บทที่ 5

วิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบ

การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ดังภาคผนวก ก. เป็นผลบันทึกการทดสอบเครื่องปรับอากาศ โดยวิธี Calorimeter ซึ่งจะทำให้ได้ค่าปริมาณการทำความเย็นที่ได้ กำลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ (COP) ดังตารางที่ 3 แล้วนำมาเปรียบเทียบกับเครื่องปรับอากาศแบบ ธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพ (COP), กำลังไฟฟ้าที่ใช้, ปริมาณทำความเย็นที่ได้ต่อ 1 ชั่วโมง ของเครื่องปรับอากาศแบบต่าง ๆ ในห้องทดสอบ Calorimeter

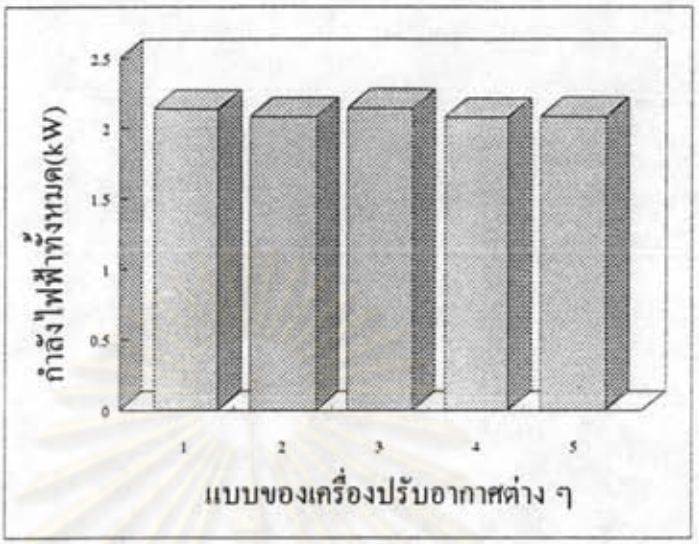
เครื่องปรับอากาศ	กำลังไฟฟ้าทั้งหมด(W)	กระแสไฟฟ้า (A)		ปริมาณทำความเย็นที่ได้		ประสิทธิภาพ (COP) คอมเพรสเซอร์	ประสิทธิภาพรวม (COP net)
		รวม	คอมเพรสเซอร์	BTUH	W		
1. แบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง	2,136.91	9.70	8.85	13,822.65	4050	2.077	1.895
2. แบบใช้วัสดุพิเศษ	2,087.15	9.50	8.65	14,880.68	4360	2.294	2.088
3. แบบให้อากาศไหลกลับทาง และใช้พัดลมดีน้ำ	2,143.26	9.80	8.95	11,808.98	3460	1.767	1.614
4. แบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์ 1.25 เท่า	2,076.00	9.45	8.75	14,317.53	4195	2.182	2.020
5. แบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์ 2.12 เท่า(ใช้พัดลม 2 ตัว)	2,084.30	9.50	7.90	14,539.38	4260	2.457	2.043

จากกราฟรูปที่ 26 และตารางที่ 4 เป็นค่ากำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งจะเห็นได้ว่า เครื่องปรับอากาศแบบปรับปรุงนั้นมีการใช้กำลังไฟฟ้าน้อยกว่าแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศที่ทดสอบในห้องทดสอบ Calorimeter

เครื่องปรับอากาศ	กำลังไฟฟ้าทั้งหมด (W)	เปอร์เซ็นต์ (%)
1. แบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง	2,136.91	-
2. แบบใช้วัสดุพิเศษ	2,081.15	-2.32
3. แบบให้อากาศไหลกลับทางและใช้พัดลมตีน้ำ	2,143.26	+0.29
4. แบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์ 1.25 เท่า	2,076.00	-2.85
5. แบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์ 2.12 เท่า (ใช้พัดลม 2 ตัว)	2,084.30	-2.46

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 26 ค่ากำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศที่ทดสอบในห้องทดสอบ Calorimeter

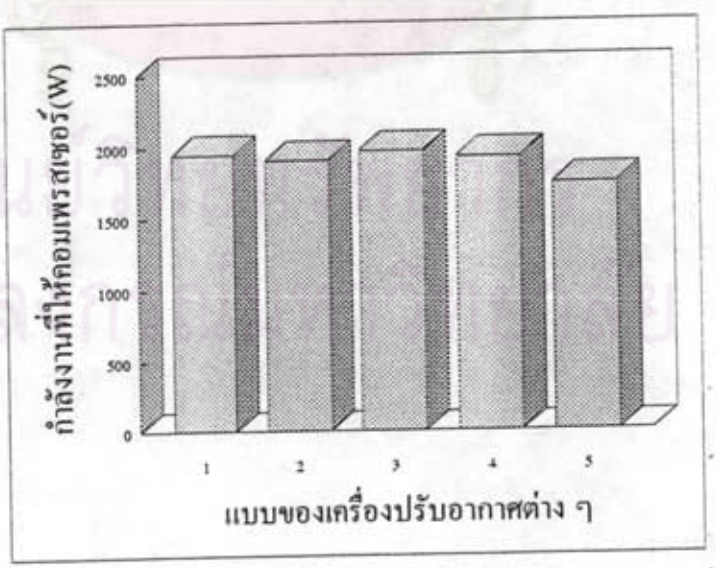
ส่วนเครื่องปรับอากาศแบบให้อากาศไหลกลับทางและใช้พัดลมตีน้ำ มีค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด 2,143.26 W มากกว่าแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ออกมา จะมีค่าเพิ่มขึ้น 0.29% ซึ่งจะมีความแตกต่างกันไม่มากนัก

ค่ากระแสไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศ ดังกราฟรูปที่ 27 จะอยู่ในช่วง 7.90-8.95 แอมแปร์ โดยมีความต่างศักย์ 220 โวลท์ ดังนั้น ตารางที่ 5 จะเป็นค่ากำลังงานที่ใส่ให้คอมเพรสเซอร์ในเครื่องปรับอากาศแบบต่าง ๆ ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบค่ากำลังงานที่ให้คอมเพรสเซอร์ในเครื่องปรับอากาศ ที่ทดสอบในห้องทดสอบ Calorimeter

เครื่องปรับอากาศ	กำลังงานที่ให้คอมเพรสเซอร์ (W)	เปอร์เซ็นต์ (%)
1. แบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง	1.947	-
2. แบบใช้วัสดุพิเศษ	1.903	-2.25
3. แบบให้อากาศไหลกลับทางและใช้พัดลมตีน้ำ	1.967	+1.12
4. แบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์ 1.25 เท่า	1.925	-1.12
5. แบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์ 2.12 เท่า (ใช้พัดลม 2 ตัว)	1.738	-10.73



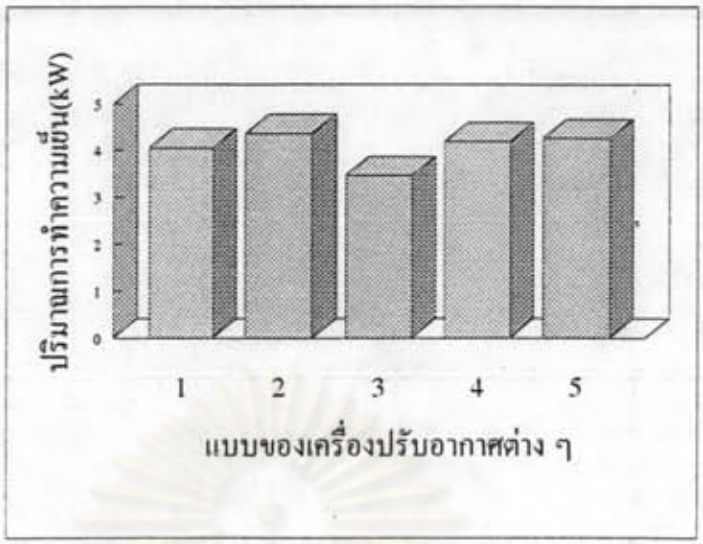
รูปที่ 27 ค่ากำลังงานที่ให้คอมเพรสเซอร์ในเครื่องปรับอากาศที่ทดสอบในห้องทดสอบ Calorimeter

ในกราฟรูปที่ 28 ส่วนของปริมาณการทำความเย็น แบบใช้วัสดุพิเศษนั้น จะมีค่าปริมาณการทำความเย็นมากที่สุด ซึ่งแบบให้อากาศไหลกลับทางและใช้พัดลมตีน้ำจะมีค่าน้อยที่สุด ดังตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบค่าปริมาณการทำความเย็นกับแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง

ตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบค่าปริมาณการทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ ที่ทดสอบในห้องทดสอบ Calorimeter

เครื่องปรับอากาศ	ปริมาณการทำความเย็น (W)	เปอร์เซ็นต์ (%)
1. แบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง	4,050	-
2. แบบใช้วัสดุพิเศษ	4,360	+7.65
3. แบบให้อากาศไหลกลับทางและใช้พัดลมตีน้ำ	3,460	-14.56
4. แบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์ 1.25 เท่า	4,195	+3.58
5. แบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์ 2.12 เท่า (ใช้พัดลม 2 ตัว)	4,260	+5.18

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 28 ค่าปริมาณการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศที่ทดสอบในห้องทดสอบ Calorimeter

จะเห็นได้ว่า จากปริมาณการทำความเย็นที่ได้ต่อกำลังงานที่ใส่ให้แก่คอมเพรสเซอร์ จะได้ประสิทธิภาพรวมของเครื่องปรับอากาศ แบบต่าง ๆ ดังกราฟรูปที่ 29 แบบการเพิ่มพื้นที่หน้าตัด 2.12 เท่า ของคอนเดนเซอร์ แบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัด 1.25 เท่า ของคอนเดนเซอร์ และแบบใช้วัสดุพิเศษ เพื่อลดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ มีค่าประสิทธิภาพรวม (COP) สูงกว่าแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง ส่วนเครื่องปรับอากาศแบบให้อากาศไหลกลับทางและใช้พัดลมตีน้ำนั้น ค่าประสิทธิภาพรวม (COP) จะต่ำกว่าแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง ดังตารางที่ 7

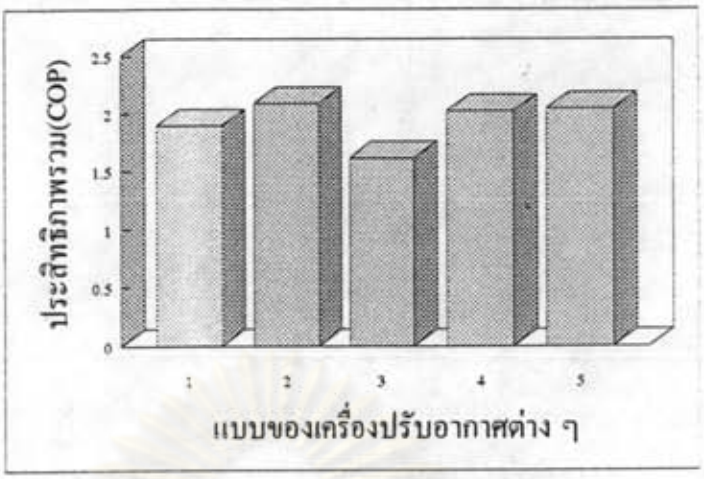
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพรวม (COP) ในเครื่องปรับอากาศ ที่ทดสอบในห้องทดสอบ Calorimeter

เครื่องปรับอากาศ	ประสิทธิภาพรวม	เปอร์เซ็นต์ (%)
1. แบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง	1.895	-
2. แบบใช้วัสดุพิเศษ	2.088	10.18
3. แบบให้อากาศไหลกลับทางและใช้พัดลมดีน้ำ	1.614	-14.82
4. แบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์ 1.25 เท่า	2.020	6.59
5. แบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์ 2.12 เท่า (ใช้พัดลม 2 ตัว)	2.043	7.81

ในส่วนของการลดอุณหภูมิของอากาศ โดยใช้วัสดุพิเศษนั้นเป็นการเพิ่มพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างน้ำกับอากาศให้มากขึ้น ดังเปรียบเทียบได้จากการแลกเปลี่ยนความร้อนของน้ำกับอากาศ โดยให้อากาศผ่านฝอยน้ำแบบ Cross-flow และอากาศดูดเข้าคอนเดนเซอร์ จะเห็นจากตารางที่ 8 แสดงค่าต่าง ๆ ของเครื่องปรับอากาศของทั้ง 2 ที่ทดสอบในห้องทดสอบ Calorimeter

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 29 ค่าประสิทธิภาพรวม(COP) ของเครื่องปรับอากาศที่ทดสอบ ในห้องทดสอบ Calorimeter

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบค่าต่าง ๆ ที่ทดสอบต่อ 1 ชั่วโมง ของเครื่องปรับอากาศ แบบใช้วัสดุพิเศษกับแบบให้อากาศผ่านฝอยน้ำ และดูดเข้าคอนเดนเซอร์ในห้องทดสอบ Calorimeter

เครื่องปรับอากาศ	กำลังไฟฟ้าทั้งหมด(W)	กระแสไฟฟ้า (A)		ปริมาณทำความเย็นที่ได้		ประสิทธิภาพ (COP) คอมเพรสเซอร์	ประสิทธิภาพรวม (COP net)
		รวม	คอมเพรสเซอร์	BTUH	W		
1. แบบใช้วัสดุพิเศษ	2,087.15	9.50	8.65	14,880.68	4360	2.294	2.088
2. แบบให้อากาศผ่านฝอยน้ำและดูดเข้าคอนเดนเซอร์	2,143.26	9.80	8.95	13,208.31	3870	1.977	1.805

จะเห็นได้ว่า เครื่องปรับอากาศ แบบใช้วัสดุพิเศษมีค่าประสิทธิภาพรวม (COP) สูงกว่าแบบให้อากาศผ่านฝอยน้ำ และดูดเข้าคอนเดนเซอร์ 15.67% เนื่องมาจาก เครื่องปรับอากาศ แบบให้อากาศผ่านฝอยน้ำและดูดเข้าคอนเดนเซอร์ มีอัตราความเร็วของน้ำที่ไหลลงมาสูง ทำให้พื้นที่ที่ใช้แลกเปลี่ยนความร้อนน้อยลง จะส่งผลให้น้ำดึงความร้อนออกจากอากาศได้ไม่มากนัก อุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์จึงลดลงไม่มากนัก

