

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : TRG5880165

ชื่อโครงการ : รูปแบบการเปิดหน้าต่างเพื่อลดการใช้พลังงานในการปรับอากาศในอาคารสูงพักอาศัยในกรุงเทพฯ

ชื่อนักวิจัยและสถาบัน : ดร.พิมลศิริ ประจঙ্গสาร (คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร)

E-mail Address : prajongsan_p@silpakorn.edu

ระยะเวลาโครงการ : 3 ปี 3 เดือน (กรกฎาคม พ.ศ. 2558 - กันยายน พ.ศ. 2561)

บทคัดย่อ:

การใช้หน้าต่าง เป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการใช้พลังงานในการปรับอากาศของอาคารที่มีการทำความเย็นแบบผสมหรืออาคารที่มีการใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติรวมกับการใช้ระบบปรับอากาศ เนื่องจากการนำเอาอากาศจากภายนอกที่มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายในอาคาร เป็นการเพิ่มภาระในการทำความเย็นให้กับระบบปรับอากาศของอาคาร ในขณะที่การนำอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเข้ามาจะเป็นการช่วยระบายความร้อนที่สะสมไว้ภายในอาคารออกสู่สภาพแวดล้อม ซึ่งสามารถช่วยลดภาระในการทำความเย็นให้กับระบบปรับอากาศของอาคารได้เช่นกัน การศึกษาชิ้นนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความเสี่ยงและโอกาสของการใช้หน้าต่าง ในการลดการใช้พลังงานในการปรับอากาศของอาคารสูงพักอาศัยในกรุงเทพฯ เพื่อตอบคำถามการศึกษาที่ว่า "เราจะสามารถใช้การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติอย่างไร เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการลดการใช้พลังงานเพื่อการปรับอากาศในอาคารสูงพักอาศัยในกรุงเทพฯ" ทั้งนี้ การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ i) การสำรวจลักษณะทางกายภาพของอาคารชุดพักอาศัยในกรุงเทพฯ รวมถึงลักษณะพฤติกรรมการใช้งานอาคารของผู้อยู่อาศัย และ ii) การศึกษาอิทธิพลของลักษณะทางกายภาพของห้องชุดพักอาศัยและการใช้งานอาคาร (การใช้หน้าต่าง) ที่มีต่อภาระในการทำความเย็นและการใช้พลังงานในการปรับอากาศภายในห้องชุดพักอาศัยด้วยการจำลองโดยใช้โปรแกรม *DesignBuilder version 5.0.1.024*

ผลจากการศึกษาพบว่า ทิศทางของอาคารและลักษณะทางกายภาพของห้องชุดพักอาศัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งสัดส่วนของผนังกระจกต่อผนังภายนอกทั้งหมด (WWR) สัดส่วนของช่องเปิดที่สามารถเปิดเพื่อการระบายอากาศได้ต่อพื้นที่ใช้สอยของห้อง (OFR) รวมถึงพฤติกรรมของผู้ใช้อาคารในการเปิดใช้หน้าต่าง (*window use*) ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการใช้พลังงานในการปรับอากาศภายในห้องชุดพักอาศัย โดยห้องชุดพักอาศัยทางทิศเหนือเป็นห้องที่มีการใช้พลังงานในการปรับอากาศในช่วงเวลากลางคืนต่อพื้นที่ใช้สอยน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับห้องที่มีลักษณะทางกายภาพและการใช้หน้าต่างรูปแบบเดียวกันในทิศทางอื่น เนื่องจากห้องทางทิศเหนือเป็นห้องที่ได้รับความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ตลอดทั้งวันน้อยกว่าห้องทางทิศอื่น นอกจากนี้ยังพบว่าห้องชุดพักอาศัย

