บทที่ 4
การวิเคราะห์ผลการวิจัย

4.1 การวิเคราะห์การทดสอบที่ 1

เป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบทดสอบวัสดุฉนวนที่มีจุดมุ่งหมายในการทดสอบหา “รูปแบบในการประกอบวัสดุฉนวนร่วมกับผนังมวลสาร(ผนังคอนกรีตบล็อก) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนของวัสดุในรูปแบบการจัดวางตำแหน่งของฉนวนที่แตกต่างกัน ระหว่างติดตั้งฉนวนต่างๆไว้ด้านนอกผนัง หรือติดตั้งฉนวนต่างๆไว้ด้านในของผนัง

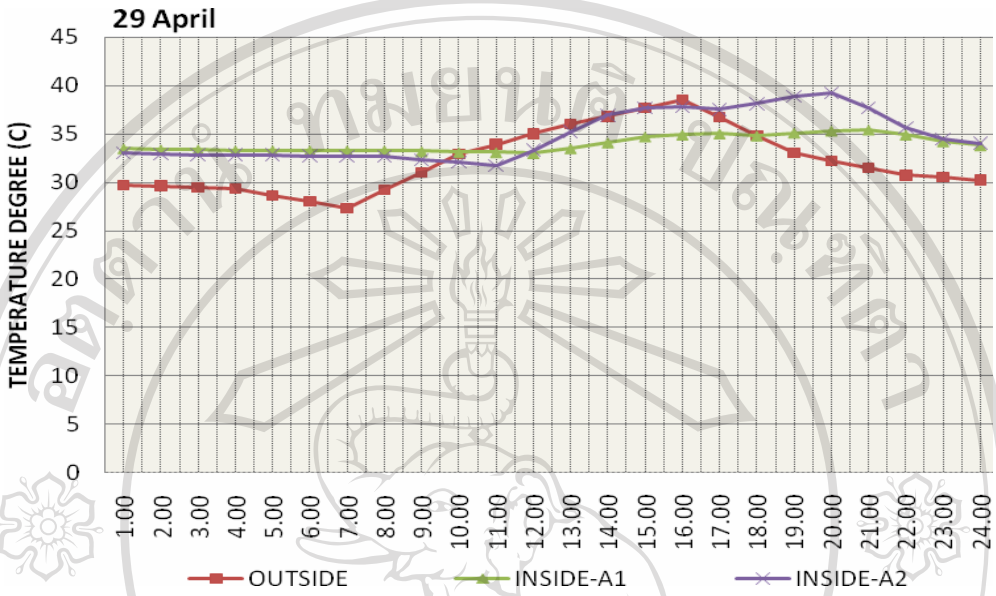
โดยใช้ผนังคอนกรีตบล็อกขนาด 0.07x0.19x0.39 เป็นวัสดุหลักของผนัง และใช้วัสดุฉนวน ได้แก่ ฉนวนใยแก้ว ความหนา 1”, 2” โพลีสไตรีนโฟมแบบความหนาแน่นน้อย 0.6-0.8 ปอนด์ต่อลูกบาศ์กฟุต มีความหนา 1” , 2” และฉนวนโพลีเอทธีรีน ขนาดความหนา 3,5 มม.

ในการทดสอบจำลองหุ่นในโปรแกรม ECOTECT โดยจำลองสถานการณ์ตลอดทั้งปี โดยเลือกใช้วันที่มีอุณหภูมิสูงสุด คือวันที่ 29 เมษายน และวันที่มีอุณหภูมิต่ำสุด คือวันที่ 25 มกราคม โดยพิจารณาอุณหภูมิแบบรายชั่วโมง (Hourly Temperature) เพื่อทำนายการเกิดอุณหภูมิระหว่างอุณหภูมิภายนอกและภายในหุ่นจำลอง โดยการตั้งค่าการจำลองวัสดุทดสอบในสถานการณ์เดียวกัน

โดยวัสดุที่มีอุณหภูมิภายในกล่องทดสอบที่ต่ำที่สุด มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ต่ำ และมีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดภายในกล่องวัสดุชนิดนั้นๆที่มีความแตกต่างกันน้อย หรือมีความคงที่ของอุณหภูมิภายในกล่องตลอดทั้งวันที่สุด จะมีความสามารถในการลดความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในได้ดีกว่าวัสดุอีกชนิดหนึ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.1. เปรียบเทียบวัสดุฉนวนใยแก้วหนา 1” ติดตั้งด้านนอก (A1) กับ ฉนวนใยแก้วหนา 1” ติดตั้งด้านใน (A2)



แผนภูมิ 4.1 เปรียบเทียบวัสดุ A1 และ A2 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 29 เมษายน

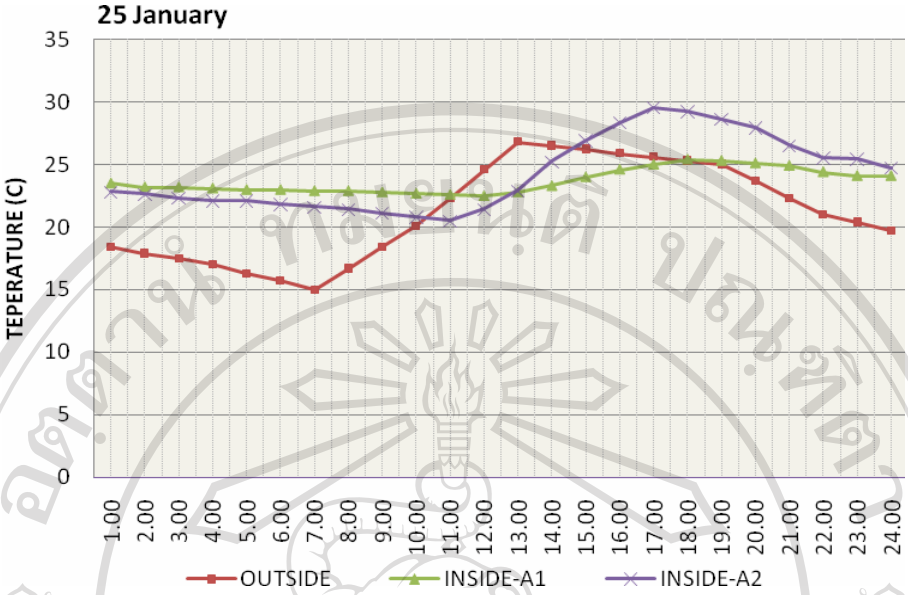
ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบวัสดุ A1 และ A2 วันที่ 29 เมษายน

รายการ	A1	A2	A1	A2	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	35.40	39.20	√		ค่าน้อยดีกว่าค่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	33.00	31.70		√	
อุณหภูมิเฉลี่ย	33.95	34.70	√		
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	2.40	7.50	√		
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	3.80	7.60	√		
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	0.6	1.1	√		

แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย = 0.75 องศา

จากตารางเปรียบเทียบ A1 กับ A2 ในตารางที่ 4.1 พบว่าในวันที่ 29 เมษายน ผลการทดลองเปรียบเทียบ A1 :A2 คือ 5:1 กล่าวคือ การติดตั้งฉนวนใยแก้ว หนา 1” ไว้ด้านนอกของผนังคอนกรีตบล็อก มีความสามารถในการลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในได้ดีกว่าวัสดุฉนวนใยแก้ว หนา 1” ไว้ภายในของผนังคอนกรีตบล็อก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนภูมิ 4.2 เปรียบเทียบวัสดุ A1 และ A2 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 25 มกราคม

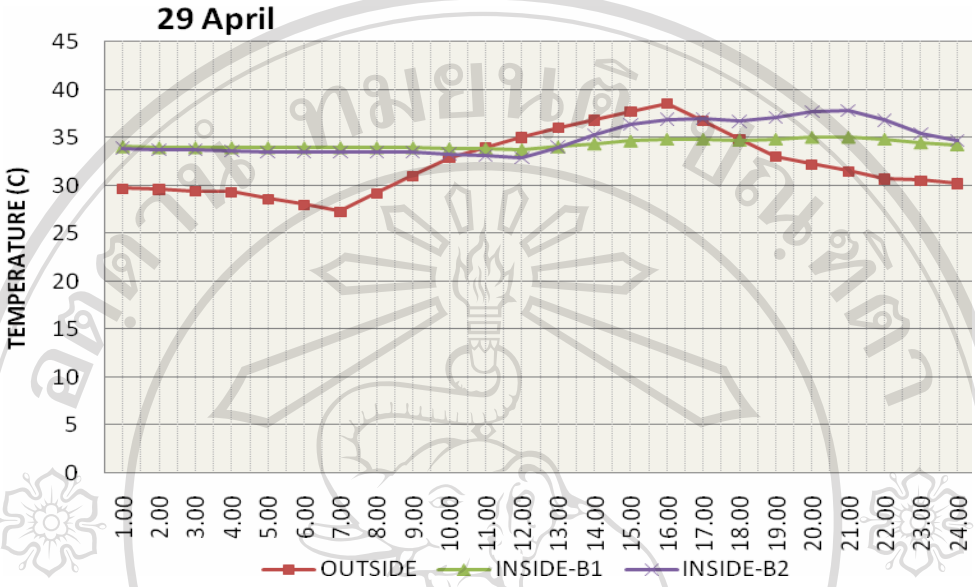
ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบวัสดุ A1 และ A2 วันที่ 25 มกราคม

รายการ	A1	A2	A1	A2	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	25.40	29.50	√		ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	22.50	20.50		√	
อุณหภูมิเฉลี่ย	23.68	24.21	√		
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	2.90	9.00	√		
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	3.80	7.90	√		
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	0.7	1.5	√		
แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย	=	0.53	องศา		

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตารางเปรียบเทียบ A1 กับ A2 ในตารางที่ 4.2 พบว่าในวันที่ 25 มกราคม ผลการทดลอง A1 : A2 คือ 5:1 กล่าวคือ การติดตั้งฉนวนใยแก้ว หนา 1” ไว้ด้านนอกของผนังคอนกรีตบล็อก มีความสามารถในการลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในได้ดีกว่าวัสดุ ฉนวนใยแก้ว หนา 1” ไว้ภายในของผนังคอนกรีตบล็อก

4.1.2. เปรียบเทียบวัสดุฉนวนใยแก้วหนา 2” ติดตั้งด้านนอก (B1) กับฉนวนใยแก้วหนา 2” ติดตั้งด้านใน (B2)



แผนภูมิ 4.3 เปรียบเทียบวัสดุ B1 และ B2 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 29 เมษายน

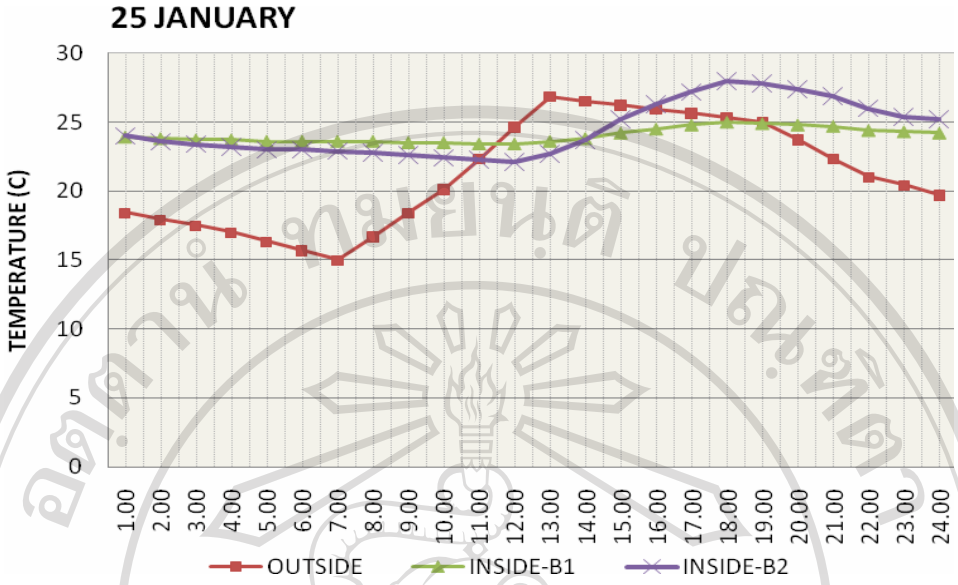
ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบวัสดุ B1 และ B2 วันที่ 29 เมษายน

รายการ	B1	B2	B1	B2	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	35.00	37.80	√		ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	33.70	32.90		√	
อุณหภูมิเฉลี่ย	34.25	34.90	√		
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	1.30	4.90	√		
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	3.40	6.20	√		
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	0.5	0.9	√		

แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย = 0.65 องศา

จากตารางเปรียบเทียบ B1 กับ B2 ในตารางที่ 4.3 พบว่าในวันที่ 29 เมษายน ผลการทดลอง B1 เปรียบเทียบ B2 คือ 5:1 กล่าวคือ การติดตั้งฉนวนใยแก้ว หนา 2” ไว้ด้านนอกของผนังคอนกรีตบล็อก มีความสามารถในการลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในได้ดีกว่าวัสดุฉนวนใยแก้ว หนา 2” ไว้ภายในของผนังคอนกรีตบล็อก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนภูมิ 4.4 เปรียบเทียบวัสดุ B1 และ B2 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 25 มกราคม

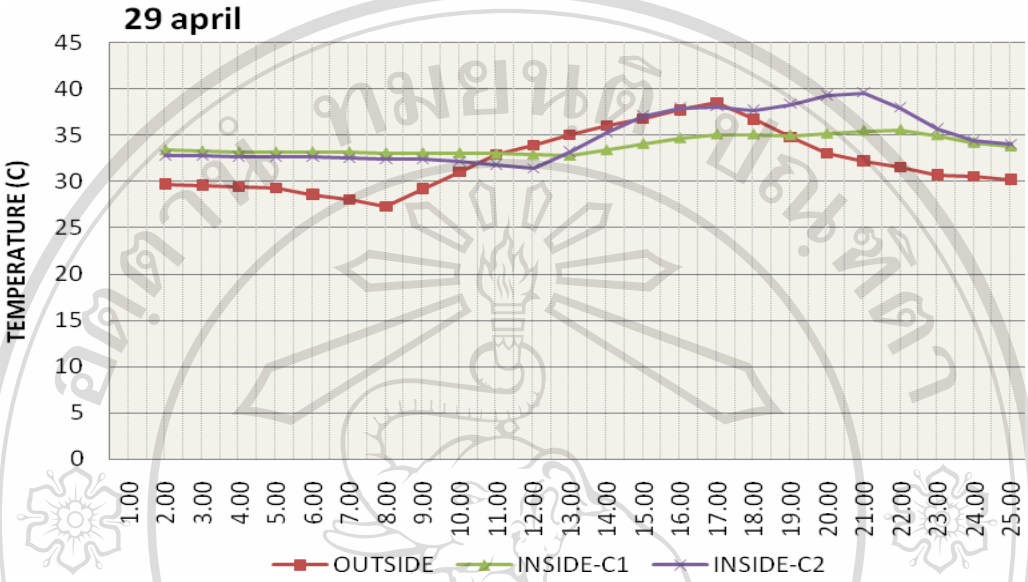
ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบวัสดุ B1 และ B2 วันที่ 25 มกราคม

รายการ	B1	B2	B1	B2	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	24.90	28.00	√		ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	23.40	22.10		√	
อุณหภูมิเฉลี่ย	24.02	24.46	√		
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	1.50	5.90	√		
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	3.30	6.40	√		
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	0.6	1.2	√		
แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย	=	0.44	องศา		

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตารางเปรียบเทียบ B1 กับ B2 ในตารางที่ 4.4 พบว่าในวันที่ 25 มกราคม ผลการทดลองเปรียบเทียบระหว่าง B1 : B2 คือ 5:1 กล่าวคือ การติดตั้งฉนวนใยแก้ว หนา 2” ไว้ด้านนอกของผนังคอนกรีตบล็อก มีความสามารถในการลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในได้ดีกว่าวัสดุ ฉนวนใยแก้ว หนา 2” ไว้ภายในของผนังคอนกรีตบล็อก

4.1.3. เปรียบเทียบวัสดุฉนวนโฟม ความหนาแน่นน้อย หนา 1” ติดตั้งด้านนอก (C1) กับโฟม ความหนาแน่นน้อย หนา 1” ติดตั้งด้านใน (C2)



แผนภูมิ 4.5 เปรียบเทียบวัสดุ C1 และ C2 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 29 เมษายน

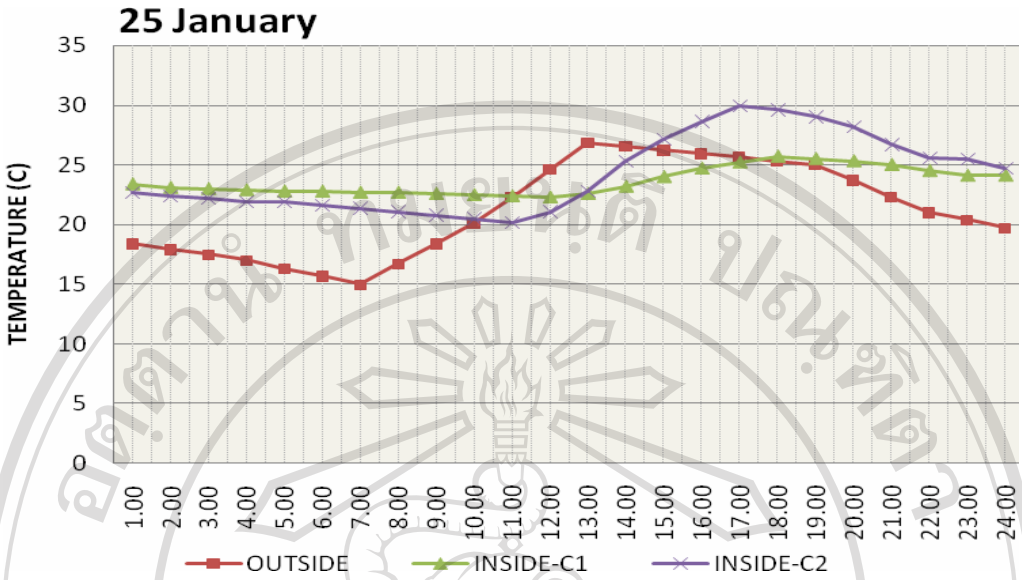
ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบวัสดุ C1 และ C2 วันที่ 29 เมษายน

รายการ	C1	C2	C1	C2	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	35.60	39.60	√		ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	32.80	31.40		√	
อุณหภูมิเฉลี่ย	33.93	34.79	√		
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	2.80	8.20	√		
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	4.00	8.00	√		
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	0.6	1.2	√		

แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย = 0.86 องศา

จากตารางเปรียบเทียบ C1 กับ C2 ในตารางที่ 4.5 พบว่าในวันที่ 29 เมษายน ผลการทดลอง C1 เปรียบเทียบ C2 คือ 5:1 กล่าวคือ การติดตั้งฉนวนโฟม ความหนาแน่นน้อย หนา 1” ไว้ด้านนอกของผนังคอนกรีตบล็อก มีความสามารถในการลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในได้ดีกว่าวัสดุฉนวนโฟม ความหนาแน่นน้อย หนา 1” ไว้ภายในของผนังคอนกรีตบล็อก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนภูมิ 4.6 เปรียบเทียบวัสดุ C1 และ C2 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 25 มกราคม

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบวัสดุ C1 และ C2 วันที่ 25 มกราคม

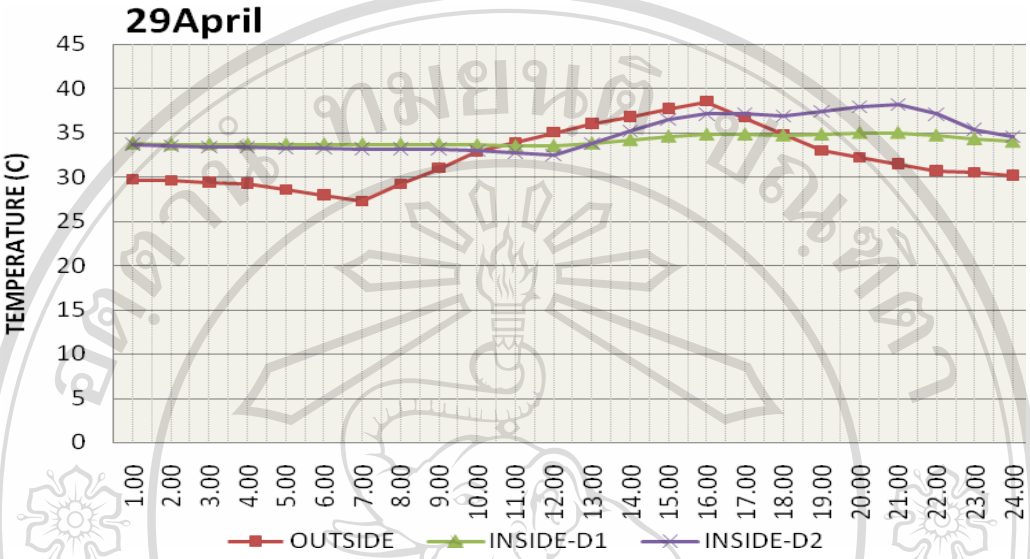
รายการ	C1	C2	C1	C2	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	25.70	29.90	√		ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	22.30	20.20		√	
อุณหภูมิเฉลี่ย	23.63	24.20	√		
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	3.40	9.70	√		
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	4.10	8.30	√		
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	0.8	1.6	√		

แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย = 0.57 องศา

จากตารางเปรียบเทียบ C1 กับ C2 ในตารางที่ 4.6 พบว่าในวันที่ 25 มกราคม ผลการทดลอง C1 เปรียบเทียบ C2 คือ 5:1 กล่าวคือ การติดตั้งฉนวนโฟม ความหนาแน่นน้อย หนา 1” ไว้ด้านนอกของผนังคอนกรีตบล็อก มีความสามารถในการลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในได้ดีกว่าวัสดุฉนวนโฟม ความหนาแน่นน้อย หนา 1” ไว้ภายในของผนังคอนกรีตบล็อก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.4. เปรียบเทียบวัสดุฉนวนโฟม ความหนาแน่นน้อย หนา 2” ติดตั้งด้านนอก (D1) กับวัสดุโฟม ความหนาแน่นน้อย หนา 2” ติดตั้งด้านใน (D2)



แผนภูมิ 4.7 เปรียบเทียบวัสดุ D1 และ D2 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 29 เมษายน

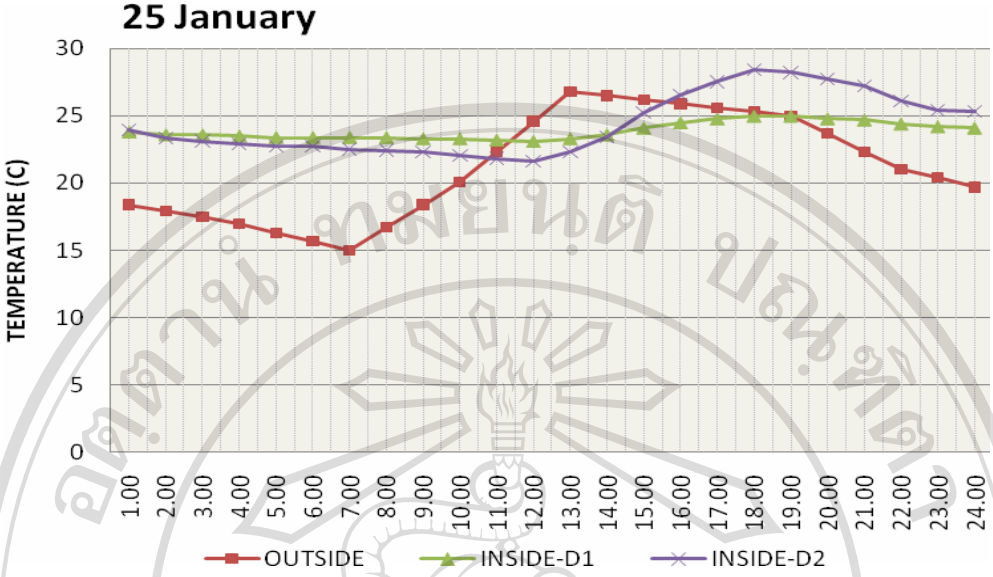
ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบวัสดุ D1 และ D2 วันที่ 29 เมษายน

รายการ	D1	D2	D1	D2	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	35.00	38.20	√		ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	33.50	32.50		√	
อุณหภูมิเฉลี่ย	34.11	34.83	√		
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	1.50	5.70	√		
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	3.40	6.60	√		
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	0.5	1.0	√		

แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย = 0.72 องศา

จากตารางเปรียบเทียบ D1 กับ D2 ในตารางที่ 4.7 พบว่าในวันที่ 29 เมษายน ผลการทดลอง D1 เปรียบเทียบ D2 คือ 5:1 กล่าวคือ การติดตั้งฉนวนโฟม ความหนาแน่นน้อย หนา 2” ไว้ด้านนอกของผนังคอนกรีตบล็อก มีความสามารถในการลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในได้ดีกว่าวัสดุฉนวนโฟม ความหนาแน่นน้อย หนา 2” ไว้ภายในของผนังคอนกรีตบล็อก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนภูมิ 4.8 เปรียบเทียบวัสดุ D1 และ D2 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 25 มกราคม

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบวัสดุ D1 และ D2 วันที่ 25 มกราคม

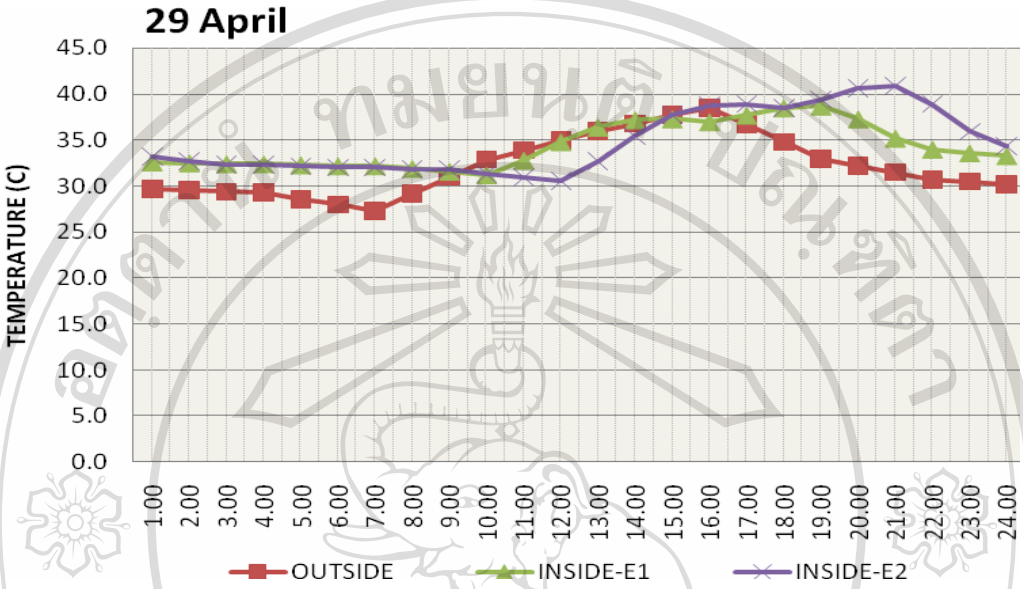
รายการ	D1	D2	D1	D2	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	25.00	28.40	√		ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	23.10	21.60		√	
อุณหภูมิเฉลี่ย	23.90	24.35	√		
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	1.90	6.80	√		
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	3.40	6.80	√		
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	0.7	1.3	√		

แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย = 0.45 องศา

จากตารางเปรียบเทียบ D1 กับ D2 ในตารางที่ 4.8 พบว่าในวันที่ 25 มกราคม ผลการทดลอง D1 เปรียบเทียบ D2 คือ 5:1 กล่าวคือ การติดตั้งฉนวนโฟม ความหนาแน่นน้อย หนา 2” ไว้ด้านนอกของผนังคอนกรีตบล็อก มีความสามารถในการลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในได้ดีกว่าวัสดุฉนวนโฟม ความหนาแน่นน้อย หนา 2” ไว้ภายในของผนังคอนกรีตบล็อก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.5. เปรียบเทียบวัสดุฉนวน PE ความหนา 3 มม. ติดตั้งด้านนอก (E1) กับวัสดุฉนวน PE ความหนา 3 มม. ติดตั้งด้านใน (E2)



แผนภูมิ 4.9 เปรียบเทียบวัสดุ E1 และ E2 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 29 เมษายน

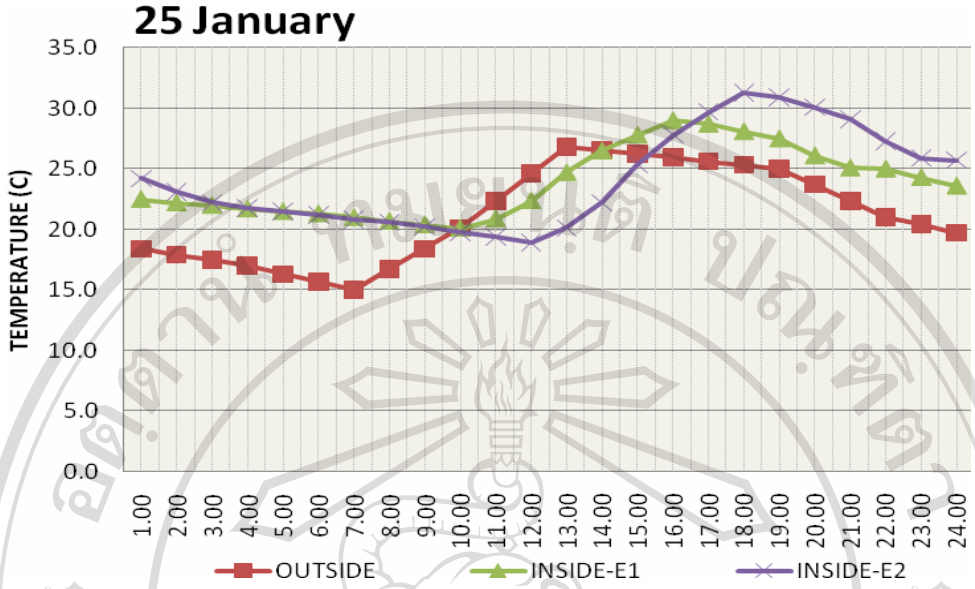
ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบวัสดุ E1 และ E2 วันที่ 29 เมษายน

รายการ	E1	E2	E1	E2	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	38.70	40.90	√		ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	31.20	30.50		√	
อุณหภูมิเฉลี่ย	34.38	34.79	√		
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	7.50	10.40	√		
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	7.10	9.30	√		
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	1.0	1.3	√		

แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย = 0.41 องศา

จากตารางเปรียบเทียบ E1 กับ E2 ในตารางที่ 4.9 พบว่าในวันที่ 29 เมษายน ผลการทดลอง E1 เปรียบเทียบ E2 คือ 5:1 กล่าวคือ การติดตั้งฉนวน PE หนา 3 มม. ไว้ด้านนอกของผนังคอนกรีตบล็อก มีความสามารถในการลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในได้ดีกว่าวัสดุฉนวน PE หนา 3 มม. ไว้ภายในของผนังคอนกรีตบล็อก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนภูมิ 4.10 เปรียบเทียบวัสดุ E1 และ E2 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 25 มกราคม

ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบวัสดุ E1 และ E2 วันที่ 25 มกราคม

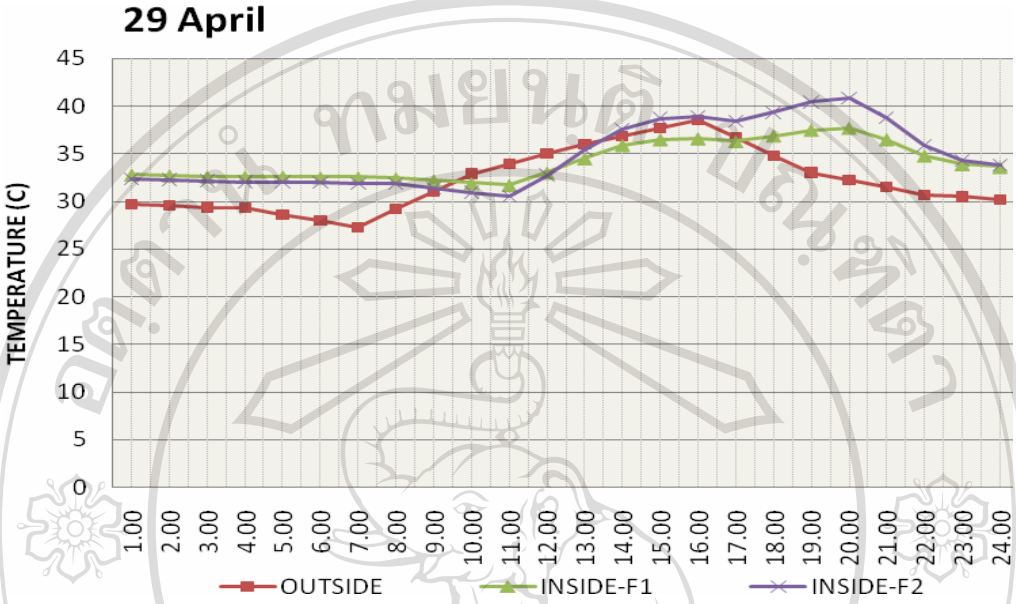
รายการ	E1	E2	E1	E2	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	29.00	31.40	√		ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	20.10	19.40		√	
อุณหภูมิเฉลี่ย	23.88	24.20	√		
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	8.90	12.00	√		
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	7.40	9.80	√		
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	1.4	1.9	√		

แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย = 0.32 องศา

จากตารางเปรียบเทียบ E1 กับ E2 ในตารางที่ 4.10 พบว่าในวันที่ 25 มกราคม ผลการทดลอง E1 เปรียบเทียบ E2 คือ 5:1 กล่าวคือ การติดตั้งฉนวน PE หนา 3 มม. ไว้ด้านนอกของผนังคอนกรีตบล็อก มีความสามารถในการลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในได้ดีกว่าวัสดุฉนวน PE หนา 3 มม. ไว้ภายในของผนังคอนกรีตบล็อก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.1.6. เปรียบเทียบวัสดุฉนวน PE ความหนา 5 มม. ติดตั้งด้านนอก (F1) กับวัสดุฉนวน PE ความหนา 5 มม. ติดตั้งด้านใน (F2)



แผนภูมิ 4.11 เปรียบเทียบวัสดุ F1 และ F2 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 29 เมษายน

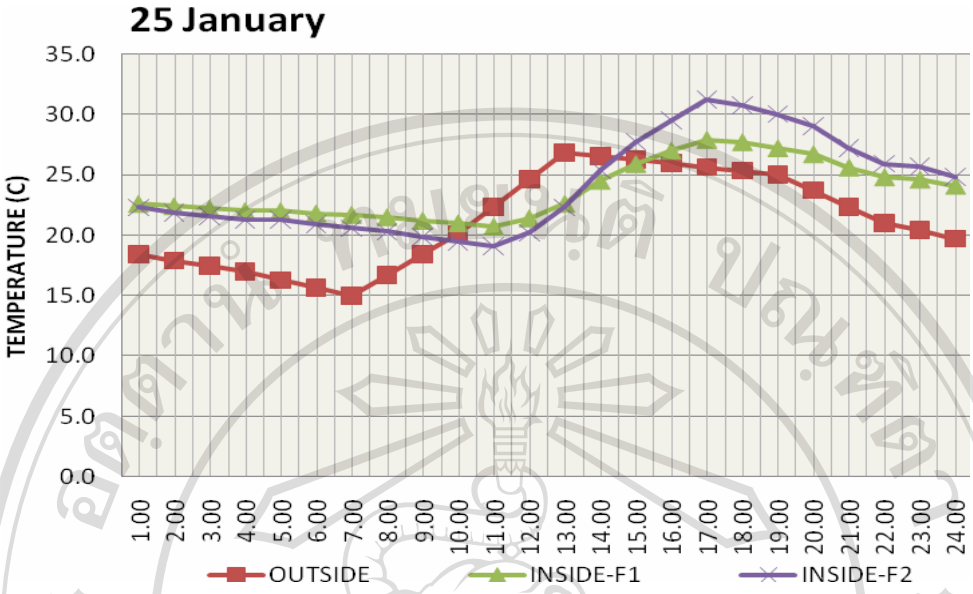
ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบวัสดุ F1 และ F2 วันที่ 29 เมษายน

รายการ	F1	F2	F1	F2	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	37.70	40.80	√		ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	31.70	30.60		√	
อุณหภูมิเฉลี่ย	34.18	34.79	√		
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	6.00	10.20	√		
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	6.10	9.20	√		
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	0.9	1.3	√		

แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย = 0.61 องศา

จากตารางเปรียบเทียบ F1 กับ F2 ในตารางที่ 4.11 พบว่าในวันที่ 29 เมษายน ผลการทดลอง F1 เปรียบเทียบ F2 คือ 5:1 กล่าวคือ การติดตั้งฉนวน PE หนา 5 มม. ไว้ด้านนอกของผนังคอนกรีตบล็อก มีความสามารถในการลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในได้ดีกว่าวัสดุฉนวน PE หนา 5 มม. ไว้ภายในของผนังคอนกรีตบล็อก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนภูมิ 4.12 เปรียบเทียบวัสดุ F1 และ F2 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 25 มกราคม

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบวัสดุ F1 และ F2 วันที่ 25 มกราคม

รายการ	F1	F2	F1	F2	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	27.90	31.20	√		ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	20.70	19.10		√	
อุณหภูมิเฉลี่ย	23.72	24.10	√		
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	7.20	12.10	√		
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	6.30	9.60	√		
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	1.2	1.8	√		

แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย = 0.38 องศา

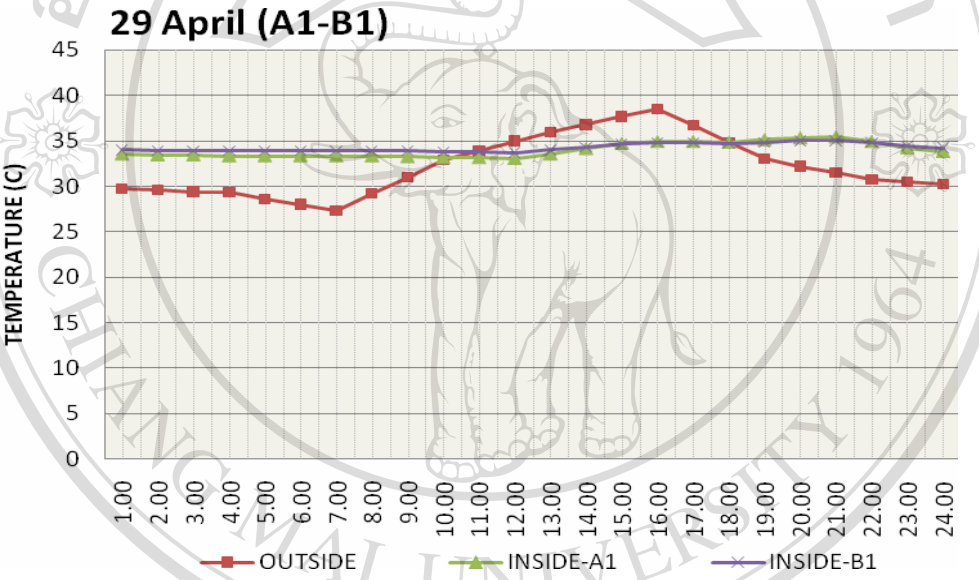
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตารางเปรียบเทียบ F1 กับ F2 ในตารางที่ 4.12 พบว่าในวันที่ 25 มกราคม ผลการทดลอง F1 เปรียบเทียบ F2 คือ 5:1 กล่าวคือ การติดตั้งฉนวน PE หนา 5 มม. ไว้ด้านนอกของผนังคอนกรีตบล็อก มีความสามารถในการลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในได้ดีกว่าวัสดุฉนวน PE หนา 5 มม. ไว้ภายในของผนังคอนกรีตบล็อก

4.2 การวิเคราะห์การทดสอบที่ 2

เป็นการทดสอบที่มีจุดมุ่งหมายในการศึกษาเปรียบเทียบ ความสามารถในการลดความร้อนที่มีชนิดวัสดุเดียวกัน ตำแหน่งของการประกอบร่วมกันกันผนังคอนกรีตบล็อกเหมือนกัน แต่ความหนาแตกต่างกัน นำมาเปรียบเทียบกันเพื่อพิจารณาอุณหภูมิภายในของกล่องทดสอบแต่ละชนิด ในความสามารถลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกสู่ภายใน ชนิดใดดีกว่ากันดังนี้

4.2.1 การเปรียบเทียบวัสดุฉนวนใยแก้วหนา 1" ติดตั้งด้านนอก (A1) กับ วัสดุฉนวนใยแก้ว หนา 2" ติดตั้งด้านใน (B1)



แผนภูมิ 4.13 เปรียบเทียบวัสดุ A1 และ B1 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 29 เมษายน

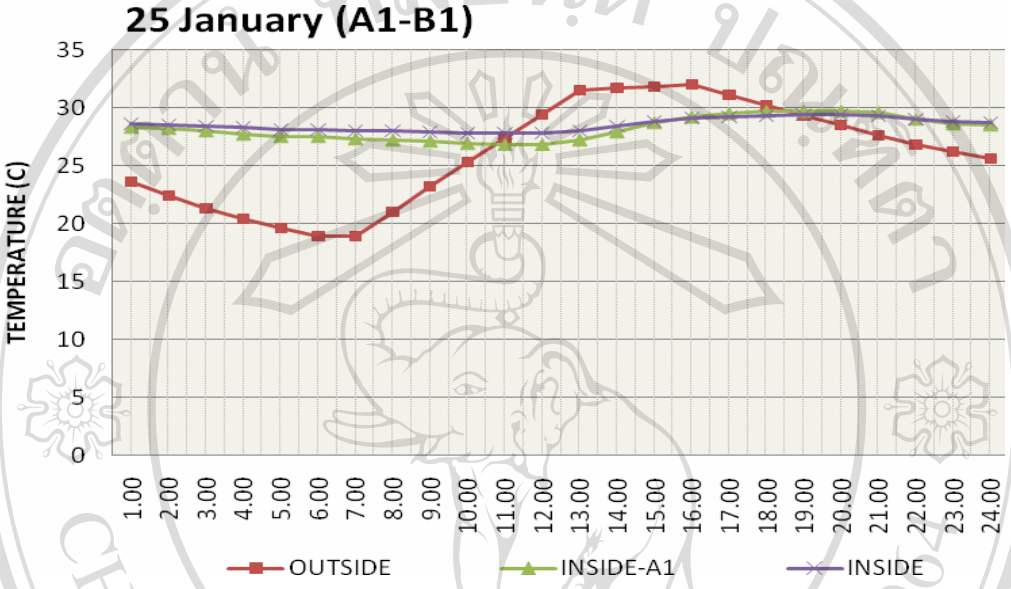
ตารางที่ 4.13 เปรียบเทียบวัสดุ A1 และ B1 วันที่ 29 เมษายน

รายการ	A1	B1	A1	B1	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	35.40	35.00		√	ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	33.00	33.70	√		
อุณหภูมิเฉลี่ย	33.95	34.25	√		
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	2.40	1.30		√	
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	3.80	3.40		√	
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	0.6	0.5		√	

แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย = 0.30 องศา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตารางเปรียบเทียบ A1 กับ B2 ในตารางที่ 4.13 พบว่าในวันที่ 29 เมษายน ผลการทดลอง A1 เปรียบเทียบ B1 คือ 2:4 กล่าวคือ การติดตั้งฉนวนใยแก้วหนา 1” ติดตั้งไว้ด้านนอกของผนังคอนกรีตบล็อก มีความสามารถในการลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในน้อยกว่าการติดตั้งฉนวนใยแก้ว หนา 2” ติดตั้งไว้ด้านนอกของผนังคอนกรีตบล็อก



แผนภูมิ 4.14 เปรียบเทียบวัสดุ A1 และ B1 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 25 มกราคม

ตารางที่ 4.14 เปรียบเทียบวัสดุ A1 และ B1 วันที่ 25 มกราคม

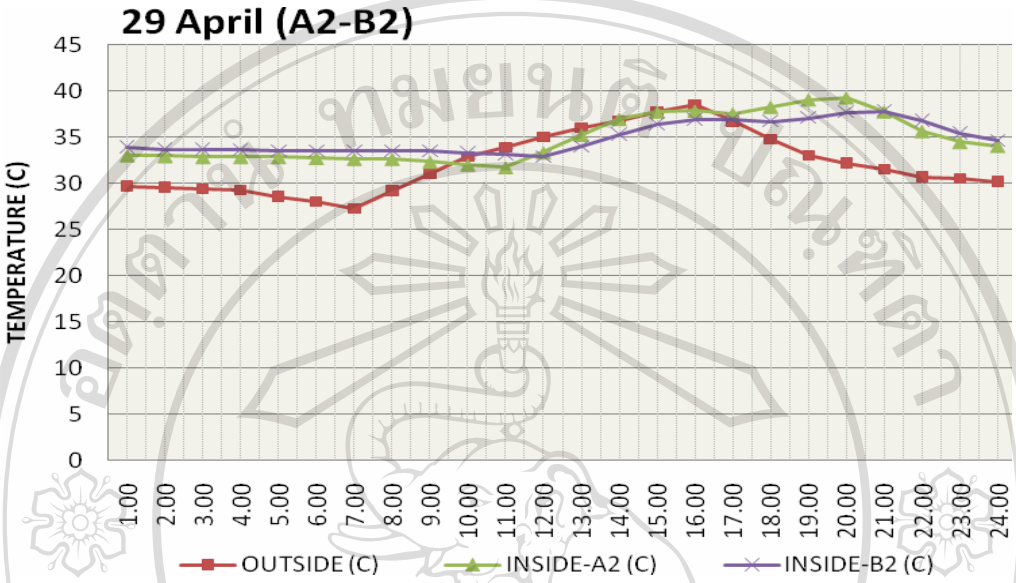
รายการ	A1	B1	A1	B1	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	25.40	24.90		√	ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	22.50	23.40	√		
อุณหภูมิเฉลี่ย	23.68	24.02	√		
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	2.90	1.50		√	
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	3.80	3.30		√	
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	0.7	0.6		√	

แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย = 0.34 องศา

จากตารางเปรียบเทียบ A1 กับ B1 ในตารางที่ 4.14 พบว่าในวันที่ 25 มกราคม ผลการทดลอง A1 เปรียบเทียบ B1 คือ 2:4 กล่าวคือ การติดตั้งฉนวนใยแก้วหนา 1” ติดตั้งไว้ด้านนอกของผนังคอนกรีตบล็อก มีความสามารถในการลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในน้อยกว่าการติดตั้งฉนวนใยแก้ว หนา 2” ติดตั้งไว้ด้านนอกของผนังคอนกรีตบล็อก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.2 การเปรียบเทียบวัสดุฉนวนใยแก้ว หนา 1” ติดตั้งด้านใน (A2) กับวัสดุฉนวนใยแก้ว หนา 2” ติดตั้งด้านใน (B2)



แผนภูมิ 4.15 เปรียบเทียบวัสดุ A2 และ B2 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 29 เมษายน

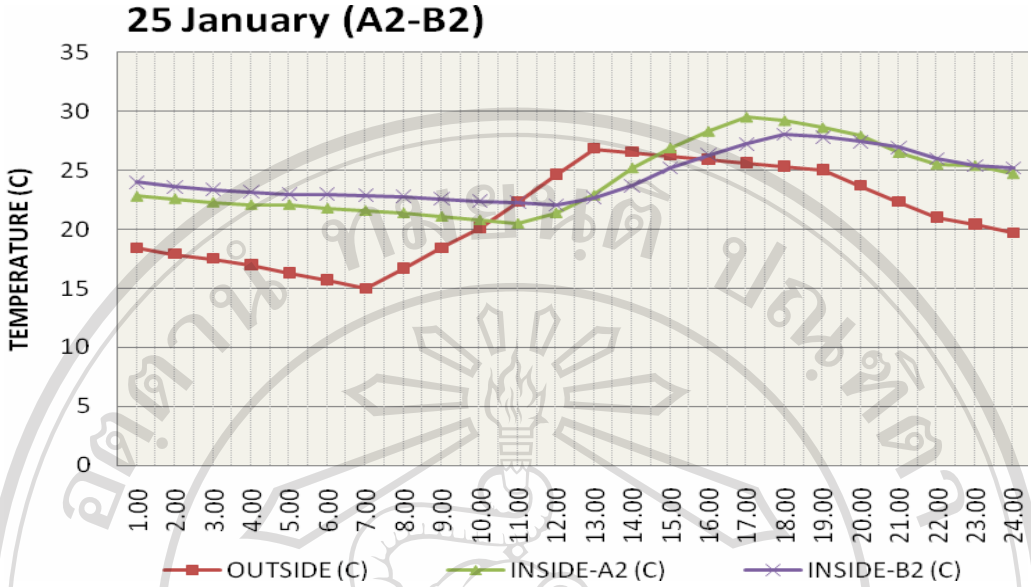
ตารางที่ 4.15 เปรียบเทียบวัสดุ A2 และ B2 วันที่ 29 เมษายน

รายการ	A2	B2	A2	B2	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	39.20	37.80		√	ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	31.70	32.90	√		
อุณหภูมิเฉลี่ย	34.70	34.90	√		
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	7.50	4.90		√	
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	7.60	6.20		√	
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	1.1	0.9		√	

แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย = 0.20 องศา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตารางเปรียบเทียบวัสดุ A2 และ B2 ในตารางที่ 4.15 พบว่าในวันที่ 29 เมษายน ผลการทดลองเปรียบเทียบระหว่าง A2 : B2 คือ 2:4 ดังนั้นฉนวนใยแก้วหนา 1” ติดตั้งไว้ด้านในผนังคอนกรีตบล็อก มีความสามารถลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในกล่องทดสอบน้อยกว่าการใช้ฉนวนใยแก้ว หนา 2” ติดตั้งไว้ภายใน



แผนภูมิ 4.16 เปรียบเทียบวัสดุ A2 และ B2 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 25 มกราคม

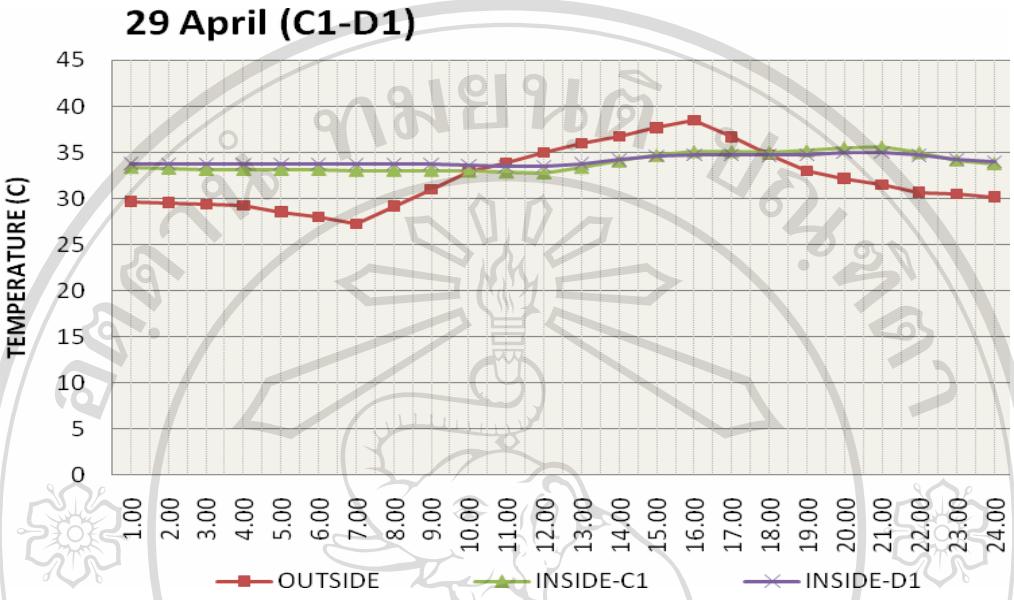
ตารางที่ 4.16 เปรียบเทียบวัสดุ A2 และ B2 วันที่ 25 มกราคม

รายการ	A2	B2	A2	B2	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	29.50	28.00		√	ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	20.50	22.10	√		
อุณหภูมิเฉลี่ย	24.21	24.46	√		
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	9.00	5.90		√	
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	7.90	6.40		√	
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	1.5	1.2		√	
แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย	=	0.25	องศา		

จากตารางเปรียบเทียบวัสดุ A2 และ B2 ในตารางที่ 4.16 พบว่าในวันที่ 25 มกราคม ผลการทดลองเปรียบเทียบระหว่าง A2 : B2 คือ 2:4 ดังนั้นฉนวนใยแก้วหนา 1” ติดตั้งไว้ด้านในผนังคอนกรีตบล็อก มีความสามารถลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในกล่องทดสอบน้อยกว่าการใช้ฉนวนใยแก้ว หนา 2” ติดตั้งไว้ภายใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.3 เปรียบเทียบวัสดุฉนวนโฟม ความหนาแน่นน้อยหนา 1” ติดตั้งภายนอก (C1) กับวัสดุฉนวนโฟม ความหนาแน่นน้อยหนา 2” ติดตั้งภายนอก (D1)



แผนภูมิ 4.17 เปรียบเทียบวัสดุ C1 และ D1 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 29 เมษายน

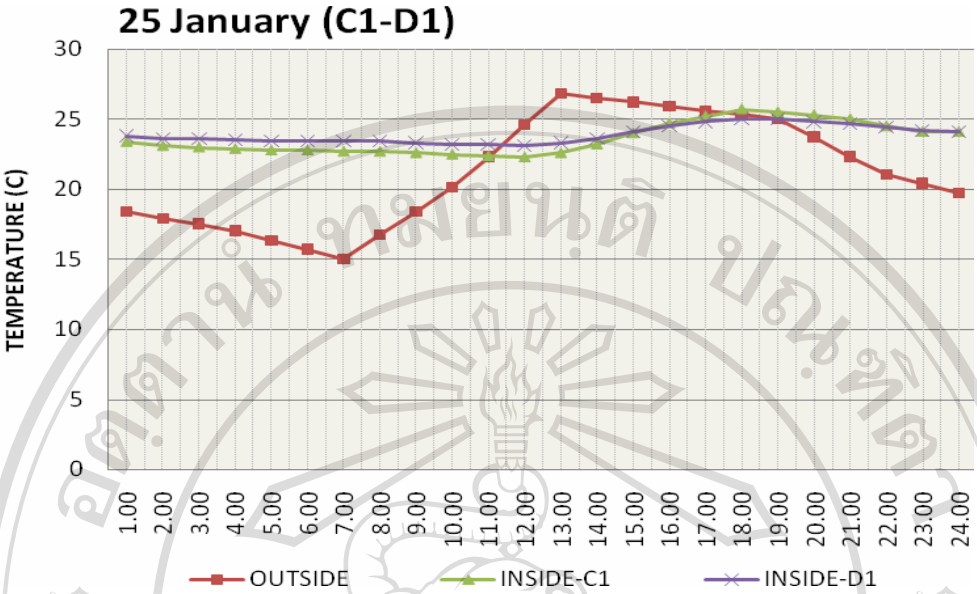
ตารางที่ 4.17 เปรียบเทียบวัสดุ C1 และ D1 วันที่ 29 เมษายน

รายการ	C1	D1	C1	D1	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	35.60	35.00		√	ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	32.80	33.50	√		
อุณหภูมิเฉลี่ย	33.93	34.11	√		
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	2.80	1.50		√	
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	4.00	3.40		√	
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	0.6	0.5		√	

แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย = 0.18 องศา

จากตารางเปรียบเทียบวัสดุ C1 และ D1 ในตารางที่ 4.17 พบว่าในวันที่ 29 เมษายน ผลการทดลองเปรียบเทียบระหว่าง C1 : D2 คือ 2:4 ดังนั้นฉนวนโฟม หนา 1” ติดตั้งไว้ด้านนอกผนังคอนกรีตบล็อก มีความสามารถลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในกล่องทดสอบน้อยกว่าการใช้ฉนวนโฟม หนา 2” ติดตั้งไว้ภายนอก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนภูมิ 4.18 เปรียบเทียบวัสดุ C1 และ D1 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 25 มกราคม

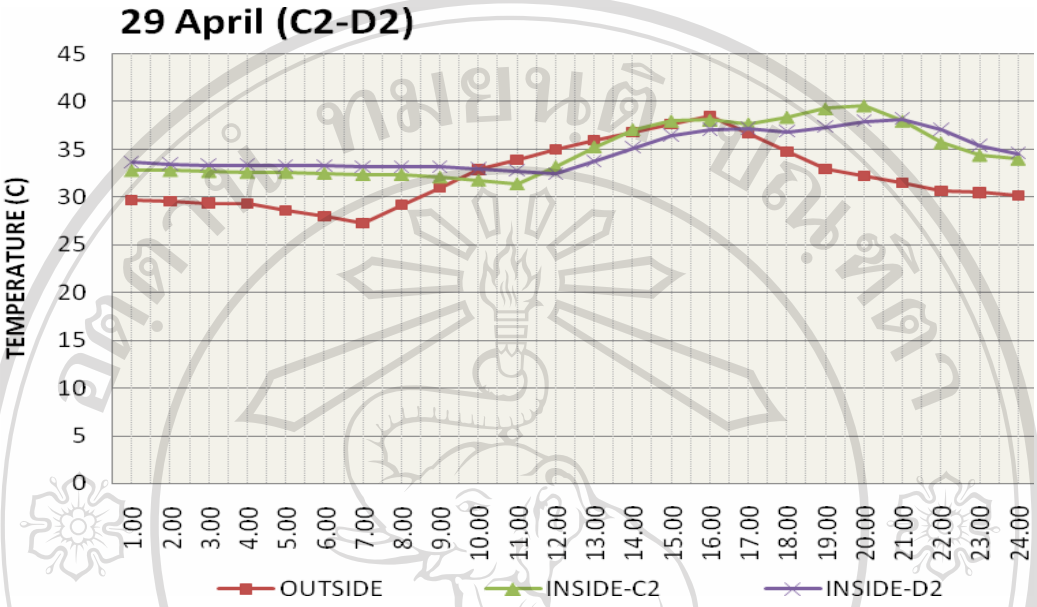
ตารางที่ 4.18 เปรียบเทียบวัสดุ C1 และ D1 วันที่ 25 มกราคม

รายการ	C1	D1	C1	D1	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	25.70	25.00		√	ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	22.30	23.10	√		
อุณหภูมิเฉลี่ย	23.63	23.90	√		
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	3.40	1.90		√	
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	4.10	3.40		√	
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	0.8	0.7		√	
แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย	=	0.27	องศา		

จากตารางเปรียบเทียบวัสดุ C1 และ D1 ในตารางที่ 4.18 พบว่าในวันที่ 25 มกราคม ผลการทดลองเปรียบเทียบระหว่าง C1 : D1 คือ 2:4 ดังนั้นฉนวนโฟม หนา 1” ติดตั้งไว้ด้านนอกผนังคอนกรีตบล็อก มีความสามารถลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในกล่องทดสอบน้อยกว่าการใช้ฉนวนโฟม หนา 2” ติดตั้งไว้ภายนอก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.4 เปรียบเทียบวัสดุฉนวนโฟม ความหนาแน่นน้อย หนา 1” ติดตั้งด้านใน (C2) กับ วัสดุฉนวนโฟม ความหนาแน่นน้อย หนา 2” ติดตั้งด้านใน (D2)



แผนภูมิ 4.19 เปรียบเทียบวัสดุ C2 และ D2 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 29 เมษายน

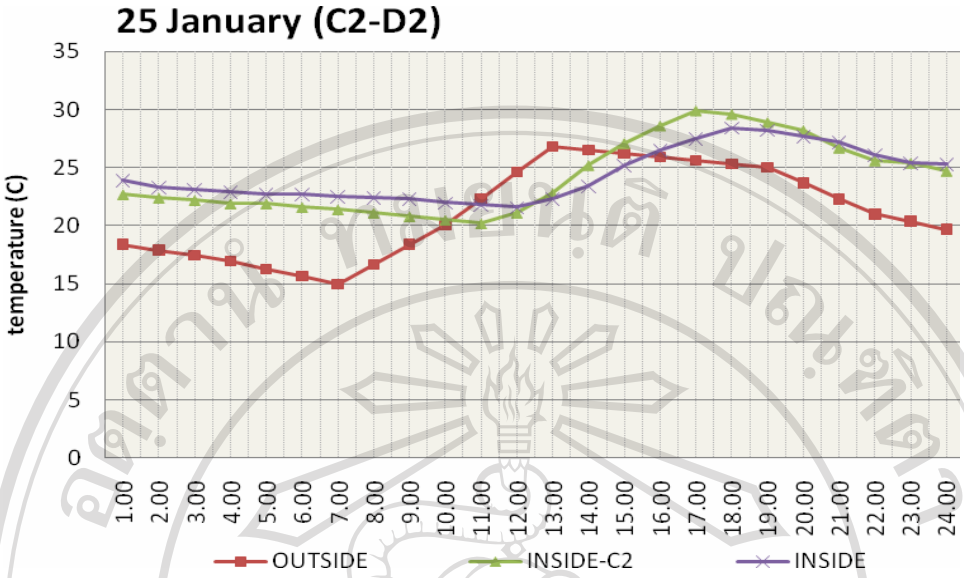
ตารางที่ 4.19 เปรียบเทียบวัสดุ C2 และ D2 วันที่ 29 เมษายน

รายการ	C2	D2	C2	D2	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	39.60	38.20		√	ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	31.40	32.50	√		
อุณหภูมิเฉลี่ย	34.79	34.83	√		
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	8.20	5.70		√	
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	8.00	6.60		√	
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	1.2	1.0		√	

แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย = 0.04 องศา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตารางเปรียบเทียบวัสดุ C2 และ D2 ในตารางที่ 4.19 พบว่าในวันที่ 29 เมษายน ผลการทดลองเปรียบเทียบระหว่าง C2 : D2 คือ 2:4 ดังนั้นฉนวนโฟม หนา 1” ติดตั้งไว้ด้านในผนังคอนกรีตบล็อก มีความสามารถลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในกล่องทดสอบน้อยกว่าการใช้ฉนวนโฟม หนา 2” ติดตั้งไว้ภายใน



แผนภูมิ 4.20 เปรียบเทียบวัสดุ C2 และ D2 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 25 มกราคม

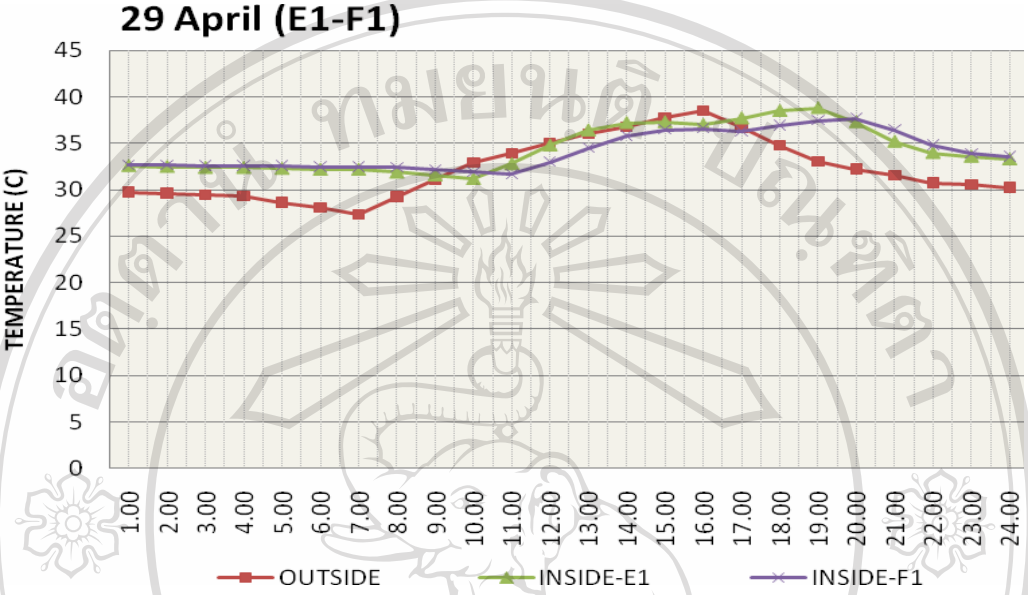
ตารางที่ 4.20 เปรียบเทียบวัสดุ C2 และ D2 วันที่ 25 มกราคม

รายการ	C2	D2	C2	D2	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	29.90	28.40		√	ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	20.20	21.60	√		
อุณหภูมิเฉลี่ย	24.20	24.35	√		
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	9.70	6.80		√	
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	8.30	6.80		√	
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	1.6	1.3		√	
แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย	=	0.15	องศา		

จากตารางเปรียบเทียบวัสดุ C2 และ D2 ในตารางที่ 4.20 พบว่าในวันที่ 25 มกราคม ผลการทดลองเปรียบเทียบระหว่าง C2 : D2 คือ 2:4 ดังนั้นฉนวนโฟม หนา 1” ติดตั้งไว้ด้านในผนังคอนกรีตบล็อก มีความสามารถลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในกล่องทดสอบน้อยกว่าการใช้ฉนวนโฟม หนา 2” ติดตั้งไว้ภายใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.5 เปรียบเทียบวัสดุฉนวน PE หนา 3 มม.ติดตั้งด้านนอก (E1) กับวัสดุฉนวน PE หนา 5 มม. ติดตั้งด้านนอก (F1)



แผนภูมิ 4.21 เปรียบเทียบวัสดุ E1 และ F1 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 29 เมษายน

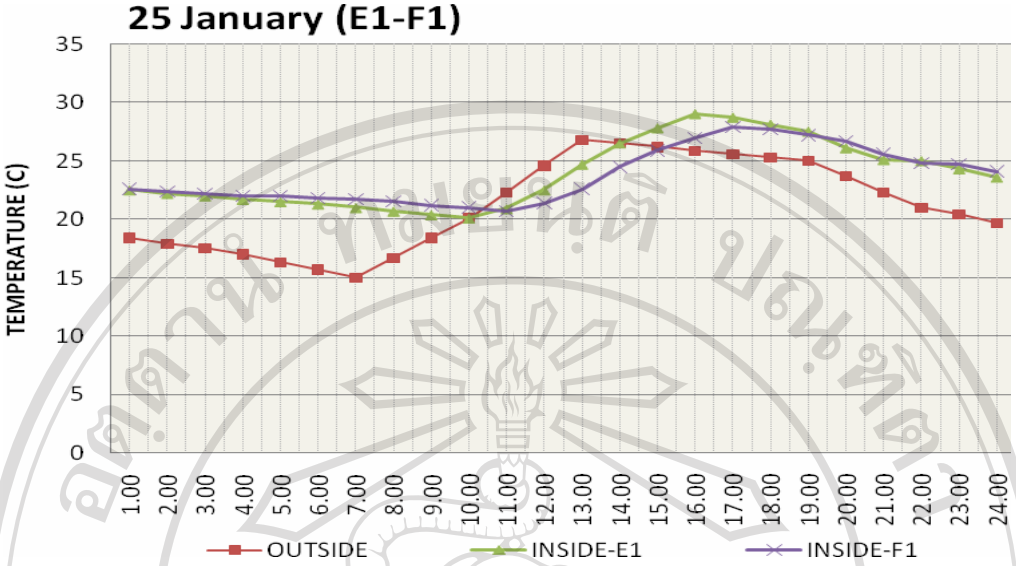
ตารางที่ 4.21 เปรียบเทียบวัสดุ E1 และ F1 วันที่ 29 เมษายน

รายการ	E1	F1	E1	F1	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	38.70	37.70		√	ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	31.20	31.70	√		
อุณหภูมิเฉลี่ย	34.38	34.18		√	
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	7.50	6.00		√	
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	7.10	6.10		√	
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	1.0	0.9		√	

แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย = 0.14 องศา

จากตารางเปรียบเทียบวัสดุ E1 และ F1 ในตารางที่ 4.21 พบว่าในวันที่ 29 เมษายน ผลการทดลองเปรียบเทียบระหว่าง E1 : F1 คือ 1:5 ดังนั้นฉนวน PE หนา 3 มม. ติดตั้งไว้ด้านนอกผนังคอนกรีตบล็อก มีความสามารถลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในกล่องทดสอบน้อยกว่าการใช้ฉนวน PE หนา 5 มม. ติดตั้งไว้ด้านนอก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนภูมิ 4.22 เปรียบเทียบวัสดุ E1 และ F1 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 25 มกราคม

ตารางที่ 4.22 เปรียบเทียบวัสดุ E1 และ F1 วันที่ 25 มกราคม

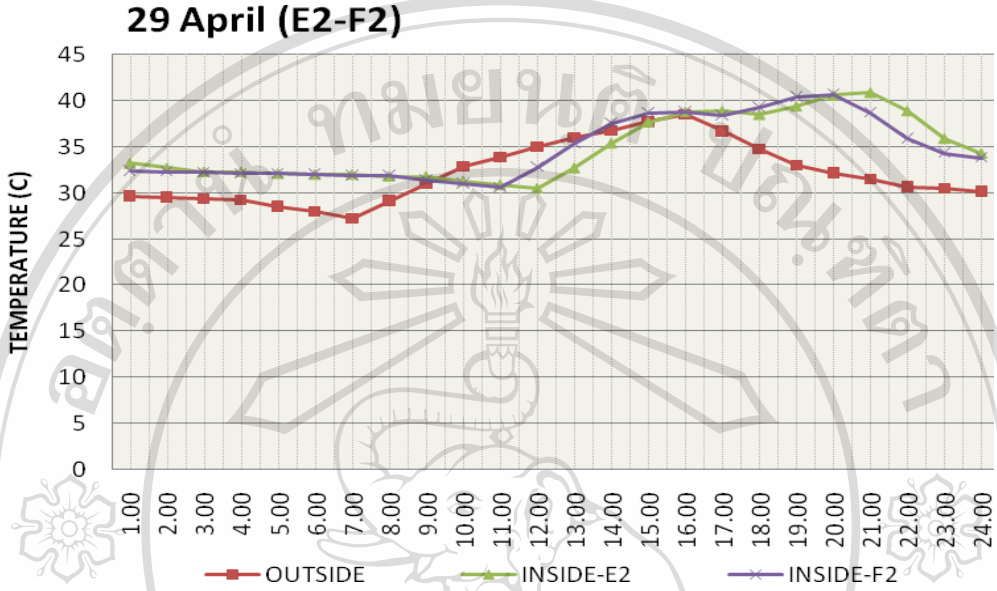
รายการ	E1	F1	E1	F1	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	29.00	27.90		√	ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	20.10	21.00	√		
อุณหภูมิเฉลี่ย	23.88	23.72		√	
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	8.90	6.90		√	
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	7.40	6.30		√	
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	1.4	1.2		√	

แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย = 0.21 องศา

จากตารางเปรียบเทียบวัสดุ E1 และ F1 ในตารางที่ 4.22 พบว่าในวันที่ 25 มกราคม ผลการทดลองเปรียบเทียบระหว่าง E1 : F1 คือ 1:5 ดังนั้นฉนวน PE หนา 3 มม. ติดตั้งไว้ด้านนอกผนังคอนกรีตบล็อก มีความสามารถลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในกล่องทดสอบน้อยกว่าการใช้ฉนวน PE หนา 5 มม. ติดตั้งไว้ด้านนอก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.2.6 ฉนวน PE หนา 3 มม.ติดตั้งด้านใน (E2) กับวัสดุฉนวน PE หนา 5 มม. ติดตั้งด้านใน (F2)



แผนภูมิ 4.23 เปรียบเทียบวัสดุ E2 และ F2 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 29 เมษายน

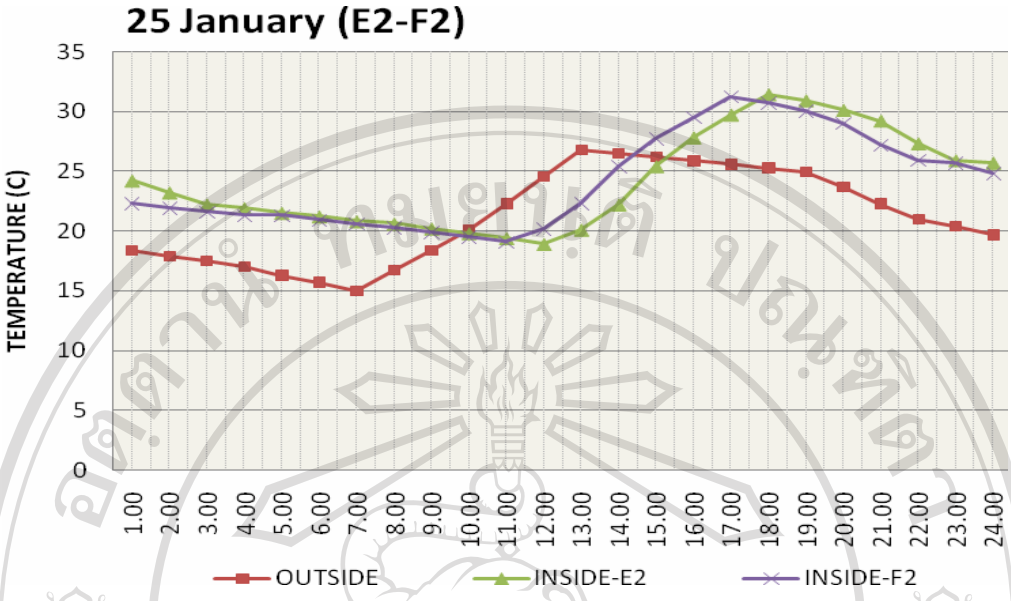
ตารางที่ 4.23 เปรียบเทียบวัสดุ E2 และ F2 วันที่ 29 เมษายน

รายการ	E2	F2	E2	F2	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	40.90	40.80		√	ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	30.50	30.60	√		
อุณหภูมิเฉลี่ย	34.79	34.78		√	
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	10.40	10.20		√	
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	9.30	9.20		√	
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	1.35	1.33		√	

แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย = 0.01 องศา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตารางเปรียบเทียบวัสดุ E2 และ F2 ในตารางที่ 4.23 พบว่าในวันที่ 29 เมษายน ผลการทดลองเปรียบเทียบระหว่าง E2 : F2 คือ 1:5 ดังนั้นฉนวน PE หนา 3 มม. ติดตั้งไว้ด้านในผนังคอนกรีตบล็อก มีความสามารถลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในกล่องทดสอบน้อยกว่าการใช้ฉนวน PE หนา 5 มม. ติดตั้งไว้ด้านใน



แผนภูมิ 4.24 เปรียบเทียบวัสดุ E2 และ F2 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 25 มกราคม

ตารางที่ 4.24 เปรียบเทียบวัสดุ E2 และ F2 วันที่ 25 มกราคม

รายการ	E2	F2	E2	F2	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	31.40	31.20		√	ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	18.90	19.10	√		
อุณหภูมิเฉลี่ย	24.20	24.10		√	
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	12.50	12.10	√		
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	9.80	9.60		√	
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	1.88	1.85		√	
แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย	=	0.04	องศา		

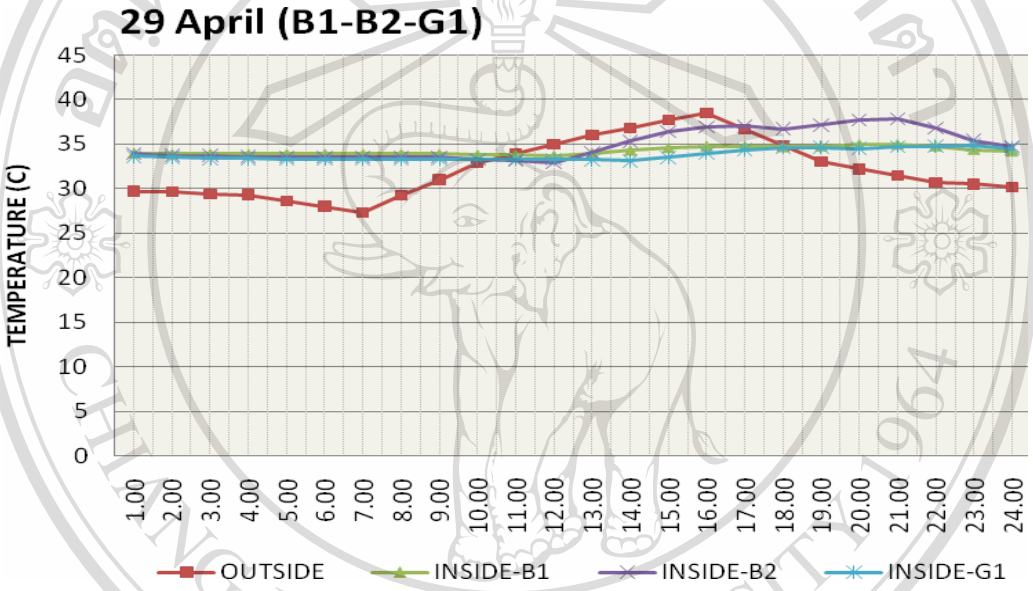
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตารางเปรียบเทียบวัสดุ E2 และ F2 ในตารางที่ 4.24 พบว่าในวันที่ 25 มกราคม ผลการทดลองเปรียบเทียบระหว่าง E2 : F2 คือ 1:5 ดังนั้นฉนวน PE หนา 3 มม. ติดตั้งไว้ด้านในผนังคอนกรีตบล็อก มีความสามารถลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ภายในกล่องทดสอบน้อยกว่าการใช้ฉนวน PE หนา 5 มม. ติดตั้งไว้ด้านใน

4.3 การวิเคราะห์การทดสอบที่ 3

เป็นการวิเคราะห์เปรียบเทียบวัสดุฉนวน ที่มีชนิดเดียวกัน และมีความหนา ที่เท่ากันแต่ตำแหน่งการติดตั้งแตกต่างกัน 3 รูปแบบ คือ ติดตั้งเฉพาะด้านนอก ,ติดตั้งเฉพาะด้านใน และติดตั้งทั้งด้านนอกและด้านในพร้อมกัน

4.3.1 เปรียบเทียบฉนวนใยแก้วหนา 2” ติดตั้งด้านนอก (B1) , ฉนวนใยแก้วหนา 2” ติดตั้งด้านใน (B2) และวัสดุฉนวนใยแก้วติดตั้งทั้งด้านนอกและด้านใน ความหนาด้านละ 1” โดยมีความหนารวมกันทั้งสองด้านเป็น 2” (G1)



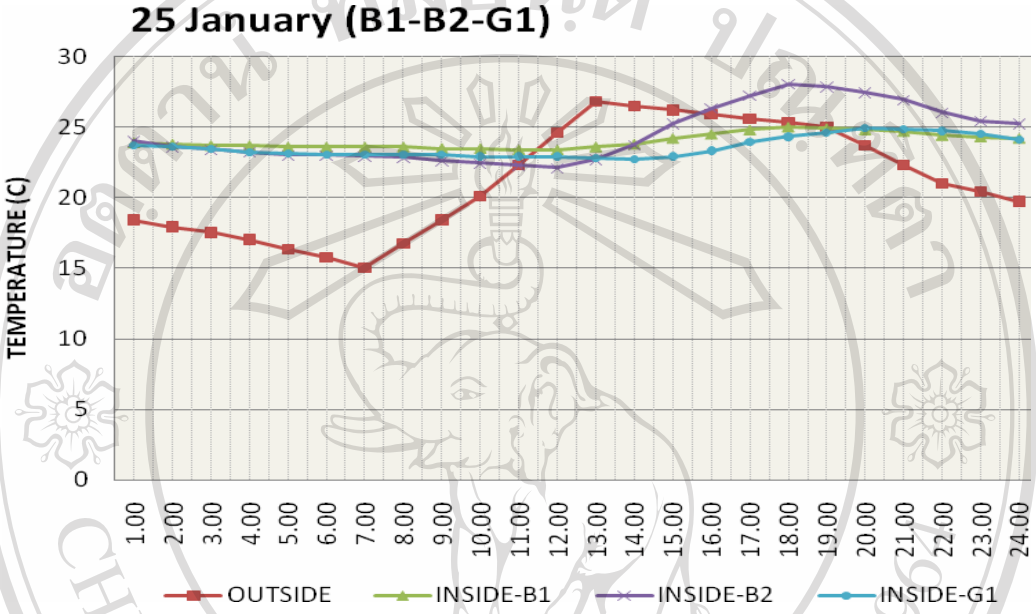
แผนภูมิ 4.25 เปรียบเทียบวัสดุ B1,B2 และ G1 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 29 เมษายน

ตารางที่ 4.25 เปรียบเทียบวัสดุ B1,B2 และ G1 วันที่ 29 เมษายน

รายการ	B1	B2	G1	B1	B2	G1	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	35.00	37.80	34.90			√	ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	33.70	32.90	33.10		√		
อุณหภูมิเฉลี่ย	34.25	34.90	33.80			√	
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	1.30	4.90	1.80	√			
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	3.40	6.20	3.30			√	
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	0.49	0.90	0.48			√	
แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย	0.45	1.10	0.00				

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตารางที่ 3.24 แสดงการเปรียบเทียบวัสดุทั้ง 3 แบบระหว่าง B1:B2:G1 มีอัตราส่วนของคะแนนคือ 1:1:4 ดังนั้น G1 มีความสามารถในการลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดีกว่าวัสดุ B1 และ B2 ทั้งที่มีความหนาของฉนวนเท่ากันทั้ง 3 ชนิด แต่มีตำแหน่งของการติดตั้งฉนวนร่วมกับผนังคอนกรีตบล็อกที่ต่างกัน



แผนภูมิ 4.26 เปรียบเทียบวัสดุ B1,B2 และ G1 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 25 มกราคม

ตารางที่ 4.26 เปรียบเทียบวัสดุ B1,B2 และ G1 วันที่ 25 มกราคม

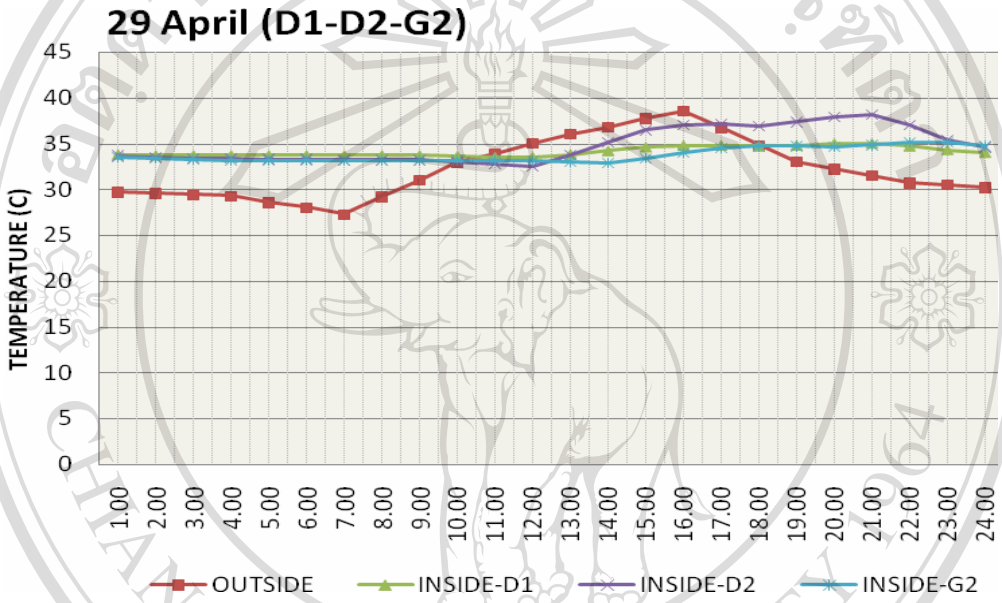
รายการ	B1	B2	G1	B1	B2	G1	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	24.90	28.00	24.90	√		√	ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	23.40	22.10	22.70		√		
อุณหภูมิเฉลี่ย	24.02	24.46	23.55			√	
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	1.50	5.90	2.20	√			
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	3.30	6.40	3.30	√			
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	0.63	1.23	0.63	√			
แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย	0.47	0.91	0.00				

จากการเปรียบเทียบวัสดุทั้ง 3 แบบ B1:B2:G1 มีอัตราส่วนค่าคะแนนการเปรียบเทียบ คือ 4:1:2 ดังนั้น B1 มีความสามารถในการลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดีกว่าวัสดุ B2 และ G1 ทั้งที่มี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความหนาของฉนวนเท่ากันทั้ง 3 ชนิด แต่มีตำแหน่งของการติดตั้งฉนวนร่วมกับผนังคอนกรีตบล็อกที่ต่างกัน โดยวัสดุ B1 ติดตั้งฉนวนใยแก้วไว้ด้านนอก

4.3.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบฉนวนโฟม ความหนาแน่นน้อย หนา 2” ติดตั้งด้านนอก (D1) , ฉนวนโฟม ความหนาแน่นน้อย 2” ติดตั้งด้านใน (D2) และวัสดุฉนวนโฟม ความหนาแน่นน้อย ติดตั้งทั้งด้านนอกและด้านใน ความหนาด้านละ 1” โดยมีความหนารวมกันทั้งสองด้านเป็น 2” (G2)



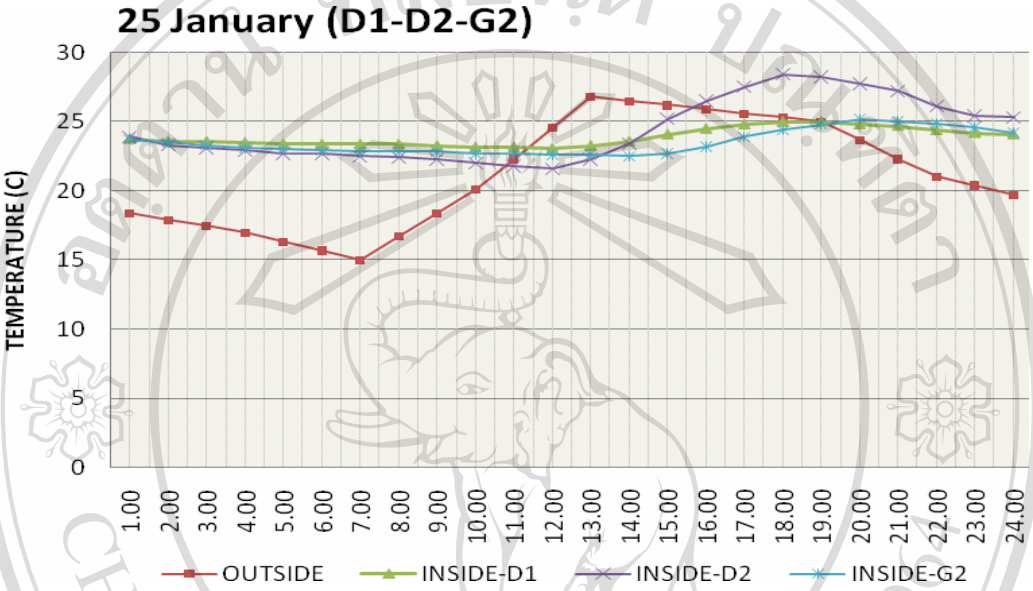
แผนภูมิ 4.27เปรียบเทียบวัสดุ D1,D2 และ G2 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 29 เมษายน

ตารางที่ 4.27 เปรียบเทียบวัสดุ D1,D2 และ G2 วันที่ 29 เมษายน

รายการ	D1	D2	G2	D1	D2	G2	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	35.00	38.20	35.10	√			ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	33.50	32.50	32.90		√		
อุณหภูมิเฉลี่ย	34.11	34.83	33.76			√	
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	1.50	5.70	2.20	√			
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	3.40	6.60	3.50	√			
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	0.49	0.96	0.51	√			
แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย	0.35	1.07	0.00				

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการเปรียบเทียบวัสดุทั้ง 3 แบบ D1:D2:G2 มีอัตราส่วนค่าคะแนนการเปรียบเทียบ คือ 4:1:1 ดังนั้น D1 มีความสามารถในการลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดีกว่าวัสดุ D2 และ G2 ทั้งที่มีความหนาของฉนวนเท่ากันทั้ง 3 ชนิด แต่มีตำแหน่งของการติดตั้งฉนวนร่วมกับผนังคอนกรีตบล็อกที่ต่างกัน โดยวัสดุ D1 ติดตั้งฉนวนโฟมไว้ด้านนอก



แผนภูมิ 4.28 เปรียบเทียบวัสดุ D1,D2 และ G2 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 25 มกราคม

ตารางที่ 4.28 เปรียบเทียบวัสดุ D1,D2 และ G2 วันที่ 25 มกราคม

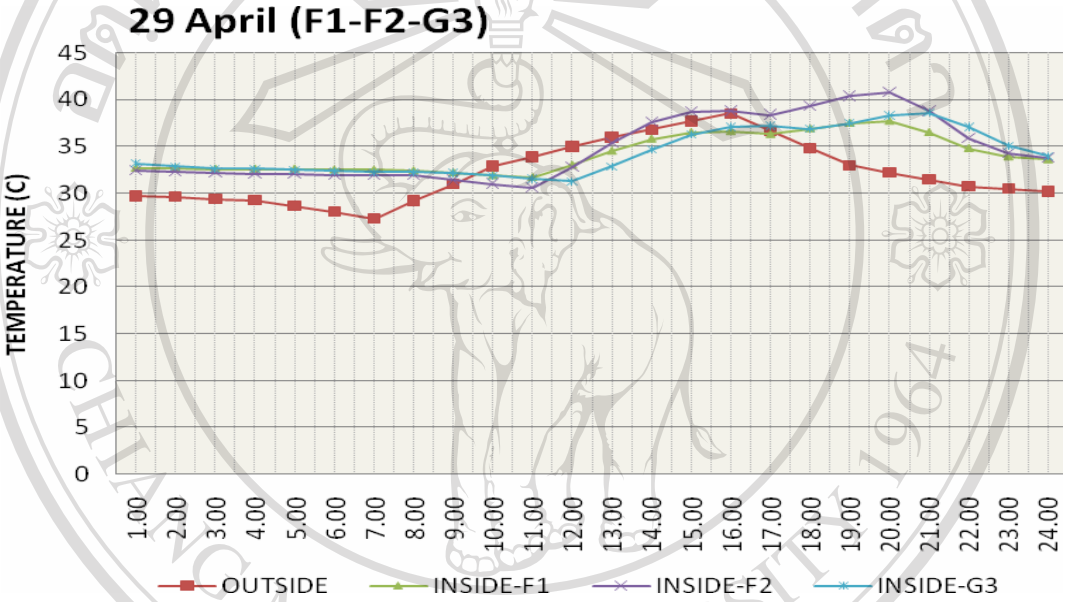
รายการ	D1	D2	G2	D1	D2	G2	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	25.00	28.40	25.20	√			ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	23.10	21.60	22.50		√		
อุณหภูมิเฉลี่ย	23.90	24.35	23.50			√	
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	1.90	6.80	2.70	√			
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	3.40	6.80	3.60	√			
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	0.65	1.31	0.69	√			
แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย	0.40	0.85	0.00				

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการเปรียบเทียบวัสดุทั้ง 3 แบบ D1:D2:G2 มีอัตราส่วนค่าคะแนนการเปรียบเทียบ คือ 4:1:1 ดังนั้น D1 มีความสามารถในการลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดีกว่าวัสดุ D2 และ G2 ทั้งที่มี

ความหนาของฉนวนเท่ากันทั้ง 3 ชนิด แต่มีตำแหน่งของการติดตั้งฉนวนร่วมกับผนังคอนกรีตบล็อกที่ต่างกัน โดยวัสดุ D1 ติดตั้งฉนวนโฟมไว้ด้านนอก

4.3.3 การวิเคราะห์เปรียบเทียบฉนวนโพลีเอทธีลีนหรือ PE ความหนา 5 มม. ติดตั้งด้านนอก (F1) , ฉนวนโพลีเอทธีลีนหรือ PE ความหนา 5 มม.ติดตั้งด้านใน (F2) และวัสดุฉนวนโพลีเอทธีลีนหรือ PE ติดตั้งทั้งด้านนอกและด้านใน ความหนาด้านละ 3 มม. โดยมีความหนารวมกันทั้งสองด้านเป็น 6 มม.



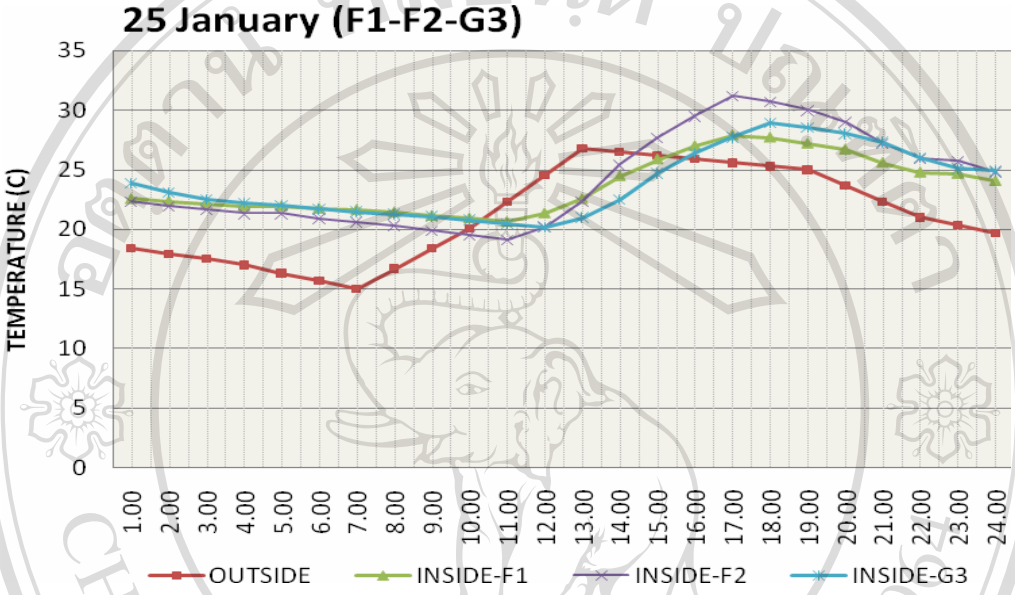
แผนภูมิ 4.29 เปรียบเทียบวัสดุ F1,F2 และ G3 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 29 เมษายน

ตารางที่ 4.29 เปรียบเทียบวัสดุ F1,F2 และ G3 วันที่ 29 เมษายน

รายการ	F1	F2	G3	F1	F2	G3	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	37.70	40.80	38.60	√			ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	31.70	30.60	31.30		√		
อุณหภูมิเฉลี่ย	34.18	34.78	34.31	√			
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	6.00	10.20	7.30	√			
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	6.10	9.20	7.00	√			
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	0.88	1.33	1.01	√			
แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย	-0.13	0.47	0.00				

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการเปรียบเทียบวัสดุทั้ง 3 แบบ F1:F2:G3 มีอัตราส่วนค่าคะแนนการเปรียบเทียบ คือ 5:1:0 ดังนั้น F1 มีความสามารถในการลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดีกว่าวัสดุ F2 และ G3 ทั้งที่มีความหนาของฉนวนเท่ากันทั้ง 3 ชนิด แต่มีตำแหน่งของการติดตั้งฉนวนร่วมกับผนังคอนกรีตบล็อกที่ต่างกัน โดยวัสดุ F1 ติดตั้งฉนวน PE ความหนา 5 มม. ไว้ด้านนอก



แผนภูมิ 4.30 เปรียบเทียบวัสดุ F1,F2 และ G3 เมื่อเทียบกับอุณหภูมิวันที่ 25 มกราคม

ตารางที่ 4.30 เปรียบเทียบวัสดุ F1,F2 และ G3 วันที่ 25 มกราคม

รายการ	F1	F2	G3	F1	F2	G3	หมายเหตุ
อุณหภูมิสูงสุด	27.90	31.20	28.90	√			ค่าน้อยดีกว่ามาก
อุณหภูมิต่ำสุด	21.00	19.10	20.20		√		
อุณหภูมิเฉลี่ย	23.72	24.10	23.83	√			
แตกต่างอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุดภายใน	6.90	12.10	8.70	√			
ความต่างสูงสุดภายใน-เฉลี่ยภายนอก	6.30	9.60	7.30	√			
ค่าความแตกต่างเทียบเท่า(Ti/To)	1.21	1.85	1.40	√			
แตกต่างระหว่างกันเฉลี่ย	-0.11	0.27	0.00				

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการเปรียบเทียบวัสดุทั้ง 3 แบบ F1:F2:G3 มีอัตราส่วนค่าคะแนนการเปรียบเทียบ คือ 5:1:0 ดังนั้น F1 มีความสามารถในการลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดีกว่าวัสดุ F2 และ G3 ทั้งที่มีความหนาของฉนวนเท่ากันทั้ง 3 ชนิด แต่มีตำแหน่งของการติดตั้งฉนวนร่วมกับผนังคอนกรีตบล็อกที่ต่างกัน โดยวัสดุ F1 ติดตั้งฉนวน PE ความหนา 5 มม. ไว้ด้านนอก

4.4 การวิเคราะห์ด้านการใช้พลังงานด้วยการคำนวณ OTTV และ RTTV

การศึกษาจะใช้แบบก่อสร้าง อาคารบ้านพักอาศัยชั้นเดียว ตามแบบของ พพ.(กรมพัฒนาพลังงานทดแทน) เปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงวัสดุในส่วนต่างๆของอาคารตามการศึกษา โดยทำการเปรียบเทียบส่วนต่างของหน่วยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการปรับอากาศ และไฟฟ้าแสงสว่างตลอดช่วง 1 ปี (8,760 ชั่วโมง) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

<u>กรณีศึกษา</u> : บ้านเดี่ยว 1 ชั้น (2 ห้องนอน) เปรียบเทียบกรณีศึกษา 2 กรณี ดังต่อไปนี้

ก). กรณีการใช้วัสดุตามแบบปรับปรุงของ พพ. เป็นกรณีเปรียบเทียบ

- ผนังก่อคอนกรีตบล็อกฉาบปูน 2 ด้าน ความหนา 10 ซม. (โซนพื้นที่ไม่ปรับอากาศ)
- ผนังก่อคอนกรีตมวลเบา ฉาบปูน 2 ด้าน (โซนพื้นที่ปรับอากาศ)
- หลังคากระเบื้องซีแพคโมเนียสีเข้ม
- ฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ด มีฉนวนใยแก้วเหนือฝ้าเพดาน หนา 4 นิ้ว
- กระจกเขียวตัดแสงความหนา 5 มม.

ข). กรณีศึกษาวัสดุตามแบบผนังที่ได้ทำการทดสอบโดยเลือกวัสดุที่คาดว่าดี ซึ่งเป็นวัสดุที่มีการติดตั้งฉนวนไว้ด้านนอกของผนังคอนกรีตบล็อก ได้แก่ A1,B1,C1,D1,E1,F1 และวัสดุที่ติดตั้งฉนวนไว้ทั้งด้านในและด้านนอก ได้แก่ G1,G2,G3

การถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง

จากแบบอาคารบ้านพักอาศัยกรณีศึกษา (ภาคผนวก ค) เมื่อนำมาคำนวณค่า OTTV จะได้พื้นที่ของผนังอาคารในแต่ละด้านดังนี้

พื้นที่ผนังทางด้านทิศเหนือ (N)

-เสาคอนกรีต	=	1.0	ตร.ม.
-คานคอนกรีต	=	3.4	ตร.ม.
-ผนังทึบ (คอนกรีตบล็อก)	=	8.3	ตร.ม.
-ผนังทึบ (คอนกรีตมวลเบา)	=	9.3	ตร.ม.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

-ประตูไม้อัด = 1.6 ตร.ม.

-พื้นที่กระจก = 3.2 ตร.ม.

รวมพื้นที่ผนังด้านทิศเหนือ = 26.8 ตร.ม.

พื้นที่ผนังทางด้านทิศตะวันออก (E)

-เสาคอนกรีต = 1.2 ตร.ม.

-คานคอนกรีต = 4.1 ตร.ม.

-ผนังทึบ (คอนกรีตบล็อก) = 6.7 ตร.ม.

-ผนังทึบ (คอนกรีตมวลเบา) = 18.1 ตร.ม.

-พื้นที่กระจก = 4.7 ตร.ม.

รวมพื้นที่ผนังด้านทิศตะวันออก = 34.8 ตร.ม.

พื้นที่ผนังทางด้านทิศใต้ (S)

-เสาคอนกรีต = 1.3 ตร.ม.

-คานคอนกรีต = 3.4 ตร.ม.

-ผนังทึบ (คอนกรีตบล็อก) = 4.1 ตร.ม.

-ผนังทึบ (คอนกรีตบล็อกด้านในกรุกระเบื้อง) = 3.8 ตร.ม.

-ผนังทึบ (คอนกรีตมวลเบา) = 8.2 ตร.ม.

-พื้นที่กระจก = 8.7 ตร.ม.

รวมพื้นที่ผนังด้านทิศใต้ = 29.5 ตร.ม.

พื้นที่ผนังทางด้านทิศตะวันตก(W)

-เสาคอนกรีต = 1.8 ตร.ม.

-คานคอนกรีต = 4.1 ตร.ม.

-ผนังทึบ (คอนกรีตบล็อก) = 9.3 ตร.ม.

-ผนังทึบ (คอนกรีตบล็อกด้านในกรุกระเบื้อง) = 2.4 ตร.ม.

-ผนังทึบ (คอนกรีตมวลเบา) = 3.2 ตร.ม.

-พื้นที่กระจก = 9.9 ตร.ม.

รวมพื้นที่ผนังด้านทิศตะวันตก = 30.7 ตร.ม.

คิดเป็นพื้นที่ผนังทั้งหมด

26.8+34.8+29.5+30.7 = 121.8 ตร.ม.

พื้นที่หลังคา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

-พื้นที่หลังคาด้านทิศเหนือ = 22.1 ตร.ม.

-พื้นที่หลังคาด้านทิศตะวันออก = 50.5 ตร.ม.

-พื้นที่หลังคาด้านทิศใต้ = 22.1 ตร.ม.

-พื้นที่หลังคาด้านทิศตะวันตก = 50.2 ตร.ม.

รวมพื้นที่หลังคา = 144.9 ตร.ม.

กำหนดให้ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศภายนอกอาคาร R_0 = 0.044 m^2-K / W

ความต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศภายในอาคาร R_i = 0.120 m^2-K / W

และจากการคำนวณค่า OTTV และ RTTV โดยใช้โปรแกรม OTTV version1.0a ช่วยในการคำนวณค่า OTTV และ RTTV

บ้านกรณีศึกษามีค่า OTTV = 47.91 วัตต์/ตร.ม.

ค่า RTTV = 8.40 วัตต์/ตร.ม.

ความร้อนจากส่วนอื่นๆ

-ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ใช้หลอดไฟฟ้า 32 w สูญเสีย 5 w (37w) 4 ดวง

ใช้หลอดไฟฟ้า 18 w สูญเสีย 5 w (32w) 1 ดวง

อัตราความร้อนจากหลอดไฟคิด 80%

ดังนั้นความร้อนจากหลอดไฟ	4x37	=	148 w x 0.8	= 118.4w
	1x32	=	32w x 0.8	= 25.6w
รวม				= 144 w

-ความร้อนจากคน พิจารณาจากจำนวน 4 คน

ใช้เกณฑ์เผาผลาญพลังงานนั่งดูภาพยนตร์

	Qs	=	65 w
	QL	=	30w
ดังนั้น	Qs	=	65wx4 = 260w
	QL	=	30wx4 = 120w
รวมความร้อนจากคน			= 380w

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คำนวณการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร

$Q = OTTV+RTTV+Q_{other}$

$= (47.91x121.8)+(8.40x144.9)+(144+380)$

$= 7,576.59$ w

คำนวณพลังงานไฟฟ้า

-ระบบปรับอากาศ

คิดจำนวนชั่วโมงการปรับอากาศตลอด 12 ชั่วโมง

ตลอดทั้งปีคิดเป็นชั่วโมง 365x24 = 8,760 ชั่วโมง

= (7,576.59 w x 8760 h) / 1,000

= 66,370.92 kWh /ปี

พลังงานที่ใช้ในการปรับอากาศ = $\frac{\text{ปริมาณความร้อนที่ต้องขจัดออก}}{COP}$

COP คืออัตราส่วนระหว่างพลังความเย็นที่ได้ต่อพลังงานที่ใช้

EER=ค่าความเย็นที่ได้จากการวัดหารด้วยkWที่Com.ใช้ (Btu/hrต่อ W)

COP = EER/3.412 (กิโลวัตต์/ตัน)

เครื่องปรับอากาศแบบประหยัดไฟเบอร์ 5 (ค่า EER = 10.6)

ดังนั้น ค่า COP = 10.6/3.412 = 3.10

คิดเป็นพลังงานที่ใช้ในการปรับอากาศ

= 66,370.92 /3.1

= 21,409.97 kWh/ปี

พิจารณาขนาดเครื่องปรับอากาศ (ตันความเย็น)

= (21,409.97 x 3.1414 Btu/h/W) / 12000 Btu/h

= 5.6 ตันความเย็น ~ 6 ตัน

เงินลงทุนในระบบปรับอากาศ เครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 ราคา 32,000/TR

ดังนั้นคิดเป็นเงินลงทุนในระบบปรับอากาศ

= 6 x 32,000 = 192,000 บาท

-พลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง

= (4x37)+(1x32)

= 148+32 = 180w

คิดจำนวนชั่วโมงการใช้งาน 24 ชั่วโมงต่อวัน

= (180w x 8760h)/1000

= 1,576.8 kW/ปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการวิเคราะห์การใช้พลังงานและภาระการปรับอากาศ วัสดุทดสอบโดยใช้การคำนวณแบบ OTTV และ RTTV สามารถนำมาเปรียบเทียบกันตามตารางที่ 4.31

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.31 แสดงการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ภาระการปรับอากาศของกรอบอาคารแบบต่างๆด้วยการคำนวณ OTTV และ RTTV ในรอบ 1 ปี

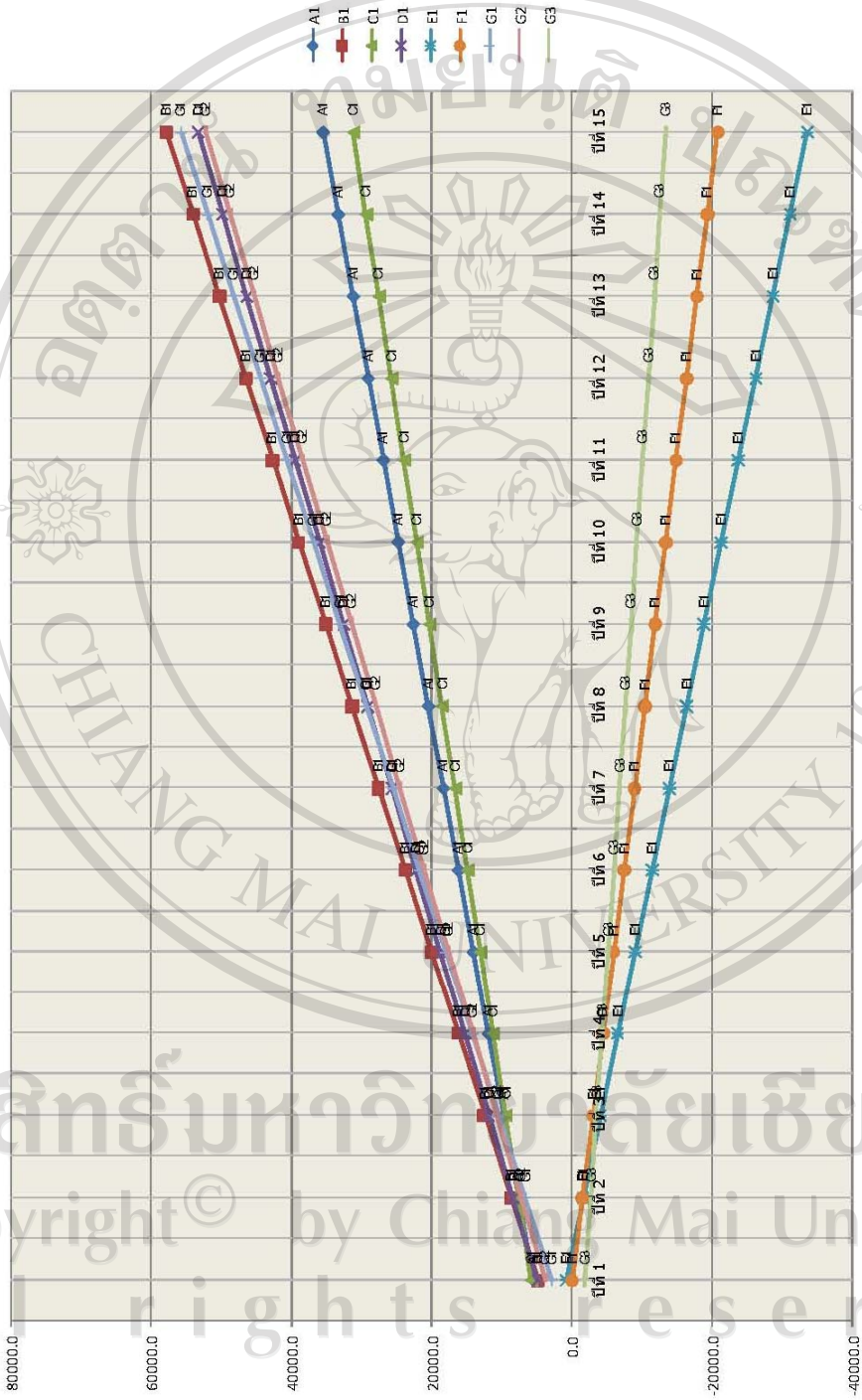
ผนัง	ค่า OTTV	พลังงานปรับอากาศ	ค่าไฟฟ้าปรับอากาศ	ราคาลงทุนกรอบ	พลังงานที่ลดลง	ผลต่างราคากรอบ	ค่าไฟที่ลดลง	รวมผลตอบแทนเทียบกับ พพ.
	W/m2	kWh/ปี	(บาท)	(บาท)	kWh/ปี	(บาท)	(บาท)	(บาท)
พพ.	47.91	21,410.00	53,525.00	290,668.00	-	-	-	
A1	45.42	20,552.98	51,382.46	287,370.00	857.02	3298.00	2142.54	5440.54
B1	43.51	19,895.59	49,738.98	289,620.00	1514.41	1048.00	3786.02	4834.02
C1	45.80	20,683.77	51,709.43	286,749.00	726.23	3919.00	1815.57	5734.57
D1	43.89	20,026.38	50,065.96	289,271.00	1383.62	1397.00	3459.04	4856.04
E1	50.77	22,394.36	55,985.91	287,409.00	-984.36	3259.00	-2460.91	798.09
F1	49.63	22,001.99	55,004.99	289,271.00	-592.00	1397.00	-1479.99	-82.99
G1	43.51	19,895.59	49,738.98	291,677.00	1514.41	-1009.00	3786.02	2777.02
G2	43.89	20,026.38	50,065.96	290,357.00	1383.62	311.00	3459.04	3770.04
G3	48.86	21,736.97	54,342.43	291,793.00	-326.97	-1125.00	-817.44	-1942.44

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.32 แสดงการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ภาระการปรับอากาศของกรอบอาคารแบบต่างๆด้วยการคำนวณ OTTV และ RTTV ระยะเวลา 15 ปี แบบไม่ปรับราคาและดอกเบี้ย

วัสดุ	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15
A1	5440.5	7583.1	9725.6	11868.2	14010.7	16153.2	18295.8	20438.3	22580.9	24723.4	26865.9	29008.5	31151.0	33293.6	35436.1
B1	4834.0	8620.0	12406.0	16192.1	19978.1	23764.1	27550.1	31336.1	35122.1	38908.2	42694.2	46480.2	50266.2	54052.2	57838.2
C1	5734.6	7550.1	9365.7	11181.3	12996.8	14812.4	16628.0	18443.5	20259.1	22074.7	23890.2	25705.8	27521.4	29336.9	31152.5
D1	4856.0	8315.1	11774.1	15233.2	18692.2	22151.2	25610.3	29069.3	32528.4	35987.4	39446.5	42905.5	46364.5	49823.6	53282.6
E1	798.1	-1662.8	-4123.7	-6584.6	-9045.6	-11506.5	-13967.4	-16428.3	-18889.2	-21350.1	-23811.0	-26271.9	-28732.8	-31193.7	-33654.7
F1	-83.0	-1563.0	-3043.0	-4523.0	-6002.9	-7482.9	-8962.9	-10442.9	-11922.9	-13402.9	-14882.9	-16362.9	-17842.8	-19322.8	-20802.8
G1	2777.0	6563.0	10349.0	14135.1	17921.1	21707.1	25493.1	29279.1	33065.1	36851.2	40637.2	44423.2	48209.2	51995.2	55781.2
G2	3770.0	7229.1	10688.1	14147.2	17606.2	21065.2	24524.3	27983.3	31442.4	34901.4	38360.5	41819.5	45278.5	48737.6	52196.6
G3	-1942.4	-2759.9	-3577.3	-4394.7	-5212.2	-6029.6	-6847.0	-7664.5	-8481.9	-9299.4	-10116.8	-10934.2	-11751.7	-12569.1	-13386.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนภูมิที่ 4.31 แสดงค่าใช้จ่ายในการดูดการใช้พลังงานของวัสดุแต่ละชนิด ระยะเวลา 15 ปี โดยไม่คิดอัตราเปลี่ยนแปลงค่าเงินตามการคำนวณ OTTV และ RTTV

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากตารางที่ 4.31 เปรียบเทียบวัสดุผนังแบบติดตั้งฉนวนไว้ด้านนอกของผนังคอนกรีตบล็อกแล้ว ผนังที่มีความสามารถในการลดการใช้พลังงานอันเกิดจากภาระการปรับอากาศของเครื่องปรับอากาศที่ดีที่สุดคือ ผนังที่เลือกใช้วัสดุฉนวนใยแก้วที่มีความหนา 2" ติดตั้งด้านนอก (B1) และ ผนังที่เลือกใช้วัสดุฉนวนใยแก้ว ติดตั้งทั้งด้านนอกและด้านในของผนังคอนกรีตบล็อก โดยติดตั้งวัสดุฉนวนใยแก้วหนา ด้านละ 1" และเมื่อรวมความหนาของฉนวนทั้งด้านนอกและด้านในแล้วมีความหนา 2" (G1)

แต่หากรวมค่าใช้จ่ายของการก่อสร้างวัสดุผนังด้วยแล้วนั้นวัสดุที่ให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าในปีแรกที่ก่อสร้างคือ ผนังที่ใช้วัสดุฉนวนโฟม ที่มีความหนา 1" ติดตั้งไว้ด้านนอกของผนังคอนกรีตบล็อก (C1) จะให้ผลตอนแทนที่ดีที่สุด อันดับสอง คือ วัสดุฉนวนใยแก้วหนา 1"ติดตั้งด้านนอก (A1) และอันดับสามจึงเป็นวัสดุฉนวนใยแก้วหนา 2" ติดตั้งด้านนอก (B1)

จากตารางที่ 4.32 เป็นการเปรียบเทียบวัสดุชนิดต่างๆด้วยการคำนวณค่า OTTVและ RTTV โดยพิจารณาระยะเวลา 15 ปีแล้วนั้น ผนัง A1 ที่มีความคุ้มค่าในการลงทุนในปีที่ 1 เมื่อระยะเวลาที่ผ่านไป ผนังแบบ A1 กลับมีความคุ้มค่าที่น้อยกว่าผนังแบบ B1 และ G1 เนื่องจากผนังแบบ A1 เป็นการประหยัดอันเนื่องมาจากค่าก่อสร้างเริ่มต้นน้อยกว่าผนังแบบ B1 และ G1 เพราะการประหยัดไฟสะสมในแต่ละปีจะน้อยกว่าผนัง B1 และ G1 และในท้ายที่สุดจะเสียค่าใช้จ่ายรวมในระยะยาวที่แพงกว่าผนัง B1 และ G1

ระหว่างผนัง B1 และ G1 เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 4.31 และ 4.32 นั้น ถึงแม้การประหยัดค่าไฟฟ้าที่เท่ากันในทุกๆปี แต่จากการลงทุนก่อสร้างผนังแบบ B1 ถูกกว่าผนังแบบ G1 จึงส่งผลให้วัสดุ B1 มีความคุ้มค่าและเหมาะสมมากกว่าผนังแบบ G1

4.5 การวิเคราะห์ด้านการใช้พลังงานและลงทุนด้วยการใช้โปรแกรม ECOTECT

จากการใช้โปรแกรมประมาณการ การใช้พลังงานของบ้านพักกรณีศึกษา : แบบบ้านพักอาศัยแบบชั้นเดียว 2 ห้องนอน 1 ห้องน้ำ ในโครงการบ้านอยู่สบายประหยัดพลังงาน ของกรมพลังงานทดแทน ร่วมกับสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)

ซึ่งในงานวิจัยนี้ ใช้โปรแกรม ECOTECT เป็นเครื่องมือสำหรับการประเมินการใช้พลังงานตามแบบบ้านดังกล่าว โดยทำการปรับเปลี่ยนวัสดุผนังจากการศึกษาเบื้องต้นจากการทดสอบที่ 1,2 และ 3 ซึ่งผลที่ได้รับจากการทดสอบดังกล่าว นำมาเป็นข้อมูลในการป้อนค่าตามแบบบ้านพักอาศัยกรณีศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.33 แสดงการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ภาระการปรับอากาศของกรอบอาคารแบบต่างๆด้วยโปรแกรม ECOTECT ในรอบ 1 ปี

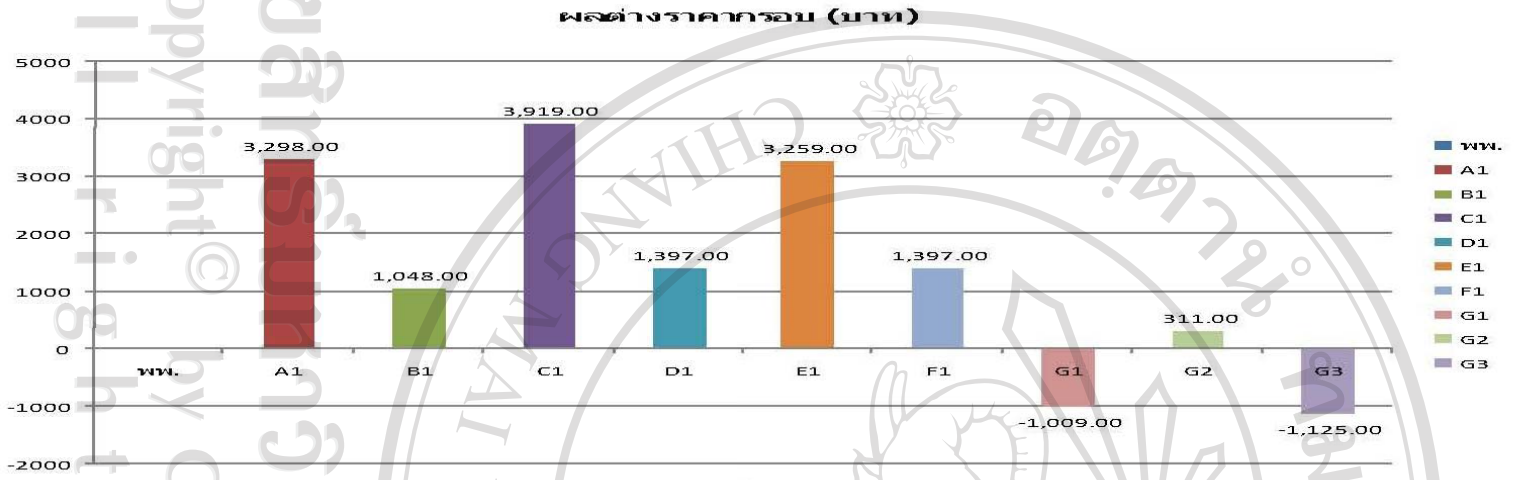
MONTH	พพ.	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	G2	G3
Jan	1680795	1555839	1484903	1586216	1492420	1816113	1740614	1471901	1478922	1719434
Feb	1615005	1479418	1398027	1512162	1414057	1765600	1684689	1393425	1398863	1657931
Mar	1950216	1759275	1641389	1805022	1671765	2165420	2051652	1630482	1649991	2011394
Apr	1993764	1784328	1651272	1832627	1693423	2232779	2106714	1627886	1669210	2061738
May	1963855	1768296	1646974	1814057	1684439	2183711	2066447	1645422	1662130	2026692
Jun	1885058	1702389	1589256	1746687	1623138	2091478	1983998	1578915	1602108	1943859
Jul	1848858	1682235	1581574	1723113	1610004	2034417	1936668	1563316	1591107	1901914
Aug	1742374	1603264	1518384	1637338	1542415	1897871	1816870	1563074	1526545	1786838
Sep	1689304	1553004	1471898	1586979	1492540	1840754	1761018	1467045	1477172	1732461
Oct	1714559	1581391	1502892	1614081	1520860	1862233	1782757	1498394	1505958	1756596
Nov	1703143	1566365	1484803	1599906	1497919	1854606	1774062	1469846	1482515	1746505
Dec	1649034	1534771	1469099	1563493	1473117	1774893	1706758	1457042	1460562	1684604
TOTAL	**21435966**	**19570576**	**18440471**	**20021680**	**18716098**	**23519872**	**22412246**	**18366748**	**18505083**	**22029964**
kW	21435.97	19570.58	18440.47	20021.68	18716.10	23519.87	22412.25	18366.75	18505.08	22029.96
พลังงานปรับอากาศ	6914.83	6313.09	5948.54	6458.61	6037.45	7587.06	7229.76	5924.76	5969.38	7106.44
พลังงานที่ลดลง	0.00	601.74	966.29	456.22	877.38	-672.23	-314.93	990.07	945.45	-191.61
คิดเป็นเปอร์เซนต์		8.70	13.97	6.60	12.69	-9.72	-4.55	14.32	13.67	-2.77

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

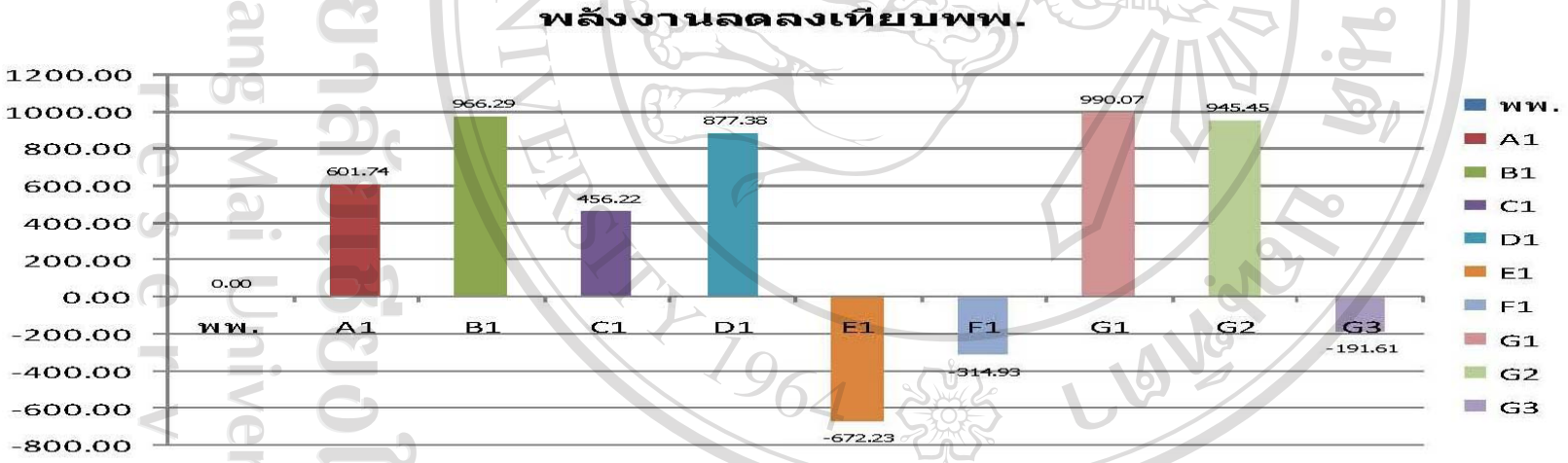
ตารางที่ 4.34 แสดงการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายภาระการปรับอากาศของกรอบอาคารจากโปรแกรม ECOTECT ในรอบ 1 ปี

ผนัง	พลังงานในการปรับ	ค่าไฟฟ้าในการปรับ	ราคาลงทุนกรอบ	พลังงานที่ลดลง	ผลต่างราคากรอบ	ค่าไฟฟ้าที่ลดลง	รวมผลตอบแทน
	(kW)	(บาท)	(บาท)	(kW)	(บาท)	(บาท)	(บาท)
พพ.	6,914.83	17,287.07	290,668.00				
A1	6,313.09	15,782.72	287,370.00	601.74	3,298.00	1,504.35	4,802.35
B1	5,948.54	14,871.35	289,620.00	966.29	1,048.00	2,415.72	3,463.72
C1	6,458.61	16,146.52	286,749.00	456.22	3,919.00	1,140.55	5,059.55
D1	6,037.45	15,093.63	289,271.00	877.38	1,397.00	2,193.44	3,590.44
E1	7,587.06	18,967.64	287,409.00	-672.23	3,259.00	-1,680.57	1,578.43
F1	7,229.76	18,074.39	289,271.00	-314.93	1,397.00	-787.32	609.68
G1	5,924.76	14,811.89	291,677.00	990.07	-1,009.00	2,475.18	1,466.18
G2	5,969.38	14,923.45	290,357.00	945.45	311.00	2,363.62	2,674.62
G3	7,106.44	17,766.10	291,793.00	-191.61	-1,125.00	-479.03	-1,604.03

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนภูมิที่ 4.32 แสดงผลต่างราคาก่อสร้างกรอบอาคารแต่ละรูปแบบ



แผนภูมิที่ 4.33 แสดงค่าการใช้พลังงานที่ลดลง (kw)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4.35. แสดงค่าใช้จ่ายในการลดการใช้พลังงานของวัสดุแต่ละชนิด ระยะเวลา 15 ปี โดยไม่คิดดอกเบี้ยและค่าปรับเวลา

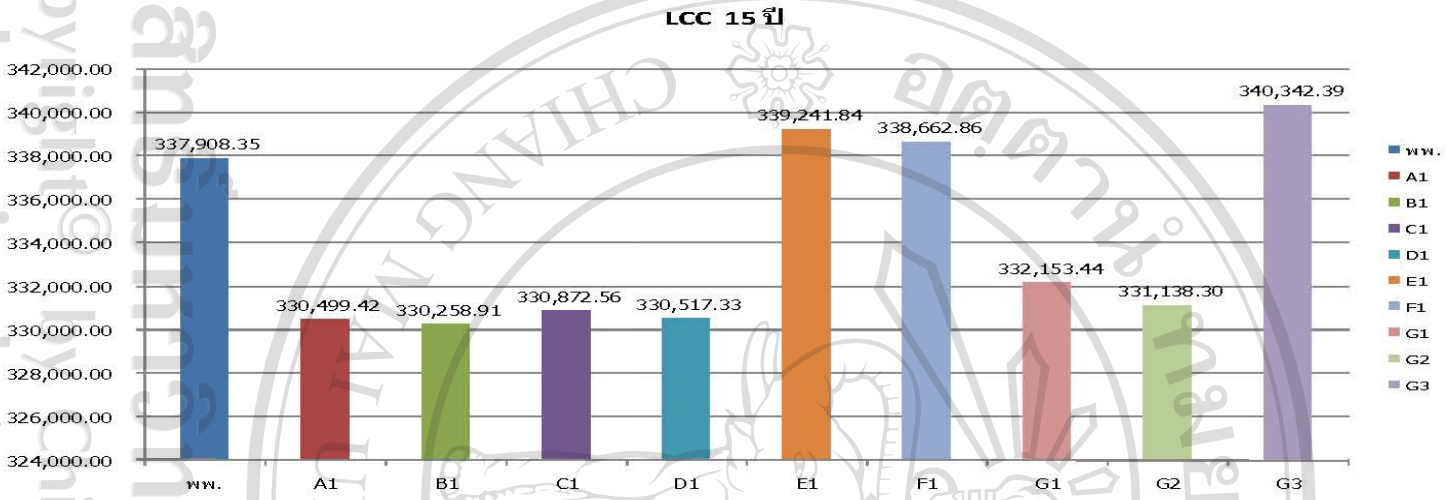
ผนัง	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10	ปีที่ 11	ปีที่ 12	ปีที่ 13	ปีที่ 14	ปีที่ 15
A1	7166.20	8670.55	10174.90	11679.25	13183.60	14687.95	16192.30	17696.65	19201.00	20705.35	22209.70	23714.05	25218.40	26722.75	28227.10
B1	4214.59	6630.31	9046.03	11461.75	13877.47	16293.19	18708.91	21124.63	23540.35	25956.07	28371.79	30787.51	33203.23	35618.95	38034.67
C1	7868.36	9008.91	10149.46	11290.01	12430.56	13571.11	14711.66	15852.21	16992.76	18133.31	19273.86	20414.41	21554.96	22695.51	23836.06
D1	4591.60	6731.04	8870.48	11009.92	13149.36	15288.80	17428.24	19567.68	21707.12	23846.56	25986.00	28125.44	30264.88	32404.32	34543.76
E1	3914.47	2233.90	553.33	-1127.24	-2807.81	-4488.38	-6168.95	-7849.52	-9530.09	-11210.66	-12891.23	-14571.80	-16252.37	-17932.94	-19613.51
F1	2083.61	1296.28	508.96	-278.36	-1065.68	-1853.00	-2640.32	-3427.64	-4214.96	-5002.28	-5789.60	-6576.92	-7364.24	-8151.56	-8938.88
G1	743.12	3218.29	5693.47	8168.65	10643.83	13119.01	15594.19	18069.37	20544.55	23019.73	25494.91	27970.09	30445.27	32920.45	35395.63
G2	2897.10	5260.72	7624.34	9987.96	12351.58	14715.20	17078.82	19442.44	21806.06	24169.68	26533.30	28896.92	31260.54	33624.16	35987.78
G3	-2382.71	-2861.74	-3340.77	-3819.80	-4298.83	-4777.86	-5256.89	-5735.92	-6214.95	-6693.98	-7173.01	-7652.04	-8131.07	-8610.10	-9089.13

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

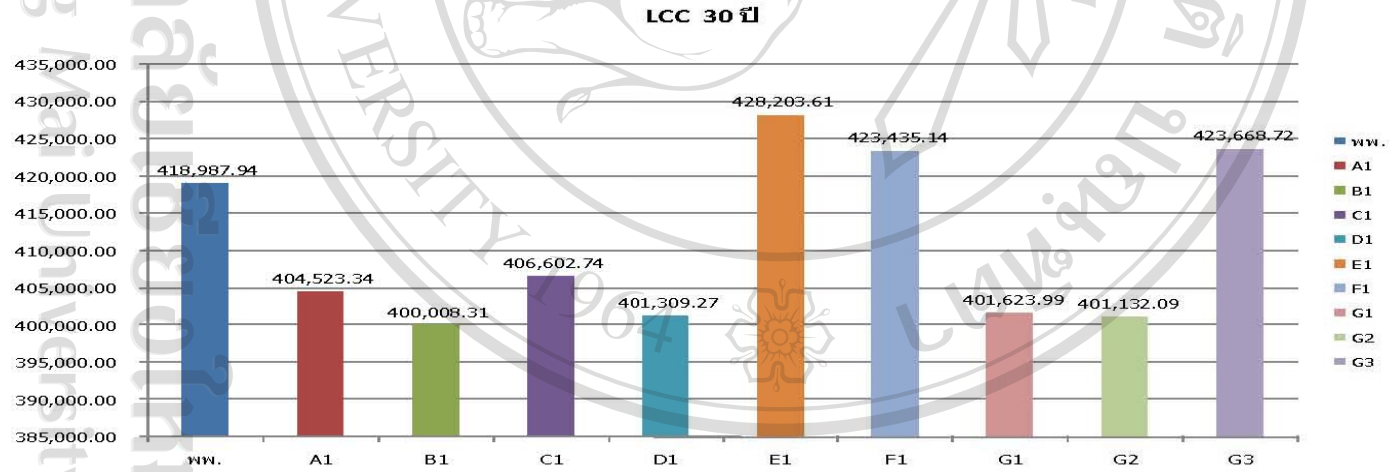
ตารางที่ 4.36 แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งานของวัสดุแต่ละชนิด(LCC)เปรียบเทียบกับแบบบ้านกรณีศึกษา คิดแบบปรับอัตราดอกเบี้ยและค่าเงิน

วัสดุผนัง	ราคาลงทุนกรอบอาคาร	ค่าไฟฟ้าในการปรับอากาศต่อเดือน	ค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งาน (ปี)			
			10	15	20	30
	(บาท)	(บาท)	0.5083	0.3624	0.2584	0.1314
พพ.	290,668.00	17,287.07	324,119.46	337,908.35	356,893.81	418,987.94
A1	287,370.00	15,782.72	317,910.47	330,499.42	347,832.74	404,523.34
B1	289,620.00	14,871.35	318,396.91	330,258.91	346,591.31	400,008.31
C1	286,749.00	16,146.52	317,993.43	330,872.56	348,605.41	406,602.74
D1	289,271.00	15,093.63	318,478.03	330,517.33	347,093.86	401,309.27
E1	287,409.00	18,967.64	324,112.46	339,241.84	360,072.98	428,203.61
F1	289,271.00	18,074.39	324,245.98	338,662.86	358,513.00	423,435.14
G1	291,677.00	14,811.89	320,338.86	332,153.44	348,420.55	401,623.99
G2	290,357.00	14,923.45	319,234.73	331,138.30	347,527.93	401,132.09
G3	291,793.00	17,766.10	326,171.42	340,342.39	359,853.95	423,668.72

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



แผนภูมิที่ 4.34 แสดง LCC ระยะเวลา 15 ปี



แผนภูมิที่ 4.35 แสดง LCC ระยะเวลา 30 ปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved