

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การศึกษากรณีศึกษา

1. ที่ตั้ง โครงการปาริชาติ ถนนรังสิต-นครนายก คลอง 4 อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี
2. จำนวน ผังโครงการขนาดกลาง 174 แปลง
3. ขนาดที่ดิน 50-60 ตารางวาต่อแปลง
4. พื้นที่ใช้สอย 151-160 ตารางเมตร ประกอบไปด้วย 3 ห้องนอน และ 2 ห้องน้ำ

ภาพที่ 4.1

ลักษณะนอกบ้านและบ้านใกล้เคียงในหมู่บ้านปาริชาติ รังสิต คลอง 4



หมายเหตุ: ภาพถ่ายโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2547.

ภาพที่ 4.2

โถงด้านล่าง ส่วนทานอาหาร และห้องรับแขก



หมายเหตุ: ภาพถ่ายโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2547.

ภาพที่ 4.3

พื้นที่ห้องนอน หน้าต่าง และการติดม่านกันแดด



หมายเหตุ: ภาพถ่ายโดยผู้วิจัย เมื่อวันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2547.

4.2 สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

ลักษณะของกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 21 คน ที่พักอาศัยอยู่ในหมู่บ้าน
ปาริชาติ รังสิต คลอง 4 (ดังตาราง 4.1)

ตาราง 4.1
จำนวนและร้อยละของข้อมูลพื้นฐานผู้ที่พักอาศัยอยู่ในหมู่บ้านปาริชาติ รังสิต คลอง 4

ข้อมูลพื้นฐานของผู้พักอาศัย	จำนวน	เปอร์เซ็นต์
1. จำนวนสมาชิกในบ้าน (คน)		
1) สมาชิกจำนวน 2 คน	6	28.60
2) สมาชิกจำนวน 4 คน	4	19.00
3) สมาชิกจำนวน 3 หรือ 5 คน	3	14.30
4) สมาชิกจำนวน 1 คน	2	9.50
5) สมาชิกจำนวน 6 หรือ 7 หรือ 10 คน	1	4.80
2. ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาทต่อเดือน)		
1) 1500	3	14.30
2) 800 1,200 และ 2,500	2	9.50
3) 300 450 500 1,000 1,300 1,400 1,800 1,900 2,000 2,050 2,100 และ 3,200	1	4.80
3. การป้องกันความร้อน		
1) การติดฝ้าใต้เพดาน	18	85.70
2) การเพิ่มฉนวนกันความร้อนใต้หลังคา	7	33.30
3) การใช้กระจกหน้าต่างชนิดกันความร้อน	6	28.60
4) การใช้ฉนวนกันความร้อน	5	23.80

ตาราง 4.1 (ต่อ)

ข้อมูลพื้นฐานของผู้พักอาศัย	จำนวน	เปอร์เซ็นต์
4. การต่อเติมส่วนต่างๆของบ้าน		
1) ไม่มี การต่อเติมชายคาครอบ ๆ บ้าน	9	42.90
เพราะ ไม่มีมีความจำเป็น	6	28.60
ไม่มีงบ	1	4.80
ไม่ระบุเหตุผล	2	9.60
2) มี การต่อเติมชายคาครอบๆบ้าน	11	52.40
เพราะ เพิ่มพื้นที่ใช้สอย	9	42.90
กันแดด กันฝน ลดความร้อน	6	28.60
ก่อให้เกิดความสวยงาม	1	4.80
3) ไม่มี การต่อเติมกันสาดบริเวณหน้าต่าง	9	42.90
เพราะ ไม่มีมีความจำเป็น	5	23.80
ไม่มีงบ	1	4.80
4) มี การต่อเติมกันสาดบริเวณหน้าต่าง	11	52.40
เพราะ เพิ่มพื้นที่ใช้สอย	3	14.30
กันแดด กันฝน ลดความร้อน	11	52.40
ก่อให้เกิดความสวยงาม	2	9.60
5) ไม่มี การต่อเติมผ้าม่าน	1	4.80
เพราะ ไม่ระบุเหตุผล	1	4.80
6) มี การต่อเติมผ้าม่าน	20	92.50
เพราะ ช่วยกันแดด ลดความร้อน	16	76.20
ก่อให้เกิดความสวยงาม	8	38.10
สร้างความเป็นส่วนตัว	14	66.70

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด เป็นเจ้าบ้านมีจำนวนสมาชิกในบ้าน 2-4 คน ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 1,500 บาทต่อเดือน ลักษณะทางกายภาพของบ้านมีการติดตั้งฝ้าเพดาน และมากกว่าครึ่งหนึ่งมีการต่อเติมชายคารอบ ๆ บ้าน ต่อเติมกันสาดบริเวณหลังคา และติดตั้งผ้าม่าน ส่วนบ้านที่ไม่มีการต่อเติมเนื่องจากมีความคิดเห็นว่าไม่จำเป็น และไม่มั่งบประมาณ

4.2.1 การหาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้ากับค่าไฟฟ้าเฉลี่ย

ในการวิเคราะห์เพื่อยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานการวิจัยที่ค่าใช้ไฟฟ้าในบ้านพักอาศัย เป็นผลมาจากลักษณะทางกายภาพของบ้านพักอาศัยนั้น ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติ Nonparametric Correlations ซึ่งเป็นสถิติที่ใช้วิเคราะห์หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้ไฟฟ้ากับ พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า และลักษณะทางกายภาพด้วยวิธีการของ Pearson's Chi-square Correlation ซึ่งค่าที่ได้จะเท่ากับ ค่าที่ได้จากการใช้สถิติ Spearman's rho ผลการวิเคราะห์ (ดังตารางที่ 4.2 และ 4.3)

ตารางที่ 4.2

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพกับราคาค่าไฟฟ้า

ลักษณะทางกายภาพของบ้าน	Chi-Square	ค่านัยสำคัญ
1. การติดฝ้าเพดาน	14.815	.465
2. การเพิ่มฉนวนกันความร้อนใต้หลังคา	12.857	.613
3. การใช้ฉนวนกันความร้อน	16.500	.350
4. การใช้กระจกหน้าต่างชนิดกันความร้อน	14.556	.484
5. ไม่มีการต่อเติมชายคารอบ ๆ บ้าน	18.056	.260
6. มีการต่อเติมชายคารอบ ๆ บ้าน	16.182	.370
7. มีการต่อเติมชายคารอบ ๆ บ้านเพื่อช่วย เพิ่มพื้นที่ใช้สอย	17.981	.264

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

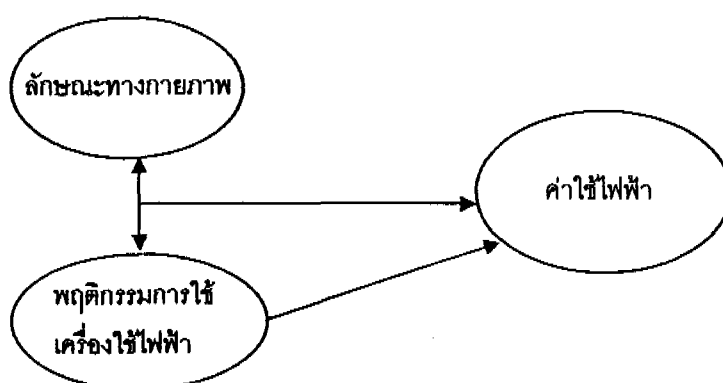
ลักษณะทางกายภาพของบ้าน	Chi-Square	ค่านัยสำคัญ
8. มีการต่อเติมขยายคารอบ ๆ บ้านเพื่อช่วย กันแดด กันฝน ลดความร้อน	17.667	.281
9. มีการต่อเติมขยายคารอบๆบ้านเพื่อ ก่อให้เกิดความสวยงาม	9.500	.850
10. ไม่มีการต่อเติมกันสาดบริเวณหน้าต่าง	16.111	.375
11. มีการต่อเติมกันสาดบริเวณหน้าต่าง	13.636	.553
12. มีการต่อเติมกันสาดบริเวณหน้าต่างเพื่อ เพิ่มพื้นที่ใช้สอย	12.222	.662
13. มีการต่อเติมกันสาดบริเวณหน้าต่างเพื่อ ช่วย กันแดด กันฝน ลดความร้อน	11.727	.700
14. มีการต่อเติมกันสาดบริเวณหน้าต่างเพื่อ ก่อให้เกิดความสวยงาม	14.474	.490
15. ไม่มีการติดตั้งผ้าม่าน	9.500	.850
16. มีการติดตั้งผ้าม่าน	9.500	.850
17. มีการติดตั้งผ้าม่านเพื่อช่วยกันแดดลด ความร้อน	20.000	.172
18. มีการติดตั้งผ้าม่านเพื่อก่อให้เกิดความ สวยงาม	13.269	.582
19. มีการติดตั้งผ้าม่านเพื่อสามารถสร้างความ เป็นส่วนตัว	12.857	.613

จากตารางที่ 4.3 พบว่า บ้านที่มีจำนวนเวลาการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์เฉลี่ยต่อวันสูงมีค่าไฟฟ้าที่สูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้ บ้านที่มีจำนวนเวลาการใช้งานเครื่องปั้มน้ำ และเครื่องซักผ้าสูง มีค่าใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนบ้านที่มีเครื่องปรับอากาศและหลอดนีออนจำนวนมาก มีค่าใช้ไฟฟ้าสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนจำนวนโมโครเวฟ หม้อหุงข้าว โทรทัศน์ และวีดีโอ มีส่วนทำให้ค่าไฟฟ้าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าทำให้ค่าใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยสูงขึ้น

จากการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นสะท้อนการปฏิเสสมมติฐานการวิจัยที่คาดไว้ว่า ค่าใช้ไฟฟ้าในบ้านพักอาศัยเป็นผลมาจากลักษณะทางกายภาพของบ้านพักอาศัย กล่าวคือ ลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ การต่อเติมขยายคา กันสาด และการติดผ้าม่าน มีความสัมพันธ์กับค่าใช้ไฟฟ้าอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ดังตารางที่ 4.2) แต่พฤติกรรมการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้ามีความสัมพันธ์และส่งผลกระทบต่อค่าใช้ไฟฟ้าโดยตรงเช่นเดียวกัน ลักษณะทางกายภาพมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าของผู้พักอาศัย ดังนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพและพฤติกรรมการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า จึงเป็นตัวกำหนดค่าใช้ไฟฟ้าในบ้าน (ดังภาพที่ 4.4)

ภาพที่ 4.4

ความสัมพันธ์ของลักษณะทางกายภาพ พฤติกรรมการใช้งาน และค่าใช้ไฟฟ้า



ตารางที่ 4.4

พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าและจำนวนการใช้พลังงานของบ้านเดี่ยวในหมู่บ้านปาริชาติ รังสิต คลอง 4

เครื่องใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยต่อวัน	จำนวน เวลาการใช้ (ชั่วโมง)	จำนวน เครื่อง	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	จำนวนพลังงานที่ใช้ (กิโลวัตต์.ชั่วโมง/วัน)	สัดส่วน การใช้ พลังงาน
เครื่องปรับอากาศ	8.0	2	1,500	24.000	68.99%
ตู้เย็นเฉลี่ย	8.0	1	125	1.000	2.87%
ไมโครเวฟ	0.5	1	1,200	0.600	1.72%
หม้อหุงข้าว	0.1	1	800	0.080	0.23%
เตารีด	1.0	1	1,000	1.000	2.87%
เครื่องปั้มน้ำเฉลี่ย	0.5	1	250	0.125	0.36%
กาต้มน้ำ	0.2	1	680	0.136	0.39%
เครื่องทำน้ำอุ่น	1.0	1	2,500	2.500	7.19%
เครื่องซักผ้า	1.0	1	1,400	1.400	4.02%
เครื่องคอมพิวเตอร์	1.0	1	350	0.350	1.01%
โทรทัศน์	3.0	2	180	1.080	3.10%
พัดลม	2.0	2	64	0.256	0.74%
หลอดประหยัดไฟ	5.0	12	11	0.660	1.90%
หลอดฟลูออเรสเซนต์	8.0	5	40	1.600	4.60%
รวมพลังงานที่ใช้ต่อวัน (Kw.Hr)	34.787				
รวมพลังงานที่ใช้ต่อเดือน (Kw.Hr)	1,043.610				

จากตารางที่ 4.4 พบว่า พฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการใช้งานจริง ประกอบด้วย จำนวนเวลาการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า และจำนวนกำลังไฟฟ้าของเครื่องไฟฟ้าในแต่ละชนิด เมื่อคำนวณตามลักษณะการใช้อ้างอิงจากการคิดค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง สำหรับการไฟฟ้าในบ้านเรือนที่อยู่อาศัย ประเภท 1.2 ที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าเกินกว่า 150 หน่วยต่อเดือน (ค่า Ft = 43.28 สตางค์/ หน่วย ณ เดือนมิถุนายน 2548) มีค่าการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 2,158.06 บาทต่อเดือน (ดังตารางที่ 4.5) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่สูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับ การสอบถามข้อมูล

เบื้องต้นของผู้พักอาศัยในหมู่บ้านปาริชาติ รังสิต คลอง 4 สะท้อนให้เห็นว่า พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของผู้อยู่อาศัยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากการคาดการณ์เบื้องต้นของผู้อยู่อาศัย

ตารางที่ 4.5
การคำนวณค่าใช้ไฟฟ้า

ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้	อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วย	จำนวนเงิน (บาท)
150 หน่วยแรก	1.2360	185.40
250 หน่วยต่อไป (151-400)	2.1329	533.23
ส่วนที่เกินกว่า 400 หน่วย	2.4226	1,241.90
ค่า Ft	0.04328	45.14
ภาษีมูลค่าเพิ่ม	7%	152.39
ค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บ		2,158.06

เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลค่าใช้การไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค อำเภอธัญบุรี ประจำปี 2548 พบว่า ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยในหมู่บ้านปาริชาติ รังสิต คลอง 4 มีค่าใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 1,640 บาทต่อเดือนต่อหลัง ซึ่งต่ำกว่าข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามที่แสดงถึงพฤติกรรมของผู้พักอาศัยจริง เนื่องจาก ข้อมูลที่ได้จากการไฟฟ้านั้น เป็นการเฉลี่ยจากการเรียกเก็บค่าใช้ไฟฟ้าทั้งหมดกับจำนวนบ้าน ซึ่งในสถานที่จริงผู้วิจัยได้สังเกตและสอบถามจากเจ้าหน้าที่หมู่บ้าน พบว่า บ้านบางหลังไม่มีการพักอาศัยหรือเจ้าของบ้านไม่ได้มาพักอาศัยเป็นประจำทุกวัน

4.3 การวิเคราะห์ตัวแปรทางด้านกายภาพ

การปรับปรุงกายภาพของบ้าน เพื่อให้ส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพประหยัดพลังงาน จึงมีความเกี่ยวข้องกับปัจจัย 2 ประการ ได้แก่ ผนังและหลังคา เนื่องจากในสภาพการณ์จริง วัสดุที่ก่อสร้างผนังเป็น อิฐมวลเบาปูนทาสี และหน้าต่างวัสดุเป็นกระจกใสเป็นส่วนที่สำคัญในการถ่ายเทและสะสมความร้อนภายในบ้าน หลังคาที่พบมีลักษณะชายคาสั้นไม่สามารถบังแดดได้ตลอดวัน ทำให้ความร้อนจากแสงอาทิตย์ส่องกระทบโดยตรงกับตัวอาคาร และไม่มีการติดตั้งฉนวนกันความร้อนใต้หลังคาหรือบนฝ้า

เมื่อพิจารณาตามหลักการถ่ายเทความร้อน ความร้อนถ่ายเทเข้าสู่อาคารส่วนใหญ่จากทางหลังคาที่เป็นส่วนบนสุดของอาคารที่ได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรง คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 50 ของความร้อนที่เข้ามาในอาคาร และอีกส่วน คือ ผนังกรอบอาคาร ซึ่งเป็นพื้นที่ส่วนมากของอาคารที่ได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรง

ดังนั้น การปรับปรุงผนังอาคารเดิมที่มีการใช้งานในสภาพจริงจึงมีอยู่ 2 แนวทาง คือ การติดตั้งภายในอาคารเก่า และการติดตั้งภายนอก ซึ่งเมื่อศึกษาผลดีและผลเสียแล้วการติดตั้งภายในมีข้อได้เปรียบในเรื่องราคา แต่ค่าใช้จ่ายในการจัดเตรียมสถานที่ที่มีผลต่อค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในการรื้อถอนหรือค่าขนย้าย และรบกวนต่อผู้ใช้สอยภายในอาคาร เนื่องจากภายในบ้านพักอาศัยมีเฟอร์นิเจอร์และอุปกรณ์เครื่องใช้จำนวนมาก ดังนั้น จึงมีความเหมาะสมที่จะเลือกการติดตั้งภายนอกมากกว่า เพราะการติดตั้งภายนอกประสิทธิภาพการใช้น้ำมันป้องกันความร้อนครอบคลุมพื้นที่เปลือกอาคารมีมากกว่าภายในอาคาร และรบกวนผู้ใช้สอยในอาคารน้อยกว่า

4.3.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของฉนวนโฟม

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของฉนวนโฟมที่ใช้กับผนังก่ออิฐฉาบปูน (สิทธิชัย วุฒิวงค์, 2539) จากการวิจัย พบว่า สัดส่วนค่าความต้านทานความร้อนที่เพิ่มขึ้นไม่ได้เป็นสัดส่วนเดียวกับปริมาณความร้อนที่ลดลง โดยที่ฉนวนโฟมที่หนา 1 นิ้ว ทำให้ปริมาณความร้อนลดลงร้อยละ 50 ฉนวนที่หนา 2 นิ้ว และ 3 นิ้ว ปริมาณความร้อนลดลงร้อยละ 60 และ 62 ตามลำดับ มีระยะเวลาในการคืนทุนใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของฉนวนหนา 2 นิ้ว และ 3 นิ้ว ในการปรับปรุงอาคารผนังก่ออิฐฉาบปูน เพื่ออนุรักษ์พลังงาน ค่าความต้านทานความร้อน $8 \text{ hr.ft}^2\text{.}^\circ\text{F/Btu}$ ติดตั้งภายนอกอาคารจะเหมาะสมกว่า

4.3.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของฉนวนใยแก้ว

การติดตั้งฉนวนใยแก้วกันความร้อนบริเวณหลังคา โดยทั่วไปสามารถติดตั้งได้ 2 ตำแหน่ง คือ บริเวณใต้หลังคา และติดตั้งบนแผ่นฝ้า การติดตั้งบริเวณใต้หลังคามีข้อได้เปรียบ คือ สามารถลดอุณหภูมิในช่องระหว่างหลังคาและฝ้าเพดานได้ดี และหากสามารถระบายอากาศที่อยู่ในช่องว่างนี้ได้

ทำให้ความร้อนอีกส่วนหนึ่งถูกระบายออก โดยการพาความร้อนส่งผลให้ระบบหลังคาและฝ้าเพดานสามารถลดความร้อนได้สูง แต่การติดตั้งค่อนข้างยุ่งยากสำหรับอาคารเก่าที่มีการอยู่อาศัย เมื่อเทียบการติดตั้งฉนวนใยแก้วบนฝ้าเพดาน โดยเฉพาะอาคารที่มีฝ้าเพดานแบบที่บาร์จะทำให้การติดตั้งสะดวกและรวดเร็ว

เปรียบเทียบระหว่างฉนวนใยแก้วชนิดปูเหนือฝ้าเพดานหนา 3 นิ้ว และ 6 นิ้ว (บริษัท ซีเมนต์ไทยการตลาด จำกัด, 2546) พบว่า ราคาฉนวนใยแก้ว หนา 6 นิ้ว มีราคาที่สูงกว่าถึง 126 บาท ต่อตารางเมตร แม้ว่าค่าการต้านทานความร้อนจะเพิ่มขึ้นอีกเท่าตัว แต่สำหรับบ้านพักอาศัยทั่วไปแล้ว ฉนวนใยแก้วหนา 6 นิ้ว มีประสิทธิภาพที่เกินต่อความจำเป็นบ้าน 2 ชั้นทั่วไป ทำให้ต้นทุนในการปรับปรุงสูง (ดังตารางที่ 4.6)

ตารางที่ 4.6
การเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างฉนวนใยแก้วหนา 3 นิ้ว และ 6 นิ้ว แบบปูเหนือฝ้าเพดาน

คุณสมบัติ	ฉนวนใยแก้วหนา 3 นิ้ว	ฉนวนใยแก้วหนา 6 นิ้ว
1. ขนาด (กว้างxยาว) (เมตร)	0.60x4.00	0.60x4.00
2. น้ำหนัก (กิโลกรัม)	2.4	4.8
3. วัสดุปิดผิว	อลูมิเนียมพอยล์	อลูมิเนียมพอยล์
4. ความหนาแน่น (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)	12	12
5. ประสิทธิภาพ	กันความร้อนได้ 5 เท่าเมื่อเทียบกับห้องที่ไม่มีการติดฉนวน	กันความร้อนได้ 7 เท่าเมื่อเทียบกับห้องที่ไม่มีการติดฉนวน
6. R-value (Hr.ft ² .°F/Btu)	11.54	22.08
7. อายุการใช้งาน	30 ปีขึ้นไป	30 ปีขึ้นไป
8. ราคา (บาท/ตร.ม.)	145.00	271.00

คุณสมบัติทั่วไปของฉนวนใยแก้ว คือ

1. ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ตามประกาศของสถาบันวิจัยมะเร็งนานาชาติ IARC
2. ไม่เป็นฝุ่นฟุ้ง เพราะมีวัสดุปิดผิวหุ้มรอบด้าน และสามารถใช้งานยาวนานกว่า 30 ปี
3. ไม่ลามไฟ เพราะผลิตจากเศษแก้ว และเศษกระจก ซึ่งมีคุณสมบัติไม่ติดไฟ

4.3.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของกระจก

การปรับปรุงกระจก คือ ส่วนสำคัญที่สุดของบานหน้าต่าง ซึ่งเป็นตัวส่งผ่านแสงและความร้อนเข้ามาภายในบ้าน โดยปกติในท้องตลาดกระจกมี 5 ลักษณะด้วยกัน (บริษัท กระจกไทยอาชาอี จำกัด) คือ กระจกใส (clear glass) กระจกสี (color glass) กระจกสีตัดแสง (tinted glass) กระจกเคลือบผิวสะท้อนแสง (reflective metallic coating glass) และกระจกฉนวนกันความร้อน (insulation glass)

กระจกใสธรรมดาจะมีราคาถูกที่สุด ยอมให้แสงผ่านเข้ามามากที่สุด แต่นำพาความร้อนเข้ามาได้มากที่สุดเช่นกัน ในขณะที่กระจกสีจะช่วยลดแสงได้ โดยความเข้มของสีจะเพิ่มขึ้นตามความหนาของกระจก ซึ่งส่งผลทำให้การดูดกลืนความร้อนที่สะสมอยู่ในเนื้อกระจกมีมากขึ้นด้วย ข้อเสียคือ บางครั้งอาจทำให้ห้องมืดเกินไป จนต้องเปิดไฟเพิ่มแสงสว่าง และไม่ช่วยลดการนำพาความร้อนและรังสีอัลตราไวโอเลต (UV)

กระจกสีตัดแสงเป็นกระจกที่มีคุณภาพดีที่สุด แต่มีราคาค่อนข้างแพง เนื่องจากช่วยลดปริมาณแสงและรังสี UV ได้ดี แต่ไม่ทำให้ห้องมืดเหมือนกระจกสี ทำให้ช่วยประหยัดไฟในเวลากลางวัน เพราะกระจกสีตัดแสงยอมให้แสงผ่านได้ดี ทำให้ได้แสงที่นุ่มนวลสบายตาขึ้น โดยสีต่าง ๆ ที่เห็นนั้นเกิดจากการเติมออกไซด์ของโลหะ เช่น เหล็ก โคบอลต์ ซีลีเนียมลงในส่วนผสมของเนื้อกระจกเป็นต้น จึงช่วยลดพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ผ่านเข้ามาด้วยคุณสมบัติที่สามารถดูดกลืนพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ (รังสีคลื่นสั้น) ที่ส่องมากระทบชั้นผิวกระจกได้ประมาณร้อยละ 40-50 จึงมีส่วนช่วยลดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศลงได้ (ดังตารางที่ 4.7)

กระจกเคลือบผิวสะท้อนแสงมีคุณสมบัติคล้ายกระจกเงาทำหน้าที่สะท้อนความร้อนของแสงอาทิตย์ได้ประมาณร้อยละ 60 โดยคุณสมบัติสะท้อนมีมากกว่าการดูดกลืน ซึ่งเมื่อแสงส่องมากระทบกระจกแล้ว ชั้นผิวกระจกที่เคลือบสารสะท้อนแสงไว้จะสะท้อนแสงจำ และความร้อนออกไป แต่ปริมาณความร้อนที่ยังเหลือบางส่วนจะเข้าสู่ภายในอาคาร ซึ่งปริมาณของแสงธรรมชาติที่ส่องผ่านของกระจกชนิดนี้ จะถูกลดทอนลงไปด้วยทำให้สิ้นเปลืองพลังงานในระบบแสงสว่าง กระจกชนิดนี้เหมาะ

สำหรับอาคารที่ใช้งานตอนกลางวัน หรืออาคารสูงที่ต้องการลดความจ้าของแสงอาทิตย์เป็นหลัก โดยลดปริมาณแสงสว่างได้มากกว่าร้อยละ 80 (ดังตารางที่ 4.7) และจากคุณสมบัติการสะท้อนทำให้คนที่อยู่ภายนอกอาคารที่สว่างกว่ามองเห็นภายในไม่ชัดเจน ซึ่งกลับกันเวลากลางคืนภายในสว่างกว่าจะทำให้คนภายนอกมองเห็นเข้ามาภายในได้อย่างชัดเจน จึงไม่เหมาะสมสำหรับอาคารประเภทพักอาศัยที่ต้องการความเป็นส่วนตัว

กระจกฉนวนกันความร้อน (insulation glass) กระจกป้องกันความร้อนประเภทสองชั้นนั้น ค่อยข้างยุ่งยากในการปรับปรุงสำหรับอาคารเก่า และมีราคาสูงมาก

การเลือกใช้ชนิดของกระจกควรคำนึงถึงค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading Coefficient: SC) ที่ต่ำเป็นอันดับแรก แล้วจึงพิจารณาค่าการส่องผ่านของแสง (Visible Light Transmittance: VT) ที่สูง โดยหากพิจารณาทั้งสองตัวแปรควบคู่กัน ยิ่งทำให้การเลือกกระจกมีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานในการปรับอากาศและพลังงานในการเพิ่มความสว่างในบ้านพักอาศัยมากขึ้น โดยการคำนึงถึงอัตราส่วนระหว่างค่าการส่องผ่านของแสงต่อค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดที่สูงสุด (Coolness Ratio or Light to Solar Gain Ratio: VT/SC) หมายความว่า เป็นกระจกที่ยอมให้แสงธรรมชาติผ่านเข้ามาได้มาก ในขณะที่ความร้อนเข้ามาได้น้อย (ดังตารางที่ 4.7 และ 4.8)

ตารางที่ 4.7

การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางแสงสว่างของกระจกชนิดต่าง ๆ

ประเภทกระจก	สี	ความ หนา (มม.)	คุณสมบัติ						Coolness Ratio
			Visible Rays			Solar Energy			
			Reflect.		Trans mit	Reflect.	Transmit.	Absorp	
			In	Out					
กระจกใส	ใส	6	0.08	0.08	0.88	0.07	0.78	0.15	0.96
กระจกตัดแสง	เขียว	6	0.07	0.07	0.72	0.05	0.42	0.51	1.11
กระจกสะท้อนแสง	ฟ้า	6	0.36	0.21	0.31	0.12	0.23	0.65	0.65
กระจกฉนวน	ฟ้า	26	0.17	0.09	0.45	0.06	0.19	0.75	1.45

ที่มา: บริษัท กระจกไทยอาชาสี จำกัด (มหาชน), 2548.

ตารางที่ 4.8
การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางความร้อนของกระจกชนิดต่าง ๆ

ประเภทกระจก	สี	ความหนา (มม.)	คุณสมบัติ				
			Relative Heat Gain		U-Value		SC
			W/sq.m	Btu/H-sq.ft	W/sq.m-K	Btu/H-sq.ft-F	
กระจกใส	ใส	6	643	204	5.83	1.03	0.92
กระจกตัดแสง	เขียว	6	460	146	6.23	1.10	0.65
กระจกสะท้อนแสง	ฟ้า	6	352	112	6.34	1.12	0.48
กระจกฉนวน	ฟ้า	26	210	66	1.84	0.32	0.31

ที่มา: บริษัทกระจกไทยอาชาฮี จำกัด (มหาชน), 2548.

การวิเคราะห์อัตราส่วนระหว่างค่าการส่องผ่านของแสงต่อค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดที่สูง
สุด (Coolness Ratio or Light to Solar Gain Ratio: VT/SC) พบว่า กระจกตัดฉนวนกันความร้อนมี
ค่าสูงสุดเท่ากับ 1.45 รองลงมาคือ กระจกตัดแสงเท่ากับ 1.11 แต่เมื่อพิจารณาถึงราคาและขั้นตอนใน
การปรับปรุงแล้ว กระจกตัดแสงมีความเหมาะสมมากที่สุด (ดังตารางที่ 4.9)

ตารางที่ 4.9
การเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างค่าการส่องผ่านของแสงต่อ
ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดกับราคาของกระจกชนิดต่าง ๆ

ประเภทกระจก	สี	ความหนา (มม.)	ราคา		Coolness Ratio
			บาท/ตร.ฟุต	บาท/ตร.ม.	
กระจกใส	ใส	6	35.00	376.60	0.96
กระจกตัดแสง	เขียว	6	60.00	645.60	1.11
กระจกสะท้อนแสง	ฟ้า	6	130.00	1,398.80	0.65
กระจกฉนวน	ฟ้า	26	370.00	3,981.20	1.45

ที่มา: บริษัท กระจกไทยอาชาฮี จำกัด (มหาชน), 2548.

ตารางที่ 4.10

การเปรียบเทียบคุณสมบัติของกระจกตัดแสงสีต่าง ๆ ความหนา 6 มม.

สี	ความหนา (มม.)	คุณสมบัติ		Coolness Ratio
		VT	SC	
Coolgray	6	38	0.64	0.59
Dark Coolgray	6	15	0.63	0.24
Skyblue	6	58	0.68	0.85
Ocean Green	6	72	0.65	1.11

ที่มา: บริษัท กระจกไทยอาชาฮิ จำกัด (มหาชน), 2548.

จากตารางที่ 4.10 พบว่า กระจกตัดแสงสีเขียว (ocean green) มีค่าอัตราส่วนระหว่างค่าการส่องผ่านของแสงต่อค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดสูงสุด ดังนั้น จึงเหมาะสมต่อการใช้ในปรับปรุงมากที่สุด

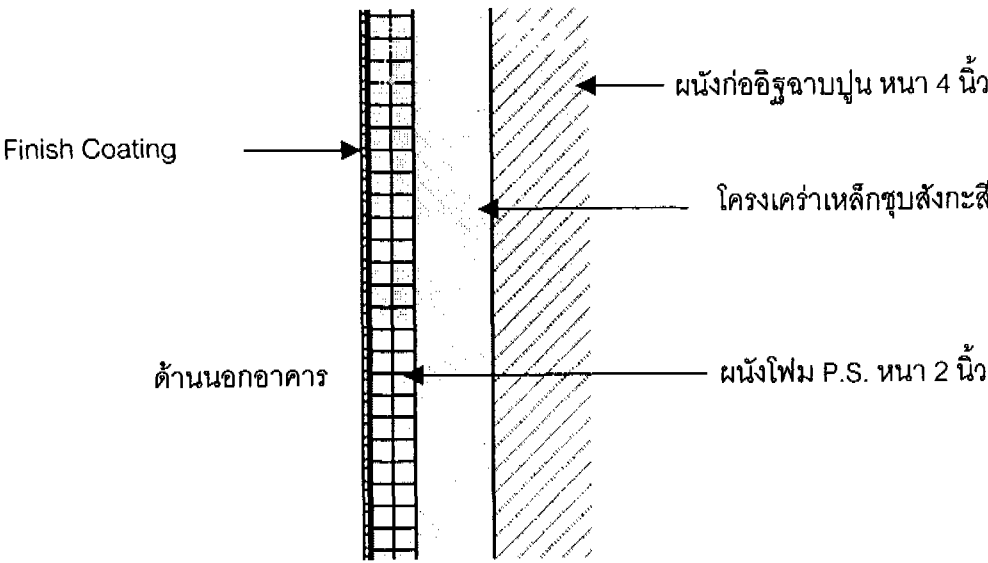
4.4 คุณสมบัติของวัสดุด้านการถ่ายเทความร้อนและราคาต้นทุน

- 1. ผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 4 นิ้ว (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2546)
 - 1) ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานความร้อนรวม (nR) = 0.85 ft².°F/BTU
 - 2) ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U) = 0.5618 BTU/ft².°F
- 2. การติดตั้งผนังภายนอกระบบ EIFS สีสำเร็จกับผนังก่ออิฐฉาบปูน หนา 4 นิ้ว (Exterior Insulation and Finish System) ที่ใช้โฟมหนา 2 นิ้ว (บริษัท ซีเมนต์ไทยการตลาด จำกัด, 2548)
 - 1) ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานความร้อนรวม (nR) = 10.71 ft².°F/BTU
 - 2) ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U) = 0.0933 BTU/ft².°F
- 3) ราคาในการติดตั้งฉนวน
 - (1) สีเคลือบสำเร็จ ระบบ EIFS

Base Coat 2 ด้าน	= 260 บาท/ตารางเมตร
Finish Coat	= 110 บาท/ตารางเมตร
Fiberglass Mesh Coat	= 100 บาท/ตารางเมตร
Cement Portland	= 6 บาท/ตารางเมตร
(2) โฟมขนาด 1.2x0.60 เมตร หนา 2 นิ้ว ความหนาแน่น 1 ปอนด์/ฟุต ³	= 67 บาท/ตารางเมตร
(3) แผ่นยิบซัมบอร์ด หนา 9 มิลลิเมตร	= 61 บาท/ตารางเมตร
(4) โครงเคร่าเหล็กเคลือบสังกะสีขนาด 92x33x0.70 มิลลิเมตร @ 0.60	= 50 บาท/ตารางเมตร
(5) ค่าติดตั้ง	= 110 บาท/ตารางเมตร
รวม	= 755 บาท/ตารางเมตร

ภาพที่ 4.5

ลักษณะของผนังระบบ EIFS กับผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 4 นิ้ว



3. การติดตั้งฉนวนกันความร้อนชนิดปูเหนือฝ้าเพดาน หน้า 3 นิ้ว มีแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ปิดผิว (บริษัท ซีเมนต์ไทยการตลาด จำกัด, 2548)

- 1) ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานความร้อนรวม (nR) = 11.54 $\text{ft}^2 \cdot \text{F} / \text{BTU}$
- 2) ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U) = 0.0866 $\text{BTU} / \text{ft}^2 \cdot \text{F}$
- 3) ราคาในการติดตั้ง

- (1) ฉนวนใยแก้วกันความร้อนหน้า 3 นิ้ว ความหนาแน่น 16 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร = 145 บาท/ตารางเมตร
- (2) ค่าแรงปูเหนือฝ้าเพดานแบบฉาบเรียบ = 23 บาท/ตารางเมตร
- (3) เจาะฝ้าเพดานพร้อมทำช่องเปิดปิดขอบด้วยคิ้วไม้ขนาด 60x60 เซนติเมตร = 850 บาท/ช่อง
- รวม = 168 บาท/ตารางเมตร

4. การติดตั้งกระจกตัดแสง Ocean Green 6 มิลลิเมตร (บริษัท กระจกไทยอาชาฮิ จำกัด, 2548)

- 1) Shading Coefficient = 0.65
 - 2) U-Value = 1.10 $\text{Btu} / \text{ft}^2 \cdot \text{Hr} \cdot \text{F}$
 - 3) Visible Transmittance = 72
 - 4) Solar Transmittance = 42
 - 5) ราคาในการติดตั้ง
- (1) กระจกตัดแสง Ocean Green 6 มิลลิเมตร = 614 บาท/ตารางเมตร
 - (2) ค่าแรง = 86 บาท/ตารางเมตร
 - รวม = 700 บาท/ตารางเมตร

4.5 ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงหลังการปรับปรุง

การปรับปรุงด้านกายภาพของบ้านพักอาศัยทำให้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง ในส่วนของระบบทำความเย็นเครื่องปรับอากาศจะทำงานลดลงแบ่งตามวัสดุชนิดต่าง ๆ (ดังตารางที่ 4.11)

จากตารางที่ 4.11 พบว่า การเพิ่มผนังระบบ EIFS ที่ใช้โฟมหนา 2 นิ้ว สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 38.12 รองลงมา คือ การเปลี่ยนกระจกใสบริเวณหน้าต่างเป็นกระจกตัดแสงสีเขียว คิดเป็นร้อยละ 17.42 และการเพิ่มฉนวนใยแก้ว หนา 3 นิ้ว ปูเหนือฝ้าเพดาน คิดเป็นร้อยละ 12.24 ตามลำดับ

จากผลการทดลอง (ดังตารางที่ 4.11) สามารถกำหนดแบ่งแนวทางการปรับปรุงบ้าน โดยพิจารณาตามเกณฑ์กายภาพและการออกแบบ ได้ 2 แนวทางหลัก ได้แก่

1. แนวทางการปรับปรุงตามเกณฑ์ความสะดวก เช่น การเลือกการติดตั้งผนังระหว่างภายนอก และภายใน หรือการเลือกการใช้นฉนวนกันความร้อนบริเวณหลังคาระหว่างการติดตั้งได้แผ่นหลังคา กับแบบปูเหนือฝ้าเพดานที่มีผลกระทบต่อผู้พักอาศัยน้อยที่สุด
2. แนวทางการปรับปรุงตามเกณฑ์ประสิทธิภาพพลังงาน เมื่อเปรียบเทียบกับงบประมาณในการลงทุน เช่น การติดตั้งฉนวนกันความร้อน ซึ่งมีราคาที่สูงถ้าติดตั้งทุกด้านของตัวบ้าน ทำให้งบประมาณในการปรับปรุงสูงมาก เมื่อเทียบกับการติดตั้งเฉพาะด้านทิศตะวันตกและทิศใต้ ซึ่งจำนวนการใช้พลังงานที่ลดลงต่างกันไม่มาก เป็นต้น

จากตารางที่ 4.11 สามารถสรุปเป็นแนวทางการจัดการปรับปรุงการประหยัดพลังงานสำหรับบ้านเดี่ยวในโครงการจัดสรร สำหรับการวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปได้ 3 แนวทาง คือ

1. การติดตั้งฉนวนใยแก้วแบบปูเหนือฝ้าเพดาน ซึ่งเป็นวิธีการปรับปรุงที่สะดวกและใช้งบประมาณในการปรับปรุงน้อยที่สุด
2. การติดตั้งฉนวนใยแก้วแบบปูเหนือฝ้าเพดาน และเปลี่ยนจากกระจกใสเป็นกระจกตัดแสงสีเขียว ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้งบประมาณน้อยกว่าเมื่อเทียบกับแนวทางที่เพิ่มผนังฉนวนกันความร้อน และสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ดี
3. การปรับปรุงที่รวมทุกวิธีในการทดลองเข้าด้วยกัน ประกอบไปด้วย การเพิ่มผนังฉนวนกันความร้อนทางด้านทิศตะวันออกและทิศใต้ การเปลี่ยนกระจกจากกระจกใสเป็นกระจกตัดแสงสีเขียว และเพิ่มฉนวนใยแก้วแบบปูเหนือฝ้าเพดาน ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้มากที่สุด แต่ราคาในการปรับปรุงก็สูงสุดเช่นเดียวกัน

ตารางที่ 4.11

ร้อยละปริมาณไฟฟ้าส่วนภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศกับ
พลังงานที่ใช้ทั้งหมดในบ้านก่อนและหลังการปรับปรุง

แนวทางการปรับปรุง	ร้อยละปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในระบบทำความเย็น	ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้รวม (Kw.hr/yr.)	สัดส่วนพลังงานที่ลดลง (ร้อยละ)
1. ก่อนปรับปรุง	68.96	12331	0
2. หลังการปรับปรุง			
1) เพิ่มฉนวนใยแก้ว 3 นิ้ว ปูเหนือฝ้าเพดาน	64.84	10,822	12.24
2) เปลี่ยนกระจกเป็นกระจกตัดแสง	62.77	10,183	17.42
3) เพิ่มฉนวนระบบ EIFS โฟมหนา 2 นิ้ว 4 ด้านรอบตัวบ้าน	53.66	7,630	38.12
4) เพิ่มฉนวนระบบ EIFS โฟมหนา 2 นิ้ว 2 ด้านทิศ ได้แก่ ทิศตะวันตกและทิศใต้	55.06	8,418	31.73
5) เพิ่มฉนวนระบบ EIFS โฟมหนา 2 นิ้ว 2 ด้านทิศ ได้แก่ ทิศตะวันออกและทิศเหนือ	62.19	9,926	19.50