การประเมินการระบายอากาศของห้องปฏิบัติการภายใต้ความปรกติใหม่ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ศูนย์เวียงบัว

คุณธรรม สันติธรรม[1], ชุติพันธุ์ แสงโสดา[2*]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เชียงใหม่
[2]สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เชียงใหม่
[*]Corresponding author email: wannalak_san@g.cmru.ac.th

ได้รับบทความ: 29 พฤศจิกายน 2567
ได้รับบทความแก้ไข: 10 มกราคม 2568
ยอมรับตีพิมพ์: 7 กุมภาพันธ์ 2568

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการระบายอากาศของห้องปฏิบัติการภายใต้แนวคิดความปรกติใหม่_กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ศูนย์เวียงบัว โดยทำการศึกษาการระบายอากาศภายในห้องปฏิบัติการที่มีการระบายอากาศด้วยเครื่องจักร จำนวน 17 ห้อง ทำการเก็บข้อมูลผ่านเครื่องมือวัดค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ใช้หลักการดูดกลืนแสงอินฟาเรด (Non-Dispersive Infrared (NDIR))กำหนดค่าความเข้มข้น CO_2 ที่แนะนำในสภาวะคงที่คือ ไม่เกิน 800 ส่วนในล้านส่วน (ppm) ในการ และต้องมีค่าอัตราการหมุนเวียนของอากาศ (Air Change Rate) อย่างน้อย 3.5 ACH เพื่อสะท้อนเงื่อนไขที่ว่า เมื่อผู้ใช้งานสวมใส่หน้ากากอนามัยเข้าใช้งานภายในห้องดังกล่าวจะมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ COVID-19 ไม่เกิน 0.5% เมื่อผู้ใช้งานสวมใส่หน้ากากอนามัยเข้าใช้งานภายในห้อง ผลการศึกษา พบว่าห้องปฏิบัติการที่มีการระบายอากาศด้วยเครื่องจักร 2 ห้อง มีอัตราการหมุนเวียนอากาศเหมาะสม 4 ห้อง มีอัตราการหมุนเวียนอากาศไม่เพียงพอ และ 11 ห้อง มีอัตราการหมุนเวียนอากาศไม่เหมาะสม ตามจำนวนผู้ใช้งานสูงสุดที่มหาวิทยาลัยกำหนดไว้_จำเป็นต้องเพิ่มอัตราการ

หมุนเวียนอากาศจากพัดลมระบายอากาศ ในปริมาณที่เหมาะสมตามแนวทางการปรับปรุงการใช้ห้องปฏิบัติการภายใต้แนวคิดความปรกติใหม่ที่ผู้วิจัยนำเสนอ

คำสำคัญ: การประเมินการระบายอากาศ/ การระบายอากาศในห้องปฏิบัติการ/ ความปรกติใหม่

Air Ventilation Quality Assessment for Laboratory in the New Normal Concept: Chiang Mai Rajabhat University, Wing Bua Campus

Kunnatham Santitham[1], Chutiphan Sangsoda[2*]

[1]Architectural Technology Program, Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University, Chiang Mai

[2]Occupational Health and Safety, Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University, Chiang Mai

[*]Corresponding author email: wannalak_san@g.cmru.ac.th

Received: 29 November 2024

Revised: 10 January 2025

Accepted: 7 February 2025

Abstract

This study aims to evaluate the ventilation performance of laboratories under the new normal concept, using Chiang Mai Rajabhat University's Wiang Bua Center as a case study. The research examines the ventilation systems of 17 mechanically ventilated laboratories. Data were collected using a CO2 concentration meter based on the Non-Dispersive Infrared (NDIR) absorption principle. The recommended steady-state CO2 concentration was set at no more than 800 parts per million (ppm). Additionally, the air change rate (ACH) was required to be at least 3.5 to reflect the condition where users wearing face masks in the laboratory would have a COVID-19 infection risk of no more than 0.5%. The study found that among the 17 mechanically ventilated laboratories, 2 rooms had a suitable air change rate, 4 rooms had insufficient

ventilation, and 11 rooms had air change rates that were inappropriate based on the maximum user capacity set by the university. The findings indicate a need to increase the air change rate through the use of exhaust fans at appropriate levels, following the recommendations for laboratory usage adjustments under the new normal concept proposed by the researchers.

