

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องเรียนปรับอากาศ

Factors that Influence the Amount of Carbon Dioxide in the Air-Conditioned Classroom

อริวดี ทิมา(Atiwut tima)* ดร.ชูพงษ์ ทองคำสมุทร(Dr.Choopong Thongkamsamut)**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ เป็นการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องเรียนปรับอากาศ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยคือ 1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงขึ้นในห้องเรียน และ 2. เพื่อเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงและป้องกันผลกระทบที่เกิดจากปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยใช้เครื่องมือในการตรวจวัด เก็บค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในห้องเรียนที่มีขนาดความจุ 50, 100 และ 150 ที่นั่ง โดยใช้การตรวจวัดระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระหว่างที่มีการเรียนการสอนภายในห้องทุกๆ 5 นาทีและค่าที่ได้นำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของ ASHRAE ซึ่งกำหนดให้ภายในอาคารที่มีผู้ใช้งานควรมีระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่เกิน 1,000 ppm อันแสดงถึงการระบายอากาศที่พอเพียงกับจำนวนคนภายในห้อง ทั้งนี้ นอกจากปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะขึ้นอยู่กับจำนวนคนและปริมาตรของห้อง นอกจากนี้ ยังมีปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อีก เช่น รอยรั่วของวัสดุในห้อง และพัดลมดูดระบายอากาศ เพื่อจะนำผลการศึกษาทั้งหมด ไปใช้ในการกำหนดแนวทางแก้ปัญหาต่อไป

ABSTRACT

This study is a study of Factors that influence the amount of carbon dioxide in the air-conditioned classroom. The purpose of this study is 1) to study the factors that influence the amount of carbon dioxide in the higher classes and 2) to provide guidance on improving and preventing the impact of higher carbon dioxide content than benchmark. Using tools to measure. Keep the amount of carbon dioxide in classrooms with a capacity of 50, 100 and 150 seats. By measuring the concentration of carbon dioxide during a teaching room every 5 minutes and can be compared to the standard. ASHRAE. Within the building, users should have a carbon dioxide level of less than 1,000 ppm. Which represents the number of people with adequate ventilation in the room. In addition, the amount of carbon dioxide is dependent on the number and volume of the chamber are also other factors that affect the amount of carbon dioxide, such as leaks of the materials in the room and exhaust ventilation to put the results of the study. Used to determine the issue further.

คำสำคัญ: ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การระบายอากาศ ห้องเรียนปรับอากาศ

