

6. คุณสมบัติของวัสดุกระจก ในส่วนของหน้าต่างและประตูกระจก ใช้กระจกใส ซึ่งมีคุณสมบัติตามที่ระบุไว้ในข้อมูลวัสดุของโปรแกรม EnergyPlus ดังนี้ คือ ความหนา 6 มิลลิเมตร Visible Transmittance = 0.881, Solar Transmittance = 0.775 และค่า Conductivity = 0.9 W/m-K

7. จำนวนผู้ใช้สอยและกิจกรรม จำนวนผู้ใช้สอยในแต่ละโซนกำหนดตามพฤติกรรมการอยู่อาศัยที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 5.2 ข้อมูล Metabolic Rate ที่ใช้สำหรับโปรแกรม EnergyPlus มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อคน ซึ่งมีค่าเท่ากับผลคูณของ Metabolic Rate ของแต่ละกิจกรรม (W/m^2) กับ พื้นที่ผิวต่อคน ($m^2/person$) สำหรับพื้นที่ผิวต่อคนใช้ค่าโดยประมาณ 1.8 ตารางเมตร (ตารางที่ 5.3)

ตารางที่ 5.3 ค่า Metabolic Rate ของกิจกรรมประเภทต่างๆ

กิจกรรม	Metabolic Rate (W/m^2)	Metabolic Rate (W/person)
นั่งพักผ่อนเฉยๆ	60	108
นอน	40	72
ทำอาหาร	95	171
พิมพ์งาน	65	117
ยืน, ผ่อนคลาย	70	126

หมายเหตุ: พื้นที่ผิวต่อคนใช้ค่าเท่ากับ 1.8 ตารางเมตร

ที่มา: ASHRAE, 2001: 8.7

8. การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละโซนและช่วงเวลาการใช้งานในวันธรรมดา (จันทร์-ศุกร์) และวันหยุด (เสาร์-อาทิตย์) แสดงในตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 เครื่องใช้ไฟฟ้าของแต่ละโซนและช่วงเวลาการใช้งานในวันธรรมดาและวันหยุด

โซน	พื้นที่ใช้สอย	อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	เวลาใช้งาน จ-ศ (น.)	เวลาใช้งาน ส-อ (น.)
11LV	รับแขก	-พัดลมตั้งพื้น 16"	68	-	9-12
		-โทรทัศน์สี 26"	95	19-21	9-12,13-18,19-21
		-เครื่องเล่นวีดีโอ	30	19-21	9-12,13-18,19-21
		-กล่องเคเบิลทีวี	15	19-21	9-12,13-18,19-21
13PT	เตรียมอาหาร	- ตู้เย็น 6 ลบ.ฟุต	88	0-24	0-24
		- เครื่องปั่นขนมปัง	850	6:20-6:30	7:20-7:30
		- เตาไมโครเวฟ	1200	6:20-6:30, 17:30-17:40	7:20-7:30, 17:30-17:40
		- กระทิกน้ำร้อน	600	6:00-6:30, 17:30-8:00	7:00-7:30,17:30-18

โซน	พื้นที่ใช้สอย	อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	เวลาใช้งาน จ-ศ (น.)	เวลาใช้งาน ส-อ (น.)
14DN	ทางอาหาร	-พัดลมตั้งพื้น 16"	68	7-8, 18-19	8-9, 12-13, 18-19
15KC	ครัว	-ตู้เย็น 12 ลิบ.ฟุต	165	0-24	0-24
		-หม้อหุงข้าว	600	6:00-6:30, 17:30-8:00	7:00-7:30, 17:30-8:00
		-เครื่องบด/ปั่น	230	6:20-6:21, 17:30-17:31	7:20-7:21, 17:30-17:31
16WC1	ห้องน้ำ 1	-เครื่องทำน้ำร้อน	2000	6:30-6:40, 19:30-19:40	7:30-7:40, 19:30-19:40
21BR2	ห้องนอน 2	-คอมพิวเตอรื	230	20-21	20-21
		-จอภาพ	102	20-21	20-21
23WC3	ห้องน้ำ 3	-เครื่องทำน้ำร้อน	2000	6:30-6:40, 19:30-19:40	7:30-7:40, 19:30-19:40
		-เครื่องเป่าผม	500	6:40-6:50	7:40-7:50
24LV	พักผ่อน	-พัดลมตั้งพื้น 16"	68	-	9-12
		-โทรทัศน์สี 26"	95	19-21	9-12,13-18,19-21
		-เครื่องเล่นวีดีโอ	30	19-21	9-12,13-18,19-21
		-กล่องเคเบิลทีวี	15	19-21	9-12,13-18,19-21
26BR3	ห้องนอน 3	-คอมพิวเตอรื	230	20-21	20-21
		-จอภาพ	102	20-21	20-21
27WC2	ห้องน้ำ 2	-เครื่องทำน้ำร้อน	2000	6:30-6:40, 19:30-19:40	7:30-7:40, 19:30-19:40
		-เครื่องเป่าผม	500	6:40-6:50	7:40-7:50
28BR4	ห้องนอน 4	-คอมพิวเตอรื	230	20-21	20-21
		-จอภาพ	102	20-21	20-21

ที่มา: จากเอกสารของบริษัทผู้ผลิต และจากการสำรวจอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน

9. การใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง กำหนดให้ในช่วงเช้าก่อน 8:00 น. นั้น ปริมาณแสงสว่างจากธรรมชาติยังไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ดังนั้นโซนที่มีการใช้งานในช่วงเช้าก่อน 8:00 น. จะมีการเปิดไฟฟ้าแสงสว่าง ส่วนในช่วงเย็นจะเริ่มเปิดไฟฟ้าแสงสว่างในโซนที่ใช้งานตั้งแต่ 17:00 น. เป็นต้นไป ไฟฟ้าแสงสว่างในส่วนห้องนี้จะเปิดไฟทุกครั้งที่มีการใช้งาน ลักษณะดวงโคม จำนวนวัตต์ที่ใช้ ยึดตามแบบก่อสร้างงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ที่ใช้สำหรับประมาณราคาในรายงานวิจัยของจริญพัฒน์และคณะ (จริญพัฒน์ ภาวนันท์ และคณะ, 2547) เนื่องจากการออกแบบแสงสว่างในบางห้องจะเป็นในลักษณะที่ให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกเปิดดวงโคมแบบฟลูออเรสเซนต์ หรือ แบบ Downlight ซึ่งในการใช้งานจริงมักจะไม่ได้เปิดดวงโคมทั้งสองประเภทพร้อมกัน ดังนั้นจึงเลือกเพียงดวงโคมประเภทเดียวเท่านั้นที่นำมาใช้คำนวณการใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง โดยมีรายละเอียดตามตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างในแต่ละโซน และช่วงเวลากการใช้งาน

โซน	พื้นที่ใช้สอย	ประเภทของดวงโคมที่ใช้	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	จำนวนดวงโคม	เวลาใช้งาน จ-ศ (น.)	เวลาใช้งาน ส-อ (น.)
11LV	รับแขก	-หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบกลม	32	2	6-7, 18-21	18-21
12ST	บันได	-Downlight Cool White	18	2	6-7, 18-21	7-8, 18-21
13PT	เตรียมอาหาร	-Downlight Cool White	18	2	6-7, 17-19	7-8, 17-19
14DN	ทานอาหาร	-Pendant Lamp Chandelier	32	2	6-7, 17-19	7-8, 17-19
15KC	ครัว	-หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบกลม	32	1	6-7, 17-19	7-8, 17-19
16WC1	ห้องน้ำ 1	-Downlight Cool White	18	2	6-7, 19-20	7-8, 13-14, 19-20
17BR1	ห้องนอน 1	-หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบกลม	32	1	6-7, 19-22	7-8, 19-22
18HL	โถงทางเดิน	-Downlight Cool White	18	1	6-7, 19-21	7-8, 19-21
21BR2	ห้องนอน 2	-หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบกลม	32	1	6-7, 19-22	7-8, 19-22
22ST	โถงบันได	-Downlight Cool White	18	2	6-7, 18-21	7-8, 18-21
23WC3	ห้องน้ำ 3	-Downlight Cool White	18	2	6-7, 19-20	7-8, 13-14, 19-20
24LV	ห้องพักผ่อน	-Downlight Cool White	18	2	19-22	19-23
		-หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบกลม	32	1	19-22	19-23
26BR3	ห้องนอน 3	-หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบกลม	32	1	6-7, 19-22	7-8, 19-22
27WC2	ห้องน้ำ 2	-Downlight Cool White	18	2	6-7, 19-20	7-8, 13-14, 19-20
28BR4	ห้องนอน 4	-หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบกลม	32	1	6-7, 19-22	7-8, 19-22
29HL	โถงทางเดิน	-Downlight Cool White	18	1	6-7, 19-21	7-8, 19-21

หมายเหตุ: ข้อมูลกำลังไฟฟ้าที่ใส่ในโปรแกรม EnergyPlus สำหรับหลอดไฟที่ใช้บัลลาสต์จะมีค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ต่อดวงโคมเพิ่มอีก 10 วัตต์ จากค่าที่แสดงในตาราง

10. การรั่วซึมของอากาศ (Infiltration) งานวิจัยนี้กำหนดค่าการรั่วซึมของอากาศของบ้านที่ทำการศึกษา โดยอ้างอิงจากผลการศึกษาวิทยของบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กที่สร้างขึ้นในต่างประเทศ เนื่องจากยังไม่มีการศึกษาปริมาณการรั่วซึมของอากาศของบ้านโครงสร้างไม้และโครงสร้างเหล็กที่ได้สร้างขึ้นจริงในประเทศไทย จากงานวิจัยต่างประเทศดังกล่าว ซึ่งได้ทำการวัดค่าการรั่วซึมของอากาศจากบ้านที่สร้างจริง พบว่าบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กจะมีปริมาณการรั่วซึมของอากาศที่ใกล้เคียงกัน (ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.7) ค่าการรั่วซึมของอากาศที่วัดได้จัดอยู่ในเกณฑ์ของบ้านที่มีลักษณะค่อนข้างดีแน่น (Tight) ซึ่งมีความจำเป็นสำหรับบ้านที่สร้างอยู่ใน

สภาพอากาศที่หนาวเย็น แต่ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ค่าการรั่วซึมของอากาศสำหรับอาคารที่มีลักษณะ
ปิดแน่นปานกลาง (Medium) คือ 0.50 ACH ในการศึกษาการใช้พลังงานของบ้านโครงสร้างไม้ บ้าน
โครงสร้างเหล็ก และบ้านโครงสร้างคอนกรีต

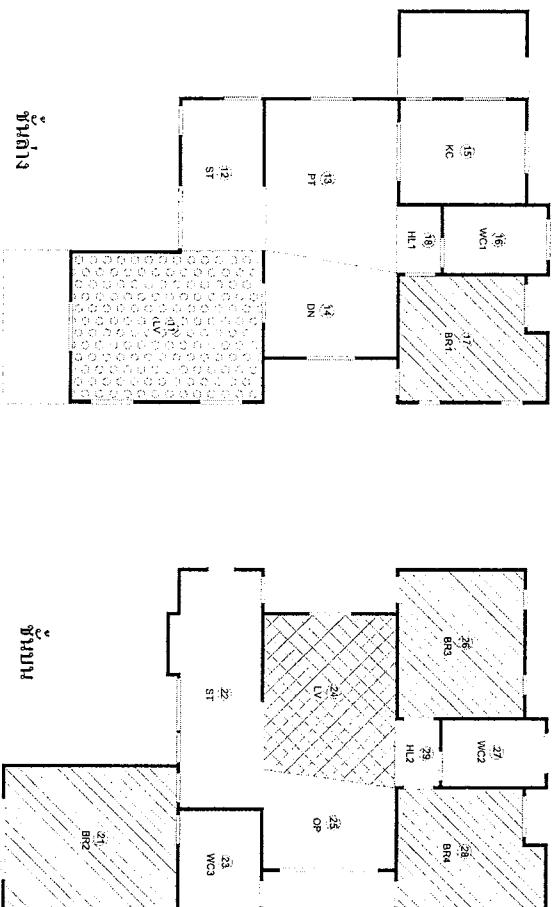
11. มวลสารภายใน งานวิจัยนี้กำหนดให้มีมวลสารภายในพื้นที่ใช้สอยอันเนื่องมาจาก
เฟอร์นิเจอร์ภายในโซน โดยการประมาณค่าดังกล่าวคิดจากแบบการจัดวางเฟอร์นิเจอร์ของบ้าน
ดังนี้คือ พื้นที่ที่ใช้ในการจัดวางเฟอร์นิเจอร์คิดเป็น 40 % ของพื้นที่ห้อง โดยมีพื้นที่ประมาณ 50
กิโลกรัมต่อตารางเมตร เฟอร์นิเจอร์พื้นผิวสัมผัสกับอากาศภายในห้องประมาณ 1.2 เท่าของพื้นที่
ห้อง วัสดุเฟอร์นิเจอร์ทำจากไม้เป็นหลัก

12. การใช้เครื่องปรับอากาศและการควบคุมอุณหภูมิ ห้องที่มีการเปิดใช้เครื่องปรับอากาศ
ทั้งหมด 6 ห้อง ดังนี้คือ ส่วนที่อยู่ชั้นล่างได้แก่ ห้องรับแขกพักผ่อน ห้องนอน 1 ส่วนที่อยู่ชั้น
บนได้แก่ ห้องพักผ่อน ห้องนอน 2 ห้องนอน 3 และห้องนอน 4 (รูปที่ 5.6) โดยตั้งค่าอุณหภูมิที่ 25°C
จากการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าช่วงเวลาที่ใช้เครื่องปรับอากาศมีผลต่อความเหมาะสม
ของวัสดุของผนังที่ใช้แตกต่างกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้จำลองการใช้พลังงานของบ้านพักอาศัยโดยมี
ลักษณะการใช้เครื่องปรับอากาศ 2 แบบ คือ 1. กรณีที่ใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ (ในที่นี้หมายถึง
ลักษณะการใช้เครื่องปรับอากาศของบ้านโดยทั่วไป ที่เปิดใช้เครื่องปรับอากาศในช่วงเวลาปกติเป็น
ส่วนใหญ่) และ 2. กรณีใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อศึกษาว่าช่วงเวลาการใช้
เครื่องปรับอากาศมีผลต่อการใช้พลังงานของบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กอย่างไร
(รายละเอียดผลการใช้พลังงานแสดงในบทที่ 6)

ตารางที่ 5.6 ช่วงเวลาการใช้เครื่องปรับอากาศของแต่ละโซน กรณีใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ

โซน	พื้นที่ใช้สอย	เวลาใช้งาน จ-ศ (น.)	เวลาใช้งาน ส-อ (น.)
11LV	ห้องรับแขกพักผ่อน	13-21	13-21
17BR1	ห้องนอน 1	21-6	21-7
21BR2	ห้องนอน 2	21-6	21-7
24LV	ห้องพักผ่อน	19-22	13-23
26BR3	ห้องนอน 3	21-6	21-7
28BR4	ห้องนอน 4	21-6	21-7

อุปกรณ์ที่ใช้ในการจำลองเครื่องปรับอากาศสำหรับโปรแกรม EnergyPlus ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ มีชื่อว่า "Purchased Air" ข้อดีของการใช้วิธีนี้คือไม่จำเป็นต้องสร้างวงจรการหมุนเวียนของอากาศ (Air Loop) หรือ วงจรการหมุนเวียนของน้ำ (Water Loop) ซึ่งเหมาะต่อการหาค่าพลังงานที่ใช้ในการปรับอากาศเบื้องต้นในการศึกษาที่ยังไม่ต้องออกแบบหรือเลือกระบบการปรับอากาศที่จะใช้ การจำลองลักษณะนั้นจะเป็นการควบคุมเพียงอุณหภูมิภายในห้องให้ได้ตามระดับที่ต้องการ แต่ไม่มีการควบคุมระดับความชื้น (DOE, 2005: 592-594) งานวิจัยนี้เลือกใช้แบบที่ไม่จำกัดความสามารถในการปรับอากาศ เนื่องจากถ้าจำกัดความสามารถในการปรับอากาศ อาจทำให้อุณหภูมิภายในห้องไม่ได้ตามที่ตั้งไว้ ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ในการที่อัตราการส่งลมเย็นสูงสุดที่ระบุไปไม่สอดคล้องกับภาระการทำความร้อนที่เกิดขึ้นในบางช่วง โดยกำหนดให้ลมที่หมุนเวียนกลับไม่มีการผสมกับอากาศภายนอก อุณหภูมิของลมเย็นที่ใช้ในการปรับอากาศเท่ากับ 13°C และมีอัตราส่วนความชื้นของลมเย็นเท่ากับ 0.01



	ห้องรับแขก	เปิดเครื่องปรับอากาศ	วันธรรมดา 13-21 น. วันหยุด 13-21 น.
	ห้องนอน	เปิดเครื่องปรับอากาศ	วันธรรมดา 21-6 น. วันหยุด 21-7 น.
	ห้องพักผ่อน	เปิดเครื่องปรับอากาศ	วันธรรมดา 19-22 น. วันหยุด 13-23 น.

รูปที่ 5-6 โชนต่างๆ ภายในบ้านที่ใช้เครื่องปรับอากาศ และเวลาที่เปิดใช้เครื่องปรับอากาศ

5.4 การปรับเปลี่ยนระบบผนัง หลังคา พื้น และฝ้าเพดาน

การศึกษาในครั้งนี้ นอกจากต้องการทราบว่าบ้านโครงสร้างคอนกรีต บ้านโครงสร้างไม้ และบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบนั้น มีปริมาณการใช้พลังงานที่แตกต่างกันอย่างไรแล้ว ส่วนหนึ่งเพื่อต้องการทราบว่าระบบผนัง พื้น หลังคา และฝ้าเพดาน แบบใดที่เหมาะสมกับบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็ก ดังนั้นนอกจากวัสดุผนัง พื้น หลังคา และฝ้าเพดาน ของบ้านต้นแบบที่แสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 5.1 แล้ว จึงได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมโดยการปรับเปลี่ยนองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้คือ (รูปที่ 5.7)

1. ผนังภายนอก ศึกษาทั้งในกรณีของผนังโครงคร่าวไม้ (รูปที่ 5.8) และผนังโครงคร่าวเหล็ก (รูปที่ 5.9) เปรียบแต่ละประเภทด้วยกัน 6 แบบ แบบที่ 1 คือผนังภายนอกของบ้านต้นแบบ ส่วนแบบที่ 2-6 มีส่วนที่แตกต่างจากผนังต้นแบบดังนี้คือ

แบบที่ 2 เพิ่มฉนวนใยแก้วหนา 2 นิ้ว หุ้มอะลูมิเนียมพอยล์ทั้งสองด้าน ที่ช่องว่างระหว่างโครงคร่าว

แบบที่ 3 เพิ่มโฟม PU หนา 1 นิ้ว ปิดที่ด้านหน้าโครงคร่าว

แบบที่ 4 เพิ่มฉนวนใยแก้วหนา 2 นิ้ว หุ้มอะลูมิเนียมพอยล์ทั้งสองด้าน ที่ช่องว่างระหว่างโครงคร่าว และเพิ่มโฟม PU หนา 1 นิ้ว ปิดที่ด้านหน้าโครงคร่าว

แบบที่ 5 เพิ่มโฟม PU หนา 1 นิ้ว และยิปซัมบอร์ดหนา 12 มม. ปิดที่ด้านหน้าโครงคร่าว

แบบที่ 6 เพิ่มฉนวนใยแก้วหนา 2 นิ้ว หุ้มอะลูมิเนียมพอยล์ทั้งสองด้าน ที่ช่องว่างระหว่างโครงคร่าว และเพิ่มโฟม PU หนา 1 นิ้ว และยิปซัมบอร์ดหนา 12 มม. ปิดที่

ด้านหน้าโครงคร่าว

การปรับเปลี่ยนผนังภายนอกดังกล่าว เพื่อต้องการทราบว่าการใช้วัสดุฉนวนที่แตกต่างกัน และตำแหน่งการติดตั้งของฉนวนที่ต่างกัน (ติดตั้งที่ช่องว่างระหว่างโครงคร่าวและติดตั้งที่ผิวโครงคร่าว) จะมีผลต่อค่าความต้านทานความร้อนของผนัง และการใช้พลังงานของบ้านที่ศึกษาอย่างไร

2. หลังคา ศึกษาทั้งในกรณีที่เป็หลังคาโครงสร้างไม้ (รูปที่ 5.10) และหลังคาโครงสร้างเหล็ก (รูปที่ 5.11) หลังคาแต่ละประเภทด้วยกัน 4 แบบ แบบที่ 1 คือ หลังคาของบ้านต้นแบบ แบบที่ 2-4 มีส่วนที่แตกต่างจากหลังคาต้นแบบดังนี้

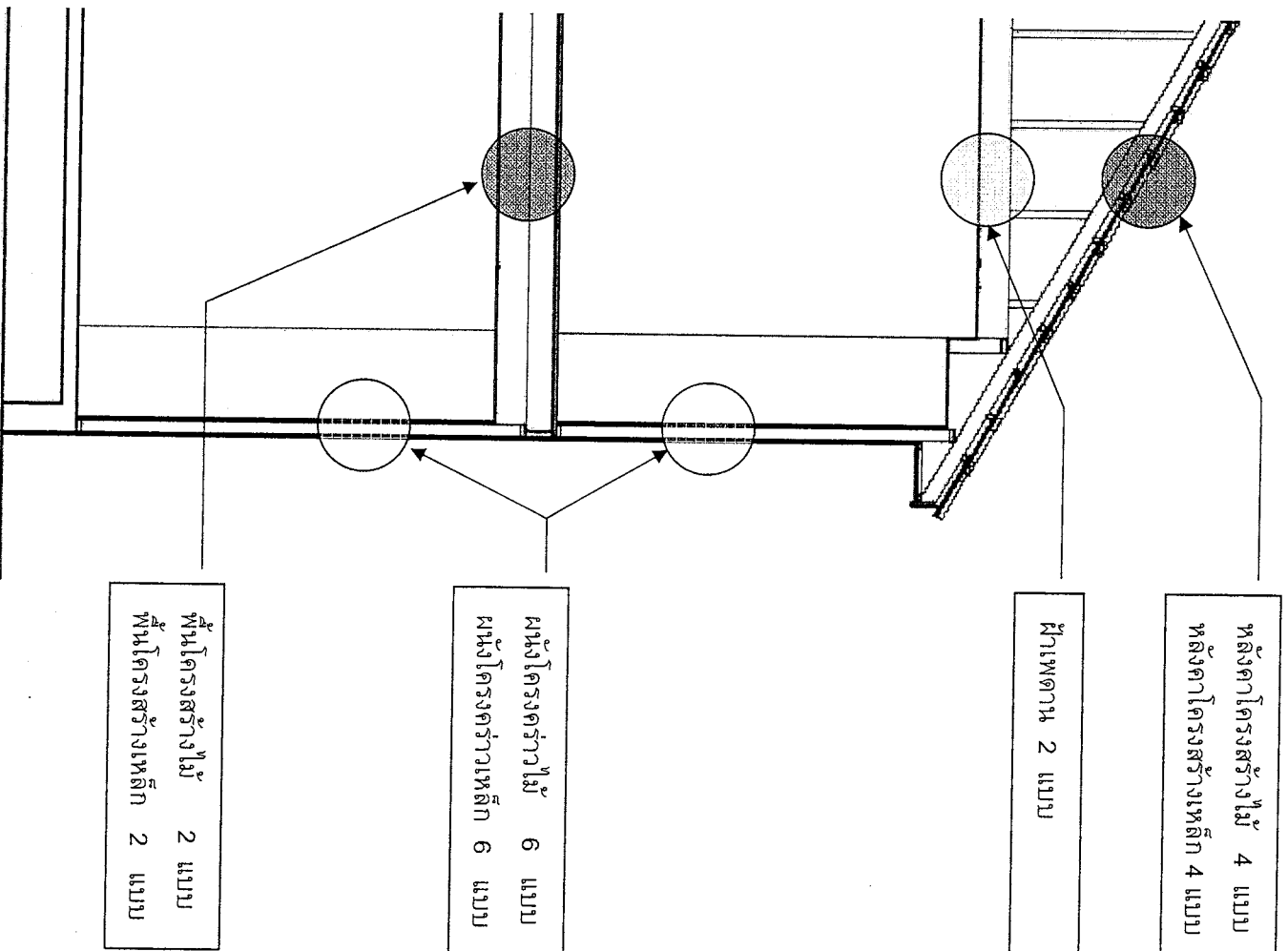
แบบที่ 2 เพิ่มแผ่นอะลูมิเนียมพอยล์ไว้ใต้แป

แบบที่ 3 เพิ่มแผ่นอะลูมิเนียมพอยล์ และแผ่นฉนวนใยแก้วซีเมนต์หนา 12 มม. ไว้ใต้แป

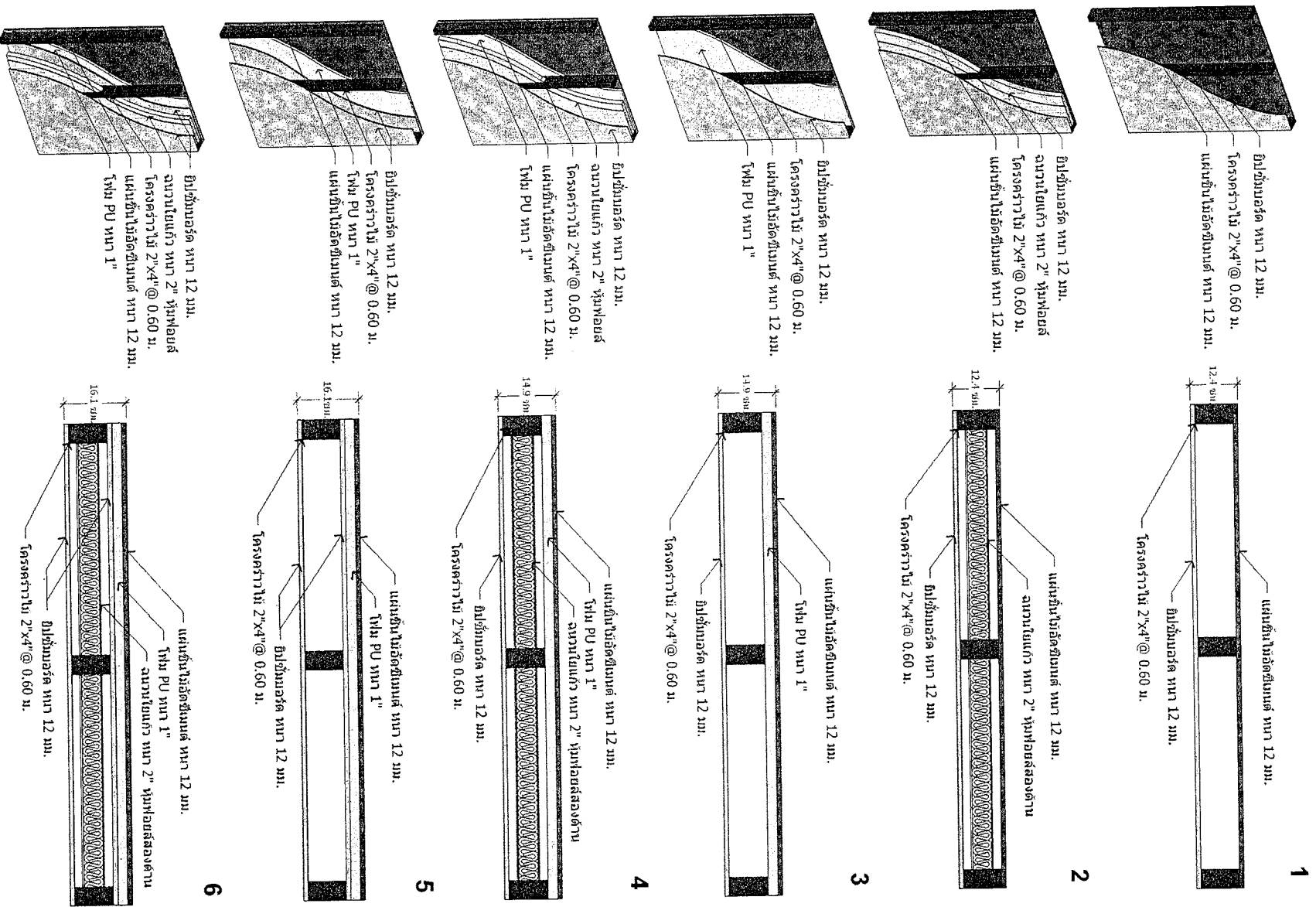
แบบที่ 4 เพิ่มแผ่นอะลูมิเนียมพอยล์ แผ่นฉนวนใยแก้วซีเมนต์ และ โฟม PU หนา 1 นิ้ว ไว้ใต้แป

3. พื้นอาคารของชั้นที่สอง ศึกษาทั้งในกรณีที่เป็พื้นโครงสร้างไม้ (รูปที่ 5.12) และพื้นโครงสร้างเหล็ก (รูปที่ 5.13) ซึ่งมีด้วยกัน 2 แบบ แบบที่ 1 คือ พื้นของบ้านต้นแบบ แบบที่ 2 แตกต่างจากพื้นต้นแบบคือ เพิ่มฉนวนใยแก้วหนา 2 นิ้ว หุ้มอะลูมิเนียมพอยล์หนึ่งด้าน บนฝ้าเพดานที่อยู่ใต้พื้นชั้นสอง โดยวางไว้บนโครงคร่าวฝ้าเพดาน

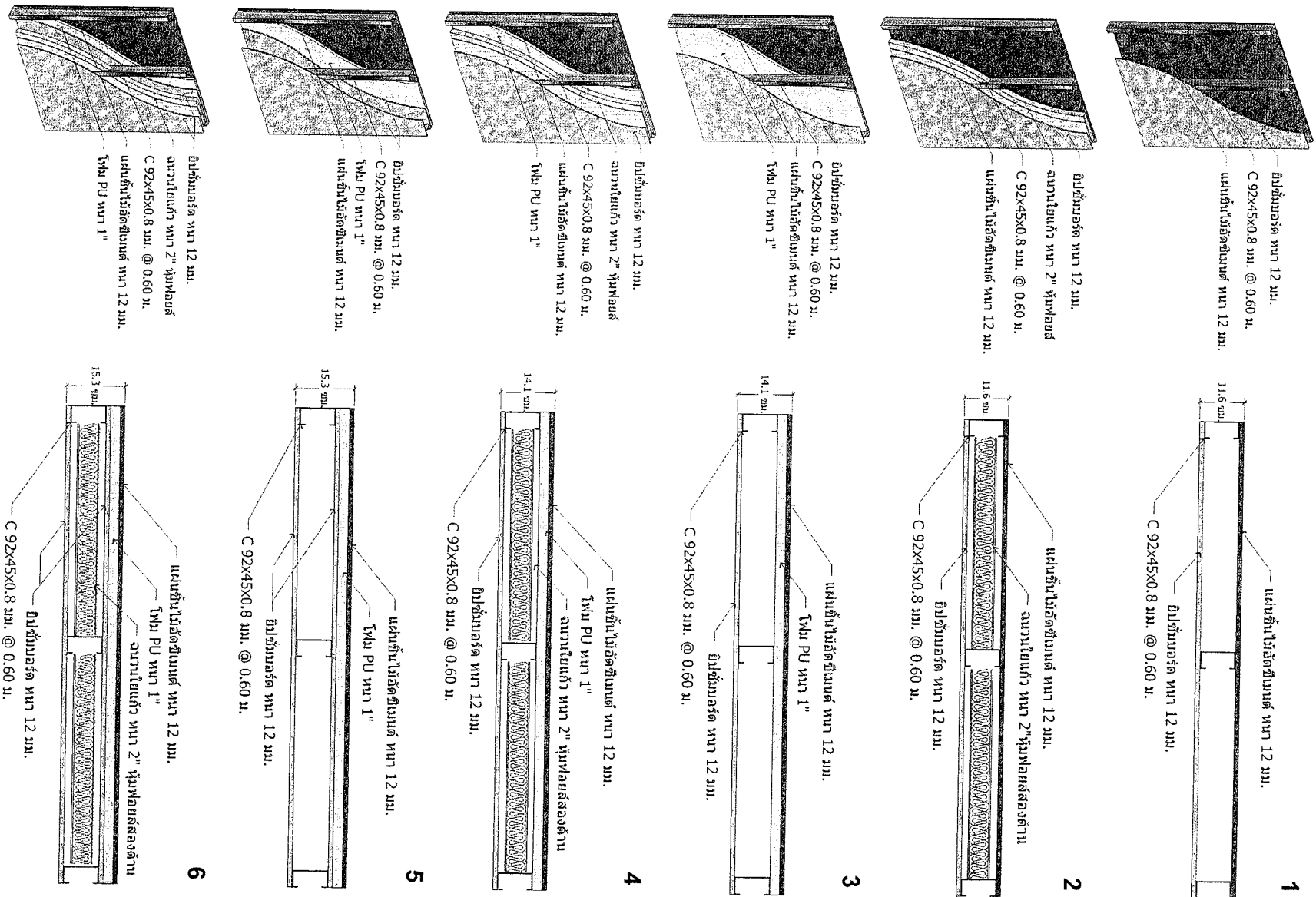
4. ฝ้าเพดาน มีด้วยกัน 2 แบบ แบบที่ 1 คือ ฝ้าเพดานของบ้านต้นแบบ แบบที่ 2 แตกต่างจากฝ้าเพดานของบ้านต้นแบบคือ เพิ่มฉนวนใยแก้วหนา 2 นิ้ว หุ้มอะลูมิเนียมพอยล์หนึ่งด้าน ใ้บ้านฝ้าเพดานส่วนที่อยู่ใต้หลังคา บ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กจะใช้ลักษณะฝ้าเพดานโครงสร้างอะลูมิเนียมเหมือนกัน (รูปที่ 5.14)



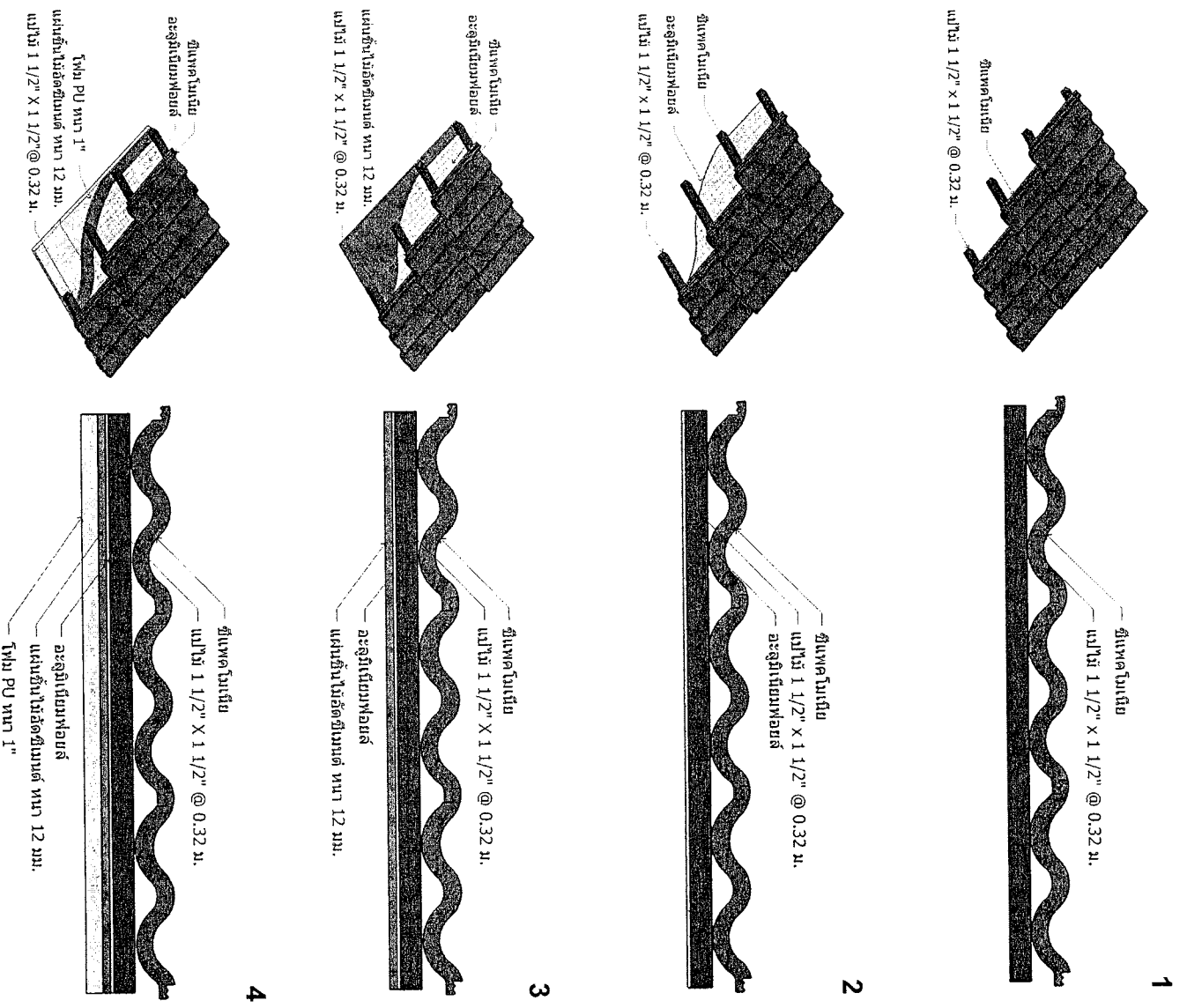
รูปที่ 5.7 องค์ประกอบของบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กที่ทำการปรับเปลี่ยนวัสดุ



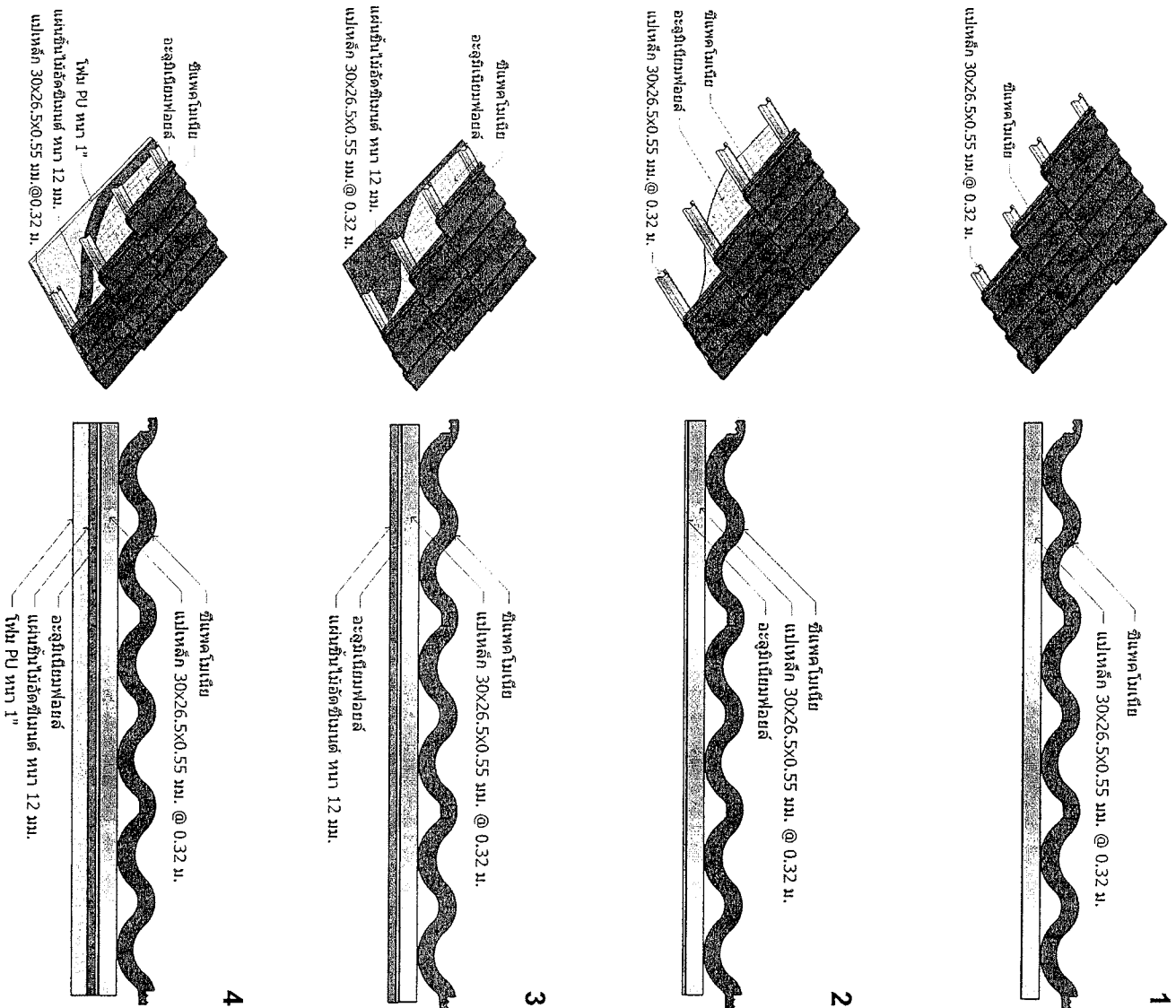
รูปที่ 5.8 ผนังโครงค้ำไม้ลักษณะต่างๆ ที่ทำการศึกษา



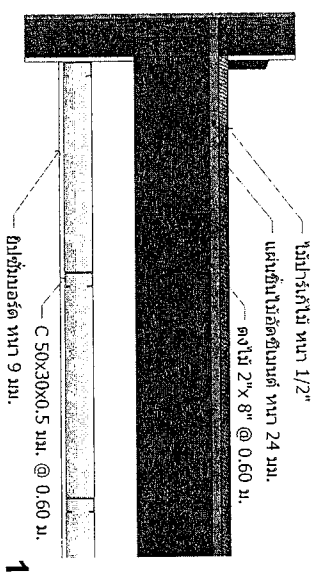
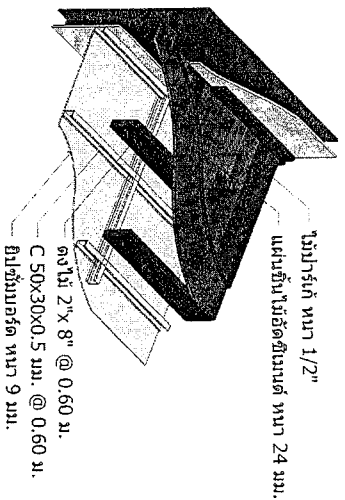
รูปที่ 5.9 แผนผังโครงสร้างเหล็กลักษณะต่างๆ ที่ทำการศึกษา



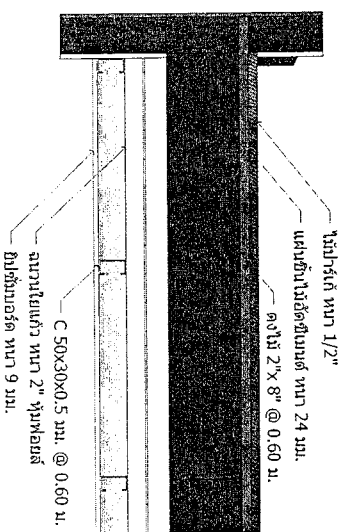
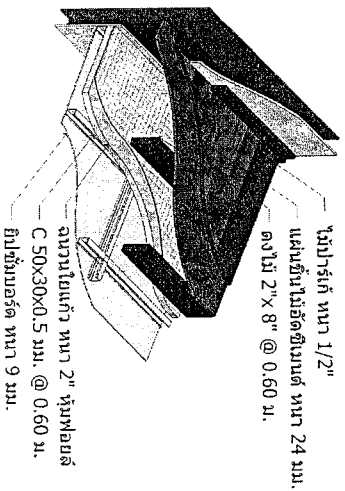
รูปที่ 5.10 หลังคาโครงสร้างไม้ลักษณะต่างๆ ที่ทำการศึกษา



รูปที่ 5.11 หลังคาโครงสร้างเหล็กลักษณะต่างๆ ที่ทำการศึกษา

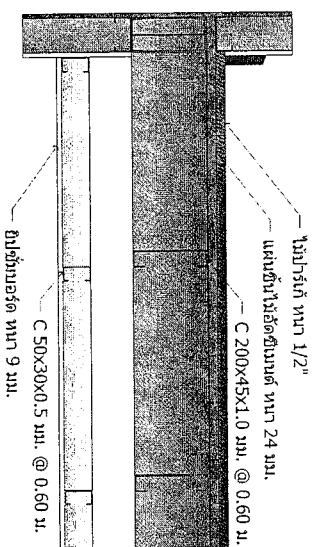
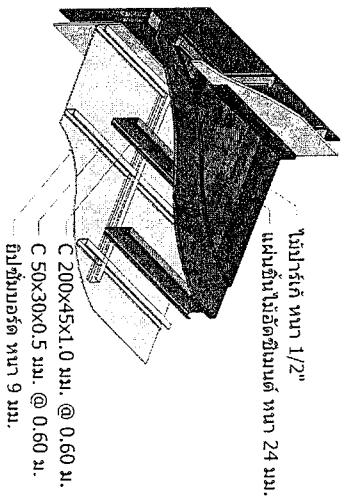


1

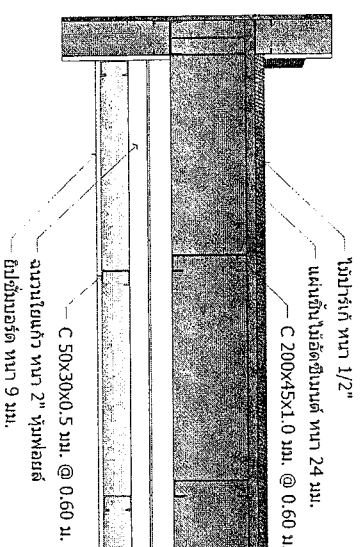
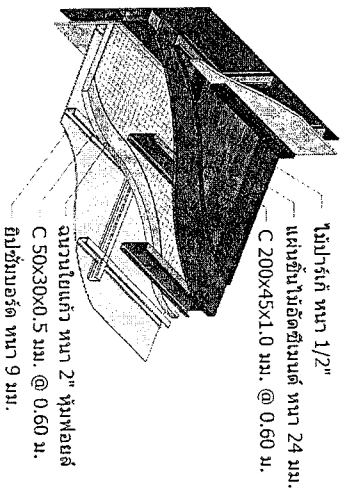


2

รูปที่ 5.12 พื้นโครงสร้างไม้ลักษณะต่างๆ ที่ทำการศึกษา

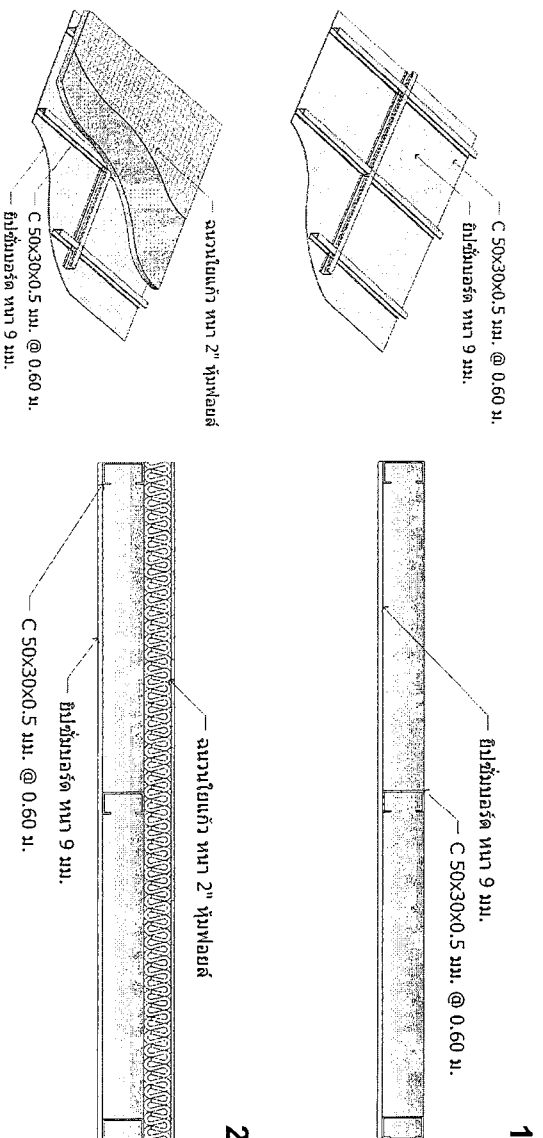


1



2

รูปที่ 5.13 พื้นโครงสร้างเหล็กลักษณะต่างๆ ที่ทำการศึกษา



รูปที่ 5.14 ฝ้าเพดานโครงสร้างเหล็กลักษณะต่างๆ ที่ทำการศึกษา

สรุป

เนื้อหาในบทนี้แสดงรายละเอียดการใส่ข้อมูลในโปรแกรม EnergyPlus และรายละเอียดเกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนองค์ประกอบของระบบผนัง (12 แบบ) หลังคา (8 แบบ) ฝ้า (4 แบบ) และ ฝ้าเพดาน (2 แบบ) ของบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กที่จำลองในโปรแกรม EnergyPlus เพื่อศึกษาเปรียบเทียบในเครื่องของราคาค่าก่อสร้างและการใช้พลังงานที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเทียบกับบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ

บทที่ 6

ผลการศึกษา

เนื้อหาในบทนี้กล่าวถึงรายละเอียดผลการศึกษา ที่ได้จากการจำลองการใช้พลังงานของบ้านที่ทำการศึกษาโดยใช้โปรแกรม EnergyPlus โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบการใช้พลังงาน อุณหภูมิภายในห้อง ค่าไฟฟ้า ค่าก่อสร้าง และความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ของบ้านต้นแบบทั้งสองประเภท ได้แก่ บ้านโครงสร้างคอนกรีต บ้านโครงสร้างไม้ และบ้านโครงสร้างเหล็ก ตลอดจนผลการศึกษาเมื่อมีการปรับเปลี่ยนวัสดุในส่วนหนึ่งของผนังภายนอก หลังคา ฝ้าเพดาน และพื้น ของบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็ก โดยการศึกษาจำลองการใช้พลังงานของบ้านที่ศึกษาจะแบ่งเป็นสองลักษณะ คือ การใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ (ช่วงเวลากการใช้เครื่องปรับอากาศ แสดงไว้ในตารางที่ 5.6) และการใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ทั้งนี้เพื่อต้องการเปรียบเทียบว่าช่วงเวลากการใช้เครื่องปรับอากาศที่แตกต่างกัน จะมีผลต่อการใช้พลังงานของบ้านที่มีการใช้วัสดุที่แตกต่างกันอย่างไร ในส่วนสุดท้ายจะเป็นผลการศึกษาของบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็ก ที่มีการใช้วัสดุตามแบบในงานวิจัยของเจริญพัฒน์และคณะ (เจริญพัฒน์ ภูวนันท์ และคณะ, 2547) โดยมีลำดับการนำเสนอเป็นบทนี้ดังนี้

กรณีที่ใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ

- 6.1 เปรียบเทียบระหว่างบ้านโครงสร้างคอนกรีต บ้านโครงสร้างไม้ และบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ
- 6.2 ผลการปรับเปลี่ยนระบบผนังภายนอกของบ้านโครงสร้างไม้
- 6.3 ผลการปรับเปลี่ยนระบบหลังคา ฝ้าเพดาน และพื้น ของบ้านโครงสร้างไม้
- 6.4 ผลการปรับเปลี่ยนระบบผนังภายนอกของบ้านโครงสร้างเหล็ก
- 6.5 ผลการปรับเปลี่ยนระบบหลังคา ฝ้าเพดาน และพื้น ของบ้านโครงสร้างเหล็ก

กรณีใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง

- 6.6 เปรียบเทียบระหว่างบ้านโครงสร้างคอนกรีต บ้านโครงสร้างไม้ และบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ
- 6.7 ผลการปรับเปลี่ยนระบบผนังภายนอกของบ้านโครงสร้างไม้
- 6.8 ผลการปรับเปลี่ยนระบบหลังคา ฝ้าเพดาน และพื้น ของบ้านโครงสร้างไม้
- 6.9 ผลการปรับเปลี่ยนระบบผนังภายนอกของบ้านโครงสร้างเหล็ก
- 6.10 ผลการปรับเปลี่ยนระบบหลังคา ฝ้าเพดาน และพื้น ของบ้านโครงสร้างเหล็ก

กรณีใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ และ ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง

- 6.11 เปรียบเทียบระหว่างบ้านโครงสร้างคอนกรีต บ้านโครงสร้างไม้ และบ้านโครงสร้างเหล็ก ตามแบบในงานวิจัยของเจริญพัฒน์และคณะ

สำหรับรายละเอียดของผนังภายนอก พื้น ฝ้าเพดาน และหลังคา ของบ้านทั้งสองประเภท ที่ได้ทำการศึกษาในแต่ละกรณีนั้น แสดงไว้ในตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 รายละเอียดของผืนภายนอก พื้น ฝ้าเพดาน และหลังคา ของบ้านที่กำลังทำการศึกษา

รหัส	บ้าน	ผนัง	หลังคา	ฝ้าเพดาน	พื้น
W_01	ไม้	ไม้แบบที่ 1	ไม้แบบที่ 1	แบบที่ 1	ไม้แบบที่ 1
W_02	ไม้	ไม้แบบที่ 2	ไม้แบบที่ 1	แบบที่ 1	ไม้แบบที่ 1
W_03	ไม้	ไม้แบบที่ 3	ไม้แบบที่ 1	แบบที่ 1	ไม้แบบที่ 1
W_04	ไม้	ไม้แบบที่ 4	ไม้แบบที่ 1	แบบที่ 1	ไม้แบบที่ 1
W_05	ไม้	ไม้แบบที่ 5	ไม้แบบที่ 1	แบบที่ 1	ไม้แบบที่ 1
W_06	ไม้	ไม้แบบที่ 6	ไม้แบบที่ 1	แบบที่ 1	ไม้แบบที่ 1
W_07	ไม้	ไม้แบบที่ 1	ไม้แบบที่ 2	แบบที่ 1	ไม้แบบที่ 1
W_08	ไม้	ไม้แบบที่ 1	ไม้แบบที่ 3	แบบที่ 1	ไม้แบบที่ 1
W_09	ไม้	ไม้แบบที่ 1	ไม้แบบที่ 4	แบบที่ 1	ไม้แบบที่ 1
W_10	ไม้	ไม้แบบที่ 1	ไม้แบบที่ 1	แบบที่ 2	ไม้แบบที่ 1
W_11	ไม้	ไม้แบบที่ 1	ไม้แบบที่ 1	แบบที่ 1	ไม้แบบที่ 2
W_12	ไม้	ไม้แบบที่ 2	ไม้แบบที่ 2	แบบที่ 2	ไม้แบบที่ 1
S_01	เหล็ก	เหล็กแบบที่ 1	เหล็กแบบที่ 1	แบบที่ 1	เหล็กแบบที่ 1
S_02	เหล็ก	เหล็กแบบที่ 2	เหล็กแบบที่ 1	แบบที่ 1	เหล็กแบบที่ 1
S_03	เหล็ก	เหล็กแบบที่ 3	เหล็กแบบที่ 1	แบบที่ 1	เหล็กแบบที่ 1
S_04	เหล็ก	เหล็กแบบที่ 4	เหล็กแบบที่ 1	แบบที่ 1	เหล็กแบบที่ 1
S_05	เหล็ก	เหล็กแบบที่ 5	เหล็กแบบที่ 1	แบบที่ 1	เหล็กแบบที่ 1
S_06	เหล็ก	เหล็กแบบที่ 6	เหล็กแบบที่ 1	แบบที่ 1	เหล็กแบบที่ 1
S_07	เหล็ก	เหล็กแบบที่ 1	เหล็กแบบที่ 2	แบบที่ 1	เหล็กแบบที่ 1
S_08	เหล็ก	เหล็กแบบที่ 1	เหล็กแบบที่ 3	แบบที่ 1	เหล็กแบบที่ 1
S_09	เหล็ก	เหล็กแบบที่ 1	เหล็กแบบที่ 4	แบบที่ 1	เหล็กแบบที่ 1
S_10	เหล็ก	เหล็กแบบที่ 1	เหล็กแบบที่ 1	แบบที่ 2	เหล็กแบบที่ 1
S_11	เหล็ก	เหล็กแบบที่ 1	เหล็กแบบที่ 1	แบบที่ 1	เหล็กแบบที่ 2
S_12	เหล็ก	เหล็กแบบที่ 3	เหล็กแบบที่ 2	แบบที่ 2	เหล็กแบบที่ 1
C_01	ค.ส.ล.	ก่ออิฐฉาบปูน	เหล็กแบบที่ 1	แบบที่ 1	ค.ส.ล.
C_02	ค.ส.ล.	ก่ออิฐฉาบปูน	เหล็กแบบที่ 2	แบบที่ 2	ค.ส.ล.

หมายเหตุ: รหัส W_01, S_01, และ C_01 คือ บ้านโครงสร้างไม้ต้นแบบ บ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ และบ้านโครงสร้างคอนกรีตต้นแบบ ก่อนที่จะทำการปรับเปลี่ยนวัสดุ

รหัส W_12 และ S_12 คือ บ้านโครงสร้างไม้ และบ้านโครงสร้างเหล็ก ที่ใช้ผนัง หลังคา ฝ้าเพดาน และ พื้น ต่างที่ออกแบบในงานวิจัยของวิจัยพัฒนาและคณะ (2547), C_02 คือ บ้านโครงสร้างคอนกรีตผนังก่ออิฐ ที่ใช้ฝ้าเพดาน และระบบหลังคา เหมือน S_12 (ดูรูปประกอบที่ 5.7-5.14)

6.1 ผลการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า และราคาค่าก่อสร้างของบ้านโครงสร้างคอนกรีต บ้านโครงสร้างไม้ และบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ (ใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ)

จากการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (ปรับอากาศ ไฟฟ้าแสงสว่าง และอุปกรณ์ไฟฟ้า) รวมตลอดทั้งปีของบ้านต้นแบบทั้งสามประเภท (รายละเอียดของวัสดุแสดงในตารางที่ 5.1) ในกรณีที่ใช้เครื่องปรับอากาศในช่วงเวลากลางคืนเป็นส่วนใหญ่ บ้านโครงสร้างคอนกรีตมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี 15,332 กิโลวัตต์ชั่วโมง บ้านโครงสร้างไม้ต้นแบบ 13,814 กิโลวัตต์ชั่วโมง และบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ 13,583 กิโลวัตต์ชั่วโมง โดยบ้านโครงสร้างไม้ใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปีต่ำกว่าบ้านโครงสร้างคอนกรีต 1,519 กิโลวัตต์ชั่วโมง (9.9%) ส่วนบ้านโครงสร้างเหล็กใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปีต่ำกว่าบ้านโครงสร้างคอนกรีต 1,749 กิโลวัตต์ชั่วโมง (11.4%) (ตารางที่ 6.2, รูปที่ 6.1)

บ้านโครงสร้างคอนกรีตเสียค่าไฟฟ้าต่อปี 55,809 บาท บ้านโครงสร้างไม้ 50,047 บาท และบ้านโครงสร้างเหล็ก 49,171 บาท โดยบ้านโครงสร้างไม้เสียค่าไฟฟ้าต่ำกว่าบ้านโครงสร้างคอนกรีต 5,762 บาท (10.3%) ส่วนบ้านโครงสร้างเหล็กเสียค่าไฟฟ้าต่ำกว่าบ้านโครงสร้างคอนกรีต 6,638 บาท (11.9%)

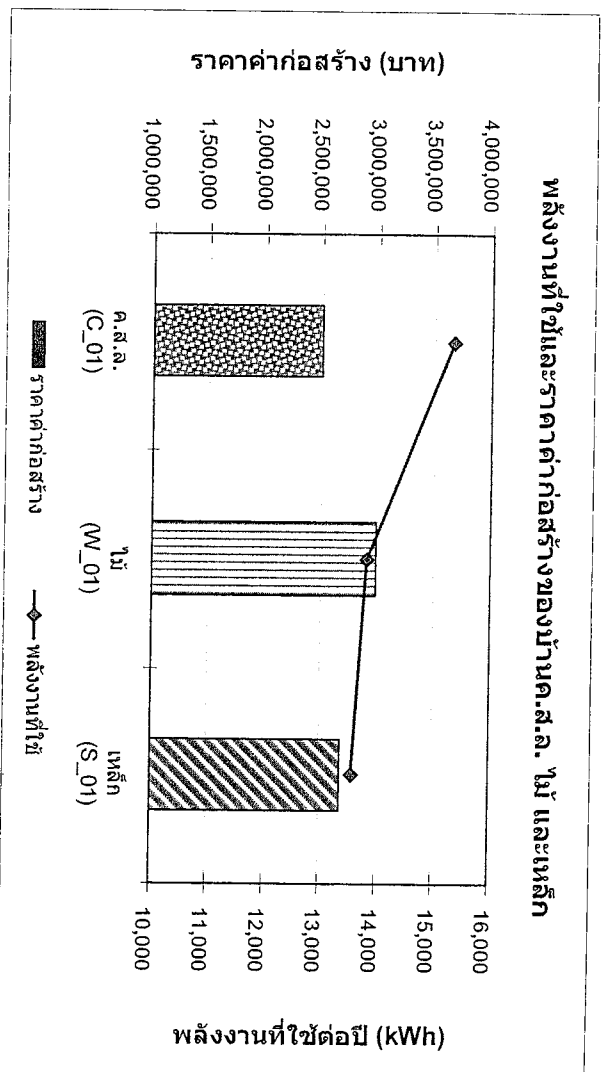
บ้านโครงสร้างคอนกรีตมีราคาค่าก่อสร้าง 2,499,904 บาท บ้านโครงสร้างไม้ 2,982,621 บาท และบ้านโครงสร้างเหล็ก 2,679,269 บาท โดยบ้านโครงสร้างไม้มีค่าก่อสร้างที่สูงกว่าบ้านโครงสร้างคอนกรีต 482,717 บาท (19.3%) ส่วนบ้านโครงสร้างเหล็กมีค่าก่อสร้างที่สูงกว่าบ้านโครงสร้างคอนกรีต 179,365 บาท (7.2%)

