

การศึกษาการประหยัดพลังงานเพื่อออกแบบอาคารพักอาศัยรวม

PD A Lord Residence

Energy Conservation Study for PD A Lord Residence

Multi Residential Building Design

สุชน ยิ้มรัตนบวร¹
Suchon Yimrattanaboworn

Article History

Received: August 17, 2020
Revised: November 11, 2020
Accepted: November 27, 2020

บทคัดย่อ

อาคารพักอาศัยรวมเกิดขึ้นจากความต้องการที่อยู่อาศัยในพื้นที่ที่มีอยู่อย่างจำกัดในเขตเมืองหลวงหรือเมืองสำคัญต่างๆ มักมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น งานวิจัยนี้เป็นการศึกษารูปแบบอาคารพักอาศัยรวม PD A Lord Residence ถนนลาดพร้าว 130 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจำลองสถานการณ์ของรูปแบบสถาปัตยกรรมที่เหมาะสมในการประหยัดพลังงาน ตั้งแต่ขั้นตอนการวางเค้าโครงร่างโดยการเสนอรูปแบบทางสถาปัตยกรรมทางเลือกในการจัดวางผังห้องพัก และการออกแบบช่องเปิด แฉงบังแดด โดยใช้ลักษณะการวิจัยเชิงทดลองโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผลการศึกษาพบว่า การออกแบบระบบกรอบอาคารที่ดีจะสามารถลดการใช้พลังงานสำหรับอาคารได้มาก โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การเลือกใช้วัสดุ การกำหนดรูปแบบและขนาดของช่องเปิด และผนังทึบหรืออัตราส่วนพื้นที่ของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังทั้งหมดและการออกแบบอุปกรณ์บังแดด

คำสำคัญ: อาคารพักอาศัยรวม การประหยัดพลังงาน สภาวะน่าสบาย

Abstract

Multi residential building are created by the demand for the small and limited area in the capital and major cities of which the higher electricity consumption is found. This research investigated the apartment at PD A Lord Residence Ladprao 130. Using the computational and experimental research, this study aims to simulate the appropriate model in order to save energy by preliminary design and architectural forms, design alternatives,

¹ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
School of Architecture, Bangkok University, E-mail: suchon.y@bu.ac.th

room layout, and openings design and shading devices. The findings revealed that the design of a good building envelope system can significantly reduce energy use. The related factors included material selection, determining the style and size of openings and solid walls or Window to wall ratio and also shading devices design.

Keywords: Multi Residential Building, Energy Conservation, Thermal Comfort

บทนำ

การย้ายถิ่นฐานของมนุษย์นั้นมีมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยเฉพาะในหัวเมืองใหญ่ๆ ที่สำคัญในประเทศไทยเองก็เช่นกัน การย้ายถิ่นฐานของประชากรโดยส่วนใหญ่จะเกิดจากการย้ายถิ่นฐานจากชนบทเข้าสู่เมืองหลวงและเมืองใหญ่ที่สำคัญ ทำให้เกิดความต้องการที่อยู่อาศัยที่เพิ่มขึ้นอย่างเท่าทวีคูณบนพื้นที่ที่มีอยู่อย่างจำกัด เกิดการพัฒนาารูปแบบอาคารพักอาศัยในทางตั้งขึ้น ส่งผลให้เกิดการอยู่อาศัยร่วมกันของหลายๆ ครอบครัวหรือผู้คน

จำนวนมากในอาคารหลังเดียวกันเพื่อสามารถใช้พื้นที่ดินได้อย่างคุ้มค่า ดังเช่น โครงการประเภทอาคารพักอาศัยรวม อาทิ หอพัก อพาร์ทเมนต์ คอนโดมิเนียม หรือเซอร์วิสอพาร์ทเมนต์ จากภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่าที่อยู่อาศัยสร้างเสร็จจดทะเบียนใหม่ ในกรุงเทพฯ-ปริมณฑล มีแนวโน้มการพัฒนาโครงการอาคารชุดที่สูงเพิ่มขึ้นตั้งแต่ พ.ศ. 2557 ถึง 2562 (Real Estate Information Center of Government Housing Bank [REIC], 2019)



หมายเหตุ : F หมายถึง ข้อมูลพยากรณ์

ภาพที่ 1 แผนภูมิแสดงที่อยู่อาศัยสร้างเสร็จจดทะเบียนใหม่ ในกรุงเทพฯ-ปริมณฑล รายปี

ที่มา: Real Estate Information Center of Government Housing Bank [REIC] (2019)

ปัจจุบันประเทศไทยมีปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าในอัตราการเพิ่มสูงขึ้นตามการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ซึ่งขาดการควบคุมการใช้พลังงานอย่างเหมาะสม จากรายงานภาพรวมพลังงาน เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ชี้ให้เห็นว่ามีปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นในเกือบทุกสาขา โดยภาคครัวเรือนและธุรกิจมีอัตราความต้องการไฟฟ้าเพิ่มขึ้นสูงสุดถึงร้อยละ 14.60 และร้อยละ 7.30 ตามลำดับ เทียบกับเดือนเดียวกันของปีก่อน และมีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าคิดเป็นร้อยละ 20 และร้อยละ 24 ตามลำดับ ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด หรือคิดเป็นร้อยละ 42 ของการใช้ไฟฟ้าในประเทศ (Information and Communication Technology Center [ICT], 2019) จากข้อมูลภาพที่ 2 ระบุว่า การใช้ไฟฟ้าในสาขาธุรกิจส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่น ห้าง-

สรรพสินค้า อพาร์ทเมนต์และเกสต์เฮาส์ โรงแรมและขายปลีก ซึ่งมีปัจจัยหลักมาจากการขยายตัวของบริการภาคเอกชน รวมทั้งธุรกิจท่องเที่ยวและบริการ (Energy Policy and Planning Office [EPPO], 2019)

จากข้อมูลสถานการณ์พลังงานในภาคอาคาร พบว่าสามารถแบ่งสัดส่วนการใช้พลังงานเป็นของระบบปรับอากาศร้อยละ 65 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างร้อยละ 25 และระบบอื่นๆ ร้อยละ 10 (Coordinating Center for Energy Conservation Building Design, 2017) ดังนั้น การประหยัดพลังงานในอาคารส่วนใหญ่จึงมุ่งเน้นไปที่การลดการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากประเทศไทยมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น และมีแสงแดดจัดเกือบตลอดทั้งปี



ภาพที่ 2 แผนภูมิแสดงการใช้ไฟฟ้าในสาขาธุรกิจ

ที่มา: Energy Policy and Planning Office [EPPO], (2019)

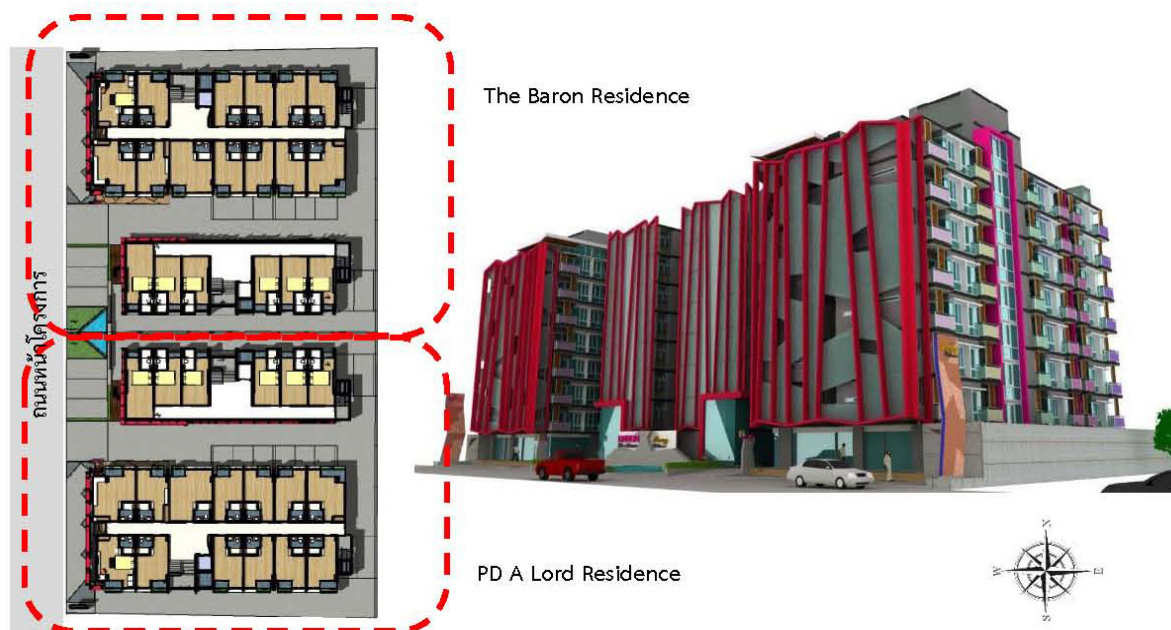
งานวิจัยนี้ได้ศึกษาอาคาร PD A Lord Residence (Yimrattanaboworn, 2013) เนื่องจากเป็นรูปแบบของอาคารอพาร์ทเมนต์ที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไป ได้แก่ การวางตัวอาคารตามแนวหลักของที่ดิน การวางระบบทางสัญจรของอาคาร การเลือกวัสดุสำหรับอาคาร การจัดวางทางสัญจรแนวตั้ง เช่น ลิฟต์ บันไดหลัก และบันไดหนีไฟ เป็นต้น รวมทั้งระบบโครงสร้าง และระบบประกอบอาคารทั้งระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้า