ที่มี *WWR* สูง จะมีความเสี่ยงต่อการได้รับความร้อนจากสภาพแวดล้อมในเวลากลางวันสูงกว่าห้องที่มี *WWR* ต่ำ ทำให้อุณหภูมิอากาศภายในห้องดังกล่าวในช่วงเวลากลางวันสูงกว่าห้องอื่นอย่างรวดเร็ว แต่ในทางตรงข้าม ห้องที่มี *WWR* สูง กลับมีการใช้พลังงานในการปรับอากาศในช่วงเวลากลางคืนน้อยกว่าห้องที่มี *WWR* ต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงแรกของเปิดใช้เครื่องปรับอากาศ เนื่องจากผนังกระจกมีค่าความจุความร้อนต่ำกว่าผนังทึบ ทำให้สามารถถ่ายเทความร้อนที่สะสมอยู่ภายในตัววัสดุเองออกสู่สภาพแวดล้อมได้เร็วกว่าวัสดุผนังทึบ โดยห้องชุดพักอาศัยที่มี *OFR* สูง จะมีโอกาสในการใช้การระบายอากาศด้วยวิธี ธรรมชาติเพื่อระบายอากาศร้อนที่สะสมอยู่ภายในห้องออกสู่สภาพแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าห้องที่มี *OFR* ต่ำ ทั้งนี้ ความเสี่ยงและโอกาสในการใช้ประโยชน์จากการระบายอากาศดังกล่าว ยังขึ้นอยู่กับช่วงเวลาในการเปิดใช้หน้าต่างอีกด้วย โดยช่วงเวลาที่เหมาะสมในการใช้หน้าต่างคือช่วงที่อุณหภูมิอากาศของสภาพแวดล้อมต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายในห้อง ซึ่งอาจจะแตกต่างกันไปตามทิศทางของห้อง แต่โดยภาพรวมแล้วพบว่า การเปิดใช้หน้าต่างเฉพาะในเวลากลางวัน (*day-time ventilation*) เป็นรูปแบบการเปิดใช้หน้าต่างที่ทำให้ห้องชุดมีการใช้พลังงานในการปรับอากาศต่อพื้นที่ใช้สอยสูงกว่าห้องอื่นๆ ส่วนการเปิดใช้หน้าต่างเฉพาะในช่วงเย็น (*evening-time ventilation*) เป็นรูปแบบการเปิดใช้หน้าต่างที่สามารถช่วยลดการใช้พลังงานในการปรับอากาศได้ดีที่สุด เว้นเพียงห้องชุดที่มี *OFR* ต่ำมากแต่มี *WWR* สูงมาก ซึ่งมีการปิดหน้าต่างตลอดทั้งวัน (*no ventilation*) เป็นรูปแบบการเปิดใช้หน้าต่างที่ดีที่สุดเนื่องจากประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนของห้องดังกล่าวต่ำจนไม่สามารถช่วยระบายความร้อนที่สะสมอยู่ภายในห้องระหว่างวันออกสู่สภาพแวดล้อมได้เมื่อเทียบกับประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนของผนังส่วนกระจก โดยผลจากการศึกษาพบว่า ห้องที่มีการเปิดหน้าต่างในช่วงเวลาที่เหมาะสมสามารถช่วยลดการใช้พลังงานในการปรับอากาศของห้องนอนกรณีศึกษาได้ 5.6%-12.2% ต่อปี ขึ้นอยู่กับรูปแบบและทิศทางของห้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ สามารถสรุปประเด็นข้อค้นพบได้ดังนี้ i) พฤติกรรมการใช้งานอาคารในการเปิดใช้หน้าต่างเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานในการปรับอากาศของอาคารที่ใช้การทำความเย็นแบบผสม ii) นอกจากสัดส่วนผนังกระจกต่อผนังภายนอกทั้งหมด (*WWR*) แล้ว สัดส่วนของช่องเปิดที่สามารถเปิดเพื่อการระบายอากาศได้ต่อพื้นที่ใช้สอย (*OFR*) ก็เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการระบายอากาศในการช่วยลดการใช้พลังงานของอาคารที่มีการทำความเย็นแบบผสมเช่นอาคารสูงพักอาศัยในกรุงเทพฯ iii) อาคารที่มีสัดส่วนผนังกระจกต่อผนังภายนอกทั้งหมด (*WWR*) สูง อาจส่งผลต่อการลดการใช้พลังงานในการปรับอากาศในอาคารที่มีการระบายอากาศแบบผสมและมีการใช้เครื่องปรับอากาศในเวลากลางคืนเป็นหลัก iv) นอกจากลักษณะทางกายภาพของอาคารแล้ว พฤติกรรมการใช้อาคารยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ไม่อาจมองข้ามได้ในทางส่งเสริมให้อาคารเป็นอาคารที่มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การใช้หน้าต่าง พฤติกรรมของผู้ใช้อาคาร ระบบทำความเย็นแบบผสม การระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ อาคารชุดพักอาศัย ภูมิอากาศแบบร้อนชื้น

