



การจัดการเทคโนโลยีการใช้พลังงานภายในอาคาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

ศุภลักษณ์ ใจเรือง^{1*} ทรงพล สุขกิจบำรุง² สุภาวดี รัตนมาศ³
และ กุสุมา ธรรมธำรง⁴

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ เป็นการนำเสนอ การจัดการเทคโนโลยีการใช้พลังงานภายในอาคารมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร เพื่อการอนุรักษ์พลังงานโดยเริ่มจากการสำรวจ เพื่อศึกษาค่าประสิทธิภาพการใช้งานและจำนวนอุปกรณ์ รวมทั้งค่าใช้จ่ายจากค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้น นำไปสู่กระบวนการจัดการใช้เทคโนโลยีให้สัมพันธ์กับสภาพของพื้นที่จริงรวมทั้งสร้างมาตรการการใช้พลังงานอย่างเป็นระบบ และศึกษาถึงผลกระทบการถ่ายเทความร้อนรวมจากภายนอกสู่ภายในอาคารที่จะมีผลต่อการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศโดยตรง

ดังนั้น แนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม จึงได้ทำการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร และสำรวจอุปกรณ์เทคโนโลยีปรับอากาศภายในอาคาร นำผลสรุปสู่การออกแบบและปรับปรุงการป้องกันความร้อนจากภายนอกสู่ภายใน รวมทั้งการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ด้านแสงสว่างและยังสนับสนุนการจัดการใช้เทคโนโลยีการใช้พลังงานภายในอาคารลดการใช้พลังงานลงและยังนำไปสู่การประหยัดค่าไฟฟ้าและรักษาสภาพแวดล้อม

คำสำคัญ : เทคโนโลยี การจัดการการใช้พลังงาน นวัตกรรม การปรับปรุงการใช้พลังงาน

^{1*} นักศึกษาปริญญาเอกสาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยี โครงการฝึกกำลังการเปิดสอนหลักสูตรปริญญาเอก มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
E-mail: j.supalux@gmail.com

² อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

^{3,4} รองศาสตราจารย์ประจำคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



The Development of Technology for Energy Usage and Conservation in the Building of Phranakhon Rajabhat University

**Supalux Jairueng^{1*} Songphon Sukijbumrung² Supawadi Rattanamat³
and Kusuma Dhamadamrong⁴**

Abstract

This research presents a study of management in the technology of efficient use of energy in building on Phranakhon Rajabhat University, for energy conservation. A start of inspecting technology equipment used in building to know co-efficient valve of in-use equipment and electricity bill leads to a knowledge of equipment operation management and energy consumption criteria system, including an effect from outside heatgain to air – conditioning technology.

An outcome solution, from all technology equipment in building and their energy consumption being analyzed, collected data, then, involved to process of reducing energy consumption in building, reducing operating cost and supporting environmental conservation, responses directly to “Technology management of energy conservation in building.”

Keywords: Technology, Management of energy conservation Innovation, Energy conservation renovation

^{1*} Ph.D. Candidate, The Doctor of Philosophy Program in Technology Management, The Consortium Doctoral of Philosophy, Phranakhon Rajabhat University.

E-mail: j.supalux@gmail.com

¹ Lecturer of Faculty Sciences and Technology, Phranakhon Rajabhat University

^{2,3} Associate Professor, Faculty of Architecture King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

บทนำ

การอนุรักษ์พลังงานเป็นนโยบายหลักของแผนแม่บทแห่งชาติโดยสืบเนื่องจากพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ได้กำหนดให้เจ้าของอาคารมีหน้าที่โดยตรงที่ต้องอนุรักษ์พลังงานในอาคารของตนให้เป็นไปตามมาตรฐาน

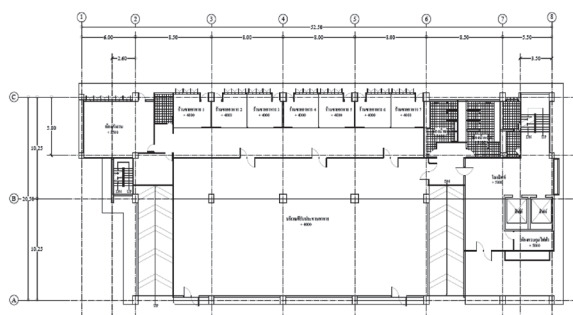
ในส่วนของมหาวิทยาลัยเป็นสถาบันการศึกษาระดับสูง (Higher Education) มีภารกิจในการรวบรวม วิเคราะห์ และสังเคราะห์ องค์ความรู้ที่มีลักษณะเป็นสากล (Universal) รวมทั้งเป็นภารกิจที่ต้องรับใช้ชุมชนและสังคมด้วยการผลิตบัณฑิตในสาขาต่างๆ มหาวิทยาลัยมีหน้าที่หลักในการสนับสนุนการอนุรักษ์พลังงานเพื่อเป็นตัวอย่างในการสนับสนุนการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การจัดภูมิทัศน์และผังบริเวณต้องสนับสนุนสภาพแวดล้อม การอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม งานวิจัยและพัฒนาการจัดการเทคโนโลยีการใช้พลังงานภายในอาคาร มหาวิทยาลัยโดยกำหนดให้ใช้พื้นที่อาคารเฉลิมพระเกียรติ 15 ชั้น เป็นหลัก เนื่องจากอาคารเฉลิมพระเกียรติ 15 ชั้น เป็นพื้นที่ในการศึกษาโดยมีลักษณะเป็นอาคารเรียนรวม และได้ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ. 2538 – พ.ศ.2539 เป็นอาคารที่มีวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนของคณะวิทยาการจัดการและนำรูปแบบของอาคารไปใช้ในการก่อสร้างอาคารเรียนรวมในมหาวิทยาลัยราชภัฏหลายๆ แห่ง งานวิจัยนี้จะแก้ไขปัญหาการใช้พลังงานภายในมหาวิทยาลัยให้ลดลงอย่างมีระบบและยั่งยืนโดยใช้วิธีการด้านการจัดการด้านเทคโนโลยีอาคารในส่วนของ

ระบบแสงสว่างภายในอาคาร การป้องกันการถ่ายเทความร้อนรวมจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารเพื่อความยั่งยืน

ลักษณะทางสถาปัตยกรรมของอาคารเฉลิมพระเกียรติ 15 ชั้น อาคารเฉลิมพระเกียรติ 15 ชั้น คณะวิทยาการจัดการเป็นอาคารเรียนในส่วน of คณะวิทยาการจัดการ มีลักษณะของอาคารเป็น ค.ส.ล. ก่อสร้างในระบบเสาและคาน ก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ.2542 – พ.ศ.2545 มีพื้นที่การใช้งานรวมอยู่ที่ 14,949 ตารางเมตร ใช้งานอยู่ที่ 12,516 ตารางเมตร พื้นที่ส่วนที่เหลือ 2,433 ตารางเมตร สำหรับจอดรถจำนวน 4 ชั้น โดยลักษณะอาคารเป็น ห้องเรียนจำนวน 40 ห้อง ทุกห้องติดตั้งระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split type) จัดอยู่ในลักษณะของอาคารเป็น A มีค่าแรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ 12 – 24 กิโลวัตต์ ต้องเข้าข่ายการอนุรักษ์พลังงานตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535



ภาพที่ 1 ภายนอกอาคารเฉลิมพระเกียรติ 15 ชั้น



ภาพที่ 2 แปลนอาคารเฉลิมพระเกียรติ 15 ชั้น
ด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)
ที่มา : งานอาคารสถานที่และสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร



ภาพที่ 3 อาคารเฉลิมพระเกียรติ 15 ชั้น
ด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)
ที่มา : งานอาคารสถานที่และสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาการใช้พลังงานภายในอาคาร เทคโนโลยีอาคารและสภาพแวดล้อมทางกายภาพของตัวอาคาร เพื่อการประหยัดพลังงานตามบริบทที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน
2. เพื่อปรับปรุงและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอาคารที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมเพื่อการประหยัดพลังงานภายในอาคาร

3. เพื่อเสนอแนะการจัดการเทคโนโลยีการใช้พลังงานภายในอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานแก่คณะทำงานด้านการอนุรักษ์พลังงานของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การจัดการเทคโนโลยีการใช้พลังงานภายในอาคารมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน เป็นการศึกษาการใช้พลังงานภายในอาคาร เทคโนโลยีอาคารและสภาพแวดล้อมของตัวอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ดังนี้

ขอบเขตของประชากร ได้แก่ อุปกรณ์ให้แสงสว่างทุกดวงในอาคารจำนวนทั้งสิ้น 3,062 ชุด เครื่องปรับอากาศทุกเครื่องในอาคาร จำนวน 218 เครื่อง หน้าต่างทุกบานในอาคารรวม 919.61 ตารางเมตร พื้นที่ผนังทุกด้านรวม 1,276.54 ตารางเมตร และพื้นที่หลังคาทั้งหมดรวม 1,064 ตารางเมตร

ขอบเขตเนื้อหา การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงเปรียบเทียบเทคโนโลยีอาคารที่มีผลต่อการอนุรักษ์พลังงาน โดยมีขอบเขตเนื้อหาการวิจัยดังนี้

1. เทคโนโลยีอุปกรณ์ให้แสงสว่าง
2. เทคโนโลยีเครื่องปรับอากาศ
3. เทคโนโลยีการถ่ายเทความร้อนของอาคาร

ขอบเขตของพื้นที่ พื้นที่ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ อาคารเฉลิมพระเกียรติ 15 ชั้น มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โดยกำหนดเวลาในการใช้งาน 8 ชั่วโมง/วัน

ขอบเขตระยะเวลา ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยตั้งแต่มีนาคม พ.ศ.2554 ถึง พฤษภาคม พ.ศ.2555 รวมระยะเวลา 14 เดือน

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การปรับปรุงอาคารเก่าโดยเน้นการอนุรักษ์พลังงานเป็นสิ่งสำคัญ ผู้วิจัยได้กำหนดการวิจัยในครั้งนี้เป็นงานวิจัยแบบผสมผสานทั้งปริมาณและคุณภาพ (Quantitative and Qualitative Research Method หรือ Mix Designed Research) ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงสำรวจและเปรียบเทียบ โดยทำการสำรวจสภาพอาคารเดิมทั้งทางสถาปัตยกรรมและโครงสร้างรวมทั้งอุปกรณ์ให้แสงสว่างภายในอาคารและระบบปรับอากาศ ทำการจดบันทึก ตรวจสอบการใช้พลังงานจากมิเตอร์ ไฟฟ้า และการคำนวณตรวจสอบค่าความส่องสว่างของหลอดไฟฟ้า โดยเน้นที่ห้องเรียนเป็นหลัก ศึกษารูปแบบของแสงกันแดดเดิมของตัวอาคาร วิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับแนวโคจรของดวงอาทิตย์ ในที่ตั้ง Latitude 14N เพื่อประเมินผลและทำการออกแบบระบบป้องกันความร้อนจากภายนอกตัวอาคารเข้าสู่ภายในตัวอาคารเพื่อลดการสะสมความร้อนรวม และเปรียบเทียบการบริโภคพลังงานไฟฟ้าทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง รวมทั้งงบประมาณในการปรับปรุง เพื่อเปรียบเทียบความคุ้มค่าในการลงทุนและจัดทำเอกสารรายงานงานวิจัยต่อมหาวิทยาลัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในขั้นตอนของการดำเนินงานวิจัยจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 2 ส่วน ได้แก่

- อุปกรณ์เครื่องมือวัดค่าทางเทคนิค
1. เครื่องมือวัดและบันทึกค่าทางไฟฟ้า
 2. เครื่องมือวัดและบันทึกอุณหภูมิและความชื้น
 3. เครื่องมือวัดความเร็วลม

4. เครื่องมือวัดความเร็วรอบ
5. เกจวัดความดันน้ำ
6. เครื่องมือวัดค่าความส่องสว่าง
7. เครื่องมือวัดมิลลิเมตรแนวโคจรของดวงอาทิตย์

ช่วยในการหามุมและเงาที่เกิดขึ้น

สูตรคำนวณทางคณิตศาสตร์

1. การคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคาร รวม (Overall Thermal Transfer Value : OTTV) และหลังคา (Roof Thermal Transfer Value : RTTV)
2. อัตราค่าไฟฟ้าแบบก้าวหน้า
3. การคำนวณค่าความต้านทานความร้อนของวัสดุ
4. การคำนวณหาค่าความส่องสว่างจากดวงโคม (ทฤษฎีลูเมน)

ขั้นตอนการวิจัย

กระบวนการวิจัยสามารถดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาและประมวลผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศและต่างประเทศ เพื่อศึกษาสิ่งที่ค้นพบมาเป็นแนวคิดด้านการออกแบบและปรับปรุง

ขั้นตอนที่ 2 สำรวจสภาพแวดล้อมอาคารทั้งภายในและภายนอก ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนรวม ทั้งอาคารและเทคโนโลยีด้านการปรับอากาศ รวมทั้งอุปกรณ์แสงสว่างภายในอาคาร

1. ศึกษาแบบของตัวอาคารที่มีลักษณะในการป้องกันความร้อนจากดวงอาทิตย์จากภายนอกอาคาร เช่น อุปกรณ์ป้องกันแสงแดดผนังทึบ ผนังโปร่งแสง และวัสดุก่อสร้างอื่นๆ ในแต่ละด้านของตัวอาคาร



2. สำรวจและศึกษาชนิดและประเภท รวมทั้งจำนวนการใช้งานของระบบปรับอากาศภายในอาคาร เวลาการใช้งาน และอายุการใช้งาน

3. สำรวจและศึกษาชนิดและประเภทรวมทั้งจำนวนอุปกรณ์ของระบบแสงสว่างภายในอาคาร และเวลาในการใช้งานรวมถึงอายุการใช้งาน

4. ศึกษาลักษณะที่ตั้งของตัวอาคารที่สัมพันธ์กับแนวโคจรของดวงอาทิตย์ในที่ตั้ง Latitude 14N เพื่อประเมินผลสู่กระบวนการปรับปรุงประสิทธิภาพของตัวอาคาร

5. ศึกษาปริมาณการบริโภคพลังงานของระบบปรับอากาศระบบแสงสว่างภายในอาคาร

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคารในส่วนของผนังและหลังคา ก่อนการปรับปรุง รวมทั้งภาระการทำความเย็นของตัวอาคารที่มีผลมาจากปริมาณของการถ่ายเทความร้อน

ขั้นตอนที่ 4 เลือกสรรและการออกแบบเทคโนโลยีอาคารที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการปรับอากาศให้แสงสว่างและลดการถ่ายเทความร้อน

ขั้นตอนที่ 5 คำนวณเพื่อเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคารในส่วนของผนังและหลังคา เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงรวมทั้งเปรียบเทียบค่าภาระการทำความเย็นก่อนและหลังการปรับปรุง

ขั้นตอนที่ 6 คำนวณเพื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานและค่าไฟฟ้าของระบบปรับอากาศและอุปกรณ์ให้แสงสว่างก่อนและหลังการปรับปรุง

ขั้นตอนที่ 7 คำนวณงบประมาณที่ใช้ในการปรับปรุงเพื่อเปรียบเทียบความคุ้มค่าในการลงทุนจากการปรับปรุงประสิทธิภาพของกรอบอาคาร

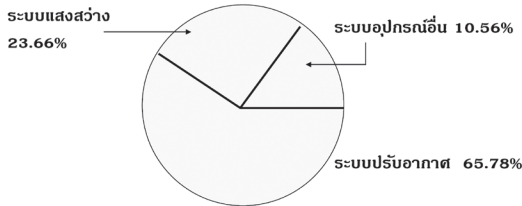
ขั้นตอนที่ 8 สรุปผลการศึกษาและการจัดทำเอกสารงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การสำรวจการใช้พลังงานภายในอาคารเฉลิมพระเกียรติ 15 ชั้น

เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานในอาคารให้เป็นไปตามมาตรฐานรวมทั้งควบคุมตรวจสอบ เพื่อใช้ประกอบเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานและแผนการอนุรักษ์ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานดังกล่าว จากการสำรวจอาคารเฉลิมพระเกียรติ 15 ชั้น ในเบื้องต้นพบว่ามีการใช้พลังงานภายในอาคารอย่างสิ้นเปลือง เนื่องจากการออกแบบระบบแสงสว่างภายในผังเป็นรูปแบบของการใช้หลอดยังเป็นประเภทหลอดธรรมดาอาจจะมีการเปลี่ยนหลอดเป็นหลอดประเภทคอมในบางพื้นที่ยังขาดแคลนการดำเนินงานด้านการดูแลรักษา เนื่องจากชนิดของหลอดมีราคาที่สูงกว่า อุปกรณ์บาลาสติกเป็นชนิดเดิม เนื่องจากยังมีความสามารถใช้งานได้โดยใช้แสงสว่างภายในอาคารอยู่ที่ 213406.43 kw/ปี ในระบบปรับอากาศภายในอาคารยังเป็นแบบแยกส่วน (split type) มีอายุการใช้งานเกิน 7 ปี ระบบปรับอากาศอยู่ที่ 790,758.78 kw/m/y มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมอยู่ที่ 80.01 w/m² ที่ผลิตและ 55.56 w/m² ที่หลังคาซึ่งเกินเกณฑ์ค่ามาตรฐานตามกฎหมายการอนุรักษ์พลังงานที่กำหนดไว้ และอาคารหลังนี้เป็นอาคารประเภท A เนื่องจากมีค่าแรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ 12-24 กิโลโวลต์ ซึ่งจะต้องเป็นอาคารที่จะต้องเข้าเกณฑ์การอนุรักษ์พลังงาน

สภาพการใช้พลังงานของอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

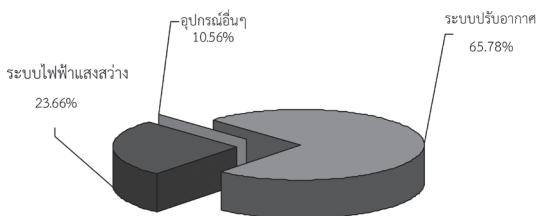
- ระบบปรับอากาศ 4,580,080 กิโลวัตต์ / ชม. / ปี
- ระบบแสงสว่าง 1,647,383 กิโลวัตต์ / ชม. / ปี
- อุปกรณ์อื่น ๆ 735,264.6 กิโลวัตต์ / ชม. / ปี



ที่มา : รายงานการจัดการพลังงาน 2554 มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ที่มาข้อมูล จากการสำรวจการใช้พลังงาน ปี 2554 มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

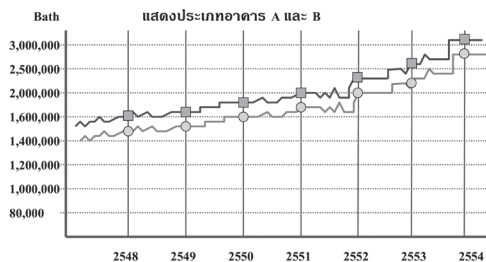
สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร



ที่มา : รายงานการจัดการพลังงาน 2554 มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

กราฟแสดงความสัมพันธ์ค่าไฟฟ้าในรอบปี

- ประเภทอาคาร A อาคารที่ใช้ระบบไฟฟ้าเกิน 12-24 กิโลวัตต์ประเภท
- อาคาร B อาคารที่ใช้ระบบไฟฟ้าเกิน 12-24 กิโลวัตต์



ที่มาข้อมูล : จากการสำรวจวิเคราะห์สถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ปี 2554

ภาพที่ 4 สัดส่วนการใช้พลังงาน และกราฟแสดงความสัมพันธ์

ค่าไฟฟ้าอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ที่มา : งานอาคารสถานที่ สำนักงานอธิการบดี

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

สรุปผลการวิจัย

การออกแบบปรับปรุงประสิทธิภาพของเทคโนโลยีอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน ควรศึกษาและวิเคราะห์ ถึงสภาพของตัวอาคาร ที่ตั้งประโยชน์ใช้สอย และการปรับปรุงจะต้องไม่กระทบต่อสภาพการใช้ประโยชน์ของอาคารอย่างต่อเนื่อง พร้อมทั้งให้ความสำคัญต่อแนวทางการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน และสามารถนำผลการศึกษาเพื่อปรับปรุงไปปฏิบัติได้จริงตามบริบทที่เป็นอยู่ ความสำคัญของการศึกษาจึงมุ่งเน้นเพื่อลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่อาคารโดยเฉพาะด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และทิศตะวันตกเฉียงใต้ เนื่องจากเป็นทิศที่รับแสงจากดวงอาทิตย์โดยตรง ผู้วิจัยจึงศึกษาเพื่อเลือกสรรและออกแบบอุปกรณ์กันแดดที่เหมาะสม เพื่อประสิทธิภาพในการบังแดดเนื่องจากแสงแดดเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อสภาวะความสบาย(Comfort Zone)ภายในอาคาร และความสามารถในการลดการใช้พลังงานภายในอาคาร

ในการพิจารณาปรับปรุงประสิทธิภาพของกรอบอาคาร ซึ่งมีผลต่อเนื่องกับการใช้พลังงานจากเครื่องปรับอากาศเนื่องจากภาวะของความร้อนที่ถูกถ่ายเทเข้าสู่อาคาร การปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกรอบอาคารสามารถลดการถ่ายเทความร้อนรวมให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานหรือต่ำกว่ามาตรฐานตามที่พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 กำหนด จะสามารถลดค่าภาระการทำความเย็นรวม (Cooling Load) ภายในอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน

จากผลการวิจัยสามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาการใช้เทคโนโลยีอาคารเพื่อสนับสนุนการประหยัดพลังงานโดยสามารถดำเนินการได้และยังสามารถบูรณาการออกแบบสู่อาคารอื่น ๆ เพื่อเป็นต้นแบบในการปรับปรุง



ผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัย โดยกำหนดให้อาคารเฉลิมพระเกียรติ 15 ชั้น เป็นต้นแบบของการศึกษาปรับปรุงพบว่า

1. ก่อนการปรับปรุง การถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร (Overall Thermal Transfer Value หรือ OTTV) มีค่าการถ่ายเทความร้อนเท่ากับ 73.00 วัตต์ต่อตารางเมตร และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาเท่ากับ 55.68 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งทั้งสองเกินค่ามาตรฐานตามที่พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ซึ่งกำหนดให้ค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังกรอบอาคารเท่ากับ 45 วัตต์ต่อตารางเมตร และหลังคาเท่ากับ 25 วัตต์ต่อตารางเมตร จากการศึกษาพบว่าสาเหตุหลักเป็นผลมาจากผนังด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงเหนือของอาคาร ได้รับแสงอาทิตย์สาดส่องตลอดเวลาในช่วงเช้าและช่วงบ่าย โดยที่ลักษณะของอุปกรณ์บังแดดเดิมไม่สามารถบังแสงแดดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ความร้อนที่แผ่เข้ามาภายในอาคารมีปริมาณมากเกินไป จึงเกิดการสะสมความร้อนภายในอาคารมาก กอปรกับผนังส่วนที่เป็นผนังทึบเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 10 เซนติเมตร มีค่าสัมประสิทธิ์ส่งผ่านความร้อนรวม (U) เท่ากับ 3.26 วัตต์ต่อตารางเมตรต่อองศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่าผนังก่ออิฐฉาบปูนมีคุณสมบัติในการถ่ายเทความร้อนที่ต่ำมาก ส่งผลให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงจากการสะสมความร้อนที่แผ่เข้ามาจากภายนอกอาคาร ซึ่งมีผลต่อการใช้พลังงานสำหรับระบบปรับอากาศภายในอาคารทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานไฟฟ้าสูง

2. ในส่วนของระบบแสงสว่างภายในอาคารพบว่าระบบแสงสว่างเดิมติดตั้งหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 3 x 36 วัตต์ จำนวน 9 ชุด เท่ากับ

27 หลอด บริเวณกระดานดำจำนวน 3 หลอด รวมทั้งสิ้น 30 หลอดในแต่ละห้องเรียน โดยมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยเท่ากับ 544 lux ต่อตารางเมตร ซึ่งเกินกว่ามาตรฐานความส่องสว่างที่กรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานกำหนดไว้สำหรับห้องเรียนได้แก่ 500 lux ต่อตารางเมตร จากการสำรวจพบว่าหลอดไฟฟ้าทั้งหมดภายในอาคารมี จำนวน 1,080 หลอด จากห้องเรียนทั้งสิ้นจำนวน 40 ห้อง คิดเป็นค่าไฟฟ้าเฉลี่ยก่อนการปรับปรุงเท่ากับ 145,719 บาทต่อปี หรือเท่ากับการบริโภคพลังงานไฟฟ้า 213,406.42 กิโลวัตต์ ต่อปี โดยคำนวณจากค่าเฉลี่ยการใช้แสงสว่าง 8 ชั่วโมงต่อวัน

3. ในส่วนของระบบปรับอากาศภายในอาคาร พบว่าระบบปรับอากาศภายในอาคารเป็นระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนที่มีอายุการใช้งานเฉลี่ยเกิน 7 ปี โดยมีระยะเวลาการใช้งานเฉลี่ย 8 ชั่วโมงต่อวัน จากผลการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกอาคารเข้าสู่ภายในอาคาร ก่อนการปรับปรุงมีผลต่อการสะสมความร้อนภายในอาคารทำให้การบริโภคพลังงานไฟฟ้ามีปริมาณที่สูง เนื่องจากระบบปรับอากาศมีหน้าที่โดยตรงต่อการปรับอากาศให้อุณหภูมิภายในอาคารให้อยู่ในสภาวะความสบาย (Comfort Zone) จากการศึกษาโดยคำนวณภาระการทำความเย็นของห้องเรียนที่สัมพันธ์กับการถ่ายเทความร้อนรวม พบว่าค่าภาระการทำความเย็นเท่ากับ 183,826.12 วัตต์ต่อปี เท่ากับการบริโภคพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 790,750.79 กิโลวัตต์ต่อปี คิดเป็นค่าไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 1,346,988 บาทต่อปี ซึ่งการบริโภคพลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศของอาคารเฉลิมพระเกียรติ 15 ชั้น เทียบเท่ากับการบริโภคพลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของอาคาร

อภิปรายผล

การศึกษาเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของเทคโนโลยีอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ผู้วิจัยกำหนดให้การปรับปรุงนี้สามารถนำไปสู่การปฏิบัติให้มีผลเป็นรูปธรรมได้ทันทีโดยไม่ส่งผลกระทบต่อกิจกรรมหรือการใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่องจากตัวอาคารของมหาวิทยาลัย ไม่ส่งผลกระทบต่อรูปทรงทางสถาปัตยกรรมและโครงสร้างของตัวอาคาร และไม่ใช้งบประมาณสูงในการปรับปรุง ผู้วิจัยจึงกำหนดการแก้ปัญหาด้านการลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคารก่อนซึ่งจะส่งผลให้ค่าภาระความเย็นรวมของห้องเรียนลดลง สำหรับระบบแสงสว่างภายในอาคาร ผู้วิจัยเน้นการปรับปรุงเทคโนโลยีของอุปกรณ์หลอดไฟฟ้าเพื่อประหยัดพลังงานและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งาน โดยสามารถอภิปรายผลการวิจัยดังนี้

1. ในส่วนของผนังทึบของกรอบอาคาร จากการศึกษาและวิเคราะห์ถึงคุณสมบัติของวัสดุ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวม (U) ต่ำและค่าการต้านทานการถ่ายเทความร้อนรวม (R) สูง การวิจัยจึงกำหนดให้เพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันทางถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารของผนังมากขึ้น โดยวิธีการกรุทึบผนังเดิมภายในอาคารด้วยวัสดุโพลียูรีเทนโฟมที่มีความหนา 4 เซนติเมตร ปิดทับด้วยแผ่นยิบซัมบอร์ด หนา 13 มิลลิเมตร และทาสีขาวภายใน ซึ่งจะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการถ่ายเทความร้อนสูงกว่าผนังก่ออิฐฉาบปูนและผนังอื่น ๆ

2. การออกแบบและปรับปรุงประสิทธิภาพของผนังกระจก ซึ่งเป็นส่วนประกอบของหน้าต่างที่เป็นกรอบโดยตรงของอาคาร กรอบอาคารเดิมใช้วัสดุชนิดกระจกใสหนา 6 มิลลิเมตร ยึดติดกับกรอบบานเหล็ก จากการวิจัยพบว่าการใช้วิธีติดฟิล์มกรอง

แสงจะสามารถดำเนินการได้เลยแต่อาจมีปัญหาต่อแสงสว่างจากธรรมชาติเข้าสู่ภายในอาคารบ้างเล็กน้อย ซึ่งพบว่า แสงสว่างที่เข้าสู่ภายในอาคารมีความเพียงพอต่อการใช้ประโยชน์ และมีความสบายต่อสายตาของผู้ใช้อาคาร

3. การออกแบบปรับปรุงติดตั้งอุปกรณ์กันแสงแดด เพื่อป้องกันแสงแดดสาดส่องเข้าสู่อาคารส่งผลให้อุณหภูมิภายในอาคารเพิ่มสูงขึ้น จึงกำหนดให้การติดตั้งอุปกรณ์กันแสงแดดเป็นแบบแผงกันแดดแนวนอนทำมุม 30 องศา ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกันแสงแดดได้ดีทั้งตลอดปี และยังป้องกันเรื่องของฝนสาดและแรงลมได้เป็นอย่างดี โดยเลือกใช้อุปกรณ์ ที่เป็นวัสดุอลูมิเนียม ซึ่งมีน้ำหนักเบา ง่ายต่อการติดตั้ง สะท้อนความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำความสะอาดง่ายและให้ความสวยงามแก่ตัวอาคาร ซึ่งสามารถดำเนินการและปรับปรุงได้ทันที โดยยกเลิกการใช้แผงกันแดดเดิมทั้งหมด แต่อาจมีราคาที่สูงกว่าวัสดุชนิดอื่นบางชนิด

4. การออกแบบปรับปรุงในส่วนของหลังคา จากการศึกษาและวิเคราะห์ถึงคุณสมบัติของวัสดุที่เป็นหลังคาเดิมของอาคารซึ่งมีลักษณะเป็นหลังคาแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก (Flat Slab) และหลังคาแบบกระเบื้องลอนคู่ การปรับปรุงยังคงรักษารูปแบบของหลังคาเดิม โดยเลือกใช้วิธีเสริมวัสดุฉนวนกันความร้อนภายใต้หลังคาซึ่งเป็นฉนวนกันความร้อนแบบห่อด้วยพอลิเอทิลีนทั้ง 2 ด้านมีความหนา หนา 25 มิลลิเมตร ภายในเป็นวัสดุฉนวนใยแก้ว วางบนฝ้าเพดานแบบยิบซัมบอร์ดหนา 12 มิลลิเมตร ซึ่งฉนวนชนิดดังกล่าวมีคุณสมบัติป้องกันการแผ่ความร้อนจากหลังคาสู่ภายในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศโดยตรง



5. ผลการวิเคราะห์ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร(Overall Thermal Transfer Value หรือ OTTV) ทั้ง 4 ด้าน และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (Roof Thermal Transfer Value หรือ RTTV) จากการปรับปรุงพบว่า ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมในส่วนของผนังทั้ง 4 ด้าน เท่ากับ 44.56 วัตต์ต่อตารางเมตร และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมในของส่วนหลังคา เท่ากับ 10.56 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งเห็นได้ว่าการปรับปรุงแล้วค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการปรับปรุงถึง 28.52 วัตต์ต่อตารางเมตร และส่วนของหลังคาลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการปรับปรุง 45.12 วัตต์ต่อตารางเมตร จากผลของค่า OTTV ที่ลดลงส่งผลต่อค่าภาระการทำความเย็นรวมของอาคารลดลงจากเดิม 183,826.12 วัตต์ต่อตารางเมตร เป็น 111,627.00 วัตต์ต่อตารางเมตรซึ่งลดลงถึงร้อยละ 39

6. การประเมินผลการใช้พลังงานไฟฟ้า ในส่วนของระบบปรับอากาศหลังจากการปรับปรุงกรอบอาคารและหลังคาสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากเดิม 790,758.70 กิโลวัตต์ต่อปี เหลือ 482,362.86 กิโลวัตต์ต่อปี โดยสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าภายในอาคารร้อยละ 39 คิดเป็นค่าไฟฟ้าที่ลดลงเฉลี่ยเดือนละ 19,927.35 บาท

7. การประเมินผลการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของระบบแสงสว่างภายในอาคารหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพของหลอดไฟโดยเปลี่ยนจากหลอดไฟธรรมดาเป็นหลอดคอมชนิด T5 ซึ่งพบว่าการใช้หลอดไฟฟ้าประเภท T5 สามารถลดการใช้หลอดลงร้อยละ 4 ของการใช้หลอดไฟฟ้าทั้งหมดโดยมีค่าความสว่างเท่าเดิม และคุณสมบัติของหลอดชนิดนี้ยังช่วยลดการบริโภคพลังงานไฟฟ้าถึง 244 วัตต์ต่อห้อง หรือคิดเป็นร้อยละ 65 เมื่อเปรียบเทียบ

กับหลอดไฟฟ้าชนิดธรรมดาที่ใช้อยู่ โดยหลอดชนิดธรรมดาทั้งหมดในอาคารบริโภคพลังงาน 213,406.42 กิโลวัตต์ต่อปี คิดเป็นค่าไฟฟ้า 355,537 บาทต่อปี การปรับปรุงโดยวิธีเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นหลอดคอมชนิด T5 สามารถลดการบริโภคพลังงานไฟฟ้าสำหรับการให้แสงสว่างลงเหลือ 74,692.25 กิโลวัตต์ต่อปี คิดเป็นค่าไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 231,099.05 บาทต่อปี ซึ่งลดลง 124,437 บาทต่อปี

8. ผลการวิเคราะห์ด้านการลงทุน พบว่า ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงกรอบอาคารและหลังคาอาคาร สามารถประมาณการได้ทั้งสิ้น 4,315,905 บาท และค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าจากหลอดธรรมดาเป็นหลอดคอมชนิด T5 เท่ากับ 108,000 บาท รวมค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงเทคโนโลยีอาคารทั้งสิ้น 4,423,905 บาท สำหรับการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนเพื่อปรับปรุงโดยเปรียบเทียบกับค่าไฟฟ้าที่ลดลงสำหรับระบบปรับอากาศพบว่าจะมีระยะเวลาในการคืนทุน 8 ปี 2 เดือน โดยพิจารณาจากต้นทุนของการดำเนินการติดตั้งเมื่อเทียบกับไฟฟ้าที่ลดลงและสำหรับระบบให้แสงสว่างจะมีระยะเวลาในการคืนทุน 1 ปี 1 เดือน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลจากการศึกษาจะสามารถกำหนดวิธีการจัดการเทคโนโลยีอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานรูปธรรม รวมทั้งสามารถบูรณาการกับนโยบาย และแผนการอนุรักษ์พลังงานของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครโดยประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ คือ

1. ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยฯ
2. เพื่อให้อาคารเฉลิมพระเกียรติ 15 ชั้น เป็นอาคารต้นแบบในการอนุรักษ์
3. พัฒนาขีดความสามารถในการอนุรักษ์พลังงานของมหาวิทยาลัยฯ ต่อการประเมิน

ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของสำนักงาน
คณะกรรมการการอุดมศึกษา

4. ข้อเสนอแนะต่อมหาวิทยาลัย ฯ เกี่ยวกับการจัดการเทคโนโลยีอาคาร การปรับปรุงแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกอาคาร รวมทั้งเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานสำหรับผู้ใช้อาคารและผู้ที่เกี่ยวข้อง

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยข้างต้นพบว่ารูปแบบของการปรับปรุงอาคารรวมทั้งวัสดุที่นำมาใช้ ไม่มีผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์จากตัวอาคารจึงไม่จำเป็นต้องปิดอาคารเพื่อการปรับปรุง ผลการวิจัยยังพบว่าการปรับปรุงไม่มีผลต่อรูปแบบทางสถาปัตยกรรมของอาคารและไม่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างของตัวอาคาร ดังนั้นผู้วิจัยจะนำผลการวิจัยดังกล่าวนี้เสนอต่อคณะทำงานด้านการอนุรักษ์พลังงานของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โดยการปรับปรุงเทคโนโลยีอาคารของอาคารเฉลิมพระเกียรติ 15 ชั้นนั้นสามารถนำไปสู่การปฏิบัติให้มีผลเป็นรูปธรรมได้ทันทีโดยไม่กระทบต่อกิจกรรมหรือการใช้ประโยชน์

อย่างต่อเนื่องจากตัวอาคารของมหาวิทยาลัยฯ ส่วนราคาของวัสดุและอุปกรณ์ที่นำมาปรับปรุงจะสามารถเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ตามสภาพของการติดตั้งและช่วงเวลาของการดำเนินการ

สำหรับข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ผู้ที่จะทำการวิจัยสามารถศึกษาการจัดการเทคโนโลยีอาคารเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้งานและการอนุรักษ์พลังงานของอุปกรณ์อาคารในส่วนอื่น อาทิ ระบบลิฟท์ บั๊มน้ำ รวมทั้งการพัฒนาอาคารให้เป็นอาคารสีเขียว หรืออาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมโดยพิจารณาเทคโนโลยีอาคารหรืออุปกรณ์อาคารที่เหมาะสมกับเทคโนโลยีในอนาคต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่องและยั่งยืนต่อไป รวมถึงการสนับสนุนในเชิงนโยบายในระดับของการบริหารงานอาคารภายในมหาวิทยาลัยเพื่อกำหนดเป็นนโยบายเชิงประจักษ์ให้ออกแบบและปรับปรุงประสิทธิภาพของอาคารให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการอนุรักษ์หรือการออกแบบเพื่อให้สอดคล้องของสถาบันอาคารเขียว



เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). โครงการวิจัยนโยบายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศไทย. สถาบันทรัพย์สินทางปัญญา แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- กิตติพงศ์ ลัจจ์นทร์ และ ทัด ลัจจ์จะวาที.(2549). ก่อสร้างอาคาร. : บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- เฉลียว บุรีภักดิ์ และคณะ. (2546). ชุดการศึกษาคั่นคว่ำรายวิชา 6608601 เทคนิควิธีในการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาการจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- ตระการ ก้าวกลีกรรม. (2544) คู่มือฉนวนความร้อน . พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัท เอ็ดดูเคชั่น จำกัด
- ตรึงใจ บุรณสมภพ และคณะ.(2546). มหาวิทยาลัยสีเขียว. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
- นฤมล พินเนียม ชนะไพฑูรย์. และคณะ. (2547). ชุดการศึกษาคั่นคว่ำ รายวิชา 6607201 เทคโนโลยีระบบนวัตกรรมและพลวัตทางระบบ. หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาการจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- เป็รื่อง กิจรัตน์ภรณ์ เฉลียว บุรีภักดิ์ และคณะ. (2547). ชุดการศึกษาคั่นคว่ำรายวิชา 6607202 หลักการของการจัดการเทคโนโลยี. หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาการจัดการเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- พงศ์พันธ์ วรสุนทรโอสถ. (2541). วัสดุก่อสร้าง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัทซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด
- วัชระ มั่งวิฑิตกุล.(2550). การลดค่าใช้จ่าย. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ : บริษัทเรียลยูพาเวอร์ จำกัด
- สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์. (2547). สร้างสรรค์ อาคารสบาย สถาปนิก 47 กรุงเทพฯ : สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์
- สมลธิธิ นิตยะ. (2541). การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศร้อนชื้น. โครงการตำราคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ ฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนทร บุญญาธิการ. นวัตกรรมการใช้กระจกสำหรับเมืองร้อนชื้น. กรุงเทพฯ ฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด คูลพรินทร์
- สารศาสตร์ สถาปัตย์.(2541). วารสารวิชาการภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ ฉบับที่ 1 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ ฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Environmental Design CIBSE Guide A. (1999).The Chartered Institution of Building Services Engineers. p. 1-23
- Marsh, William M. (1991) Landscape Planning : Environmental Applications. New York : John Wiley& Sons,
- Rubenstein, Harvey M. (1980). A Guide to site and environmental Planning. New York : John Wiley & Sons,