

สรุปผลการออกแบบซอฟต์แวร์

จากการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์วิเคราะห์ประเมินการถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคาร เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน และจากการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการเขียนโปรแกรมทั้งในด้านของวัสดุเปลือกอาคาร รูปแบบอาคาร วัสดุที่ใช้ในการมุงหลังคาของอาคาร และข้อจำกัดต่าง ๆ ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้ผลสรุปออกมาเป็นโปรแกรมในงานวิจัยนี้ขึ้น ซึ่งสามารถสรุปผลการทำงานของโปรแกรมได้ ดังนี้

5.1 สรุปผลวิเคราะห์การทำงานของซอฟต์แวร์แยกตามคุณสมบัติของโปรแกรม

ในงานวิจัยนี้ดำเนินการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคาร โดยศึกษาในองค์ประกอบ 6 ส่วน คือ การปรับเปลี่ยนรูปแบบหรือรูปทรงอาคาร การปรับเปลี่ยนวัสดุกรอบอาคาร การปรับเปลี่ยนมุมเอียงของกรอบอาคาร การปรับเปลี่ยนความชื้นสีของกรอบอาคาร การปรับเปลี่ยนวัสดุหลังคาอาคาร และการปรับเปลี่ยนความชื้นสีของหลังคาอาคารจากการออกแบบโปรแกรม โปรแกรมสามารถทำการคำนวณเพื่อหาปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านกรอบอาคารและหลังคาอาคาร รวมทั้งสามารถแสดงผลและคำนวณค่าออกมาเป็นตัวเลขได้ แยกตามคุณสมบัติออกมาดังนี้

5.1.1 คุณสมบัติการปรับเปลี่ยนรูปแบบหรือรูปทรงอาคาร

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองโดยดำเนินการปรับเปลี่ยนรูปแบบหรือรูปทรงอาคาร เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงของการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีผลต่อการออกแบบระบบเครื่องปรับอากาศในอาคาร โดยมีการควบคุมองค์ประกอบในส่วน of วัสดุกรอบอาคาร ความเอียงของกรอบอาคาร และความชื้นสีของกรอบอาคารให้เหมือนกัน แล้วจึงทำการปรับเปลี่ยนรูปแบบของอาคารให้แตกต่างกันโดยเลือกทำการทดลอง โดยใช้รูปแบบอาคารที่เป็นสีเหลี่ยมจตุรัสเปรียบเทียบกับรูปแบบอาคารที่เป็นสีเหลี่ยมผืนผ้า ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1

สรุปผลการออกแบบโปรแกรมในการปรับเปลี่ยนรูปแบบหรือรูปทรงอาคาร

รายการที่	รูปแบบอาคารที่ทำการวิเคราะห์	ตัวแปรที่ควบคุม		ผลการวิเคราะห์	
1	สี่เหลี่ยมจัตุรัส	1. วัสดุกรอบอาคาร (ผนังทึบ)	ผนังอิฐมวลเบาก่อตามยาวฉาบปูน 2 ด้าน	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (วัตต์/ตรม.)	38.16
		2. วัสดุกรอบอาคาร (ผนังโปร่ง)	กระจกใสชั้นเดียวหนา 6 มิลลิเมตร ไม่มี overhang		
		3. อัตราส่วนของพื้นที่ผนังทึบต่อพื้นที่ผนังโปร่ง	70 : 30		
2	สี่เหลี่ยมผืนผ้า (ด้านยาวเป็น 2 เท่าของด้านกว้าง)	4. ความเอียงของกรอบอาคาร	90 องศา	(วัดได้/ตรม.)	47.70
		5. ความเข้มสีของกรอบอาคาร	สีอ่อน		
		หมายเหตุ: ไม่ได้ทำการคำนวณผลในส่วน of ค่าถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาอาคาร			
สรุปผลการวิเคราะห์	จากผลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร พบว่า รูปทรงอาคารแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคารน้อยกว่า รูปทรงอาคารแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า เนื่องจากรูปทรงอาคารแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะมีพื้นที่ผิวในการรับความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่น้อยกว่า				

5.1.2 คุณสมบัติการปรับเปลี่ยนวัสดุกรอบอาคาร

ในการทดลองเกี่ยวกับคุณสมบัติด้านการปรับเปลี่ยนวัสดุกรอบอาคาร ได้ดำเนินการทดลองโดยทำการควบคุมตัวแปรในส่วนรูปแบบหรือรูปทรงของอาคาร ความเอียงของกรอบอาคาร และความเข้มสีของกรอบอาคารให้เหมือนกัน แล้วจึงทำการปรับเปลี่ยนในส่วนของวัสดุกรอบอาคารให้แตกต่างกัน โดยเลือกใช้ค่าวัสดุกรอบอาคารผนังอิฐมวลเบาก่อตามยาวฉาบปูน 2 ด้าน และผนังกระเบื้องซีเมนต์อย่างบางชั้นเดียว เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลง และความร้อนที่ถ่ายเทผ่านกรอบอาคารของวัสดุต่าง ๆ

ตารางที่ 5.2

สรุปผลการออกแบบโปรแกรมในการปรับเปลี่ยนวัสดุกรอบอาคาร

รายการที่	วัสดุกรอบอาคารที่ทำการวิเคราะห์	ตัวแปรที่ควบคุม		ผลการวิเคราะห์	
1	ผนังอิฐมวลเบาก่อตามยาวฉาบปูน 2 ด้าน	1. รูปทรงของอาคาร	สี่เหลี่ยมจัตุรัส	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร (วัดดี/ตรม.)	38.16
		2. วัสดุกรอบอาคาร (ผนังโปรง)	กระจกใสชั้นเดียวหนา 6 มิลลิเมตร ไม่มี overhang		
		3. อัตราส่วนของพื้นที่ผนังที่ติดกับพื้นที่ผนังโปรง	70 : 30		
2	ผนังกระเบื้องซีเมนต์อย่างบางชั้นเดียว	4. ความเอียงของกรอบอาคาร	90 องศา	อาคาร (วัดดี/ตรม.)	87.49
		5. ความเข้มสีของกรอบอาคาร	สีอ่อน		
		หมายเหตุ: ไม่ได้ทำการคำนวณผลในส่วนของค่าถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาอาคาร			
สรุปผลการวิเคราะห์	จากผลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร พบว่า วัสดุกรอบอาคารชนิดผนังอิฐมวลเบาก่อตามยาวฉาบปูน 2 ด้าน มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคารน้อยกว่าผนังกระเบื้องซีเมนต์อย่างบางชั้นเดียว เนื่องจากผนังอิฐมวลเบาก่อตามยาวฉาบปูน 2 ด้านมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่น้อยกว่า				

5.1.3 คุณสมบัติการปรับเปลี่ยนมุมเอียงของกรอบอาคาร

ในการศึกษาผลของมุมเอียงของกรอบอาคารที่ส่งผลต่อภาระในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ อันเนื่องมาจากความร้อนที่ถ่ายเทรวมผ่านกรอบอาคาร ได้ทำการทดลองโดยทำการปรับเปลี่ยนความเอียงของกรอบอาคารในลักษณะที่แตกต่างกัน และมีการควบคุมในส่วน of รูปแบบอาคาร วัสดุกรอบอาคาร และความเข้มสีของกรอบอาคารให้มีค่าที่ตรงกัน