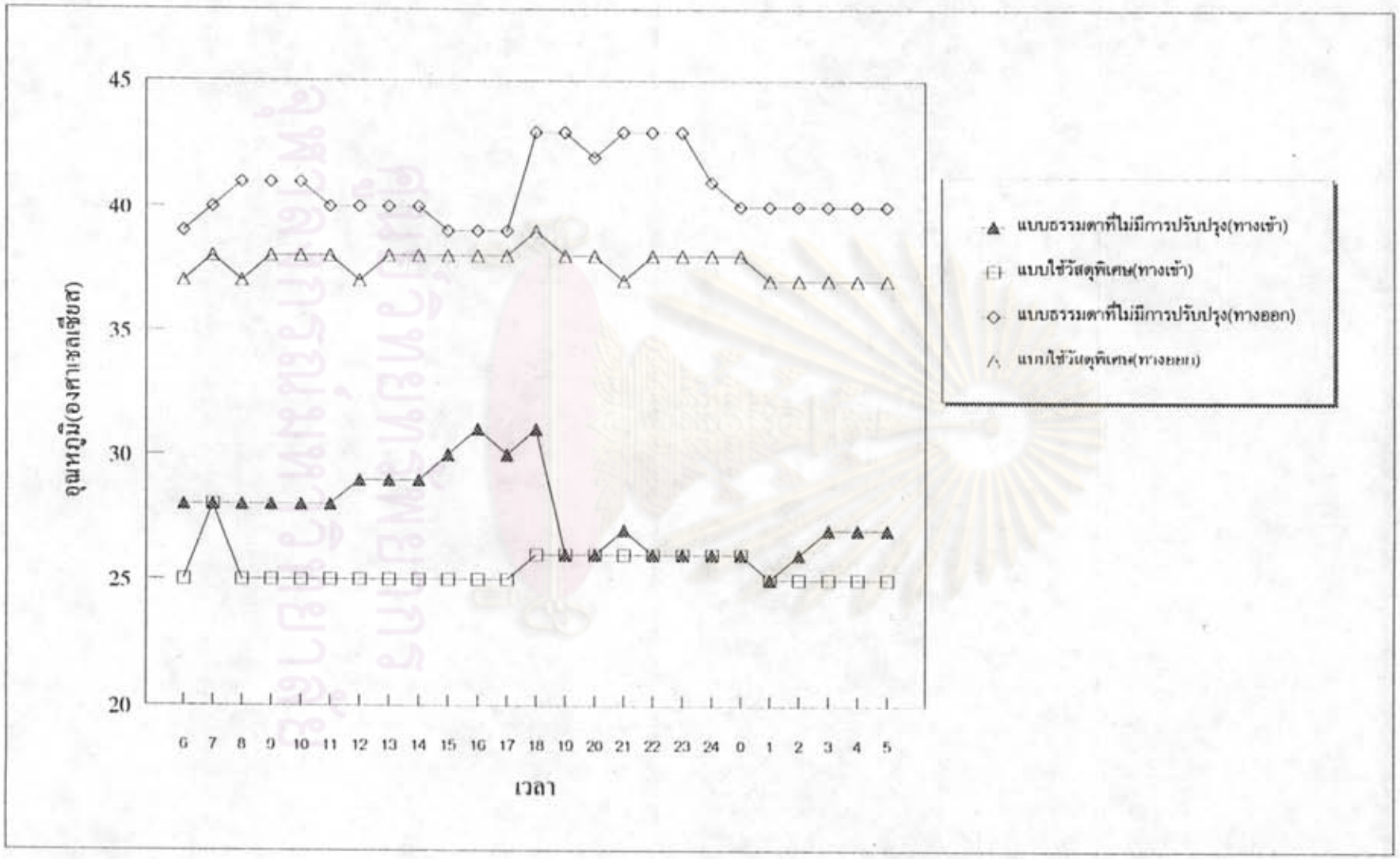
ดังนั้น การปรับปรุงในส่วนของคอนเดนซิ่งยูนิต ที่เป็นการลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ โดยใช้วัสดุพิเศษนั้น ทำให้ได้ประสิทธิภาพดีขึ้นกว่าแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง เนื่องจาก การทำให้อุณหภูมิอากาศต่ำลง 1 ถึง 4 องศาเซลเซียส ดังตารางที่ 9 และกราฟรูปที่ 31 เป็นผลทำให้การระบายความร้อนของระบบทำความเย็นดีกว่าแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง ส่งผลทำให้อุณหภูมิของสารทำความเย็น และความดันด้านสูงที่คอนเดนเซอร์ลดลง ดังรูปที่ 33

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

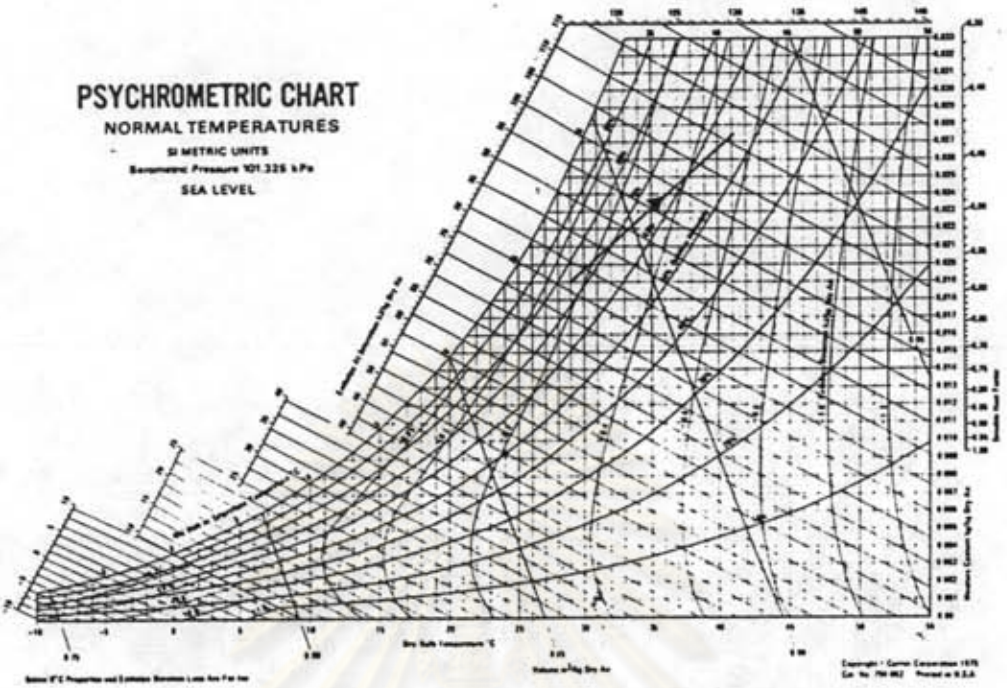
ตารางที่ 9 อุณหภูมิของอากาศก่อนเข้า และออกจากคอนเดนเซอร์เครื่องปรับอากาศแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุงเปรียบเทียบกับแบบใช้วัสดุพิเศษ

