

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลของการปรับขนาดและมุมบิดพัดลมในชุดคอนเดนซิ่งต่อสมรรถนะของ  
ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

EFFECT OF FAN DIAMETER AND BLADE ANGLE IN CONDENSING UNIT ON  
PERFORMANCE OF SPLIT-TYPE AIR CONDITIONERS



T123187

พิศสัย จันมุกดา  
PISAN JUNMOOKDA

กท.  
พ 756ณ  
2555

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 123187  
วัน,เดือน,ปี 19 ต.ค. 2555

b. 12478316  
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2555

KMITL-2012-EN-M-030-001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECT OF FAN DIAMETER AND BLADE ANGLE IN CONDENSING UNIT ON  
PERFORMANCE OF SPLIT-TYPE AIR CONDITIONERS



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF ENGINEERING IN MECHANICAL ENGINEERING  
FACULTY OF ENGINEERING  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
2012  
KMITL-2012-EN-M-030-001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**COPYRIGHT 2012**

**FACULTY OF ENGINEERING**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของการปรับขนาดและมุมบิดพัดลมในชุดคอนเดนซิ่งต่อสมรรถนะของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน  
Thesis Title Effect of Fan Diameter and Blade Angle in Condensing unit on Performance of Split-Type Air Conditioners  
นักศึกษา นายพิศัลย์ จันทมุกดา  
รหัสประจำตัว 51060322  
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล  
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.ชินรักษ์ เขียรพงษ์  
หมายเลขวิทยานิพนธ์ KMITL-2012-EN-M-030-001

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.จรรูวัตร	เจริญสุข	
ผศ.ดร.อนุรัตน์	พิณโสภณ	
รศ.ดร.สมิทธิ์	เอี่ยมสะอาด	
ผศ.ดร.มนต์ศักดิ์	พิมสาร	
รศ.ดร.ชินรักษ์	เขียรพงษ์	

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ วันจันทร์ที่ 10 ตุลาคม พ.ศ. 2554 เวลา 11.00-13.00 น.  
สถานที่สอบ ณ อาคาร 12 ชั้น ห้อง E12-302

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ ดร.สุชัชวีร์ สุวรรณสวัสดิ์)

คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 10 ตุลาคม พ.ศ. 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญที่ได้เห็นใบนี้เรียบร้อยแล้ว กรุณาแจ้งคืนเอกสารฉบับนี้  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการปรับขนาดและมุมบิดพัดลมในชุดคอนเดนซึ่งต่อสมรรถนะของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน
ชื่อนักศึกษา	นายพิศัลย์ จันมุกดา
รหัสประจำตัว	51060322
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
พ.ศ.	2555
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.ชินรัชช์ เขียรพงษ์

### บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 25,000 Btu/h ด้วยวิธีการปรับปรุงอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ชุดคอนเดนซึ่งโดยการปรับเปลี่ยนใบพัดลมในชุดคอนเดนซึ่งให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดเพิ่มขึ้น ปรับปรุงมุมองศาของใบพัด และทดสอบหาความเร็วรอบของพัดลมที่เหมาะสม เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลต่อประสิทธิภาพในการทำความเย็น และอิทธิพลต่อค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER. ซึ่งได้ทำการทดสอบตามมาตรฐานมอก.1155-2536 และตามเงื่อนไข ARI.210/240-84 จากผลการศึกษาในห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศแบบไซโครเมตริกที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในห้องทดสอบทั้งทางด้านในและด้านนอกให้คงที่ และทำการปรับความเร็วรอบในการหมุนของใบพัดลมที่ความเร็วรอบ 750 ,900 และ 950 rpm ตามลำดับ พบว่าเครื่องปรับอากาศที่ได้ปรับขนาดใบพัดในชุดคอนเดนซึ่งจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 16 นิ้ว เป็น 18 นิ้ว และ 20 นิ้ว พบว่า กรณีใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว ที่ความเร็วรอบ 950 rpm. มีค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER. เท่ากับ 10.6 ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นจากก่อนทำการปรับปรุง 28.1% กรณีใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ความเร็วรอบ 950 rpm. มีค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER. เท่ากับ 11.2 ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นจากก่อนทำการปรับปรุง 35.1% ซึ่งเป็นผลมาจากกำลังไฟฟ้าที่ใช้รวมของเครื่องปรับอากาศมีค่าลดลง และขีดความสามารถการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อทำการปรับปรุงเพิ่มมุมองศาของใบพัดลมกับใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว เปรียบเทียบกับก่อนทำการปรับปรุงมุมองศาใบพัดลม พบว่ากรณีใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ได้ทำการปรับปรุงเพิ่มมุมองศาของใบพัดลมเป็น 30 องศา ที่ความเร็วรอบ 950 rpm. มีค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER. ของเครื่องปรับอากาศเท่ากับ 11.5 ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นจากก่อนทำการปรับปรุง 2.05%

<b>Thesis Title</b>	Effect of Fan Diameter and Blade Angle in Condensing Unit on Performance of Split-Type Air Conditioners
<b>Student</b>	Mr. Pisan Jumookda
<b>Student ID.</b>	51060322
<b>Degree</b>	Master of Engineering
<b>Program</b>	Mechanical Engineering
<b>Year</b>	2012
<b>Thesis Advisor</b>	Assoc. Prof. Dr. Chinarak Thianpong

## ABSTRACT

This thesis is prepared in order to increase the cooling efficiency of Split-Type Air-Conditioning unit 25,000 Btu/h by improving the heat transfer rate at condensing unit. The improvement is set up by expanding the Air condition fan' diameter, adjusting degree of the fan and testing the most appropriate speed of the fan. The study will see the results on the cooling efficiency and its influence to the Energy Efficiency Ratio (EER). The experience was done through TIS.1155-2536 standard and under ARI.210/240-84 condition. The finding from air conditioning Psychrometric type under controlled temperature, stable moist condition and adjusted fan speed of 750 ,900 and 950 rpm accordingly. The finding has shown that the adjusted 16 inch to 18 inch and 20 inch fan under 950 rpm. speed and their affect to the Energy Efficiency Ratio (EER). There was an improvement of 28.1% after fan diameter adjusted for the 18 inch 950 rpm. speed scenario had EER of 10.6 and EER of 11.2 and 35.1% improvement for the 20 inch 950 rpm. speed scenario. The result was caused by less energy usage from air condition and more cooling capability from Air condition. Whereas when adjusted the degree of the 20 inch fan to 30 with 950 rpm., the result was an Energy Efficiency Ratio of 11.5 ( a significant improvement of 2.05%).

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี ด้วยคำแนะนำ คำปรึกษาและความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร. ชินรัชช์ เขียรพงษ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความ อนุเคราะห์และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง อีกทั้งขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบ วิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.จารุวัตร เจริญสุข ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนต์ศักดิ์ พิมสาร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุนต์ พิณโสภณ รองศาสตราจารย์ ดร.สมิทธิ์ เอี่ยมสอาด สำหรับคำแนะนำ เพิ่มเติมทำให้วิทยานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่เลี้ยงดู อบรมสั่งสอน และให้ทุนทรัพย์ในการ การศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนประสบความสำเร็จ รวมทั้งเป็นกำลังใจในการฟันฝ่าปัญหา และอุปสรรคต่างๆ เสมอมา และขอขอบคุณผู้ที่ให้การสนับสนุนทุกท่านที่มีได้เอ่ยนามมา ณ ที่นี้ด้วย

ถ้าปราศจากบุคคลเหล่านี้ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี คุณค่าและ ประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน ขออำนาจคุณพระศรี รัตนตรัยอำนาจอวยพรความสุขสวัสดิ์จงมีแต่ทุกท่าน

พิศัลย์ จันมุกดา

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	IX
สารบัญรูป.....	X
รายการคำย่อและสัญลักษณ์.....	XV
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 สมมติฐานของการศึกษา.....	2
1.3 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.4 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.6 ขั้นตอนของการศึกษา.....	3
บทที่ 2 งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 บทนำ.....	4
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.3 ระบบการทำความเย็นชนิดอัดไอ.....	7
2.4 วัฏจักรของการทำความเย็นชนิดอัดไอ.....	7
2.5 สมมติฐานและทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์ระบบปรับอากาศชนิดอัดไอ.....	9
2.6 ทฤษฎีที่ใช้ในการวัดอัตราการไหล.....	10
2.7 การวัดอัตราการไหล.....	11
2.8 พื้นฐานของการปรับอากาศ.....	12
2.9 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน.....	12
2.9.1 ชุดคอยล์แบบชิ่งยูนิต.....	13
2.9.2 ชุดแฟนคอยล์ยูนิต.....	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 การปรับปรุงและพัฒนาใบพัดชุดคอนเดนซิ่ง.....	19
3.1 บทนำ.....	19
3.2 ใบพัดชุดคอนเดนซิ่งที่ทำการปรับปรุงและพัฒนา.....	19
3.3 แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาใบพัดชุดคอนเดนซิ่ง.....	22
3.4 ขั้นตอนการคำนวณและออกแบบเครื่องปรับอากาศ.....	23
3.5 การคำนวณอัตราการไหลของใบพัด.....	24
3.6 ใบพัดลมชุดคอนเดนซิ่งที่ได้ทำการปรับปรุงโดยเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ของใบพัด.....	26
3.7 ใบพัดลมชุดคอนเดนซิ่งที่ได้ทำการปรับปรุงเพิ่มมุมมองของใบพัด.....	28
3.8 เวนทูลี่ที่ทำการปรับปรุง.....	28
3.9 วิธีการทดสอบหาค่าอัตราการไหลของอากาศ.....	30
3.10 การคำนวณหาอัตราการไหลเฉลี่ยผ่านคอลย์คอนเดนซิ่ง.....	31
3.11 การคำนวณขีดความสามารถการทำความเย็นรวมสุทธิของเครื่องปรับอากาศ.....	31
บทที่ 4 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....	32
4.1 บทนำ.....	32
4.2 อุปกรณ์การทดลอง.....	32
4.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้กับชุดคอนเดนซิ่ง.....	32
4.2.1.1 ชุดคอนเดนซิ่ง.....	32
4.2.1.2 ถังบรรจุสารทำความเย็นชนิด R-22.....	33
4.2.1.3 แมนนิโฟลด์เกจ.....	33
4.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบสมรรถนะชุดคอนเดนซิ่ง.....	33
4.2.2.1 ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ.....	34
4.2.2.2 เครื่องสูมตัวอย่างอากาศ.....	35
4.2.2.3 เทอร์โมคัปเปิล.....	37
4.2.2.4 เพาเวอร์มิเตอร์แบบตัวเลข.....	37
4.2.2.5 อุปกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ.....	38
4.2.2.6 อุปกรณ์แปลงสัญญาณค่าความดันเกจ.....	38

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.2.2.7 ชุดอุปกรณ์ควบคุม.....	39
4.2.2.8 ชุดอุปกรณ์แสดงผล.....	39
4.2.2.9 อุปกรณ์รับสัญญาณและบันทึกผล.....	40
4.2.2.10 ตู้ควบคุมการทำงานห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ.....	40
4.2.2.11 เครื่องชั่งน้ำหนัก.....	41
4.2.2.12 เครื่องมือวัดอัตราการไหลของอากาศ.....	41
4.2.2.13 เครื่องมือวัดความเร็วรอบ.....	41
4.2.2.14 เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า.....	42
4.3 วิธีการทดลอง.....	42
4.3.1 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ.....	42
4.3.2 กำหนดเงื่อนไขที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ.....	43
4.3.3 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพการทำความเย็นและอัตราส่วน ประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศ.....	44
บทที่ 5 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	49
5.1 บทนำ.....	49
5.2 การศึกษาอิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดและความเร็วรอบที่มีผลต่อ อัตราการไหลของอากาศผ่านคอลล์ที่ชุดคอนเดนซิ่ง.....	49
5.2.1 ผลการศึกษาลักษณะความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอลล์ของใบพัด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว ที่ความเร็วรอบในการหมุนต่างๆ.....	50
5.2.2 ผลการศึกษาลักษณะความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอลล์ของใบพัด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว ที่ความเร็วรอบในการหมุนต่างๆ.....	51
5.2.3 ผลการศึกษาลักษณะความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอลล์ของใบพัด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ความเร็วรอบในการหมุนต่างๆ.....	52
5.3 การศึกษาอิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดที่มีผลต่อ สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน.....	54
5.3.1 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อ อุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านคอลล์ที่ชุดคอนเดนซิ่ง.....	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

หน้า

5.3.2	อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อ อุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ด้านทางออกของคอนเดนเซอร์.....	55
5.3.3	อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อ กำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของมอเตอร์พัดลมชุดคอนเดนซิ่ง.....	55
5.3.4	อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อ กำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของคอมเพรสเซอร์.....	56
5.3.5	อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศ.....	58
5.3.6	อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อ ขีดความสามารถทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ.....	60
5.3.7	อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อ ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน.....	62
5.4	การศึกษาอิทธิพลของมุมมองศาใบพัดที่มีผลต่อ สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน.....	63
5.4.1	การศึกษาอิทธิพลของมุมมองศาใบพัดและความเร็วรอบที่มีผลต่อ อัตราการไหลของอากาศผ่านคอยล์ที่ชุดคอนเดนซิ่ง.....	63
5.4.2	อิทธิพลของมุมมองศาใบพัดต่ออุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์ ที่ชุดคอนเดนซิ่ง.....	65
5.4.3	อิทธิพลของมุมมองศาใบพัดต่ออุณหภูมิของสารทำความเย็น ที่ด้านทางออกของคอนเดนเซอร์.....	66
5.4.4	อิทธิพลของมุมมองศาใบพัดต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้งาน ของมอเตอร์พัดลมชุดคอนเดนซิ่ง.....	67
5.4.5	อิทธิพลของมุมมองศาใบพัดต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของคอมเพรสเซอร์.....	68
5.4.6	อิทธิพลของมุมมองศาใบพัดต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้งาน ของมอเตอร์พัดลมชุดคอนเดนซิ่ง.....	69
5.4.7	อิทธิพลของมุมมองศาใบพัดต่อขีดความสามารถทำความเย็น ของเครื่องปรับอากาศ.....	70
5.4.8	อิทธิพลของมุมมองศาใบพัดต่อค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน.....	71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	72
6.1 บทสรุป.....	72
6.2 ข้อเสนอแนะ.....	74
เอกสารอ้างอิง.....	75
ภาคผนวก.....	77
ภาคผนวก ก. ตัวอย่างการคำนวณ.....	78
ภาคผนวก ข. บทความที่ได้รับการตีพิมพ์.....	81
ประวัติผู้เขียน.....	88



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงรายละเอียดของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 25,000 Btu/h .....	20
3.2 แสดงกฎความสัมพันธ์ของพัดลม.....	24
4.1 แสดงข้อมูลจำเพาะของห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ.....	34
4.2 แสดงสภาวะมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบเครื่องปรับอากาศ.....	42
5.1 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย.....	60



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 วัฏจักรการทำความเย็นชนิดอัดไอเบื้องต้น.....	7
2.2 แผนภูมิอุณหภูมิกับเอนโทรปีของสารทำความเย็น.....	8
2.3 แผนภูมิความดันกับเอนทาลปีของสารทำความเย็น.....	8
2.4 ปริมาตรควบคุมในท่อกลม.....	10
2.5 พื้นที่หน้าตัดของท่อสี่เหลี่ยมโดยแบ่งให้มีพื้นที่ย่อยภายในเท่ากัน.....	11
2.6 คอมเพรสเซอร์แบบสโครล(ก) และคอมเพรสเซอร์แบบโรตารี(ข).....	13
2.7 คอนเดนเซอร์.....	14
2.8 ตัวอย่างใบพัดลมเครื่องควบแน่น.....	14
2.9 แมกเนติกคอนแทคเตอร์ แบบเฟสเดียว(ก) และแบบสามเฟส(ข).....	15
2.10 ตัวอย่างอุปกรณ์ป้องกันความดันด้านสูงและความดันด้านต่ำ.....	15
2.11 ตัวอย่างอุปกรณ์หน่วงเวลา.....	16
2.12 อีแวนพอเรเตอร์คอลลี.....	16
2.13 เทอร์โมสแตติกเอกซ์แพนชันวาล์ว.....	17
2.14 ใบพัดลมชุดแฟนคอลลี.....	18
2.15 เทอร์โมสตัด.....	18
3.1 แบบและขนาดของใบพัดชุดคอนเดนซึ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว.....	20
3.2 ใบพัดชุดคอนเดนซึ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว.....	21
3.3 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดการทำความเย็น 25,000 Btu/h .....	21
3.4 หลักการออกแบบระบบปรับอากาศของชุดคอนเดนซึ่งแบบระบายความร้อน ด้วยอากาศ โดยใช้สารทำความเย็น R22 ตามมาตรฐาน ARI .....	23
3.5 แบบและขนาดของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว.....	26
3.6 ใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว.....	26
3.7 แบบและขนาดของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว.....	27
3.8 ใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว.....	27
3.9 แบบและขนาดของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว แบบเพิ่มมุมมองฯ.....	28
3.10 ใบพัดลมขนาด 20 นิ้ว แบบเพิ่มมุมมองฯ.....	28

## สารบัญญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.11 แบบและขนาดของเวนทูลีสำหรับใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว.....	29
3.12 แบบและขนาดของเวนทูลีสำหรับใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว.....	29
3.13 เวนทูลีสำหรับใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว(ก) และ 20 นิ้ว(ข).....	30
3.14 ชุดทดสอบหาค่าอัตราการไหลของอากาศ.....	30
3.15 แสดงการแบ่งพื้นที่คอลย์เป็นพื้นที่เล็กๆเพื่อทำการวัดอัตราการไหล.....	31
4.1 แสดงชิ้นส่วนต่างๆของชุดคอนเดนซิ่ง.....	32
4.2 ถังบรรจุสารทำความเย็นชนิด R-22 ขนาดบรรจุ 4 กิโลกรัม.....	33
4.3 แมนนิโฟลด์เกจ.....	33
4.4 ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ.....	34
4.5 รูปห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ.....	35
4.6 เครื่องสูมตัวอย่างอากาศ.....	35
4.7 ชุดท่อสูมตัวอย่างอากาศ.....	36
4.8 ชุดกล่องไซโคมิเตอร์.....	36
4.9 เทอร์โมคัปเปิล.....	37
4.10 เพาว์เวอร์มิเตอร์แบบตัวเลข.....	37
4.11 อุปกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ.....	38
4.12 อุปกรณ์แปลงสัญญาณค่าความดันเกจ.....	38
4.13 ชุดอุปกรณ์ควบคุม.....	39
4.14 ชุดอุปกรณ์แสดงผล.....	39
4.15 อุปกรณ์รับสัญญาณและบันทึกผล.....	40
4.16 ตู้ควบคุมการทำงานห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ.....	40
4.17 ตาชั่งน้ำหนัก.....	41
4.18 เครื่องมือวัดอัตราการไหลของอากาศ.....	41
4.19 เครื่องมือวัดความเร็วรอบ.....	41
4.20 เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า.....	42
4.21 ใบพัดลมชุดคอนเดนซิ่งที่ทำการปรับเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด.....	43
4.22 ใบพัดลมชุดคอนเดนซิ่งขนาดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว.....	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารทูลงวันเวลาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใดโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.23 แสดงตำแหน่งการติดตั้งชุดแฟนคอล์ย.....	44
4.24 แสดงตำแหน่งการติดตั้งชุดคอนเดนซิ่ง.....	45
4.25 วงจรการเดินท่อสารทำความเย็นในการทดสอบเครื่องปรับอากาศ.....	45
4.26 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเครื่องสูมอากาศที่ชุดแฟนคอล์ย.....	46
4.27 รูปการติดตั้งเครื่องสูมอากาศที่ชุดแฟนคอล์ย.....	47
4.28 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเครื่องสูมอากาศที่ชุดคอนเดนซิ่ง.....	47
4.29 รูปการติดตั้งเครื่องสูมอากาศที่ชุดคอนเดนซิ่ง.....	47
4.30 รูปการติดตั้งติดตั้งสายท่ออ่อนเข้ากับอุปกรณ์แปลงสัญญาณความดันเกจ.....	48
5.1 แสดงการแบ่งพื้นที่คอล์ยเป็นพื้นที่เล็กๆเพื่อศึกษาอัตราการไหลของอากาศ.....	49
5.2 ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอล์ย ใบพัดขนาด 16 นิ้ว ความเร็วรอบ 750 rpm.....	50
5.3 ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอล์ย ใบพัดขนาด 16 นิ้ว ความเร็วรอบ 900 rpm.....	50
5.4 ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอล์ย ใบพัดขนาด 16 นิ้ว ความเร็วรอบ 950 rpm.....	50
5.5 ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอล์ย ใบพัดขนาด 18 นิ้ว ความเร็วรอบ 750 rpm.....	51
5.6 ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอล์ย ใบพัดขนาด 18 นิ้ว ความเร็วรอบ 900 rpm.....	51
5.7 ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอล์ย ใบพัดขนาด 18 นิ้ว ความเร็วรอบ 950 rpm.....	51
5.8 ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอล์ย ใบพัดขนาด 20 นิ้ว ความเร็วรอบ 750 rpm.....	52
5.9 ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอล์ย ใบพัดขนาด 20 นิ้ว ความเร็วรอบ 900 rpm.....	52
5.10 ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอล์ย ใบพัดขนาด 20 นิ้ว ความเร็วรอบ 950 rpm.....	52
5.11 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดและความเร็วรอบที่มีผลต่อ อัตราการไหลของอากาศผ่านคอล์ยที่ชุดคอนเดนซิ่ง.....	53
5.12 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อ อุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านคอล์ยที่ชุดคอนเดนซิ่ง.....	54
5.13 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อ อุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ด้านทางออกของคอนเดนเซอร์.....	55
5.14 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อ กำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของมอเตอร์พัดลมชุดคอนเดนซิ่ง.....	56
5.15 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อ กำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของคอมเพรสเซอร์.....	56
5.16 ความดันของสารทำความเย็นที่ด้านทางอัดของคอมเพรสเซอร์.....	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.17 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศ เทียบกับเวลาของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว.....	58
5.18 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศ เทียบกับเวลาของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว.....	58
5.19 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศ เทียบกับเวลาของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว.....	59
5.20 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศ.....	59
5.21 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อ ขีดความสามารถการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ.....	60
5.22 เปรียบเทียบค่าขีดความสามารถการทำความเย็นของใบพัด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว และ 20 นิ้ว เทียบกับใบพัดขนาด 16 นิ้ว.....	61
5.23 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อ ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER.....	62
5.24 เปรียบเทียบค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER และอัตราการไหลของ ใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว และ 20 นิ้ว เทียบกับใบพัดขนาด 16 นิ้ว.....	63
5.25 ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์ ใบพัดขนาด 20 นิ้ว มุมมองศาใบพัด 30 องศา ความเร็วรอบ 750 rpm.....	64
5.26 ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์ ใบพัดขนาด 20 นิ้ว มุมมองศาใบพัด 30 องศา ความเร็วรอบ 900 rpm.....	64
5.27 ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์ ใบพัดขนาด 20 นิ้ว มุมมองศาใบพัด 30 องศา ความเร็วรอบ 950 rpm.....	64
5.28 อิทธิพลของมุมมองศาใบพัดและความเร็วรอบที่มีผลต่ออัตราการไหล ของอากาศผ่านคอยล์ที่ชุดคอนเดนซิ่ง.....	65
5.29 อิทธิพลของมุมมองศาใบพัดที่มีผลต่ออุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์ ที่ชุดคอนเดนซิ่ง.....	66
5.30 อิทธิพลของมุมมองศาใบพัดที่มีผลต่ออุณหภูมิของสารทำความเย็น ที่ด้านทางออกของคอนเดนเซอร์.....	67
5.31 อิทธิพลของมุมมองศาใบพัดที่มีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของมอเตอร์พัดลม ชุดคอนเดนซิ่ง.....	67

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.32	อิทธิพลของมุมมองศาไบพัดที่มีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของคอมเพรสเซอร์.....68
5.33	กำลังไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศเทียบกับเวลา ของไบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว มุมองศาไบพัด 30 องศา.....69
5.34	อิทธิพลของมุมมองศาไบพัดที่มีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด ของเครื่องปรับอากาศ.....69
5.35	อิทธิพลของมุมมองศาไบพัดที่มีผลต่อขีดความสามารถการทำความเย็น ของเครื่องปรับอากาศ.....70
5.36	อิทธิพลของมุมมองศาไบพัดที่มีผลต่อค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน.....71



## รายการสัญลักษณ์

สัญลักษณ์ / คำย่อ	ชื่อ / ความหมาย
$Q_{ev}$	อัตราการความร้อนที่เข้าและออกในปริมาตรควบคุม(kW)
$\dot{m}_i, \dot{m}_e$	อัตราการไหลของสารทำความเย็นเข้าและออกจากระบบ (kg/s)
$h_i, h_e$	เอนทัลปีจำเพาะของสารทำความเย็นเข้าและออกจากระบบ (kJ/kg)
$v_i, v_e$	ความเร็วของมวลสารทำความเย็นเข้าและออกจากระบบ (m/s)
$Z_i, Z_e$	ระยะความสูงจากระดับอ้างอิง (m)
$W_{ev}$	งานที่ได้หรืองานที่ให้กับอุปกรณ์ในระบบ (kW)
$g$	อัตราเร่งของโลก ( $m/s^2$ )
$\dot{Q}$	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน (kJ/h)
$\dot{m}$	อัตราการไหลโดยมวลของลมของเครื่องปรับอากาศ (kg/h)
$h_{in}$	ค่าเอนทัลปีของอากาศส่วนลมด้านทางเข้า (kJ/kg)
$h_{out}$	ค่าเอนทัลปีของอากาศส่วนลมด้านทางออก (kJ/kg)
$\dot{V}$	อัตราการไหลโดยปริมาตรของลม ( $m^3/h$ )
$v_i$	ปริมาตรจำเพาะของลม ( $m^3/kg$ )
$Q_k$	อัตราการความร้อนที่ได้รับจากระบบ (W)
$Q_p$	พลังงานที่เข้าสู่ระบบ (W)
COP	สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะการทำความเย็น
EER	อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานการทำความเย็น
rpm	ความเร็วรอบต่อนาที
Q	อัตราการไหล ( $ft^3/min$ )
A	พื้นที่หน้าตัดที่อากาศไหลผ่าน $ft^2$
$\rho$	ความหนาแน่นของของไหล

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันปัญหาด้านพลังงานนับว่ามีความสำคัญมากขึ้นทุกขณะ เนื่องจากพลังงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่ประมาณ 4 ใน 5 ส่วนเป็นพลังงานที่มาจากเชื้อเพลิงจากการทับถมของซากพืชและซากสัตว์ (Fossil Fuels) ซึ่งได้แก่ น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และถ่านหิน แหล่งพลังงานดังกล่าวถือว่าเป็นแหล่งพลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัด (Nonrenewable Energy) ถ้ามีการใช้แหล่งพลังงานเหล่านี้อย่างไม่ประหยัด และไม่มีประสิทธิภาพแล้ว ทรัพยากรพลังงานดังกล่าวจะหมดลงอย่างรวดเร็วในอนาคตอันใกล้

จากสภาพอากาศของประเทศไทยที่ตั้งอยู่ในเขตภูมิอากาศที่มีอากาศร้อนชื้นเกือบตลอดทั้งปีซึ่งอากาศมีอุณหภูมิสูง ที่พักอาศัยและอาคารส่วนใหญ่จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อช่วยในการปรับอากาศภายในห้องที่ต้องการให้มีอุณหภูมิเย็นลง และทำให้ผู้พักอาศัยมีความสบาย เครื่องปรับอากาศขนาดเล็กที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air cooled, split type, Air conditioner) เครื่องปรับอากาศเป็นอุปกรณ์ที่ใช้กำลังไฟฟ้าค่อนข้างสูง ผู้ใช้จึงต้องตระหนักถึงค่าใช้จ่ายจากค่าไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้น จึงได้มีงานวิจัยหลายงานที่ศึกษาเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานให้กับเครื่องปรับอากาศโดยที่งานวิจัยส่วนมากจะมุ่งเน้นไปที่การประหยัดพลังงานในส่วนคอมเพรสเซอร์ โดยปรับปรุงส่วนคอนเดนเซอร์และเครื่องระเหย แต่ไม่ได้กล่าวถึงส่วนสำคัญอีกส่วนของเครื่องปรับอากาศซึ่งก็คือพัดลมที่ทำหน้าที่ระบายความร้อนของชุดคอนเดนเซอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญในการทำหน้าที่ระบายความร้อนหรือถ่ายเทความร้อนออกจากสารทำความเย็นอุณหภูมิของอากาศนั้นมีผลกระทบต่อเครื่องปรับอากาศทำให้ประสิทธิภาพลดลง และมีการใช้กำลังไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น ถ้าสามารถทำให้ชุดคอนเดนเซอร์สามารถถ่ายเทความร้อนได้เพิ่มมากขึ้นกว่าปกติ จะทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศสูงขึ้น และการใช้กำลังไฟฟ้าลดลงได้

งานวิจัยนี้จึงได้เสนอแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาในการเพิ่มประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนความร้อนของชุดคอนเดนเซอร์ โดยการปรับปรุงในส่วนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดลมและมุมองศาของใบพัดลมที่ชุดคอนเดนเซอร์ ซึ่งจะช่วยให้ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้นได้

## 1.2 สมมติฐานของการศึกษา

ข้อด้อยของชุดคอนเดนซิ่งของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน คือการมีข้อจำกัดในเรื่องของพื้นที่ติดตั้งและต้องคำนึงถึงต้นทุนในการผลิต ทำให้ไม่สามารถออกแบบให้พื้นที่ของคอยล์ที่ใช้ในการทำหน้าที่แลกเปลี่ยนความร้อนของสารทำความเย็นมีขนาดใหญ่ได้ ซึ่งทำให้ค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนออกจากสารทำความเย็นมีค่าค่อนข้างต่ำ เนื่องจากพื้นที่ผิวที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนความร้อนของสารทำความเย็นมีขนาดลดลง ดังนั้นค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy efficiency ratio) จะมีค่าลดลงตามไปด้วย ถ้าทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนเพิ่มขึ้นโดยเพิ่มอัตราการไหลของปริมาณลมในการระบายความร้อนของชุดคอนเดนซิ่งแทน น่าจะส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการปรับปรุงใบพัดลมในชุดคอนเดนซิ่ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดมุมมองของใบพัด และทดสอบหาความเร็วรอบของพัดลมที่เหมาะสมในการระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็น เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลต่อประสิทธิภาพในการทำความเย็น และอิทธิพลต่อค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน

## 1.3 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาศักยภาพการประหยัดพลังงานของพัดลมที่ส่วนคอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยที่ไม่ทำให้ความสามารถในการทำความเย็นลดลง
2. หาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศ โดยการปรับปรุงพัดลมภายในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนในชุดคอนเดนซิ่ง

## 1.4 ขอบเขตการวิจัย

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 25,000 Btu/h ด้วยวิธีการปรับปรุงอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ชุดคอนเดนซิ่งโดยการปรับเปลี่ยนใบพัดให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้นจาก 16 เป็น 18 และ 20 นิ้ว ปรับปรุงมุมมองของใบพัดจากมุมใบพัด 20 องศา เป็นมุมใบพัด 30 องศา และทำการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบการหมุนของใบพัดเท่ากับ 750, 900 และ 950 rpm. ตามลำดับ เปรียบเทียบผลการทดสอบกับค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ของเครื่องปรับอากาศและกำลังไฟฟ้าที่ใช้ ซึ่งได้ทำการทดสอบภายใต้มาตรฐาน มอก.1155-2536 ตามเงื่อนไข ARI.210/240-84

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.สามารถทราบถึงผลของอัตราแลกเปลี่ยนความร้อนที่ชุดคอนเดนซึ่งต่อพลังงานที่ใช้ในการทำ ความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
- 2.เป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการระบายความร้อนของชุดคอนเดนซึ่งของ เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
- 3.เป็นแนวทางการออกแบบเพื่อประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

## 1.6 ขั้นตอนของการศึกษา

- 1.ศึกษาข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพและการประหยัดพลังงานของ เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน
- 2.ติดตั้งเครื่องปรับอากาศขนาด 25,000 Btu/hr ในห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศที่มีการควบคุม สภาวะอากาศ และทำการเก็บข้อมูล
- 3.หาแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนความร้อนที่ชุดคอนเดนซึ่ง โดยปรับเปลี่ยน ขนาดใบพัด มุมองศาของใบพัด และความเร็วรอบ
- 4.ดำเนินการเปรียบเทียบ วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการทดลอง
- 5.จัดทำวิทยานิพนธ์เป็นรูปเล่มฉบับสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

# งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 บทนำ

ก่อนที่จะทำการออกแบบและพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาปัจจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเครื่องปรับอากาศ รวมทั้งงานวิจัยที่มีผู้ทำการศึกษามาก่อน เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลและแนวทางที่ใช้ในการปรับปรุงพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ

### 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธนภิตดี ธาภักดี [1] ได้ศึกษาเรื่องการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบลิควิด-ซัคชัน (Liquid-suction heat exchanger) ในเครื่องปรับอากาศขนาด 12000 Btu/h เพื่อช่วยลดเอนทัลปีของสารทำความเย็นก่อนเข้าแฟนคอยล์ยูนิตและทำให้สารทำความเย็นในสถานะไอที่ออกจากแฟนคอยล์ยูนิตเปลี่ยนไปเป็นซูเปอร์ฮีต โดยการทดลองนี้จะทำการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบลิควิด-ซัคชัน ตรงบริเวณระหว่างท่อทางด้านดูด(Suction)ของคอมเพรสเซอร์ กับท่อที่ออกจากคอยล์ร้อนของชุดคอนเดนเซอร์ (liquid) และทำการทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ, ค่าประสิทธิภาพพลังงานและค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า เปรียบเทียบกับเครื่องปรับอากาศที่ไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน โดยทำการทดสอบที่สภาวะการใช้งานจริงที่สภาวะอากาศที่มีอุณหภูมิและความชื้นทั่วไป จากผลการทดลองจะได้ว่าเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบลิควิด-ซัคชัน (Liquid-Suction heat exchanger) ที่มีความยาว 1 เมตร จะประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 7.5% ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะและค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานเพิ่มขึ้น 6.4%

