

ความชื้นในห้องพักที่มีห้องน้ำในตัวส่งผลต่อค่าไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศ

Effects of Humidity in En-Suite Bathroom Residences to the Electricity

รับบทความ	11/10/2021
แก้ไขบทความ	09/11/2021
ยอมรับบทความ	09/11/2021

Bill from Air Conditioner

อัญญา สีหะสิงห์ ศุทธธา ศรีเพ็ญ

สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (สถาปัตยกรรมเขตร้อน) คณะสถาปัตยกรรม ศิลปะและการออกแบบ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Autchaya Seehasing, Sutta Sripadej

Master of Architecture Program in Tropical Architecture, School of Architecture Art and Design,

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

62602052@kmitl.ac.th, sutta.sr@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน แสดงสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น สืบเนื่องจากสภาพอากาศในประเทศไทย และการขยายตัวชุมชนเมืองที่ปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้การใช้ไฟฟ้าใน เครื่องปรับอากาศเพื่อทำความเย็นเพิ่มสูงขึ้นทุกปีอย่างเห็นได้ชัด การสำรวจสถานะเศรษฐกิจและสังคมของครัวเรือนปี พ.ศ. 2550 - 2558 พบว่า อะพาร์ตเมนต์และหอพักเป็นธุรกิจที่พอกอาศัยที่มีจำนวนการติดตั้งเครื่องปรับอากาศเป็นจำนวนมาก ค่า ไฟฟ้าเฉลี่ยของที่พักอาศัยที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศสูงกว่าที่พักอาศัยที่ไม่มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศถึง 3.5 เท่า จากข้อมูล การจดทะเบียนกิจการหอพักของกระทรวงพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร จากข้อมูล ณ ปี พ.ศ. 2561 พบว่ามีจำนวนห้องพักที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศสูงถึง 24,754 ห้อง

เครื่องปรับอากาศถูกออกแบบโดยอาศัยพื้นฐานของการปรับอากาศเพื่อความสบาย (comfort air conditioning) ด้วยต้นทุนพลังงานที่ต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อให้ได้อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม อัตราการใช้พลังงานที่เหมาะสม โดย งานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการศึกษา เพื่อหาภาระในการทำความเย็น (cooling load) ของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งประกอบด้วย ความ ร้อนแฝง (latent heat) และความร้อนสัมผัส (sensible heat) อะพาร์ตเมนต์และหอพักเป็นที่พอกอาศัยที่มีแหล่งที่มาของ ความชื้นหลักเกิดจากห้องน้ำ เนื่องจากแบ่งพื้นที่ห้องพักให้มีห้องน้ำในตัวเป็นฟังก์ชันหลักที่สำคัญ คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 15 - 30 ของพื้นที่ห้องทั้งหมด ดังนั้น เมื่อห้องน้ำถูกใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นการล้างมือ การอาบน้ำ การทำความสะอาด ความชื้นที่เกิดขึ้น จึงถูกถ่ายโอนมายังบริเวณพื้นที่อยู่อาศัยซึ่งเป็นห้องปรับอากาศ งานวิจัยนี้ได้ทำการเก็บค่าอุณหภูมิและความชื้น เพื่อนำมาหา ค่าไฟฟ้าโดยใช้กระบวนการทางแผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric chart) เพื่อให้ได้มาซึ่งค่าพลังงานที่เปลี่ยนแปลงเป็น ค่าความร้อนสัมผัส และความร้อนแฝง เพื่อหาการใช้ไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายทางด้านไฟฟ้าในการใช้งานเครื่องปรับอากาศ เป็น แนวทางในการลดภาระค่าใช้จ่ายของผู้อยู่อาศัย และลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในประเทศ ซึ่งจากงานวิจัยพบว่าการป้องกันไม่ให้ ความชื้นจากห้องน้ำไหลเข้ามาได้ จะทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าได้สูงถึง 12%

คำสำคัญ: ห้องพัก อะพาร์ตเมนต์ หอพัก ค่าไฟฟ้า เครื่องปรับอากาศ

Abstract

Energy Policy and Planning Office, Ministry of Energy, has showed the increased trend of electricity usage. Thailand's high temperature and continuous expansion of the urban areas lead to the significant growth of electrical usage from air conditioners each year. The household economics and social surveys from 2007 – 2015 showed that the apartment and dormitory businesses have installed a great deal of air conditioners. Average electricity bill of residences with air conditioners installed are 3.5 times more than residences without air conditioners installed. The Dormitory Business Registration Data from Ministry of Social Development and Human Security in Bangkok showed that there were as many as 24,754 dormitories with air conditioners installed in 2018.

Air Conditioners were designed based on Comfort Air Conditioning with as small energy usage as possible for optimum temperature, humidity, wind speed, and energy usage. This research aims to study the air conditioner's Cooling Load which consists of Latent Heat and Sensible Heat. Apartment and Dormitory's main source of humidity is the bathroom. As the bathroom is the main function of en-suite bathroom residence, occupying 15-30% of total room area, the bathroom usage (washing hands, showering, cleaning, etc.) will also transfer the humidity to the air-conditioned main area. This research collects temperature and humidity to calculate electricity bill by Psychometric Chart Method. The Psychometric Chart is used to obtain total energy which then converted to Latent Heat and Sensible Heat to calculate electrical usage and electrical bills from the air conditioner. The results are used as guideline for expense reduction for residents and electrical energy usage reduction for the country. The research shows that prevention of humidity from the bathroom could save electricity bill as much as 12%.

keywords: Room, Apartment, Dormitory, Electrical Bill, Air Conditioner

บทนำ

การใช้พลังงานไฟฟ้าในประเทศคิดเป็นร้อยละ 20.9 ของการใช้พลังงานทั้งหมด มีการปรับตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2560) เป็นผลมาจากการเติบโตของภาคอุตสาหกรรม ภาคเศรษฐกิจ และภาคครัวเรือน รวมถึงการเพิ่มขึ้นของประชากร ส่งผลต่อความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดในปี พ.ศ. 2562 รวมทั้งประเทศอยู่ที่ระดับ 192,960 กิโลวัตต์ชั่วโมง เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.7 ขณะที่การใช้ไฟฟ้าในครัวเรือนเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.8 (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2562) จากสภาพอากาศที่ร้อนและแปรปรวน รวมทั้งมาตรการลดการแพร่ระบาดของไวรัส Covid-19 ส่งผลให้ประชาชนส่วนใหญ่นิยมลดการเดินทางและประชาชนส่วนหนึ่งทำงานที่บ้าน (work from home) ทำให้มีการใช้ไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศมากขึ้น (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2562) ซึ่งธุรกิจอะพาร์ตเมนต์เป็นอาคารที่อยู่อาศัย หรือ หอพัก (residential building) ประเภทหนึ่ง ที่มีการแบ่งพื้นที่เป็นห้องย่อย โดยมีความหมายว่า สถานที่ที่รับผู้พักตามพระราชบัญญัตินี้เข้าพักอาศัยโดยมีการเรียกเก็บค่าเช่า (พระราชบัญญัติหอพัก, 2558) ที่ประกอบด้วยห้องน้ำ รวมถึงส่วนพื้นที่ของการทำครัว โดยที่อยู่อาศัยในลักษณะที่คล้ายกันนี้อาจถูกเรียกว่า แพลตเช่า คอร์ท หรือ แมนชั่น โดยห้องเดี่ยวอเนกประสงค์ (studio apartments) พื้นที่ต่อหน่วยของที่อยู่อาศัยจะมีขนาดระหว่าง 20 – 40 ตารางเมตร (พัลลภ กฤตยานวิช และ เรืองชัย คลายบุตร, 2555)

จากการจัดอันดับสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อประกอบการตัดสินใจเข้าพักในแต่ละอะพาร์ตเมนต์หรือหอพักเป็นธุรกิจที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศคิดเป็นร้อยละ 27.8 (ธนพล คำล้ำเลิศ, 2562) ในพื้นที่กรุงเทพมหานครคิดเป็นจำนวนห้องสูงถึง 27,754 ห้อง เป็นผลมาจากสภาพอากาศที่ร้อนขึ้น ทำให้การติดตั้งเครื่องปรับอากาศมีความจำเป็นด้วยเหตุผลทางด้านความสบาย (กลุ่มงานวิจัยผังเมือง 2 กองนโยบายและแผน สำนักงานการวางผังและพัฒนาเมือง กรุงเทพมหานคร, 2562) อาคารประเภทพาณิชย์และอาคารพักอาศัยใช้พลังงานคิดเป็นร้อยละ 25.3 ของพลังงานทั้งหมดในประเทศ และ ร้อยละ 60 – 70 เป็นการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศทั้งหมดในอาคาร (ชาติรี เกียรติเจริญศิริ, 2553, น.26) การวิจัยเพื่อลดการใช้ไฟฟ้าในระบบปรับอากาศในหอพักจึงเป็นแนวทางที่จำเป็น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาถึงผลกระทบการใช้ห้องน้ำในห้องพักที่เกิดขึ้นกับภาระเครื่องปรับอากาศ
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในห้องน้ำกับค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นของเครื่องปรับอากาศ

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาหัวข้อ ความชื้นในห้องพักที่มีห้องน้ำในตัวส่งผลต่อค่าไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศ มุ่งประเด็นการศึกษาไปในส่วนของความชื้นที่เกิดขึ้นจากห้องน้ำถึงผลกระทบต่อเครื่องปรับอากาศ โดยขอบเขตด้านพื้นที่และกรณีศึกษาในงานวิจัยคือ อะพาร์ตเมนต์ หรือ ห้องพักแบบ Studio ขนาดพื้นที่ไม่น้อยกว่า 20 ตร.ม. ไม่เกิน 30 ตร.ม. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศและมีห้องน้ำในตัว ขอบเขตด้านเนื้อหา ศึกษาการเปลี่ยนแปลงในส่วนความร้อนสัมผัส (sensible heat) และความร้อนแฝง (latent heat) ซึ่งเกิดจากห้องน้ำ โดยใช้วิธีการทางแผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric chart) เพื่อหาค่าภาระการปรับอากาศและหาค่าการใช้พลังงานโดยวิธีการประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน โดยวิธีการดำเนินงานวิจัยดังนี้

1. การคัดเลือกห้องพักในการทำกรณีศึกษา
2. การเก็บข้อมูลภายในห้องเพื่อตรวจเช็คสมรรถนะเครื่องปรับอากาศตามวิธีการของคู่มือฝึกอบรม การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน และศึกษาภาระการปรับอากาศที่เปลี่ยนแปลง
3. วิเคราะห์ข้อมูลผลกระทบจากการใช้ห้องน้ำที่เกิดขึ้นกับเครื่องปรับอากาศเพื่อหาค่าโดยเอนทัลปี (Enthalpy)
4. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในห้องน้ำกับค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นของเครื่องปรับอากาศ

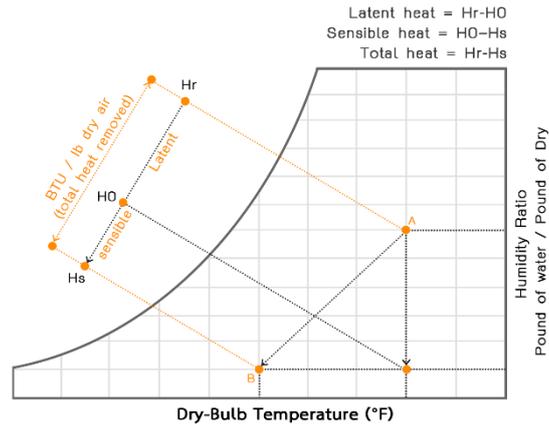
ทฤษฎีในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล ดังนี้

การใช้ห้องน้ำส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณไอน้ำและทำการกระจายตัวเข้ามาในห้องพัก ซึ่งมีการเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศ ทำให้เกิดภาระแก่เครื่องปรับอากาศ ในการลดความชื้นในห้อง โดยความชื้นของอากาศ (moisture content) หมายถึงปริมาณของไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) หมายถึง ร้อยละของอัตราส่วนระหว่างมวลของไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศขณะนั้นกับมวลของไอน้ำอิ่มตัวในอากาศที่อุณหภูมิเดียวกัน (สุรพล พลฤษพานิช, 2529) เครื่องปรับอากาศออกแบบมาเพื่อนำความร้อนภายในห้องปรับอากาศระบายสู่ที่ภายนอก ด้วยการลดอุณหภูมิและความชื้นออกจากพื้นที่ปรับอากาศ (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2561) “ความร้อนในห้องปรับอากาศ” หรือ “ภาระการทำความเย็น” ประกอบไปด้วย ความร้อนสัมผัส (sensible heat) และ ความร้อนแฝง (latent heat) ซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้น เป็นปัจจัยหลักในการปรับอากาศเพื่อความสบาย (ASHRAE, 2020) ในอะพาร์ตเมนต์ส่วนใหญ่เป็นเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (split type) ซึ่งอาศัยการทำงานของวัฏจักรการทำความเย็นเป็นพื้นฐานของระบบอัดไอ โดยการใช้สารทำความเย็นหรือน้ำยาแอร์เป็นตัวกลางในการเคลื่อนย้ายความร้อนด้วยการส่งผ่านความร้อนออกสู่ภายนอก การทำความเย็นให้กับอากาศภายนอกนั้นเป็นไปเพื่อดึงความร้อนแฝงออกจากอากาศมากกว่าความร้อนสัมผัส 2 – 3 เท่า (สุนทร บุญญาธิการ, 2542)

