

การศึกษาวิเคราะห์เพื่อลดความร้อนในระบบกรอบอาคาร

ANALYTICAL STUDY FOR REDUCE HEAT IN BUILDING FRAME SYSTEM

สุนทร แสงเพชร^{1*} โจเซฟเคดารี² สุวิไล อารีจิตต์³ ธัชพรพรณ หนูเนียม⁴Soonthorn Sangpetch^{1*} Prof. Joseph Khedari² Suwilai Areejit³ Thachapan Nooniem⁴¹อาจารย์ตร.ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี²ศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี³⁻⁴อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

*Corresponding author, Email: soonthorn.sae@bkkthn.ac.th

Received: February 19, 2023

Revise: June 6, 2023

Accepted: June 6, 2023

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของกรอบอาคารให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นโดยการวัดค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังทั้ง 4 ด้านก็จะได้อัตราการสูญเสียการถ่ายเทความร้อนก่อนและหลังเพื่อนำมาวิเคราะห์และปรับปรุง เพราะประเทศไทยมีที่ตั้งอยู่ในเขตแบบภูมิอากาศร้อนชื้น ทำให้อาคารที่ใช้อยู่ปัจจุบันมีสภาพอากาศร้อนทำให้สิ้นเปลืองค่าพลังงานไฟฟ้าจึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับกรอบอาคารโดยกรอบอาคารที่ดีควรสามารถป้องกันไม่ให้ความร้อนเข้ามาภายในตัวอาคารมากเกินไปเพื่อลดภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศและนำไปสู่การลดภาระการทำความเย็นและค่าใช้จ่ายในการสิ้นเปลืองค่ากระแสไฟฟ้า โดยปกติภาระการปรับอากาศที่เกิดจากความร้อนถ่ายเทจากภายนอกอาคารเข้าสู่ตัวอาคารจะมีสัดส่วนสูงกว่าความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารเองการที่เราสามารถเข้าใจกลไกของการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารว่าเป็นอย่างไรมีลักษณะใดบ้างและทราบถึงวิธีการประเมินสมรรถนะของกรอบอาคารจะช่วยให้เราสามารถวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางป้องกันความร้อนเหล่านั้นไม่ให้เข้ามาภายในอาคารสำหรับอาคารหนึ่งๆภาระการปรับอากาศเป็นผลจากปัจจัยภายนอกอันได้แก่ความร้อนที่การถ่ายเทจากภายนอกอาคารเข้าสู่ตัวอาคารและจากปัจจัยภายในอันได้แก่ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในตัวอาคารเองโดยปกติแล้วความร้อนจากที่ถ่ายเทจากภายนอกจะมีสัดส่วนสูงกว่าความร้อนที่เกิดขึ้นจากภายในคือคิดเป็นร้อยละ 60 ของภาระการปรับอากาศ โดยผลการทำวิจัยสรุปค่า OTTV (N) ลดลง = 41.17 W/m^2 = ลดความร้อนลง 45.70 % , OTTV (E) ลดลง = 64.25 W/m^2 = ลดความร้อนลง 39.39 % , OTTV (S) ลดลง = 67.29 W/m^2 = ลดความร้อนลง 42.49 % , OTTV (W) ลดลง = 67.1 W/m^2 = ลดความร้อนลง 40.29 % รวมค่าเฉลี่ยค่าการถ่ายเทความร้อนลดลง 42 %

คำสำคัญ: กรอบอาคาร, พลังงานไฟฟ้า, ภาระการปรับอากาศ

Abstract

This research is to improve the efficiency of the building frame to be more efficient by measuring the heat transfer values of all 4 walls. The heat transfer temperatures before and after will be analyzed and improved. Because Thailand is located in a tropical climate zone. Causing the current building to have a hot weather, causing electricity costs, so it is necessary to focus on the building framework, with a good building frame, it should be able to prevent too much heat inside the building to reduce the burden. Cooling of the air conditioning system and leads to a reduction in the cooling load and the cost of wasting electricity. Normally, the air conditioning load caused by heat transfer from the outside of the building into the building will be higher

