

**การศึกษาการลดภาระความร้อน จากอุปกรณ์กันแดดภายนอกอาคาร
ในพื้นที่หน้าต่างกระจก เพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า
ในเครื่องปรับอากาศ : กรณีศึกษา ห้องสมุด ชั้นสอง อาคารสันตนาการ
สถาบันมะเร็งแห่งชาติ**

**A STUDY OF LOAD REDUCTION BY OUTSIDE SHADING
DEVICE ON THE FENESTRATION
AREA FOR ELECTRICAL SAVEING IN AIR CONDITIONING:
CASE STUDY LIBRARY ON 2nd FLOOR, SUNTHANAKARN
BUILDING, NATIONAL CANCER INSTITUTE**

กัญจน์ ญาณะชัย¹, อีรุฒิ คูหาเปรมะ², พวงมุกดา วาญักตร์²

¹ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

² สถาบันมะเร็งแห่งชาติ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นผลสืบเนื่องจากนโยบายปรับปรุงสภาพแวดล้อมทางกายภาพของสถาบันมะเร็งแห่งชาติที่เริ่มมาตั้งแต่ เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการทำงาน ภายใต้ความร่วมมือกับคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับการประหยัดพลังงานในอาคาร โดยใช้ห้องสมุดของสถาบันฯ ซึ่งอยู่ ณ ชั้นสองของอาคารสันตนาการ เป็นกรณีศึกษา มีขนาดความกว้าง 8.70 เมตร ยาว 32 เมตร และสูงเท่ากับ 3 เมตร คิดเป็นพื้นที่ใช้สอยทั้งหมด 278.4 ตารางเมตร

วัตถุประสงค์ เพื่อการส่งเสริมความรู้ในเรื่องการประหยัดพลังงานในอาคารราชการ รวมทั้งการศึกษาอิทธิพลของช่องเปิดกระจกที่มีพื้นที่มากกว่า ร้อยละ 50 ของกรอบอาคาร และอยู่ในตำแหน่งที่รับความร้อนวิกฤติ

ขั้นตอนในการดำเนินงาน เริ่มต้นจากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมง ก่อนและหลังติดตั้งอุปกรณ์กันแดด ณ ตำแหน่งภายใน และภายนอกของพื้นที่กรณีศึกษา อุณหภูมิปรับอากาศ อุณหภูมิอากาศภายนอก รวมทั้งอุณหภูมิของอุปกรณ์กันแดดด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ และตะวันออกเฉียงใต้ และนำมาวิเคราะห์ประกอบกับทฤษฎีภาระความร้อน และกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 และกฎกระทรวง พ.ศ. 2552 ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดประเภท ขนาดของอาคาร หลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

1. เปรียบเทียบค่าสัดส่วนพื้นที่ปรับอากาศต่อต้นความเย็น ตามมาตรฐานทั่วไปกำหนดที่ 27 ตารางเมตรต่อต้นความเย็น ในขณะที่พื้นที่ปรับอากาศของกรณีศึกษาอยู่ที่ 10.31 ตารางเมตรต่อต้นความเย็น ทำให้สามารถสรุปได้ว่า พื้นที่กรณีศึกษามีการใช้ระบบการทำความเย็นที่สูงกว่ามาตรฐาน ถึง 2.62 เท่า

2. ศึกษาค่าช่วงของระดับอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุดของพื้นที่ยกเป็นกรณีศึกษา ก่อนการติดตั้งอุปกรณ์กันแดดเท่ากับ 24.9 – 26.2 °C มีค่าช่วงที่กว้างกว่า ค่าช่วงหลังการติดตั้งอุปกรณ์กันแดด ซึ่งเท่ากับ 24.2 – 24.9 °C โดยเฉพาะเวลาตอนบ่าย ซึ่งสาเหตุมาจากอิทธิพลความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่สามารถส่งผ่านช่องกระจกโดยตรง โดยปราศจากเครื่องปิดกัน

ค่าช่วงอุณหภูมิที่แสดงข้างต้น ยังสามารถแสดงการทำงานของระบบเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น หลังการติดตั้งอุปกรณ์กันแดด จากการรักษาระดับอุณหภูมิคงที่ตลอดเวลาการใช้งาน

3. การศึกษาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบรวมด้านนอก (OTTV) ที่แตกต่างกัน ระหว่างก่อนการติดตั้งอุปกรณ์กันแดด เท่ากับ 142.04 Watt/M² กับค่า OTTV หลังการติดตั้งอุปกรณ์กันแดด ซึ่งเท่ากับ 53.41 Watt/M² แสดงค่าที่ลดลงของการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบรวมด้านนอกเหลือ 88.63 Watt/M² หรือเท่ากับ 62.4% ถึงแม้ว่าจะมีการปรับปรุงกรอบนอกอาคาร โดยการติดตั้งอุปกรณ์กันแดด แต่ก็ยังปรากฏว่าผลลัพธ์ของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบรวมด้านนอก OTTV มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กฎหมายอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ที่กำหนดไว้ว่าต้องไม่เกิน 45 Watt/M² และกฎกระทรวง พ.ศ. 2552 กำหนดให้อาคารสำนักงาน ต้องไม่เกิน 50 Watt/M² ตามลำดับ

4. ศึกษาทฤษฎีการระความร้อนในเครื่องปรับอากาศ ที่เกิดจากปัจจัยที่มีอิทธิพลทั้งภายนอกและภายในอาคาร ที่สามารถนำไปสู่การสรุปผลได้สองประการ คือ การกำหนดขนาดกำลังต้นความเย็นของเครื่องปรับอากาศที่จะติดตั้งและค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือน ผลที่เกิดขึ้นประการแรกจากการติดตั้งอุปกรณ์กันแดด ได้ช่วยลดขนาดต้นความเย็นของเครื่องปรับอากาศ จาก 26.14 เป็น 17.84 ต้นความเย็น หรือลดลง 31.73% ประการที่สอง ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าต่อเดือนที่ลดลงจาก 42,458.29 บาท เป็น 28,984.38 บาท ซึ่งช่วยประหยัด 13,473.91 บาท (กำหนดข้อมูลในการคำนวณ 22 วันทำงานต่อเดือน, 7 ชั่วโมงการทำงานต่อวัน และราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วย เท่ากับ 3 บาท)

ผลสรุปของงานวิจัยนี้ได้แสดงถึงความสำคัญของตำแหน่งของช่องเปิดหน้าต่างกระจกในงานสถาปัตยกรรมภายใต้ภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับข้อจำกัดของการใช้พื้นที่ของสถาบันมะเร็งแห่งชาติ ซึ่งจะต้องใช้การแก้ปัญหาดังกล่าวโดยการใช้อุปกรณ์กันแดด เพื่อช่วยต้านทานรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ เมื่อกลับมาพิจารณามูลค่าของการลงทุนอุปกรณ์กันแดด 220,000 บาท จะได้ระยะเวลาที่คืนทุนเท่ากับ 16.33 เดือน หรือ 1.36 ปี

ถึงแม้ว่ารูปแบบของอุปกรณ์กันแดดอาจจะไม่เป็นที่น่าสนใจ และอาจไม่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้สอยอาคาร แต่ผลลัพธ์จากการใช้อุปกรณ์ดังกล่าว จะนำไปสู่การพัฒนาแบบใหม่ ๆ ของอุปกรณ์กันแดดภายใต้หัวข้อเรื่องใหญ่ของการนำไปสู่การเป็นอาคารที่มีสภาวะความสบาย รวมทั้งช่วยในการประหยัดพลังงานในอนาคตอันใกล้

คำสำคัญ: การลดภาระความร้อน, อุปกรณ์กันแดดภายนอกอาคาร, หน้าต่างกระจก, การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ

Abstract

This research project, concerning with energy saving in building, had been originated since February 2007 from the National Cancer Institute (NCI), the policy on developing the proper physical surroundings environments, co-operated with the Faculty of Architecture, Kasem Bundit University.

NCI - IT Library, as case study, on the second floor of Santhanakarn building, total area about 278.4 square-meters, 8.70 meters width, 32 meters length, and 3 meters in height.

The Objectives, mainly, showed the energy saving knowledge in government building, including the study of influence of fenestrations which had more than 50% of envelope area, and also had been fixed on the critical heat position.

The Processes began with collecting data, the hourly temperatures before and after installation the shading device at the case study area, also inside-outside temperature and shading devices' temperatures on south-west, south-east, which conducted to analyze the Cooling Load Theory and 1992's the Energy Conservation Regulation

1. Comparison the portion of air conditioning service area per ton refrigeration, between the general standard data of air conditioning as 27 M²/ Ton Refrigeration (TOR), and the present using of case study area as 10.3127 M²/ TOR, could be concluded that the case study area used 2.62 times more higher than standard data.

2. Studies, the maximum and minimum ranges of case study area, before installation shading device as 24.9 - 26.2 °C, showed wider than the ranges after installation the shading device as 24.2 - 24.9 °C, especially in the afternoon, which caused from the solar radiation transfer to the facing fenestrations, directly, without obstructers.

