บทที่ 5

ผลการตรวจสอบและการวิเคราะห์ผล

5.1 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร

5.1.1 ผลการดำเนินในส่วนการหาค่าการถ่ายเทความร้อนของผนัง

ทางอาคารมีพื้นที่ของกระจกทั้งหมด จำนวน 2,236.85 ตารางเมตร คิดเป็นสัดส่วนผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดเท่ากับ 30.79% จากข้อมูล สามารถทำการวิเคราะห์ค่าการถ่ายเทความร้อนของผนัง ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนของผนัง

ด้านของผนัง	พื้นที่ของผนัง (m^2)	OTTV (W/m^2)
ด้านซ้าย(ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ)	620.68	51.27
ด้านหน้า(ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ)	2,573.80	61.82
ด้านหลัง(ทิศตะวันออกเฉียงใต้)	2,614.43	50.06
ด้านขวา(ทิศตะวันตกเฉียงใต้)	620.68	51.27
รวม	6,429.59	55.00

5.1.2 วิเคราะห์การดำเนินงานค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง

จากการพิจารณาค่าการถ่ายเทความร้อนของผนัง โดยใช้หลักเกณฑ์ในกฎกระทรวงตามพระราชบัญญัติการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2538 สำหรับอาคารควบคุม นำมาเปรียบเทียบกับค่าที่คำนวณได้ ซึ่งค่าที่คำนวณมาได้นั้นมีค่าอยู่ในเกณฑ์ค่าที่กำหนดไว้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าอาคารนี้มีค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังอยู่ในเกณฑ์ที่ดีอยู่แล้ว โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนผนังของอาคาร

ลำดับ	ชื่ออาคาร	ค่า OTTV		ผลการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน
		ตามกฎกระทรวง (W/m^2)	ที่วิเคราะห์ได้ (W/m^2)	
1	วิศวกรรมเครื่องกล – อุตสาหการ	55.00	55.00	ผ่าน

5.1.3 ผลการดำเนินงานในส่วนการหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา

หลังคามีพื้นที่ทั้งหมด 1,520 ตารางเมตร เป็นแบบเหล็กรีดลอน 1,368 ตารางเมตร และแบบ ค.ส.ล. 152 ตารางเมตร จากข้อมูล สามารถทำการวิเคราะห์ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาได้ดังนี้

ตารางที่ 5.3 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนของหลังคา

ชนิดวัสดุ	พื้นที่หลังคา (m^2)	RTTV (W/m^2)
หลังคา ค.ส.ล.	152	7.62
หลังคาเหล็กรีดลอน	1,368	9.664
รวม	1,520	9.46

5.1.4 การวิเคราะห์ค่าการถ่ายเทความร้อนของหลังคา

จากการพิจารณา โดยใช้หลักเกณฑ์ของค่าการถ่ายเทความร้อนของหลังคาในกฎกระทรวงตามพระราชบัญญัติการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2538 สำหรับอาคารควบคุม พบว่า ค่าที่ได้จากการคำนวณมีค่าต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนดไว้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าอาคารนี้มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดีอยู่แล้ว โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 5.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนของหลังคาอาคาร

ลำดับ	ชื่ออาคาร	ค่า RTTV		ผลการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน
		ตามกฎกระทรวง (W/m^2)	ที่วิเคราะห์ได้ (W/m^2)	
1	วิศวกรรมเครื่องกล – อุตสาหการ	25.00	9.46	ผ่าน

5.1.5 ข้อเสนอแนะแนวทางการดำเนินการในส่วนค่าถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคารวิศวกรรมเครื่องกล

สำหรับอาคารวิศวกรรมเครื่องกลซึ่งเป็นอาคารเก่าการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงโครงสร้างจะทำได้ยาก แต่อาจจะแก้ไขได้โดยการติดตั้งม่าน มู่ลี่ หรือการติดกันสาดในบางห้องที่ไม่มีอุปกรณ์เหล่านี้ เพื่อเป็นการปรับลดค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดทำให้ช่วยลดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังลงได้

5.2 ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น

5.2.1 การดำเนินงานในส่วนการหาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น

สำหรับสมการที่ใช้คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะทำความเย็นคือ สมการที่ (2.4), (2.5) , (2.6) และสมการที่ (2.7) ในบทที่ 2 โดยใช้ค่าในการทดลองในวันที่ 18 มีนาคม 2546 โดยตัวอย่างการคำนวณในภาคผนวกที่ ก. 2 ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 5.5 แสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำเย็น

เวลา	ค่ากระแสไฟฟ้า (Amps)	ค่าความต่างศักย์ (Volts)	Power factor	พลังงานไฟฟ้า (kW)
9:00	73.2	396.64	0.860	24.97
10:00	73.8	396.64	0.855	25.03
11:00	73.6	396.64	0.847	24.73
12:00	73.9	396.64	0.860	25.21
13:00	74.2	393.17	0.860	25.09
14:00	74.6	396.64	0.855	25.29
15:00	74.4	396.64	0.860	25.38
16:00	74.2	396.64	0.860	25.31
ค่าเฉลี่ย	73.98	396.2	0.857	25.12

