วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2020.07.005

บทความวิจัย

อิทธิพลของคุณภาพอากาศภายในอาคารเขียวต่อสภาวะน่าสบาย

นรารัชต์พร นวลสวรรค์[1, 2*] จินต์จุฑา ปิ่นเนตร[3] และ ฐิติวัฒน์ ตรีวงศ์[1, 2]

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม, วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[2] กลุ่มวิจัยอาคารประหยัดพลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[3] โรงพยาบาลบำรุงราษฎร์
[*] ผู้ประสานงานเผยแพร่ (Corresponding Author), E-mail: Nararatchporn.n@cit.kmutnb.ac.th

วันที่รับบทความ: 7 กุมภาพันธ์ 2563 ; วันที่ทบทวนบทความ: 19 มีนาคม 2563; วันที่ตอบรับบทความ: 21 พฤษภาคม 2563
วันที่เผยแพร่ออนไลน์: 8 กรกฎาคม 2563

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้ทำการประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารสำนักงานที่ได้รับมาตรฐานอาคารเขียวกับอาคารสำนักงานทั่วไปโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของ ASHRAE Standard เพื่อนำไปสู่แนวทางการจัดการ และปรับปรุงประสิทธิภาพของการระบายอากาศให้มีความเหมาะสมกับอาคารสำนักงานเพื่อให้คุณภาพอากาศภายในอาคารมีคุณภาพดีเหมาะแก่การทำงาน ทำการเก็บข้อมูลด้วยเครื่องตรวจวัดคุณภาพอากาศได้แก่ CO_2 CH_2O TVOC $PM_{2.5}$ และ PM_{10} พบว่าคุณภาพอากาศของอาคารเขียวมี CO_2 CH_2O TVOC $PM_{2.5}$ และ PM_{10} มีค่า 730 ppm 0.031 ppm 0.083 ppm 0.010 mg/m^3 และ 0.011 mg/m^3 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานของ ASHRAE Standard ทั้งหมด พบว่า อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอาคารเขียวมีความเหมาะสมต่อผู้ใช้อาคารตาม Olgyay's Bioclimatic Chart ดังนั้นอาคารทั่วไปจึงควรปรับปรุงประสิทธิภาพของการระบายอากาศเพื่อให้คุณภาพอากาศ มีความเหมาะสมกับอาคารสำนักงานมีสภาวะน่าสบายต่อผู้ปฏิบัติงาน

คำสำคัญ: คุณภาพอากาศภายในอาคาร; อาคารเขียว; อาคารสำนักงาน

บทความวิจัย

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2020.07.005

Influence of Air Quality in Green Buildings on Comfortable Conditions

Nararatchporn Nuansawan[1, 2*] Jinjutha Pinnate[3] and Titiwat Triwong[1, 2]

[1] Department of Civil and Environmental Engineering Technology, College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Thailand

[2] Green Building Research Group, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Thailand

[3] Bumrungrad Hospital, Thailand

[*] Corresponding author, E-mail: Nararatchporn.n@cit.kmutnb.ac.th

Received: 7 February 2020; Revised 19 March 2020; Accepted: 21 May 2020
Online Published: 8 July 2020

Abstract: This research evaluates air quality in office buildings that have received the Green Building Standard and general office buildings by comparing them with the ASHRAE Standard. To lead the way to manage and improve the efficiency of ventilation to be suitable for office buildings in order to provide good indoor air quality suitable for work by collecting data with air quality monitors such as CO_2 CH_2O TVOC $PM_{2.5}$ and PM_{10}, found that the air quality of the green building contained CO_2 CH_2O TVOC $PM_{2.5}$ and PM_{10} equal to 730 ppm 0.031 ppm 0.083 ppm 0.010 mg/m^3 and 0.011 mg/m^3 respectively, which passed all ASHRAE Standard standards. It was found that the temperature and relative humidity of the green building are suitable for the building users according to the Olgyay's Bioclimatic Chart. Therefore, the general building should improve the efficiency of ventilation so that the air quality Suitable for office buildings, comfortable conditions for workers.

Keywords: Green Building; Indoor Air Quality; Office Building

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2020.07.005

บทความวิจัย

1. บทนำ

ในปัจจุบันเราใช้เวลาส่วนใหญ่อาศัยอยู่ภายในอาคารมากถึง 90% ของเวลาทั้งหมดในแต่ละวัน [1] หรือคิดเป็น 22 ชั่วโมง/วัน อาคารในระบบปิดอากาศภายในอาคารจึงถูกหมุนเวียนมาใช้อย่างต่อเนื่องทำให้เกิดการสะสมความชื้นและความร้อนภายในอาคาร รวมถึงการสะสมฝุ่นละออง เชื้อโรค และสิ่งสกปรกต่างๆ ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพของผู้ใช้อาคาร [2, 3] ASHRAE ได้กำหนดอัตราการระบายอากาศ หากการระบายอากาศต่ำกว่าค่าที่กำหนดพบว่าไม่เพียงพอต่อการคงไว้ซึ่งสุขภาพ [4] จากข้อมูลขององค์กรอนามัยโลก (WHO) พบว่าร้อยละ 30 ของอาคารทั่วโลก พบว่าอาจมีปัญหาด้านคุณภาพอากาศ โดยมีปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้อาคาร เนื่องจากคุณภาพอากาศภายในอาคารไม่เป็นไปตามมาตรฐานหรือค่าแนะนำที่กำหนด [5]

อาคารเขียวหรืออาคารประหยัดพลังงานจะเลือกใช้วัสดุก่อสร้างที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในต่างประเทศนั้นได้มีเกณฑ์มาตรฐานเพื่อรองรับการออกแบบ และก่อสร้างอาคารเขียวมาเกือบ 2 ทศวรรษ เช่น LEED ของอเมริกา [6] BREEAM ของอังกฤษ [7] CASBEE ของญี่ปุ่น [8] ในส่วนของประเทศไทยมีเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (Thai's Rating on Energy and Environmental Sustainability, TREES) [9] เป็นต้น โดยมีเป้าหมายที่จะคลอบคลุมด้านคุณภาพชีวิต ความปลอดภัย สภาวะแวดล้อมทั้งภายใน และสภาวะแวดล้อมภายนอกอาคาร เพื่อที่จะนำไปสู่ความสมดุลของการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม [10]

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาอิทธิพลของคุณภาพอากาศระหว่างอาคารสำนักงานที่ได้รับมาตรฐานอาคารเขียวกับอาคารทั่วไป เพื่อนำไปสู่แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพของการระบายอากาศในอนาคต ให้มีความเหมาะสมกับอาคารสำนักงานเพื่อให้คุณภาพอากาศภายในอาคารมีคุณภาพดี เหมาะแก่การอยู่อาศัย

2. อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงานวิจัย

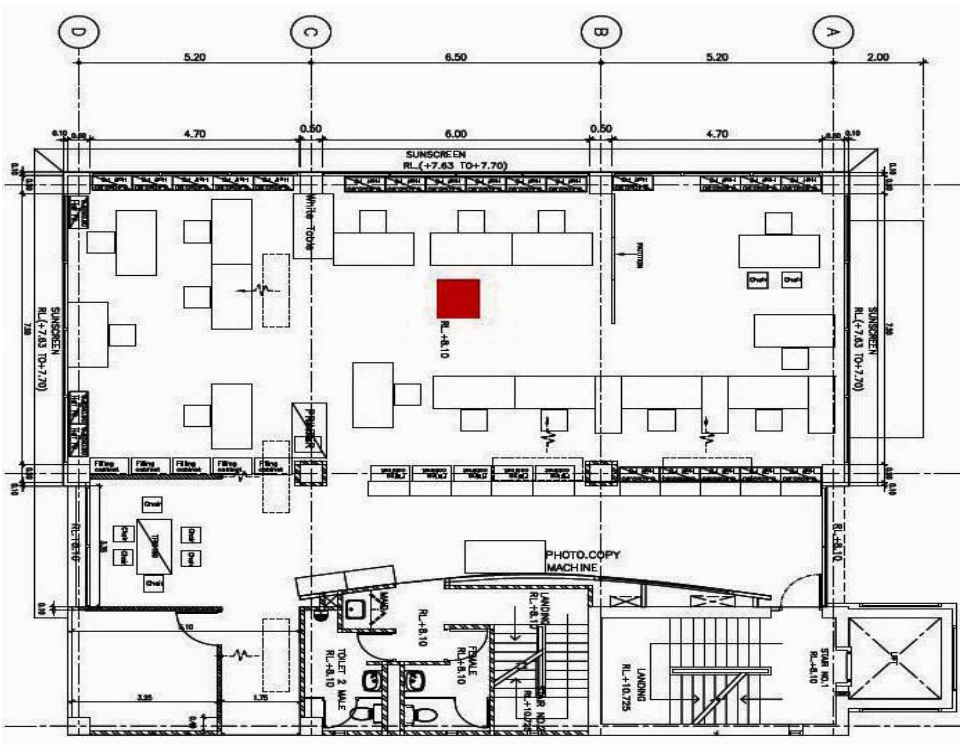
ทำการเก็บข้อมูลอาคารสำนักงานวิศวกรที่ปรึกษาโดยอาคารเขียวที่ทำการตรวจวัดผ่านมาตรฐานของ LEED ระดับ Platinum และอาคารสำนักงานทั่วไป โดยทั้งสองแห่งอยู่บนพื้นที่เดียวกันโดยสองอาคารห่างกันประมาณ 5 เมตร ทำการเก็บข้อมูลอาคารทั่วไป 3 ชั้น และอาคารสำนักงานที่ได้รับมาตรฐานอาคารเขียว 2 ชั้น แสดงดังตารางที่ 1 กำหนดช่วงเวลาในการเก็บข้อมูล ทุก 30 นาที คือ ได้แก่ ช่วงเวลา 9.30-11.30 น. และ 14.30-16.30 น. ทำการตรวจวัด 2 วัน/สัปดาห์ ในฤดูฝนตั้งแต่เดือน มิถุนายน ถึงตุลาคม ทำการเก็บข้อมูล อุณหภูมิ (°C) ความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ค่าฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ค่าฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) สารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (TVOC) และฟอร์มาลดีไฮด์ (CH_2O) โดยใช้อุปกรณ์ดังนี้