ตารางที่ 5.3

สรุปผลการออกแบบโปรแกรมในการปรับเปลี่ยนมุมเอียงของกรอบอาคาร

รายการที่	ความเอียง ของกรอบ อาคารที่ทำการวิเคราะห์	ตัวแปรที่ควบคุม		ผลการวิเคราะห์	
1	90 องศา	1. รูปทรงของอาคาร	สี่เหลี่ยมจัตุรัส	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม	38.16
		2. วัสดุกรอบอาคาร (ผนังทึบ)	ผนังอิฐมวลเบาก่อตามยาว ฉาบปูน 2 ด้าน		
		3. วัสดุกรอบอาคาร (ผนังโปร่ง)	กระจกใสชั้นเดียว หนา 6 มิลลิเมตร ไม่มี overhang		
2	70 องศา	4. อัตราส่วนของพื้นที่ผนังทึบต่อพื้นที่ผนังโปร่ง	70 : 30	ผ่านเปลือกอาคาร (วัตต์/ตรม.)	36.77
		5. ความเข้มสีของกรอบอาคาร	สีอ่อน		
		หมายเหตุ: ไม่ได้ทำการคำนวณผลในส่วน of ค่าถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาอาคาร			
สรุปผลการวิเคราะห์	จากผลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร พบว่า เมื่อเปลี่ยนความเอียงของกรอบอาคารจาก 90 องศาไปเป็น 70 องศา พบว่า ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคารมีการเปลี่ยนแปลงลดลง เนื่องจากพื้นที่ผิวในการรับความร้อนจากแสงอาทิตย์มีพื้นที่น้อยลง				

5.1.4 คุณสมบัติการปรับเปลี่ยนความชื้นของกรอบอาคาร

ในการทดลองเกี่ยวกับคุณสมบัติด้านการปรับเปลี่ยนความชื้นของกรอบอาคาร ได้ดำเนินการทดลองโดยทำการควบคุมตัวแปรในส่วนรูปแบบหรือรูปทรงของอาคาร วัสดุของกรอบอาคาร และความเอียงของกรอบอาคารให้เหมือนกัน แล้วจึงทำการปรับเปลี่ยนในส่วนของความชื้นของกรอบอาคารให้แตกต่างกัน โดยเลือกใช้ค่าวัสดุกรอบอาคารผนังอิฐมวลเบาก่อตามยาว ฉาบปูน 2 ด้านที่มีความชื้นต่างกัน คือ อ่อน ปานกลาง และชื้น เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงและความร้อนที่ถ่ายเทผ่านกรอบอาคารของความชื้นที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 5.4

สรุปผลการออกแบบโปรแกรมในการปรับเปลี่ยนความชื้นของกรอบอาคาร

รายการที่	ความชื้นของ กรอบอาคารที่ ทำการวิเคราะห์	ตัวแปรที่ควบคุม		ผลการวิเคราะห์	
1	อ่อน	1. รูปทรงของอาคาร	สี่เหลี่ยมจัตุรัส		38.16
		2. วัสดุกรอบอาคาร (ผนังทึบ)	ผนังอิฐมวลเบาก่อ ตามยาวฉาบปูน 2 ด้าน		
2	ปานกลาง	3. วัสดุกรอบอาคาร (ผนังโปร่ง)	กระจกใสชั้นเดียว หนา 6 มิลลิเมตร ไม่มี overhang	ค่าการถ่ายเท ความร้อนรวมผ่าน เปลือกอาคาร (วัดได้/ตรม.)	41.34
		4. อัตราส่วนของ พื้นที่ผนังทึบต่อ พื้นที่ผนังโปร่ง	70 : 30		
3	เข้ม	5. ความเอียงของ กรอบอาคาร	90 องศา		44.52
		หมายเหตุ: ไม่ได้ทำการคำนวณผลในส่วนของ ค่าถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาอาคาร			
สรุปผล การ วิเคราะห์	จากผลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคาร พบว่า เมื่อเปลี่ยนความชื้นดี ของกรอบอาคารทั้งความชื้นดีอ่อน ปานกลาง และเข้ม พบว่า ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่าน เปลือกอาคารมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตามลำดับ เนื่องจากความชื้นดีของกรอบอาคารที่มากขึ้น ทำให้ความสามารถในการดูดกลืนความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์มีค่าเพิ่มขึ้นด้วย				

5.1.5 คุณสมบัติการปรับเปลี่ยนวัสดุหลังคาอาคาร

ในการทดลองเกี่ยวกับคุณสมบัติด้านการปรับเปลี่ยนวัสดุหลังคาอาคาร ได้ดำเนินการทดลองโดยทำการควบคุมตัวแปรในส่วนรูปแบบหรือรูปทรงของอาคาร วัสดุกรอบอาคาร ความเอียงของกรอบอาคาร และความชื้นสีของกรอบอาคารให้เหมือนกัน แล้วจึงทำการปรับเปลี่ยนในส่วนของวัสดุหลังคาอาคารให้แตกต่างกัน โดยเลือกใช้ค่าวัสดุหลังคาที่แตกต่างกัน คือ หลังคากระเบื้องลอนหนา 4 มิลลิเมตร มีช่องว่างอากาศ 500 มิลลิเมตร ฝ้าไม้อัดหนา 4 มิลลิเมตร และหลังคากระเบื้องซีแพค (C-PAC) 8 มิลลิเมตร ช่องว่างอากาศ 500 มิลลิเมตร ฝ้ายิปซัมบอร์ด 8 มิลลิเมตร เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลง และความร้อนที่ถ่ายเทผ่านหลังคาอาคารของวัสดุต่าง ๆ

ตารางที่ 5.5

สรุปผลการออกแบบโปรแกรมในการปรับเปลี่ยนวัสดุหลังคาอาคาร

รายการที่	วัสดุหลังคาอาคารที่ทำการวิเคราะห์	ตัวแปรที่ควบคุม		ผลการวิเคราะห์	
1	หลังคากระเบื้องลอนหนา 4 มิลลิเมตร มีช่องว่างอากาศ 500 มิลลิเมตร ฝ้าไม้อัดหนา 4 มิลลิเมตร	1. มุมเอียงของหลังคาอาคาร	22.5 องศา	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาอาคาร (วัดได้/ตรม.)	61.20
		2. ความชื้นสีของหลังคาอาคาร	สีอ่อน		
2	หลังคากระเบื้อง C-PAC 8 มิลลิเมตร ช่องว่างอากาศ 500 มิลลิเมตร ฝ้ายิปซัมบอร์ด 8 มิลลิเมตร	หมายเหตุ: ไม่ได้ทำการคำนวณผลในส่วน of ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านกรอบอาคาร			56.88
สรุปผลการวิเคราะห์	จากผลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาอาคาร พบว่าเมื่อเปลี่ยนวัสดุหลังคาอาคารจากหลังคากระเบื้องลอนหนา 4 มิลลิเมตรมีช่องว่างอากาศ 500 มิลลิเมตร ฝ้าไม้อัดหนา 4 มิลลิเมตร ไปเป็นหลังคากระเบื้อง C-PAC 8 มิลลิเมตร ช่องว่างอากาศ 500 มิลลิเมตร ฝ้ายิปซัมบอร์ด 8 มิลลิเมตร พบว่า ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาอาคารมีการเปลี่ยนแปลงลดลงตามลำดับ เนื่องจากหลังคากระเบื้อง C-PAC 8 มิลลิเมตร ช่องว่างอากาศ 500 มิลลิเมตร ฝ้ายิปซัมบอร์ด 8 มิลลิเมตร มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรังสีดวงอาทิตย์ต่ำกว่า				

5.1.6 คุณสมบัติการปรับเปลี่ยนความชื้นของหลังคาอาคาร

ในการทดลองเกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนความชื้นของหลังคาอาคาร ได้ดำเนินการทดลองโดยทำการควบคุมตัวแปรในส่วนรูปแบบหรือรูปทรงของอาคาร วัสดุกรอบอาคาร ความเอียงของกรอบอาคาร ความชื้นของกรอบอาคาร และวัสดุของหลังคาอาคารให้เหมือนกัน แล้วจึงทำการปรับเปลี่ยนความชื้นของหลังคาอาคารในลักษณะที่แตกต่างกัน คือ อ่อน ปานกลาง และชื้น เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลง และความร้อนที่ถ่ายเทผ่านหลังคาของอาคารที่ความชื้นแตกต่างกัน กัน