ตารางที่ 5.6 แสดงอัตราการถ่ายเทความร้อนที่อีแวปพอเรเตอร์

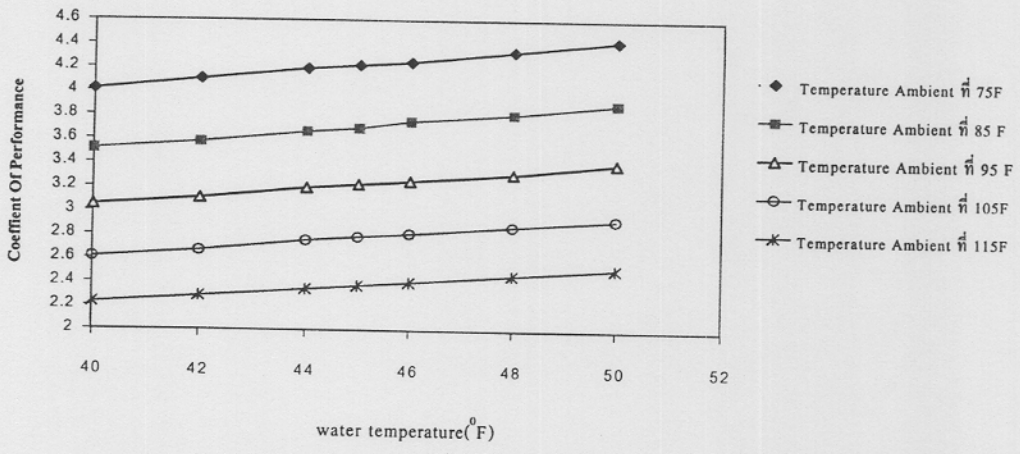
สัญลักษณ์ Chiller	อัตราการไหลน้ำ (m^3/s)	ความหนาแน่นน้ำ (kg/m^3)	ความร้อนจำเพาะน้ำ (J/kg.K)	ผลต่างอุณหภูมิน้ำ (K)	$\dot{Q}$ (kW)
CH – 1	0.0133	1,000	4,204.04	1.7	95.05

ตารางที่ 5.7 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะทำความเย็นที่ลดลง

ชื่ออาคาร	สัญลักษณ์ Chiller	ค่า COP จากผู้ผลิต	ค่า COP ปัจจุบัน	ค่า COP ที่ลดลง (%)
วิศวกรรมเครื่องกล	CH –1	4.73	4.41	6.77

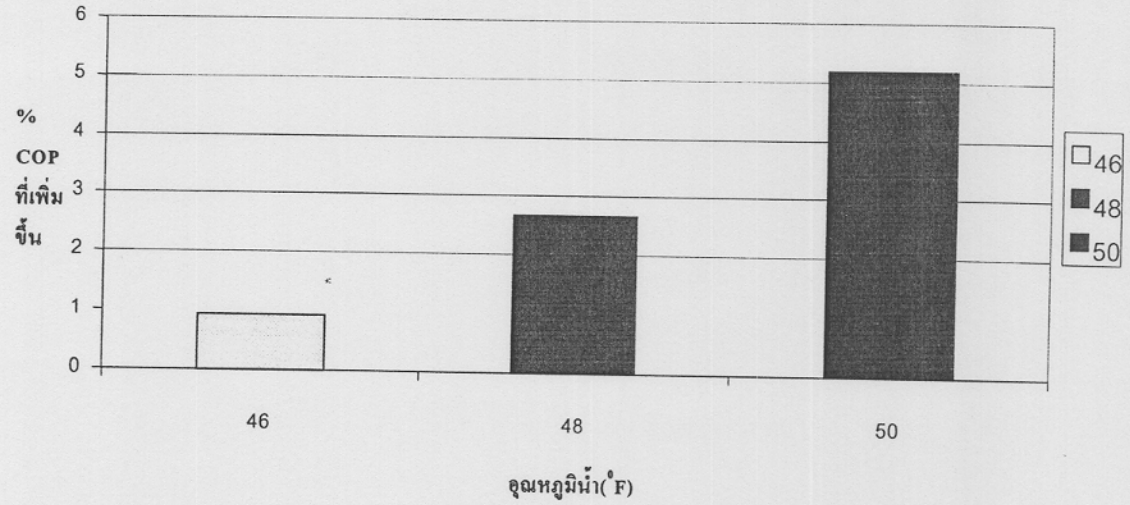
5.2.2 การวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน ในส่วนค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น

