การศึกษาผลกระทบของรูปแบบการระบายอากาศที่มีต่อระดับความชื้นสัมพัทธ์ภายในสำนักงานที่ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

นินนาท ราชประดิษฐ์* จุฑาวัชร สุวรรณภพ และ นฤพล สร้อยวัน

The Study of Impacts of Ventilation Patterns on the Level of Relative Humidity in Office Using Split Type Air-Conditioner

Ninnart Rachapradit*, Jutawat Suwannapob and Naruepon Soiwan

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Naresuan University, Pitsanulok

*Corresponding Author. E-mail address: ninnart@hotmail.com

Received 30 April 2013; accepted 12 July 2013

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีแนวความคิดที่จะปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารสำนักงานที่ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ด้วยการทำชุดเติมอากาศเพื่อให้ห้องมีปริมาณการระบายอากาศที่สะอาดและเพียงพอต่อความต้องการตามมาตรฐาน และจากนั้นจะใช้ชุดเติมอากาศนี้ทำการศึกษาผลจากอากาศภายนอกที่ใช้ในการระบายอากาศ การหยุดทำงานของคอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศ และรูปแบบของการระบายอากาศที่กระทบต่อระดับความชื้นสัมพัทธ์ภายในสำนักงาน จากการทดลองพบว่าอากาศภายนอกที่ใช้ในการระบายอากาศ มีผลต่อระดับความชื้นสัมพัทธ์ภายในสำนักงานโดยความชื้นสัมพัทธ์จะต่ำในช่วงกลางวันและมีค่าสูงกว่าในช่วงเช้าและเย็น ตามค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอก ส่วนการหยุดทำงานของคอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศในช่วงภาระการทำความเย็นน้อย (Part load) จะส่งผลให้ความชื้นของห้องเพิ่มขึ้น ในส่วนการใช้ชุดเติมอากาศเพื่อศึกษาผลจากรูปแบบการระบายอากาศพบว่าการนำอากาศผ่านเข้าคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศก่อนเข้าห้องจะทำให้ห้องมีความชื้นน้อยกว่าการส่งอากาศเข้าห้องโดยตรง ซึ่งจากหลักการนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ควบคุมความชื้นของที่ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนได้ นอกจากนั้นแนวคิดของชุดเติมอากาศในงานวิจัยนี้มีความเหมาะสมสำหรับผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศในการนำไปใช้ร่วมกับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ใช้กันอยู่ทั่วไป

คำสำคัญ: คุณภาพอากาศภายในอาคาร เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน การระบายอากาศ การควบคุมความชื้น

Abstract

This research aims to improve indoor air quality in office-buildings that use split type air-conditioners by making ventilation device to make fresh air more hygienic and adequate for standard requirements. Then, this ventilation device will be used to study how outdoor air used in ventilation, the pause of compressor, and patterns of ventilation can affect the room relative humidity. The results showed that outdoor air used in ventilation does have effects on relative humidity: the room relative humidity is low in the afternoon and high in the morning and evening as is the outside relative humidity. The pause of compressor during part load is found to cause room humidity to increase. Finally, the study of ventilation patterns showed that the transfer of ventilation through air-conditioner (from outdoor to indoor) results in lower humidity than when transferring air ventilation directly into the room. This knowledge can be applied to control the humidity when split type air-conditioners are used. Additionally, manufacturers can apply the concept of ventilation device in accompany with general split type air-conditioners.

Keywords: Indoor air quality, Split type air-conditioner, Ventilation, Humidity control

บทนำ

ประเทศไทยมีภูมิประเทศอยู่ใกล้บริเวณเส้นศูนย์สูตร มีสภาวะอากาศเป็นแบบเขตร้อนชื้น เครื่องปรับอากาศจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับชีวิตประจำวัน ทั้งสำหรับที่พักอาศัยและสถานที่ทำงาน ซึ่งปกติเป็นการใช้เครื่องปรับอากาศโดยมีจุดประสงค์ในการลดอุณหภูมิภายในห้องลง รูปแบบของระบบปรับอากาศและเครื่องปรับอากาศมีใช้หลากหลายรูปแบบ แต่สำหรับในสำนักงานขนาดเล็กในประเทศไทยมักจะนิยมใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split type air-conditioner) เนื่องจากมีราคาถูกและติดตั้งง่ายเมื่อเทียบกับแบบอื่นๆ สำหรับหลักการในการปรับสภาวะอากาศภายในอาคารจะต้องคำนึงถึง ความสบายทางความร้อน (Thermal comfort) (Djongyang et al., 2010) ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆ คือ อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลมที่ปะทะร่างกาย กิจกรรมที่ทำ และเสื้อผ้าที่สวมใส่ หรือแม้กระทั่งความแตกต่างทางเพศและวัย นอกจากนั้นในปัจจุบันมีการตื่นตัวในเรื่องของคุณภาพของอากาศภายในอาคาร (Indoor air quality; IAQ) (ASHRAE, 1997) ซึ่งเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญที่จะต้องพิจารณาควบคู่กันไปด้วย โดยทั่วไปอากาศภายในอาคารมักมีการปนเปื้อนทั้งที่เกิดจากธรรมชาติ และจากที่มนุษย์สร้างขึ้น ไม่ว่าจะอยู่ในรูปแบบของฝุ่นควัน ไอ หรือก๊าซ การติดเชื้อทางเดินหายใจและโรคภูมิแพ้ การปนเปื้อนของเชื้อโรคหรือ