เนื่องจากราคาค่าก่อสร้างของบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กสูงกว่าบ้านโครงสร้างคอนกรีตมาก เมื่อเทียบกับค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ในแต่ละปี ดังนั้นจึงมีระยะเวลาคืนทุนก่อนหน้านาน โดยบ้านโครงสร้างเหล็กจะมีระยะเวลาในการคืนทุนที่สั้นกว่าบ้านโครงสร้างไม้ 84 ปี และ บ้านโครงสร้างเหล็ก 27 ปี

ตารางที่ 6.2 เปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ค่าไฟฟ้า ค่าก่อสร้างบ้าน และระยะเวลาคืนทุน ของบ้านโครงสร้างคอนกรีต บ้านโครงสร้างไม้ และบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ (ใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ)

	คอนกรีต (C_01)	ไม้ (W_01)	เหล็ก (S_01)
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี (kWh)	15,332	13,814	13,583
ค่าไฟฟ้าต่อปี (บาท)	55,809	50,047	49,171
ค่าก่อสร้าง (บาท)	2,499,904	2,982,621	2,679,269
ผลต่างของพลังงานที่ใช้ (kWh)	-	-1,519	-1,749
ผลต่างของค่าไฟฟ้าต่อปี (บาท)	-	-5,762	-6,638
ผลต่างของค่าก่อสร้าง (บาท)	-	482,717	179,365
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	-	84	27

หมายเหตุ: ใช้บ้านโครงสร้างคอนกรีตเป็นหลักในการคิดเปรียบเทียบ

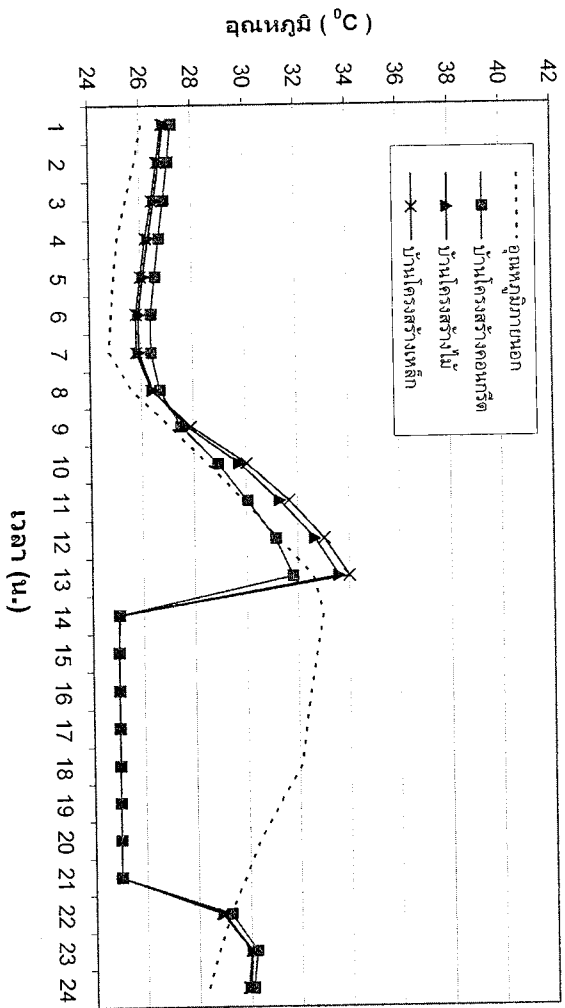


รูปที่ 6.1 เปรียบเทียบพลังงานที่ใช้และราคาต่อก่อสร้างของบ้านโครงสร้างคอนกรีต บ้านโครงสร้างไม้ และบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ (ใช้เครื่องปรับอากาศปกติ)

รูปที่ 6-2-6.3 แสดงอุณหภูมิภายในห้องรับแขกพักผ่อนล่าง และห้องนอน 2 (ชั้นบน) ของบ้านสามประเภท ในวันที่ 14 เมษายน พบว่าอุณหภูมิภายในห้องรับแขกในช่วงเวลา 9:00-13:00 น. ของบ้านโครงสร้างคอนกรีตจะต่ำกว่าบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็ก แต่ในช่วงเวลากลางคืนถึงเช้า (22:00-8:00 น.) อุณหภูมิภายในห้องรับแขกพักผ่อนของบ้านโครงสร้างคอนกรีตจะสูงกว่าบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็ก ในช่วงเวลากลางวัน อุณหภูมิภายในห้องนอนของบ้านโครงสร้างคอนกรีตจะสูงกว่าบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็ก โดยมีค่าอุณหภูมิที่แตกต่างกันสูงสุดประมาณ 4 องศา อุณหภูมิภายในห้องนอนของบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กจะลดลงมากจนเกือบเท่ากับบ้านโครงสร้างคอนกรีตในช่วงเวลาก่อนที่จะเปิดเครื่องปรับอากาศ (เปิดเครื่องปรับอากาศ 21:00-6:00 น.)

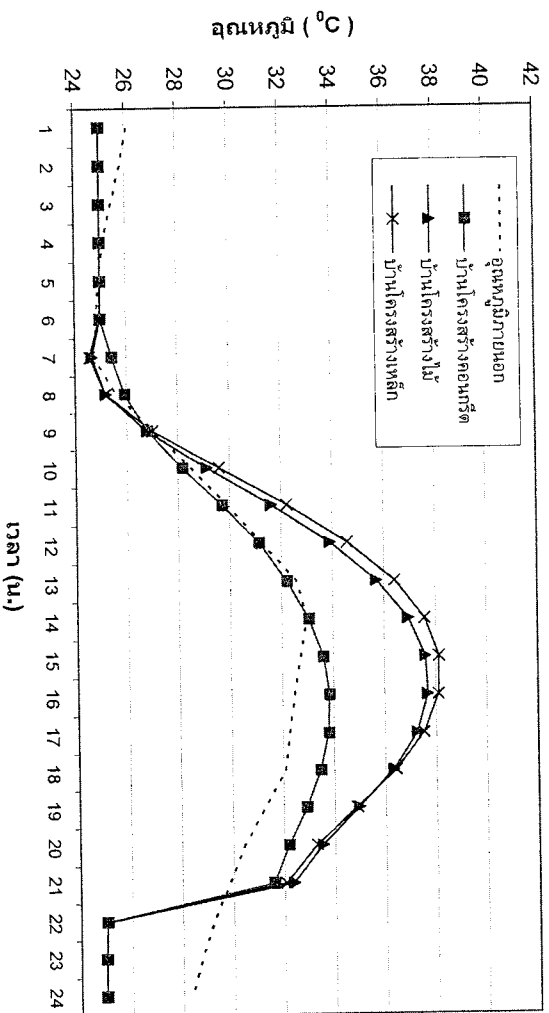
รูปที่ 6.4-6.5 แสดงอุณหภูมิที่ผิวผนังด้านใน (ทางด้านทิศใต้) ของห้องรับแขกพักผ่อน และห้องนอน 2 ของบ้านสามประเภท พบว่าสำหรับห้องรับแขกพักผ่อน ในช่วงเวลา 15:00-21:00 น. และสำหรับห้องนอน ในช่วงเวลา 21:00-6:00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ห้องทั้งสองเปิดเครื่องปรับอากาศ อุณหภูมิที่ผิวผนังด้านในของบ้านโครงสร้างคอนกรีตจะสูงกว่าบ้านโครงสร้างเหล็กและบ้านโครงสร้างไม้ จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้บ้านโครงสร้างคอนกรีตนั้นมีค่าไฟฟ้าที่ใช้ในการปรับอากาศสูงกว่าบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็ก ส่วนบ้านโครงสร้างเหล็กจะมีอุณหภูมิที่ผิวผนังด้านในที่ต่ำกว่าบ้านโครงสร้างไม้เล็กน้อยในช่วงเวลาดังกล่าว

อุณหภูมิภายในห้องรับแขกพักผ่อน ของบ้านทั้งสามประเภท



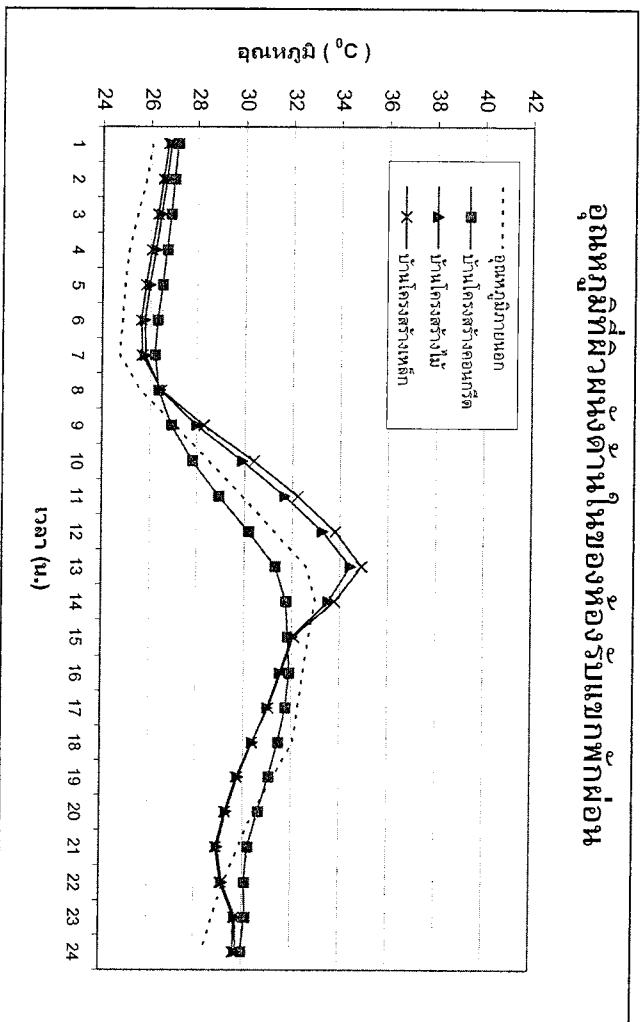
รูปที่ 6.2 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในห้องรับแขกพักผ่อนของบ้านทั้งสามประเภท (ปรับอากาศช่วงเวลา 13:00-21:00 น.)

อุณหภูมิภายในห้องนอน 2 ของบ้านทั้งสามประเภท

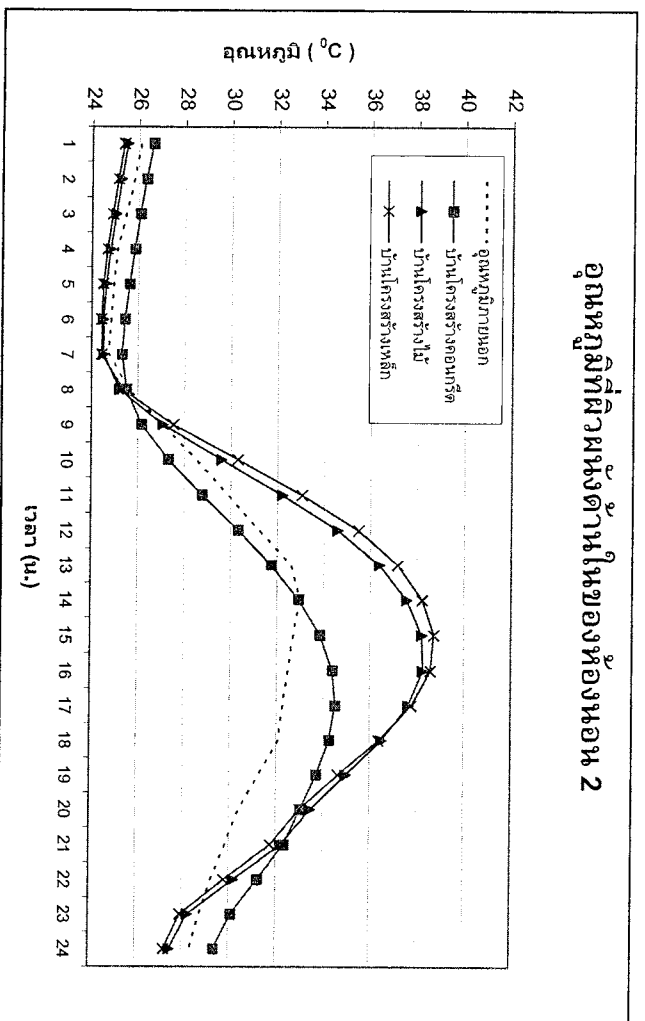


รูปที่ 6.3 เปรียบเทียบอุณหภูมิภายในห้องนอน 2 ของบ้านทั้งสามประเภท (ปรับอากาศช่วงเวลา 21:00-6:00 น.)

หมายเหตุ: เวลาที่แสดงในกราฟ เช่น 1 หมายถึง ช่วงเวลาตั้งแต่ 0:01-1:00 น. ค่าอุณหภูมิคือค่าเฉลี่ยของช่วงเวลานั้น



รูปที่ 6.4 อุณหภูมิที่ผิวผนังด้านในของห้องรับแขกพักผ่อนของบ้านทั้งสามประเภท
(ปรับอากาศช่วงเวลา 13:00-21:00 น.)



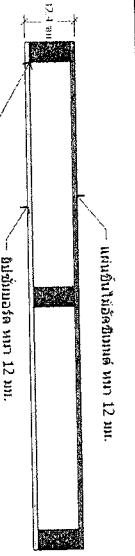
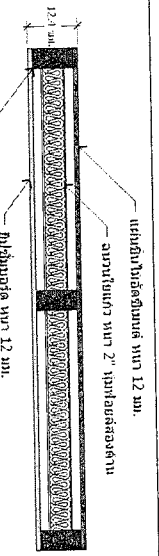
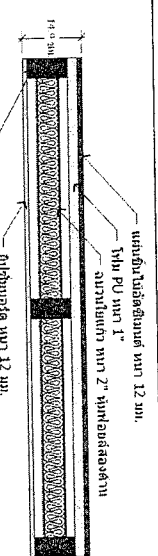
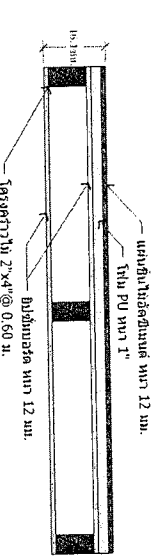
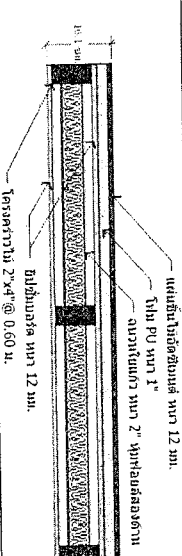
รูปที่ 6.5 อุณหภูมิที่ผิวผนังด้านในของห้องนอน 2 ของบ้านทั้งสามประเภท
(ปรับอากาศช่วงเวลา 21:00-6:00 น.)

หมายเหตุ: เวลาที่แสดงในกราฟ เช่น 1 หมายถึง ช่วงเวลาตั้งแต่ 0:01-1:00 น. ถ้าอุณหภูมิคือค่าเฉลี่ยของช่วงเวลานั้น

6.2 เปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า และราคาค่าก่อสร้างของบ้านโครงสร้างไม้ เมื่อปรับเปลี่ยนระบบผนัง (ใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ)

จากบ้านโครงสร้างไม้ต้นแบบทำการปรับเปลี่ยนระบบผนังภายนอกเพิ่มเติมอีก 5 ชนิด (ตารางที่ 6.3) โดยผนังที่มีค่าความต้านทานความร้อนน้อยที่สุดและมากที่สุดคือ ผนังแบบที่ 1 และผนังแบบที่ 6 ตามลำดับ ส่วนผนังที่มีค่า Framing Effect น้อยที่สุดคือ ผนังแบบที่ 1 และมากที่สุดคือ ผนังแบบที่ 2 จะเห็นได้ว่าการเพิ่มโฟม PU หนา 1 นิ้ว ปิดที่ด้านหน้าโครงคร่าว นอกจากจะช่วยเพิ่มค่าความต้านทานความร้อนกับผนังโครงคร่าวไม้แล้ว ยังทำให้ค่า Framing Effect ของผนังลดลง (เปรียบเทียบระหว่างผนังโครงคร่าวไม้แบบที่ 2 กับ 4)

ตารางที่ 6.3 ค่าความต้านทานความร้อนของผนังโครงคร่าวไม้แต่ละประเภท

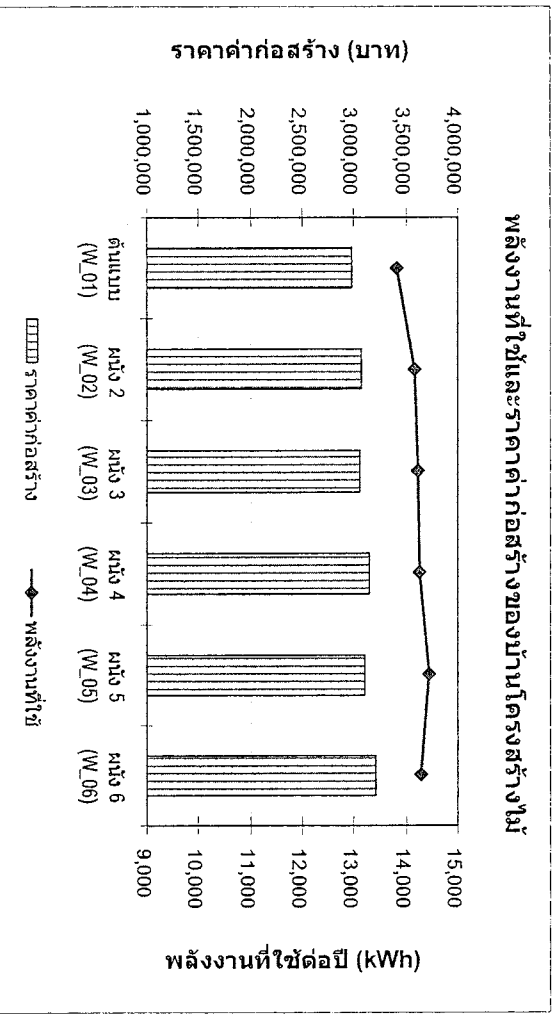
ประเภทของผนัง	Cavity R-value (m ² K/W)	Clear Wall R-value (m ² K/W)	Framing Effect (%)
 ผนังฉาบปูนอิฐฉาบปูน หนา 12 มม. โฟมฉนวน PU หนา 12 มม. โครงคร่าวไม้ 2"x4" @ 0.60 ม.	0.38	0.40	-4.53
 ผนังฉาบปูนอิฐฉาบปูน หนา 12 มม. ฉนวนโฟม PU หนา 2" หนักร้อยละสองด้าน โฟมฉนวน PU หนา 12 มม. โครงคร่าวไม้ 2"x4" @ 0.60 ม.	3.26	2.65	18.69
 ผนังฉาบปูนอิฐฉาบปูน หนา 12 มม. โฟม PU หนา 1" ฉนวนโฟม PU หนา 2" หนักร้อยละสองด้าน โครงคร่าวไม้ 2"x4" @ 0.60 ม.	1.46	1.48	-1.39
 ผนังฉาบปูนอิฐฉาบปูน หนา 12 มม. โฟม PU หนา 1" ฉนวนโฟม PU หนา 2" หนักร้อยละสองด้าน โครงคร่าวไม้ 2"x4" @ 0.60 ม.	4.32	3.82	11.62
 ผนังฉาบปูนอิฐฉาบปูน หนา 12 มม. โฟม PU หนา 1" โครงคร่าวไม้ 2"x4" @ 0.60 ม.	1.52	1.54	-1.26
 ผนังฉาบปูนอิฐฉาบปูน หนา 12 มม. โฟม PU หนา 1" ฉนวนโฟม PU หนา 2" หนักร้อยละสองด้าน โครงคร่าวไม้ 2"x4" @ 0.60 ม.	4.39	3.84	12.38

สำหรับการใช้เครื่องปรับอากาศส่วนใหญ่ในช่วงเวลากลางคืนนั้น การเพิ่มวัสดุที่เป็นฉนวนให้กับผนังโครงสร้างไม้ เช่น การใส่ฉนวนใยแก้ว หน้า 2 นี้ ระหว่างโครงสร้าง หรือการมีโฟม PU ปิดที่ด้านหน้าโครงคร่าว ตลอดจนการเพิ่มชั้นวัสดุปิดผิว เช่น ใยซีเมนต์บอร์ด ถัดจากโครงคร่าว ทำให้ค่าก่อสร้างเพิ่มขึ้นแต่ไม่ได้ช่วยลดปริมาณการใช้พลังงานของบ้านลง เมื่อเทียบกับบ้านโครงสร้างไม้ต้นแบบ ดังนั้นการปรับเปลี่ยนระบบผนังภายนอกดังกล่าวจึงไม่คุ้มค่าในการลงทุน (ตารางที่ 6.4, รูปที่ 6.6)

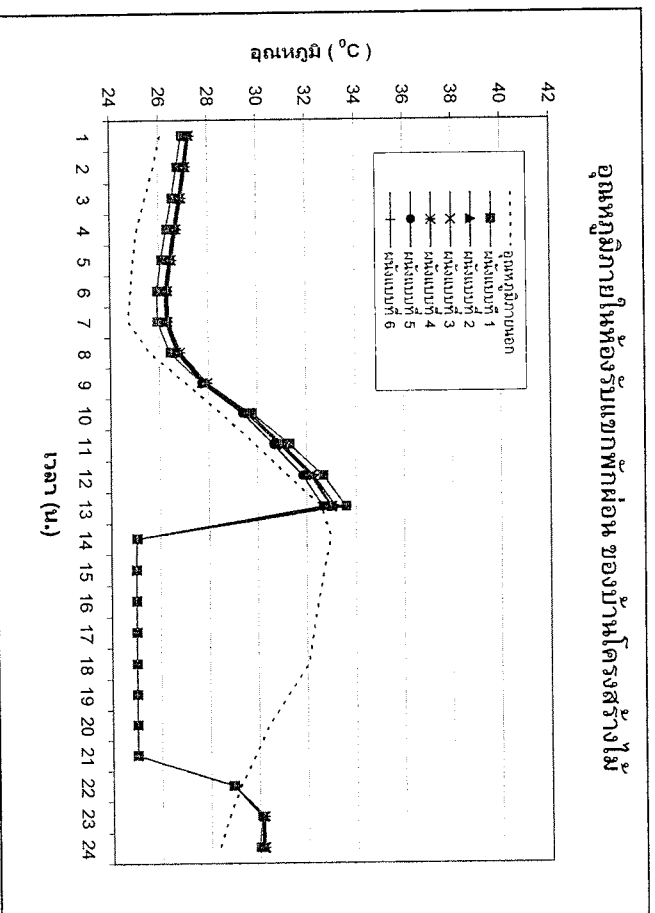
ตารางที่ 6.4 เปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ค่าไฟฟ้า ค่าก่อสร้าง และระยะเวลาคืนทุน ของบ้านโครงสร้างไม้ เมื่อใช้ผนังภายนอกที่แตกต่างกัน (ใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ)

	ชนิดของผนังภายนอกของบ้านโครงสร้างไม้					
	ต้นแบบ (W_01)	ผนัง 2 (W_02)	ผนัง 3 (W_03)	ผนัง 4 (W_04)	ผนัง 5 (W_05)	ผนัง 6 (W_06)
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี (kWh)	13,814	14,172	14,227	14,255	14,452	14,296
ค่าไฟฟ้าต่อปี (บาท)	50,047	51,406	51,617	51,721	52,470	51,879
ค่าก่อสร้าง (บาท)	2,982,621	3,075,942	3,054,715	3,148,036	3,110,787	3,204,109
ผลต่างของพลังงานที่ใช้ (kWh)	-	358	414	441	639	483
ผลต่างของค่าไฟฟ้าต่อปี (บาท)	-	1,359	1,570	1,675	2,423	1,832
ผลต่างของค่าก่อสร้าง (บาท)	-	93,321	72,094	165,415	128,166	221,488
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	-	-	-	-	-	-

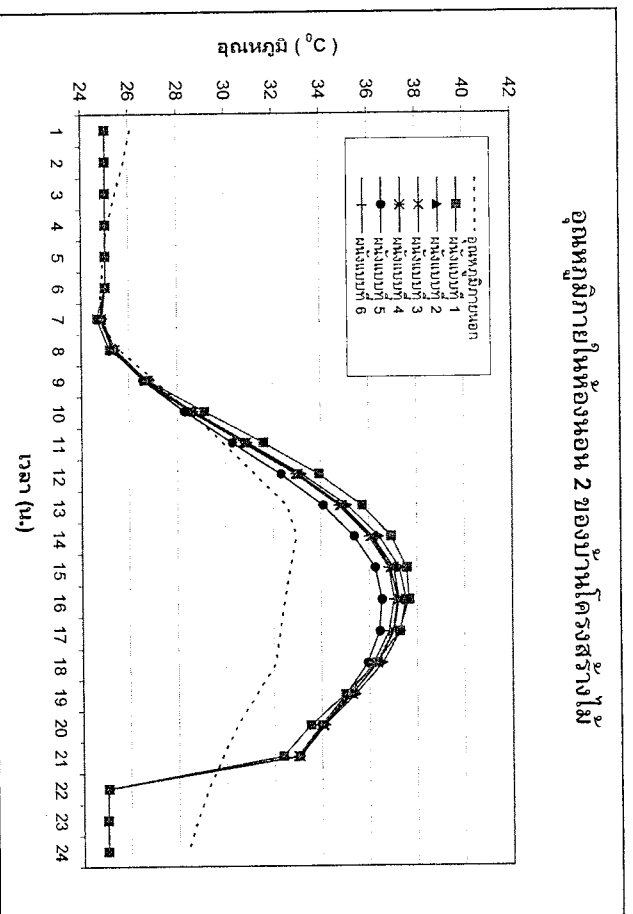
หมายเหตุ: ใช้บ้านโครงสร้างไม้ต้นแบบเป็นหลักในการคิดเปรียบเทียบ (บ้านต้นแบบใช้ผนัง ฝ้าเพดาน พื้น แบบที่ 1)



รูปที่ 6.6 เปรียบเทียบพลังงานที่ใช้และค่าก่อสร้างของบ้านโครงสร้างไม้ เมื่อใช้ผนังที่แตกต่างกัน (ใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ)



รูปที่ 6.7 อุณหภูมิภายในห้องรับแขกพักผ่อนของบ้านโครงสร้างไม้ที่ใช้ผนังไม้แตกต่างกัน
(ปรับอากาศช่วงเวลา 13:00-21:00 น.)



รูปที่ 6.8 อุณหภูมิภายในห้องนอน 2 ของบ้านโครงสร้างไม้ที่ใช้ผนังไม้แตกต่างกัน
(ปรับอากาศช่วงเวลา 21:00-6:00 น.)