ตารางที่ 5.6

สรุปผลการออกแบบโปรแกรมในการปรับเปลี่ยนความชื้นของหลังคาอาคาร

รายการที่	ความชื้นของ หลังคาอาคารที่ ทำการวิเคราะห์	ตัวแปรที่ควบคุม		ผลการวิเคราะห์	
1	อ่อน	1. วัสดุของ หลังคาอาคาร	หลังคากระเบื้องลอน หนา 4 มิลลิเมตร มี ช่องว่างอากาศ 500 มิลลิเมตร ฝ้าไม้อัด หนา 4 มิลลิเมตร (ไม่บุฉนวน)	ค่าการถ่ายเท ความร้อนรวม ผ่านหลังคา อาคาร (วัดได้/ตรม.)	61.20
2	ปานกลาง	2. ความเอียงของ หลังคาอาคาร	22.5 องศา		71.40
3	ชื้น	หมายเหตุ: ไม่ได้ทำการคำนวณผลในส่วน ของค่าถ่ายเทความร้อนรวมผ่านกรอบอาคาร			81.60
สรุปผลการ วิเคราะห์	จากผลการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาอาคาร พบว่า เมื่อเปลี่ยนความชื้น สีของหลังคาอาคารทั้งความชื้นสีอ่อน ปานกลาง และชื้น พบว่า ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม ผ่านหลังคาอาคารมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตามลำดับ เนื่องจากความชื้นสีของหลังคาอาคาร ที่มากขึ้น ทำให้ความสามารถในการดูดกลืนความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์มีค่าเพิ่มขึ้นด้วย				

5.2 สรุปแนวทางการออกแบบ จากการทดลองปรับเปลี่ยนค่าในโปรแกรม

จากการทดลองปรับเปลี่ยนค่าจำแนกตามคุณสมบัติในโปรแกรมวิเคราะห์ประเมินการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคารข้างต้น สามารถสรุปเป็นแนวทางในการออกแบบสถาปัตยกรรม เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการอนุรักษ์พลังงานได้ 3 กรณี ดังนี้

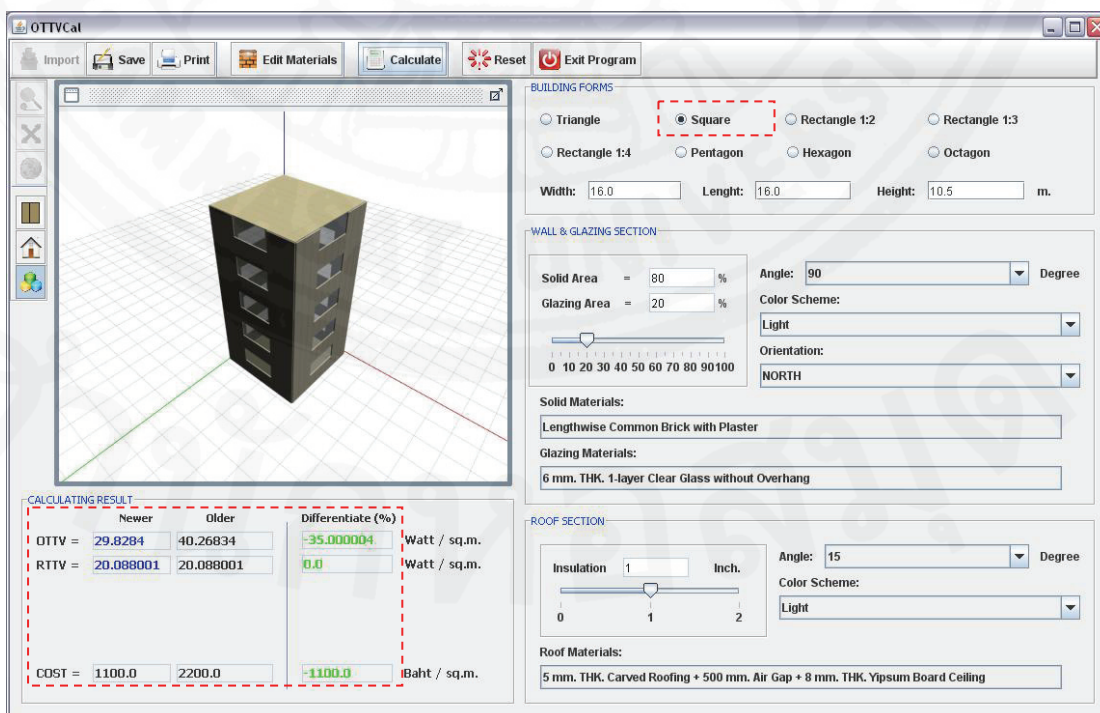
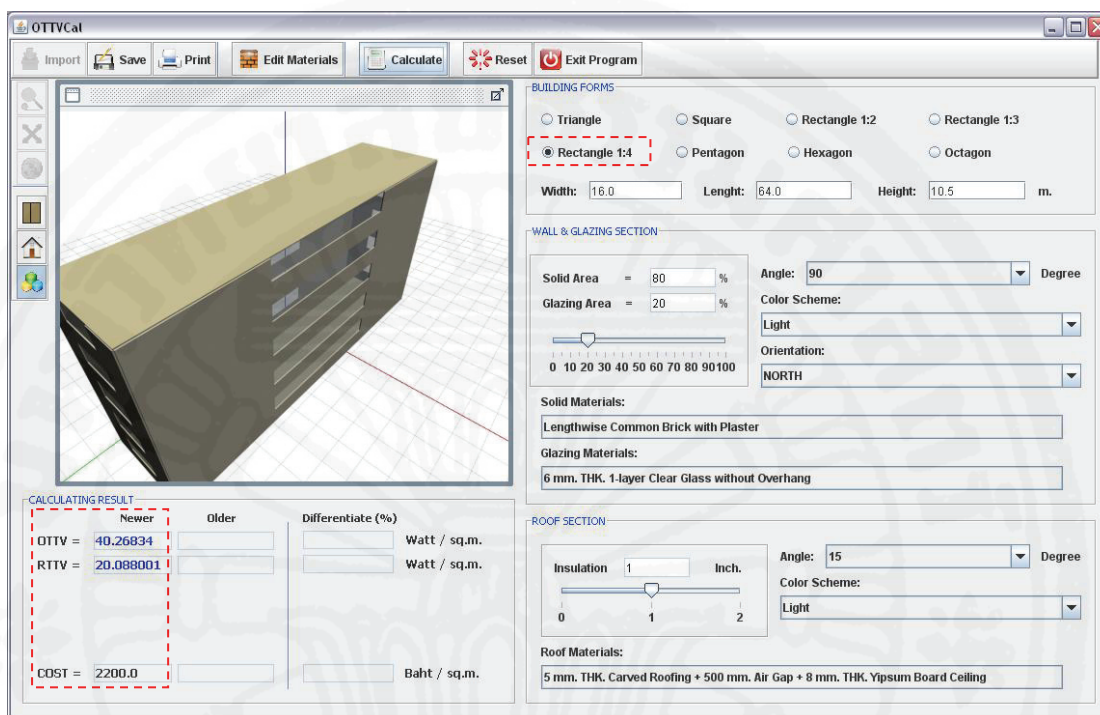
5.2.1 แนวทางการออกแบบรูปทรงอาคาร