The temperature ranges, have been shown above, could be shown the better in efficacious air conditioning system to maintain the required temperature level after installation the shading devices.

3. By studies the Overall Thermal Transfer Value (OTTV) difference, between before and after installation the shading device, as 142.04 Watt/M² and 53.41 Watt/M² showed decreasingly 88.63 Watt/M² or 62.4 in percentage.

In spite of the last Overall Thermal Transfer Value (OTTV) was improved, by installation the shading device, the result still indicated value higher than the legally limited Overall Thermal Transfer Value (OTTV) from the 1992's Energy Conservation Regulation, be noteworthy not over than 45 Watt/M², as shown.

4. By studies about the cooling load theory, caused from external load and internal load, could be indicated 2 conclusions; the size setting of air-conditioning and monthly expense for electrical bill.

Firstly result, after installation the shading device, the totally ton refrigeration (TOR) of air conditioning size setting reduced from 26.14 to 17.84 as 31.73 % in average.

Secondary, the reducing of the monthly energy expense had been shown from 42,458.29 baht to 28,984.38 baht, as 13,473.91 baht in saving. (Remark: 22 working days, 7 hours per day and the electrical unit price 3 baht.

The final conclusion indicated how significance of the fenestration orientation for tropical climate. However the limited of the site area, the National Cancer Institute solved the problems by using the shading devices, to resist the heat from the solar radiation. Consideration about the cost of shading device investment was about 220,000 baht, so the pay back period would be about 16.33 months or 1.36 years.

In spite of the figuring of the shading device would not combine all consumer requirements, but the result of using these device may be approachable to develop new trends of the shading device, under the theme of comfort zone and energy saving in building, in the near future.

Key word: Load Reduction, Outside Shading Device, the Fenestration Area, Electrical Saving in Air Conditioning

บทนำ

ผลงานวิจัยนี้เกิดจากการดำเนินงานของคณะกรรมการที่ปรึกษาภาคประชาชน ภายใต้นโยบายการปรับปรุงสภาพแวดล้อมทางกายภาพของสถาบันฯ ซึ่งเริ่มดำเนินงานอย่างเป็นทางการมาตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 โดยได้รับความร่วมมือจากคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยที่ปัจจุบันพื้นที่ ประมาณ 5 ไร่ ของสถาบันฯ มะเร็งแห่งชาติ ประกอบด้วยสามอาคาร ได้แก่ อาคารดำรงนिरาดูร์ อาคารวิเคราะห์และบำบัด และอาคารหลังสุดท้าย อาคารสหนาการ ซึ่งผู้วิจัยจะใช้พื้นที่ห้องสมุดชั้นสอง เป็นกรณีศึกษา ในการสำรวจครั้งแรกปรากฏว่าตำแหน่งของช่องหน้าต่างกระจกของห้องสมุดอยู่ในทิศที่รับความร้อนของดวงอาทิตย์โดยตรง กล่าวคือ ช่องเปิดทางด้านตะวันออกเฉียงใต้ จะรับรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงเช้า และช่องเปิดทางด้านตะวันตกเฉียงใต้จะรับรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงบ่าย อีกทั้ง

ช่องเปิดทั้งสองยังติดกับลานคอนกรีตที่มีสภาพพื้นผิวที่สะสมความร้อน และมีแนวโน้มที่จะแผ่รังสีความร้อนเข้าสู่อาคารได้ทางช่องเปิดหน้าต่างกระจกที่ไม่มี การบังแดด จากข้อมูลพื้นที่ของช่องเปิดทั้งหมดเป็นกระจกหนา 6 มม. จำนวน 18 ช่อง และมีพื้นที่ช่องกระจกรวม 124.44 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 44.70 ต่อพื้นที่ใช้สอยทั้งหมด และ 50.96% ต่อพื้นที่ผนัง

แนวความคิดและทฤษฎีที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ได้แก่ การศึกษาเปรียบเทียบลักษณะองค์ประกอบสำคัญสำหรับอาคารในเขตร้อนชื้นเพื่อการประหยัดพลังงานกับสภาพแวดล้อมของพื้นที่ที่ศึกษา รวมทั้งการวิเคราะห์ ผลของการประหยัดพลังงานจากสาระในกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน และทฤษฎีภาวะความร้อนในเครื่องปรับอากาศ โดยจะกล่าวโดยสังเขป ดังนี้

1. การศึกษาเปรียบเทียบลักษณะองค์ประกอบสำคัญสำหรับอาคารในเขตร้อนชื้นเพื่อการประหยัดพลังงาน กับสภาพแวดล้อมของพื้นที่ที่ยกเป็นกรณีศึกษา

จากลักษณะองค์ประกอบสำคัญ 4 ประการสำหรับอาคารในเขตร้อนชื้น [1] ที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานในเรื่องที่ควบคุมปริมาณความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์

1.1 รูปแบบอาคารและการวางอาคารในทิศทางที่เหมาะสม (Building Placement and Orientation) โดยวางอาคารด้านแคบเข้าหาทิศตะวันออกและตะวันตก เพื่อหลบเลี่ยงการปะทะความร้อนจากแสงอาทิตย์ แต่เมื่อพิจารณาข้อจำกัดในเรื่องพื้นที่ใช้สอยของสถาบันมะเร็งแห่งชาติดังนั้นการวางตำแหน่งอาคารที่เหมาะสมตามข้อกำหนดดังกล่าวจึงไม่สามารถทำได้ ต้องใช้วิธีการแก้ปัญหาอาคาร โดยการใช้อุปกรณ์กันแดดแทน (Shading Devices)

1.2 การให้ร่มเงาแก่บริเวณรอบอาคารและกรอบอาคาร (Providing External Shade) จะเห็นว่าการปลูกต้นไม้ในฝั่งพื้นที่โรงพยาบาลรามาริบัติทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ แต่ก็ได้สร้างพื้นที่ร่มเงาบนหน้าต่างช่องแสงให้กับอาคารสันตนาการของสถาบันฯ ตลอดทั้งวันและมากเพียงพอ ฉะนั้นการติดตั้งอุปกรณ์บังแดดทางทิศตะวันตกเฉียงใต้จึงเป็นส่วนที่ช่วยสร้างพื้นที่ร่มเงาบนพื้นที่กระจก

สำหรับช่องเปิดของห้องสมุดทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งติดกับลานจอดรถคอนกรีตของสถาบันฯซึ่งปัจจุบันก็มีพื้นที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการ ฉะนั้นการที่จะสร้างพื้นที่ร่มเงาโดยการปลูกต้นไม้กระทำได้ยากมากยิ่งขึ้น วิธีการที่ดีที่สุดก็คือการติดตั้งอุปกรณ์บังแดดเช่นกัน

1.3 การลดความร้อนจากแสงแดดที่สะท้อนจากผิวพื้น (Reducing Reflective from the Ground) โดยพิจารณาปรับเปลี่ยนวัสดุพื้นผิว จะเห็นว่า อาคาร

สันตนาการล้วนล้อมรอบด้วยผิวคอนกรีตทั้งจากบริเวณลานจอดรถทิศตะวันออกเฉียงใต้ และลานเอนกประสงค์ของโรงพยาบาลรามาริบัติทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ตามลำดับ การลดความร้อนจากการปรับเปลี่ยนคุณสมบัติผิวพื้นวัสดุโดยรอบเพื่อลดความร้อนจากแสงแดดสะท้อนกลับเข้ามาสู่อาคารจึงไม่สามารถกระทำได้

1.4 การใช้อุปกรณ์กันแดด (Shading Devices) เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยลดการสูญเสียพลังงานจากการลดลงของการส่งผ่านความร้อนผ่านกรอบอาคาร โดยสามารถที่จะติดตั้งทั้งภายในและภายนอกอาคาร ในบริเวณช่องโปร่งแสง และผนังทึบ แต่ลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์กันแดด (Shutter) ภายนอกอาคาร จะช่วยลดความเค้นทางความร้อนในกระจกกลางได้ ดังนั้นจึงถูกพิจารณานำมาใช้ในงานวิจัยนี้

ก่อนที่จะเริ่มทำโครงการวิจัยนี้ ได้มีการติดตั้งมู่ลี่สีเงินภายในอาคาร ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างอุปกรณ์กันแดดที่ติดตั้งภายในและภายนอกอาคาร

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติของการกันแดด ของอุปกรณ์ในห้องสมุด [1]

รูปแบบอุปกรณ์กันแดด	ค่า Transmitted Radiation Impact	หมายเหตุ
1. อุปกรณ์กันแดดติดตั้งภายในอาคาร : มู่ลี่สีเงิน (Inside Venetian Blind Reflective Aluminum)	0.45	ติดตั้งเรียบร้อยแล้ว
2. อุปกรณ์กันแดดติดตั้งภายนอกอาคาร : แบบเกล็ด (Outside Venetian Blind)	0.15	ดำเนินการติดตั้งในงานวิจัย

หมายเหตุ: Transmitted Radiation Impact สามารถเปรียบได้กับ Shading Coefficient ที่ไม่เกิน 1