จากผลการคำนวณสัมประสิทธิ์สมรรถนะทำความเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น ที่ทำการทดลอง จะได้ว่าเครื่องทำน้ำเย็น เดินเครื่องที่ 38.61 % Full load มีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะทำความเย็นอยู่ที่ 4.41 ซึ่งลดลง 6.77 % จากค่ามาตรฐานที่ทดสอบเครื่องทำน้ำเย็น ของ TRANE แสดงว่าเครื่องทำน้ำเย็น ที่เดินเครื่องอยู่ในสภาวะปัจจุบัน มีประสิทธิภาพทำความเย็นลดลง เมื่อต้องการเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะทำความเย็นวิธีหนึ่งที่สามารถทำได้ คือการปรับอุณหภูมิน้ำออกอีแวปพอเรเตอร์ โดยพิจารณาได้ดังนี้



กราฟที่ 5.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะทำความเย็นที่เพิ่มขึ้นจากการเพิ่มอุณหภูมิน้ำออกอีแวปพอเรเตอร์

จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำออกกับค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะทำความเย็นโดยใช้สภาวะเดินเครื่อง Full load ข้างต้น จะเห็นว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิน้ำออกอีแวปพอเรเตอร์จะมีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะทำความเย็นสามารถเพิ่มขึ้นได้ ซึ่งการเพิ่มอุณหภูมิสามารถปรับตั้งได้ที่เครื่องทำน้ำเย็น โดยที่เครื่องทำน้ำเย็นส่วนใหญ่จะมีอุณหภูมิน้ำออกที่ 45°F เมื่อสมมุติให้มีการปรับเพิ่มอุณหภูมิน้ำออกสูงกว่านี้ จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะทำความเย็นเพิ่มขึ้นเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ดังนี้



กราฟที่ 5.2 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์สมรรถนะทำความเย็นที่เพิ่มขึ้นจากการเพิ่มอุณหภูมิน้ำจาก 45 °F

5.2.3 ข้อเสนอแนะแนวทางการเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะทำความเย็น

เครื่องทำน้ำเย็นของอาคารวิศวกรรมเครื่องกล ควรมีการปรับเพิ่มอุณหภูมิน้ำออกอีแวปพอเรเตอร์ในช่วงที่ภาระทำความเย็นน้อยเช่น ในช่วงฤดูหนาวหรือช่วงที่มีการใช้งานบางห้องจะช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้

5.3 ประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำ

5.3.1การดำเนินงานในส่วนการหาประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำ

ในการหาประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำจะทำโดยการเทียบสภาวะการทำงานของระบบที่เป็นค่าออกแบบตอนแรกกับค่าที่ทำงานจริงสำหรับสมการที่ใช้คำนวณประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำคือ สมการที่ (2.8), (2.9) และ (2.10) ในบทที่ 2 โดยตัวอย่างการคำนวณในภาคผนวกที่ ก. 3 ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 5.8 แสดงข้อมูลทางไฟฟ้าของเครื่องสูบน้ำ

ค่ากระแสไฟฟ้า (Amps)	ค่าตัวประกอบกำลัง (PF)	ค่าความต่างศักย์ (Volts)	กำลังไฟฟ้า (kW)
12.9	0.85	389.71	4.273

อัตราการไหล (gpm u.s.)	176	250
กำลังไฟฟ้า (kW)	4.273 (5.73hp)	7.1

จากการตรวจสอบ ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำทำงานอยู่ที่ 70.68 %

5.3.2 การวิเคราะห์ผลการดำเนินงานในส่วนของเครื่องสูบน้ำ

จากค่าประสิทธิภาพที่คำนวณได้ จะเห็นว่าตัวเครื่องสูบน้ำอยู่ในสภาพที่ยังพร้อมใช้งานได้อยู่ เมื่อพิจารณาที่ข้อมูลจากการตรวจวัดเทียบกับค่าพิกัดเดิมของอุปกรณ์ พบว่าค่าที่ใช้งานจริงมีอัตราการไหลน้อยลง แต่ความแตกต่างของแรงดันน้ำสูงขึ้น เมื่อนำไปเขียนลงในกราฟแสดงสมรรถนะของเครื่องสูบน้ำจะได้กราฟดังแสดงในกราฟภาคผนวกที่ ฉ.10

จากข้อมูลดังกล่าววิเคราะห์ได้ว่า ความเสียดทานในระบบท่อน้ำเย็นสูงกว่าค่าที่กำหนด จึงเป็นผลให้อัตราการไหลของน้ำในท่อมีค่าลดลง

5.3.3 ข้อเสนอแนะแนวทางการปรับปรุงเครื่องสูบน้ำ

1. ในส่วนของตัวเครื่องสูบน้ำ ถึงแม้ว่าจะยังมีประสิทธิภาพดีอยู่ แต่ควรมีการตรวจเช็คซ่อมบำรุงในส่วนที่มีการชำรุดอยู่เสมอ และเครื่องสูบน้ำตัวที่เสียควรมีการซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานเสมอเพื่อที่จะสามารถทำงานแทนได้ทันทีหากตัวที่ทำงานอยู่เกิดการชำรุด

2. ในส่วนของระบบท่อน้ำที่ส่งเข้าอาคาร ควรมีการทำความสะอาดภายในท่อ เพื่อลดแรงเสียดทาน และเพิ่มอัตราการไหลให้มากขึ้น ในสภาวะที่ใช้เครื่องสูบน้ำและมอเตอร์ชุดเดิม