ภาระเครื่องปรับอากาศมีตัวแปรหลักที่มีความสำคัญ คือ การลดอุณหภูมิเป็นภาระความร้อนสัมผัส (sensible heat) และลดความชื้นเป็นภาระความร้อนแฝง (latent heat) ซึ่งเกิดจาก “ความร้อนที่ทำให้น้ำระเหยกลายเป็นไอโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิ” ในห้องพักกรณีศึกษาที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศแหล่งที่มาของความชื้นที่มากที่สุด มาจากการใช้งานในห้องน้ำในลักษณะต่าง ๆ โดยเฉพาะการอาบน้ำซึ่งมีการใช้น้ำเป็นเวลานาน ทำให้ปริมาณไอน้ำในอากาศที่มีอยู่ในห้องสูงขึ้น และมีการรั่วไหลเข้ามาในพื้นที่ห้องที่ไอน้ำที่แผ่เข้ามาจึงถูกเครื่องปรับอากาศกำจัดไปให้อยู่ในสภาวะที่กำหนด ปัจจัยดังกล่าวจึงส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานจากเครื่องปรับอากาศ

ความชื้นที่ถูกปล่อยออกมาในการใช้งานห้องน้ำแต่ละครั้งจะให้ค่าความชื้นที่ต่างกัน ขึ้นอยู่กับรูปแบบการใช้งานและความชื้นนั้นยังคงอยู่ในช่วงเวลาหนึ่ง โดยสามารถแปรผันขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ตั้งของห้องน้ำ สภาพอากาศและบริบทของห้องพัก ณ ขณะนั้น หากความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity, RH) ค่าความชื้นจึงมีผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องปรับอากาศโดยตรง โดยพื้นฐานการปรับอากาศเพื่อความสบาย (comfort zone) และควบคุมสภาวะอากาศภายในห้องปรับอากาศได้แสดงเกณฑ์มาตรฐานในการควบคุมสภาวะการออกแบบห้องปรับอากาศไว้ที่อุณหภูมิ 23 - 26 °C ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ ที่ 30 - 60%RH

ตารางไซโครเมตริก (Psychrometric chart) เป็นกราฟหรือแผนภูมิใช้สำหรับการหาค่าคุณสมบัติของความชื้น โดยการลากเส้นอ้างอิงต่าง ๆ แสดงความสัมพันธ์คุณสมบัติของของผสมทางด้านเทอร์โมไดนามิก ระหว่างอากาศและไอน้ำในอากาศ เนื่องจากไอน้ำในอากาศมีความสำคัญอย่างมากต่อการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ดังนั้น เพื่อการควบคุมอุณหภูมิและความชื้น การวิเคราะห์ผลจากเอนทัลปีของระบบปรับอากาศโดยการเปลี่ยนแปลงในแนวตั้งเป็นการเปลี่ยนแปลงความชื้นและแนวนอนเป็นการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ แสดงถึงความเปลี่ยนแปลงของความร้อนแฝงและความร้อนสัมผัส ตามลำดับ โดยในเส้นทแยงมุมแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของความร้อนรวมที่ถูกนำออกไปจากเครื่องปรับอากาศหรือระบบปรับอากาศ



ภาพ 1 แสดงแผนภูมิไซโครเมตริก ของอากาศจ่าย (supply air) และอากาศกลับ (return air)

งานวิจัยนี้เป็นการเก็บข้อมูลเพื่อหาค่าภาระเครื่องปรับอากาศในห้องและการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศจากการเปลี่ยนแปลงความชื้นที่มีการใช้งาน 2 กรณี คือ เปิด ปิด ห้องน้ำ ตารางที่ 1 ซึ่งเกิดจากห้องน้ำโดยเก็บข้อมูลห้องพักที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศขณะใช้งานจริง เพื่อหาค่าการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นจริงกับเครื่องปรับอากาศ อีกทั้งงานวิจัยนี้ยังทำการศึกษาค่าการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศที่เกิดจากความชื้นจากห้องน้ำ กรณีศึกษา: ห้องพัก The Modern Place แขวงบางพลัด เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 2 มีพื้นที่ 24 ตารางเมตร เป็นพื้นที่ปรับอากาศ 22 ตารางเมตร รวมห้องน้ำ 3.8 ตารางเมตร สูง 2.4 เมตร ใช้เครื่องปรับอากาศ YORK MODEL: TQEA12FS-AAT Split Type R-22 ซึ่งจะไม่มีการเปิดพัดลมระบายอากาศในห้องน้ำ

ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดให้มีการบันทึกข้อมูล อุณหภูมิและความชื้นด้วย Testo data logger 174h และความเร็วลมเพื่อหาปริมาณลมด้วย Kimo Vt110 อย่างไรก็ดี ตำแหน่งของอุปกรณ์ได้ถูกระบุไว้ในผังพื้นที่ห้องพักกรณีศึกษา ดังภาพที่ 2 การวัดค่าข้อมูลในช่วงเวลาที่มีการใช้งานจริง จากการใช้เครื่องปรับอากาศในช่วงเวลากลางคืน 20.00 - 05.00 น. เป็นระยะเวลา 4 วัน และ เวลาการใช้ห้องน้ำในการอาบน้ำในช่วง 21.00 - 21.30 น. ของทุกวัน เป็นเวลา 30 นาที โดยแบ่งเป็น 2 กรณี คือ มีการปิดประตูหลังจากการใช้งานห้องน้ำในช่วงวันที่ 1 และ 3 และมีการเปิดประตูทิ้งไว้หลังการใช้งานห้องน้ำในช่วงวันที่ 2 และ 4 การเก็บข้อมูลสลับวันเพื่อควบคุมความแตกต่างของสภาพอากาศและลดความคลาดเคลื่อนของการเก็บข้อมูลทั้ง 2 กรณี จากนั้นศึกษาความแตกต่างของผลกระทบที่เกิดขึ้นกับเครื่องปรับอากาศ



ภาพ 2 ผังพื้นที่ห้องพักกรณีศึกษาและเครื่องมือวัด

ตาราง 1 แสดงตารางการบันทึกข้อมูล

ตารางบันทึกค่า เพื่อประเมินค่าประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ของเครื่องปรับอากาศ ประจำวันที่.....															
เครื่องปรับอากาศ						การประเมินค่าเอนทัลปี (Enthalpy)						EER			
พื้นที่ทำความเย็น (m ²)	กำลังไฟฟ้า (kw)	1	2	3	เฉลี่ย	ด้านลมกลับ (Hr)		เอนทัลปี	ด้านลมกลับ (Hs)		เอนทัลปี	ค่าประสิทธิภาพ	ภายในห้องน้ำ		
						อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%)		อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%)			อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%)	
อุปกรณ์ในการเก็บข้อมูล															
ตลับเมตร	Clamp Meter	HOTWIRE THERMO-ANEMOMETER VT110				Testo 174h Temperature and humidity data logger			Testo 174h Temperature and humidity data logger			Testo 174h Temperature and humidity data logger			