จุลชีวะทางอากาศ เช่น แบคทีเรีย ไวรัส และ ไรฝุ่น เป็นสาเหตุของปัญหาสุขภาพของผู้อยู่อาศัยภายในห้องปรับอากาศ (Baughman & Arens, 1996) การจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคาร เพื่อให้บรรยากาศในอาคารมีคุณภาพดี สามารถทำได้โดยกำจัดสิ่งปนเปื้อนหรือแหล่งกำเนิดมลพิษโดยตรง สร้างสภาวะของอากาศให้มีความต้านทานต่อการเกิดของเชื้อโรค รวมทั้งใช้การระบายอากาศ โดยนำอากาศที่สะอาดจากภายนอกเข้ามาเจือจาง (Mcquiston, 1977) ซึ่งปริมาณอากาศบริสุทธิ์ที่นำเข้ามาในอาคารต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดใน ASHRAE Standard 62-1989 หรือ ตามมาตรฐานการระบายอากาศตามกฎกระทรวง สำหรับอาคารสำนักงานที่ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนในประเทศไทย มักจะไม่มีระบบการระบายอากาศที่ดีหรือหากมีระบบการระบายอากาศส่วนใหญ่เป็นการระบายอากาศออกจากห้องด้วยพัดลมระบายอากาศ (Ventilation fan) จากหลักการการเคลื่อนที่ของอากาศจะเคลื่อนที่จากที่ที่มีความหนาแน่นของอากาศมากไปที่ที่มีอากาศหนาแน่นน้อยกว่า เมื่อมีการระบายอากาศออกจากห้องห้องจะมีความดันต่ำ และหนาแน่นน้อยกว่าบรรยากาศภายนอก อากาศจากภายนอกจะเข้าสู่ห้องปรับอากาศโดยแทรกซึมผ่านส่วนต่าง ๆ ของโครงสร้างเข้ามา ดังนั้น จึงไม่สามารถเลือกตำแหน่งอากาศที่สะอาดเข้ามาได้ สำหรับการระบายอากาศที่ใช้การเติมอากาศเข้าห้องเพื่อให้ความดันของห้องเป็นบวกมักจะใช้กับกรณีของห้องสะอาด (Clean room) นอกจากนั้นในการระบายอากาศสำหรับอาคารขนาดเล็กที่ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน มักจะไม่มีการควบคุมปริมาณการระบายอากาศ ซึ่งประเทศไทยอากาศภายนอกที่ค่อนข้างชื้น ความชื้นเป็นภาระของเครื่องปรับอากาศ หากปริมาณการระบายอากาศมากเกินก็เป็นการสิ้นเปลืองพลังงานในการปรับอากาศเช่นกัน สำหรับการปรับอากาศมักจะคำนึงเฉพาะการลดอุณหภูมิของห้องเป็นสำคัญ เครื่องปรับอากาศจะทำงานตามระดับอุณหภูมิของห้องที่ตั้งค่าไว้ จะทำให้ไม่สามารถรักษาความชื้นสัมพัทธ์ของห้องให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ปกติในประเทศไทยอยู่ในช่วงประมาณ 50-60 %RH (Khedari et al., 2000) ซึ่งผลจากความชื้นนั้นจะทำให้มีการเจริญเติบโตและคงไว้ของเชื้อโรคของโรคติดเชื้อหรือโรคภูมิแพ้ การเจริญเติบโตของแบคทีเรีย หรือ ไวรัส และเชื้อโรคต่าง ๆ อีกเป็นจำนวนมาก (Anthony et al., 1986) และค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำเกินไป ทำให้มีการระคายเคืองกับดวงตา ผิวแห้งทำให้เกิดอาการคัน (Doty et al., 2004) สำหรับการควบคุมความชื้นในระบบปรับอากาศยังมีค่าใช้จ่ายสูง และต้องมีอุปกรณ์ต่าง ๆ เพิ่มเช่น เครื่องให้ความชื้น เครื่องให้ความร้อน อีกทั้งมักจะทำในระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ (Sookchaiya et al., 2010; Shiming et al., 2009; Xuet et al., 2010) สำหรับในระบบปรับอากาศขนาดเล็กที่ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนแม้ว่ามีงานวิจัยที่ผ่านมาของผู้วิจัย ทำการศึกษาวิจัยการควบคุมความชื้นในระบบปรับอากาศขนาดเล็กโดยใช้ผลจากการเพิ่มลดอัตราการไหลของลมเย็นที่คอยล์เย็นมาช่วยในการควบคุมความชื้น (Rachapradit et al., 2007; Rachapradit et al., 2012) แต่อย่างไรก็ตามจากความสำคัญที่จำเป็นต้องมีการระบายอากาศ ซึ่งความแตกต่างกันของรูปแบบการระบายอากาศ ก็ย่อมส่งผลต่อระดับของความชื้นสัมพัทธ์ของห้องที่แตกต่างกัน หากประยุกต์ใช้หลักการของการระบายอากาศเข้ามาช่วยปรับปรุงระดับความชื้นของห้องให้เหมาะสมก็จะส่งผลให้มีคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ดีขึ้น ซึ่งปัจจุบันยังขาดการศึกษาวิจัยในส่วนนี้ นอกจากนั้นปัจจุบันเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนมีการแข่งขันและพัฒนาในเรื่องประสิทธิภาพของการกำจัดสิ่งปนเปื้อนที่มากับอากาศด้วยการกรองแต่เป็นเพียงเฉพาะส่วนของตัวเครื่องปรับอากาศ ดังนั้น เมื่อจำเป็นต้องมีการระบายอากาศให้ได้ตามข้อกำหนด หากพิจารณาควบคุมความสะอาดของอากาศบริสุทธิ์ที่เข้ามาด้วยก็จะช่วยทำให้คุณภาพของอากาศภายในอาคารดีขึ้นอีกทางหนึ่งด้วย