มนูญ สุขตลอดกาล [2] ได้ทำการพัฒนาการระบายความร้อนที่คอนเดนเซอร์โดยการใช้น้ำและอากาศ เพื่อต้องการลดภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ โดยทำการออกแบบติดตั้งชุดปั๊มน้ำและท่อฉีบน้ำ เพื่อฉีบน้ำที่บริเวณครีบริบายความร้อนของคอยล์ร้อนที่ชุดคอนเดนเซอร์ ในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 12,000 Btu/h เปรียบเทียบก่อนปรับปรุงและหลังการปรับปรุง โดยพิจารณาในส่วนของค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ,กำลังไฟฟ้าที่ใช้ ,อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) จากการทดสอบพบว่ากรณีตั้งเทอร์โมสตัทที่อุณหภูมิ 25 °C หลังปรับปรุงมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 26.72% กำลังไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ยลดลง 14.17% อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 10.92% กรณีตั้งเทอร์โมสตัทที่อุณหภูมิ 26 °C หลังปรับปรุงมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 20.77% กำลังไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ยลดลง 13.45%

อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 6.04% และกรณีตั้งเทอร์โมสแตทที่อุณหภูมิ 27 °C หลังปรับปรุงมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 18.79% กำลังไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ยลดลง 12.93% อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 6.01%

ณพวุฒิ หฤหรรษพงศ์ [3] ได้นำเสนอผลของการปรับขนาดพัดลมที่มีผลต่อสมรรถนะของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยทำการทดสอบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 12,000 และ 18,000 Btu/h ด้วยวิธีการเพิ่มอัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนที่เครื่องทำระเหย โดยทำการเปลี่ยนพัดลมที่ชุดแฟนคอยล์ยูนิตให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เปรียบเทียบผลการทดสอบอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ทั้งก่อนปรับปรุงและหลังการปรับปรุง โดยทดสอบภายใต้เงื่อนไขการทดสอบตามมาตรฐานมอก.1155-2536 และประเมินค่าพลังงานที่ประหยัดได้ ผลการทดสอบพบว่าปริมาณพลังงานที่ประหยัดได้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของขนาดพัดลมที่ติดตั้งที่ชุดแฟนคอยล์ยูนิต จากผลการทดสอบที่ความเร็วรอบของพัดลมระดับต่ำ, กลาง และสูง ของเครื่องปรับอากาศขนาด 12,000 Btu/h อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) เพิ่มขึ้น 20.73% ,21.51% และ 13.58% ตามลำดับ ขณะที่อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ของเครื่องปรับอากาศขนาด 18,000 Btu/h จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยอยู่ในช่วง 0.4-0.7 Btu/h/W เนื่องจากอัตราการถ่ายโอนความร้อนที่เครื่องระเหยเพิ่มขึ้นเล็กน้อยขณะที่การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศมีค่าเพิ่มขึ้นมาก

ชาตรี บ้านเกาะ และคณะ [4] ได้ทำการศึกษาเรื่องการประหยัดพลังงานในเครื่องปรับอากาศทั่วไปด้วยอินเวอร์เตอร์เฟสเดียว โดยทำการทดลองกับเครื่องปรับอากาศขนาด 12,000 Btu/h ทดสอบเปรียบเทียบเครื่องปรับอากาศที่ไม่ได้ทำการติดตั้งกับเครื่องปรับอากาศที่มีการติดตั้งระบบอินเวอร์เตอร์ที่ทำการควบคุมความเร็วรอบของคอมเพรสเซอร์ โดยทดสอบที่สภาวะการทำงานเดียวกัน จากผลการทดลองพบว่าเครื่องปรับอากาศที่มีการติดตั้งระบบอินเวอร์เตอร์ เมื่อทำการทดลองที่สภาวะการทำงานที่ภาระความร้อนสัมผัสคงที่ 1,000 วัตต์ ที่ความร้อนแฝงคงที่ 220 วัตต์ และที่อุณหภูมิลมกลับก่อนเข้าแฟนคอยล์ 21°C เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง เครื่องปรับอากาศที่มีการติดตั้งระบบอินเวอร์เตอร์จะใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น 1.25 กิโลวัตต์ ส่วนเครื่องปรับอากาศที่ไม่ได้ทำการติดตั้งจะใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น 1.74 กิโลวัตต์ ซึ่งสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 28.16% และมีข้อดีคือสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ให้มีความคงที่มากกว่าระบบทั่วไป

ทศพร วรกมล [5] ได้ศึกษาถึงอิทธิพลของมุมใบพัดของพัดลมไหลแนวแกนที่มีผลต่อพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้กับพัดลมและสมรรถนะในการระบายความร้อนของหอหล่อเย็นแบบไหลสวนทาง โดยทำการปรับมุมใบพัดของพัดลมของหอหล่อเย็นขนาด 5 ตัน ปรับมุมใบพัดที่ 59° ,67° ,75° และ 83° ตามลำดับ ตั้งค่าอัตราการไหลของน้ำที่เข้าหอหล่อเย็นที่ 23.87 ถึง 53.38 ลิตรต่อนาที โดยทดลองภายใต้อุณหภูมิน้ำร้อนในช่วง 39 ถึง 41 °C เพื่อทำการเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่ป้อน

ให้กับพัดลมต่อหนึ่งหน่วย  $KaV/L$  และขนาดของการทำความเย็นของหอหล่อเย็น พบว่ากรณีช่วง  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอบโซลูท 5.8 ถึง 7.2 °C มุมใบพัดที่เหมาะสมคือ 83° ซึ่งมีขนาดของการทำความเย็นที่ทำได้อยู่ในช่วง 4.04 ถึง 5.48 ตันของการทำความเย็น และกรณีในช่วงแอบโซลูท 7.5 ถึง 8.8 °C มุมใบพัดที่เหมาะสมคือ 75° ซึ่งมีขนาดของการทำความเย็นที่ทำได้อยู่ในช่วง 4.49 ถึง 5.57 ตันของการทำความเย็น

Mathur และ Kaushik [6] ได้ศึกษาทฤษฎีความเป็นไปได้ของการใช้ระบบการระเหยของน้ำในการระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์ที่ระบายความร้อนด้วยอากาศของระบบปรับอากาศชนิดอัดไอเพื่อเป็นการเพิ่มพิกัดความสามารถของการใช้อากาศในการระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศและเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานในเมือง New Delhi ในการศึกษาได้ใช้เครื่องปรับอากาศแบบเป็นชุดชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-cooled package unit) ขนาด 26.2 ตันทำความเย็น หรือ 314,400 บีทียู/ชั่วโมง ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม ค.ศ. 1991 โดยใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศของเมือง New Delhi ในการคำนวณหาความสามารถในการทำความเย็น กำลังงานที่ใช้ และค่าเฉลี่ยของพลังงานที่ใช้ เปรียบเทียบกับระบบที่ไม่ได้ใช้ระบบการระเหยของน้ำ พบว่าในเดือนพฤษภาคมสามารถประหยัดพลังงานเฉลี่ยต่อวันได้ 56.58 กิโลวัตต์-ชั่วโมง เดือนกรกฎาคมสามารถประหยัดพลังงานเฉลี่ยต่อวันได้ 57.36 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ปริมาณน้ำที่ใช้สำหรับ Pre-cooling อากาศเฉลี่ย 32 ลิตรต่อวันต่อตันทำความเย็น

Manske และคณะ [7] ได้ศึกษาเรื่อง Evaporative condenser control in industrial refrigeration systems โดยให้ความสนใจเกี่ยวกับขนาดของ Evaporative condenser และการควบคุมความดันที่คอนเดนเซอร์ ถ้าคอนเดนเซอร์มีขนาดเล็กจะออกแบบให้อุณหภูมิที่คอนเดนเซอร์มีค่าเท่ากับ 95 °F หรือสูงกว่า ในขณะที่กำหนดให้ความดันที่คอนเดนเซอร์มีค่าคงที่ และถ้าคอนเดนเซอร์มีขนาดใหญ่จะออกแบบให้อุณหภูมิที่คอนเดนเซอร์มีค่าเท่ากับ 85 °F ให้ความดันที่คอนเดนเซอร์มีการเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิกระเปาะเปียกภายนอกอาคารโดยการควบคุมความเร็วของมอเตอร์พัดลม ซึ่งพบว่าทำให้ลดปริมาณการใช้พลังงานต่อปีลงได้ประมาณ 11 เปอร์เซ็นต์

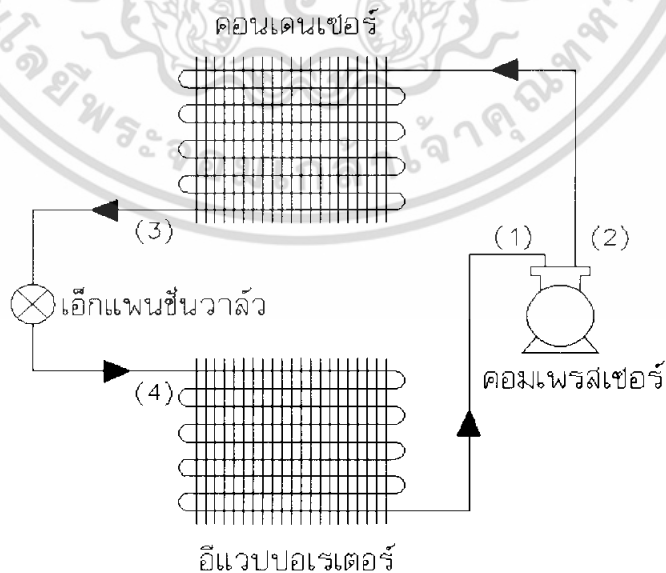
## 2.3 ระบบการทำความเย็นชนิดอัดไอ[13][16]

ระบบการทำความเย็นชนิดอัดไอได้ทำการออกแบบและสร้างขึ้นโดยอาศัยหลักการพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์ดังนี้

1. ของไหลหรือสารทำความเย็นจะทำหน้าที่ในการดูดความร้อน ขณะที่มีการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นไอ และยอมให้ความร้อนเปลี่ยนแปลงจากสถานะไอเป็นของเหลว
2. ในระหว่างที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของสถานะ อุณหภูมิจะคงที่แต่อุณหภูมินี้จะเปลี่ยนแปลงตามความดัน ที่ความดันคงที่จุดหนึ่งการกลายเป็นไอจะเกิดขึ้น ณ จุดที่อุณหภูมิที่มีความสัมพันธ์กันเท่านั้น อย่างไรก็ตามอุณหภูมิของการกลายเป็นไอที่ความดันค่าหนึ่งย่อมแตกต่างกันสำหรับของไหลหรือสารทำความเย็นที่ต่างกันชนิดกัน
3. ความร้อนจะไหลจากแหล่งที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังแหล่งที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า
4. การเลือกวัสดุที่ใช้ในการทำเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนจะต้องเป็นวัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์ในการนำความร้อนสูง
5. พลังงานความร้อนและพลังงานในรูปอื่นๆสามารถที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ โดยเป็นไปตามกฎข้อที่สองของเทอร์โมไดนามิกส์

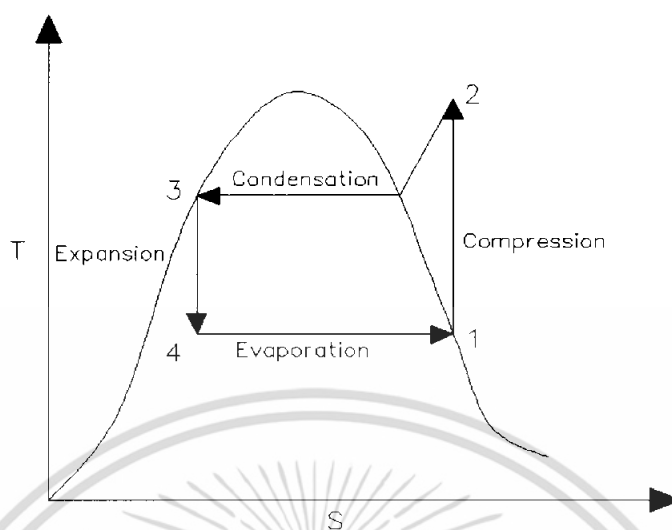
## 2.4 วัฏจักรของการทำความเย็นชนิดอัดไอ[13]

ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์ซึ่งวิเคราะห์ตามกฎข้อที่ 1 ของเทอร์โมไดนามิกส์ โดยวิเคราะห์วัฏจักรการทำความเย็นชนิดอัดไอ มีอุปกรณ์หลักประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ เอ็กแพนชันวาล์ว และอีแวปอเรเตอร์ ดังรูปที่ 2.1

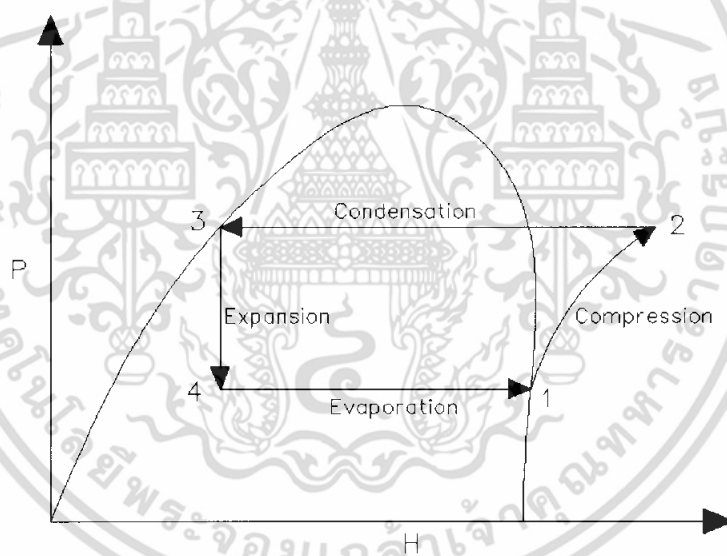


รูปที่ 2.1 วัฏจักรการทำความเย็นชนิดอัดไอเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แผนภูมิอุณหภูมิกับเอนโทรปีของสารทำความเย็น



รูปที่ 2.3 แผนภูมิความดันกับเอนทาลปีของสารทำความเย็น

จากรูปที่ 2.1 แสดงการทำงานของวัฏจักรการทำความเย็นชนิดอัดไอเบื้องต้นเริ่มจากคอมเพรสเซอร์ดูดสารทำความเย็นในสถานะไอที่จุดที่ 1 และถูกอัดให้มีความดันสูงขึ้นตามกระบวนการไอเซนโทรปิก (Isentropic Process) ที่จุดที่ 2 แล้วส่งสารทำความเย็นซึ่งเป็นแก๊สความดันสูงและอุณหภูมิสูงไปยังคอนเดนเซอร์เพื่อทำให้แก๊สกลั่นตัวโดยการระบายความร้อนออก สารทำความเย็นจะควบแน่นจนกลายเป็นสารทำความเย็นในสถานะของเหลวที่มีความดันสูงที่จุดที่ 3 จากนั้นผ่านเอ็กแพนชันวาล์วเพื่อลดความดันลงที่จุดที่ 4 สารทำความเย็นในสถานะของเหลวจะเริ่มเปลี่ยนสถานะเป็นไอหรือเริ่มเดือด ซึ่งจะทำให้การดูดความร้อนเข้าไปในวัฏจักรเพื่อใช้ในการเปลี่ยนสถานะเป็นไอที่จุดที่ 1 แล้วจึงเริ่มต้นวัฏจักรใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพิจารณาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับเอนโทรปี และความดันกับเอนทัลปีสามารถแสดงดังรูปที่ 2.2 และรูปที่ 2.3 ตามลำดับ ซึ่งแสดงคุณสมบัติต่าง ๆ ของสารทำความเย็นสำหรับการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการทั้งสี่ในวัฏจักรการทำความเย็นดังนี้

กระบวนการ 1-2 การอัด (Compression) เป็นแบบ Isentropic Compression

กระบวนการ 2-3 การควบแน่น (Condensation) ที่ความดันคงที่

กระบวนการ 3-4 การขยายตัว (Expansion) ที่เอนทัลปีคงที่

กระบวนการ 4-1 การระเหย (Evaporation) ที่ความดันคงที่

## 2.5 สมมติฐานและทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์ระบบปรับอากาศชนิดอัดไอ[13]

ในการวิเคราะห์ตามกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์ จะถือว่า

1. ไม่คิดการเปลี่ยนแปลงของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์
2. ไม่คิดความดันตกคร่อมผ่านอุปกรณ์ทดสอบ
3. สถานะของสารทำความเย็นก่อนเข้าและออกจากคอมเพรสเซอร์เป็นไออิ่มตัวและไอร้อนยิ่งยวดตามลำดับ
4. สภาพของเหลวที่ออกจากคอนเดนเซอร์มีสถานะเป็นของเหลวอิ่มตัวหรือของเหลวเย็นเยือก

ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์ตามกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์สำหรับอุปกรณ์ความร้อนต่างๆ จะถือว่าเป็นระบบปริมาตรควบคุมอาศัยหลักการไหลแบบสม่ำเสมอ จะได้

$$Q_{cv} + \sum \dot{m}_i \left[ h_i + \frac{v_i^2}{2} + gZ_i \right] = \sum \dot{m}_e \left[ h_e + \frac{v_e^2}{2} + gZ_e \right] + W_{cv} \quad (2.1)$$

สมการที่ใช้ในการหาอัตราการถ่ายโอนความร้อนระหว่างสารทำความเย็นและอากาศ

$$\dot{Q} = \dot{m}(h_m - h_{out}) \quad (2.2)$$

$$\dot{m} = \frac{\dot{V}}{v} \quad (2.3)$$

สมการที่ใช้ในการหาสมรรถนะของวัฏจักรในเทอมของสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ(COP) และการหาสมรรถนะในเทอมของอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน(EER)

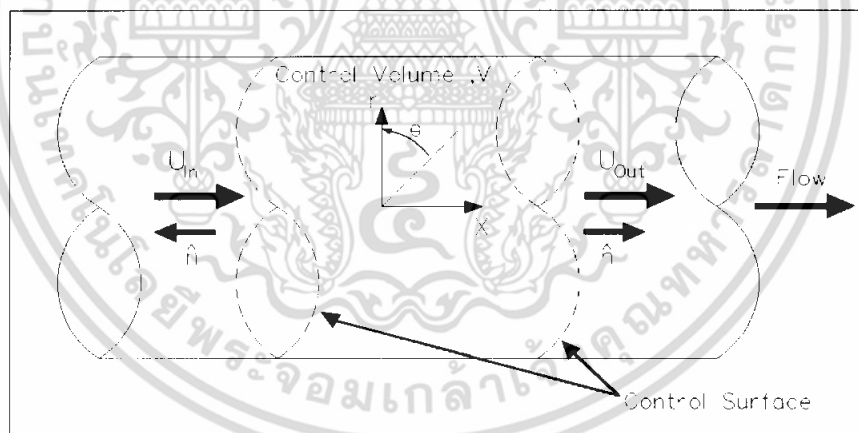
$$COP = \frac{\text{อัตราความร้อนที่ได้รับจากระบบ}}{\text{งานที่ใส่ให้กับระบบ}}$$

$$COP = \frac{Q_E}{W_C} = \frac{(h_1 - h_4)}{(h_2 - h_1)} \quad (2.4)$$

$$EER = \frac{Q_E}{Q_p} \times 3.412 \quad (2.5)$$

## 2.6 ทฤษฎีที่ใช้ในการวัดอัตราการไหล[3][8]

อัตราการไหลสามารถหาได้จากการวัดปริมาณของไหลที่ไหลผ่านท่อกลมหรือระบบต่างๆ โดยสามารถใช้นิยามของปริมาตรควบคุม จากปริมาณของของไหลที่ไหลผ่านขอบเขต พิจารณาที่ช่วงเวลาหนึ่งๆ เส้นรอบปริมาตรควบคุม เรียกว่าพื้นผิวควบคุม ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ปริมาตรควบคุม ในท่อกลม

ความเร็วของของไหล ณ จุดใดๆ สามารถแสดงในรูปเวกเตอร์ในพิกัดทรงกระบอก

$$U = U(x, r, \theta) = u\hat{e}_x + v\hat{e}_r + w\hat{e}_\theta \quad (2.6)$$

โดยที่  $u, v, w$  = ขนาดของความเร็ว

$\hat{e}_x, \hat{e}_r, \hat{e}_\theta$  = เวกเตอร์หนึ่งหน่วยของทิศทาง  $x, r, \theta$  ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกฎการอนุรักษ์มวล (Conservation of Mass) พิจารณามวลที่ไหลเข้าออก และสะสมจากปริมาตรควบคุมที่เวลาใดๆ

$$\iiint_V \rho dV + \iint_S \rho \mathbf{U} \cdot \hat{n} dA = 0 \tag{2.7}$$

ถ้าความเร็วเฉลี่ยในท่อเท่ากับ  $\bar{U}$  จะได้สมการหาอัตราการไหลเชิงปริมาตรได้ดังนี้

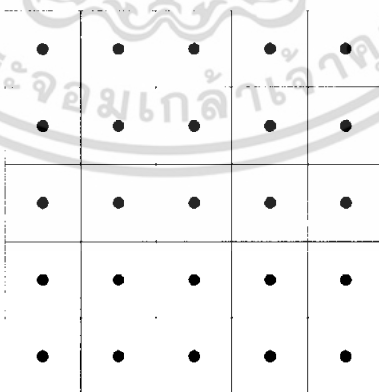
$$Q = \bar{U}A \tag{2.8}$$

### 2.7 การวัดอัตราการไหล[3][8]

จากสมการที่ (2.8) สามารถนำมาประยุกต์หาอัตราการไหลในท่อ โดยวัดความเร็วหลายๆ ตำแหน่งของพื้นที่หน้าตัดของการไหล วิธีนี้ใช้ในการวัดอัตราการไหล ณ ช่วงเวลาหนึ่ง การวัดความเร็วโดยการวัดทุกๆ จุดที่กำหนดขึ้น สามารถทำได้โดยแบ่งพื้นที่การไหลให้มีขนาดเล็กๆ และขนาดเท่าๆกัน อัตราการไหลสามารถประมาณได้จากอัตราการไหลเฉลี่ยของอัตราการไหลของจุดต่างๆ ดังสมการ

$$\bar{Q} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Q_j \tag{2.9}$$

ด้วยวิธีเดียวกันนี้ William S. Janna ได้ทำการหาอัตราการไหลโดยแบ่งพื้นที่หน้าตัดการไหลออกเป็นพื้นที่เล็กๆ ขนาดเท่าๆกัน สำหรับการไหลในท่อที่มีพื้นที่หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยม สามารถแบ่งเพื่อนที่เป็นสี่เหลี่ยมขนาดย่อยๆ เพื่อหาอัตราการไหลได้ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 พื้นที่หน้าตัดของท่อสี่เหลี่ยมโดยแบ่งให้มีพื้นที่ย่อยภายในเท่ากัน

สมมติให้ความเร็วของของไหลแต่ละพื้นที่เล็กๆ เท่ากันตลอดทั้งพื้นที่ และความเร็วของแต่ละจุดสามารถที่ทำการวัดได้ ดังนั้น สามารถคำนวณหาอัตราการไหลของแต่ละพื้นที่หน้าตัดได้จาก

$$\begin{aligned} Q &= Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \\ &= A_1V_1 + A_2V_2 + A_3V_3 + A_4V_4 + A_5V_5 \\ Q &= A_1 (V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5) \end{aligned} \quad (2.10)$$

จากสมการ (2.10) จะได้

$$Q = A/5 (V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5) \quad (2.11)$$

## 2.8 พื้นฐานของการปรับอากาศ

การปรับอากาศคือการควบคุมสภาวะอากาศให้คงที่ที่อุณหภูมิและความชื้นที่ต้องการ ซึ่งสามารถที่จะอธิบายได้ดังนี้

1. การควบคุมอุณหภูมิ ในระบบปรับอากาศจะทำการควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมกับร่างกายมนุษย์ คือประมาณ 72 °F ถึง 80°F ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่สบายสำหรับร่างกายของมนุษย์ โดยปกติอุณหภูมิของร่างกายมนุษย์หรืออุณหภูมิที่ผิวหนังจะอยู่ประมาณ 98.6 °F
2. การควบคุมความชื้น คือปรับสภาพความชื้นของอากาศที่อยู่ภายในห้องโดยการลดความชื้น (Dehumidifier) และการเพิ่มความชื้น (Humidifier) ซึ่งวิธีการที่ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์เปลี่ยนแปลงนั้นสามารถทำได้ดังนี้ การเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ทำได้โดยการทำให้อุณหภูมิของอากาศที่เป็นจริงมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดอุณหภูมิของอากาศลง การลดความชื้นสัมพัทธ์ทำได้โดยการทำให้อุณหภูมิของอากาศที่เป็นจริงมีค่าลดลงหรือเพิ่มอุณหภูมิของอากาศขึ้น และที่ระดับความชื้นต่ำปริมาณความร้อนที่ให้ออกมาจากร่างกายจะอยู่ในรูปของการระเหยกลายเป็นไอน้ำ ดังนั้นช่วงของความสบายของมนุษย์ คือที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์ 45% ถึง 50%

## 2.9 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type)

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเป็นเครื่องปรับอากาศที่แยกเอากระบวนระบายความร้อน (Condensing Unit) ซึ่งประกอบด้วยคอมเพรสเซอร์ ตัวควบแน่น และพัดลมระบายความร้อน ติดตั้งไว้ภายนอกอาคาร และนำระบบความเย็น (Evaporating Unit) ซึ่งประกอบด้วยตัวทำความเย็นและพัดลม ซึ่งบางทีเรียกว่า ระบบทำความเย็น (Cooling Unit) หรือแฟนคอยล์ยูนิต ติดตั้งไว้ในตัวอาคาร

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเป็นที่นิยมในปัจจุบัน เพราะไม่มีเสียงดังจากการทำงานของคอมเพรสเซอร์และพัดลมระบายความร้อนเข้ามารบกวนภายในห้องที่ทำการปรับอากาศ แต่มีข้อเสียคือเมื่อติดตั้งที่ใดที่หนึ่งแล้วจะเคลื่อนย้ายไม่สะดวก เพราะต้องเดินท่อและบรรจุสารทำความเย็นใหม่ทุกครั้ง การติดตั้งต้องเจาะผนังเพื่อให้ออกสารทำความเย็นผ่านจากภายนอกเข้ามาภายใน

ห้องใต้ ข้อเสียอีกประการหนึ่งคือต้องหาพื้นที่ติดตั้งระบบระบายความร้อน (Condensing Unit) ภายนอกห้องอีกด้วย

ระบบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

2.9.1 ชุดคอนเดนซิ่ง เป็นส่วนที่ติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร

2.9.2 ชุดแฟนคอยล์ เป็นส่วนที่ติดตั้งอยู่ในห้องที่ต้องการปรับอากาศ

### 2.9.1 ชุดคอนเดนซิ่งยูนิต

ชุดคอนเดนซิ่งยูนิตประกอบด้วยอุปกรณ์หลักดังนี้

1. คอมเพรสเซอร์ ที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ส่วนมากเป็นแบบเฮอร์เมติกคือตัวมอเตอร์จะรวมอยู่ในตัวคอมเพรสเซอร์ไม่สามารถแยกออกจากกันได้เป็นลักษณะหุ้มมิดชิดมองเห็นเป็นส่วนเดียวกัน ซึ่งระบบไฟที่ใช้งานมีทั้งแบบเฟสเดียวและแบบสามเฟส ลักษณะการทำงานของคอมเพรสเซอร์ที่นิยมนำมาใช้กันมากมีอยู่ 2 แบบ คือ คอมเพรสเซอร์แบบโรตารี (Rotary Compressor) และแบบสโครล (Scroll Compressor) ซึ่งมีข้อดีคือมีเสียงของการทำงานที่เงียบ อัตราการใช้กำลังไฟฟ้าค่อนข้างต่ำ และให้ประสิทธิภาพการทำงานที่สูง



รูปที่ 2.6 คอมเพรสเซอร์แบบสโครล(ก) และคอมเพรสเซอร์แบบโรตารี(ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คอนเดนเซอร์ ทำจากท่อทองแดงนำมาขดเป็นวงจหรือเซอร์จิกเพื่อกำหนดทิศทาง การไหลของสารทำความเย็น และมีครีบลากเปลี่ยนความร้อน (Fin) ซึ่งทำด้วยแผ่นอลูมิเนียม แผ่น อลูมิเนียมเคลือบ และแผ่นทองแดง ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่ใช้งาน



รูปที่ 2.7 คอนเดนเซอร์

3. พัดลมชุดคอนเดนซึ่ง ใบพัดลมสำหรับระบายความร้อนที่คอนเดนเซอร์เป็นแบบชนิด ใบพัด (Propeller) มีคุณลักษณะสามารถสร้างอัตราการไหลได้ค่อนข้างมาก ทิศการไหลของอากาศ ผ่านตัวคอนเดนเซอร์เป็นแบบดูดผ่านคอยล์เพื่อให้อากาศไหลผ่านทั่วทั้งพื้นที่คอยล์ให้มากที่สุด

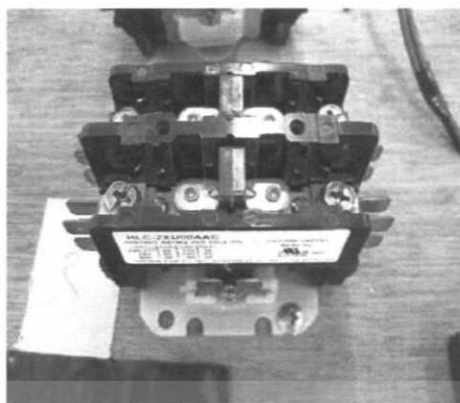


รูปที่ 2.8 ตัวอย่างใบพัดลมชุดคอนเดนซึ่ง

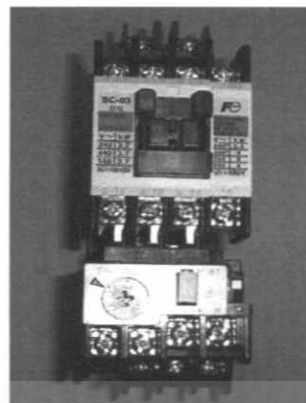
4. แผงอุปกรณ์ควบคุม เป็นชุดอุปกรณ์ทางไฟฟ้าทำหน้าที่ควบคุมการทำงานและป้องกัน คอมเพรสเซอร์ และมอเตอร์พัดลม ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆดังนี้

- แมกเนติกคอนแทคเตอร์ ทำหน้าที่สำหรับเป็นสะพานไฟตัดต่อการทำงานเพื่อควบคุม มอเตอร์คอมเพรสเซอร์และมอเตอร์พัดลมชุดคอนเดนซึ่ง แมกเนติกคอนแทคเตอร์ที่นำมาใช้งานมี สองแบบคือแบบเฟสเดียว และแบบสามเฟสซึ่งต่อกับโอเวอร์โวลต์เพื่อป้องกันคอมเพรสเซอร์ ใน กรณีที่ระบบมีการทำงานผิดปกติหรือมีกระแสไฟเกินค่าที่กำหนดไว้เพื่อตัดวงจรไม่ให้เกิดความเสียหายที่ตัวคอมเพรสเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.9 แมกเนติกคอนแทคเตอร์ แบบเฟสเดียว(ก) และแบบสามเฟส(ข)

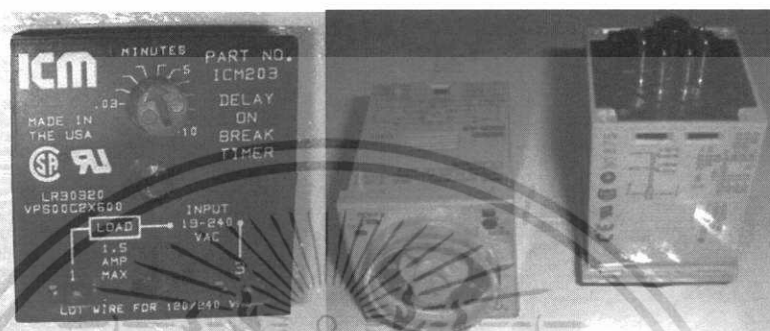
- อุปกรณ์ป้องกันความดันด้านสูงและความดันด้านต่ำ อุปกรณ์ป้องกันความดันด้านสูงจะติดตั้งบริเวณใกล้กับท่อทางด้านอัดของคอมเพรสเซอร์ ทำหน้าที่ตัดการทำงานของคอมเพรสเซอร์เมื่อความดันเกินค่าที่กำหนดไว้เพื่อไม่ให้คอมเพรสเซอร์และอุปกรณ์ในระบบทำความเย็นเกิดการเสียหาย ในกรณีระบบทำงานผิดปกติ เช่น เกิดมีการอุดตันของระบบ หรือมอเตอร์ที่ลดภาระ ความร้อนไม่ทำงาน เป็นต้น อุปกรณ์ป้องกันความดันด้านต่ำจะติดตั้งบริเวณใกล้กับท่อทางด้านดูดของคอมเพรสเซอร์ ทำหน้าที่ตัดการทำงานของคอมเพรสเซอร์เมื่อความดันต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ ในกรณีระบบทำงานผิดปกติ เช่น ระบบมีการรั่วซึมของสารทำความเย็น หรือประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนความร้อนที่ชุดแฟนคอยล์ ลดลงเนื่องจากคอยล์มีน้ำแข็งจับที่พื้นผิวแลกเปลี่ยนความร้อน เป็นต้น



รูปที่ 2.10 ตัวอย่างอุปกรณ์ป้องกันความดันด้านสูงและความดันด้านต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุปกรณ์หน่วงเวลา เป็นอุปกรณ์ป้องกันไม่ให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทำงานทันทีโดยจะหน่วงเวลาประมาณ 3 นาที ถึงจะเริ่มให้คอมเพรสเซอร์ทำงานได้ เนื่องจากเมื่อมีการหยุดการทำงานของคอมเพรสเซอร์ความดันในระบบยังไม่เข้าสู่ภาวะสมดุล การให้คอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานในทันทีที่สภาวะนี้ทำให้คอมเพรสเซอร์เกิดความเสียหายได้ หรือทำให้คอมเพรสเซอร์ไม่สามารถสตาร์ทออกตัวได้