หมายเหตุ: เวลาที่แสดงในกราฟ เช่น 1 หมายถึง ช่วงเวลาตั้งแต่ 0:01-1:00 น. ถ้าอุณหภูมิคือค่าเฉลี่ยของช่วงเวลานั้น

รูปที่ 6.7-6.8 แสดงอุณหภูมิภายในห้องรับแขกที่พักผ่อนที่อยู่ชั้นล่าง และห้องนอน 2 ที่อยู่ชั้นบนของบ้านโครงสร้างไม้ เปรียบเทียบระหว่างบ้านโครงสร้างไม้ต้นแบบกับบ้านโครงสร้างไม้ที่ใช้วัสดุผนังภายนอกที่แตกต่างกัน ของวันที่ 14 เมษายน พบว่าในช่วงเวลากลางวัน (ประมาณ 11:00-13:00 น.) ก่อนที่จะเปิดเครื่องปรับอากาศ อุณหภูมิภายในห้องรับแขกที่พักผ่อนของบ้านโครงสร้างไม้ต้นแบบ (ผนังแบบที่ 1) จะสูงกว่าบ้านโครงสร้างไม้ที่ใช้ผนังแบบอื่นๆ โดยมีค่าแตกต่างมากที่สุดประมาณ 0.9 องศา สำหรับในช่วงเวลากลางคืน (หลังปิดเครื่องปรับอากาศ) จนถึงเช้า อุณหภูมิภายในห้องรับแขกของบ้านโครงสร้างไม้ต้นแบบจะต่ำกว่าบ้านโครงสร้างไม้ที่ใช้ผนังแบบอื่นๆ

สำหรับห้องนอน ช่วงเวลาสายถึงเย็นอุณหภูมิภายในห้องนอนของบ้านโครงสร้างไม้ต้นแบบจะสูงกว่าบ้านโครงสร้างไม้ที่ใช้ผนังแบบอื่นๆ โดยมีค่าแตกต่างมากที่สุดประมาณ 1.6 องศา แต่ในช่วงค่าก่อนที่จะเปิดเครื่องปรับอากาศ อุณหภูมิภายในห้องนอนของบ้านโครงสร้างไม้ต้นแบบจะต่ำกว่าอุณหภูมิของบ้านโครงสร้างไม้ที่ใช้ผนังแบบอื่นๆ โดยมีค่าแตกต่างมากที่สุดประมาณ 0.7 องศา

6.3 เปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า และราคาค่าก่อสร้างของบ้านโครงสร้างไม้เมื่อปรับเปลี่ยนระบบหลังคา ฝ้าเพดาน และพื้น (ใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ)

จากบ้านโครงสร้างไม้ต้นแบบ ได้ปรับเปลี่ยนระบบหลังคา จำนวน 3 แบบ ฝ้าเพดาน 1 แบบ และพื้นชั้นสอง 1 แบบ (รูปที่ 5.10, 5.14, 5.12) ผลที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับบ้านโครงสร้างไม้ต้นแบบมีดังนี้ (ตารางที่ 6.5, รูปที่ 6.9)

ในส่วนของการปรับเปลี่ยนระบบหลังคาจำนวน 3 แบบ (หลังคา 2, 3, และ 4) ที่ทำในค่าความต้านทานความร้อนของหลังคาเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับหลังคาแบบที่ 1 นั้น พบว่าทำให้ราคาค่าก่อสร้างสูงขึ้นแต่ไม่ช่วยลดการใช้พลังงานของบ้าน

การปรับเปลี่ยนระบบฝ้าเพดาน โดยเพิ่มฉนวนใยแก้วหุ้มฟอยล์หนา 2 นิ้ว ฝ้าเพดานไม้ได้ช่วยลดการใช้พลังงานของบ้านเช่นเดียวกัน

การปรับเปลี่ยนระบบพื้นชั้นที่ 2 โดยการเพิ่มฉนวนใยแก้วไว้เหนือฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ดพบว่าช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้เพียงเล็กน้อยคือ 281 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี ประหยัดค่าไฟฟ้า 1,065 บาทต่อปี แต่มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างเพิ่มขึ้น 20,086 บาท และมีระยะเวลาสิ้นทุน 19 ปี

รูปที่ 6.10-6.11 แสดงอุณหภูมิภายในห้องรับแขกที่พักผ่อนที่อยู่ชั้นล่าง และห้องนอน 2 ที่อยู่ชั้นบนของบ้านโครงสร้างไม้ ของวันที่ 14 เมษายน เปรียบเทียบระหว่างบ้านโครงสร้างไม้ต้นแบบกับบ้านโครงสร้างไม้ที่ใช้วัสดุหลังคา ฝ้าเพดาน และพื้น ที่แตกต่างกัน พบว่าอุณหภูมิภายในห้องรับแขกพักนอนของบ้านโครงสร้างไม้ต้นแบบและบ้านโครงสร้างไม้แบบอื่นๆ มีค่าที่ใกล้เคียงกันตลอดทั้งวัน

สำหรับห้องนอน ในช่วงสายถึงเย็นอุณหภูมิภายในห้องนอนของบ้านโครงสร้างไม้ต้นแบบ จะสูงกว่าบ้านโครงสร้างไม้แบบอื่นๆ โดยการใช้หลังคาแบบที่ 4 และ การใช้ฝ้าเพดานแบบที่ 2 จะช่วยลดอุณหภูมิภายในห้องนอนในช่วงเวลา 13-14 น. ได้ประมาณ 1.9 องศา แต่ในช่วงค่าก่อนที่จะเปิดเครื่องปรับอากาศ อุณหภูมิภายในห้องนอนของบ้านโครงสร้างไม้ต้นแบบ จะต่ำกว่าอุณหภูมิของบ้านโครงสร้างไม้แบบอื่นๆ โดยมีค่าแตกต่างมากที่สุดประมาณ 0.9 องศา

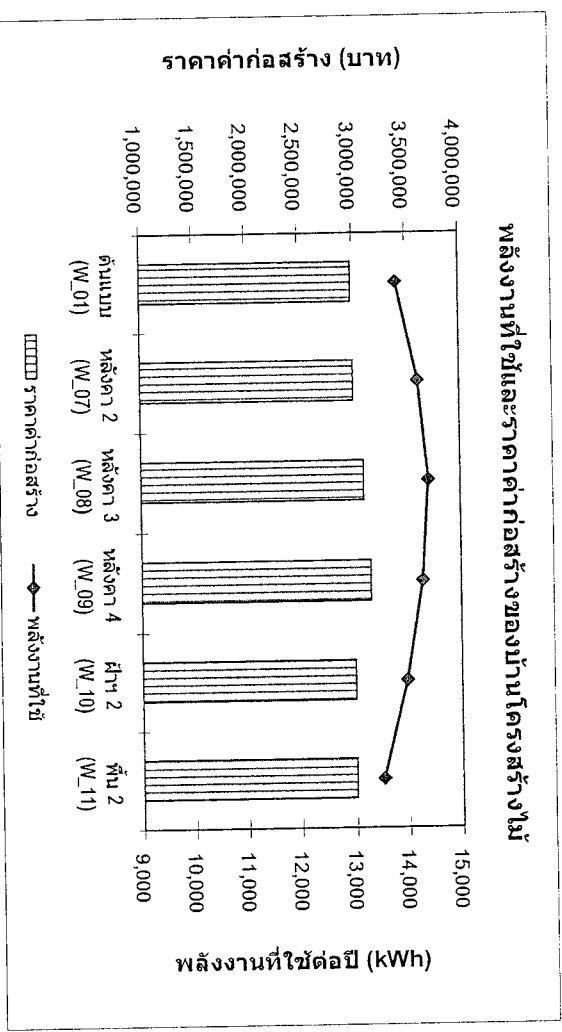
จากผลการปรับเปลี่ยนระบบผนังภายนอก หลังคา ฝ้าเพดาน และพื้นชั้นสอง ของบ้านโครงสร้างไม้ ในกรณีที่ใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ พบว่ามีเพียงการปรับเปลี่ยนระบบพื้นชั้นที่สอง

โดยการเพิ่มฉนวนบนฝ้าเพดานที่อยู่ใต้เพดานนี้ช่วยลดการใช้พลังงาน แต่ก็ไม่คุ้มค่าในการลงทุนมากนัก เนื่องจากมีระยะเวลาในการคืนทุนที่ค่อนข้างยาวนาน อย่างไรก็ตามการปรับเปลี่ยนระบบหนึ่งและหลังคาตั้งถาวร แม้ไม่ได้ช่วยลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าแต่ช่วยให้อุณหภูมิภายในห้องนอนอยู่เย็นลงตลอดเวลา โดยเฉพาะในช่วงเวลากลางวัน

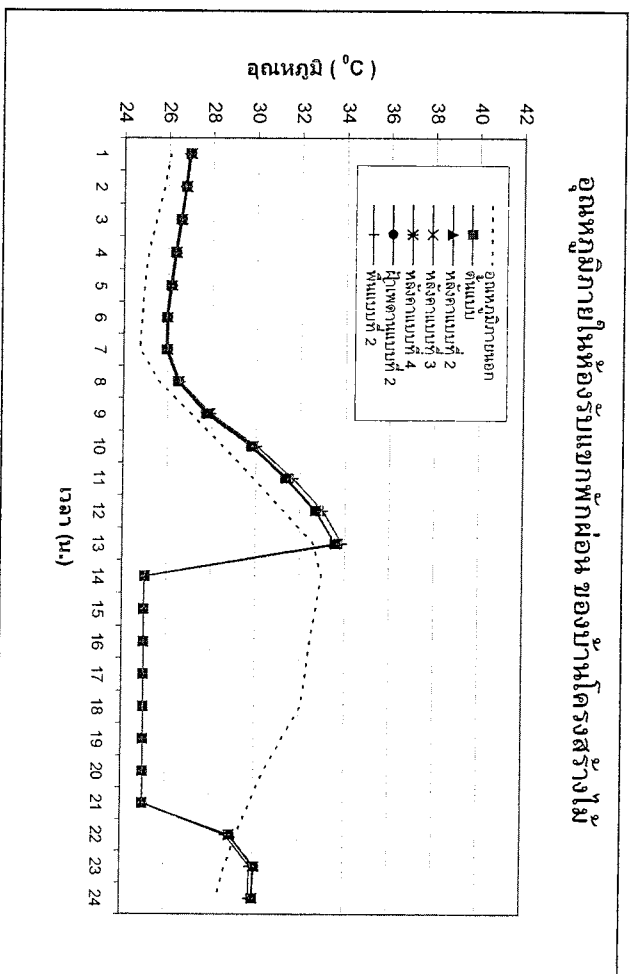
ตารางที่ 6.5 เปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ค่าไฟฟ้า ค่าก่อสร้าง และระยะเวลาคืนทุน ของบ้านโครงสร้างไม้ เมื่อใช้หลังคา ฝ้าเพดาน และพื้นที่แตกต่างกัน (ใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ)

	ชนิดของหลังคา ฝ้าเพดาน และพื้นที่ ของบ้านโครงสร้างไม้					
	ต้นแบบ (W_01)	หลังคา 2 (W_07)	หลังคา 3 (W_08)	หลังคา 4 (W_09)	ฝ้าฯ 2 (W_10)	พื้น 2 (W_11)
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี (kWh)	13,814	14,230	14,384	14,269	13,967	13,533
ค่าไฟฟ้าต่อปี (บาท)	50,047	51,627	52,211	51,774	50,628	48,982
ค่าก่อสร้าง (บาท)	2,982,621	3,012,133	3,094,767	3,157,263	3,006,543	3,002,707
ผลต่างของพลังงานที่ใช้ (kWh)	-	417	570	455	153	-281
ผลต่างของค่าไฟฟ้า (บาท)	-	1,581	2,164	1,727	582	-1,065
ผลต่างของค่าก่อสร้าง (บาท)	-	29,512	112,146	174,642	23,922	20,086
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	-	-	-	-	-	19

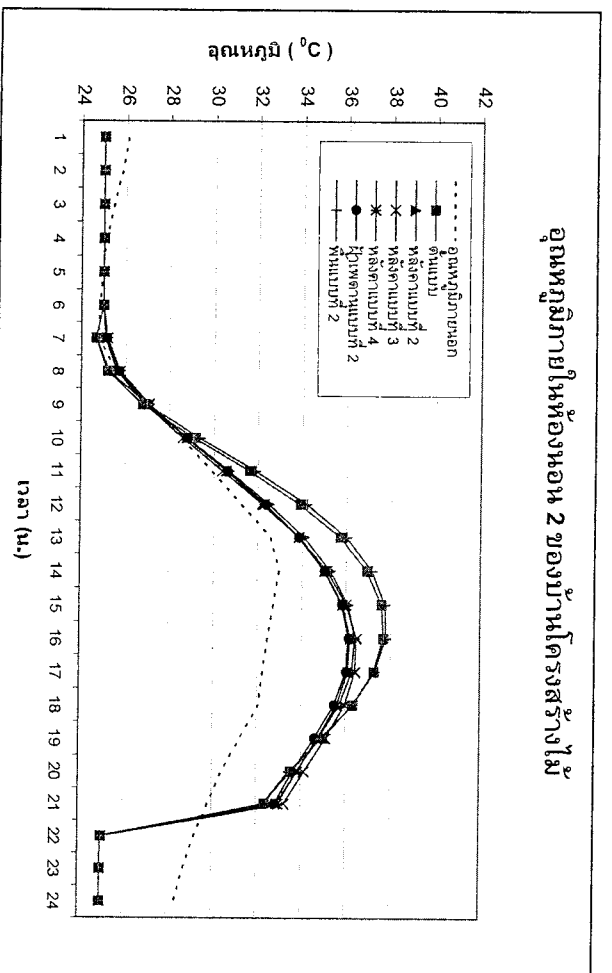
หมายเหตุ: ใช้บ้านโครงสร้างไม้ต้นแบบเป็นหลักในการคิดเปรียบเทียบ (บ้านต้นแบบใช้ผนัง หลังคา ฝ้าเพดาน พื้น แบบที่ 1)



รูปที่ 6.9 เปรียบเทียบพลังงานที่ใช้และค่าก่อสร้างของบ้านโครงสร้างไม้ เมื่อใช้หลังคา ฝ้าเพดาน และพื้นที่แตกต่างกัน (ใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ)



รูปที่ 6.10 อุณหภูมิภายในห้องรับแขกของบ้านโครงสร้างไม้ที่ใช้หลังคา ฝ้าเพดาน และพื้นที่แตกต่างกัน
(ปรับอากาศช่วงเวลา 13:00-21:00 น.)



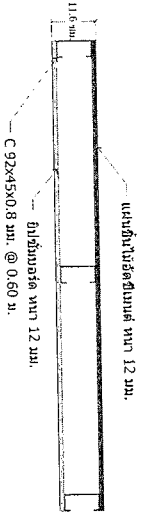
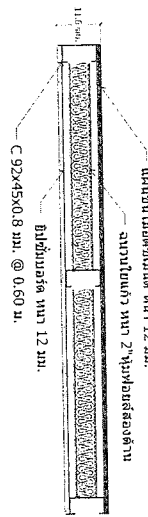
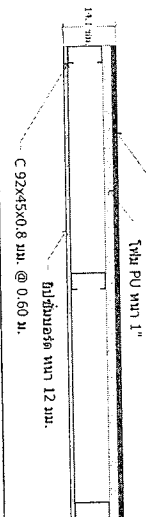
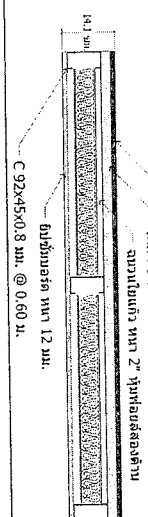
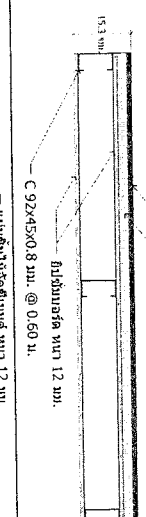
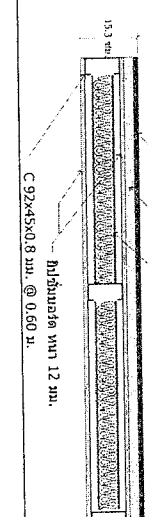
รูปที่ 6.11 อุณหภูมิภายในห้องนอนของบ้านโครงสร้างไม้ที่ใช้หลังคา ฝ้าเพดาน และพื้นที่แตกต่างกัน
(ปรับอากาศช่วงเวลา 21:00-6:00 น.)

หมายเหตุ: เวลาที่แสดงในกราฟ เช่น 1 หมายถึง ช่วงเวลาตั้งแต่ 0:01-1:00 น. ถ้าอุณหภูมิคือค่าเฉลี่ยของช่วงเวลานั้น

6.4 เปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า และราคาค่าก่อสร้างของบ้านโครงสร้างเหล็ก
เมื่อปรับเปลี่ยนระบบผนัง (ใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ)

จากบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ ทำการปรับเปลี่ยนระบบผนังภายนอกเพิ่มเติมอีก 5 ชนิด (รายละเอียดของผนังแสดงในตารางที่ 6.6) โดยผนังที่มีค่าความต้านทานความร้อนน้อยที่สุดและมากที่สุดคือ ผนังแบบที่ 1 และผนังแบบที่ 6 ตามลำดับ ส่วนผนังที่มีค่า Framing Effect น้อยสุดคือ ผนังแบบที่ 5 และมากที่สุด คือ ผนังแบบที่ 2

ตารางที่ 6.6 ค่าความต้านทานความร้อนของผนังโครงสร้างวเหล็กแต่ละประเภท

ประเภทของผนัง	Cavity R-value (m ² KW)	Clear Wall R-value (m ² KW)	Framing Effect (%)
 1	0.38	0.36	5.33
 2	3.00	1.49	50.42
 3	1.46	1.44	1.41
 4	4.06	3.14	22.65
 5	1.52	1.50	1.39
 6	4.12	3.01	26.91

สำหรับการใช้เครื่องปรับอากาศตามปกตินี้ ผลที่ได้จากการปรับเปลี่ยนระบบผนังภายนอก
ของบ้านโครงสร้างเหล็ก จะคล้ายคลึงกับผลที่ได้จากการปรับเปลี่ยนระบบผนังภายนอกของบ้าน

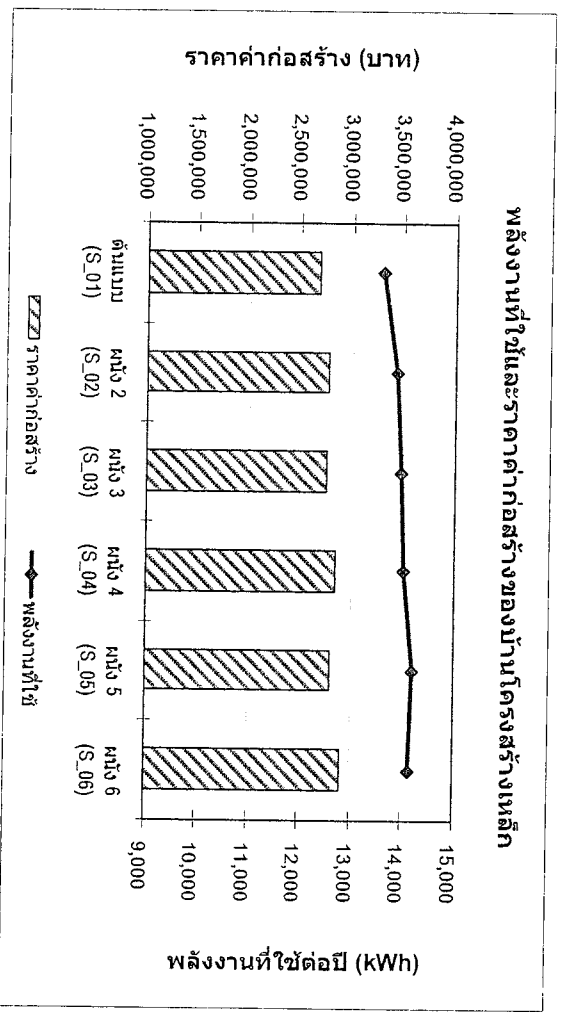
โครงสร้างไม้ กล่าวคือ การเพิ่มวัสดุที่เป็นฉนวนที่ผนังภายนอกนั้น ทำให้ค่าก่อสร้างสูงขึ้นได้ช่วยลดการใช้พลังงานของอาคาร (ตารางที่ 6.7, รูปที่ 6.12)

ส่วนอุณหภูมิภายในบ้านโครงสร้างเหล็ก เมื่อมีการปรับเปลี่ยนระบบผนังภายนอก จะคล้ายคลึงกับผลที่ได้ของบ้านโครงสร้างไม้ กล่าวคือการมีวัสดุฉนวนเพิ่มที่ผนังภายนอก หรือการเพิ่มชั้นวัสดุปิดผิวที่โครงสร้างนั้น จะช่วยลดอุณหภูมิภายในห้องนอนในช่วงเวลากลางวันเมื่อเทียบกับบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ แต่จะทำให้อุณหภูมิภายในห้องนอนในช่วงค่ำก่อนเปิดเครื่องปรับอากาศ และอุณหภูมิภายในห้องรับแขกที่ค่อนข้างสูงถึงเข้าสู่กว่าบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ (รูปที่ 6.13 - 6.14)

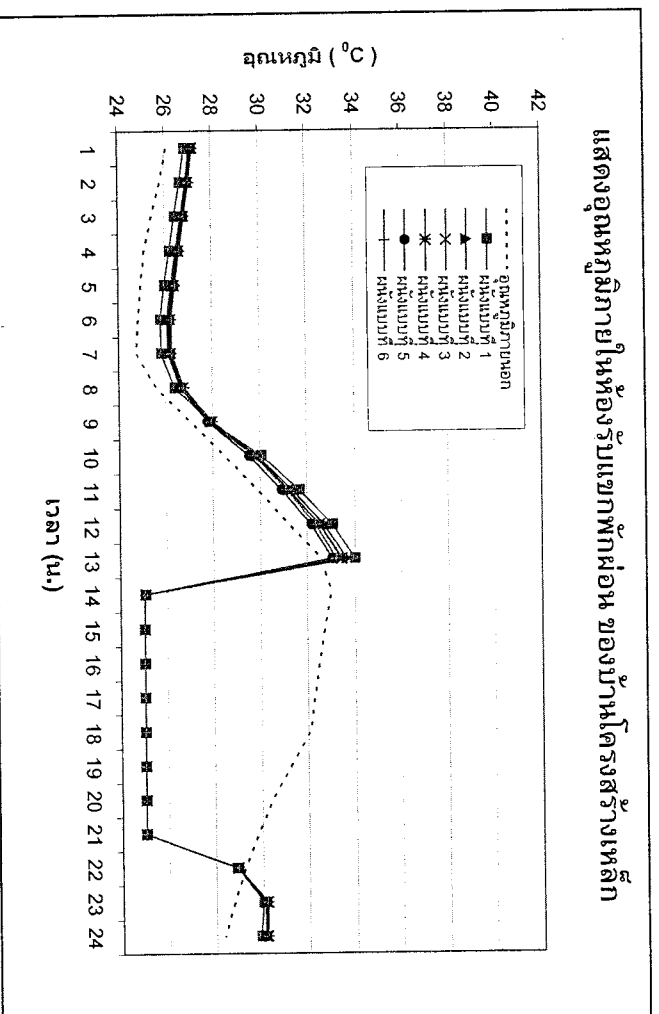
ตารางที่ 6.7 เปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ค่าไฟฟ้า ค่าก่อสร้าง และระยะเวลาต้นทุน ของบ้านโครงสร้างเหล็ก เมื่อใช้ผนังภายนอกที่แตกต่างกัน (ใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ)

	ชนิดของผนังภายนอกของบ้านโครงสร้างหลัก					
	ต้นแบบ (S_01)	ผนัง 2 (S_02)	ผนัง 3 (S_03)	ผนัง 4 (S_04)	ผนัง 5 (S_05)	ผนัง 6 (S_06)
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี (kWh)	13,583	13,867	13,949	14,025	14,201	14,132
ค่าไฟฟ้าต่อปี (บาท)	49,171	50,251	50,560	50,850	51,516	51,256
ค่าก่อสร้าง (บาท)	2,679,269	2,772,590	2,751,362	2,844,683	2,807,435	2,900,756
ผลต่างของพลังงานที่ใช้ (kWh)	-	285	366	442	618	549
ผลต่างของค่าไฟฟ้าต่อปี (บาท)	-	1,080	1,389	1,679	2,345	2,085
ผลต่างของค่าก่อสร้าง (บาท)	-	93,321	72,094	165,415	128,166	221,488
ระยะเวลาต้นทุน (ปี)	-	-	-	-	-	-

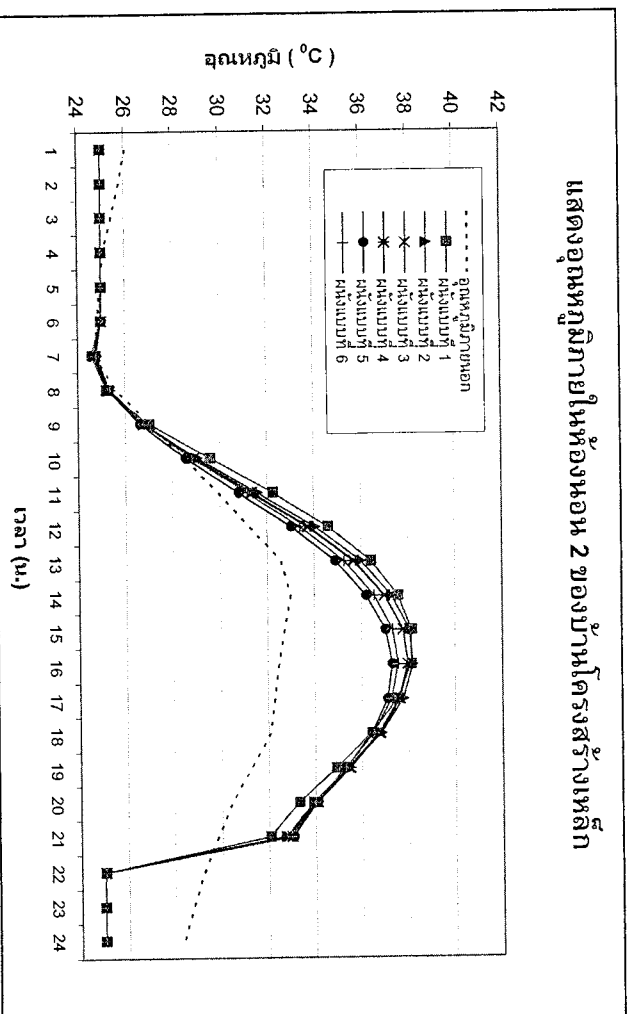
หมายเหตุ: ใช้บ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบเป็นหลักในการเปรียบเทียบ (บ้านต้นแบบใช้ผนัง หลังคา ฝ้าเพดาน พื้น แบบที่ 1)



รูปที่ 6.12 เปรียบเทียบพลังงานที่ใช้และค่าก่อสร้างของบ้านโครงสร้างหลัก เมื่อใช้ผนังภายนอกที่แตกต่างกัน (ใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ)



รูปที่ 6.13 อุณหภูมิภายในห้องรับแขกพักผ่อนของบ้านโครงสร้างเหล็กที่ใช้ผนังที่แตกต่างกัน
(ปรับอากาศช่วงเวลา 13:00-21:00 น.)



รูปที่ 6.14 อุณหภูมิภายในห้องนอนของบ้านโครงสร้างเหล็กที่ใช้ผนังที่แตกต่างกัน
(ปรับอากาศช่วงเวลา 21:00-6:00 น.)

หมายเหตุ: เวลาที่แสดงในกราฟ เช่น 1 หมายถึง ช่วงเวลาตั้งแต่ 0:01-1:00 น. ค่าอุณหภูมิคือค่าเฉลี่ยของช่วงเวลานั้น

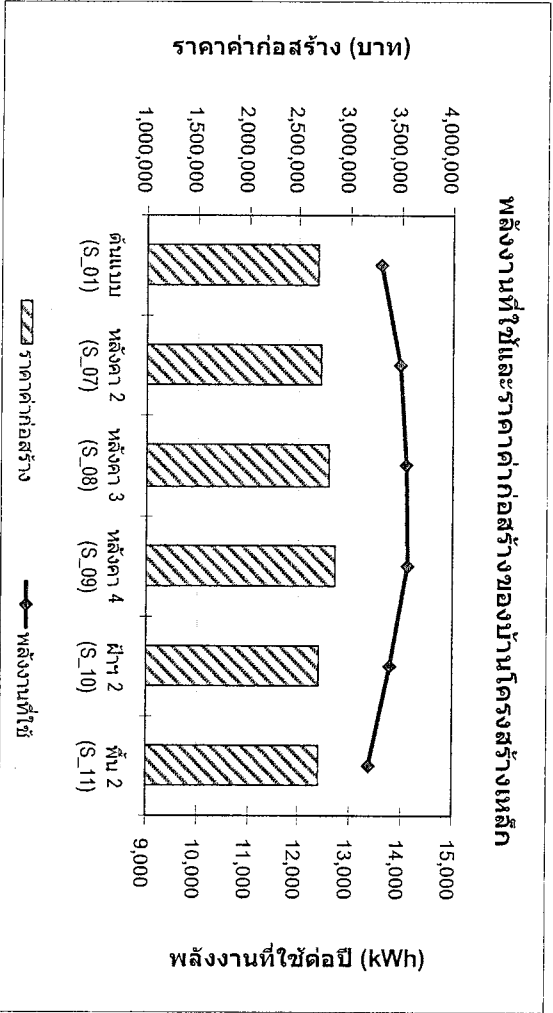
6.5 เปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า และราคาค่าก่อสร้างของบ้าน โครงสร้างเหล็ก เมื่อปรับเปลี่ยนระบบหลังคา ฝ้าเพดาน และพื้น (ใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ)

จากบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ ได้ทำการปรับเปลี่ยนระบบหลังคา จำนวน 3 แบบ ฝ้าเพดาน 1 แบบ และพื้นชั้นสอง 1 แบบ (รูปที่ 5.11, 5.14, 5.13) ผลที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบมีดังนี้ (ตารางที่ 6.8, รูปที่ 6.15)

ตารางที่ 6.8 เปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ค่าไฟฟ้า ค่าก่อสร้าง และระยะเวลาต้นทุน ของบ้าน โครงสร้างเหล็ก เมื่อใช้หลังคา ฝ้าเพดาน และพื้นที่แตกต่างกัน (ใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ)

	ชนิดของหลังคา ฝ้าเพดาน และพื้นของบ้านโครงสร้างเหล็ก					
	ต้นแบบ (S_01)	หลังคา 2 (S_07)	หลังคา 3 (S_08)	หลังคา 4 (S_09)	ฝ้าฯ 2 (S_10)	พื้น 2 (S_11)
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี (kWh)	13,583	13,962	14,096	14,133	13,760	13,379
ค่าไฟฟ้าต่อปี (บาท)	49,171	50,611	51,117	51,258	49,842	48,397
ค่าก่อสร้าง (บาท)	2,679,269	2,708,781	2,791,414	2,853,910	2,703,191	2,699,354
ผลต่างของพลังงานที่ใช้ (kWh)	-	380	513	550	177	-204
ผลต่างของค่าไฟฟ้า (บาท)	-	1,441	1,947	2,087	671	-773
ผลต่างของค่าก่อสร้าง (บาท)	-	29,512	112,146	174,642	23,922	20,086
ระยะเวลาต้นทุน (ปี)	-	-	-	-	-	26

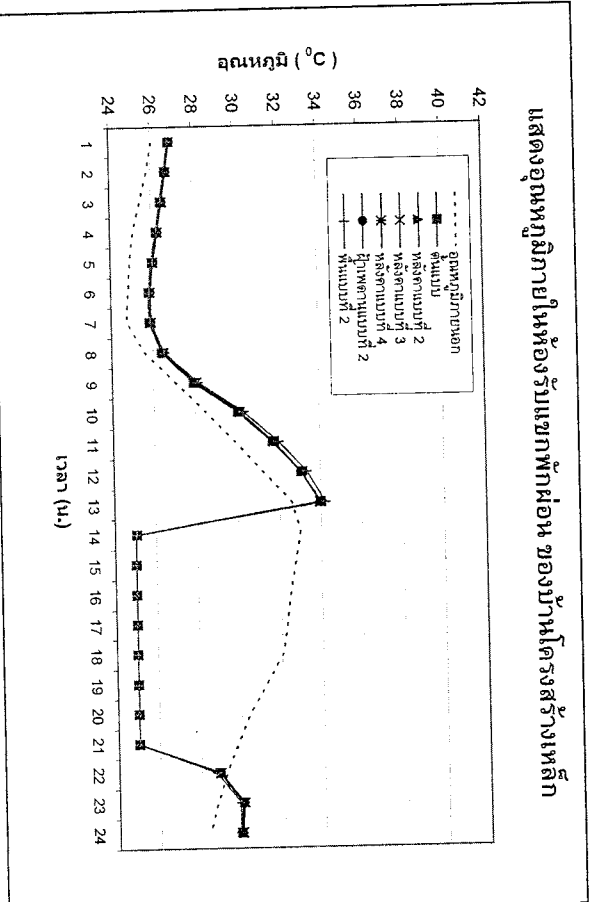
หมายเหตุ: 1. บ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบเป็นหลักในการคิดเปรียบเทียบ (บ้านต้นแบบใช้ผนัง หลังคา ฝ้าเพดาน พื้น แบบที่ 1)



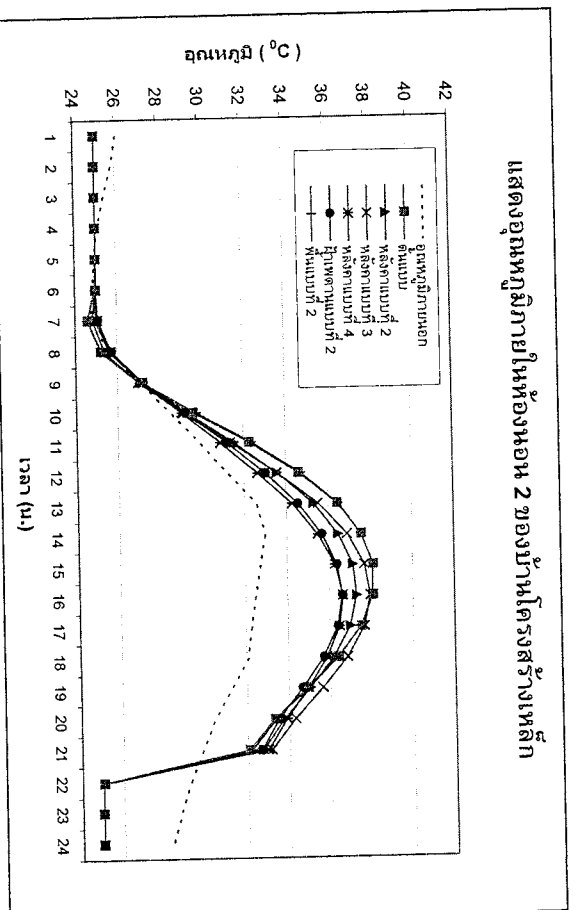
รูปที่ 6.15 เปรียบเทียบพลังงานที่ใช้และค่าก่อสร้างของบ้านโครงสร้างเหล็ก ที่ใช้หลังคา ฝ้าเพดาน และพื้นที่แตกต่างกัน (ใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ)

ในส่วนของการปรับเปลี่ยนระบบหลังคาจำนวน 3 แบบ (หลังคา 2, 3 และ 4) นั้น พบว่าทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นไม่ได้ช่วยลดการใช้พลังงานของบ้าน และการปรับเปลี่ยนระบบฝ้าเพดาน โดยเพิ่มฉนวนใยแก้วหุ้มฟอยล์ หน้า 2 นิ้ว ฝ้าฉนวนเพดาน ไม่ได้ช่วยลดการใช้พลังงานของบ้านเช่นเดียวกัน ส่วนการปรับเปลี่ยนระบบพื้นที่ชั้นที่ 2 โดยการเพิ่มฉนวนใยแก้ว ฝ้าเหนือฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด พบว่าช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้เพียงเล็กน้อยคือ 204 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี ประหยัดค่าไฟฟ้า 773 บาท ต่อปี แต่มีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างเพิ่มขึ้น 20,086 บาท และมีระยะเวลาคืนทุน 26 ปี

แสดงอุณหภูมิภายในห้องรับแขกพักผ่อน ของบ้านโครงสร้างเหล็ก



รูปที่ 6.16 อุณหภูมิภายในห้องรับแขกของบ้านโครงสร้างเหล็กที่ใช้หลังคา ฝ้าเพดาน และพื้น ที่ต่างกัน (ปรับอากาศช่วงเวลา 13:00-21:00 น.)