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีแนวความคิดที่จะปรับปรุงคุณภาพอากาศด้วยการทำชุดเติมอากาศที่มีส่วนประกอบที่ไม่ซับซ้อน เพื่อให้ห้องมีปริมาณการระบายอากาศเพียงพอต่อความต้องการ และมีระบบการกรองสิ่งสกปรก นอกจากนั้นจะใช้ชุดเติมอากาศนี้ทำการศึกษาระดับความชื้นสัมพัทธ์ของห้องที่มีการปรับอากาศโดยเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนสำหรับอาคารขนาดเล็ก ในกรณีที่มีการนำอากาศเข้าห้องโดยตรงกับกรณีมีการควบคุมระบบการระบายอากาศด้วยการนำอากาศผ่านเข้าเครื่องปรับอากาศก่อนเข้าสู่ห้อง เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการใช้อากาศเข้ามาช่วยปรับปรุงระดับความชื้นของห้องสำหรับที่พักอาศัยและสำนักงานขนาดเล็กในประเทศไทยต่อไป ซึ่งนอกจากจะทำให้ห้องมีปริมาณอากาศที่เหมาะสมแล้วยังรักษาระดับของค่าความชื้นสัมพัทธ์ของห้องส่งผลกับความสบายทางความร้อน และทำให้คุณภาพอากาศภายในอาคารดีขึ้นอีกทางหนึ่งด้วย โดยการระบายอากาศในงานวิจัยนี้จะใช้ทั้งหลักการกรองสิ่งปนเปื้อน รวมถึงการระบายอากาศที่เพียงพอตามมาตรฐานเป็นสำคัญ

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้จะทำการศึกษาผลจากรูปแบบการระบายอากาศที่กระทบต่อระดับความชื้นสัมพัทธ์ โดยจัดทำชุดเติมอากาศและการติดตั้งตามรูปที่ 1 ซึ่งภายในชุดเติมอากาศจะมีพัดลมระบายอากาศพร้อมติดตั้งแผ่นกรอง และภายในจะมีแผ่นปรับปริมาณลม โดยในการทดลองจะทำการศึกษาเปรียบเทียบผลจากรูปแบบของการระบายอากาศ 3 รูปแบบ คือ ปิดชุดเติมอากาศ เปิดชุดเติมอากาศโดยปรับแผ่นปรับปริมาณลมให้อากาศเข้าสู่ห้องโดยตรงและเปิดชุดเติมอากาศโดยปรับแผ่นปรับปริมาณลมให้อากาศเข้าสู่ส่วนอีวาปโปเรเตอร์ โดยใช้ปริมาณอัตราการไหลอากาศ 140 cfm (ASHRAE Standard) ตั้งอุณหภูมิการทดลองที่ 25 ^{o}C ทำการเก็บข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ กัน ทำการทดลองโดยเก็บข้อมูลการทดลองในช่วงวันที่ 17 ธันวาคม พ.ศ.2555 ถึงวันที่ 27 มีนาคม พ.ศ.2556

ซึ่งทำการทดลองตั้งแต่เวลา 09.00 น. ถึง 17.00 น. มีข้อมูลในสภาวะต่าง ๆ กัน โดยใช้ห้องทดลองตำแหน่งที่ทำการเก็บข้อมูล อุปกรณ์ และเครื่องมือวัดดังนี้

1. ห้องทดลองและตำแหน่งที่ทำการเก็บข้อมูล

ห้องที่ใช้ทดลองมีขนาด กว้าง 10 เมตร ยาว 10 เมตร สูง 3.5 เมตร เป็นห้องคอนกรีต ภายในห้องทดลองมีเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาด 52,000 BTU ตัว และภายในห้องทดลองจะติดหัววัดตามตำแหน่งต่าง ๆ ตามจุดที่ต้องการ อุปกรณ์ชุดเติมอากาศถูกติดตั้งใต้เครื่องปรับอากาศ ตามรูปที่ 1 ในการทดลองนั้น จะทำการวัดและบันทึกค่าต่าง ๆ ตามตำแหน่งจากรูป 2 ดังนี้ คือ

ตำแหน่งที่ 1 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ทางออกคอยล์เย็น (T_{sa} และ RH_{sa})

ตำแหน่งที่ 2 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ทางเข้าคอยล์เย็น (T_{re} และ RH_{re})

ตำแหน่งที่ 3 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอกห้อง (T_{oa} และ RH_{oa})

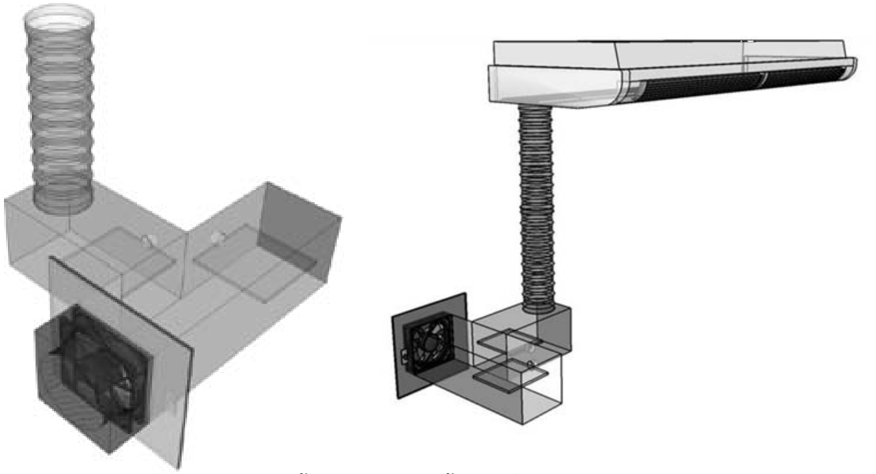
ตำแหน่งที่ 4 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้อง (T_{ra} และ RH_{ra})