จากตารางที่แสดงข้างต้น อาจตั้งสมมุติฐานว่า การติดตั้งอุปกรณ์กันแดดภายนอกอาคาร จะช่วยในการลด การส่งผ่านความร้อนเข้ามาในอาคารจากเดิม 45% เป็น 15%

2. ศึกษากฎหมายอนุรักษ์พลังงาน และ ทฤษฎีการะความร้อนในเครื่องปรับอากาศ

เพื่อบรรลุเป้าประสงค์ในการแสดงถึงการเป็นอาคารที่บริโภคพลังงานที่ลดน้อยลง จึงมีการดำเนินงานเก็บข้อมูลอุณหภูมิทั้งก่อนและหลังการติดตั้งอุปกรณ์กันแดดภายนอกอาคาร รวมทั้งข้อมูลสภาพแวดล้อมของพื้นที่ที่ยกเป็นกรณีศึกษา

2.1 กฎหมายอนุรักษ์พลังงาน ภายใต้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 เมื่อปี พ.ศ. 2535 โครงการอนุรักษ์พลังงานระดับประเทศ โดยกรมพัฒนาและส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เมื่อวันที่ 2 เมษายน ในปีเดียวกัน และกฎกระทรวง (พ.ศ. 2538) ออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 [2] รวมทั้งล่าสุด กฎกระทรวง พ.ศ. 2552 [3]

สาระของกฎหมายจะเน้นการกำหนดค่า การถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบผนังรวมด้านนอก (Overall Thermal Transfer Value; OTTV) ของ การสร้างฉนวน และร่วมนำให้แก่กรอบอาคารโดยรวม

(Insulation and Shading of Building Skin) ค่าการต้านทานความร้อนต่ำสุดของผนังและหลังคาในการ ยอมให้ความร้อนผ่านเข้าไปภายในอาคาร โดยกำหนด ค่าดังกล่าวสำหรับพื้นที่ในส่วนที่มีการปรับอากาศ จะต้องไม่เกิน 45 วัตต์ต่อตารางเมตรของผนัง ด้านนอก (OTTV < 45 วัตต์ต่อตารางเมตร) ล่าสุด ในกฎกระทรวง พ.ศ. 2552 จะกำหนดค่า OTTV มากน้อยตามประเภทของอาคาร ในที่นี้จะพิจารณา พื้นที่กรณีศึกษาเป็นอาคารประเภทสำนักงาน ที่ต้องมีค่า OTTV ไม่เกิน 50 วัตต์ ต่อตารางเมตร [3]

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบด้านนอก ของอาคารทั้งหมดในส่วนที่มีการปรับอากาศ จะพิจารณาจากค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของค่าการถ่ายเท ความร้อนรวมของกรอบด้านนอกของอาคารแต่ละด้าน รวมกัน

$$OTTV_i = (U_w) (1-WWR) (TD_{eq}) + (U_f) (WWR) (DT) + (SC) (WWR) (SF)$$

เมื่อแยกสมการข้างต้น จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่หนึ่ง $(U_w) (1-WWR) (TDeq)$ หมายถึง ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังที่บ สมการพื้นฐาน $Q = UA DT$

ส่วนที่สอง $(U_f) (WWR) (\Delta T)$ หมายถึง ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโปร่งแสง

ส่วนที่สาม (SC) (WWR) (SF) หมายถึง ค่าการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีความร้อนผ่านส่วนผนังที่โปร่งแสง

2.2 ทฤษฎีภาวะความร้อนในเครื่องปรับอากาศ ในความหมายของระบบการปรับอากาศทั่วไป คือ ระบบที่ต้องการพลังงานเพื่อใช้ในการควบคุมทั้งอุณหภูมิ และความชื้นของอากาศ ให้เป็นไปตามความต้องการของสถานที่นั้นๆ รวมทั้งควบคุมความบริสุทธิ์ และการเคลื่อนไหวของอากาศด้วย [4] เป็นระบบที่สร้างขึ้นเพื่อจุดประสงค์เฉพาะที่จะปรับสภาวะความสบายในบริเวณนั้นๆ อาจจะมีสาเหตุมาจากระบบสภาวะแวดล้อมภายนอกตามธรรมชาติ ไม่สามารถสนองตอบต่อสภาวะความสบายในพื้นที่ใช้สอยตามที่ต้องการ

ในงานวิจัยนี้จะเน้นที่การเปลี่ยนแปลงลักษณะรอบผนังอาคารที่ช่องเปิดกระจก จากการติดตั้งอุปกรณ์กันแดด ณ ภายนอกอาคาร โดยจะคำนวณเปรียบเทียบค่าภาวะความร้อนสูงสุดของเครื่องปรับอากาศ ก่อนและหลังการติดตั้งอุปกรณ์กันแดด การประเมินค่าภาวะความร้อนในเครื่องปรับอากาศ จากปัจจัยที่มีอิทธิพลจำแนกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ อิทธิพลที่เกิดจากปัจจัยภายนอก (External Load) และอิทธิพลที่เกิดจากปัจจัยภายใน (Internal Load) จากปัจจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าว จะนำไปสู่ความแตกต่างของการใช้พลังงานไฟฟ้าในพื้นที่ปรับอากาศ

ทฤษฎีดังกล่าวมีจุดประสงค์ในการคำนวณ 2 ประการ เพื่อตัดสินใจขนาดของเครื่องปรับอากาศเพื่อการติดตั้ง จากการคำนวณภาวะความร้อนสูงสุด (Peak Heat Load Calculation) และเพื่อทราบค่าใช้จ่ายในการใช้งานทั้งใน ระยะสั้นและระยะยาว จากการคำนวณภาวะความร้อนเทอม (Term Heat Load Calculation)

ผลรวมของภาวะความร้อนทั้งหมด จะถูกเปลี่ยนหน่วยจากวัตต์เป็นค่าตันความเย็น (Ton Refrigeration) เพื่อหาขนาดของเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสม ซึ่งจะเกี่ยวเนื่องไปถึงปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละเดือน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประชาสัมพันธ์โครงการปรับปรุงสภาพแวดล้อมทางกายภาพของสถาบันฯ ที่เน้นในเรื่องการประหยัดพลังงาน ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ (พ.ศ. 2551-2553) รวมทั้งมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 8 มิถุนายน พ.ศ. 2547 ที่กำหนดให้การประหยัดพลังงานเป็นวาระแห่งชาติ ซึ่งทุกฝ่ายจะต้องให้ความสำคัญและนำไปปฏิบัติอย่างจริงจัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งหน่วยงานราชการที่ต้องดำเนินการให้เป็นตัวอย่าง
2. เพื่อแสดงแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในการปรับอากาศ
3. เพื่อลดความร้อนสะสม ระหว่างหน้าต่างกระจก และเกล็ดกันแดดภายในที่เกิดจากการปิด - เปิดเครื่องปรับอากาศเป็นเวลา โดยสร้างพื้นที่เงาให้กับหน้าต่างกระจก ลดการส่งผ่านความร้อน ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศของห้องสมุด อาคารสันตนาการ
4. เพื่อเป็นต้นแบบของอาคารราชการประเภทโรงพยาบาล ที่ปรับปรุงสภาพแวดล้อมทางกายภาพ โดยคำนึงถึงการประหยัดพลังงาน และสามารถอ้างอิงได้ตามหลักวิชาการ
5. เพื่อเป็นแนวทางการปรับปรุงสภาพกายภาพของอาคาร เพื่อการลดการใช้ไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ

อุปกรณ์การวิจัย และวิธีการดำเนินการวิจัย

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย เพื่อวัดค่าอุณหภูมิ ภายใน ภายนอก และอุณหภูมิของอุปกรณ์กันแดด มี 3 ชุด ดังนี้

1.1 มิเตอร์วัดอุณหภูมิ และความชื้นแบบ อิเล็กทรอนิกส์ Model : TH-03 (Electronic Thermo-Hygrometer) มีโพรับเซ็นเซอร์ 2 ตัว ที่ตัวเครื่อง และ โพรับวัดคุณสมบัติกันน้ำ มีสายยาว 3 เมตรแยกออกจากตัวเครื่อง ย่านอุณหภูมิที่วัด อยู่ที่ 0°C to $+50^{\circ}\text{C}$ และ -50°C to $+70^{\circ}\text{C}$ ตามลำดับ จำนวน 2 ชุด

1.2 เครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล Model: ID 8 พร้อม 100 W Thermo-couple ความเที่ยงตรง 0.5% ของค่าเต็มสเกล + 1 หลัก อุณหภูมิแวดล้อมขณะใช้งาน 0 to $+50^{\circ}\text{C}$ ย่านอุณหภูมิที่วัด $0-1200^{\circ}\text{C}$ จำนวน 1 ชุด

2. รวบรวมข้อมูลสภาพแวดล้อมของพื้นที่ที่เป็นกรณีศึกษา ก่อนการติดตั้งอุปกรณ์กันแดด ภายนอกอาคาร