Keywords: Carbon dioxide gas, Ventilation, Air-conditioned classroom

*นักศึกษา หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

**รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

สถานการณ์ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ความชื้น เชื้อจุลินทรีย์ สารเคมีและปริมาณฝุ่นละออง เพิ่มสูงขึ้นในหลายพื้นที่ของประเทศไทย ทำให้หลายหน่วยงานมีการณรงค์เพื่อให้ช่วยกันป้องกันความปลอดภัยมากขึ้น และงดกิจกรรมการใช้พื้นที่ โถงแจ้ง รวมถึงการใช้งานภายในอาคารที่เป็นระบบเปิด ซึ่งการเคลื่อนที่ของมลพิษทางอากาศภายนอกอาคารเข้าสู่ภายในอาคาร อาจมีสาเหตุเกิดจากรอยรั่วต่างๆของอาคารเช่น ของประตู ขอบหน้าต่าง ซึ่งหารอยรั่วนั้นมีขนาดกว้าง มลพิษภายนอกก็จะเข้ามาสะสมภายในอาคารมากขึ้นเช่นกัน หรือแม้กระทั่งห้องภายในอาคารขาดการระบายอากาศก็อาจส่งผลให้มลพิษภายในอาคารมีสูงขึ้น นอกจากนี้ สาเหตุของการเกิดมลพิษทางอากาศภายในอาคารอาจเกิดจาก ระบบปรับอากาศที่เสื่อมสภาพ การออกแบบที่ไม่เหมาะสมกับการใช้งานจริง การเพิ่มขึ้นของภาระระบบปรับอากาศ ทั้งปริมาณคน วัสดุอุปกรณ์ สารเคมีจากสเปรย์ น้ำยาทำความสะอาด และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน ดังนั้นอากาศที่อยู่ภายในอาคารจึงมีความสำคัญมาก หากในอาคารมีคุณภาพอากาศที่ไม่ดีหรือเป็นมีสารพิษอยู่ ย่อมทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ที่อยู่ภายในอาคารได้เช่นกัน ในปัจจุบัน คุณภาพของอากาศภายในอาคารเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพการใช้ชีวิตของผู้ใช้พื้นที่ ซึ่งในระบบของอาคารปิดนั้นยังมีระดับคุณภาพอากาศต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งตัวผู้ใช้พื้นที่มักจะไม่ได้รับรู้และใช้สอยพื้นที่ได้ตามปกติ แต่ในระยะยาวนั้น พื้นที่ที่มีสภาวะอากาศที่ไม่ดีมีคุณภาพมักจะส่งผลต่อสุขภาพจนถึงเกิดอาการเจ็บป่วยได้ง่าย ปัจจุบันเราใช้เวลาส่วนใหญ่อยู่ในอาคารที่มีระบบปรับอากาศมาใช้สร้างสภาวะความสบายเพื่อให้อากาศภายในอาคารมีคุณภาพที่ดีขึ้น ปัญหาที่มักจะเกิดจาก สภาวะอากาศที่ไม่เหมาะสม ในเรื่องของสุขภาพนั้น ในระยะยาวผู้ใช้งานจะรู้สึกอึดอัด หายใจไม่สะดวกและเกิดการสะสมของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ความชื้น เชื้อจุลินทรีย์ สารเคมี และฝุ่นละอองจนเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ของผู้ใช้งาน ซึ่งปัญหาดังกล่าวอาจนำไปสู่การเกิดโรคที่เกิดจากการทำงานในอาคารที่เรียกว่า อาการป่วยเหตุอาคาร (Sick Building Syndrome) ได้แก่ กลุ่มอาการทางตา จมูก ลำคอ ระบบหายใจส่วนล่าง ระบบประสาท ผิวหนัง รวมถึงการสะสมของสารที่ก่อให้เกิดอันตราย การนำอากาศเข้าและการกระจายอากาศโรคระบบทางเดินหายใจความเสี่ยงร้ายแรง

กล่าวได้ว่าคุณภาพของอากาศส่งผลกระทบต่อจัดการเรียนการสอนหรือห้องเรียนของ นักเรียนนักศึกษา ซึ่งผลเกิดจากการระบายอากาศและคุณภาพอากาศที่ส่งผลต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียน ซึ่งคาร์บอนไดออกไซด์เกิดจากการเผาผลาญเพื่อสร้างพลังงานให้กับสิ่งมีชีวิต มักจะทำให้เกิดอาการปวดศีรษะ เหนื่อยล้าและมีปัญหาทางเดินหายใจ ซึ่งสภาวะเหล่านี้มักส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้ของนักศึกษาอย่างมาก ในปี 2015 มี ผลการศึกษาร่วมมือกัน ระหว่าง Harvard T.H. Chan School of public Health และ SUNY Upstate Medical University และ Syracuse University ค้นพบว่า บุคลากรที่ทำงานในอาคารที่มีการจัดการด้าน ระบบอากาศดี ส่งผลให้การเรียนรู้และการทำงาน มีประสิทธิภาพสูงขึ้นอย่างมีนัยยะสำคัญ ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่า อากาศภายในห้องเรียนและปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์มีผลต่อการเรียนรู้ของนักศึกษา การชี้วัดคุณภาพอากาศภายในอาคารขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นตัวชี้วัดในการบ่งชี้ถึงระดับคุณภาพภายในพื้นที่การใช้นั้นๆ