2. อุปกรณ์ เครื่องมือวัด

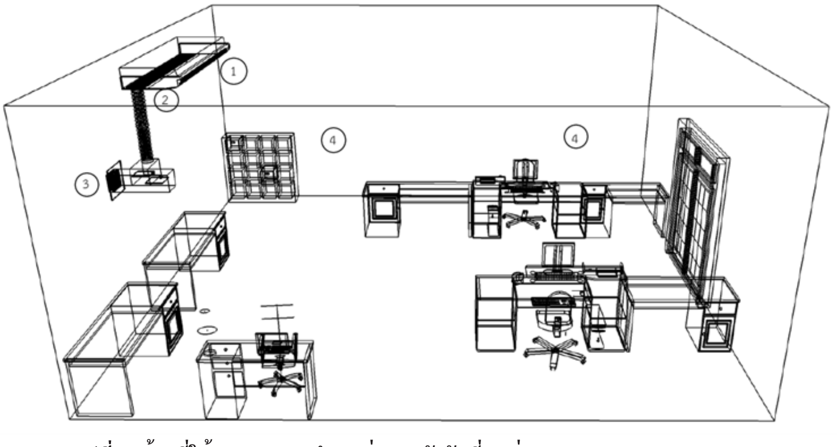
2.1 ชุดเติมอากาศ

2.2 AP-105 บอร์ด วัดอุณหภูมิ และหัววัดแบบดิจิตอล ช่วงการวัด -40 ถึง 120 °C และ 0 ถึง 99% มีค่าความแม่นยำ 1%

2.3 Testo 435 เครื่องวัดความเร็วลมมัลติฟังชั่น ช่วงการวัดความเร็วลม 0.25 ถึง 20 m/s ค่าความละเอียด 0.01 m/s ช่วงการวัดอุณหภูมิ -50 ถึง 150 °C ค่าความละเอียด 0.1 °C และ ช่วงการวัดความชื้นสัมพัทธ์ 0 ถึง 100 %RH ค่าความละเอียด 0.1 %RH



รูปที่ 1 ชุดเติมอากาศและการติดตั้งชุดเติมอากาศเข้ากับเครื่องปรับอากาศ



รูปที่ 2 ห้องที่ใช้ทดลองและตำแหน่งของหัววัดที่จุดต่าง ๆ ของการทดลอง

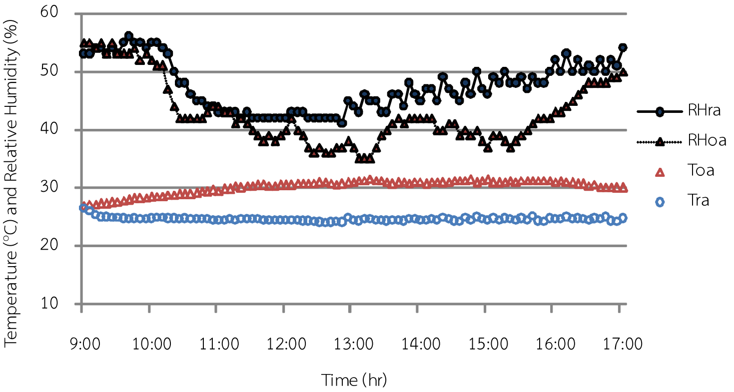
ผลการทดลองและการวิเคราะห์

สำหรับการศึกษาและวิเคราะห์ โดยจะพิจารณาผลของสภาวะอากาศภายนอกที่มีผลต่อสภาวะอากาศภายในห้องปรับอากาศของสำนักงานก่อน โดยพิจารณาสภาวะอากาศภายในห้องระหว่างมีการทำงานของเครื่องปรับอากาศควบคู่กับสภาวะอากาศภายนอกที่มีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลา หลังจากนั้นจะพิจารณาผลของการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเมื่อมีการตัดการทำงานเมื่อห้องมีอุณหภูมิตามต้องการ เนื่องจากการตัดการทำงานของคอมเพรสเซอร์ในช่วงภาระการทำงานน้อยกว่าขนาดของเครื่อง (Part load) จะส่งผลต่อระดับความชื้นของห้องมาก (Don & Hugh, 2004) สุดท้ายจึงจะนำข้อมูลจากการทดลองที่ใช้ชุดเติมอากาศมาวิเคราะห์ผล

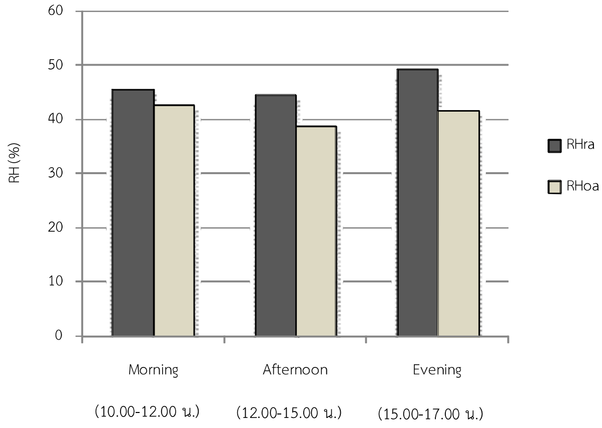
รูปแบบการระบายอากาศ ต่อระดับความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อเป็นแนวทางการประยุกต์ใช้งานต่อไป โดยจะทำการเลือกผลจากการทดลองทั้งหมดประมาณ 34 วันและจะนำข้อมูลมาวิเคราะห์ดังนี้