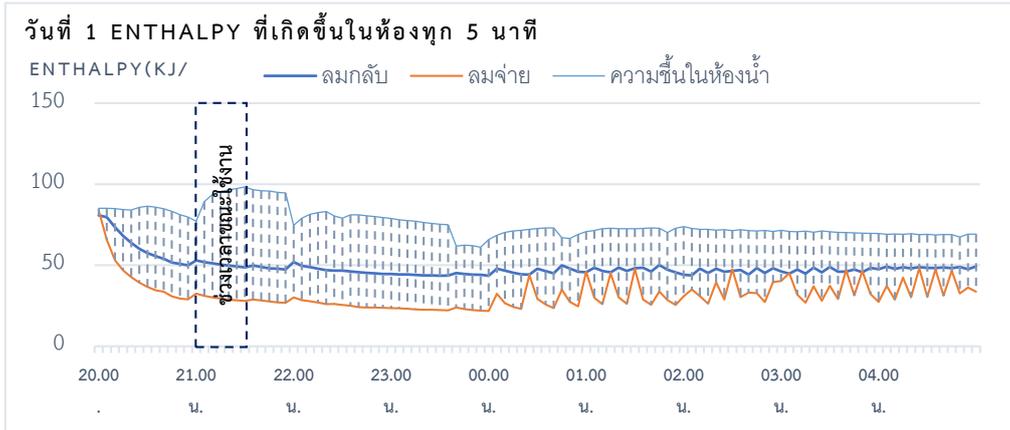
ผลการวิจัย

การวิจัยได้อาศัยการเก็บค่าอุณหภูมิและความชื้น ภายในห้องเพื่อนำมาสร้างความสัมพันธ์ในตารางไซโครเมตริก เพื่อให้ได้มาซึ่งค่าเอนทัลปี และพลังงานความร้อนในรูปของความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝงหรือพลังงานความร้อนรวม จากนั้นทำการเขียนกราฟและแผนภูมิ ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทัลปีต่อระยะเวลาของลมจ่าย ลมกลับ และอากาศในห้องน้ำ จากนั้นทำการคำนวณอัตราส่วนพลังงานระหว่างความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝงที่เกิดขึ้นกับเครื่องปรับอากาศ แล้วนำเสนอในรูปของกราฟเปอร์เซ็นต์ความร้อนที่เกิดขึ้นในรูปของ ความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง ต่อ ระยะเวลาการเก็บข้อมูล

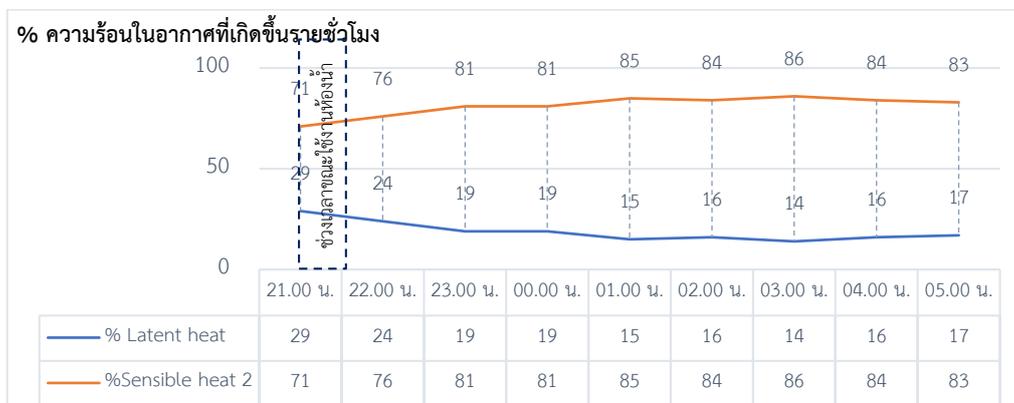
เพื่อศึกษาถึงผลกระทบการใช้ห้องน้ำในห้องพักที่เกิดขึ้นกับภาระเครื่องปรับอากาศตามวัตถุประสงค์ที่ 1 โดยการทดลองแบ่งเป็น 2 กรณีดังนี้

กรณีที่ 1 เป็นการใช้น้ำในห้องปรับอากาศแล้วมีการปิดประตู ในวันที่ 1 และ 3

ภาพที่ 3 เป็นการเก็บข้อมูลทุก ๆ 1 นาที ในวันที่ 1 เอนทัลปีจากลมจ่าย ลมกลับ และ อากาศในห้อง โดยในขณะที่ยังไม่มีการใช้ห้องน้ำหรือช่วงก่อนเวลา 21.00 น. อุณหภูมิและความชื้นของห้องปรับอากาศค่อย ๆ ลดลงอย่างต่อเนื่อง กระทั่งช่วงเวลา 21.00 – 21.30 น. เป็นเวลาที่เริ่มมีการใช้งานห้องน้ำ พบว่าความชื้นในห้องน้ำสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด จากนั้นพบว่าเอนทัลปีหรือพลังงานมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยลดลงประมาณชั่วโมงละ 4 - 5 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าในช่วงแรกก่อนที่ จะเข้าสู่ช่วงสมดุล ความร้อนและความชื้นในห้องยังคงสูง โดยเฉพาะขณะที่มีการใช้ห้องน้ำ แต่ภายหลังจากเปิดเครื่องปรับอากาศไปช่วงระยะเวลาหนึ่ง พบว่าค่าดังกล่าวจะลดลงและแกว่งตัวอยู่ในช่วงการทำงาน (ตัด - ต่อ) ของเครื่องปรับอากาศ (ภาพ 3) ในช่วงเวลา 24.00 – 05.00 น. โดยอัตราส่วนความร้อนระหว่างความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝงได้ถูกนำเสนอในรูปของเปอร์เซ็นต์ (ภาพ 4) โดยจะพบว่าอัตราส่วนของความร้อนสัมผัสภายในห้องปรับอากาศ (room sensible heat ratio) จะอยู่ที่ 71 – 86% อัตราส่วนความร้อนแฝง (room latent heat ratio) จะอยู่ที่ 14 – 29% ตามลำดับ

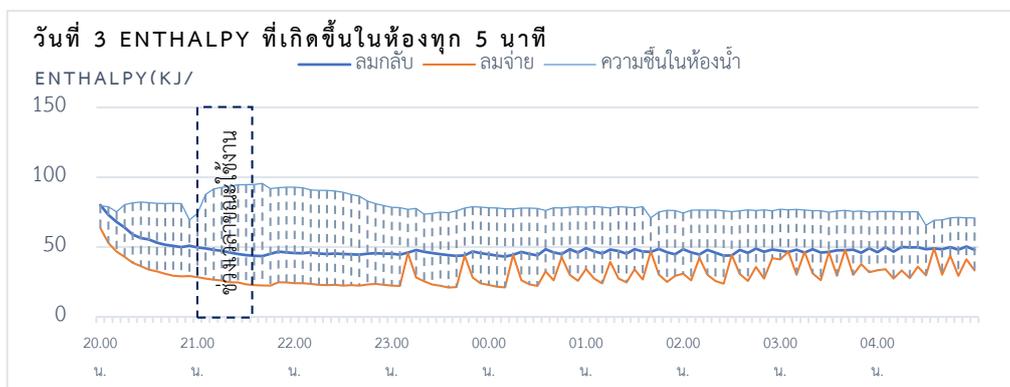


ภาพ 3 กราฟแสดงเอนทัลปี (ENTHALPY) ของลมจ่าย ลมกลับ และ อากาศในห้องน้ำ ในการเก็บข้อมูลวันที่ 1