2.1 เครื่องวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) รุ่น AZ 7752 ร่วมกับ AQ-9901SD โดยบันทึกข้อมูล CO_2, %RH และอุณหภูมิ(°C) ซึ่งอ่านค่าได้โดยตรง ด้วยวิธี Electrochemical แบบ Real-time

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2020.07.005

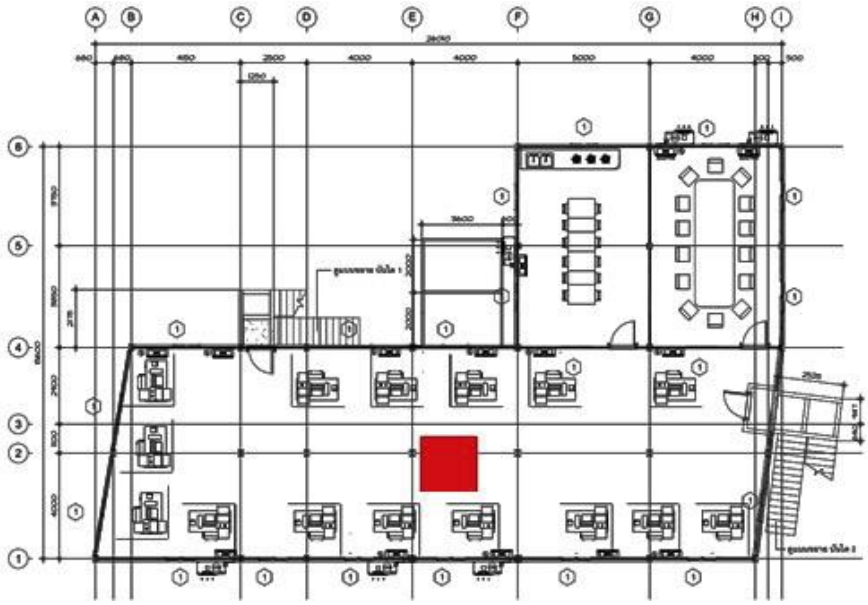
2.2. เครื่องมือตรวจวัดค่าฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็ก ($PM_{2.5}$ และ PM_{10}) TSI Personal Aerosol Monitor kit AM510 โดยสามารถหาปริมาณฝุ่นที่ฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศ ขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน 4 ไมครอน 2.5 ไมครอน สามารถอ่านค่าของปริมาณฝุ่นได้ทันทีค่าที่ได้จะแสดงในปริมาณฝุ่นในหน่วยมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรของอากาศที่เครื่องดูดเข้าไป แสดงผลเป็นค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นที่ตรวจวัดได้ในแต่ละพื้นที่

2.3. เครื่องมือวัด TVOC และ CH_2O รุ่น VFM 200 (EXTECH) ตรวจวัดด้วยเซ็นเซอร์หน้าจอแสดงผลตรวจวัดแบบ Real Time ในการตรวจวัดทำการกำหนดจุดโดยวางตำแหน่งเครื่องตรวจวัดที่ระดับความสูง 1 เมตรจากพื้น วางอุปกรณ์ที่กึ่งกลางบริเวณที่มีผู้ใช้อาคารส่วนสำนักงาน ห่างจากระยะการหายใจของพนักงานในสำนักงานไม่น้อยกว่าระยะ 1 เมตร ทำการนับจำนวนคนภายในห้อง โดยพื้นที่บริเวณที่มีผู้ใช้อาคารส่วนสำนักงานทั่วไป และอาคารสำนักงานที่ได้รับมาตรฐานอาคารเขียว โดยแสดงจุดเก็บตัวอย่างดังรูปที่ 1 และรูปที่ 2 ตามลำดับ