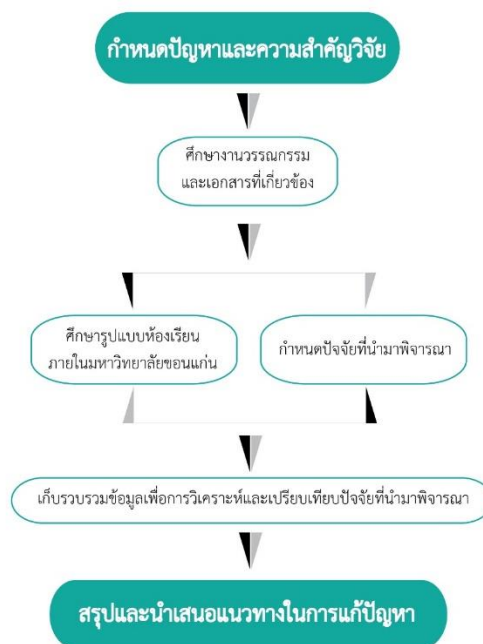
ห้องเรียนในมหาวิทยาลัยส่วนใหญ่ในประเทศไทยนั้น เป็นห้องปรับอากาศด้วยเครื่องปรับอากาศด้วยระบบแยกส่วน (Split Type) ซึ่งเป็นระบบที่ไม่มีการเติมอากาศจากภายนอกเข้ามา (Fresh Air Intake) ซึ่งเมื่อผู้ใช้งานเข้ามาในห้องเรียน ก็จะทำให้อัตราการหายใจเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาจากลมหายใจเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังเกิดจากการใช้งานห้องเรียน เช่นการเปิด-ปิดประตู รอยรั่วของวัสดุและการใช้พัดลมดูดอากาศ ส่งผลให้อากาศภายในและภายนอกมีการแลกเปลี่ยนกันทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คงที่หลังจากใช้งานไปสักระยะ ดังนั้นเมื่อมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นแล้ว อาจส่งผลให้เกิดอาการปวดหัวรุนแรง อ่อนเพลีย และไม่มีสมาธิ ซึ่งส่งผลไปถึงประสิทธิภาพในการเรียน การใช้งานภายในห้องเรียนด้วย

ดังนั้นการตรวจสอบคุณภาพอากาศภายในอาคารจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากผลการตรวจวัดสามารถนำมาประเมินระดับความรุนแรงของปัญหา เพื่อจะได้วางแผนในการควบคุม แก้ไข และปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อความปลอดภัยของผู้ที่อยู่อาศัยภายในอาคารดังกล่าว โดยได้ทำการศึกษาปัจจัยต่างๆ ได้แก่จำนวนผู้ใช้งาน จำนวนครั้งในการเปิด-ปิดประตู ความยาวของรอยรั่ว รอยต่อวัสดุ จำนวนเครื่องของพัดลมดูดอากาศ การใช้งานพัดลมดูดอากาศและขนาดของห้องเรียน โดยในการวิจัยนี้ เลือกเฉพาะห้องที่ปรับอากาศระบบแยกส่วน ซึ่งไม่มีการเติมอากาศภายนอก ก่ออิฐ ฉาบปูน มีฝ้าเพดานและมีประตูหน้าต่าง ซึ่งเป็นรูปแบบห้องเรียน ที่มีอยู่มากในมหาวิทยาลัยส่วนใหญ่ของประเทศไทย ส่งผลการวิจัยเป็นแนวทางในการปรับปรุงสภาพคุณภาพอากาศภายในห้องเรียน เพื่อช่วยประสิทธิภาพในการเรียนรู้ มีสมาธิ และความจำของผู้ที่เข้ามาใช้งาน

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงขึ้นในห้องเรียนปรับอากาศ
2. เพื่อเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงและป้องกันผลกระทบที่เกิดจากปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

ขั้นตอนในการดำเนินการ



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินการ

วิธีการวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นการวิจัยโดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบประสานวิธี <Mixed Method Research > ซึ่งเป็นการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการแก้ปัญหาและแนวทาง ขั้นตอนในการวิจัยและขั้นตอนในการดำเนินการ โดยขั้นตอนเป็นไปตามรวบรวม ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และหาแนวทางในการป้องกันหรือแก้ไข โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการแบ่งเป็น 3 ช่วงการศึกษา

ช่วงการศึกษาที่ 1 การศึกษาภาพรวมจากการทบทวนวรรณกรรม เกี่ยวกับ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสำคัญและปัญหาที่เกิดจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ วิธีการค้นหาปริมาณ เครื่องมือที่ใช้

ช่วงการศึกษาที่ 2 การเก็บข้อมูลภาคสนาม สภาพห้องเรียน และวัสดุการก่อสร้างของห้องเรียน ปริมาตรของห้องเรียน และส่วนประกอบเช่นจำนวนที่นั่ง พัดลมดูดระบายอากาศ เป็นต้น

ช่วงการศึกษาที่ 3 การวิเคราะห์และการประเมินผล โดยนำผลการศึกษาที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมและข้อมูลภาคสนาม มาวิเคราะห์เพื่อให้ได้ข้อกำหนดและสร้างแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนในการกำหนดแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์

1) การกำหนดประชากรและพื้นที่ศึกษาการวิจัย : ห้องเรียนในมหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นห้องปรับอากาศด้วยเครื่องปรับอากาศด้วยระบบแยกส่วน (Split Type) ที่มีผนังก่ออิฐ ฉาบปูน มีฝ้าเพดานและมีประตูหน้าต่าง ซึ่งทำการศึกษารูปแบบของห้องเรียน 3 ขนาด แบบ 50 ที่นั่ง 100 ที่นั่ง และ 150 ที่นั่ง จำนวนขนาดละ 1 ห้อง

2) การกำหนดข้อมูลในการศึกษาพฤติกรรมส่วนบุคคลในด้านการรับรู้ต่อสภาพแวดล้อมภายในอาคาร

3) การกำหนดกลุ่มเป้าหมายในการศึกษาวิจัย คือผู้ใช้งานในอาคาร

ขอบเขตงานวิจัย

1) ศึกษาพื้นที่การวิจัย : ห้องเรียนในมหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นห้องปรับอากาศด้วยเครื่องปรับอากาศด้วยระบบแยกส่วน (Split Type) ที่มีผนังก่ออิฐ ฉาบปูน มีฝ้าเพดานและมีประตูหน้าต่าง ซึ่งทำการศึกษารูปแบบของห้องเรียน 3 ขนาด แบบ 50 ที่นั่ง 100 ที่นั่ง และ 150 ที่นั่ง จำนวนขนาดละ 1 ห้อง

2) ศึกษาพฤติกรรมส่วนบุคคลในด้านการรับรู้ต่อสภาพแวดล้อมทางกายภาพในอาคาร

3) กลุ่มเป้าหมายในการศึกษาวิจัย คือผู้ใช้งานในอาคาร

สมมติฐานการศึกษา

1) ปัจจัยเชิงบวกที่ก่อให้เกิดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คือ จำนวนผู้ใช้งานห้อง

2) ปัจจัยเชิงลบที่ก่อให้เกิดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คือ

- จำนวนครั้งในการเปิด-ปิดประตู
- ความยาวของรอยรั่วหรือรอยต่อวัสดุ
- จำนวนเครื่องดูดอากาศและระยะเวลาการเปิดใช้งาน
- ปริมาตรของห้องเรียน

การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือการรวบรวมข้อมูลด้านเอกสาร และการรวบรวมข้อมูลภาคสนาม ซึ่งมีหัวข้อในการเกิดปัจจัยการเพิ่มก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในอาคารดังนี้

1) ข้อมูลเกี่ยวข้องกับคุณภาพของสภาวะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในอาคาร ที่ส่งผลต่อการใช้งานของผู้ใช้งาน ผลที่เกิดจากการใช้งานในระยะยาว เช่นปัญหาสุขภาพเป็นต้นและข้อมูลเกี่ยวข้องกับปัญหาที่จะนำไปสู่ปัจจัยในการเพิ่มก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในห้องเรียน ซึ่งทั้งนี้ กิจกรรมของมนุษย์ที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากลมหายใจออกในระดับที่แตกต่างกัน ซึ่งในปกติแล้วนั้น อากาศภายนอกมีปริมาณ CO₂ เฉลี่ยอยู่ที่ 350 ppm ภายในอาคารที่มีผู้ใช้งานไม่ควรมีระดับอันตรายประเภทที่เป็นพิษต่อมนุษย์สามารถทำให้มนุษย์หมดสติได้