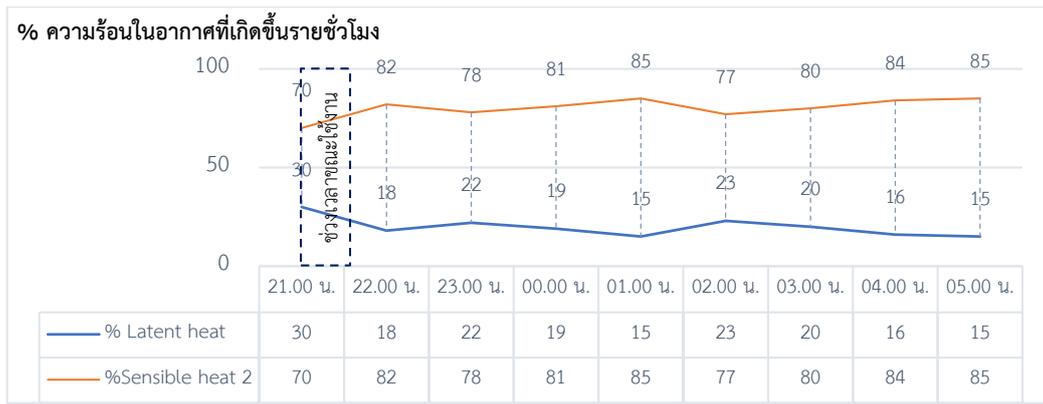


ภาพ 4 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความร้อนที่อยู่ในห้องพัก ในการเก็บข้อมูลวันที่ 1

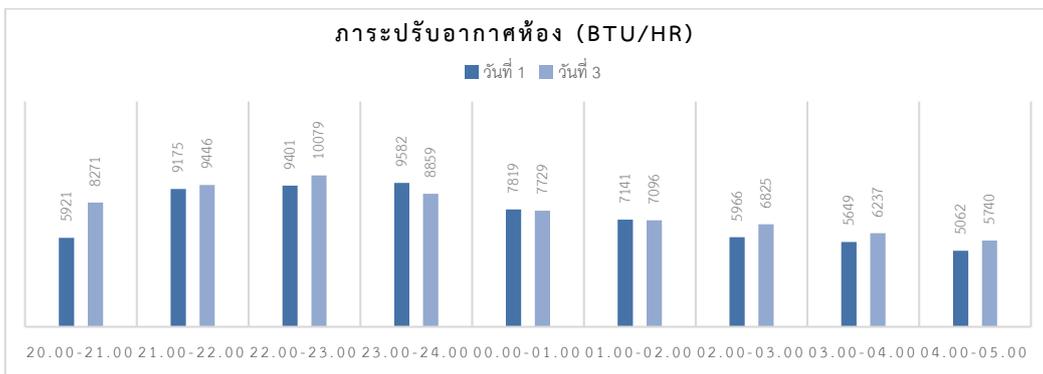
ผลการเก็บข้อมูลวันที่ 3 (หลังการใช้ห้องน้ำมีการปิดประตู) พบว่าแนวโน้มของการทดลองยังคงเป็นไปตามวัฏจักรของการทำความเย็น ดังเช่น วันที่ 1 ในช่วงเวลา 20.00 – 21.00 น. จากนั้นความชื้นในห้องน้ำจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้งานและค่อย ๆ ลดลง เนื่องจากการปิดประตูห้องน้ำหลังใช้งานทำให้เอนทัลปีหรือพลังงาน เนื่องจากความร้อนแฝงลดลงอย่างรวดเร็ว ณ ช่วง 22.00 – 23.00 น. จนกระทั่งเข้าสู่ช่วงการทำงานของระบบปรับอากาศค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ถูกลำเลียงในรูปแบบของความชื้นจะค่อย ๆ ลดลงอย่างช้า ๆ ในช่วงเวลา 00.00 น. ถึง 05.00 น. ดังภาพ 5 ส่วนอัตราส่วนความร้อนสัมผัสและอัตราส่วนความชื้น ยังคงปรับตัวขึ้นลงของความร้อนสัมผัสอยู่ในช่วง 30 - 70% ความชื้นแฝง 15 - 30% ซึ่งเป็นค่าอัตราส่วนมาตรฐานสำหรับห้องปรับอากาศทั่วไป ที่ไม่ได้มีแหล่งที่มาของความชื้นเป็นพิเศษ หรือ ไม่มีความต้องการพิเศษ



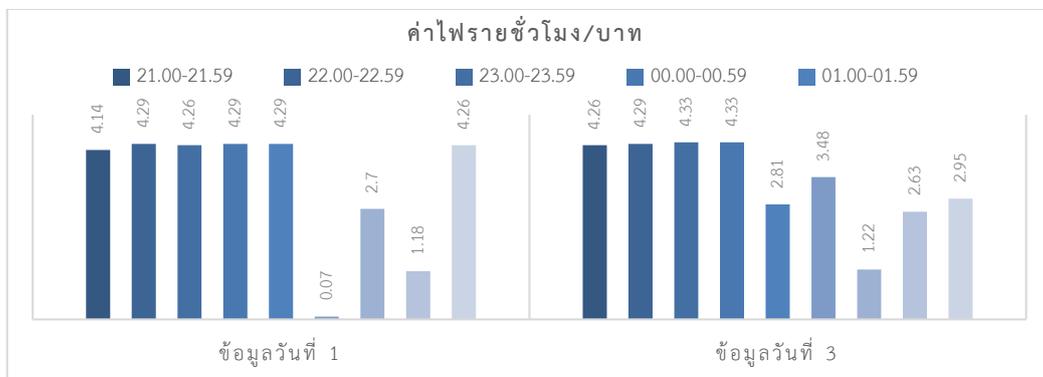
ภาพ 5 กราฟแสดงเอนทัลปี (ENTHALPY) ของลมจ่าย ลมกลับ และ อากาศในห้องน้ำ ในการเก็บข้อมูลวันที่ 3



ภาพ 6 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความร้อนที่อยู่ในห้องพัก ในการเก็บข้อมูลวันที่ 3



