงเรียนทั่ว กทม. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ: <https://www.thaihealth.or.th/?p=359015>
- [3] ตุลย์ มณีวัฒนา. (2563, 3 กุมภาพันธ์). OAU คืออะไร เกี่ยวอะไรกับฝุ่น PM2.5. [รูปภาพ]. Facebook. <https://www.facebook.com/tul2562/posts/oau-คืออะไร-เกี่ยวอะไรกับฝุ่น-pm25oau-ย่อมาจาก-outside-air-unit-จริงๆ-ผมน่าจะเริ่/488106482080833/>
- [4] อริสา กาญจนการะจำ และ ภารดี ช่วยบำรุง. (2560). การตรวจวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการระบายอากาศภายในห้องเรียน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 25(6), 960-974.
- [5] ณัชจารีย์กร สวัสดิ์มงคลกุล และ ชุมพร มูรพันธุ์. (2558). การรับรู้คุณภาพอากาศภายในอาคารสาธารณะ. *Veridian E-Journal Slipakorn University*, 8(2), 158 -1594.
- [6] จิตวิสุทธิ์ ทองสัมฤทธิ์. (2567). *การประเมินผลกระทบต่อสุขภาพของการพัฒนาห้องอากาศสะอาดและระบบการจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคารศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก ในจังหวัดเชียงใหม่*. [ปริญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่]. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. <https://cmudc.library.cmu.ac.th/frontend/Info/item/dc:180366>
- [7] ปรีณิต ใหม่เจริญศรี, ศิริลักษณ์ กลิ่นมาลี และสุนิสา แวงชัยภูมิ. (2567). การศึกษารูปแบบการจัดการมลภาวะอากาศภายในอาคารในพื้นที่เขตเมือง กรณีศึกษาอาคารศูนย์พัฒนาเด็กปฐมวัยและหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิ. *วารสารศูนย์อนามัยที่ 7 ขอนแก่น*, 16(3), 29-46.
- [8] กรมอนามัย. (2565). ประกาศกรมอนามัย เรื่อง ค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคารสาธารณะ พ.ศ.2565. <https://laws.anamai.moph.go.th/practices/download/?did=211864&id=99012&reload=>