

การศึกษากรอบอาคารชุดและแนวทางการประหยัดพลังงาน

ปรัชญา ปัตถาวงศ์^{1,*} และ วิทยา ยงเจริญ²

¹ สหสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

² ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*Email: pratchaya_p_@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยปรับปรุงค่าการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคารและหลังคาในอาคารชุดที่ก่อสร้าง ก่อนการประกาศใช้พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2552 โดยมีอาคารชุดจำนวนมากที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารไม่ผ่านมาตรฐานพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน การศึกษาใช้การสำรวจตัวอย่างอาคารชุดอ้างอิงประเภทไม่เกิน 8 ชั้น จำนวน 5 อาคาร โดยนำรายละเอียดจากแบบพิมพ์เขียวอาคารชุดตัวอย่างมาวิเคราะห์หาค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารและค่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร ด้วยโปรแกรม Building Energy Code (BEC) v.1.0.5 พบว่ามีจำนวน 5 อาคาร ไม่ผ่านค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังและหลังคา จึงได้เสนอแนวทางการปรับปรุงกรอบอาคารเพื่อลดค่าความร้อนของกรอบอาคาร และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้าในอาคารให้ดีขึ้น โดยแบ่งการปรับปรุงกรอบอาคารเป็น 2 ส่วน คือ 1) ส่วนของผนัง ซึ่งการปรับปรุงผนังจะเลือกใช้อุปกรณ์บังแดดในส่วนของผนังโปร่งแสง โดยจะเลือกใช้อุปกรณ์บังแดดลักษณะแนวนอนและแนวตั้งยื่นออกจากผนังที่ระยะ 40 เซนติเมตร (S40), 80 เซนติเมตร (S80) และแบบระแนง (STT) ส่วนผนังที่บจะเลือกใช้ฉนวนโพลียูรีเทนที่มีความหนาที่ 5 มิลลิเมตร (W5) และ 10 มิลลิเมตร (W10) 2) ส่วนของหลังคา ซึ่งปรับปรุงโดยใช้ฉนวนกันความร้อนที่มีความหนา 5 มิลลิเมตร (R5) ติดตั้งบนฝ้าเพดาน รวมทั้งสิ้น 6 แนวทาง ผลการทดลองอาคารชุดตัวอย่างจากโปรแกรม พบว่ามี 4 แนวทางที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานค่าความร้อนกรอบอาคารคือ S80W5R5, STTW5R5, S80W10R5 และ STTW10R5 ในด้านของการประหยัดพลังงานแนวทาง STTW10R5 สามารถประหยัดพลังงานได้สูงที่สุด โดยมีผลประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารเฉลี่ย เท่ากับ 77,563 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี ส่วนด้านความคุ้มค่าทางการเงิน แนวทาง STTW5R5 มีระยะเวลาคู่มือเงินเฉลี่ยเร็วที่สุด เท่ากับ 2.75 ปี

คำสืบค้น

อาคารชุด อุปกรณ์บังแดด กรอบอาคาร

A STUDY OF BUILDING ENVELOPE AND SAVING ENERGY GUIDELINES

Pratchaya Patthawong^{1,*} and *Wittaya Yongcharoen*²

¹*Inter-Department of Energy Technology and Management Graduate School,
Chulalongkorn University*

²*Department of Mechanical Engineering,
Faculty of Engineering, Chulalongkorn University*

**Email: pratchaya_p_@hotmail.com*

ABSTRACT

This research aims to saving energy and reducing electricity consumption in the condominiums before the Act of Parliament in support to save the energy in 2011 had been announced. There were many condominiums that had unstandardized heat transfer through building envelope value in the Act of Parliament in support to save the energy in 2011 by surveyed 5 low-rise condominiums, not higher than 8 floors. The blueprint plan was used to define the heat transfer through building envelope value and amount of using in electric energy and power by using the Building Energy Code (BEC) program v.1.0.5. The results show that 5 low-rise condominiums had unstandardized in heat transfer of wall and roof building envelope value. Also, has presented the way to reduce the heat transfer through building envelope value and make more efficient in using the electric energy and power. It can be divided into 2 parts; wall and roof. In wall part, shading devices scene has been used in a part of translucent walls by using both horizontal and vertical size and protrudes from the wall 40 centimeters (S40) and 80 centimeters (S80), respectively, so does lath (STT). Also polyethylene, with a thickness of 5 millimeters (W5) and 10 millimeters (W10), has been used with opaque wall. In roof part, thermal insulation, with a thickness of 5 millimeters (R5), has been installed at the ceiling, in total of 6 paths. The result of this experiment from program has found that there were 4 ways that pass the standardized in heat transfer through building envelope value which are S80W5R5, STTW5R5, S80W10R5, and STTW10R5. In term of saving energy, an STTW10R5 way has the highest value in saving energy which average was 77,563 kWh/Year. In term of financial break even, an STTW5R5 way has the fastest amount of the average break-even which was 2.75 years.

KEYWORDS

Condominium Shading devices building envelop

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีปริมาณการขยายตัวทางเศรษฐกิจ และการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร ส่งผลต่อใช้พลังงานในส่วนอาคารมากขึ้น เช่น อาคารสำนักงาน โรงแรม โรงพยาบาล ห้างสรรพสินค้า อาคารชุด สถานศึกษา เป็นต้น และ เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนอากาศแบบร้อนชื้น จึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับกรอบอาคาร โดยกรอบอาคารที่ดีควรสามารถป้องกันไม่ให้ความร้อนเข้ามาภายในตัวอาคารมากเกินไป เพื่อลดภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ และนำไปสู่การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน [1] ในแต่ละปีที่ผ่านมา มีแนวโน้มการก่อสร้างอาคารชุดประเภทแนวราบเพิ่มขึ้นทุกปี [2] ส่งผลให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น จึงควรที่จะมีแนวทางในการออกแบบปรับปรุงอาคารให้เหมาะสมกับตัวอาคาร เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร

การบังคับใช้กฎกระทรวงโดยการกำหนดประเภทหรือขนาดอาคารและมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารได้ โดยการใช้โปรแกรม Building Energy Code (BEC) v.1.0.5 ของกระทรวงพลังงาน เพื่อควบคุมค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร โดยกำหนดมาตรฐานไว้ดังตารางที่ 1[3]

ตารางที่ 1 เกณฑ์ขั้นต่ำของค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารแต่ละประเภทอาคาร (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2552)

ประเภทอาคาร	OTTV (Wm^{-2} ของผนังด้านนอกอาคาร)	RTTV (Wm^{-2} ของผนังด้านนอกอาคาร)
สำนักงาน สถานศึกษา	O-OTTV ≤ 50	O-RTTV ≤ 15
ห้างสรรพสินค้า ศูนย์การค้า หรือซูเปอร์สโตร์	S-OTTV ≤ 40	S-RTTV ≤ 12
โรงแรม โรงพยาบาล อาคารชุด	H-OTTV ≤ 30	H-RTTV ≤ 10

2. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อนำมาใช้ปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารชุด โดยทำการศึกษาจากตัวอย่างอาคารชุด รวม 5 อาคาร แล้วนำมาปรับปรุงกรอบอาคารให้ผ่านมาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนดและลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารชุด โดยมีขั้นตอนดำเนินการวิจัย ดังนี้

2.1 เก็บข้อมูลแบบก่อสร้างอาคารชุด

ศึกษาข้อมูลอาคารและวัสดุกรอบอาคาร ในอาคารตัวอย่างที่มีพื้นที่ใช้สอยมากกว่า 2,000 ตารางเมตร พบว่ามีพื้นที่ใช้สอยแต่ละอาคารดังตารางที่ 2 และมีวัสดุหลักของกรอบอาคาร แสดงในตารางที่ 3 เป็นอาคารชุดที่ก่อสร้างและมีการใช้งานก่อนการประกาศบังคับใช้พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 และกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 2 ข้อมูลพื้นที่อาคารชุดตัวอย่าง (ตารางเมตร)

อาคาร	1	2	3	4	5
สถานที่ตั้ง	สมุทรปราการ	นนทบุรี	กรุงเทพฯ	กรุงเทพฯ	กรุงเทพฯ
พื้นที่ทั้งหมด	3241	3760	6913	3,381	8,090
พื้นที่ใช้สอย	3006	3318	6327	3,051	7,488
พื้นที่ปรับอากาศ	2121	2603	5809	1,726	6,253
พื้นที่ไม่ปรับอากาศ	885	715	518	1,325	1235
พื้นที่จอดรถ	235	442	586	330	602

ตารางที่ 3 วัสดุหลักของกรอบอาคาร ในอาคารตัวอย่างทั้ง 5 อาคาร

อาคาร	วัสดุผนังทึบแสง	วัสดุผนังโปร่งแสง
1	คอนกรีตมวลเบาฉาบปูนเรียบ	Clear Float Glass 6 mm.
2	คอนกรีตมวลเบาฉาบปูนเรียบ	Clear Float Glass 6 mm.
3	คอนกรีตมวลเบาฉาบปูนเรียบ	Ocean Green 6 mm.
4	อิฐมวลเบาฉาบปูนเรียบ	Clear Float Glass 6 mm.
5	อิฐมวลเบาฉาบปูนเรียบ	Clear Float Glass 6 mm.

ตารางที่ 4 จำนวนผนังโปร่งแสงของอาคารชุดตัวอย่างส่วนที่ติดกับห้องปรับอากาศ

อาคาร	ขนาดของผนังโปร่งแสง (กว้างxยาว)	ทิศเหนือ (N)	ทิศใต้ (S)	ทิศตะวันออก (E)	ทิศตะวันตก (W)
1	3.00x1.50	42	21	-	-
	2.00x1.20	-	-	14	-
2	2.25x1.18	42	40	-	-
	1.40x1.10	7	7	4	-
3	4.30x1.90	-	10	12	10
	3.90x1.90	24	24	-	5
	2.00x1.90	-	-	5	-
4	3.00x1.30	28	35	-	-
	3.00x1.80	-	-	-	7
	1.80x1.70	-	-	7	-
5	1.10x2.05	98	-	-	-
	1.30x2.05	-	7	13	7
	1.40x2.05	-	57	-	35
	2.15x2.05	-	-	10	-

2.2 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารด้วยโปรแกรม Building Energy Code v.1.0.5

นำข้อมูลจากแปลนอาคารชุดที่ทำการศึกษา โดยใช้โปรแกรม Building Energy Code v.1.0.5 โดยการป้อนค่าในหมวดของ Envelop, Lighting, A/C System, Other Equipment และ Building Zone ให้ผลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนกรอบอาคารและหลังคา รวมถึงค่าการใช้พลังงานแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคารและค่าการใช้พลังงานของอาคาร

อาคารชุด	OTTV (W/Sq.m.)	RTTV (W/Sq.m.)	Energy Consumption(kWh/Year)
1	31.64	29.60	655,322
2	39.17	20.01	669,258
3	38.53	14.80	1,071,720
4	47.53	18.90	743,088
5	43.92	16.95	676,548

การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Building Energy Code v.1.0.5 พบว่าอาคารตัวอย่างมีค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารที่ไม่ผ่านตามมาตรฐานที่กำหนดในพระราชบัญญัติฯ ดังนั้นจึงได้เสนอแนวทางการปรับปรุงกรอบอาคารขึ้นเพื่อลดค่าการถ่ายเทความร้อนกรอบอาคารและหลังคา รวมถึงค่าการใช้พลังงานในอาคารให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในกฎกระทรวงที่ออกตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2552

2.3 วิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงกรอบอาคาร

นำค่าที่ได้จากโปรแกรมมาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงกรอบอาคารชุด โดยแบ่งการปรับปรุงเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของผนังและส่วนของหลังคา