และประปา ทำให้ผู้ศึกษาต้องการศึกษาแนวทางการออกแบบเพื่อลดการใช้พลังงานเป็นแนวทางสำหรับอาคารรูปแบบประเภทเดียวกันนี้ โดยอาคารตั้งอยู่ในโครงการบริเวณซอยลาดพร้าว 130 ถนนลาดพร้าว เขตคลองจั่น บางกะปิ กรุงเทพมหานคร บนพื้นที่ดินประมาณ 10,400 ตารางเมตร หรือประมาณ 6 ไร่ 2 งาน ประกอบด้วย อาคารทั้งหมด 4 อาคาร (ภาพที่ 3) โดยแบ่งออกเป็น 2 โครงการ ได้แก่ The Baron Residence

สูง 8 ชั้น จำนวน 2 หลัง และ PD A Lord Residence จำนวน 2 หลัง ลักษณะเหมือนกันทั้ง 2 โครงการ เพื่อรองรับกลุ่มลูกค้าที่เป็นนักเรียน นักศึกษาในบริเวณโดยรอบ และกลุ่มคนวัยทำงานย่านลาดพร้าว รามคำแหง งานวิจัยนี้จะศึกษาเพียงโครงการ PD A Lord Residence ที่มีห้องพัก 79 ห้อง มีพื้นที่อาคาร 3,600 ตารางเมตร ซึ่งเข้าเกณฑ์การออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้อาคารที่มีพื้นที่ตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตร ต้องมีการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ส่วนอาคารหลังที่สองมีจำนวนห้องพัก 32 ห้อง รูปแบบของอาคารแบบทางสัญจรเดี่ยว (single corridor) มีพื้นที่อาคาร 1,754 ตารางเมตร ไม่เข้าเกณฑ์ดังกล่าว จึงไม่ทำการศึกษา

อาคารที่ศึกษามีรูปแบบของอาคารแบบทางสัญจรคู่ (double corridor) มีระบบทางสัญจรแนวตั้งโดยลิฟต์

ส่วนกลางจำนวน 1 ตัว และบันไดหลักสำหรับการใช้งานขึ้นลงอาคาร และบันไดหนีไฟปลายอาคาร สำหรับระบบโครงสร้างหลักเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ระบบเสาและคาน พื้นใช้ระบบ Post Tension Slab ระบบเปลือกอาคารเป็นผนังก่ออิฐมวลเบาหนา 7 เซนติเมตร ฉาบปูนเรียบทาสี ด้านหน้าอาคารเสริมด้วยแผงกันแดด บุตะแกรงเหล็กฉีกทาสี วัสดุหุ้มภายนอกอาคารทำจากอะลูมิเนียมคอมโพสิต มีกระจกหน้าต่างบานเลื่อนกรูกระจกใสหนา 6 มิลลิเมตร ใช้ระบบผนังคอนกรีตรับแรงเฉือนในส่วนแกนกลางของอาคาร (lift core) สำหรับหลังคาใช้หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ทั้งหมด ส่วนระบบไฟฟ้าใช้แบบ 3 เฟส ระบบการจ่ายน้ำดี ใช้ระบบจ่ายน้ำลงโดยแรงโน้มถ่วง (gravity feed/down feed System) ในห้องพักทุกห้องติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (split type) สำหรับทำความเย็นภายในห้อง



ภาพที่ 3 ผังโครงการรวมและทัศนียภาพโครงการ
ที่มา: โดยผู้วิจัย

กระแสนการออกแบบอย่างยั่งยืน (sustainable design) นับเป็นหลักการออกแบบที่สถาปนิกในยุคปัจจุบันต้องคำนึงถึงและให้ความสำคัญ เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้มากที่สุด โดยในปัจจุบันยังขาดแนวทางที่ชัดเจนในการพิจารณาเปรียบเทียบรูปแบบอาคาร

พักอาศัยรวม โดยเฉพาะลักษณะทางสถาปัตยกรรม เช่น การวางผังอาคาร ห้องพัก ช่องเปิด และแผงบังแดดที่เหมาะสม อันเป็นตัวแปรที่สำคัญที่จะต้องนำมาพิจารณา และศึกษาความสัมพันธ์กับปริมาณการลดการใช้พลังงาน โดยเฉพาะการศึกษาจากอาคารจริงตั้งแต่เริ่มต้น กระบวนการออกแบบจนกระทั่งก่อสร้างแล้วเสร็จ

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์รูปแบบทางสถาปัตยกรรมของอาคารพักอาศัยรวมตลอดจนแนวทางที่ใช้ในการออกแบบ ข้อดี และข้อเสีย เพื่อลดการใช้พลังงานภายในอาคารพักอาศัยรวม
2. เพื่อนำเสนอแนวทางการนำไปประยุกต์ใช้กับการออกแบบทางสถาปัตยกรรมเพื่อพัฒนาอาคารพักอาศัยรวม และอาคารอยู่อาศัยประเภทอื่นๆ ที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในกรุงเทพฯ ต่อไป
3. เพื่อศึกษาการออกแบบอาคารให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานของกฎกระทรวง และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันการออกแบบอาคารเพื่อลดการใช้พลังงานและคำนึงถึงระบบนิเวศน์ เพื่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด โดยการสร้างสภาพแวดล้อมที่น่าอยู่ เพื่อให้เกิดการนำเทคโนโลยีเครื่องกลมาใช้ให้น้อยที่สุด สอดคล้องกับแนวความคิดใหม่ของการออกแบบของ Bunyathikan (2002) เพื่อให้เกิดการนำปัจจัยธรรมชาติและสิ่งเอื้ออำนวยที่หาได้ มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน โดยสามารถพิจารณาปัจจัยประกอบตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. การใช้ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับที่ตั้งอาคาร การเลือกที่ตั้งและทิศทางของอาคาร (Site elements, building placement and orientation)

การพิจารณาสภาพแวดล้อมที่ตั้งอาคารเป็นปัจจัยแรกที่ถูกออกแบบควรพิจารณาโดยมีแนวคิดที่สำคัญ คือ การปรับสภาวะแวดล้อมภายนอกอาคาร (micro-climate) ให้มีอุณหภูมิต่ำกว่าสภาพภูมิอากาศโดยรอบ ปัจจัยภายนอกที่ควรพิจารณา ได้แก่ ทิศทางของแสงแดดโดยหันอาคารด้านที่แคบไปทางทิศตะวันออก-ตะวันตก เพื่อให้ด้านที่มีพื้นที่ผนังน้อยรับความร้อนจากรังสีอาทิตย์ จะช่วยลดความร้อนเข้าอาคารลดลงและลดการใช้ไฟฟ้าในระบบปรับอากาศด้วย รวมถึงการใช้พืชพันธุ์ธรรมชาติ ได้แก่ การปลูกต้นไม้ขนาดใหญ่ที่มีทรงแผ่กว้างและพุ่มใบโปร่งรอบๆ อาคารเพื่อช่วยลดความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ ตลอดจนการปรับแต่งสภาพภูมิประเทศ เช่น การปรับแต่งเนินดินรอบอาคาร

2. การออกแบบระบบเปลือกอาคาร (Envelope component consideration)

ระบบเปลือกอาคาร หมายถึงถึง ทุกส่วนของอาคารที่สัมผัสกับอาคารภายนอก ได้แก่ ส่วนที่รับแสงและโปร่งแสง เปลือกอาคารที่ดีสามารถลดปริมาณความร้อนและความชื้นเข้าสู่อาคาร โดยปัจจัยในการออกแบบระบบเปลือกอาคาร คือ การใช้มวลสาร และฉนวนป้องกันความร้อนอย่างเหมาะสม ได้แก่ การพิจารณาเลือกใช้วัสดุผิวมัน หรือวัสดุที่มีน้ำหนักเบาที่มีค่าการกักเก็บความร้อนและความชื้นน้อย การใช้ผนังทึบ หรือผนังโปร่งแสง และการใช้ฉนวนกันความร้อนเพื่อป้องกันและหน่วงเวลา (time-lag) ของความร้อนที่เข้าสู่กรอบอาคาร และการใช้ประโยชน์จากระเบียงขนาดใหญ่ เป็นต้น

3. การพิจารณาเลือกกระบบที่นำมาใช้ภายในอาคาร (Indoor environment consideration)

ระบบที่นำมาใช้ภายในอาคาร ได้แก่ อุปกรณ์วัสดุตกแต่งภายใน หรือเครื่องใช้ต่างๆ ควรเน้นวัสดุอุปกรณ์ที่มีค่าการกักเก็บความร้อนและความชื้นน้อย และเพิ่มความร้อนและความชื้นให้กับอาคารน้อยที่สุด โดยอาจนำอุปกรณ์ที่สร้างความร้อนหรือเป็นแหล่งกำเนิดความชื้นไว้ภายนอกบ้าน เช่น ส่วนระบบท่อน้ำ ท่อระบายน้ำ เป็นต้น

ในการนี้ Coordinating Center for Energy Conservation Building Design (2017) ได้แบ่งปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ปัจจัยภายนอกอาคาร ได้แก่ ทิศทางแสงแดด พืชพันธุ์ธรรมชาติ สภาพภูมิประเทศ และภูมิอากาศ ส่วนปัจจัยภายในอาคาร ได้แก่ แนวทางการออกแบบและเลือกใช้ผนังทึบ และผนังโปร่งแสงกับอาคาร หลังคา อุปกรณ์บังแดดภายนอก ระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