ในการออกแบบอาคารควรคำนึงถึงรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อโดยตรงของอาคาร ดังนั้นการออกแบบอาคารขนาดใหญ่ที่มีพื้นที่ผิวมากจะส่งผลให้เกิดการดูดกลืนความร้อนเข้าสู่อาคารได้มาก ซึ่งเป็นผลสรุปมาจากการทดลองปรับเปลี่ยนค่ารูปทรงของอาคารตามตารางที่ 5.1 ซึ่งในการออกแบบรูปทรงอาคารเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานควรคำนึงถึงปัจจัย 2 ปัจจัย คือ

1. รูปทรงของอาคารเป็นปัจจัยหลักอย่างหนึ่งที่จะต้องคำนึงในการออกแบบอาคาร เนื่องจากการออกแบบอาคารให้มีขนาดใหญ่ ตัวอย่างเช่น ออกแบบเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีด้านยาวมากกว่าด้านกว้างมาก ๆ จะทำให้เกิดพื้นที่ในการดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ที่มาก ดังนั้นในการออกแบบเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานควรออกแบบให้เป็นอาคารย่อย ๆ ให้อาคารเกิดพื้นที่ในการรับความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ที่น้อยลง ดังภาพที่ 5.1 จะเห็นได้ว่าเมื่อทำการเปลี่ยนรูปทรงอาคารจากรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีด้านยาวมากกว่าด้านกว้าง 4 เท่าเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสพบว่า ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคารที่คำนวณได้จากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจากงานวิจัยมีค่าลดลงจากเดิม 40.27 วัตต์ต่อตารางเมตร เป็น 29.83 วัตต์ต่อตารางเมตร

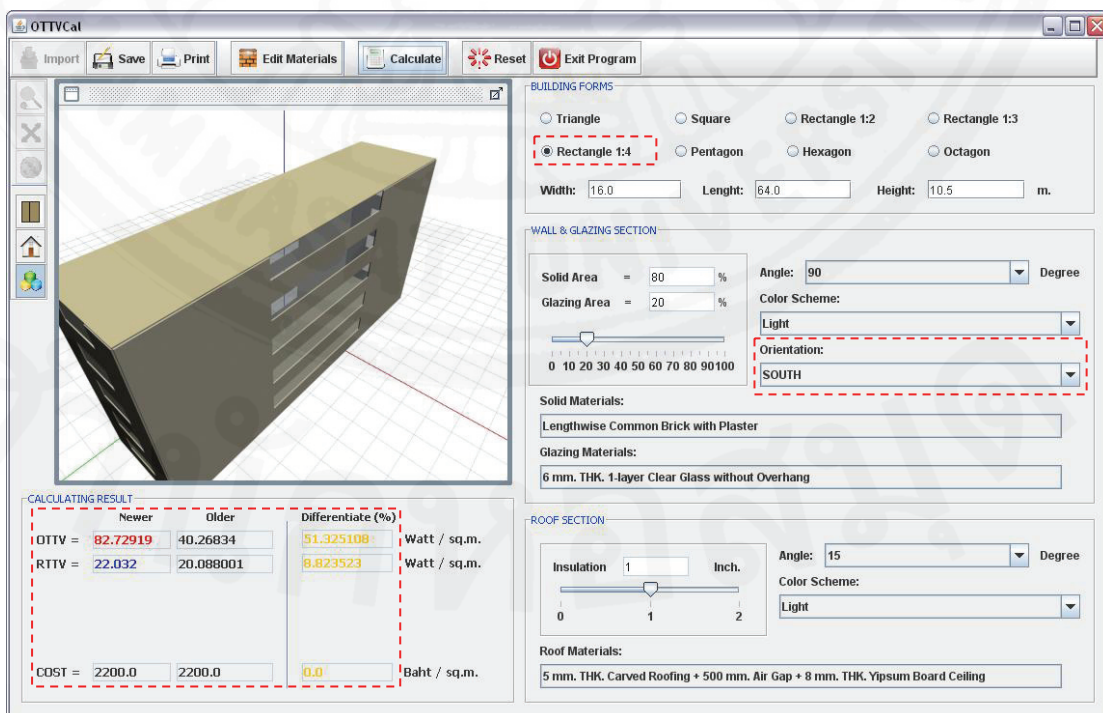
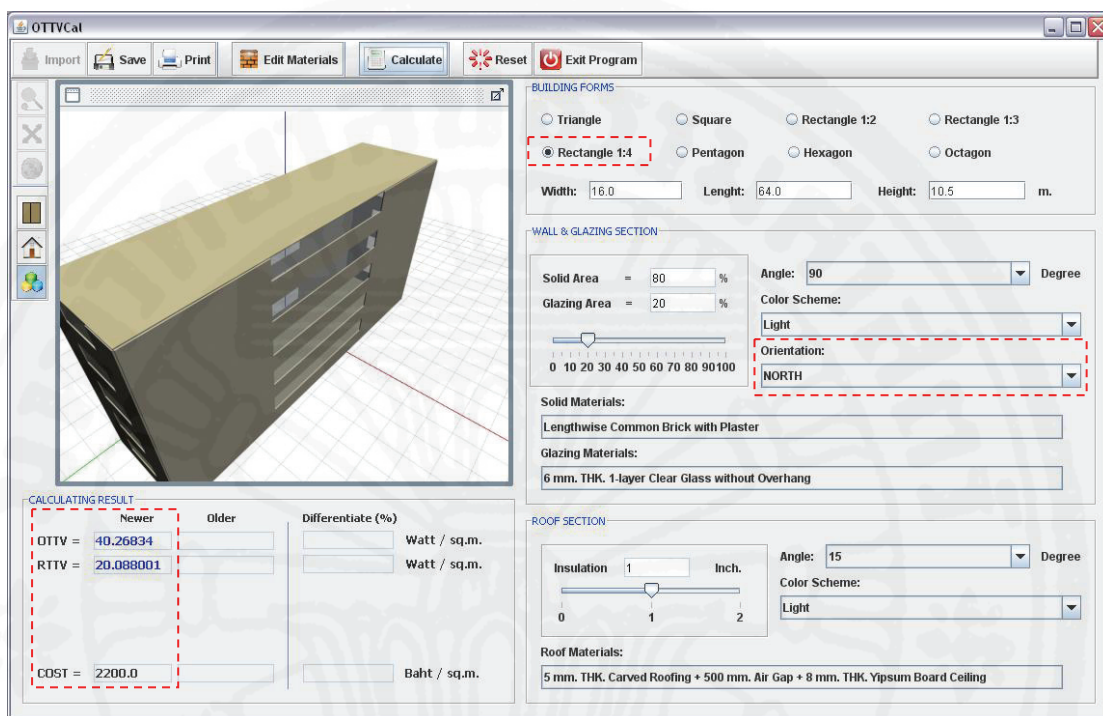
2. การจัดวางทิศทางของอาคารเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ควรคำนึงถึงเนื่องจาก ถ้าทำการออกแบบอาคารรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีด้านยาวมากกว่าด้านกว้าง 4 เท่าแล้วเลือกจัดวางด้านยาวนั้นรับกับรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรง จะทำให้อาคารนั้นมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคารที่สูง ดังนั้นในการออกแบบอาคารควรคำนึงถึงทิศทางของดวงอาทิตย์รวมทั้งแนวโคจรของดวงอาทิตย์ เพื่อหลีกเลี่ยงการรับความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ที่มากทางทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ดังภาพที่ 5.2 จะเห็นได้ว่าเมื่อทำการกำหนดรูปทรงอาคารเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีด้านยาวมากกว่าด้านกว้าง 4 เท่า แล้วทำการจัดวางทิศทางของอาคารในทางทิศเหนือ เปรียบเทียบกับทางทิศใต้พบว่า ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคารที่คำนวณได้จากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจากงานวิจัยมีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิม 40.27 วัตต์ต่อตารางเมตร เป็น 82.73 วัตต์ต่อตารางเมตร