เวลา	อุณหภูมิของอากาศที่เข้าคอนเดนเซอร์ (°C)		อุณหภูมิของอากาศที่ออกจากคอนเดนเซอร์ (°C)	
	แบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง	แบบใช้วัสดุพิเศษ	แบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง	แบบใช้วัสดุพิเศษ
06:00	28	25	39	37
07:00	28	28	40	38
08:00	28	25	41	37
09:00	28	25	41	38
10:00	28	25	41	38
11:00	28	25	40	38
12:00	29	25	40	37
13:00	29	25	40	38
14:00	29	25	40	38
15:00	30	25	39	38
16:00	31	25	39	38
17:00	30	25	39	38
18:00	31	26	43	39
19:00	26	26	43	38
20:00	26	26	42	38
21:00	27	26	43	37
22:00	26	26	43	38
23:00	26	26	43	38
00:00	26	26	41	38
01:00	26	26	40	38
02:00	25	25	40	37
03:00	26	25	40	37
04:00	27	25	40	37
05:00	27	25	40	37

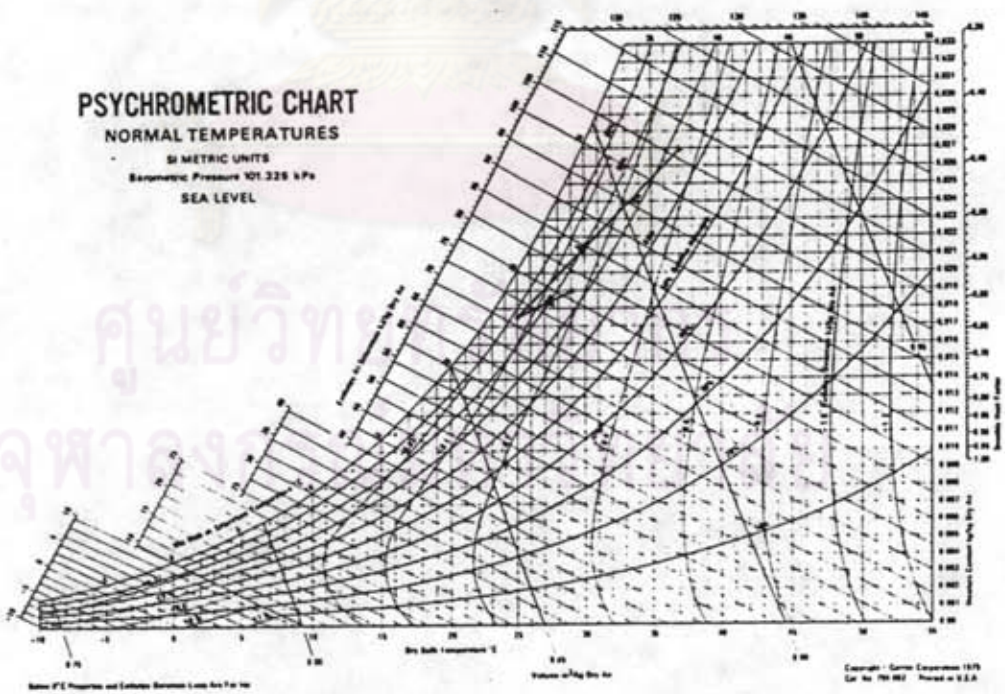
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



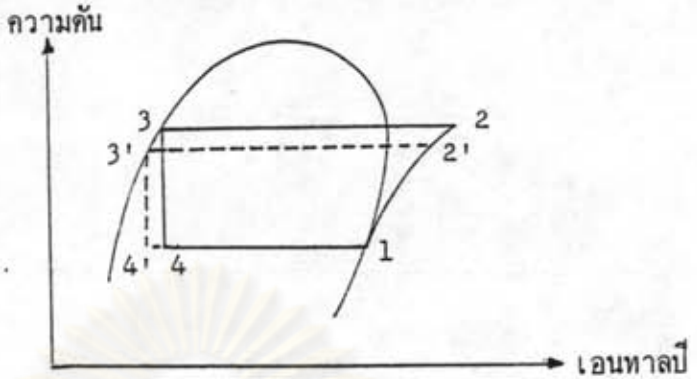
รูปที่ 30 อุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าและออกจากคอนเดนเซอร์ ของเครื่องปรับอากาศแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุงเปรียบเทียบกับเครื่องปรับอากาศแบบใช้วัสดุพิเศษ



รูปที่ 31 แผนภูมิไซโครเมตริกของอุณหภูมิอากาศเข้าและออกจากคอนเดนเซอร์ ใน เครื่องปรับอากาศแบบธรรมดาที่ไม่มี การปรับปรุง



รูปที่ 32 แผนภูมิไซโครเมตริกของอุณหภูมิอากาศเข้าและออกจากคอนเดนเซอร์ ใน เครื่องปรับอากาศ แบบใช้วัสดุพิเศษ



รูปที่ 33 ผลของการลดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์

จากรูปที่ 33 จะเห็นได้ว่า กำลังงานที่ใส่ให้แก่คอมเพรสเซอร์ลดลง ($h_{2'}$-h_1) และปริมาณการทำความเย็นเพิ่มขึ้น (h_1-$h_{4'}$) ดังผลมาจากการใช้วัสดุพิเศษ ซึ่งเป็นการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างน้ำกับอากาศ โดยขึ้นอยู่กับความเร็วของอากาศกับน้ำและพื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อน เพื่อเป็นการลดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์อย่างมีประสิทธิภาพ