รูปที่ 1 แสดงจุดเก็บข้อมูลสำหรับอาคารสำนักงานทั่วไปชั้น 3 4 และ 5

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2020.07.005



รูปที่ 2 แสดงจุดเก็บตัวอย่างสำหรับอาคารสำนักงานที่ได้รับมาตรฐานอาคารเขียวชั้น2 และชั้น3

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้นำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อเทียบกับมาตรฐาน ASHRAE Standard ทั้งนี้ในอาคารสำนักงานทั่วไปชั้น 3 4 และ 5 มีผู้ใช้อาคาร 16.2 33.8 และ 10.4 ตารางเมตร/คน ตามลำดับ สำหรับอาคารสำนักงานที่ได้รับมาตรฐานอาคารเขียว ชั้น 2 และ ชั้น 3 มีผู้ใช้อาคารต่อตารางเมตร 39.0 และ 16.7 ตารางเมตร/คน ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ขนาดอาคารที่ใช้วิจัย

ลักษณะสำนักงาน	ขนาด ($ม^2$)	ระดับฝ้า (ม.)	ผู้ใช้อาคาร (คน)
ทั่วไป ชั้น 3	135	3	25
ทั่วไป ชั้น 4	135	3	12
ทั่วไป ชั้น 5	135	3	39
อาคารเขียว ชั้น 2	195	3	15
อาคารเขียว ชั้น 3	195	3	35

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการวิจัยพบว่า ความแตกต่างระหว่างคุณภาพอากาศ CO_2 CH_2O TVOC $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ระหว่างพื้นที่ภายในอาคารสำนักงานทั่วไปกับพื้นที่ภายในอาคารสำนักงานที่ได้รับมาตรฐานอาคารเขียว ตามข้อสรุปดังต่อไปนี้

3.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ CO_2 ภายในอาคารทั่วไป

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ค่า CO_2 ของอาคารสำนักงานทั่วไป ชั้น 3 ชั้น 4 และชั้น 5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 894 ppm 682 ppm และ 813 ppm ตามลำดับ ซึ่งคุณภาพอากาศภายในอาคารสำนักงานทั่วไปทั้ง 3 ชั้น มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของ ASHRAE Standard โดยพบว่าจำนวนคนภายใน

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2020.07.005

อาคารมีความสัมพันธ์กับ ค่า CO_2 ที่สูงขึ้นสอดคล้องกับ [11] จากการสำรวจอาคารทั่วไปมีการติดตั้งเครื่องระบายอากาศจำนวน 5 เครื่อง ดูดลมออกต่อเครื่องกำลังไฟฟ้า 19 วัตต์ ปริมาณลม 580 ลบ.ม./ชม.

3.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ CO_2 ภายในอาคารที่ได้รับมาตรฐานอาคารเขียว

ผลการวิเคราะห์อาคารสำนักงานที่ได้รับมาตรฐานอาคารเขียว ชั้นที่ 2-3 จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าค่า CO_2 ของอาคารสำนักงานทั่วไป ชั้น 2 และชั้น 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 731 ppm และ 738 ppm ตามลำดับ ซึ่งคุณภาพอากาศภายในอาคารสำนักงานที่ได้รับมาตรฐานทั้ง 2 ชั้น มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของ ASHRAE Standard ถึงแม้ว่าชั้น 2 และชั้น 3 มีปริมาตรต่อคนเท่ากับ 33 m^3/คน และ 16.7 m^3/คน ตามลำดับ จากข้อมูลดังกล่าวปริมาตรอาคารต่อคนมากทำให้ค่า CO_2 ที่ตรวจพบไม่แตกต่างกันมากนัก รวมถึงการระบายอากาศดี ทั้งนี้มีการติดตั้งเครื่องระบายอากาศจำนวน 10 เครื่อง ซึ่งมีจำนวนมากกว่าอาคารทั่วไปถึงสองเท่า