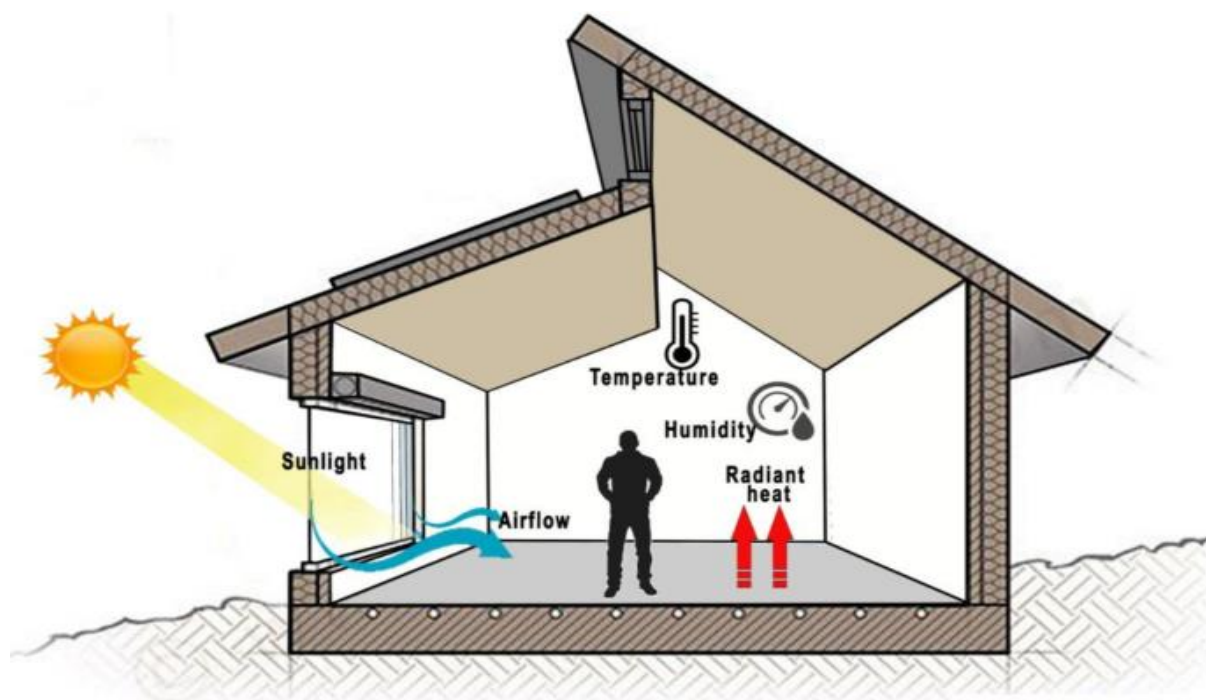
<http://jeet.siamtechu.net>

than the heat generated inside the building itself. We can understand the mechanism of heat transfer into the building. What characteristics and knowing how to assess the performance of the building frame will help us analyze to find ways to prevent those heats from entering the building. For a building, the air conditioning load is affected by external factors, i.e. heat transferred from the outside of the building into the building, and by internal factors, i.e. heat generated from within the building itself. The proportion of heat generated from the outside is higher than the heat generated from the inside, accounting for 60 percent of the air conditioning load. The results of the research concluded that OTTV (N) decreased = 41.17 W/m^2 = reduced heat by 45.70 %, OTTV (E) decreased = 64.25 W/m^2 = reduced heat by 39.39 %, OTTV (S) reduced Down = 67.29 W/m^2 = Reducing heat by 42.49% , OTTV (W) Reducing = 67.1 W/m^2 = Reducing heat by 40.29% Total average value of heat transfer is reduced by 42%.

Keywords: Building Frame, Electric Power, Air Conditioning Load

1.บทนำ

สำหรับอาคารหนึ่งๆ การะการปรับอากาศเป็นผลมาจากปัจจัยภายนอก คือความร้อนที่มีการถ่ายเทของอากาศจาก ภายนอกอาคารเข้ามายังตัวอาคารและจากปัจจัยภายในตัวอาคารเอง โดยปกติแล้วความร้อนจากการถ่ายเทภายนอกจะมีสัดส่วนสูงกว่าความร้อนที่เกิดขึ้นจากภายใน คือ คิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 60 ของการะการปรับอากาศ ดังรูปที่แสดงแหล่งที่มาของความร้อนในรูปแบบต่างๆ ที่เป็นการะการปรับอากาศ