รูปที่ 2.11 ตัวอย่างอุปกรณ์หน่วงเวลา

## 2.9.2 ชุดแฟนคอยล์

ชุดแฟนคอยล์ประกอบด้วยอุปกรณ์หลักดังนี้

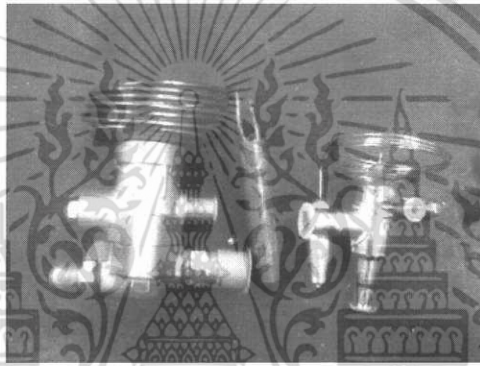
1. อีแวนปอเรเตอร์คอยล์ ส่วนมากทำจากท่อทองแดงนำมาขดเป็นวงจรรหรือเซอร์กิต เพื่อกำหนดทิศทางการไหลของสารทำความเย็น โดยมีครีบบแลกเปลี่ยนความร้อน (Fin) ซึ่งทำด้วยแผ่นอลูมิเนียม แผ่นอลูมิเนียมเคลือบ และแผ่นทองแดง



รูปที่ 2.12 อีแวนปอเรเตอร์คอยล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ชุดควบคุมอัตราการไหลสารทำความเย็น ส่วนใหญ่ที่ใช้มีสองประเภทคือ แบบที่หนึ่งแบบชนิดเทอร์โมสแตติกเอกซ์แพนชันวาล์ว (Thermostatic Expansion Valve) ทำหน้าที่ควบคุมและปรับอัตราการไหล อาศัยหลักควบคุมให้อุณหภูมิทางอีแวปอเรเตอร์คงที่อยู่เสมอ โดยมีกระเปาะเป็นตัวรับอุณหภูมิที่ท่อทางด้านออกของอีแวปอเรเตอร์คอยล์ และปรับให้ลิ้นของเอกซ์แพนชันวาล์วเปิดกว้างมากขึ้นหรือน้อยลง ขึ้นกับอุณหภูมิซูเปอร์ฮีตแก๊สของสารทำความเย็น แบบที่สองเป็นแบบท่อแคพิลลารี ทำด้วยท่อทองแดงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กมาก ขนาดที่ใช้มีตั้งแต่ 0.028-0.095 นิ้ว ควบคุมการไหลโดยอาศัยการจำกัดให้สารทำความเย็นไหลผ่านได้น้อยและความดันของสารทำความเย็นจะถูกลดลง อย่างไรก็ตามจะต้องเลือกขนาดของท่อและความยาวให้เหมาะสมเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการทำความเย็นที่ดีที่สุด

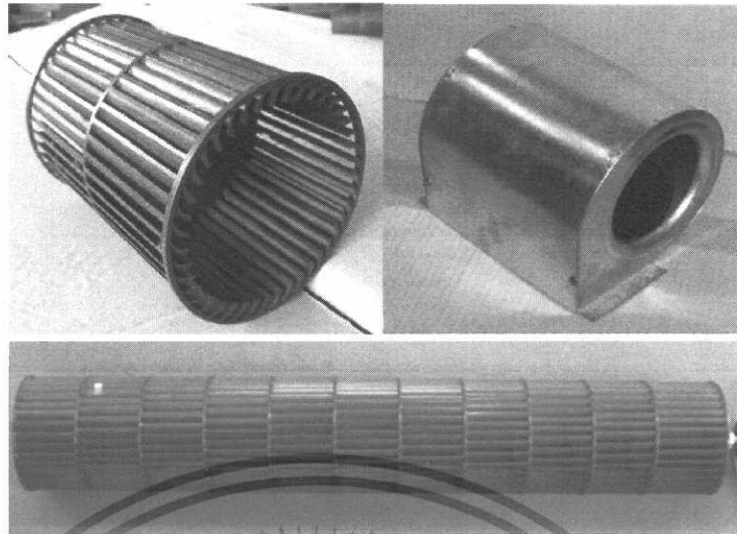


รูปที่ 2.13 เทอร์โมสแตติกเอกซ์แพนชันวาล์ว

3. แผ่นกรองอากาศ แผ่นกรองอากาศทำด้วยใยสังเคราะห์หรือแผ่นตะแกรงอลูมิเนียมสานเพื่อป้องกันเศษฝุ่นผงหรืออนุภาคที่จะถูกดูดเข้าไปอุดตันที่ครีบบของคอยล์เย็น และบางชนิดยังสามารถดักหรือฆ่าเชื้อโรคได้ด้วย แผ่นกรองอากาศติดตั้งที่บริเวณทางด้านลมกลับ (Return Air) ของชุดอีแวปอเรเตอร์

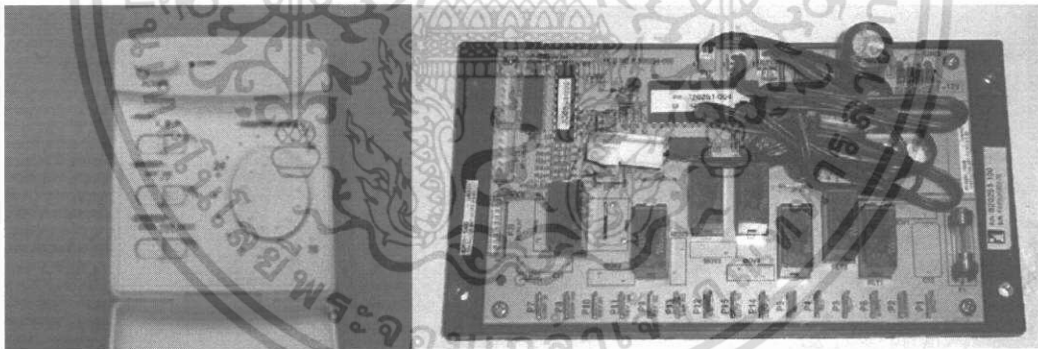
4. ถาดรองน้ำทิ้ง ติดตั้งอยู่ด้านล่างอีแวปอเรเตอร์คอยล์ เมื่อไอน้ำในอากาศในห้องปรับอากาศระเหยจะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ และจะไหลลงถาดน้ำซึ่งต่อไปยังท่อน้ำทิ้งออกทั้งสู่ด้านนอก ซึ่งเป็นการลดความชื้นของอากาศภายในห้องให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสม

5. พัดลมชุดแฟนคอยล์ ใบพัดที่ใช้สำหรับดูดเป่าอากาศหมุนเวียนเพื่อกระจายความเย็นภายในห้องปรับอากาศ ส่วนใหญ่ที่ใช้จะเป็นแบบกรงกระรอกหรือแบบเซอร์รอกโค และแบบครอสโฟลว์ (Cross Flow Fan) ซึ่งมีลักษณะให้แรงลมที่มีความแรงและกระจายแรงลมสม่ำเสมอ



รูปที่ 2.14 ใบพัดลมชุดแฟนคอยล์

6. เทอร์โมสแตด ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศให้อยู่ในช่วงที่ต้องการโดยอัตโนมัติ โดยจะมีอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิซึ่งติดตั้งที่ตำแหน่งลมกลับ (Return Air) ของชุดอีแวนปอเรเตอร์ หรือในบริเวณห้องปรับอากาศ ซึ่งจะส่งสัญญาณไปที่แผงวงจรเพื่อทำการควบคุมการตัดต่อการทำงานของคอมเพรสเซอร์



รูปที่ 2.15 เทอร์โมสแตด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

# การปรับปรุงและพัฒนาใบพัดชุดคอนเดนซิ่ง

### 3.1 บทนำ

สำหรับชุดคอนเดนซิ่งที่ใช้ทั่วไปแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-cooled Condensers), แบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water-cooled Condensers) และแบบระบายความร้อนด้วยน้ำและอากาศหรือแบบชนิดระบายความร้อนโดยการระเหย (Evaporative Condensers) ซึ่งชุดคอนเดนซิ่งที่ใช้ในงานวิจัยนี้จัดอยู่ในประเภทระบายความร้อนด้วยอากาศ เนื่องจากชุดคอนเดนซิ่งประเภทนี้มีข้อจำกัดในเรื่องของพื้นที่ติดตั้งและขนาด ซึ่งส่งผลต่ออัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER (Energy Efficiency Ratio) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงเพื่อเพิ่มอัตราการถ่ายเทความร้อนให้สูงขึ้นโดยปรับปรุงในส่วนของพัดลมเพื่อช่วยในการเพิ่มอัตราการถ่ายเทความร้อนของสารทำความเย็นให้ดีขึ้น

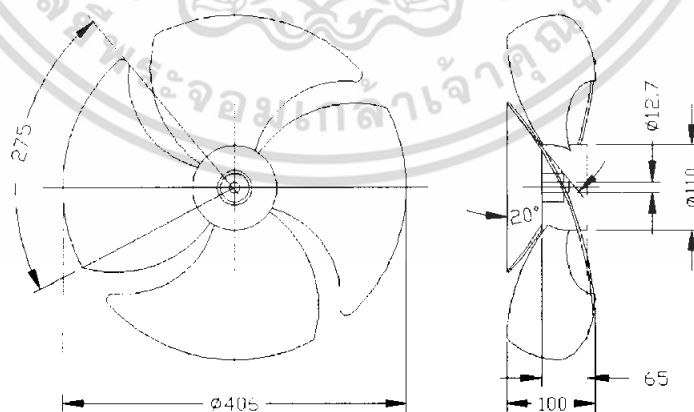
### 3.2 ใบพัดชุดคอนเดนซิ่งที่ทำการปรับปรุงและพัฒนา

ใบพัดของชุดคอนเดนซิ่งที่จะทำการปรับปรุงและพัฒนาี้ เดิมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว ดังรูปที่ 3.1 ติดตั้งในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดการทำความเย็น 25,000 Btu/h ซึ่งแสดงรายละเอียดส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศ ตามตารางที่ 3.1 และรูปที่ 3.3 จากการทำงานวิจัยที่ผ่านมาและการทดสอบเบื้องต้นพบว่าเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่มีชุดคอนเดนซิ่งซึ่งมีการถ่ายเทความร้อนออกจากสารทำความเย็นได้ดี จะสามารถช่วยลดภาระการทำงานของคอมเพรสเซอร์ลงได้ โดยสังเกตได้จากอัตรากระแสไฟฟ้าที่ใช้ขณะทำงานของคอมเพรสเซอร์มีค่าลดลง ผู้ทำการวิจัยจึงเลือกที่ทำการปรับปรุงในส่วนใบพัดของชุดคอนเดนซิ่งสำหรับศึกษาถึงผลต่อประสิทธิภาพและอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER (Energy Efficiency Ratio) โดยรวมของเครื่องปรับอากาศ

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 25,000 Btu/h

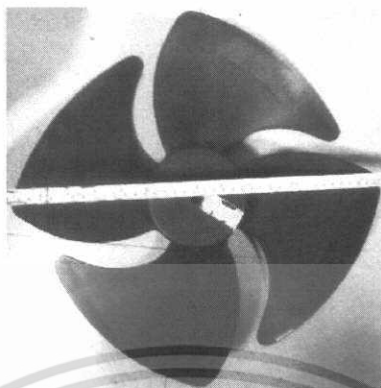
ส่วนคอนเดนซิ่ง	ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ แบบเป่าลมด้านข้าง
คอมเพรสเซอร์	แบบสโครล์ รุ่น ZR30KM-PFJ กำลังไฟฟ้า 2190 วัตต์ , 220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต
ระบบไฟฟ้า	220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต
พัดลม	ชนิด Propeller ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว จำนวน 1 ใบพัด
มอเตอร์	SS6-115-22-561 , กำลังไฟฟ้า 117 วัตต์ , ความเร็วรอบ 900 รอบต่อนาที , 220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต
คอนเดนเซอร์คอยล์	ความสูง 32" x ความกว้าง 34" , 1.5 แฉว , 15 ฟินต่อนิ้ว
ขนาดเครื่อง	กว้าง 410 มิลลิเมตร , ยาว 1000 มิลลิเมตร , สูง 835 มิลลิเมตร
สารทำความเย็น	R22

ส่วนแฟนคอยล์	ชนิดแบบแขวนหรือตั้งพื้น
ระบบไฟฟ้า	220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต
พัดลม	ชนิด Multi Blade Centrifugal 6"x8" จำนวน 4 ชุด
มอเตอร์	DDS4-85-22-561 กำลังไฟฟ้า 84 วัตต์ , ความเร็วรอบ 1300/950/800 รอบต่อนาที , 220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต
อีวาपोเรเตอร์คอยล์	ความสูง 10" x ความกว้าง 50.8" , 3 แฉว , 15 ฟินต่อนิ้ว
ขนาดเครื่อง	กว้าง 235 มิลลิเมตร , ยาว 1563 มิลลิเมตร , สูง 640 มิลลิเมตร

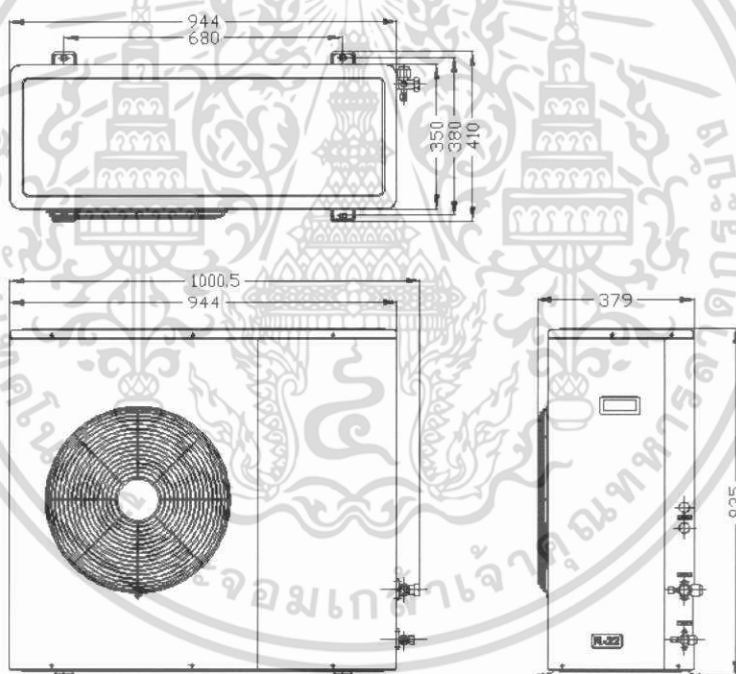


รูปที่ 3.1 แบบและขนาดของใบพัดชุดคอนเดนซิ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ใบพัดชุดคอนเดนซึ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว



รูปที่ 3.3 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดการทำความเย็น 25,000 Btu/h

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาชุดคอนเดนซิ่ง

เครื่องปรับอากาศที่ผลิตขึ้นเพื่อจำหน่ายในท้องตลาดมีสิ่งที่ควรคำนึงและพิจารณาสำหรับการออกแบบในทางวิศวกรรม คือ

1. ประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ
2. อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER (Energy Efficiency Ratio)
3. การประหยัดพลังงาน
4. ต้นทุนที่ใช้ในการผลิตเครื่องปรับอากาศ
5. ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ

เนื่องจากการปรับปรุงในส่วนของคุณภาพใบพัดลมในชุดคอนเดนซิ่งเพื่อเพิ่มอัตราการไหลของอากาศ มีผลให้การระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นดีขึ้น ซึ่งมีแนวโน้มที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องปรับอากาศ และทำให้ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวมของเครื่องปรับอากาศลดลง และยังมีข้อดีคือการปรับปรุงใบพัดลมในชุดคอนเดนซิ่งไม่ส่งผลกระทบต่อต้นทุนที่ใช้ผลิตเครื่องปรับอากาศ และต้นทุนในการบำรุงรักษา เนื่องจากไม่มีการเพิ่มอุปกรณ์เข้ามาในระบบของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้มีแนวทางการปรับปรุงและพัฒนา ดังนี้

#### 3.3.1 แนวทางการปรับปรุงใบพัดลมชุดคอนเดนซิ่ง

1. เพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดลม
2. เพิ่มมุมองศาของใบพัดลม
3. เพิ่มความเร็วรอบในการหมุนของใบพัดลม

เนื่องจากค่าอัตราการไหลของอากาศมีความสัมพันธ์ และมีค่าแปรผันตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัด และค่าความเร็วรอบในการหมุนของใบพัด จึงจำเป็นที่ต้องปรับปรุงใบพัดลมชุดคอนเดนซิ่ง เพื่อให้ได้อัตราการไหลของอากาศที่เพิ่มสูงขึ้น

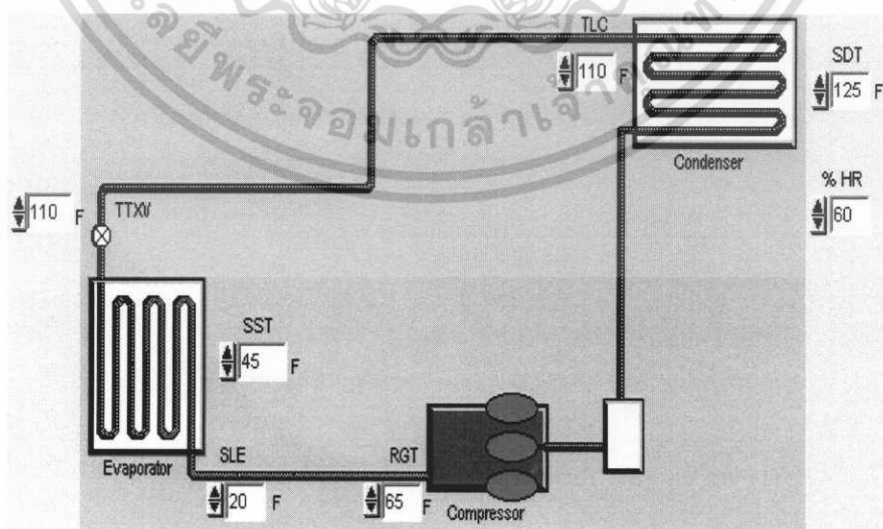
#### 3.3.2 แนวทางการปรับปรุงเวนทูลี่

เพิ่มขนาดช่องเวนทูลี่ให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อให้สามารถเข้ากับขนาดของใบพัดลมที่มีขนาดเพิ่มขึ้น

### 3.4 ขั้นตอนการคำนวณและออกแบบเครื่องปรับอากาศ

หลักการออกแบบระบบปรับอากาศของชุดคอนเดนซึ่งแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ โดยใช้สารทำความเย็น R22 ตามมาตรฐาน ARI (The Air-Conditioning & Refrigeration Institute)

1. สารทำความเย็นที่ออกจากอีแวปอเรเตอร์ในสถานะไอซึ่งมีอุณหภูมิต่ำ และความดันต่ำ ไปยังด้านทางดูดของคอมเพรสเซอร์ กำหนดให้ทำการคำนวณและออกแบบที่อุณหภูมิของสารทำความเย็น  $45^{\circ}\text{F}$  และที่ความดันของสารทำความเย็น 75 PSI.
2. สารทำความเย็นในสถานะไอที่ถูกอัดออกจากคอมเพรสเซอร์ทางด้านอัด ซึ่งมีอุณหภูมิสูงและความดันสูง กำหนดให้ทำการคำนวณและออกแบบที่อุณหภูมิของสารทำความเย็น  $125^{\circ}\text{F}$  และที่ความดันของสารทำความเย็น 270 PSI. ส่งต่อไปที่คอนเดนเซอร์เพื่อระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็น
3. ที่คอนเดนเซอร์สารทำความเย็นถูกทำให้มีการเปลี่ยนสถานะจากสถานะไอเป็นสถานะของเหลว เนื่องจากมีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสารทำความเย็นกับอากาศภายนอก หรือสิ่งแวดล้อม กำหนดให้ทำการคำนวณและออกแบบระบบที่มีการแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศภายนอก (Ambient Temperature) ที่อุณหภูมิ  $95^{\circ}\text{F}$  และที่ความชื้นสัมพัทธ์ 60%
4. สารทำความเย็นที่ออกจากคอนเดนเซอร์ในสถานะของเหลวไปยังเอกซ์แพนชันวาล์ว กำหนดให้ทำการคำนวณและออกแบบที่อุณหภูมิของสารทำความเย็น  $110^{\circ}\text{F}$



รูปที่ 3.4 หลักการออกแบบระบบปรับอากาศของชุดคอนเดนซึ่งแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ โดยใช้สารทำความเย็น R22 ตามมาตรฐาน ARI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5 การคำนวณอัตราการไหลของใบพัด

กฎความสัมพันธ์ของพัดลม(Fan's Law) ใช้บอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ของพัดลม ความสัมพันธ์ของสมการที่เรียกว่ากฎความคล้ายสามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2} = \left[ \frac{D_1}{D_2} \right]^3 \times \frac{N_1}{N_2} \quad (3.1)$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left[ \frac{N_1}{N_2} \right]^2 = \left[ \frac{D_1}{D_2} \right]^2 \times \left[ \frac{N_1}{N_2} \right]^2 \quad (3.2)$$

$$\frac{W_1}{W_2} = \left[ \frac{N_1}{N_2} \right]^3 = \left[ \frac{D_1}{D_2} \right]^4 \times \left[ \frac{N_1}{N_2} \right]^3 \quad (3.3)$$

ตารางที่ 3.2 แสดงกฎความสัมพันธ์ของพัดลม

ความสัมพันธ์ระหว่าง การไหล-ความเร็ว	ความสัมพันธ์ระหว่าง ความดัน-ความเร็ว	ความสัมพันธ์ระหว่าง กำลังเพลาขบ-ความเร็ว
$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2}$	$\frac{P_1}{P_2} = \left( \frac{N_1}{N_2} \right)^2$	$\frac{W_1}{W_2} = \left( \frac{N_1}{N_2} \right)^3$

จากผลการทดสอบใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว ที่ความเร็วรอบ 900 rpm. มีค่าอัตราการไหลของอากาศอยู่ที่ 1007.72 CFM จากสมการที่ 3.1 เพื่อคำนวณหาอัตราการไหลของอากาศที่ความเร็วรอบ 750 rpm. จะได้

$$Q_2 = 1007.72 \times \frac{750}{900} = 839 \text{ CFM}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณหาอัตราการไหลของอากาศของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว ที่ความเร็วรอบ 950 rpm. จากสมการที่ 3.1 จะได้

$$Q_2 = 1007.72 \times \frac{950}{900} = 1063 \text{ CFM}$$

คำนวณหาอัตราการไหลของอากาศของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว ที่ความเร็วรอบ 750 rpm. จากสมการที่ 3.1 จะได้

$$Q_2 = 1007.72 \times \left(\frac{750}{900}\right) \times \left(\frac{18}{16}\right)^3 = 1195 \text{ CFM}$$

คำนวณหาอัตราการไหลของอากาศของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว ที่ความเร็วรอบ 900 rpm. จากสมการที่ 3.1 จะได้

$$Q_2 = 1195 \times \frac{900}{750} = 1434 \text{ CFM}$$

คำนวณหาอัตราการไหลของอากาศของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว ที่ความเร็วรอบ 950 rpm. จากสมการที่ 3.1 จะได้

$$Q_2 = 1195 \times \frac{950}{750} = 1514 \text{ CFM}$$

คำนวณหาอัตราการไหลของอากาศของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ความเร็วรอบ 750 rpm. จากสมการที่ 3.1 จะได้

$$Q_2 = 1195 \times \left(\frac{20}{18}\right)^3 = 1673 \text{ CFM}$$

คำนวณหาอัตราการไหลของอากาศของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ความเร็วรอบ 900 rpm. จากสมการที่ 3.1 จะได้

$$Q_2 = 1673 \times \frac{900}{750} = 2008 \text{ CFM}$$

คำนวณหาอัตราการไหลของอากาศของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ความเร็วรอบ 900 rpm. จากสมการที่ 3.1 จะได้

$$Q_2 = 1673 \times \frac{950}{750} = 2119 \text{ CFM}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6 ใบพัดลมชุดคอนเดนซึ่งที่ได้ทำการปรับปรุงโดยเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัด

ใบพัดลมที่ได้ทำการปรับปรุงและนำมาทดสอบเพื่อศึกษาผลต่อประสิทธิภาพและอัตราส่วนเชิงสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนมีสองขนาด คือ

3.6.1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 18 นิ้ว เป็นชนิดแบบใบพัด (Propeller Fan) มีใบสี่แฉก ซึ่งมีขนาดของใบพัดตามรูปที่ 3.5 ซึ่งมีหน่วยบอกขนาดเป็นมิลลิเมตร มุมองศาใบพัด 20 องศา ทำจากวัสดุพลาสติก น้ำหนักรวม 950 กรัม

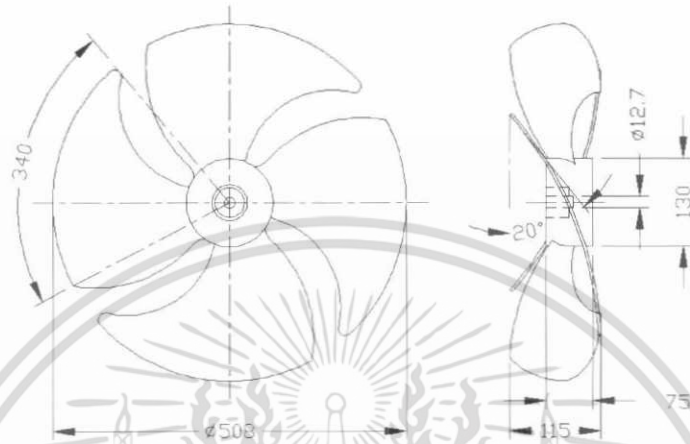


รูปที่ 3.5 แบบและขนาดของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว

รูปที่ 3.6 ใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 20 นิ้ว เป็นชนิดแบบใบพัด (Propeller Fan) มีใบสี่แฉก ซึ่งมีขนาดของใบพัดตามรูปที่ 3.7 ซึ่งมีหน่วยบอกขนาดเป็นมิลลิเมตร มุมองศาใบพัด 20 องศา ทำจากวัสดุพลาสติก น้ำหนักรวม 1100 กรัม



รูปที่ 3.7 แบบและขนาดของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว

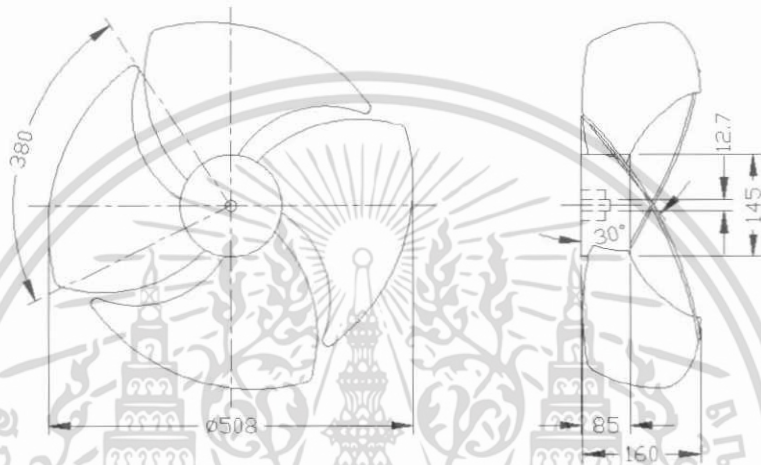


รูปที่ 3.8 ใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.7 ใบพัดลมชุดคอนเดนซึ่งที่ได้ทำการปรับปรุงเพิ่มมุมมองของใบพัด

ใบพัดลมที่ได้ทำการปรับปรุงโดยเพิ่มมุมมองของใบพัด และนำมาทดสอบเพื่อศึกษาผลต่อประสิทธิภาพและอัตราส่วนเชิงสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน เป็นใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 20 นิ้ว ชนิดแบบใบพัด (Propeller Fan) มีใบสี่แฉก ซึ่งมีขนาดของใบพัดตามรูปที่ 3.9 ซึ่งมีหน่วยบอกขนาดเป็นมิลลิเมตร มุมองศาใบพัด 30 องศา ทำจากวัสดุพลาสติก น้ำหนักรวม 1300 กรัม



รูปที่ 3.9 แบบและขนาดของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว แบบเพิ่มมุมมอง

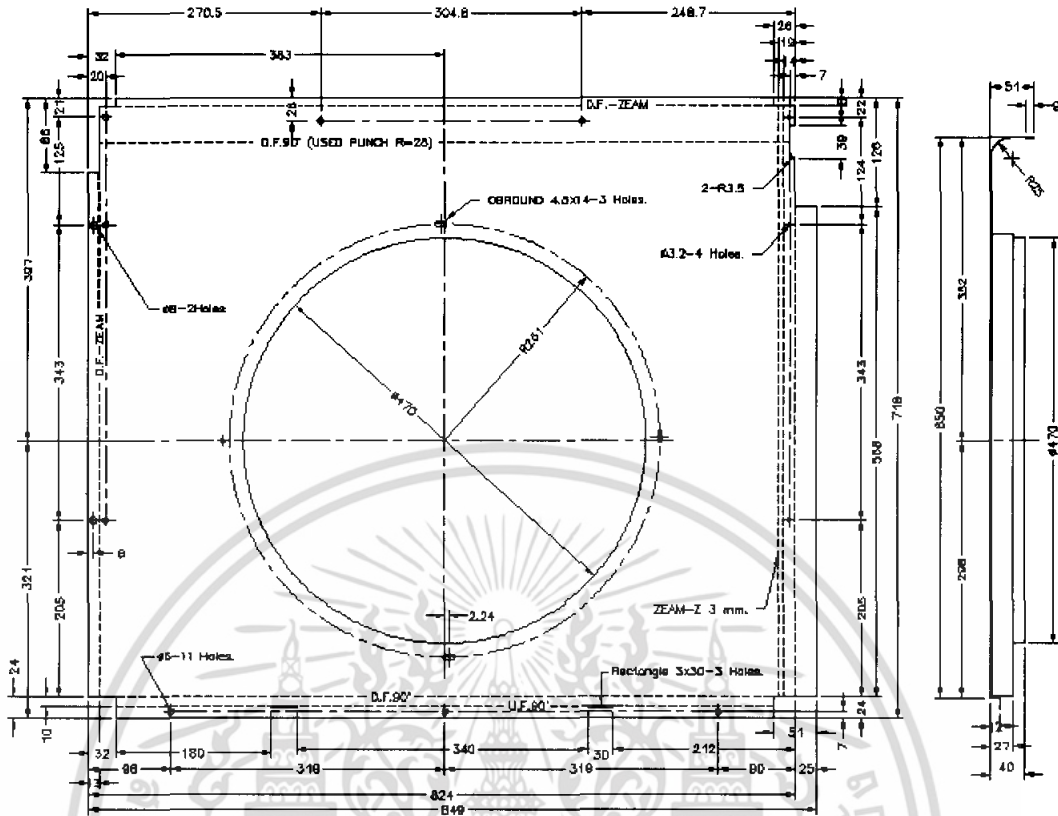


รูปที่ 3.10 ใบพัดลมขนาด 20 นิ้ว แบบเพิ่มมุมมอง

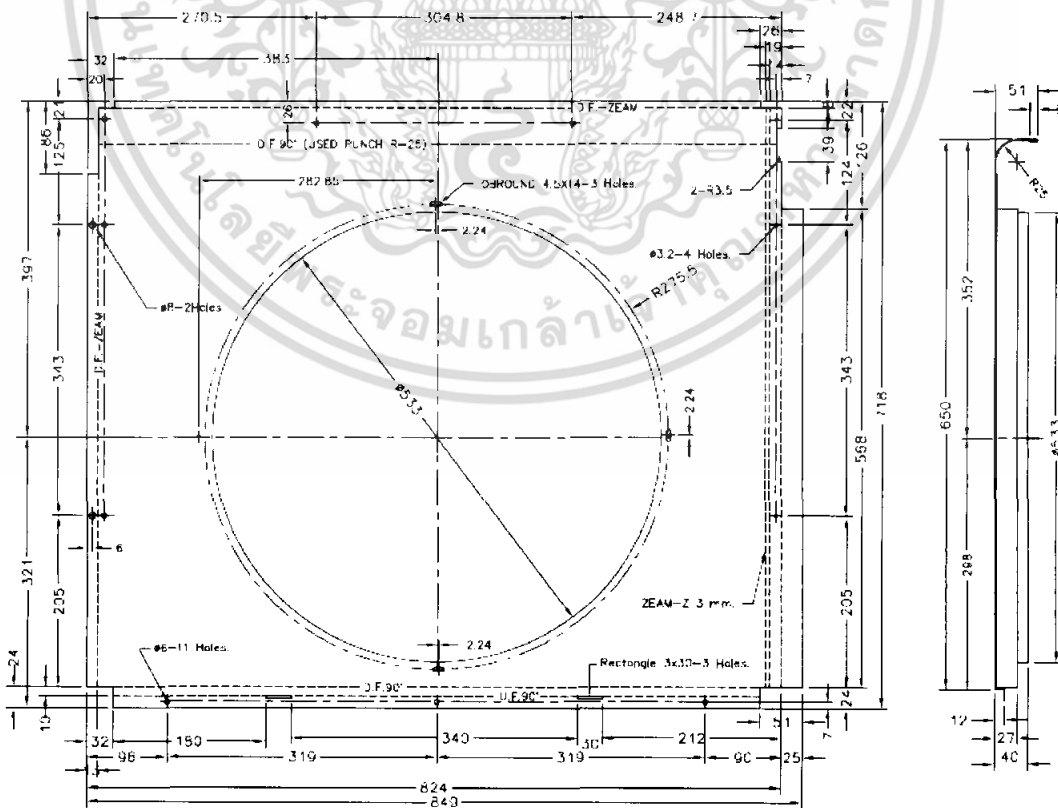
### 3.8 เวนทูลี่ที่ทำการปรับปรุง

เนื่องจากที่ได้ทำการปรับเปลี่ยนใบพัดลมให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดเพิ่มขึ้น จึงต้องมีการออกแบบเวนทูลี่ของชุดคอนเดนซึ่งใหม่เพื่อให้เข้ากับใบพัดลมที่นำมาทดสอบตามขนาดของใบพัด ซึ่งเวนทูลี่สำหรับใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว มีขนาดแสดงดังรูปที่ 3.11 และเวนทูลี่สำหรับใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว มีขนาดแสดงดังรูปที่ 3.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