Keywords: Air Ventilation Evaluation/ Air Ventilation in Laboratory/
New Normal Concept

บทนำ

ระบบการศึกษาถือเป็นหนึ่งในส่วนที่ได้รับผลกระทบจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) เนื่องจากมีจำนวนผู้ได้รับผลกระทบจำนวนมาก ได้แก่ ผู้เรียน (นักเรียน นักศึกษา) ผู้สอน (ครู อาจารย์) และบุคลากร เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทางการศึกษาจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผู้สอน และผู้เรียน ที่ต้องปรับรูปแบบการเรียนการสอนภายใต้ความปรกติใหม่ จากการเรียนการสอนในห้องเป็นการเรียนการสอนรูปแบบ online ส่งผลให้เกิดปัญหาในระบบการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก อาทิ ผู้เรียนขาดทักษะและความเข้าใจเชิงประจักษ์ เนื่องจากไม่ได้ฝึกปฏิบัติการภายใต้สถานการณ์จริง ผู้สอนประสบปัญหาในการสาธิต การถ่ายทอดองค์ความรู้ภายใต้สถานการณ์จริงแก่ผู้เรียน ปัญหาการมีส่วนร่วมของผู้เรียน รวมถึงการประเมินผลการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการภายในชั้นเรียนสามารถทำได้ลำบาก ตลอดจนส่งผลต่อการจัดการการใช้ครุภัณฑ์และทรัพยากรการศึกษาของมหาวิทยาลัยฯขาดประสิทธิภาพ ส่งผลให้การเรียนการสอน กลุ่มวิชาปฏิบัติการประสบปัญหาและความลำบากเป็นอย่างมาก

เนื่องจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีฯ เป็นคณะหนึ่งที่ประกอบด้วย 9 ภาควิชา 18 หลักสูตร ซึ่งมีสาขาการเรียนการสอนในกลุ่มวิชาปฏิบัติการจำนวนมาก ซึ่งแต่ละภาคการศึกษาจะมีการเรียนการสอนของกลุ่มวิชาปฏิบัติการกว่า 800 ชั่วโมง/สัปดาห์ รองรับกลุ่มผู้เรียนจำนวนกว่า 1,600 คน และใช้ห้องปฏิบัติการในการเรียนจำนวนมาก ซึ่งแต่ละห้องออกแบบให้รองรับจำนวนผู้ใช้งานในสถานการณ์ปกติ 30 - 40 คน/ห้องจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการแพร่ระบาดของเชื้อ COVID-19 [1-2] กรมอนามัยได้กำหนดค่ามาตรฐานของการระบายอากาศที่ปลอดภัยสำหรับการใช้งานห้องปฏิบัติการในสภาวะปกติ โดยกำหนดให้ค่า อัตราการระบายอากาศในพื้นที่ปิด ต้องมีค่ามากกว่า 5 ACH (Air Change per Hour) และหากมีการระบายอากาศแบบใช้อุปกรณ์ควบคุม (เช่น ติดตั้งพัดลมดูดอากาศ) กำหนดให้ค่าปริมาณอากาศในห้องสำหรับ 1 คน ไว้ที่ 14 ลิตร/วินาที หรือวัดจากค่าคาร์บอนไดออกไซด์ ในห้องปฏิบัติการ จะต้องมากกว่า 700 ppm [และภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อ COVID-19 ต้องเพิ่มมาตรการควบคุมการเว้นระยะห่างและสวมหน้ากากอนามัยตลอดเวลา [3]

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ยังไม่เคยมีการประเมินการระบายอากาศของห้องปฏิบัติการมาก่อน ดังนั้นผลวิจัยจะทำให้มหาวิทยาลัยทราบผลการประเมินการระบาย

อากาศของห้องปฏิบัติการ และมีฐานข้อมูลด้านการระบายอากาศของห้องปฏิบัติการ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการวางแผน ปรับปรุง บริหารจัดการการใช้ทรัพยากรห้องปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมภายใต้แนวคิดความปรกติใหม่เพื่อลดการแพร่ระบาดของเชื้อ COVID-19

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการระบายอากาศของห้องปฏิบัติการภายใต้แนวคิดความปรกติใหม่ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ศูนย์เวียงบัว

วัสดุและวิธีการ

เครื่องมือในการตรวจประเมิน ประกอบด้วย 1) แผนผัง ระบุสัดส่วน ระยะ ความกว้าง ความยาว ความสูง ของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 2) เครื่องวัดระยะทางแบบเลเซอร์ (เครื่องมือทางสถาปัตยกรรม) 3) ตลับเมตร วัดระยะของอุปกรณ์การระบายอากาศแบบกล และ 4) เครื่องมือวัดค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ชนิดที่ใช้หลักการดูดกลืนแสงอินฟาเรด (Non-Dispersive Infrared (NDIR)) 5) แบบบันทึกข้อมูล