1. ผลของสภาวะอากาศภายนอกที่มีผลต่อสภาวะอากาศภายในห้องปรับอากาศของสำนักงาน

การพิจารณาผลจากสภาวะอากาศที่มีผลต่อสภาวะอากาศภายในห้อง จะใช้ผลของการทดลองในวันที่ 27 มีนาคม พ.ศ.2556 โดยไม่มีการใช้พัดลมระบายอากาศ ตั้งอุณหภูมิการทดลองที่ 25 °C ผลแสดงตามรูปที่ 3 แสดงค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ทั้งภายนอก และภายในห้องสำนักงาน จากรูปจะเห็นได้ว่า ระดับอุณหภูมิภายในห้อง (T_{ra}) จะถูกเครื่องปรับอากาศรักษาให้คงที่ แม้ว่าอุณหภูมิภายนอก (T_{oa}) จะเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา คือ ช่วงเวลาเช้า บ่ายและเย็น แต่ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้อง (RH_{ra}) ที่มีการปรับอากาศจะมีการการขยับขึ้นลงและเปลี่ยนแปลงไปตามความชื้นของอากาศภายนอก (RH_{oa}) แม้ว่าไม่มีการใช้พัดลมระบายอากาศ ทั้งนี้เนื่องมาจากการแทรกซึมของอากาศจากภายนอกตามช่องเปิดและรอยต่อประตูหน้าต่างจะส่งผลให้มีความชื้นเข้าออกจากห้องด้วย นอกจากนั้นเนื่องจากเครื่องปรับอากาศจะทำงานตามค่าอุณหภูมิที่ตั้งค่าไว้เท่านั้น จึงจะเห็นได้ว่าระดับความชื้นจะไม่สามารถควบคุมให้คงที่ได้ ส่วนการขยับขึ้นลงของค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องเป็นผลจากการทำงานและหยุดทำงานของคอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศซึ่งจะมีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องและจะทำการวิเคราะห์ผลของส่วนนี้ในหัวข้อถัดไป หากแยกข้อมูลทำการเฉลี่ยค่าในแต่ละช่วงเวลา โดยจะแบ่งเป็นสามช่วง คือ ช่วงเช้า (10.00 - 12.00 น. โดยไม่พิจารณาช่วงเครื่องเริ่มทำงาน) ช่วงบ่าย (12.00 - 15.00 น.) และช่วงเย็น (15.00 - 17.00 น.) ซึ่งนำมาแสดงรูปที่ 4 จะเห็นว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์ ภายในห้องสำนักงาน มีค่าสูงในช่วงเวลาเช้าและเย็นและช่วงบ่ายมีค่าต่ำลงตามค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้อง



รูปที่ 3 การเปรียบเทียบอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ภายนอกกับภายในห้องปรับอากาศ

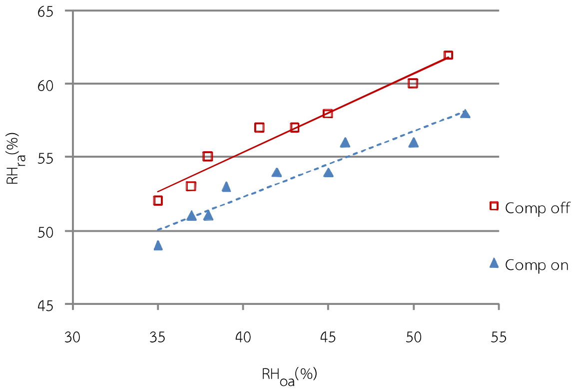


รูปที่ 4 ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องและภายในห้อง ในช่วงเช้า (Morning) บ่าย (Afternoon) และเย็น (Evening)

2. ผลของการทำงานของคอมเพรสเซอร์ในช่วงเครื่องทำงานและหยุดทำงานที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องสำนักงาน

ในการพิจารณาความชื้นสัมพัทธ์ โดยทำการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้องและ ในช่วงที่คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศทำงาน (Comp on) และหยุดทำงาน (Comp off) จะทำการคัดข้อมูลในช่วงสภาวะคงตัว จากการทดลองช่วงที่อุณหภูมิอากาศภายนอกระหว่าง 34 - 35 °C และเลือกรูปแบบในการระบายอากาศโดยปรับให้อากาศเข้าเครื่องคอยล์เย็นโดยนำข้อมูลมาแสดงได้ตามรูปที่ 5 จะเห็นว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องและค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องมีแนวโน้มที่เหมือนกันกล่าวคือ เมื่อค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องสูงจึง ทำให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องสูงตามไปด้วย โดยที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงที่คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศไม่ทำงาน มีค่าสูงกว่าช่วงที่คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศทำงาน ทั้งนี้เนื่องจากตอนที่คอมเพรสเซอร์ของเครื่องหยุดการทำงานซึ่งก็คือหยุดกำจัดความร้อนและความชื้น นอกจากความชื้นของห้องที่ยังเกิดขึ้นตลอดเวลาแล้วยังมีหยดน้ำเกาะอยู่ภายในแผงคอยล์เย็น ซึ่งหากคอมเพรสเซอร์ของเครื่องยังทำงานอยู่ตลอดเวลาหยดน้ำเหล่านี้จะยังคงมีอุณหภูมิต่ำ และมีหยดน้ำที่กลั่นตัวเพิ่มขึ้นตลอดเวลาและไหลออกไปทางท่อน้ำทิ้งแต่เมื่อคอมเพรสเซอร์ของเครื่องหยุดทำงานพัดลมของคอยล์เย็นยังทำงานอยู่ เมื่อหยดน้ำเหล่านี้ไม่ถูกกำจัดออกและยังมีอากาศที่ผ่านคอยล์เย็น หยดน้ำจึงระเหยกลับเข้ามาในห้องทำให้ความ