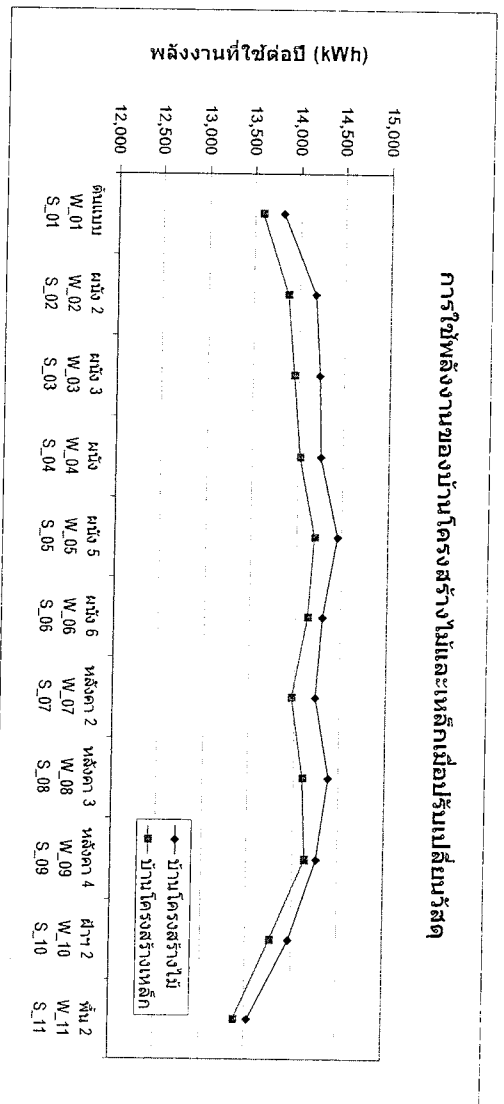


รูปที่ 6.17 อุณหภูมิภายในห้องนอนของบ้านโครงสร้างเหล็กที่ใช้หลังคา ฝ้าเพดาน และพื้น ที่แตกต่างกัน (ปรับอากาศช่วงเวลา 21:00-6:00 น.)

หมายเหตุ: เวลาที่แสดงในกราฟ เช่น 1 หมายถึง ช่วงเวลาตั้งแต่ 0:01-1:00 น. ค่าอุณหภูมิคือค่าเฉลี่ยของช่วงเวลานั้น

รูปที่ 6.16-6.17 แสดงอุณหภูมิภายในห้องรับแขกที่อุณหภูมิเย็นสบาย และห้องนอน 2 ที่อยู่ชั้นบนของบ้านโครงสร้างเหล็ก ของวันที่ 14 เมษายน เปรียบเทียบระหว่างบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบกับบ้านโครงสร้างเหล็กที่ใช้วัสดุหลังคา ฝ้าเพดาน และพื้น ที่แตกต่างกัน พบว่าอุณหภูมิภายในห้องรับแขกของบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบและบ้านโครงสร้างเหล็กแบบอื่นๆ มีค่าที่ใกล้เคียงกันตลอดทั้งวัน สำหรับห้องนอน ในช่วงสายถึงเย็นอุณหภูมิภายในห้องนอนของบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ จะสูงกว่าบ้านโครงสร้างเหล็กแบบอื่นๆ โดยการใช้หลังคาแบบที่ 4 และ การใช้ฝ้าเพดานแบบที่ 2 จะช่วยลดอุณหภูมิภายในห้องนอนในช่วงเวลา 13-14 น. ได้ประมาณ 2.1 และ 1.9 องศา ตามลำดับ แต่ในช่วงก่อนหน้าจะเปิดเครื่องปรับอากาศ อุณหภูมิภายในห้องนอนของบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ จะต่ำกว่าอุณหภูมิของบ้านโครงสร้างเหล็กแบบอื่นๆ โดยมีค่าแตกต่างกันมากที่สุดประมาณ 1 องศา

โดยสรุปแล้วในกรณีที่ใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ (เปิดใช้ในช่วงเวลากลางคืนเป็นส่วนใหญ่) การปรับเปลี่ยนระบบผนังภายนอก หลังคา ฝ้าเพดาน และพื้น ของบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็ก จะมีผลต่อปริมาณการใช้พลังงานที่เปลี่ยนไปจากบ้านโครงสร้างไม้ต้นแบบและบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ ในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน แต่บ้านโครงสร้างไม้จะมีการใช้พลังงานที่สูงกว่าบ้านโครงสร้างเหล็กเล็กน้อยในทุกกรณี (รูปที่ 6.18)



รูปที่ 6.18 เปรียบเทียบการใช้พลังงานของบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็ก เมื่อปรับเปลี่ยนวัสดุ (ใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ)

6.6 ผลการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า และราคาตัวก่อสร้างของบ้านโครงสร้างคอนกรีต บ้านโครงสร้างไม้ และบ้านโครงสร้างเหล็ก (ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง)

จากการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (ปรับอากาศ ไฟฟ้าแสงสว่าง และอุปกรณ์ไฟฟ้า) รวมตลอดทั้งปีของบ้านต้นแบบทั้งสามประเภท (รายละเอียดของวัสดุแสดงในตารางที่ 5.1) ในกรณีที่ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมงนั้น บ้านโครงสร้างคอนกรีตมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี

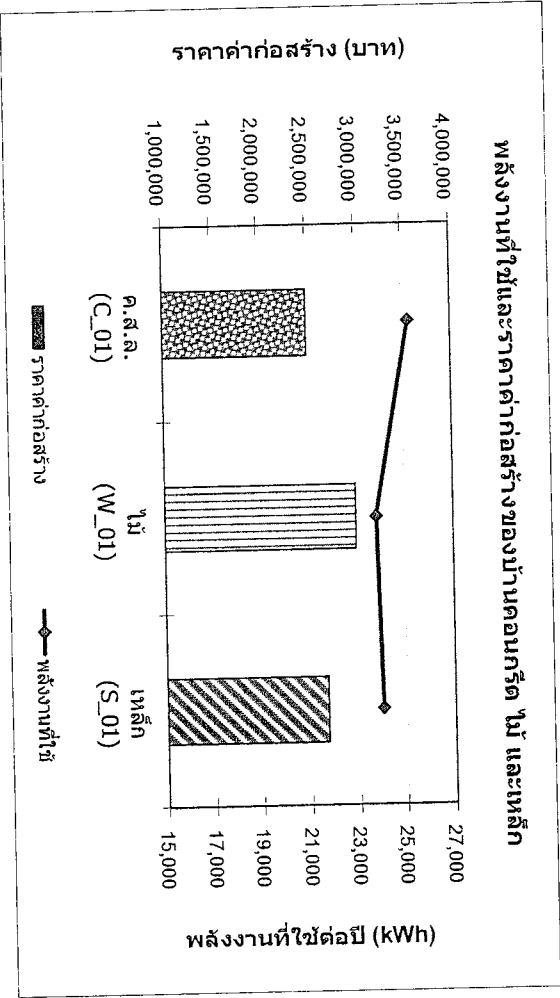
25,230 กิโลวัตต์ชั่วโมง บ้านโครงสร้างไม้ต้นแบบ 23,817 กิโลวัตต์ชั่วโมง และบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ 24,021 กิโลวัตต์ชั่วโมง โดยบ้านโครงสร้างไม้ใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปีต่ำกว่าบ้านโครงสร้างคอนกรีต 1,414 กิโลวัตต์ชั่วโมง (5.6%) ส่วนบ้านโครงสร้างเหล็กใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปีต่ำกว่าบ้านโครงสร้างคอนกรีต 1,210 กิโลวัตต์ชั่วโมง (4.8%) (ตารางที่ 6.9, รูปที่ 6.19)

บ้านโครงสร้างคอนกรีตเสียค่าไฟฟ้าต่อปี 93,369 บาท บ้านโครงสร้างไม้ 88,004 บาท และบ้านโครงสร้างเหล็ก 88,779 บาท โดยบ้านโครงสร้างไม้เสียค่าไฟฟ้าต่ำกว่าบ้านโครงสร้างคอนกรีต 5,365 บาท (5.7%) ส่วนบ้านโครงสร้างเหล็กเสียค่าไฟฟ้าต่ำกว่าบ้านโครงสร้างคอนกรีต 4,590 บาท (4.9%)

ตารางที่ 6.9 เปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ค่าไฟฟ้า ค่าก่อสร้างบ้าน และระยะเวลาต้นทุน ของบ้านโครงสร้างคอนกรีต บ้านโครงสร้างไม้ และบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ (ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง)

	คอนกรีต (C_01)	ไม้ (W_01)	เหล็ก (S_01)
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี (kWh)	25,230	23,817	24,021
ค่าไฟฟ้าต่อปี (บาท)	93,369	88,004	88,779
ค่าก่อสร้าง (บาท)	2,499,904	2,982,621	2,679,269
ผลต่างของพลังงานที่ใช้ (kWh)	-	-1,414	-1,210
ผลต่างของค่าไฟฟ้าต่อปี (บาท)	-	-5,365	-4,590
ผลต่างของค่าก่อสร้าง (บาท)	-	482,717	179,365
ระยะเวลาดำเนินทุน (ปี)	-	90	39

หมายเหตุ: ใช้บ้านโครงสร้างคอนกรีตเป็นหลักในการคิดเปรียบเทียบ



รูปที่ 6.19 เปรียบเทียบพลังงานที่ใช้และราคาค่าก่อสร้างของบ้านโครงสร้างคอนกรีต บ้านโครงสร้างไม้ และบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ (ปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง)

เนื่องจากราคาค่าก่อสร้างของบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กสูงกว่าบ้านโครงสร้างคอนกรีตมาก เมื่อเทียบกับค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ในแต่ละปี ดังนั้นจึงมีระยะเวลาคืนทุนค่อนข้างนาน โดยบ้านโครงสร้างเหล็กจะมีระยะเวลาในการคืนทุนที่สั้นกว่าบ้านโครงสร้างไม้ (บ้านโครงสร้างไม้ 90 ปี และ บ้านโครงสร้างเหล็ก 39 ปี)

จากผลดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง บ้านโครงสร้างไม้ต้นแบบจะประหยัดพลังงานมากกว่าบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ ซึ่งผลที่ได้จะตรงกันข้ามกับการณืที่ใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ ซึ่งให้เห็นว่าบ้านโครงสร้างไม้มีความต้านทานความร้อนของผนังภายนอก พื้น และหลังคา ที่สูงกว่าบ้านโครงสร้างเหล็ก (ในการณืที่ใช้วัสดุผนัง พื้น หลังคาแบบเดียวกันแต่ต่างกันเพียงวัสดุในส่วนของโครงสร้างผนัง, ตงพื้น, และโครงหลังคา) จะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ได้มากกว่าบ้านโครงสร้างเหล็กในการณืที่ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง

6.7 เปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า และราคาค่าก่อสร้างของบ้านโครงสร้างไม้เมื่อปรับเปลี่ยนระบบผนัง (ปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง)

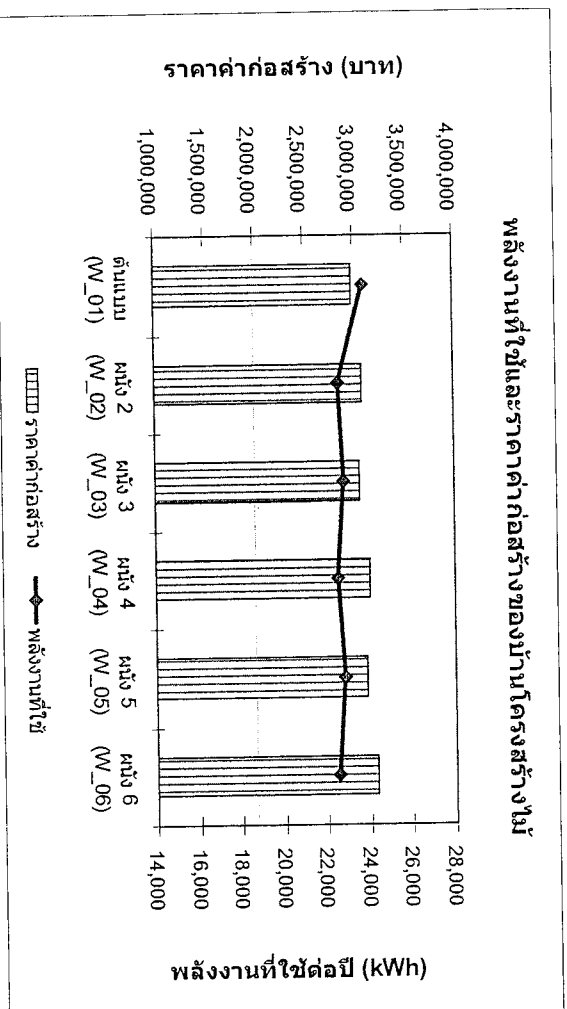
จากบ้านโครงสร้างไม้ต้นแบบทำการปรับเปลี่ยนระบบผนังภายนอกเพิ่มเติมอีก 5 ชนิด (รายละเอียดของผนังแสดงในตารางที่ 6.3) พบว่าสำหรับการใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมงนั้น การเพิ่มวัสดุที่เป็นฉนวนในส่วนผนังภายนอก เช่น การใส่ฉนวนใยแก้วหนา 2 นิ้ว ระหว่างโครงค้ำว หรือการมีโฟม PU ปิดที่ด้านหน้าของโครงค้ำว ตลอดจนการเพิ่มชั้นวัสดุปิดผิว เช่น ยิปซัมบอร์ด ซึ่งทำให้ผนังภายนอกมีความต้านทานความร้อนเพิ่มขึ้นจากผนังต้นแบบนั้น จะช่วยประหยัดค่าไฟฟ้า ซึ่งผลที่ได้จะตรงกันข้ามกับการณืที่ใช้เครื่องปรับอากาศในเวลากลางคืนในส่วนใหญ่

เมื่อเปรียบเทียบกับผนังต้นแบบ พบว่าผนังแบบที่ 3 (การเพิ่มโฟม PU หนา 1" ปิดที่ด้านหน้าโครงค้ำว) จะมีระยะเวลาในการคืนทุนที่เร็วที่สุดเมื่อเทียบกับผนังแบบที่ 2, 4, 5 และ 6 (ตารางที่ 6.10, รูปที่ 6.20)

ตารางที่ 6.10 เปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ค่าไฟฟ้า ค่าก่อสร้าง และระยะเวลาคืนทุน ของบ้านโครงสร้างไม้ เมื่อใช้ผนังที่แตกต่างกัน (ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง)

	ชนิดของผนังภายนอกของบ้านโครงสร้างไม้					
	ต้นแบบ (W_01)	ผนัง 2 (W_02)	ผนัง 3 (W_03)	ผนัง 4 (W_04)	ผนัง 5 (W_05)	ผนัง 6 (W_06)
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี (kWh)	23,817	22,580	22,808	22,479	22,774	22,474
ค่าไฟฟ้าต่อปี (บาท)	88,004	83,311	84,177	82,929	84,049	82,910
ค่าก่อสร้าง (บาท)	2,982,621	3,075,942	3,054,715	3,148,036	3,110,787	3,204,109
ผลต่างของพลังงานที่ใช้ (kWh)	-	-1,237	-1,008	-1,337	-1,042	-1,342
ผลต่างของค่าไฟฟ้า (บาท)	-	-4,693	-3,827	-5,075	-3,955	-5,094
ผลต่างของค่าก่อสร้าง (บาท)	-	93,321	72,094	165,415	128,166	221,488
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	-	20	19	33	32	43

หมายเหตุ: ใช้บ้านโครงสร้างไม้ต้นแบบเป็นหลักในการคิดเปรียบเทียบ (บ้านต้นแบบใช้ผนัง หลังคา ฝ้าเพดาน พื้น แบบที่ 1)



รูปที่ 6.20 เปรียบเทียบพลังงานที่ใช้และค่าก่อสร้างของบ้านโครงสร้างไม้ เมื่อใช้ผนังภายนอกที่แตกต่างกัน (ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง)

6.8 เปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า และราคาค่าก่อสร้างของบ้านโครงสร้างไม้เมื่อปรับเปลี่ยนระบบหลังคา ฝ้าเพดาน และพื้น (ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง)

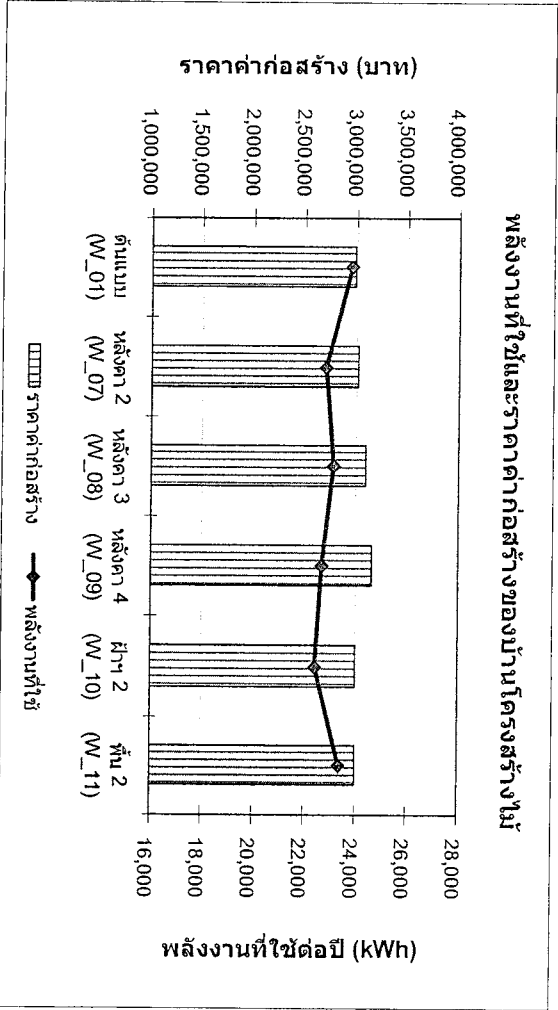
ในการนี้ที่ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง พบว่าการเปลี่ยนวัสดุหลังคาโดยการเพิ่มชั้นวัสดุ และการใส่ฉนวนกันความร้อน จะช่วยลดการใช้พลังงานของบ้านโครงสร้างไม้ได้มากขึ้น โดยหลังคาแบบที่ 4 จะช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปีได้มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับหลังคาแบบอื่นๆ แต่เนื่องจากมีค่าก่อสร้างที่สูงเพิ่มขึ้นมา จึงมีระยะเวลาคืนทุนที่นาน ส่วนการเปลี่ยนวัสดุฝ้าเพดานได้หลังคา โดยเพิ่มฉนวนใยแก้วหนา 2 นิ้ว ฟูมโฟลล์ 1 ด้าน จะช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าได้มากกว่าการเปลี่ยนวัสดุหลังคาหรือพื้นที่ชั้นที่ 2 และมีระยะเวลาคืนทุนที่สั้นที่สุดคือเพียง 5 ปี

จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าในการนี้ที่ปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง การเพิ่มค่าความต้านทานความร้อนให้กับส่วนของหลังคาและฝ้าเพดานของบ้านโครงสร้างไม้แบบ จะช่วยลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าของอาคาร ซึ่งผลดังกล่าวจะแตกต่างกันกับกรณีที่ใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ

ตารางที่ 6.11 เปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ค่าไฟฟ้า ค่าก่อสร้าง และระยะเวลาติดตั้ง ของบ้านโครงสร้างไม้ เมื่อใช้หลังคา ฝ้าเพดาน และพื้นที่แตกต่างกัน (ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง)

	ชนิดของหลังคา ฝ้าเพดาน และพื้นที่ของบ้านโครงสร้างไม้					
	ต้นแบบ (W_01)	หลังคา 2 (W_07)	หลังคา 3 (W_08)	หลังคา 4 (W_09)	ฝ้าฯ 2 (W_10)	พื้น 2 (W_11)
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี (kWh)	23,817	22,841	23,121	22,688	22,460	23,371
ค่าไฟฟ้าต่อปี (บาท)	88,004	84,301	85,365	83,721	82,858	86,312
ค่าก่อสร้าง (บาท)	2,982,621	3,012,133	3,094,767	3,157,263	3,006,543	3,002,707
ผลต่างของพลังงานที่ใช้ (kWh)	-	-976	-695	-1,129	-1,356	-446
ผลต่างของค่าไฟฟ้า (บาท)	-	-3,703	-2,638	-4,283	-5,146	-1,691
ผลต่างของค่าก่อสร้าง (บาท)	-	29,512	112,146	174,642	23,922	20,086
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	-	8	43	41	5	12

หมายเหตุ: ใช้บ้านโครงสร้างไม้ต้นแบบเป็นหลักในการคิดเปรียบเทียบ (บ้านต้นแบบใช้หลัง ฝ้าเพดาน พื้น แบบที่ 1)



รูปที่ 6.21 เปรียบเทียบพลังงานที่ใช้และค่าก่อสร้างของบ้านโครงสร้างไม้ เมื่อใช้หลังคา ฝ้าเพดาน และพื้นที่แตกต่างกัน (ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง)

6.9 เปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า และราคาค่าก่อสร้างของบ้านโครงสร้างเหล็กเมื่อปรับเปลี่ยนระบบผนัง (ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง)

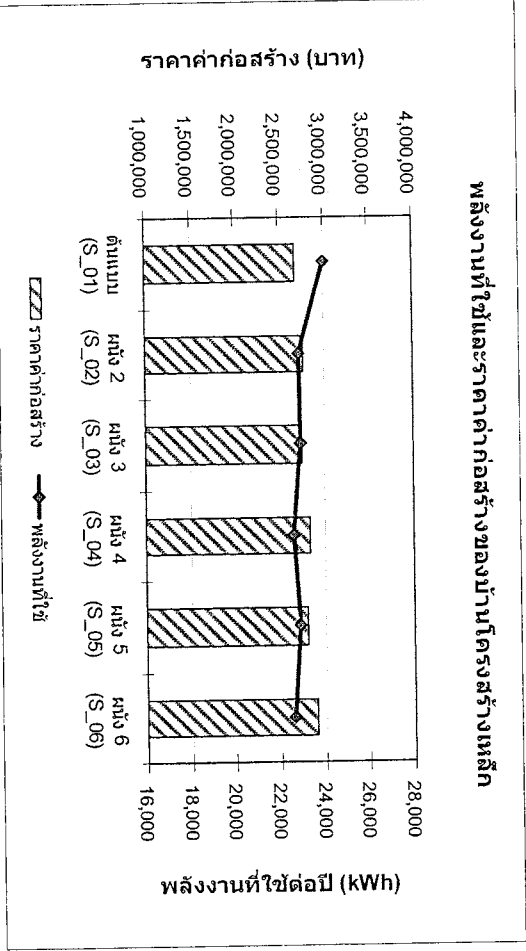
จากบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบทำการปรับเปลี่ยนระบบผนังภายนอกเพิ่มเติมอีก 5 ชนิด (รายละเอียดของผนังแสดงในตารางที่ 6.6) พบว่าสำหรับการใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมงนี้ ผนังแบบที่ 6 จะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากที่สุด แต่มีค่าก่อสร้างที่สูง จึงมีระยะเวลาคืนทุนที่นาน ในขณะที่ผนังแบบที่ 3 (การเพิ่มเฟรม PU หน้า 1" บิตที่ผิวโครงสร้าง) จะช่วยประหยัดพลังงาน

ไฟฟ้าได้รองลงมา แต่มีค่าก่อสร้างที่ต่ำกว่า จึงมีระยะเวลาในการคืนทุนที่สั้นที่สุด เมื่อเทียบกับผนังแบบที่ 2, 4, 5 และ 6 (ตารางที่ 6.12, รูปที่ 6.22)

ตารางที่ 6.12 เปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ค่าไฟฟ้า ค่าก่อสร้าง และระยะเวลาคืนทุน ของบ้านโครงสร้างเหล็ก เมื่อใช้ผนังที่แตกต่างกัน (ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง)

	ชนิดของผนังภายนอกของบ้านโครงสร้างเหล็ก					
	ต้นแบบ (S_01)	ผนัง 2 (S_02)	ผนัง 3 (S_03)	ผนัง 4 (S_04)	ผนัง 5 (S_05)	ผนัง 6 (S_06)
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี (kWh)	24,021	22,905	22,917	22,619	22,880	22,621
ค่าไฟฟ้าต่อปี (บาท)	88,779	84,545	84,591	83,459	84,451	83,468
ค่าก่อสร้าง (บาท)	2,679,269	2,772,590	2,751,362	2,844,683	2,807,435	2,900,756
ผลต่างของพลังงานที่ใช้ (kWh)	-	-1,116	-1,104	-1,402	-1,141	-1,400
ผลต่างของค่าไฟฟ้าต่อปี (บาท)	-	-4,234	-4,188	-5,320	-4,328	-5,311
ผลต่างของค่าก่อสร้าง (บาท)	-	93,321	72,094	165,415	128,166	221,488
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	-	22	17	31	30	42

หมายเหตุ: ใช้บ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบเป็นหลักในการคิดเปรียบเทียบ (บ้านต้นแบบใช้ผนัง หนา หนา พื้น แบบที่ 1)



รูปที่ 6.22 เปรียบเทียบพลังงานที่ใช้และค่าก่อสร้างของบ้านโครงสร้างเหล็ก เมื่อใช้ผนังภายนอกที่แตกต่างกัน (ปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง)

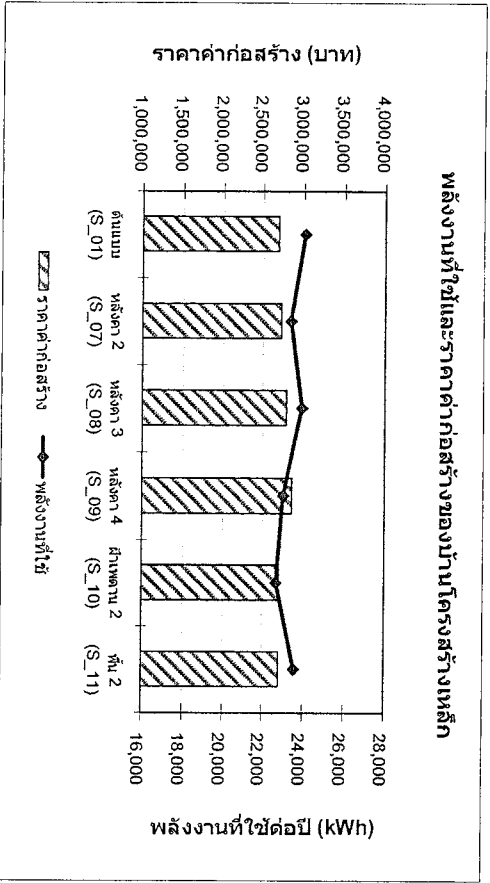
6.10 เปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า และราคาค่าก่อสร้างของบ้านโครงสร้างเหล็ก เมื่อปรับเปลี่ยนระบบหลังคา ฝ้าเพดาน และพื้น (ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง)

ในการนี้ที่ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง พบว่าการเปลี่ยนวัสดุหลังคาโดยการเพิ่มชั้น วัสดุ และการใส่ฉนวนกันความร้อน จะช่วยลดการใช้พลังงานของอาคารได้มากขึ้น โดยหลังคาแบบที่ 4 จะช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปีได้มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับหลังคาแบบอื่นๆ แต่เนื่องจากมีค่า ก่อสร้างที่สูงเพิ่มขึ้นมาก จึงมีระยะเวลาคืนทุนนาน ส่วนการเปลี่ยนวัสดุฝ้าเพดานใต้หลังคา โดยเพิ่ม ฉนวนใยแก้วหุ้มฟอยล์ หน้า 2 นี้ จะช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าได้มากกว่าการเปลี่ยนวัสดุหลังคาหรือพื้นชั้น ที่ 2 และมีระยะเวลาคืนทุนที่สั้นที่สุดคือเพียง 5 ปี

ตารางที่ 6.13 เปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ค่าไฟฟ้า ค่าก่อสร้าง และระยะเวลาคืนทุน ของบ้าน โครงสร้างเหล็ก เมื่อใช้หลังคา ฝ้าเพดาน และพื้นที่แตกต่างกัน (ใช้เครื่องปรับอากาศ ตลอด 24 ชั่วโมง)

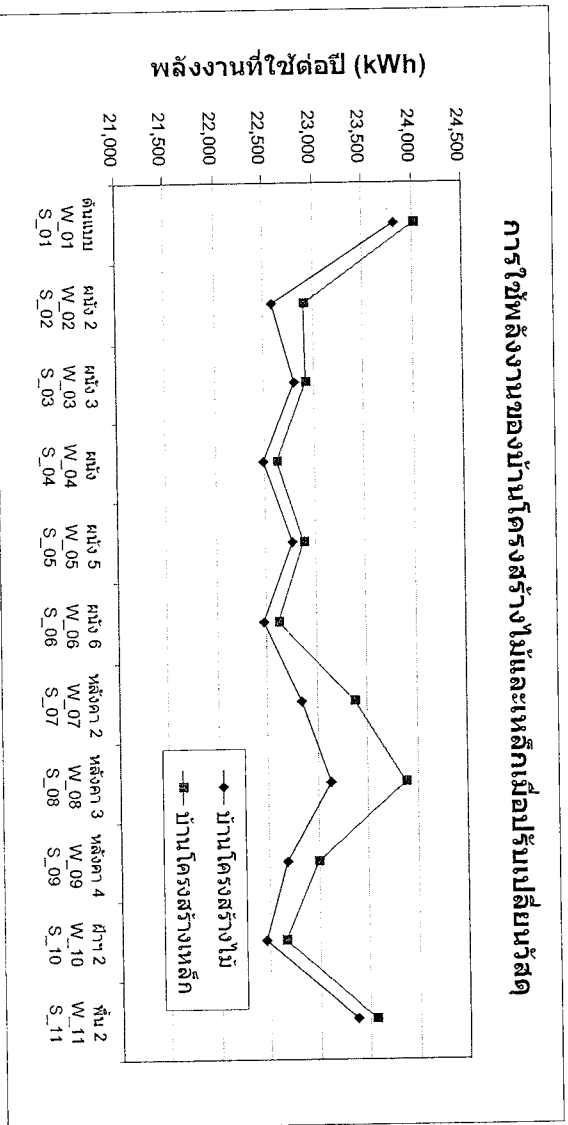
ชนิดของหลังคา ฝ้าเพดาน และพื้นของบ้านโครงสร้างเหล็ก						
	ต้นแบบ (S_01)	หลังคา 2 (S_07)	หลังคา 3 (S_08)	หลังคา 4 (S_09)	ฝ้าฯ 2 (S_10)	พื้น 2 (S_11)
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี (kWh)	24,021	23,376	23,880	22,990	22,659	23,564
ค่าไฟฟ้าต่อปี (บาท)	88,779	86,331	88,244	84,869	83,612	87,047
ค่าก่อสร้าง (บาท)	2,679,269	2,708,781	2,791,414	2,853,910	2,703,191	2,699,354
ผลต่างของพลังงานที่ใช้ (kWh)	-	-645	-141	-1,030	-1,362	-456
ผลต่างของค่าไฟฟ้า (บาท)	-	-2,448	-535	-3,910	-5,167	-1,731
ผลต่างของค่าก่อสร้าง (บาท)	-	29,512	112,146	174,642	23,922	20,086
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	-	12	210	45	5	12

หมายเหตุ: ใช้บ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบเป็นหลักในการคิดเปรียบเทียบ (บ้านต้นแบบใช้ฉนวน หลังคา ฝ้าเพดาน พื้น แบบที่ 1)



รูปที่ 6.23 เปรียบเทียบพลังงานที่ใช้และค่าก่อสร้างของบ้านโครงสร้างเหล็ก เมื่อใช้หลังคา ฝ้าเพดาน และพื้น ที่แตกต่างกัน (ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง)

โดยสรุปแล้วการปรับเปลี่ยนระบบผนังภายนอก หลังคา ฝ้าเพดาน และพื้น ของบ้าน โครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็ก ในกรณีที่ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง จะมีผลต่อ ปริมาณการใช้พลังงานที่เปลี่ยนไปจากบ้านโครงสร้างไม้ต้นแบบและบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ ใน ลักษณะที่คล้ายคลึงกัน โดยบ้านโครงสร้างไม้จะมีปริมาณการใช้พลังงานที่ต่ำกว่าบ้านโครงสร้าง เหล็กในทุกกรณี (รูปที่ 6.24)



รูปที่ 6.24 เปรียบเทียบการใช้พลังงานของบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็ก เมื่อปรับเปลี่ยนวัสดุ (ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง)

6.11 ผลการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า และราคาค่าก่อสร้างของบ้านโครงสร้างคอนกรีต บ้านโครงสร้างไม้ และบ้านโครงสร้างเหล็ก ตามแบบในงานวิจัยของจรรยาพัฒน์ และคณะ

บ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กตามแบบในงานวิจัยของจรรยาพัฒน์และคณะ (จรรยาพัฒน์ ภูวนันท์ และคณะ, 2547) มีรายละเอียดส่วนใหญเหมือนกันกับบ้านโครงสร้างไม้ต้นแบบและบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ ยกเว้นในส่วนของผนังภายนอก ฝ้าเพดาน และหลังคา ตามที่แสดงในตารางที่ 6.14 ส่วนบ้านโครงสร้างคอนกรีตที่นำมาเปรียบเทียบนั้นจะมีลักษณะเดียวกันกับการเปรียบเทียบบ้านโครงสร้างไม้ต้นแบบและบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ (ตารางที่ 5.1)

ในการนี้ที่ใช้เครื่องปรับอากาศส่วนใหญ่ในช่วงเวลากลางคืน บ้านโครงสร้างไม้ใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี 14,506 กิโลวัตต์ชั่วโมง และบ้านโครงสร้างเหล็ก 14,319 กิโลวัตต์ชั่วโมง โดยบ้านโครงสร้างไม้ใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปีต่ำกว่าบ้านโครงสร้างคอนกรีต 826 กิโลวัตต์ชั่วโมง (5.4%) ส่วนบ้านโครงสร้างเหล็กใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปีต่ำกว่าบ้านโครงสร้างคอนกรีต 1,013 กิโลวัตต์ชั่วโมง (6.6%) (ตารางที่ 6.15, รูปที่ 6.25) บ้านโครงสร้างไม้เสียค่าไฟฟ้าต่อปี 52,676 บาท และบ้านโครงสร้างเหล็ก 51,966 บาท โดยบ้านโครงสร้างไม้เสียค่าไฟฟ้าต่ำกว่าบ้านโครงสร้างคอนกรีต

3.133 บาท (5.6%) ส่วนบ้านโครงสร้างเหล็กเสียค่าไฟฟ้าต่ำกว่าบ้านโครงสร้างคอนกรีต 3,843 บาท (6.9%) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ (ตารางที่ 6.2) กับบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กในงานวิจัยของจรัญพัฒน์และคณะ (ตารางที่ 6.15) พบว่าบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบจะประหยัดพลังงานได้มากกว่า

ตารางที่ 6.14 รายละเอียดของบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็ก ตามแบบในงานวิจัยของจรัญพัฒน์และคณะ

	บ้านโครงสร้างไม้	บ้านโครงสร้างเหล็ก
ผนังภายนอก	ผนังโครงสร้างไม้ แบบที่ 2 - แผ่นซีเมนต์อัดซีเมนต์ หน้า 12 มม. - โครงสร้างไม้ 2"x4" @ 0.60 ม. - ฉนวนใยแก้ว หน้า 2" - ฟิล์มอะลูมิเนียมพอยล์สองด้าน - ยิปซัมบอร์ด หน้า 12 มม.	ผนังโครงสร้างเหล็ก แบบที่ 3 - แผ่นซีเมนต์อัดซีเมนต์ หน้า 12 มม. - โฟม PU หน้า 1" - โครงสร้างเหล็ก 92x45x0.8 mm @ 0.60 ม. - ยิปซัมบอร์ด หน้า 12 มม.
ฝ้าเพดาน	ฝ้าเพดาน แบบที่ 2 - ฉนวนใยแก้ว หน้า 2" - ฟิล์มอะลูมิเนียมพอยล์หนึ่งด้าน - ยิปซัมบอร์ด หน้า 12 มม.	ฝ้าเพดาน แบบที่ 2 - ฉนวนใยแก้ว หน้า 2" - ฟิล์มอะลูมิเนียมพอยล์หนึ่งด้าน - ยิปซัมบอร์ด หน้า 12 มม.
หลังคา	หลังคาโครงสร้างไม้ แบบที่ 2 - กระเบื้องซีเมนต์โมเนีย - ไม้ - อะลูมิเนียมพอยล์ปูได้แป	หลังคาโครงสร้างเหล็ก แบบที่ 2 - กระเบื้องซีเมนต์โมเนีย - แปเหล็ก - อะลูมิเนียมพอยล์ปูได้แป

ในการนี้ที่ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง บ้านโครงสร้างไม้ใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี 20,917 กิโลวัตต์ชั่วโมง และบ้านโครงสร้างเหล็ก 21,418 กิโลวัตต์ชั่วโมง โดยบ้านโครงสร้างไม้ใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปีต่ำกว่าบ้านโครงสร้างคอนกรีต 4,313 กิโลวัตต์ชั่วโมง (17.1%) ส่วนบ้านโครงสร้างเหล็กใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปีต่ำกว่าบ้านโครงสร้างคอนกรีต 3,812 กิโลวัตต์ชั่วโมง (15.1%) (ตารางที่ 6.15, รูปที่ 6.26) บ้านโครงสร้างไม้เสียค่าไฟฟ้าต่อปี 77,003 บาท และบ้านโครงสร้างเหล็ก 78,904 บาท โดยบ้านโครงสร้างไม้เสียค่าไฟฟ้าต่ำกว่าบ้านโครงสร้างคอนกรีต 16,366 บาท (17.5%) ส่วนบ้านโครงสร้างเหล็กเสียค่าไฟฟ้าที่ต่ำกว่าบ้านโครงสร้างคอนกรีต 14,465 บาท (15.5%)

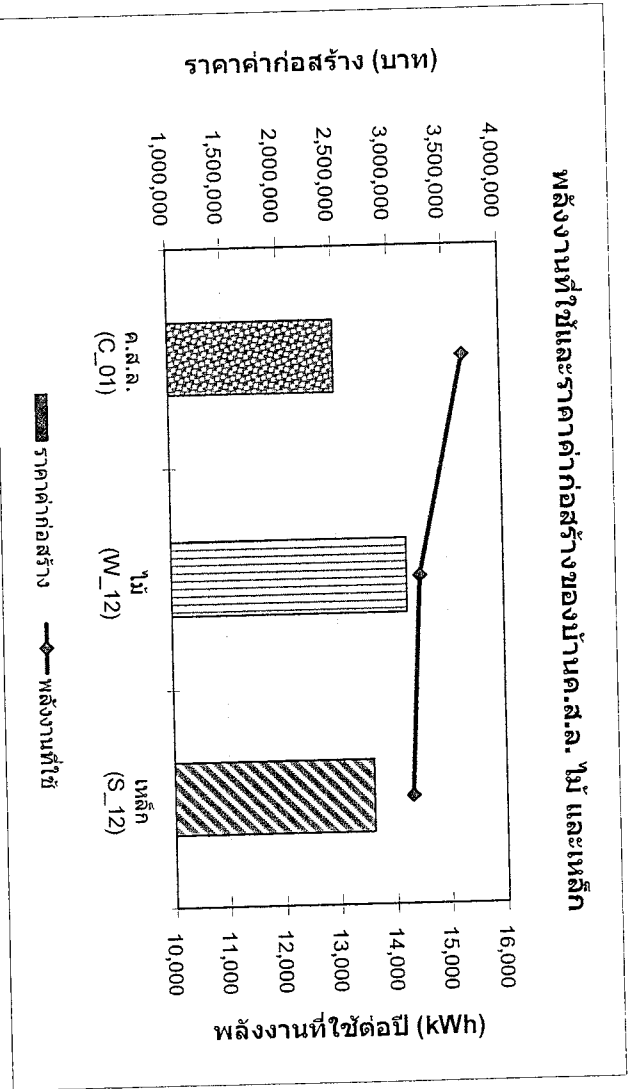
เมื่อเปรียบเทียบระหว่างบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ (ตารางที่ 6.9) กับบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กตามแบบในงานวิจัยของจรัญพัฒน์และคณะ (ตารางที่ 6.15) พบว่าบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กตามแบบในงานวิจัยของจรัญพัฒน์และคณะ จะประหยัดพลังงานได้มากกว่า ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสำหรับการใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมงนั้น การใช้ผนังภายนอกและฝ้าเพดานที่หนาแน่น และหลังคาที่บ่ออะลูมิเนียมพอยล์ ร่วมกันจะช่วยลดการใช้พลังงานของบ้านได้เพิ่มมากขึ้นกว่าการปรับเปลี่ยนวัสดุผนัง ฝ้าเพดาน หรือ หลังคา เพียงอย่างเดียว

อย่างหนึ่ง และมีผลทำให้ระยะเวลาในการคืนทุนลดน้อยลงเมื่อเทียบกับบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ (บ้านโครงสร้างไม้ จาก 90 ปี ลดลงเหลือ 38 ปี และ บ้านโครงสร้างเหล็ก จาก 39 ปี ลดลงเหลือ 21 ปี)

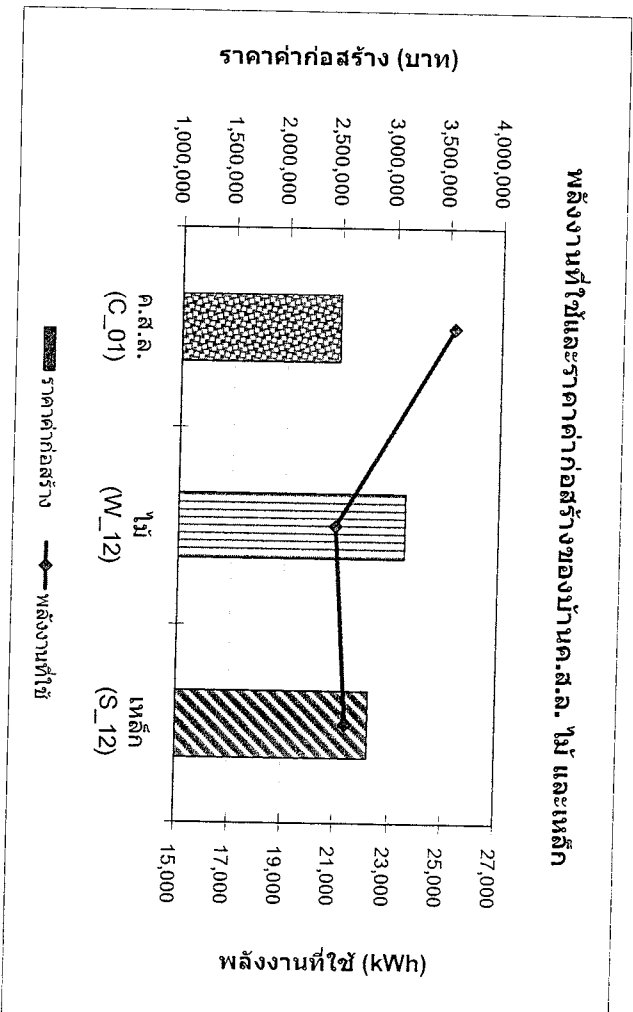
ตารางที่ 6.15 เปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ค่าไฟฟ้า ค่าก่อสร้าง และระยะเวลาคืนทุน ของบ้านโครงสร้างคอนกรีต บ้านโครงสร้างไม้ และบ้านโครงสร้างเหล็ก ตามแบบในงานวิจัยของจรัญพัฒน์และคณะ

	ปรับอากาศตามปกติ			ปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง		
	คอนกรีต (C_01)	ไม้ (W_12)	เหล็ก (S_12)	คอนกรีต (C_01)	ไม้ (W_01)	เหล็ก (S_12)
พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อปี (kWh)	15,332	14,506	14,319	25,230	20,917	21,418
ค่าไฟฟ้าต่อปี (บาท)	55,809	52,676	51,966	93,369	77,003	78,904
ค่าก่อสร้าง (บาท)	2,499,904	3,129,376	2,804,796	2,499,904	3,129,376	2,804,796
ผลต่างของพลังงานที่ใช้ (kWh)	-	-826	-1,013	-	-4,313	-3,812
ผลต่างของค่าไฟฟ้า (บาท)	-	-3,133	-3,843	-	-16,366	-14,465
ผลต่างของค่าก่อสร้าง(บาท)	-	629,473	304,893	-	629,473	304,893
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	-	201	79	-	38	21

หมายเหตุ: ใช้บ้านโครงสร้างคอนกรีตเป็นหลักในการคิดเปรียบเทียบ



รูปที่ 6.25 เปรียบเทียบพลังงานที่ใช้และราคาค่าก่อสร้างของบ้านโครงสร้างคอนกรีต บ้านโครงสร้างไม้ และบ้านโครงสร้างเหล็ก ตามแบบในงานวิจัยของจรัญพัฒน์และคณะ (ใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ)



รูปที่ 6.26 เปรียบเทียบพลังงานที่ใช้และราคาค่าก่อสร้างของบ้านโครงสร้างคอนกรีต บ้านโครงสร้างไม้ และบ้านโครงสร้างเหล็ก ตามแบบในงานวิจัยของจรัญพัฒน์และคณะ (ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง)

สรุป

1. ในกรณีที่ใช้เครื่องปรับอากาศในเวลากลางคืนเป็นส่วนใหญ่ บ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ จะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่าบ้านทั่วไปที่ใช้โครงสร้างเสาคานคอนกรีตและผนังก่ออิฐ โดยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ปีละ 1,519 และ 1,749 กิโลวัตต์ชั่วโมง และช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าได้ปีละ 5,762 และ 6,638 บาท ตามลำดับ แต่เนื่องจากบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กมีค่าก่อสร้างที่สูงกว่าบ้านทั่วไปมาก เมื่อเทียบกับค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ จึงมีระยะเวลาคืนทุนที่นานกว่า 25 ปี
2. ในกรณีที่ใช้เครื่องปรับอากาศในเวลากลางคืนเป็นส่วนใหญ่ การปรับเปลี่ยนวัสดุของบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็ก เช่น การเพิ่มวัสดุฉนวนกันความร้อนที่ผนังภายนอก การเพิ่มวัสดุฉนวนที่หลังคา หรือฝ้าเพดานใต้หลังคา จะไม่ช่วยในเรื่องของการประหยัดพลังงาน แต่การเพิ่มฉนวนกันความร้อนที่ฝ้าเพดานใต้พื้นชั้นสอง จะช่วยประหยัดพลังงานได้บ้างแต่ไม่มากนัก
3. ในกรณีที่ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง บ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ จะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่าบ้านทั่วไปที่ใช้โครงสร้างเสาคานคอนกรีตและผนังก่ออิฐ โดยประหยัดพลังงานได้ปีละ 1,414 และ 1,210 กิโลวัตต์ชั่วโมง และช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าได้ปีละ 5,365 และ 4,590 บาท ตามลำดับ
4. ในกรณีที่ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง การปรับเปลี่ยนวัสดุของบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็ก เช่น การเพิ่มวัสดุฉนวนกันความร้อนที่ผนังภายนอก การเพิ่มวัสดุฉนวนที่หลังคาหรือฝ้าเพดานใต้หลังคา จะช่วยในเรื่องของการประหยัดพลังงานได้มากขึ้น เมื่อเทียบกับบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ ดังนั้นคือ

การเปลี่ยนวัสดุผนังภายนอก พบว่าผนังแบบที่ 3 (เพิ่มโฟม PU หน้า 1" ปิดที่ด้านหน้าโครงสร้างคร่าว) จะสามารถลดค่าไฟฟ้าได้ปีละ 3,827 บาท (บ้านโครงสร้างไม้) และ 4,188 บาท (บ้านโครงสร้างเหล็ก) และมีระยะเวลาในการคืนทุนที่สั้นที่สุด เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนวัสดุผนังภายนอกแบบอื่นๆ

การเปลี่ยนวัสดุหลังคา พบว่าหลังคาแบบที่ 2 (เพิ่มแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ใต้กระเบื้องมุงหลังคา) จะสามารถลดค่าไฟฟ้าได้ปีละ 3,703 บาท (บ้านโครงสร้างไม้) และ 2,448 บาท (บ้านโครงสร้างเหล็ก) และมีระยะเวลาในการคืนทุนที่สั้นที่สุด เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนวัสดุหลังคาแบบอื่นๆ

การเปลี่ยนวัสดุฝ้าเพดานได้หลังคา พบว่าการเพิ่มฉนวนใยแก้ว หน้า 2" ใต้หลังคา จะสามารถลดค่าไฟฟ้าได้ปีละ 5,146 บาท (บ้านโครงสร้างไม้) และ 5,167 บาท (บ้านโครงสร้างเหล็ก) ตามลำดับ และมีระยะเวลาในการคืนทุนเพียง 5 ปี

5. บ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็ก ตามแบบในงานวิจัยของจรัญพัฒน์และคณะ ซึ่งมีส่วนที่แตกต่างจากบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบคือ มีฉนวนที่ผนังภายนอก ฉนวนบนฝ้าเพดานใต้หลังคา และแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ใต้วัสดุมุงหลังคา ผลการศึกษาพบว่า ในกรณีที่ใช้เครื่องปรับอากาศในตอนกลางวันเป็นส่วนใหญ่ บ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กดังกล่าว จะช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าต่อปีได้ 3,133 บาท และ 3,843 บาท ตามลำดับ เมื่อเทียบกับบ้านโครงสร้างคอนกรีต ส่วนในกรณีที่ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง จะช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าต่อปีได้ 16,366 บาท และ 14,465 บาท ตามลำดับ

บทที่ 7

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

1. บทสรุป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่าบ้านโครงสร้างไม้ (Wood-Frame House) และบ้านโครงสร้างเหล็ก (Cold-Formed Steel-Frame House) จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากน้อยเพียงใด เมื่อเทียบกับบ้านโครงสร้างคอนกรีตที่มีแบบแปลนเหมือนกัน โดยศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการประหยัดพลังงานไฟฟ้ากับราคาค่าก่อสร้างที่เกิดขึ้นว่าคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์หรือไม่ เพื่อเสนอแนะแนวทางพัฒนาระบบผนัง พื้น หลังคา ของการก่อสร้างแบบ "Framing Construction" ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ตลอดจนศึกษาวิธีการคำนวณและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในการหาค่าการถ่ายเทความร้อนและค่าการใช้พลังงานของอาคารที่เป็น "Framing Construction"

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาโดย 1) เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการคำนวณหาค่าการใช้พลังงานของบ้านพักอาศัย 2) ศึกษาวิธีการที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการคำนวณหาค่าการใช้พลังงานของบ้านโครงสร้างเหล็กและบ้านโครงสร้างไม้ โดยเปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการคำนวณแต่ละวิธี เพื่อเลือกวิธีการที่เหมาะสม 3) จำลองการใช้พลังงานของบ้านโครงสร้างคอนกรีต บ้านโครงสร้างไม้ และบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ โดยใช้โปรแกรม EnergyPlus 4) ประเมินราคาค่าก่อสร้างของบ้านต้นแบบทั้งสามประเภท และวิเคราะห์ความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ โดยพิจารณาจากการประหยัดไฟฟ้าและราคาค่าก่อสร้างของบ้าน และ 5) ทดลองปรับเปลี่ยนวัสดุที่ใช้ในส่วนของผนัง ฝ้าเพดาน หลังคา และ พื้น ของบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ เพื่อหาระบบที่เหมาะสมในด้านการประหยัดพลังงานและค่าในกลุ่มค่าในการลงทุน

ผลที่ได้จากการศึกษาและวิเคราะห์สรุปได้ดังนี้

1.1 วิธีการคำนวณและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในการหาค่าการถ่ายเทความร้อนและค่าการใช้พลังงานของอาคาร Framing Construction

1.1.1 วิธีการหาค่าความต้านทานความร้อนของผนังโครงสร้าง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า วิธีการคำนวณหาค่าความต้านทานความร้อนของระบบผนังโครงสร้างไม้และโครงสร้างเหล็กมีด้วยกันหลายวิธี ตั้งแต่วิธีการที่ไม่ซับซ้อนซึ่งสามารถคำนวณได้โดยไม่ต้องเป็นต้องใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น Isothermal Plane Method, Parallel Path method, Zone Method, และ Modified Zone Method และวิธีการที่ซับซ้อนซึ่งจำเป็นต้องใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น การคำนวณแบบ 2-D หรือ 3-D Heat Transfer ที่ให้ผลที่มีความถูกต้องสูงกว่าวิธีการในกลุ่มแรก และวิธีการทดสอบจากผนังจริงโดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า "Guarded Hot Box" ซึ่งถือว่าเป็นวิธีที่ให้ผลที่ถูกต้องมากที่สุด โดยค่าความต้านทานความร้อน ที่คำนวณโดยใช้โปรแกรม 3-D Heat Transfer มีค่าความแตกต่างจากการทดสอบโดย Guarded Hot Box ประมาณ 2% สำหรับ

ผนังโครงสร้างไม้ และ 4.74 % สำหรับผนังโครงสร้างเหล็ก การศึกษานี้จึงใช้โปรแกรมประเภทดังกล่าว คือ Therm 5.2 ในการคำนวณหาค่าความต้านทานความร้อนขององค์ประกอบอาคารที่ทำการศึกษา

โปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความต้านทานความร้อนของผนังโครงสร้างมีด้วยกันหลายโปรแกรม ซึ่งใช้วิธีการคำนวณที่แตกต่างกัน อาทิเช่น โปรแกรม EZFrame ที่ใช้วิธีการคำนวณแบบ Zone Method โปรแกรม Modified Zone Method Calculator ที่ใช้วิธีการคำนวณแบบ Modified Zone Method และ Therm 5.2 ซึ่งใช้วิธีการคำนวณแบบ 2-D Heat Transfer (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค)

1.1.2 วิธีการหาค่าการใช้พลังงานของอาคาร Framing Construction

วิธีการจำลองอาคาร Framing Construction ในโปรแกรม EnergyPlus ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบกับ มีด้วยกัน 5 วิธี โดยวิธีการใช้ข้อมูลของผนังโครงสร้างของแต่ละวิธี มีดังนี้คือ

1. ใช้ข้อมูลเฉพาะผนังบริเวณที่ไม่มีโครงสร้าง
2. ใช้ข้อมูลเฉพาะค่าความต้านทานความร้อนของผนัง
3. ใช้ข้อมูลโดยแบ่งผนังเป็นสองส่วนคือ ส่วนที่มีโครงสร้างและไม่มีโครงสร้าง
4. ใช้ข้อมูลโดยการปรับเปลี่ยนคุณสมบัติของวัสดุชั้นที่มีโครงสร้าง
5. ใช้ข้อมูลโดยใช้วิธี Thermally Equivalent Wall

จากผลการศึกษาโดยเปรียบเทียบผลที่ได้ของ 4 วิธีแรก กับวิธีที่ 5 คือวิธี Equivalent Wall ซึ่งถือได้ว่าเป็นวิธีการคำนวณที่ครอบคลุมถึงผลของโครงสร้างในผนังที่มีผลต่อค่าความต้านทานความร้อนของผนัง ค่าความจุความร้อนของผนัง และพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อน แต่เป็นวิธีที่ค่อนข้างซับซ้อนในการคำนวณเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ พบว่าวิธีที่ให้ผลที่ใกล้เคียงกับวิธี Equivalent Wall มากที่สุดคือ วิธีที่ 4 โดยมีค่าการกระทำความเย็นที่คำนวณได้แตกต่างจากวิธี Equivalent Wall เพียง 0.39% รองลงมาคือวิธีที่ 3 (1.13%) และ วิธีที่ 1 (1.55%) ส่วนวิธีที่ 2 ที่คิดเฉพาะค่าความต้านทานความร้อนขององค์ประกอบอาคารโดยไม่คำนึงถึงผลของมวลสารนั้น ทำให้ค่าพลังงานที่คำนวณได้แตกต่างไปมาก คือ 19.29% สำหรับงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้วิธี Thermally Equivalent Wall ในการจำลองอาคาร Framing Construction

1.2 เปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างของบ้านโครงสร้างคอนกรีต บ้านโครงสร้างไม้ และบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ

ราคาค่าก่อสร้างของบ้านต้นแบบ (ไม่มีฉนวนกันความร้อนที่ผนัง หลังคา และ ฝ้าเพดานใต้หลังคา) มีรายละเอียดดังนี้ บ้านโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กผนังก่ออิฐมีราคาค่าก่อสร้าง 2,499,904 บาท บ้านโครงสร้างไม้ 2,982,621 บาท และบ้านโครงสร้างเหล็ก 2,679,269 บาท โดยบ้านโครงสร้างไม้มีค่าก่อสร้างที่สูงกว่าบ้านโครงสร้างคอนกรีต 482,717 บาท (19.3%) ส่วนบ้านโครงสร้างเหล็กมีค่าก่อสร้างที่สูงกว่าบ้านโครงสร้างคอนกรีต 179,365 บาท (7.2%)

1.3 เปรียบเทียบการใช้พลังงานของบ้านโครงสร้างคอนกรีต บ้านโครงสร้างไม้ และบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ และความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์

กรณีที่ใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ

บ้านโครงสร้างคอนกรีต ใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี 15,332 กิโลวัตต์ชั่วโมง บ้านโครงสร้างไม้ 13,814 กิโลวัตต์ชั่วโมง และบ้านโครงสร้างเหล็ก 13,583 กิโลวัตต์ชั่วโมง เมื่อเทียบกับบ้านโครงสร้างคอนกรีต บ้านโครงสร้างไม้จะประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ปีละ 1,519 กิโลวัตต์ชั่วโมง (9.9%) และประหยัดค่าไฟฟ้าได้ปีละ 5,762 บาท (10.3%) ส่วนบ้านโครงสร้างเหล็กจะประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ปีละ 1,749 กิโลวัตต์ชั่วโมง (11.4%) และประหยัดค่าไฟฟ้าได้ปีละ 6,638 บาท (11.9%)

กรณีที่ผู้ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง

บ้านโครงสร้างคอนกรีต ใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี 25,230 กิโลวัตต์ชั่วโมง บ้านโครงสร้างไม้ 23,817 กิโลวัตต์ชั่วโมง และบ้านโครงสร้างเหล็ก 24,021 กิโลวัตต์ชั่วโมง เมื่อเทียบกับบ้านโครงสร้างคอนกรีต บ้านโครงสร้างไม้จะประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ปีละ 1,414 กิโลวัตต์ชั่วโมง (5.6%) และประหยัดค่าไฟฟ้าได้ปีละ 5,365 บาท (5.7%) ส่วนบ้านโครงสร้างเหล็กจะประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ปีละ 1,210 กิโลวัตต์ชั่วโมง (4.8%) และประหยัดค่าไฟฟ้าได้ปีละ 4,590 บาท (4.9%)

โดยสรุปแล้วบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กจะมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ต่ำกว่าบ้านโครงสร้างคอนกรีต ทั้งในลักษณะการใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ (เปิดเครื่องปรับอากาศในเวลากลางคืนเป็นส่วนใหญ่) และการใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ในกรณีที่ผู้ใช้ปรับอากาศตามปกติบ้านโครงสร้างเหล็กจะประหยัดพลังงานได้มากกว่าบ้านโครงสร้างไม้เล็กน้อย ในทางกลับกันกรณีที่ปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง บ้านโครงสร้างไม้จะประหยัดพลังงานได้มากกว่าบ้านโครงสร้างเหล็กเล็กน้อย และเนื่องจากบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กมีค่าก่อสร้างที่สูงกว่าบ้านทั่วไปมาก เมื่อเทียบกับค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ จึงมีระยะเวลาคืนทุนที่นานกว่า 25 ปี โดยบ้านโครงสร้างไม้จะมีระยะเวลาในการคืนทุนที่ยาวนานกว่าบ้านโครงสร้างหลัก ทั้งในกรณีที่ผู้ใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ และกรณีที่ผู้ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง

1.4 เปรียบเทียบการใช้พลังงานของบ้านโครงสร้างไม้ และบ้านโครงสร้างหลัก และความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ เมื่อปรับเปลี่ยนวัสดุของผนังภายนอก หลังคา ฝ้า เพดาน และพื้นที่สอย

กรณีที่ผู้ใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ

จากผลการปรับเปลี่ยนวัสดุผนังภายนอก หลังคา ฝ้าเพดาน และพื้นที่สอย ของบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างหลักต้นแบบ กรณีที่ใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ พบว่าการเพิ่มชั้นวัสดุที่ทำให้ผนังภายนอก หลังคา และฝ้าเพดานได้หลังคา มีค่าความต้านทานความร้อนสูงขึ้น กลับมี

ผลทำให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงขึ้น ดังนั้นจึงไม่คุ้มค่าในการลงทุน ส่วนการเปลี่ยนระบบพวงม้วน การเพิ่มฉนวนใยแก้วบนฝ้าเพดานที่อยู่ใต้พื้นที่สองชั้น จะช่วยลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้เพียงเล็กน้อยและมีระยะเวลาในการคืนทุนนาน จึงไม่คุ้มค่าในการลงทุนมากนัก

กรณีที่ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง

จากผลการปรับเปลี่ยนวัสดุผนังภายนอก ของบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็ก ต้นแบบ กรณีที่ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง พบว่าการเพิ่มชั้นวัสดุที่ทำให้ผนังภายนอกมีความต้านทานความร้อนสูงขึ้น จะช่วยลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ โดยการเพิ่มโฟม PUหนา 1” ปิดที่ด้านหน้าโครงสร้าง ช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าได้ปีละ 3,827 บาท (บ้านโครงสร้างไม้) และ 4,188 บาท (บ้านโครงสร้างเหล็ก) และมีระยะเวลาในการคืนทุนที่สั้นที่สุด (19 และ 17 ปี ตามลำดับ) เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนวัสดุผนังภายนอกแบบอื่นๆ

จากผลการปรับเปลี่ยนวัสดุหลังคา ฝ้าเพดาน และพื้นชั้นสอง ของบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กต้นแบบ พบว่าการเพิ่มชั้นวัสดุที่ทำให้หลังคา ฝ้าเพดานใต้หลังคา และพื้น มีค่าความต้านทานความร้อนที่สูงขึ้น จะช่วยลดปริมาณการใช้ไฟฟ้า โดยการเพิ่มแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ใต้กระเบื้องมุงหลังคา สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้ปีละ 3,703 บาท (บ้านโครงสร้างไม้) และ 2,448 บาท (บ้านโครงสร้างเหล็ก) และมีระยะเวลาในการคืนทุนที่สั้นที่สุด (8 และ 12 ปี ตามลำดับ) เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนวัสดุหลังคาแบบอื่นๆ

การเปลี่ยนวัสดุฝ้าเพดานใต้หลังคา โดยการเพิ่มฉนวนใยแก้ว หนา 2” ใต้หลังคา จะประหยัดค่าไฟฟ้าได้ปีละ 5,146 บาท (บ้านโครงสร้างไม้) และ 5,167 บาท (บ้านโครงสร้างเหล็ก) และมีระยะเวลาในการคืนทุนเพียง 5 ปี ส่วนการเปลี่ยนระบบพื้นโดยการเพิ่มฉนวนใยแก้วบนฝ้าเพดานที่อยู่ใต้พื้นที่สองชั้น ช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าได้ปีละ 1,691 บาท (บ้านโครงสร้างไม้) และ 1,731 บาท (บ้านโครงสร้างเหล็ก) และมีระยะเวลาในการคืนทุนประมาณ 12 ปี

2. ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาชี้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับระบบผนังภายนอก พื้น หลังคา และฝ้าเพดาน ของบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็ก ดังนี้

1. ระบบผนังภายนอก สำหรับบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็ก ที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติ (ใช้เครื่องปรับอากาศในเวลากลางคืนเป็นส่วนใหญ่) นั้น ถ้าต้องการผลในเรื่องของการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแล้ว ผนังของบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็กไม่ควรที่จะมีค่าความต้านทานความร้อนที่สูงมาก เช่น ผนังโครงสร้างไม้หรือผนังโครงสร้างเหล็กที่ภายในเป็นเพียงช่องอากาศ อย่างไรก็ตามการเพิ่มฉนวนกันความร้อนที่ผนังภายนอกจะให้ได้ดีในแง่ของการลดปัญหาเสียงรบกวนจากภายนอก และช่วยลดอุณหภูมิภายในบ้านในช่วงเวลากลางวัน (จากกรณีของบ้านที่ศึกษานี้ การเพิ่มโฟม PU หนา 1” ปิดที่ด้านหน้าโครงสร้าง ช่วยลดอุณหภูมิภายในห้องนอนชั้นบน ได้มากที่สุดประมาณ 0.9 องศา) ส่วนกรณีที่ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ผนังภายนอกควรที่จะมีค่าความต้านทานความร้อนที่สูง เช่น การเพิ่มวัสดุฉนวน เช่น โฟม PU ปิดที่ด้านหน้าโครงสร้าง

2. ระบบหลังคาและฝ้าเพดานใต้หลังคา สำหรับบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็ก ที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศในช่วงเวลากลางวันส่วนใหญ่นั้น ถ้าต้องการผลในเรื่องของการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแล้ว วัสดุหลังคาและฝ้าเพดานใต้หลังคาไม่ควรมีค่าความต้านทานความร้อนที่สูงมาก อย่างไรก็ตามการเพิ่มความหนาแน่นที่หลังคาและฝ้าเพดานใต้หลังคาจะให้ผลดีในแง่ของการช่วยลดอุณหภูมิภายในบ้านในช่วงเวลากลางวัน (จากการณีของบ้านที่ศึกษานี้ การมีฉนวนใยแก้วเหนือฝ้าเพดาน ช่วยลดอุณหภูมิภายในห้องนอนที่อยู่ชั้นบน ได้มากที่สุดประมาณ 1.9 องศา) ส่วนกรณีที่ใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง หลังคาและฝ้าเพดานใต้หลังคาควรที่จะมีค่าความต้านทานความร้อนที่สูง เช่น การมีฉนวนใยแก้วเหนือฝ้าเพดานใต้หลังคา

3. ระบบพื้นชั้นใต้สอย สำหรับบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็ก ที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศตามปกติและการใช้เครื่องปรับอากาศตลอด 24 ชั่วโมง นั้น ระบบพื้นชั้นสองที่มีค่าความต้านทานความร้อนที่สูง เช่น การมีฉนวนบนฝ้าเพดานที่อยู่ใต้พื้น จะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ แต่ไม่มากนัก แต่ให้ผลดีในด้านอื่น เช่น การกันเสียงและการกันสัตว์

3. ข้อเสนอแนะในการศึกษาต่อไป

1. การศึกษาการใช้พลังงานของบ้านโครงสร้างเหล็กและโครงสร้างไม้ในงานวิจัยนี้ ยังไม่ได้ครอบคลุมถึงผลของรอยต่อในส่วนต่างๆ ของผนัง เช่น รอยต่อบริเวณมุมผนัง รอยต่อระหว่างผนัง/พื้น รอยต่อระหว่างผนังกับหน้าต่าง ซึ่งมีผลในเรื่องของสะพานความร้อน ที่อาจทำให้ค่าความต้านทานความร้อนของผนัง ตลอดจนพฤติกรรมในการถ่ายเทความร้อนที่เปลี่ยนไปได้ การศึกษาต่อไปจึงควรที่ครอบคลุมปัจจัยดังกล่าว ซึ่งจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาการคำนวณในลักษณะการถ่ายเทความร้อนแบบสามมิติ เพื่อที่จะสามารถจำลององค์ประกอบอาคารดังกล่าวได้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริง ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้มีข้อจำกัดในเรื่องของงบประมาณที่จะซื้ออุปกรณ์ดังกล่าวที่มีราคาค่อนข้างสูง

2. ศึกษาเปรียบเทียบการใช้พลังงานระหว่างบ้านโครงสร้างเหล็กและบ้านโครงสร้างไม้ กับการก่อสร้างด้วยระบบอื่นๆ เพิ่ม เช่น Structural Sandwich Panels และ Insulating Concrete Form (ICF)

3. การศึกษาในครั้งนี้นำมาเปรียบเทียบในแง่ของประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของบ้านโครงสร้างไม้และบ้านโครงสร้างเหล็ก ในการศึกษาต่อไปควรที่จะเพิ่มปัจจัยอื่นๆ ในการพิจารณาเปรียบเทียบ เช่น สภาพสภาวะ

- Carpenter, S. C. 2001. "Advances in Modelling Thermal Bridges in Building Envelopes." [Online]. Available: <http://www.esim.ca/2001/documents/proceedings/Session7-1.pdf>.
- Childs, K. W. 1988. "Analysis of Seven Thermal Bridges Identified in a Commercial Building." **ASHRAE Transactions**. 94: 1776-1792.
- Chirattananon, S. and Hein, V. D. 2002. "A Study of Benefits and Costs of Gypsum Boards Used in Walls." **Technical Report**. School of Environment, Resources and Development, Asian Institute of Technology.
- Christian, J. E. and Kosny, J. 1996. "Thermal Performance and Wall Ratings." **ASHRAE Journal**. March: 56-65.
- DOE. 2005. "Input Output Reference: The Encyclopedia Reference to EnergyPlus Input and Output." The Board of Trustees of the University of Illinois and the Regents of the University of California through the Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, U.S. Department of Energy.
- Doebber, I. R. 2004. **Investigation of Concrete Wall Systems for Reducing Heating and Cooling Requirements in Single Family Residences**. Master's Thesis. Mechanical Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Enemodal Engineering Limited, Oak Ridge National Labs, and Polish Academy of Sciences. 2001. "Modeling Two- and Three-Dimensional Heat Transfer Through Composite Wall and Roof Assemblies in Transient Energy Simulation Programs (1145-TRP), Part I: Final Report." Report prepared for ASHRAE, Atlanta, GA.
- Finlayson, E., Mitchell, R., Arastech, D., Huizenga, C., and Curcija, D. 1998. "THERM 2.0: Program Description A PC Program for Analyzing the Two-Dimensional Heat Transfer Through Building Products." Lawrence Berkeley National Laboratory. Berkeley, California.
- Kosny, J. 2001. "Advances in Residential Wall Technologies - Simple Ways of Decreasing the Whole Building Energy Consumption." **ASHRAE Transactions**. 107(1): 421-432.
- Kosny, J. 2004. "A New Whole Wall R-value Calculator: An Integral Part of the Interactive Internet-Based Building Envelope Materials Database for Whole-Building Energy Simulation Programs." [Online]. Available: <http://www.ornl.gov/sci/roofs+walls/NewRValue.pdf>.
- Kosny, J. and Christian, J. E. 1995. "Reducing the Uncertainties Associated with Using the ASHRAE Zone Method for R-Value Calculations of Metal Frame Walls." **ASHRAE Transactions**. 101(2): 779-788.
- Kosny, J. and Desjarlais, A. O. 1994. "Impacts of Architectural Details on the Whole Wall Thermal Performance in Residential Buildings." [Online]. Available:

บรรณานุกรม

- การไฟฟ้าผลิตแห่งประเทศไทย. 2548. "เอกสารประกอบการประกวดแบบบ้าน โครงการประกวด
แนวความคิดการออกแบบอาคารที่พักอาศัยประหยัดพลังงานด้วยวิธีธรรมชาติ (Passive
Cooling)." เอกสารเผยแพร่. การไฟฟ้าผลิตแห่งประเทศไทย.
- เจริญพัฒน์ ภูวนันท์, กมล ภูวนันท์, และ สุกัญญา พงษ์ธรรมรักษ์. 2547. "การศึกษาเปรียบเทียบ
ระบบการก่อสร้างบ้านด้วยโครงสร้างเหล็กกับโครงสร้างไม้ขนาดเล็ก." รายงานวิจัย.
- เสนอ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- เจริญพัฒน์ ภูวนันท์, ปรีชญา มหัทธนะวิ, ตรุณี มงคลสวัสดิ์ และ สุพิชชา โตวิชัย. 2546. "การ
ประเมินผลบ้านโครงสร้างเหล็กที่สร้างในงานสถาปนิก 46 เมืองทองธานี." รายงานวิจัย.
- เสนอ สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย.
- ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง. 2548. "โครงการศึกษาวิจัยวัสดุหนึ่งเพื่อการประหยัดพลังงาน สำหรับใช้ในการ
ก่อสร้างอาคารพักอาศัย กรณีศึกษา โครงการบ้านเอื้ออาทร (การเคหะแห่งชาติ)." รายงาน
ผลการศึกษาระบบสมบูรณ์. เสนอ การเคหะแห่งชาติ (กคช.) กระทรวงการพัฒนาสังคมและ
ความมั่นคงของมนุษย์.
- ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง. 2547. "แนวทางการเลือกใช้วัสดุก่อสร้างและฉนวนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน."
- เอกสารเผยแพร่. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2541. คู่มือวัสดุก่อสร้าง. กรุงเทพฯ: คณะพลังงานและ
วัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี.
- สมาคมสถาปนิกสยามฯ, ผู้รวบรวม. 2542. "พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน, ประกาศ
กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม เรื่อง คำสั่งประกาศการนำความร้อนของ
วัสดุ คำความด้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศ คำความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า ค่า
ความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร สมบัติที่การบังแดดของ
หน้าต่าง และค่าตัวประกอบรังสีอาทิตย์." ใน กฎหมายอาคาร อาษา / 2542, กรุงเทพฯ:
สมาคม.
- ASHRAE. 2001. **ASHRAE Handbook of Fundamentals**. Atlanta: American Society of Heating,
Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- ASTM. 1993. "Standard Test Method for Steady-State Thermal Performance of Building
Assemblies by Means of Guarded Hot Box, C236-89."
- California Energy Commission. 1994. **EZFRAME 2.0 User's Manual**.

http://www.ornl.gov/sci/roofs+walls/research/detailed_papers/wall_pap/content.html.

Kosny, J., and Kossecka. E. 2002. "Multi-Dimensional Heat Transfer Through Complex Building Envelope Assemblies in Hourly Energy Simulation Programs." **Energy and Buildings**. 34: 445-454.

Kosny, J., Christian, J. E. and Desjarlais, A. O. 1997. "Thermal Breaking Systems for Metal Stud Walls - Can Metal Stud Walls Perform as Well as Wood Stud Walls?" **ASHRAE Transactions**. 103(1): 518-536.

Kosny, J., Christian, J. E., Desjarlais, A. O., Kossecka, E. and Berrenberg, L. 1998. "Performance Check Between Whole Building Thermal Performance Criteria and Exterior Wall Measured Clear Wall R-Value, Thermal Bridging, Thermal Mass, and Airtightness." **ASHRAE Transactions**. 104 (2): 1379-1389.

Kossecka, E. and Kosny, J. 1996. "Relations Between Structural and Dynamic Thermal Characteristics of Building Walls." **Proceedings of 1996 International Symposium of CIB W67 "Energy and Mass flow in the Life cycle of Buildings."** Vienna, 4-10 August 1996. pp.627-632.

NAHB. 2002 a. "Steel vs. Wood Cost Comparison: Beaufort Demonstration Homes." NAHB Research Center, Inc. Report prepared for U.S. Department of Housing and Urban Development, Office of Policy Development and Research, Washington, DC. [Online]. Available: http://www.huduser.org/Publications/pdf/steel_vs_wood1.pdf.

NAHB. 2002 b. "Steel vs. Wood Long-Term Thermal Performance Comparison: Valparaiso Demonstration Homes." NAHB Research Center, Inc. Report prepared for U.S. Department of Housing and Urban Development, Office of Policy Development and Research, Washington, DC. [Online]. Available: http://www.huduser.org/Publications/pdf/steelval_rpt.pdf.

Purdy, J. and Beausoleil-Morrison, I. 2001. "The Significant Factors in Modelling Residential Buildings." **Proceedings of Building Simulation 2001**. International Performance Simulation Association. Rio de Janeiro, Brazil. 13-15 August 2001. pp. 207-214.

Sherman, M. and Dickerhoff, D. 1998. "Air-tightness of U.S. Dwellings." Energy Performance of Buildings Group, Energy and Environment Division, Lawrence Berkeley Laboratory, University of California, Berkeley, California. [Online]. Available: <http://epb.lbl.gov/Publications/lbl-35700.pdf>.

Stein, B. and Reynolds, J. S. 2000. **Mechanical and Electrical Equipment for Buildings**. 9th ed. New York: John Wiley & Sons.

- Strand, R., Winkelmann, F., Buhl, F., Huang, J., Liesen, R., Pedersen, C., Fisher, D., Taylor, R., Crawley, D. and Lawrie, L. 1999. "Enhancing and Extending the Capabilities of the Building Heat Balance Simulation Technique for Use in Energyplus." **Proceedings of Building Simulation 1999**. International Performance Simulation Association. Kyoto, Japan, 13-15 September 1999.
- Tuluca, A. N., Lahiri, D. and Zaidi, J. H. 1997. "Calculation Methods and Insulation Techniques for Steel Stud Walls in Low-Rise Multifamily Housing." **ASHRAE Transactions**. 103(1): 550-562.
- Witte, M. J., Henninger, R. H. and Glazer, J. 2001. "Testing and Validation of a New Building Energy Simulation Program." **Proceedings of Building Simulation 2001**. International Performance Simulation Association. Rio de Janeiro, Brazil. 13-15 August 2001. pp. 353-360.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การประมาณราคาก่อสร้างบ้าน

1. ประมาณราคาก่อสร้างบ้านโครงสร้างไม้
2. ประมาณราคาก่อสร้างบ้านโครงสร้างเหล็ก
3. ประมาณราคาก่อสร้างบ้านโครงสร้างคอนกรีต

หมายเหตุ: รายละเอียดการประมาณราคาที่ไม่แสดงในภาคผนวก ก นี้ อ้างอิงจากการประมาณราคาก่อสร้างบ้านโครงสร้างเหล็กและบ้านโครงสร้างไม้ของโครงการวิจัย “การศึกษาเปรียบเทียบระบบการก่อสร้างบ้านด้วยโครงสร้างเหล็กแบบกับโครงสร้างไม้ขนาดเล็ก” (เจริญพันธ์ ภูวนนท์ และคณะ, 2547) โดยใช้ปริมาณวัสดุตามงานวิจัยดังกล่าวเป็นหลัก และได้ทำการทบทวนแก้ไขราคาวัสดุและค่าแรงให้สอดคล้องกับราคาเปลี่ยนแปลงในช่วงที่ทำการวิจัยครั้งนี้ นอกจากนี้ได้ทำการประมาณราคาก่อสร้างของบ้านโครงสร้างคอนกรีต (สมาคมคอนกรีตเสริมเหล็ก) ที่ใช้แบบแปลนเดียวกันกับบ้านโครงสร้างไม้และโครงสร้างเหล็กในโครงการวิจัยดังกล่าวเพิ่มเติม

การประมาณราคาค่าก่อสร้าง (Bill Of Quantity)

ปริมาณราคาโดย : ผู้วิจัย

วันที่ 10/02/2006

โครงการ : บ้านพักอาศัย 2 ชั้น (ไม้)

โครงสร้าง : โครงสร้างไม้ขนาดเล็ก

เจ้าของ ประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของบ้านโครงสร้างเหล็กและบ้านโครงสร้างไม้ที่พัฒนาขึ้นใช้ในประเทศไทย

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (หน่วย)	ราคา/หน่วย (บาท)		ต่อหน่วย	ราคารวม (บาท)
			ค่าวัสดุ	ค่าแรง		
	สรุปราคาค่าก่อสร้าง (บ้านไม้)					
1	หมวดงานเตรียมการ					20,000
2	หมวดงานโครงสร้างและโครงสร้างหลังคา					783,355
3	หมวดงานหลังคา					224,359
4	หมวดงานพื้น					215,615
5	หมวดงานผนัง					261,475
6	หมวดงานฉนวนกันความร้อน					94,551
7	หมวดงานฝ้าเพดาน					132,282
8	หมวดงานประตูหน้าต่าง					256,030
9	หมวดงานลู่วัสดุ					103,073
10	หมวดงานบันได					56,100
11	หมวดงานทาสี					83,650
12	หมวดงานบัวพื้น และบัวฝ้าเพดาน					52,400
13	หมวดงานระบบไฟฟ้า					139,100
14	หมวดงานระบบสุขาภิบาล					101,700
	รวมราคา					2,523,691
	ค่าดำเนินการและค่าไปและภาษี					605,686
	รวมราคาค่าก่อสร้าง	24%				3,129,376

การประมาณราคาก่อสร้าง (Bill Of Quantity)

ประมาณราคาโดย : ผู้วิจัย

วันที่ 10/02/2006

โครงการ : บ้านพักอาศัย 2 ชั้น (ไม้)

โครงสร้าง : โครงสร้างไม้ขนาดเล็ก

เจ้าของ ประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของบ้านโครงสร้างเหล็กและบ้านโครงสร้างไม้ที่พัฒนาขึ้นใช้ในประเทศไทย

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (หน่วย)	ราคา/หน่วย (บาท)		ราคารวม ต่อหน่วย	ราคารวม (บาท)	
			ค่าวัสดุ	ค่าแรง			
1	หมวดงานเตรียมการ น้ำไฟฟ้าควรว บ้านพักคนงาน เบ็ดเตล็ด				}	20,000	
	รวมหมวดงานเตรียมการ					20,000	
2	หมวดงานโครงสร้าง งาน คสล. งานโครงสร้างไม้ งานโครงสร้างไม้					190,655 592,700	
	รวมหมวดงานโครงสร้าง					783,355	
3	หมวดงานหลังคา แป้นไม้วางซ้อนน้ำยา 2"x2" ยาว 4 ม. พร้อมตะปูเกลียว กระเบื้องมุงหลังคาซีเมนต์ สีเทาปนฟ้า โครงหลังคาชั้นล่าง กั้นสาด โครงไม้วางซ้อนน้ำยา เชิงชายไม้แดง 1"x8" + 1"x6" ปัดนาก ซีเมนต์ ตะเสาข้างแฉกและตะเสาเหล็ก ครอบข้าง ครอบต้นโค้ง ครอบหางมน ครอบปีกมโน่ง พร้อมอุปกรณ์ ครอบปิดชาย แผ่นสะท้อนความร้อนซีเมนต์	250 280 25 120 120 10 64 220 5 98 14 280	ท่อน ตรม. ม. ม. ม. ม. ตัว ตัว ตัว ตัว ตัว ตรม.	130 140 - 450 40 400 25 39 39 25 31 65	50 60 - 50 - - - - - - 20	180.00 200.00 700.00 500.00 40.00 400.00 25.00 39.00 39.00 25.00 31.00 85.00	45,000 56,000 17,500 60,000 4,800 4,000 1,600 8,580 195 2,450 434 23,800
	รวมหมวดงานหลังคา					224,359	
4	หมวดงานตกแต่งพื้น พื้นไม้วางบอร์ด หนา 24 มม. พ1 พื้นแกรนิต 60x60 ซม. พ2 ปาร์เก้ไม้ตะค้ำ 2"x12" (3A) พ3 กระเบื้องเซรามิค พ4 หวายล้างเบอร์ 4 สีสรรพชาติ พ5 คอนกรีตขัดเรียบ	110 49 91 50 11 52	ตรม. ตรม. ตรม. ตรม. ตรม. ตรม.	295 745 750 350 150 100	100 200 200 150 120 120	395.00 945.00 950.00 500.00 270.00 220.00	43,450 46,305 86,450 25,000 2,970 11,440
	รวมหมวดงานตกแต่งพื้น					215,615	

การประมาณราคาก่อสร้าง (Bill Of Quantity)

ประมาณราคาโดย : ผู้วิจัย

วันที่ 10/02/2006

โครงการ : บ้านพักอาศัย 2 ชั้น (ไม้)

โครงสร้าง : ไม้ขนาดเล็ก

เจ้าของ

ประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของบ้านโครงสร้างเหล็กและบ้านโครงสร้างไม้ที่พัฒนาขึ้นใช้ในประเทศไทย

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (หน่วย)	ราคา/หน่วย (บาท)		ต่อหน่วย	ราคารวม (บาท)
			ค่าวัสดุ	ค่าแรง		
5	หมวดงานตกแต่งผนัง					
-	ผ1 ยิปซัมบอร์ด 12 มม. ฉาบเรียบ	427 ตรม.	120	50	170.00	72,590
-	ผ2 ผนังอิฐมวลเบา 12 มม.	323 ตรม.	158	80	238.00	76,874
-	งานยาแนวรอยต่อผนังอิฐมวลเบา	323 ตรม.	100	50	150.00	48,450
-	ผ3 กระเบื้องชิงชวด	78 ตรม.	350	120	470.00	36,660
-	ผ4 ทราบดี	65 ม.	150	120	270.00	17,550
-	ผ5 กาลสบลอก	65 ก้อน	80	20	100.00	6,500
-	ผ6 ฝ้าโซล่า	10 ตรม.	188	100	288.00	2,851
	รวมงานตกแต่งผนัง					261,475
6	หมวดงานฉนวนกันความร้อน (ผนังและหลังคา)					
-	ผฉฉ : โฟมอิฐมวลเบา 2" อลูมิเนียมฟอยล์ 2 ด้าน	323 ตรม.	203	30	233.00	75,259
-	ฝ้าพดาน : โฟมอิฐมวลเบา 2" อลูมิเนียมฟอยล์ 1 ด้าน	106 ตรม.	162	20	182.00	19,292
	รวมงานฉนวนกันความร้อน					94,551
7	หมวดงานตกแต่งฝ้าพดาน					
-	ผ1 ยิปซัมบอร์ดหนา 9 มม. ชนิดธรรมดา โครงเหล็ก	177 ตรม.	200	100	300.00	53,130
-	ชุบสังกะสี					
-	ผ2 ยิปซัมบอร์ดหนา 9 มม. ชนิดกันชื้น โครงเหล็ก	56 ตรม.	220	100	320.00	17,952
-	ชุบสังกะสี					
-	ผ3 ฝ้าพดานไม้เนื้อแข็ง 1/2" x 3" โครงไม้เนื้อแข็ง 1.5" x 3"	136 ตรม.	350	100	450.00	61,200
	รวมงานตกแต่งฝ้าพดาน					132,282
8	หมวดงานประตูกั้นน้ำต่าง					
-	ผ1	8 ชุด	2,800	300	3,100.00	24,800
-	ผ2	7 ชุด	5,000	300	5,300.00	37,100
-	ผ3	3 ชุด	5,000	300	5,300.00	15,900
-	ผ4	3 ชุด	2,800	300	3,100.00	9,300
-	ผ5	5 ชุด	2,800	300	3,100.00	15,500
-	ผ6	1 ชุด	7,500	300	7,800.00	7,800
-	ผ7	1 ชุด	5,000	300	5,300.00	5,300
-	ผ8	1 ชุด	10,000	500	10,500.00	10,500
-	ผ9	1 ชุด	8,000	500	8,500.00	8,500
-	ผ10	6 ชุด	6,000	500	6,500.00	39,000
-	ผ11	3 ชุด	6,500	500	7,000.00	21,000
-	ผ12	2 ชุด	12,000	1,000	13,000.00	26,000
-	ผ13	1 ชุด	9,000	1,000	10,000.00	10,000
-	ผ14	1 ชุด	6,000	500	6,500.00	6,500

การประมาณราคาก่อสร้าง (Bill Of Quantity)

ප්‍රශ්න : 02

10/02/2006

โครงการ : บ้านพักอาศัย 2 ชั้น (ไม้)

โครงสร้าง : โครงสร้างขนาดเล็ก

เจ้าของ ประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของบ้านโครงสร้างเหล็กและบ้านโครงสร้างไม้มหาพัฒนาให้ในประเทศไทย

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (หน่วย)	ราคา/หน่วย (บาท)		ราคารวม ต่อหน่วย	ราคารวม (บาท)	
			ค่าวัสดุ	ค่าแรง			
	- บานพับสแตนเลส 3"x4"	100 ตัว	50	-	50.00	5,000	
	- บานพับวิถีไก่ 10"	6 ชุด	220	-	220.00	1,320	
	- บานพับวิถีไก่ 12"	14 ชุด	240	-	240.00	3,360	
	- กดอลสแตนเลส 6"	100 ตัว	30	-	30.00	3,000	
	- มือจับหน้าต่างสแตนเลส	49 ตัว	50	-	50.00	2,450	
	- ขอสับหน้าต่างสแตนเลส	9 ตัว	50	-	50.00	450	
	- ลูกบิดประตู	13 ตัว	250	-	250.00	3,250	
	รวมงานประติ-หน้าต่าง					256,030	
	9	หมวดงานสุขภัณฑ์ (COTTO หรือเทียบเท่า)					
		- อ่างล้างหน้าฝังใต้เคาน์เตอร์	3 ชุด	1,140	50	1,190.00	3,570
		- ท่อน้ำทิ้งและตะตืออ่าง	3 ชุด	975	50	1,025.00	3,075
		- ก๊อกอ่างล้างหน้า	3 ชุด	970	50	1,020.00	3,060
		- โถล้างชักโครก	3 ชุด	2,600	200	2,800.00	8,400
- กาดอาบนํ้า 0.90 x 1.20 ม.		2 ชุด	4,629	500	5,129.00	10,258	
- อ่างอาบนํ้า		1 ชุด	8,180	1,000	9,180.00	9,180	
- บานเลื่อนกันน้ำ 1.20 x 1.80 ม.		1 ชุด	-	-	10,000.00	10,000	
- บานเลื่อนกันน้ำ 2.40 x 1.55 ม.		1 ชุด	-	-	18,000.00	18,000	
- ก๊อกชำระ		3 ชุด	490	50	540.00	1,620	
- ก๊อกผสม		3 ชุด	1,870	50	1,920.00	5,760	
- ฝักบัว		3 ชุด	720	50	770.00	2,310	
- ที่ใส่สบู่		3 ชุด	-	-	-	-	
- ที่ใส่กระดาษชำระ		3 ชุด	650	150	800.00	2,400	
- รวามเขานผ้า		3 ชุด	-	-	-	-	
- STOP VALVE (BALL VALVE)		3 ชุด	250	300	550.00	1,650	
- FLOOR DRAIN		3 ชุด	280	150	430.00	1,290	
- เคาน์เตอร์ คสล.		3 ชุด	1,500	500	2,000.00	6,000	
- TOP หินแกรนิต ลมมม (ตัวพีกริก)		3 ชุด	3,000	500	3,500.00	10,500	
- กระเบื้อง	3 ชุด	1,500	500	2,000.00	6,000		
รวมหมวดงานสุขภัณฑ์					103,073		
10	หมวดงานตกแต่งผนังไม้						
	- ลูกนอนบันได ไม้มะค่า 1.5" x 10"	14 ชิ้น	1,000	100	1,100.00	15,400	
	- ลูกตั้งบันได ไม้มะค่า 1/2" x 8"	16 ชิ้น	400	100	500.00	8,000	
	- รวามไม้ ไม้มะค่า 3"	6 ม.	1,200	250	1,450.00	8,700	
	- โครงสร้างบันได และค้ำติดตั้ง	1 งาน	-	8,000	8,000.00	8,000	
	- รวามติดกดบันได + รวามไม้มะค่า	4 ม.	-	-	3,500.00	14,000	
- รวามระเบียบไม้เนื้อแข็ง	1 ชุด	-	-	2,000.00	2,000		
รวมงานตกแต่งผนังไม้					56,100		

การประมาณราคาค่าก่อสร้าง (Bill Of Quantity)

ประมาณราคาโดย : ผู้วิจัย

วันที่ 10/02/2006

โครงการ : บ้านพักอาศัย 2 ชั้น (ไม้)

โครงสร้าง : โครงสร้างไม้ขนาดเล็ก

เจ้าของ ประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของบ้านโครงสร้างเหล็กและบ้านโครงสร้างไม้ที่พัฒนามาใช้ในประเทศไทย

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (หน่วย)	ราคา/หน่วย (บาท)		ต่อหน่วย	ราคารวม (บาท)
			ค่าวัสดุ	ค่าแรง		
11	หมวดงานทาสี (GC หรือเทียบเท่า) - สีพลาสติคสีเทาภายนอก - สีรองพื้นปูนใหม่ - สีพลาสติคทากายใน - สีนํ้ามันทาไม้ - งานขัดและทาสีเทมย้อมพื้นไม้ (4 เทียว)	210 ตรม. 560 ตรม. 350 ตรม. 90 ตรม. 91 ตรม.	- - - - -	- - - - -	60.00 50.00 40.00 70.00 250.00	12,600 28,000 14,000 6,300 22,750
รวมงานทาสี						
12	หมวดงานบัวพื้น-บัวฝ้าเพดาน - บัวพื้นไม้เนื้อแข็ง 1/2" x 4" - บัวฝ้าเพดานไม้เนื้อแข็ง 1/2" x 2"	104 ม. 120 ม.	150 100	100 120	250.00 220.00	26,000 26,400
รวมงานบัวพื้น-บัวฝ้าเพดาน						
13	หมวดงานระบบไฟฟ้า (สายไฟ/เคเบิล PVC มาตรฐาน มอก. ผึงในผนัง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้ National Wide Series ฯลฯ) - ขอบไม้คออีไฟฟ้า 30 A (3 เฟส) - สายเมนไฟฟ้าเข้าตู้ LDP (35 Sq.mm.) ฝั่งท่อ - อุปกรณ์อื่นๆ เช่น วายเวอร์ ฯลฯ และค่าแรง - ตู้ LDP พร้อม Circuit Breaker 24 ขั้ว - ปลั๊กคู่ - กระดิ่ง - โคมไฟดวงมัลติ - โคมไฟฟลูออเรสเซนต์ขาตั้ง - โคมไฟรีเฟลค - โคมไฟทึบ - โคมไฟซ่อน - ไฟกึ่งภายนอก - เครื่องทำน้ำอุ่น (เดินเฉพาะสายไฟ THW 6 sq.mm.) - เมน A/C (เดินเฉพาะสายไฟ THW 6 sq.mm.) - เต้ารับโทรศัพท์ 4c - เต้ารับโทรทัศน์ (สาย UBC)	30 ม. 1 งาน 1 ชุด 29 ชุด 1 ชุด 1 ชุด 41 ชุด 5 ชุด 13 ชุด 1 ชุด 3 ชุด 5 ชุด 3 ชุด 3 ชุด 3 ชุด 5 ชุด 5 ชุด 5 ชุด 7 ชุด 7 ชุด	100 - 12,000 200 450 350 170 850 450 450 - 650 - 650 200 - - - - -	- 10,000 2,000 550 550 550 550 550 550 550 550 550 550 550 550 550 800 800 850 550 800	100.00 10,000.00 14,000.00 750.00 1,000.00 900.00 720.00 1,400.00 1,000.00 1,000.00 550.00 1,450.00 800.00 800.00 1,500.00 750.00 800.00 800.00 750.00 800.00	3,000 10,000 14,000 21,750 1,000 36,900 3,600 18,200 1,000 2,400 7,500 5,250 5,600
รวมงานระบบไฟฟ้า						
						139,100

การประมาณราคาค่าก่อสร้าง (Bill Of Quantity)

ประมาณราคาโดย : ผู้วิจัย

วันที่ 10/02/2006

โครงการ : บ้านพักอาศัย 2 ชั้น (ไม้)

โครงสร้าง : โครงสร้างไม้ขนาดเล็ก

เจ้าของ ประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของบ้านโครงสร้างเหล็กและบ้านโครงสร้างไม้ที่พัฒนาขึ้นใช้ในประเทศไทย

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (หน่วย)	ราคา/หน่วย (บาท)		ต่อหน่วย	ราคารวม (บาท)
			ค่าวัสดุ	ค่าแรง		
14	หมวดงานระบบสุขาภิบาล งานท่อน้ำ					
	- CW R.3/4" PVC 13.5					
	- CW R.1/2" PVC 13.6					
	- HW R.1/2" COPPER					
	- S - R.4" PVC 8.5					
	- W - R.3" PVC 8.5					
	- W - R.2" PVC 8.5	1				35,000
	- V - R. 2" PVC 8.5					
	อุปกรณ์ / ข้อต่อ ข้องอ					
	- / FCO.					
	- CO.					
	- SCREEN CAP					
	งานระบบน้ำอาคาร					
	- ท่อซีเมนต์ใยหิน 8"	40	ม.	-	400.00	16,000
	- บ่อพักระบบน้ำย่อย	8	ชุด	-	1,000.00	8,000
	- บ่อบำบัดสำเร็จรูป 2-3 คน	1	ชุด	10,000	1,500	11,500.00
	- บ่อบำบัดสำเร็จรูป 3-4 คน	1	ชุด	8,000	1,500	9,500.00
	- ถังตกไขมัน COTTO- CDGT50	1	ชุด	3,500	300	3,800.00
	- มิเตอร์น้ำประปา 3/4"	1	ชุด	600	300	900.00
	- ถังเก็บน้ำลดแรงดัน 1500 ลิตร	1	ชุด	7,500	1,500	9,000.00
	- บังน้ำอัตโนมัติ Mitsubishi WP 255	1	ชุด	6,500	1,500	8,000.00
	(รวมลูกลอยและต่อท่อแบบ BYPASS)					
	รวมงานระบบสุขาภิบาล					101,700
	ระบบการวางงานอื่นๆ ซึ่งมีในเรื่องนี้ๆ รายการประกอบแบบและแบบแต่ไม่มีรายการอยู่ใน BOQ นี้					
	ราคานี้ไม่รวม					
	อย่างสำนักงาน เคาแก๊ส เฟอริไนเจอร์ งานอะมิเตอร์ไฟ					

การประมาณราคาค่าก่อสร้าง (Bill Of Quantity) ประมาณราคาโดย : ผู้วิจัย วันที่ 10/02/2006
 โครงการ : บ้านพักอาศัย 2 ชั้น โครงสร้าง : โครงสร้างไม้ขนาดเล็ก

เจ้าของ ประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของบ้านโครงสร้างเหล็กและบ้านโครงสร้างไม้ที่พัฒนาขึ้นในประเทศไทย

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (หน่วย)	ราคา/หน่วย (บาท)		ราคารวม ต่อหน่วย	ราคารวม (บาท)
			ค่าวัสดุ	ค่าแรง		
	โครงสร้างไม้ยังอบน้ำยา					
1	งานฐานราก/เสาตอม่อ					78,851
2	งานพื้นชั้นล่าง					111,804
3	งานโครงสร้างผนังชั้นล่าง					222,420
4	งานโครงสร้างพื้นชั้นบน					81,750
5	งานโครงสร้างผนังชั้นบน					151,520
6	งานโครงสร้างหลังคา					137,010
	รวมค่าวัสดุ+ค่าแรง					783,355
	ค่าดำเนินการ+กำไร+ภาษี	24%				188,005
	รวมทั้งสิ้น					971,361
1	งานฐานราก/เสาตอม่อ					
1.1	ฐานราก					
-	คอนกรีตโครงสร้าง	1.63 ลบ.ม.	1,800	300	2,100	3,423
-	เหล็กเสริมคอนกรีต d = 12 มม.	193 กก.	18	4	22	4,157
-	ไม้แบบ	12.7 ตรม.	150	80	230	2,921
-	คอนกรีตหยาบ	0.3 ลบ.ม.	1,600	300	1,900	570
-	ทรายหยาบ	0.6 ลบ.ม.	400	60	460	276
-	เสาเข็มคอนกรีต F-0.18x0.18x12.00 ม.	27 ต้น	1,320	1,000	2,320	62,640
-	งานชุดดิน	4 ลบ.ม.	-	100	100	400
1.2	เสาตอม่อ					
-	คอนกรีตโครงสร้าง	0.31 ลบ.ม.	1,800	300	2,100	651
-	เหล็กเสริมคอนกรีต d = 6 มม.	30 กก.	20	4	24	720
-	เหล็กเสริมคอนกรีต d = 12 มม	87 กก.	18	4	22	1,874
-	ไม้แบบ	5.3 ตรม.	150	80	230	1,219
	รวม					78,851
2	งานพื้นชั้นล่าง					
-	พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป	101 ตรม.	220	30	250	25,250
-	คอนกรีตโครงสร้าง	13.85 ลบ.ม.	1,800	300	2,100	29,085
-	เหล็กเสริมคอนกรีต d = 6 มม.	490 กก.	20	4	24	11,760
-	เหล็กเสริมคอนกรีต d = 9 มม	180 กก.	19	4	23	4,140
-	เหล็กเสริมคอนกรีต d = 12 มม.	212 กก.	18	4	22	4,664
-	เหล็กเสริมคอนกรีต d = 16 มม	215 กก.	17	4	21	4,597
-	เหล็กเสริมคอนกรีต d = 20 มม	217 กก.	17	4	21	4,639
-	ไม้แบบ	120.3 ตรม.	150	80	230	27,669
	รวม					111,804

การประมาณราคาค่าก่อสร้าง (Bill Of Quantity) ประมาณราคาโดย : ผู้วิจัย วันที่ 10/02/2006
 โครงการ : บ้านพักอาศัย 2 ชั้น โครงสร้าง : โครงสร้างไม้ขนาดเล็ก
 เจ้าของ : ประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของบ้านโครงสร้างเหล็กและบ้านโครงสร้างไม้ที่พัฒนาขึ้นในประเทศไทย

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (หน่วย)	ราคา/หน่วย (บาท)		ราคารวม ต่อหน่วย	ราคารวม (บาท)
			ค่าวัสดุ	ค่าแรง		
3	งานโครงสร้างผนังชั้นล่าง - ไม้ยางอบน้ำยา 2"x4" - แผ่นเหล็กหนา 2.5 มม. - BOLT 1/2"x7"	293 ลบ.ฟุต 414 แผ่น 76 ตัว	500 - -	200 - -	700 40 10	205,100 16,560 760
รวม						222,420
4	งานโครงสร้างพื้นชั้นบน - ไม้ยางอบน้ำยา 2"x8" - ไม้ยางอบน้ำยา 2"x6" - ไม้ยางอบน้ำยา 2"x4" - แผ่นเหล็กหนา 2.3 มม.	82 ลบ.ฟุต 11 ลบ.ฟุต 9 ลบ.ฟุต 40 แผ่น	600 550 500 -	200 200 200 -	800 750 700 40	65,600 8,250 6,300 1,600
รวม						81,750
5	งานโครงสร้างผนังชั้นบน - ไม้ยางอบน้ำยา 2"x8" - ไม้ยางอบน้ำยา 2"x4" - แผ่นเหล็กหนา 2.3 มม.	21 ลบ.ฟุต 188 ลบ.ฟุต 78 แผ่น	600 500 -	200 200 -	800 700 40	16,800 131,600 3,120
รวม						151,520
6	งานโครงสร้างหลังคา ที่จอดรถ - ไม้ยางอบน้ำยา 2"x4" - อคารหลัก - ไม้ยางอบน้ำยา 2"x6" - ไม้ยางอบน้ำยา 2"x4" - ไม้ยางอบน้ำยา 1.5"x6" - ไม้ยางอบน้ำยา 1.5"x3" - แผ่นเหล็กหนา 2-3 มม.	12 ลบ.ฟุต 98 ลบ.ฟุต 32 ลบ.ฟุต 22 ลบ.ฟุต 3 ลบ.ฟุต 384 แผ่น	500 550 500 500 450 -	200 200 200 200 200 -	700 750 700 700 650 40	8,400 73,500 22,400 15,400 1,950 15,360
รวม						137,010

การประมาณราคาก่อสร้าง (Bill Of Quantity)

ปริมาณราคาโดย : ผู้วิจัย

วันที่ 10/02/2006

โครงการ : บ้านพักอาศัย 2 ชั้น (เหล็ก)

โครงสร้าง :

โครงสร้างเหล็กเบา

เจ้าของ

ประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของบ้านโครงสร้างเหล็กและบ้านโครงสร้างไม้ที่พัฒนาขึ้นใช้ในประเทศไทย

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (หน่วย)	ราคา/หน่วย (บาท)		ราคารวม ต่อหน่วย	ราคารวม (บาท)	
			ค่าวัสดุ	ค่าแรง			
1	หมวดงานเตรียมการ น้ำไฟฟ้าชั่วคราว บ้านพักคนงาน เบ็ดเตล็ด				}	20,000	
	รวมหมวดงานเตรียมการ					20,000	
2	หมวดงานโครงสร้าง งาน คสล. งานโครงสร้างเหล็ก					190,655 340,561	
	รวมหมวดงานโครงสร้าง					531,216	
3	หมวดงานหลังคา แปเหล็กลูกปลั่งกระเบื้องพร้อมอุปกรณ์เจาะยึด กระเบื้องมุงหลังคาซีเมนต์ สีเทาถนบกพิราบ โครงหลังคาชั้นล่าง กั้นลาด โครงเหล็กลูกปลั่งกระเบื้อง เชิงชายไม้แดง 1"x8" + 1"x6" ปัดนาก ซีเมนต์ ตะแกรงสแตนเลสซีเมนต์ ครอบข้าง ครอบสันโค้ง ครอบทางมน ครอบโค้งมนนั่ง พร้อมอุปกรณ์ ครอบปิดชาย แม่เหล็กขันควมร้อนซีเมนต์	250 280 25 120 120 10 64 220 5 98 14 280 ตรม.	ท่อน ตรม. ม. ม. ม. ม. ตรม. ตรม. ตรม. ตรม. ตรม. ตรม. ตรม.	140 140 - 450 40 400 25 39 39 25 31 65	60 60 - 50 - - - - - - 20	200.00 200.00 700.00 500.00 40.00 400.00 25.00 39.00 39.00 25.00 31.00 85.00	50,000 56,000 17,500 60,000 4,800 4,000 1,600 8,580 195 2,450 434 23,800
	รวมหมวดงานหลังคา					229,355	
4	หมวดงานตกแต่งพื้น พื้นซีเมนต์บอร์ค หน้า 24 มม. - พ1 หินแกรนิต 60x60 ซม. - พ2 ปาร์เก้ไม้ละค่า 2"x12" (3A) - พ3 กระเบื้องเซรามิก - พ4 ทรายล้างบอร์ 4 สัทธิรมชาติ - พ5 คอนกรีตขัดหยาบ	110 49 91 50 11 52 ตรม.	ตรม. ตรม. ตรม. ตรม. ตรม. ตรม. ตรม.	295 745 750 350 150 100	100 200 200 150 120 120	395.00 945.00 950.00 500.00 270.00 220.00	43,450 46,305 86,450 25,000 2,970 11,440
	รวมหมวดงานตกแต่งพื้น					215,611	

การประมาณราคาค่าก่อสร้าง (Bill Of Quantity) ประมาณราคาโดย : ผู้วิจัย วันที่ 10/02/2006
 โครงการ : บ้านพักอาศัย 2 ชั้น (เหล็ก) โครงสร้าง : โครงสร้างเหล็กเบา

เจ้าของ ประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของบ้านโครงสร้างเหล็กและบ้านโครงสร้างไม้ที่พัฒนาขึ้นในประเทศไทย

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (หน่วย)	ราคา/หน่วย (บาท)		ต่อหน่วย	ราคารวม (บาท)
			ค่าวัสดุ	ค่าแรง		
5	หมวดงานตกแต่งผนัง					
-	ผ1 ยิปซัมบอร์ด 12 มม. ฉาบเรียบ	427 ตรม.	120	50	170.00	72,590
-	ผ2 ผนังอิฐมวลเบา 12 มม.	323 ตรม.	158	80	238.00	76,874
-	ยาแนวรอยต่อผนังอิฐมวลเบา	323 ตรม.	100	50	150.00	48,450
-	ผ3 กระเบื้องเซรามิค	78 ตรม.	350	120	470.00	36,660
-	ผ4 ทราบดีก	65 ม.	150	120	270.00	17,550
-	ผ5 กลาดมัลลิก	65 ก้อน	80	20	100.00	6,500
-	ผ6 ฝ้าไม้เซรามิก	10 ตรม.	188	100	288.00	2,851
	รวมงานตกแต่งผนัง					261,475
6	หมวดงานฉนวนกันความร้อน (ผนังและหลังคา)					
-	ผฉนวน : โฟม PUหนา 1" (density = 16 kg / m2)	323 ตรม.	150	30	180.00	58,140
-	ฝ้าพดาน : โฟมบอร์ดลาดหนา 2" อลูมิเนียมฟอยล์ 1 ด้าน	106 ตรม.	162	20	182.00	19,292
	รวมงานฉนวนกันความร้อน					77,432
7	หมวดงานตกแต่งฝ้าพดาน					
-	ผ1 ยิปซัมบอร์ดหนา 9 มม. ชนิดธรรมดา โครงเหล็ก	177 ตรม.	200	100	300.00	53,130
-	ชุบสังกะสี					
-	ผ2 ยิปซัมบอร์ดหนา 9 มม. ชนิดกันชื้น โครงเหล็ก	56 ตรม.	220	100	320.00	17,952
-	ชุบสังกะสี					
-	ผ3 ฝ้าพดานไม้เนื้อแข็ง 1/2" x 3" โครงไม้เนื้อแข็ง 1.5" x 3"	136 ตรม.	350	100	450.00	61,200
	รวมงานตกแต่งฝ้าพดาน					132,282
8	หมวดงานประตุน้ำต่าง					
-	น1	8 ชุด	2,800	300	3,100.00	24,800
-	น2	7 ชุด	5,000	300	5,300.00	37,100
-	น3	3 ชุด	5,000	300	5,300.00	15,900
-	น4	3 ชุด	2,800	300	3,100.00	9,300
-	น5	5 ชุด	2,800	300	3,100.00	15,500
-	น6	1 ชุด	7,500	300	7,800.00	7,800
-	น7	1 ชุด	5,000	300	5,300.00	5,300
-	น8	1 ชุด	10,000	500	10,500.00	10,500
-	น9	1 ชุด	8,000	500	8,500.00	8,500
-	น10	6 ชุด	6,000	500	6,500.00	39,000
-	น11	3 ชุด	6,500	500	7,000.00	21,000
-	น12	2 ชุด	12,000	1,000	13,000.00	26,000
-	น13	1 ชุด	9,000	1,000	10,000.00	10,000
-	น14	1 ชุด	6,000	500	6,500.00	6,500

การประมาณราคาค่าก่อสร้าง (Bill Of Quantity) ประมาณราคาโดย : ผู้วิจัย วันที่ 10/02/2006

โครงการ : บ้านพักอาศัย 2 ชั้น (เหล็ก) โครงสร้าง : โครงสร้างเหล็กเบา

เจ้าของ ประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของบ้านโครงสร้างเหล็กและบ้านโครงสร้างไม้ที่พัฒนาขึ้นใช้ในประเทศไทย

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (หน่วย)	ราคา/หน่วย (บาท)		ต่อหน่วย	ราคารวม (บาท)
			ค่าวัสดุ	ค่าแรง		
	- บานพับสแตนเลส 3"x4"	100 ตัว	50	-	50.00	5,000
	- บานพับวิวกั๊ 10"	6 ชุด	220	-	220.00	1,320
	- บานพับวิวกั๊ 12"	14 ชุด	240	-	240.00	3,360
	- กัดอมสแตนเลส 6"	100 ตัว	30	-	30.00	3,000
	- มือจับหน้าต่างสแตนเลส	49 ตัว	50	-	50.00	2,450
	- ขอดับหน้าต่างสแตนเลส	9 ตัว	50	-	50.00	450
	- ลูกบิดประตู	13 ตัว	250	-	250.00	3,250
	รวมงานประตู-หน้าต่าง					256,030
9	หมวดงานสุขภัณฑ์ (COTTO หรือเทียบเท่า)					
	- อ่างล้างหน้าฝังใต้เคาน์เตอร์	3 ชุด	1,140	50	1,190.00	3,570
	- ท่อน้ำทิ้งและตะได้อ่าง	3 ชุด	975	50	1,025.00	3,075
	- ก๊อกอ่างล้างหน้า	3 ชุด	970	50	1,020.00	3,060
	- ไถ่รวมชักโครก	3 ชุด	2,600	200	2,800.00	8,400
	- ถาดอาบนํ้า 0.90 x 1.20 ม.	2 ชุด	4,629	500	5,129.00	10,258
	- อ่างอาบนํ้า	1 ชุด	8,180	1,000	9,180.00	9,180
	- บานเลื่อนกํานํ้า 1.20 x 1.80 ม.	1 ชุด	-	-	10,000.00	10,000
	- บานเลื่อนกํานํ้า 2.40 x 1.55 ม.	1 ชุด	-	-	18,000.00	18,000
	- ก๊อกชำระ	3 ชุด	490	50	540.00	1,620
	- ก๊อกผสม	3 ชุด	1,870	50	1,920.00	5,760
	- ฝักบัว	3 ชุด	720	50	770.00	2,310
	- ที่ใส่สบู่	3 ชุด				
	- ที่ใส่กระดาษชำระ	3 ชุด	650	150	800.00	2,400
	- รวบรวมขนํ้า	3 ชุด				
	- STOP VALVE (BALL VALVE)	3 ชุด	250	300	550.00	1,650
	- FLOOR DRAIN	3 ชุด	280	150	430.00	1,290
	- เคาน์เตอร์ คสล.	3 ชุด	1,500	500	2,000.00	6,000
	- TOP หินแกรนิต ลมมม (คำอัพริกา)	3 ชุด	3,000	500	3,500.00	10,500
	- กระเบื้อง	3 ชุด	1,500	500	2,000.00	6,000
รวมหมวดงานสุขภัณฑ์						103,073
10	หมวดงานตกแต่งบันได					
	- ลูกนอนบันได ไม้ละคํ้า 1.5" x 10"	14 ชิ้น	1,000	100	1,100.00	15,400
	- ลูกตั้งบันได ไม้ละคํ้า 1/2" x 8"	16 ชิ้น	400	100	500.00	8,000
	- รวบบันได ไม้ละคํ้า 3"	6 ม.	1,200	250	1,450.00	8,700
	- โครงสร้างบันได และคํ้าติดตั้ง	1 งาน	-	8,000	8,000.00	8,000
	ราวกันตกสแตนเลส + ราวไม้ละคํ้า	4 ม.	-	-	3,500.00	14,000
	ราวระเบียงไม้เนื้อแข็ง	1 ชุด	-	-	2,000.00	2,000
รวมงานตกแต่งบันได						56,100

การประมาณราคาค่าก่อสร้าง (Bill Of Quantity) ประมาณราคาโดย : ผู้วิจัย วันที่ 10/02/2006
 โครงการ : บ้านพักอาศัย 2 ชั้น โครงสร้าง : โครงสร้างเหล็กเบา
 เจ้าของ ประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของบ้านโครงสร้างเหล็กและบ้านโครงสร้างไม้ที่พัฒนาขึ้นใช้ในประเทศไทย

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (หน่วย)	ราคา/หน่วย (บาท)		ราคารวม ต่อหน่วย	ราคารวม (บาท)
			ค่าวัสดุ	ค่าแรง		
โครงสร้างเหล็กชุบสังกะสี						
1	งานฐานราก/เสาตอม่อ					78,851
2	งานพื้นชั้นล่าง					111,804
3	งานโครงสร้างผนังชั้นล่าง					128,716
4	งานโครงสร้างพื้นชั้นบน					56,840
5	งานโครงสร้างผนังชั้นบน					82,561
6	งานโครงสร้างหลังคา					72,444
	รวมค่าวัสดุ+ค่าแรง					531,216
	ค่าดำเนินการ+กำไร+ภาษี	24%				127,492
	รวมทั้งสิ้น					658,708
1	งานฐานราก/เสาตอม่อ					
1.1	ฐานราก					
-	คอนกรีตโครงสร้าง	1.63 ลบ.ม.	1,800	300	2,100	3,423
-	เหล็กเสริมคอนกรีต d = 12 มม.	193 กก.	18	4	22	4,157
-	ไม้แบบ	12.7 ตร.ม.	150	80	230	2,921
-	คอนกรีตหยาบ	0.3 ลบ.ม.	1,600	300	1,900	570
-	ทรายหยาบ	0.6 ลบ.ม.	400	60	460	276
-	เสาเข็มคอนกรีต I- 0.18x0.18x12.00 ม.	27 ต้น	1,320	1,000	2,320	62,640
-	งานขุดดิน	4 ลบ.ม.	-	100	100	400
1.2	เสาตอม่อ					
-	คอนกรีตโครงสร้าง	0.31 ลบ.ม.	1,800	300	2,100	651
-	เหล็กเสริมคอนกรีต d = 6 มม.	30 กก.	20	4	24	720
-	เหล็กเสริมคอนกรีต d = 12 มม	87 กก.	18	4	22	1,874
-	ไม้แบบ	5.3 ตร.ม.	150	80	230	1,219
	รวม					78,851
2	งานพื้นชั้นล่าง					
-	พื้นคอนกรีตดำเรีจุรูป	101 ตร.ม.	220	30	250	25,250
-	คอนกรีตโครงสร้าง	13.85 ลบ.ม.	1,800	300	2,100	29,085
-	เหล็กเสริมคอนกรีต d = 6 มม.	490 กก.	20	4	24	11,760
-	เหล็กเสริมคอนกรีต d = 9 มม	180 กก.	19	4	23	4,140
-	เหล็กเสริมคอนกรีต d = 12 มม.	212 กก.	18	4	22	4,664
-	เหล็กเสริมคอนกรีต d = 16 มม	215 กก.	17	4	21	4,597
-	เหล็กเสริมคอนกรีต d = 20 มม	217 กก.	17	4	21	4,639
-	ไม้แบบ	120.3 ตร.ม.	150	80	230	27,669
	รวม					111,804

การประมาณราคาค่าก่อสร้าง (Bill Of Quantity) ประมาณราคาโดย : ผู้วิจัย วันที่ 10/02/2006
 โครงการ : บ้านพักอาศัย 2 ชั้น โครงสร้าง : โครงสร้างเหล็กเบา
 เจ้าของ ประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของบ้านโครงสร้างเหล็กและบ้านโครงสร้างไม้ที่ได้พัฒนาขึ้นในประเทศไทย

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (หน่วย)	ราคา/หน่วย (บาท)		ต่อหน่วย	ราคารวม (บาท)
			ค่าวัสดุ	ค่าแรง		
3	งานโครงสร้างผนังชั้นล่าง - โครงเหล็กชุบสังกะสี C - 92x45x0.8 - โครงเหล็กชุบสังกะสี U - 92x45x0.8 - เหล็กแผ่นชุบสังกะสี # 14 - เหล็กแผ่นชุบสังกะสี # 20 - น็อต 1/2"x7"	1110 ม. 373 ม. 4 แผ่น 316 แผ่น 76 ตัว	56 50 - - -	23 20 - - -	79 70 44 44 11	87,690 26,110 176 13,904 836
	รวม					128,746
4	งานโครงสร้างพื้นชั้นบน - โครงเหล็กชุบสังกะสี C - 200x50x1.0 - โครงเหล็กชุบสังกะสี C - 92x45x0.8 - โครงเหล็กชุบสังกะสี U - 200x50x1.0 - CLIP ANGLE #14	240 ม. 14 ม. 118 ม. 92 ตัว	105 56 97 -	43 23 40 -	148 79 137 44	35,520 1,106 16,166 4,048
	รวม					56,840
5	งานโครงสร้างผนังชั้นบน - โครงเหล็กชุบสังกะสี C - 92x45x0.8 - โครงเหล็กชุบสังกะสี U - 200x50x1.0 - โครงเหล็กชุบสังกะสี U - 92x45x0.8 - เหล็กแผ่นชุบสังกะสี #20	780 ม. 13 ม. 236 ม. 60 แผ่น	56 97 50 -	23 40 20 -	79 137 70 44	61,620 1,781 16,520 2,640
	รวม					82,561
6	งานโครงสร้างหลังคา 6.1 ฝ้าฉอดกร - โครงเหล็กชุบสังกะสี C - 92x45x0.8 6.2 ฝ้าฉาดรเหล็ก - โครงเหล็กชุบสังกะสี C - 200x50x1.0 - โครงเหล็กชุบสังกะสี C - 125x45x0.8 - โครงเหล็กชุบสังกะสี U - 125x45x0.7 - โครงเหล็กชุบสังกะสี L - 75x35x0.7 - ฝ้าฉนเหล็กชุบสังกะสี #18	66 ม. 9 ม. 343 ม. 233 ม. 364 ม. 194 แผ่น	56 105 62 46 24 -	23 43 25 19 10 -	79 148 87 65 34 44	5,214 1,332 29,841 15,145 12,376 8,536
	รวม					72,444

การประมาณราคาค่าก่อสร้าง (Bill Of Quantity) ประมาณราคาโดย : ผู้วิจัย วันที่ 10/02/2006

โครงการ : บ้านพักอาศัย 2 ชั้น (คอนกรีตเสริมเหล็ก) โครงสร้าง : โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

เจ้าของ ประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของบ้านโครงสร้างเหล็กและบ้านโครงสร้างไม้ที่พัฒนาขึ้นใช้ในประเทศไทย

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (หน่วย)	ราคา/หน่วย (บาท)		ราคารวม (บาท)
			ค่าวัสดุ	ค่าแรง	
	สรุปราคาค่าก่อสร้าง (บ้านคอนกรีตเสริมเหล็ก)				
1	หมวดงานเตรียมการ				20,000
2	หมวดงานโครงสร้างและโครงสร้างหลังคา				424,411
3	หมวดงานหลังคา				229,359
4	หมวดงานพื้น				172,165
5	หมวดงานผนัง				267,081
6	หมวดงานฉนวนกันความร้อน				19,292
7	หมวดงานฝ้าเพดาน				132,282
8	หมวดงานประตู-หน้าต่าง				256,030
9	หมวดงานสุขภัณฑ์				103,073
10	หมวดงานบันได				56,100
11	หมวดงานทาสี				86,150
12	หมวดงานม็วพื้น และบัวฝ้าเพดาน				52,400
13	หมวดงานระบบไฟฟ้า				139,100
14	หมวดงานระบบสุขาภิบาล				101,700
	รวมราคา				2,059,143
	ค่าดำเนินการและค่าใช่และภาษี				494,194
	รวมราคาค่าก่อสร้าง	24%			2,553,338