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ตรวจประเมินห้องปฏิบัติการที่มีการระบายอากาศด้วยเครื่องจักร จำนวน 17 ห้อง จาก 5 อาคาร โดยมีขั้นตอนดังนี้ 1) เก็บข้อมูลรายละเอียดขนาดและปริมาตรห้อง 2) เก็บข้อมูลรายละเอียดขนาดของช่องเปิดภายในห้อง 3) เก็บข้อมูลรายละเอียดขนาดของเครื่องปรับอากาศ (BTU) ภายในห้อง และ 4) เก็บข้อมูลรายละเอียดและจำนวนของพัดลมระบายอากาศภายในห้อง

ห้องปฏิบัติการที่มีการระบายอากาศด้วยเครื่องจักร (Mechanical Ventilation) กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ห้องปฏิบัติการที่มีการระบายอากาศด้วยเครื่องจักร (Mechanical Ventilation) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ศูนย์เวียงบัว (ภาพที่ 1) จำนวน 10 ห้อง จาก 5 อาคาร ได้แก่ 1) ห้องปฏิบัติการ อาคาร 28 (อาคารศูนย์วิทยาศาสตร์) จำนวน 9 ห้อง 2) ห้องปฏิบัติการ อาคาร 2 จำนวน 5 ห้อง 3) ห้องปฏิบัติการ อาคาร 9 จำนวน 1 ห้อง 4) ห้องปฏิบัติการ อาคาร 13 จำนวน 1 ห้อง และ 5) ห้องปฏิบัติการ อาคาร 7 จำนวน 1 ห้อง โดยกำหนดจุดตรวจวัดห้องละ 1 จุด โดยทำการตรวจวัดบริเวณกลางห้อง

ขั้นตอนที่ 2 ตรวจสอบอัตราการไหลเวียนอากาศภายในห้อง และติดตั้งเครื่องตรวจวัดค่า CO2 ชนิด nondispersive infrared (NDIR) ในห้องปฏิบัติการ

ตามหลักการสามารถคำนวณหา Outdoor Air (OA) ที่จะต้องนำเข้ามาจากภายนอกได้ว่าควรมีจำนวนเท่าไรเพื่อนำมาผสมกับอากาศที่ไหลเวียนกลับออกมาจากภายในห้องเข้ามาในห้อง AHU โดยสามารถคำนวณหาปริมาณ Outdoor Air (OA) ได้จากสมการที่ 1 หรือสมการที่ 2 [3,10] ดังนี้

สมการที่ 1 อิงตามความสัมพันธ์ของอุณหภูมิของอากาศที่ผสมกัน:

$$\%OA = [(TRA - TMA) / (TRA - TOA)] \times 100$$

สมการที่ 2 อิงตามสมดุลความเข้มข้นของ CO2 ในอากาศผสม

$$\%OA = [(CO_2RA - CO_2SA) / (CO_2RA - CO_2OA)] \times 100$$

%OA = Outdoor Air

TRA = อุณหภูมิของงอากาศที่ไหลกลับ AHU (Return Air; RA)

TMA = อุณหภูมิของอากาศผสมระหว่าง OA และ RA

TOA = อุณหภูมิของอากาศจากภายนอก

CO_2RA = ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศที่ไหลกลับ AHU

CO_2SA = ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศที่จ่ายมายังห้อง (Supply Air)

CO_2OA = ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศภายนอกอาคาร

จากสมการที่ 1 หรือสมการที่ 2 จะทำให้ทราบถึงจำนวนร้อยละของอากาศจากภายนอกที่ต้องนำเข้ามาผสมกับอากาศที่ไหลกลับออกมาจากห้องต่างๆ ภายใน AHU อีกครั้ง โดยในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือมาตรวจวัดค่า CO_2 ชนิด nondispersive infrared (NDIR) (ดังภาพที่ 2 และ 3)

ภาพที่ 2 จอแสดงผลของเครื่องตรวจวัดค่า CO_2 (ชนิด nondispersive infrared (NDIR))

ภาพที่ 3 การติดตั้งเครื่องตรวจวัดค่า CO_2 ชนิด nondispersive infrared (NDIR) ในห้องปฏิบัติการ

ขั้นตอนที่ 3 นำข้อมูลจากการคำนวณอัตราการไหลเวียนอากาศภายในห้องทำการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ต้องไม่ต่ำกว่า 5 AHC (Air Change per Hour)

การคำนวณ Air Change Rate: ACH หลักการของวิธีนี้คือ การหาปริมาตรอากาศบริสุทธิ์ที่จะเข้ามาแทนที่อากาศที่จะทำการระบายออก คิดเป็นจำนวนเท่าของปริมาตรห้องที่จะทำการระบายโดยมีวิธีการคำนวณได้สูตรต่อไปนี้