5.4 ค่าความร้อนที่สูญเสียของฉนวนหุ้มท่อน้ำ

5.4.1 ผลการดำเนินงานในส่วนการหาค่าความร้อนสูญเสียของฉนวนหุ้มท่อน้ำ

สำหรับสมการที่ใช้ในการคำนวณหาค่าของความร้อนที่สูญเสียเนื่องจากรอยขาดของฉนวนหุ้มท่อคือสมการที่ (2.11) ในบทที่ 2 โดยตัวอย่างการคำนวณในภาคผนวกที่ ก. 4 ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 5.10 แสดงค่าความร้อนสูญเสียจากฉนวนฉีกขาด

ชนิดท่อน้ำ	h ($W/m^2.°C$)	A (m^2)	T_w (K)	T_∞ (K)	$\dot{Q}_{loss}$ (kW)	$\dot{Q}_{Elec}$ (kW)
CHS	4.4319	0.534	307.42	280.25	0.0643	0.0146
CHR	4.4319	0.140	307.42	281.91	0.01581	0.00359
				รวม	0.08014	0.01819

5.4.2 วิเคราะห์ผลการดำเนินงานในส่วนของฉนวนหุ้มท่อน้ำ

จากผลการคำนวณ จะเห็นได้ว่าระบบท่อน้ำของอาคารวิศวกรรมเครื่องกลมีส่วนที่ฉนวนขาด ได้รับความร้อนจากอากาศภายนอกไม่มากนัก แต่อย่างไรก็ตามควรพิจารณาดำเนินการซ่อมแซมฉนวนหุ้มท่อน้ำเพื่อลดความร้อนจากอากาศภายนอกที่เข้าสู่ท่อ ซึ่งเมื่อพิจารณาดำเนินการแล้ว จะทำให้ได้ประโยชน์ดังนี้

1. ลดภาระการทำความเย็นให้กับเครื่องทำความเย็น ทำให้ลดค่าไฟฟ้าได้

2. ป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับท่อน้ำได้ เนื่องจากส่วนของท่อที่ไม่ได้หุ้มฉนวนจะมีหยดน้ำที่ควบแน่นเกาะอยู่ที่ผิวของท่อ ทำให้เกิดสนิม ถ้าปล่อยไว้จะทำให้ท่อเกิดการผุกร่อนได้

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น ควรมีการซ่อมแซมฉนวนในส่วนที่ฉีกขาดให้อยู่ในสภาพดี เพื่อป้องกันความร้อนจากภายนอกและควรจะมีการหุ้มฉนวนท่อน้ำด้วยแผ่นอะลูมิเนียมที่ใช้สำหรับหุ้มท่อน้ำ(jacket) อีกชั้นหนึ่ง เพื่อยืดอายุการใช้งานของฉนวนโดยจะป้องกันไม่ให้ฉนวนถูกแสงแดดและป้องกันไม่ให้ฉนวนเกิดการฉีกขาดเสียหายเนื่องจากสภาพแวดล้อม

วิเคราะห์การลงทุน

1. ฉนวนหุ้มท่อหนา 1" หุ้มท่อขนาด 5" ยาว 1.83 เมตร	ราคา	590	บาท
2. ฉนวนหุ้มท่อหนา 1" หุ้มท่อขนาด 4" ยาว 1.83 เมตร	ราคา	550	บาท
ค่าใช้จ่ายรวม (รวม VAT)	ราคา	1,140	บาท
ผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่คิดเป็นเงิน		144.28	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน		7.90	ปี

<u>หมายเหตุ</u> ราคาฉนวนข้างต้นได้มาจาก บริษัท รีฟิกโก จำกัด กรุงเทพมหานคร (รายละเอียดการคำนวณ แสดงในภาคผนวก ก.4)

5.5 ค่าความร้อนจากแฟนคอยล์ยูนิท

5.5.1 ผลการดำเนินงานในส่วนการหาค่าความร้อนจากแฟนคอยล์ยูนิท

จากการสำรวจพบว่า แฟนคอยล์ยูนิทที่ใช้ในห้องปรับอากาศของอาคารวิศวกรรมเครื่องกลทุกเครื่อง เป็นแบบที่ไม่มีกล่องทั้งหมด การคำนวณค่าความร้อนจากแฟนคอยล์ยูนิทก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง ซึ่งสามารถหาได้จากสมการที่ (2.12), (2.13) และสมการ (2.14) ในบทที่ 2 โดยตัวอย่างการคำนวณในภาคผนวก ก.5 ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 5.11 แสดงค่าความร้อนและผลที่จะประหยัดได้จากแฟนคอยล์ยูนิทก่อนและหลังปรับปรุง

ลำดับ	ห้อง	ค่าความร้อนสูญเสีย		ค่าความร้อนที่ลดได้
		ก่อนปรับปรุง (kW)	หลังปรับปรุง (kW)	
1	ห้องIE 313	6.455	4.958	1.497
2	ห้องIE 304	4.944	3.280	1.664
3	ห้องIE 302	2.265	1.463	0.802
	รวม	13.664	9.701	3.963

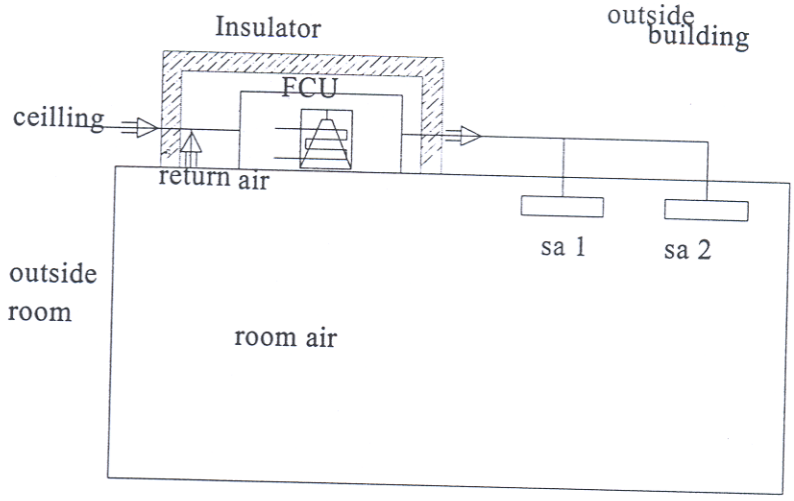
หมายเหตุ ใช้ผลการเก็บข้อมูลในช่วงฤดูหนาวมาคำนวณ

5.5.2 การวิเคราะห์ผลการดำเนินงานในส่วนของกล่องแฟนคอยล์ยูนิท

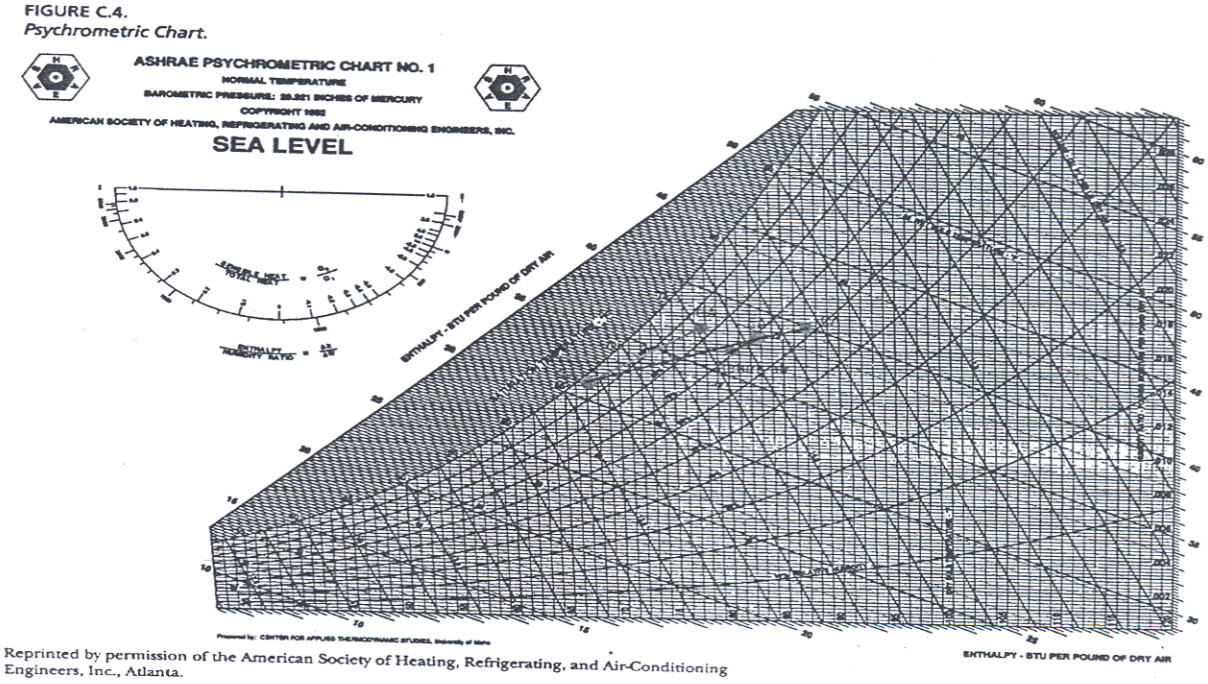
จากผลการคำนวณเห็นได้ว่าภาระการทำความเย็นของห้องจะมีค่าน้อยกว่าภาระการทำความเย็นที่คอยล์ทำอยู่ ทั้งนี้สาเหตุหนึ่งเนื่องมาจากภาระการทำความเย็นที่จะกลับเข้าสู่แฟนคอยล์ยูนิทจะไม่ได้มาจากในห้องโดยตรงแต่จะไปผสมกับอากาศใต้ฝ้าซึ่งทำให้แฟนคอยล์ยูนิทรับภาระเย็นเพิ่มขึ้นเกินความจำเป็น ทำให้มีผลเสียตามมาดังนี้

1. ทำให้เครื่องทำความเย็นมีภาระการทำความเย็นเพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็น
2. ทำให้ค่าอุณหภูมิในห้องถึงจุดที่ตั้งไว้ได้ช้า
3. ทำให้เสียค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

ผลการคำนวณการทำกล่อง(ห้อง 304)



รูปแสดงสภาวะอากาศที่ส่งเข้าห้องปรับอากาศ



แสดงสภาวะอุณหภูมิของห้อง IE304 (ฤดูร้อน) (นำมาจากภาคผนวก ฉ.)

ตารางแสดงข้อมูลอุณหภูมิที่วัดห้อง IE 304 (ด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ) ในฤดูร้อน(นำมาจากภาคผนวก ง.)

บริเวณที่วัดค่า	T_{db}(° C)	T_{wb}(°C)	T_{db}(° F)	T_{wb}(°F)
ทางเข้าพัดลม	28	—	82.4	—
Supply air	19.65	20.20	67.37	68.36
Room air	25.90	22.60	78.62	72.68
Return air	26.90	22.40	80.42	72.32
นอกห้อง	31.20	26.50	88.16	79.7
นอกอาคาร	34.30	22.10	93.74	71.78
ฝ้าเพดาน	30.00	24.90	86	76.82

หมายเหตุ ทำการเก็บข้อมูลในวันที่ 18 เมษายน 2546

<u>ห้อง IE 304</u> ด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

ผลการวัดความเร็วลม

ความเร็วลม = 969 ft/ min, พื้นที่หน้าตัด grill = 1 ft^2

อัตราการไหล = 969 ft^3/min

ก) คำนวณหาภาระทำความเย็นรวมของห้อง

$$\dot{q}_s = \dot{m}_a \rho_a C_{pa} \Delta t$$

$$\dot{m}_a = (969\ ft^3/min) \times 0.000472 = 0.4574\ m^3/s$$

$$\dot{m}_a = 1.2\ kg/m^3$$

$$C_{pa} = 1\ kJ/kg.K$$

$$\Delta t = t_{ra} - t_{sa}$$

$$= 25.90 - 19.65 = 6.25\ °C$$

$$\dot{q}_s = 0.4574 \times 1.2 \times 1 \times 6.25 = 3.431\ kW$$

$$\dot{q}_l = \dot{m}_a \rho_a h_{fg} \Delta w$$

$$\dot{m}_a = (969\ ft^3/min) \times 0.000472 = 0.4574\ m^3/s$$

$$\rho_a = 1.2\ kg/m^3$$

$$h_{fg} = 2.34 \times 10^3\ kJ/kg$$

$\Delta W = W_{ra} - W_{sa}$

$= (0.0158 - 0.0144) = 0.0014 \text{ kg/kg}_a$

$\dot{q}_l = 0.4574 \times 1.2 \times 2.34 \times 10^3 \times 0.0014 = 1.798 \text{ kW}$

$\dot{q}_t = \dot{q}_s + \dot{q}_l$

$\dot{q}_t = 3.431 + 1.798 = 5.229 \text{ kW}$

ข) พิจารณาที่เส้นกระบวนการคอยล์

<u>$\dot{q}_t$ ก่อนปรับปรุง</u>

$\dot{q}_s = \dot{m}_a \rho_a C_{pa} \Delta t$

$= \dot{m}_a C_{pa} (t_{ea} - t_{sa})$

$= 0.4574 \times 1.2 \times 1 \times (28 - 19.65)$

$= 4.592 \text{ kW}$

$\dot{q}_l = \dot{m}_a \rho_a h_{fg} \Delta W$

$= \dot{m}_a \rho_a h_{fg} (W_{ea} - W_{sa})$

$= 0.4574 \times 1.2 \times 2.34 \times 10^3 \times (0.0168 - 0.0144)$

$= 3.082 \text{ kW}$

$\dot{q}_t = \dot{q}_s + \dot{q}_l$

$\dot{q}_t = 4.592 + 3.082 = 7.675 \text{ kW}$

$\dot{q}_t$ ก่อนปรับปรุง 7.675 kW

<u>$\dot{q}_t$ หลังปรับปรุง</u>

$\dot{q}_s = \dot{m}_a \rho_a C_{pa} \Delta t$

$= \dot{m}_a \rho_a C_{pa} (t_{return} - t_{sa})$

$= 0.4574 \times 1.2 \times 1 \times (26.90 - 19.65)$

$= 3.979 \text{ kW}$

$\dot{q}_l = \dot{m}_a \rho_a h_{fg} \Delta w$

$= 0.4574 \times 1.2 \times 2.34 \times 10^3 \times (0.0158 - 0.0144)$

$= 1.798 \text{ kW}$

$\dot{q}_t = \dot{q}_s + \dot{q}_l$

$\dot{q}_t = 3.979 + 1.798 = 5.777$ kW

$\dot{q}_t$ หลังปรับปรุง 5.777 kW

ผลดำเนินการปรับปรุง = 7.675 - 5.777

= 1.898 kW

COP = 4.41

= 1.898 /4.41 = 0.430 kW

คิดค่าไฟฟ้า = 0.430 kW x 7 hr/ day x 244 day/ year x 4.68 Baht/kWh

= 3,440.26 Baht/ year

5.5.3 ข้อเสนอแนะแนวทางการดำเนินงานในส่วนของกล่องแฟนคอยล์ยูนิท

จากผลการวิเคราะห์ จึงควรทำการติดตั้งกล่องแฟนคอยล์ยูนิท ซึ่งการดำเนินการทำกล่องแฟนคอยล์ยูนิท จะทำลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมครอบแฟนคอยล์ยูนิททำให้ลมกลับเข้าสู่ท่อโดยตรงเพื่อลดความร้อนจากอากาศใต้ฝ้าเพดานเข้าสู่แฟนคอยล์ยูนิท

การวิเคราะห์การลงทุน

1. สังกะสี	ราคา	2,500	บาท
2. ค่าแรง	ราคา	1,000	บาท
3. ฉนวนใยแก้วมีอลูมิเนียมฟอยล์	ราคา	2137.50	บาท
ราคารวม	ราคา	5637.50	บาท
จำนวนห้องที่เก็บข้อมูล		1	ห้อง
เงินที่ประหยัดได้รวม		3,440.26	บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน		1.68	ปี

<u>หมายเหตุ</u> ในที่นี้จะคิดเฉพาะห้องที่ทำการเก็บข้อมูลในฤดูร้อน(ห้อง IE 304) เนื่องจากมีภาระทำความเย็นที่ที่ชัดเจน

ราคาลงทุนข้างต้นมาได้จากร้าน หจก. พิษณุโลก อาร์ พี เซอร์วิส

(รายละเอียดการคำนวณ แสดงในภาคผนวก ก.5)

5.6 ค่าความร้อนที่รั่วเข้าห้องทางช่องเปิด

5.6.1 ผลการดำเนินงานการหาค่าความร้อนรั่วเข้าห้องทางช่องเปิด

โดยทำการคำนวณค่าความร้อนรั่วเข้าห้องทางช่องเปิดเพียงเฉพาะช่องเปิดของห้องที่เปิดสู่นอกห้องแต่อยู่ภายในอาคารเท่านั้น ส่วนช่องเปิดที่เปิดสู่ห้องปรับอากาศด้านข้างไม่นำ

มาคำนวณค่าความร้อนที่รั่วเข้าห้อง สามารถหาได้จากสมการที่ (2.14), (2.15), (2.16), (2.17) และสมการที่ (2.18) ในบทที่ 2 โดยตัวอย่างการคำนวณในภาคผนวกที่ ก.6 ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 5.12 แสดงค่าความร้อนเนื่องจากอากาศรั่วเข้าห้องทางช่องเปิด

ห้อง	ด้านช่องเปิด	$\dot{m}_a$ (m^3/s)	$\dot{q}_s$ (W)	$\dot{q}_l$ (W)	$\dot{q}_t$ (W)
IE208	ขวา	0.0345	105.57	290.628	396.198
IE208	ซ้าย	0.0345	105.57	290.628	396.198
IE216	ซ้าย	0.0345	105.57	290.628	396.198
IE224	ขวา	0.0345	105.57	290.628	396.198
IE226	ขวา	0.0153	46.818	128.8872	175.7052
IE226	ซ้าย	0.0153	46.818	128.8872	175.7052
IE304	ขวา	0.0345	105.57	290.628	396.198
IE308	ซ้าย	0.0651	199.206	548.4024	747.6084
IE312	ขวา	0.0153	46.818	128.8872	175.7052
IE406	ขวา	0.0345	105.57	290.628	396.198
IE406	ซ้าย	0.0153	46.818	128.8872	175.7052
IE410	ซ้าย	0.0345	105.57	290.628	396.198
IE412	ขวา	0.0153	46.818	128.8872	175.7052
				รวม	4,399.53

5.6.2 วิเคราะห์ผลการดำเนินการในส่วนของความร้อนรั่วเข้าห้องทางช่องเปิด

หากไม่มีการลดความร้อนรั่วเข้าทางช่องเปิดสู่ห้องปรับอากาศ จะทำให้เครื่องปรับอากาศต้องทำงานหนักเพื่อที่จะทำปริมาณความเย็น ได้ตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้ ส่งผลให้ใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นด้วย

ความร้อนที่ได้รับจากอากาศรั่วเข้าห้อง จะมีเฉพาะความร้อนที่รั่วเข้าทางช่องเปิดที่เปิดสู่นอกห้องแต่อยู่ภายในอาคาร ส่วนช่องที่เปิดสู่ห้องปรับอากาศด้านข้างไม่มีความร้อนรั่วเข้า เนื่องจากพิจารณาว่าห้องด้านข้างมีสภาวะอากาศเดียวกัน ทำให้สามารถพิจารณาดำเนินการปิดช่องเปิดได้ 13 ช่องใน 11 ห้อง โดยเมื่อดำเนินการปิดช่องเปิดดังกล่าวแล้วจะลดค่าไฟฟ้าได้ 7,974.49 บาทต่อปี โดยมีระยะเวลาคืนทุน 0.19 ปี

5.6.3 ข้อเสนอแนะแนวทางการการดำเนินการปรับปรุงในส่วนของความร้อนรั่วเข้าทางช่องเปิด จากแบบก่อสร้างผนังของอาคารจะแนบกับอลูมิเนียมยึดกระจก แต่ผลจากการสำรวจพบว่ามีช่องว่างเกิดขึ้นระหว่างผนังจึงทำให้มีอากาศรั่วเข้าห้อง จะนำมาซึ่งความสัมผัสและความร้อนแฝงทำให้เครื่องปรับอากาศรับภาระทำความเย็นเพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็น

ควรทำการปิดช่องเปิด โดยการใช้ไม้อัดคีรีบอร์ดสีขาวเป็นวัสดุปิดช่องเปิด เนื่องด้วยเหตุผลดังนี้

1. มีสีกลมกลืนกับสีของผนังภายในห้องปรับอากาศที่มีช่องเปิด
2. มีราคาไม่สูงจนเกินไปเมื่อเทียบกับวัสดุชนิดอื่นๆ
3. อายุการใช้งานนานพอสมควรเมื่อใช้ภายในอาคาร

วิเคราะห์การลงทุน

ไม้อัดคีรีบอร์ดสีขาวประมาณ	500	บาท
ค่าแรงประมาณ	1,000	บาท
รวมเป็นเงินลงทุน	1,500	บาท
เงินที่ประหยัดได้รวม	7,974.49	บาท/ปี
คิดระยะเวลาคืนทุนได้	0.19	ปี

<u>หมายเหตุ</u>

- ข้อมูลไม้อัดคีรีบอร์ดสีขาวขนาด กว้าง 4 ฟุต ยาว 8 ฟุต หนา 3 ม.ม. ราคาแผ่นละ 225 บาท จากร้านจงเจริญพานิช ถ. บรมไตรโลกนารถ อ. เมือง จ. พิษณุโลก
- ข้อมูลค่าแรงจากร้านเหลียงอะลูมิเนียม - โฮมแคร์ 35/37 ถ. ชาญเวชกิจ อ. เมือง จ. พิษณุโลก

(รายละเอียดการคำนวณ แสดงในภาคผนวก ก.6)

5.7 ผลรวมการวิเคราะห์การดำเนินงาน

ตารางที่ 5.13 แสดงผลรวมการวิเคราะห์การดำเนินงาน

ส่วนการใช้พลังงาน	ค่าที่ปรับปรุง	ผลปรับปรุง	ผลที่ได้
OTTV	คำนวณได้ 55 W/m^2	-	อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยังไม่ต้องทำการปรับปรุง
RTTV	คำนวณได้ 9.46 W/m^2	-	อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยังไม่ต้องทำการปรับปรุง
COP	คำนวณได้ 4.41	-	ลดลงจากค่าที่ผู้ผลิตทดสอบไว้ 6.77 %
เครื่องสูบน้ำ	ประสิทธิภาพการทำงาน อยู่ที่ 70.68 %	-	อยู่ในสภาพที่ยังพร้อมใช้งาน
ฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็น	มีการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า 31.04 kWh/ปี	ลดค่าไฟฟ้าได้ 144.28 บาท/ปี	ถ้าปรับปรุงเสียค่าใช้จ่าย 1,140 บาท ระยะเวลาคืนทุน 7.90 ปี
กล่องแฟนคอยล์ยูนิท	มีการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า 734.44 kWh/ปี	ลดค่าไฟฟ้าได้ 3,440.26 บาท/ปี	ถ้าปรับปรุงจะเสียค่าใช้จ่าย 5,637.50 บาท ระยะเวลาคืนทุน 1.68 ปี(คิดห้องIE 304ห้องเดียว)
ช่องเปิด	มีการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า 1,703.95 kWh/ปี	ลดค่าไฟฟ้าได้ 7,974.49 บาท/ปี	ถ้าปรับปรุงเสียค่าใช้จ่าย 1,500 บาท ระยะเวลาคืนทุน 0.19 ปี
รวม		ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้11,559.03 บาท/ปี	เงินลงทุน 8,277.5 บาท

สรุปการดำเนินงานทั้งหมดจากตาราง

จากตารางข้างต้นการทำการปิดช่องเปิดจะสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้มากที่สุดและมีระยะเวลาคืนทุนน้อยที่สุด ในการพิจารณาทำการปรับปรุง จึงควรที่จะทำในส่วนนี้ก่อน ส่วนในการแนะนำการปรับปรุงแต่ละหัวข้อได้อธิบายรายละเอียดต่างๆ ไว้ข้างต้นแล้ว