DOI :

แนวทางการลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกและหลังคา กรณีศึกษา: อาคารพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Guildlines for Reduction of Overall Thermal Transfer Value and Roof Thermal Transfer Value Case Study: Natural History Museum Building, Khon Kaen University

พรสวัสดิ์ พิริยะศรัทธา*

Pornsawat Piriyasatta*

Received: October 22, 2020 Revised: February 6, 2021 Accepted: February 10, 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอก (OTTV) และหลังคา (RTTV) อาคารพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยทำการสำรวจลักษณะทางกายภาพในปัจจุบันของอาคาร เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการคำนวณค่า OTTV และ RTTV ด้วยโปรแกรม Building Energy Code version 1.0.6 ผลการคำนวณได้ค่า OTTV รวม เท่ากับ 52.45 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์ตามกฎกระทรวงเนื่องจากมีค่ามากกว่า 50 วัตต์ต่อตารางเมตร และค่า RTTV รวม เท่ากับ 3.68 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์ตามกฎกระทรวงเนื่องจากมีค่าน้อยกว่า 15 วัตต์ต่อตารางเมตร จึงได้หาแนวทางในการปรับปรุงเฉพาะค่า OTTV รวมของอาคาร โดยทำการปรับปรุงผนังทางทิศใต้และตะวันออกเนื่องจากเป็นผนังด้านที่มีค่า OTTV มากกว่า 50 วัตต์ต่อตารางเมตร เลือกใช้แนวทางการปรับปรุงที่มีความเป็นไปได้สูงในการปรับปรุงจริงและมีผลกระทบต่อการใช้งานภายในอาคารน้อยที่สุดเพื่อให้ได้ค่า OTTV รวมเท่ากันคือ 49.54 วัตต์ต่อตารางเมตร ผลสรุปของแนวทางการปรับปรุงทั้งสี่แนวทาง คือ การลดพื้นที่ผนังโปร่งแสงโดยการเพิ่มพื้นที่ผนังคอนกรีตมวลเบาหนา 0.10 เมตร (ผนัง 1) หรือการลดค่า WWR ในแนวทางที่ 1 และ 2 เป็นแนวทางที่ใช้พื้นที่และค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงน้อยกว่าแนวทางที่ 3 คือ การเปลี่ยนผนังคอนกรีตมวลเบาหนา 0.10 เมตร (ผนัง 1) โดยการบุด้วยฉนวนโฟม EPS หนา 3 นิ้ว และผนังยิบซั่มบอร์ดชนิดธรรมดา หนา 9 มิลลิเมตร และแนวทางที่ 4 คือ การเปลี่ยนชนิดของผนังโปร่งแสงเป็นกระจก solartag รุ่น SG 110 หนา 6 มิลลิเมตร โดยแนวทางที่ 1 ใช้พื้นที่ในการปรับปรุงน้อยที่สุด คือ 30.00 ตารางเมตร และมีค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงน้อยที่สุด คือ 19,850 บาท สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้ประมาณ 14,713 บาทต่อปี โดยมีระยะเวลาคืนทุน 1.35 ปี

---

* อาจารย์ประจำหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

* Master of Architecture Program in Buiding Technology, Faculty of Architecture, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand, 40002
Corresponding author E-mail: ppornsawat@kku.ac.th

Abstract

This research study aimed at examining Overall Thermal Transfer Values (OTTV) and Roof Thermal Transfer Value (RTTV) of Natural History Museum Building Khon Kaen University. The present internal physical conditions of the building were surveyed in order to collect the data for calculate OTTV value and RTTV value, based on Building Energy Code version 1.0.6 program. The results showed that OTTV value had been 52.45 watt/sq.m, which does not meet the criteria set in the ministerial law at 50 watt/sq.m. Meanwhile, RTTV value had been 3.68 watt/sq.m, which passes the ministerial law criteria of not being over 15 watt/sq.m. A means of improving the building's OTTV value was determined. The southern and eastern walls were modified since both walls had shown an OTTV value of over 50 watt/sq.m. The approaches selected for the real situation had a highly possible to renovate and also would have a minimal impact on the interior usage. The target aimed at was having an OTTV value of 49.54 watt/sq.m. for both walls. Four approaches were implemented as follows: reducing the area of transparent wall by increasing 0.10 m. lightweight concrete wall (wall no.1) area; or reduce WWR value (Approaches #1 and #2) had lower costs and less space requirements than Approach #3 is changing 0.10 m. lightweight concrete wall (wall no.1) by lining it with 3-inch EPS foam sheet and 9 mm. normal type gypsum board; and Approach #4 is replacing transparent wall with 6 mm. solartag glass SG 110. Approach #1 used the smallest area (30.00 sq.m.) and had the lowest required cost for renovation (19,850 baht). This would allow for a savings 14,713 baht in electricity costs per year with a payback period of 1.35 years.

คำสำคัญ: การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอก การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา โปรแกรมประเมินประสิทธิภาพพลังงานของอาคาร อัตราส่วนของพื้นที่ผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ของผนังทั้งหมด

Keywords: Overall Thermal Transfer, Roof Thermal Transfer, Building Energy Code Program, Window to Wall Ratio

บทนำ

พลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ที่ใช้ในอาคารร้อยละ 65 จะใช้ในระบบปรับอากาศ (Ministry of Energy, 2015) เพื่อช่วยลดอุณหภูมิอากาศภายในอาคารให้อยู่ในสภาวะน่าสบาย (comfort zone) การป้องกันความร้อนให้เข้ามาในอาคารน้อยที่สุดจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารได้ การป้องกันความร้อนในขั้นแรกคือการลดปริมาณการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร (Overall Thermal Transfer Value : OTTV) และลดปริมาณการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (Roof Thermal Transfer Value : RTTV) โดยในประเทศไทยได้กำหนดเรื่องของค่า OTTV และ RTTV ในกฎกระทรวง กำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2563 (Ministerial Law, 2020) และประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณในการออกแบบอาคารแต่ละระบบการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบของอาคาร พ.ศ. 2552 (Announcement of the Ministry of Energy, 2009) เพื่อส่งเสริมให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในทุกภาคส่วน

มหาวิทยาลัยขอนแก่นมีพันธกิจและนโยบายที่จะพัฒนามหาวิทยาลัยสู่การเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียว (green university) และมุ่งเน้นนโยบายอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม (Khon Kaen University, 2019)

อาคารพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นอาคารที่มีพื้นที่ส่วนใหญ่ติดตั้งระบบปรับอากาศและมีโครงการที่จะปรับปรุงอาคารให้ผ่านเกณฑ์ OTTV และ RTTV ตามกฎกระทรวง เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร และจะเป็นอาคารกรณีศึกษาในการปรับปรุงอาคารอื่น ในมหาวิทยาลัยขอนแก่นให้เป็นอาคารอนุรักษ์พลังงานต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกและหลังคาอาคารพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น รวมถึงแนวทางในการลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกและหลังคาอาคาร ให้ผ่านเกณฑ์ตามกฎกระทรวง

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกและหลังคาอาคารพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตามลักษณะทางกายภาพในปัจจุบันของอาคาร เช่น วัสดุและสีของผนัง หลังคา ฝ้าเพดาน รวมทั้งประตูและหน้าต่างที่อยู่กรอบด้านนอกของอาคาร งานระบบอาคารที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น ทำการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกและหลังคาอาคารพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น ด้วยโปรแกรม Building Energy Code version 1.0.6 นำผลการคำนวณที่ได้มาวิเคราะห์ และหาแนวทางในการปรับปรุงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกและหลังคาอาคาร โดยเลือกใช้แนวทางที่มีความเป็นไปได้สูงในการปรับปรุงจริงและมีผลกระทบต่อการใช้งานภายในอาคารน้อยที่สุด

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลทางกายภาพของอาคาร

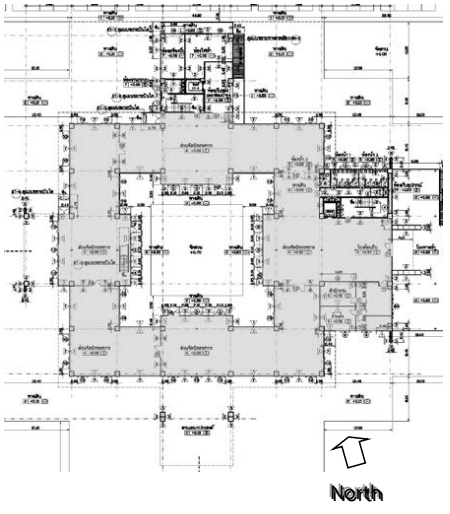
อาคารพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นอาคารโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก สูง 2 ชั้น มีพื้นที่ของอาคารรวม 7,568 ตารางเมตร และพื้นที่ปรับอากาศรวม 3,436 ตารางเมตร ตำแหน่งของอาคารอยู่ที่ละติจูด 16°26’44.71’’ เหนือ ลองติจูด 102°48’40.74’’ ตะวันออก บริเวณบึงสีฐาน มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยมีทัศนียภาพภายนอกของอาคาร ดังแสดงในภาพที่ 1