สูตร $$ACH = \frac{Q \times 60\ min}{Room\ \ size}$$

โดยที่ ACH = Air Change Rate

Q = อัตราการไหลของอากาศ $(\frac{ft^3}{min}; cfm)$

Room size = ปริมาตรของห้องที่ทำการประเมิน (ft^3)

หลังจากคำนวณหาปริมาตรอากาศบริสุทธิ์ที่จะเข้ามาแทนที่อากาศ ที่จะทำการระบายออก คิดเป็นจำนวนเท่าของปริมาตรห้องที่จะทำการระบาย แล้วนำค่าที่คำนวณได้ไปเทียบ/ประเมินได้กับมาตรฐานหรือกฎหมายที่เกี่ยวข้องได้ เช่น อัตราการระบายอากาศโดยวิธีกล หน่วยของอัตราการระบายอากาศ Air Change Rate [3] ให้เป็นไปตามมาตรฐานการระบายอากาศ เพื่อคุณภาพอากาศภายในที่ยอมรับได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หน่วยของอัตราการระบายอากาศ Air Change Rate

สูตร	หน่วย Imperial unit	หน่วย SI unit
n = air change rate per hour	n = 60 q/v	n = 3600 q/v
q = fresh air flow through the room	Cfm = Cubic feet per minute	m^3 / s
V = volume of the room	Cubic feet	m^3

ที่มา: ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2010 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality [4]

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์ผล เปรียบเทียบผลกับค่ามาตรฐาน พร้อมทั้งเสนอแนะมาตรการและวิธีการปรับปรุงห้องปฏิบัติการให้ปลอดภัย

ขั้นตอนที่ 5 สรุปผลวิจัย

ผู้วิจัยได้คำนวณค่าอัตราการหมุนเวียนของอากาศ (Air Change Rate) เพื่อประเมินการระบายอากาศของห้องปฏิบัติการ โดยตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ ได้แก่

1) ปริมาตรของห้อง

2) อัตราการรั่วซึมอากาศของห้อง

3) อัตราการสร้าง CO_2 ของผู้ใช้งานในห้อง

4) จำนวนผู้ใช้งานในห้อง

5) ค่า CO_2 นอกห้องในสภาวะปกติ

6) ค่า CO_2 ภายในห้องที่มีการใช้งานในสภาวะที่มีการใช้งานสูงสุด

จากการสำรวจและสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อเก็บข้อมูลด้วยเครื่องตรวจวัดค่า CO_2 ชนิด nondispersive infrared (NDIR) ในห้องปฏิบัติการจำนวน 10 ห้อง เพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยอัตราการรั่วซึมอากาศของห้อง และค่าเฉลี่ยอัตราการสร้าง CO_2 ของผู้ใช้งานในห้อง ได้ผลดังตาราง 2 และ ตาราง 3 ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยอัตราการรั่วซึมอากาศของห้อง มีค่า 0.50 (1/ชั่วโมง) และค่าเฉลี่ยอัตราการสร้าง CO_2 ของผู้ใช้งานในห้อง มีค่า 0.30 (L- CO_2/คน/นาที)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยอัตราการรั่วซึมอากาศของห้อง

ห้องที่สุ่มเก็บข้อมูลด้วยเครื่องตรวจวัดค่า CO_2 ชนิด nondispersive infrared (NDIR)	ค่า CO_2 นอกห้องในสภาวะปกติ	ค่า CO_2 ภายในห้องที่มีการใช้งานในสภาวะที่มีการใช้งานสูงสุด	ค่าความแตกต่างของ CO_2	เวลา (ชั่วโมง)	ปริมาตรห้อง (ลบ.ม.)	การรั่วซึมของอากาศภายใน 1 ชั่วโมง	อัตราการรั่วซึมอากาศของห้อง (1/ชั่วโมง)
ห้องที่ 1	405.00	906.00	501.00	3.00	351.00	167.00	0.48
ห้องที่ 2	421.00	629.00	208.00	2.50	351.00	83.20	0.24
ห้องที่ 3	407.00	2,979.00	2,572.00	17.00	234.00	151.29	0.65
ห้องที่ 4	456.00	1,520.00	1,064.00	12.00	198.00	88.67	0.45
ห้องที่ 5	459.00	1,643.00	1,184.00	11.00	198.00	107.64	0.54
ห้องที่ 6	459.00	2,224.00	1,765.00	11.50	198.00	153.48	0.78
ห้องที่ 7	381.00	1,103.00	722.00	7.00	206.15	103.14	0.50
ห้องที่ 8	391.00	1,102.00	711.00	7.00	206.15	101.57	0.49
ห้องที่ 9	410.00	841.00	431.00	5.00	206.15	86.20	0.42
ห้องที่ 10	406.00	1,612.00	1,206.00	3.00	793.80	402.00	0.51
						เฉลี่ย	**0.50**