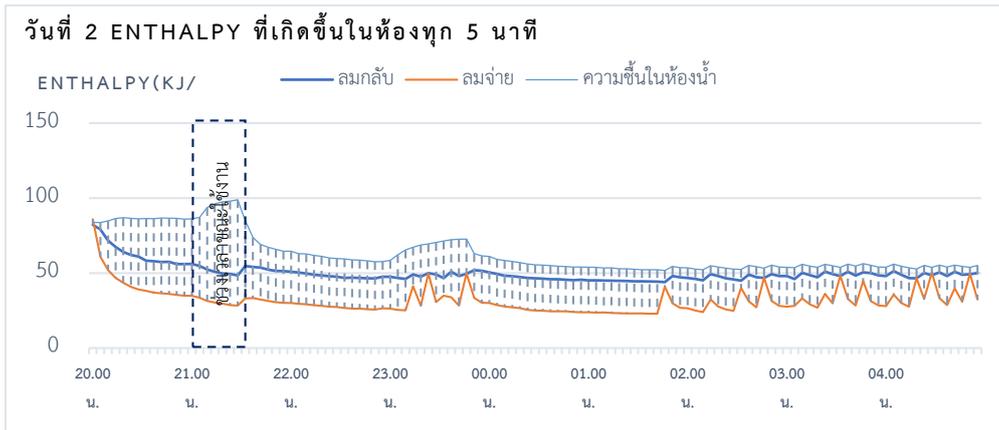
ภาพ 7 พลังงานความร้อนที่ถูกเอาออกกรณีที่ 1 BTU/hr วันที่ 1 และ วันที่ 3



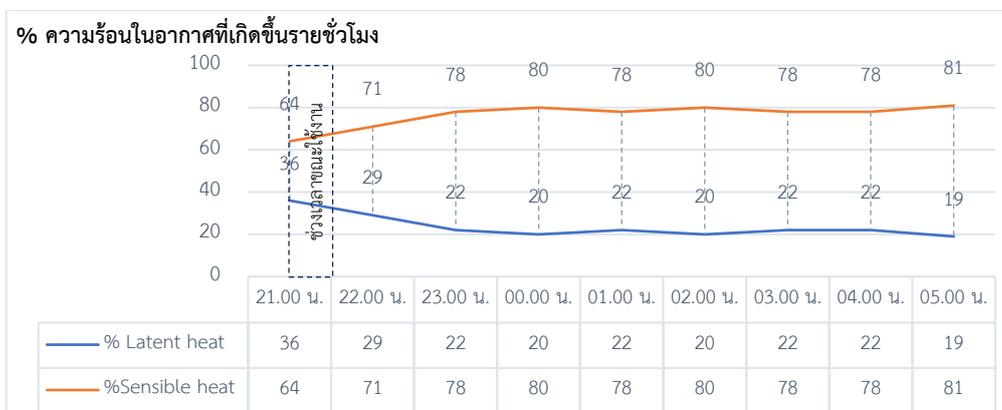
ภาพ 8 ภาพกราฟแสดงไฟฟ้ารายชั่วโมงกรณีที่ 1 วันที่ 1 และ 3

กรณีที่ 2 เป็นการใช้น้ำในห้องปรับอากาศแล้วมีการปิดประตู ในวันที่ 2 และ 4

จากการทดลองในวันที่ 2 (หลังจากการใช้น้ำในห้องปรับอากาศแล้วมีการเปิดประตู) พบว่า แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงพลังงานคล้ายคลึงกับวันที่ 1 ในช่วงแรก (20.00 – 21.00 น.) จากนั้นในช่วงของการใช้น้ำ (21.00 – 21.30 น.) ค่าเอนทัลปีของอากาศในห้องน้ำจะลดลงด้วยอัตราการเปลี่ยนแปลงที่มากกว่าวันที่ 1 อย่างเห็นได้ชัด (ภาพ 9) ภายหลังจากใช้งานห้องน้ำ ความชื้นจะถูกแผ่ออกมาจากในห้องน้ำเนื่องจากการเปิดประตูห้องน้ำ ความชื้นในห้องน้ำจึงลดลงอย่างรวดเร็ว (ในรูปของเอนทัลปี) จากนั้นมีการปรับตัวเพิ่มขึ้นเล็กน้อยก่อนจะเข้าสู่สมดุลและมีพฤติกรรมที่คล้ายคลึงกับวันที่ 1 ในช่วงเวลาตั้งแต่ 01.00 – 05.00 น. ทั้งนี้ ในส่วนของอัตราส่วนความร้อนสัมผัส และ อัตราส่วนความร้อนแฝง ยังมีรูปแบบ ที่คล้ายคลึงกันกับวันที่ 1 คือ ปรับตัวขึ้นและลงอยู่ในรอบตามการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

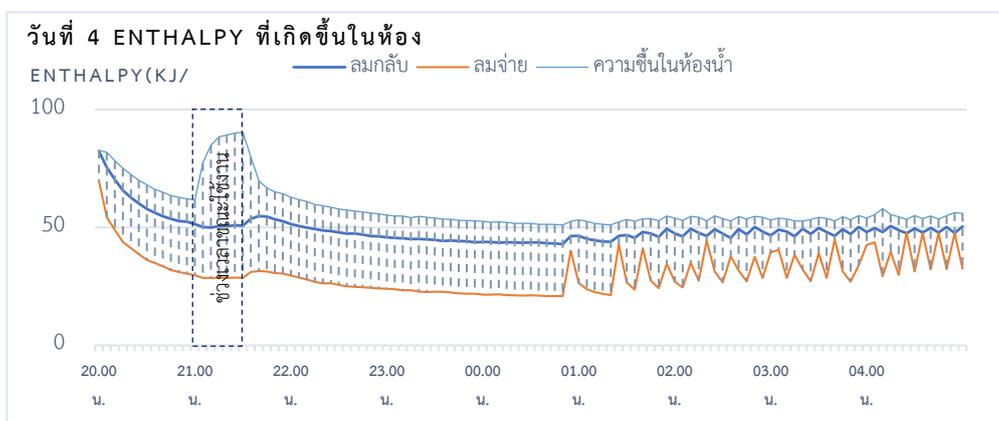


ภาพ 9 กราฟแสดงเอนทัลปี (ENTHALPY) ของลมจ่าย ลมกลับ และ อากาศในห้องน้ำ ในการเก็บข้อมูลวันที่ 2

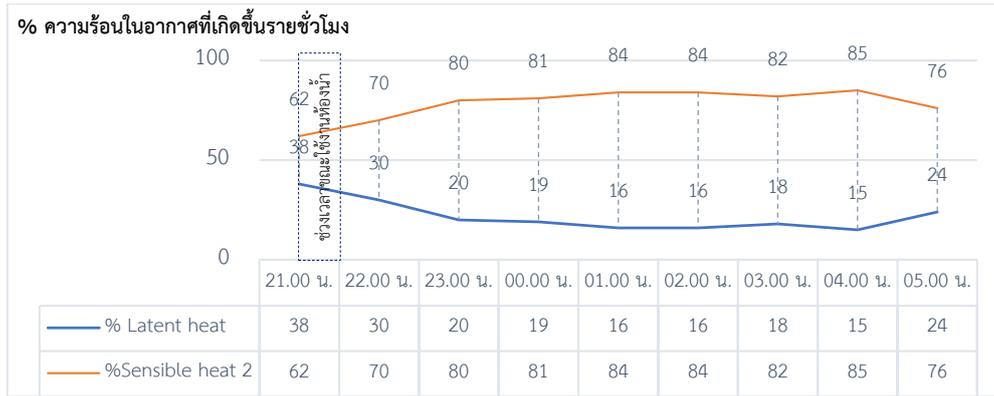


ภาพ 10 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความร้อนที่อยู่ในห้องพัก ในการเก็บข้อมูลวันที่ 2