3.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ CH_2O ภายในอาคารทั่วไป

ผลการวิเคราะห์ CH_2O ของคุณภาพอากาศภายในอาคารสำนักงานทั่วไป แสดงดังตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า ค่า CH_2O ของอาคารสำนักงานทั่วไปที่ชั้น 3 4 และ 5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.047 ppm 0.030 ppm และ 0.041 ppm ตามลำดับ ซึ่งคุณภาพอากาศภายในอาคารสำนักงานทั่วไปทั้ง 3 ชั้น มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของ ASHRAE Standard ทั้งนี้พบว่าชั้นที่มีผู้ปฏิบัติงานมีความสัมพันธ์กับการใช้อุปกรณ์เฟอร์นิเจอร์ซึ่งมีความสัมพันธ์กับ CH_2O [12]

ตารางที่ 2 ผลการตรวจวัด CO_2 ภายในอาคารทั่วไปโดยเฉลี่ยในแต่ละชั้น

ค่าเฉลี่ย CO_2 ppm (SD)			มาตรฐาน ASHARE
ชั้น 3	ชั้น 4	ชั้น 5	
894(14)	682(12)	813(16)	1000

ตารางที่ 3 ผลการตรวจวัด CO_2 ภายในอาคารที่ได้รับมาตรฐานโดยเฉลี่ยในแต่ละชั้น

ค่าเฉลี่ย CO_2 ppm (SD)		มาตรฐาน ASHARE
ชั้น 2	ชั้น 3	
731(9)	738(13)	1000

ตารางที่ 4 ผลการตรวจวัด CH_2O ภายในอาคารทั่วไปโดยเฉลี่ยในแต่ละชั้น

ค่าเฉลี่ย CH_2O ppm ($SDx10^{-2}$)			มาตรฐาน ASHARE
ชั้น 3	ชั้น 4	ชั้น 5	
0.05(0.1)	0.03(1.5)	0.04(0.8)	0.08 ppm

3.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ CH_2O ภายในอาคารที่ได้รับมาตรฐานอาคารเขียว

ผลการวิเคราะห์ CH_2O คุณภาพอากาศระหว่างพื้นที่ภายในอาคารสำนักงานที่ได้รับมาตรฐาน ชั้น 2-3 จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า ค่า CH_2O ของอาคารสำนักงานทั่วไป ชั้น 2 และชั้น 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.031 ppm และ 0.031 ppm ตามลำดับ ซึ่งคุณภาพอากาศภายในอาคารทั้ง 2 ชั้น มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของ ASHRAE Standard เนื่องจาก

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2020.07.005

ปริมาตรอาคารต่อคนมากและการระบายอากาศดีจึงทำให้ข้อมูลออกมามีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกัน

3.5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ TVOC ภายในอาคารทั่วไป

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล TVOC ในอาคารสำนักงานทั่วไป ชั้น 3-5 จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า ค่า TVOC ของอาคารสำนักงานทั่วไป ชั้น 3 ชั้น 4 และชั้น 5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.092 ppm 0.019 ppm และ 0.087 ppm ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 ชั้น มีค่าเฉลี่ยผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ASHRAE Standard (0.1 ppm) สำหรับค่า TVOC เกิดขึ้นจากอุปกรณ์สำนักงาน เช่น กาว พรม สีทาบ้าน เบาะผ้า งานไม้ที่ถูกทำให้ขึ้นรูปเหมือนไม้ธรรมชาติ [12] จากผลการทดลองTVOC แปรผันตามผู้ปฏิบัติงานซึ่งสัมพันธ์กับอุปกรณ์เฟอร์นิเจอร์

3.6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ TVOC ภายในอาคารที่ได้รับมาตรฐานอาคารเขียว

ผลการวิเคราะห์ TVOC ชั้น 2-3 แสดงดังตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่า ค่า TVOC ของอาคารสำนักงานทั่วไป ชั้น 2 และชั้น 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.048 ppm และ 0.117 ppm ตามลำดับ พบว่าคุณภาพอากาศภายในอาคารเขียวชั้นที่ 2 มีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานของ ASHRAE Standard สำหรับชั้น 3 ไม่ผ่านมาตรฐานของ ASHRAE Standard จากการสำรวจรอบอาคารพบว่าบริเวณข้างเคียงของอาคาร ชั้นที่ 3 ซึ่งติดกับโรงงานเหล็ก มีกิจกรรมทาสี และช่องระบายอากาศติดกับบริเวณชั้น 3

ตารางที่ 5 ผลการตรวจวัด CH_2O ภายในอาคารที่ได้รับมาตรฐานอาคารเขียวโดยเฉลี่ยในแต่ละชั้น

ค่าเฉลี่ย CH_2O ppm ($SDx10^{-2}$)		มาตรฐาน
ชั้น 2	ชั้น 3	ASHARE
0.031($1x10^{-2}$)	0.031(0.9)	0.08 ppm

ตารางที่ 6 ผลการตรวจวัด TVOC ภายในอาคารทั่วไปโดยเฉลี่ยในแต่ละชั้น

ค่าเฉลี่ย TVOC $x10^{-2}$ ppm ($SDx10^{-2}$)			มาตรฐาน
ชั้น 3	ชั้น 4	ชั้น 5	ASHARE
9.2(4.2)	1.9(4.4)	8.7(3.7)	0.1 ppm

ตารางที่ 7 ผลการตรวจวัด TVOC ภายในอาคารที่ได้รับมาตรฐานอาคารเขียวโดยเฉลี่ยในแต่ละชั้น

ค่าเฉลี่ย TVOC $x10^{-2}$ppm($SDx10^{-2)}$)		มาตรฐาน
ชั้น 2	ชั้น 3	ASHARE
4.8 (3.4)	11.7 (4.1)	0.1 ppm

3.7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ $PM_{2.5}$ ภายในอาคารทั่วไป

ผลการวิเคราะห์ $PM_{2.5}$ ภายในอาคารสำนักงานทั่วไป ชั้น 3-5 จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่า ค่า $PM_{2.5}$ ของอาคารสำนักงานทั่วไป ที่ชั้น 3 ชั้น 4 และชั้น 5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.009 mg/m^3 0.007 mg/m^3 และ 0.009 mg/m^3 ตามลำดับ ซึ่งคุณภาพอากาศภายในอาคารสำนักงานทั่วไปทั้ง 3 ชั้น มีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานของ ASHRAE Standard ข้อสังเกตปริมาณฝุ่นมีความสัมพันธ์กับจำนวนผู้ใช้อาคาร เนื่องจากมีผลต่อการทำความสะอาดฝุ่นเช่นตามซอก

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2020.07.005

โต๊ะ อุปกรณ์สำนักงาน ที่แปรผันตามการใช้งาน โดยอาคารทั่วไปมีการติดตั้งเครื่องระบายอากาศจำนวน 5 เครื่อง มีการทำความสะอาดทุกวันและทำความสะอาดครั้งใหญ่ทุก ๆ 1 เดือน

3.8 ผลการวิเคราะห์ $PM_{2.5}$ ภายในอาคารที่ได้รับมาตรฐานอาคารเขียว

ผลการวิเคราะห์ $PM_{2.5}$ ภายในอาคารสำนักงานที่ได้รับมาตรฐาน ชั้น 2-3 แสดงดังตารางที่ 9 ค่า $PM_{2.5}$ ของอาคารสำนักงานทั่วไป ชั้น 2 และชั้น 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.010 mg/m^3 และ0.010 mg/m^3 ตามลำดับ ซึ่งคุณภาพอากาศภายในอาคารสำนักงานที่ได้รับมาตรฐานทั้ง 2 ชั้น มีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานของ ASHRAE Standard ซึ่งอาคารเขียวมีระบบปรับอากาศตามมาตรฐาน จากการเก็บข้อมูล พบว่าบริเวณข้างเคียงของอาคารติดกับโรงงานเหล็กมีกิจกรรมเผาหลอมทำให้เกิดฝุ่นควัน ซึ่งอาจเป็นผลทำให้ฝุ่นขนาดเล็กหลุดเข้ามาในอาคารได้

3.9 ผลการวิเคราะห์ PM_{10} ภายในอาคารทั่วไป

ผลการวิเคราะห์ ค่า PM_{10} ภายในอาคารสำนักงานทั่วไป ชั้น 3-5 แสดงดังตารางที่ 10 อาคารสำนักงานทั่วไป ชั้น 3 ชั้น 4 และชั้น 5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.010 0.008 และ 0.010 mg/m^3 ตามลำดับ ซึ่งคุณภาพอากาศภายในอาคารสำนักงานทั่วไปทั้ง 3 ชั้น มีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานของ ASHRAE Standard โดยพบว่าจำนวนคนภายในอาคารมีความสัมพันธ์กับ PM_{10} กรอบอาคารโดยรอบไม่ติดกับแหล่งกำเนิดฝุ่นละออง

ตารางที่ 8 ผลการตรวจวัด PM2.5 ภายในอาคารทั่วไปโดยเฉลี่ยในแต่ละชั้น

ค่าเฉลี่ย $PM_{2.5}$ $x10^{-3}$ mg/m^3($SDx10^{-3}$)			มาตรฐาน
ชั้น 3	ชั้น 4	ชั้น 5	ASHARE
9(2)	7(3)	9(3)	0.015

ตารางที่ 9 ผลการตรวจวัด $PM_{2.5}$ ภายในอาคารที่ได้รับมาตรฐานโดยเฉลี่ยในแต่ละชั้น

ค่าเฉลี่ย PM2.5 $x10^{-3}$ mg/m^3($SDx10^{-3}$)		มาตรฐาน
ชั้น 2	ชั้น 3	ASHARE
10(3)	10(2)	0.015

ตารางที่ 10 ผลการตรวจวัด PM_{10} ภายในอาคารทั่วไปโดยเฉลี่ยในแต่ละชั้น

ค่าเฉลี่ย PM_{10} (mg/m^3($SDx10^{-3}$))			มาตรฐาน
ชั้น 3	ชั้น 4	ชั้น 5	ASHARE
0.010(2)	0.008(2)	0.010(3)	0.05

3.10 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ PM_{10} ภายในอาคารที่ได้รับมาตรฐานอาคารเขียว

ผลการวิเคราะห์ PM_{10} ภายในอาคารสำนักงานที่ได้รับมาตรฐาน ชั้น 2-3 จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่า ค่า PM_{10} ของอาคารเขียว ชั้น 2 และชั้น 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน 0.011 mg/m^3 ซึ่งคุณภาพอากาศภายในอาคารสำนักงานที่ได้รับมาตรฐานทั้ง 2 ชั้น มีค่าผ่านเกณฑ์ ASHRAE Standard จากข้อมูลพบว่าอาคารเขียวมีการติดตั้งเครื่องระบายอากาศจำนวน 10 เครื่อง ซึ่งมีจำนวนมากกว่าอาคารทั่วไป ส่วนสาเหตุที่

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2020.07.005

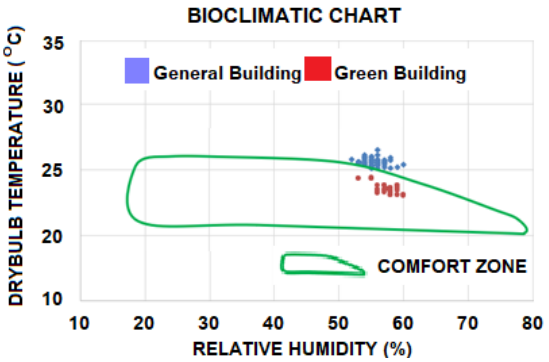
อาคารทั่วไปมีค่าต่ำกว่าอาคารที่ได้รับมาตรฐานพบว่าบริเวณข้างเคียงของอาคารติดกับโรงงานเหล็ก

ตารางที่ 11 ผลการตรวจวัด PM_{10} ภายในอาคารที่ได้รับมาตรฐานโดยเฉลี่ยในแต่ละชั้น

ค่าเฉลี่ย PM_{10} (mg/m^3($SDx10^{-3}$))		มาตรฐาน
ชั้น 2	ชั้น 3	ASHARE
0.011(3)	0.011(3)	0.05

3.11 ผลการวิเคราะห์สภาวะน่าสบาย

จากงานวิจัยพื้นที่ภายในอาคารสำนักงานทั่วไป จำนวน 3 ชั้น และพื้นที่ภายในอาคารสำนักงานที่ได้รับมาตรฐาน จำนวน 2 ชั้น เมื่อนำมาเปรียบเทียบสภาวะน่าสบายของ Olgyay's Bioclimatic Chart [14] แสดงดังรูปที่ 3 พบว่า อาคารทั่วไปมีอุณหภูมิเฉลี่ย 25.54 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 54.87 ซึ่งอยู่นอกบริเวณสภาวะน่าสบาย ส่วนของอาคารที่ได้รับมาตรฐานอาคารเขียวมีอุณหภูมิเฉลี่ย 23.55 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 57.56 อยู่ในสภาวะน่าสบาย ในการออกแบบระบบปรับอากาศของอาคารเขียวจะออกแบบให้มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เป็นไปตามมาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ มาตรฐาน ASHRAE 55-2004 [13] ซึ่งมาตรฐาน ISO 7730 ได้แนะนำว่าสภาวะน่าสบายในช่วงฤดูหนาวควรมีอุณหภูมิระหว่าง 20-24 องศาเซลเซียส และในช่วงฤดูร้อนควรมีอุณหภูมิระหว่าง 23-26 องศาเซลเซียส โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 30-70 ทั้งสองฤดู การตระหนักถึงระบบปรับอากาศที่เหมาะสมจะช่วยให้ผู้ใช้อาคารมีความรู้สึกสบายต่อการทำงาน



รูปที่ 3 กราฟแสดงสภาวะน่าสบาย

4. สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารสำนักงานอาคารทั่วไป 3 ชั้น และอาคารสำนักงานที่ได้รับมาตรฐานอาคารเขียว 2 ชั้นพบว่าคุณภาพอากาศของอาคารสำนักงานทั่วไปมีค่าผ่านมาตรฐานถึงแม้ไม่ได้รับมาตรฐานอาคารเขียว เนื่องจากเป็นอาคารที่มีการดูแลรักษาดี มีระบบระบายอากาศมีประสิทธิภาพและมีการทำความสะอาดภายในอาคารทุกวัน สำหรับคุณภาพอากาศของอาคารสำนักงานที่ได้รับมาตรฐานอาคารเขียว ค่า CO_2 CH_2O TVOC $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ทุกพารามิเตอร์มีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานของ ASHRAE Standard มีระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศเป็นไปตามมาตรฐานทำให้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในเกณฑ์ที่ทำให้ผู้ใช้อาคารอยู่ในสภาวะน่าสบาย

5. ข้อเสนอแนะ

แนวทางในการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารเพื่อให้คุณภาพอากาศดีขึ้นปัจจุบันมีหลายวิธี ได้แก่ การใช้เครื่องฟอกอากาศ ส่วนพัดลมระบาย

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2020.07.005

อากาศ เครื่องเติมอากาศ อาจเป็นการนำเอาอากาศเย็นทิ้งไปมีผลให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานมากขึ้น และการปลูกไม้ประดับในอาคารจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มคุณภาพอากาศในอาคารที่ดี และทดแทนพื้นที่สีเขียว เพิ่มคุณค่าทางจิตใจ รวมถึงเป็นการสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีให้กับผู้ใช้อาคาร

6. เอกสารอ้างอิง

[1] www.epa.gov/indoor-air-quality iaq / inside - story - guide-indoor-air-quality. (Accessed on 1 February 2020)

[2] N. Muscatiello, A. McCarthy, C. Kielb, W.H. Hsu, A.A. Hwang and S. Lin, Classroom Conditions and CO_2 Concentrations and Teacher Health Symptom Reporting in 10 New York State Schools, Indoor Air, 2015, 25(2), 157-167.

[3] Y.S. Lee and D.A. Guerin, Indoor Environmental Quality Related to Occupant Satisfaction and Performance in LEED-Certified Buildings, Indoor and Built Environment, 2009, 18(4), 293-300.

[4] ASHRAE Standard 62.1, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta GA., 2007.

[5] Bureau of Environmental Health, Department of Health, Operating Manual for Indoor Air Quality Assessment for Staff, 2017. (in Thai)

[6] S. Kubba, Chapter 1 - Defining “Green” and “Sustainability”, LEED Practices, Certification, and Accreditation Handbook, 2010, pp1-18.

[7] Y. Liu, Z. Wang, B. Lin, J. Hong and J. Zhu, Occupant Satisfaction in Three-Star-Certified Office Buildings Based on Comparative Study Using LEED and BREEAM, Building and Environment, 2018, 132, 1-10.

[8] S. C. Wong and N. Abe, Stakeholders' Perspectives of a Building Environmental Assessment Method: The Case of CASBEE, Building and Environment, 2014, 82, 502-516.

[9] www.tgbi.or.th/uploads/trees/2017_03_TREES-EB-Eng.pdf. (Accessed on 3 February 2020). (in Thai)

[10] K. Artnoi and P. Wetwiwan, Barriers in developing green buildings: Case studies in Thailand, Kasetsart Engineering Journal, 2014, 90(27), 33-46. (in Thai)

[11] Z. Atarodi, K. Karimyan, V. Kumar, M. Abbasi and M. Moradi, Evaluation of Indoor Air Quality and Its Symptoms in Office Building – A Case Study of Mashhad, Iran, Data in Brief, 2018, 20, 74–79.

วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (The Journal of Industrial Technology)
ISSN (Print): 1686-9869, ISSN (online): 2697-5548
DOI: 10.14416/j.ind.tech.2020.07.005

[12] H.M. Cho, J. Lee, S. Wi and S. Kim, Field Study on Indoor Air Quality of Wood Remodeled Welfare Facilities for Physical and Psychological Benefits, Journal of Cleaner Production, 2019, 233, 197-208.

[13] A.S. Silva, E. Ghisi and R. Lamberts, Performance Evaluation of Long-Term Thermal Comfort Indices in Building Simulation According to ASHRAE Standard 55, Building and Environment, 2016, 102, 95-115.

[14] H. Matsumoto, K. Tsuzuki and L. Susanti, Bioclimatic Analysis in Pre-Design Stage of Passive House in Indonesia, Buildings, 2017, 7, 1-25.