จากนั้นผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยอัตราการรั่วซึมอากาศของห้อง และค่าเฉลี่ยอัตราการสร้าง CO_2 ของผู้ใช้งานในห้อง มาคำนวณค่าอัตราการหมุนเวียนของอากาศ (Air Change Rate) ที่เหมาะสม ภายใต้ 2 เงื่อนไขคือ 1) คำนวณจากการรองรับจำนวนผู้ใช้งานสูงสุดตามที่มหาวิทยาลัยกำหนดในระบบการใช้ห้อง 2) คำนวณจากจำนวนผู้ใช้งานจริงจากการสำรวจ โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ผลโดยใช้ค่าความเข้มข้น CO_2 ที่แนะนำในสภาวะคงที่คือ ไม่เกิน

800 ppm ในการคำนวณ เนื่องจากเป็นค่าที่ลดความเสี่ยงต่อการแพร่กระจายของเชื้อ COVID-19 และใช้เกณฑ์ค่าอัตราการหมุนเวียนของอากาศ (Air Change Rate) [5] อย่างน้อย 3.5 ACH เป็นค่าอ้างอิงผลการวิเคราะห์อัตราการหมุนเวียนของอากาศของห้องปฏิบัติการนั้น ซึ่งค่าอัตราการหมุนเวียนของอากาศ ที่ 3.5 ACH สะท้อนเงื่อนไขที่ว่าเมื่อผู้ใช้งานสวมใส่หน้ากากอนามัยเข้าใช้งานภายในห้องที่มีอัตราการหมุนเวียนของอากาศอย่างน้อย 3.5 ACH จะมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ COVID-19 ไม่เกิน 0.5% [4]

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยอัตราการสร้าง CO_2 ของผู้ใช้งานในห้อง

ห้องที่สุ่มเก็บข้อมูลด้วยเครื่องตรวจวัดค่า CO_2 ชนิด nondispersive infrared (NDIR)	ค่า CO_2 ภายในห้องที่มีการใช้งานในสภาวะที่มีการใช้งานสูงสุด	ค่า CO_2 นอกห้องในสภาวะปกติ	ค่าความแตกต่างของ CO_2	เวลา (ชั่วโมง)	การสร้าง CO_2 ในห้อง/ชั่วโมง	จำนวนผู้ใช้งานในห้อง (คน)	อัตราการสร้าง CO_2 ของผู้ใช้งานในห้อง (L-CO_2/คน/นาที)
ห้องที่ 1	906.00	420.00	486.00	2.00	243.00	14.00	0.29
ห้องที่ 2	629.00	430.00	199.00	1.00	199.00	11.00	0.30
ห้องที่ 3	2,979.00	420.00	2,559.00	5.00	511.80	28.00	0.30
ห้องที่ 4	1,520.00	489.00	1,031.00	2.00	515.50	28.00	0.31
ห้องที่ 5	1,643.00	475.00	1,168.00	2.00	584.00	33.00	0.29
ห้องที่ 6	2,224.00	466.00	1,758.00	3.00	586.00	33.00	0.30
ห้องที่ 7	1,103.00	464.00	639.00	2.00	319.50	18.00	0.30
ห้องที่ 8	1,102.00	450.00	652.00	2.00	326.00	18.00	0.30
ห้องที่ 9	841.00	472.00	369.00	4.00	92.25	5.00	0.31
ห้องที่ 10	1,612.00	406.00	1,206.00	3.00	402.00	23.00	0.29
						เฉลี่ย	**0.30**

