

บทคัดย่อ

อาคารพาณิชย์และอาคารสาธารณะที่มีการปรับอากาศยังให้ความสำคัญกับการระบายอากาศ และคุณภาพของอากาศในอาคารไม่มากเท่าที่ควร การปิดระบบระบายอากาศถูกใช้เป็นวิธีหนึ่งในการลดภาระการปรับอากาศและการใช้พลังงานของอาคาร ทำให้อากาศมีคุณภาพไม่ดี ส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้ที่อยู่ในอาคาร

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะวิเคราะห์รูปแบบของระบบระบายอากาศที่เหมาะสมกับอาคารในภูมิภาคแบบร้อนชื้นของประเทศไทย การศึกษาประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก โดยในส่วนแรกเป็นการสำรวจคุณภาพของอากาศในบริเวณต่างๆของอาคารพาณิชย์และอาคารสาธารณะ 5 ประเภท ได้แก่ สถานศึกษา ห้างสรรพสินค้า โรงแรม โรงพยาบาล และสำนักงาน จำนวนประเภทละ 3 อาคาร รวมทั้งสิ้น 15 อาคาร 328 พื้นที่

การศึกษาในส่วนที่สองเป็นการจำลองสภาพ (simulation) โดยใช้โปรแกรม TRNSYS เพื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานและประสิทธิภาพด้านการสร้างสภาพสบายเชิงอุณหภูมิ (thermal comfort) ของระบบการเติมอากาศแบบอิสระ (dedicated outdoor air system, DOAS) จำนวน 5 ประเภท ที่ทำงานร่วมกับระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ (central air-conditioning system)

การสำรวจคุณภาพอากาศในอาคารพาณิชย์ส่วนใหญ่พบว่าการปิดระบบระบายอากาศและการรั่วไหลของอากาศที่ไม่ผ่านระบบเติมอากาศอย่างเหมาะสม ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านคุณภาพอากาศ อาทิ การสะสมของปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ฝุ่นขนาดใหญ่ (PM10) และฝุ่นขนาดเล็ก (PM2.5) เป็นต้น หากพิจารณาในแต่ละพื้นที่แล้วพบว่า มีพื้นที่ที่มีปัญหาทางคุณภาพอากาศภายในอาคารอย่างน้อย 1 ปัญหา คิดเป็นจำนวน 68% ของพื้นที่ที่มีปัญหาคุณภาพอากาศในอาคารทั้งหมด ขณะที่พื้นที่ที่มีปัญหาอย่างน้อย 2 และ 3 ปัญหา คิดเป็นจำนวน 28% และ 3% ตามลำดับ จากพื้นที่ทั้งหมดมี 35.1% ที่มีปัญหาฝุ่นขนาดใหญ่ (PM10) สูงเกินกว่าค่าที่กำหนดไว้ของกรมอนามัย รองลงมาคือ CO₂ ฝุ่นขนาดเล็ก (PM2.5) และ formaldehyde ที่พบว่ามีค่าเกินกว่าค่าที่แนะนำของกรมอนามัย เป็นจำนวน 23.8% 8.8% และ 8.5% ตามลำดับ

ผลการศึกษาในส่วนที่สอง พบว่าระบบปรับอากาศที่มีการติดตั้งเครื่องเติมอากาศแบบอิสระเพื่อใช้ในการระบายอากาศของอาคาร สามารถควบคุมสภาวะอากาศภายในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ และได้อากาศระบายในอาคารมีเพียงพอสำหรับคุณภาพอากาศที่ดี ผลจากการจำลองแสดงให้เห็นว่าระบบเติมอากาศแบบอิสระทุกรูปแบบสามารถควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในอาคารได้ตามที่กำหนดไว้ 25°C โดยความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ใกล้เคียงร้อยละ 50 เป็นไปตามมาตรฐานระบบปรับอากาศและระบบอากาศของประเทศไทยและของสากล

ถึงแม้การใช้เครื่องเติมอากาศแบบอิสระจะต้องใช้อุปกรณ์เพิ่มขึ้น แต่อุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้นรับภาระความร้อนแฝง (และบางส่วนของความร้อนสัมผัส) ทำให้ภาระ(ความร้อนสัมผัส) ของเครื่องส่งลมเย็นในพื้นที่น้อยลง และสามารถใช้น้ำขนาดเล็กลง การลงทุนในส่วนนี้ลดลง ถ้าหากพิจารณาเลือกใช้เครื่องเติมอากาศแบบอิสระประกอบกับเครื่องส่งลมเย็นในพื้นที่ตั้งแต่แรกในการเลือกระบบปรับอากาศ ราคาของระบบทั้งหมดอาจสูงกว่าระบบปรับอากาศแบบปกติเพียง 5 – 15% แต่มูลค่าของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ลดลงได้ระหว่าง 10 – 20% ทำให้มูลค่ารวมทั้งหมดน้อย

ผลการจำลองการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศเมื่อมีการปรับเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้น 1°C จาก 25°C เป็น 26°C พบว่าระบบปรับอากาศปกติมีการใช้พลังงานลดลงร้อยละ 6-7 สำหรับอาคารตัวอย่าง อย่างไรก็ตาม การปรับเพิ่มอุณหภูมิส่งผลให้ความชื้นของอากาศในอาคารเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งกระทบต่อความสบายของผู้อยู่ในอาคาร ในกรณีของระบบเติมอากาศแบบอิสระที่มีเครื่องแลกเปลี่ยนพลังงาน การปรับเพิ่มอุณหภูมิช่วยลดการใช้พลังงานลดได้ร้อยละ 1-4 โดยที่ความชื้นของอากาศในอาคารยังคงสามารถควบคุมในระดับที่ใกล้เคียงเดิมที่ร้อยละ 50-55

คำสำคัญ การปรับอากาศ การระบายอากาศ เครื่องเติมอากาศ สภาพสบายเชิงอุณหภูมิ คุณภาพอากาศภายในอาคาร ประสิทธิภาพพลังงาน โปรแกรม TRNSYS

Abstract

Commercial buildings and public buildings that are air-conditioned have not paid much attention to air ventilation and indoor air quality (IAQ). Closing ventilation systems was perceived as a method of a reduction of air-conditioning loads and building energy consumption. Consequently, the IAQ tends to be poor, affecting human health residing in a building.

This research aims at analyzing appropriate air ventilation systems that suit buildings located in a hot and humid climate such as Thailand. The study consisted of two main parts. The first paid attention to a survey of the IAQ in various indoor areas of five categories of commercials and public buildings, including academic institutions, retail stores, hotels, hospitals, and office buildings. The surveys were conducted for three of each, with a total of 328 areas of 15 buildings.

The second part of the study emphasized on using the TRNSYS software to simulate and compare energy consumption and effectiveness for indoor air quality of five types of dedicated outdoor air systems (DOAS) co-installed in central air-conditioning systems.

The survey of the IAQ showed that most commercial buildings neglected their ventilation systems. Leakage air circulated in buildings without proper treatment of outdoor air units. That affected the IAQ, especially on the accumulation of carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO₂), PM₁₀, PM_{2.5}, etc. When probing on particular areas in buildings, the surveys showed that 68 percent of the total posed at least one problem of the IAQ while 28% and 3% of the total posed at least two and three IAQ problems, respectively. The survey also showed that 35.1 percent of the surveyed area had a concentration of PM₁₀ higher than the guidance of the Royal Thai Department of Health. The CO₂, PM_{2.5}, and formaldehyde also exceeded the limit at 23.8%, 8.8%, and 8.5%, respectively.

The second part of the study demonstrated that air-conditioning systems equipped with the DOAS for air ventilation could efficiently control the condition of the indoor air and sufficiently provide a building with good IAQ. Simulation results showed that the DOAS could maintain space temperature at the set point of 25°C. At the same time, relative humidity was around 50% complying with the Thailand and international standards for the indoor air-conditioning.

Even though the use of the DOAS requires additional pieces of equipment, they could effectively handle latent loads and part of sensible loads. That results in smaller air handling units as well as an investment. Considering the cost-effectiveness of the investment on the DOAS, the total cost of a whole air-conditioning system could be 5-15% higher, but its energy cost would reduce by 10-20%. As such, a net present value is lower.

When increasing the temperature by 1°C from the set point of 25°C , the simulations showed that the energy consumption of an air-conditioning system without the DOAS would be lower around 6-7%. However, the increased temperature setpoint affects the increase of the relative humidity. As a result, the degree of human thermal comfort is lower. For the system with the DOAS, the 1°C -increase of the temperature would reduce the energy consumption by 1-4% but maintain the relative humidity at the standard level at 50-55%.

Keywords: air conditioning, air ventilation, dedicated outdoor air system, DOAS, thermal comfort, indoor air quality, IAQ, energy efficiency, TRNSYS