ภาพที่ 1 แสดงทัศนียภาพภายนอกของอาคาร

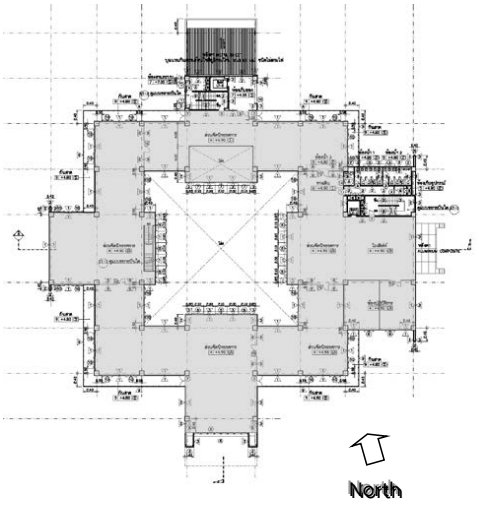
ชั้นที่ 1 มีพื้นที่ปรับอากาศ 1,653 ตารางเมตร ประกอบด้วย โถงต้อนรับและประชาสัมพันธ์ สำนักงาน ร้านค้า ส่วนจัดนิทรรศการ ห้องน้ำ ลิฟต์ บันได ห้องเก็บของ และห้องงานระบบ โดยพื้นที่สีเทาเป็นพื้นที่ปรับอากาศของชั้นที่ 1 ดังแสดงในภาพที่ 2

ชั้นที่ 2 มีพื้นที่ปรับอากาศ 1,783 ตารางเมตร ประกอบด้วย โถงลิฟต์ ห้องปฏิบัติการ ส่วนจัดนิทรรศการ ห้องน้ำ ลิฟต์ บันได ห้องเก็บของ และห้องงานระบบ โดยพื้นที่สีเทาเป็นพื้นที่ปรับอากาศของชั้นที่ 2 ดังแสดงในภาพที่ 3

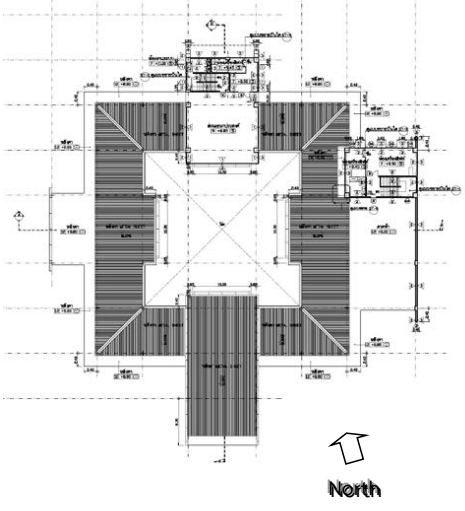
ชั้นดาดฟ้าและชั้นหลังคา จะเป็นพื้นที่ของห้องเก็บของและห้องงานระบบของอาคาร โดยเป็นพื้นที่ไม่ปรับอากาศ ดังแสดงในภาพที่ 4 และ 5



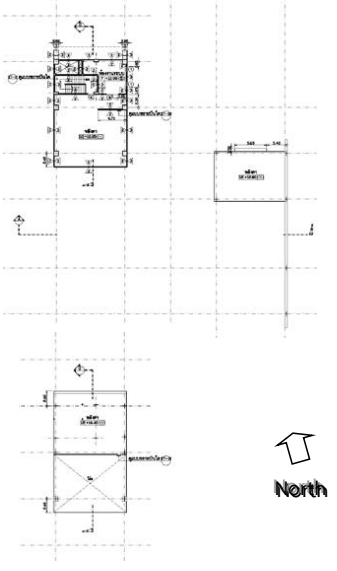
ภาพที่ 2 แสดงพื้นที่ปรับอากาศของแปลนชั้นที่ 1



ภาพที่ 3 แสดงพื้นที่ปรับอากาศของแปลนชั้นที่ 2



ภาพที่ 4 แสดงแปลนของชั้นดาดฟ้า



ภาพที่ 5 แสดงแปลนของชั้นหลังคา

ข้อมูลวัสดุของอาคาร

อาคารพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น มีรายละเอียดของวัสดุสำหรับการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกและหลังคาอาคาร ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดวัสดุผนังทึบและหลังคาของอาคารที่ใช้สำหรับการคำนวณ

ส่วนประกอบ	รายละเอียด	ความหนา (เมตร)	ค่า U-value (วัตต์ต่อตารางเมตร-องศาเซลเซียส)	ค่า DSH (กิโลจูลต่อตารางเมตร-องศาเซลเซียส)	ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์
ผนัง 1	ผนังคอนกรีตมวลเบา ความหนาแน่น 1,120 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ฉาบปูนเรียบ ทาสีขาว	0.10	2.114	100.80	0.30
ผนัง 3.1	ผนังคอนกรีตมวลเบา ความหนาแน่น 1,120 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ติดตั้งผนัง aluminium composite หนา 4 มิลลิเมตร สีเขียวสลับโทน	0.16	1.597	105.73	0.70
ผนัง 3.2	ผนังอิฐมอญ ติดตั้งผนัง aluminium composite หนา 4 มิลลิเมตร สีเงิน	0.16	2.000	141.11	0.30
ผนัง 7	ผนังคอนกรีตมวลเบา ความหนาแน่น 1,120 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ฉาบปูนเรียบ เซาะร่อง ทาสีน้ำตาล	0.10	2.114	100.80	0.90
เสา 1.1	เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก ทาสีน้ำตาล	0.80	1.391	1,766.40	0.90
เสา 1.2	เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก ทาสีขาว	0.80	1.391	1,766.40	0.30
ประตู 7	ประตูบานไม้อัดสักหนา 0.04 เมตร	0.04	2.817	35.62	0.90
หลังคา metal sheet	หลังคา metal sheet หนา 0.505 มิลลิเมตร มีช่องว่างอากาศ (เฉลี่ยประมาณ 2 เมตร) เหนือฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ดชนิดธรรมดา หนา 9 มิลลิเมตร บุฉนวนใยแก้วหนา 6 นิ้ว บนฝ้าเพดาน	0.16 (ไม่รวมช่องว่างอากาศ)	0.162	10.04	0.50
หลังคาคอนกรีต	หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 0.20 เมตร มีช่องว่างอากาศ (เฉลี่ยประมาณ 0.60 เมตร) เหนือฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ดชนิดธรรมดา หนา 9 มิลลิเมตร บุฉนวนใยแก้วหนา 6 นิ้ว บนฝ้าเพดาน	0.36 (ไม่รวมช่องว่างอากาศ)	0.158	450.44	0.50