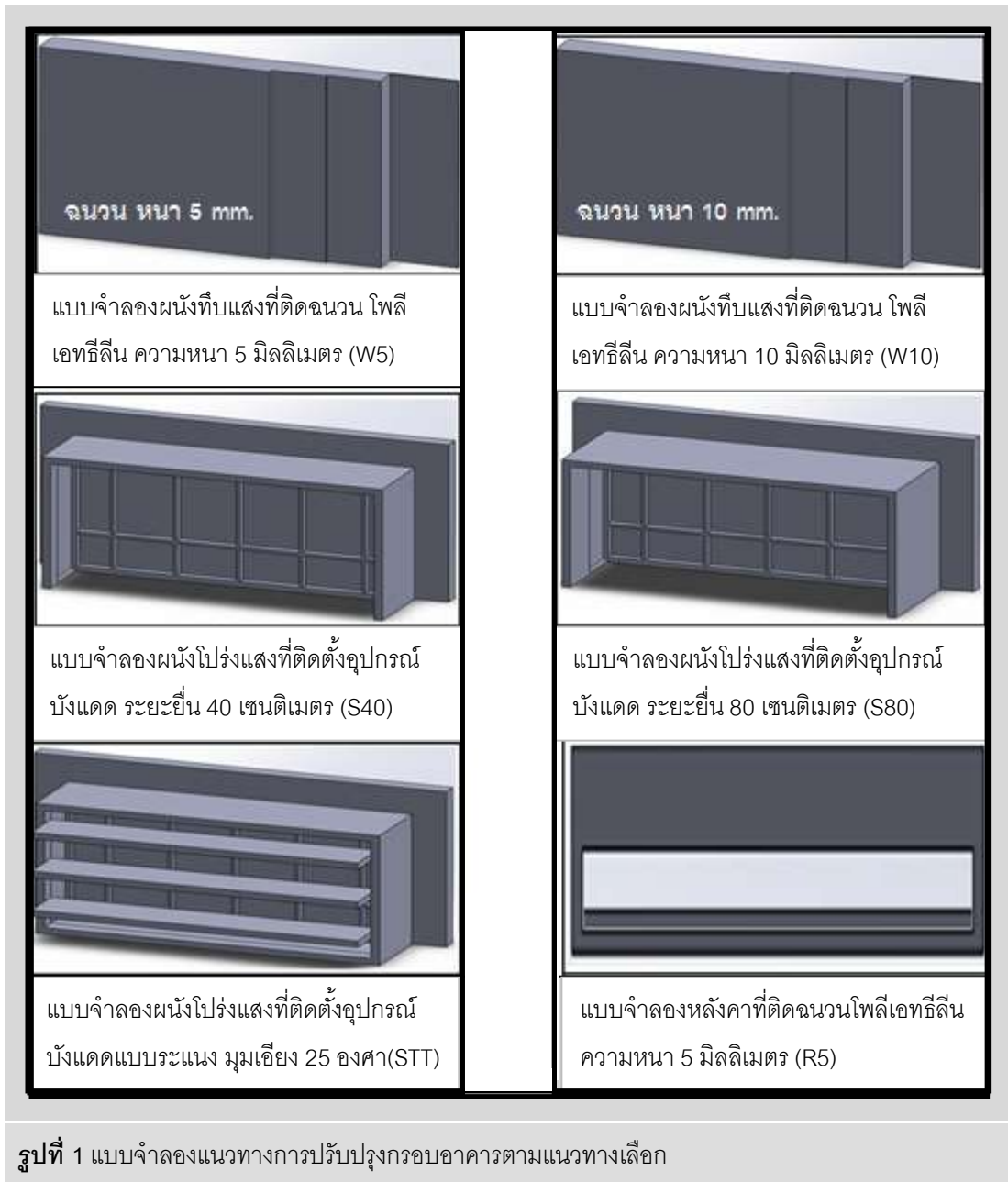
2.3.1 ส่วนของผนัง

ผนังจะแบ่งเป็นผนังทึบแสงและผนังโปร่งแสง โดยผนังโปร่งแสงจะใช้ใช้อุปกรณ์บังแดดที่เหมาะสมติดตั้งบริเวณผนังโปร่งแสง ส่วนผนังทึบแสงจะใช้ฉนวนติดตั้งบริเวณผนังทึบแสง โดยมีแนวทาง 6 แนวทาง ดังนี้

1. ใช้อุปกรณ์บังแดดอะลูมิเนียม ความยาว 40 เซนติเมตร บริเวณผนังโปร่งแสงและใช้ฉนวนโพลีเอทิลีน ความหนา 5 มิลลิเมตร บุนบริเวณผนังทึบแสง
2. ใช้อุปกรณ์บังแดดอะลูมิเนียม ความยาว 80 เซนติเมตร บริเวณผนังโปร่งแสงและใช้ฉนวนโพลีเอทิลีน ความหนา 5 มิลลิเมตร บุนบริเวณผนังทึบแสง
3. ใช้อุปกรณ์บังแดดอะลูมิเนียมแบบระแนง บริเวณผนังโปร่งแสงและใช้ฉนวนโพลีเอทิลีน ความหนา 5 มิลลิเมตร บุนบริเวณผนังทึบแสง
4. ใช้อุปกรณ์บังแดดอะลูมิเนียม ความยาว 40 เซนติเมตร บริเวณผนังโปร่งแสงและใช้ฉนวนโพลีเอทิลีน ความหนา 10 มิลลิเมตร บุนบริเวณผนังทึบแสง
5. ใช้อุปกรณ์บังแดดอะลูมิเนียม ความยาว 80 เซนติเมตร บริเวณผนังโปร่งแสงและใช้ฉนวนโพลีเอทิลีน ความหนา 10 มิลลิเมตร บุนบริเวณผนังทึบแสง
6. ใช้อุปกรณ์บังแดดอะลูมิเนียมแบบระแนงปรับได้ บริเวณผนังโปร่งแสงและใช้ฉนวนโพลีเอทิลีน ความหนา 10 มิลลิเมตร บุนบริเวณผนังทึบแสง

2.3.2 ส่วนของหลังคา

แนวทางการปรับปรุงสำหรับหลังคา โดยจะติดตั้งนวนโพลีเอทิลีน ความหนา 5 มิลลิเมตร บนฝ้าเพดาน