ภาพที่ 5.1
แนวทางการทดลองปรับเปลี่ยนรูปทรงอาคาร



ภาพที่ 5.2

แนวทางการทดลองปรับเปลี่ยนการจัดวางทิศทางของอาคาร



5.2.2 แนวทางการออกแบบวัสดุครอบอาคาร

วัสดุครอบอาคารที่เป็นผนังโปร่ง หรือกระจกจะสามารถส่งผ่านความร้อนได้มากกว่า วัสดุครอบอาคารที่เป็นผนังทึบ ดังนั้นในการออกแบบอาคารควรเลือกใช้วัสดุที่มีค่าการนำความร้อน หรือมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ต่ำ นอกจากนี้การเลือกใช้อุปกรณ์บังแดดกับวัสดุผนังโปร่งของอาคารจะช่วยให้อาคารได้รับความร้อนโดยตรงจากรังสีดวงอาทิตย์ที่น้อยลงด้วย ในการออกแบบวัสดุครอบอาคาร เพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานควรคำนึงถึงปัจจัย 2 ปัจจัย คือ

1. การเลือกใช้วัสดุของผนังทึบและผนังโปร่งของอาคาร นอกจากการเลือกใช้วัสดุที่มีค่าการนำความร้อน หรือมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ต่ำดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น การเลือกใช้วัสดุที่มีมวลน้อยจะช่วยให้เกิดการหน่วงความร้อนไว้ภายในวัสดุที่ต่ำ ทำให้อาคารเกิดการใช้พลังงานในการปรับอากาศที่น้อยกว่าอาคารที่เลือกใช้วัสดุที่มีมวลมาก ดังภาพที่ 5.3 พบว่าเมื่อทำการเปลี่ยนวัสดุครอบอาคารในส่วนผนังโปร่งจากกระจกใสธรรมดาหนา 6 มิลลิเมตรที่มีมวลน้อย เป็นกระจกเคีอบสารสะท้อนแสง 2 ชั้นหนา 12 มิลลิเมตรและมีช่องว่างอากาศตรงกลางหนา 11 มิลลิเมตรซึ่งมีมวลมากกว่าพบว่า ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคารที่คำนวณได้จากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจากงานวิจัยมีค่าลดลงจากเดิม 54.54 วัตต์ต่อตารางเมตร เป็น 20.95 วัตต์ต่อตารางเมตร

2. อัตราส่วนของพื้นที่ผนังทึบและผนังโปร่ง จะมีผลโดยตรงต่อปริมาณความร้อนที่อาคารได้รับ และส่งผลต่อความสบายของรูปด้านของอาคาร เช่น การเลือกใช้พื้นที่ผนังโปร่งจำนวนมากในอาคารด้านทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตกมากเกินไป จะทำให้อาคารมีค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคารสูงเกินเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนดไว้ได้ หรือเลือกใช้วัสดุผนังทึบแทน เพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารที่มากเกินไป อาจส่งผลให้อาคารขาดความสบายลงได้ ดังภาพที่ 5.4 พบว่าเมื่อทำการปรับพื้นที่วัสดุครอบอาคารในส่วนผนังโปร่งจาก 50 เปอร์เซ็นต์ลดลงเหลือ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยที่วัสดุผนังโปร่งยังคงเหมือนเดิมคือ กระจกใสธรรมดาหนา 6 มิลลิเมตรพบว่า ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคารที่คำนวณได้จากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจากงานวิจัยมีค่าลดลงจากเดิม 54.54 วัตต์ต่อตารางเมตร เป็น 29.83 วัตต์ต่อตารางเมตร

ภาพที่ 5.3
แนวทางการทดลองปรับเปลี่ยนวัสดุรอบอาคาร

OTTVCat

Import Save Print Edit Materials Calculate Reset Exit Program

BUILDING FORMS

☐ Triangle
 ☒ Square
 ☐ Rectangle 1:2
 ☐ Rectangle 1:3
☐ Rectangle 1:4
 ☐ Pentagon
 ☐ Hexagon
 ☐ Octagon

Width: 16.0 Length: 64.0 Height: 10.5 m.

WALL & GLAZING SECTION

Solid Area = 50 %
 Glazing Area = 50 %

Angle: 90 Degree

Color Scheme: Light

Orientation: NORTH

Solid Materials: Lengthwise Common Brick with Plaster

Glazing Materials: 6 mm. THK. 1-layer Clear Glass without Overhang

ROOF SECTION

Insulation: 1 Inch.

Angle: 0 Degree

Color Scheme: Light

Roof Materials: 100 mm. THK. Reinforce Concrete Flat Slab

CALCULATING RESULT

	Newer	Older	Differentiate (%)	
OTTV =	54.537003			Watt / sq.m.
RTTV =	16.0			Watt / sq.m.
COST =	536.5			Baht / sq.m.

OTTVCat

Import Save Print Edit Materials Calculate Reset Exit Program

BUILDING FORMS

☐ Triangle
 ☒ Square
 ☐ Rectangle 1:2
 ☐ Rectangle 1:3
☐ Rectangle 1:4
 ☐ Pentagon
 ☐ Hexagon
 ☐ Octagon

Width: 16.0 Length: 64.0 Height: 10.5 m.

WALL & GLAZING SECTION

Solid Area = 50 %
 Glazing Area = 50 %

Angle: 90 Degree

Color Scheme: Light

Orientation: NORTH

Solid Materials: Lengthwise Common Brick with Plaster

Glazing Materials: 12 mm. THK. 2-layer Reflexive Coat Glass + 11 mm. Air Gap without Overhang

ROOF SECTION

Insulation: 1 Inch.