2) การรั่วซึม เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ทำให้เกิดการเพิ่มก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในอาคาร มีปัจจัยที่ทำให้เกิดการรั่วซึม คือ ความดันของอากาศในแนวตั้ง ความดันลม และการระบายอากาศแบบเครื่องกล โดยส่วนใหญ่ตำแหน่งของการรั่วซึมอากาศ เช่น ฝ้าเพดาน ช่องติดตั้งโคมไฟ ทางเข้าห้องใต้หลังคา ธรณีประตู ท่อส่งน้ำและก๊าซ ท่อต่างๆ กรอบ

ประตู กรอบหน้าต่าง ปล่องไฟ เตาไฟฟ้าและสวิตช์ไฟฟ้า ท่อประปาและช่องท่อ เป็นต้น ซึ่งสัดส่วนที่เกิดการรั่วซึมมากที่สุดคือ พื้น ผนังและฝ้าเพดาน

3) ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยทั่วไปขนาดทำความเย็นจะไม่เกิน 40,000 บีทียูต่อชั่วโมง ซึ่งสามารถเลือกเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศตามความต้องการใช้งาน เป็นแบบที่ได้รับความนิยมมากที่สุด แยกส่วนที่เป่าลมเย็น ออกจาก ตัวเครื่องระบายความร้อน ขนาดตั้งแต่1-50 ตัน (ขนาด 1-3 ตัน มักไม่มีการ ต่อท่อลม ไปจ่ายหลายๆ จุด แต่หากมากกว่านั้น อาจมีการต่อท่อลม ออกจากส่วนเป่าลม ไปจ่ายหลายๆ จุด) แอร์ระบบแยกส่วนนี้ดีตรงที่ไม่ค่อยมีเสียงดัง (เพราะเครื่องระบายความร้อน โดนแยกออกไปวางไว้ที่อื่น) แต่จะยุ่งยากในการติดตั้งมากกว่า ระบบติดหน้าต่าง เพราะต้องคำนึงถึงการเดินท่อระหว่างเครื่อง ที่แยกส่วน

4) ข้อมูลจากการเก็บข้อมูลภาคสนาม โดยเก็บข้อมูล ในห้อง 3 ห้องโดยใช้เครื่องวัด ค่าคาร์บอนไดออกไซด์ ppm ในรูปแบบของห้องเรียน 3 ขนาด แบบ 50 ที่นั่ง 100 ที่นั่ง และ 150 ที่นั่ง จำนวนขนาดละ 1 ห้องเบื้องต้น เพื่อนำมาข้อมูลมาใช้ในการสรุปหาแนวทางเพื่อหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งปริมาณขึ้นอยู่กับจำนวนคนและระยะเวลาในการใช้งาน ส่งผลให้ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องค่อยๆ เพิ่มขึ้นหรือลดลงเมื่อจำนวนคนเปลี่ยนแปลงไป

ในขณะที่ การรั่วซึมส่งผลให้ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอาคารเพิ่มขึ้น ก็ยังเป็นหนทางหนึ่งที่ทำให้การเพิ่มคุณภาพอากาศภายในดีขึ้นด้วย ซึ่งจำนวนครั้งของการแลกเปลี่ยนอากาศในหนึ่งชั่วโมงขึ้นอยู่กับ ปัจจัยหลายอย่าง คือ จำนวนและขนาดของช่องเปิดตามเปลือกอาคาร ความเร็วลมเฉลี่ยของลมที่พัดมายังอาคาร ช่องระบายอากาศ พัดลมดูดอากาศ และความถี่ของการใช้งาน จำนวนครั้งของการเปิดปิดประตู หน้าต่าง หรือแม้กระทั่งลักษณะของการทำกิจกรรมภายในห้อง

การทดลองช่วงแรก เริ่มจากกระบวนการในการเก็บข้อมูลโดย การเก็บข้อมูลจากการเปิด-ปิดประตูห้อง ความยาวของรอยต่อวัสดุติดแน่น และที่ติดไม่แน่น จำนวนเครื่องของพัดลมดูดอากาศและปริมาตรของห้อง