3. ผลการทดลอง

3.1 วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด

การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดเป็นส่วนที่สำคัญต่อค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารมาก เนื่องจากเป็นค่าที่บอกถึงความสามารถของอุปกรณ์บังแดดที่ติดตั้งกับผนังโปร่งแสง เพื่อป้องกันรังอาทิตย์ผ่านเข้ามาสู่ภายในตัวอาคาร ค่าของสัมประสิทธิ์จะมีค่าอยู่ในช่วง 0 – 1 อุปกรณ์บังแดดที่ดีควรมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดต่ำ และจะช่วยให้ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารลดลงด้วยเช่นกัน จากแนวทางที่ผู้วิจัยได้เสนออุปกรณ์บังแดด 3 รูปแบบ ดังรูปที่ 1 และพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดที่แตกต่างกันในแต่ละแบบ แสดงในตารางที่ 6 ถึง ตารางที่ 8

ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient, SC) ของแนวทางเลือก S40

อาคาร	ขนาดผนังโปร่งแสง (กว้างxยาว)	Shading Coefficient (S40)			
		ทิศเหนือ (N)	ทิศใต้ (S)	ทิศตะวันออก (E)	ทิศตะวันตก (W)
1	3.00x1.50	0.637231	0.568816	-	-
	2.00x1.20	-	-	0.582831	-
2	2.25x1.18	0.570810	0.501212	-	-
	1.40x1.10	0.505607	0.440793	0.605571	-
3	4.30x1.90	-	0.648511	0.727769	0.723857
	3.90x1.90	0.695025	0.642577	-	0.719211
	2.00x1.90	-	-	0.671987	-
4	3.00x1.30	0.612126	0.542042	-	-
	3.00x1.80	-	-	-	0.691906
	1.80x1.70	-	-	0.642760	-
5	1.10x2.05	0.542815	-	-	-
	1.30x2.05	-	0.539157	0.629456	0.626130
	1.40x2.05	-	0.550818	-	0.636571
	2.15x2.05	-	-	0.691692	-

ตารางที่ 6 แสดงค่าประสิทธิ์การบังแดด (SC) จากการใช้โปรแกรม Building Energy Code v.1.0.5 ในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC) ของอุปกรณ์บังแดดที่มีระยะยื่น 40 เซนติเมตร (S40) ในทุกขนาดของผนังโปร่งแสง พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดจะอยู่ในช่วง 0.50 – 0.73 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC) อยู่ในระดับปานกลาง ส่งผลให้ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารมีค่าลดลงได้น้อย

ตารางที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient, SC) ของแนวทางเลือก S80

อาคาร	ขนาดผนังโปร่งแสง (กว้างxยาว)	Shading Coefficient (S80)			
		ทิศเหนือ (N)	ทิศใต้ (S)	ทิศตะวันออก (E)	ทิศตะวันตก (W)
1	3.00x1.50	0.444086	0.358480	-	-
	2.00x1.20	-	-	0.356925	-
2	2.25x1.18	0.366096	0.262466	-	-
	1.40x1.10	0.296951	0.193727	0.299382	-
3	4.30x1.90	-	0.448040	0.534430	0.535028
	3.90x1.90	0.516680	0.440490	-	0.528770
	2.00x1.90	-	-	0.460230	-
4	3.00x1.30	0.414386	0.316548	-	-
	3.00x1.80	-	-	-	0.492465
	1.80x1.70	-	-	0.425103	-
5	1.10x2.05	0.342493	-	-	-
	1.30x2.05	-	0.309406	0.408043	0.407801
	1.40x2.05	-	0.321929	-	0.421178
	2.15x2.05	-	-	0.484692	-

ตารางที่ 7 แสดงค่าประสิทธิ์การบังแดด (SC) จากการใช้โปรแกรม Building Energy Code v.1.0.5 ในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC) ของอุปกรณ์บังแดดที่มีระยะยื่น 80 เซนติเมตร (S80) ในทุกขนาดของผนังโปร่งแสง พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดจะอยู่ในช่วง 0.26 – 0.54 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC) อยู่ในระดับดี ส่งผลให้ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารมีค่าลดลงได้มากกว่าแนวทางเลือก S40

ตารางที่ 8 ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient, SC) ของแนวทางเลือก STT

อาคาร	ขนาดผนังโปร่งแสง (กว้างxยาว)	Shading Coefficient (STT)			
		ทิศเหนือ (N)	ทิศใต้ (S)	ทิศตะวันออก (E)	ทิศตะวันตก (W)
1	3.00x1.50	0.299105	0.178390	-	-
	2.00x1.20	-	-	0.192722	-
2	2.25x1.18	0.215401	0.141532	-	-
	1.40x1.10	0.215874	0.140512	0.198381	-
3	4.30x1.90	-	0.259214	0.332948	0.333694
	3.90x1.90	0.417904	0.257656	-	0.332451
	2.00x1.90	-	-	0.316609	-

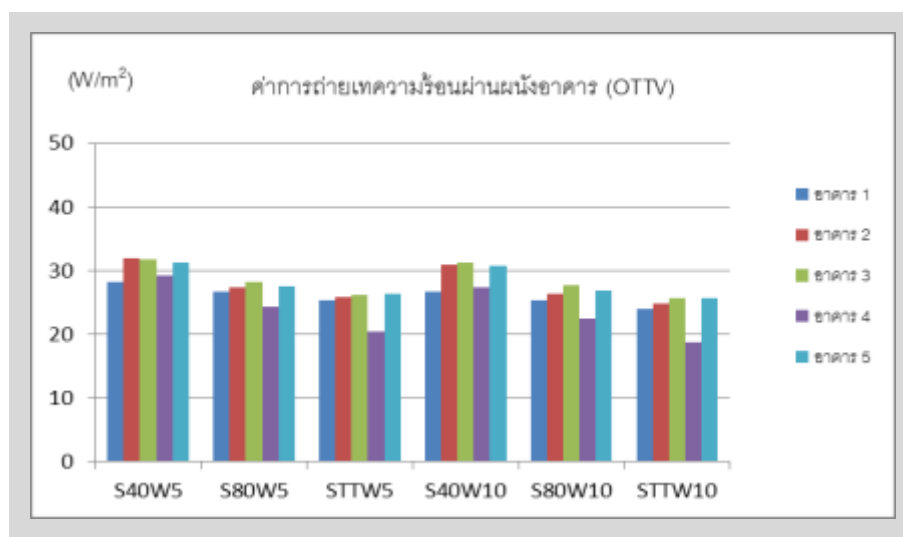
ตารางที่ 8 ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient, SC) ของแนวทางเลือก STT (ต่อ)