Angle: 0 Degree

Color Scheme: Light

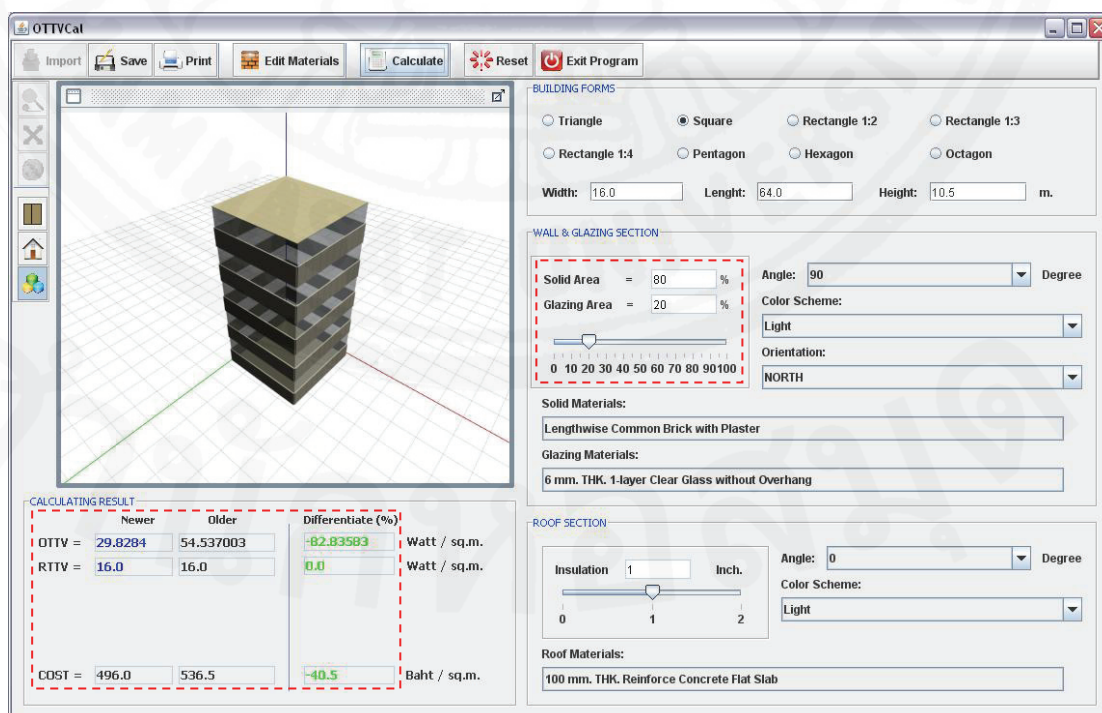
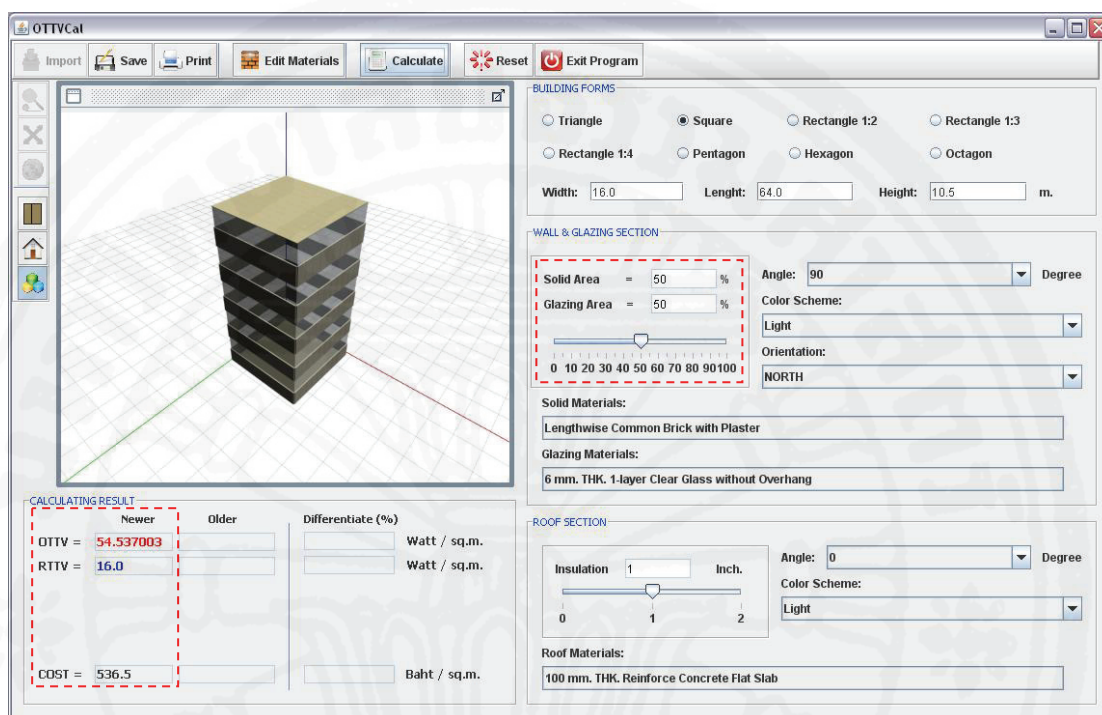
Roof Materials: 100 mm. THK. Reinforce Concrete Flat Slab

CALCULATING RESULT

	Newer	Older	Differentiate (%)	
OTTV =	20.947498	54.537003	-160.3509	Watt / sq.m.
RTTV =	16.0	16.0	0.0	Watt / sq.m.
COST =	784.0	536.5	247.5	Baht / sq.m.

ภาพที่ 5.4

แนวทางการทดลองปรับเปลี่ยนอัตราส่วนของพื้นที่ผนังทึบและผนังโปร่ง



5.2.3 แนวทางการออกแบบวัสดุหลังคาอาคาร

การออกแบบวัสดุหลังคาอาคารมีสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในลักษณะที่ใกล้เคียงกับวัสดุกรอบอาคารคือ ควรเลือกใช้วัสดุหลังคาที่มีค่าการนำความร้อน หรือมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนที่ต่ำ เพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารแล้ว การเสริมฉนวนกันความร้อนให้กับหลังคายังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารได้ ในการออกแบบวัสดุหลังคาอาคาร เพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานควรคำนึงถึงปัจจัย 3 ปัจจัย คือ

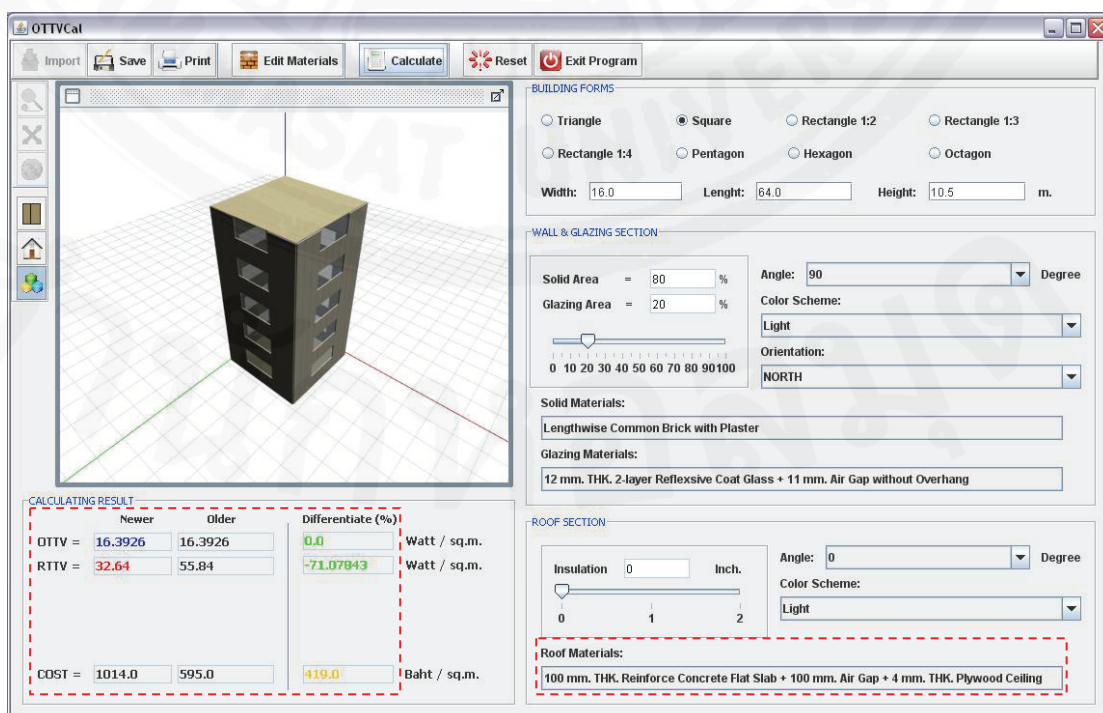
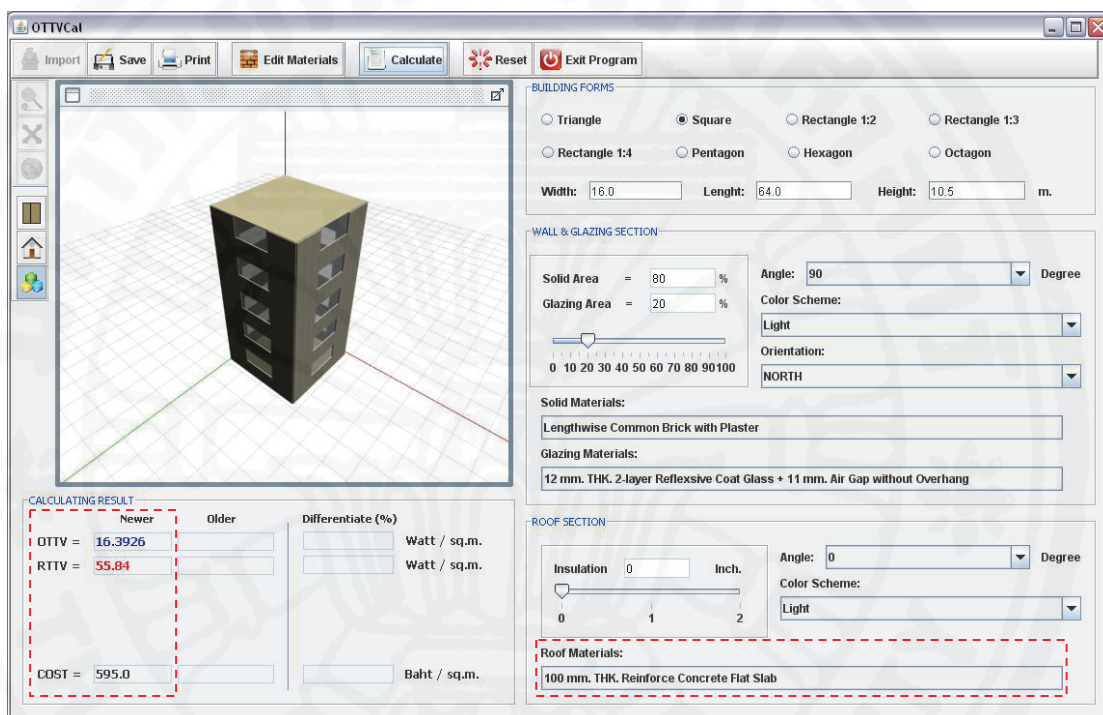
1. การเลือกใช้วัสดุหลังคาควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาพภายในของอาคาร ซึ่งอาคารที่ออกแบบและสร้างขึ้นในวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันย่อมมีความต้องการในการกันความร้อนเข้าสู่อาคารที่ต่างกันด้วย นอกจากนี้วัสดุหลังคาอาคารที่แตกต่างกันจะสามารถป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารได้ไม่เท่ากันเช่นกัน ดังภาพที่ 5.5 พบว่าเมื่อทำการเปลี่ยนวัสดุหลังคาอาคารจากหลังคาคอนกรีตหนา 100 มิลลิเมตร แต่ไม่มีฉนวนกันความร้อน เป็นหลังคาคอนกรีตหนา 100 มิลลิเมตร มีช่องว่างอากาศหนา 100 มิลลิเมตร และมีฝ้าเพดานทำด้วยไม้อัดหนา 4 มิลลิเมตร แต่ไม่มีฉนวนกันความร้อนเช่นกันพบว่า ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาอาคารลดลงจาก 55.84 วัตต์ต่อตารางเมตรเป็น 32.64 วัตต์ต่อตารางเมตร