รูปที่ 1 แสดงแหล่งความร้อนของการะการปรับอากาศ

ที่มา: กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน(สามัญ), 2550

1. การส่งผ่านรังสีจากดวงอาทิตย์เข้าสู่อาคารโดยตรงผ่านพื้นผิวที่โปร่งแสงเช่นหน้าต่าง, หลังคาโปร่งแสง (Skylight)

<http://jeet.siamtechu.net>

2. การนำความร้อนเข้าสู่อาคารโดยผ่านทางผนังภายนอก (ผนังทึบและผนังกระจก) พื้นและหลังคา
3. ความร้อนที่เกิดขึ้นจากตัวคน, หลอดไฟส่องสว่างและอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆที่อยู่ภายในอาคาร
4. ความร้อนที่เกิดจากอากาศภายนอกที่นำเข้ามาเพื่อการระบายอากาศภายในหรือที่แทรกซึมเข้าสู่อาคาร (เช่นอากาศที่ผ่านเข้าทางประตูหรือหน้าต่างในส่วนที่เปิดไว้)

เมื่อกล่าวถึงเรื่องการใช้พลังงานภายในอาคาร ซึ่งในที่นี้หมายถึงพลังงานไฟฟ้า คนทั่วไปส่วนมากจะมีความเข้าใจเฉพาะการประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว เนื่องจากสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายและเห็นเป็นรูปธรรมอย่างชัดเจน แต่ที่แท้จริงแล้วยังมีอีกหลายวิธีที่สามารถช่วยให้เกิดมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ลดลงได้ ซึ่งหนึ่งในวิธีนั้นก็คือ “การเลือกใช้วัสดุกรอบอาคาร” หรือที่เรียกทั่วไปว่า วัสดุก่อสร้าง ให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละพื้นที่ และมีส่วนตอนการใช้งานอย่างถูกวิธีสาเหตุเนื่องจากวัสดุกรอบอาคาร โดยเฉพาะวัสดุที่ใช้ภายนอกเปรียบเสมือนเป็นเปลือกหุ้มอาคารเหล่านั้นไว้ ถ้าเลือกใช้วัสดุที่สามารถป้องกันความร้อนได้ดี ผู้อยู่อาศัยภายในบ้านก็จะไม่รู้สึกร้อนและภายในอาคารก็จะอยู่ในสภาวะน่าสบายได้ตลอด และเมื่อมีการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ มาวิเคราะห์แล้วพบว่า พลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ภายในอาคารพักอาศัยถูกใช้ไปกับการลดความร้อนภายในอาคารเป็นสัดส่วนที่มากที่สุดนั่นก็คือ การใช้ระบบปรับอากาศเข้ามาเสริมเมื่อต้องการให้อยู่ในสภาวะน่าสบาย ที่ผ่านมาในขั้นตอนของการออกแบบก่อสร้างจะมีผู้ที่คำนึงถึงการเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อนไม่มากนัก หากมีการเตรียมการป้องกันในขั้นต้นอย่างเหมาะสมแล้ว ก็จะไม่ทำให้ภาระในการลดความร้อนตกไปอยู่กับระบบทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศซึ่งเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานมากชนิดหนึ่งในการทำงานของระบบเมื่อทราบถึงความสำคัญของการเลือกใช้วัสดุกรอบอาคารให้มีความเหมาะสมแล้ว ก็ควรที่จะทำการศึกษาหรือมีความเข้าใจพื้นฐานของวัสดุบ้างในระดับหนึ่ง เพื่อใช้ประกอบในการพิจารณาเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม และก่อนที่จะกล่าวถึงคุณสมบัติและการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างแล้ว สิ่งหนึ่งที่จะเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการทำความเข้าใจ คือความรู้ทางด้านทฤษฎีที่มีความเกี่ยวข้อง ระหว่างวัสดุก่อสร้าง ความร้อน และพลังงานในระดับเบื้องต้น อันจะเป็นประโยชน์ในการทำความเข้าใจคุณสมบัติต่างๆของวัสดุต่อไป การที่เราทำการวิจัยและสามารถหาวิธีเพิ่มสมรรถนะในการป้องกันความร้อนของกรอบอาคารจะทำให้ภายในตัวอาคารมีอุณหภูมิลดลงทำให้ช่วยลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศทำให้สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้เป็นอย่างมาก

2. วัตถุประสงค์

1. ทราบปัจจัยที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร
2. เข้าใจหลักการคำนวณสมรรถนะของกรอบอาคาร OTTV

3. การดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้โรงงานต้นแบบประเภทซอมิเล็กทรอนิกส์โดยการวัดค่าความร้อนที่อุณหภูมิของผนังอาคารทั้ง 4 ด้านเพื่อเก็บข้อมูลก่อนและหลังการทำวิจัยโดยใช้หลักทฤษฎีและหลักปฏิบัติแล้วนำมาคำนวณเพื่อให้ทราบสมรรถนะของกรอบอาคารสำนักงาน

3.1 สมการ

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร (Overall Thermal Transfer Value: OTTV)

$$OTTV_i = (U_w) (1-WWR) (T_{Deq}) + (U_f) (WWR) (\Delta T) + (WWR) (SHGC) (SC) (ESR). \quad (1)$$

ที่มา: กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน(สามัญ), 2550

<http://jeet.siamtechu.net>

โดยที่ $OTTV_i$ คือ Total heat transfer of the wall under consideration, W/m^2

U_w คือ Total heat transfer coefficient of solid wall, $W/m^2 \cdot ^\circ C$

WWR คือ The area of the window is translucent by giving it a aspect ratio. and or of the translucent wall to the total area of that wall consider

TD_{eq} คือ temperature different indoors and outdoors $^\circ C$

U_f คือ Total heat transfer coefficient of glass or transparent wall, $W/m^2 \cdot ^\circ C$

ΔT คือ Temperature difference outside and inside $^\circ C$

$SHGC$ คือ coefficient of solar radiation transmitted through glass translucent wall or transparent wall $W/m^2 \cdot ^\circ C$

SC คือ shading coefficient of shading devices

ESR คือ the amount of incident sunlight that affects heat transfer through translucent walls and/or opaque walls, W/m^2

3.2 สมการ

การถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาอาคาร(Roof Thermal Transfer Value: RTTV)

$$RTTV_{ni} = (U_r) (1-SRR) (TD_{eq}) + (U_s)(SRR) (\Delta T) + (SRR) (SHGC) (SC) (ESR) \quad (2)$$

ที่มา: กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน(สามัญ), 2550

โดยที่ $RTTV_{ni}$ คือ Total heat transfer of the considered roof section, W/m^2

U_r คือ Total heat transfer coefficient of the roof, $W/m^2 \cdot ^\circ C$

SRR คือ The ratio of the area of the translucent roof to the total area of the considered roof.

TD_{eq} คือ The temperature difference equivalent between the outside and the inside of the building including the solar radiation absorption effect of the solid wall, $^\circ C$

U_s คือ Total heat transfer coefficient of translucent roof, $W/m^2 \cdot ^\circ C$

ΔT คือ Temperature difference between indoor and outdoor

$SHGC$ คือ coefficient Heat from solar radiation transmitted through the translucent roof.

SC คือ shading coefficient of shading devices

ESR คือ solar radiation affecting heat transfer or amount of incident sunlight, translucent wall and/or opaque wall, W/m^2

3.3 ความหนาแน่น (Density; ρ) และความร้อนจำเพาะ (Specific heat; C_p) ของวัสดุต่าง ๆ

ตารางที่ 1. ตารางการนำความร้อนและความต้านทานความร้อน (ที่มา: กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน(สามัญ), 2550

ลำดับ	วัสดุ	K ($W.m^{-2}.^{\circ}C^{-1}$)	P (Kgm^{-3})	C_p ($Kj.Kg^{-1}.^{\circ}C^{-1}$)
1	แผ่นซีเมนต์แอสเบสตอส	0.198	1860	1.00
2	แผ่นฉนวนกันความร้อน	0.108	720	1.00
3	วัสดุฉนวนหลังคาแอสฟัลท์	1.226	1100	1.51
4	บิตูเมน(Bitumen)	1.298	1100	1.26
5	อิฐ			
	(ก) แท่งและฉาบปูนหรือปิดด้วยแผ่นโมเสกหรือกระเบื้อง	0.807	1760	0.837
	(ข) ผนังไม่ฉาบปูน	1.154	1600	0.79
6	คอนกรีต	1.442	2400	0.92
7	คอนกรีตมวลเบาความหนาแน่นต่างๆ			
	(ก) 620 Kg/m^3	0.160	620	0.84
	(ข) 960 Kg/m^3	0.303	960	0.84
	(ค) 1120 Kg/m^3	0.346	1120	0.84
	(ง) 1280 Kg/m^3	0.476	1280	0.84
8	บล็อกคอนกรีต	1.02	1370	0.92

3.4 ค่าคุณสมบัติอุณหภาพของกรอบอาคาร

1. ค่าสัมประสิทธิ์ผิwn้ำที่บ (U_w)
2. ค่าความต่างของอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq})
3. ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคารสำหรับผนังโปร่งแสง (DT)
4. ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (SHGC)
5. สัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading coefficient: SC)
6. รังสีแสงอาทิตย์ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน (Effective Solar Radiation: ESR)



(ก) อิฐมอญ



(ข) อิฐบล็อก



(ค) อิฐมวลเบา

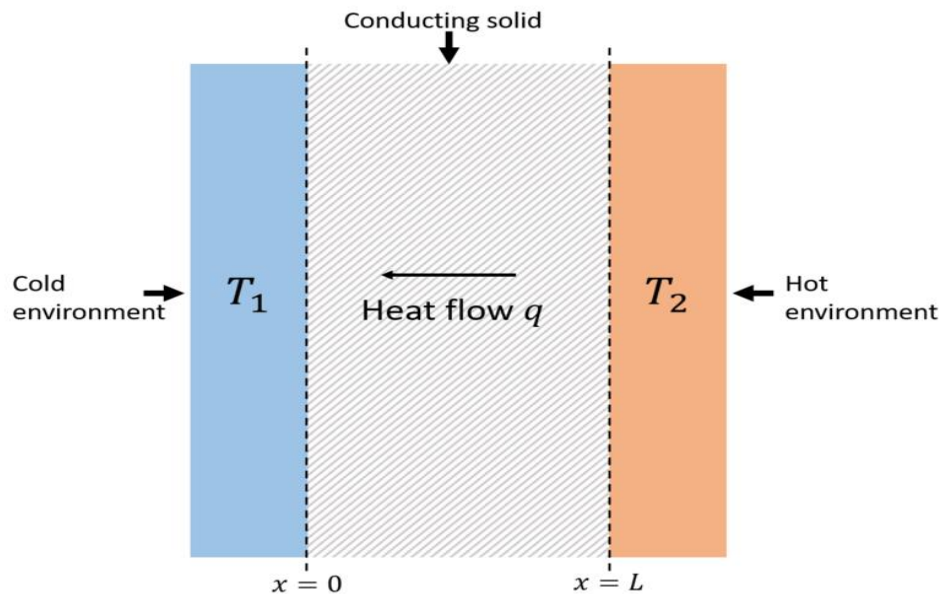


รูปที่ 2 แสดงวัสดุที่ใช้ประกอบอาคาร

ที่มา: กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน(สามัญ), 2550

3.5 สมรรถนะเชิงอุณหภาพของผนังที่บ

สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (Coefficient of heat transfer หรือ U)



รูปที่ 3 แสดงการถ่ายเทความร้อนผ่านผนัง
ที่มา: กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน(สามัญ), 2550

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T \quad (3)$$

เมื่อ Q = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)

U = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน

A = พื้นที่ทั้งหมดที่มีการรับแสงแดด (m^2)

ΔT = ค่าความต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ($^\circ C$)

การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร สามารถแบ่งการคำนวณออกเป็น 2 ส่วน เพื่อให้สะดวกต่อการกำหนดค่า คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV) และเมื่อนำทั้งสองส่วนมารวมกันก็จะได้เป็นค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคารทั้งหมด โดยการวิจัยครั้งนี้ จะทำการศึกษาเฉพาะ(OTTV) และทำในเฉพาะอาคารห้องสำนักงาน

1.ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (OTTV)

การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง จะมีตัวแปรที่เกี่ยวข้อง คือ ส่วนของผนังอาคารทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นผนังทึบหรือผนังโปร่งแสง เช่น ช่องประตูหรือหน้าต่างซึ่งในปัจจุบันมีข้อกำหนดให้อาคารที่สร้างใหม่จะต้องมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังไม่มากกว่า $45 W/m^2$ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง คำนวณได้จาก

$$OTTV_i = U_w \cdot (1-WWR) \cdot T_{d_{eq}} + U_f \cdot WWR \cdot \Delta T + SC \cdot WWR \cdot SF \quad (4)$$

เมื่อ A_1 = พื้นที่ผนังส่วนที่ 1 (m^2)

ฉะนั้น

$$OTTV_{รวม} = \frac{A_1 \cdot OTTV_1 + A_2 \cdot OTTV_2 + \dots + A_i \cdot OTTV_i}{A_1 + A_2 + \dots + A_i} \quad (5)$$

3.6 เก็บข้อมูลก่อนการศึกษาทำวิจัย

ตารางที่ 2. ตารางการบันทึกข้อมูลก่อนการศึกษาทำวิจัย

Type of building office	OTTV (W/m ²)			
	N	E	S	W
ESR	100.50	150.04	170.20	160.98
TD _{eq}	5.40	11.90	12.65	12.90
OTTV (W/m ²)	75.83	106.02	117.02	112.38

$$OTTV_i = (U_w) (1-WWR) TD_{eq} + (U_f) (WWR) T + (WWR) (SHGC) (SC) (ESR)$$

$$OTTV_i(N) = (2.297) (1-0.714) 5.40 + (5.764) (0.714) 5 + (0.714) (0.73) (1) (100.50) = 75.83$$

$$OTTV_i(E) = (2.297) (1-0.714) 11.90 + (5.764) (0.714) 5 + (0.714) (0.73) (1) (150.04) = 106.02$$

$$OTTV_i(S) = (2.297) (1-0.714) 12.65 + (5.764) (0.714) 5 + (0.714) (0.73) (1) (170.20) = 117.02$$

$$OTTV_i(W) = (2.297) (1-0.714) 12.90 + (5.764) (0.714) 5 + (0.714) (0.73) (1) (160.98) = 112.38$$

3.7 ค่าบันทึกข้อมูลหลังทำการเปลี่ยนเป็นผนังทึบและหลังคาทึบ

ตารางที่ 3. ตารางการบันทึกข้อมูลหลังทำการเปลี่ยนเป็นผนังทึบและหลังคาทึบ

Type of building office	OTTV (W/m ²) Standard criteria according to law OTTV ≤ 50			
	N	E	S	W
ESR	50.00	60.55	72.33	65.20
TD _{eq}	1.5	3.83	6.55	7.44
OTTV (W/m ²)	34.665	41.77	49.73	45.28

$$OTTV_i = (U_w) (1-WWR) TD_{eq} + (U_f) (WWR) T + (WWR) (SHGC) (SC) (ESR)$$

$$OTTV_i(N) = (0.50) (1-0.714) 1.50 + (0.65) (0.714) 5 + (0.714) (0.90) (1) (50.00) = 34.665$$

$$OTTV_i(E) = (0.50) (1-0.714) 3.83 + (0.65) (0.714) 5 + (0.714) (0.90) (1) (60.55) = 41.77$$

$$OTTV_i(S) = (0.50) (1-0.714) 6.55 + (0.65) (0.714) 5 + (0.714) (0.90) (1) (72.33) = 49.73$$

$$OTTV_i(W) = (0.50) (1-0.714) 7.44 + (0.65) (0.714) 5 + (0.714) (0.90) (1) (65.20) = 45.28$$

3.8 ค่าเปรียบเทียบก่อนและหลังการทำวิจัย

ตารางที่ 4. ตารางเปรียบเทียบก่อนและหลังการทำวิจัย

Type of building office	Standard criteria according to law OTTV (W/m^2)			
	N	E	S	W
Before OTTV (W/m^2)	75.83	106.02	117.02	112.38
After OTTV (W/m^2)	34.665	41.77	49.73	45.28
Decrease in OTTV (W/m^2)	41.17	64.25	67.29	67.1

3.9 ตารางเกณฑ์มาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

ตารางที่ 5. ตารางเกณฑ์มาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

Type building	Standard criteria according to law	Standard criteria according to law
	OTTV (W/m^2 of the exterior wall)	RTTV (W/m^2 of building roofs)
Office	$\text{O-OTTV} \leq 50$	$\text{O-RTTV} \leq 15$
Department store / community building	$\text{S-OTTV} \leq 40$	$\text{S-RTTV} \leq 12$
Hotel, Hospital, Condominium	$\text{H-OTTV} \leq 30$	$\text{H-RTTV} \leq 10$

3.10 เปรียบเทียบงานวิจัยกับเกณฑ์มาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

ตารางที่ 6. ตารางการเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

Type of building office	OTTV (W/m^2) Standard criteria according to law $\text{OTTV} \leq 50$			
	N	E	S	W
Before OTTV (W/m^2)	75.83	106.02	117.02	112.38
After OTTV (W/m^2)	34.665	41.77	49.73	45.28
Decrease in OTTV (W/m^2)	41.17	64.25	67.29	67.1

4. ผลการศึกษา

จากการเปรียบเทียบจากตารางที่ 6 ทำให้เห็นว่าค่า OTTV (W/m^2) มีการลดลงทุกทิศที่มีการวัดค่าทำให้ผลพวงในภาพรวมในอาคารสำนักงานมีแนวทางที่จะลดค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าได้แน่นอน

ตารางที่ 7 กรณีออกแบบใช้ผนังกระจกทุกด้าน 100% จะไม่สามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามกฎหมายได้

Type building	OTTV(W/m ²)					law
Office	219.7 X	168.4 X	140.5 X	133.8 X	106.8 X	≤50
Department store / community building	163.8 X	127.5 X	107.8 X	99.7 X	79.5 X	≤40
Hotel, Hospital, Condominium	100.6 X	78.2 X	66.0 X	61.3 X	48.9 X	≤30

ตารางที่ 8. กรณีเปรียบเทียบการไม่สามารถผ่านเกณฑ์มาตรฐานและการผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามกฎหมาย

Type building	RTTV(W/m ²)				law
Office	64.8 X	23.6 X	5.9	4	≤15
Department store / community building	65.6 X	24.0 X	6	4.1	≤12
Hotel, Hospital, Condominium	39.3 X	14.5 X	3.6	2.5	≤10

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ศึกษาวิเคราะห์เก็บข้อมูลและคุณสมบัติเชิงอุณหภูมิที่สำคัญของวัสดุปรับอากาศ
2. วิเคราะห์เก็บข้อมูลทดลองและนำเอาข้อมูลมาใช้ประโยชน์ต่อสาธารณะได้
3. ทำการศึกษาในระดับข้อมูลที่ซับซ้อนขึ้นต่อไปได้

6. สรุปและข้อเสนอแนะ

การทำวิจัยครั้งนี้ทำเฉพาะ OTTV(W/m²) เพื่อพิสูจน์สมการโดยใช้คอมพิวเตอร์ประมวลผลเพื่อหาค่า OTTV(W/m²) หลังจากปรับปรุงจากของเดิมไปแล้วเพราะเวลามีจำกัดและสมการบางตัวก็จะกำหนดให้คงที่เพื่อความคล่องตัวในการเก็บข้อมูลและการคำนวณเพราะโรงงานมีเวลาให้เข้าไปศึกษาโดยมีข้อจำกัดทางด้านเวลาและข้อมูลบางอย่างเปิดเผยไม่ได้เพื่อการแข่งขันทางการค้า แต่ข้อมูลที่ได้นี้ก็เป็นประโยชน์อย่างมากและได้ให้ข้อมูลบางส่วนกับโรงงานเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการดำเนินธุรกิจต่อไปโดยงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยประเภทเชิงทดลองในโรงงานต้นแบบลักษณะการทดลองและออกแบบ โดยทำการทดลองและวัดค่าต่างๆที่เกี่ยวข้องเพื่อประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อหาค่า OTTV(W/m²) เท่านั้นโดยมีการศึกษาด้วยการเข้าไปเก็บข้อมูลในโรงงานต้นแบบจริงในการหาค่า OTTV(W/m²) จากทิศเหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตก เพื่อนำมาประมวลผลก่อนและหลังเพื่อ จึงหาประเด็นในการลดลงของค่า OTTV(W/m²) เป็นที่น่าสนใจว่าเป็นการลดลงของค่า OTTV(W/m²) อย่างมีนัยสำคัญคือผลการทำวิจัยสรุปค่า OTTV (N) ลดลง = 41.17 W/m²=ลดความร้อนลง 45.70 % , OTTV (E) ลดลง= 64.25W/m²=ลดความร้อนลง 39.39 % , OTTV (S) ลดลง= 67.29W/m²=ลดความร้อนลง 42.49 % , OTTV (W) ลดลง= 67.1W/m²=ลดความร้อนลง 40.29 % หลังจากที่เราศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลก่อนทำและหลังทำวิจัยเพื่อนำไปปรับปรุงในสภาพการณ์จริงเพื่อเพิ่มเติมข้อมูลและพัฒนาให้ได้ข้อมูลที่มีความแม่นยำมากขึ้นงานวิจัยนี้ศึกษาเฉพาะค่า OTTV(W/m²) เพื่อช่วงแรกจะ

<http://jeet.siamtechu.net>

ได้ประหยัดการใช้พลังงานรวมของโรงงาน ซึ่งการทำวิจัยทำเฉพาะในสำนักงานซึ่งมีพื้นที่ไม่ใหญ่มากนักซึ่งในลำดับต่อไปก็จะพัฒนาขยายขอบเขตของอาคารในแต่ละกรณีโดยได้คำนึงถึงค่าไฟฟ้าโดยรวมทั้งหมดและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เนื่องด้วยเวลาที่จำกัด ซึ่งอาจเป็นประเด็นที่น่าสนใจในเรื่องเวลาที่ควรพิจารณาให้มากกว่าเดิมเพื่อจะได้ใช้เวลาในการหาข้อมูลที่จะเอืดยึดเพิ่มเติมและจะได้มีเวลาในการเปรียบเทียบรูปแบบปรับอากาศของอาคารอื่นๆเพื่อเปรียบเทียบเพื่อเป็นแนวทางการประหยัดไฟฟ้าให้เกิดความเหมาะสมกับการใช้งานอาคารต่อไป

7. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจากบริษัท เอ็คซาบิซ จำกัด ที่ให้เข้าไปเก็บข้อมูลและอำนวยความสะดวกทุกอย่างให้เป็นอย่างดีและมหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี ที่มอบทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, (2547), ตำราฝึกอบรมหลักสูตรผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (ผชพ.)สามัญ
- [2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, (2550), คู่มือมาตรฐานการอนุรักษ์พลังงานในอาคารกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (พ.ศ. 2545). บทที่ 2 การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ก่อสร้างที่มีคุณสมบัติความเป็นฉนวน 10 ชนิด. In เอกสารเผยแพร่ แนวทางการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์และฉนวนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน (pp. 2-1 - 2-15)
- [3] ผศ.ดร.สุธรรม นิยมवास และบัญญัติ นิยมवास, (2549). เครื่องจักรกลของไหล, สำนักพิมพ์วิทย์พัฒน์ จำกัด, กรุงเทพฯ, [4] เกษม จันทรแก้ว และคณะ. (2543). โครงการศึกษาวิจัย และพัฒนาสิ่งแวดล้อมหมักเบียร์ อันเนื่องมาจาก พระราชดำริ.ตำบลแหลมผักเบี้ยอำเภอบ้านแหลม: เพชรบุรี
- [4] ชัยโรจน์ธนสันติ. (2535).การมีส่วนร่วมของสภาตำบลในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ:ศึกษากรณีจังหวัดอุบลราชธานี.วิทยานิพนธ์สังคมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อม, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล
- [5] คู่มือฝึกอบรมการอนุรักษ์พลังงานภาคปฏิบัติด้านไฟฟ้า (Mini Plant), โครงการทดลองจัดระบบการสอบและการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม PRE, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
- [6] ศราพร ไกรยะปักษ์. (2553).รูปแบบที่เหมาะสมในการจัดการพลังงานชุมชน.วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อม, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล
- [7] นิพนธ์เกตุจ้อย. (2546).ระบบไฟฟ้าขนาดเล็กจากพลังงานหมุนเวียนสำหรับหมู่บ้านที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ในประเทศไทย.ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมพลังงานแสงอาทิตย์, มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก
- [8] Cohen, J.M. และ N.T. Up off. (1977), Rural Development Participation: Concept and Measures for Project Design Implementation and Evaluation. Rural Development Committee Center for International Studies, Cornell University.
- [9] Boyle. (1996). Renewable Energy Power for a Sustainable Future. New York: Oxford University Press
38. Lars Kroldrup,(2010), Gains in Global Wind Capacity Reported Green Inc,<http://green.blogs.nytimes.com/author/lars-kroldrup/Ristinen> , Robert A.&Kraushaar,Jack. J ,(1999) Energy and the Environment, New York: John Wiley & Son –
39.http://greenthefuture.com/HYDROELECTRIC_DIY_WATERWHEEL.html ,Vertical wind turbine Online -<http://windy-future.info/tag/vertical-wind-turbine/>