การทดลองช่วงที่ 2 ใช้เครื่องมือ Fluke Air Meter 975 ในเบื้องต้นเพื่อวัดความเข้มข้น ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งติดตั้งอยู่กลางห้องและหน้าห้อง โดยความสูง 1.10 เมตร ซึ่งวิธีการนี้ อ้างอิงจาก ASHRAE (2004) ซึ่งเริ่มจากการเก็บข้อมูลก่อนเริ่มมี นักศึกษาเข้าใช้ในห้องเรียนก่อน 5 นาที แล้วเริ่มจับเวลา ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กับการเปิด-ปิดประตู หลังจากนั้น เก็บข้อมูลทุกๆ 5 นาที จนกิจกรรมสิ้นสุด ในเวลา 1.45 ชั่วโมง และ เก็บต่ออีก 5-10 นาที ในช่วงคนออกจากห้องครบแล้ว

ทั้งนี้เลือกเก็บข้อมูลในห้อง ที่มีการจัดกิจกรรมในระยะเวลาใกล้เคียงกัน โดยการสรุปรวบรวมข้อมูลในช่วง 0.05 , 0.30 , 1.00 , 1.30 และ 1.45 พร้อมทั้ง เก็บข้อมูลก่อนและหลังกิจกรรมในห้อง



ภาพที่ 2 ภาพการเก็บข้อมูล เพื่อการวิเคราะห์

ตารางที่ 1 ตารางสรุปการเก็บข้อมูล ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในพื้นที่ห้อง 50 ที่นั่ง

ช่วงเวลา(ชั่วโมง)	CO2 (ppm)	จำนวนการเปิด-ปิดประตู (หลังจากช่วงเวลา)	การเปิดใช้พัดลม ดูดอากาศ	จำนวนคน
ก่อนเวลา 0.05	690	-	x	-
เริ่มเข้าห้อง 0.05	708	11	x	32
ระหว่างกิจกรรม 0.30	920	8	x	47
ระหว่างกิจกรรม 1.00	1213	-	x	47
ระหว่างกิจกรรม 1.30	1194	2	x	43
ระหว่างกิจกรรม 1.45	1182	-	x	47
หลังกิจกรรม 5-10 นาที	1194	19	x	-

ตารางที่ 2 ตารางสรุปการเก็บข้อมูล ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในพื้นที่ห้อง 100 ที่นั่ง

ช่วงเวลา(ชั่วโมง)	CO2 (ppm)	จำนวนการเปิด-ปิดประตู (หลังจากช่วงเวลา)	การเปิดใช้พัดลม ดูดอากาศ	จำนวนคน
ก่อนเวลา 0.05	934	-	x	-
เริ่มเข้าห้อง 0.05	1102	4	/	68
ระหว่างกิจกรรม 0.30	1194	6	/	79
ระหว่างกิจกรรม 1.00	1020	-	/	89
ระหว่างกิจกรรม 1.30	998	-	/	89
ระหว่างกิจกรรม 1.45	1020	-	/	89
หลังกิจกรรม 5-10 นาที	1187	8	x	-

ตารางที่ 3 ตารางสรุปการเก็บข้อมูล ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในพื้นที่ห้อง 150 ที่นั่ง

ช่วงเวลา(ชั่วโมง)	CO2 (ppm)	จำนวนการเปิด-ปิดประตู (หลังจากช่วงเวลา)	การเปิดใช้พัดลม ดูดอากาศ	จำนวนคน
ก่อนเวลา 0.05	934	-	x	-
เริ่มเข้าห้อง 0.05	1102	9	/	89
ระหว่างกิจกรรม 0.30	1113	12	/	114
ระหว่างกิจกรรม 1.00	989	-	/	114
ระหว่างกิจกรรม 1.30	1023	4	/	120
ระหว่างกิจกรรม 1.45	985	-	/	120
หลังกิจกรรม 5-10 นาที	1187	7	x	16