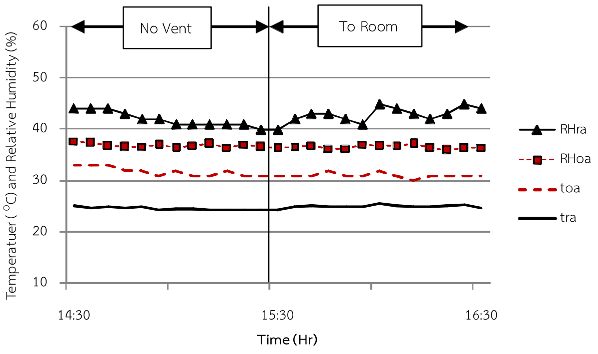
ชื้นสัมพัทธ์ค่อยๆ สูงขึ้น ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับระบบปรับอากาศในการเลือกขนาดเครื่องให้เหมาะสมกับภาระการทำความเย็น หากขนาดของเครื่องใหญ่เกินไป จะมีช่วงที่ภาระการทำความเย็นน้อยกว่าขนาดเครื่อง (part load) มาก ซึ่งทำให้มีช่วงหยุดทำงานคอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศเพิ่มมากขึ้นนอกจากทำให้ความชื้นห้องเพิ่มแล้ว ความชื้นเหล่านี้ยังเป็นภาระของเครื่องปรับอากาศสิ้นเปลืองพลังงานในการทำให้กำจัดภาระความชื้นในอากาศเหล่านี้ซ้ำ



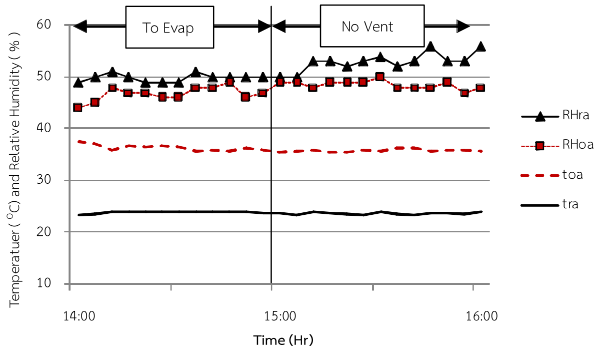
รูปที่ 5 ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกและภายในห้องห้องสำนักงานในช่วงคอมเพรสเซอร์ทำงานและไม่ทำงาน

3. ผลของรูปแบบการระบายอากาศที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องสำนักงาน

การระบายอากาศโดยการเติมอากาศจากภายนอกเข้าสู่อาคารที่เพียงพอต่อความต้องการนอกจากจะทำให้สามารถปรับปริมาณและเลือกตำแหน่งของอากาศภายนอกที่จะนำเข้ามาได้แล้ว ยังเป็นการสร้างความดันให้กับห้องเพื่อหลีกเลี่ยงอากาศจากภายนอกในส่วนอื่นที่อาจจะไม่เหมาะสมเข้าห้องได้ นอกจากนั้นยังสามารถกรองสิ่งสกปรกที่จะเข้าสู่ห้องอีกทางหนึ่งด้วย ในหัวข้อนี้จะศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของผลที่กระทบต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องจากรูปแบบของการระบายอากาศ โดยการใช้ชุดเติมอากาศปรับรูปแบบการระบายอากาศ 3 รูปแบบ คือ ปิดชุดเติมอากาศ เปิดชุดเติมอากาศโดยให้อากาศเข้าห้องโดยตรงและเปิดชุดเติมอากาศโดยให้อากาศส่วนคอยล์เย็นโดยการพิจารณาจะใช้ข้อมูลจากการทดลองในวันที่มีการสลับเงื่อนไขระหว่างรูปแบบการระบายอากาศที่ต่างกันโดยเริ่มการทดลองที่รูปแบบการระบายอากาศแบบหนึ่งและเปลี่ยนรูปแบบการระบายอากาศอีกแบบหนึ่ง สลับแต่ละรูปแบบ ใช้ช่วงเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง โดยข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์จะเลือกข้อมูลที่ในช่วงการที่สลับเงื่อนไขมีสภาวะแวดล้อมใกล้เคียงกัน (อุณหภูมิภายในห้อง อุณหภูมิภายนอกห้อง และความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้อง) เพื่อพิจารณาผลของรูปแบบการระบายอากาศที่มีต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปรับอากาศ จากรูปที่ 6 เป็นการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ของห้อง ในการทดลองซึ่งสลับกันระหว่างปิดชุดเติมอากาศ (No Vent) กับเปิดชุดเติมอากาศโดยให้อากาศเข้าห้องโดยตรง (To Room) ในวันที่ 19 มีนาคม พ.ศ.2556 ซึ่งมีช่วงที่สภาวะแวดล้อมใกล้เคียงกันในช่วงเวลาตั้งแต่ 14.30 – 16.30 น. จะเห็นได้ว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องช่วงระบายอากาศเข้าห้องโดยตรง มีค่าสูงกว่าช่วงไม่มีการระบายอากาศเพียงเล็กน้อยโดยเฉลี่ยประมาณ 0.85 %RH หรือหากเปรียบเทียบในรูปแบบของอัตราส่วนความชื้น (อัตราส่วนของมวลไอน้ำต่อมวลของอากาศแห้ง) จะได้ 0.25 g/kgdryair ซึ่งแสดงว่าสำหรับห้องสำนักงานที่ใช้ทดลองนี้ปริมาณอากาศที่เข้าสู่ห้องในกรณีไม่มีพัดลมระบายอากาศนั้นใกล้เคียงกันกับมีระบบการระบายอากาศ เนื่องจากห้องโดยทั่วไปแม้ไม่มีระบบการระบายอากาศ อากาศยังสามารถแทรกซึมผ่านเข้าออกประตู หน้าต่าง เนื่องจากความแตกต่างความดันและความเข้มข้นของก๊าซต่างๆ ของภายในกับภายนอกห้อง ซึ่งในบางกรณีอากาศอาจเข้าสู่ห้องมากหรือน้อยกว่าความต้องการก็ได้ แต่หากมีระบบการระบายอากาศเราสามารถควบคุมปริมาณ และตำแหน่งที่ต้องการนำอากาศบริสุทธิ์เข้าห้องได้ ตรงกันข้ามกับการให้อากาศไหลเข้าออกห้องโดยธรรมชาติ อากาศจะแทรกซึมที่จุดต่างๆ ตามรอยต่อ ทำให้ไม่สามารถควบคุมทั้งปริมาณและความสะอาดซึ่งส่งผลต่อความสบายเชิงความร้อนและคุณภาพอากาศภายในอาคาร