ผลการศึกษา

จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ห้องที่มีความเหมาะสมของการระบายอากาศจากพัดลมระบายอากาศที่ติดตั้งในห้องเดิม ได้แก่ ห้อง จุล2 อาคาร 28 และ ห้อง RbCOM อาคาร 9 โดยมีอัตราการหมุนเวียนอากาศเมื่อรองรับจำนวนผู้ใช้งานสูงสุดตามที่มหาวิทยาลัยกำหนดในระบบการใช้ห้อง ที่ 14.55 ACH และ 16.03 ACH ตามลำดับ นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ ยังพบว่า ห้องที่มีการระบายอากาศจากพัดลมระบายอากาศที่ติดตั้งในห้องเดิมไม่เหมาะสม ได้แก่ ห้อง 28304 อาคาร 28 ห้อง จุล 1 อาคาร 28 ห้อง 721 อาคาร 7 และห้อง 1312 อาคาร 13 โดยมีอัตราการหมุนเวียนอากาศหากรองรับจำนวนผู้ใช้งานสูงสุดตามที่มหาวิทยาลัยกำหนดในระบบการใช้ห้อง ที่ 4.27 ACH 9.70 ACH 7.05 ACH และ 5.51 ACH ตามลำดับ ซึ่งไม่เพียงพอ ต้องมีการเพิ่มค่าอัตราการหมุนเวียนอากาศโดยการใช้พัดลมระบายอากาศเพิ่มเติม ส่วนห้อง 28111 28207 28219 28318 28405 28419 222 224 254 263 265 มีอัตราการหมุนเวียนอากาศที่ไม่เหมาะสมเช่นกัน กล่าวคือ มีการระบายอากาศที่ไม่เพียงพออย่างยิ่ง จำเป็นต้องมีการเพิ่มค่าอัตราการหมุนเวียนอากาศโดยการใช้พัดลมระบายอากาศเพิ่มเติมจำนวนตั้งแต่ 2 ถึง 3 เครื่อง

แนวทางการปรับปรุงการระบายอากาศ เพื่อลดโอกาสติดเชื้อ COVID-19 ให้ต่ำกว่า 0.5% และมีค่าความเข้มข้น CO_2 ที่ในสภาวะคงที่ในห้องไม่เกิน 800 ppm คือการเพิ่มค่าอัตราการหมุนเวียนอากาศโดยการใช้พัดลมระบายอากาศ ติดตั้งเพิ่มในจำนวนที่ครอบคลุมอัตราการหมุนเวียนอากาศจากผู้ใช้งานสูงสุดตามที่มหาวิทยาลัยกำหนดในระบบการใช้ห้อง โดยการวิเคราะห์ผู้วิจัยกำหนดให้ใช้พัดลมระบายอากาศขนาด 12 นิ้ว ซึ่งมีค่าอัตราการหมุนอากาศที่ 1,000 (ลบ.ม./ชม.)_ผลการวิเคราะห์ พบว่า มีห้องปฏิบัติการที่ต้องติดตั้งพัดลมระบายอากาศเพิ่มจำนวน 1 เครื่อง/ห้อง จำนวน 3 ห้อง ห้องปฏิบัติการที่ต้องติดตั้งพัดลมระบายอากาศเพิ่มจำนวน 2 เครื่อง/ห้อง จำนวน 4 ห้อง ห้องปฏิบัติการที่ต้องติดตั้งพัดลมระบายอากาศเพิ่มจำนวน 3 เครื่อง/ห้อง จำนวน 8 ห้อง และ ห้องปฏิบัติการที่ไม่ต้องติดตั้งพัดลมระบายอากาศเพิ่ม จำนวน 2 ห้อง ดังแสดงผลในตารางที่ 4

วิจารณ์

ผลการวิจัย พบว่า หากติดตั้งพัดลมระบายอากาศในห้องปฏิบัติการเพิ่มตามจำนวนที่ผู้วิจัยเสนอ ตารางที่ 4 เมื่อผู้ใช้งานสวมใส่หน้ากากอนามัยเข้าใช้งานภายในห้องจะสามารถควบคุมความเสี่ยงต่อการติดเชื้อ COVID-19 ไม่เกิน 0.5% [7] ได้ ซึ่งสอดคล้องต่อผลการศึกษาของ [4-6] เสนอข้อพิจารณาในการติดตั้งพัดลมระบายอากาศรวมถึงแนวทางข้อปฏิบัติในการใช้ห้องปฏิบัติการเพื่อรักษาประสิทธิภาพอัตราการหมุนเวียนอากาศให้ดีเพิ่มเติมโดยเฉพาะอย่างยิ่งห้องที่มีการการระบายอากาศด้วยเครื่องจักร (Mechanical Ventilation) หากมีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศเพื่อเพิ่มอัตราการหมุนเวียนอากาศ ต้องเปิดพัดลมดังกล่าวตลอดระยะเวลาการใช้งานห้องปฏิบัติการ ในขั้นตอนการติดตั้งพัดลมระบายอากาศ ควรติดตั้งในตำแหน่งด้านตรงข้ามกับช่องเปิดที่มีพื้นที่ซึ่งอากาศสามารถเข้าได้มาก มีความสอดคล้องกับโรงเรียนใน Southwestern Europe ที่ต้องมีการปรับตำแหน่งพัดลมระบายอากาศ [7] เพื่อให้เกิดการระบายอากาศในลักษณะแบบลมผ่านอาคาร (Cross Ventilation) [8] การติดตั้งพัดลมระบายอากาศในลักษณะนี้จะก่อให้เกิดการกระจายอากาศได้ทั่วถึงครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของห้อง นอกจากนี้ตำแหน่งติดตั้งพัดลมระบายอากาศควรอยู่เหนือระดับช่องเปิดที่ผนังด้านตรงข้าม และระบายอากาศออกสู่พื้นที่โล่งเพื่อให้เกิดการระบายอากาศที่ดี