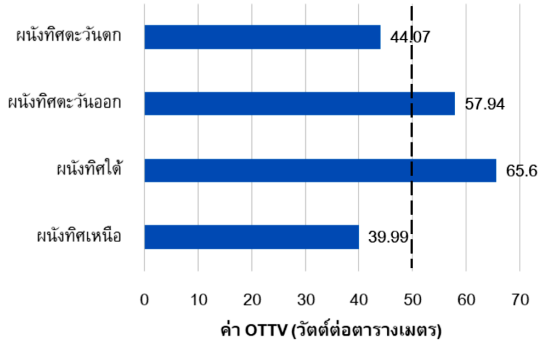
ตารางที่ 2 แสดงรายละเอียดวัสดุผนังโปร่งแสงของอาคารที่ใช้สำหรับการคำนวณ

ส่วนประกอบ	รายละเอียด	ความหนา (เมตร)	ค่า U-value (วัตต์ต่อตารางเมตร -องศาเซลเซียส)	ค่า SHGC	ค่า SC
ประตู 10	ประตูกระจกเขียวใส หนา 6 มิลลิเมตร	0.006	5.740	0.60	ทิศเหนือ 0.93 ทิศใต้ 0.84 ทิศตะวันออก 0.89 ทิศตะวันตก 0.89
ประตู 12	ประตูกระจกเขียวใส หนา 6 มิลลิเมตร	0.006	5.740	0.60	ทิศตะวันออก 0.75
หน้าต่าง 5	หน้าต่างกระจกเขียวใส หนา 6 มิลลิเมตร	0.006	5.740	0.60	ทิศเหนือ 0.93 ทิศใต้ 0.84 ทิศตะวันออก 0.89 ทิศตะวันตก 0.89
หน้าต่าง 6	หน้าต่างกระจกเขียวใส หนา 6 มิลลิเมตร	0.006	5.740	0.60	ทิศใต้ 0.95
หน้าต่าง 6A	หน้าต่างกระจกเขียวใส หนา 6 มิลลิเมตร	0.006	5.740	0.60	ทิศตะวันออก 1
หน้าต่าง 7	หน้าต่างกระจกเขียวใส หนา 6 มิลลิเมตร	0.006	5.740	0.60	ทิศใต้ 0.84
หน้าต่าง 9	หน้าต่างกระจกเขียวใส หนา 6 มิลลิเมตร	0.006	5.740	0.60	ทิศใต้ 0.54
หน้าต่าง 10.1	หน้าต่างกระจกเขียวใส หนา 6 มิลลิเมตร	0.006	5.740	0.60	ทิศเหนือ 1 ทิศใต้ 1
หน้าต่าง 10.2, 10.3	หน้าต่างกระจกเขียวใส หนา 6 มิลลิเมตร	0.006	5.740	0.60	ทิศเหนือ 0.92 ทิศใต้ 0.68 ทิศตะวันออก 0.71 ทิศตะวันตก 0.71
หน้าต่าง 10.4	หน้าต่างกระจกเขียวใส หนา 6 มิลลิเมตร	0.006	5.740	0.60	ทิศตะวันออก 0.96 ทิศตะวันตก 0.96