อาคาร	ขนาดผนังโปร่งแสง (กว้างxยาว)	Shading Coefficient (STT)			
		ทิศเหนือ (N)	ทิศใต้ (S)	ทิศตะวันออก (E)	ทิศตะวันตก (W)
4	3.00x1.30	0.225872	0.148308	-	-
	3.00x1.80	-	-	-	0.319678
	1.80x1.70	-	-	0.304933	-
5	1.10x2.05	0.322048	-	-	-
	1.30x2.05	-	0.235039	0.327361	0.325784
	1.40x2.05	-	0.247972	-	0.329366
	2.15x2.05	-	-	0.347410	-

ตารางที่ 8 แสดงค่าประสิทธิ์การบังแดด (SC) จากการใช้โปรแกรม Building Energy Code v.1.0.5 ในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC) ของอุปกรณ์บังแดดแบบระแนง มุมเอียง 25 องศา (STT) ในทุกขนาดของผนังโปร่งแสง พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดจะอยู่ในช่วง 0.12 – 0.34 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (SC) อยู่ในระดับดีมาก ส่งผลให้ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารมีค่าลดลงได้มากกว่าแนวทางเลือก S40 และ S80

3.2 วิเคราะห์ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารและค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า

เมื่อปรับปรุงกรอบอาคารตามแนวทางดังรูปที่ 1 สำหรับอาคาร 1 ถึง อาคาร 5 แล้ว คำนวณผลโดยการป้อนค่าในหมวดของ Envelop, Lighting, A/C System, Other Equipment และ Building Zone ในโปรแกรม Building Energy Code v.1.0.5 แล้ว แสดงให้เห็นว่ามีค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารลดลงดังรูปที่ 2

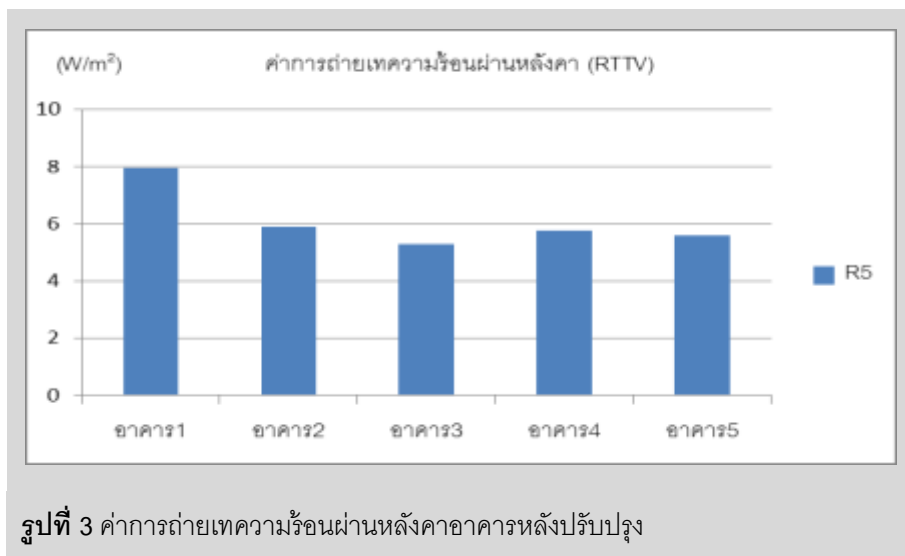


รูปที่ 2 ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารหลังปรับปรุงตามแนวทางเลือก

เมื่อใช้แนวทางการปรับปรุงผนังอาคาร แสดงในรูปที่ 2 พบว่าค่าการถ่ายเทความร้อนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงานทุกอาคาร มี 4 แนวทาง คือ การปรับปรุงโดยติดตั้งอุปกรณ์บังแดด ระยะเวลา 80 เซนติเมตร บริเวณผนังโปร่งแสง ติดฉนวนโพลีเอทิลีน ความหนา 5 มิลลิเมตร บริเวณผนังทึบแสง และติดฉนวนโพลี