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศ ควรติดตั้งพัดลมเติมอากาศบริสุทธิ์เข้าไปในห้อง ร่วมกับพัดลมระบายอากาศออกจากห้อง เพื่อเพิ่มอัตราการไหลของอากาศให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น กระบวนการจัดการภายในมหาวิทยาลัยฯ ต้องมีการเปิดประตูและหน้าต่างก่อนและหลังการใช้งานห้องปฏิบัติการ อย่างน้อย 10-15 นาที เพื่อถ่ายเทอากาศและลดความเข้มข้นของ CO_2 จากผู้ใช้งานในห้อง ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงสภาพอากาศภายนอกห้อง ณ เวลานั้นและเพื่อให้ยังเป็นการเฝ้าระวังในสถาการณ์ COVID-19 นักศึกษา พนักงานมหาวิทยาลัย อาจารย์ผู้สอน หรือผู้ที่ปฏิบัติงานหรือใช้งานห้องปฏิบัติการต่างๆต้องสวมใส่หน้ากากอนามัยตลอดระยะเวลาเพื่อลดความเสี่ยงในการติดเชื้อและเพื่อความปลอดภัยภาย [9] ใต้สถานการณ์ ปรกติใหม่ต่อไป

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์อัตราการหมุนเวียนอากาศในห้องปฏิบัติการที่มีการระบายอากาศด้วยเครื่องจักร (Mechanical Ventilation)

อาคาร	หมายเลขห้อง (จำนวนผู้ใช้งานสูงสุดตามที่มหาวิทยาลัยกำหนดในระบบการใช้ห้อง / จำนวนผู้ใช้งานจริงจากการสำรวจ)	ปริมาตรห้อง (ลบ.ม.)	อัตราการหมุนเวียนอากาศที่เหมาะสมหากรองรับจำนวนผู้ใช้งานสูงสุดตามที่มหาวิทยาลัยกำหนดในระบบการใช้ห้อง (1/ชม.)	อัตราการหมุนเวียนอากาศที่เหมาะสมหากรองรับจำนวนผู้ใช้งานจริงจากการสำรวจ (1/ชม.)	ค่าอัตราการหมุนเวียนอากาศของพัดลมระบายอากาศที่ติดตั้งในห้อง (ลบ.ม./ชม.)	อัตราการหมุนเวียนอากาศจากพัดลมระบายอากาศที่มีอยู่ในห้อง (1/ชม.)	อัตราการหมุนเวียนอากาศ จากพัดลมระบายอากาศที่ผู้วิจัยแนะนำ หากรองรับจำนวนผู้ใช้งานสูงสุดตามที่มหาวิทยาลัยกำหนดในระบบการใช้ห้อง (1/ชม.)	ผลประเมินความเหมาะสมของการระบายอากาศจากพัดลมระบายอากาศที่ติดตั้งในห้อง
28	28111 (60/30)	234.00	11.54	5.77	ไม่มีการติดตั้ง	-	12.82	
	28207 (60/30)	117.00	23.08	11.54	ไม่มีการติดตั้ง	-	25.64	
	28219 (30/20)	234.00	5.77	3.85	ไม่มีการติดตั้ง	-	8.55	
	28304 (60/30)	234.00	11.54	5.77	**1,000.00**	**4.27**	**12.82**	**ไม่เพียงพอ**
	28318 (30/20)	234.00	5.77	3.85	ไม่มีการติดตั้ง	-	8.55	

