

การศึกษาประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารเรียน  
กรณีศึกษา อาคารภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
Energy Efficiency Study of Academic Building  
Case Study of Civil Engineering Building Kasetsart University

ธนิสร บुरुษพัฒน์ และ ปิยนุช เวทย์วิวรรณ

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-mail: top\_tb@hotmail.com, fengpyv@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารเรียน กรณีศึกษา อาคารภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เนื่องจากอาคารดังกล่าวติดตั้งระบบติดตามการใช้พลังงานในอาคาร โดยศึกษาตามการรวบรวมปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร จากบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารผ่านระบบติดตามการใช้พลังงานเป็นระยะเวลา 12 เดือน ผลจากการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลในปัจจัยที่เกี่ยวกับรูปแบบการใช้งานและรูปแบบอาคาร พบว่า การใช้พลังงานในระบบปรับอากาศของห้องที่ได้รับแสงอาทิตย์โดยตรง ใช้พลังงานมากกว่าห้องที่ไม่ได้รับแสงอาทิตย์ เนื่องจากถูกบดบังจากอาคารข้างเคียง ถึงร้อยละ 37 และการใช้งานของห้องขนาดใหญ่ ซึ่งใช้เครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่หลายเครื่องนั้น ยังขาดประสิทธิภาพ จึงเสนอมาตรการเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารกรณีศึกษา 3 ข้อ (1) มุ่งเน้นใช้ห้องที่ได้รับแสงอาทิตย์เข้าน้อยกว่าก่อน จะลดการใช้พลังงานได้ร้อยละ 0.4 โดยไม่มีการลงทุนใดๆ (2) ลดจำนวนห้องขนาดใหญ่ เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งาน โดยแบ่งกันห้องให้มีขนาดที่เหมาะสม จะลดการใช้พลังงานได้ร้อยละ 2.2 (3) ลดรังสีแสงอาทิตย์ที่กระทบกับผนังอาคาร โดยสร้างผนังสีเขียวจะลดการใช้พลังงานได้ร้อยละ 4.6 และยังคงอาจมีมาตรการเพิ่มเติมในการใช้พลังงานทางเลือกด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ จะลดการใช้พลังงานได้ร้อยละ 13

**คำสำคัญ:** มาตรการลดการใช้พลังงาน; การใช้พลังงานทางเลือก; ระบบติดตามการใช้พลังงานในอาคาร

Abstract

This research aims to study efficiency of energy use in the case of academic building. The Civil Engineering Building of Kasetsart University was selected due to the readiness of data collecting tool, the building monitoring system, recently installed. The data of energy use was collected for 12-month period. The data was analyzed to reveal the effect of pattern of use and building envelope toward energy use of the building. The result shows that the room which gets direct sunlight uses energy 37% higher than the room which is shaded from direct sunlight. Moreover, large rooms are not efficiently utilized. The study proposes 3 measures to improve energy efficiency in the building: (1) put priority in assigning the



room on the shaded sides of the building first, It save energy by 0.4%, (2) decrease the number of large rooms to match with the actual use by dividing some large rooms into smaller rooms, It save energy by 2.2%, and (3) minimize direct sunlight on the building by constructing a green wall, It save energy by 4.6%, Additional measure to utilize solar energy is also suggested, It save energy by 13%.

**Keywords:** 

Energy conservation measure; Alternative energy utilization; Building monitoring system

**1. บทนำ** 

ในสหภาพยุโรปมีสัดส่วนการใช้พลังงานของอาคารร้อยละ 38.1 ของพลังงานทั้งหมด (European Parliamentary Research Service, 2014) ซึ่งเป็นสัดส่วนที่มากที่สุด และได้มีการนำเสนอแนวคิดการพัฒนาให้การใช้พลังงานในอาคารเข้าสู่ศูนย์ ซึ่งจะ เป็นมาตรฐานสำหรับอาคารสร้างใหม่ในปี พ.ศ. 2564 อย่างไรก็ตามการใช้พลังงานในอาคารจะลดลงได้ ส่วนหนึ่งมาจากการปรับปรุงและบำรุงอาคารให้เข้าสู่แนวคิดและมาตรฐานการใช้พลังงานเข้าสู่ศูนย์ แต่ก็เป็นเรื่องยากสำหรับเจ้าของอาคารเนื่องจากการตัดสินใจในการปรับปรุงอาคารเนื่องจากปัญหา ด้านเงินทุนเป็นหลัก ในส่วนของอาคารที่มีหน่วยงานของรัฐเป็นเจ้าของควรมีการปรับปรุงอาคารในอัตรา ร้อยละ 3 ต่อปี

กระทรวงพลังงานประเทศไทย ได้มีความตระหนัก ถึงการใช้พลังงานในการทำกิจกรรมต่างๆ จึงได้มีการจัดทำแผนอนุรักษ์พลังงานขึ้นมา ในแผนอนุรักษ์ พลังงานฉบับ พ.ศ. 2558-2579 นั้น มีเป้าหมาย รวมลดอัตราส่วนของปริมาณพลังงานที่ใช้ต่อผล ของกิจกรรมหรือลดความเข้มข้นการใช้พลังงานลง อย่างน้อยร้อยละ 45 ภายในปี พ.ศ. 2578 ในแผน

อนุรักษ์พลังงานได้มีการประกาศเกณฑ์มาตรฐานอาคาร ซึ่งมีแนวทางการดำเนินการคือ การบังคับใช้กฎหมาย อนุรักษ์พลังงานกับอาคารที่ทำการก่อสร้างขึ้นมาใหม่ และเป็นอาคารที่มีขนาดใหญ่ ตามมาตรฐาน BEC ที่กระทรวงกำหนด และได้เตรียมความพร้อมให้กำหนด มาตรฐาน BEC เป็นหนึ่งในข้อบังคับที่ใช้ในการ ขออนุญาตก่อสร้างร่วมกับ พ.ร.บ. ควบคุมอาคาร ของกรมโยธาธิการและการผังเมือง อีกทั้งยังได้มีการส่งเสริมมาตรฐานชั้นสูงให้มีการสนับสนุนเพื่อที่ จะยกระดับอาคารที่สร้างใหม่ให้มีมาตรฐานระดับสากล โดยให้มีการรับการประเมินมาตรฐานอาคารเขียวตาม แบบสากล

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เป็นสถาบันที่ ตอบรับนโยบายด้านพลังงานเพื่อเป็นแนวทางในการ พัฒนาให้เป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวซึ่งสอดคล้องกับ แนวโน้มของกลุ่มในระดับสากล โดยหนึ่งในอาคาร ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์นั้นคือ อาคารบุญสม สุวชิรรัตน์ เป็นอาคารในความดูแลของภาควิชา วิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถูกใช้ สำหรับเป็นห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ ห้องสำนักงาน ห้องพักนิสิต มีความสูง 10 ชั้น ซึ่งเป็นอาคารที่มี ผู้ใช้งาน ที่มีช่วงเวลาในการทำงานที่หลากหลาย

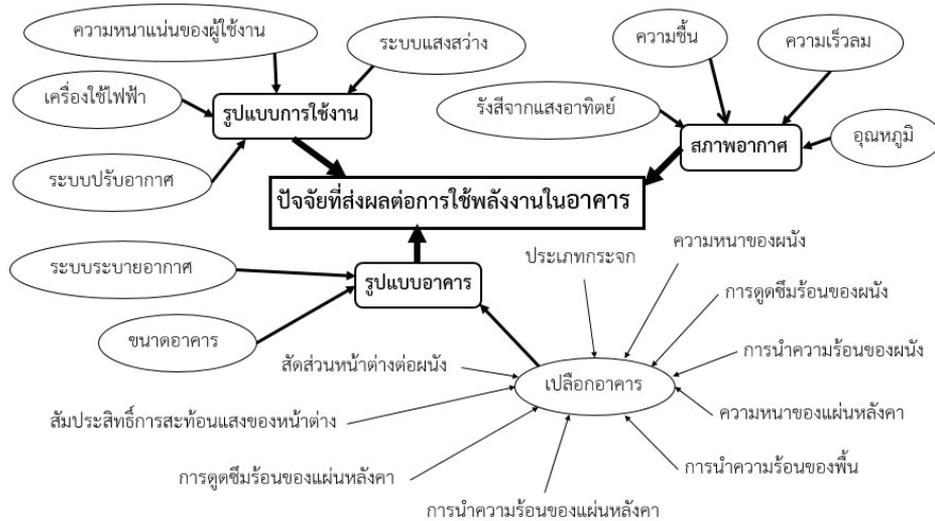
เนื่องจากรูปแบบการใช้งานของอาคารที่ได้ รับการออกแบบใช้งานที่สามารถรองรับการใช้งาน ครบวงจรทั้งในส่วนของผู้เรียน เจ้าหน้าที่สำนักงาน

นักวิจัย อีกทั้งยังผู้ปฏิบัติการทดลองในส่วนของห้องปฏิบัติการ ทางผู้ดูแลอาคารได้เห็นถึงความสำคัญในด้านพลังงานตามแผนอนุรักษ์พลังงาน จึงได้ริเริ่มสร้างแนวทาง การอนุรักษ์พลังงานโดยได้ทำการติดตั้งระบบการติดตามการใช้พลังงานในอาคาร (Building Monitoring System : BMS) เพื่อการบริหารจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและสร้างแนวทางในการปรับปรุงอาคารให้เป็นอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