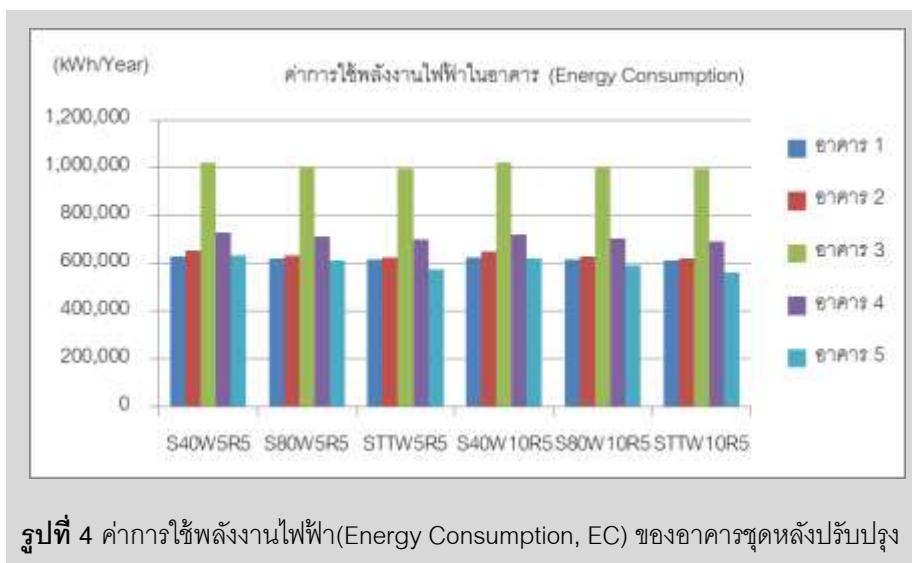
เอทรีลีน ความหนา 5 มิลลิเมตร บนฝ้าเพดาน (S80W5R5), การปรับปรุงโดยติดตั้งอุปกรณ์บังแดดแบบระแนง มุมเอียง 25 องศา บริเวณผนังโปร่งแสง ติดฉนวนโพลีเอทรีลีน ความหนา 5 มิลลิเมตร บริเวณผนังทึบแสง และติดฉนวนโพลีเอทรีลีน ความหนา 5 มิลลิเมตร บนฝ้าเพดาน (STTW5R5), การปรับปรุงโดยติดตั้งอุปกรณ์บังแดด ระยะยื่น 80 เซนติเมตร บริเวณผนังโปร่งแสง ติดฉนวนโพลีเอทรีลีน ความหนา 10 มิลลิเมตร บริเวณผนังทึบแสง และติดฉนวนโพลีเอทรีลีน ความหนา 5 มิลลิเมตร บนฝ้าเพดาน (S80W10R5) และการปรับปรุงโดยติดตั้งอุปกรณ์บังแดดแบบระแนง มุมเอียง 25 องศา บริเวณผนังโปร่งแสง ติดฉนวนโพลีเอทรีลีน ความหนา 10 มิลลิเมตร บริเวณผนังทึบแสง และติดฉนวนโพลีเอทรีลีน ความหนา 5 มิลลิเมตร บนฝ้าเพดาน (STTW10R5)

แนวทางการปรับปรุงส่วนของหลังคาด้วยการติดตั้งฉนวนกันความร้อนบนฝ้าเพดานของอาคาร พบว่ามีค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาลดลงจากเดิม ดังรูปที่ 3



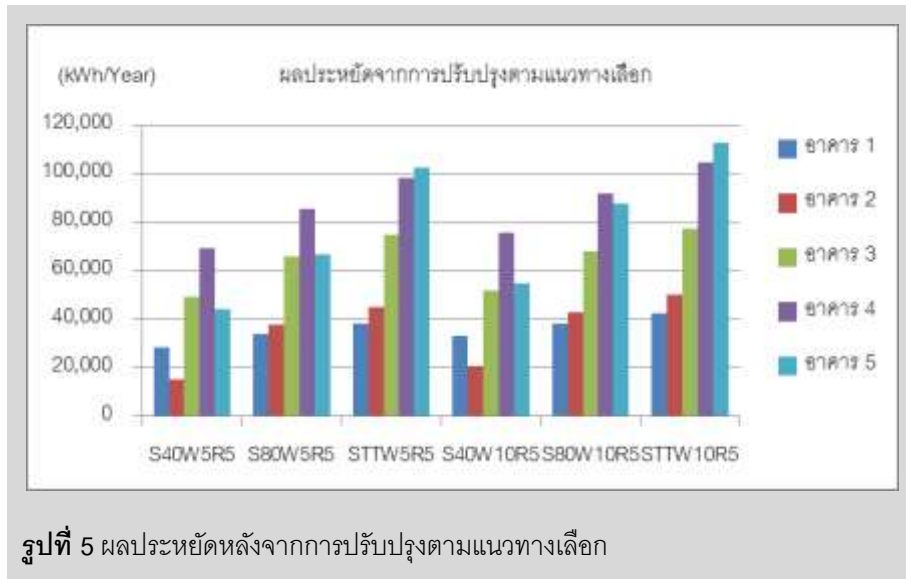
รูปที่ 3 ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาอาคารหลังปรับปรุง

รูปที่ 3 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคา เมื่อมีการปรับปรุงโดยติดตั้งฉนวนโพลีเอทรีลีน ความหนา 5 มิลลิเมตร พบว่าเมื่อมีการปรับปรุงแล้วทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาอาคารลดลงผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานพระราชบัญญัติฯ ทุกอาคารตัวอย่าง หลังจากปรับปรุงกรอบอาคารในส่วนของผนังและหลังคา ทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารมีค่าลดลง และค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคารลดลงเช่นกัน ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า (Energy Consumption, EC) ของอาคารชุดหลังปรับปรุง

จากการปรับปรุงกรอบอาคารส่วนผนังและหลังคาตามแนวทางที่ผู้วิจัยเสนอ พบว่าสามารถประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารได้ทุกอาคาร ดังรูปที่ 5