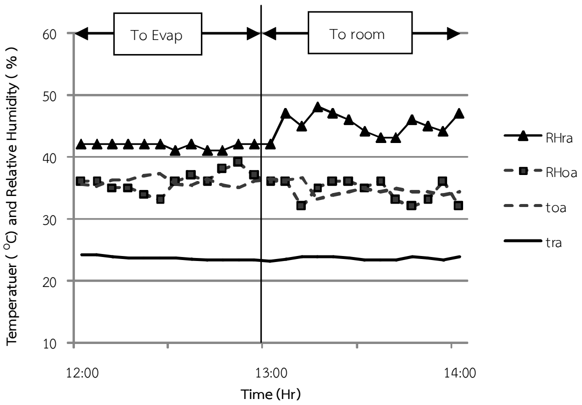
รูปที่ 6 ข้อมูลการทดลองเมื่อปิดชุดเติมอากาศ กับเปิดชุดเติมอากาศโดยให้อากาศเข้าห้องโดยตรง



รูปที่ 7 ข้อมูลการทดลองเมื่อปิดชุดเติมอากาศ กับเปิดชุดเติมอากาศโดยให้อากาศเข้าส่วนคอยล์เย็น

สำหรับการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ของห้อง ซึ่งสลับรูปแบบระหว่าง ปิดชุดเติมอากาศ (No Vent) กับเปิดชุดเติมอากาศโดยให้อากาศเข้าส่วน คอยล์เย็น (To Evap) จะ

ใช้ข้อมูลการทดลองวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ.2556 ในช่วงเวลา 14.00 ถึง 16.00 น. ตามรูปที่ 7 แสดงถึงความแตกต่างกันของระดับความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้อง จะเห็นว่าในห้องสำนักงานที่ทดลองนี้ ระบบการระบายอากาศโดยการระบายอากาศเข้าส่วนคอยล์เย็นจะทำให้ห้องมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าไม่มีระบบการระบายอากาศประมาณ 2.7 %RH หรือหากเปรียบเทียบในรูปแบบของอัตราส่วนความชื้นจะได้ 0.43 g/kgdryair ทั้งนี้เนื่องจากว่าความชื้นในอากาศได้ถูกนำไปกำจัดที่เครื่องปรับอากาศก่อนที่จะเข้าสู่ห้อง สุดท้ายตามรูปที่ 8 เป็นการเปรียบเทียบกรณีเปิดชุดเติมอากาศโดยให้อากาศเข้าห้องโดยตรงกับการระบายอากาศโดยให้อากาศเข้าส่วนคอยล์เย็นโดยใช้ข้อมูลการทดลองวันที่ 14 มีนาคม พ.ศ.2556 ที่มีช่วงเวลาการสลับรูปแบบการระบายอากาศอยู่ระหว่างช่วง 12.00 ถึง 14.00 น. ที่มีสภาวะแวดล้อมใกล้เคียงกัน ตามรูปจะเห็นได้ว่าระบบการระบายอากาศโดยการระบายอากาศเข้าส่วนคอยล์เย็นจะทำให้ห้องมีความชื้นสัมพัทธ์ของห้องต่ำกว่ากรณีระบายอากาศเข้าห้องโดยตรงจากสภาวะอากาศตามการทดลองค่าความชื้นสัมพัทธ์ลดลงประมาณ 3 %RH หรือหากเปรียบเทียบในรูปแบบของอัตราส่วนความชื้นจะได้ 0.52 g/kgdryair ซึ่งโดยหลักการแล้วความชื้นที่ถูกกำจัดที่เครื่องปรับอากาศจะใกล้เคียงกันเพียงแต่การระบายอากาศเข้าส่วนคอยล์เย็นก่อนจะเป็นการกำจัดความชื้นก่อนส่งเข้าห้องนั่นเอง ซึ่งจากหลักการนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ควบคุมความชื้นของห้อง หรือใช้ร่วมกันกับหลักการอื่น ๆ เช่น การเพิ่มลดปริมาณสารทำความเย็นในระบบอินเวอร์เตอร์ การปรับอัตราการไหลของอากาศผ่านเครื่องปรับอากาศ จะทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมความชื้นในอาคารที่ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนได้ดียิ่งขึ้น