## 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาประสิทธิภาพและแนวทางการลดการใช้พลังงานในอาคารเรียนได้มีการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร  
จากการรวบรวมงานวิจัยต่าง ๆ สามารถจำแนกปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานในอาคารได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร

จากภาพที่ 1 เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร 3 กลุ่มปัจจัย โดยมีความสัมพันธ์ระหว่างสภาพอากาศ จำนวนผู้ใช้งาน และพื้นที่ใช้งานส่งผลต่อการใช้พลังงาน ซึ่งถูกอธิบายด้วยค่า R-Squared ที่ 0.82 (W. Lee and K. Lee, 2009) ในส่วนของปัจจัยด้านสภาพอากาศทิศทางของการไหลของลมภายนอกอาคารส่งผลต่ออุณหภูมิของผนัง โดยลมในทิศตั้งฉากสามารถลดอุณหภูมิได้มากกว่าลมในทิศขนาน รังสีจากแสงอาทิตย์ยังส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้า เนื่องจากความร้อนจากรังสีแสงอาทิตย์ทำให้ภาระของระบบปรับอากาศเพิ่มมากขึ้น ความแตกต่างของภาระของระบบปรับอากาศระหว่างผนังที่รับรังสีโดยตรงกับผนังที่ถูกป้องกันรังสีมีความแตกต่างกันถึงร้อยละ 40 (E. Alexandri and P. Jones, 2008) การศึกษา

อาคารเรียนพบว่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิที่แตกต่างกัน 1 องศาเซลเซียส ส่งผลให้การใช้พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนไป ร้อยละ 9 (T Burutpatana and P Wethyavivorn, 2018) การศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารสำนักงานในประเทศมาเลเซีย พบว่ามีสัดส่วนการใช้ ร้อยละ 57 การใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร ร้อยละ 24 การใช้พลังงานของระบบแสงสว่างของอาคารร้อยละ 19 จากการใช้พลังงานรวมในอาคาร (R. Saidur, 2009) นอกจากนั้นการปรับตั้งอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศยังส่งผลต่อความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าที่แตกต่างกัน (N. Yamtraipat et al, 2006) การศึกษาอาคารสำนักงาน 10 แห่งในประเทศฮ่องกง โดยการทดสอบความไวของตัวแปรพบว่าตัวแปรด้านรูปแบบอาคารมีความแปรปรวนของ



ตัวแปร มีค่าตั้งแต่ 0.008 ไปจนถึง 0.184 ซึ่งเป็นค่าที่น้อยเมื่อเทียบกับตัวแปรด้านอื่นๆ และส่งผลถึงการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ร้อยละ 45 และการควบคุมอุณหภูมิของระบบปรับอากาศในสำนักงานพบว่าสามารถลดการใช้พลังงานได้ร้อยละ 10 (J.C. Lam et al, 2008)

### 2.2 การลดการใช้พลังงานจากระบบผนังสีเขียว

ผนังเขียว (Green Wall) คือการนำธรรมชาติหรือ ต้นไม้เข้ามาเป็นองค์ประกอบของผนังเพื่อช่วยลดแสงอาทิตย์ที่จะเข้าสู่ผนัง ซึ่งมีผลต่อผนังอาคารอย่างมาก โดยเฉพาะในด้านการรักษาอุณหภูมิ (Katia P el at. 2017) ในการศึกษาที่อาคารในมหาวิทยาลัยนอตทิงแฮม ผนังเขียวที่มีความหนา 10 เซนติเมตรสามารถลดอุณหภูมิของผนังลงได้เฉลี่ย 2.5 องศาเซลเซียส (Erdem Cuce, 2016)

### 3. วิจัย



งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาถึงการใช้พลังงานในอาคารเพื่อเสนอมาตรการลดการใช้พลังงานในอาคาร โดยการใช้วิธีสร้างแบบจำลองการใช้พลังงานด้วย Building Energy Code ซึ่งเป็นโปรแกรมการจำลองการใช้พลังงานในอาคาร เพื่อหาแนวทางการลดการใช้พลังงานในอาคาร ช่วงเวลาทดลองเริ่ม เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2560 ถึง เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561 รวมระยะเวลา 12 เดือน ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้

1. การใช้พลังงานของอาคารกรณีศึกษา นั้นคือ อาคารบุญสม สุวชิรัตน์ ซึ่งเป็นอาคารที่ใช้ในการเรียนการสอนของภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งมีระบบติดตามการใช้พลังงานในอาคาร โดยการใช้เซนเซอร์ตรวจดังนี้

1.1 เซนเซอร์ตรวจวัดไฟฟ้า 31 ตัว แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ (1) ระบบปรับอากาศ มีจุดตรวจวัด 20 จุด (2) เครื่องใช้ไฟฟ้าและระบบแสงสว่าง มีจุดตรวจวัด 10 จุด (3) ลิฟต์มีจุดตรวจวัด 1 จุด

1.2 เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ 10 ตัว แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ (1) ตรวจวัดอุณหภูมิในห้องปรับอากาศ 10 จุด (2) ตรวจวัดอุณหภูมิภายนอก 1 จุด

1.3 เซนเซอร์ตรวจวัดความชื้นของอากาศ 1 จุด ข้อมูลจากเซนเซอร์ตรวจวัดจะถูกนำเสนอผ่านโปรแกรม 963 ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับควบคุมและติดตามการใช้งานของระบบเครื่องใช้ไฟฟ้า สำหรับการตรวจวัดระบบจะตรวจวัดทุก 15 นาที การใช้งานในอาคารช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2560 การนำข้อมูลออกจากระบบโดยการบันทึกด้วยมือจากการแสดงผลผ่านโปรแกรม 963 ซึ่งก่อให้เกิดความล่าช้าในการบันทึกข้อมูล ผลการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร สามารถแสดงผลได้ในส่วนผลการศึกษา ทางภาควิชาวิศวกรรมโยธาจึงได้เพิ่มช่องทางในการนำข้อมูลออกจากระบบผ่านโปรแกรม Energy Eye Management ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลและแสดงผลให้อยู่ในรูปแบบของแผนภูมิ ซึ่งระบบแล้วเสร็จในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2561

2. สำหรับการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า จะสำรวจเครื่องใช้ไฟฟ้ารายห้องเพื่อจัดทำแผนผังของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จำเป็นต้องใช้ไฟฟ้าตลอดเวลา

3. Building Energy Code ถูกใช้ในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังและหลังคาของอาคาร และเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานจากกระทรวงพลังงาน

4. การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปร (sensitivity analysis) โดยการทดลองวัดค่าจริงจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ และใช้ Building Energy Code เพื่อทดสอบความสามารถในการการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังของวัสดุเปลือกอาคาร

5. เสนอแนวทางการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า จากผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้า

### 4. ผลการทดลอง



#### 4.1 ผลการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้า

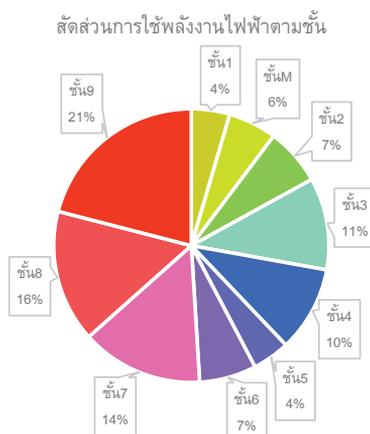
จากการสำรวจและเก็บข้อมูลลักษณะการใช้งานพื้นที่และปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารบุญสม สุวชิรัตน์ พบว่า รูปแบบการใช้พื้นที่อาคารในการทำกิจกรรมต่างๆ ในแต่ละชั้นมีความแตกต่างกันสามารถจำแนกได้ ดังตารางที่ 1



ตารางที่ 1 เวลาและลักษณะการใช้พื้นที่อาคาร

ชั้น	เวลาใช้งาน	ลักษณะการใช้พื้นที่
1	ไม่แน่นอน	ห้องปฏิบัติการซึ่งถูกใช้งานโดยนิสิตระดับปริญญาตรี นิสิตระดับบัณฑิตและศูนย์ทดสอบวัสดุ
M	ไม่แน่นอน	ห้องประชุมและจัดเลี้ยง ซึ่งเป็นห้องขนาดใหญ่ที่มีระบบปรับอากาศตลอดทั้งพื้นที่ใช้งาน
2	ตามเวลาราชการ	ห้องเรียนและห้องประชุม
3	ตามเวลาราชการ	ห้องสำนักงานขนาดใหญ่ ห้องพักอาจารย์ และห้องพบนิสิต
4	ห้องพักอาจารย์ตามเวลาราชการ และห้องพบนิสิตไม่แน่นอน	ห้องพักอาจารย์ และห้องพบนิสิต
5	ห้องพักอาจารย์ตามเวลาราชการ และห้องพบนิสิตไม่แน่นอน	ห้องพักอาจารย์ และห้องพบนิสิต
6	ตามเวลาราชการ	ห้องเรียนและห้องพักอาจารย์
7	ใช้งานตลอดเวลา	ห้องพบนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา
8	ใช้งานตลอดเวลา	ห้องสำนักงานซึ่งมีความทันสมัยเป็นพิเศษ และมีความหนาแน่นของผู้ใช้พื้นที่สูงสุด
9	ใช้งานตลอดเวลา	ห้องสำนักงานซึ่งมีความทันสมัยเป็นพิเศษ และมีความหนาแน่นของผู้ใช้พื้นที่สูงสุด

เมื่อแบ่งสัดส่วนการใช้พลังงานตามชั้น สามารถแสดงผลได้ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าจำแนกตามชั้น



#### 4.2 วิเคราะห์ค่าถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคารและหลังคา

จากลักษณะอาคารบุญสม สุวชิรรัตน์ได้ถูกออกแบบมาให้มีการถ่ายเทอากาศและใช้แสงธรรมชาติ

โดยมีช่องเปิดกลางอาคาร สามารถนำไปคิดการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคารแสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังและหลังคา

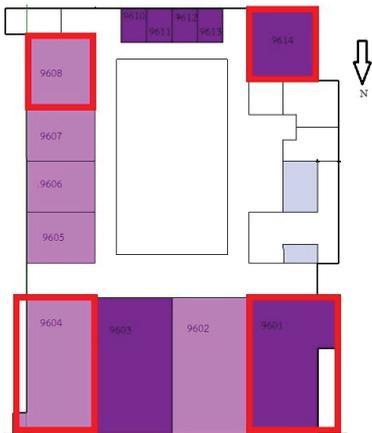
	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (วัตต์ต่อตารางเมตร)	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (วัตต์ต่อตารางเมตร)
1. อาคารตั้งอยู่หลังเดียว	94	6
2. เกิดเงาจากอาคารข้างเคียงในทิศตะวันออก (โดนเงาบัง 1 ทิศ)	71	6
3. เกิดเงาจากอาคารข้างเคียงในทิศตะวันออก เหนือ และใต้ (โดนเงาบัง 2 ทิศ)	64	6
4. เกิดเงาจากอาคารข้างเคียงในทิศตะวันออก เหนือ และใต้ และเพิ่มผนังสีเขียวในทิศตะวันตก (โดนเงาบัง 3 ทิศ)	44	6

จากตารางที่ 2 พบว่าค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร เท่ากับ 93 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานที่ต่ำกว่า 50 วัตต์ต่อตารางเมตร และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา 6 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งอยู่ในค่ามาตรฐานที่ต่ำกว่า 15 วัตต์ต่อตารางเมตร ในการสำรวจสถานที่ตั้งของอาคาร พบว่าผนังฝั่งทิศตะวันออกไม่ได้รับแสงอาทิตย์เนื่องจากมีเงาของอาคารข้างเคียงบดบัง จึงได้ทำการคำนวณค่าถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร โดยให้ผนังฝั่งทิศตะวันออกไม่ได้รับแสงอาทิตย์ ส่งผลให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังมีค่า 71 วัตต์ต่อตารางเมตร ตามแผนการก่อสร้างของคณะวิศวกรรมศาสตร์ จะทำการก่อสร้างอาคารในระยะประชิดทางด้านทิศใต้ ซึ่งจะก่อให้เกิดการบดบังแสงอาทิตย์เช่นเดียวกันกับผนังทางทิศตะวันออก จึงได้ทำการคำนวณค่าถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคารโดยให้ผนังฝั่งทิศตะวันออก

และทิศใต้ไม่ได้รับแสงอาทิตย์ ส่งผลให้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคารเมื่ออาคารฝั่งทางทิศใต้ก่อสร้างเสร็จมีค่า 64 วัตต์ต่อตารางเมตร จากแนวความคิดปลูกต้นไม้ตามแนวผนังเพื่อให้เป็นผนังสีเขียวและป้องกันรังสีจากแสงอาทิตย์ซึ่งจะช่วยทำให้ผนังของอาคารไม่ได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงและเป็นการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีทางธรรมชาติ จากการศึกษาอาคารสำนักงานในประเทศฮ่องกง พบว่าการจัดสวนแนวตั้งสามารถลดการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศได้ถึงร้อยละ 62 ผู้ศึกษาจึงได้ทำการทดลองโดยการจำลองผ่าน Building Energy Code ด้วยการสร้างผนังต้นไม้บริเวณผนังอาคารของห้องปรับอากาศฝั่งทิศตะวันตกตามแนวคิดผนังสีเขียวและทำการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังมีค่า 44 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

### 4.3 ทดสอบความแตกต่างของการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ

การทดสอบความแตกต่างของการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศของห้องทิศตะวันออกและทิศตะวันตก ด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์การเข้าใช้ห้องเรียนที่มีระบบปรับอากาศ โดยห้องที่ใช้ทดลองมีการเข้าถึงของแสงอาทิตย์ที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 3 แผนผังห้องที่ใช้ทดสอบการใช้พลังงานไฟฟ้า

จากภาพที่ 3 เป็นการทดลองเพื่อหาผลต่างของการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศระหว่างห้อง 9604 และห้อง 9608 ซึ่งตั้งอยู่ทางฝั่งทิศตะวันออกกับห้อง 9601 และห้อง 9614 ซึ่งตั้งอยู่ฝั่งทิศตะวันตก พบว่าจากการทดลอง ในช่วงอุณหภูมิ 29-32 องศาเซลเซียส ห้องฝั่งทางทิศตะวันตกมีการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการเพิ่มอุณหภูมิสูงกว่าทิศตะวันออก ร้อยละ 37 และความแตกต่างของอุณหภูมิตั้งต้นของห้องฝั่งทางทิศตะวันตกจะสูงกว่าห้องฝั่งทิศตะวันออกเฉลี่ย 1.8 องศาเซลเซียส เป็นผลจากห้องฝั่งทางทิศตะวันตกมีการเข้าถึงของแสงอาทิตย์ที่มากกว่าทิศตะวันออก

### 4.4 พลังงานทางเลือก

อาคารบุญสม สุวชิรัตน์เป็นอาคารที่มีพื้นที่หลังคาที่สามารถติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์เพื่อนำพลังงานแสงอาทิตย์เข้ามาใช้ในตัวอาคารได้ ผู้ศึกษาจึงได้ขอความร่วมมือกับบริษัท Solar D ในการคำนวณหาปริมาณไฟฟ้าที่แผงโซลาร์เซลล์สามารถผลิตได้ พบว่าการใช้พลังงานที่ลดลงเฉลี่ยร้อยละ 13

### 5. สรุปผลการทดลอง

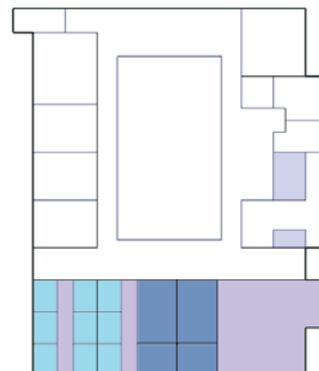
จากข้อสรุปของการทดลองสามารถสร้างเป็นมาตรการเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารกรณีศึกษา 3 ข้อ และมาตรการเพิ่มเติมในการใช้พลังงานทางเลือก 1 ข้อ ดังนี้

#### 5.1 มุ่งเน้นใช้ห้องที่ได้รับแสงอาทิตย์เข้าน้อยกว่าก่อน

จากการสรุปความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศ ซึ่งระบุว่าห้องฝั่งทางทิศตะวันออกจะใช้พลังงานในระบบปรับอากาศน้อยกว่าห้องฝั่งทิศตะวันตก ผู้ศึกษาจึงได้นำเสนอให้ใช้ห้องฝั่งทิศตะวันออกให้เต็มก่อนจึงเริ่มใช้ห้องฝั่งทิศตะวันตก เนื่องจากการเข้าถึงของแสงอาทิตย์ในทิศตะวันออกน้อยกว่าการเข้าถึงของแสงอาทิตย์ในทิศตะวันตก

#### 5.2 ลดจำนวนห้องขนาดใหญ่ เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งาน

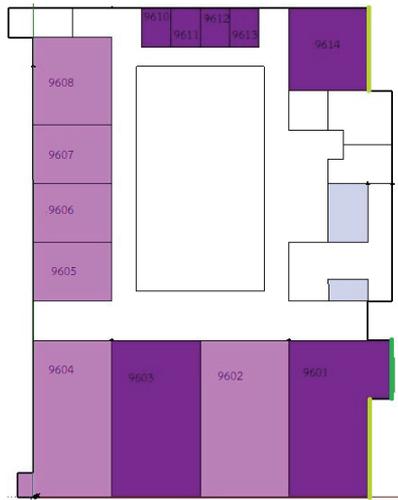
จากผลการศึกษาการใช้พลังงานในอาคารและลักษณะการใช้พื้นที่อาคาร ผู้วิจัยขอเสนอแผนผังการจัดห้องพักนิสิต โดยการแบ่งห้องออกเป็น 3 ส่วน ห้องพักสำหรับนิสิต 1-2 คน (ห้องขนาดเล็กที่สุด) ห้องพักสำหรับนิสิต 3-8 คน (ห้องขนาดกลาง) และจัดทำพื้นที่เปิดเพื่อเป็นลานกิจกรรมสำหรับนิสิต ตามแนวทางการลดการใช้พลังงานในอาคาร แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แผนผังการใช้พื้นที่ห้องพักนิสิตตามมาตรการเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร

### 5.3 ลดรังสีแสงอาทิตย์ที่กระทบกับผนังอาคาร โดยสร้างผนังสีเขียว

จากแนวทางการลดการใช้พลังงานในอาคาร โดยการสร้างผนังสีเขียวเพื่อลดรังสีจากแสงอาทิตย์ที่กระทบกับผนังอาคารด้วยการจัดสวนแนวตั้งซึ่งจะช่วยลดการตกกระทบของแสงอาทิตย์ตั้งแต่พื้นที่ชั้น 3 ถึง ชั้น 9 โดยมีแนวทางการสร้างแสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แผนผังการสร้างผนังสีเขียว

จากภาพที่ 5 โดยในภาพจะแสดงเส้นสีเขียวอ่อน 2 เส้น ซึ่งเป็นการสร้างผนังสีเขียวโดยมีพื้นที่ระเบียงรองรับ และเส้นสีเขียวเข้ม 1 เส้น เป็นการสร้างผนังสีเขียวที่จำเป็นต้องเพิ่มโครงสร้างเพื่อรองรับผนังสีเขียว ซึ่งผู้ศึกษาได้จัดทำทางเลือกในการทำผนังสีเขียวไว้ 2 ทางเลือก (1) สร้างผนังสีเขียวด้วยวิธีสำเร็จรูปจากผู้เชี่ยวชาญ (2) สร้างผนังสีเขียวด้วยการสร้างด้วยตนเอง ซึ่งทั้ง 2 วิธีนี้มีความแตกต่างกันในเรื่องของค่าใช้จ่าย แสดงดังตารางที่ 3

### 5.4 ใช้พลังงานทางเลือกด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

จากผลการศึกษาพบว่า การใช้พลังงานทางเลือกด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สามารถลดการใช้พลังงานเฉลี่ยร้อยละ 13 ซึ่งเป็นสัดส่วนการลดการใช้พลังงานที่มากที่สุด

จากมาตรการเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารกรณีศึกษา 3 ข้อ และมาตรการเพิ่มเติมในการใช้พลังงานทางเลือก 1 ข้อ ผู้ศึกษาได้ทำการสรุปผลจากมาตรการเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่ลดลงได้ และค่าใช้จ่ายของการลงทุนในแต่ละมาตรการ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สรุปค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่ลดลงได้ และค่าใช้จ่ายในการลงทุนแต่ละมาตรการ

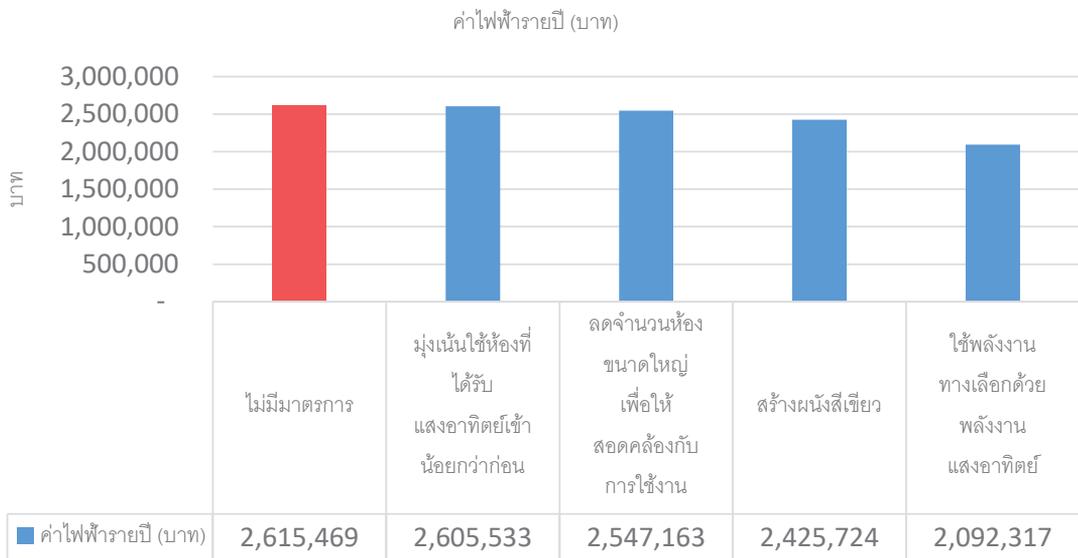
มาตรการเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร	ค่าใช้จ่ายที่ลดได้ต่อปี (บาท)	สัดส่วนการลดค่าใช้จ่าย (ร้อยละ)	ต้นทุนการพัฒนา (บาท)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
- มุ่งเน้นใช้ห้องที่ได้รับแสงอาทิตย์เข้าน้อยกว่าก่อน	9,936	0.4	0	0
- ลดจำนวนห้องขนาดใหญ่ เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งาน	58,370	2.2	348,612	6
- สร้างผนังสีเขียว มี 2 ทางเลือก 1. ใช้รูปแบบสำเร็จ 2. สร้างขึ้นเอง	121,439	4.6	9,775,500 977,550	80.5 8.5
- ใช้พลังงานทางเลือกด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	333,407	13	2,650,200	8.5



จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นถึงค่าใช้จ่ายที่สามารถลดได้จากมาตรการเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร เป็นเงิน 523,152 บาทต่อปี โดยมุ่งเน้นใช้ห้องที่ได้รับแสงอาทิตย์เข้าน้อยกว่าก่อน สามารถลดการใช้พลังงานได้ร้อยละ 0.4 โดยไม่มีการลงทุนใดๆ ลดจำนวนห้องขนาดใหญ่ เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งานสามารถลดการใช้พลังงานได้ร้อยละ 2.2 มีระยะเวลาคืนทุน 6 ปี สร้างผนังสีเขียวโดยการจัดสวนแนวตั้งสามารถลดการใช้พลังงานได้ร้อยละ 4.6 มีทางเลือกในการปรับปรุงอาคาร 2 ทางเลือก (1) สร้างผนังสีเขียวด้วยการจัดสวนแนวตั้งแบบสำเร็จรูป มีระยะเวลา

80.5 ปี (2) สร้างผนังสีเขียวด้วยตนเองจากการใช้พื้นที่ระเบียงในการจัดวาง มีระยะคืนทุน 8.5 ปี และใช้พลังงานทางเลือกด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สามารถลดการใช้พลังงานได้ร้อยละ 13 มีระยะคืนทุน 8.5 ปี จากมาตรการดังกล่าวสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าโดยแสดงได้ดังภาพที่ 6

จากมาตรการเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร หากปฏิบัติตามมาตรการดังกล่าวทั้ง 4 มาตรการ จะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลดลงจาก 2,615,469 บาทต่อปี เหลือค่าใช้จ่าย 2,092,317 บาทหรือคิดเป็นร้อยละ 20



ภาพที่ 6 ค่าไฟฟ้ารายปีจากมาตรการเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร

## 6. เอกสารอ้างอิง

[1] A.H. Neto and F.A.S. Fiorelli (2008). Comparison between detailed model simulation and artificial neural network for forecasting building energy consumption. *Energy and Buildings*, 40: 2169–2176.

[2] Andrea Saltelli and Marco Ratto (2008). *Global Sensitivity Analysis. The Primer*. John Wiley & Sons Ltd.

[3] Anna Carolina Menezes, Andrew Cripps, Dino Bouchlaghem and Richard Buswell (2012). *Applied Energy*, 97: 355–364.

[4] Eleftheria Alexandri and Phil Jones (2008). Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. *Building and Environment*, 43: 480–493.



- [5] Hassan Radhi (2009). A comparison of the accuracy of building energy analysis in Bahrain using data from different weather periods. *Renewable Energy*, 34: 869–875.
- [6] Jianjun Xia, Tianzhen Hong, Qi Shen, Wei Feng, Le Yanga, Piljae Im, Alison Lu and Mahabir Bhandaric (2014). Comparison of building energy use data between the United States and China. *Energy and Buildings*, 78: 165–175.
- [7] Joseph C. Lam, Kevin K.W. Wana and Liu Yang (2008). Sensitivity analysis and energy conservation measures implications. *Energy Conversion and Management*, 49: 3170–3177.
- [8] Katia Perini, Francesca Bazzocchi, Lorenzo Croci, Adriano Magliocco and Enrica Cattaneo (2017). The use of vertical greening systems to reduce the energy demand for air conditioning. Field monitoring in Mediterranean climate. *Energy and Building*, 143: 35–42.
- [9] M.M. Rahman, M.G. Rasul and M.M.K. Khan (2010). Energy conservation measures in an institutional building in sub-tropical climate in Australia. *Applied Energy*, 87: 2994–3004.
- [10] N. Yamtraipat, J. Khedari, J. Hirunlabh, J. Kunchornrat (2006). Assessment of Thailand indoor set-point impact on energy consumption and environment. *Energy Policy*, 34: 765–770.
- [11] R. Saidur (2009). Energy consumption, energy savings, and emission analysis in Malaysian office buildings. *Energy Policy*, 37: 4104–4113.
- [12] T Burutpatana and P Wethyavivorn (2018). Study to Factor Affecting Building Energy Consumption. The 23rd National Convention on Civil Engineering, Thailand.
- [13] Wen-Shing Lee, Kuei-Peng Lee (2009). Benchmarking the performance of building energy management using data envelopment analysis. *Applied Thermal Engineering*, 29: 3269–3273.