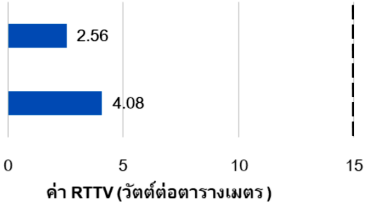
ผลการวิจัย

ผลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกและหลังคาอาคาร

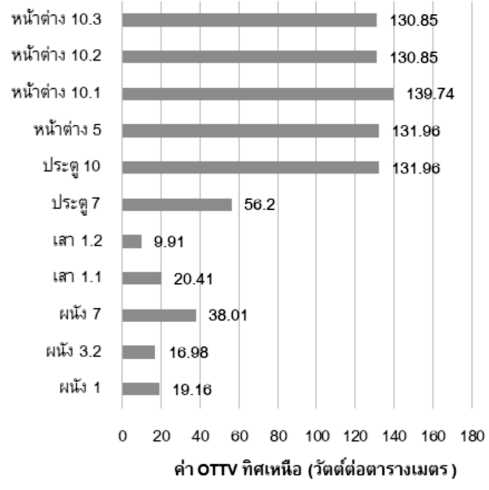
จากการคำนวณโดยใช้โปรแกรม BEC v.1.0.6 ได้ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอก (OTTV รวม) เท่ากับ 52.45 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์เนื่องจากมีค่ามากกว่า 50 วัตต์ต่อตารางเมตร (Ministerial Law, 2020) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV รวม) เท่ากับ 3.68 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์เนื่องจากมีค่าน้อยกว่า 15 วัตต์ต่อตารางเมตร (Ministerial Law, 2020) โดยมีรายละเอียดของค่า OTTV และ RTTV ดังแสดงในแผนภูมิที่ 1 ถึง 6



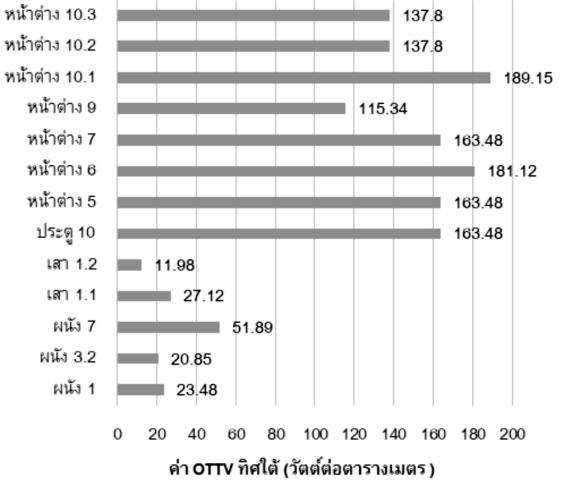
แผนภูมิที่ 1 แสดงค่า OTTV ในแต่ละทิศ



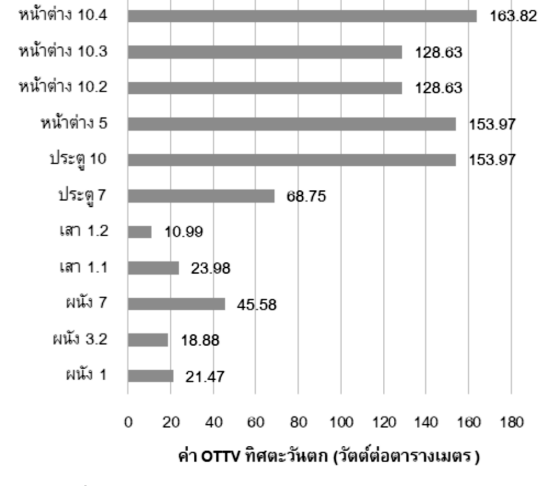
แผนภูมิที่ 2 แสดงค่า RTTV แยกตามมุมของหลังคาและวัสดุ



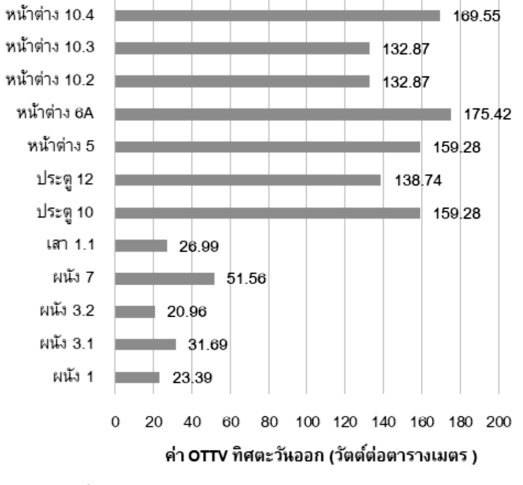
แผนภูมิที่ 4 แสดงค่า OTTV ทางทิศใต้ แยกตามวัสดุ



แผนภูมิที่ 3 แสดงค่า OTTV ทางทิศเหนือ แยกตามวัสดุ



แผนภูมิที่ 5 แสดงค่า OTTV ทางทิศตะวันตก แยกตามวัสดุ



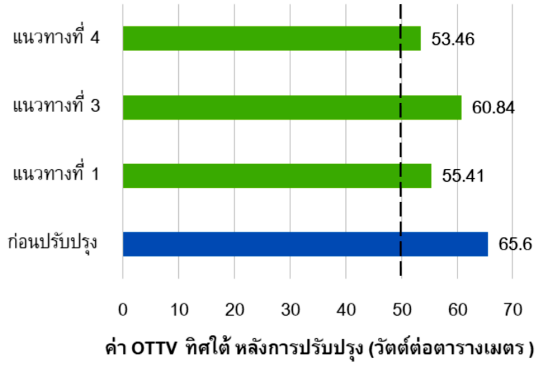
แผนภูมิที่ 6 แสดงค่า OTTV ทางทิศตะวันออก แยกตามวัสดุ

แนวทางในการลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกและหลังคาอาคาร

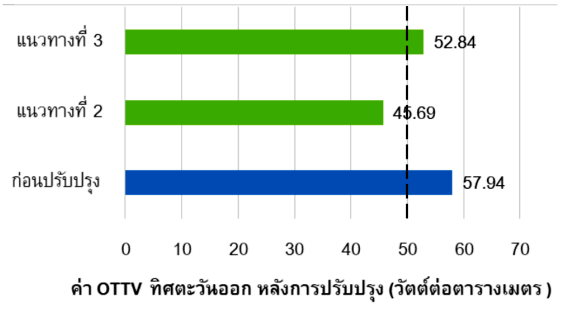
จากแผนภูมิที่ 1 จะพบว่าผนังที่มีค่า OTTV มากกว่า 50 วัตต์ต่อตารางเมตร คือ ผนังทางทิศใต้และตะวันออก และจากแผนภูมิที่ 3 ถึง 6 จะพบว่าผนังโปร่งแสง (ประตูและหน้าต่าง) จะมีค่า OTTV มากกว่าผนังทึบในทุกทิศของอาคาร แนวทางในการลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร จึงพยายามลดพื้นที่หรือเปลี่ยนชนิดของผนังโปร่งแสง โดยให้มีผลกระทบต่อการใช้งานภายในอาคารน้อยที่สุด ส่วนของผนังที่ไม่สามารถลดพื้นที่หรือเปลี่ยนชนิดของผนังโปร่งแสงได้ จะทำการเปลี่ยนผนังทึบให้มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมร้อน (U-value) ลดลง โดยทำการปรับปรุงผนังด้านนอกอาคารทางทิศใต้และทิศตะวันออก เพื่อให้อาคารมีค่า OTTV รวมน้อยกว่า 50 วัตต์ต่อตารางเมตร ดังแสดงในตารางที่ 3 หลังการปรับปรุงจะได้ค่า OTTV ใหม่ทางทิศใต้และทิศตะวันออก ดังแสดงในแผนภูมิที่ 7 และ 8

ตารางที่ 3 แสดงแนวทางในการปรับปรุงผนังด้านนอกอาคารทางทิศใต้และทิศตะวันออก

แนวทางที่	รายละเอียดในการปรับปรุง	ทิศของผนัง	พื้นที่ (ตารางเมตร)	ค่า OTTV รวม หลังการปรับปรุง (วัตต์ต่อตารางเมตร)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
1	ลดพื้นที่ผนังโปร่งแสง โดยการเพิ่มพื้นที่ผนัง 1	ทิศใต้	30.00	49.54	19,850
2	ลดพื้นที่ผนังโปร่งแสง โดยการเพิ่มพื้นที่ผนัง 1	ทิศตะวันออก	50.50	49.54	30,120
3	เปลี่ยนวัสดุผนัง 1 เป็นผนังคอนกรีตมวลเบา ความหนาแน่น 1,120 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หนา 0.10 เมตร บุด้วยฉนวนโฟม EPS หนา 3 นิ้ว ความหนาแน่น 16 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และผนังยิบซั่มบอร์ด หนา 9 มิลลิเมตร ทาสีขาว	ทิศใต้และทิศตะวันออก	245.90	49.54	162,146
4	เปลี่ยนชนิดกระจกของหน้าต่าง 6 และ 9 จากกระจกเขียวใสรุ่น ocean green float glass หนา 6 มิลลิเมตร เป็นกระจก solartag รุ่น SG 110 หนา 6 มิลลิเมตร	ทิศใต้	73.08	49.54	67,520



แผนภูมิที่ 7 แสดงค่า OTTV ทางทิศใต้ หลังการปรับปรุง



แผนภูมิที่ 8 แสดงค่า OTTV ทางทิศตะวันออก หลังการปรับปรุง

จากตารางที่ 3 สามารถสรุปแนวทางการปรับปรุงผนังด้านนอกอาคารทางทิศใต้และทิศตะวันออก เพื่อให้ได้ค่า OTTV รวมหลังการปรับปรุงของทั้งสี่แนวทางเท่ากัน คือ 49.54 วัตต์ต่อตารางเมตร ดังนี้

แนวทางที่ 1 การลดพื้นที่ผนังโปร่งแสงโดยการเพิ่มพื้นที่ผนัง 1 ทางทิศใต้ 30.00 ตารางเมตร เป็นการลดอัตราส่วนของพื้นที่ผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ของผนังทั้งหมด หรือค่า WWR (Window to Wall Ratio) จาก 0.24 เป็น 0.15 มีค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงเท่ากับ 19,850 บาท (Ministry of Commerce, 2018) เป็นแนวทางที่ใช้พื้นที่และค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงน้อยที่สุด