Abstract

Project Code : TRG5880165
Project Title : Opening strategies to reduce cooling electricity consumption in high-rise residential buildings in Bangkok
Investigator : Pimolsiri Prajongsan (Ph.D.)
E-mail Address : Prajongsan_p@silpakorn.edu
Project Period : 3 years 3 months (July 2015 - September 2018)

Abstract:

Window use is a challenging issue for mixed-mode buildings to achieve energy efficiency. For the buildings in hot-humid climate, incoming air may increase external heat gain and, therefore, buildings energy use due to cooling systems. On the contrary, it may flush out the hot air which has accumulated indoor and reduce the buildings energy use. In this study, the typical characteristics of high-rise condominiums in Bangkok together with the behaviour of their occupants are summarized. This information is then investigated using the EnergyPlus function in the validated *DesignBuilder version 5.0.1.024* in order to answer the main research question “*to what extent can window use reduce the cooling energy consumption of mixed-mode residential buildings in Bangkok by initiating the equilibrium of external heat gain and indoor heat removal?*”.

It is found that the orientation and the configuration of residential units i.e. window-to-wall ratio (*WWR*) and window's openable area to floor area ratio (*OFR*), as well as the occupants' behaviour on window use are all key parameters to determine the units' cooling energy consumption. The units on the North are found to have the lowest cooling energy per floor area comparing to the units on the other orientations. This is because such units receive the lowest risk of high incident solar radiation throughout the day. It is also found that the units with higher *WWR* would have higher indoor air temperature during daytime. However such units consume less cooling energy, especially for the first hours of a/c operation at night. This is because such units have the lower latent load from the smaller area of external opaque walls. Moreover, the units with higher *OFR* are found to have a greater potential of using natural ventilation to reduce their indoor air temperature as well as cooling energy

consumption. This is because natural ventilation could effectively flush out the accumulated hot air indoor if the window is used during a suitable time of the day. “*Day-time ventilation*” is found as the worst mode of window use for all cases as it brings in hot external air inside, which leads the units to have the highest cooling energy consumption per floor area. On the other hand, the “*evening-time ventilation*” is found as the best mode for most of the cases. This is except only for the units with low *OFR* but high *WWR*. For such a particular case, “*no ventilation*” is found as the best mode leading to the least cooling energy consumption per floor area. According to this study, the most suitable behaviour on window use in the studied bedrooms would lead to the cooling energy reduction for 5.6%-12.2% per year depending on the characteristics and orientation of the residential units.

To conclude, the key findings of this study would involve: i) the behaviour of building occupants on window use does have effects on a building’s indoor thermal conditions and their cooling energy consumption, ii) in addition to window-to-wall ratio (*WWR*), window’s openable area to floor area ratio (*OFR*) is another significant criteria for determining the success of mixed-mode buildings in terms of their cooling energy efficiency, iii) high *WWR* may have an advantageous effect on a building’s cooling energy saving when it comes to mixed-mode residential buildings, of which a/c is operated at night instead of during daytime as in public buildings, and iv) it is found that architectural design and occupants’ behaviours are both crucial and related when considering the successfulness of mixed-mode residential buildings to become more energy-efficiency.

Keywords: window use, occupants’ behaviour, mixed-mode cooling, natural ventilation, residential buildings, hot-humid climates