	28405 (60/30)	198.00	13.64	6.82	ไม่มีการติดตั้ง	-	15.15	
	28419 (30/20)	234.00	5.77	3.85	ไม่มีการติดตั้ง	-	8.55	
	จุล 1 (50/25)	206.15	10.91	5.58	**2,000.00**	**9.70**	**14.55**	**ไม่เพียงพอ**
	จุล 2 (50/25)	206.15	10.91	5.58	**3,000.00**	**14.55**	**14.55**	**เหมาะสม**
2	222 (60/48)	316.83	8.52	6.82	ไม่มีการติดตั้ง	-	9.47	
	224 (60/48)	316.83	8.52	6.82	ไม่มีการติดตั้ง	-	9.47	
	254 (60/30)	182.70	14.78	7.39	ไม่มีการติดตั้ง	-	16.42	
	263 (60/48)	182.70	14.78	11.82	ไม่มีการติดตั้ง	-	16.42	
	265 (60/54)	182.70	14.78	13.41	ไม่มีการติดตั้ง	-	16.42	
7	721 (50/30)	283.50	7.94	4.76	**2,000.00**	**7.05**	**10.58**	**ไม่เพียงพอ**
9	RbCOM (40/30)	124.80	14.42	10.82	**2,000.00**	**16.03**	**16.03**	**เหมาะสม**
13	1312 (60/45)	362.85	7.44	5.59	**2,000.00**	**5.51**	**8.27**	**ไม่เพียงพอ**

สรุป

ผลการวิจัย พบว่า ห้องปฏิบัติการที่มีการระบายอากาศด้วยเครื่องจักร (Mechanical Ventilation) ทั้งหมด 17 ห้อง มีเพียง 2 ห้อง ที่มีอัตราการหมุนเวียนอากาศเหมาะสมโดยผ่านเงื่อนไขการประเมินในการลดโอกาสติดเชื้อ COVID-19 ให้ต่ำกว่า 0.5% (มีอัตราการหมุนเวียนอากาศภายในห้องมากกว่า 3.5 ACH และ มีความเข้มข้นของ CO2 ไม่เกิน 800ppm) ในขณะที่ 15 ห้อง มีอัตราการหมุนเวียนอากาศไม่เหมาะสม จำเป็นต้องเพิ่มอัตราการหมุนเวียนอากาศโดยใช้พัดลมระบายอากาศเพิ่มเติม โดยติดตั้งพัดลมระบายอากาศขนาด 12 นิ้ว ซึ่งมีค่าอัตราการหมุนอากาศที่ 1,000 (ลบ.ม./ชม.) เพิ่มจำนวนตั้งแต่ 1 ถึง 3 เครื่อง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ส่งเสริมและสนับสนุนผู้วิจัยด้วยดีมาโดยตลอด คุณประโยชน์จากงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยขออุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

1. Bhagat RK, Davies Wykes MS, Dalziel SB, Linden PF. Effects of ventilation on the indoor spread of COVID-19. J Fluid Mech. 2020 Sep 28;903:F1. doi:10.1017/jfm.2020.720
2. Dai H, Zhao B. Association of the infection probability of COVID-19 with ventilation rates in confined spaces. Building Simulation. 2020;13(6), 1321-1327. doi:10.1007/s12273-020-0703-5
3. Centers for Disease Control and Prevention. Ventilation in buildings [Internet]. Atlanta, GA: CDC; 2021 [cited 2025 Jan 9]. Available from: https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/ventilation.html
4. ASHRAE Standard Committee. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality [Internet]. Atlanta, GA: the American National Standards Institute; 2012 Jun

28 [cited 2025 Jan 9]. Available from: https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/standards%20and%20guidelines/standards%20addenda/62_1_2010_h_l_final.pdf

5. ASHRAE. Standard for ventilation for acceptable indoor air quality [Internet]. Atlanta, GA: ASHRAE; 2025 Feb 9 [cited 2025 Jan 9]. Available from: https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standards-62-1-62-2
6. Aguilar AJ, de la Hoz-Torres ML, Costa N, Arezes P, Martínez-Aires MD, Ruiz DP. Assessment of ventilation rates inside educational buildings in Southwestern Europe: Analysis of implemented strategic measures. J Build Eng. 2022 Feb 17;51:104204. doi:10.1016/j.jobe.2022.104204
7. Bazant MZ, Bush JWM. A guideline to limit indoor airborne transmission of COVID-19. Proc Natl Acad Sci 2021 Apr 13;118(17): e2018995118. doi:10.1073/pnas.2018995118
8. Westgate S, Ng NL. Using in-situ CO2, PM1, PM2.5, and PM10 measurements to assess air change rates and indoor aerosol dynamics. Build Environ. 2022;224:109559. doi:10.1016/j.buildenv.2022.109559
9. World Health Organization. Roadmap to improve and ensure good indoor ventilation in the context of COVID-19 [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2021 Mar 1 [cited 2025 Jan 9]. Available from: https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/24c939b5-25b8-4159-a279-6aaff0985b6c/content
10. University of Colorado at Boulder. Carbon dioxide levels reflect COVID-19 risk [Internet]. ScienceDaily. 2021 April 7 [cited 2025 Jan 9]. Available from: www.sciencedaily.com/releases/2021/04/210 4071438 09.htm