บทที่ 6
สรุปและวิจารณ์

6.1 สรุปผลการวิจัย

ผนังเย็นที่ได้ดำเนินการวิจัย มีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศทั้งภายนอกและภายใน ปัจจัยภายนอกเช่น ความเข้มและทิศทางของแสงแดด อุณหภูมิอากาศภายนอก ความแรงและทิศทางของลม เมฆ ฝน ความชื้นในอากาศ โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิผนังภายนอกอาคารมากที่สุดคือแสงแดดรองลงมาคืออุณหภูมิอากาศภายนอก และอุณหภูมิภายนอกยังมีผลต่อการระบายความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์ของระบบปรับอากาศด้วย ลักษณะภูมิอากาศในฤดูต่างๆ เป็นดังนี้คือ ฤดูร้อนแสงแดดมีความเข้มสูง อากาศร้อนจัด ทิศทางของแสงแดดอยู่ในแนวค่อนข้างตรงศีรษะมีเมฆสลับเป็นบางครั้ง ผนังทิศตะวันตกรับแสงแดดมากที่สุดค่าไฟฟ้าของระบบปรับอากาศสูงมากซึ่งมีสาเหตุจากทั้งแสงแดดและอากาศที่ร้อนจัด รองลงมาคือฤดูหนาวท้องฟ้าโปร่งหรือมีหมอกบางๆ แสงแดดมีความเข้มต่ำอากาศหนาวถึงหนาวจัด ทิศทางของแสงแดดอยู่ในแนวใกล้ขอบฟ้าทำให้ผนังได้รับแสงแดดมาก ผนังด้านที่รับแสงแดดมากคือด้านทิศใต้ ส่วนฤดูฝนมีแสงแดดจัดใกล้เคียงกับฤดูร้อนบางวันอากาศร้อนอบอ้าว แต่ผนังอาคารได้รับภาระความเย็นเฉลี่ยแล้วน้อยกว่าฤดูอื่นเพราะมีเมฆมาก ท้องฟ้ามืดครึ้มและมีฝนตก

จากการเปรียบเทียบการทำแบบจำลองและผลการวัดค่าจริงกับผนังอาคารทั้ง 3 แบบ ผนังแบบก่ออิฐฉาบปูนด้านในมีค่าอุณหภูมิใกล้เคียงกับการทดสอบจริงมาก ผนังซีเมนต์บล็อคด้านในมีอุณหภูมิต่ำกว่าการทดสอบจริงเล็กน้อย ส่วนผนังไม้อัด 2 ชั้นด้านในมีค่าอุณหภูมิจากการทำแบบจำลองอยู่ในแนวค่าเฉลี่ยของการทดสอบจริง

จากการศึกษาผลของพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ได้จากการทำแบบจำลองมีดังนี้คือ

อัตราการไหลมีผลต่อระบบผนังเย็นน้อย ลักษณะของกราฟเป็นเส้นตรงและชิดกันทุกเส้น เช่นที่ปริมาณน้ำหมุนเวียนในถัง 1000 ลิตรอัตราการไหล 300 ลิตร/ช.ม มีค่าไฟฟ้าระบบปรับอากาศ 4.19 kWh/day และที่อัตราการไหล 1000 ลิตร/ช.ม มีค่าไฟฟ้าระบบปรับอากาศ 4.23 kWh/day ซึ่งมีค่ามากขึ้นกว่าเดิม 0.04 kWh / day

ปริมาณน้ำหมุนเวียนในถังเก็บน้ำมีผลต่อการใช้ไฟฟ้าของระบบปรับอากาศสูงมาก ที่อัตราการไหล 300 ลิตร/ช.ม พบว่าเมื่อมีปริมาณน้ำหมุนเวียน 100 ลิตรมีค่ากระแสไฟฟ้าระบบปรับอากาศ 5.23 kWh/day และเมื่อมีปริมาณน้ำหมุนเวียน 1000 ลิตรมีค่ากระแสไฟฟ้าระบบปรับอากาศ 4.19 kWh/day ซึ่งมีค่ามากขึ้นกว่าเดิม 1.04 kWh / day