การเก็บข้อมูลวันที่ 4 (หลังการใช้ห้องน้ำมีการเปิดประตู) พบว่าปริมาณเอนทัลปีในรูปปริมาณความร้อนแฝง (latent heat) ของอากาศภายในห้องและห้องน้ำลดลงในช่วงเวลาที่มีการใช้งานเครื่องปรับอากาศ ตั้งแต่เวลา 20.00 - 21.00 น. โดยลดลงประมาณชั่วโมงละ 7% โดยเอนทัลปี (ENTHALPY) ที่เกิดขึ้นแสดงให้เห็นว่าขณะมีการใช้ห้องน้ำและเปิดประตูทิ้งไว้หลังการใช้งาน ค่าเอนทัลปีเพิ่มขึ้นและคงอยู่ในช่วงขณะหนึ่งและค่อย ๆ ลดลงไป เนื่องจากเครื่องปรับอากาศทำอุณหภูมิตามต้องการแล้วมีการตัดการใช้งานและเวลา 22.00 น. ถูกนำออกไปประมาณ 10% หลังจากเวลา 23.00 - 04.00 น. ปริมาณความชื้นมีความผันแปรเล็กน้อย

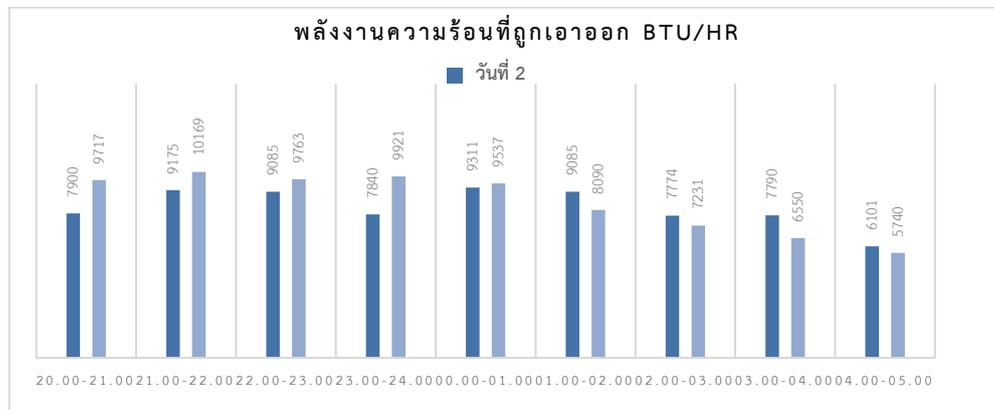


ภาพ 11 กราฟแสดงเอนทัลปี (ENTHALPY) ของลมจ่าย ลมกลับ และ อากาศในห้องน้ำ ในการเก็บข้อมูลวันที่ 4



ภาพที่ 12 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความร้อนที่อยู่ในห้องพัก ในการเก็บข้อมูลวันที่ 4

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในห้องน้ำกับค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นของเครื่องปรับอากาศ ตามวัตถุประสงค์ที่ 2 สรุปออกมาในรูปแบบกราฟ ดังต่อไปนี้



ภาพ 13 พลังงานความร้อนที่ถูกเอาออก BTU/hr



ภาพ 14 ภาพกราฟแสดงไฟฟ้ารายชั่วโมง

ภาระปรับอากาศในช่วงแรกจะเพิ่มขึ้นในช่วง 1 - 2 ชั่วโมง และหลังจากที่มีการใช้งานห้องน้ำ ค่าพลังงานที่ถูกลงซึ่งหมายถึงพลังงานที่เครื่องปรับอากาศจะใช้จะค่อย ๆ ลดลง ในช่วงชั่วโมงที่ 3 (22.00 - 23.00 น.) จากนั้นค่อย ๆ ลดลงตามลำดับ เนื่องจากเครื่องปรับอากาศจะค่อย ๆ ดึงความร้อนสัมผัสในรูปของอุณหภูมิและความร้อนแฝงในรูปของความชื้นลง ช่วง 22.00 - 05.00 น. จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณค่าไฟฟ้า พบว่าค่าไฟฟ้าเฉลี่ยรายชั่วโมงที่เกิดขึ้นแสดงให้เห็นว่าในชั่วโมงที่ 2 เวลา 21.00 - 21.59 น. ที่มีการใช้งานห้องน้ำ ค่าเฉลี่ยไฟฟ้ารายชั่วโมง สูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 4.28 บาท โดยค่าไฟฟ้าจะ

สูงในช่วง 5 ชั่วโมงแรก เป็นช่วงที่ความชื้นในห้องน้ำยังคงอยู่ และในช่วงเวลาชั่วโมงที่ 6 - 8 ค่าไฟฟ้าลดลงเนื่องจากเครื่องปรับอากาศไม่ได้ทำงานหนักเหมือนช่วงแรก โดยค่าไฟฟ้าในวันที่ 1 และ 3 หลังมีการใช้งานและปิดประตูห้องน้ำพบว่าค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 29.83 บาท/วัน หรือ 894.9 บาท/เดือน ซึ่งต่ำกว่าวันที่ 2 และ 4 หลังการใช้งานได้เปิดประตูห้องน้ำทิ้งไว้ ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 33.92 บาท/วัน 1,017 บาท/เดือน มากกว่าวันที่ 1 และ 3 อยู่ที่ 4.09 บาท/วัน 122 บาท/เดือน หรือประมาณ 12%

ตาราง 2 แสดงตารางค่าไฟฟ้าเฉลี่ยรายชั่วโมง

	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	ค่าเฉลี่ย
ข้อมูลวันที่ 1	4.14	4.29	4.26	4.29	4.29	0.07	2.70	1.18	4.26	29.48
ข้อมูลวันที่ 3	4.26	4.29	4.33	4.33	2.81	3.48	1.22	2.63	2.95	30.3
ข้อมูลวันที่ 2	4.26	4.27	4.26	4.14	4.26	4.11	4.26	3.22	3.58	36.36
ข้อมูลวันที่ 4	4.29	4.29	4.26	4.33	4.03	4.14	1.44	1.09	3.62	31.49
ค่าเฉลี่ย	4.23	4.2	4.27	4.27	3.84	2.95	2.40	2.03	3.60	31.90