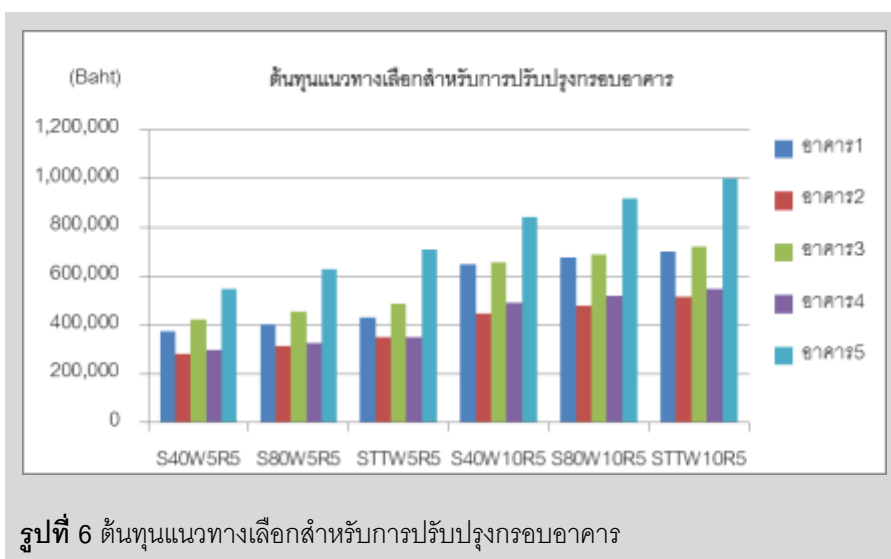


รูปที่ 5 ผลประหยัดหลังจากการปรับปรุงตามแนวทางเลือก

รูปที่ 5 แสดงผลประหยัดจากการคำนวณเมื่อมีการปรับปรุงตามทางเลือกต่างๆ พบว่าแนวทาง STTW10R5 ซึ่งมีการปรับปรุงโดยติดตั้งอุปกรณ์บังแดดแบบระแนง มุมเอียง 25 องศาบริเวณผนังโปร่งแสง ติดฉนวนโพลีเอทธีลีน ความหนา 10 มิลลิเมตร บริเวณผนังทึบแสง และติดฉนวนโพลีเอทธีลีน ความหนา 5 มิลลิเมตร บนฝ้าเพดาน มีผลประหยัดพลังงานมากที่สุดในแนวทางทั้งหมด เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของผนังโปร่งแสงน้อยและมีการป้องกันความร้อนด้วยฉนวนบนผนังทึบ ความหนา 10 มิลลิเมตร ช่วยให้การใช้พลังงานในอาคารลดลง

3.3 วิเคราะห์ความคุ้มค่าการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์

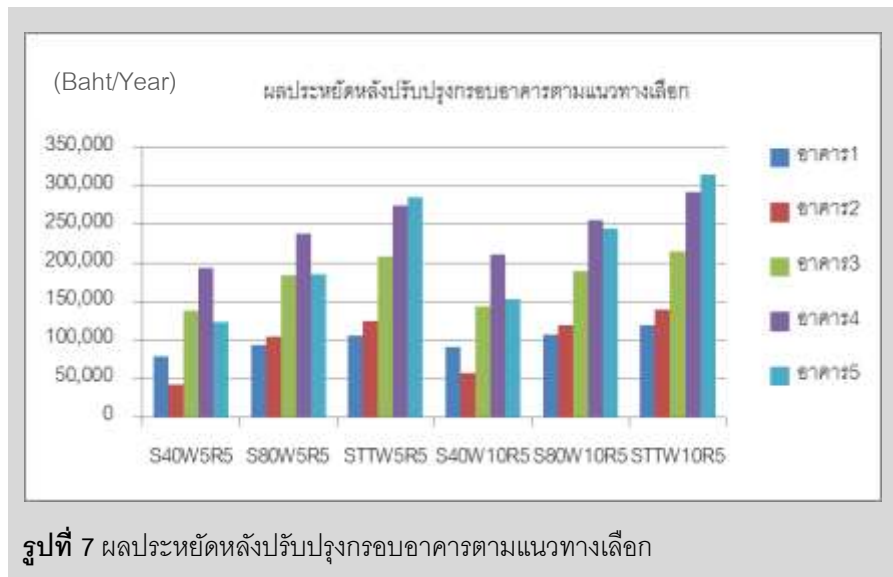
การวิเคราะห์ความคุ้มค่าการลงทุนเป็นส่วนหนึ่งของการตัดสินใจสำหรับผู้ลงทุนในการปรับปรุงกรอบอาคาร โดยข้อมูลราคาวัสดุในท้องตลาดปัจจุบัน เพื่อกำหนดหาผลตอบแทนการลงทุนและระยะเวลาคุ้มทุนในการปรับปรุงกรอบอาคารแต่ละแนวทาง ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ต้นทุนแนวทางเลือกสำหรับการปรับปรุงกรอบอาคาร

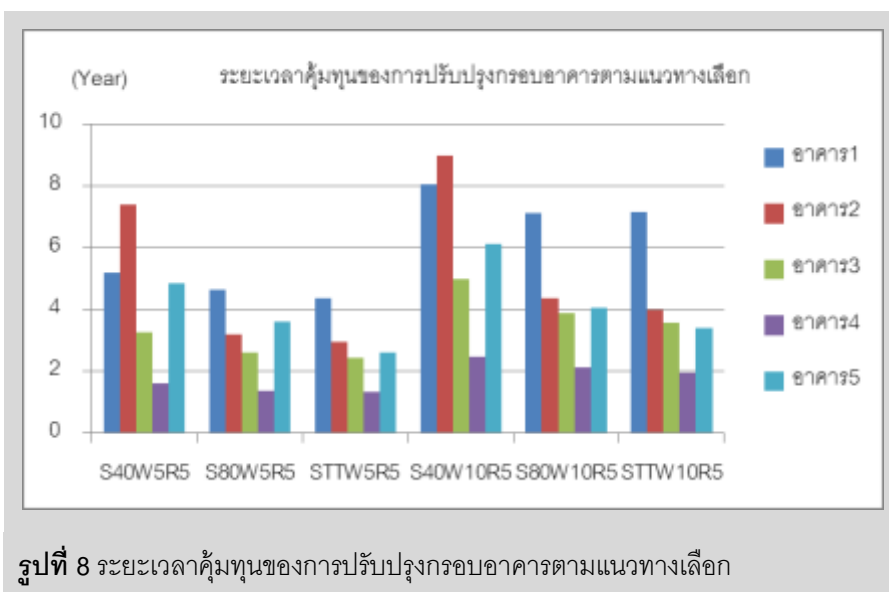
รูปที่ 6 แสดงต้นทุนการปรับปรุงกรอบอาคารตามแนวทางเลือกต่างๆ พบว่าต้นทุนของแนวทางการปรับปรุงกรอบอาคารที่น้อยที่สุด คือแนวทาง S40W5R5 ซึ่งมีการปรับปรุงโดยติดตั้งอุปกรณ์บังแดดที่มีระยะยื่น 40 เซนติเมตร บริเวณ

ผนังโปร่งแสง ติดฉนวนโพลีเอทธีลีน ความหนา 5 มิลลิเมตร บริเวณผนังที่บแสง และติดฉนวนโพลีเอทธีลีน ความหนา 5 มิลลิเมตร บนฝ้าเพดาน แต่เนื่องจากแนวทางดังกล่าวไม่สามารถลดค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารให้ผ่านมาตรฐานทุกอาคารได้ ดังนั้นแนวทางที่มีต้นทุนน้อยที่สุดรองลงมาและสามารถลดค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านทุกอาคารคือแนวทาง S80W5R5 ซึ่งมีการปรับปรุงโดยติดตั้งอุปกรณ์บังแดดที่มีระยะยื่น 80 เซนติเมตร บริเวณผนังโปร่งแสง ติดฉนวนโพลีเอทธีลีน ความหนา 5 มิลลิเมตร บริเวณผนังที่บแสง และติดฉนวนโพลีเอทธีลีน ความหนา 5 มิลลิเมตร บนฝ้าเพดาน และให้ค่าการถ่ายเทความร้อนเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานของพระราชบัญญัติส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงานและสามารถดำเนินการได้ทุกอาคาร



รูปที่ 7 ผลประหยัดหลังปรับปรุงกรอบอาคารตามแนวทางเลือก

รูปที่ 7 แสดงผลประหยัดหลังปรับปรุงกรอบอาคารตามแนวทางเลือก STTW10R5 ซึ่งมีการปรับปรุงโดยติดตั้งอุปกรณ์บังแดดแบบระแนง มุมเอียง 25 องศา บริเวณผนังโปร่งแสง ติดฉนวนโพลีเอทธีลีน ความหนา 10 มิลลิเมตร บริเวณผนังที่บแสง และติดฉนวนโพลีเอทธีลีน ความหนา 5 มิลลิเมตร บนฝ้าเพดาน มีผลประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้ามากที่สุดรองลงมาคือแนวทาง STTW5R5 ซึ่งมีการปรับปรุงโดยติดตั้งอุปกรณ์บังแดดแบบระแนง มุมเอียง 25 องศา บริเวณผนังโปร่งแสง ติดฉนวนโพลีเอทธีลีน ความหนา 5 มิลลิเมตร บริเวณผนังที่บแสง และติดฉนวนโพลีเอทธีลีน ความหนา 5 มิลลิเมตร บนฝ้าเพดาน



รูปที่ 8 ระยะเวลาคุ้มทุนของการปรับปรุงกรอบอาคารตามแนวทางเลือก

รูปที่ 8 แสดงระยะเวลาคุ้มทุนของการปรับปรุงกรอบอาคารตามแนวทางเลือก พบว่าระยะเวลาคุ้มทุนของแนวทาง STTW5R5 มีระยะเวลาคืนทุนเร็วที่สุด โดยการคำนวณผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ด้วยวิธีการหา Payback period, NPV และ IRR เมื่อกำหนดให้ดอกเบี้ยเงินกู้สำหรับการลงทุนปรับปรุงมีค่า 7% ต่อปี ระยะเวลาคืนทุนของแนวทาง STTW5R5 ดีที่สุด

4. สรุปผลการวิจัย

การปรับปรุงกรอบอาคารตามแนวทางเลือกด้วยวิธีการใช้โปรแกรม Building Energy Code v.1.0.5 พบว่าแนวทางที่ปรับปรุงแล้วทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด มี 4 แนวทางคือ การปรับปรุงโดยติดตั้งอุปกรณ์บังแดด ระยะยื่น 80 เซนติเมตร บริเวณผนังโปร่งแสง ติดฉนวนโพลีเอทธีลีน ความหนา 5 มิลลิเมตร บริเวณผนังทึบแสง และติดฉนวนโพลีเอทธีลีน ความหนา 5 มิลลิเมตร บนฝ้าเพดาน (S80W5R5), การปรับปรุงโดยติดตั้งอุปกรณ์บังแดดแบบระแนง มุมเอียง 25 องศา บริเวณผนังโปร่งแสง ติดฉนวนโพลีเอทธีลีน ความหนา 5 มิลลิเมตร บริเวณผนังทึบแสง และติดฉนวนโพลีเอทธีลีน ความหนา 5 มิลลิเมตร บนฝ้าเพดาน (STTW5R5), การปรับปรุงโดยติดตั้งอุปกรณ์บังแดด ระยะยื่น 80 เซนติเมตร บริเวณผนังโปร่งแสง ติดฉนวนโพลีเอทธีลีน ความหนา 10 มิลลิเมตร บริเวณผนังทึบแสง และติดฉนวนโพลีเอทธีลีน ความหนา 5 มิลลิเมตร บนฝ้าเพดาน (S80W10R5) และการปรับปรุงโดยติดตั้งอุปกรณ์บังแดดแบบระแนง มุมเอียง 25 องศา บริเวณผนังโปร่งแสง ติดฉนวนโพลีเอทธีลีน ความหนา 10 มิลลิเมตร บริเวณผนังทึบแสง และติดฉนวนโพลีเอทธีลีน ความหนา 5 มิลลิเมตร บนฝ้าเพดาน (STTW10R5) ในด้านการประหยัดพลังงานแนวทาง STTW10R5 สามารถประหยัดพลังงานได้สูงที่สุด โดยมีผลประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารเฉลี่ย เท่ากับ 77,563 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี ส่วนด้านความคุ้มทุนทางการเงิน แนวทาง STTW5R5 มีระยะเวลาคุ้มทุนเฉลี่ยเร็วที่สุด เท่ากับ 2.75 ปี

บรรณานุกรม

- [1] ศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน. เทคโนโลยีการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน. กรุงเทพมหานคร : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน, 2556.
- [2] สำนักส่งเสริมธุรกิจอสังหาริมทรัพย์. “สถิติการจดทะเบียนอาคารชุดทั่วประเทศ.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.dol.go.th/dol/index.php> 2556.
- [3] ศุทธา ศรีเผด็จ. กฎหมายอนุรักษ์พลังงานในอาคารฉบับใหม่. วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 12(2551):1-8
- [4] Surapong Chirarattananon An OTTV-based energy estimation model for commercial buildings in Thailand. *Energy and Buildings*. 36(2004) : 680–689
- [5] K.J. Chua. Energy performance of residential buildings in Singapore. *Energy*. 35(2010) : 667–678