แนวทางที่ 2 การลดพื้นที่ผนังโปร่งแสงโดยการเพิ่มพื้นที่ผนัง 1 ทางทิศตะวันออก 50.50 ตารางเมตร เป็นการลดค่า WWR จาก 0.21 เป็น 0.12 มีค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงเท่ากับ 30,120 บาท (Ministry of Commerce, 2018) และจากแผนภูมิที่ 8 แนวทางที่ 2 เป็นแนวทางที่สามารถลดค่า OTTV ทางทิศตะวันออกได้มากกว่าแนวทางที่ 3 แต่ใช้พื้นที่และค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงน้อยกว่า

แนวทางที่ 3 การบุฉนวนโฟม EPS หนา 3 นิ้ว และผนังยิบซั่มบอร์ดชนิดธรรมดา หนา 9 มิลลิเมตร ให้กับผนัง 1 ทางทิศใต้และทิศตะวันออก พื้นที่ 245.90 ตารางเมตร เป็นการลดค่า U-value จาก 2.114 เป็น 0.395 วัตต์ต่อตารางเมตร-องศาเซลเซียส มีค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงเท่ากับ 162,146 บาท (Ministry of Commerce, 2018) เป็นแนวทางที่ใช้พื้นที่และค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงมากที่สุด

แนวทางที่ 4 การเปลี่ยนชนิดกระจกเป็นกระจก solartag รุ่น SG 110 หนา 6 มิลลิเมตร ทางทิศใต้ พื้นที่ 73.08 ตารางเมตร เป็นการลดค่า U-value จาก 5.74 เป็น 4.66 วัตต์ต่อตารางเมตร-องศาเซลเซียส และลดค่า SHGC (Solar Heat Gain Coefficient) จาก 0.60 เป็น 0.21 มีค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงเท่ากับ 67,520 บาท (AGC Flat Glass, 2016) และจากแผนภูมิที่ 7 แนวทางที่ 4 เป็นแนวทางที่สามารถลดค่า OTTV ทางทิศใต้ได้มากกว่าแนวทางที่ 1 และ 3

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาค่า OTTV และ RTTV รวมของอาคารพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา มหาวิทยาลัย ขอนแก่น โดยใช้โปรแกรม BEC v.1.0.6 ได้ผลการคำนวณค่า OTTV รวม เท่ากับ 52.45 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ตามกฎกระทรวง และค่า RTTV รวม เท่ากับ 3.68 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งผ่านเกณฑ์ตามกฎกระทรวง เมื่อพิจารณาค่า OTTV แยกตามทิศของผนัง ผนังทางทิศใต้และทิศตะวันออกมีค่า OTTV มากกว่า 50 วัตต์ต่อตารางเมตร โดยมีค่า WWR เท่ากับ 0.24 และ 0.21 ตามลำดับ ซึ่งค่า WWR ดังกล่าวจะมากกว่าทิศเหนือและทิศตะวันตกประมาณ 2 เท่า แนวทางในการลดค่า OTTV รวมของอาคาร จึงพยายามลดค่า WWR หรือเปลี่ยนชนิดของผนังทึบและผนังโปร่งแสงทางทิศใต้และตะวันออก โดยให้มีผลกระทบต่อการใช้งานภายในอาคารน้อยที่สุด การลดค่า WWR ในแนวทางที่ 1 และ 2 เป็นแนวทางที่ใช้พื้นที่และค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงน้อยกว่าการเปลี่ยนชนิดของผนังทึบในแนวทางที่ 3 และการเปลี่ยนชนิดของผนังโปร่งแสงในแนวทางที่ 4 การลดค่า OTTV รวมจาก 52.45 เป็น 49.54 วัตต์ต่อตารางเมตร ในแนวทางที่ 1 ใช้พื้นที่ในการปรับปรุงน้อยที่สุด คือ 30.00 ตารางเมตร และมีค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงน้อยที่สุด คือ 19,850 บาท โดยจะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวมของอาคารได้เท่ากับ 3,918.33 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี หรือประหยัดค่าไฟฟ้าได้ประมาณ 14,713 บาทต่อปี โดยคิดค่าไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดทั้งปีเท่ากับ 3.755 บาทต่อหน่วย (Khon Kaen University, 2020) มีระยะเวลาคืนทุน 1.35 ปี

แนวทางในการปรับปรุงค่า OTTV และ RTTV รวมของอาคารให้ผ่านเกณฑ์ตามกฎกระทรวง มีข้อพิจารณาในเบื้องต้น ดังนี้