สรุปผลงานวิจัย และข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยโดยวัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อศึกษาถึงผลกระทบการใช้ห้องน้ำในห้องพักที่เกิดขึ้นกับภาวะเครื่องปรับอากาศ พบว่าการใช้งานห้องน้ำระหว่างที่เครื่องปรับอากาศกำลังทำงานอยู่และเปิดประตูไว้หลังจากใช้ห้องน้ำส่งผลให้ปริมาณความชื้นในอากาศภายในห้องปรับอากาศเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยยะ เนื่องมาจากการถ่ายเทมวลของน้ำในอากาศไหลจากที่ที่มีความชื้นมากไปยังที่ที่มีความชื้นน้อย เป็นผลให้พลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการอาบน้ำด้วยฝักบัวซึ่งความชื้นที่เกิดขึ้นเวลาอาบน้ำสูงถึง 99 หรือ 100 %RH เนื่องจากมักจะเป็นการเปิดน้ำทิ้งไว้ตลอดระยะเวลาการอาบน้ำประมาณ 10 – 15 นาทีต่อคน การที่น้ำถูกสเปรย์หรือพ่นออกมาเป็นสายขนาดเล็กทำให้ความชื้นในอากาศเพิ่มขึ้นได้ง่ายกว่าการใช้งานห้องน้ำแบบอื่น เช่น การใช้โถสุขภัณฑ์ การใช้ล้างมือและการทำความสะอาดห้องน้ำ อย่างไรก็ตามความชื้นที่เกิดขึ้นภายในห้องน้ำจะค่อย ๆ ลดลง ด้วยอัตราที่ไม่เท่ากันในกรณีที่เปิดประตูหลังการใช้งานอัตราที่ลดลงจะเป็นไปได้เร็วกว่า เนื่องจากเครื่องปรับอากาศจะดึงเอาอากาศชื้นภายในห้องน้ำออกมาเพื่อรีดความชื้นออกจากอากาศในรูปของหยดน้ำแล้วระบายทิ้งไปผ่านทางท่อน้ำทิ้งของตัวเครื่อง แต่กระบวนการที่เกิดขึ้นนี้ทำให้เครื่องปรับอากาศต้องทำงานหนักกว่าปกติในการที่จะดึงความชื้นส่วนเกินนี้ออกจากห้องปรับอากาศ ซึ่งอาจกินเวลา 3 – 4 ชั่วโมง จากข้อมูลข้างต้นจึงสรุปในวัตถุประสงค์ที่ 2 คือความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในห้องน้ำกับค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นของเครื่องปรับอากาศเป็นผลให้ เครื่องปรับอากาศใช้พลังงานมากขึ้นและเสียค่าไฟฟ้าในการใช้งานเครื่องปรับอากาศมากขึ้น คิดเป็นค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 33.92 บาท/วัน 1,017 บาท/เดือน มากกว่าการปิดประตูห้องน้ำถึง 4.09 บาท/วัน หรือ 122 บาท/เดือน หรือประมาณ 12%

ดังนั้น เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว การใช้งานห้องน้ำในห้องพักควรจะต้องปิดประตูห้องน้ำระหว่างใช้งานและหลังการใช้งานโดยสนิท ทำการเปิดช่องระบายอากาศโดยธรรมชาติตลอดเวลา หลีกเลี่ยงการฉีบน้ำลงพื้นโดยไม่จำเป็น ตรวจสอบการรั่วซึมของท่อในห้องน้ำและลดการใช้น้ำอุ่นเนื่องจากน้ำอุ่นสร้างปริมาณไอน้ำที่มากกว่าน้ำในอุณหภูมิห้อง ในทางการออกแบบการวางตำแหน่งห้องน้ำในอะพาร์ตเมนต์ วางให้ผนังด้านใดด้านหนึ่งโดนส่วนภายนอกอาคาร ติดตั้งหน้าต่างระบายอากาศห้องน้ำขนาดที่เหมาะสมเพื่อลดความชื้นสะสม เลือกว่าวัสดุในการออกแบบที่มีคุณสมบัติทนความชื้นจึงจะประหยัดค่าใช้จ่ายไฟฟ้าได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเพจวิศวกรปรับอากาศ โดย พีรศุขม์ ไชยศรีมณีพรรณ ที่ช่วยในการแนะนำตลอดจนให้คำปรึกษาและข้อมูลเกี่ยวกับความชื้นและระบบเครื่องปรับอากาศ

บรรณานุกรม

- กระทรวงพลังงาน (พพ). กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2060). *คู่มือฝึกอบรมการประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน*. สืบค้นเมื่อ 25 กรกฎาคม 2564, จาก <http://energyauditorthai.com/wp-content/uploads/2017/01/06-บทที่-5.-เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน.pdf>
- ชาติรี เกียรติเจริญศิริ. (2553). การลดภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศโดยใช้สารดูดความชื้นเพื่อการประหยัดพลังงาน, *วารสารวิจัยพลังงาน*, 7(1), 26.
- ธนพล คำล้ำเลิศ. (2562). *ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเช่าห้องพักที่ต่ำบลดอ้อมน้อย อำเภอกะทู้ม่วน จังหวัดสมุทรสาคร*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยสยาม).
- พัลลภ กฤตยานวัช และ เรืองชัย คลายบุตร. (2555). แนวทางการลงทุนและบริหารกิจการอพาร์ทเมนท์สำหรับผู้มีรายได้น้อยและปานกลาง. ใน *กลยุทธ์การตลาดสินค้าที่อยู่อาศัยปี 2555*. (น.26-32). กรุงเทพฯ: ธนาคารอาคารสงเคราะห์.
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2561). *มาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ* (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- สำนักงานวางผังและพัฒนาเมืองกรุงเทพมหานคร. กองนโยบายและแผนงาน. (2561). *หอพักในเขตกรุงเทพมหานคร*. สืบค้นเมื่อ 7 สิงหาคม 2564, จาก <http://www.bangkok.go.th/upload/user/00000354/plan/report/02.pdf>
- สำนักงานวางผังและพัฒนาเมือง กรุงเทพมหานคร. กองนโยบายและแผน. *กลุ่มงานวิจัยผังเมือง 2*. (2562). *หอพักในเขตกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2561*. กรุงเทพฯ: กองนโยบายและแผน สำนักงานวางผังและพัฒนาเมือง กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2564). *รายงานสถิติพลังงานของประเทศไทย*. สืบค้นเมื่อ 1 สิงหาคม 2564, จาก <https://online.anyflip.com/qivjx/rqoo/mobile/index.html>
- สุนทร บุญญาธิการ. (2542). *เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรพล พลฤษพานิช. (2529). *การปรับอากาศ: หลักการและระบบ*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Akintunde, Aremu. (2015). *Effects of temperature and humidity on coefficient of performance of air-conditioning system*. Akure: Department of Mechanical Engineering, Federal University of Technology, Ondo State, Nigeria. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/327228073_Effects_of_Temperature_and_Humidity_on_Coefficient_of_Performance_of_Air-conditioning_System
- ASHRAE. (2020). *ASHRAE STANDARD 55 – THERMAL ENVIRONMENTAL CONDITIONS FOR HUMAN OCCUPANCY* (The 2020 edition of ANSI/ASHRAE Standard 55). Retrieved from www.ashrae.org
- Moore, Fuller. (1993). *Environmental control systems: Heating, cooling, lighting*. Retrieved from <https://www.buildingenclosureonline.com/blogs/14-the-be-blog/post/87659-the-psychrometric-chart-explained>