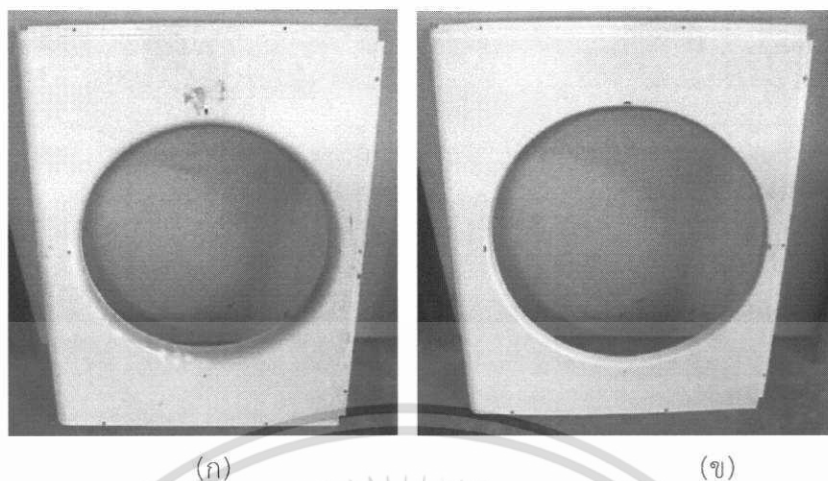


รูปที่ 3.11 แบบและขนาดของเวนทูลี่สำหรับใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว



รูปที่ 3.12 แบบและขนาดของเวนทูลี่สำหรับใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 เวนทูรีสำหรับใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว(ก) และ 20 นิ้ว(ข)

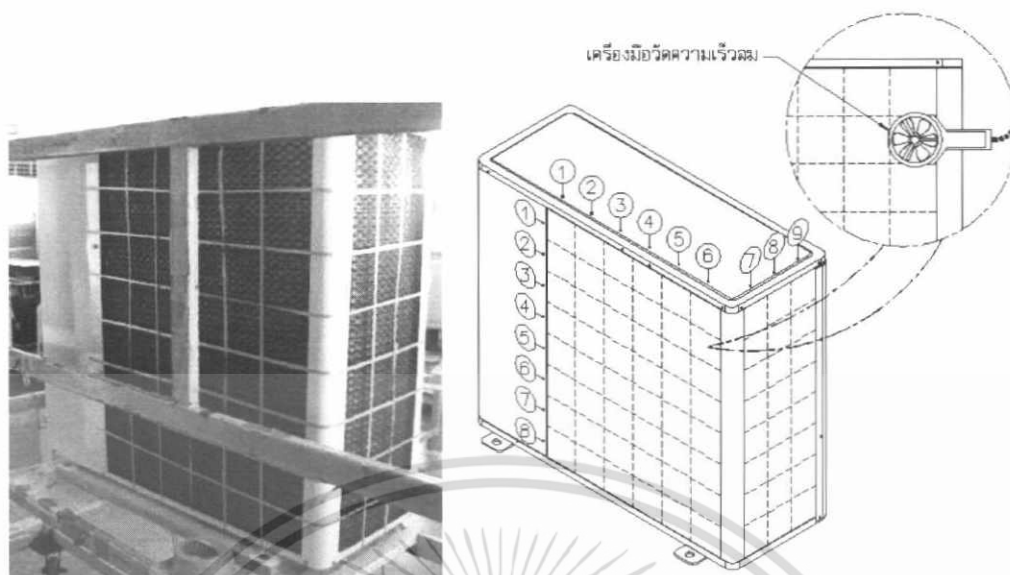
### 3.9 วิธีการทดสอบหาค่าอัตราการไหลของอากาศ

ในการทดสอบได้ทำการติดตั้งชุดคอนเดนซิ่งและอุปกรณ์สำหรับหาค่าอัตราการไหลของอากาศที่ไหลผ่านคอนเดนซิ่งคอยล์ โดยทำการตีตารางแบ่งพื้นที่คอยล์ออกเป็นพื้นที่เล็กๆ เพื่อทำการวัดอัตราการไหลในแต่ละจุดของทุกพื้นที่คอยล์ และได้ทำการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ใบพัดเพื่อหาความเร็วรอบของใบพัดที่ให้อัตราการไหลเฉลี่ยสูงสุด ทำการวัดและจดบันทึกความเร็วของการไหลในแต่ละจุดของพื้นที่ของคอยล์ที่ได้ทำการแบ่งพื้นที่ไว้ แล้วนำค่าที่ได้ไปใช้ในการคำนวณหาค่าอัตราการไหลเฉลี่ยของอากาศที่ไหลผ่านคอนเดนซิ่งคอยล์ แสดงดังรูปที่ 3.14 และรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.14 ชุดทดสอบหาค่าอัตราการไหลของอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 แสดงการแบ่งพื้นที่คอยล์เป็นพื้นที่เล็กๆเพื่อทำการวัดอัตราการไหล

### 3.10 การคำนวณหาอัตราการไหลเฉลี่ยผ่านคอยล์คอนเดนซิ่ง

อัตราการไหลสามารถประมาณได้จากอัตราการไหลเฉลี่ย ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากสมการที่ 2.9 ดังนี้

$$\bar{Q} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Q_i$$

สมมติให้ความเร็วของของไหลแต่ละพื้นที่เล็กๆ เท่ากันตลอดทั้งพื้นที่ และความเร็วของแต่ละจุดสามารถทำการวัดได้ ดังนั้น

$$Q = A/N (V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + \dots + V_N) \quad (3.4)$$

### 3.11 การคำนวณหาขีดความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของเครื่องปรับอากาศ

ขีดความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของเครื่องปรับอากาศที่ทดสอบ

$$Q_c = 4.45 \times \text{CFM} \times \Delta H \quad (3.5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

# อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

### 4.1 บทนำ

ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงรายละเอียดที่เกี่ยวกับอุปกรณ์การวัด การบันทึกผลและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้ในการทดลอง รวมทั้งวิธีการทดลองหาค่าต่างๆ ด้านสมรรถนะการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 25,000 Btu/h เพื่อให้ทราบถึงผลของการปรับขนาดพัดลมในชุดคอนเดนซิ่ง

### 4.2 อุปกรณ์การทดลอง

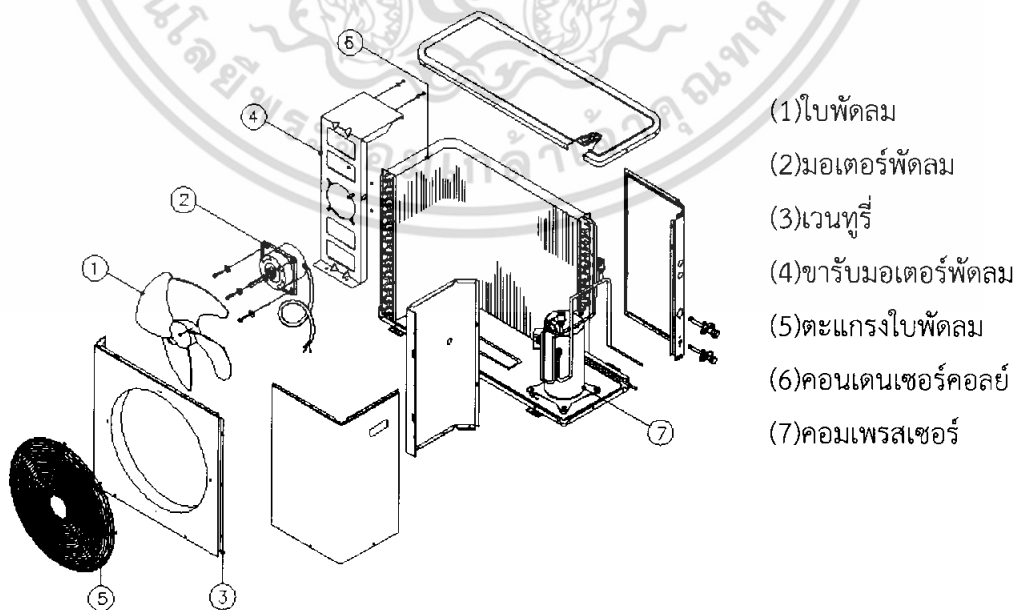
อุปกรณ์การทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ อุปกรณ์ที่ใช้กับชุดคอนเดนซิ่งขนาดความสามารถในการทำความเย็น 25,000 Btu/h และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ

#### 4.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้กับชุดคอนเดนซิ่ง

อุปกรณ์ที่ใช้กับชุดคอนเดนซิ่งประกอบด้วยชิ้นส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

##### 4.2.1.1 ชุดคอนเดนซิ่ง

ชุดคอนเดนซิ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.1 แสดงชิ้นส่วนต่างๆของชุดคอนเดนซิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.1.2 ถังบรรจุสารทำความเย็นชนิด R-22

เป็นถังสารทำความเย็น R-22 ขนาด 4 กิโลกรัม เพื่อความสะดวกต่อการเคลื่อนย้าย ในระหว่างทำการทดสอบ



รูปที่ 4.2 ถังบรรจุสารทำความเย็นชนิด R-22 ขนาดบรรจุ 4 กิโลกรัม

#### 4.2.1.3 แมนนิโฟลด์เกจ

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดความดันสารทำความเย็นทั้งทางด้านสูงและทางด้านต่ำ และเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเติมสารทำความเย็นเข้าสู่ระบบเครื่องปรับอากาศ เพื่อรักษาปริมาณแรงดันไม่ให้สูงหรือต่ำเกินไป เพราะอาจทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ในระบบเครื่องปรับอากาศได้



รูปที่ 4.3 แมนนิโฟลด์เกจ

#### 4.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบสมรรถนะชุดคอนเดนซิ่ง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบสมรรถนะของชุดคอนเดนซิ่ง ใช้ห้องทดสอบประกอบด้วย 2 ห้อง ห้องแรกเป็นห้องที่จำลองสภาวะอากาศภายนอกห้องปรับอากาศ (OUTDOOR ROOM) หรือห้องชุดคอนเดนซิ่ง ห้องที่สองเป็นห้องที่จำลองสภาวะอากาศภายในห้องปรับอากาศ (INDOOR ROOM) หรือห้องชุดแฟนคอยล์ ซึ่งทั้งสองห้องจะถูกควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้คงที่ตลอดเวลา อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบสมรรถนะของชุดคอนเดนซิ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

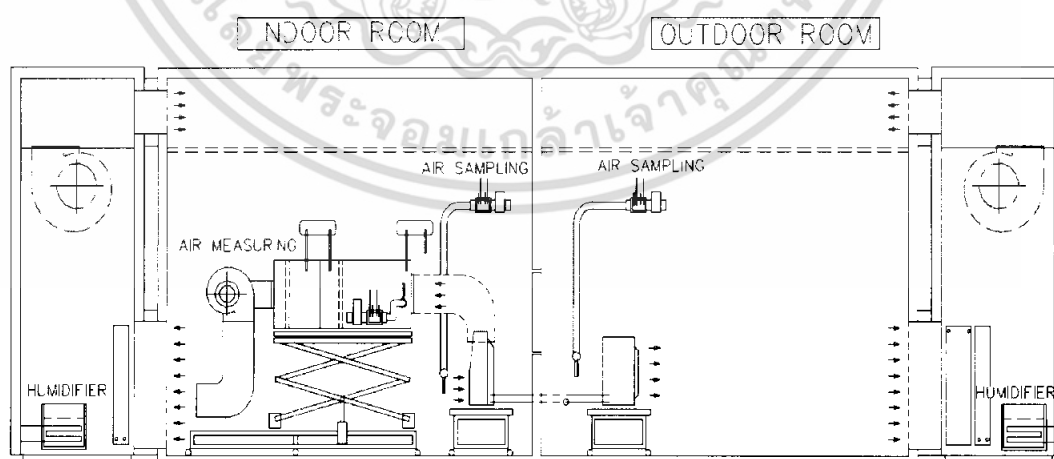
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.2.1 ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ

ห้องทดสอบเป็นห้องที่มีการหุ้มฉนวนโดยรอบทั่วทั้งห้อง เพื่อป้องกันการถ่ายเทความร้อนเข้าและออกระหว่างภายในและภายนอกห้องทดสอบ ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลจำเพาะของห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ

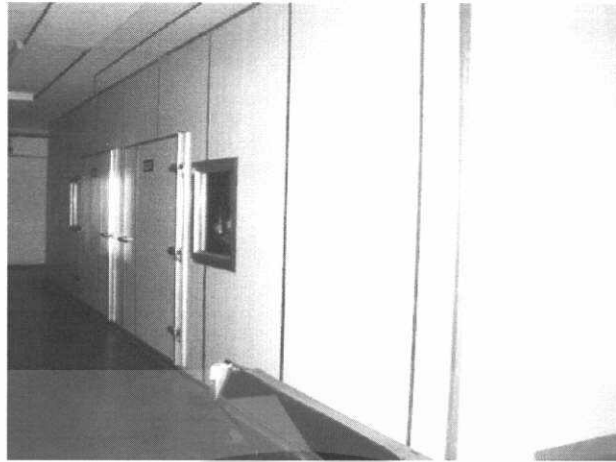
ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลจำเพาะของห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ

หัวข้อ		ขีดความสามารถ
ความสามารถ	การทำความเย็น	8,000-60,000 BTU/H.
	การทำความร้อน	8,000-72,000 BTU/H.
แหล่งกำเนิดกำลังไฟฟ้า	ความถี่	50 Hz. , 60 Hz.
	เฟส	1Phase , 3 Phase
	แรงดันไฟฟ้า	100 – 400 Volt.
สภาวะอุณหภูมิ	DRY BULB	Setting +/- 0.5 °C
	WET BULB	Setting +/- 0.3 °C
ขนาดห้องทดสอบ	INDOOR	ความกว้าง 5 เมตร ความยาว 5 เมตร ความสูง 3 เมตร
	OUTDOOR	ความกว้าง 5 เมตร ความยาว 5 เมตร ความสูง 3 เมตร



รูปที่ 4.4 ห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ

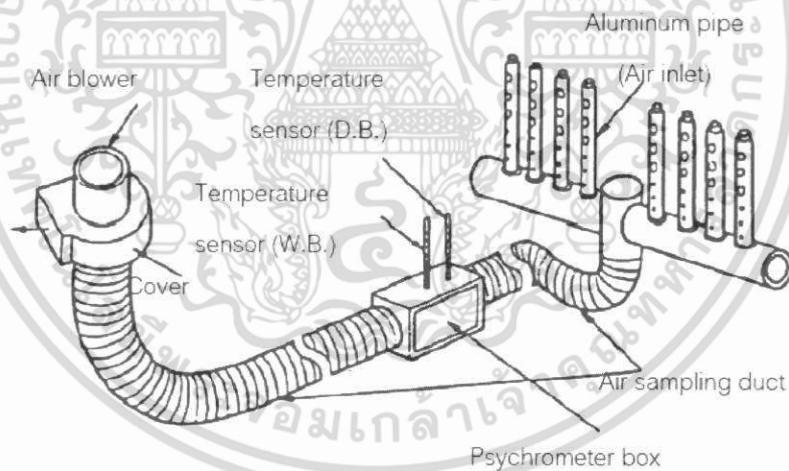
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 รูปห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ

#### 4.2.2.2 เครื่องสูมตัวอย่างอากาศ

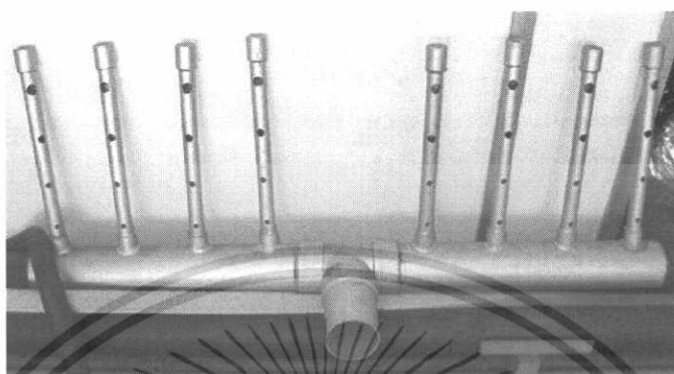
เครื่องสูมตัวอย่างอากาศเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ซึ่งได้ติดตั้งทั้งในห้องจำลองสภาวะอากาศภายนอกห้องปรับอากาศ และห้องจำลองสภาวะอากาศภายในห้องปรับอากาศ ดังรูปที่ 4.6 ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้



รูปที่ 4.6 เครื่องสูมตัวอย่างอากาศ

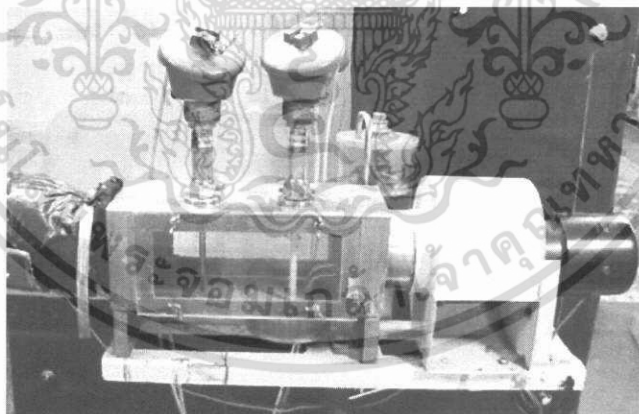
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.ชุดท่อสุ่มตัวอย่างอากาศ เป็นท่อที่ได้ทำการเจาะรูเพื่อให้อากาศไหลผ่านเข้าไปในท่อ ซึ่งถูกติดตั้งที่บริเวณด้านลมเข้า ของเครื่องปรับอากาศทั้งในส่วนของชุดแฟนคอยล์ และชุดคอนเดนซิ่ง



รูปที่ 4.7 ชุดท่อสุ่มตัวอย่างอากาศ

2.ชุดกล่องไซโคมิเตอร์ เป็นกล่องที่ทำให้อากาศไหลผ่านภายในซึ่งต่อมาจากชุดท่อสุ่มตัวอย่างอากาศ ภายในมีอุปกรณ์วัดอุณหภูมิ Resistance Temperature Sensor (RTD.) PT100 ความละเอียดในการวัด  $\pm 0.10^{\circ}\text{C}$  ของ rdg  $\pm 1$  digit ซึ่งทำหน้าที่วัดอุณหภูมิกระเปาะเปียก และอุณหภูมิกระเปาะแห้ง

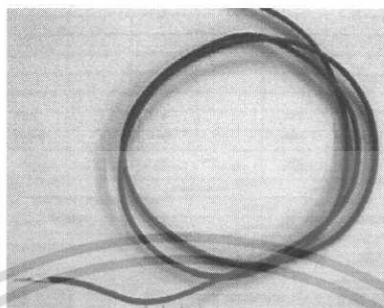


รูปที่ 4.8 ชุดกล่องไซโคมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.2.3 เทอร์โมคัปเปิล

เป็นอุปกรณ์ตัวนำสัญญาณที่ใช้ในวัดอุณหภูมิ โดยใช้ชนิด TYPE-T ค่าความละเอียดในการวัด  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  or 0.4% of Reading



รูปที่ 4.9 เทอร์โมคัปเปิล

#### 4.2.2.4 เพาเวอร์มิเตอร์แบบตัวเลข

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดกำลังไฟฟ้า แรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ใช้งานทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศ “YOKOGAWA” WT130 ความละเอียดในการวัด 0.20%

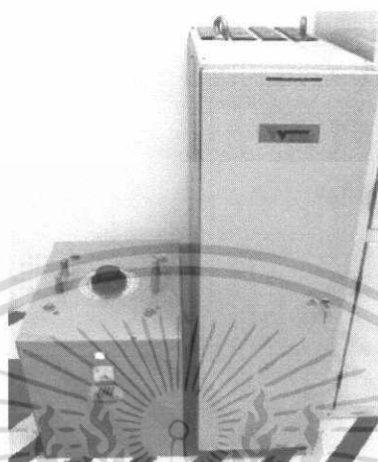


รูปที่ 4.10 เพาเวอร์มิเตอร์แบบตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.2.5 อุปกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

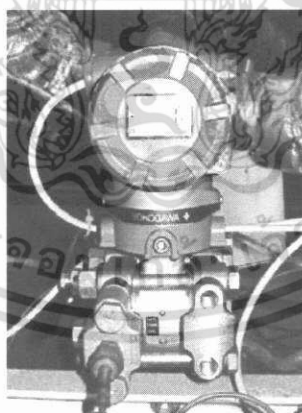
เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับแรงดันไฟฟ้า และทำหน้าที่รักษาระดับแรงดันไฟฟ้าให้คงที่ ค่าความละเอียด 0.5%



รูปที่ 4.11 อุปกรณ์ปรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

#### 4.2.2.6 อุปกรณ์แปลงสัญญาณค่าความดันเกจ

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แปลงสัญญาณค่าความดันของสารทำความเย็นที่วัดได้ในระบบเครื่องปรับอากาศ ซึ่งมีค่าความละเอียดในการวัด  $\pm 0.2$  PSIG.

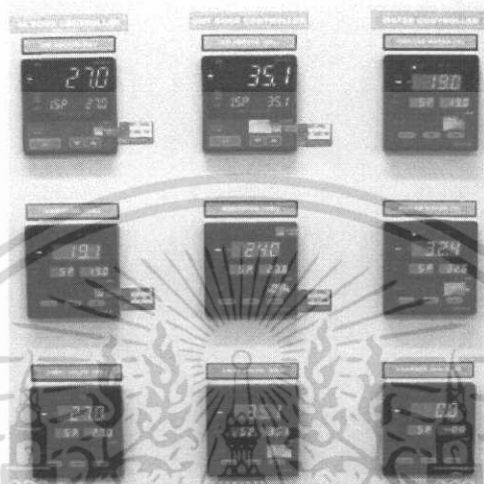


รูปที่ 4.12 อุปกรณ์แปลงสัญญาณค่าความดันเกจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.2.7 ชุดอุปกรณ์ควบคุม

เป็นชุดอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับตั้งค่าสภาวะที่ใช้ในการทดสอบ และควบคุมสภาวะการทำงานของห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศให้คงที่ เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานการทดสอบ ซึ่งมีค่าความละเอียด  $\pm 0.1\%$  of F.S.  $\pm 1$  DIGIT.



รูปที่ 4.13 ชุดอุปกรณ์ควบคุม

#### 4.2.2.8 ชุดอุปกรณ์แสดงผล

เป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ใช้แสดงผลจากเซนเซอร์ที่วัดค่าได้ในห้องทดสอบ เพื่อให้สามารถดูสถานะการทำงาน หรือความผิดปกติของระบบขณะทำการทดสอบ ซึ่งมีค่าความละเอียด  $\pm 0.1\%$  of F.S.  $\pm 1$  DIGIT.

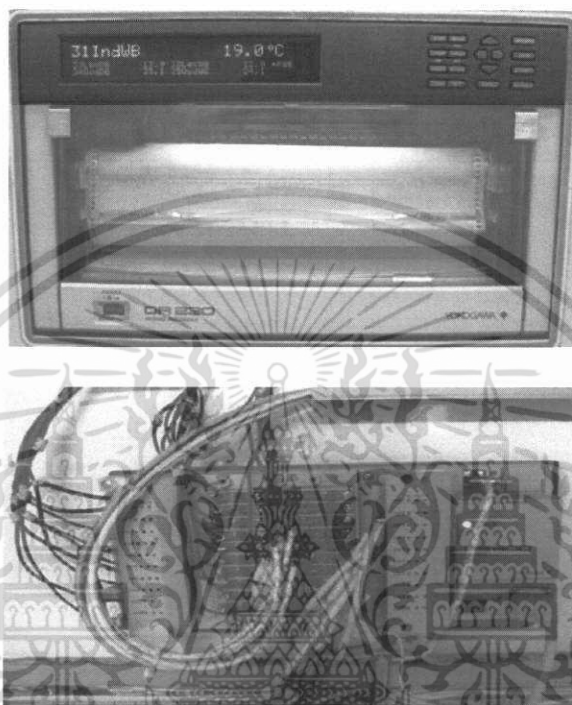


รูปที่ 4.14 ชุดอุปกรณ์แสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.2.9 อุปกรณ์รับสัญญาณและบันทึกผล

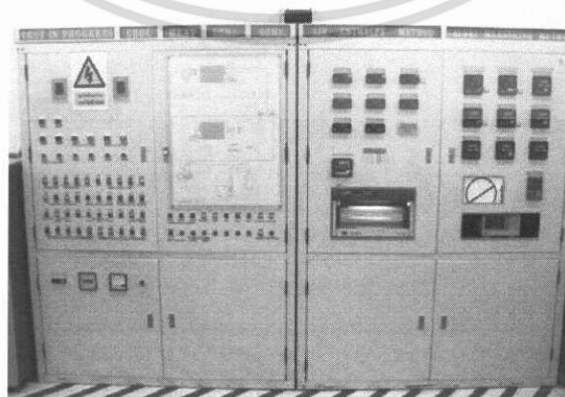
เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการรับสัญญาณจากเซนเซอร์ทั้งหมดของห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ จากนั้นนำมาทำการบันทึกผล และส่งต่อไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อทำการคำนวณ “YOKOGAWA DR230” ค่าความละเอียด 0.10%



รูปที่ 4.15 อุปกรณ์รับสัญญาณและบันทึกผล

#### 4.2.2.10 ตู้ควบคุมการทำงานของห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ

เป็นตู้ควบคุมหลักที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ ซึ่งติดตั้งอุปกรณ์หลักสำหรับแสดงผล อุปกรณ์ชุดควบคุมและตั้งค่าสภาวะที่ทำการทดสอบ



รูปที่ 4.16 ตู้ควบคุมการทำงานของห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.2.11 เครื่องชั่งน้ำหนัก

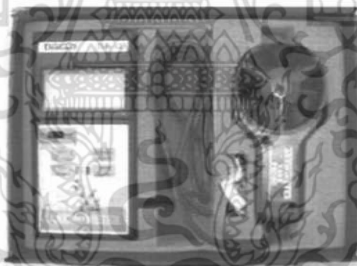
เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดน้ำหนักของสารทำความเย็นในการบรรจุสารทำความเย็นในระบบเครื่องปรับอากาศ ที่ใช้ในการทดลอง ทั้งก่อนและหลังการทดลอง



รูปที่ 4.17 ตาชั่งน้ำหนัก

#### 4.2.2.12 เครื่องมือวัดอัตราการไหลของอากาศ

เป็นเครื่องมือทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการวัดอัตราการไหลของอากาศที่ไหลด้วยความเร็วต่ำ



รูปที่ 4.18 เครื่องมือวัดอัตราการไหลของอากาศ

#### 4.2.2.13 เครื่องมือวัดความเร็วรอบ

เป็นเครื่องมือทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการวัดความเร็วรอบของการหมุน



รูปที่ 4.19 เครื่องมือวัดความเร็วรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.2.14 เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า

เป็นเครื่องมือทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการวัดกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่างๆในระบบเครื่องปรับอากาศ



รูปที่ 4.20 เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า

### 4.3 วิธีการทดลอง

#### 4.3.1 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ

การทดสอบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ เพื่อทดสอบขีดความสามารถทำความเย็น (Cooling capacity) รวมทั้งวัดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ (Power input) เพื่อหาค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) นอกจากนี้ยังสามารถวัดสภาวะการทำงาน ทั้งอัตราการไหล, อุณหภูมิ, ความชื้น, ความดันที่จุดต่างๆในระบบเครื่องปรับอากาศ การทดสอบเป็นแบบวิธีไซโครเมตริก ซึ่งประกอบด้วย 2 ห้อง ห้องแรกเป็นห้องที่จำลองสภาวะอากาศภายนอกห้องปรับอากาศ ห้องที่สองเป็นห้องที่จำลองสภาวะอากาศภายในห้องปรับอากาศ ซึ่งถูกควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้คงที่ตามสภาวะมาตรฐานห้องทดสอบ มอก.1155-2536 ตามเงื่อนไข ARI.210/240-84 ตามตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 สภาวะมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบเครื่องปรับอากาศ[14][17]

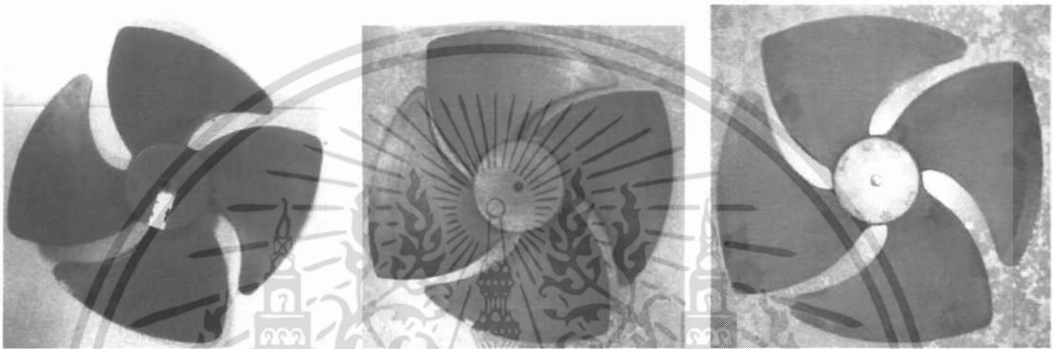
รายการทดสอบ	ส่วนด้านในเครื่องปรับอากาศ (Indoor)		ส่วนด้านนอกเครื่องปรับอากาศ (Outdoor)	
	อุณหภูมิ		อุณหภูมิ	
	กระเปาะแห้ง Dry-bulb (°C)	กระเปาะเปียก Wet-bulb (°C)	กระเปาะแห้ง Dry-bulb (°C)	กระเปาะเปียก Wet-bulb (°C)
ความสามารถ ทำความเย็น	27	19	35	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.3.2 กำหนดเงื่อนไขที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ

เงื่อนไขต่างๆเหล่านี้จะทำการปรับเปลี่ยนเพื่อนำไปปรับปรุงให้ได้ชุดคอนเดนซึ่งที่ได้ประสิทธิภาพดีที่สุดออกมา ซึ่งตัวแปรต่างๆมีดังนี้คือ

1. ขนาดใบพัดลมชุดคอนเดนซึ่ง ปรับเปลี่ยนให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดใหญ่ขึ้น เพื่อดูอิทธิพลจากขนาดใบพัด ที่มีต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นและอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน(EER) ของเครื่องปรับอากาศ โดยทำการปรับเปลี่ยน 3 ขนาด คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว, 18 นิ้ว และ 20 นิ้ว



ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว    ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว    ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว

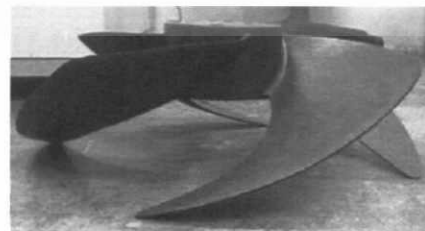
รูปที่ 4.21 ใบพัดลมชุดคอนเดนซึ่งที่ทำการปรับเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด

2. ปรับความเร็วรอบของมอเตอร์พัดลมชุดคอนเดนซึ่ง เพื่อดูประสิทธิภาพการทำความเย็นและอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน(EER) ของเครื่องปรับอากาศ ที่ความเร็วรอบของการหมุนต่างๆ ที่มอเตอร์พัดลมสามารถทำงานได้ ตั้งแต่ความเร็วรอบต่ำสุดไปจนถึงความเร็วรอบสูงสุด ซึ่งมีความเร็วรอบของการหมุน ดังนี้ 750 รอบต่อนาที, 900 รอบต่อนาที และ 950 รอบต่อนาที

3. เปลี่ยนใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ให้มีมุมเพิ่มขึ้น เพื่อตรวจสอบว่ามุมองศาของใบพัดมีผลอย่างไรต่อประสิทธิภาพการทำความเย็นและอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน(EER) ของเครื่องปรับอากาศ



ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว



ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่เพิ่มมุมองศา

รูปที่ 4.22 ใบพัดลมชุดคอนเดนซึ่งขนาดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว

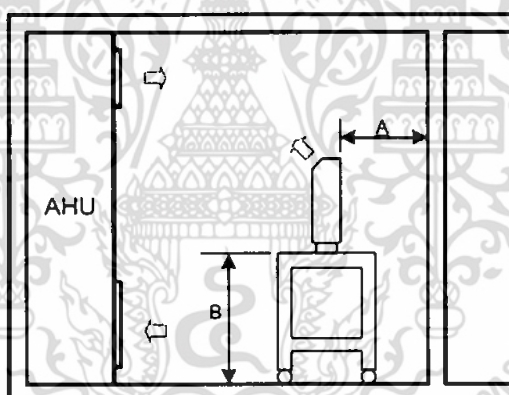
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3.3 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพการทำความเย็นและอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน(EER) ของเครื่องปรับอากาศ

ทำการทดสอบโดยใช้วิธีการทดสอบตามมาตรฐาน มอก.1155-2536 ตามเงื่อนไข ARI.210/240-84

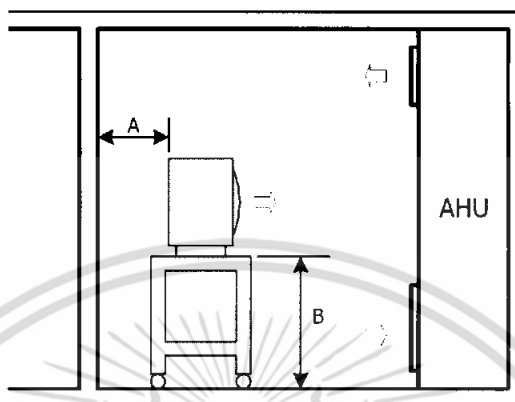
ซึ่งมีขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้

1. เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการทดลองทั้งหมด
2. ทำการติดตั้งเครื่องปรับอากาศในห้องทดสอบ ต้องจัดวางตำแหน่งของตัวเครื่องไว้ตรงกึ่งกลางของห้องทดสอบ โดยด้านหลังของเครื่องปรับอากาศต้องอยู่ห่างด้านผนังกันห้องระหว่างห้องจำลองสภาวะอากาศภายนอกห้องปรับอากาศ และห้องจำลองสภาวะอากาศภายในห้องปรับอากาศ
3. ทำการติดตั้งชุดแฟนคอยล์บนชุดขาตั้ง โดยระยะห่างระหว่างด้านหลังของชุดแฟนคอยล์กับผนังกันห้อง และระยะห่างพื้นถึงชุดแฟนคอยล์ มีลักษณะดังรูปที่ 4.23 โดยมีระยะ A = 300 มิลลิเมตร และระยะ B = 500 ถึง 1000 มิลลิเมตร



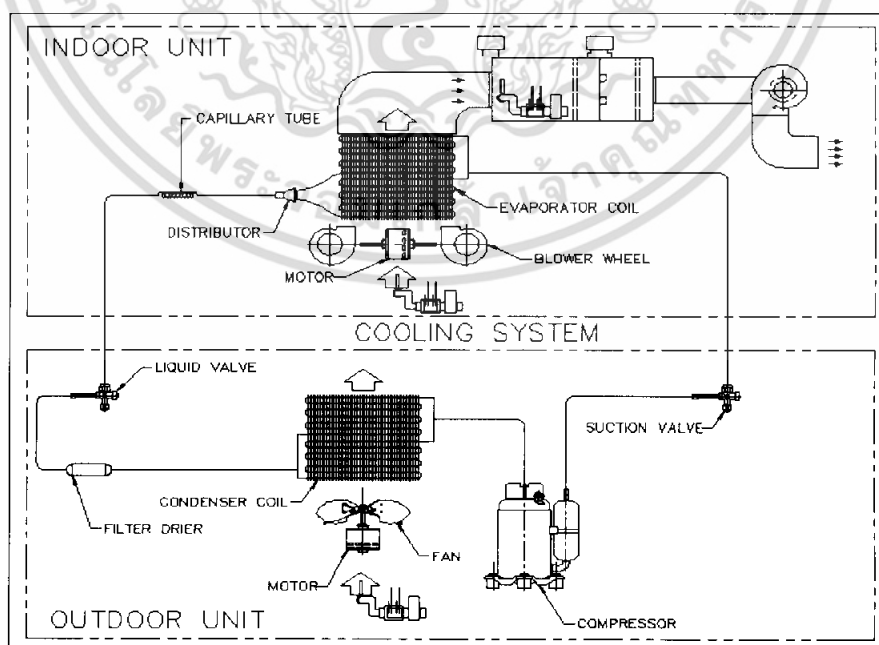
รูปที่ 4.23 แสดงตำแหน่งการติดตั้งชุดแฟนคอยล์

4. ทำการติดตั้งชุดคอนเดนซึ่งโดยการวางอยู่บนชุดขาตั้ง ซึ่งมีระยะห่างระหว่างด้านหลังของชุดคอนเดนซึ่งกับผนังกันห้องตามมาตรฐานที่กำหนด แสดงดังรูปที่ 4.24 โดยมีระยะ A = 200 มิลลิเมตร และระยะ B = 200 ถึง 500 มิลลิเมตร



รูปที่ 4.24 แสดงตำแหน่งการติดตั้งชุดคอนเดนซึ่ง

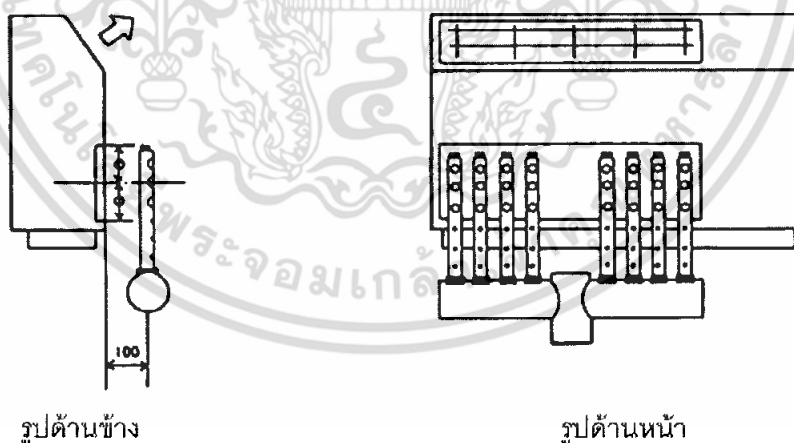
5. เดินท่อสารทำความเย็นระหว่างชุดแฟนคอยล์และชุดคอนเดนซึ่งตามมาตรฐานที่กำหนดซึ่งมีความยาวไม่น้อยกว่า 7.50 เมตร โดยส่วนของท่อสารทำความเย็นที่อยู่ภายในห้องที่ติดตั้งชุดแฟนคอยล์ต้องมีความยาวไม่น้อยกว่า 3.00 เมตร และต้องหุ้มฉนวนท่อสารทำความเย็น ซึ่งแสดงวงจรการเดินท่อสารทำความเย็นตามรูปที่ 4.25



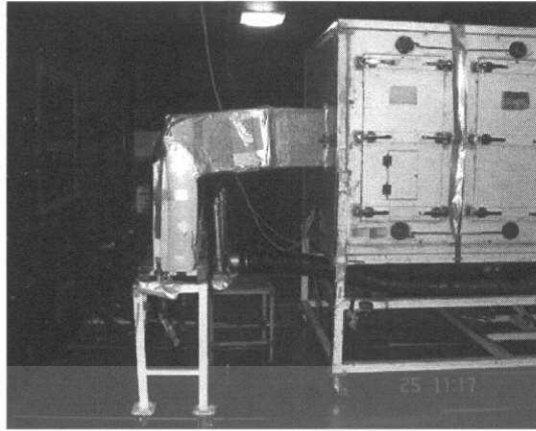
รูปที่ 4.25 วงจรการเดินท่อสารทำความเย็นในการทดสอบเครื่องปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

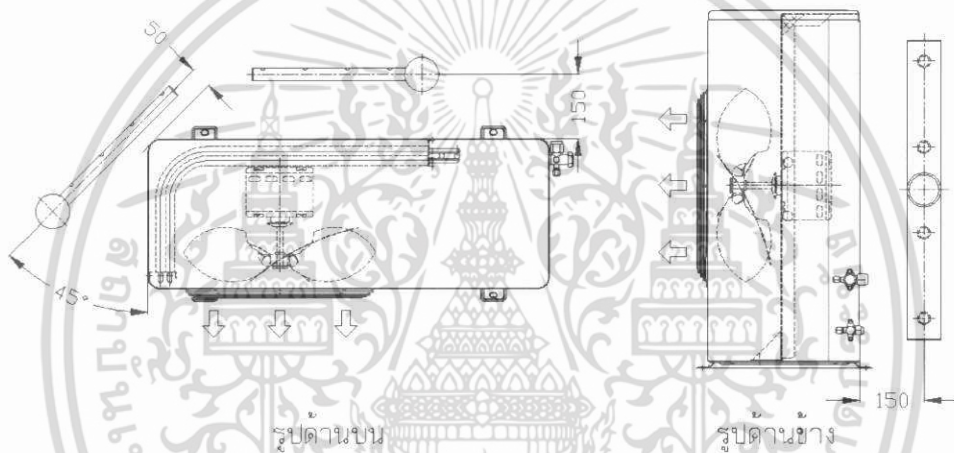
6. ทำการทำสุญญากาศ (Vacuum) ภายในระบบของเครื่องปรับอากาศ ใช้เวลาประมาณ 30 นาที จนเข็มชี้ของแมนนิโพลด์เกจลดลงต่ำกว่า 29 in.Hg.
7. บรรจุก๊าซทำความเย็นเข้าภายในระบบ โดยทำการชั่งถึงที่บรรจุก๊าซทำความเย็นบนเครื่องชั่ง เพื่อดูปริมาณสารทำความเย็นทั้งหมดที่ใช้ในระบบปรับอากาศ
8. ติดตั้งสายเทอร์โมคัปเปิลที่จุดต่างๆของเครื่องปรับอากาศเพื่อวัดอุณหภูมิดังนี้
  - จุดที่ 1 อุณหภูมิของท่อทางเดินสารทำความเย็นเข้าอีแวปอเรเตอร์
  - จุดที่ 2 อุณหภูมิของท่อทางเดินสารทำความเย็นออกจากอีแวปอเรเตอร์
  - จุดที่ 3 อุณหภูมิของท่อทางเดินสารทำความเย็นเข้าคอมเพรสเซอร์
  - จุดที่ 4 อุณหภูมิของท่อทางเดินสารทำความเย็นออกจากคอมเพรสเซอร์
  - จุดที่ 5 อุณหภูมิของท่อทางเดินสารทำความเย็นหลังออกจากแผงคอยล์ของคอนเดนซิ่ง
  - จุดที่ 6 อุณหภูมิลมออกจากชุดแฟนคอยล์
  - จุดที่ 7 อุณหภูมิลมออกจากชุดคอนเดนซิ่ง
9. ติดตั้งเครื่องสูมตัวอย่างอากาศบริเวณด้านลมกลับทั้งในส่วนของชุดแฟนคอยล์และชุดคอนเดนซิ่ง ในตำแหน่งที่สามารถทำการดูดเอาอากาศภายในห้องทดสอบเพื่อทำการวัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งแสดงลักษณะการติดตั้งและระยะการติดตั้งดังรูปที่ 4.26



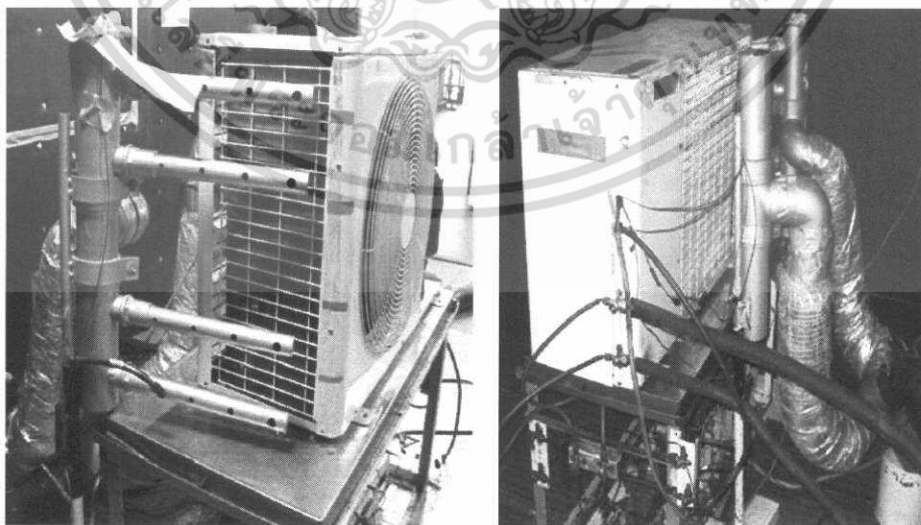
รูปที่ 4.26 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเครื่องสูมอากาศที่ชุดแฟนคอยล์



รูปที่ 4.27 รูปการติดตั้งเครื่องสู้อากาศที่ชุดแพนคอล์ย



รูปที่ 4.28 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเครื่องสู้อากาศที่ชุดคอนเดนซิ่ง



รูปที่ 4.29 รูปการติดตั้งเครื่องสู้อากาศที่ชุดคอนเดนซิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ติดตั้งสายท่ออ่อนของสารทำความเย็นเข้ากับอุปกรณ์แปลงสัญญาณความดันเกจ (Gauge Pressure Transmitter) เพื่อทำการวัดความดันที่จุดต่างๆของระบบเครื่องปรับอากาศดังนี้

จุดที่ 1 ความดันของท่อทางเดินสารทำความเย็นออกจากคอมเพรสเซอร์

จุดที่ 2 ความดันของท่อทางเดินสารทำความเย็นหลังออกจากแผงคอยล์ของคอนเดนซิ่ง

จุดที่ 3 ความดันของท่อทางเดินสารทำความเย็นออกจากอีแวปโปเรเตอร์

จุดที่ 4 ความดันของท่อทางเดินสารทำความเย็นเข้าคอมเพรสเซอร์



รูปที่ 4.30 รูปการติดตั้งติดตั้งสายท่ออ่อนเข้ากับอุปกรณ์แปลงสัญญาณความดันเกจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

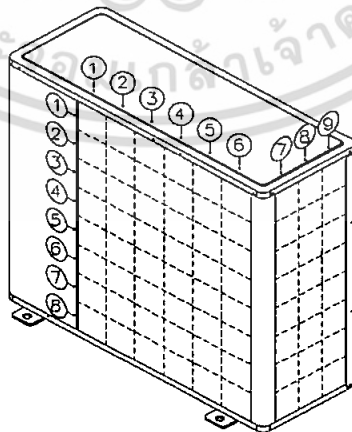
### ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

#### 5.1 บทนำ

ในบทนี้จะเป็นผลที่ได้จากการทดลองสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนในด้านต่างๆ เช่น อุณหภูมิของสารทำความเย็น ความดันของสารทำความเย็น อุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์คอนเดนซิ่ง ชีตความสามารถการทำความเย็น กำลังไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ และอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน(EER) จากการปรับเปลี่ยนเงื่อนไขต่างๆ ทั้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดลมของชุดคอนเดนซิ่ง ความเร็วรอบของมอเตอร์พัดลม และมุมมองคาของใบพัดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ซึ่งแสดงผลการทดสอบต่างๆ ไว้ในบทนี้

#### 5.2 การศึกษาอิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดและความเร็วรอบที่มีผลต่ออัตราการไหลของอากาศผ่านคอยล์ที่ชุดคอนเดนซิ่ง

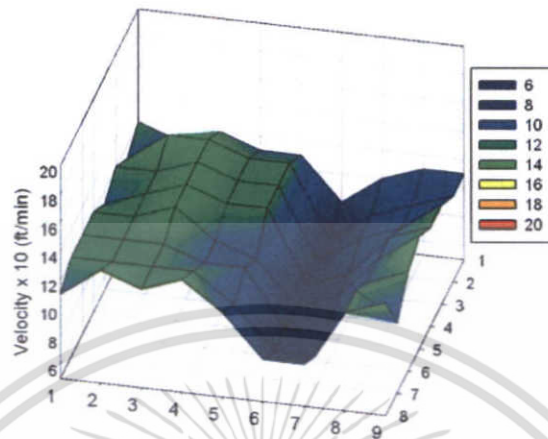
ในการศึกษาได้ติดตั้งชุดคอนเดนซิ่งและอุปกรณ์สำหรับหาค่าอัตราการไหลของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์คอนเดนซิ่งคอยล์ โดยทำการตีตารางแบ่งพื้นที่คอยล์ออกเป็นพื้นที่เล็กๆ ขนาด 10 x 10 เซนติเมตร เพื่อวัดอัตราการไหลในแต่ละจุดของพื้นที่คอยล์ ดังรูปที่ 5.1 แล้วนำค่าที่ได้ไปใช้คำนวณหาค่าอัตราการไหลเฉลี่ยของอากาศ ในการศึกษาได้ทำการเปรียบเทียบอัตราการไหลของอากาศผ่านคอยล์ของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว ,18 นิ้ว และ 20 นิ้ว โดยทำการปรับความเร็วรอบในการหมุนของใบพัดที่ความเร็วรอบ 750 ,900 และ 950 rpm ควบคู่ไปด้วย



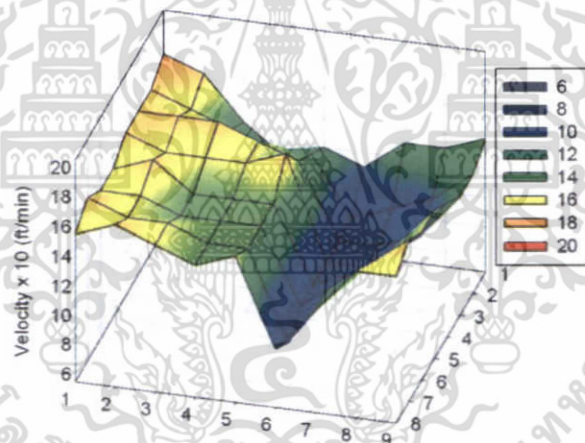
รูปที่ 5.1 แสดงการแบ่งพื้นที่คอยล์เป็นพื้นที่เล็กๆเพื่อศึกษาอัตราการไหลของอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

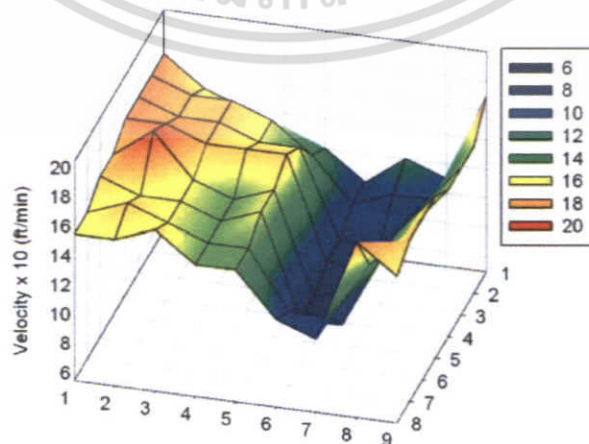
5.2.1 ผลการศึกษาลักษณะความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอลล์ ของใบพัดขนาด  
เส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว ที่ความเร็วรอบในการหมุนต่างๆ



รูปที่ 5.2 ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอลล์ ใบพัดขนาด 16 นิ้ว ความเร็วรอบ 750 rpm.



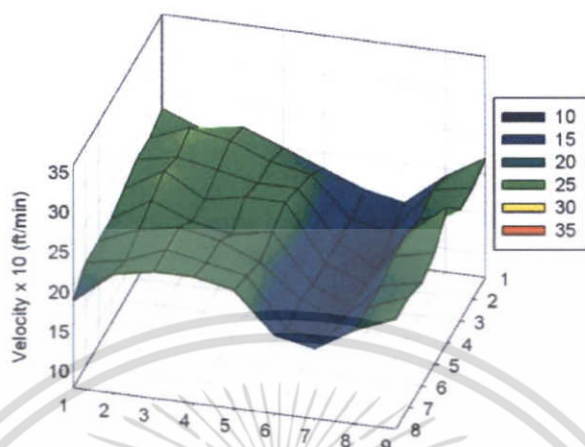
รูปที่ 5.3 ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอลล์ ใบพัดขนาด 16 นิ้ว ความเร็วรอบ 900 rpm.



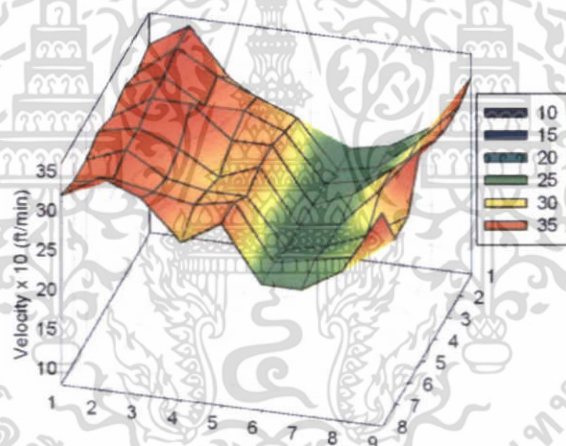
รูปที่ 5.4 ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอลล์ ใบพัดขนาด 16 นิ้ว ความเร็วรอบ 950 rpm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

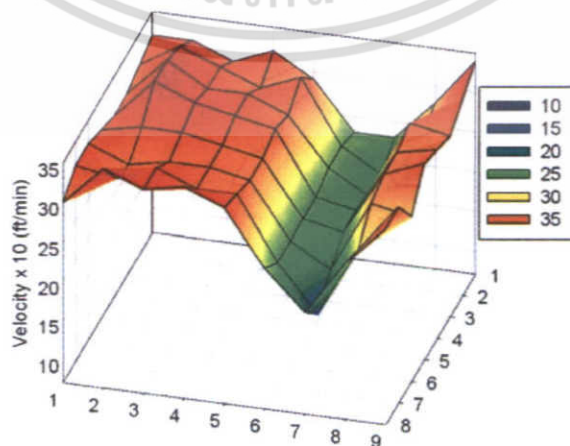
5.2.2 ผลการศึกษาลักษณะความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอลล์ ของใบพัดขนาด  
เส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว ที่ความเร็วรอบในการหมุนต่างๆ



รูปที่ 5.5 ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอลล์ ใบพัดขนาด 18 นิ้ว ความเร็วรอบ 750 rpm.



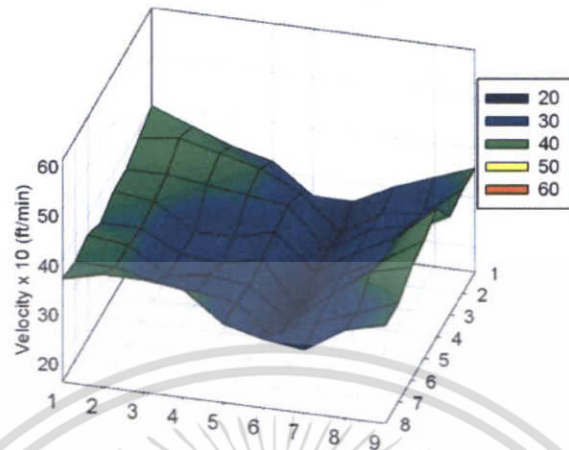
รูปที่ 5.6 ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอลล์ ใบพัดขนาด 18 นิ้ว ความเร็วรอบ 900 rpm.



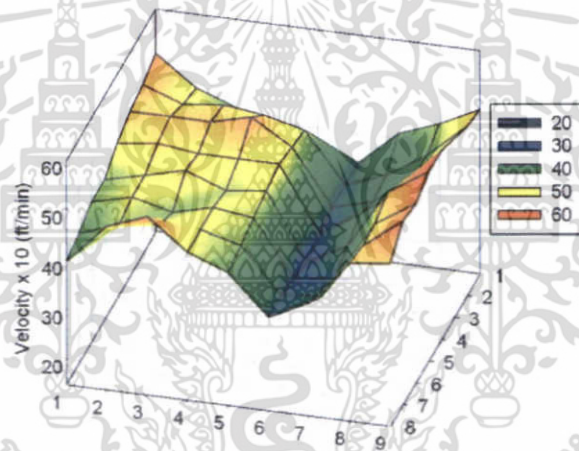
รูปที่ 5.7 ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอลล์ ใบพัดขนาด 18 นิ้ว ความเร็วรอบ 950 rpm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

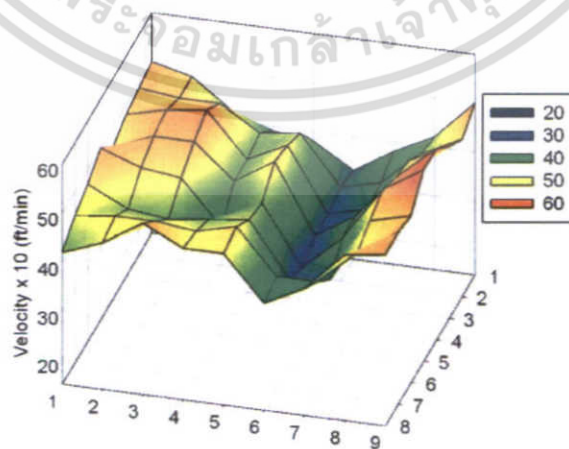
5.2.3 ผลการศึกษาลักษณะความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอลล์ ของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ความเร็วรอบในการหมุนต่างๆ



รูปที่ 5.8 ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอลล์ ใบพัดขนาด 20 นิ้ว ความเร็วรอบ 750 rpm.

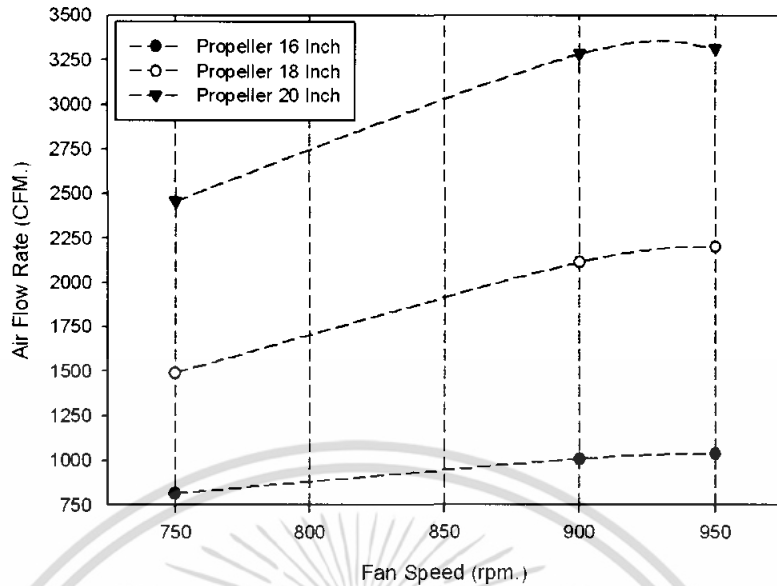


รูปที่ 5.9 ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอลล์ ใบพัดขนาด 20 นิ้ว ความเร็วรอบ 900 rpm.



รูปที่ 5.10 ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอลล์ ใบพัดขนาด 16 นิ้ว ความเร็วรอบ 950rpm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.11 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดและความเร็วรอบที่มีผลต่ออัตราการไหลของอากาศผ่านคอลล์ที่ชุดคอนเดนซิ่ง

การหาค่าอัตราการไหลเฉลี่ยของอากาศที่ไหลผ่านคอนเดนซิ่งคอลล์ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.4 ดังนี้

$$Q = A/N (V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + \dots + V_N)$$

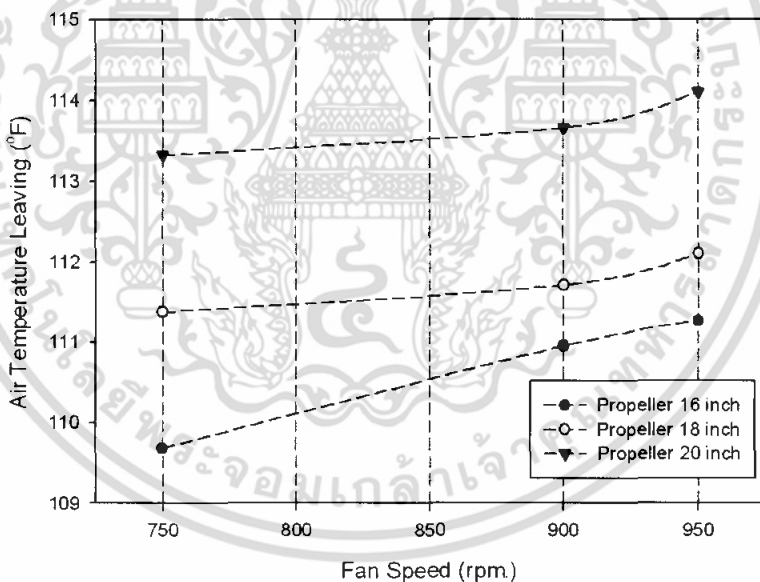
- โดยที่ Q = อัตราการไหลเฉลี่ยผ่านคอลล์ ,CFM
- A = พื้นที่ผิวของคอลล์ , ft<sup>2</sup>
- V = ความเร็วที่ทำการวัดได้ในแต่ละตำแหน่ง , ft/min
- N = จำนวนพื้นที่ที่ทำการแบ่ง

รูปที่ 5.11 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดและความเร็วรอบที่มีผลต่ออัตราการไหลของอากาศผ่านคอลล์ที่ชุดคอนเดนซิ่ง โดยในการศึกษาพบว่าเมื่อทำการเพิ่มความเร็วนรอบในการหมุนของใบพัดจะส่งผลทำให้อัตราการไหลของอากาศที่ไหลผ่านคอลล์มีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อทำการศึกษากับใบพัดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดขนาดใหญ่ขึ้นจะส่งผลให้อัตราการไหลของอากาศที่ไหลผ่านคอลล์มีค่าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งเป็นไปตามกฎความสัมพันธ์ของพัดลม(Fan's Law) โดยใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ความเร็วรอบ 950 rpm มีค่าอัตราการไหลเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 3314.66 CFM ส่วนใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว ที่ความเร็วรอบ 750 rpm มีค่าอัตราการไหลเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 816.87 CFM

### 5.3 การศึกษาอิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดที่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

#### 5.3.1 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่ออุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์ที่ชุดคอนเดนซิ่ง

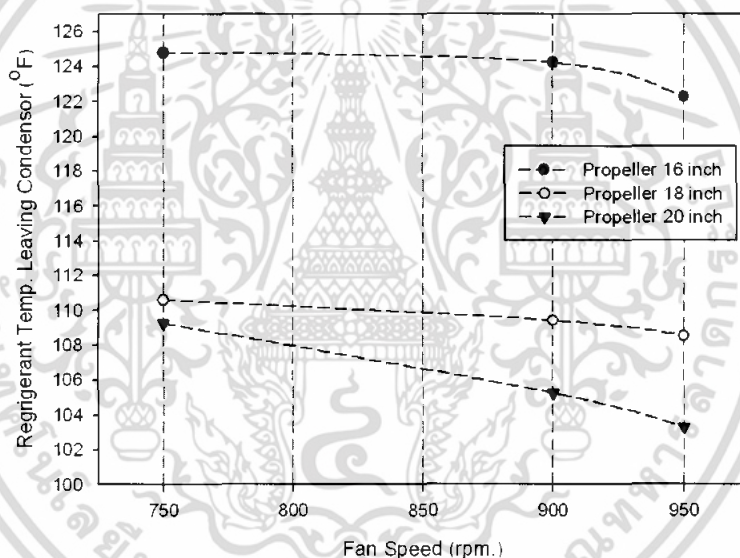
รูปที่ 5.12 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่ออุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์ที่ชุดคอนเดนซิ่ง โดยในการศึกษาได้ทำการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบการหมุนของใบพัดเท่ากับ 750, 900 และ 950 rpm. ตามลำดับ กับใบพัดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16, 18 และ 20 นิ้ว ในการทดสอบได้ทำการควบคุมสภาวะของอากาศที่ด้านทางเข้าคอนเดนเซอร์ให้คงที่ และวัดอุณหภูมิของอากาศที่ตำแหน่งด้านทางออกตรงกึ่งกลางของช่องเวนทูรี จากการศึกษพบว่าเมื่อทำการเพิ่มความเร็วนรอบและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดจะส่งผลให้อุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านชุดคอนเดนเซอร์ที่ด้านทางออกมีค่าเพิ่มขึ้น พบว่าใบพัดขนาดผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว มีค่าอุณหภูมิของอากาศสูงสุดเท่ากับ 114.1 °F ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 950 rpm. ซึ่งสอดคล้องกับอัตราการไหลเฉลี่ยของอากาศที่มีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน



รูปที่ 5.12 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่ออุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์ที่ชุดคอนเดนซิ่ง

### 5.3.2 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่ออุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ด้านทางออกของคอนเดนเซอร์

รูปที่ 5.13 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่ออุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ด้านทางออกของคอนเดนเซอร์ โดยในการศึกษาได้ทำการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบการหมุนของใบพัดเท่ากับ 750, 900 และ 950 rpm. ตามลำดับ กับใบพัดที่มีพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16, 18 และ 20 นิ้ว จากการศึกษพบว่าเมื่อทำการเพิ่มความเร็วรอบและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดจะส่งผลให้อุณหภูมิสารทำความเย็นที่ด้านทางออกของคอนเดนเซอร์มีค่าลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากอัตราการไหลเฉลี่ยของอากาศที่มีค่าเพิ่มขึ้นทำให้สามารถเพิ่มอัตราการถ่ายเทความร้อนออกจากสารทำความเย็นไปสู่อากาศได้ดีขึ้นเช่นกัน ซึ่งพบว่าอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ด้านทางออกของคอนเดนเซอร์มีค่าต่ำสุดที่ใบพัดขนาดผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 950 rpm. ซึ่งมีค่าเท่ากับ 103.27 °F

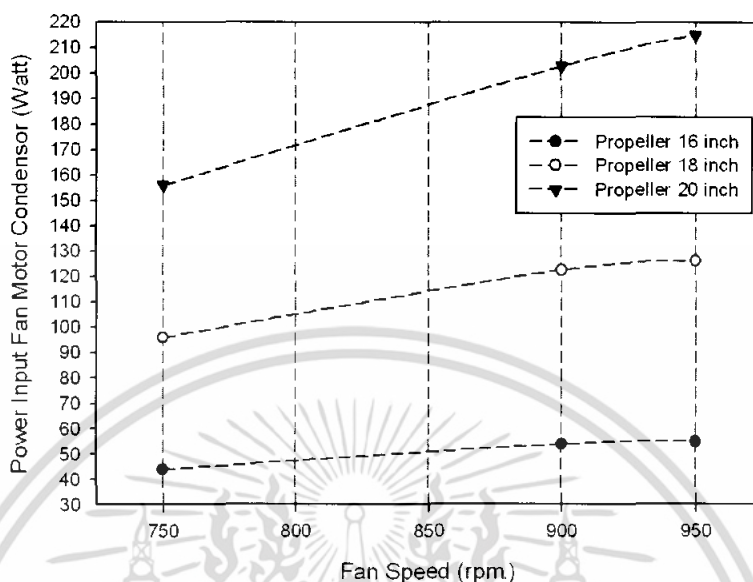


รูปที่ 5.13 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่ออุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ด้านทางออกของคอนเดนเซอร์

### 5.3.3 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของมอเตอร์พัดลมชุดคอนเดนซิ่ง

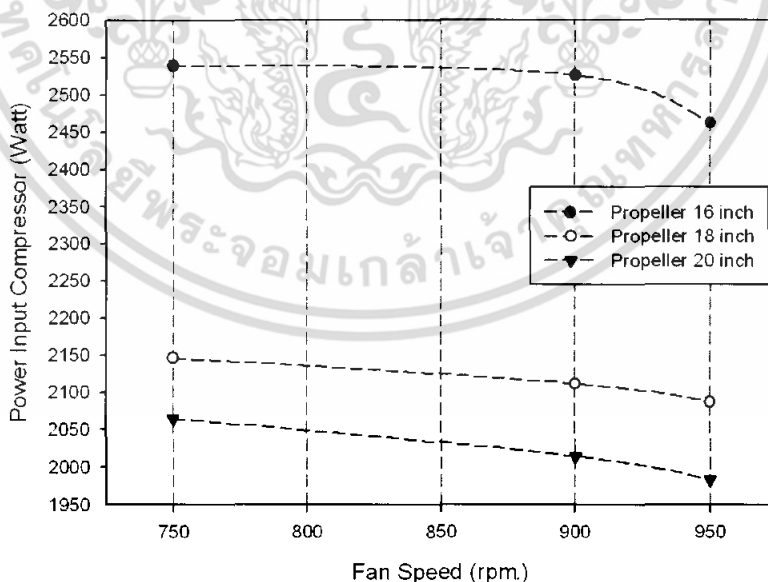
รูปที่ 5.14 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของมอเตอร์พัดลมชุดคอนเดนซิ่ง โดยในการศึกษาได้ทำการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบการหมุนของใบพัดเท่ากับ 750, 900 และ 950 rpm. ตามลำดับ กับใบพัดที่มีพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16, 18 และ 20 นิ้ว จากการศึกษพบว่าเมื่อทำการเพิ่มความเร็วรอบและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดจะส่งผลให้มอเตอร์พัดลมต้องเพิ่มภาระในการทำงานมากขึ้น โดยสังเกตได้จากค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของมอเตอร์มีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน เนื่องจากกำลังเพลลาขับของมอเตอร์จะเพิ่มขึ้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปรผันตามความเร็วรอบการหมุน ,เส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด และอัตราการไหล ซึ่งสอดคล้องกับกฎความสัมพันธ์ของพัดลม(Fan's Law)