- ควรทำการคำนวณค่า OTTV และ RTTV รวมของอาคาร เพื่อให้ทราบว่าผ่านเกณฑ์หรือไม่
- ในกรณีที่ค่า OTTV รวมไม่ผ่านเกณฑ์ ควรเลือกปรับปรุงผนังทางทิศที่ไม่ผ่านเกณฑ์ก่อน
- แนวทางแรกที่ควรพิจารณาในการปรับปรุง คือ การลดพื้นที่ผนังโปร่งแสงและแทนที่ด้วยผนังทึบ หรือลดค่า WWR เนื่องจากผนังโปร่งแสงจะถ่ายเทความร้อนในรูปแบบการนำความร้อนและการแผ่รังสี ทำให้ความร้อนถ่ายเทเข้ามาในอาคารมากกว่าผนังทึบซึ่งถ่ายเทความร้อนในรูปแบบการนำความร้อนอย่างเดียว
- ในกรณีที่ไม่สามารถลดพื้นที่ผนังโปร่งแสงได้ อาจพิจารณาการใช้อุปกรณ์บังแดด (shading device) เพื่อให้ผนังโปร่งแสงได้รับแสงอาทิตย์น้อยลง หรืออาจพิจารณาการเปลี่ยนชนิดของผนังโปร่งแสงให้มีค่า U-value และค่า SHGC ลดลง โดยอาจจะต้องพิจารณาเรื่องอื่นประกอบด้วย เช่น ภาพลักษณ์ของอาคาร ปริมาณแสงธรรมชาติที่เข้าสู่อาคาร ค่าใช้จ่ายในการปรับปรุง เป็นต้น
- แนวทางที่ควรพิจารณาอีกแนวทาง คือ การเปลี่ยนชนิดของผนังทึบให้มีค่า U-value ลดลง แนวทางนี้อาจจะต้องใช้พื้นที่ในการปรับปรุงค่อนข้างมาก และอาจจะส่งผลกระทบต่อการใช้งานภายในอาคารเนื่องจากความหนาของผนังทึบที่มากขึ้น
- ในกรณีที่ค่า RTTV รวมไม่ผ่านเกณฑ์ ควรพิจารณาเพิ่มฉนวนกันความร้อนบริเวณใต้หลังคา เช่น ฉนวนใยแก้ว ฉนวน PU foam ฉนวน PE foam ฉนวน PS foam เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษานี้ศึกษาเฉพาะค่า OTTV และ RTTV รวมของอาคาร ยังมีปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร เช่น ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของอุปกรณ์ในงานระบบต่าง ๆ การใช้พลังงานทดแทน การบริหารจัดการด้านการใช้พลังงานในอาคาร เป็นต้น
2. การศึกษานี้ใช้แนวทางในการปรับปรุงค่า OTTV รวมของอาคารเพียง 4 แนวทาง โดยเลือกใช้แนวทางที่มีความเป็นไปได้สูงในการปรับปรุงจริงและมีผลกระทบต่อการใช้งานภายในอาคารน้อยที่สุด โดยพิจารณาในเรื่องค่าใช้จ่ายและระยะเวลาในการปรับปรุงประกอบด้วย สำหรับอาคารอื่นอาจจะมีแนวทางในการปรับปรุงแตกต่างจากนี้
3. อาคารอนุรักษ์พลังงานที่ดีควรเริ่มตั้งแต่แนวความคิดในการออกแบบ ประกอบกับการใช้หลักเกณฑ์การประเมินทางด้านการอนุรักษ์พลังงานเป็นข้อกำหนดร่วมในการออกแบบ การปรับปรุงอาคารในภายหลังอาจมีข้อจำกัดหลายอย่างซึ่งอาจทำให้การปรับปรุงมีค่าใช้จ่ายสูงหรือต้องใช้ระยะเวลามาก

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่องการลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกและหลังคา กรณีศึกษา : อาคารพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากโครงการวิจัย สถาบัน มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปี 2559

เอกสารอ้างอิง

AGC Flat Glass. (2016). *Product Price List*. Retrieved June, 2020 from: https://www.agc-flatglass.co.th /product.

Announcement of the Ministry of Energy on the Subject of: Criteria and Calculation Method for the Design of each Type of Energy Consumption Building System and the Use of Renewable Energy in Building Systems. (2009). *The Royal Gazette.* Vol. 126, Special Section 122D, p.21.

Khon Kaen University. Building and Facility Division. (2020). *Energy Consumption Statistics of Khon Kaen University AD 2019-2020.* Khon Kaen: Khon Kaen University.

Khon Kaen University. Strategy Division. (2019). *Strategic Management Plan Khon Kaen University AD 2020-2023.* Khon Kaen: Khon Kaen University.

Ministerial Law: Designation of Building Types or Sizes and Design Standards, Criteria, and Methods for Energy Conservation. (2020). *The Royal Gazette.* Vol. 137, Section 94A, p.7.

Ministry of Commerce. Bureau of Trade and Economic Indices. (2018). *Construction Materials Price.* Retrieved June, 2021 from: http://www.price.moc.go.th/price/struct/index_new.asp.

Ministry of Energy. Department of Alternative Energy Development and Efficiency. (2015). *Energy Conservation in Phototype of Government Building.* Bangkok: Department of Alternative Energy Development and Efficiency.