จากตารางและจากข้อสมมติฐาน

- 1) ตัวแปรที่ส่งผลต่ออิทธิพลต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องเรียนปรับอากาศ คือจำนวนผู้ใช้งาน และจำนวนครั้งในการเปิดปิดประตู
- 2) ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในลักษณะคงที่หรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อย จะขึ้นอยู่กับ รอยรั่วของวัสดุ ซึ่งในห้องเรียน ขนาด 50 และ 150 ที่นั่ง มีรอยรั่วของวัสดุตามของหน้าต่างและผนังเล็กน้อย ทำให้ผลของค่า ppm มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา แต่ห้องเรียนขนาด 100 ที่นั่ง ไม่พบรอยรั่วของวัสดุจึง ไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงของค่า ppm
- 3) การเปิดใช้พัดลมดูดอากาศเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ช่วยให้ในห้องเกิด ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต่ำลงด้วย ซึ่งในห้องที่จำนวนคนและพื้นที่ใช้เยอะ ควรมีการเปิดใช้พัดลมดูดอากาศ
- 4) ปริมาตรของห้องยังสัมพันธ์กับจำนวนคนที่ก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- 5) เมื่อเกิดความนิ่งของการเปิด ปิดประตู ทำให้การถ่ายเทก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ออกนอกห้องจากรอยรั่วและพัดลมดูดอากาศ ทำให้ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องน้อยลง



ภาพที่ 2 เครื่องมือ Fluke Air Meter 975 ใช้ในการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ขณะใช้งาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางที่ 4 ระดับคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปรับปรุงจากเกณฑ์มาตรฐานของ ASHRAE 62.1-2010 (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)

ระดับ CO2	อาการ	ความเสี่ยง
ไม่เกิน 1000 ppm	ระดับที่รับได้ ไม่ส่งผลกระทบต่อร่างกาย	ปกติ
1000 ppm -1500 ppm	มีอาการปวดศีรษะเวียนศีรษะ รู้สึกหนักศีรษะ หดแรงแรง และไม่มีสมาธิ อันส่งผลต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ อย่าง มีนัยสำคัญ	มีผลต่อสมาธิในการทำงาน
1500 ppm – 4000 ppm	มีอาการระคายคอ จมูก น้ำ มูกน้ำ ตาไหล ไอ ซึ่งเป็น อาการระคายเคืองของระบบทางเดินหายใจส่วนต้น	เสี่ยงต่อสุขภาพ
มากกว่า 5000 ppm	ความเข้มข้นสูง ทำให้ระดับของ CO2 ในเลือดสูงขึ้น เกิดภาวะการคั่งของ CO2 ในเลือด (Hypercarbia) อาจจะทำให้ปวดศีรษะ เสี่ยงต่อการหมดสติชั่วคราวและหากนานเกิน 8 ชั่วโมง อาจเสียชีวิตได้	อันตรายต่อสุขภาพ

จากตารางข้อมูลก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในระดับมาตรฐานที่ส่งผลต่อ สุขภาพของคนในห้องเรียน สามารถบอกได้ว่า ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในห้องเรียน อยู่ในระดับที่รับได้ไม่ส่งผลต่อร่างกาย ไปจนถึงเกณฑ์ที่อาจจะมีการสุขภาพบ้างเล็กน้อย ซึ่งส่งผลต่อสมาธิของคนในห้องเรียนเล็กน้อย ซึ่งยังถือว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

นอกจากนี้ มีตัวแปรหลายอย่างที่ต้องตรวจวัดและวิเคราะห์เพื่อประเมินคุณภาพในอากาศในอาคาร เพื่อตัดสินใจว่าสมควรจะมีการปรับปรุงแก้ไขอย่างไรซึ่งหลักเกณฑ์ที่นำมาใช้คือตัวแปรที่มีผลต่อสุขภาพและความสบาย

ข้อเสนอแนะและแนวทางการแก้ปัญหา

1) การใช้พัดลมดูดระบายอากาศเพื่อเพิ่มคุณภาพอากาศภายใน ซึ่งปริมาณของพัดลมดูดอากาศควรสัมพันธ์กับขนาดของห้อง และจำนวนคน ซึ่งจุดสำหรับติดตั้ง ควรพิจารณาทิศทางทางไหลเวียนของอากาศภายในห้องเป็นหลัก ควรติดตั้งพัดลมระบายอากาศตรงด้านที่รับการไหลเข้าของอากาศในห้อง ถ้านั่งด้านนั้นสามารถดูดอากาศผ่านออกไปได้ขนาดของห้องสำคัญ วิธีการคำนวณเพื่อเลือกขนาดหรือรุ่นของพัดลมระบายอากาศ ตามขนาดอากาศภายในห้อง

2) การรั่วซึมของผนัง ขึ้นอยู่กับการดูแล ป้องกัน ต้องเริ่มตั้งแต่สถาปนิกและวิศวกรผู้ออกแบบ วางแผนก่อสร้างอาคารสำนักงาน โดยคำนึงถึงปัจจัยสาเหตุต่างๆ ที่ทำให้เกิดอาการดังกล่าวมาข้างต้น ที่สำคัญที่สุดคือการระบายอากาศ การปรับอุณหภูมิและความชื้นภายในอาคาร การจัดให้มีแสงสว่างพอเพียง และทำหน้าต่างโปร่งให้สามารถมองภูมิทัศน์ภายนอกอาคารเป็นครั้งคราว และเมื่อพบว่าอาคารมีข้อบกพร่องก็ทำการปรับปรุง แก้ไขและบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ

3) ในแง่ของการใช้งานห้องกิจกรรมที่สามารถช่วยลด ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้นั้น ควรมีจำนวนการเปิดปิดประตู น้อย ซึ่งหากเกิดการ เปิดประตูค้างไว้ และปิดในครั้งเดียว จะทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไม่เปลี่ยนแปลงมากเกินไป หรือในระหว่างการทำกิจกรรมในคาบเรียน ไม่เกิดการเปิด-ปิดประตู ปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ซึ่งอากาศลักษณะนี้จะเป็นผลดีต่อทำกิจกรรมในห้องมากกว่า

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

1. จากการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงขึ้นในห้องเรียน ได้มีผลสรุปได้ว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่ออิทธิพลต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องเรียนปรับอากาศ คือจำนวนผู้ใช้งาน และ จำนวนครั้งในการเปิดปิดประตู ที่ทำให้ปริมาณมีการเปลี่ยนแปลง ในค่าที่แตกต่างกันมากที่สุด แต่การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แบบเล็กน้อยและคงที่คือ จะขึ้นอยู่กับ รอยรั่วของวัสดุ

2. ข้อเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงและป้องกันผลกระทบที่เกิดจากปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยจัดกระบวนการแก้ปัญหาเบื้องต้นคือ การเปิดใช้พัดลมดูดอากาศเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ช่วยให้ในห้องเกิดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต่ำลงด้วย ซึ่งในห้องที่จำนวนคนและพื้นที่เยอะ ควรมีการเปิดใช้พัดลมดูดอากาศ ซึ่งปริมาตรของห้องยังสัมพันธ์กับจำนวนคนที่ก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และเมื่อเกิดความนิ่งของการเปิด ปิดประตู ทำให้การถ่ายเทก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ออกนอกห้องจากรอยรั่วและพัดลมดูดอากาศ ทำให้ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องน้อยลง

เอกสารอ้างอิง

กรมอนามัย สำนักงานอนามัยสิ่งแวดล้อม. คู่มือการปฏิบัติงานเพื่อการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร สำหรับ

เจ้าหน้าที่. นนทบุรี: สำนักงานอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข; 2559.

จตุวัฒน์ วโรตมพันธ์. การตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในหอสมุดป่วย อังภากรณ์ ภายหลังการปรับปรุงระบบปรับ

อากาศ. กรุงเทพฯ: [ม.ป.พ.]; 2554.

ณัชจารีย์กร สวัสดิ์มงคลกุล, ชุมพร มูรพันธ์. การรับรู้คุณภาพอากาศภายในอาคารสาธารณะ. Veridian E-Journal
Slipakorn University 2558; 8(2): 1583-1594.

The Engineering Tool Box. Air Change Rates for Typical Rooms and Buildings [online] 2016 [cite 2016
Dec 8]. Available from: [http://www.engineeringtoolbox.com/air-change-rate-room-d_867](http://www.engineeringtoolbox.com/air-change-rate-room-d_867.html)
.html.

US EPA. The Inside Story: A Guide to Indoor Air Quality [online] 2016 [cite 2016 Dec 6]. Available from:
<https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/inside-story-guide-indoor-air-quality>, December 6,
2016.