รูปที่ 5.14 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของมอเตอร์พัดลมชุดคอนเดนเซอร์

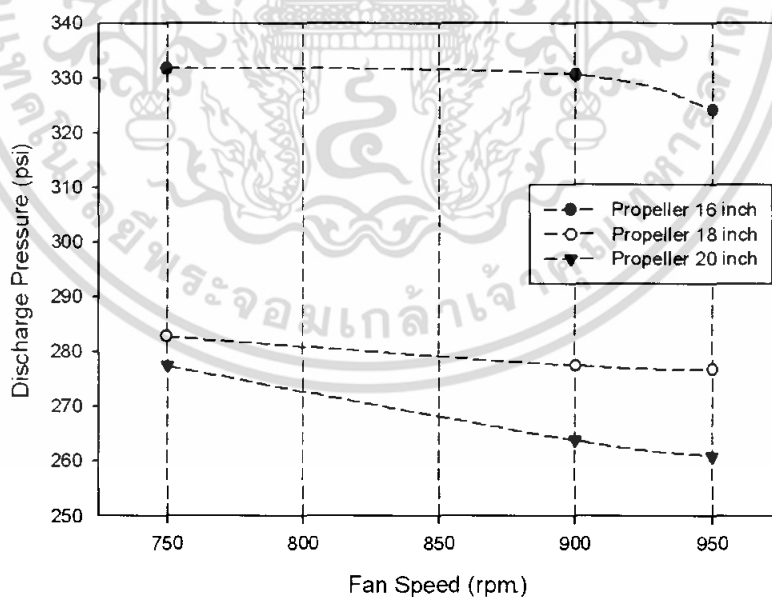
### 5.3.4 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของคอมเพรสเซอร์



รูปที่ 5.15 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของคอมเพรสเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.15 แสดงอิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของคอมเพรสเซอร์ โดยในการศึกษาได้ทำการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบการหมุนของใบพัดเท่ากับ 750, 900 และ 950 rpm. ตามลำดับ กับใบพัดที่มีพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16, 18 และ 20 นิ้ว จากการศึกษาพบว่าเมื่อทำการเพิ่มความเร็วรอบและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดจะส่งผลให้กำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของคอมเพรสเซอร์มีแนวโน้มลดต่ำลง ซึ่งเป็นผลมาจากความดันของสารทำความเย็นที่ด้านทางอัดของคอมเพรสเซอร์มีค่าลดลง ดังรูปที่ 5.16 เนื่องจากอัตราการไหลของอากาศที่ไหลผ่านคอนเดนเซอร์มีค่าสูงขึ้น ส่งผลให้ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทออกจากคอนเดนเซอร์ไปสู่สิ่งแวดล้อมมีปริมาณมากขึ้น จึงเป็นผลทำให้อุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ด้านทางออกของคอนเดนเซอร์ที่มีค่าลดต่ำลง จึงทำให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ใช้กำลังในการอัดน้อยลงตามไปด้วย พบว่าที่ใบพัดขนาดผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 950 rpm. จะทำให้คอมเพรสเซอร์มีภาระการทำงานที่น้อยสุด โดยกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของคอมเพรสเซอร์มีค่าอยู่ที่ 1983.17 Watt ส่วนใบพัดขนาดผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 750 rpm. จะทำให้คอมเพรสเซอร์มีภาระการทำงานที่มากที่สุด โดยกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของคอมเพรสเซอร์มีค่าอยู่ที่ 2538.91 Watt ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มนูญ สุขตลอดกาล[2] ซึ่งในการทดลองของเขาพบว่าปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทออกจากคอนเดนเซอร์ที่มีปริมาณมากขึ้น ส่งผลให้ความดันระหว่างคอนเดนเซอร์กับอีแวปอเรเตอร์มีค่าต่ำลงจึงช่วยให้ลดภาระการทำงานของคอมเพรสเซอร์ลงได้

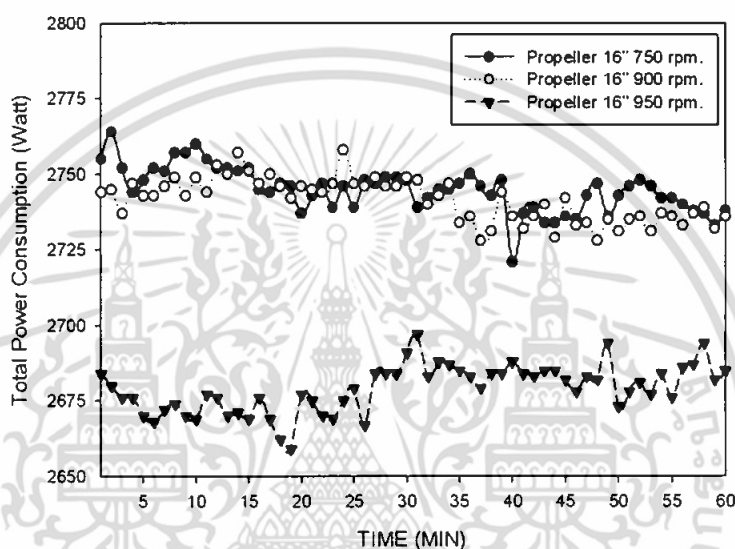


รูปที่ 5.16 ความดันของสารทำความเย็นที่ด้านทางอัดของคอมเพรสเซอร์

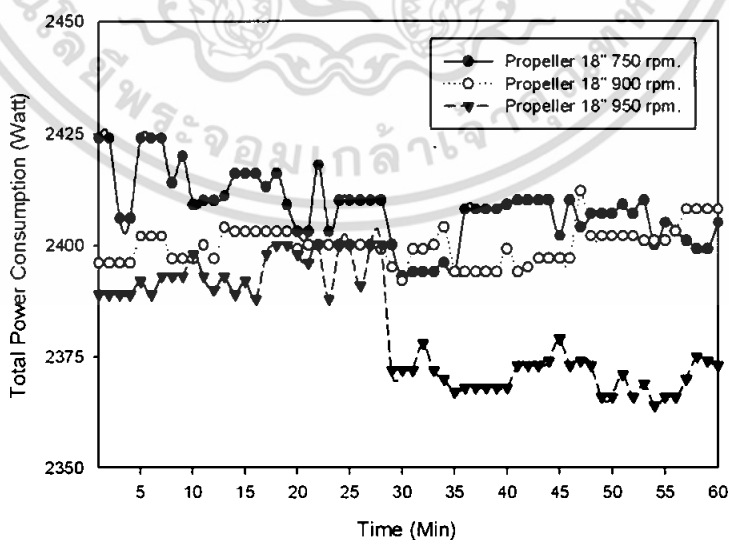
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.3.5 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศ

อุปกรณ์ที่ใช้กำลังไฟฟ้าหลักของระบบเครื่องปรับอากาศประกอบด้วย มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ มอเตอร์พัดลมคอนเดนซิ่ง และมอเตอร์พัดลมแฟนคอยล์ ในการศึกษานี้ได้กำหนดเงื่อนไขให้ทำการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์พัดลมที่ชุดคอนเดนซิ่งเพียงอย่างเดียว โดยที่มอเตอร์พัดลมแฟนคอยล์ไม่ได้ทำการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบจึงทำให้มีกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของมอเตอร์พัดลมแฟนคอยล์มีค่าที่เท่ากันในทุกการทดลอง

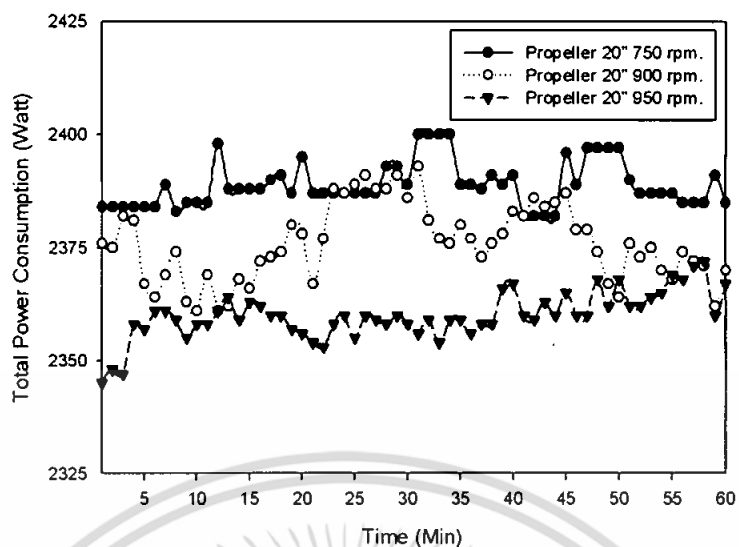


รูปที่ 5.17 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศเทียบกับเวลาของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว

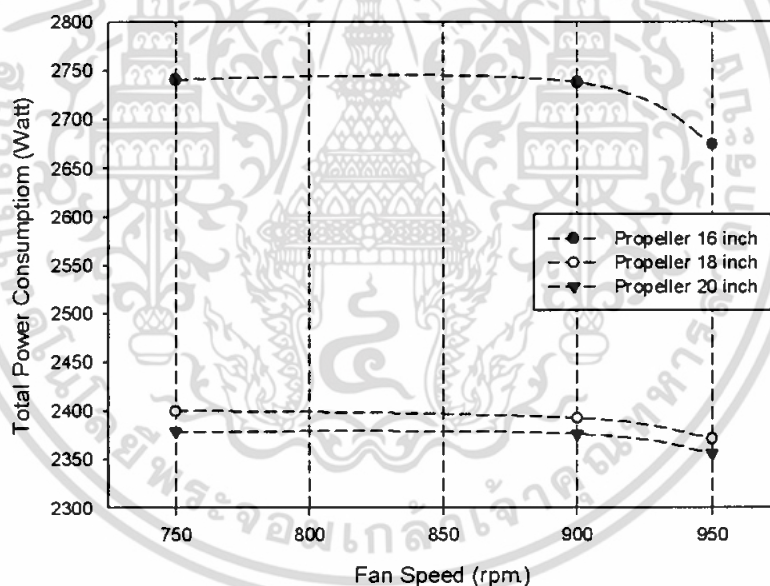


รูปที่ 5.18 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศเทียบกับเวลาของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.19 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศเทียบกับเวลาของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว



รูปที่ 5.20 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศ

รูปที่ 5.20 แสดงอิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศ โดยในการศึกษาได้ทำการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบการหมุนของใบพัดเท่ากับ 750, 900 และ 950 rpm. ตามลำดับ กับใบพัดที่มีพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16, 18 และ 20 นิ้ว จากการศึกษาพบว่าเมื่อทำการเพิ่มความเร็วรอบและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดจะส่งผลให้กำลังไฟฟ้าที่ใช้งานทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศมีค่าลดลง ถึงแม้ว่าในการเพิ่มความเร็วรอบ

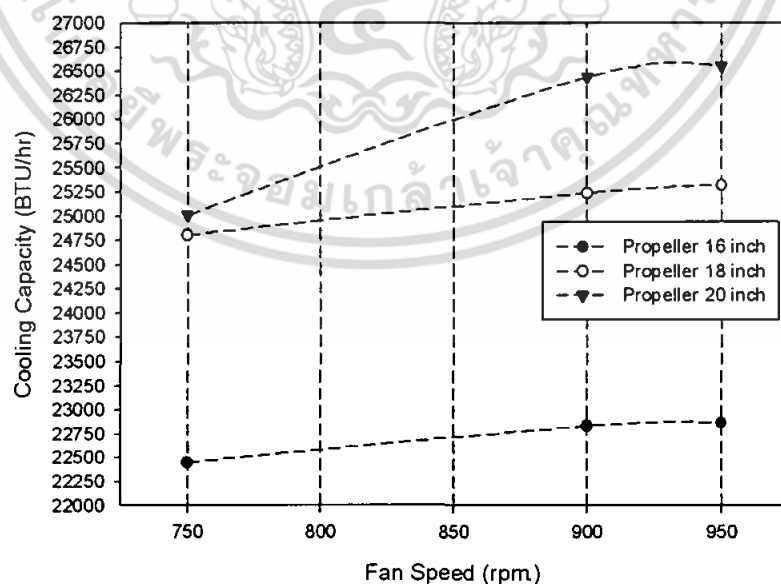
ของมอเตอร์พัดลมคอนเดนซิ่งและการปรับเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดลมจะทำให้  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่เอกสารนี้  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังไฟฟ้าในส่วนมอเตอร์พัดลมคอนเดนซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของคอมเพรสเซอร์ที่มีค่าลดลงแล้วจะมีผลกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้งานรวมของเครื่องปรับอากาศน้อยกว่า ซึ่งเมื่อได้ทำการพิจารณาค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้งานเฉลี่ยก่อนทำการปรับเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดจากเดิมขนาด 16 นิ้ว สามารถทำการคำนวณเปรียบเทียบแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ดังนี้ ใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว มีค่ากำลังไฟฟ้ามอเตอร์พัดลมคอนเดนซึ่งเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 2.35% ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ยลดลงเท่ากับ 14.49% ใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว มีค่ากำลังไฟฟ้ามอเตอร์พัดลมคอนเดนซึ่งเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 5.17% ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ยลดลงเท่ากับ 17.96% สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย

รายการ	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด	
	18 นิ้ว	20 นิ้ว
กำลังไฟฟ้ามอเตอร์พัดลมคอนเดนซึ่งเฉลี่ย	+2.35%	+5.17%
กำลังไฟฟ้าใช้งานคอมเพรสเซอร์เฉลี่ย	-14.49%	-17.96%
กำลังไฟฟ้าใช้งานรวมทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศเฉลี่ย	-12.14%	-12.79%

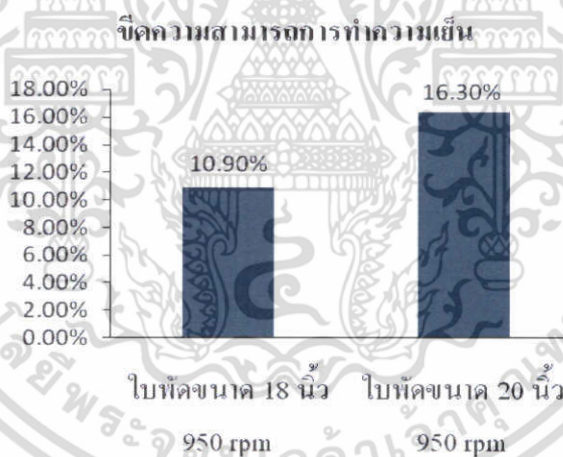
### 5.3.6 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อขีดความสามารถการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ



รูปที่ 5.21 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อขีดความสามารถการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

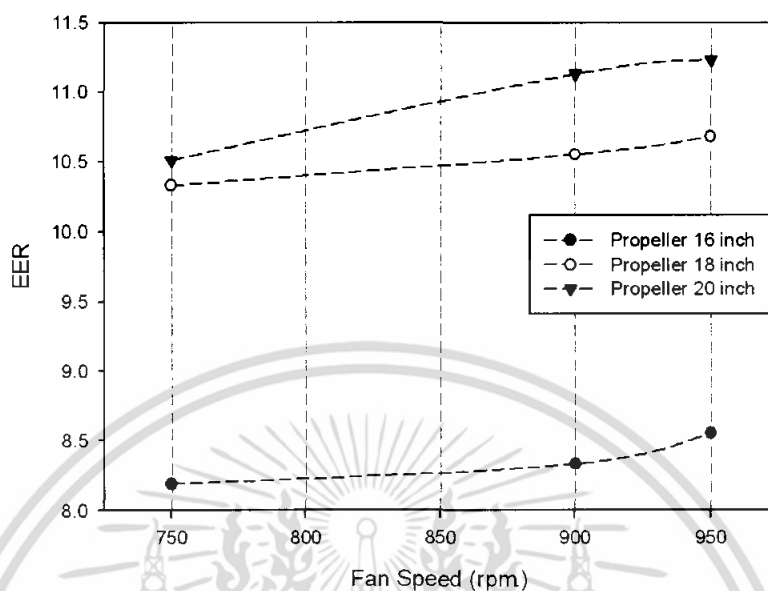
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.21 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อขีดความสามารถในการทำงาน โดยในการศึกษาได้ทำการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบการหมุนของใบพัดเท่ากับ 750, 900 และ 950 rpm. ตามลำดับ กับใบพัดที่มีพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16,18 และ 20 นิ้ว จากการศึกษาพบว่าเมื่อทำการเพิ่มความเร็วยรอบและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดจะส่งผลให้ขีดความสามารถในการทำงานของเครื่องปรับอากาศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ด้านทางออกของคอนเดนเซอร์มีค่าลดลง เนื่องจากอุณหภูมิที่ด้านทางออกของคอนเดนเซอร์มีค่าเท่ากับด้านทางเข้าของอีแวปอเรเตอร์ดังนั้นจึงเป็นผลให้ค่าผลต่างเอนทัลปีของสารทำความเย็นระหว่างทางเข้าและทางออกของอีแวปอเรเตอร์มีค่าเพิ่มขึ้น จึงทำให้อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนเพิ่มขึ้นตามด้วยเช่นกัน ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีของการทำความเย็น โดยหลังทำการปรับปรุงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดเมื่อเปรียบเทียบกับใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว ที่ความเร็วรอบ 900 rpm. พบว่ากรณีใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว ที่ความเร็วรอบ 950 rpm. ขีดความสามารถในการทำงานมีค่าเพิ่มขึ้น 10.9% กรณีใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ความเร็วรอบ 950 rpm. ขีดความสามารถในการทำงานมีค่าเพิ่มขึ้น 16.3% แสดงได้ดังรูปที่ 5.22



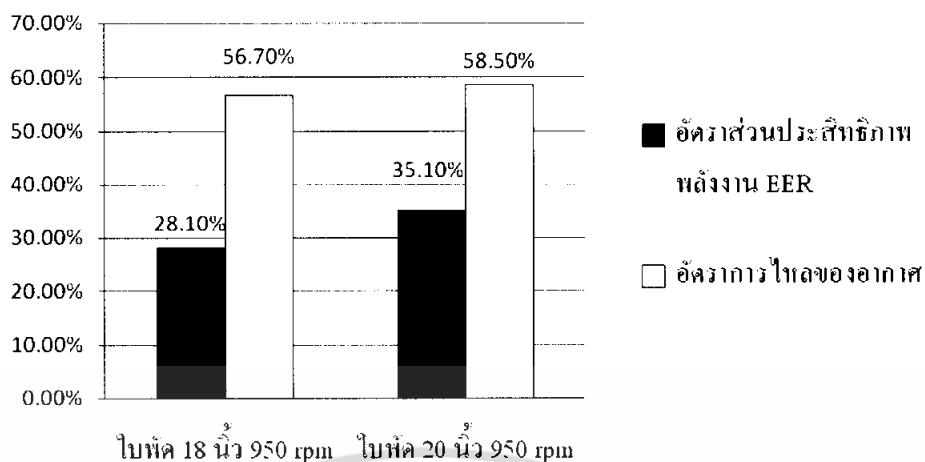
รูปที่ 5.22 เปรียบเทียบค่าขีดความสามารถในการทำงานของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว และ 20 นิ้ว เทียบกับใบพัดขนาด 16 นิ้ว

### 5.3.7 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER.



รูปที่ 5.23 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER.

รูปที่ 5.23 อิทธิพลของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดต่อค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER. โดยในการศึกษาได้ทำการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบการหมุนของใบพัดเท่ากับ 750, 900 และ 950 rpm. ตามลำดับ กับใบพัดที่มีพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16, 18 และ 20 นิ้ว จากการศึกษาพบว่าเมื่อทำการเพิ่มความเร็วรอบและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดจะส่งผลให้ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER. มีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากกำลังไฟฟ้าที่ใช้รวมของเครื่องปรับอากาศมีค่าลดลง และขีดความสามารถการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศมีค่าเพิ่มขึ้น โดยหลังทำการปรับปรุงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดเมื่อเปรียบเทียบกับใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว ที่ความเร็วรอบ 900 rpm. พบว่ากรณีใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว ที่ความเร็วรอบ 950 rpm. ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER. มีค่าเพิ่มขึ้น 28.1% กรณีใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ความเร็วรอบ 950 rpm. ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER. มีค่าเพิ่มขึ้น 35.1% โดยมีค่าเท่ากับ 11.2 แสดงได้ดังรูปที่ 5.24



รูปที่ 5.24 เปรียบเทียบอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER และอัตราการไหล ของพัด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว และ 20 นิ้ว เทียบกับพัดขนาด 16 นิ้ว

#### 5.4 การศึกษาอิทธิพลของมุมมองศาใบพัดที่มีผลต่อสมรรถนะของ เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

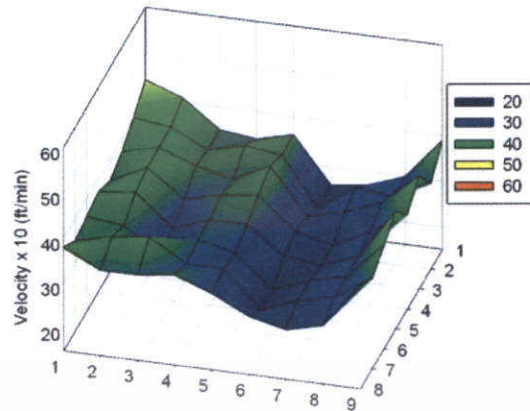
ในการศึกษาได้ทำการทดสอบเปรียบเทียบใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว มุมองศาใบพัด 20 องศา และใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ทำการปรับปรุงเพิ่มมุมองศาใบพัดเป็น 30 องศา โดยทำการปรับความเร็วรอบในการหมุนของใบพัดที่ความเร็วรอบ 750, 900 และ 950 rpm ควบคุมไปด้วย เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลต่อสมรรถนะของ เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนในด้านต่างๆ เช่น อุณหภูมิของสารทำความเย็น ความดันของ สารทำความเย็น อุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์คอนเดนซิ่ง ชีตความสามารถทำความเย็น กำลังไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้และอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน(EER)

##### 5.4.1 การศึกษาอิทธิพลของมุมมองศาใบพัดและความเร็วรอบที่มีผลต่ออัตราการไหลของอากาศผ่านคอยล์ที่ชุดคอนเดนซิ่ง

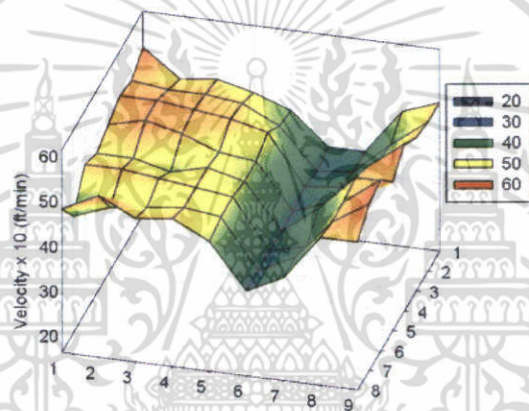
ในการศึกษาได้ติดตั้งชุดคอนเดนซิ่งและอุปกรณ์สำหรับหาค่าอัตราการไหลของอากาศ ที่ไหลผ่านคอยล์คอนเดนซิ่งคอยล์ โดยทำการตีตารางแบ่งพื้นที่คอยล์ออกเป็นพื้นที่เล็กๆ ขนาด 10 x 10 เซนติเมตร เพื่อวัดอัตราการไหลในแต่ละจุดของพื้นที่คอยล์ แล้วนำค่าที่ได้ไป ใช้คำนวณหาค่าอัตราการไหลเฉลี่ยของอากาศ ในการศึกษาได้ทำการเปรียบเทียบอัตราการไหลของอากาศผ่านคอยล์ของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว มุมองศาใบพัด 20 องศา และใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ทำการปรับปรุงเพิ่มมุมองศาใบพัดเป็น 30 องศา โดยทำการปรับความเร็วรอบในการหมุนของใบพัดที่ความเร็วรอบ 750, 900 และ 950 rpm ควบคุมไปด้วย ผลการศึกษาลักษณะความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์ แสดงได้ดังรูปที่

5.25, รูปที่ 5.26 และรูปที่ 5.27

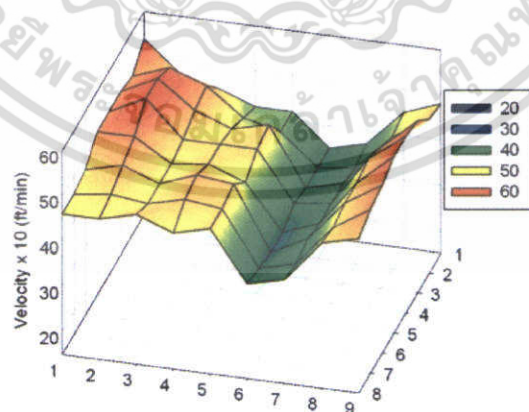
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.25 ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอลย์ ใบพัดขนาด 20 นิ้ว มุมองศาใบพัด 30 องศา ความเร็วรอบ 750 rpm.

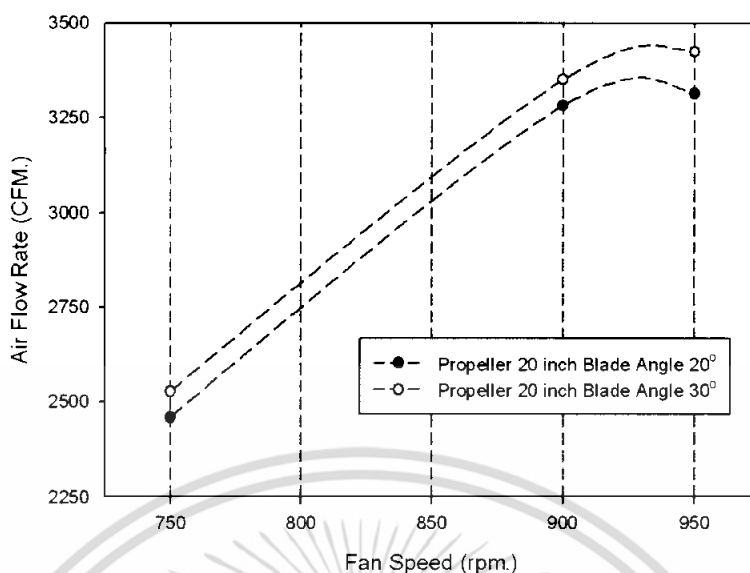


รูปที่ 5.26 ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอลย์ ใบพัดขนาด 20 นิ้ว มุมองศาใบพัด 30 องศา ความเร็วรอบ 900 rpm.



รูปที่ 5.27 ความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านคอลย์ ใบพัดขนาด 20 นิ้ว มุมองศาใบพัด 30 องศา ความเร็วรอบ 950 rpm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.28 อิทธิพลของมุมมองศabaseพัดและความเร็วรอบที่มีผลต่ออัตราการไหลของอากาศผ่านคอลล์ที่ชุดคอนเดนซิ่ง

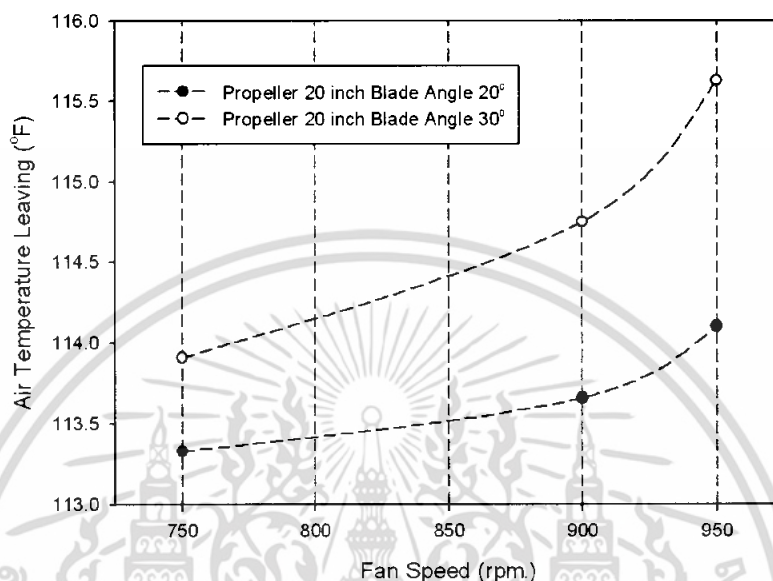
รูปที่ 5.28 อิทธิพลของมุมมองศabaseพัดและความเร็วรอบที่มีผลต่ออัตราการไหลของอากาศผ่านคอลล์ที่ชุดคอนเดนซิ่ง โดยในการศึกษาพบว่าเมื่อทำการเพิ่มความเร็วยรอบในการหมุนของใบพัดจะส่งผลให้อัตราการไหลของอากาศที่ไหลผ่านคอลล์มีค่าเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นไปตามกฎความสัมพันธ์ของพัดลม(Fan's Law) และเมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว มุมองศาใบพัด 20 องศา ที่ยังไม่ได้ทำการปรับปรุงกับใบพัดที่ได้ทำการปรับปรุงเพิ่มมุมมองศabaseพัดเป็น 30 องศา พบว่าอัตราการไหลของอากาศที่ไหลผ่านคอลล์มีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งพบว่าใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ได้ทำการปรับปรุงมุมมองศabaseพัด ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 950 rpm มีค่าอัตราการไหลเฉลี่ยของอากาศสูงสุดเท่ากับ 3424.76 CFM

#### 5.4.2 อิทธิพลของมุมมองศabaseพัดต่ออุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านคอลล์ที่ชุดคอนเดนซิ่ง

รูปที่ 5.29 อิทธิพลของมุมมองศabaseพัดต่ออุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านคอลล์ที่ชุดคอนเดนซิ่ง โดยในการศึกษาได้ทำการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบการหมุนของใบพัดเท่ากับ 750, 900 และ 950 rpm. ตามลำดับ กับใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว มุมองศาใบพัด 20 องศา และ 20 นิ้ว ที่ทำการปรับปรุงเพิ่มมุมมองศabaseพัดเป็น 30 องศา ในการทดสอบได้ทำการควบคุมสภาวะของอากาศที่ด้านทางเข้าคอนเดนเซอร์ให้คงที่ จากการศึกษพบว่าเมื่อทำการเพิ่มความเร็วยรอบจะส่งผลให้อุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านชุดคอนเดนเซอร์ที่ด้านทางออกมีค่าเพิ่มขึ้น และใบพัดที่ได้ทำการปรับปรุงเพิ่มมุมมองศabaseพัดมีค่าอุณหภูมิของอากาศที่ด้านทางออกสูงกว่าใบพัดไม่ได้ทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

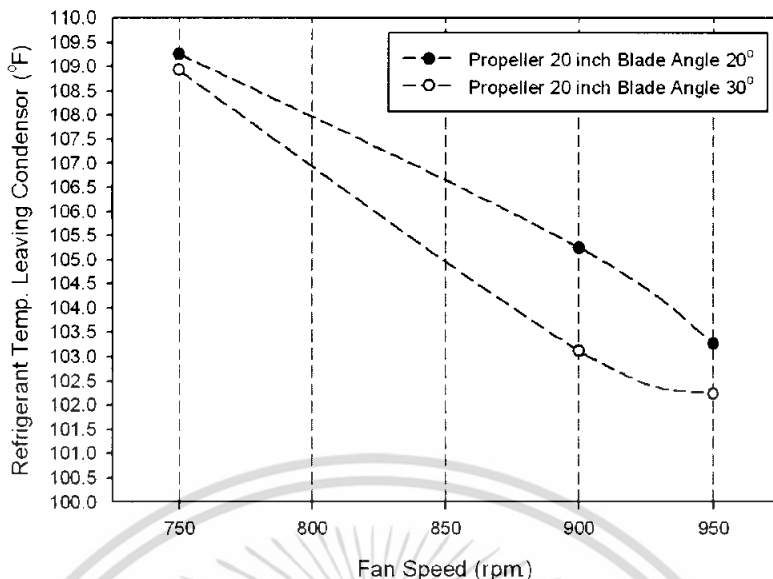
ปรับปรุงมุมมองคาใบพัด ซึ่งพบว่าใบพัดขนาดผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ได้ทำการปรับปรุงเพิ่มมุมมองคาใบพัด ที่ความเร็วรอบ 950 rpm. มีค่าอุณหภูมิของอากาศสูงสุดเท่ากับ 115.63 °F ซึ่งสอดคล้องกับอัตราการไหลเฉลี่ยของอากาศที่มีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน



รูปที่ 5.29 อิทธิพลของมุมมองคาใบพัดที่มีผลต่ออุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านคอลล์ที่ชุดคอนเดนเซอร์

#### 5.4.3 อิทธิพลของมุมมองคาใบพัดต่ออุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ด้านทางออกของคอนเดนเซอร์

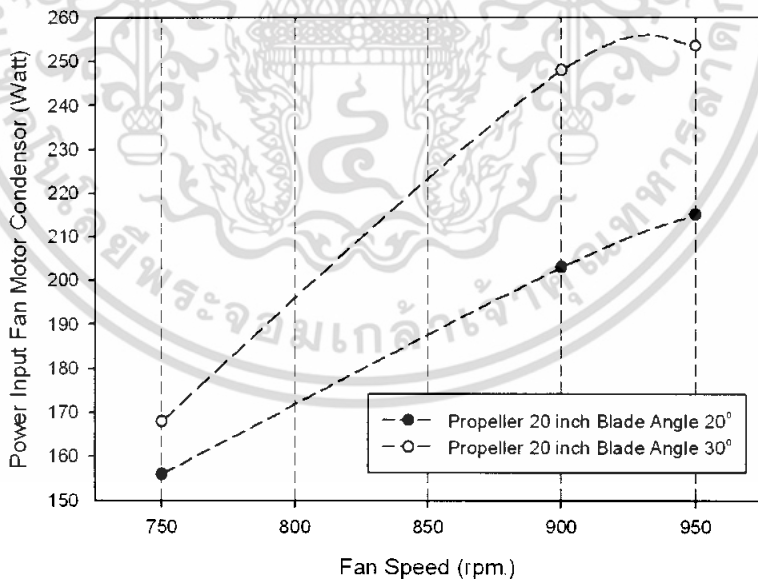
รูปที่ 5.30 อิทธิพลของมุมมองคาใบพัดต่ออุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ด้านทางออกของคอนเดนเซอร์ โดยในการศึกษาได้ทำการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบการหมุนของใบพัดเท่ากับ 750, 900 และ 950 rpm. ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่าเมื่อทำการเพิ่มความเร็วรอบและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดจะส่งผลให้อุณหภูมิสารทำความเย็นที่ด้านทางออกของคอนเดนเซอร์มีค่าลดลง และใบพัดที่ได้ทำการปรับปรุงเพิ่มมุมมองคาใบพัดมีค่าอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ด้านทางออกของคอนเดนเซอร์มีค่าต่ำกว่าใบพัดไม่ได้ทำการปรับปรุงมุมมองคาใบพัด ซึ่งเป็นผลมาจากอัตราการไหลเฉลี่ยของอากาศที่มีค่าเพิ่มขึ้นทำให้สามารถเพิ่มอัตราการถ่ายเทความร้อนออกจากสารทำความเย็นไปสู่อากาศได้ดีขึ้นเช่นกัน ซึ่งพบว่าอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ด้านทางออกของคอนเดนเซอร์มีค่าต่ำสุดที่กรณีใบพัดขนาดผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ได้ทำการปรับปรุงเพิ่มมุมมองคาใบพัด ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 950 rpm. ซึ่งมีค่าเท่ากับ 102.24 °F



รูปที่ 5.30 อิทธิพลของมุมมองศาใบพัดที่มีผลต่ออุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ด้านทางออกของคอนเดนเซอร์

5.4.4 อิทธิพลของมุมมองศาใบพัดต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของมอเตอร์พัดลมชุดคอน

เดนซิ่ง

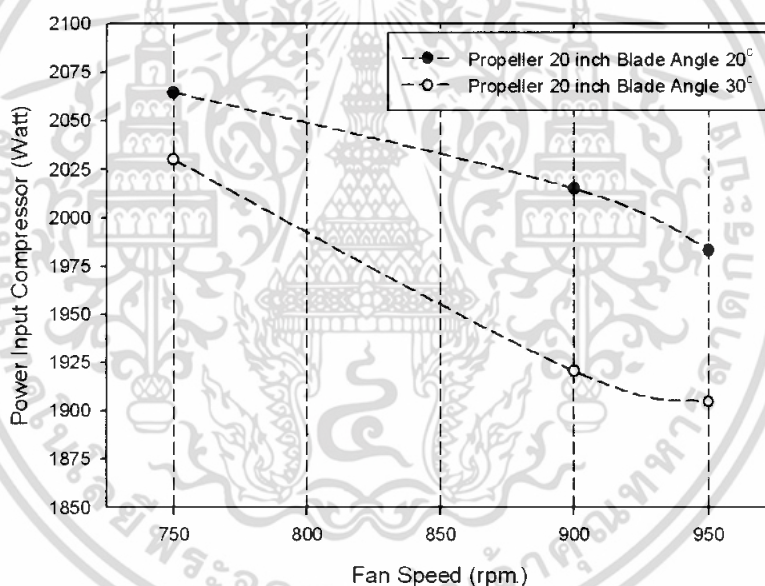


รูปที่ 5.31 อิทธิพลของมุมมองศาใบพัดที่มีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของมอเตอร์พัดลมชุดคอนเดนซิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.31 อธิบายผลของมุมมองศาใบพัดต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของมอเตอร์พัดลมชุดคอนเดนซึ่ง โดยในการศึกษาได้ทำการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบการหมุนของใบพัดเท่ากับ 750, 900 และ 950 rpm. ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่าเมื่อทำการเพิ่มความเร็วรอบจะส่งผลให้มอเตอร์พัดลมต้องเพิ่มภาระในการทำงานมากขึ้น โดยสังเกตได้จากค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของมอเตอร์มีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน เนื่องจากกำลังเพลลาขับของมอเตอร์จะเพิ่มขึ้นแปรผันตามความเร็วรอบการหมุน และอัตราการไหล ซึ่งสอดคล้องกับกฎความสัมพันธ์ของพัดลม(Fan's Law) และจากการศึกษาพบว่าใบพัดขนาดผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ได้ทำการปรับปรุงเพิ่มมุมมองศาใบพัดมีค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของมอเตอร์สูงกว่าใบพัดไม่ได้ทำการปรับปรุงมุมมองศาใบพัด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทศพร วรกลม[5]

#### 5.4.5 อธิบายผลของมุมมองศาใบพัดต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของคอมเพรสเซอร์



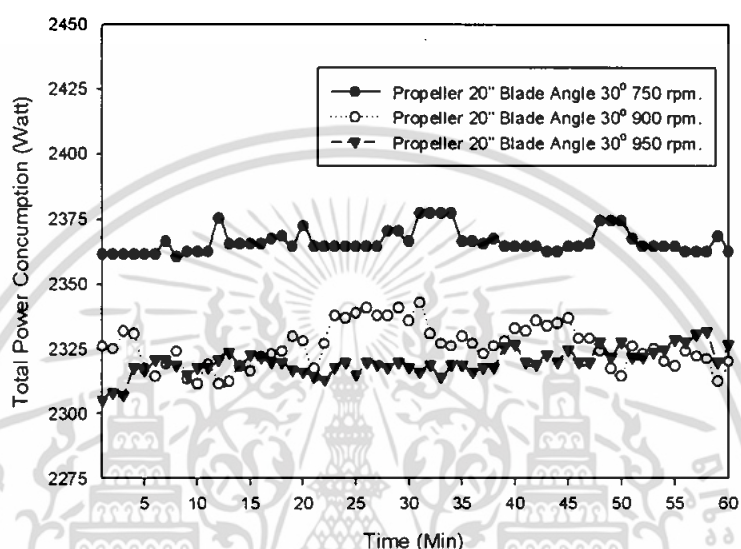
รูปที่ 5.32 อธิบายผลของมุมมองศาใบพัดที่มีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของคอมเพรสเซอร์

รูปที่ 5.32 แสดงอธิบายผลของมุมมองศาใบพัดต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของคอมเพรสเซอร์ โดยในการศึกษาได้ทำการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบการหมุนของใบพัดเท่ากับ 750, 900 และ 950 rpm. ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่าเมื่อทำการเพิ่มความเร็วรอบจะส่งผลให้กำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของคอมเพรสเซอร์มีแนวโน้มลดต่ำลง ซึ่งเป็นผลมาจากความดันของสารทำความเย็นที่ด้านทางอัดของคอมเพรสเซอร์มีค่าลดลง ส่งผลให้ความดันระหว่างคอนเดนเซอร์กับอีแวปอเรเตอร์มีค่าต่ำลงทำให้ลดภาระการทำงานของคอมเพรสเซอร์ลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มนูญ สุขตลอดกาล[2] และจากการศึกษาพบว่าที่ใบพัดขนาดผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ได้ทำการปรับปรุงเพิ่มมุมมองศาใบพัดมีค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของคอมเพรสเซอร์น้อยกว่าใบพัดไม่ได้

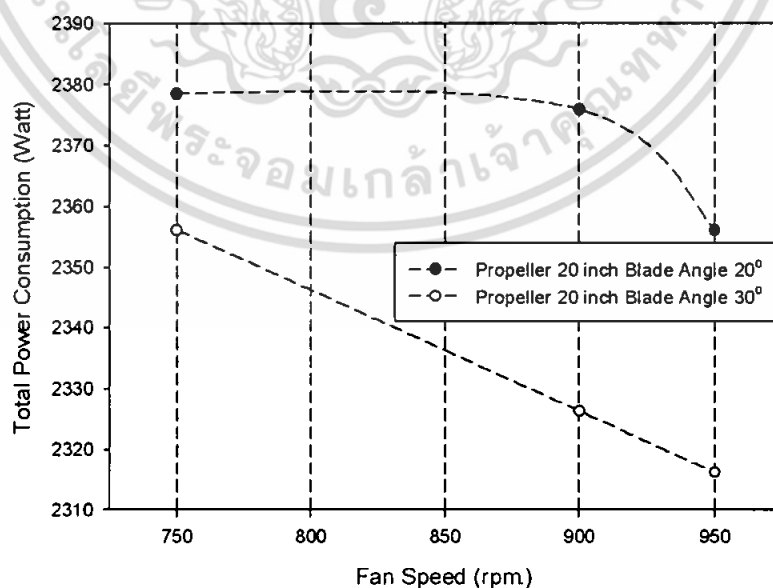
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการปรับปรุงมุมมองคาบพัด พบว่ากรณีใบพัดขนาดผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ได้ทำการปรับปรุงเพิ่มมุมมองคาบพัดเป็น 30 องศา ที่ความเร็วรอบเท่ากับ 950 rpm. ทำให้คอมเพรสเซอร์มีภาระการทำงานที่น้อยสุด โดยกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของคอมเพรสเซอร์มีค่าเท่ากับ 1904.71 Watt

#### 5.4.6 อิทธิพลของมุมมองคาบพัดต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศ



รูปที่ 5.33 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศเทียบกับเวลาของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว มุมมองคาบพัด 30 องศา

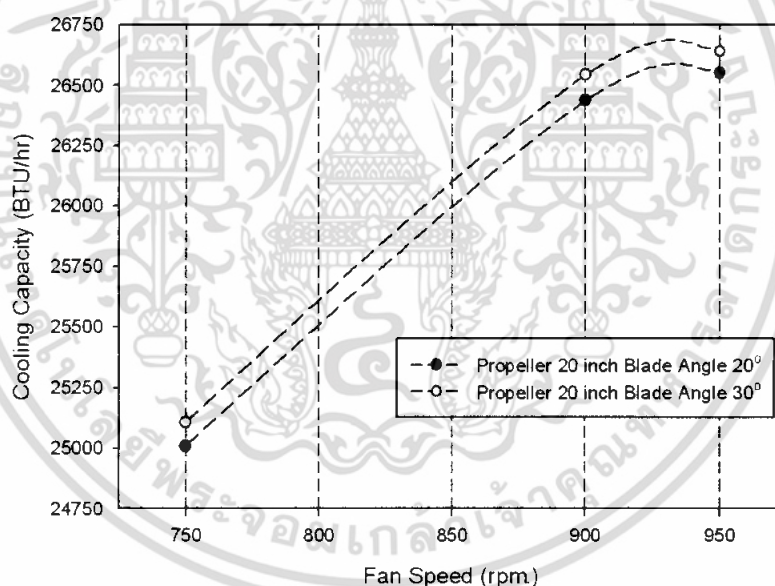


รูปที่ 5.34 อิทธิพลของมุมมองคาบพัดที่มีผลต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.34 แสดงอิทธิพลของมุมองศาใบพัดต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศ โดยในการศึกษาได้ทำการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบการหมุนของใบพัดเท่ากับ 750, 900 และ 950 rpm. ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่าเมื่อทำการเพิ่มความเร็วรอบและมุมองศาใบพัดจะส่งผลให้กำลังไฟฟ้าที่ใช้งานทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศมีค่าลดลง ในการเพิ่มความเร็วรอบของมอเตอร์พัดลมคอนเดนซิ่งและการปรับปรุงมุมองศาใบพัดลมทำให้กำลังไฟฟ้าในส่วนมอเตอร์พัดลมคอนเดนซิ่งมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของคอมเพรสเซอร์ที่มีค่าลดลงแล้ว มีผลกับค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้งานรวมของเครื่องปรับอากาศน้อยกว่า ซึ่งเมื่อได้ทำการพิจารณาค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้งานเฉลี่ยก่อนทำการปรับปรุงมุมองศาใบพัดลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว และหลังทำการปรับปรุงเพิ่มมุมองศาของใบพัดลมเป็น 30 องศา มีค่ากำลังไฟฟ้ามอเตอร์พัดลมคอนเดนซิ่งเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 1.34% ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของคอมเพรสเซอร์เฉลี่ยลดลงเท่ากับ 2.92%

#### 5.4.7 อิทธิพลของมุมองศาใบพัดต่อขีดความสามารถทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

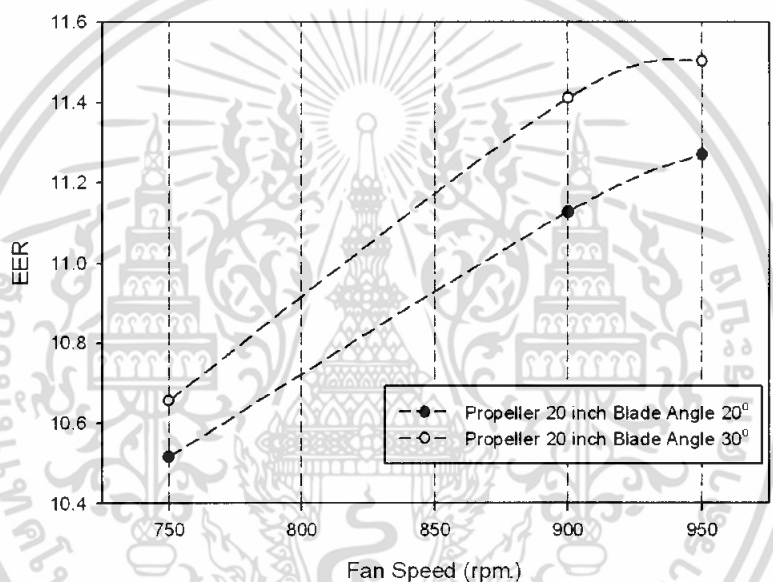


รูปที่ 5.35 อิทธิพลของมุมองศาใบพัดที่มีผลต่อขีดความสามารถทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

รูปที่ 5.35 อิทธิพลของมุมองศาใบพัดต่อขีดความสามารถทำความเย็น โดยในการศึกษาได้ทำการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบการหมุนของใบพัดเท่ากับ 750, 900 และ 950 rpm. ตามลำดับ กับใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ไม่ได้ทำการปรับปรุงมุมองศาใบพัดลม และใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ได้ทำการเพิ่มมุมองศาใบพัดลม จากการศึกษาพบว่าเมื่อทำการเพิ่มความเร็วรอบจะส่งผลให้ขีดความสามารถทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่ด้านทางออกของเอกสแตร์นี้เป็นเอกสแตร์ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอนเดนเซอร์มีค่าลดลง เนื่องจากอุณหภูมิที่ด้านทางออกของคอนเดนเซอร์มีค่าเท่ากับด้านทางเข้าของอีแวปอเรเตอร์ดังนั้นจึงเป็นผลให้ค่าผลต่างเอนทาลปีของสารทำความเย็นระหว่างทางเข้าและทางออกของอีแวปอเรเตอร์มีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนเพิ่มขึ้นตามด้วยเช่นกัน ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีของการทำความเย็น โดยหลังทำการปรับปรุงมุมมองคาใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว เมื่อเปรียบเทียบกับใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ก่อนทำการปรับปรุง พบว่าขีดความสามารถการทำความเย็นมีค่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.37%

5.4.8 อิทธิพลของมุมมองคาใบพัดต่อค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER.



รูปที่ 5.36 อิทธิพลของมุมมองคาใบพัดที่มีผลต่อค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER.

รูปที่ 5.36 อิทธิพลของมุมมองคาใบพัดต่อค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER. โดยในการศึกษาได้ทำการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบการหมุนของใบพัดเท่ากับ 750, 900 และ 950 rpm. ตามลำดับ กับใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ไม่ได้ทำการปรับปรุงมุมมองคาใบพัดและใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ได้ทำการเพิ่มมุมมองคาใบพัด จากการศึกษพบว่าเมื่อทำการเพิ่มความเร็วรอบและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดจะส่งผลให้ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER. มีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานรวมของเครื่องปรับอากาศมีค่าลดลง และขีดความสามารถการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศมีค่าเพิ่มขึ้น โดยหลังทำการปรับปรุงมุมมองคาใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว เมื่อเปรียบเทียบกับใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ก่อนทำการปรับปรุง พบว่าค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER. มีค่าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.98% โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 11.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 6

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

#### 6.1 บทสรุป

ในวิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษการเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 25,000 Btu/h ด้วยวิธีการปรับปรุงอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ชุดคอนเดนซึ่งโดยการปรับเปลี่ยนใบพัดให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพิ่มขึ้น และปรับปรุงมุมเพิ่มองศาของใบพัด โดยทำการปรับเปลี่ยนเงื่อนไขการทดสอบต่างๆ ตามที่ได้แสดงไว้ในบทที่ 5 สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. การปรับปรุงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดลมที่ชุดคอนเดนซึ่ง ซึ่งได้ทำการทดสอบเครื่องปรับอากาศตามมาตรฐาน มอก.1155-2536 และ ARI.210/240-84 จากการศึกษาพบว่าสามารถเพิ่มขีดความสามารถการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศได้ โดยพบว่ากรณีใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว ที่ความเร็วรอบ 950 rpm. จะให้ขีดความสามารถการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศเท่ากับ 25,320 BTU/hr ซึ่งมีค่าเพิ่มจากก่อนทำการปรับปรุง 10.9% กรณีใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ความเร็วรอบ 950 rpm. จะให้ขีดความสามารถการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศเท่ากับ 26,553 BTU/hr ซึ่งมีค่าเพิ่มจากก่อนทำการปรับปรุง 16.3%

2. การปรับปรุงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดลมที่ชุดคอนเดนซึ่ง ซึ่งได้ทำการทดสอบเครื่องปรับอากาศตามมาตรฐาน มอก.1155-2536 และ ARI.210/240-84 จากการศึกษาพบว่าสามารถลดกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานรวมทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศลงได้ ซึ่งเป็นผลมาจากกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของคอมเพรสเซอร์มีค่าลดลง โดยพบว่ากรณีใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว ที่ความเร็วรอบ 950 rpm. จะใช้กำลังไฟฟ้าที่ใช้งานรวมทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศเท่ากับ 2,370.9 Watt ซึ่งมีค่าลดลงจากก่อนทำการปรับปรุง 13.4% กรณีใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ความเร็วรอบ 950 rpm. จะใช้กำลังไฟฟ้าที่ใช้งานรวมทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศเท่ากับ 2,356.17 Watt ซึ่งมีค่าลดลงจากก่อนทำการปรับปรุง 16.1%

3. การปรับปรุงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดลมที่ชุดคอนเดนซึ่ง ซึ่งได้ทำการทดสอบเครื่องปรับอากาศตามมาตรฐาน มอก.1155-2536 และ ARI.210/240-84 จากการศึกษาพบว่าสามารถเพิ่มค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER.ได้ ซึ่งเป็นผลมาจากกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานรวมทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศมีค่าลดลง และขีดความสามารถการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศมีค่าเพิ่มขึ้น โดยพบว่ากรณีใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 นิ้ว ที่ความเร็วรอบ 950 rpm. จะให้ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER. ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องปรับอากาศเท่ากับ 10.6 ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นจากก่อนทำการปรับปรุง 28.1% กรณีใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ความเร็วรอบ 950 rpm. จะให้ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER. ของเครื่องปรับอากาศเท่ากับ 11.2 ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นจากก่อนทำการปรับปรุง 35.1%

4.การปรับปรุงมุมมองของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ชุดคอนเดนซึ่ง ซึ่งได้ทำการทดสอบเครื่องปรับอากาศตามมาตรฐาน มอก.1155-2536 และ ARI.210/240-84 จากการศึกษาพบว่าสามารถเพิ่มขีดความสามารถการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศได้ โดยพบว่ากรณีใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ได้ทำการปรับปรุงเพิ่มมุมมองของใบลม ที่ความเร็วรอบ 950 rpm. จะให้ขีดความสามารถการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศเท่ากับ 26,640 BTU/hr ซึ่งมีค่าเพิ่มจากก่อนทำการปรับปรุง 0.32%

5.การปรับปรุงมุมมองของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ชุดคอนเดนซึ่ง ซึ่งได้ทำการทดสอบเครื่องปรับอากาศตามมาตรฐาน มอก.1155-2536 และ ARI.210/240-84 จากการศึกษาพบว่าสามารถลดกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานรวมทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศลงได้ ซึ่งเป็นผลมาจากกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของคอมเพรสเซอร์มีค่าลดลง โดยพบว่ากรณีใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ได้ทำการปรับปรุงเพิ่มมุมมองของใบลม ที่ความเร็วรอบ 950 rpm. จะใช้กำลังไฟฟ้าที่ใช้งานรวมทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศเท่ากับ 2,316.21 Watt ซึ่งมีค่าลดลงจากก่อนทำการปรับปรุง 1.69%

6.การปรับปรุงมุมมองของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ชุดคอนเดนซึ่ง ซึ่งได้ทำการทดสอบเครื่องปรับอากาศตามมาตรฐาน มอก.1155-2536 และ ARI.210/240-84 จากการศึกษาพบว่าสามารถเพิ่มค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER. ได้ ซึ่งเป็นผลมาจากกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานรวมทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศมีค่าลดลง และขีดความสามารถการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศมีค่าเพิ่มขึ้น โดยพบว่ากรณีใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ได้ทำการปรับปรุงเพิ่มมุมมองของใบลม ที่ความเร็วรอบ 950 rpm. จะให้ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER. ของเครื่องปรับอากาศเท่ากับ 11.5 ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นจากก่อนทำการปรับปรุง 2.05%

## 6.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองและสรุปผลการทดลองพบว่าการปรับปรุงและพัฒนาในส่วนของการเพิ่มอัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนของชุดคอนเดนซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ และช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานได้ ซึ่งเป็นการส่งเสริมการใช้พลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด และช่วยประหยัดเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าที่นับวันยังมีราคาแพงขึ้น งานวิจัยนี้ได้มีข้อเสนอแนะให้กับผู้ที่จะนำไปเป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาเครื่องปรับอากาศเพื่อการประหยัดพลังงานดังต่อไปนี้

1. จากผลการศึกษาค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้งานรวมทั้งหมดของเครื่องปรับอากาศ พบว่าโดยส่วนใหญ่มาจากกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของคอมเพรสเซอร์ ซึ่งถ้าสามารถหาวิธีที่ทำให้คอมเพรสเซอร์มีภาระการทำงานลดลงได้ น่าจะทำให้ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER. มีค่าเพิ่มมากขึ้นได้

2. จากลักษณะของค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของมอเตอร์พัดลมชุดคอนเดนซึ่ง ถ้าทำให้ใบพัดลมของชุดคอนเดนซึ่งมีน้ำหนักลดลง น่าจะทำให้ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้งานของมอเตอร์ใบพัดลมของชุดคอนเดนซึ่งมีค่าลดลงได้ ซึ่งจะมีผลทำให้ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน EER. มีค่าเพิ่มขึ้นได้เช่นกัน

## บรรณานุกรม

- [1] ณะกิตต์ ภาภักดิ์ "การประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบลิควิด-ซัคชั่น" วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณบุรี. 2546.
- [2] มนูญ สุขตลอดกาล "การระบายความร้อนที่คอนเดนเซอร์ของเครื่องปรับอากาศโดยการใช้ น้ำ และอากาศเป็นตัวระบาย" วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณบุรี. 2546.
- [3] ณพวุฒิ ฤทธิราชพงศ์ "ผลของการปรับขนาดพัดลมที่มีผลต่อสมรรถนะของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน" วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณบุรี. 2549.
- [4] ชาตรี บ้านเกาะ, วีระพล โมนยะกุล, ศิริชัย เทพา และ สุกิจ นิตินัย "การประหยัดพลังงานในเครื่องปรับอากาศทั่วไปด้วยอินเวอร์เตอร์เฟลเดียว" วารสารวิจัยและพัฒนา มจร., ปีที่ 28, ฉบับที่ 1 2548.
- [5] ทศพร วรกลม "อิทธิพลของมุมใบพัดของพัดลมไหลแนวแกนที่มีผลต่อพลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้กับพัดลมและสมรรถนะในการระบายความร้อนของหอหล่อเย็นแบบไหลสวนทาง" วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2550.
- [6] Mathur, A.C. and Kaushik, S.C., 1994, "Energy Saving through Evaporatively Cooled Condenser Air in Conventional Air-conditioning units", Ambient Energy, Vol.15, No.2, pp.78-86
- [7] Manskr, K.A., Reindl, D.T. and Klein, S.A., 2001, "Evaporative Condenser Control in Industrial Refrigeration Systems" , Refrigeration, Vol.24, pp.676-691
- [8] Wiliam, H.Severns and Julian R.Fellows., 1985, "Air Conditioning and Refrigeration" ,John Wileys and Sons Inc. , New York, pp.563.

- [9] ญาณวุฒิ สุพิชญางกูร “การศึกษาพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์ในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ.” วารสารโลกพลังงาน ฉบับที่ 12 (กรกฎาคม-กันยายน 2544), หน้า 9-16
- [10] สันติ เกื้อกูลกิจการ “การปรับปรุง EER ของเครื่องปรับอากาศชนิดติดผนังห้อง” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 2530.
- [11] Carrier Air Conditioning Company, 1965, “Hanbook of Air Conditioning Design”, New YorkMcGraw-Hill, pp. 115-135.
- [12] American Society of Heating and Air Conditioning Engineering, Inc., 1985, ASHRAE Fundamentals Handbook 1985, Georgia, ASHRAE, pp. 22, 1-22.7.
- [13] Roy J. Dossat, “Principle of Refrigeration”, Prentice-Hill Interational Inc. , 1997.
- [14] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2536, เครื่องปรับอากาศสำหรับห้องแบบแยกส่วน ระบายความร้อนด้วยอากาศ, 19 หน้า.
- [15] วิทยา ยงเจริญ และ ธนู วิบูลยานนท์, 2539, “พื้นฐานการทำความเย็นและปรับอากาศภาคทฤษฎี”, พิมพ์ครั้งที่ 4, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น
- [16] สมศักดิ์ สุโมตยกุล. “หลักการงานและเทคนิคการตรวจสอบเครื่องทำความทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ”, พิมพ์ครั้งที่1, สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2533.
- [17] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2552, “คู่มือ โครงการฉลากประหยัดไฟฟ้า เบอร์ 5 เครื่องปรับอากาศ”, 48 หน้า.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก.  
ตัวอย่างการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การคำนวณหาอัตราการไหลเฉลี่ยผ่านคอลย์คอนเดนซิ่ง

ตัวอย่างการคำนวณอัตราการไหลเฉลี่ยของอากาศที่ไหลผ่านคอนเดนซิ่งคอลย์ ของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว ที่ความเร็วรอบในการหมุนของใบพัด 750 rpm.

อัตราการไหลสามารถประมาณได้จากอัตราการไหลเฉลี่ย ซึ่งสามารถพิจารณาได้จาก

$$\bar{Q} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Q_i$$

สมมติให้ความเร็วของของไหลแต่ละพื้นที่เล็กๆ เท่ากันตลอดทั้งพื้นที่ และความเร็วของแต่ละจุดสามารถทำการวัดได้ ดังนั้นอัตราการไหลเฉลี่ยสามารถคำนวณได้จาก

$$Q = A/N (V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + \dots + V_N)$$

Q คือ อัตราการไหลเฉลี่ยผ่านคอลย์ (CFM)

A = พื้นที่ผิวของคอลย์ (ft<sup>2</sup>) = 7.55 ft<sup>2</sup>

V = ความเร็วที่ทำการวัดได้ในแต่ละตำแหน่ง (ft/min)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	12	11	12	11	11	8	10	11	11
2	11	13	13	12	12	7	9	10	11
3	12	12	13	12	12	7	9	10	12
4	11	12	13	12	12	7	8	11	12
5	12	12	13	11	10	7	8	11	13
6	12	12	12	11	11	7	7	11	12
7	12	12	12	12	10	7	7	12	10
8	11	13	12	13	11	8	8	12	13

N = จำนวนพื้นที่ที่ทำการแบ่งเป็นพื้นที่เล็กๆ = 72

$$Q = 7.55/72 \times (779 \times 10)$$

$$Q = 816.87 \text{ CFM}$$

**การคำนวณหาขีดความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของเครื่องปรับอากาศ**  
 ขีดความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของเครื่องปรับอากาศสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$Q_c = 4.45 \times \text{CFM} \times \Delta H$$

$Q_c$  คือ ขีดความสามารถการทำความเย็นรวมสุทธิของเครื่องปรับอากาศที่ทดสอบ (BTU/hr)

4.45 = ค่าคงที่ที่ใช้ในการคำนวณขีดความสามารถในการทำความเย็น

CFM = อัตราการไหลเวียนของอากาศ ของชุดแฟนคอยล์ยูนิต ( $\text{ft}^3/\text{min}$ )

$\Delta H$  = ผลต่างของเอนทัลปีของอากาศก่อนเข้าและหลังออกจากชุดแฟนคอยล์ยูนิต (BTU/lb)

จากเงื่อนไขการทดสอบกรณีใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว ที่ความเร็วรอบในการหมุนของใบพัด 750 rpm. จะได้ค่าต่างๆดังนี้

$$T_{in \text{ db}} = 79.96^\circ \text{F}$$

$$T_{out \text{ db}} = 57.49^\circ \text{F}$$

$$T_{in \text{ wb}} = 65.73^\circ \text{F}$$

$$T_{out \text{ wb}} = 56.9^\circ \text{F}$$

$$h_{in} = 30.508 \text{ Btu/lb}$$

$$h_{out} = 24.466 \text{ Btu/lb}$$

$$\text{CFM} = 835 \text{ ft}^3/\text{min}$$

แทนค่า

$$Q_c = 4.45 \times 835 \times (30.508 - 24.466)$$

$$Q_c = 22,452 \text{ BTU/hr}$$

### การคำนวณอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน(EER)

อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$EER = \frac{Q_c}{Q_p} \times 3,412$$

EER = อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน ,  $\frac{\text{BTU/hr}}{W}$

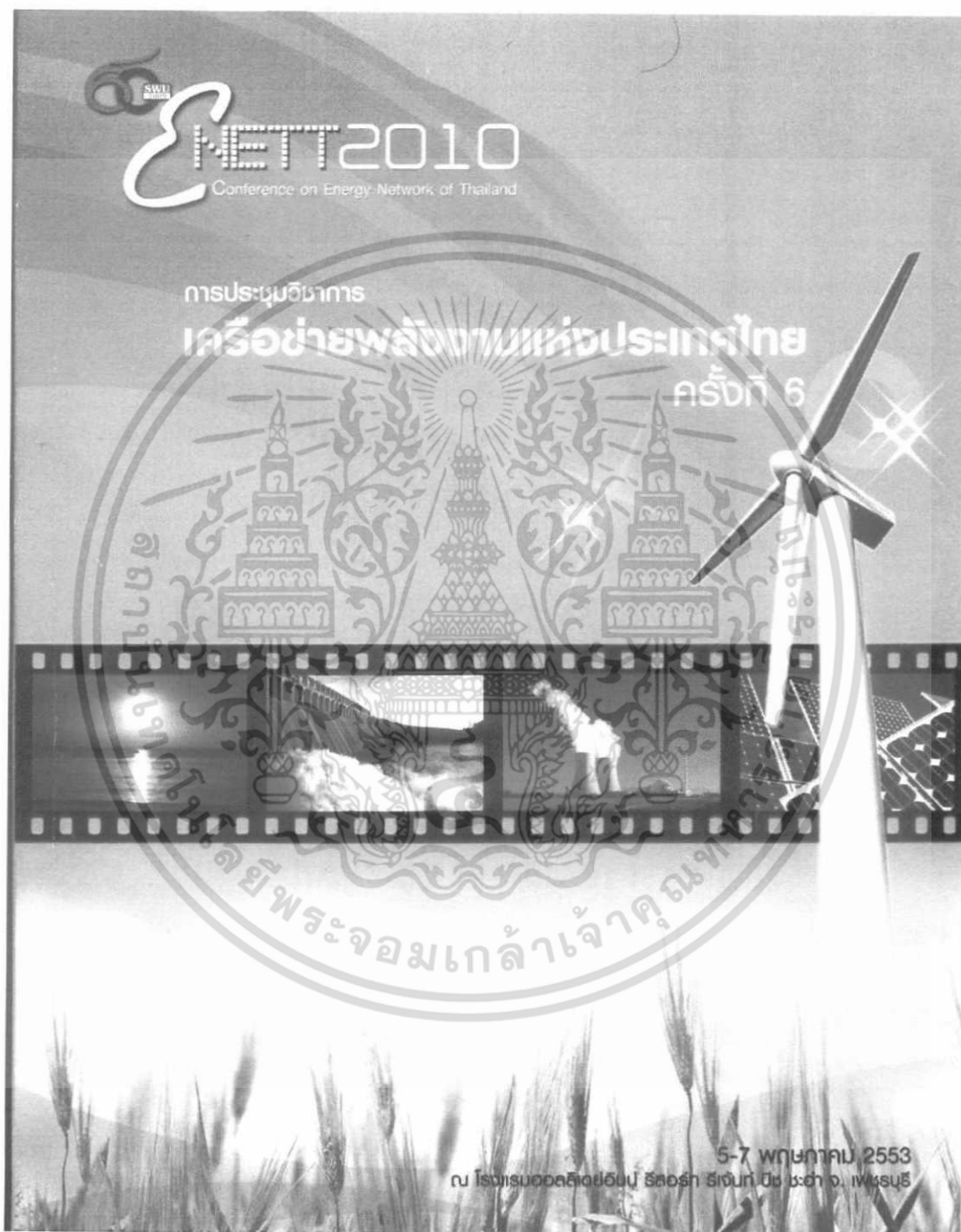
$Q_E$  = อัตราความร้อนที่ได้รับจากระบบ (W)

$Q_p$  = พลังงานที่เข้าสู่ระบบ (W) = 2740.91 W

แทนค่า

$$EER = \frac{22,452}{2740.91} = 8.19$$

ภาคผนวก ข.  
ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลของการปรับขนาดพัดลมในชุดคอนเดนซิ่งที่มีผลต่อสมรรถนะของระบบปรับอากาศแบบ แยกส่วน

### Effect of Fan Sizing in Condensing Unit on Performance of Split-Type Air Conditioners

พิศลย์ จันทมุกดา และชินลักษ์ เรียรพงษ์

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
จังหวัดกรุงเทพ 10520 โทร 0-2737-3000 E-mail: cheer\_cd29@hotmail.com

Pisan Junmookda and Sinluk Thenpong

Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering, KMUTL, Bangkok 10520, Thailand

Tel: 0-2737-3000 E-mail: cheer\_cd29@hotmail.com

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 25,000 Btu/h วิธีการปรับปรุงอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ชุดคอนเดนซิ่งโดยการปรับเปลี่ยนใบพัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น และปรับปรุงมุมมองตาของใบพัด เปรียบเทียบผลการทดสอบกับประสิทธิภาพการทำความเย็น (EER) ของเครื่องปรับอากาศและกำลังไฟฟ้าที่ใช้ ซึ่งได้ทำการทดสอบภายใต้มาตรฐานมอก.1155-2536 ตามเงื่อนไข ARI.210/240-84 จากผลการทดสอบในห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศแบบไซโครเมตริกซึ่งมีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในห้องทดสอบทั้งทางด้านในและด้านนอก ให้คงที่ พบว่าเครื่องปรับอากาศที่ปรับปรุงโดยการปรับขนาดใบพัดในชุดคอนเดนซิ่งจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 16 นิ้ว เป็น 18 นิ้ว และ 20 นิ้ว จากผลการทดสอบพบว่าค่าประสิทธิภาพการทำความเย็น (EER) ของเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้นก่อนปรับเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดเท่ากับ 25.15% และ 36.07% ตามลำดับ ในการปรับมุมมองตาของใบพัดได้เลือกใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้วซึ่งมีค่าประสิทธิภาพการทำความเย็น (EER) สูงสุดมาทำการทดสอบเปรียบเทียบกับใบพัดแบบธรรมดาที่ไม่มีมีการปรับมุมมองตาใบพัด พบว่าใบพัดที่ได้มีการปรับปรุงมุมองศา มีค่าประสิทธิภาพการทำความเย็น (EER) เพิ่มขึ้น 2.00% ดังนั้นภายใต้ช่วงการทดสอบที่เป็นเงื่อนไขของงานวิจัยนี้สามารถสรุปได้ว่าการปรับปรุงและพัฒนาในส่วนของใบพัดของชุดคอนเดนซิ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

คำสำคัญ: ขนาดพัดลม/ชุดคอนเดนซิ่ง

#### Abstract

This paper will examine the increment in Cooling Energy Efficiency Ratio (EER) of a 25,000 Btu/h split-type air conditioner. The paper will also look into the Condensing Unit's heat transfer rate from modified propeller in size and angle, then compare it with the cooling Energy Efficiency Ratio and power consumption from the air conditioner TIS. 1155-2536 under ARI.210/240-84. The result from the lab has shown that Psychrometric air conditioner in controlled temperature and humidity environment both in door and out door has revealed that the modified air conditioner's performance will be more efficiency on energy cooling generation Energy Efficiency Ratio accordingly to its widen propeller size. The broader the propeller's diameter the more efficiency received modified 18 inch propeller will obtain 25.15% on Energy Efficiency, while modified 20 inch will obtain 36.07%, accordingly. For the modification of propeller's angle the paper used the highest energy efficiency generated 20 inch propeller to compare with ordinary unmodified propeller; which resulted to 2% efficiency increased in cooling energy generated from the modified propeller. Thus, it can be conclude that the modified propeller will provide more efficiency in cooling energy generation from air conditioner.

Key words; Propeller size/Condensing unit

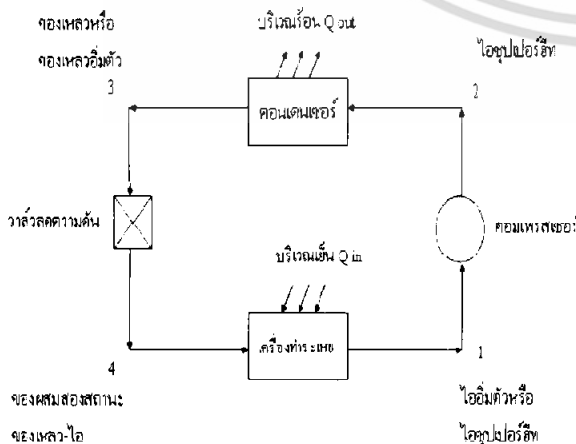
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา หรือข้อมูลอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บทนำ

เครื่องปรับอากาศเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าค่อนข้างสูง ผู้ใช้จึงต้องตระหนักถึงการจ่ายค่าไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้นจึงมีงานวิจัยหลายงานที่ศึกษาเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานให้กับเครื่องปรับอากาศ โดยที่งานวิจัยส่วนมากนั้นจะมุ่งเน้นไปที่การประหยัดพลังงานในส่วนคอมเพรสเซอร์ โดยปรับปรุงส่วนคอนเดนเซอร์และเครื่องระเหย และการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ แต่ไม่ได้กล่าวถึงส่วนสำคัญอีกส่วนของเครื่องปรับอากาศซึ่งก็คือ พัดลมที่ทำหน้าที่ระบายความร้อนของชุดคอนเดนเซอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญในการทำหน้าที่ระบายความร้อนหรือถ่ายเทความร้อนออกจากสารทำความเย็น

จากสภาพอากาศของประเทศไทยที่ตั้งอยู่ในเขตภูมิอากาศที่มีอากาศร้อนชื้นเกือบตลอดทั้งปี ซึ่งอากาศมีอุณหภูมิสูง ที่พักอาศัยและอาคารส่วนใหญ่จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อช่วยในการปรับอากาศภายในห้องที่ต้องการให้มีอุณหภูมิเย็นลงและทำให้ผู้พักอาศัยมีความสบาย เครื่องปรับอากาศขนาดเล็กที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air cooled, split type, Air conditioner) เนื่องจากอากาศที่ใช้ระบายความร้อนมีอุณหภูมิสูงซึ่งอยู่ทุกปี อุณหภูมิของอากาศนั้นมีผลกระทบต่อเครื่องปรับอากาศทำให้ประสิทธิภาพลดลงและมีการใช้กำลังไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น ถ้าสามารถทำให้ชุดคอนเดนเซอร์สามารถถ่ายเทความร้อนได้มากขึ้นกว่าปกติ จะทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศสูงขึ้นและการใช้กำลังไฟฟ้าลดลงได้ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศโดยการปรับขนาดใบพัดในชุดคอนเดนเซอร์จากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 16 นิ้ว เป็น 18 นิ้ว และ 20 นิ้ว และทำการปรับปรุงมุมมองของใบพัด

จากปัจจัยด้านการตลาดของเครื่องปรับอากาศที่มีการแข่งขันอย่างรุนแรงในปัจจุบัน ส่งผลให้ผู้ประกอบการต่างให้ความสำคัญกับกลยุทธ์ด้านราคาซึ่งต้องคำนึงถึงต้นทุนในการผลิตเครื่องปรับอากาศ ที่ต้องการให้เครื่องปรับอากาศที่ออกแบบและผลิตขึ้นมีประสิทธิภาพการให้ค่าเย็นสูงสุดและต้นทุนในการผลิตน้อยสุด ดังนั้นการปรับปรุงและพัฒนาในส่วนของใบพัดของชุดคอนเดนเซอร์ซึ่งจึงสอดคล้องกับสภาพการตลาดในปัจจุบัน เนื่องจากมีผลต่อต้นทุนในการผลิตเครื่องปรับอากาศน้อยเมื่อเทียบกับการเปลี่ยนแปลงในอุปกรณ์ส่วนอื่นของเครื่องปรับอากาศ



รูปที่ 1 แสดงระบบทำความเย็นมาตรฐานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ

2. ทฤษฎี

2.1 หลักการแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ

การวิเคราะห์ซึ่งจะวิเคราะห์ตามกฎข้อที่ 1 ของเทอร์โมไดนามิกส์ โดยวิเคราะห์วัฏจักรการทำความเย็นชนิดอัดไอเบื้องต้น ซึ่งมีอุปกรณ์หลักประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ เอ็กแพนชันวาล์ว และอีแวปอเรเตอร์ ดังรูปที่ 1

2.2 สมมติฐานในการวิเคราะห์ระบบปรับอากาศแบบอัดไอ

ในการวิเคราะห์ตามกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์ จะถือว่า

- (1) ไม่คิดการเปลี่ยนแปลงของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์
- (2) ไม่คิดความดันตกคร่อมผ่านอุปกรณ์ทดสอบ
- (3) สภาวะของสารทำความเย็นก่อนเข้าและออกจากคอมเพรสเซอร์เป็นไออิ่มตัวและไอร้อนยิ่งยวดตามลำดับ
- (4) สภาวะของเหลวที่ออกจากคอนเดนเซอร์มีสภาวะเป็นของเหลวอิ่มตัวหรือของเหลวเย็นเยือก

ทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์ตามกฎข้อที่หนึ่งของเทอร์โมไดนามิกส์สำหรับอุปกรณ์ความร้อนต่างๆ จะถือว่าเป็นระบบปริมาตรควบคุมอาศัยหลักการไหลแบบสม่ำเสมอ จะได้

$$Q_{cv} + \sum \dot{m}_i \left[ h_i + \frac{v_i^2}{2} + gZ_i \right] = \sum \dot{m}_e \left[ h_e + \frac{v_e^2}{2} + gZ_e \right] + W_{cv} \quad (1)$$

โดยที่

- $Q_{cv}$  = อัตราความร้อนที่เข้าและออกจากอุปกรณ์ในระบบ ปริมาตรควบคุม , kW
- $\dot{m}_i, \dot{m}_e$  = อัตราการไหลของสารทำความเย็นเข้าและออกจากระบบ , kg/s
- $h_i, h_e$  = เอนทัลปีจำเพาะของสารทำความเย็นเข้าและออกจากระบบ , kJ/kg
- $v_i, v_e$  = ความเร็วของมวลสารทำความเย็นเข้าและออกจากระบบ , m/s
- $g$  = อัตราเร่งของโลกเท่ากับ 9.81 , m/s<sup>2</sup>
- $Z_i, Z_e$  = ระยะความสูงจากระดับอ้างอิง , m
- $W_{cv}$  = งานที่ได้หรืองานที่ให้กับอุปกรณ์ในระบบ , kW

2.3 การถ่ายโอนความร้อนระหว่างสารทำความเย็นและอากาศ

$$\dot{Q} = \dot{m}(h_m - h_{out}) \quad (2)$$

โดยที่

- $\dot{Q}$  = อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องปรับอากาศ , kJ/h
- $\dot{m}$  = อัตราการไหลโดยมวลของลมของเครื่องปรับอากาศ , kJ/h
- $h_m$  = ค่าเอนทัลปีของอากาศส่วนลมด้านทางเข้า , kJ/kg
- $h_{out}$  = ค่าเอนทัลปีของอากาศส่วนลมด้านทางออก , kJ/kg

เมื่อ

$$\dot{m} = \frac{\dot{V}}{v_i} \quad (3)$$

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และข้อมูลอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่

$$\dot{V} = \text{อัตราการไหลโดยปริมาตรของลม ,m3/h}$$

$$V_f = \text{ปริมาตรจำเพาะของลม ,m3/kg}$$

**2.4 สมรรถนะของวัฏจักรในเทอมของสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ (COP) และสมรรถนะในเทอมของอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER)**

$$COP = \frac{\text{อัตราความร้อนที่ได้รับจากระบบ}}{\text{งานที่ใส่ให้กับระบบ}} \tag{4}$$

$$COP = \frac{Q_E}{W_C} = \frac{(h_1 - h_4)}{(h_2 - h_1)} \tag{5}$$

$$EER = \frac{Q_E}{Q_P} \times 3,412 \tag{6}$$

โดยที่

$$EER = \text{อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน , } \frac{Btu / hr}{W}$$

$$Q_p = \text{พลังงานที่เข้าสู่ระบบ , W}$$

**3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง**

การทดสอบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ เพื่อใช้ทดสอบขีดความสามารถการทำความเย็น(Cooling capacity) รวมทั้งวัดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ(Power input) เพื่อหาประสิทธิภาพการทำความเย็น(EER) นอกจากนี้ยังสามารถวัดสภาวะการทำงาน ทั้งอัตราการไหล ,อุณหภูมิ ,ความชื้น ,ความดันที่จุดต่างๆในระบบเครื่องปรับอากาศ วิธีการทดสอบเป็นแบบวิธีไซโครเมตริก ห้องทดสอบประกอบด้วย 2 ห้อง ห้องแรกเป็นห้องที่จำลองสภาวะอากาศภายนอกห้องปรับอากาศ ห้องที่สองเป็นห้องที่จำลองสภาวะอากาศภายในห้องปรับอากาศ ซึ่งจะถูกควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้คงที่ตามสภาวะมาตรฐานห้องทดสอบตาม มอก.1155-2536 ตามเงื่อนไข ARI.210/240-84 ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สภาวะมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบเครื่องปรับอากาศ

รายการทดสอบ	ส่วนด้านในเครื่องปรับอากาศ		ส่วนด้านนอกเครื่องปรับอากาศ	
	อุณหภูมิ		อุณหภูมิ	
	กระเปาะแห้ง (°C)	กระเปาะเปียก (°C)	กระเปาะแห้ง (°C)	กระเปาะเปียก (°C)
ความสามารถการทำความเย็น	27	19	35	24

**3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง**

เครื่องมือและอุปกรณ์หลัก

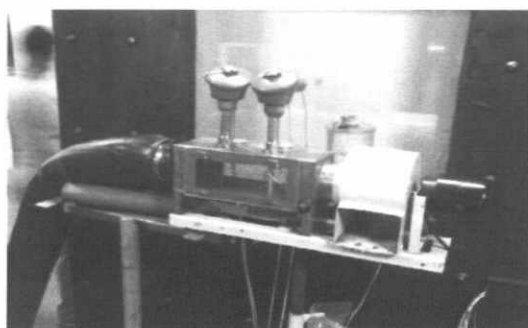
- (1) ชุดทดสอบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 25,000 BTU/h
- (2) เครื่องคอมพิวเตอร์บันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (3) Hybrid Recorder "YOKOGAWA" DR232 ความละเอียดในการวัด 0.10%
- (4) Digital Power Meter "YOKOGAWA" WT1030 ความละเอียดในการวัด 0.10%
- (5) Digital Power Meter "YOKOGAWA" WT130 ความละเอียดในการวัด 0.20%
- (6) Digital Indicating Controller ความละเอียดในการวัด ± 0.1% of F.S. ± 1 DIGIT.
- (7) Digital Indicating with Alarm ความละเอียดในการวัด ± 0.1% of F.S. ± 1 DIGIT.
- (8) Resistance Temperature Sensor(RTD.) ความละเอียดในการวัด ± 0.10°C
- (9) Differential Pressure Transmitter ความละเอียดในการวัด ± 0.05 มิลลิเมตรน้ำ
- (10) Gauge Pressure Transmitter ความละเอียดในการวัด ± 0.2 PSIG
- (11) Power Distributor ความละเอียดในการวัด ± 0.2% of span
- (12) เทอร์โมคัปเปิลแบบ T-TYPE ความละเอียดในการวัด ± 0.50°C หรือ 0.4% of Reading
- (13) Integral Type Megnetic Flow Meter ความละเอียดในการวัด 0.2%
- (14) AC VOLTAGE STABILISER "WATFORD CONTROL" EM 5H-3P-510B-380 ความละเอียด 0.5%
- (15) ท่อเก็บตัวอย่างลมกลับ (Return Air)
- (16) ท่อเก็บตัวอย่างลมส่ง (Supply Air)
- (17) เครื่องวัดปริมาณลมส่ง ตั้งแสดงดังรูปที่ 2
- (18) เครื่องวัดอากาศ (Air Sampling) ตั้งแสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 เครื่องวัดปริมาณลมส่ง(Supply Air)



รูปที่ 3 เครื่องวัดอากาศ (Air Sampling)

**3.2 ขั้นตอนวิธีการทดลอง**

(1) ทดสอบหาประสิทธิภาพการให้ความเย็นของเครื่องปรับอากาศก่อนปรับปรุง

(2) ปรับปรุงส่วนของพัดลมในชุดคอนเดนซิ่งจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 16 นิ้ว เป็น 18 นิ้ว และ 20 นิ้ว และออกแบบปรับปรุงชุดโครงสร้างของคอนเดนซิ่งเพื่อรองรับใบพัดที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

(3) ติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ได้ทำการปรับปรุงแล้วในห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศดังรูปที่ 3 ที่มีการควบคุมสภาวะอากาศ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1155-2536 ตามตารางที่ 1

(4) ทำการเดินเครื่องปรับอากาศและตรวจเช็คปริมาณสารทำความเย็นในระบบโดยดูจากความดัน ณ จุดทำงานของสารทำความเย็น หลังจากเครื่องปรับอากาศทำงานจนอุณหภูมิและสภาวะห้องทดสอบได้ตามมาตรฐานการทดสอบ ตามตารางที่ 1 แล้ว และอุณหภูมิและสภาวะห้องทดสอบเข้าสู่จุดคงที่แล้วเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง จึงทำการเก็บข้อมูลต่างๆดังนี้

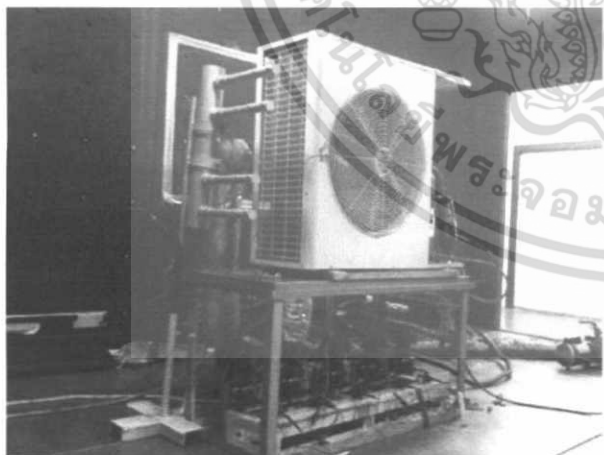
- พลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้กับเครื่องปรับอากาศ
- อุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกของอากาศ ทั้งส่วนลมส่ง(Supply Air)และส่วนลมกลับ(Return Air) ของชุดแฟนคอยล์
- ปริมาณลมที่ส่วนลมส่ง(Supply Air) ของชุดแฟนคอยล์

ข้อมูลทั้งหมดจะถูกส่งไปยังที่ตู้ควบคุมการทำงานห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศดังรูปที่ 4 และทำการบันทึกข้อมูลโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทุก ๆ 30 วินาที เป็นระยะเวลา 30 นาที

(5) ทำการคำนวณหาประสิทธิภาพการทำความเย็น(EER) ของเครื่องปรับอากาศทำการปรับปรุงใบพัดแล้ว

(6) เปรียบเทียบผลการทดสอบของเครื่องปรับอากาศก่อนปรับปรุง และหลังทำการปรับปรุงขนาดใบพัด

(7) สรุปผลการศึกษาและขอเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้และการศึกษาต่อไป

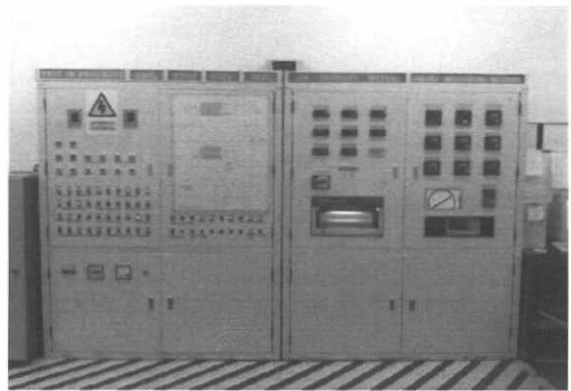


รูปที่ 4 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ได้ทำการปรับปรุงแล้วในห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ

**3.3 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพการทำความเย็น (EER)**

(1) นำค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกลมจ่ายและลมกลับที่วัดได้ จากเครื่องวัดปริมาณลมส่งซึ่งจะทำงานร่วมกับเครื่องผสมอากาศ ไปหาเอนทาลปี (h) และปริมาตรจำเพาะ (V<sub>1</sub>) จากกราฟไซโคลเมตริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 ตู้ควบคุมการทำงานห้องทดสอบเครื่องปรับอากาศ

(2) วัดค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้า

- วัดแรงดันไฟฟ้าขณะเครื่องกำลังทำงาน มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)
  - วัดกระแสไฟฟ้าขณะเครื่องกำลังทำงาน มีหน่วยเป็นแอมป์ (A)
- แล้วคำนวณหากำลังไฟฟ้า(P) ดังนี้  $P(W) = VxI (\cos \phi)$  โดย

ที่  $\cos \phi$  เป็นค่า Power Factor

(3) การคำนวณหาขีดความสามารถทำความเย็น(BTU/h)

ขีดความสามารถทำความเย็น =  $\dot{m} \Delta h$

$\dot{m}$  = อัตราการไหลโดยมวลของลมส่ง(Supply Air)

$\Delta h$  = ความแตกต่างค่าเอนทาลปีของอากาศระหว่างลมส่ง(Supply Air) กับลมกลับ(Return Air)

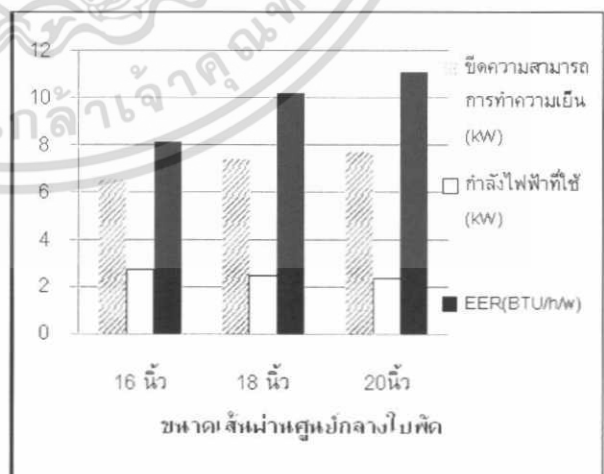
(4) การคำนวณหาประสิทธิภาพการทำความเย็น(EER)

(BTU/h/W)

EER = ขีดความสามารถทำความเย็นกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศ

**4. ผลการทดลอง**

**4.1 ผลการทดลองประสิทธิภาพการทำความเย็น(EER) ของเครื่องปรับอากาศที่ปรับปรุงขนาดใบพัด**



รูปที่ 6 แสดงผลการทดลองเครื่องปรับอากาศที่มีการปรับปรุงขนาดใบพัด

ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพการให้ความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดการทำความเย็น 25,000 BTU/h ที่ทำการปรับปรุงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดที่ชุดคอนเดนซึ่งจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 16 นิ้ว เป็น 18 นิ้ว และ 20 นิ้ว สรุปได้ดังรูปที่ 6 และตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดลองประสิทธิภาพการทำความเย็น(EER) ของเครื่องปรับอากาศที่มีการปรับปรุงขนาดใบพัด

รายการ	หน่วย	เส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด		
		16 นิ้ว	18 นิ้ว	20 นิ้ว
Total Cooling Capacity	Btuh.	22,362	25,237	26,438
	kW.	6.55	7.40	7.75
EER.	Btuh./W	8.15	10.20	11.09
COP.	W./W.	2.39	2.99	3.25
Total Power Consumption	Watt	2.74	2.47	2.38
Total Current	Amp	12.84	11.61	11.23
<b>มอเตอร์พัดลมชุดคอนเดนซึ่ง</b>				
กำลังไฟฟ้า (Output)	Watt	117		
ความเร็วรอบ	RPM.	900		
กระแสไฟฟ้า	Amp	0.89		
<b>อุณหภูมิภายนอกที่คอนเดนซึ่งยูนิต</b>				
Entering DB.	°C	34.99	34.98	34.9
Entering WB.	°C	23.89	24.18	24.23
Leaving DB.	°C	39.45	42.1	43.41
<b>ความดันของสารทำความเย็น</b>				
ท่อลิควิด	Psig.	308.6	260	239.97
ท่อซิกซ์ชั่น(ออกจากคอลล์เย็น)	Psig.	84.7	81.2	80
ท่อซิกซ์ชั่น(เข้าคอมเพรสเซอร์)	Psig.	81.6	78.1	76
<b>อุณหภูมิของสารทำความเย็น</b>				
ท่อดีสชาร์จ	°C	34.7	34.6	74.1
ท่อลิควิด	°C	52.1	42.3	38.7
ท่อซิกซ์ชั่น(ออกจากคอลล์เย็น)	°C	10.8	9.7	9.6
ท่อซิกซ์ชั่น(เข้าคอมเพรสเซอร์)	°C	9	7.9	8.5
Shell Comp.	°C	79.1	73.1	34.6
Subcool	°K	5.16	7.26	7.21
Superheat	°K	-0.96	-0.41	0.19

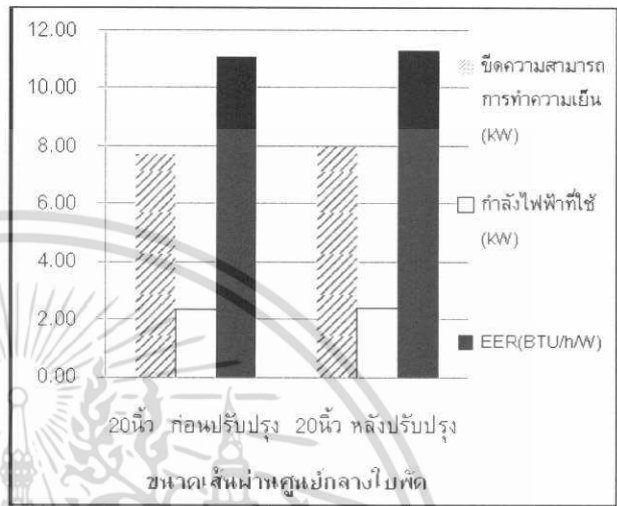
ตารางที่ 2 เป็นการเปรียบเทียบผลการทดสอบเครื่องปรับอากาศที่มีการปรับปรุงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดที่ชุดคอนเดนซึ่งของเครื่องขนาด 25,000 BTU/h จากการทดลองพบว่า ที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 18 นิ้ว กำลังไฟฟ้าที่ใช้รวมของเครื่องปรับอากาศลดลง 271W คิดเป็น 10.95% และมีค่าขีดความสามารถในการทำความเย็นเพิ่มขึ้น 2,875 BTU/h คิดเป็น 12.85% และทำให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ(EER) เพิ่มขึ้น 2.05 BTU/h/W คิดเป็น 25.15%

ที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 20 นิ้ว กำลังไฟฟ้าที่ใช้รวมของเครื่องปรับอากาศลดลง 360W คิดเป็น 15.10% และมีค่าขีดความสามารถในการทำความเย็นเพิ่มขึ้น 4,076 BTU/h คิดเป็น 18.22% และทำให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ(EER) เพิ่มขึ้น 2.94 BTU/h/W คิดเป็น 36.07%

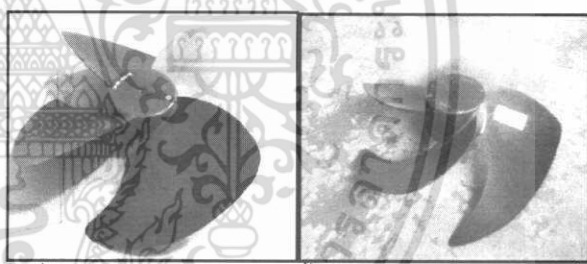
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2 ผลการทดลองประสิทธิภาพการทำความเย็น(EER) ของเครื่องปรับอากาศที่ปรับปรุงมุมมองศาของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว

ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพการให้ความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดการทำความเย็น 25,000 BTU/h ที่ทำการปรับปรุงมุมมองศาใบพัดขนาด 20 นิ้ว เปรียบเทียบกับใบพัดที่ยังไม่ได้ทำการปรับปรุง สรุปได้ดังรูปที่ 7 และตารางที่ 3



รูปที่ 7 แสดงผลการทดลองเครื่องปรับอากาศที่มีการปรับปรุงมุมมองศาของใบพัด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดขนาด 20 นิ้ว



รูปที่ 8 แสดงรูปใบพัดขนาด 20 นิ้ว (1)ด้านซ้ายแสดงรูปใบพัดที่ยังไม่ได้ทำการปรับปรุงมุมมองศา (2)ด้านขวาแสดงใบพัดที่ทำการปรับปรุงเพิ่มมุมมองศาของใบพัด

ตารางที่ 3 เป็นการเปรียบเทียบผลการทดสอบเครื่องปรับอากาศที่มีการปรับปรุงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดที่ชุดคอนเดนซึ่งของเครื่องขนาด 25,000 BTU/h จากการทดลองพบว่า ที่ใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว ที่ได้ทำการปรับปรุงมุมมองศาใบพัด กำลังไฟฟ้าที่ใช้รวมของเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น 19W คิดเป็น 0.79% และมีค่าขีดความสามารถในการทำความเย็นเพิ่มขึ้น 741 BTU/h คิดเป็น 2.80% และทำให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ(EER) เพิ่มขึ้น 0.22 BTU/h/W คิดเป็น 2.00%

ตารางที่ 3 ผลการทดลองประสิทธิภาพการทำความเย็น(EER) ของเครื่องปรับอากาศที่มีการปรับปรุงมุมมองศาลของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว

รายการ	หน่วย	ใบพัดขนาด 20 นิ้ว	
		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
Total Cooling Capacity	Btuh.	26,438	27,179
	kW.	7.75	7.97
EER.	Btuh/W	11.09	11.31
COP.	W/W	3.25	3.31
Total Power Consumption	Watt	2.38	2.40
Total Current	Amp	11.23	11.25
<b>มอเตอร์พัดลมชุดคอนเดนซิ่ง</b>			
กำลังไฟฟ้า (Output)	Watt	117	
ความเร็วรอบ	RPM.	900	
กระแสไฟฟ้า	Amp	0.89	
<b>อุณหภูมิภายนอกที่คอนเดนซิ่งยูนิต</b>			
Entering DB.	°C	34.9	34.98
Entering WB.	°C	24.23	24.03
Leaving DB.	°C	43.41	44.2
<b>ความดันของสารทำความเย็น</b>			
ท่อลิควิด	Psig.	239.97	239.3
ท่อซัคชั่น(ออกจากคอลล์เย็น)	Psig.	80	79.3
ท่อซัคชั่น(เข้าคอมเพรสเซอร์)	Psig.	76	75.5
<b>อุณหภูมิของสารทำความเย็น</b>			
ท่อดีสชาร์จ	°C	74.1	76.5
ท่อลิควิด	°C	38.7	39.6
ท่อซัคชั่น(ออกจากคอลล์เย็น)	°C	9.6	12.3
ท่อซัคชั่น(เข้าคอมเพรสเซอร์)	°C	8.5	12.8
Shell Comp.	°C	34.6	77.5
Subcool	°K	7.21	5.98
Superheat	°K	0.19	5.07

**5. สรุปผลการทดลอง**

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 25,000 Btu/h ด้วยวิธีการปรับปรุงอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ชุดคอนเดนซิ่งโดยการปรับเปลี่ยนใบพัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น และปรับปรุงมุมมองศาลของใบพัด เพื่อให้อัตราการถ่ายเทความร้อนออกจากสารทำความเย็นเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพการทำความเย็นเพิ่มขึ้น EER อัตราการใช้พลังงานไฟฟาลดลง ทำให้สามารถประหยัดไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศได้

ผลการทดลองพบว่าเครื่องปรับอากาศที่ปรับปรุงโดยการปรับขนาดใบพัดในชุดคอนเดนซิ่งจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 16 นิ้ว เป็น 18 นิ้ว และ 20 นิ้ว จากผลการทดสอบพบว่ามีค่าประสิทธิภาพการทำความเย็น(EER) ของเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้นก่อนปรับเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดเท่ากับ 25.15% และ 36.07% ตามลำดับ ในส่วนการปรับปรุงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัดจะใช้เงินลงทุน 1,500 บาท

ผลการทดลองในการปรับมุมมองศาลของใบพัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 นิ้ว เปรียบเทียบกับใบพัดแบบธรรมดาที่ไม่มีการปรับปรุง

องศาใบพัด พบว่าใบพัดที่ได้มีการปรับปรุงมุมมองศาลมีค่าประสิทธิภาพการทำความเย็น(EER) เพิ่มขึ้น 2.00% ในส่วนการปรับปรุงมุมมองศาลของใบพัดจะใช้เงินลงทุน 2,500 บาท

ดังนั้นการปรับปรุงและพัฒนาในส่วนของใบพัดของชุดคอนเดนซิ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ และสอดคล้องกับสภาพการตลาดในปัจจุบัน เนื่องจากมีผลกระทบต่อต้นทุนในการผลิตเครื่องปรับอากาศน้อยเมื่อเทียบกับการปรับปรุงอุปกรณ์ส่วนอื่นของเครื่องปรับอากาศ

จากผลการทดสอบเบื้องต้นทำให้ทราบว่างานวิจัยนี้ยังต้องได้รับการพัฒนาและปรับปรุงเพิ่มเติมอีก เช่น ความเร็วรอบของพัดลมที่ชุดคอนเดนซิ่ง การออกแบบทิศทางการไหลของสารทำความเย็นในคอลล์ร้อน เพื่อพัฒนาสมรรถนะของการแลกเปลี่ยนความร้อนให้ดีขึ้นต่อไป

**6. เอกสารอ้างอิง**

1. Powell, G., 1994, "Engineered maintenance' a strategy to increase HVAC efficiency", Strategic planning for energy and the environment, vol. 13, no.4, pp. 36-42.
2. สันติ เกื้อกูลกิจการ, 2530, การปรับปรุง EER ของเครื่องปรับอากาศชนิดติดตั้งห้อง, วิทยาลัยพณิชยการวิชาวิศวกรรมเครื่องกล, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
3. ญาณวุฒิ สุพิชญากร, 2544, "การศึกษาพื้นที่หน้าตัดของคอนเดนเซอร์ในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ." วารสารโลกพลังงาน ฉบับ 12 (กรกฎาคม-กันยายน 2544), หน้า 9-16
4. วิทยา ยงเจริญ และ ธนุ วิบูลยานนท์, 2539, พื้นฐานการทำความเย็นและปรับอากาศภาคทฤษฎี, พิมพ์ครั้งที่4, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น, 167 หน้า.
5. Stoecker, W.F. and Jones. J. W., 1982, Refrigeration & air conditioning, 2 and., Ed.Singapore, McGraw-Hill, p. 443.
6. American Society of Heating and Air Conditioning Engineering, Inc., 1985, ASHRAE Fundamentals Handbook 1985, Georgia, ASHRAE, pp. 22, 1-22.7.
7. Carrier Air Conditioning Company, 1965, Hanbook of Air Conditioning Design, New York McGraw-Hill, pp. 115-135.
8. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2536, เครื่องปรับอากาศสำหรับห้องแบบแยกส่วน ระบายความร้อนด้วยอากาศ, 19 หน้า.

การศึกษานี้ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน	นายพิศัลย์ จันมุกดา
วัน เดือน ปีเกิดวันที่	1 ตุลาคม พ.ศ. 2524
สถานที่เกิด	กรุงเทพฯ
ประวัติการศึกษา	2546 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

### ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์

1. พิศัลย์ จันมุกดา และ ชินรัชย์ เจริญพงษ์. ผลของการปรับขนาดพัดลมในชุดคอนเดนซึ่งที่มีผลต่อสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน, การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 6, 5 พฤษภาคม - 7 พฤษภาคม 2553, จังหวัดเพชรบุรี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้