กระทรวงพลังงาน โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ได้ออกกฎกระทรวง กำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 กำหนดให้ใช้กับอาคารที่มีพื้นที่ตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตรขึ้นไป 9 ประเภทอาคาร ได้แก่ สถานศึกษา สำนักงาน โรงมหรสพ ศูนย์การค้า สถานบริการ อาคารชุมนุมคน สถานพยาบาล อาคารชุด และโรงแรม (Ministry of Energy, 2009) โดยแบ่งประเภทอาคารตามชั่วโมงการใช้งานเป็น 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 สถานศึกษา และสำนักงาน ใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง

กลุ่มที่ 2 โรงมหรสพ ศูนย์การค้า สถานบริการ และอาคารชุมนุมคน ใช้งานวันละ 12 ชั่วโมง

กลุ่มที่ 3 สถานพยาบาล อาคารชุด และโรงแรม ใช้งานวันละ 24 ชั่วโมง

ดังนั้น อาคารพักอาศัยรวมประเภทอพาร์ทเมนต์ ที่ทำการศึกษา นี้ จึงจัดอยู่ในกลุ่มที่ 3 ซึ่งได้กำหนดค่า OTTV, RTTV และค่า LPD ตามเกณฑ์มาตรฐานไว้

ขอบเขตและข้อจำกัดของการศึกษา

การศึกษานี้มุ่งเน้นอาคารพักอาศัยรวมในเขตกรุงเทพมหานครที่มีขนาดพื้นที่ตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตร แต่ไม่เกิน 4,000 ตารางเมตร โดยมีความสูงไม่เกิน 23 เมตร

ข้อจำกัดในการศึกษามีรายละเอียดดังนี้ คือ เนื่องจากงานสร้างสรรค์นี้เป็นโครงการที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งต้องพิจารณาร่วมกันในหลายๆ ด้านทั้งจากผู้ลงทุนเองและผู้ร่วมงานจากหลากหลายสาขาอาชีพเพื่อหาข้อสรุป นโยบายของผู้ลงทุนในการพัฒนาพื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ให้ได้จำนวนห้องพักมากที่สุด รวมทั้งกลยุทธ์การตลาดของฝ่ายขายที่เน้นภาพลักษณ์ที่ดูทันสมัย โปร่ง โล่ง สบาย เน้นการสร้างพื้นที่มุมพักผ่อน และแนวทางการบริหารจัดการอาคารที่จะต้องดูแลซ่อมแซมได้ง่าย และห้ามการทำอาหารในห้องพัก เป็นต้น นอกจากนี้ ยังมีข้อจำกัดจากรูปร่างที่ดินที่มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า จึงไม่สามารถใช้การออกแบบตัวแปรจากการปรับสภาวะแวดล้อมภายนอกอาคาร เนื่องจากพื้นที่ว่างโดยรอบถูกปรับเป็นลานจอดรถจึงไม่สามารถปรุงแต่งสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการประหยัดพลังงานได้ และยังมีข้อจำกัดจากการกำหนดชนิดของวัสดุก่อ กระฉก และเทคนิคการก่อสร้างที่ต้องไม่ซับซ้อนหรือใช้เครื่องจักรหนัก รวมทั้งมีงบประมาณการก่อสร้างจำกัด

วิธีการศึกษา เครื่องมือ และระเบียบวิธีศึกษา

การศึกษากการประหยัดพลังงาน เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบขั้นต้น โดยการเสนอรูปแบบทางสถาปัตยกรรมทางเลือกในการจัดวางผังห้องพัก และการออกแบบช่องเปิดและแผงบังแดด โดยใช้ลักษณะการวิจัยเชิงทดลอง

ด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์ในการออกแบบจากผลงานสร้างสรรค์ออกแบบสถาปัตยกรรม ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาทฤษฎีและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง โดยการสำรวจ และเสนอทางเลือกในการออกแบบด้านประสิทธิภาพการประหยัดการใช้พลังงานอาคารที่ศึกษา ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการตรวจสอบสภาพภูมิอากาศทั้งในระดับ macro climate และในระดับ micro climate ของพื้นที่เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อการวิเคราะห์ในการออกแบบ

ขั้นตอนที่ 2 การเก็บข้อมูลใช้ลักษณะการวิจัยเชิงทดลองด้วยวิธีการจำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ในการศึกษาการระบายอากาศ เพื่อช่วยให้สถาปนิกสามารถสื่อสารกับลูกค้าได้เข้าใจถึงการออกแบบที่คำนึงถึงการไหลของมวลอากาศที่สัมพันธ์กับอาคารมากขึ้นตั้งแต่ขั้นต้นของการออกแบบ ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Windmee ซึ่งเป็นโปรแกรมจำลองแรงลม 2 มิติที่ง่ายต่อการใช้งานและบุคคลทั่วไปสามารถเข้าใจได้โดยง่าย ส่วนการศึกษาเกี่ยวกับการป้องกันแสงแดดภายนอกอาคารนั้น ผู้วิจัยใช้โปรแกรม SketchUp โดยสามารถแสดงแสงเงาบนโมเดล 3 มิติเสมือนจริงตามตำแหน่งบนพื้นโลกได้ และใช้ Plugin เสริมเพื่อหาค่า Shading Coefficient: SC (สัมประสิทธิ์การบังแดด) (Areemit, 2015)

ขั้นตอนที่ 3 การพิจารณาเทคนิคที่ประยุกต์ใช้ในอาคารประหยัดพลังงาน ตามที่ Bunyathikan (2002) อธิบายไว้หลักๆ 4 ประการ ได้แก่

1. การเลือกรูปแบบการวางผังอาคารชั้นห้องพัก และการจัดผังส่วนห้องพักอาศัยที่เหมาะสม เช่นการจัดวางอาคารแนวยาวของอาคารตามทิศเหนือ-ใต้ การจัดวางแกนสัญจรทางตั้งของอาคาร การจัดวางผังห้องพักและห้องน้ำ และการออกแบบช่องเปิด
2. การระบายอากาศโดยกระแสลมธรรมชาติ ได้แก่ ผลจากการวางผังอาคารและการออกแบบห้องพักอาศัยที่มีผลต่อกระแสลมที่ไหลผ่าน
3. การป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร ได้แก่ การออกแบบแผงกันแดดและระเบียงเพื่อป้องกันความร้อนจากแสงแดดภายนอกอาคารเข้าสู่ห้องพักอาศัย

4. การใช้งานภายใน และการบำรุงรักษา

จากการศึกษาเกณฑ์การพิจารณา นำไปสู่การออกแบบและการเสนอทางเลือกในด้านประสิทธิภาพการประหยัดการใช้พลังงาน ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของลักษณะและรูปแบบทางสถาปัตยกรรม การจัดรูปแบบห้องพักอาศัย การจัดวางอาคารและทางสัญจรหลัก และการออกแบบช่องเปิดและเปลือกอาคาร

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์และประเมินผลอาคารศึกษา

ในการวิเคราะห์และประเมินผลกระทบจากแบบทางเลือก โดยเปรียบเทียบแนวโน้มการลดการใช้พลังงานจากรูปแบบทางเลือกต่างๆ เพื่อให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพการใช้พลังงานขั้นต่ำในอาคาร ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Building Energy Code (BEC v.1.0.6) ตามที่กระทรวงพลังงานให้การยอมรับ โดยอาคารที่ศึกษาจัดอยู่ในกลุ่มที่ 3 โดยมีเกณฑ์ดังนี้ ค่า OTTV (ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร) ต้องมีค่าไม่เกิน 30 วัตต์ต่อตารางเมตร (W/m²) ค่า RTTV (ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร) ต้องมีค่าไม่เกิน 10 วัตต์ต่อตารางเมตร (W/m²) และค่า LPD

(การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคาร) ต้องมีค่าไม่เกิน 12 วัตต์ต่อตารางเมตร (W/m²)

ขั้นตอนที่ 5 การสรุปผลแนวทางการออกแบบอาคารพักอาศัยรวมในการสร้างสภาวะน่าสบายด้วยวิธีปรับเปลี่ยนแบบธรรมชาติ (passive cooling methods) ผู้ศึกษาทำการอภิปรายและสรุปผลที่ได้จากการออกแบบและประเมินประสิทธิภาพ และเสนอแนวทางการออกแบบและพัฒนาารูปแบบของอาคารพักอาศัยรวม

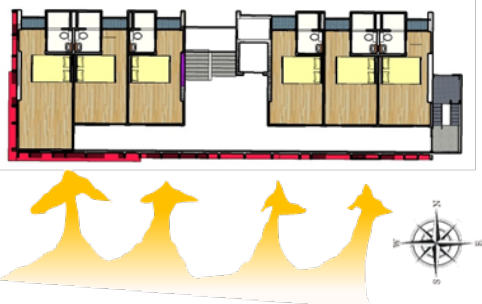
ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ รูปแบบด้านการออกแบบ และลักษณะทางกายภาพของอาคารกรณีศึกษา ซอยลาดพร้าว 130 พิจารณาตามเทคนิควิธีการศึกษาข้างต้นที่ประยุกต์ใช้เพื่อการประหยัดพลังงาน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การเลือกรูปแบบการวางผังอาคารชั้นห้องพัก และการจัดห้องผังส่วนพักอาศัยที่เหมาะสม

- รูปแบบการวางผังอาคารชั้นห้องพัก สามารถแบ่งการจัดวางผังอาคารได้ 2 รูปแบบตามลักษณะผังที่ดินที่มีลักษณะยาว ดังนี้