รูปที่ 8 ข้อมูลการทดลองเมื่อใช้ชุดเติมอากาศโดยให้อากาศเข้าห้องโดยตรงกับการระบายอากาศโดยให้อากาศเข้าส่วนคอยล์เย็น

สรุป (Conclusion)

จากการศึกษาด้วยการทำการทดลองพบว่าการระบายอากาศมีผลต่อระดับความชื้นสัมพัทธ์ภายในสำนักงาน โดยความชื้นสัมพัทธ์ในห้องที่ปรับอากาศความชื้นจะต่ำในช่วงกลางวันและมีค่าสูงกว่าในช่วงเช้าและเย็น ตามค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอกและความชื้นสัมพัทธ์ภายในสำนักงานที่ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนนั้น มีผลกระทบจากการทำงานและหยุดทำงานของคอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งส่งผลให้ความชื้นของห้องเพิ่มขึ้นในขณะคอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศหยุดทำงาน ในส่วนสุดท้ายจากการใช้ชุดเติมอากาศเพื่อศึกษาผลจากรูปแบบการระบายอากาศพบว่าการนำอากาศผ่านเข้าคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศก่อนเข้าห้องจะทำให้ห้องมีความชื้นน้อยกว่าการส่งอากาศเข้าห้องโดยตรงซึ่ง จากหลักการนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ควบคุมความชื้นของที่ใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนต่อไปได้ นอกจากนั้นแนวคิดของชุดเติมอากาศในงานวิจัยนี้มีความเหมาะสมสำหรับผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศในการนำไปใช้ร่วมกับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ใช้กันอยู่ทั่วไปหรือนำหลักการไปใช้ออกแบบเพิ่มส่วนการเติมอากาศในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน เพื่อเป็นการเพิ่มคุณภาพให้กับอากาศในอาคารต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากกองทุนอุดหนุนการวิจัย กองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยนเรศวร ปี พ.ศ. 2555 และงานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มวิจัยด้านพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

เอกสารอ้างอิง

Djongyang, N., Tchinda, R., & Njomo, D. (2010). Thermal comfort: A Review paper. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14*(9), 2626-2640.

ASHRAE. (1997). *Fundamentals Handbook American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers.* New York.

Baughman, A. & Arens, E. (1996). Indoor Humidity and Human Health-Part I: Literature Review of Health Effects of Humidity-Influenced Indoor Pollutants. *ASHRAE Transactions, 102*(1), 193-211.

Mcquiston, F.C. & Parker, J.D. (1977). *Heating Ventilation and Air Conditioning Analysis and Design.* New York: John Wiley & Sons.

Khedari, J., Hirunlabh, J., Yamtraipat, N. & Pratintong, N. (2000). Thailand Ventilation Comfort Chart. *Energy and Buildings, 32*(3), 245-249.

Anthony, V., Elia, M., Sterling, T., Judith, H., Biggin, T. & Theodor, D. (1986). Indirect Health Effects of Relative Humidity in Indoor Environments. *Environmental Health Perspectives, 65*(1), 351-361.

Doty, R.L., Cometto-Muniz, J.E., Jalowayski, A.A., Dalton, P., Kendall-Reed, M. & Hodgson, M. (2004). Assessment of Upper Respiratory Tract and Ocular Irritative Effects of Volatile Chemicals in Humans. *Critical Reviews in Toxicology, 34*(2), 85-142.

Sookchaiya,T,Monyakul,V. & Thepa, S. (2010). Assessment of the thermal environment effects on human comfort and health for the development of novel air conditioning system in tropical regions. *Energy and Buildings,* (42), 1692-1702.

Shiming,D., Zheng, L. & Minglu, Q. (2009). Indoor thermal comfort characteristics under the control of a direct expansion air conditioning unit having a variable-speed compressor and a supply air fan. *Applied Thermal Engineering,* 29, 2187-2193.

Xu, X., Xia, L., Chan, M. & Deng, S. (2010). Inherent correlation between the total output cooling capacity and equipment sensible heat ratio of a direct expansion air conditioning system under variable-speed operation (XXG SMD SHR DX AC unit). *Applied Thermal Engineering,* 30, 1601-1607.

Rachapradit, N., Thepa, S. & Monyakul V. (2007, November). Effect of Refrigerant Flow and Air Flow on Performance of Inverter Slit Type Air-Conditioner. Paper presented at International Conference on Engineering Applied Sciences and Technology, Bangkok, Thailand, pp. 323-326.

Rachapradit, N., Thepa, S. & Monyakul V. (2012). An Influence of Air Volume Flow Rate and Temperature Set point on Performance of Inverter Split Type Air-Conditioner. *Experimental technique,* 36, 18-25.

Don B. Shirey III. & Hugh I. Henderson Jr. (2004). Dehumidification Performance at Part-load. *ASHRAE Journal, 46*(4), 42-47.