2.1 ศึกษาลักษณะทางกายภาพของอาคาร สันตนาการซึ่งเป็นอาคารสามชั้น ก่อสร้างแล้วเสร็จเมื่อปี พ.ศ. 2549 พื้นที่ใช้สอยอาคารรวมทั้งสิ้น 1,018 ตารางเมตร ชั้นล่าง และชั้นสามจัดเป็นพื้นที่ร้านอาหาร สวัสดิการและส่วนประชุมสัมมนาตามลำดับ ในส่วนชั้นสองของอาคารนี้จะเป็นพื้นที่ห้องสมุดซึ่งถูกยกเป็นพื้นที่กรณีศึกษา



ภาพที่ 1 แสดงที่ตั้งของสถาบันมะเร็งแห่งชาติ บนถนนพระรามหก (วันที่ 6 พฤศจิกายน พ.ศ. 2551)



ภาพที่ 2 แสดงอาคารสันตนาการในสถาบันมะเร็งแห่งชาติ (วันที่ 15 มีนาคม พ.ศ. 2550)

ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ จรด อาคารวิเคราะห์บำบัดโรคมะเร็ง
 ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ จรด โรงพยาบาลประสาทวิทยา
 ทิศตะวันออกเฉียงใต้ จรด พื้นที่จอดรถของสถาบันฯ
 ทิศตะวันตกเฉียงใต้ จรด พื้นที่ของโรงพยาบาลรามาริบัติ

2.2 ลักษณะการใช้สอยของห้องสมุดสถาบันฯ ที่ยกเป็นกรณีศึกษา จะเน้นการสนับสนุนงานศึกษา และเผยแพร่งานวิจัย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการถ่ายทอดองค์ความรู้ และเทคโนโลยีวิชาการทางการแพทย์ด้านโรคมะเร็ง ซึ่งกำหนดให้เป็นสถานที่สำหรับงานค้นคว้าของบุคลากรในสถาบันฯ พร้อมทั้งเื้ออำนวยความสะดวกบุคลากรภายนอกที่มีความสนใจในงานวิจัยของสถาบันฯ ทั้งทางด้านระบาดวิทยา วิทยาศาสตร์การแพทย์พื้นฐาน การวิจัยทางคลินิก [5]

ในการศึกษาพื้นที่ใช้สอยของห้องสมุดซึ่งอยู่ชั้นสอง มีทั้งหมด 278.4 ตารางเมตร ความสูงเท่ากับ 3 เมตร มีขนาดกว้าง 8.70 เมตร ยาว 32 เมตร มีช่วงเวลาการทำงาน เริ่มตั้งแต่ 8.30 น. ถึง 16.30 น. เปิดเครื่องปรับอากาศตลอดเวลาของการทำงาน



ภาพที่ 3 แสดงอาคารสันตนาการก่อนการติดตั้งอุปกรณ์บังแดด (วันที่ 8 กรกฎาคม พ.ศ. 2550)



ภาพที่ 6 แสดงบริเวณโถงชั้นสาม ซึ่งปัจจุบันจัดเป็นที่ประชุมสัมมนา (วันที่ 10 กรกฎาคม พ.ศ. 2551)



ภาพที่ 4 แสดงที่จอดรถ และการจราจรภายในสถาบันมะเร็งแห่งชาติ (วันที่ 14 กรกฎาคม พ.ศ. 2550)



ภาพที่ 5 แสดงบรรยากาศของร้านอาหารสวัสดิการของสถาบันมะเร็งแห่งชาติ (วันที่ 14 มกราคม พ.ศ. 2551)

2.3 ช่องหน้าต่างกระจกของห้องสมุดที่ยกเป็นกรณีศึกษา หน้า 6 มิลลิเมตร จำนวน 18 ช่อง พื้นที่ทั้งหมด รวม 124.44 ตารางเมตรคิดเป็นร้อยละ 44.70 ต่อพื้นที่ใช้สอยทั้งหมด 278.4 ตารางเมตร

งานวิจัยจะติดตั้งอุปกรณ์กันแดดภายนอกทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทิศตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งอยู่ใกล้ลานคอนกรีตทั้งสองด้าน ซึ่งมีพื้นที่ของหน้าต่างกระจกเท่ากับ 56.52 และ 13.44 ตารางเมตร ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 56.22% ของพื้นที่หน้าต่างกระจกทั้งหมด 124.44 ตารางเมตร

ในการพิจารณาสัดส่วนร้อยละของพื้นที่กระจกต่อพื้นที่ผนังที่บ่งชี้ในแต่ละด้าน จะเห็นว่าทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทิศตะวันออกเฉียงใต้ มีร้อยละของช่องเปิดต่อพื้นที่ผนัง คิดเป็นร้อยละ 58.88% ของพื้นที่ผนังทั้งหมด 56.52 ตารางเมตร และ 50.91 % ของพื้นที่ผนังทั้งหมด 26.1 ตารางเมตร ตามลำดับ

2.4 การใช้พลังงานไฟฟ้าของดวงโคมทั้งหมดในห้องสมุด ส่วนตอนรับด้านหน้า มี 8 ดวงโคม 800 วัตต์ ส่วนห้อง sever มี 2 ดวงโคม 300 วัตต์ ส่วนอ่านหนังสือ มี 33 ดวงโคม 3,358.8 วัตต์ ส่วนสำนักงาน มี 11 ดวงโคม 1,424.4 วัตต์ โดยค่าพลังงานรวมทั้งสิ้น 5,883.2 วัตต์ ต่อ 54 ดวงโคม

ในพื้นที่ใช้สอยทั้งสิ้น 278.4 ตารางเมตร คิดเป็นค่ากำลังไฟฟ้าแสงสว่างสูงสุดของพื้นที่ใช้งานเท่ากับ 21.132 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งเกินกว่ามาตรฐานที่กฎกระทรวง พ.ศ. 2552 กำหนดที่ 14 วัตต์ต่อตารางเมตร สำหรับอาคารประเภทสำนักงาน [5]

2.5 รายละเอียดของเครื่องปรับอากาศ ที่ติดตั้งเรียบร้อยแล้ว มีทั้งหมด 6 เครื่อง รวมกำลังต้นความเย็นเท่ากับ 27 TOR (324,000 BTU/hr) ซึ่งแยกเป็นส่วนต้อนรับด้านหน้าขนาด 2 ต้นความเย็น 1 เครื่อง และที่เหลือ อีก 5 เครื่อง อยู่ในส่วนห้อง sever และห้องอ่านหนังสือ อุณหภูมิที่มีการตั้งสำหรับเครื่องปรับอากาศ อยู่ที่ 27 °C อุณหภูมิ ณ ช่องลม ที่ปล่อยออก 25 °C เมื่อพิจารณาสัดส่วนของพื้นที่ปรับอากาศต่อต้นความเย็น อยู่ที่ 10.31 ตารางเมตรต่อต้นความเย็น สูงกว่ามาตรฐานทั่วไป กำหนดที่ 27 ตารางเมตรต่อต้นความเย็น [4]

2.6 ข้อมูลประกอบอื่นๆ การติดตั้งมูลีสี่เงินภายในพื้นที่กรณีศึกษา และจำนวนของเครื่องใช้ไฟฟ้า คอมพิวเตอร์ ที่มีการติดตั้งและใช้งานในห้องสมุด ค่าวัตต์รวมของเครื่องใช้ไฟฟ้า จำนวนบุคลากรที่เข้ามาใช้สอยในพื้นที่ นอกจากนี้การพิจารณาค่าของสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนของกรอบอาคารที่แปรตามวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างทั้งผนังทึบ และช่องกระจก ในงานวิจัยนี้ได้คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนรวมของส่วนที่เป็นกระจก (Uf), ผนังอิฐฉาบปูน(Uw), ฝ้าเพดาน (Uc) เท่ากับ 5.8928 , 3.2573 และ 3.8404 W/M² °C ตามลำดับ[6] โดยจะนำมาใช้ในการคำนวณ ทั้งค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบผนังด้านนอกของอาคาร (OTTV) ตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน และภาระความร้อนในเครื่องปรับอากาศ



ภาพที่ 7 แสดงบรรยากาศของห้องสมุด ผังชิดทางอาคารวิเคราะห์บำบัดโรคมะเร็ง (วันที่ 10 กรกฎาคม พ.ศ. 2551)



ภาพที่ 8 แสดงพื้นที่ช่องเปิดของห้องสมุด ติดกับโรงพยาบาลรามารัตน (วันที่ 10 กรกฎาคม พ.ศ. 2551)

3. ดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ และวัดค่าอุณหภูมิภายนอก ภายในอาคาร ด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ ในช่วงเวลาก่อนการติดตั้งอุปกรณ์กันแดดภายนอก เพื่อศึกษาค่าช่วงของระดับอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของพื้นที่ ยกเป็นกรณีศึกษา การเก็บข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมง เฉพาะช่วงเวลาทำงาน จากการรวบรวมในลักษณะการสำรวจกึ่งทดลอง (Quasi Experiment) ซึ่งอาศัยการทดลองที่มีเปลี่ยนแปลงรูปแบบทางกายภาพ ภายใต้ปัจจัยความผันแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ ซึ่งได้แก่ สภาพดินฟ้าอากาศที่แวดล้อม

ขั้นตอนในการดำเนินงานเก็บข้อมูลอุณหภูมิในงานวิจัยนี้ จะแบ่งเป็นสองช่วง คือ ก่อนและหลังการติดตั้งอุปกรณ์กันแดด สำหรับช่วงระยะเวลาก่อนการติดตั้ง รวม 36 วัน ตั้งแต่วันที่ 2 พฤศจิกายน พ.ศ. 2550 - 15 พฤษภาคม พ.ศ. 2551 จัดเก็บอุณหภูมิของสภาพอากาศภายนอกด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้เปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายในห้องสมุด ขณะใช้งาน วัดในทิศทางเดียวกัน รวมทั้งอุณหภูมิอุปกรณ์กันแดดทั้งสองด้าน



ภาพที่ 9 แสดงอุปกรณ์ Thermo-couple ที่ใช้วัดค่าอุณหภูมิ ภายนอกและภายในห้องสมุด (วันที่ 30 ตุลาคม พ.ศ. 2551)

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยช่วงเวลาของอุณหภูมิเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายใน ภายนอกห้อง ทิศตะวันตกเฉียงใต้

Time	2 November 2006 – 18 February 2007		20 February – 13 March 2007		17 March - 11 April 2007		17 April - 15 May 2007	
	I1	O1	I1	O1	I1	O1	I1	O1
8.00	25.7	28	25.0	27.7	25.3	29.9	25.3	28.2
9.00	25.1	28.4	24.4	28.4	25.1	29.7	25.2	28.8
10.00	25.0	29.8	24.6	29.7	25.3	31.7	24.9	30.2
11.00	25.2	30.6	24.9	30.2	25.3	32	24.8	30.8
12.00	25.4	31.2	25.1	32.1	25.7	34.7	25.0	32.0
13.00	26.3	31.8	25.3	33.3	26.0	37.2	25.3	33.2
14.00	26.6	33.0	25.8	34.3	26.3	38.3	25.6	35.0
15.00	26.7	32.7	25.8	33.7	26.3	37.3	26.0	35.4
16.00	26.2	32.3	25.9	32.9	26.3	34.7	25.6	33.1
17.00	26.2	31.7	25.7	31.8	25.7	33.4	25.9	31.4
Facing		sw		sw		sw		sw

I1 – Inside Temperature in the library room

O1 – outside Temperature of the fenestration of the library room

4. ดำเนินงานติดตั้งอุปกรณ์กันแดดภายนอก

อุปกรณ์กันแดดดังกล่าวเป็นเกล็ดอลูมิเนียมชั้นกันหนา 0.6 มม. ทำมุม 14° 30' กับแนวตั้ง เกล็ดมีขนาดกว้าง 67.4 ซม. และร่องลึก 35 ซม. ยึดติดกับโครงเหล็ก ราคาวัสดุและค่าติดตั้ง เท่ากับ 2,500 บาท ต่อตารางเมตร

จากการคำนวณพื้นที่อุปกรณ์บังแดดทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ และตะวันออกเฉียงใต้ เท่ากับ 69.5 และ 12.88 ตารางเมตรตามลำดับ มีมูลค่ารวม 205,950 บาท รวมค่านั่งร้าน วางระบบท่อระบายน้ำฝน และ Vat 7% ภายใต้การดำเนินการต่อรองตามระบบราชการ รวมเป็นเงินยอดสุดท้ายทั้งสิ้น 220,000 บาท

5. ดำเนินการจัดเก็บข้อมูล อุณหภูมิ
ภายหลังการติดตั้งอุปกรณ์กันแดดภายนอก

ใช้ระยะเวลาในการจัดเก็บ 19 วัน ตั้งแต่วันที่ 10 ตุลาคม พ.ศ. 2551 - 24 ธันวาคม พ.ศ. 2551 ประกอบด้วยข้อมูลอุณหภูมิของสภาพอากาศภายนอก ด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ ข้อมูลอุณหภูมิของอุปกรณ์กันแดดบริเวณช่องเปิดด้าน ทิศตะวันตกเฉียงใต้ ข้อมูลอุณหภูมิภายในห้องสมุดขณะใช้งาน วัดในทิศทางเดียวกัน พร้อมกันนั้นในช่วงเวลาดังกล่าว ได้มีการวัดอุณหภูมิของอุปกรณ์กันแดดทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ เพื่อการเปรียบเทียบ



ภาพที่ 10 แสดงอาคารต้นทนาการหลังการติดตั้งอุปกรณ์กันแดดทางด้านตะวันตกเฉียงใต้ ติดกับโรงพยาบาลรามารับดี (วันที่ 2 ตุลาคม พ.ศ. 2551)

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยช่วงเวลาของอุณหภูมิเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิภายใน ภายนอกห้องทิศตะวันตกเฉียงใต้ และอุณหภูมิของอุปกรณ์กันแดดด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ และตะวันออกเฉียงใต้หลังการติดตั้ง

Time	10 - 20 October 2008				24 October – 13 November 2008				14 - 20 November 2008				21 – 28 November 2008				1 - 9 December 2008			
	I2	S1	S2	O2	I2	S1	S2	O2	I2	S1	S2	O2	I2	S1	S2	O2	I2	S1	S2	O2
8.00	24.0	25.5	28.0	27.8	24.3	25.8	28.0	27.0	24.3	26.3	27.0	27.0	24.5	26.0	27.8	27.3	24.0	26.5	28.0	26.0
9.00	25.0	26.8	29.8	28.8	24.5	26.5	29.0	28.0	24.5	26.8	28.0	28.3	24.3	26.5	28.8	28.3	24.0	27.0	29.3	27.8
10.00	24.3	27.5	31.5	30.3	24.5	27.0	30.5	30.0	24.5	27.5	29.3	28.8	24.0	27.3	29.5	29.3	24.0	27.3	30.3	28.0
11.00	24.3	27.8	33.8	31.3	24.0	27.8	31.5	30.0	24.5	27.5	30.5	30.0	24.0	27.8	30.5	30.5	24.3	27.5	31.3	29.0
12.00	24.3	28.0	33.0	31.8	24.8	28.0	32.5	30.8	24.5	28.0	31.8	31.3	24.0	28.8	31.8	31.3	24.3	28.3	32.5	30.3
13.00	24.5	29.5	32.0	33.0	24.5	29.5	30.8	32.5	24.5	28.5	31.0	32.5	24.3	29.8	32.5	33.5	24.3	29.5	30.5	31.5
14.00	24.3	32.3	29.3	37.3	24.3	31.8	29.8	34.5	24.3	30.8	29.5	36.5	24.5	31.3	29.3	36.3	24.5	31.0	28.0	33.0
15.00	25.0	34.0	27.8	37.3	24.3	33.3	28.3	37.3	24.8	33.3	28.5	35.8	24.8	34.0	27.8	37.8	24.8	32.5	26.8	34.5
16.00	24.8	31.5	27.3	33.5	24.8	31.3	27.5	33.8	25.0	31.5	27.8	33.8	24.8	32.3	27.0	35.3	25.0	30.8	26.5	33.0
17.00	24.8	29.3	26.5	31.8	24.8	29.3	26.3	31.3	25.0	29.0	26.3	31.5	24.8	29.8	26.3	31.8	25.0	29.0	25.5	30.3
Facing		sw	se	sw		sw	se	sw		sw	se	sw		sw	se	sw		sw	se	sw

I2 – Inside Temperature in the Library Room after Installation of Shading Device

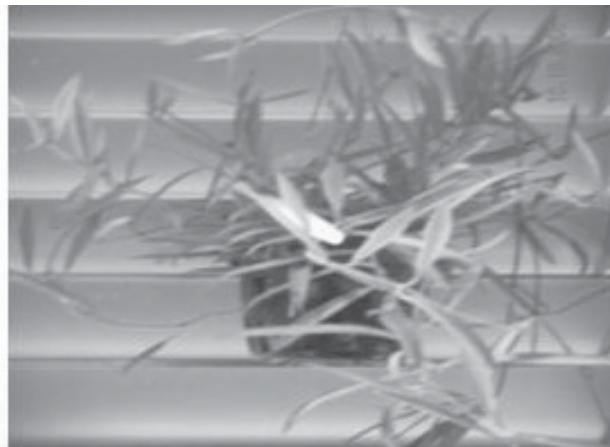
S1 – Shading Device Temperature on South-west

S2 – Shading Device Temperature on South-east

O2 – Outside Temperature of the Fenestration of the Library Room on South-west after Installation of Shading Device



ภาพที่ 11 แสดงช่องเปิดกระจกของห้องสมุดหลังการติดตั้งอุปกรณ์บังแดด (วันที่ 10 ตุลาคม พ.ศ. 2551)



ภาพที่ 12 แสดงการตกแต่งต้นไม้แขวนเบี่ยงหลังอุปกรณ์กันแดด เพื่อความสวยงาม (วันที่ 10 ตุลาคม พ.ศ. 2551)

6. จัดเก็บระบบข้อมูล และวิเคราะห์

6.1 ข้อมูลอุณหภูมิเปรียบเทียบ ก่อน และหลังการติดตั้งอุปกรณ์กันแดดโดยสร้างเป็นตารางสองประเภทดังนี้

6.1.1 ตารางค่าช่วงของระดับอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดภายในพื้นที่ยกเป็นกรณีศึกษา

6.1.2 ตารางความถี่สะสม รวม 5 ตาราง ดังนี้ ตารางความถี่สะสมอุณหภูมิเปรียบเทียบเฉลี่ยภายในและอากาศภายนอก ก่อนการติดตั้ง

อุปกรณ์กันแดด, ตารางความถี่สะสม อุณหภูมิเปรียบเทียบเฉลี่ยภายใน และอากาศภายนอกหลังการติดตั้งอุปกรณ์กันแดด, ตารางความถี่สะสมจากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิภายในห้องเฉลี่ยก่อนและหลังการติดตั้งอุปกรณ์กันแดด, ตารางความถี่สะสมจากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยภายนอกอาคารก่อนและหลังการติดตั้งอุปกรณ์กันแดด (ด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้), ตารางความถี่สะสมของอุณหภูมิเปรียบเทียบอุปกรณ์กันแดดด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้และด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้)

6.2 การวิเคราะห์ผลประหยัดทางพลังงาน
 6.2.1 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม
 ของอาคาร (Overall Thermal Transfer Value; OTTV)
 กำหนดโดยกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535
 และกฎกระทรวง พ.ศ. 2552 อ้างอิงตารางที่ 4

แสดงการคำนวณจากค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักตามขนาด
 พื้นที่ของผนังด้านนอกแต่ละด้านรวมกัน (Weight
 Average) หรือส่วนของผนังด้านนอกแต่ละด้านรวมกัน
 ของส่วนอาคารที่มีการปรับอากาศ

ตารางที่ 4 แสดงค่าเปรียบเทียบการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารผนังด้านนอกแต่ละด้าน (OTTVi) ก่อนและ
 หลังติดตั้งอุปกรณ์บังแดด

Factors	Before installation the shading device				After installation the shading device			
	South -west	South -east	North -east	North -west	South -west	South -east	North -east	North -west
Uw W/M ² °C	3.2573				3.2573			
1-WWR	1- (56.52/96) = 1-0.589 = 0.411	1-(13.44/26.1) = 1-0.515 =0.485	1-(54.48/96) = 1-0.5675 =0.4325	1-(0/26.1)	1-(56.52/96) = 1-0.589 = 0.411	1-(13.44/26.1) 1-0.515 =0.485	1-(54.48/96) 1-0.5675 =0.4325	1-0
TDeq	12	12	12	12	11	11	11	11
(Uw) (1-WWR) (TDeq)	<u>16.065</u>	<u>18.957</u>	<u>16.905</u>		<u>14.726</u>	<u>17.378</u>	<u>15.497</u>	
Uf	5.8928				5.8928			
WWR	0.589	0.515	0.5675	0	0.589	0.515	0.5675	0
Δ T	35.2-24=11.2				31.4-24=7.4			
(Uf)(WWR)(ΔT)	<u>38.874</u>	<u>33.990</u>	<u>37.455</u>	0	<u>25.684</u>	<u>22.457</u>	<u>24.747</u>	0
SC	0.94 x 1				0.94 x0.15 = 0.141			
WWR	0.589	0.515	0.5675	0	0.589	0.515	0.5675	0
SF	160x1.13 =180.8	160 x1.17 =187.2	160x0.87 =139.2	160x0.84 =134.4	160x 1.13 =180.8	160x1.17 =187.2	160x0.87 =139.2	160x0.84 =134.4
(SC)(WWR)(SF)	<u>100.102</u>	<u>90.624</u>	<u>74.256</u>	0	<u>15.015</u>	<u>13.594</u>	<u>11.138</u>	0
OTTVi	155.041	143.571	128.616		55.425	53.429	51.382	
Wall Area (m ²)	96	26.1	96	26.1	96	26.1	96	26.1
	218.1				218.1			
OTTV Watt/m ²	(14883.936+3747.2031+12347.136)/218.1 = 30978.275 / 218.1 = <u>142.04</u>				(5320.8+1394.4969+4932.672)/218.1 =11647.969 / 218.1 = <u>53.407</u>			

6.2.2 ภาระความร้อนในเครื่อง
 ปรับอากาศ (Cooling Load) ทฤษฎีภาระความร้อน
 ในเครื่องปรับอากาศ [7,8] ที่เกิดจากปัจจัยที่มี
 อิทธิพลแหล่งความร้อนทั้งภายนอก และภายในอาคาร

ที่สามารถนำไปสู่การสรุปผลได้สองประการ คือ การ
 กำหนดขนาดกำลังต้นความเย็นของเครื่องปรับอากาศ
 ที่จะติดตั้ง และค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือน
 อ้างอิงตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบภาระความร้อนของเครื่องปรับอากาศ ก่อนและหลังติดตั้งอุปกรณ์กันแดด

Cooling Load Factors		Before Installation the shading device (Watts)	After installation the shading device (Watts)	Percentage of decreasing cooling load (Before & After)
Q1	Solar Heat Gain through Fenestration	18,225.17	5,133.10	71.84%
Q2	Solar Heat Gain through Skylight on the Roof	-	-	
Q3	Transmission Heat Gain through Opaque Wall	6,660.9873	6,550.5941	1.66%
Q4	Transmission Heat Gain through Opaque Roof	-	-	
Q5	Transmission Heat Gain through Partition	425.078		
Q6	Transmission Heat Gain through Ceiling	5,345.837		
Q7	Transmission Heat Gain through Floor	8,553.339		
Q8	Internal Heat Gain from Occupants (Sensible Heat Load from Occupants of Conditioned Space)	1,050		
Q9	Internal Heat Gain from Occupants (Latent Heat Load from Occupants of Conditioned Space)	825		
Q10	Internal Heat Gain from Lights (Sensible Heat Gain from Lighting)	5,883.2		
Q11	Internal Heat Gain from Electrical Appliances (Sensible Heat Load from Electrical Equipments)	10,645		
Q12	Internal Heat Gain from Electrical Equipment (Sensible Heat Load from Electrical Motor)	-		
Q13	Sensible Heat Load due to Fresh Air Taken in	1,496.9525	1,005.7838	10.55%
Q14	Latent Heat Load due to Fresh Air Taken in	4,656.9257	2,367.8393	49.15%
Q15	Sensible Heat Load due to Infiltration	4,291.304	2,882.995	32.82%
Q16	Latent Heat Load due to Infiltration	18,006.7794	9,155.6454	49.15%
Q17	Storage Heat Load of a room Intermittently Air Conditioned	5,835.4923	2,913.338	50.08%
	Total Wattages of Cooling Load	91,901.0652	62,736.7496	29,164.3156 (31.73%)
	Ton Refrigeration	26.138	17.8434	8.295
	Total Kilo - Wattage per month (154 hours/month)	14,152.764	9,661.459	4,491.305
	Total electrical bill (3.0 baht per unit)	42,458.29	28,984.38	13,473.91

หมายเหตุ : ขนาดของต้นความเย็น เท่ากับ ผลบวกของปริมาณความร้อนทั้งหมด x 3.413 (BTU)/12,000

ตารางที่ 6 แสดงค่าสรุประดับอุณหภูมิสะสมเฉลี่ยตามรายชั่วโมงการทำงาน

	Time Range																			
	8.00		9.00		10.00		11.00		12.00		13.00		14.00		15.00		16.00		17.00	
1.	I1	O1	I1	O1	I1	O1	I1	O1	I1	O1	I1	O1	I1	O1	I1	O1	I1	O1	I1	O1
n	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
fn	912	1024	899	1038	898	1092	902	1112	911	1170	927	1220	938	1266	943	1252	936	1197	931	1155
Mean	25.3	<u>28.4</u>	25.0	28.8	<u>24.9</u>	30.3	25.1	30.9	25.3	32.5	25.8	33.9	26.1	<u>35.2</u>	<u>26.2</u>	34.8	26	33.3	25.9	32.1
$\Delta^{\circ}\text{C}$	3.1		3.8		5.4		5.8		7.2		8.1		9.1		8.6		7.3		6.2	
2.	I2	O2	I2	O2	I2	O2	I2	O2	I2	O2	I2	O2	I2	O2	I2	O2	I2	O2	I2	O2
n	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
fn	484	539	489	564	485	586	484	603	487	621	488	652	487	710	494	730	497	677	497	626
Mean	24.2	<u>27.0</u>	24.5	28.2	24.3	29.3	<u>24.2</u>	30.2	24.4	31.1	24.4	32.6	24.4	35.5	24.7	<u>36.5</u>	24.9	33.9	<u>24.9</u>	31.3
$\Delta^{\circ}\text{C}$	2.8		3.4		5.0		6.0		6.7		8.2		11.1		11.8		9.0		6.4	
3.	I1	I2	I1	I2	I1	I2	I1	I2	I1	I2	I1	I2	I1	I2	I1	I2	I1	I2	I1	I2
n	36	20	36	20	36	20	36	20	36	20	36	20	36	20	36	20	36	20	36	20
fn	912	484	899	489	898	485	902	484	011	487	927	488	938	487	943	494	936	497	931	497
Mean	25.3	<u>24.2</u>	25.0	24.5	<u>24.9</u>	24.3	25.1	24.2	25.3	24.4	25.8	24.4	26.1	24.4	<u>26.2</u>	24.7	26	24.9	25.9	<u>24.9</u>
$\Delta^{\circ}\text{C}$	1.1		0.5		0.6		0.9		0.9		1.4		1.7		1.5		1.1		1.0	
4.	O1	O2	O1	O2	O1	O2	O1	O2	O1	O2	O1	O2	O1	O2	O1	O2	O1	O2	O1	O2
n	36	20	36	20	36	20	36	20	36	20	36	20	36	20	36	20	36	20	36	20
fn	1024	539	1038	564	1092	586	1112	603	1170	621	1220	652	1266	710	1252	730	1197	677	1155	626
Mean	<u>28.4</u>	<u>27.0</u>	28.8	28.2	30.3	29.3	30.9	30.2	32.5	31.1	33.9	32.6	<u>35.2</u>	35.5	34.8	<u>36.5</u>	33.3	33.9	32.1	31.3
$\Delta^{\circ}\text{C}$	1.4		0.6		1.0		0.7		1.4		1.4		-0.3		-1.7		-0.6		0.8	
5.	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
n	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
fn	520	555	534	579	546	604	553	630	564	652	587	627	628	583	668	556	629	544	585	523
Mean	<u>26.0</u>	27.8	26.7	29.0	27.3	30.2	27.7	31.5	28.2	32.6	29.4	31.4	31.4	29.2	<u>33.4</u>	27.8	31.5	27.2	29.3	<u>26.2</u>
Δ	-1.8		-2.3		-2.9		-3.8		-4.4		-2.0		+2.2		+5.6		+4.3		+3.1	

I1 - In-door Temp. before Installation of Shading Device I2 - In-door Temp. after Installation of Shading Device
 O1 - Out-door Temp. before Installation of Shading Device O2 - Out-door Temp. after installation of Shading Device
 S1 - Temp. of Shading Device on South West Fenestration S2 - Temp. of Shading Device on South East Fenestration

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลความถี่สะสม อุณหภูมิเปรียบเทียบเฉลี่ยภายในและอากาศภายนอก ก่อนการติดตั้งอุปกรณ์กันแดดอ้างอิงตารางที่ 6 ช่วงอุณหภูมิภายในห้องสมุดที่มีการปรับอากาศ มีช่วงอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 24.9 °C - 26.2 °C ค่าอุณหภูมิสูงสุด ณ เวลา 15.00 น. ในขณะที่อุณหภูมิอากาศที่วัดทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้มีช่วงอุณหภูมิอยู่ที่ระหว่าง 28.4 °C - 35.2 °C ค่าอุณหภูมิสูงสุด ณ เวลา 14.00 น. และแตกต่างกันสูงสุด 9.1 °C

2. ข้อมูลความถี่สะสม อุณหภูมิเปรียบเทียบเฉลี่ยภายใน และอากาศภายนอก หลังการติดตั้งอุปกรณ์กันแดด(ด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้) อ้างอิงตารางที่

6 ปรากฏว่าหลังการติดตั้งอุปกรณ์บังแดดระบบปรับอากาศสามารถควบคุมระดับอุณหภูมิตามที่ต้องการคือ 24 °C โดยที่ช่วงอุณหภูมิเฉลี่ยภายในพื้นที่ปรับอากาศ 24.2 - 24.9 °C ค่าอุณหภูมิสูงสุด ณ เวลา 16.00 น. ในขณะที่อุณหภูมิอากาศภายนอก 27.0 - 36.5 °C ค่าอุณหภูมิที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาตั้งแต่ 8.00 - 17.00 น. สูงสุด ณ เวลา 15.00 น. แตกต่างสูงสุดที่ 11.8 °C

3. ข้อมูลความถี่สะสมอุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องก่อนและหลังการติดตั้งอุปกรณ์กันแดด (ด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้) อ้างอิงตารางที่ 6 ก่อนการติดตั้งอุปกรณ์กันแดด ช่วงอุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องสมุดมีค่าระหว่าง 24.9 - 26.2 °C ค่าอุณหภูมิสูงสุด

ณ เวลา 15.00 น. หลังการติดตั้งอุปกรณ์ช่วงอุณหภูมิภายในห้องสมุดมีค่าระหว่าง $24.2 - 24.9^{\circ}\text{C}$ ค่าความแตกต่างสูงสุดที่ 1.7°C

4. ข้อมูลความถี่สะสมอุณหภูมิเฉลี่ยอากาศภายนอก ก่อนและหลังการติดตั้งอุปกรณ์กันแดด (ด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้) อ้างตารางที่ 6 ก่อนการติดตั้งอุปกรณ์กันแดด $28.4 - 35.2^{\circ}\text{C}$ และหลังการติดตั้งอุปกรณ์กันแดด $27.0 - 36.5^{\circ}\text{C}$ ช่วงความแตกต่างของอุณหภูมิอยู่ที่ $-1.7 - 1.4^{\circ}\text{C}$

5. ข้อมูลความถี่สะสมอุณหภูมิเฉลี่ยของอุปกรณ์กันแดดด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ (S1) และด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ (S2) อ้างตารางที่ 6 ปรากฏว่า ค่าความร้อนเมื่อวัดเป็นอุณหภูมิของอุปกรณ์กันแดดโดยเฉลี่ยทั้งวัน จะมีค่าช่วงอุณหภูมิที่แตกต่างกันตามตำแหน่งการติดตั้ง โดยตำแหน่งอุปกรณ์กันแดดด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ จะมีอุณหภูมิสูงกว่าค่าเฉลี่ย ระหว่างช่วงเวลา $10.00 - 13.00$ น. ในขณะที่อุปกรณ์กันแดดด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้จะมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย ระหว่างช่วงเวลา $14.00 - 16.00$ น. ค่าช่วงอุณหภูมิของอุปกรณ์กันแดดทิศตะวันตกเฉียงใต้ มีค่าช่วง $26.0 - 33.4^{\circ}\text{C}$ ค่าช่วงอุณหภูมิของอุปกรณ์กันแดด ทิศตะวันออกเฉียงใต้ อยู่ระหว่าง $26.2 - 32.6^{\circ}\text{C}$

6. เมื่อนำข้อมูลอุณหภูมิ และสภาพแวดล้อมของอาคารที่ยกเป็นกรณีศึกษา อ้างตารางที่ 6 นำมาคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบผนังภายนอกรวม (Overall Thermal Transfer Value ,OTTV) เปรียบเทียบทั้งก่อน และหลังติดตั้งอุปกรณ์กันแดด ปรากฏว่ามีค่าเท่ากับ $142.04 \text{ Watt}/\text{M}^2$ และ $53.41 \text{ Watt}/\text{M}^2$ ตามลำดับ ซึ่งแสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมที่ลดลงของกรอบรวมด้านนอก $88.63 \text{ Watt}/\text{M}^2$ หรือลดลงเท่ากับ 62.4%

7. ผลสรุปการคำนวณเปรียบเทียบภาระความร้อนที่เกิดขึ้นในเครื่องปรับอากาศ ก่อนและหลังการติด

ตั้งอุปกรณ์กันแดด อ้างตารางที่ 5 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณภาระความร้อนของเครื่องปรับอากาศ ก่อนและหลังติดตั้งอุปกรณ์กันแดด จะเห็นว่าภาระความร้อนในเครื่องปรับอากาศ ทำให้ค่าต้นความเย็นในเครื่องปรับอากาศลดลง ถึง 31.73% แยกตามปัจจัยที่เกิดจากแหล่งกำเนิดความร้อนภายนอกลดลง 53.05% และภายในอาคารลดลง 23.82%

ค่าของต้นความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (จากการคำนวณปัจจัยภาระความร้อน) ที่ติดตั้งเริ่มแรกที่ 26.138 ต้นความเย็นซึ่งใกล้เคียงกับระดับต้นความเย็นของเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งในปัจจุบันที่ 27 ต้น หลังจากการติดตั้งอุปกรณ์กันแดดทำให้ค่าต้นความเย็นที่คำนวณจากภาระความร้อนของเครื่องปรับอากาศอยู่ที่ 17.843 ต้นความเย็น ลดลงเท่ากับ 8.295 ต้นความเย็น

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลรวมของปริมาณภาระความร้อนที่ Q1, Q2, Q3 และ Q4 ที่เกิดจากปัจจัยแหล่งกำเนิดความร้อนภายนอกอาคารของเครื่องปรับอากาศ ก่อนและหลังติดตั้งอุปกรณ์กันแดด จะเห็นว่าภาระความร้อนลดลง 53.06% จาก $24,886.1573$ วัตต์ เป็น $11,683.6941$ วัตต์ ค่าต้นความเย็นลดลงจาก 7.078 เป็น 3.323 ต้นความเย็น

ผลรวมของปริมาณภาระความร้อนสำหรับปัจจัยที่เกิดจากแหล่งกำเนิดความร้อนภายในอาคารของเครื่องปรับอากาศ ก่อนและหลังติดตั้งอุปกรณ์กันแดด Q5 ถึง Q17 ลดลง 23.82% สามารถแบ่งพิจารณา เป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัจจัยภาระความร้อนคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง ได้แก่ Q5, Q6, Q7, Q8, Q9, Q10, Q11 และ Q12 เท่ากับ $32,727.454$ วัตต์

2. ปัจจัยภาระความร้อนที่เปลี่ยนแปลง ได้แก่ Q13, Q14, Q15, Q16 และ Q17 โดยลดลง 46.55% ผลรวมเท่ากับ $18,325.6015$ วัตต์ จากเดิม $34,287.4539$ วัตต์

สรุปและอภิปรายผล

1. จากการวิเคราะห์ข้อมูลความถี่สะสมอุณหภูมิเปรียบเทียบภายในและอากาศภายนอกก่อนการติดตั้งอุปกรณ์กันแดด ปรากฏว่า ช่วงอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศจะมีความผันแปรตามระดับอุณหภูมิอากาศภายนอก นอกจากนี้ ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกในช่วงเวลาตอนเช้าและช่วงบ่ายมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิในห้องปรับอากาศเมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอกสูงขึ้นจะทำให้ค่าอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศสูงขึ้นตามไปด้วย และไม่สามารถควบคุมในอุณหภูมิที่เครื่องปรับอากาศตั้งไว้

2. พิจารณาดำแหน่งของหน้าต่างกระจกของอาคารที่ได้รับอิทธิพลความร้อนจากดวงอาทิตย์ในช่วงบ่าย ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้การทำงานของเครื่องปรับอากาศสิ้นเปลืองพลังงาน และในที่สุดไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในห้องได้ตามที่ต้องการหลังจากติดตั้งอุปกรณ์กันแดด โดยการเก็บข้อมูลอุณหภูมิภายในห้องเปรียบเทียบค่าช่วงอุณหภูมิ

ได้แสดงถึงการทำงานของระบบเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น กล่าวคือสามารถรักษาระดับอุณหภูมิปรับอากาศที่ต้องการภายในพื้นที่ปรับอากาศตลอดเวลาการใช้งาน

3. เนื่องมาจากการใช้วัสดุฉนวนที่เป็นวนวัสดุที่มีการดูดกลืนความร้อน และคายความร้อนได้รวดเร็ว ดังนั้น เมื่อเก็บข้อมูลระดับอุณหภูมิของอุปกรณ์กันแดดทั้งสองด้านที่ติดตั้ง จึงแสดงถึงระดับอุณหภูมิที่แสดงค่าอิทธิพลความร้อนของแสงอาทิตย์ตามเส้นทางโคจรตลอดช่วงวัน

4. แต่ถึงแม้ว่าจะมีการปรับปรุงกรอบผนังรอบอาคาร โดยการติดตั้งอุปกรณ์กันแดด แต่ยังไม่ปรากฏว่าผลลัพธ์ของการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบรวมด้านนอก (OTTV) มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กฎหมายอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ที่กำหนดไว้ว่าต้องไม่เกิน 45 Watt/M² และกฎกระทรวง พ.ศ. 2552 ที่กำหนดให้อาคารสำนักงาน ต้องไม่เกิน 50 Watt/M²

ตารางที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังกรอบอาคารด้านนอก

	Before Installation the Shading Device			After Installation the Shading Device		
	South-west	South-east	North-east	South-west	South-east	North-east
OTTVi (watt/m ²)	155.014	143.571	128.616	55.425	53.429	51.382
OTTV(watt/m ²)	142.04			53.407		
Decreasing OTTV	88.633(62.4%)					

5. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อภาวะความร้อนในเครื่องปรับอากาศซึ่งมาจากผลรวมของอิทธิพลแหล่งกำเนิดความร้อน ทั้งภายนอกและภายในอาคาร ปรากฏว่าค่าผลรวมของภาวะความร้อนจากแหล่งกำเนิดภายนอกอาคาร มีอิทธิพลต่อการกำหนดขนาดของเครื่องปรับอากาศ และค่าใช้จ่ายค่าพลังงานในอนาคต

จากวัตถุประสงค์ของการประเมินค่าภาวะความร้อนในเครื่องปรับอากาศในงานวิจัยนี้ เพื่อการกำหนดขนาดของเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมจากผลรวมของภาวะความร้อน อีกทั้งสามารถแสดงค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าที่ต้องใช้ต่อเดือนของเครื่องปรับอากาศ

ผลที่เกิดขึ้น **ประการแรก** จากการติดตั้งอุปกรณ์บังแดดได้ช่วยลดขนาดตันความเย็นของเครื่องปรับอากาศจาก 26.14 เป็น 17.84 ตันความเย็น หรือลดขนาดเครื่องปรับอากาศที่ใช้ติดตั้งในพื้นที่ที่ยกเป็นกรณีศึกษาลง 31.73%

ประการที่สอง ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าต่อเดือนที่ลดลงจาก 42,458.29 บาท เป็น 28,984.38 บาท ซึ่งช่วยประหยัด 13,473.91 บาท (กำหนดข้อมูลในการคำนวณ 22 วันทำงานต่อเดือน, 7 ชั่วโมงการทำงานต่อวัน และราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วย เท่ากับ 3 บาท) $22 \times 7 = 154$ ชั่วโมงต่อเดือน

ตารางที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบภาระความร้อนและค่าที่ลดลงในเครื่องปรับอากาศ ก่อนและหลังติดตั้งอุปกรณ์บังแดด

Cooling Load Factors	Before Installation the Shading Device (Watt)	After Installation the Shading Device (Watts)	Decreasing Cooling Load	
			Decreasing	Percentage
1. External Load	24,886.1573	11683.6941	13202.4632	53.05%
2. Internal Load	67014.9079	51053.0555	15961.8524	23.82%
Total Cooling Load	91901.0652	62,736.7496	29,164.3156	31.73%
Ton Refrigeration (TOR)	26.138 TOR	17.8433 TOR	8.2948 TOR	
Energy Expense	(91,901.0652/1,000)	(62,736.7496/1,000)	(29,164.3156/1,000)	
	X22x7x3	X22x7x3	X22x7x3	
	42,458.29 Baht	28,984.38 Baht	13,473.91 Baht	
Pay Back Period (Month)			220,000/13,473.91 = 16.33 Months	

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยโครงการนี้ เป็นงานวิจัยที่เกิดจากการเล็งเห็นความสำคัญของการประหยัดพลังงานในอาคารของผู้บริหารระดับสูง ทั้งสถาบันมะเร็งแห่งชาติ และมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ในการเปิดโอกาสในการทำงาน และช่วยจัดหาสิ่งอำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงานให้แก่คณะวิจัย

นอกจากนี้โครงการวิจัยนี้ยังได้รับความร่วมมืออย่างดีจากเจ้าหน้าที่ของสถาบันมะเร็งแห่งชาติ ทั้งในส่วนของเจ้าหน้าที่ห้องสมุด ที่ช่วยในการบันทึกข้อมูลอนุกรมิตลอดระยะเวลา ก่อนและหลังการติดตั้ง

อุปกรณ์กันแดด รวมทั้งเจ้าหน้าที่ในกลุ่มภารกิจอำนวยความสะดวกในการช่วยจัดรูปแบบเอกสาร รวมทั้งการเรียบเรียง และจัดพิมพ์รูปเล่มจนสำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายประสงค์ของเนื้อหาสาระของงานวิจัย

งานวิจัยนี้จึงนับเป็นงานวิจัยแรกที่เกิดจากความร่วมมือจากคณะกรรมการภาคเอกชนของมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิตกับสถาบันมะเร็งแห่งชาติ เพื่อเน้นการมีส่วนร่วมของเอกชนในการสร้างนโยบายของสถาบันฯ

เอกสารอ้างอิง

- [1] Olgyay Victor. (1992). *Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*. New York: Van Nostrand Reinhold. 61-81.
- [2] สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์. (2548). *กฎหมายอาคาร เล่ม 3 อาษา*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัทเมฆาเพรส จำกัด หน้า ค10-18.
- [3] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2552). *ประกาศในราชกิจจานุเบกษา*. การประกาศใช้กฎกระทรวงที่เกี่ยวกับการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน หมวด 2 มาตรฐานและหลักเกณฑ์ในการออกแบบอาคาร ส่วนที่ 1 ระบบกรอบอาคาร หน้า 11.
- [4] ไพบุลย์ หังสพฤกษ์; และ เฮอิต ไชโต. (2538). *การปรับอากาศ*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: ดวงกลม. 87-90.
- [5] มะเร็งแห่งชาติ, สถาบัน. (2550). *ผลงานประจำปี 2550*. กรุงเทพฯ: สถาบันมะเร็งแห่งชาติ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.
- [6] สำนักงานพลังงานแห่งชาติ, กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน. (2532). *คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร*.
- [7] Bradshaw Vaughn PE. (1993). *Building Control Systems*. 2nd Ed. Canada: John Wiley & Son, Inc.
- [8] SV Szokolay. (1980). *Environmental Science Handbook for Architects and Builders*. The Construction Press Ltd.,: Lancaster.