ทิศของผนังเย็นที่มีผลต่อการใช้กระแสไฟฟ้าของระบบปรับอากาศคือทิศที่ได้รับแสงแดดมากซึ่งทิศที่มีความประหยัดมากคือทิศใต้ และถ้าใช้ผนังเย็น 2 ด้านพร้อมกันคือด้านทิศใต้และตะวันตก พบว่าค่ากระแสไฟฟ้าใกล้เคียงกับการใช้ผนังเย็น 4 ด้านพร้อมกัน

ช่วงฤดูกาลที่เหมาะสมต่อการใช้ผนังเย็นคือช่วงฤดูร้อน จะเกิดความประหยัดจากการใช้ระบบผนังเย็นมากประมาณ 1.14 kWh/day ในช่วงฤดูฝนมีความประหยัดน้อยมากจึงไม่เหมาะสมที่จะใช้ระบบผนังเย็น

ประเภทของผนังที่เหมาะสมกับระบบผนังเย็นมากที่สุดคือผนังก่ออิฐฉาบปูน ซึ่งจะมีความประหยัดสูงสุด 1.14 kWh/day รองลงมาคือผนังซีเมนต์บล็อคซึ่งจะมีความประหยัด 0.97 kWh/day ส่วนผนังไม้อัด 2 ชั้นไม่เหมาะสมกับระบบผนังเย็นซึ่งมีความประหยัดเพียง 0.65 kWh/day

ช่วงเวลาเริ่มทำงานและหยุดทำงานระบบผนังเย็นมีผลต่อการใช้ไฟฟ้าของระบบผนังเย็นมาก เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายด้านค่าไฟฟ้าของปั๊มน้ำตลอดเวลาที่ทำงาน การหยุดใช้ผนังเย็นจะหยุดเมื่อเวลา 17.00 น. เนื่องจากอุณหภูมิผนังอาคารมีค่าสูงสุดในช่วงนี้ หลังจากนั้นแสงแดดจะลดลงอุณหภูมิผนังอาคารจะลดลงหากยังใช้ผนังเย็นต่อจะทำให้ผนังอาคารร้อนขึ้นกว่าปกติ และสิ้นเปลืองระบบไฟฟ้าของระบบปรับอากาศเพิ่มขึ้น สำหรับเวลาเริ่มทำงานหากเริ่มทำงานตั้งแต่ตอนเช้าจะประหยัดค่าไฟฟ้าระบบปรับอากาศมากขึ้นแต่จะสิ้นเปลืองค่าไฟฟ้าปั๊มน้ำ จากการทดลองทำแบบจำลองพบว่าการเริ่มใช้ระบบผนังเย็นทำงานที่เวลา 10.00 น. จะเหมาะสมที่สุด

ความสิ้นเปลืองพลังงานจากการทำแบบจำลองการใช้ผนังเย็นตลอดวันเปรียบเทียบกับการใช้ผนังธรรมดาของผนังทั้ง 3 ประเภทพบว่าเกิดความประหยัด 0.70 kWh/day สำหรับผนังก่ออิฐฉาบปูน, ประหยัด 0.61 kWh/day สำหรับผนังซีเมนต์บล็อค, ประหยัด 0.35 kWh/day สำหรับผนังไม้อัด 2 ชั้น เมื่อทำแบบจำลองการใช้ผนังเย็นในช่วง 10.00 – 17.00 น. จะเกิดความประหยัดมากกว่าการใช้ผนังเย็นตลอดวันเมื่อเปรียบเทียบกับผนังธรรมดาจะเกิดความประหยัด 0.91 kWh/day สำหรับผนังก่ออิฐฉาบปูน, ประหยัด 0.84 kWh/day สำหรับผนังซีเมนต์บล็อคและประหยัด 0.29 kWh/day สำหรับผนังไม้อัด 2 ชั้น เปรียบเทียบผนังทั้ง 3 ประเภทพบว่าผนังซีเมนต์บล็อคมีความประหยัดสูงสุด รองลงมาคือผนังก่ออิฐฉาบปูน