ตารางที่ 1 รูปแบบผังอาคารชั้นห้องพัก

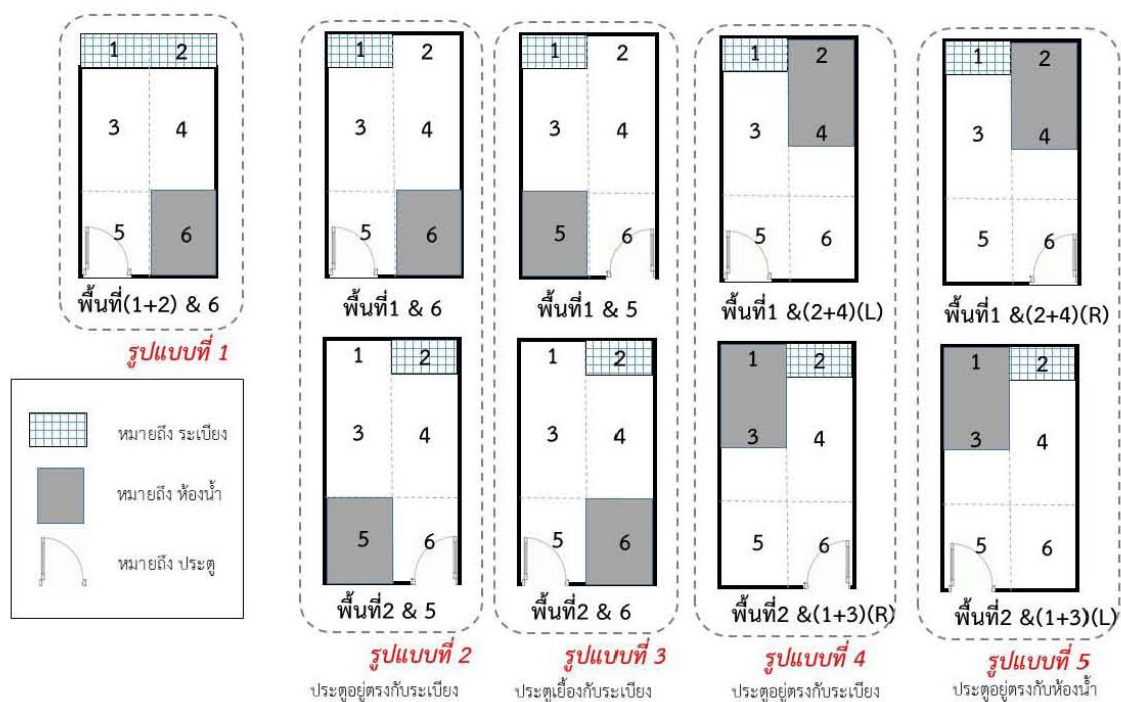
รูปแบบที่ 1 การจัดวางผังอาคารชั้นห้องพักแบบทางสัญจรเดี่ยว (Single corridor)	
	ข้อดี ระเบียบและหน้าต่างของห้องพักอยู่ในทิศเหนือ ทำให้สามารถเปิดมุมมองสู่ภายนอกได้โดยไม่ร้อนและให้ทางเดินเป็นส่วนป้องกันแสงแดดเข้าอาคารทางทิศใต้ ทำให้สามารถรับกระแสลมและเกิดการระบายอากาศที่ดี ข้อเสีย น้ำฝนสามารถสาดเข้ามาในอาคารได้เต็มที่ และอาจเกิดอันตรายจากพื้นทางเดินที่ลื่น นอกจากนี้ ความร้อนสามารถส่องเข้าในอาคารได้
รูปแบบที่ 2 การจัดวางผังอาคารชั้นห้องพักแบบทางสัญจรคู่ (Double corridor)	
	ข้อดี แกนสัญจรหลักทางตั้งอยู่ทิศใต้เพื่อช่วยป้องกันแสงแดดเข้าอาคาร อีกทั้งการวางอาคารโดยหันด้านข้างของอาคารตามทิศตะวันออกและตะวันตกช่วยลดแสงแดดเข้าอาคารได้มาก ส่วนการเปิดช่องเปิดบริเวณบันไดกลางอาคารและบริเวณปลายทางเดินระหว่างชั้นทำให้ลมพัดเข้าอาคารได้ทั่วถึง ได้จำนวนห้องต่อชั้นมาก และประหยัดทางเดินสัญจร ข้อเสีย ขาดความเป็นส่วนตัวจากเสียงรบกวนและความปลอดภัย เนื่องจากการใช้ทางเดินร่วม และยากต่อการระบายอากาศตามธรรมชาติให้ทั่วถึง ทำให้ใช้แสงไฟฟ้าประดิษฐ์มากขึ้น

ตารางที่ 1 รูปแบบผังอาคารชั้นห้องพัก (ต่อ)

เกณฑ์การพิจารณา : ลำดับความสำคัญจากมากไปน้อย						อภิปรายผล การพิจารณาเน้นการออกแบบจำนวนห้องให้ได้มากที่สุดโดยมีรูปแบบที่ดูทันสมัย ซึ่งรูปแบบอาคารแบบทางสัญจรเดียวจะให้เป็นส่วนตัวและการระบายอากาศที่ดีต่อผู้อยู่อาศัย รวมทั้งมีภาพลักษณ์ของความไม่แออัด แต่มีจำนวนห้องต่อชั้นน้อยทำให้ไม่เกิดความคุ้มค่าในการลงทุน ส่วนอาคารแบบทางสัญจรคู่ จะให้จำนวนห้องแต่ละชั้นมากกว่า ทำให้สามารถใช้ประโยชน์ได้มากกว่า คุ้มค่าการลงทุน ดังนั้นผู้ลงทุนจึงเลือกใช้รูปแบบที่ 2 แม้การระบายอากาศจะไม่ดีเท่ารูปแบบที่ 1
	ค่าน้ำหนัก	รูปแบบ 1		รูปแบบ 2		
1. จำนวนห้อง	5	2	10	5	25	
2. ภาพลักษณ์	4	5	20	4	16	
3. ประโยชน์	3	4	12	3	9	
4. ระบายอากาศ	2	4	8	3	6	
รวมคะแนน		50		56		

- ด้านรูปแบบการจัดผังส่วนห้องพักอาศัย จากการเลือกใช้การจัดวางผังอาคารชั้นห้องพักแบบทางสัญจรคู่ ผู้วิจัยพิจารณารูปแบบการจัดผังส่วนห้องพักอาศัยจากห้องพักที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 20 ตารางเมตร

มีระยะตั้งไม่น้อยกว่า 2.60 เมตร และทำการศึกษาทิศทางของแสงแดดรวมทั้งการระบายอากาศของห้องพัก โดยแบ่งพื้นที่ห้องออกเป็น 6 ส่วนตามลักษณะรูปร่างของห้องได้ 5 รูปแบบดังนี้



ภาพที่ 4 แสดงรูปแบบการจัดผังส่วนห้องพักอาศัย

ตารางที่ 2 การพิจารณารูปแบบการจัดผังส่วนห้องพักอาศัย

1. รูปแบบ 1 (ระเบียงใหญ่)		ข้อดี ส่วนนอนมีความเป็นส่วนตัว ดูแลซ่อมแซมห้องน้ำทำได้ง่ายหน้าต่างรับแสงจากระเบียงบานใหญ่ ประหยัดไฟฟ้า แสงสว่าง และระเบียงใหญ่ช่วยกันแสงแดด ข้อเสีย ห้องน้ำเหม็นอับ ระเบียงเสียพื้นที่ติดตั้งตัวระบายความร้อนเครื่องปรับอากาศ และห้วนนอนรู้สึกไม่ปลอดภัยจากมุมมองภายนอก
2. รูปแบบ 2 (wc ติดทางเดิน+ประตูตรงระเบียง)		ข้อดี ส่วนนอนมีความเป็นส่วนตัว รู้สึกปลอดภัย ดูแลซ่อมแซมห้องน้ำทำได้ง่าย ระเบียงช่วยกันแสงแดด และเพิ่มพื้นที่พักผ่อนเป็นสัดส่วน ข้อเสีย ห้องน้ำเหม็นอับ ระเบียงเสียพื้นที่ติดตั้งตัวระบายความร้อนเครื่องปรับอากาศ และการจัดพื้นที่ภายในค่อนข้างจำกัด
3. รูปแบบ 3 (wc ติดทางเดิน+ประตูเอียงระเบียง)		ข้อดี ส่วนนอนมีความเป็นส่วนตัว ดูแลซ่อมแซมห้องน้ำทำได้ง่าย ระเบียงช่วยกันแสงแดด และเพิ่มพื้นที่พักผ่อนต่อเนื่องจากตำแหน่งวางโทรทัศน์ ข้อเสีย ห้องน้ำเหม็นอับ ระเบียงเสียพื้นที่ติดตั้งตัวระบายความร้อนเครื่องปรับอากาศ และห้วนนอนรู้สึกไม่ปลอดภัยจากมุมมองภายนอก
4. รูปแบบ 4 (wc ติดระเบียง+ประตูตรงระเบียง)		ข้อดี การจัดพื้นที่ภายในค่อนข้างยืดหยุ่น ห้องน้ำระบายอากาศดี ระเบียงช่วยกันแดด และห้วนนอนให้ความรู้สึกปลอดภัย ข้อเสีย มุมมองภายนอกถูกบดบัง แสงสว่างเข้าได้น้อย และระเบียงเสียพื้นที่ติดตั้งตัวระบายความร้อนเครื่องปรับอากาศ
5. รูปแบบ 5 (wc ติดระเบียง+ประตูเอียงระเบียง)		ข้อดี การจัดพื้นที่ภายในค่อนข้างยืดหยุ่น ห้องน้ำระบายอากาศดี และระเบียงช่วยกันแสงแดด ข้อเสีย ห้วนนอนรู้สึกไม่ปลอดภัยจากมุมมองประตู มุมมองภายนอกถูกบดบัง แสงสว่างเข้าได้น้อย และระเบียงเสียพื้นที่ติดตั้งตัวระบายความร้อนเครื่องปรับอากาศ