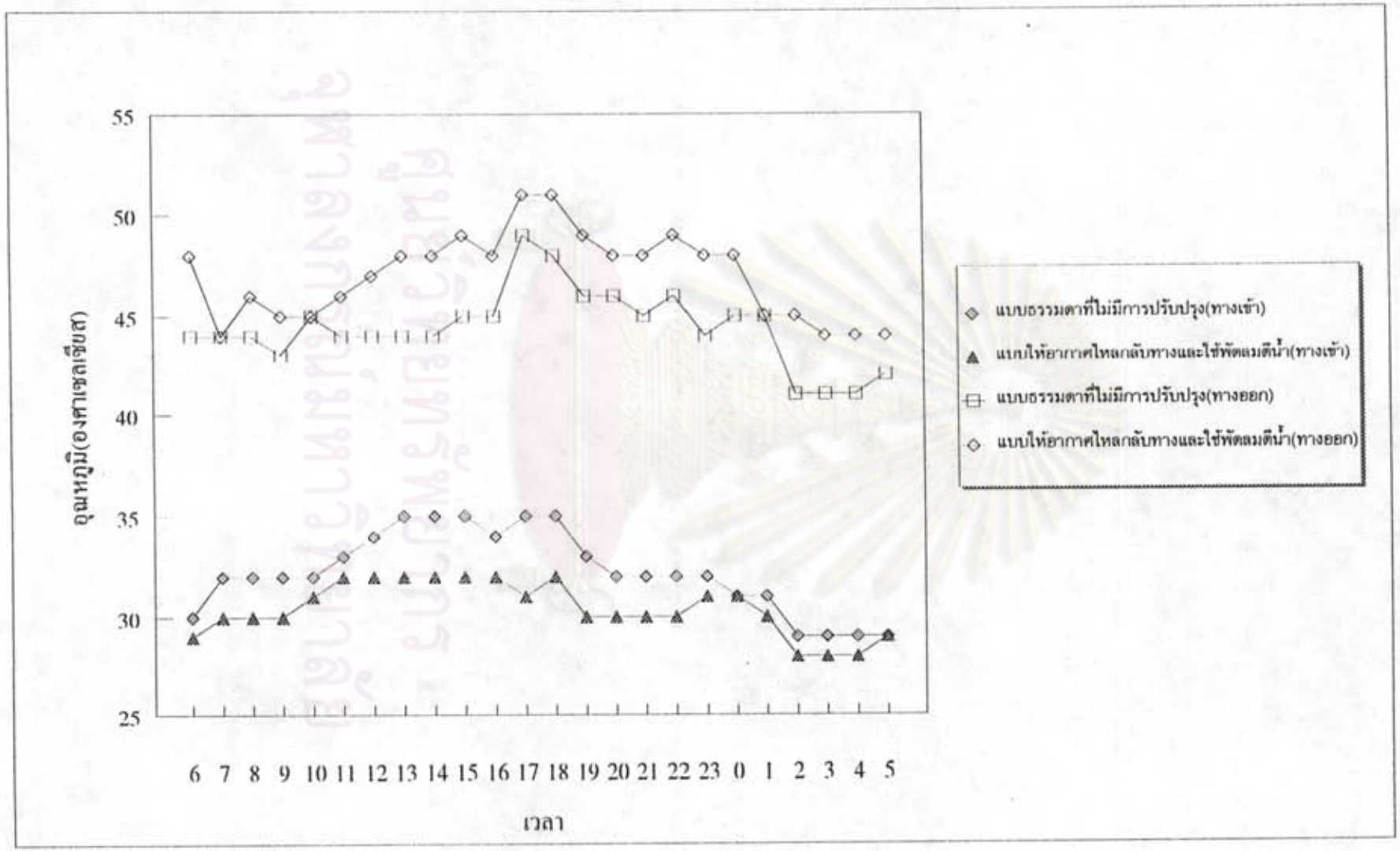
การลดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ แบบให้อากาศไหลกลับทางและใช้พัดลมตีน้ำนั้น มีผลทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศลดลง เนื่องมาจาก อากาศที่เป่าเข้าสู่คอนเดนเซอร์เกิดการปั่นป่วน(turbulent) ทำให้อากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์มีแรงเสียดทาน (Entrance loss)เพิ่มมากขึ้น อากาศที่ผ่านเข้าสู่คอนเดนเซอร์จึงลดลง ดังภาคผนวก ง ซึ่งเป็นผลการทดสอบอัตราการไหลของอากาศผ่านคอนเดนเซอร์แบบต่าง ๆ กันในเครื่องทดสอบความเร็วลม

จากผลการทดสอบอัตราการไหลของอากาศนั้นอัตราของอากาศที่เป่าเข้าคอนเดนเซอร์น้อยที่สุด เนื่องจาก อากาศเกิดแรงเสียดทานก่อนเข้า (Entrance loss) คอนเดนเซอร์มาก จนทำให้การระบาย ความร้อนของเครื่องปรับอากาศลดลง จึงมีผลต่อเนื่องทำให้ประสิทธิภาพลดลงตามไปด้วย แต่ได้ทำการวัดค่าอุณหภูมิของอากาศภายนอกห้องปรับอากาศกับอุณหภูมิของอากาศที่ผ่าน พัดลมตีน้ำ ดังตารางที่ 10 และกราฟรูปที่ 34 จะทำให้อุณหภูมิลดลง 1-4 องศาเซลเซียส ก่อนเข้าสู่คอนเดนเซอร์ในอุณหภูมิของอากาศที่ลดลง จะช่วยในการระบายความร้อนได้ดีมาก ดังเห็นได้จากตารางที่ 11 จะเปรียบเทียบประสิทธิภาพรวมของเครื่องปรับอากาศ แบบให้อากาศไหลกลับทางและใช้พัดลมตีน้ำจะสูงกว่าแบบให้อากาศไหลกลับทางเพียงอย่างเดียว 53.42%

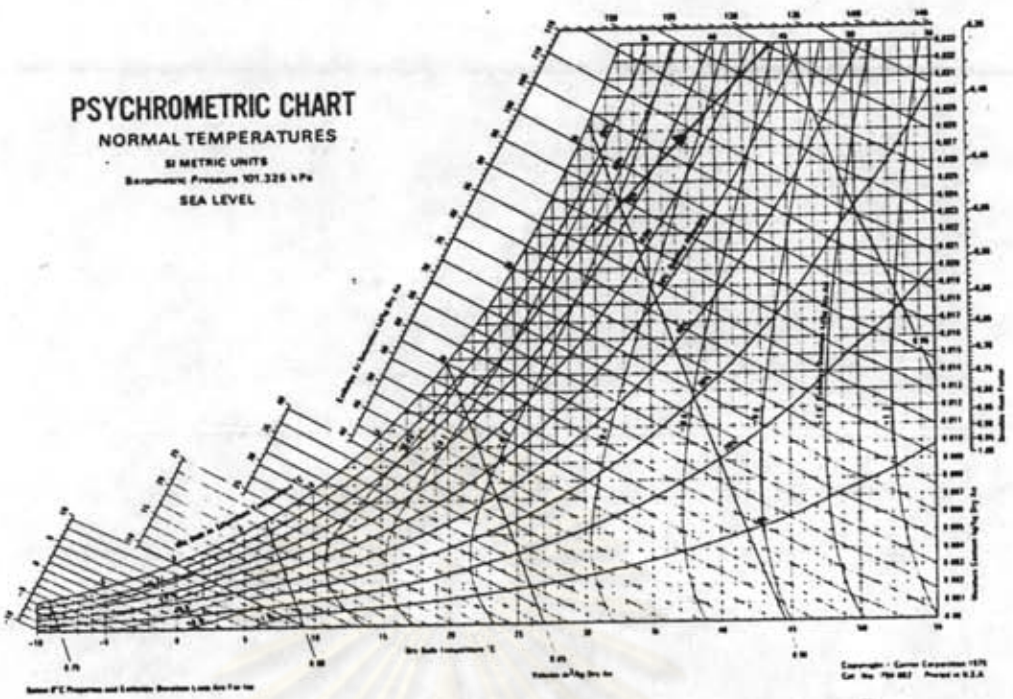
ตารางที่ 10 อุณหภูมิของอากาศก่อนเข้า และออกจากคอนเดนเซอร์เครื่องปรับอากาศแบบธรรมดา ที่ไม่มีการปรับปรุงเปรียบเทียบกับแบบให้อากาศไหลกลับทาง พร้อมใช้พัดลมดีน้ำ

เวลา	อุณหภูมิของอากาศที่เข้าคอนเดนเซอร์ (°C)		อุณหภูมิของอากาศที่ออกจากคอนเดนเซอร์(C)	
	แบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง	แบบให้อากาศไหลกลับทางและใช้พัดลมดีน้ำ	แบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง	แบบให้อากาศไหลกลับทางและใช้พัดลมดีน้ำ
06:00	30	29	44	48
07:00	32	30	44	44
08:00	32	30	44	46
09:00	32	30	43	45
10:00	32	31	45	45
11:00	33	32	44	46
12:00	34	32	44	47
13:00	35	32	44	48
14:00	35	32	44	48
15:00	35	32	45	49
16:00	34	32	45	48
17:00	35	31	49	51
18:00	35	32	48	51
19:00	33	30	46	49
20:00	32	30	46	48
21:00	32	30	45	48
22:00	32	30	46	49
23:00	32	31	44	48
00:00	31	31	45	48
01:00	31	30	45	45
02:00	29	28	41	45
03:00	29	28	41	44
04:00	29	28	41	44
05:00	29	29	42	44