อุณหภูมิผนังด้านในของอาคารที่สูงกว่าอุณหภูมิห้องทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ห้องทดสอบ จากการทำแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลแสงแดดในช่วงเดือน 27 ก.พ – 12 เม.ย ของผนังทั้ง 3 ประเภทด้านทิศใต้พบว่าที่เวลาประมาณ 14.00 น. ผนังก่ออิฐฉาบปูนมีอุณหภูมิลดลง 1.3 °C ผนังซีเมนต์บล็อคมีอุณหภูมิลดลง 1.2 °C และผนังไม้อัด 2 ชั้นมีอุณหภูมิลดลง 0.6 °C การทำแบบจำลองด้านทิศตะวันตกพบว่าที่เวลาประมาณ 17.00 น. ผนังก่ออิฐฉาบปูนมีอุณหภูมิลดลง 1.4 °C ผนังซีเมนต์บล็อคมีอุณหภูมิลดลง 1.2 °C และผนังไม้อัด 2 ชั้นมีอุณหภูมิลดลง 0.6 °C

6.2 ข้อเสนอแนะ

การประยุกต์ใช้ผนังเย็นในต่างประเทศมีการใช้ผนังเย็นเช่นกัน แต่จะใช้วิธีฝังท่อน้ำไว้ในผนังภายในอาคารแล้วปั๊มน้ำเย็นผ่าน ต่างจากผนังเย็นในโครงการวิจัยนี้ที่ฝังท่อน้ำไว้ที่ผนังอาคารด้านนอกแล้วปั๊มน้ำผ่านเพื่อลดอุณหภูมิผนังอาคารด้านนอกให้ลดลง ซึ่งมุ่งหวังจะลดการใช้กระแสไฟฟ้าของระบบปรับอากาศลงและยังได้น้ำอุ่นไว้ใช้ประโยชน์อีกด้วย

อุปสรรคสำคัญในการเปรียบเทียบผลการทดสอบผนังเย็นและผนังธรรมดาเปรียบเทียบกันได้ยาก สาเหตุจากปริมาณน้ำในถังซึ่งมีเพียงแค่ 100 ลิตรมีน้อยเกินไปเกิดความประหยัดจากผนังเย็นน้อยและยังมีผลกระทบจากปัจจัยภายนอกหลายอย่างเช่น ลม มีฝนตก เมฆปกคลุม ทำให้ตัวเลขค่าไฟฟ้าที่อ่านจาก Wattmeter ไม่สอดคล้องกับค่าแสงแดด

การปรับปรุงการทดสอบสามารถทำได้เช่น

- ตั้งจุดประสงค์การวิจัยให้เกิดความประหยัดค่าไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศเพียงอย่างเดียวไม่ต้องการน้ำอุ่นโดยการเพิ่มการระบายความร้อนของน้ำเช่นใช้ Gravitational Draft Cooling Tower และไม่หุ้มฉนวนถังน้ำ
- วัดประสิทธิภาพผนังเย็นโดยการแบ่งผนังเย็นออกเป็น 2 ส่วน ติดตั้งผนังเย็นครึ่งหนึ่งของผนังแล้ววัดอุณหภูมิผนังทั้ง 2 ส่วนนี้ วิธีการนี้จะลดผลกระทบของปัจจัยต่างๆ ได้ดีที่สุด
- สร้างอาคารช่วยทดสอบสำหรับติดตั้งเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อจะได้ไม่ต้องเข้าออกอาคารทดสอบในระหว่างการทดสอบ อุปกรณ์วัดต่างๆ ควรเป็นแบบกันน้ำได้
- ทดสอบกับผนังอาคารที่มีพื้นผิวผนังกว้างขึ้น

ผลกระทบต่อผนังอาคารที่ติดตั้งระบบผนังเย็นคือจะมีรอยแตกเล็กๆ ในแนวท่อที่ฝังในผนัง เนื่องจากฉาบปูนทับแนวท่อประมาณ 0.5 – 1 ซ.ม เมื่อท่อมีการขยายตัวหดตัวจึงเกิดการแตกขึ้น น้ำฝนจะซึมเข้าไปในแนวท่อทำให้สีเป็นรอยด่างในรัศมี 3 ซ.ม จากแนวท่อ ดังนั้นควรเพิ่มความหนาของปูนที่ฉาบทับท่อหรือใช้ลวดตาข่ายคลุมทับท่อทองแดงอีกชั้นก่อนฉาบปูนทับ และลดขนาดท่อทองแดงลงจากเดิมที่ใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.27 ซ.ม

การนำผนังเย็นไปใช้งานจริงไม่จำเป็นต้องติดตั้ง Flowmeter เพราะอัตราการไหลมีผลต่อระบบน้อยและ Flowmeter มีราคาแพงมาก อาจติดตั้ง Pressure Gauge แทน ช่วงความดันที่เหมาะสมคือ 3 – 6 PSI

การใช้หอผึ่งเย็นสามารถลดอุณหภูมิผนังภายนอกได้มาก ซึ่งอาจเหมาะสมกับอาคารที่ไม่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ข้อเสียคือมีน้ำระเหยจากระบบสูงมากถึงวันละประมาณ 100 ลิตรต้องมีระบบเติมน้ำและมีน้ำเพียงพอ

การใช้ระบบผนังเย็นควรใช้ในสถานการณ์ที่มีภาระความเย็นมากจะทำให้มีความประหยัดค่าไฟฟ้าในระบบปรับอากาศมาก เช่นทำงานในช่วง 10.00 – 17.00 น. เลือกทำบนผนังด้านทิศใต้และทิศตะวันตก ช่วงฤดูร้อน วันที่อากาศร้อนหรือร้อนอบอ้าว

ควรมีการทดสอบการใช้ผนังเย็นบนดาดฟ้าเนื่องจากมีแสงแดดตกกระทบสูงกว่าผนังอาคาร ส่วนการใช้ผนังเย็นที่เพดานและผนังไม้อัด 2 ชั้นถือว่าไม่มีประสิทธิภาพเพราะความร้อนถ่ายเทไปสู่น้ำได้น้อย

การใช้ผนังหุ้มฉนวนมีประสิทธิภาพดีมากแต่จะต้องเสียค่าใช้จ่ายสร้างผนังอีกชั้นหุ้มทับฉนวนไว้เพื่อความเรียบร้อยและสวยงาม

การออกแบบระบบผนังเย็นที่เหมาะสมมีดังนี้

- ให้น้ำไหลเข้าท่อทองแดงด้านล่างและไหลออกด้านบนเพื่อป้องกัน Air Lock จากฟองอากาศในท่อ
- หลีกเลี่ยงการลัดวงจรของน้ำ เช่นถ้าให้น้ำเข้าที่มุมล่างซ้ายและไหลออกมุมบนซ้าย น้ำจะไม่ไหลผ่านผนังซีกขวา
- ระยะห่างของท่อไม่ควรเกิน 7 ซ.ม เนื่องจากจะมีความร้อนแทรกผ่านระยะห่างของท่อเข้ามามาก
- ใช้ท่อทองแดงขนาดเล็กติดตั้งถี่ๆ จะดีกว่าใช้ท่อใหญ่ติดตั้งห่าง เพราะอุณหภูมิจะสม่ำเสมอและลดการแตกร้าวของผนังตามแนวท่อ
- ควรติดตั้งก๊อกสำหรับระบายน้ำออกจากผนังเย็นเพื่อสะดวกต่อการบำรุงรักษา
- อุปกรณ์ต่างๆ ต้องอยู่ภายนอกห้องเช่น ปั๊มน้ำ ถังเก็บน้ำ เนื่องจากความร้อนจากปั๊มและความชื้นจากน้ำในถังเป็นภาระความเย็นของระบบปรับอากาศ