เกณฑ์การพิจารณา : ลำดับความสำคัญจากมากไปน้อย

	ค่าน้ำหนัก	รูปแบบ 1		รูปแบบ 2		รูปแบบ 3		รูปแบบ 4		รูปแบบ 5	
1. ภาพลักษณ์	5	5	25	5	25	5	25	2	10	2	10
2. การดูแลซ่อมแซม	4	5	20	5	20	5	20	2	8	2	8
3. ประโยชน์ใช้สอย	3	3	9	5	15	4	12	4	12	3	9
4. ระบายอากาศ	2	5	10	4	8	4	8	2	4	2	4
รวมคะแนน		64		68		65		34		31	

ตารางที่ 2 การพิจารณารูปแบบการจัดผังส่วนห้องพักอาศัย (ต่อ)

อภิปรายผล

รูปแบบการจัดผังส่วนห้องพักอาศัยจะเน้นกลยุทธ์การตลาดเป็นหลัก นั่นคือ เน้นภาพลักษณ์โครงการโดยสร้างความประทับใจแรกแก่ลูกค้าเมื่อเข้าชมโครงการ เช่น มุมมองด้านนอกขนาดใหญ่ทำให้อาคารดูโปร่ง รูปแบบบานหน้าต่างที่น่าสนใจ เป็นต้น รองลงมา ได้แก่ การดูแลซ่อมแซมโดยเฉพาะงานระบบท่อของห้องน้ำ ซึ่งหากอยู่ใกล้ริมทางเดินจะทำให้ซ่อมแซมได้ง่ายโดยไม่รบกวนผู้ใช้อาคาร ส่วนพื้นที่ใช้สอยจะเน้นการเพิ่มมุมพักผ่อนและความรู้สึกปลอดภัยในการอยู่อาศัย สำหรับการระบายอากาศเน้นให้ลมไปได้ทั่วถึงห้องพัก จึงเลือกใช้รูปแบบที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับพฤติกรรมการใช้งานของผู้ใช้อาคารที่ประกอบด้วย นักเรียน นักศึกษา ซึ่งเน้นพื้นที่ทำงาน/อ่านหนังสือ หรือพักผ่อน ส่วนปัญหาจากห้องน้ำเหม็นอับจะใช้การติดตั้งพัดลมระบายอากาศแทน

2. การระบายอากาศโดยกระแสลมธรรมชาติ

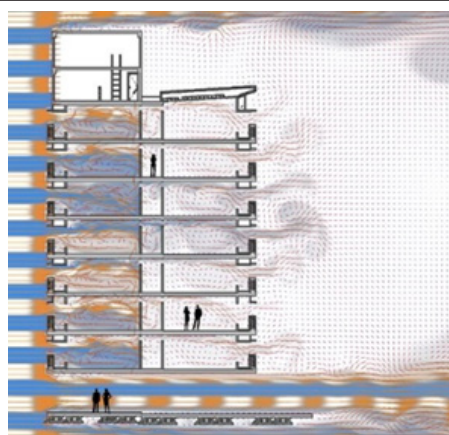
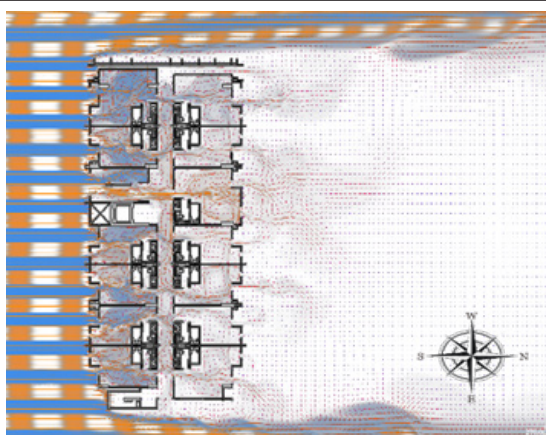
สำหรับการใช้โปรแกรม Windmee มีจุดประสงค์เพื่อนำเสนอการไหลของมวลอากาศโดยการจำลองสถานการณ์ตั้งแต่ขั้นการออกแบบร่างขั้นต้น เพื่อให้สถาปนิกสามารถสื่อสารกับผู้ลงทุนให้เข้าใจมากขึ้นเกี่ยวกับการออกแบบที่คำนึงถึงการไหลของมวลอากาศที่สัมพันธ์กับการวางผังอาคาร การจัดผังห้องพัก และการออกแบบช่องเปิดของอาคาร และเป็นต้นทางในการนำไปพัฒนาแบบต่อไปได้เพื่อให้ผ่านเกณฑ์อาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 โดยกำหนดให้แนวทาง

สัญญาณวิ่งของอาคาร เช่น ลิฟต์และบันไดหลักอยู่ทางทิศใต้เพื่อให้สามารถบังแสงแดดและความร้อนเข้าสู่อาคาร และให้ห้องส่วนมากหันระเปียงไปทิศเหนือเพื่อใช้ประโยชน์ในการตากผ้าที่ระเปียง โดยเส้นสีฟ้าในภาพแสดงถึงทิศทางความเร็วลมและแถบสีส้มแสดงถึงแรงดันของกระแสลมที่กระทำต่ออาคาร และให้ทิศทางลมพัดมาจากทางทิศใต้ (ซ้ายไปขวา) โดยการจำลองไม่คำนึงถึงสภาพพื้นที่และอาคารโดยรอบ ได้ผลดังนี้

- วิเคราะห์การระบายอากาศจากรูปแบบการจัดผังอาคาร

ตารางที่ 3 วิเคราะห์การระบายอากาศจากรูปแบบการจัดผังอาคาร

1. รูปแบบของอาคารแบบทางสัญจรคู่ (Double corridor)



ตารางที่ 3 วิเคราะห์การระบายอากาศจากรูปแบบการจัดผังอาคาร (ต่อ)

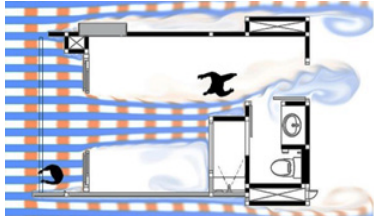
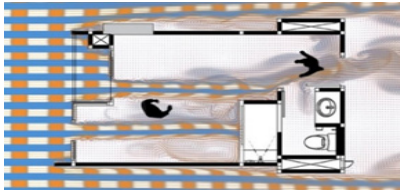
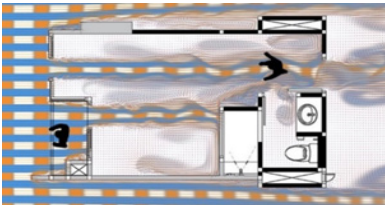
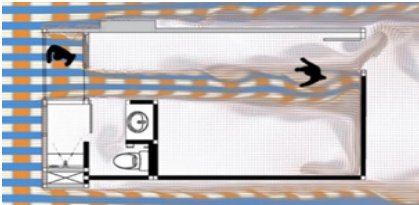
ข้อดี การจัดวางอาคารขวางทิศลมทำให้อาคารสามารถรับลมได้เต็มที่ โดยห้องพักทางทิศใต้จะสามารถรับลมได้ดีกว่าและกระแสลมค่อนข้างแรงบริเวณประตู ส่วนห้องพักทางด้านทิศเหนือจะได้รับลมที่มาจากปลายทางเดิน โดยมีการออกแบบบานเกล็ดช่องแสงเหนือบานประตูไว้ให้เกิดการระบายอากาศเข้าภายในห้องพัก	ข้อเสีย ห้องทางทิศเหนือจะมีปริมาณลมเข้าน้อย ดังนั้น หากออกแบบให้ทางเดินเป็นทางทึบตันจะเกิดปัญหาไม่มีลมไหลผ่านห้องทางด้านนี้ ควรออกแบบให้มีช่องเปิดเพื่อให้เกิดการระบายอากาศที่ดี และมีแสงสว่างเข้า เพื่อลดการใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง
อภิปรายผล การนำเสนองานโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยจำลองสถานการณ์ ทำให้ผู้ลงทุนมีความเข้าใจในสิ่งที่มองไม่เห็นได้เป็นรูปธรรมยิ่งขึ้นและเห็นความสำคัญในการออกแบบผังและช่องเปิดมากขึ้น โดยการนำเสนอแสดงให้เห็นว่าลมสามารถผ่านเข้ามาในอาคารได้หากห้องพักมีการออกแบบประตูทางเข้าให้มีบานเกล็ดระบายอากาศอยู่เหนือประตูห้องด้วย ส่วนทางสัญจรหลักก็ควรให้มีช่องที่ไม่มีลักษณะทึบตันเพื่อให้ลมสามารถพัดผ่านได้เข้าภายในอาคารได้ ส่วนห้องทางด้านทิศเหนือจะได้เพียงลมเบาๆ ที่มาจากบานเกล็ดเหนือประตู	

- วิเคราะห์การระบายอากาศจากรูปแบบการจัดผังห้องพัก

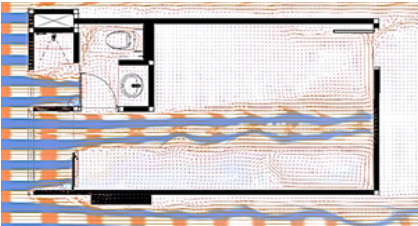
การจำลองสถานการณ์ได้นำเสนอห้องที่วางตัวทางทิศใต้เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ที่ชัดเจน โดยเส้นสีฟ้า

ในภาพแสดงถึงทิศทางความเร็วลม และแถบสีส้มแสดงถึงแรงดันของกระแสลมที่กระทำต่ออาคาร และให้ทิศทางลมพัดมาจากทางทิศใต้เป็นส่วนใหญ่ โดยการจำลองไม่คำนึงถึงสภาพพื้นที่และอาคารโดยรอบ ได้ผลดังนี้

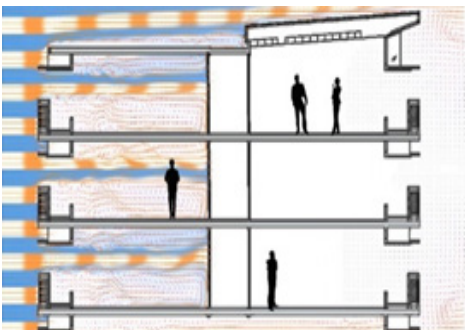
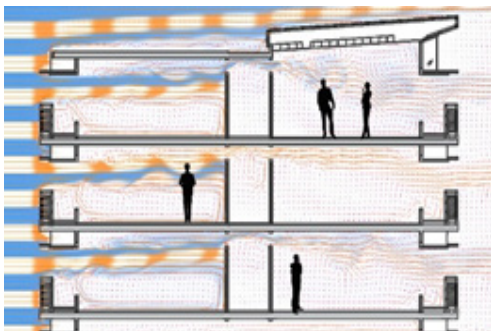
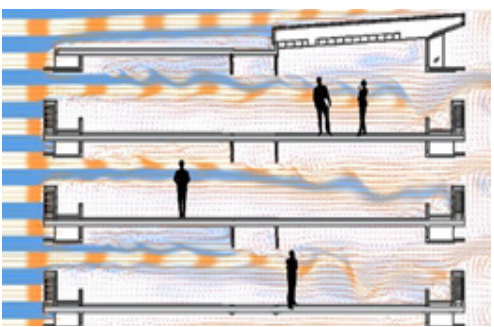
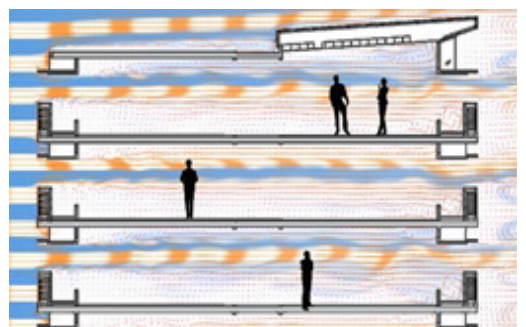
ตารางที่ 4 วิเคราะห์การระบายอากาศจากรูปแบบการจัดผังห้องพัก

1. รูปแบบที่ 1 	2. รูปแบบที่ 2 
ห้องมีช่องเปิดขนาดใหญ่ทำให้ลมสามารถเข้าสู่บริเวณกลางห้องพักได้มาก ทำให้ห้องเย็นสบาย	สามารถออกแบบช่องเปิดที่ผนังให้ลมสามารถเข้าห้องพักได้กระจายตัวทั่วถึงทุกพื้นที่ได้มากกว่ารูปแบบที่ 1
3. รูปแบบที่ 3 	4. รูปแบบที่ 4 
ช่องเปิดที่ผนังทำให้ลมสามารถเข้าห้องพักได้กระจายตัวทั่วถึงทุกพื้นที่ได้โดยเฉพาะช่วงทางเข้าห้อง	ห้องน้ำบังทิศทางการไหลของลม ทำให้เกิดลมหมุนวนบริเวณด้านหลังห้องน้ำเกิดการกักเก็บฝุ่น

ตารางที่ 4 วิเคราะห์การระบายอากาศจากรูปแบบการจัดผังห้องพัก (ต่อ)

5. รูปแบบที่ 5 	อภิปรายผล จากการพิจารณาเลือกรูปแบบการจัดผังส่วนห้องพักอาศัย รูปแบบที่ 2 (ตารางที่ 2) การจำลองสถานการณ์ได้นำเสนอการระบายอากาศภายในห้องพักแต่ละแบบ ซึ่งจะเห็นว่าหากวางห้องน้ำไว้บริเวณด้านนอกอาคารจะทำให้ปริมาณลมเข้าภายในห้องน้อย และนอกจากนั้น ขนาดของช่องเปิดและตำแหน่งหรือจำนวนของช่องเปิด ก็ยังช่วยให้สามารถกระจายลมเข้าสู่บริเวณห้องพักได้ทั่วถึงอีกด้วย
เกิดมุมอับของลมด้านหลังห้องน้ำ เช่นเดียวกับรูปแบบที่ 4 การกระจายของลมไปได้ทั่วทั้งห้อง	

ตารางที่ 5 วิเคราะห์การระบายอากาศจากการเปิด-ปิดประตู หน้าต่างช่องแสงห้องพัก

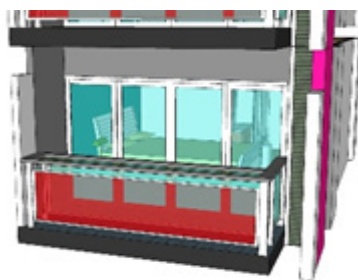
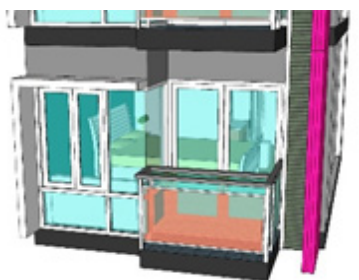
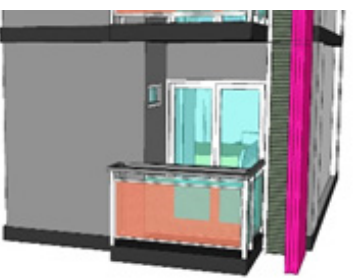
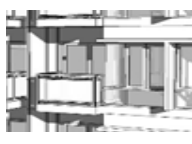
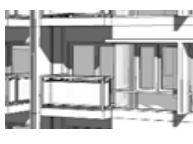
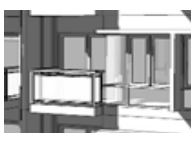
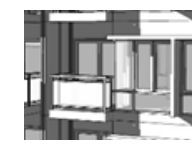
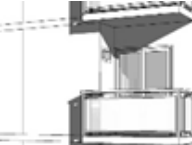
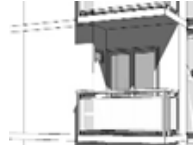
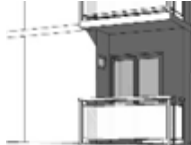
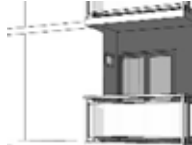
แบบที่ 1 ปิดประตู-ไม่มีหน้าต่างเหนือบานประตู	แบบที่ 2 ปิดประตู-มีหน้าต่างเหนือบานประตู
	
หากปิดประตูระหว่างห้องพักและไม่มีช่องหน้าต่างเหนือบานประตู จะไม่เกิดการระบายอากาศไปยังห้องพักอีกฝั่งหนึ่ง	หากปิดประตูระหว่างห้องพัก แต่มีช่องหน้าต่างเหนือบานประตู ยังสามารถมีการระบายอากาศสู่ห้องอีกฝั่งหนึ่งได้
แบบที่ 3 เปิดประตู-ไม่มีหน้าต่างเหนือบานประตู	แบบที่ 4 เปิดประตู-มีหน้าต่างเหนือบานประตู
	
หากเปิดประตูระหว่างห้องพักและไม่มีช่องหน้าต่างเหนือบานประตู จะสามารถระบายอากาศไปยังห้องพักอีกฝั่งหนึ่งได้ดี	หากเปิดประตูระหว่างห้องพักและมีช่องหน้าต่างเหนือบานประตู จะสามารถระบายไปยังห้องพักอีกฝั่งหนึ่งได้ดีมาก
อภิปรายผล จากการจำลองสถานการณ์การระบายอากาศห้องพักโดยแบ่งเป็นกรณีต่างๆ จะพบว่า ควรมีหน้าต่างระบายอากาศเหนือบานประตูเพราะจะช่วยให้เกิดการระบายอากาศระหว่างห้อง ถึงแม้ลมที่ผ่านเข้ามาจะอยู่ในระดับสูงเหนือศีรษะ ส่วนการเปิดหรือปิดประตุนั้น ห้องพักต้องปิดอยู่ตลอดเวลาสำหรับการใช้งานจริง	

3. การป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร

จากรูปแบบการจัดผังห้องพักสามารถสรุปกรอบอาคารได้ 3 รูปแบบดังตารางที่ 6 ผู้ศึกษากำหนดเส้นแบ่งเวลาของประเทศไทย คือ UTC+07:00 และตำแหน่งจริง คือ กรุงเทพมหานคร ที่ 13.766406N 100.633064E โดย Nittaya (2002) กล่าวไว้ว่า วันเวลาที่เป็นจุดวิกฤติ

ที่ใช้ในการออกแบบจะเห็นได้จากการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ ได้แก่ วันและเดือนที่ควรจะป้องกันอาคารด้านทิศใต้ คือ วันที่ 21 ธันวาคม และเวลาที่นำมาพิจารณา ได้แก่ เวลาเช้าถึงเย็น คือ ตั้งแต่เวลา 8.00 น. ถึง 16.00 น.

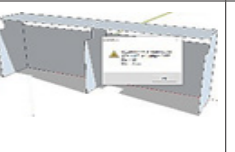
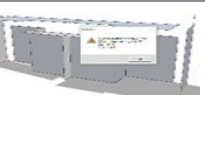
ตารางที่ 6 การศึกษาการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารจากรูปแบบการจัดผังห้องพัก

กรอบอาคารแบบที่ 1		กรอบอาคารแบบที่ 2		กรอบอาคารแบบที่ 3		
						
แบบ	เดือน	8.00 น.	10.00 น.	14.00 น.	16.00 น.	ผนัง
1	ธันวาคม					ทิศใต้
2	ธันวาคม					ทิศใต้
3	ธันวาคม					ทิศใต้
อภิปรายผล การประยุกต์ใช้หลักการออกแบบบังแดดด้วยวิธีผสมผสานลักษณะทางกายภาพของอาคาร และการใช้ประโยชน์จากลักษณะการใช้พื้นที่อาคาร สามารถป้องกันความร้อนจากรังสีของดวงอาทิตย์ เช่น การยื่นระเบียงในชั้นที่เหนือขึ้นไปซึ่งสามารถกันแดดทางทิศใต้และเหนือ ส่วนการยื่นคานหรือการเพิ่มพื้นที่ส่วนพักผ่อนมาบังช่องแสงสามารถช่วยกันแดดทางทิศตะวันออกและตะวันตกได้ดี						

- อุปกรณ์บังแดดภายนอก ได้ใช้ Plugin เสริมในโปรแกรม SketchUp (Rattananvathong, 2015) ในการหาค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient: SC) โดย Coordinating Center for Energy Conservation Building Design (2017) ได้อธิบาย

ไว้ว่า อุปกรณ์บังแดดภายนอกควรคำนึงถึงหลายปัจจัยประกอบกัน เช่น ทิศทางตัวอาคาร ขนาดช่องเปิด และช่องว่างกับผนังอาคาร เป็นต้น ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดมีค่าตั้งแต่ 0-1 โดยที่ค่า SC = 1 หมายถึง ผนังไม่มีการบังแดดของอุปกรณ์ ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 7 เรียงลำดับค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient: SC) จากดีที่สุดไปน้อยที่สุด

รูปแบบที่ 5	รูปแบบที่ 4	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 3	รูปแบบที่ 2							
											
SC = 0.649	SC = 0.649	SC = 0.641	SC = 0.871	SC = 0.871							
เกณฑ์การพิจารณา : ลำดับความสำคัญจากมากไปน้อย											
	ค่าน้ำหนัก	รูปแบบ 1		รูปแบบ 2		รูปแบบ 3		รูปแบบ 4		รูปแบบ 5	
1. ภาพลักษณ์	5	4	20	5	25	5	25	2	10	2	10
2. การบังแดด	4	4	16	3	12	3	12	5	20	5	20
3. การก่อสร้าง	3	3	9	3	9	3	9	4	12	4	12
4. การดูแลรักษา	2	3	6	3	6	3	6	4	8	4	8
รวมคะแนน		51		52		52		50		50	

การเลือกอุปกรณ์บังแดดภายนอกมาจากกลยุทธ์ทางการตลาดของฝ่ายขายที่เน้นภาพลักษณ์ที่ดูทันสมัย นอกจากนี้ ค่า SC ที่ได้ก็ยังมีประสิทธิภาพที่ดีซึ่งสอดคล้องกับนโยบายทางด้านฝ่ายขายมากกว่า ทำให้ผู้ลงทุนเลือกใช้แผงบังแดดห้องพักรูปแบบที่ 2 หรือ 3 (รูปแบบเดียวกัน) ถึงแม้ว่าแผงบังแดดสำหรับห้องพักรูปแบบที่ 5

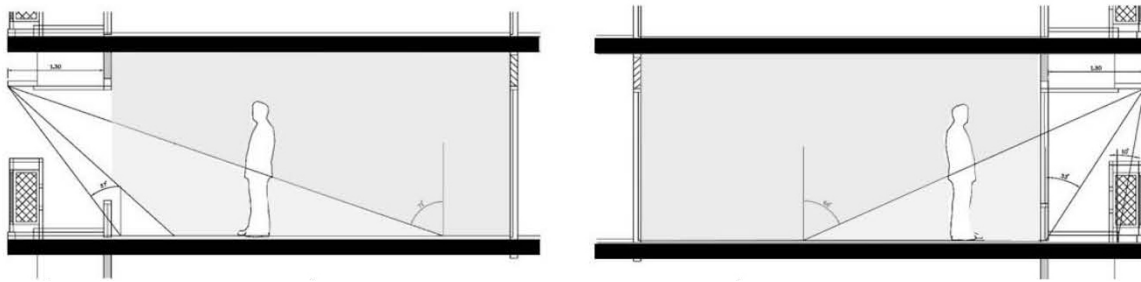
จะสามารถลดปริมาณความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารทั้งแบบตรง (Direct) และแบบกระจาย (Diffuse) ได้ดีกว่าแบบอื่นๆ เนื่องจากการใช้ผนังห้องน้ำซึ่งมีความทึบตันช่วยบังแสงแดดที่มาจากทิศตะวันออกและตะวันตกเข้าสู่อาคารได้ดีกว่าแบบอื่นๆ

เวลา		8.00 น.	10.00 น.	12.00 น.	14.00 น.	16.00 น.
21 มิถุนายน	มุมดวงอาทิตย์ทำกับแนวดิ่ง (องศา)	66°	33°	10°	33°	66°
21 ธันวาคม	มุมดวงอาทิตย์ทำกับแนวดิ่ง (องศา)	72°	48°	37°	48°	72°

ภาพที่ 5 ตารางแสดงมุมที่ดวงอาทิตย์ทำมุมกับแนวดิ่งของผนังอาคารทิศเหนือและทิศใต้ของประเทศไทย
ที่มา: Energy Policy and Planning Office [EPPO]. (2003)

จากภาพที่ 5 แสดงมุมที่ดวงอาทิตย์ทำกับผนังอาคาร (Energy Policy and Planning Office [EPPO], 2003) นำไปใช้ศึกษาแผงกันแดดอาคารในทิศใต้ ซึ่งจะใช้ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในช่วงเดือนธันวาคมและทิศเหนือในเดือนมิถุนายนที่มีระยะยื่น 1.30 เมตร สามารถกันแดดได้ตั้งแต่เวลา 8.00 น. - 14.00 น. แต่ไม่สามารถบังแดด

ช่วงเวลา 16.00 น. ได้เนื่องจากดวงอาทิตย์ลงต่ำมาก โดยเฉพาะทางทิศใต้ และแสงแดดจะเข้ามาถึงร้อยละ 80 ของพื้นที่ ส่วนทิศเหนือจะเข้ามาเพียงร้อยละ 60 ของพื้นที่



ภาพที่ 6 แสดงการศึกษาระยะยื่นของแผงบังแดดทางทิศเหนือและทิศใต้ที่เลือกใช้
ที่มา: โดยผู้วิจัย

4. การใช้งานภายใน และการบำรุงรักษา

ผู้ศึกษาได้ทำการจัดผังการใช้เครื่องเรือนประกอบ การพิจารณาแก่ผู้บริหารโครงการ โดยอ้างอิงข้อมูลจาก ฝ่ายการตลาด โดยระบุพฤติกรรมผู้ใช้งาน อันได้แก่ กลุ่ม เป้าหมายหลักที่เป็นนักเรียน นักศึกษา และกลุ่มเป้าหมาย

รองที่เป็นกลุ่มคนวัยทำงานย่านลาดพร้าวและรามคำแหง ซึ่งนิยมห้องพักที่มีพื้นที่พักผ่อนเล็กๆ เป็นส่วนตัว มีพื้นที่ ทำงาน และการเลือกใช้กระจกบานใหญ่ ไม่เน้นพื้นที่ ซักritzหรือล้างทำความสะอาด

ตารางที่ 8 ศึกษาการจัดผังการใช้เครื่องเรือน

รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3	รูปแบบที่ 4	รูปแบบที่ 5
ข้อดี การจัดพื้นที่ ยืดหยุ่นเปลี่ยนง่าย	ข้อดี มีมุมพักผ่อนใกล้เคียงมีความเป็นส่วนตัว	ข้อดี มุมทำงานยาวต่อกับส่วนดูทีวี	ข้อดี มีพื้นที่ซักล้างหรือทานอาหารได้	ข้อดี มีพื้นที่ซักล้างหรือทานอาหารได้
ข้อเสีย พื้นที่ใช้สอยน้อย	ข้อเสีย มีมุมทำงานน้อยเกินไป	ข้อเสีย พื้นที่พักผ่อนเสียความเป็นส่วนตัว	ข้อเสีย มุมพักผ่อนถูกรบกวนง่าย	ข้อเสีย พื้นที่นอนเสียความเป็นส่วนตัว
อภิปรายผล จากข้อมูลพฤติกรรมผู้ใช้งาน ที่เน้นการมีมุมพักผ่อนที่มีความเป็นส่วนตัว และการได้พื้นที่ห้องที่เพิ่มขึ้น ทั้งยังง่ายต่อการบริหารจัดการโครงการที่ไม่มีพื้นที่ทำอาหาร ผู้ลงทุนจึงเลือกรูปแบบที่ 2 เพื่อพัฒนาต่อ				

การอภิปรายผล

การศึกษาการประหยัดพลังงานเพื่อออกแบบอาคารพักอาศัยรวมจากผลงานสร้างสรรค์ PD A Lord Residence เป็นการศึกษาจากการออกแบบก่อสร้างจริง ซึ่งอยู่ภายในขอบเขตและข้อจำกัดตามที่กล่าวมาแล้ว โดยการเปรียบเทียบและวิเคราะห์รูปแบบทางสถาปัตยกรรม ตลอดจนแนวทางที่ใช้ในการออกแบบเพื่อนำไปประยุกต์ และพัฒนาการออกแบบอาคารให้สามารถผ่านหลักเกณฑ์ การออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552

อาคารกรณีศึกษานี้จัดอยู่ในกลุ่มที่ 3 ได้แก่ สถานพยาบาล อาคารชุด และโรงแรม มีการใช้งานวันละ 24 ชั่วโมง เกณฑ์กำหนดให้ ค่า OTTV ไม่เกิน 30 วัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2) ค่า RTTV ไม่เกิน 10 วัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2) และค่า LPD ไม่เกิน 12 วัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2) ค่า LPD (การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคาร) 12 วัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2) สำหรับระบบกรอบอาคารกำหนดให้ใช้ผนังคอนกรีตมวลเบาหนา 7 เซนติเมตร ฉาบ 2 ด้านหนา 1.50 เซนติเมตร

และกระจกใสตัดแสงหนา 6 มิลลิเมตร ส่วนวัสดุหลังคา เป็นหลังคาคอนกรีตหนา 25 เซนติเมตร ด้านล่างมี ช่องว่างอากาศและฉนวนกันความร้อนหนา 3 นิ้ว บนฝ้า เพดานยิบซัมบอร์ดหนา 9 มิลลิเมตร โดยมีอัตราส่วน พื้นที่ของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังทั้งหมด (Window to Wall Ratio, WWR) ทางด้านทิศเหนือร้อยละ 62 ทิศ-

ตะวันออกร้อยละ 23 ทิศตะวันตกร้อยละ 32 และทิศใต้ ร้อยละ 48 สำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ได้เลือกใช้ หลอดฟลูออเรสเซนต์ T5 และระบบปรับอากาศ เป็น เครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก (split type) 2 ขนาด คือ อัตราการทำความเย็น 1 ตัน และ 1.50 ตัน มีค่า EER มากกว่า 12.40 ตามความเหมาะสม

Report : Envelope System			
Table: OTTV/RTTV Report			
OTTV (A/C Zones)	48.661	W/m ²	
Code OTTV	30.00	W/m ²	
OTTV (All Zones)	46.752	W/m ²	
RTTV (A/C Zones)	3.117	W/m ²	
Code RTTV	10.00	W/m ²	
Building OTTV Status		Failed	
Building RTTV Status		Passed	

ภาพที่ 7 ตารางแสดงผลการศึกษาจากโปรแกรม Building Energy Code (BEC v.1.0.6)
ที่มา: ผู้วิจัย (2562)

หลังจากนำค่าต่างๆ ที่จำเป็นป้อนในโปรแกรม BEC เพื่อใช้ในการตรวจสอบและประเมินแล้ว ผลค่า OTTV มีค่า 48 W/m² ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ และค่า RTTV เป็น 3.117 W/m² ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ค่าการใช้ไฟฟ้าส่องสว่างเป็น 1.633 W/m² ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนการใช้เครื่องปรับอากาศนั้นสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน EER 11

สรุป และข้อเสนอแนะ

1. การออกแบบระบบกรอบอาคารที่ดีจะสามารถลดการใช้พลังงานสำหรับอาคารได้มาก ซึ่งจากการศึกษาพบว่า การประเมินประสิทธิภาพอาคารโดยใช้โปรแกรม Building Energy Code (BEC) นั้น มีขั้นตอนที่ต้องใช้เวลาในการคำนวณหาขนาดพื้นที่ของผนัง หลังคา และช่องเปิด หรือค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของรูปแบบของอุปกรณ์บังแดดนั้นๆ ทำให้ผู้ออกแบบต้องใช้เวลามากในการตรวจสอบทางเลือกใช้งานในการพิจารณารูปแบบทางสถาปัตยกรรม หรือการเลือกใช้รูปแบบของแผงบังแดดต่างๆ เนื่องจากการปรับเปลี่ยนรูปทรงอาคารพื้นที่หรือรูปร่างช่องเปิด และแผงบังแดดมีผลให้ต้องทำการคำนวณค่าใหม่เพื่อกรอกข้อมูลลงในโปรแกรม ซึ่งทำให้การปรับเปลี่ยนแก้ไขอาคารทำได้ยากยิ่งขึ้น

ดังนั้น การทำงานส่วนใหญ่จึงนิยมใช้การพิจารณาเลือกใช้วัสดุ หรือเทคโนโลยีที่มีคุณภาพสูงเข้าทดแทน จึงควรมีการสนับสนุนให้มีการพัฒนาโปรแกรมเสริมที่ช่วยในการออกแบบและแสดงผลการคำนวณค่าการใช้พลังงานไปพร้อมๆ กัน

2. การออกแบบอัตราส่วนพื้นที่ของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ผนังทั้งหมด (Window to Wall Ratio, WWR) Coordinating Center for Energy Conservation Building Design (2017) ได้ให้แนวทางในการออกแบบอาคารชุดที่สามารถผ่านเกณฑ์ค่า OTTV ได้ที่อัตราส่วน WWR น้อยกว่าร้อยละ 25 ซึ่งจากกรณีศึกษานั้น รูปแบบทางสถาปัตยกรรมได้รับการอนุมัติจากผู้ลงทุนและทุกๆ ฝ่ายแล้ว จึงยังคงอัตราส่วน WWR ตามเดิม และพิจารณาเปลี่ยนวัสดุกระจกจากเดิมกระจกใสหนา 6 มิลลิเมตร เปลี่ยนเป็นกระจก Low-E 2 ชั้น 6 มิลลิเมตร สองด้านมีช่องว่างอากาศตรงกลาง 6 มิลลิเมตร จึงทำให้ค่า OTTV ใหม่ปรับลดเป็น 29.021 W/m² จึงจะสามารถผ่านเกณฑ์ได้

3. ควรมีการสร้างแรงจูงใจให้กับเจ้าของที่ดินหรือผู้ประกอบการโครงการเพื่อให้สามารถผ่านเกณฑ์การประเมินการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน เช่นเดียวกับควรมีมาตรการส่งเสริมการพัฒนาการ

เพิ่มอัตราส่วนพื้นที่ดิน (FAR bonus) โดยอาจจะเป็น
มาตรการทางด้านภาษีหรือการลดขั้นตอนต่างๆ ซึ่งจะ
ทำให้ผู้ลงทุนให้ความสนใจสนับสนุนมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- Areemit, N. (2015). *Shading Coefficient: SC* [Computer software]. Bangkok: Architects 49 Limited.
- Bunyathikan, S. (2002). *Theknik kan'okbæp ban prayat phalangngan phuā khunnaphap chīwit thī dī kwa* [Techniques for designing energy-saving houses for a better quality of life] (2nd ed.). Bangkok: O.S. Printing House.
- Coordinating Center for Energy Conservation Building Design. (2017). *Khūmū næothāng kan'okbæp 'ākhañ phuā kan'anurak phalangngan* [Guidebook building evaluation procedures for energy conservation]. Retrieved October 20, 2019, from <http://webkc.dede.go.th/testmax/kb01-list>.
- Energy Policy and Planning Office [EPPO]. (2003). *Nātāng læ kansat* [Window and shading device]. Retrieved October 20, 2019, from <http://www.eppo.go.th/index.php/th/search?searchword=หน้าต่างและกันสาด&searchphrase=all>
- Energy Policy and Planning Office [EPPO]. (2019). *Rāingān sathiti phalangngan khōng prathet Thai sōngphanhārōjhoksip'et* [Energy statistics of Thailand 2018]. Retrieved October 20, 2019, from [http://www.eppo.go.th/index.php/th/information/services/ct-menu-item-56?orders\[publishUp\]=publishUp&isearch=1](http://www.eppo.go.th/index.php/th/information/services/ct-menu-item-56?orders[publishUp]=publishUp&isearch=1).

- Information and Communication Technology Center [ICT]. (2019). *Sathānakān phāp ngōngā nara yō dūan Makarākhom pī sōng hā hok sōng* [Energy situation January 2019]. Retrieved October 20, 2019, from <http://www.eppo.go.th/epposite/index.php/th/petroleum/item/14647-monthly-01-2019>.
- Ministry of Energy. (2009, February 20). *Rat̄chakit̄chānubēksa* [Royal Thai Government Gazette], 126(12), 9-15.
- Nittaya, S. (2002). *Kan'okbæp 'ākhañ samrap phūmī 'ākāt khēt rōñ chūn* [Tropical design environment] (2nd ed.). Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- Rattananvathong, P. (2015). *Hā khā SC* (Shading Coefficient) *doi chai Sketch Up* [Solve for SC (Shading Coefficient) values by using SketchUp]. Retrieved October 28, 2019, from <https://maipatana.me/tutorials>
- Real Estate Information Center of Government Housing Bank [REIC]. (2019). *Sathānakān talāt thīyū 'āsai Krung Thēp. - parimonthon trai mā sī pī sōngphanhārōjhoksip'et læ næonōm pī sōngphanhārōjhoksipsoṅg* [Overall housing situation in the BMR as 4th quarter of year 2018 and 2019]. Retrieved October 20, 2019, from <https://www.reic.or.th/Research>
- Yimrattanaboworn, S. (2013). *Rāingān phonngā nawichai sāngsan khōngkān 'ākhañ phak 'āsai rūām Ladprao nungrōjsāmsip thanon lat̄phrāo bāngkapi* [Research and creative project of residential building 130 Ladprao road Bangkapi Bangkok]. Bangkok: Bangkok University.