2. การเพิ่มฉนวนให้แก่หลังคาโดยเพิ่มในส่วนพื้นที่ใต้หลังคา หรือบนช่องฝ้าเพดาน จะช่วยให้อาคารสามารถป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารได้อีกวิธีหนึ่ง ดังภาพที่ 5.6 พบว่าเมื่อทำการเพิ่มฉนวนกันความร้อนไว้ใต้หลังคาหนา 1 นิ้ว โดยที่วัสดุหลังคายังคงเหมือนเดิม คือเป็นหลังคาคอนกรีตหนา 100 มิลลิเมตร มีช่องว่างอากาศหนา 100 มิลลิเมตร และมีฝ้าเพดานทำด้วยไม้อัดหนา 4 มิลลิเมตร พบว่า ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาอาคารลดลงจาก 32.64 วัตต์ต่อตารางเมตรเป็น 13.28 วัตต์ต่อตารางเมตร

3. มุมเอียงของหลังคา กลับปรับเปลี่ยนให้หลังคาเกิดมุมเอียงจะทำให้มุมองศาในการรับความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ไม่เท่ากัน โดยการออกแบบให้หลังคามีลักษณะราบหรือทำมุม 90 องศา กับรังสีดวงอาทิตย์นั้น จะทำให้อาคารได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรง และเป็นเวลาทั้งวันซึ่งจะทำให้อาคารร้อนมาก ดังนั้นการออกแบบให้หลังคามีมุมองศาที่ไม่ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ จะทำให้หลังคาอาคารไม่ต้องรับความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรงเป็นเวลาทั้งวัน ส่งผลให้ค่าความร้อนที่ถ่ายเทรวมผ่านหลังคาอาคารนั้นมีค่าลดลง และเกิดการอนุรักษ์พลังงานมากขึ้นอีกด้วย ดังภาพที่ 5.7 พบว่า เมื่อทำการเปลี่ยนมุมเอียงของหลังคาอาคารจากเดิม 0 องศา เป็น 10 องศา โดยที่วัสดุหลังคายังคงเหมือนเดิม คือเป็นหลังคาคอนกรีตหนา 100 มิลลิเมตร มีช่องว่างอากาศหนา 100 มิลลิเมตร มีฝ้าเพดานทำด้วยไม้อัดหนา 4 มิลลิเมตร และมีฉนวนกัน

ความร้อนไว้ได้หลังคาหนา 1 นิ้ว พบว่า ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาอาคารลดลงจาก 13.28 วัตต์ต่อตารางเมตรเป็น 12.75 วัตต์ต่อตารางเมตร

ภาพที่ 5.5
แนวทางการทดลองปรับเปลี่ยนวัสดุหลังคาอาคาร



ภาพที่ 5.6
แนวทางการทดลองปรับเปลี่ยนการเพิ่มฉนวนหลังคาอาคาร

OTTVCalc

Import Save Print Edit Materials Calculate Reset Exit Program

BUILDING FORMS

☐ Triangle
 ☒ Square
 ☐ Rectangle 1:2
 ☐ Rectangle 1:3
☐ Rectangle 1:4
 ☐ Pentagon
 ☐ Hexagon
 ☐ Octagon

Width: 16.0 Length: 64.0 Height: 10.5 m.

WALL & GLAZING SECTION

Solid Area = 80 %
 Glazing Area = 20 %
 Angle: 90 Degree
 Color Scheme: Light
 Orientation: NORTH
 Solid Materials: Lengthwise Common Brick with Plaster
 Glazing Materials: 12 mm. THK. 2-layer Reflexsive Coat Glass + 11 mm. Air Gap without Overhang

ROOF SECTION

Insulation: 0 Inch.
 Angle: 0 Degree
 Color Scheme: Light
 Roof Materials: 100 mm. THK. Reinforce Concrete Flat Slab + 100 mm. Air Gap + 4 mm. THK. Plywood Ceiling

CALCULATING RESULT

	Newer	Older	Differentiate (%)	
OTTV =	16.3926			Watt / sq.m.
RTTV =	32.64			Watt / sq.m.
COST =	1014.0			Baht / sq.m.

OTTVCalc

Import Save Print Edit Materials Calculate Reset Exit Program

BUILDING FORMS

☐ Triangle
 ☒ Square
 ☐ Rectangle 1:2
 ☐ Rectangle 1:3
☐ Rectangle 1:4
 ☐ Pentagon
 ☐ Hexagon
 ☐ Octagon

Width: 16.0 Length: 64.0 Height: 10.5 m.

WALL & GLAZING SECTION

Solid Area = 80 %
 Glazing Area = 20 %
 Angle: 90 Degree
 Color Scheme: Light
 Orientation: NORTH
 Solid Materials: Lengthwise Common Brick with Plaster
 Glazing Materials: 12 mm. THK. 2-layer Reflexsive Coat Glass + 11 mm. Air Gap without Overhang

ROOF SECTION

Insulation: 1 Inch.
 Angle: 0 Degree
 Color Scheme: Light
 Roof Materials: 100 mm. THK. Reinforce Concrete Flat Slab + 100 mm. Air Gap + 4 mm. THK. Plywood Ceiling

CALCULATING RESULT

	Newer	Older	Differentiate (%)	
OTTV =	16.3926	16.3926	0.0	Watt / sq.m.
RTTV =	13.28	32.64	-145.78314	Watt / sq.m.
COST =	1014.0	1014.0	0.0	Baht / sq.m.

ภาพที่ 5.7

แนวทางการทดลองปรับเปลี่ยนมุมเอียงหลังคาอาคาร

OTTVCalc

Import Save Print Edit Materials Calculate Reset Exit Program

BUILDING FORMS

☐ Triangle
 ☒ Square
 ☐ Rectangle 1:2
 ☐ Rectangle 1:3
☐ Rectangle 1:4
 ☐ Pentagon
 ☐ Hexagon
 ☐ Octagon

Width: 16.0 Length: 64.0 Height: 10.5 m.

WALL & GLAZING SECTION

Solid Area = 80 %
 Glazing Area = 20 %

Angle: 90 Degree

Color Scheme: Light

Orientation: NORTH

Solid Materials: Lengthwise Common Brick with Plaster

Glazing Materials: 12 mm. THK. 2-layer Reflexsive Coat Glass + 11 mm. Air Gap without Overhang

CALCULATING RESULT

	Newer	Older	Differentiate (%)	
OTTV =	16.3926			Watt / sq.m.
RTTV =	13.28			Watt / sq.m.
COST =	1014.0			Baht / sq.m.

ROOF SECTION

Insulation 1 Inch.

Angle: 0 Degree

Color Scheme: Light

Roof Materials: 100 mm. THK. Reinforce Concrete Flat Slab + 100 mm. Air Gap + 4 mm. THK. Plywood Ceiling

OTTVCalc

Import Save Print Edit Materials Calculate Reset Exit Program

BUILDING FORMS

☐ Triangle
 ☒ Square
 ☐ Rectangle 1:2
 ☐ Rectangle 1:3
☐ Rectangle 1:4
 ☐ Pentagon
 ☐ Hexagon
 ☐ Octagon

Width: 16.0 Length: 64.0 Height: 10.5 m.

WALL & GLAZING SECTION

Solid Area = 80 %
 Glazing Area = 20 %

Angle: 90 Degree

Color Scheme: Light

Orientation: NORTH

Solid Materials: Lengthwise Common Brick with Plaster

Glazing Materials: 12 mm. THK. 2-layer Reflexsive Coat Glass + 11 mm. Air Gap without Overhang

CALCULATING RESULT

	Newer	Older	Differentiate (%)	
OTTV =	16.3926	16.3926	0.0	Watt / sq.m.
RTTV =	12.748799	13.28	-4.1665703	Watt / sq.m.
COST =	1014.0	1014.0	0.0	Baht / sq.m.

ROOF SECTION

Insulation 1 Inch.

Angle: 10 Degree

Color Scheme: Light

Roof Materials: 100 mm. THK. Reinforce Concrete Flat Slab + 100 mm. Air Gap + 4 mm. THK. Plywood Ceiling

5.3 ปัญหาและอุปสรรคในงานวิจัย

สำหรับการออกแบบซอฟต์แวร์วิเคราะห์ประเมินการถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคาร เพื่อการอนุรักษ์พลังงานในงานวิจัยนี้ สามารถสรุปข้อจำกัดต่าง ๆ ในงานวิจัยออกมาได้ ดังนี้

1. ข้อจำกัดในส่วนของการเขียนโครงสร้างโปรแกรมในรองรับการทำงานในขั้นสูงของการทำงานของส่วนแสดงผล 3 มิติ เนื่องจากโครงสร้างภาษาจาวา 3 มิตินั้น เป็นโครงสร้างภาษาที่ไม่ค่อยได้รับความนิยมมากนักในการทำงานด้าน 3 มิติในประเทศไทย ทำให้การศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างภาษาจาวา 3 มิติต้องทำการศึกษาข้อมูลจากตำรา และข้อมูลบนเว็บไซต์ในต่างประเทศทั้งหมด ทำให้เกิดข้อจำกัดและความยากต่อการพัฒนาโปรแกรม และการกำหนดอัลกอริทึมต่าง ๆ

2. ในการพัฒนาโปรแกรมในงานวิจัยนี้ไม่ครอบคลุมถึงการพิจารณาความร้อนอันเกิดขึ้นจากพฤติกรรมการใช้อาคารของผู้ใช้อาคาร และความร้อนที่เกิดขึ้นเนื่องจากอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ภายในอาคาร เช่น ระยะเวลาในการเปิดโทรทัศน์ จำนวนหลอดไฟที่เปิดภายในอาคาร เป็นต้น เนื่องจากข้อจำกัดในด้านเวลาที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย ทำให้ไม่สามารถนำเอาข้อมูลในส่วนนี้มาใช้ในการคำนวณค่าภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศได้ ทำให้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นยังไม่สามารถครอบคลุมถึงองค์ประกอบที่ทำให้เกิดความร้อนของอาคารได้ทั้งหมด

5.4 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากปัญหาและข้อจำกัดในการทำการวิจัยในครั้งนี้ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ทำให้การพัฒนาโปรแกรมไม่สามารถครอบคลุมองค์ประกอบที่ทำให้เกิดความร้อนของอาคารได้ทั้งหมด ทำได้เพียงการคำนวณในส่วนของคุณค่าความร้อนรวมที่ผ่านกรอบและหลังคาของอาคารเท่านั้น ซึ่งพอจะสรุปข้อเสนอแนะสำหรับผู้ทำการวิจัยที่สนใจในการทำวิจัยในเรื่องเดียวกันนี้ เพื่อให้การพัฒนาโปรแกรมเป็นไปตามคุณสมบัติที่ครบถ้วนตามแบบจำลองต่อไป สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. พัฒนาโปรแกรมให้สามารถทำการกำหนดค่ารูปแบบของโมเดลอาคารตามความต้องการได้มากยิ่งขึ้น เช่น การกำหนดวัสดุกรอบอาคารในชั้นสูงโดยการกำหนดรายละเอียดวัสดุกรอบอาคารในแต่ละด้านของอาคารได้ เป็นต้น เพื่อความแม่นยำในการวิเคราะห์ค่าภาระการทำความเย็นของอาคารที่มากยิ่งขึ้น

2. พัฒนาโปรแกรมโดยเพิ่มส่วนการวิเคราะห์อาคารในประเภทต่าง ๆ ได้มากขึ้น เช่น อาคารขนาดใหญ่ หรืออาคารที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เป็นต้น เพื่อรองรับการทำงานที่มีความหลากหลาย และมีความซับซ้อนที่มากขึ้นกว่าเดิม

3. พัฒนาโปรแกรมโดยเพิ่มส่วนช่วยเหลือในโปรแกรม ทั้งในด้านการใช้งานโปรแกรม และการให้ความช่วยเหลือในด้านการตัดสินใจในการเลือกรูปแบบ หรือวัสดุกรอบอาคาร หรือวัสดุหลังคาอาคาร เพื่อเพิ่มความสะดวกในการใช้งานโปรแกรม

4. พัฒนาโปรแกรมให้รองรับในส่วนของการคำนวณในเรื่องเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับค่าไฟฟ้าของโครงการ เพื่อให้โปรแกรมสามารถตอบสนองความต้องการในการพิจารณาเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายได้มากขึ้น

จํานักรหอสมุด