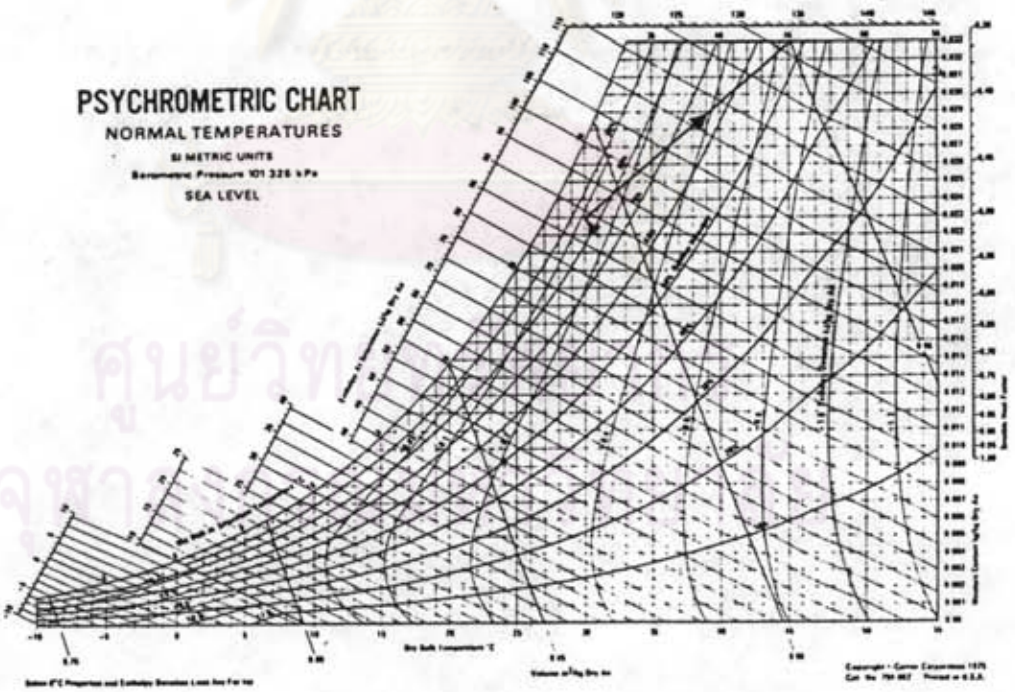
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 34 อุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าและออกจากคอนเดนเซอร์ ของเครื่องปรับอากาศแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุงเปรียบเทียบกับเครื่องปรับอากาศแบบให้อากาศไหลกลับทางและใช้พัดลมดีน้ำ



รูปที่ 35 แผนภูมิไซโครเมตริกของอุณหภูมิอากาศเข้า และออกจากคอนเดนเซอร์ในเครื่องปรับอากาศ แบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง



รูปที่ 36 แผนภูมิไซโครเมตริกของอุณหภูมิอากาศเข้า และออกจากคอนเดนเซอร์ในเครื่องปรับอากาศ แบบให้อากาศไหลกลับทางและใช้พัดลมตีน้ำ

จากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่า เครื่องปรับอากาศที่มีคอนเดนเซอร์ระบาย ความร้อนได้ไม่ดี โดยการให้อากาศเข้าคอนเดนเซอร์ซึ่งเกิดการปั่นป่วนและมีแรงเสียดทานของอากาศที่ทางเข้ามาก ดังนั้น ในการใช้พัดลมตีน้ำจะช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพ (COP) และช่วยประหยัดกำลังไฟฟ้า

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบค่าต่าง ๆ ที่ทดสอบต่อ 1 ชั่วโมง ของเครื่องปรับอากาศแบบให้อากาศไหลกลับทาง และใช้พัดลมตีน้ำกับแบบให้อากาศไหลกลับทางเพียงอย่างเดียวในห้องทดสอบ Calorimeter

เครื่องปรับอากาศ	กำลังไฟฟ้าทั้งหมด(W)	กระแสไฟฟ้า (A)		ปริมาณทำความเย็นที่ได้		ประสิทธิภาพ (COP) คอมเพรสเซอร์	ประสิทธิภาพรวม (COP net)
		รวม	คอมเพรสเซอร์	BTUH	W		
1. แบบให้อากาศไหลกลับทาง และใช้พัดลมตีน้ำ	2,143.26	9.80	8.95	11,808.98	3460	1.767	1.614
2. แบบให้อากาศไหลกลับเพียงอย่างเดียว	2,156.98	9.80	8.95	7,747.51	2270	1.152	1.052

ดังนั้น ผลของการลดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ทั้ง 2 วิธีนั้น จึงส่งผลดีเป็นอย่างมากในการช่วยทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศสูงขึ้น

การเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์จะส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศสูงขึ้นเนื่องมาจาก การเพิ่มพื้นหน้าตัดของคอนเดนเซอร์จะช่วยในการระบายความร้อนได้ดีดังสมการ

$$Q = U A \Delta T$$

ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนจะแปรผันตามพื้นที่หน้าตัด โดยค่าสัมประสิทธิ์ การถ่ายเทความร้อน และผลต่างของอุณหภูมินั้นมีค่าคงที่

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบค่าต่าง ๆ ที่ทดสอบต่อ 1 ชั่วโมง ของเครื่องปรับอากาศแบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์ 2.12 เท่า ให้ห้องทดสอบ Calorimeter

เครื่องปรับอากาศ	กำลังไฟฟ้าทั้งหมด(W)	กระแสไฟฟ้า (A)		ปริมาณทำความเย็นที่ได้		ประสิทธิภาพ (COP) คอมเพรสเซอร์	ประสิทธิภาพรวม (COP net)
		รวม	คอมเพรสเซอร์	BTUH	W		
4. แบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์ 2.12 เท่า(ใช้พัดลม 1 ตัว)	2,071.95	9.50	8.45	13,549.38	3970	2.154	1.916
5. แบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์ 2.12 เท่า(ใช้พัดลม 2 ตัว)	2,084.30	9.50	7.90	14,539.38	4260	2.457	2.043

จะเห็นได้ว่า เครื่องปรับอากาศแบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์ 2.12 เท่า ที่มีความแตกต่างความเร็วลม โดยใช้พัดลม 1 ตัว และพัดลม 2 ตัว ระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์ ซึ่งมีผลทำให้ประสิทธิภาพรวมของเครื่องปรับอากาศ แบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์ 2.12 เท่า (ใช้พัดลม 2 ตัว) สูงกว่าแบบใช้พัดลม 1 ตัว 6.62%

ส่วนการทดสอบเครื่องปรับอากาศแบบเปรียบเทียบ โดยใช้สภาวะเดียวกันที่อยู่ในปัจจุบันเป็นการทดสอบหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เปรียบเทียบกับเครื่องปรับอากาศแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง โดยไม่ใช้เทอร์โมสตาทและใช้เทอร์โมสตาท เพื่อควบคุมอุณหภูมิของอากาศภายในห้องปรับอากาศ ดังแสดงในภาคผนวก จ. จะเห็นได้ว่า เครื่องปรับอากาศที่ใช้เทอร์โมสตาท ในการควบคุมอุณหภูมินั้น มีผลเป็นอย่างมากในการลดการใช้พลังงาน ซึ่งจากผลที่ได้มีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องปรับอากาศที่ไม่ใช้เทอร์โมสตาทประมาณ 18.07-33.68%

แต่ถ้าเปรียบเทียบเครื่องปรับอากาศแบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์ 2.12 เท่า (ใช้พัดลม 1 ตัว) กับแบบทั่วไปที่ใช้ตามท้องตลาดซึ่งใช้พัดลม 1 ตัว จะเห็นได้ว่า ค่าประสิทธิภาพรวม (COP) ของเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น 1.1% ปริมาณการทำความเย็นลดลง 1.9% และพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ลดลง 3.03% สรุปในการเพิ่มพื้นที่หน้าตัดเพียงอย่างเดียวจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพรวม (COP) ได้เพียงเล็กน้อย

เมื่อเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในเวลา 24 ชั่วโมงของเครื่องปรับอากาศที่ไม่ใช้เทอร์โมสตาทด้วยกัน โดยใช้แบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุงเป็นตัวเปรียบเทียบ จะได้ดังนี้

แบบใช้วัสดุพิเศษ	ลดลง	5.92%
แบบให้อากาศไหลกลับทาง และใช้พัดลมดีน้ำ	เพิ่มขึ้น	0.04%
แบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัด 1.25 เท่า ของคอนเดนเซอร์	ลดลง	6.44%
แบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัด 2.12 เท่า ของคอนเดนเซอร์	ลดลง	9.85%

ส่วนเครื่องปรับอากาศที่ใช้เทอร์โมสตาทควบคุมอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศ ที่ 24°C โดยใช้แบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุงเป็นตัวเปรียบเทียบ จะได้ดังนี้

แบบใช้วัสดุพิเศษ	ลดลง	19.76%
แบบให้อากาศไหลกลับทาง และใช้พัดลมดีน้ำ	เพิ่มขึ้น	0.60%
แบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัด 1.25 เท่า ของคอนเดนเซอร์	ลดลง	17.42%
แบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัด 2.12 เท่า ของคอนเดนเซอร์	ลดลง	18.45%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลการทดสอบ

โดยทั่วไป ความสามารถในการทำความเย็น ความดัน และกำลังไฟฟ้าที่ใช้เดินเครื่องปรับอากาศจะแตกต่างกันอย่างมาก ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศภายนอกและอุณหภูมิของอากาศภายใน จากผลการทดสอบเครื่องปรับอากาศในห้องทดสอบ "Calorimeter" เป็นการควบคุมอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศที่อุณหภูมิกระเปาะแห้ง 27°C และอุณหภูมิกระเปาะเปียก 19.5°C ส่วนอุณหภูมิภายนอกห้องปรับอากาศควบคุมไว้ที่อุณหภูมิกระเปาะแห้ง 35°C และอุณหภูมิกระเปาะเปียก 24°C จะเห็นได้ว่า สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในและภายนอก ห้องปรับอากาศไว้ได้ ในการทดสอบคอนเดนซิ่งยูนิตที่ปรับปรุงแบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัด 2.12 เท่า ของคอนเดนเซอร์ แบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัด 1.25 เท่า ของคอนเดนเซอร์ และแบบใช้วัสดุพิเศษมีค่าประสิทธิภาพรวม (COP) สูงกว่าแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง 6.59%, 7.81% และ 10.18% ตามลำดับ ดังจะเห็นได้ว่า การเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์จากสมการ

$$Q = U A \Delta T$$

ซึ่งผลของการเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์นั้น จะทำให้ปริมาณการทำความเย็นสูงกว่าแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง แม้จะไม่มีการลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์และขนาดของอีวาโปเรเตอร์คงที่ ดังตารางที่ 6 แบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัด 2.12 เท่า ของคอนเดนเซอร์ แบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัด 1.25 เท่า ของคอนเดนเซอร์ สูงกว่า 5.18% และ 3.58% ตามลำดับ จึงส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพรวม (COP) ของเครื่อง ปรับอากาศสูงตามไปด้วย

ส่วนแบบใช้วัสดุพิเศษเป็นการลดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ ดังเห็นได้จากตารางที่ 9 และกราฟรูปที่ 30 เป็นการลดอุณหภูมิอากาศภายนอกได้ 1-4°Cหรือ 3-9% จะส่งผลทำให้การระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์ดีขึ้นและทำให้อุณหภูมิของสารทำความเย็นกับความดันด้านสูงของคอนเดนเซอร์ต่ำลงดังตารางที่ 4 ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใส่ให้แก่คอมเพรสเซอร์ลดลง 2.32% และปริมาณการทำความเย็นสูงขึ้น 7.65% เมื่อเปรียบเทียบกับแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง โดยการใช้น้ำเป็นตัวช่วยในการลดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ เพื่อระบายความร้อน

ในการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างน้ำกับอากาศ เพื่อเป็นการลดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์นั้น ความเร็วของน้ำกับอากาศมีความสำคัญมาก จากตารางที่ 8 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบเครื่องปรับอากาศ แบบที่ใช้วัสดุพิเศษกับแบบให้อากาศผ่านฝอยน้ำและดูดเข้าคอนเดนเซอร์ค่าประสิทธิภาพรวม (COP) ของเครื่องปรับอากาศแบบที่ใช้วัสดุพิเศษสูงกว่า 15.67% เนื่องจาก การฉีดฝอยน้ำอากาศจะแลกเปลี่ยนความร้อนกับน้ำได้น้อย ซึ่งต่างจากการใช้

วัสดุพิเศษที่มีการดูดซับน้ำและมีทิศทางการไหลของอากาศกับน้ำที่สวนทางกัน โดยใช้ความเร็วที่เหมาะสม

ส่วนการทดสอบเครื่องปรับอากาศแบบให้อากาศไหลกลับทางและใช้พัดลมตีน้ำ ซึ่งเป็นการทดสอบ โดยการลดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์อีกแบบหนึ่ง จากผลการทดสอบจะเห็นได้ว่า ประสิทธิภาพรวม (COP) ของเครื่องปรับอากาศต่ำกว่าเครื่องปรับอากาศแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง 14.82% เนื่องจาก การให้อากาศที่เป่าเข้าคอนเดนเซอร์ ซึ่งปกติจะเป็นการดูดออกคอนเดนเซอร์ ดังภาคผนวก ง ซึ่งเป็นผลการทดสอบในเครื่องทดสอบวัดความเร็วของลมผ่านคอนเดนเซอร์ โดยการให้อากาศที่เป่าเข้าคอนเดนเซอร์มีค่าอัตราการไหลของอากาศ 12.77m^3/min น้อยกว่าแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง เป็นการดูดออกคอนเดนเซอร์ 46.54% เนื่องจาก อากาศที่เป่าเข้าคอนเดนเซอร์จะเกิดการปั่นป่วน (turbulent) และมีแรงเสียดทานอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ (Entrance loss) จากตารางที่ 11 เป็นผลการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบให้อากาศไหลกลับทาง พร้อมใช้พัดลมตีน้ำนั้นมีค่าประสิทธิภาพรวม (COP) สูงกว่า 53.42% ดังตารางที่ 10 และกราฟรูปที่ 34 เป็นการตีน้ำของพัดลมจะส่งผลทำให้อุณหภูมิของอากาศภายนอกลดลง 1-4°C เป็นการช่วยการระบายความร้อนคอนเดนเซอร์ได้ ดังนั้น การลดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ทั้ง 2 วิธี จะทำให้การระบายความร้อนดีขึ้น และประสิทธิภาพรวมของเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น

ส่วนอัตราการใช้น้ำเพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศ เพื่อลดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์นั้น จะใช้ในอัตรา 4.10-8.88L/hr. ซึ่งเป็นการใช้ปริมาณน้ำที่น้อย โดยน้ำนั้นเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่หาง่ายและราคาถูก เมื่อเปรียบเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ที่มีราคาสูง ดังนั้น การใช้น้ำเป็นตัวแลกเปลี่ยนความร้อนจึงเหมาะสมที่สุด

การทดสอบแบบการเปรียบเทียบโดยการใช้ห้องทดสอบ 2 ห้อง ซึ่งห้องหนึ่งเป็นห้องที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุงเพื่อนำมาเปรียบเทียบ ส่วนห้องที่เหลือจะติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบปรับปรุงต่าง ๆ ในการทดสอบนั้นจะใช้สภาวะอากาศภายนอกในปัจจุบันหรือไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิของอากาศภายนอกได้ จากภาคผนวก จ ผลการทดสอบโดยไม่ควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในห้องปรับอากาศ (ไม่ใช้เทอร์โมสตาท) เครื่องปรับอากาศแบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัด 2.12 เท่า ของคอนเดนเซอร์ แบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัด 1.25 เท่า ของคอนเดนเซอร์และแบบใช้วัสดุพิเศษจะใช้กำลังไฟฟ้าน้อยกว่าแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง 9.85%, 6.44% และ 5.92% ตามลำดับ ส่วนแบบให้อากาศไหลกลับทางและใช้พัดลมตีน้ำนั้นการใช้กำลังไฟฟ้าจะน้อยกว่า 0.04% เมื่อเปรียบเทียบกับแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง

ส่วนการทดสอบโดยควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในห้องปรับอากาศ (ใช้เทอร์โมสตาท) เครื่องปรับอากาศแบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัด 2.12 เท่า ของคอนเดนเซอร์ แบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัด 1.25 เท่า ของคอนเดนเซอร์ แบบใช้วัสดุพิเศษ และแบบให้อากาศไหลกลับทางพร้อมทั้งใช้พัดลมตีน้ำ จะใช้กำลังไฟฟ้าน้อยกว่าแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง 18.45%, 17.42%, 19.76% และ 0.60% ตามลำดับ เนื่องจากเครื่องปรับอากาศที่ทดสอบในห้องทดสอบแบบเปรียบเทียบติดตั้งเทอร์โมสตาท เพื่อควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในห้องปรับอากาศ จะมีภาระความร้อนทั้ง 2 ห้องที่ไม่เท่ากัน จากภาคผนวก ค. ซึ่งเป็นข้อมูลอุณหภูมิของอากาศภายในห้องปรับอากาศแบบเปรียบเทียบ จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศภายในห้องปรับอากาศทั้ง 2 ห้อง จะแตกต่างกัน จึงทำให้ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ของทั้ง 2 ห้องนั้นมีความแตกต่างกัน

ในการทดสอบเครื่องปรับอากาศแบบปรับปรุงเปรียบเทียบกับเครื่องปรับอากาศแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุงนั้น ค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ (COP) สูงขึ้นและประหยัดกำลังไฟฟ้าของการทดสอบทั้ง 2 วิธี ซึ่งมีผลดังนี้

เครื่องปรับอากาศที่ทดสอบในห้องทดสอบ "Calorimeter" จะมีค่าประสิทธิภาพรวม (COP) ดีขึ้น 6.59-10.18% ดังตารางที่ 7 และประหยัดกำลังไฟฟ้า 12.32-2.85% ดังตารางที่ 4

ส่วนการทดสอบในห้องทดสอบแบบเปรียบเทียบเครื่องปรับอากาศ โดยไม่ควบคุมอุณหภูมิของอากาศภายในห้องปรับอากาศ (ไม่ใช้เทอร์โมสตาท) จะประหยัดกำลังไฟฟ้า 5.92-9.85% และเครื่องปรับอากาศที่ควบคุมอุณหภูมิของอากาศภายในห้องปรับอากาศ (ใช้เทอร์โมสตาท) ที่ 24°C จะประหยัดพลังงานไฟฟ้า 17.42-19.76% ดังจะเห็นได้ว่า เครื่องปรับอากาศที่ทดสอบในห้องทดสอบ แบบเปรียบเทียบจะประหยัดกำลังไฟฟ้าได้ดีกว่าเครื่องปรับอากาศที่ทดสอบในห้องทดสอบ "Calorimeter" เนื่องจาก ด้านภาระความร้อนในห้องปรับอากาศ โดยห้องทดสอบแบบเปรียบเทียบภาระความร้อนของห้องปรับอากาศจะไม่สม่ำเสมอ ส่วนห้องทดสอบ "Calorimeter" ภาระความร้อนจากฮีตเตอร์ของอากาศและฮีตเตอร์ของน้ำ เพื่อให้อุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศคงที่ที่ 27°C จึงส่งผลให้ภาระความร้อนของห้องปรับอากาศสม่ำเสมอ

ดังนั้น การทดสอบทั้ง 2 วิธี จะเห็นได้ว่า วิธีการทดสอบเครื่องปรับอากาศแบบ "Calorimeter" ที่ควบคุมสภาวะอากาศทั้งภายในและภายนอก พร้อมทั้งวิธีการทดสอบแบบเปรียบเทียบในห้องทดสอบ 2 ห้อง ที่ใช้สภาวะอากาศภายนอกในปัจจุบัน หรือไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิของอากาศภายนอกได้นั้น จะทำให้เครื่องปรับอากาศแบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัด 2.12 เท่า ของคอนเดนเซอร์ แบบเพิ่มพื้นที่หน้าตัด 1.25 เท่า ของคอนเดนเซอร์ แบบใช้วัสดุพิเศษ มีค่าประสิทธิภาพรวม (COP) ที่สูง และค่ากำลังไฟฟ้าที่ต่ำกว่าเครื่องปรับอากาศแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง ส่วนแบบให้อากาศไหลกับทางและใช้พัดลมตีน้ำจะไม่เหมาะสมในการใช้งาน เนื่องจาก การใช้อากาศเป่าเข้าคอนเดนเซอร์ จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพรวม (COP) ที่ต่ำกว่าแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง

ข้อเสนอแนะ

1. นำวัสดุพิเศษที่ทำจากเซลลูโรสไปประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ที่ต้องการลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นของอากาศ เช่น หอผึ่งเย็น และเครื่องทำความเย็นประเภทต่าง ๆ
2. ศึกษาหาความเร็วที่เหมาะสมของอากาศที่เป่าเข้าคอนเดนเซอร์ โดยปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ใบพัดลม
3. ศึกษาหาวัสดุประเภทอื่น ๆ ที่นำมาแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย