



การเพิ่มสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนด้วยชุดกรวยลดอุณหภูมิอากาศ

Performance Increasing of Split-type Air Conditioning System

With Air Temperature Reduction by Cone Unit

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

วันลงทะเบียน.....14 ก.ย. 2560

เลขทะเบียน.....19181826

เลขเรียกหนังสือ.....

นายณัฐวิฑู

อภิวงศ์

56361976

ป/ร  
น 379ก

นายวิษณุ

ชมเชียวชาญ

56362218

2659

นายอาทิตย์

จตุเทิน

56362478

ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

ปีการศึกษา 2559



Performance Increasing of Split-type Air Conditioning System  
With Air Temperature Reduction by Cone Unit

Mr. Nuttiwut	Apiwong	56361976
Mr. Wittsanu	Chomchaiochan	56362218
Mr. Arthit	Jatuthen	56362478

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Bachelor of Engineering in Mechanical Engineering  
Department of Mechanical Engineering  
Faculty of Engineering Naresuan University  
Academic Year 2016



## ใบรับรองโครงการวิศวกรรม

**หัวข้อโครงการ** : การเพิ่มสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนด้วย  
ชุดกรวยลดอุณหภูมิอากาศ  
Performance Increasing of Split-type Air Conditioning  
With Air Temperature Reduction by Cone Unit

**ผู้ดำเนินโครงการ** : นายณัฐวิฑู อภิวงศ์ 56361976  
นายวิชณุ ชมเชียวชาญ 56362218  
นายอาทิตย์ จตุเทิน 56362478

**อาจารย์ที่ปรึกษา** : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิษณุภัณฑ์ แคนลา  
**ภาควิชา** : วิศวกรรมเครื่องกล  
**ปีการศึกษา** : 2559

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ อนุมัติให้โครงการวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะกรรมการสอบโครงการ

.....ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิษณุภัณฑ์ แคนลา)

.....กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. มัทนี สงวนเสริมศรี)

.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ขวัญชัย ไกรทอง)

หัวข้อโครงการ	: การเพิ่มสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนด้วยชุดกรวยลดอุณหภูมิอากาศ		
ผู้ดำเนินโครงการ	นายณัฐวัฒน์	อภิวงศ์	56361976
	นายวิชณู	ชมเชียวชาญ	56362218
	นายอาทิตย์	จตุแทน	56362478
อาจารย์ที่ปรึกษา	: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิษณุภัณฑ์ แคนลา		
ภาควิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล		
ปีการศึกษา	: 2559		

### บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลกระทบของการติดตั้งชุดกรวยกระดาดลดอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนกับประสิทธิภาพและค่าการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศขนาด 36,000 Btu/hr กรวยกระดาดที่ใช้ในการทดลองมีเส้นผ่านศูนย์กลางสำหรับอากาศไหลเข้า 7 เซนติเมตร อากาศไหลออก 2 เซนติเมตร และยาว 6 เซนติเมตร ใช้ทั้งหมด 56กรวย (พื้นที่ขนาดครึ่งหนึ่งของคอยล์ร้อน) ถูกนำมาติดตั้งที่ระยะห่างหน้าคอยล์ร้อน 2 เซนติเมตร ตั้งค่าอุณหภูมิภายในเฉลี่ย 25 °C ช่วงอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนเฉลี่ยที่ 30, 35 และ 40 °C

ผลการทดลองพบว่าเมื่ออุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำความเย็นและค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะมีค่าลดลงเนื่องจากค่ากำลังไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น แต่เมื่อติดตั้งชุดกรวยกระดาดสามารถลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อนลงได้ 0.25 – 0.50°C ส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำความเย็นเพิ่มขึ้น 3.76 – 10.73 % ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะเพิ่มขึ้น 3.17 – 7.45 ส่วนค่ากำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเพียง 1.36 – 2.19% ซึ่งมีค่าน้อยกว่าชั่วโมงการทำงานของเครื่องปรับอากาศที่ลดต่ำลง ส่งผลทำให้ค่าพลังงานไฟฟ้าลดลงได้ 1,752 บาทต่อปี ชุดกรวยกระดาดมีต้นทุนเพียง 100 บาท สามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 21 วัน แต่อย่างไรก็ตามชุดกรวยกระดาดมีอายุการใช้งานไม่สูงมากนักควรเลือกใช้วัสดุอื่นแทน

Project Title : Performance Increasing of Split-type Air Conditioning  
With Air Temperature Reduction by Cone Unit

Name : Mr. Nuttiwut Apiwong Code 56361976  
Mr. Wittsanu Chomchaiochan Code 56362218  
Mr. Arthit Jatuthen Code 56362478

Project Advisor : Assistant Professor Sitphan Kanla  
Department : Mechanical Engineering  
Academic Year : 2016

---

### Abstract

The purpose of this study was to compare the effect of installation of the paper cone unit to reduce air temperature on condenser with the efficiency and the energy consumption of 36,000 Btu/hr split-type air conditioner. The paper cone unit in this experiment has inlet diameter 7 cm., outlet diameter 2 cm., and length 6 cm., which are 56 cones (a half of the condenser area), were installed to 2 cm. in front of condenser. Indoor temperature was set at the average to 25 °C and average outdoor temperatures were 30, 35 and 40 °C.

The study suggested that when outdoor temperature increased, affected to cooling capacity ( $Q_L$ ) and coefficient of performance (COP) were decreased because of electric power was increased. The installation of paper cone unit, it was found that the air temperature before passing the condenser was decreased 0.25-0.50 °C.. Affected to  $Q_L$  to be higher as 3.76 – 10.73 %, COP to be higher as 3.17 – 7.45 %, but electric power to be only higher 1.36 – 2.19%. That was increased lower than working hour that was decreased, consequently, the electric energy consumption decreased 1,752 baht per year. The cost of paper cone unit is 100 bath, and pay back in 21 day .However, the paper cone unit is short life span, other materials should be used instead.

## กิตติกรรมประกาศ

### (Acknowledgement)

ขอขอบคุณหน่วยวิจัยเทคโนโลยีอาคารและการจัดการพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ทดสอบโครงการวิศวกรรมเครื่องกลฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ ผศ.ศิษณุภัณฑ์ แคนลา อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่กรุณาให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินโครงการ ตลอดจนถึงติดตามประเมินผลการดำเนินโครงการมาโดยตลอด ทางคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. มัทนี สงวนเสริมศรี และ ผศ.ดร. ขวัญชัย ไกรทองที่ช่วยเหลือให้คำปรึกษาและแนะนำความรู้ต่างๆ เพื่อให้โครงการนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณฝ่ายเลขานุการ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินโครงการ และ เครื่องมือที่ใช้ในทดสอบโครงการนี้

ขอบพระคุณบิดาและมารดาที่ให้การอุปการะเลี้ยงดูและสั่งสอนจนกระทั่งสามารถเติบโตมาจนถึงปัจจุบัน ตลอดจนช่วยอุปการะทางการเงินและคอยให้กำลังใจจนกระทั่งโครงการนี้เสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ ผู้ดำเนินงานขอขอบคุณความดีที่เกิดขึ้นจากโครงการนี้ แต่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการทำให้โครงการนี้เสร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีและถ้าเกิดข้อผิดพลาดประการใดจากโครงการนี้ ผู้ดำเนินงานต้องกราบขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นายณัฐวัฒน์

อภิวงศ์

นายวิษณุ

ชมเชียวชาญ

นายอาทิตย์

จตุแทน

## สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
ใบรับรองโครงการวิศวกรรม	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญรูปภาพ	ฉ
สารบัญตาราง	ฎ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	<b>1</b>
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 แผนการดำเนินงาน	3
1.6 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงการ	4
<b>บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น</b>	<b>5</b>
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.2 ทฤษฎีระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ (Refrigeration)	6
2.3 วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ	7
2.4 สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ (Coefficient of Performance, COP)	11

## สารบัญ(ต่อ)

เนื้อหา	หน้า
2.5 อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency Ratio, EER)	11
2.6 ผลจากการลดอุณหภูมิความชื้นของสารทำความเย็นต่อประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ	12
2.7 คุณสมบัติของอากาศ	13
2.8 กระบวนการต่างๆในแผนภาพไซโครเมตริก	14
2.9 กระบวนการในเครื่องปรับอากาศ	15
2.10 ความเร็วลมด้านอากาศกลับเฉลี่ยของเครื่องปรับอากาศ	16
2.11 อุณหภูมิกระเปาะแห้งและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศกลับ (Return Air) อากาศจ่าย (Supply Air) เฉลี่ย	17
2.12 อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศบริเวณหน้าคอยล์ร้อน	17
2.13 ความสามารถในการทำความเย็น (Cooling Capacity) ของเครื่องปรับอากาศ	18
2.14 อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศผ่านคอยล์เย็น	18
2.15 กำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (W)	19
2.16 ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า	19
2.17 การออกแบบชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศ	19
2.18 สมการพาความร้อนภายนอกแบบไหลตั้งฉากในวัตถุทรงกระบอก (Convection for a Cylinder in a Cross Flow )	22



## สารบัญ(ต่อ)

เนื้อหา	หน้า
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ</b>	23
3.1 การตรวจวัดข้อมูล	24
3.2 วิธีการทดลอง	26
3.3 กำหนดต้องการทดลอง	27
<b>บทที่ 4 ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์ผล</b>	29
4.1 ผลการตรวจวัดข้อมูล	29
4.2 ค่าอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อน	29
4.3 ค่าความสามารถในการทำความเย็น ( $Q_L$ )	30
4.4 ค่ากำลังไฟฟารวม (W)	31
4.5 ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) และค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER)	32
4.6 ค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้า	33
4.7 ค่าไฟฟ้า	34
4.8 ระยะเวลาคืนทุน	35
<b>บทที่ 5 บทสรุป</b>	36
5.1 สรุปผลการทดลอง	36
5.2 ข้อเสนอแนะ	38
<b>เอกสารอ้างอิง</b>	43
<b>ภาคผนวก</b>	44
ภาคผนวก ก. วิเคราะห์ผลการทดลองก่อนการทดลองหลัก	45

## สารบัญ(ต่อ)

เนื้อหา	หน้า
ภาคผนวก ข. เครื่องมือการทดลอง	56
ภาคผนวก ค. ตัวอย่างการคำนวณ	60
ภาคผนวก ง. ตารางผลการทดลอง	64
ภาคผนวก จ. กราฟเปรียบเทียบผลการทดลอง	80
ประวัติผู้ดำเนินโครงการ	85



## สารบัญรูปภาพ

เนื้อหา	หน้า
รูปที่ 2.1 วัฏจักรการไหลของสารทำความเย็น	15
รูปที่ 2.2 แสดงจุดต่างๆของระบบทำความเย็นแบบอัดไอในแผนภาพ P-h diagram	17
รูปที่ 2.3 แผนภาพP-h Diagram ของการลดอุณหภูมิควบแน่น	20
รูปที่ 2.4 แผนภาพคุณสมบัติของอากาศ	21
รูปที่ 2.5 แผนภาพไซโครเมตริกหน่วย SI	22
รูปที่ 2.6 กระบวนการทำความเย็นและลดความชื้นของเครื่องปรับอากาศ	24
รูปที่ 2.7 ตำแหน่งการตรวจวัด	24
รูปที่ 2.8 ท่อลดความดัน (Venturi Tube)	28
รูปที่ 2.9 เครื่องมือ เวนจูรี	29
รูปที่ 3.1 ทิศของห้องทดลอง	31
รูปที่ 3.2 การตรวจวัดค่าคุณสมบัติอากาศ	32
รูปที่ 3.3 ทาค่า เอนทาลปี Psychrometric chart	32
รูปที่ 3.4 มิเตอร์ไฟฟ้า MITSUBISHI	33
รูปที่ 3.5 แสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดข้อมูล	33
รูปที่ 3.6 แผนผังแสดงวิธีการดำเนินงาน	34
รูปที่ 3.7 ห้องปรับอากาศที่ยังไม่ติดตั้งชุดแผงกรวย	35
รูปที่ 3.8 ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศครึ่งแผงคอยล์ร้อน ห่างจากคอยล์ร้อน 2 เซนติเมตร	36

## สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

เนื้อหา	หน้า
รูปที่ 3.7 ห้องปรับอากาศที่ยังไม่ติดตั้งชุดแผงกรวย	35
รูปที่ 3.8 ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศครึ่งแผงคอยล์ร้อน ห่างจากคอยล์ร้อน 2 เซนติเมตร	36
รูปที่ 5.1 ปัญหาเรื่องของระยะห่างระหว่างชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศกับผนัง	46
รูปที่ 5.2 คอยล์ร้อนที่หน้าคอยล์เปิดโล่ง	47
รูปที่ 5.3 เรซิน	48
รูปที่ 5.4 อลูมิเนียม	48
รูปที่ 5.5 ติดตั้งกรวยครึ่งแผงคอยล์ร้อนแบบชิดขอบของคอยล์ร้อน	49
รูปที่ 5.6 ตัวอย่างรูปแบบการจัดวางที่แนะนำ	50
รูปที่ ก.1 รูปอุโมงค์ลม	54
รูปที่ ก.2 ติดตั้งชุดแผงแผงกรวยติดชิดคอยล์ร้อนแบบเต็มแผง	56
รูปที่ ก.3 ติดตั้งชุดแผงกรวยเต็มแผงคอยล์ร้อนแบบเต็มแผง ห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตร	56
รูปที่ ก.4 ติดตั้งชุดแผงกรวยด้านข้างแผงคอยล์ร้อนแบบติดขอบระยะ 1 เซนติเมตร	58
รูปที่ ก.5 ติดตั้งชุดแผงกรวยด้านข้างแผงคอยล์ร้อนไม่ติดขอบระยะ 1 เซนติเมตร	58
รูปที่ ก.6 ติดตั้งชุดแผงกรวยด้านหน้าเต็มแผงคอยล์ร้อน ห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตร	60
รูปที่ ก.7 ติดตั้งชุดแผงกรวยครึ่งแผงคอยล์ร้อนไม่ติดขอบ ห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตร	60
รูปที่ ก.8 ติดตั้งชุดแผงกรวยครึ่งแผงคอยล์ร้อน ห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตร	62
รูปที่ ก.9 ติดตั้งชุดแผงกรวยครึ่งแผงคอยล์ร้อน ห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตร	62
รูปที่ ข.1 เครื่องปรับอากาศ ยี่ห้อ DAISENKO	65

## สารบัญรูปลูกภาพ(ต่อ)

เนื้อหา	หน้า
รูปที่ ข.2 ฉลากประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ	65
รูปที่ ข.3 เครื่อง SILA AP-104	66
รูปที่ ก.8 ติดตั้งชุดแผงกรวยครึ่งแผงคอยล์ร้อน ห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตร	62
รูปที่ ก.9 ติดตั้งชุดแผงกรวยครึ่งแผงคอยล์ร้อน ห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตร	62
รูปที่ ข.1 เครื่องปรับอากาศ ยี่ห้อ DAISENKO	65
รูปที่ ข.2 ฉลากประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ	65
รูปที่ ข.3 เครื่อง SILA AP-104	66
รูปที่ ข.4 เครื่องวัดความเร็วลม	66
รูปที่ ข.5 ตลับเมตร	67
รูปที่ ข.6 มิเตอร์ไฟฟ้า MITSUBISHI	67

## สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศ (เกณฑ์พลังงานของกระทรวงพลังงานปี 2554)	20
ตารางที่ 2.2 อัตราค่าไฟฟ้า (อัตราค่าไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)	27



## บทที่ 1 บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันโลกกำลังประสบปัญหาสภาวะโลกร้อนซึ่งส่งผลให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในเขตร้อนขึ้นสภาพอากาศทั่วไปมีสภาพอากาศร้อนและฝนตกชุกจากข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยาปี 2494-2558 พบว่าในฤดูร้อนประเทศไทยมีอุณหภูมิสูงถึง 44.5 °C (ศูนย์ภูมิอากาศสำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา,2559) [1] เพราะฉะนั้นเครื่องปรับอากาศจึงเข้ามาเป็นส่วนประกอบสำคัญในการดำเนินชีวิต

จากสภาวะภูมิอากาศดังกล่าวส่งผลให้เครื่องปรับอากาศต้องทำงานหนักขึ้นเพื่อปรับอุณหภูมิอากาศภายในห้องให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสม โดยเบื้องต้นพบว่าเมื่อเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อสามารถทำให้อากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อนมีอุณหภูมิที่ต่ำลงจึงมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการระบายความร้อนที่คอยล์ร้อนดีขึ้นการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศก็จะต่ำลงไปด้วย

จากปัญหาสภาวะอากาศข้างต้น ทำให้คณะผู้จัดทำโครงการนี้ได้ศึกษาถึงวิธีที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายความร้อนให้กับคอยล์ร้อน ในการศึกษาเรื่องประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศร่วมกับแผงรังผึ้งสำหรับลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อน โดยการใช้ น้ำไหลผ่านแผงรังผึ้งเพื่อช่วยลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อนสามารถลดพลังงานไฟฟ้าได้ถึง 16.41% (เดชาวิษ มั่นกลาง และคณะ,2558) [2] นอกจากนี้ยังสามารถใช้ลมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศดังจะเห็นได้จากการศึกษาเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนด้วยอากาศระบาย โดยการติดตั้งพัดลมระบายอากาศของห้องปรับอากาศเพื่อส่งลมเย็นมาช่วยในการระบายความร้อนให้กับเครื่องคอยล์ร้อน ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้ 0.31 - 2.46% (ฐิติพงศ์ พลอยเขียว และคณะ,2558) [3] จากการศึกษาข้างต้นพบว่าการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศโดยการเพิ่มอัตราการระบายความร้อนให้กับคอยล์ร้อนสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและลดการพลังงานไฟฟ้าลงได้

จากผลการศึกษาข้างต้นทางกลุ่มคณะผู้จัดทำโครงการจึงมีความสนใจที่จะออกแบบและสร้างชุดแผงกรวยที่ช่วยลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อนเพื่อเพิ่มอัตราการระบายความร้อนให้กับคอยล์ร้อน และเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและลดการพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศลงได้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 ออกแบบและสร้างชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศเพื่อเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (Coefficient of Performance, COP) และลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ

## 1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.2.2 ทำการทดลองที่ห้องหน่วยวิจัยเทคโนโลยีอาคารและการจัดการพลังงาน (IE 504) โดยกำหนดห้องที่ใช้ในการทดลองเป็นห้องสำนักงานมีขนาด  $5 \times 8 \times 3 \text{ m}^3$

1.2.3 ทดลองกับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศขนาด 36,000 Btu/hr

1.2.4 ใช้กรวยกระดาษตีมน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสำหรับอากาศไหลเข้า 7 ซม. ยาว 6 ซม. ออกแบบเส้นผ่านศูนย์กลางสำหรับอากาศไหลออกออกเป็น 2 ขนาด คือ 1 ซม. และ 2 ซม.

1.3.4 ควบคุมอุณหภูมิภายในห้อง  $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$  อุณหภูมิภายนอกห้องทดลองเฉลี่ย  $30, 35$  และ  $40 \text{ }^{\circ}\text{C}$  ทำการทดลองอย่างละ 3 ครั้ง ระยะเวลาในการทดลองครั้งละ 1 ชั่วโมง

## 1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ชุดแผงกรวยที่มีความสามารถในการลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อนได้

1.4.2 สามารถเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ และลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศได้

1.4.3 สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบปรับอากาศที่ระบายความร้อนด้วยอากาศแบบอื่นๆได้





### 1.6 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงการ

1. กรวยกระดาษจำนวน 200 กรวย	50 บาท
2. ฟิล์มเจอร์บอร์ตขนาด 100x70 ซม.	150 บาท
3. ซานอ้อยอัดแท่งขนาด 1x1 ซม. ยาว 1 เมตร	60 บาท
4. กาวซิลิโคน และปืนยิงกาวซิลิโคน	140 บาท
5. จัดทำรูปเล่ม	1,500 บาท
รวมเป็นเงิน	1,900 บาท



## บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

### 2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สกลพรรณ อินแก้ว และคณะ [1] ได้ทำการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนด้วยอากาศระบาย ทดสอบกับเครื่องปรับอากาศขนาด 36,000 Btu/hr กำหนดอุณหภูมิภายในห้องทดลองเฉลี่ย 25 °C อุณหภูมิหน้าคอยล์ร้อนเฉลี่ย 35-40 °C โดยแบ่งห้องทดลองออกเป็น 5 กรณี คือ กรณีที่ 1.ห้องปรับอากาศ กรณีที่ 2.ห้องปรับอากาศติดตั้งช่องเปิดระบายอากาศขนาด 6x6 ตารางนิ้ว กรณีที่ 3.ห้องปรับอากาศติดตั้งช่องเปิดระบายอากาศขนาด 6x6 ตารางนิ้วเพื่อส่งลมเย็นผ่านคอยล์ร้อน กรณีที่ 4.ห้องปรับอากาศติดตั้งพัดลมระบายอากาศขนาด 6 นิ้ว กรณีที่ 5.ห้องปรับอากาศติดตั้งพัดลมระบายอากาศขนาด 6 นิ้วเพื่อส่งลมเย็นผ่านคอยล์ร้อน และได้แบ่งข้อมูลการตรวจวัดเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงกลางวัน 06.00น.-18.00น. ช่วงกลางคืน 18.00น.-06.00น. และตลอด 24 ชั่วโมง พบว่าห้องปรับอากาศเปิดช่องระบายอากาศส่งลมเย็นผ่านคอยล์ร้อนมีค่า COP และค่า EER สูงสุดโดยที่กลางวันสามารถเพิ่มขึ้นได้ 4.23% กลางคืนมากกว่า 7.69% ตลอด 24 ชั่วโมงมากกว่า 3.83%

ชัยวัฒน์ พลวิเศษ และคณะ [2] ได้ทำการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนด้วยน้ำกลั่นตัวจากคอยล์เย็น ทดสอบกับเครื่องปรับอากาศขนาด 36,000 Btu/hr กำหนดอุณหภูมิภายในห้องทดลองเฉลี่ย 25 °C โดยแบ่งห้องทดลองเป็น 4 กรณี กรณีที่ 1.ห้องปรับอากาศ กรณีที่ 2.ห้องปรับอากาศติดตั้งอุปกรณ์กักเก็บน้ำกลั่นตัวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 mm. กรณีที่ 3. ห้องปรับอากาศติดตั้งอุปกรณ์กักเก็บน้ำกลั่นตัวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 mm. กรณีที่ 4.ห้องปรับอากาศติดตั้งอุปกรณ์ปล่อยน้ำกลั่นตัวไหลผ่านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 18 mm. พบว่าอุปกรณ์ปล่อยน้ำกลั่นตัวไหลผ่านขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 18 mm. ได้ค่า COP และ EER สูงที่สุดค่า COP เพิ่มขึ้นระหว่าง 0.33-0.32 ค่า EER เพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 1.11-1.10 (Btu/hr)/W) ทุกช่วงอุณหภูมิโดยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 10.29-12.14%

นายฐิติพงศ์ พลอยเขียว และคณะ [3] ได้ทำการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนด้วยอากาศระบายทดสอบกับเครื่องปรับอากาศขนาด 36,000 Btu/hr กำหนดอุณหภูมิภายในห้องทดลองเฉลี่ย 25 °C โดยแบ่งห้องทดลองเป็น 4 กรณี กรณีที่ 1. ห้องปรับอากาศ กรณีที่ 2.ห้องปรับอากาศติดตั้งพัดลมระบายอากาศแบบติดกระจกมีอัตราการใช้

เชิงปริมาตรของอากาศระบายที่ 40 m<sup>3</sup>/hr กรณีที่ 3.ห้องปรับอากาศติดตั้งพัดลมระบายอากาศแบบติดกระจกมีอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศระบายที่ 80 m<sup>3</sup>/hr กรณีที่ 4.ห้องปรับอากาศติดตั้งพัดลมระบายอากาศแบบติดกระจกมีอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศระบายที่ 240 m<sup>3</sup>/hr พบว่าเมื่อเพิ่มอัตราการไหลของอากาศระบายจะช่วยให้ค่า COP และ EER เพิ่มขึ้น แต่ค่าที่ได้เพิ่มขึ้นไม่มากนัก โดยเมื่อเพิ่มอัตราการไหลของอากาศระบายจะส่งผลทำให้ ค่า COP และ EER เพิ่มขึ้นเพียง 0.31 – 2.46%

ธงไชย เดิมดา และคณะ [4] ได้ทำการศึกษาสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งแผ่นลดอุณหภูมิร่วมกับอินเวอร์เตอร์ ทดสอบกับเครื่องปรับอากาศขนาด 12,000 Btu/hr กำหนดอุณหภูมิภายในห้องทดลองเฉลี่ย 25 °C อุณหภูมิหน้าคอยล์ร้อนเฉลี่ย 35-40 °C โดยแบ่งห้องทดลองออกเป็น 4 กรณี กรณีที่ 1.เครื่องปรับอากาศแบบปกติ กรณีที่ 2.เครื่องปรับอากาศติดตั้งแผ่นลดอุณหภูมิอย่างเดียว กรณีที่ 3.เครื่องปรับอากาศติดตั้งอินเวอร์เตอร์อย่างเดียว กรณีที่ 4.เครื่องปรับอากาศติดตั้งแผ่นลดอุณหภูมิร่วมกับอินเวอร์เตอร์ พบว่าการติดตั้งแผ่นลดอุณหภูมิทำให้ค่า COP สูงขึ้น และถ้าติดตั้งแผ่นลดอุณหภูมิร่วมกับอินเวอร์เตอร์ค่า COP จะสูงขึ้นอีก COP เฉลี่ยสูงถึง 30.8% และลดกำลังไฟฟ้า 31.4% เทียบกับแบบปกติ

## 2.2 ทฤษฎีระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ (Refrigeration)

เนื่องจากกรวยลดอุณหภูมิอากาศ ได้นำมาเพิ่มประสิทธิภาพการระบายความร้อนของคอยล์ร้อน ซึ่งมีระบบการทำความเย็นแบบอัดไอ ดังนั้นหลักการทำงานของระบบการทำความเย็นแบบอัดไอมีหลักการทำงานและขั้นตอนดังนี้

หลักการทำงานแบบอัดไอเป็นกระบวนการถ่ายเทความร้อนออกจากพื้นที่ ซึ่งต้องการทำความเย็นโดยความร้อนจะถูกส่งผ่านสารทำความเย็นจากนั้นสารทำความเย็นก็จะถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศภายนอกพื้นที่ สารทำความเย็นเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนโดยอาศัยกระบวนการอัดสารทำความเย็นให้เป็นไอ กระบวนการควบแน่น กระบวนการขยายตัวและกระบวนการระเหย ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะเกิดขึ้นตามส่วนต่าง ๆ ของระบบปรับอากาศ เช่น ที่เครื่องอัดไอ ที่คอยล์ร้อน ที่อุปกรณ์ควบคุมการไหล เป็นต้น

การทำความเย็น (Refrigeration) คือกระบวนการถ่ายเทความร้อนออกจากพื้นที่หรือ วัตถุที่ต้องการทำความเย็น หรือเป็นกระบวนการลดอุณหภูมิ และรักษาอุณหภูมิของพื้นที่หรือวัตถุ ที่ต้องการทำ ความเย็นให้ต่ำ กว่าอุณหภูมิรอบๆ

## 2.2.1 ระบบทำความเย็นแบบอัดไอ (Vapor Compression System)

ระบบทำความเย็นและ ปรับอากาศที่ใช้ในปัจจุบันอาศัยการทำงานแบบอัดไอสารทำความเย็นด้วยเครื่องอัดไอเพื่อนำสารทำความเย็นที่ทำความเย็นแล้วกลับมาใช้อีก สารทำความเย็นจะไหลเวียนภายในระบบปิดอยู่ตลอดเวลา ในระบบทำความเย็นแบบอัดไอ ประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลัก4ส่วน คือ คอยล์เย็น เครื่องอัดไอ คอยล์ร้อนและอุปกรณ์ควบคุมการไหล ซึ่งอุปกรณ์แต่ละส่วนมีหน้าที่ดังนี้

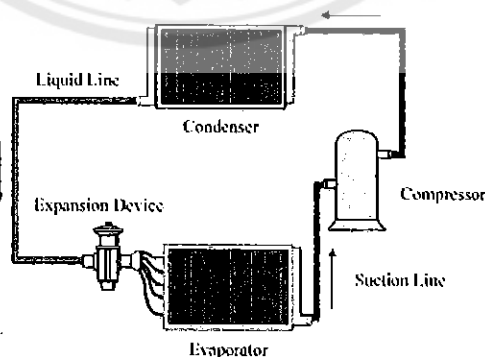
1. คอยล์เย็น (Evaporator) ประกอบด้วยแผงคอยล์ท่อทองแดงและพัดลมสำหรับดูดอากาศและเป่า ทำหน้าที่ดูดความร้อนจากพื้นที่ หรือวัตถุที่ต้องการทำความเย็น เพื่อใช้ในการระเหยกลายเป็นไอของสารทำความเย็น

2. เครื่องอัดไอ (Compressor) ประกอบด้วยเครื่องอัดไอ ทำหน้าที่ ดูดไอของสารทำความเย็นจากคอยล์เย็นให้ไหลเวียนภายในระบบพร้อมทั้งอัดไอสารทำความเย็นที่มีความดันต่ำและอุณหภูมิต่ำ ให้กลายเป็นไอสารทำความเย็นที่มีความดันสูงและอุณหภูมิสูง

3. คอยล์ร้อน (Condenser) ประกอบด้วยเครื่องควบแน่น แผงคอยล์ท่อทองแดง และพัดลม ทำหน้าที่ระบายความร้อนให้กับไอสารทำความเย็นที่มี อุณหภูมิสูง ออกสู่อากาศภายนอกระบบ เมื่อไอสารทำความเย็นได้รับการระบายความร้อนจะเกิดการควบแน่นเป็นสารทำความเย็นเหลว

4. อุปกรณ์ควบคุมการไหล (Expansion Valve) ประกอบด้วย วาล์วลดความดันหรือ capillary tube ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของสารทำความเย็นที่ไหลเข้าคอยล์เย็นลดความดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็นให้พร้อมที่จะรับภาระการทำงานต่อไป

## 2.3 วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ



รูปที่ 2.1 วัฏจักรการไหลของสารทำความเย็น

ที่มา [www.refrigerations.blogspot.com/2012/01/vapor-compression-system.html](http://www.refrigerations.blogspot.com/2012/01/vapor-compression-system.html)

จากรูปที่ 2.1 ระบบทำความเย็นจะทำความเย็นได้นั้นสารทำความเย็นภายในระบบจะต้องไหลเวียนอุปกรณ์ที่ทำให้สารทำความเย็นไหลเวียนในระบบคือเครื่องอัดไอซึ่งเปรียบเสมือนเครื่องสูบลมที่สูบลมทำความเย็นให้ไหลเวียนอยู่ตลอดเวลาที่ระบบทำงาน สารทำความเย็นที่ไหลเข้าอุปกรณ์ควบคุมการไหลจะอยู่ในสถานะของเหลวที่มีความดันสูงอุณหภูมิสูง อุปกรณ์ควบคุมการไหลจะลดความดันของสารทำความเย็นลง ทำให้จุดเดือดของสารทำความเย็นลดต่ำลง สารทำความเย็นที่ออกจากอุปกรณ์ควบคุมการไหลจะไหลเข้าคอยล์เย็นเป็นระลอกน้ำยา โดยสารทำความเย็นจะมีจุดเดือดต่ำกว่าอุณหภูมิของวัตถุที่แช่อยู่ในห้องทำความเย็น ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนจากวัตถุภายในห้องไปให้สารทำความเย็นทำให้เกิดการเดือดกลายเป็นไอของสารทำความเย็นโดยที่อุณหภูมิและความดันคงที่ ความร้อนที่ใช้ในการเดือดกลายเป็นไอคือความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ

สารทำความเย็นที่ออกจากคอยล์เย็นจะอยู่ในสถานะไออิ่มตัวที่มีความดันต่ำอุณหภูมิต่ำจะถูกส่งผ่านทางท่อดูดเข้าเครื่องอัดไอขณะที่ผ่านท่อดูดไอของสารทำความเย็นจะได้รับความร้อนจากอากาศรอบๆ ทำให้ไอน้ำยามีอุณหภูมิสูงขึ้นแต่ความดันยังคงที่ ความร้อนช่วงนี้คือความร้อนยิ่งยวด

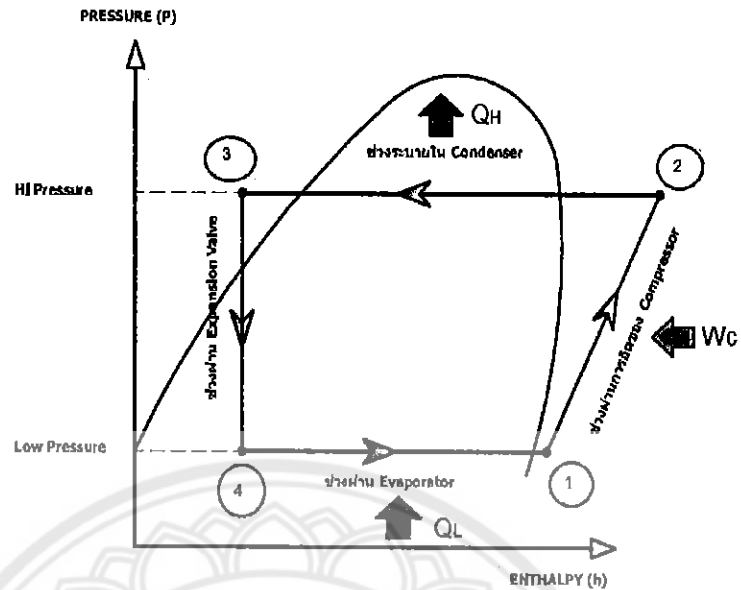
สารทำความเย็นที่เข้าคอมเพรสเซอร์จะอยู่ในสถานะไอที่มีความดันต่ำอุณหภูมิต่ำ จากนั้นเครื่องอัดไอจะอัดไอสารทำความเย็นให้มีปริมาตรลดลง ทำให้ความดันและอุณหภูมิสูงขึ้นโดยอุณหภูมิของไอจะสูงกว่าอุณหภูมิไออิ่มตัว

ไอสารทำความเย็นที่ออกจากเครื่องอัดไอจะมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศรอบๆทำให้เกิดการระบายความร้อนให้กับอากาศขณะถูกส่งผ่านท่อจ่ายไปยังแผงคอยล์ร้อนทำให้อุณหภูมิของไอสารทำความเย็นลดลง เท่ากับอุณหภูมิไอน้ำอิ่มตัวแต่ยังคงสูงกว่าอุณหภูมิของอากาศโดยรอบ

ไอสารทำความเย็นที่เข้าเครื่องควบแน่นจะมีความดันสูงอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิอิ่มตัวแต่สูงกว่าอุณหภูมิของอากาศรอบ ๆ ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนจากไอสารทำความเย็นให้กับอากาศรอบๆ ผ่านพื้นผิวเครื่องควบแน่นทำให้ไอสารทำความเย็นเกิดการควบแน่นเป็นของเหลว โดยที่ความดันและอุณหภูมียังคงที่ ความร้อนที่ถ่ายเทให้กับอากาศคือความร้อนแฝงของการควบแน่น

สารทำความเย็นที่ออกจากเครื่องควบแน่นจะอยู่ในสถานะของเหลวอุณหภูมิสูงความดันสูงจะไหลเข้าถังรับสารทำความเย็น ภายในถังรับสารทำความเย็นจะประกอบด้วยสารทำความเย็นที่อยู่สถานะของเหลวกับสารทำความเย็นที่อยู่ในสถานะไอซึ่งยังไม่ควบแน่นลอยอยู่ด้านบน

สารทำความเย็นเหลวจะถูกปล่อยออกจากถังรับน้ำยาส่งผ่านทางท่อของเหลวเข้าอุปกรณ์ควบคุมการไหล ระหว่างทางน้ำยาซึ่งเป็นของเหลวอิ่มตัวจะมีอุณหภูมิอิ่มตัวสูงกว่าอากาศรอบ ๆ ท่อทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนจากสารทำความเย็นไปยังอากาศทำให้อุณหภูมิของน้ำยาลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิอิ่มตัว จากนั้นการไหลเวียนของสารทำความเย็นก็จะเริ่มรอบใหม่ซึ่งจะผ่านกระบวนการขยายตัวกระบวนการเดือดเป็นไอ กระบวนการอัดไอและกระบวนการควบแน่นกลับเป็นของเหลวตามเดิมโดยจะหมุนเวียนไปเรื่อยๆตลอดเวลาของการทำงาน



รูปที่ 2.2 แสดงจุดต่างๆของระบบทำความเย็นแบบอัดไอในแผนภาพ P-h diagram  
ที่มา [www.refrigerations.blogspot.com/2012/01/vapor-compression-system.html](http://www.refrigerations.blogspot.com/2012/01/vapor-compression-system.html)

จากรูปที่ 2.2 ในแต่ละกระบวนการจะมีการทำงานดังนี้  
กระบวนการที่ 1-2 สารตัวกลางที่มีสภาวะไออิ่มตัวที่ความดันต่ำผ่านเข้าสู่เครื่องอัดไอ (Compressor) และจะถูกอัดไอแบบไอเซนโทรปิก (Isentropic Process ( $S = \text{Constant}$ ))

$$W_c = \dot{m}(h_2 - h_1) \quad (2.1)$$

โดย  $W_c$  คือ งานของคอมเพรสเซอร์ (KW)  
 $h_2, h_1$  คือ เอนทัลปีจำเพาะของสารทำความเย็นที่เข้าและออกคอมเพรสเซอร์ (KJ/Kg)  
 $\dot{m}$  คือ อัตราการไหลของสารทำความเย็น (kg/s)

กระบวนการที่ 2-3 ไอความดันสูงที่มาจากเครื่องอัดไอ (Compressor) จะคายความร้อนด้วยกระบวนการคายความร้อนโดยความดันคงที่ (Isentropic Process ( $P = \text{Constant}$ )) ในคอยล์ร้อน (Condenser) ออกมาเป็นของเหลวอิ่มตัว

$$Q_H = \dot{m}(h_2 - h_3) \quad (2.2)$$

โดยที่  $Q_H$  คือ ความร้อนที่ถ่ายเทออกจากคอยล์ร้อน (kW)  
 $h_2, h_3$  คือเอนทัลปีของสารทำความเย็นที่เข้าและออกคอยล์ร้อน (kJ/kg)

กระบวนการที่ 3-4 กระบวนการขยายตัวในอุปกรณ์ควบคุมการไหลโดยที่เอนทัลปีคงที่ (Expansion Valve) ทำให้ความดันลดลง และไม่มีการถ่ายเทความร้อน ( $h = \text{constant}$ )

$$h_3 = h_4 \quad (2.3)$$

โดยที่  $h_4$  คือเอนทัลปีของสารทำความเย็นที่เข้าคอยล์เย็น (kJ/kg)

กระบวนการที่ 4-1 สารตัวกลางที่ออกจากกระบวนการลดความดัน (Throttling Process) ไหลผ่านคอยล์เย็น (Evaporator) คือกระบวนการดูดความร้อนโดยความดันคงที่ในเครื่องระเหย (Isobaric Process) และออกมามีสถานะเป็นไออิ่มตัว และกลับเข้าสู่เครื่องอัดไอ (Compressor) อีกครั้งหนึ่ง

$$Q_L = \dot{m}(h_1 - h_4) \quad (2.4)$$

โดยที่  $Q_L$  คือ ความสามารถในการทำความเย็น (kW)  
 $h_1 - h_4$  คือเอนทัลปีของสารทำความเย็นที่เข้าและออกคอยล์เย็น (kJ/kg)



## 2.4 สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ (Coefficient of Performance, COP)

ค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ คือ อัตราส่วนของขนาดทำความเย็นที่เครื่องสามารถทำได้ต่อพลังงานที่ป้อนให้กับเครื่องอัดไอ

$$\text{COP} = \frac{Q_L}{W_c} \quad (2.5)$$

เมื่อ  $Q_L$  คือ ความสามารถในการทำความเย็น (kW)  
 $W_c$  คือ กำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ (kW)

## 2.5 อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency Ratio, EER)

อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน คือ อัตราส่วนขีดความสามารถในการทำความเย็นต่อพลังงานโดยรวมของเครื่องปรับอากาศ โดยที่มีหน่วยเป็น Btu/hr.W เนื่องจากขีดความสามารถในการทำความเย็นมีหน่วยเป็น Btu/hr. ส่วนพลังงานที่ป้อนให้แก่ระบบมีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

$$\text{EER} = 3.412 \left( \frac{Q_L}{W_c} \right) = 3.412 (\text{COP}) \quad (2.6)$$

โดยที่  $Q_L$  คือ ความสามารถในการทำความเย็น (Btu/hr.)  
 $W_c$  คือ กำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ (W)

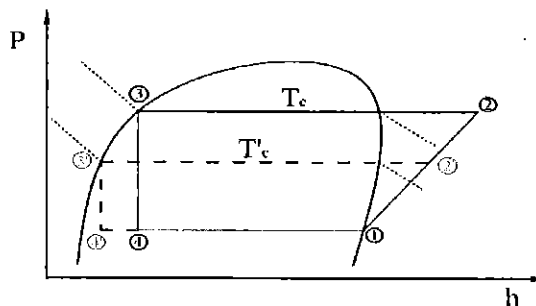
ตารางที่ 2.1 ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศ (เกณฑ์พลังงานของกระทรวงพลังงานปี 2554)

ขนาดเครื่องปรับอากาศ	อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (บีทียู/ชั่วโมง/วัตต์)		
	เบอร์ 3	เบอร์ 4	เบอร์ 5
ไม่เกิน 8,000 วัตต์ ( $\leq 27,296$ บีทียู/ชั่วโมง)	10.60 - 10.99	11.00 - 11.59	$\geq 11.60$
มากกว่า 8,000 - 12,000 วัตต์ ( $> 27,296 - 40,944$ บีทียู/ชั่วโมง)	9.60 - 10.59	10.60 - 10.99	$\geq 11.00$

หมายเหตุ ค่า EER ตามมาตรฐาน มอก. 1155-2536 กำหนดให้ความสามารถในการทำความเย็นใช้หน่วยเป็น Btu/hr และค่ากำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์ ทดสอบที่อุณหภูมิอากาศกลับเข้าสู่ชุดคอยล์เย็น  $27^{\circ}\text{CDB}/19^{\circ}\text{CWB}$  และอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าสู่ชุดคอยล์ร้อน  $35^{\circ}\text{CDB}/24^{\circ}\text{CWB}$

## 2.6 ผลจากการลดอุณหภูมิควบแน่นของสารทำความเย็นต่อประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ

ในการที่จะประหยัดพลังงานระบบปรับอากาศ สามารถทำได้โดยการลดอุณหภูมิควบแน่นของสารทำความเย็นที่คอยล์ร้อนให้มากที่สุด ซึ่งส่งผลให้ผลต่างของความดันที่ตกคร่อมคอมเพรสเซอร์ลดลง จึงทำให้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ลดลง รวมทั้งยังสามารถเพิ่มอัตราการทำงานความเย็นได้มากขึ้นด้วย โดยสามารถเขียนบนแผนภาพ P-h Diagram ได้ดังรูป 2.4



รูปที่ 2.3 แผนภาพ P-h Diagram ของการลดอุณหภูมิควบแน่น

ที่มา [www.refrigerations.blogspot.com/2012/01/vapor-compression-system.html](http://www.refrigerations.blogspot.com/2012/01/vapor-compression-system.html)

จากรูปที่ 2.3 แผนภาพ P-h Diagram ของการลดอุณหภูมิควบแน่นสามารถวิเคราะห์ได้ว่าถ้าอุณหภูมิควบแน่นมีค่าลดลงค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ (COP) จะสูงขึ้นและความสามารถในการทำความเย็นก็เพิ่มขึ้น

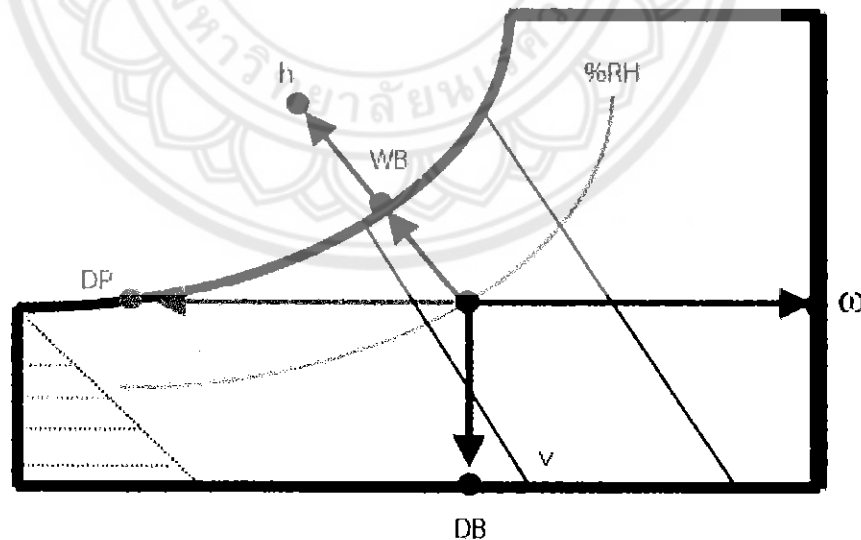
$$\text{COP} = \frac{h_1 - h_3}{h_2 - h_1} \quad \text{สำหรับ } T_c \text{ (อุณหภูมิควบแน่นเดิม)}$$

$$\text{และ } \text{COP}' = \frac{h_1 - h_3'}{h_2' - h_1} \quad \text{สำหรับ } T_c' \text{ (อุณหภูมิควบแน่นลดลง)}$$

ซึ่ง  $(h_1 - h_3') > (h_1 - h_3)$  และ  $(h_2' - h_1) < (h_2 - h_1)$  ดังนั้น  $\text{COP}' > \text{COP}$

## 2.7 คุณสมบัติของอากาศ

อากาศเป็นส่วนผสมทางกลของก๊าซและไอน้ำ อากาศแห้ง (อากาศที่ไม่มีไอน้ำ) ส่วนใหญ่ประกอบด้วยไนโตรเจนประมาณ 78% และออกซิเจน ประมาณ 21% ส่วนที่เหลืออีก 1% ประกอบด้วย คาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซอื่นๆ โดยงานปรับอากาศหรือทำความเย็นนั้นเป็นสิ่งที่มีความสำคัญที่เราต้องการควบคุม เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และอื่นๆ จากรูปที่ 2.4 จะอธิบายถึงคุณสมบัติกระบวนการปรับสภาวะอากาศโดยจะใช้แผนภาพไซโครเมตริก (Psychometrics chart)



รูปที่ 2.4 แผนภาพคุณสมบัติของอากาศ  
ที่มา <http://www.chiangmaiaircare.com>

2.6.1 อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature, DB) อุณหภูมิกระเปาะแห้งหมายถึงอุณหภูมิที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์ที่กระเปาะแห้ง ในการวัดจะต้องให้กระเปาะอยู่ในที่อากาศถ่ายเทสะดวกเพื่อที่จะได้อ่านค่าได้ถูกต้อง

2.6.2 อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet Bulb Temperature, WB) อุณหภูมิกระเปาะเปียกหมายถึงอุณหภูมิที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์ที่กระเปาะหุ้มด้วยผ้าที่เปียกชุ่ม

2.6.3 อัตราส่วนความชื้น (Humidity Ratio,  $\omega$ ) อัตราส่วนความชื้นมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ความชื้นจำเพาะ หมายถึง มวลของน้ำต่อมวลของอากาศแห้ง

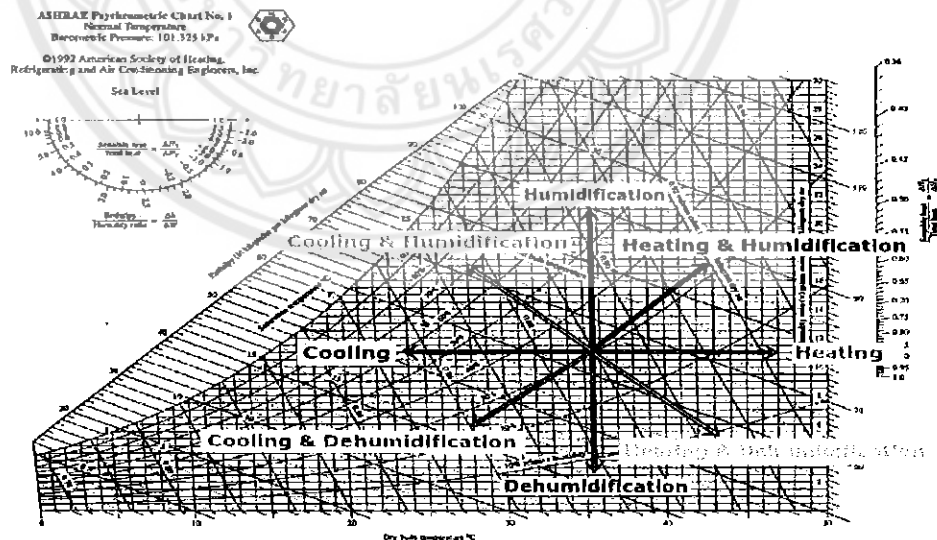
2.6.4 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity, RH) อัตราส่วนของมวลน้ำในอากาศต่อมวลของน้ำในอากาศอิ่มตัวหรือความดันไอน้ำในอากาศต่อปริมาณไอน้ำสูงสุดที่อากาศนั้นสามารถรับได้ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน ซึ่งค่าความชื้นสัมพัทธ์จะอยู่ในรูปของร้อยละมีค่าตั้งแต่ 0-100%

2.6.5 ปริมาตรจำเพาะ (Specific Volume,  $v$ ) ปริมาตรของอากาศต่อหน่วยมวลอากาศแห้ง

2.6.6 อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Dew Point Temperature, DP) อุณหภูมิที่ไอน้ำในอากาศเริ่มเกิดการควบแน่น เมื่ออากาศถูกทำให้เย็นลงที่ความดันคงที่

2.6.7 เอนทาลปีจำเพาะ (Specific Enthalpy,  $h$ ) เป็นค่าความร้อนของอากาศต่อหน่วยมวลอากาศแห้ง

## 2.8 กระบวนการต่างๆในแผนภาพไซโครเมตริก



รูปที่ 2.5 แผนภาพไซโครเมตริกหน่วย SI

ที่มา [www.refrigerations.blogspot.com/2012/01/vapor-compression-system.html](http://www.refrigerations.blogspot.com/2012/01/vapor-compression-system.html)

2.8.1 กระบวนการทำความร้อน (Heating Process) เป็นกระบวนการที่ให้อุณหภูมิกระเปาะแห้งเพิ่มขึ้นโดยที่อัตราส่วนความชื้นมีค่าคงที่

2.8.2 กระบวนการทำความเย็น (Cooling Process) เป็นกระบวนการที่ทำให้อุณหภูมิกระเปาะแห้งมีค่าลดลงโดยที่อัตราส่วนความชื้นมีค่าคงที่

2.8.3 กระบวนการเพิ่มความชื้น (Humidification Process) เป็นกระบวนการที่ทำให้อัตราส่วนความชื้นของอากาศมีค่าเพิ่มขึ้นโดยที่อุณหภูมิกระเปาะแห้งมีค่าคงที่

2.8.4 กระบวนการลดความชื้น (Dehumidification Process) เป็นกระบวนการที่ทำให้อัตราส่วนความชื้นของอากาศมีค่าลดลงโดยที่อุณหภูมิกระเปาะแห้งมีค่าคงที่

2.8.5 กระบวนการทำความร้อนและเพิ่มความชื้น (Heating and Humidification Process) เป็นกระบวนการที่ให้อุณหภูมิกระเปาะแห้งและอัตราส่วนความชื้นมีค่าเพิ่มขึ้น

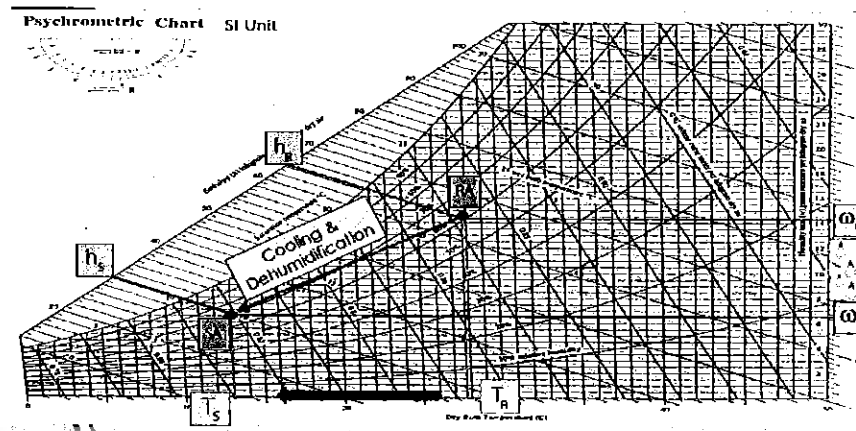
2.8.6 กระบวนการทำความร้อนและลดความชื้น (Heating and Dehumidification Process) เป็นกระบวนการที่ให้อุณหภูมิกระเปาะแห้งมีค่าเพิ่มขึ้นแต่อัตราส่วนความชื้นมีค่าลดลง

2.8.7 กระบวนการทำความเย็นและเพิ่มความชื้น (Cooling and Humidification Process) เป็นกระบวนการที่ให้อุณหภูมิกระเปาะแห้งมีค่าลดลงแต่อัตราส่วนความชื้นมีค่าเพิ่มขึ้น

2.8.8 กระบวนการทำความเย็นและลดความชื้น (Cooling and Dehumidification Process) เป็นกระบวนการที่ให้อุณหภูมิกระเปาะแห้งและอัตราส่วนความชื้นมีค่าลดลง

## 2.9 กระบวนการในเครื่องปรับอากาศ

จากรูปที่ 2.6 เป็นกระบวนการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศเป็นกระบวนการทำความเย็นและลดความชื้น (Cooling and Dehumidification Process) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ให้อุณหภูมิกระเปาะแห้ง ( $T_R$  และ  $T_S$ ) และอัตราส่วนความชื้น ( $\omega_R$  และ  $\omega_S$ ) ลดลง โดยเส้นกระบวนการจะดำเนินไปตามเส้นตรงจากจุดอากาศกลับ (Return Air, RA) ไปยังจุดอากาศจ่าย (Supply Air, SA) ดังแสดงในรูป 2.6



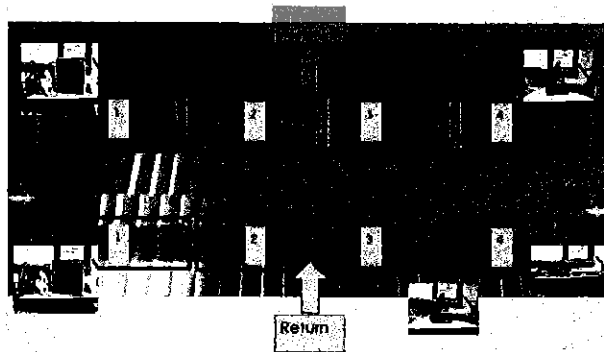
รูปที่ 2.6 กระบวนการทำความเย็นและลดความชื้นของเครื่องปรับอากาศ

## 2.10 ความเร็วลมด้านอากาศกลับเฉลี่ยของเครื่องปรับอากาศ

พิจารณาพื้นที่บริเวณช่องลมอากาศกลับ (Return Air) เนื่องจากลมที่จุดอากาศกลับจะมีลักษณะการไหลการไหลแบบปั่นป่วน (Turbulence) ที่น้อยกว่าลมที่จุดอากาศจ่าย ทำให้ค่าที่ได้จากการตรวจวัดมีความคลาดเคลื่อนน้อย โดยแบ่งพื้นที่ออกเท่าๆกัน เพื่อเก็บข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้มาหาความเร็วลมเฉลี่ยของเครื่องปรับอากาศจากสมการ ตำแหน่งการตรวจวัดดังรูปที่ 2.7

$$V = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n}{n} \quad (2.7)$$

เมื่อ  $V$  คือ ความเร็วลมเฉลี่ยด้านอากาศกลับ (m/s)  
 $V_1, V_2, V_3, \dots, V_n$  คือ ความเร็วลม ณ ตำแหน่งใดๆ (m/s) ตามลำดับ



รูปที่ 2.7 ตำแหน่งการตรวจวัด

## 2.11 อุณหภูมิกระเปาะแห้งและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศกลับ (Return Air)

### อากาศจ่าย (Supply Air) เฉลี่ย

พิจารณายังพื้นที่บริเวณช่องลมอากาศกลับและอากาศจ่าย โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็นจำนวน  $n$  ช่องเท่าๆกันเพื่อใช้เครื่องมือวัดเก็บข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิกระเปาะแห้งและความชื้นสัมพัทธ์จากสมการ 2.8 และ 2.9 ตำแหน่งการตรวจวัดดังรูปที่ 2.7

$$T = \frac{T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_n}{n} \quad (2.8)$$

เมื่อ  $T$  คือ อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศกลับและอากาศจ่าย ( $^{\circ}\text{C}$ )  
 $T_1, T_2, T_3, \dots, T_n$  คือ อุณหภูมิของอากาศ ณ ตำแหน่งใดๆ ( $^{\circ}\text{C}$ ) ตามลำดับ

$$\text{RH}(\%) = \frac{\text{RH}(\%)_1 + \text{RH}(\%)_2 + \text{RH}(\%)_3 + \dots + \text{RH}(\%)_n}{n} \quad (2.9)$$

เมื่อ  $\text{RH}(\%)$  คือ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของ RA และ SA  
 $\text{RH}(\%)_1, \text{RH}(\%)_2, \text{RH}(\%)_3, \dots, \text{RH}(\%)_n$  คือความชื้นสัมพัทธ์ ณ ตำแหน่งใดๆ ตามลำดับ

## 2.12 อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศบริเวณหน้าคอยล์ร้อน

พิจารณายังพื้นที่บริเวณหน้าคอยล์ร้อนออกเป็นช่องเท่าๆกันเพื่อเก็บข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศจากสมการ ตำแหน่งการตรวจวัดดังรูปที่ 2.7

$$T = \frac{T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_n}{n} \quad (2.10)$$

เมื่อ  $T$  คือ อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศหน้าคอยล์ร้อน ( $^{\circ}\text{C}$ )  
 $T_1, T_2, T_3, \dots, T_n$  คือ อุณหภูมิของอากาศ ณ ตำแหน่งใดๆ ( $^{\circ}\text{C}$ ) ตามลำดับ

### 2.13 ความสามารถในการทำความเย็น (Cooling Capacity) ของเครื่องปรับอากาศ

$$Q_L = \dot{m}_{air} (h_R - h_S) \quad (2.11)$$

เมื่อ	$Q_L$	คือ ความสามารถในการทำความเย็น (kW)
	$\dot{m}_{air}$	คือ อัตราการไหลของอากาศกลับ (kg/s)
	$h_R, h_S$	คือ เอนทัลปีจำเพาะของอากาศกลับและอากาศจ่าย (kJ/kg)

### 2.14 อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศผ่านคอยล์เย็น

พิจารณายังพื้นที่หน้ากาด้านอากาศกลับของเครื่องปรับอากาศ และหาค่าเฉลี่ยพื้นที่ ( $m^2$ ) เพื่อนำไปหาอัตราการไหลเชิงมวลของอากาศผ่านคอยล์เย็นดังสมการที่ 2.10

$$\dot{m}_{air} = (\rho)(V)(A) \quad (2.12)$$

ใช้ค่าความหนาแน่นของอากาศที่สภาวะอากาศมาตรฐาน (Standard Air) ที่ 1 atm 25°C ซึ่งมีค่าความหนาแน่นของอากาศ  $\rho = 1.184 \text{ kg/m}^3$  ดังนั้นเขียนสมการ 2.10 ใหม่ได้เป็น

$$\dot{m}_{air} = (1.184)(V)(A) \quad (2.13)$$

เมื่อ	$V$	คือ ความเร็วลมเฉลี่ยด้านอากาศกลับ (m/s)
	$A$	คือ พื้นที่หน้ากาด้านอากาศกลับ ( $m^2$ )

เมื่อ	$RH(\%)$	คือ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของ RA และ SA
	$RH(\%)_1, RH(\%)_2, RH(\%)_3, \dots, RH(\%)_n$	คือความชื้นสัมพัทธ์ ณ ตำแหน่งใดๆ ตามลำดับ



## 2.15 กำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ (W)

$$W = (I)(V)(\cos \theta) \quad (\text{กรณีไฟฟ้าหนึ่งเฟส}) \quad (2.14)$$

เมื่อ	W	คือ กำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ (kW)
	I	คือ กระแสไฟฟ้า (A)
	V	คือ แรงดันไฟฟ้า (V)
	cos θ	คือ ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์

## 2.16 ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า

$$E_c = (W)(H)(D)(E) \quad (2.15)$$

โดย	W	คือ กำลังทางไฟฟ้า มีหน่วย (kW)
	H	คือ ชั่วโมงการใช้งานต่อวัน มีหน่วยเป็น (hr/day)
	D	คือ วันในการใช้งานในระยะเวลาหนึ่งปี (day/year)
	E	คือ ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)

## ตารางที่ 2.2 อัตราค่าไฟฟ้า (อัตราค่าไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

		ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน) 40.90
<b>1.1.2 ไขหลังงานไฟฟ้า เกิน 150 หน่วยต่อเดือน</b>			
150 หน่วยแรก	(หน่วยที่ 0 - 150)	1.8047	
250 หน่วยต่อไป	(หน่วยที่ 151 - 400)	2.7781	
เกิน 400 หน่วยขึ้นไป	(หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	2.9780	

ในที่นี้กำหนดค่าไฟฟ้ามีค่า = 3 บาท/kWh

## 2.17 การออกแบบชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศ

กรวยลดอุณหภูมิอากาศจะนำมาใช้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการระบายความร้อนของคอยล์ร้อน (Condensing Unit) หลักการในการออกแบบใช้ ทฤษฎีการไหลในท่อลดความดัน (Venturi Effect) ซึ่งจะใช้ผลจากการลดความดันมาช่วยในการลดอุณหภูมิ ดังนั้นหลักการทำงานของกรวยลดอุณหภูมิอากาศมีขั้นตอนดังนี้

### 2.17.1 ทฤษฎีการไหลในท่อลดความดัน (Venturi Effect)

อากาศที่ไหลผ่านท่อที่มีพื้นที่หน้าตัดลดลงจะส่งผลให้ความเร็วของอากาศเพิ่มขึ้น ความดันของอากาศลดลง ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศลดลง

### 2.17.2 ของไหลอุดมคติ

คุณสมบัติของไหลอุดมคติมี ดังนี้

1. มีการไหลอย่างสม่ำเสมอ (Steady Flow) หมายถึง ความเร็วของทุกอนุภาค ณ ตำแหน่งบนพื้นที่หน้าตัดเดียวกันในของไหลมีค่าคงตัว
  2. เป็นการไหลโดยไม่หมุน (Irrotational flow) คือ ในบริเวณโดยรอบจุดหนึ่งๆ ในของไหลจะไม่มีอนุภาคของของไหลเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเชิงมุมรอบจุดนั้นๆเลย
  3. เป็นการไหลที่ไม่มีแรงต้านเนื่องจากความหนืด (Nonviscous flow) ไม่มีแรงต้านใดๆภายในเนื้อของไหลมากระทำต่ออนุภาคของไหล
  4. ไม่สามารถอัดได้ (Incompressible flow) ในทุกๆส่วนของของไหลมีความหนาแน่นคงตัว
- สมการความต่อเนื่อง (The equation of continuity)

เป็นสมการที่ใช้ศึกษาการไหลของของไหลภายในท่อ การไหลของของไหลในท่อที่มีขนาดไม่สม่ำเสมอไหลจากปลาย [2] ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด  $A_2$  ไปยังปลาย [1] ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด  $A_1$  ดังรูป



รูปที่ 2.8 ท่อลดความดัน (Venturi Tube)

ที่มา <http://www.gasthai.com/boardgas/questiongt7.asp?id=A18597>

เนื่องจากของไหลไม่สามารถไหลผ่านผนังท่อและ ไม่มีการสร้างหรือทำลายของไหลในท่อ ดังนั้นมวลของของไหลที่ผ่านแต่ละส่วนของท่อการไหลในเวลา  $\Delta t$  เดียวกันจึงมีค่าเท่ากัน คือ

$$\Delta m_1 = \Delta m_2$$

$$\rho A_1 v_1 \Delta t = \rho A_2 v_2 \Delta t$$

เนื่องจากของไหลอุดมคติไม่สามารถอัดได้ (incompressible flow) ดังนั้น ความหนาแน่นจึงคงตัว

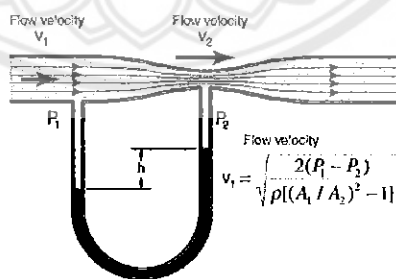
$$\rho_1 = \rho_2$$

$$(A_1)(v_1) = (A_2)(v_2) \quad (2.16)$$

สมการดังกล่าวเรียกว่า สมการความต่อเนื่อง (The equation of continuity) สรุปใจความได้ว่า ผลคูณระหว่างพื้นที่หน้าตัดกับอัตราเร็วของของไหลอุดมคติ ไม่ว่าจะอยู่ที่ตำแหน่งใดในท่อ การไหลจะมีค่าคงตัว

### 2.17.3 สมการของแบร์นูลลี (Bernoulli's Equation)

จากสมการของแบร์นูลลี จึงได้เกิดมาตรเวนจูรี เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดอัตราการไหลของของไหลในท่อ เนื่องจากท่ออยู่ในแนวระดับ สมการของแบร์นูลลี สามารถเขียนได้ว่า “ผลรวมของความดัน พลังงานจลน์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร และพลังงานศักย์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร ณ ตำแหน่งใด ๆ ภายในท่อที่ของไหลผ่านมีค่าคงตัวเสมอ”



รูปที่ 2.9 เครื่องมือ เวนจูรี

ที่มา <http://www.gasthai.com/boardgas/questiongt7.asp?id=A18597>

$$P_1 + \frac{\rho}{2}(v_1^2) = P_2 + \frac{\rho}{2}(v_2^2) \quad (2.17)$$

จากรูปที่ 2.9 สมการของแบร์นูลลีที่ไม่คิดผลจากพลังงานศักย์เนื่องจากท่ออยู่ระดับเดียวกัน จะเห็นความสัมพันธ์ว่า เมื่อความเร็วเพิ่มความดันก็จะลดลงตามสมการและก็จะสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างความก่อกับอากาศได้จากกฎแก๊สสมบูรณ์จาก

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \quad (2.18)$$

## 2.18 สมการพาความร้อนภายนอกแบบไหลตั้งฉากในวัตถุทรงกระบอก (Convection for a Cylinder in a Cross Flow )

Hilpert correlation;  $Pr \geq 0.7$

$$\overline{Nu}_D = C(Re_D)^m (Pr)^{1/3} \quad (2.19)$$

$$\overline{h} = \overline{Nu}_D \left( \frac{k}{D} \right) \quad (2.20)$$

เลขเรย์โนลด์นัมเบอร์  $Re$  (Reynolds number) เป็นปริมาณไร้มิติ ซึ่งตัวบ่งชี้ถึงลักษณะการไหลที่เกิดจากการไหลแบบราบเรียบ (laminar flow) หรือการไหลแบบปั่นป่วน (turbulent flow) โดยค่า  $Re$  แปรผันตรงกับ  $Nu$  ดังแสดงในสมการ 2.19

เลขพรันด์เทิล  $Pr$  (Prandtl number;) เป็นปริมาณไร้มิติ ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ความสามารถของของไหลในการส่งผ่านโมเมนตัมในของไหลเมื่อเทียบกับการส่งผ่านความร้อนในของไหล โดยค่า  $Pr$  แปรผันตรงกับค่า  $Nu$  ดังแสดงในสมการ 2.19

เลขนื้อตเซล  $Nu$  (Nusselt number) เป็นปริมาณไร้มิติ ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ความสามารถในการถ่ายเทความร้อนแบบพาความร้อน โดยค่า  $Nu$  แปรผันตรงกับสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของของไหล ( $h$ ) ดังแสดงในสมการ 2.20

### บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ

ในโครงการนี้จะศึกษาเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานและประสิทธิภาพระหว่างเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 36,000 Btu/hr แบบระบายความร้อนด้วยอากาศกับแบบติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิลดอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อน

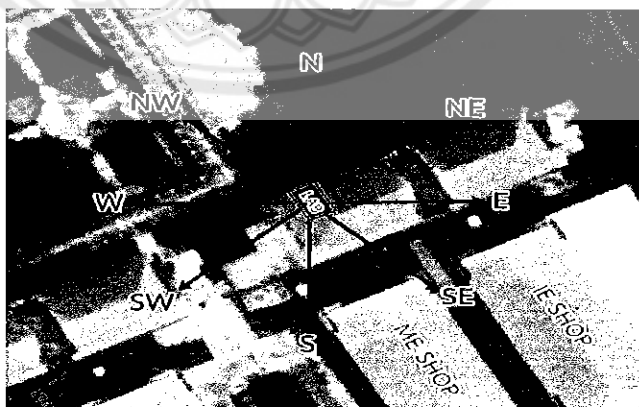
กำหนดห้องที่ใช้ในการทดลองเป็นห้องสำนักงาน (Office) ขนาด 5x8x3 ลูกบาศก์เมตร อุณหภูมิภายในห้องทดลองเฉลี่ย 25°C ทดลองช่วงเดือนมีนาคม-เมษายน พ.ศ. 2560 ที่ห้องหน่วยวิจัยเทคโนโลยีอาคารและการจัดการพลังงาน IE 504 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

แบ่งห้องทดลองเป็น 2 กรณี ดังนี้

1. ห้องปรับอากาศ
2. ห้องปรับอากาศติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศขนาด 39x105 ตารางเซนติเมตร ห่างจากคอยล์ร้อน 2 เซนติเมตร

แบ่งการตรวจวัดข้อมูลออกเป็น 3 การทดลอง ทดลองซ้ำอย่างละ 3 ครั้ง

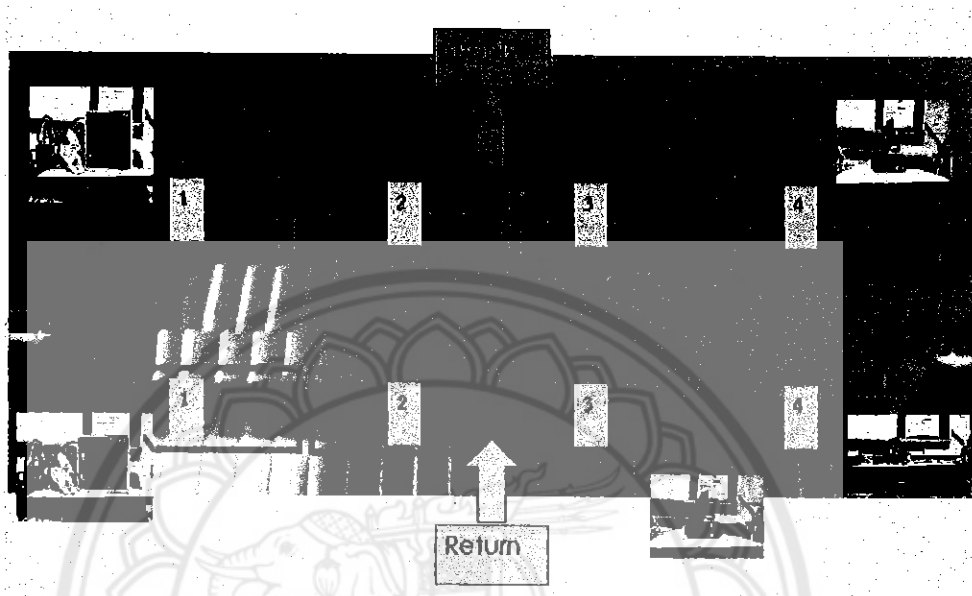
1. อุณหภูมิภายนอกห้องทดลองเฉลี่ย 30°C
2. อุณหภูมิภายนอกห้องทดลองเฉลี่ย 35°C
3. อุณหภูมิภายนอกห้องทดลองเฉลี่ย 40°C



รูปที่ 3.1 ทิศของห้องทดลอง

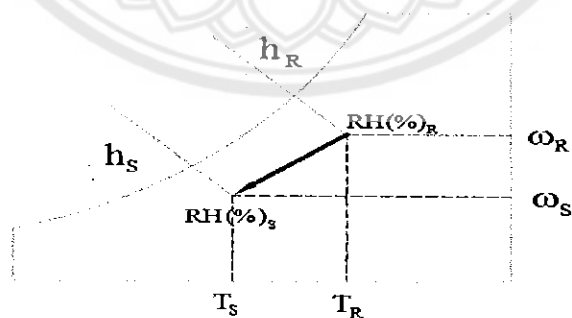
### 3.1 การตรวจวัดข้อมูล

3.1.1 เปิดเครื่องปรับอากาศและตั้งอุณหภูมิ 25°C และทำการตรวจวัดค่าคุณสมบัติอากาศ ดังรูป 3.2



รูปที่ 3.2 การตรวจวัดค่าคุณสมบัติอากาศ

3.1.2 นำค่าอุณหภูมิ และความชื้นด้านอากาศกลับ และอากาศจ่ายจากการตรวจวัด ไปหา เอนทาลปีของด้านอากาศกลับ ( $h_R$ ) และเอนทาลปีของด้านอากาศจ่าย ( $h_S$ ) ใน Psychrometric chart ดังรูป 3.3



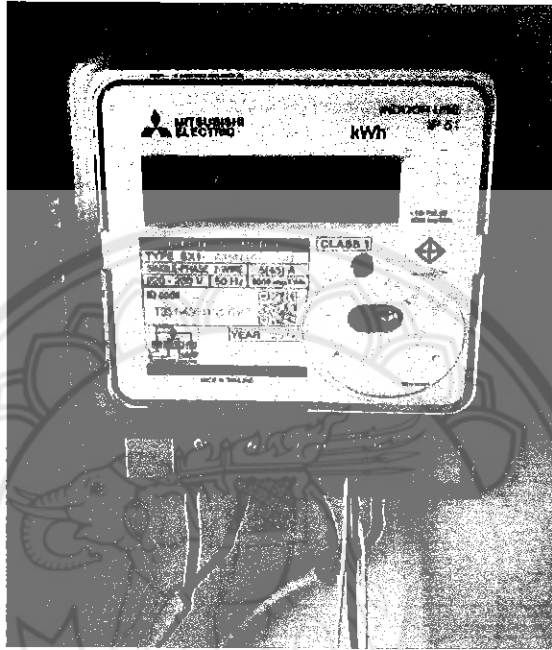
รูปที่ 3.3 ทหาค่า เอนทาลปี Psychrometric chart

19181826

14 ก.ย. 2560

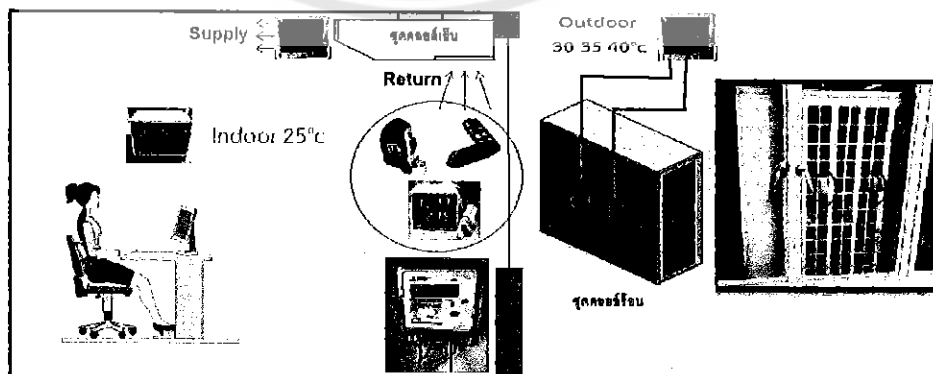


3.1.3 วัด kWh ของเครื่องปรับอากาศ ด้วยมิเตอร์ไฟฟ้า ยี่ห้อ MITSUBISHI Single-Phase, 220-230 V, 50 Hz, ปี 2014 ดังรูป 3.4



รูปที่ 3.4 มิเตอร์ไฟฟ้า MITSUBISHI

3.1.4 ลักษณะภายในห้องทดลองและตำแหน่งการตรวจวัด



รูปที่ 3.5 แสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดข้อมูล

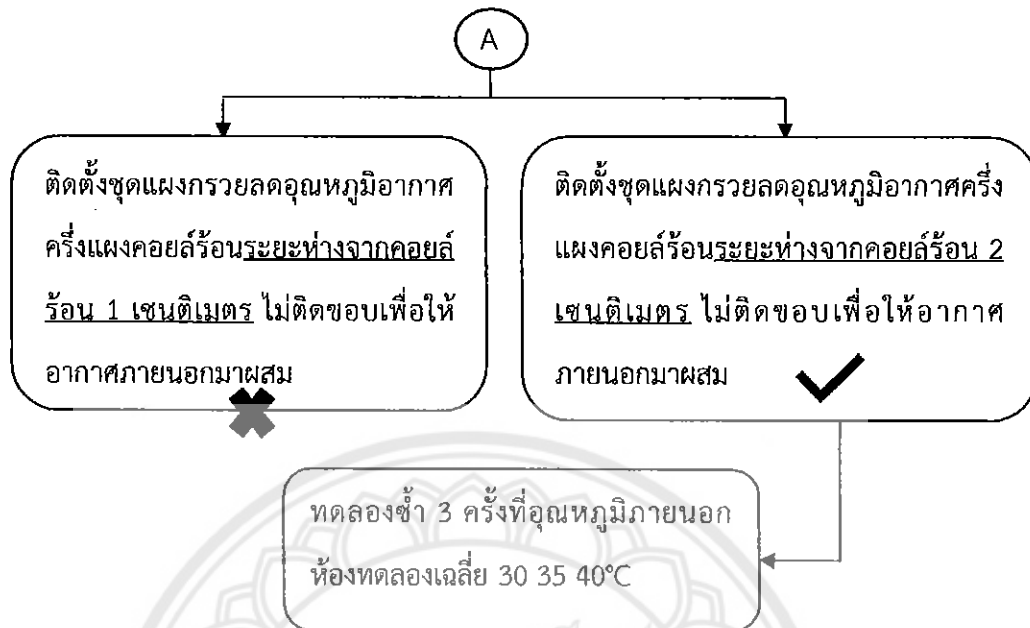
### 3.2 วิธีการทดลอง



รูปที่ 3.6 แผนผังแสดงวิธีการดำเนินงาน

หมายเหตุ เครื่องหมาย X หมายถึงไม่นำไปทดลองต่อ เครื่องหมาย ✓ หมายถึงนำไปทดลองต่อ รายละเอียดเพิ่มเติมสามารถดูได้ที่ภาคผนวก ก.





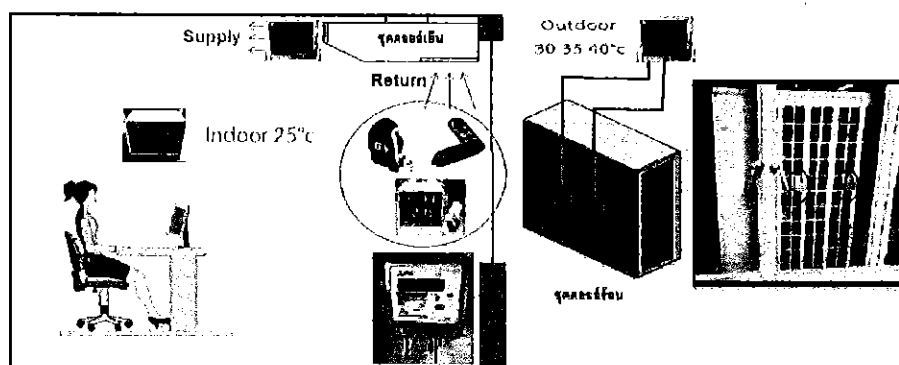
รูปที่ 3.6 แผนผังแสดงวิธีการดำเนินงาน (ต่อ)

**หมายเหตุ** เครื่องหมาย ❌ หมายถึงไม่นำไปทดลองต่อ เครื่องหมาย ✓ หมายถึงนำไปทดลองต่อ รายละเอียดเพิ่มเติมสามารถดูได้ที่ภาคผนวก ก.

### 3.3 กำหนดห้องการทดลองเป็น 2 กรณี ดังนี้

#### 3.3.1 กรณีที่ 1 ห้องปรับอากาศ

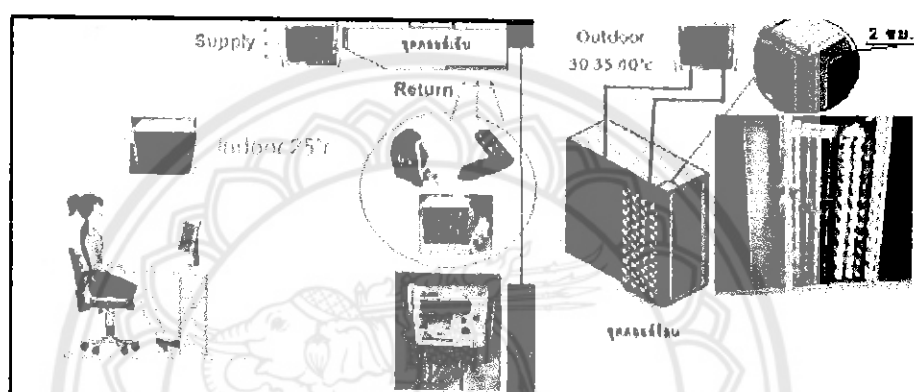
ห้องปรับอากาศในที่นี้หมายถึงห้องปรับอากาศที่ไม่มีการติดตั้งกรวยลดอุณหภูมิอากาศ จะทำการตรวจวัดข้อมูล ณ จุดต่างๆ เพื่อใช้คำนวณหาค่า  $Q_L$  ค่า COP ค่า EER และค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า



รูปที่ 3.7 ห้องปรับอากาศที่ยังไม่ติดตั้งชุดแผงกรวย

3.3.2 ห้องปรับอากาศติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศขนาด 39x105 ตารางเซนติเมตร ห่างจากคอยล์ร้อน 2 เซนติเมตร

ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศขนาด 39x105 ตารางเซนติเมตร (ครึ่งแผงคอยล์ร้อน) จำนวน 56 กรวย ด้านหน้าคอยล์ร้อนที่มีขนาด 78x105 ตารางเซนติเมตร ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.8 ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศครึ่งแผงคอยล์ร้อน ห่างจากคอยล์ร้อน 2 เซนติเมตร

## บทที่ 4 ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์ผล

### 4.1 ผลการตรวจวัดข้อมูล

ในการทดลองได้ทำการวัดค่าพร้อมทั้งวิเคราะห์เปรียบเทียบได้แก่ อุณหภูมิที่ชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศสดได้ ค่าความสามารถในการทำความเย็น ( $Q_c$ ) ค่ากำลังไฟฟ้า (W) ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้า

### 4.2 ค่าอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อน

เป็นการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของอากาศหน้าคอยล์ร้อนที่ไม่ไหลผ่านชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิกับค่าอุณหภูมิอากาศที่ไหลผ่านชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศในแต่ละกรณีดังกราฟที่ 4.1

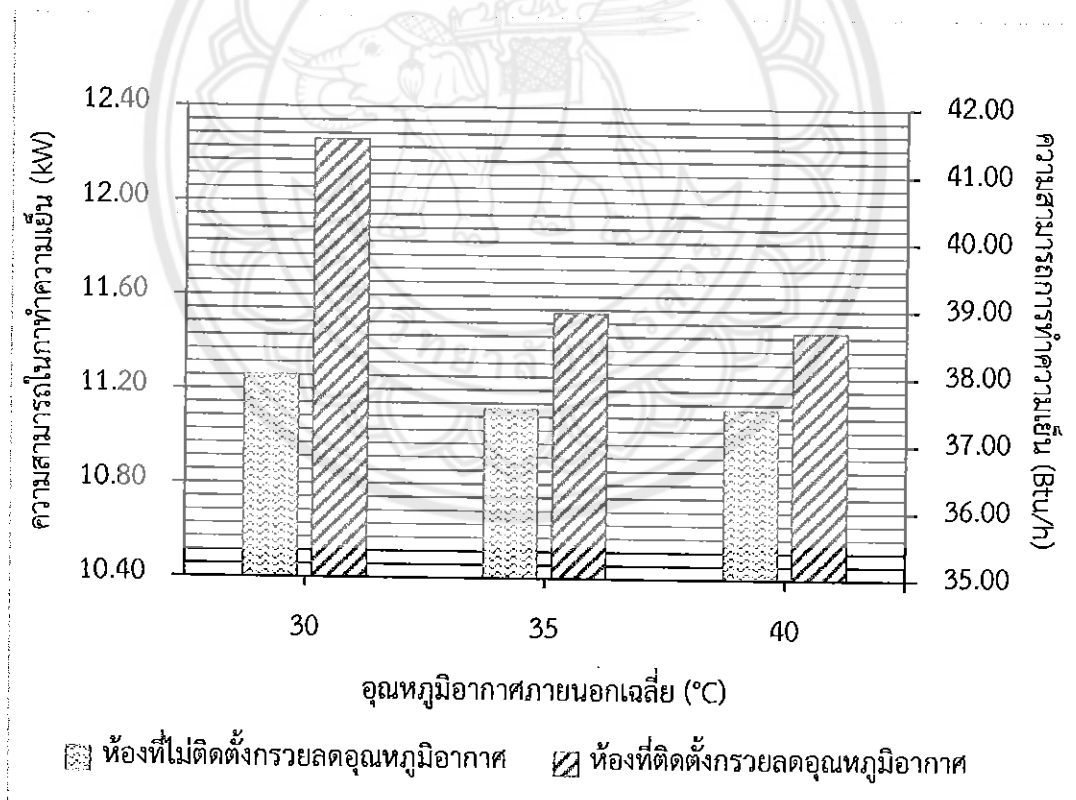


กราฟที่ 4.1 ผลเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนที่ไหลผ่านชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศกับที่ไม่ไหลผ่านชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิ

ผลจากกราฟที่ 4.1 พบว่าเมื่อพัลลภระบายความร้อนทำงาน อากาศก็จะถูกดูดเข้าสู่คอยล์ร้อนทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนขึ้น สังเกตจากกราฟได้ว่าอุณหภูมิหน้าคอยล์จะมีค่าที่ต่ำลงเมื่อพัลลภระบายอากาศทำงาน เนื่องจากเกิดการพาความร้อนขึ้นอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์จึงลดต่ำลงจากอุณหภูมิอากาศภายนอก และเมื่ออากาศที่ไหลเข้าสู่ชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศที่ติดตั้งหน้าคอยล์ร้อน ชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศก็จะสามารถลดอุณหภูมิอากาศลงได้  $0.25 - 0.50 \text{ }^{\circ}\text{C}$  คิดเป็น  $0.77 - 1.65 \%$

#### 4.3 ค่าความสามารถในการทำความเย็น ( $Q_c$ )

เป็นการเปรียบเทียบค่าความสามารถในการทำความเย็นของห้องที่ไม่ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศกับห้องที่ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศในแต่ละกรณีดังกราฟที่ 4.2

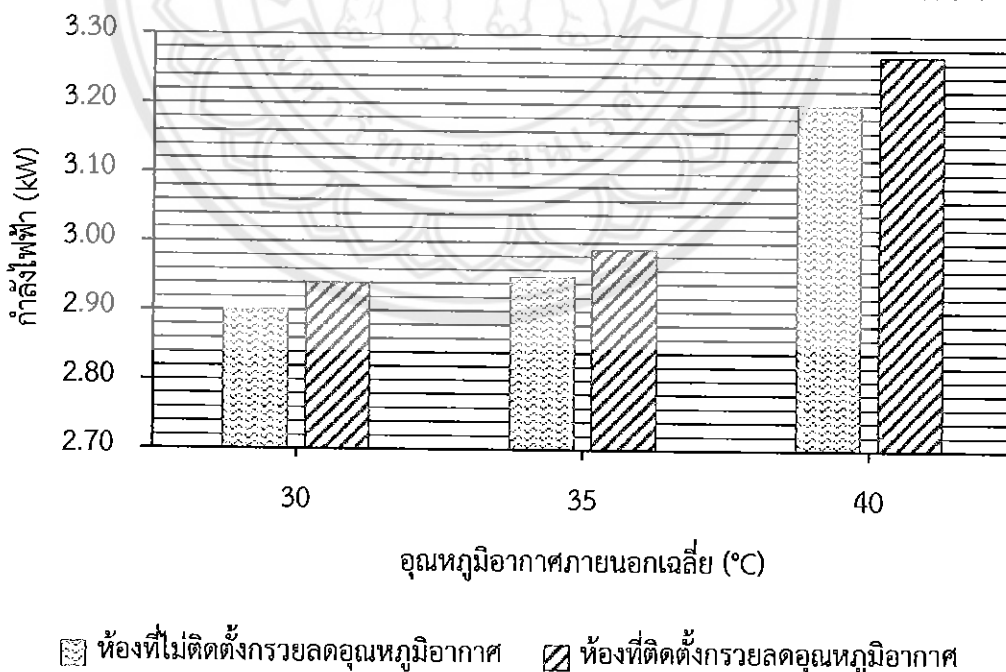


กราฟที่ 4.2 ผลเปรียบเทียบค่าความสามารถในการทำความเย็นของห้องที่ไม่ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศกับห้องที่ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศ

ผลจากกราฟที่ 4.2 พบว่าเมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอกเพิ่มสูงขึ้น ค่า  $Q_L$  มีค่าลดลงทุกกรณี จากค่าความสามารถในการทำความเย็นลดลง เนื่องจากความร้อนจากอากาศภายนอกที่สูงขึ้นจึงทำให้การแลกเปลี่ยนความร้อนทำได้ไม่ดีโดยจากค่าอุณหภูมิอากาศที่สูงขึ้น ทำให้ค่า Pr (Prandtl Number) มีค่าลดลง โดย Pr แปรผันตรงกับ Nu (Nusselt Number) จึงส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (h) มีค่าลดลงดังสมการที่ 2.19 และ 2.21 และจากกราฟจะเห็นได้ว่าเมื่อติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศเข้าไปจะทำให้ค่า  $Q_L$  เพิ่มขึ้น เนื่องจากกรวยลดอุณหภูมิสามารถช่วยถ่ายเทความร้อนของคอยล์ร้อนได้ดีขึ้นจากการลดอุณหภูมิอากาศก็จะส่งผลให้ค่า  $Q_L$  เพิ่มขึ้นโดยค่า  $Q_L$  เพิ่มขึ้น 0.33 – 1.00 KW คิดเป็น 3.69 – 8.88% เมื่อเทียบกับห้องที่ไม่ติดตั้งกรวยลดอุณหภูมิอากาศ

#### 4.4 ค่ากำลังไฟฟ้ารวม (W)

เป็นการเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าของห้องที่ไม่ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศกับห้องที่ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศในแต่ละกรณีดังกราฟที่ 4.3

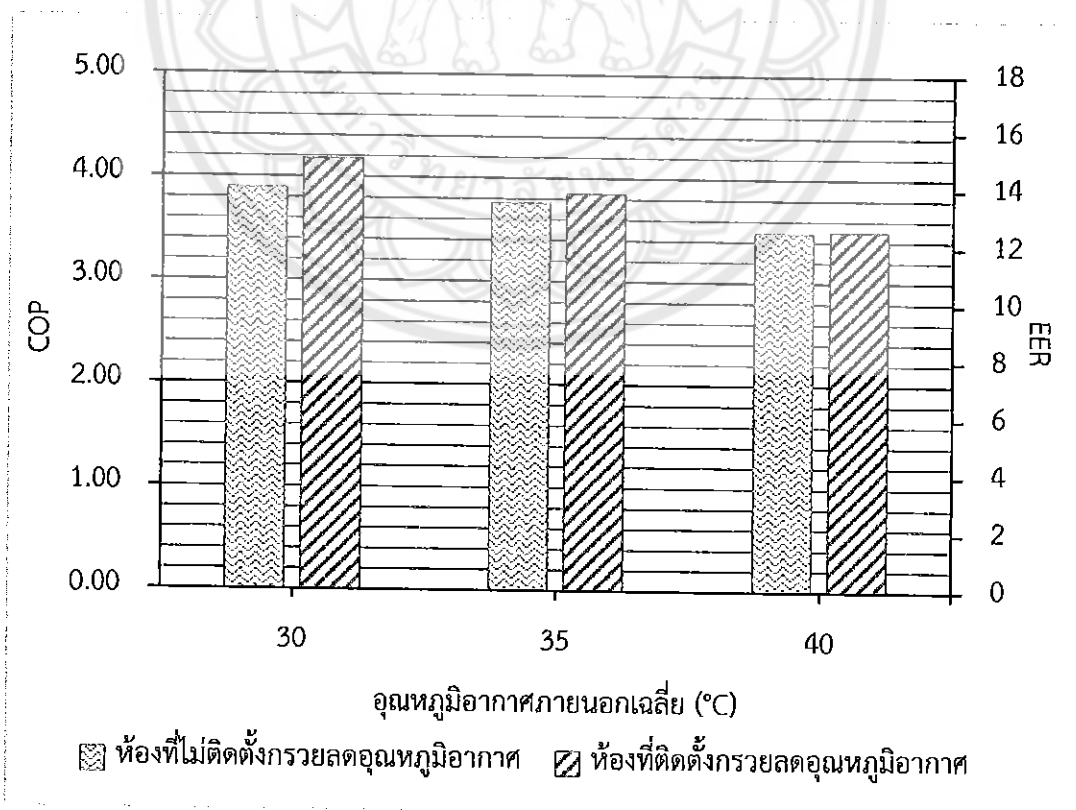


กราฟที่ 4.3 ผลเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ของห้องที่ไม่ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศ กับห้องที่ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศ

ผลจากกราฟที่ 4.3 พบว่าเมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอกเพิ่มสูงขึ้น ค่า W มีค่าเพิ่มขึ้นทุกกรณี เนื่องจากความร้อนจากอากาศภายนอกที่สูงขึ้นจึงทำให้การแลกเปลี่ยนความร้อนทำได้ไม่ดี และจากกราฟจะเห็นได้ว่าเมื่อติดตั้งกรวยลดอุณหภูมิอากาศเข้าไปจะทำให้ค่า W เพิ่มขึ้น เนื่องจากการติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศเป็นการรบกวนพื้นที่ที่ระบายอากาศโดยตรงของคอยล์ร้อนจึงทำให้พัดลมระบายอากาศจะต้องทำงานหนักขึ้นเพื่อการแลกเปลี่ยนความร้อนที่คอยล์ร้อนเพียงพอต่อการระบายความร้อนดังนั้นค่ากำลังไฟฟ้าจึงมากขึ้นตามการทำงานที่หนักของพัดลมตามลำดับ โดยค่า W เพิ่มขึ้นเพียง 0.04 – 0.07 kW คิดเป็น 1.36 – 2.19 % เมื่อเทียบกับห้องที่ไม่ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศ

#### 4.5 ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) และค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER)

เป็นการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะและค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของห้องที่ไม่ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศกับห้องที่ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศในแต่ละกรณีดังกราฟที่ 4.4



กราฟที่ 4.4 ผลเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะและอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน

ผลจากกราฟที่ 4.2 พบว่าเมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอกเพิ่มสูงขึ้น ค่า COP และ EER มีค่าลดลงทุกกรณี เนื่องจากค่าความสามารถในการทำความเย็นลดลง แต่ค่ากำลังไฟฟ้าที่พัดลมใช้ในการระบายความร้อนยังเท่าเดิม จึงส่งผลให้มี ค่า COP และ EER ลดต่ำลง และจากกราฟจะเห็นได้ว่าเมื่อติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศเข้าไปจะทำให้ค่า COP และ EER เพิ่มขึ้นอยู่ที่ 0.02 – 0.29 คิดเป็น 0.57 – 7.46% เมื่อเทียบกับห้องที่ไม่ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศ

#### 4.6 ค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้า

เป็นการเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าของห้องที่ไม่ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศกับห้องที่ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศในแต่ละกรณีดังกราฟที่ 4.5

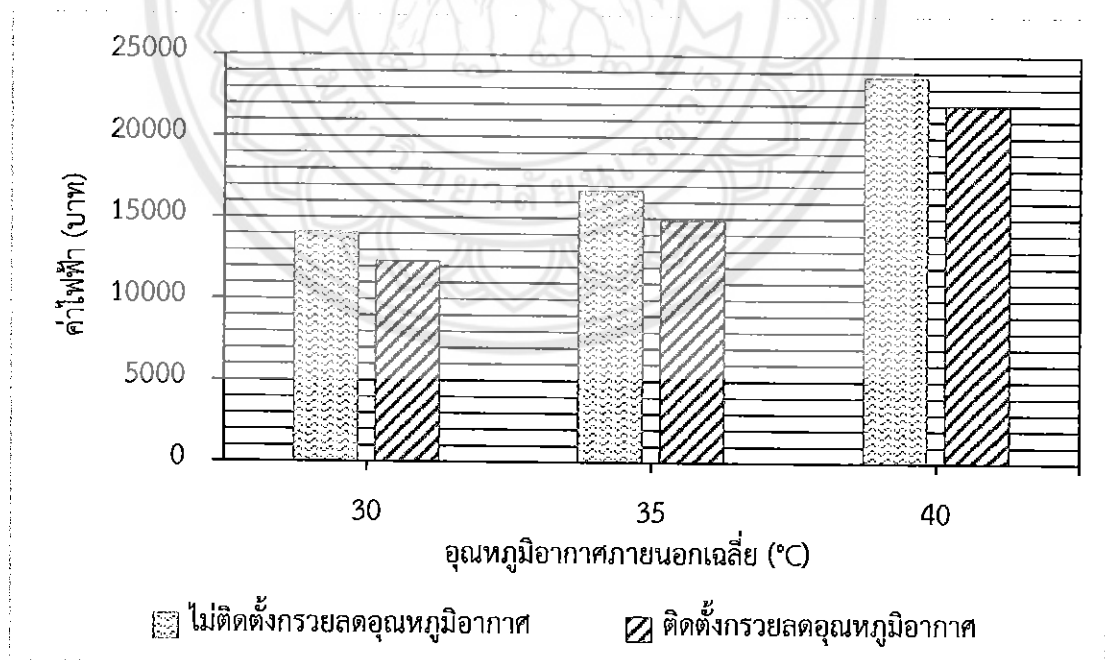


กราฟที่ 4.5 กราฟเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้า

ผลจากกราฟที่ 4.5 พบว่าเมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอกสูงขึ้น ค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้ามีค่าเพิ่มทุกกรณี เนื่องจากค่าความสามารถในการทำความเย็นลดลง ค่ากำลังไฟฟ้าที่พัฒนาใช้ในการระบายความร้อนยังเท่าเดิม แต่ใช้ระยะเวลาในการทำงานมากขึ้น จึงส่งผลให้มี ค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น และจากกราฟจะเห็นได้ว่าเมื่อติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศเข้าไปจะทำให้ค่า พลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้ามีค่าลดลง โดยค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าลดลง 0.2 และ 0.6 ตามลำดับที่อุณหภูมิ 30 - 40 °C คิดเป็น 7.41 - 12.5% เมื่อเทียบกับห้องที่ไม่ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศ

#### 4.7 ค่าไฟฟ้า

เป็นการเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าของห้องที่ไม่ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศกับห้องที่ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศในระยะเวลา 1 ปี (366 วัน) โดยเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศ 8 ชั่วโมงต่อวัน ดังกราฟที่ 4.6



กราฟที่ 4.6 กราฟเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าในระยะเวลาหนึ่งปี



ผลจากกราฟที่ 4.6 พบว่าเมื่ออุณหภูมิอากาศภายนอกเพิ่มขึ้น ไฟฟ้ามีค่าเพิ่มทุกกรณี เนื่องจากค่าความสามารถในการทำความเย็นลดลง ส่งผลให้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่คอยล์ร้อนใช้ทำงานมากขึ้น แต่เมื่อติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศเข้าไปจะทำให้ค่าไฟฟ้ามีค่าลดลง โดยค่าไฟฟ้าลดลง 1,756.8 บาท ในทุกกรณี คิดเป็น 7.41 – 12.5% เมื่อเทียบกับห้องที่ไม่ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศ

#### 4.8 ระยะเวลาคืนทุน

จากหัวข้อ 4.7 จะเห็นว่าในระยะเวลาหนึ่งปีที่ช่วงอุณหภูมิ 30 – 40 องศาเซลเซียส ชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศสามารถลดค่าไฟฟ้าได้ที่ 1,756.8 บาทต่อปี และชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศที่ใช้ในการทดลองใช้งบประมาณในการสร้าง 100 บาท ระยะเวลาคืนทุน 21 วัน



## บทที่ 5 บทสรุป

ในโครงการนี้จะศึกษาเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานและประสิทธิภาพระหว่างเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศขนาด 36,000 Btu/hr กับแบบติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อน สามารถสรุปได้ดังนี้

### 5.1 สรุปผลการทดลอง

#### 5.1.1 ค่าอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อน

1. อุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนมีค่าสูงขึ้น ทำให้ชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศลดอุณหภูมิได้น้อยลงเป็นผลเนื่องมาจากความหนาแน่นของอากาศที่อุณหภูมิช่วงที่ทดสอบคือ 30 – 40 องศาเซลเซียส มีค่าต่างกันถึง 20% เมื่ออุณหภูมิอากาศสูงขึ้นค่าความหนาแน่นของอากาศจะมีค่าลดลง ส่งผลให้ความสามารถในการลดอุณหภูมิอากาศของชุดแผงกรวยลดได้น้อยลงตามสมการที่ 2.17

2. การติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนทำให้อุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ลดลงส่งผลให้สามารถระบายความร้อนที่คอยล์ร้อนทำได้ดียิ่งขึ้นโดยอุณหภูมิต่ำสุดได้อยู่ที่ 0.25 - 0.50 °C คิดเป็น 0.77 - 1.65%

#### 5.1.2 ผลการเปรียบเทียบค่าความสามารถในการทำความเย็น

เมื่ออุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนเพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้ค่าความสามารถในการทำความเย็นลดต่ำลงทุกกรณีเนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนมีค่าลดลง แต่เมื่อติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนค่าความสามารถในการทำความเย็นเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 3.69 - 8.88% เป็นผลมาจากอุณหภูมิต่ำสุดได้จากชุดแผงกรวยทำให้คอยล์ร้อนระบายความร้อนได้ดียิ่งขึ้นและค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนมีค่ามากขึ้น

### 5.1.3 ผลการเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้า

เมื่ออุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนเพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้ค่ากำลังไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นในทุกกรณี เนื่องจากความสามารถในการทำความเย็นลดต่ำลง และเมื่อติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนส่งผลให้มีค่ากำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจากเดิมเพียง 1.36 – 2.19% เป็นผลมาจากชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศไปรบกวนพื้นที่ระบายอากาศของพัดลมทำให้พัดลมต้องทำงานหนักขึ้นเพื่อเพิ่มอัตราการไหล

### 5.1.4 ผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) และค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER)

เมื่ออุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนเพิ่มสูงขึ้น มีผลทำให้ค่า COP และ EER ลดลงทุกกรณี เนื่องจากค่าความสามารถในการทำความเย็นลดต่ำลงและมีค่ากำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้น แต่เมื่อติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนส่งผลให้ค่า COP และ EER มีค่าที่เพิ่มขึ้นเป็นผลมาจากชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศช่วยทำให้คอยล์ร้อนระบายความร้อนได้ดีที่มีผลทำให้มีค่าความสามารถในการทำความเย็นเพิ่มขึ้นแต่ค่ากำลังไฟฟ้าก็เพิ่มขึ้นตาม แต่อย่างไรก็ตามความสามารถในการทำความเย็นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ จากสาเหตุดังกล่าวค่า COP และ EER ซึ่งเป็นอัตราส่วนของความสามารถในการทำความเย็นและค่ากำลังไฟฟ้าจึงมีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 0.57 – 7.46% ทั้งนี้เนื่องจากค่าการเพิ่มขึ้นของกำลังไฟฟ้ามีน้อยกว่าการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการทำความเย็น

### 5.1.5 ผลการเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้า

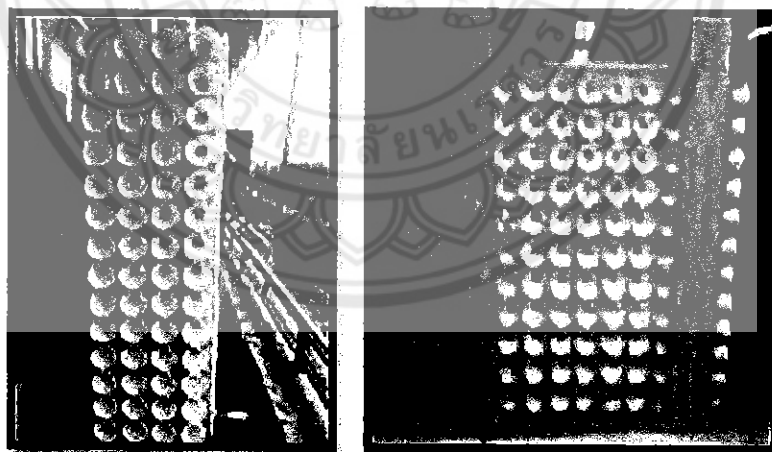
เมื่ออุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนเพิ่มสูงขึ้น มีผลทำให้ค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นทุกกรณี เนื่องมาจากทั้งชั่วโมงการทำงานและค่ากำลังไฟฟ้าของเครื่องอัดไอเพิ่มมากขึ้น แต่เมื่อติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนก็มีผลทำให้ค่ากำลังไฟฟ้ามีค่าเพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตามชั่วโมงการทำงานของเครื่องอัดไอลบมีค่าลดน้อยลงอย่างมีนัยสำคัญ จากสาเหตุดังกล่าวค่าพลังงานไฟฟ้าซึ่งเป็นผลคูณของค่ากำลังไฟฟ้ากับชั่วโมงการทำงานของเครื่องอัดไวจึงมีค่าลดต่ำลงอยู่ที่ 7.41 – 12.50% ทั้งนี้เนื่องจากค่าการเพิ่มขึ้นของกำลังไฟฟ้ามีน้อยกว่าการลดลงของชั่วโมงการทำงาน

### 5.1.6 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการคืนทุน

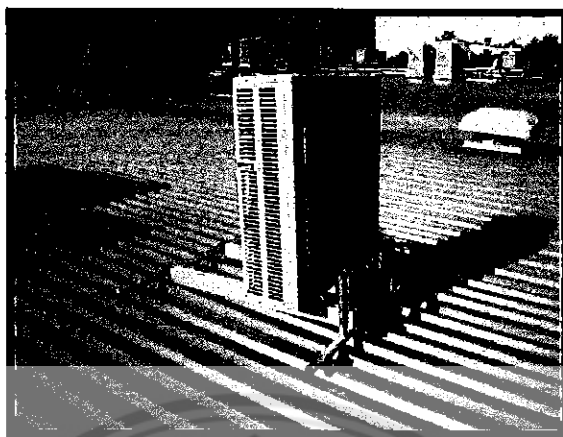
กรวยลดอุณหภูมิอากาศมีต้นทุนวัสดุในการสร้าง 100 บาท โดยการทดสอบที่ช่วงอุณหภูมิอากาศภายนอกเฉลี่ย 30 – 40 °C สามารถช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าต่อเดือนได้ 144 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 21 วัน

### 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. คอยล์ร้อนที่ใช้ในการทดลองนั้นได้ติดตั้งอยู่ใกล้กับผนังมากเกินไปดังรูปที่ 5.1 ทำให้ไม่สามารถทำการทดลองตัวแปรระยะห่างระหว่างจุกคอยล์กับชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศ โดยทำได้ไม่เกินระยะ 2 ซม. เนื่องจากตัวคอยล์ร้อนห่างจากผนังเพียง 15 ซม. และการที่ระยะห่างจากผนังใกล้เกินไปนั้นส่งผลต่อการระบายความร้อนที่คอยล์ร้อน ซึ่งคอยล์ร้อนนั้นต้องการพื้นที่ในการระบายความร้อน ผลจากการที่อยู่ใกล้ผนังมากเกินไปนั้นทำให้ประสิทธิภาพในการระบายความร้อนลดลง เพื่อให้การถ่ายเทให้สะดวก จึงต้องหาคอยล์ร้อนที่มีด้านหน้าคอยล์โล่งไม่อยู่ใกล้ผนังมากเกินไปดังรูปที่ 5.2 กรวยลดอุณหภูมิอากาศจึงจะสามารถให้ประสิทธิภาพได้เต็มศักยภาพ



รูปที่ 5.1 ปัญหาเรื่องของระยะห่างระหว่างชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศกับผนัง



รูปที่ 5.2 คอยล์ร้อนที่หน้าคอยล์เปิดโล่ง

ที่มา <http://www.adexgroup.com.au/products/monkey-toe-products/condenser-mounts1/>

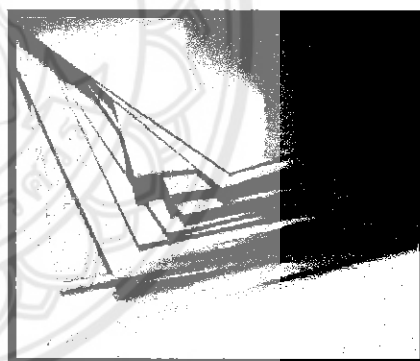
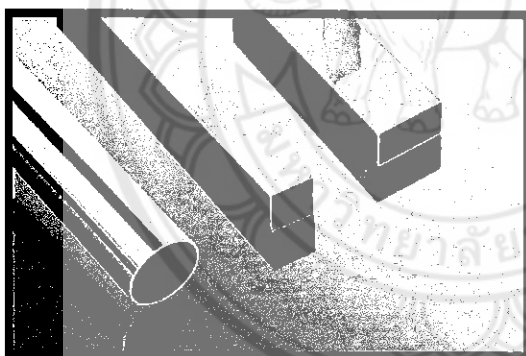
2. ก่อนทำการทดลองควรมีการทดสอบเครื่องมือในการตรวจวัดข้อมูลและมีการตรวจสอบความดันของสารทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศก่อน และควรทำการทดลองซ้ำหลายๆรอบ เพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำและถูกต้องมากยิ่งขึ้น

3. เนื่องจากชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศต้นแบบมีการใช้กรวยกระดาษซึ่งเป็นวัสดุที่มีอายุการใช้งานต่ำเมื่อใช้งานภายนอกอาคาร ดังนั้นวัสดุที่ใช้ทำกรวยลดอุณหภูมิอากาศแนะนำให้ใช้เรซินดังรูปที่ 5.3 หรือวัสดุอื่นๆ ที่มีความแข็งแรงทนทาน สามารถทนความร้อนได้ดี ไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมี น้ำหนักเบา และใช้อลูมิเนียมดังรูปที่ 5.4 ในส่วนของฐานชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศ เนื่องจากอลูมิเนียมมีความแข็งแรงน้ำหนักเบาและไม่เป็นสนิม จึงเหมาะต่อการใช้งานภายนอก การเพิ่มวัสดุเหล่านี้ทำให้อายุการใช้งานเพิ่มขึ้น แต่ก็ทำให้ต้นทุนวัสดุในการสร้างชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการคำนวณค่าวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้การสร้างชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศมีความคุ้มค่ามากที่สุด



รูปที่ 5.3 เรจิ้น

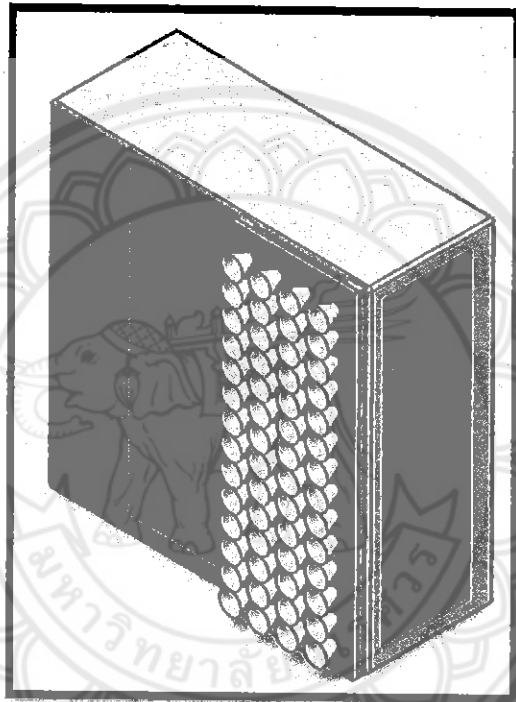
ที่มา <https://pantip.com/topic/33415447>



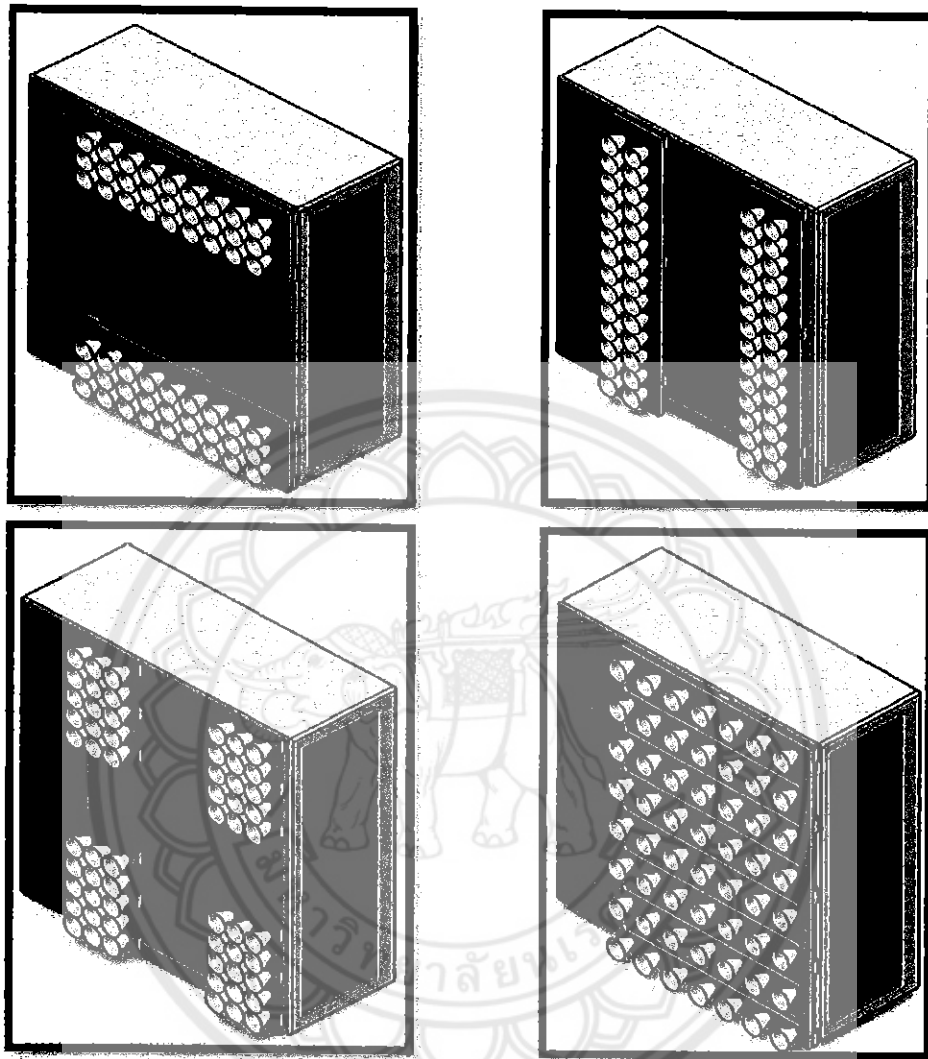
รูปที่ 5.4 อลูมิเนียม

ที่มา [http://www.goldstarmetal.com/product-detail.php?pty\\_id=1&pca\\_id=23](http://www.goldstarmetal.com/product-detail.php?pty_id=1&pca_id=23)

4. เนื่องจากทางกลุ่มผู้จัดทำโครงการได้ติดตั้งชุดแผงกรวยที่ใช้ทดลองในลักษณะครึ่งแผงคอยล์ร้อนแบบชิดขอบคอยล์ร้อนดังรูปที่ 5.5 เพียงอย่างเดียวทางผู้ทดลองจึงเสนอแนะให้ทำการทดลองในรูปแบบการจัดวางที่หลากหลายมากขึ้นดังรูปที่ 5.6



รูปที่ 5.5 ติดตั้งกรวยครึ่งแผงคอยล์ร้อนแบบชิดขอบของคอยล์ร้อน



รูปที่ 5.6 ตัวอย่างรูปแบบการจัดวางที่แนะนำ

5. ทางกลุ่มผู้จัดทำโครงการได้ติดตั้งชุดแผงกรวยที่ใช้ทดลองในลักษณะครึ่งแผงคอยล์ร้อน (50%) เพียงรูปแบบเดียว จึงเสนอแนะให้ทำการทดสอบในรูปแบบการจัดวางที่ 30%, 40% และ 60% ของคอยล์ร้อน เพื่อความหลากหลายมากยิ่งขึ้น



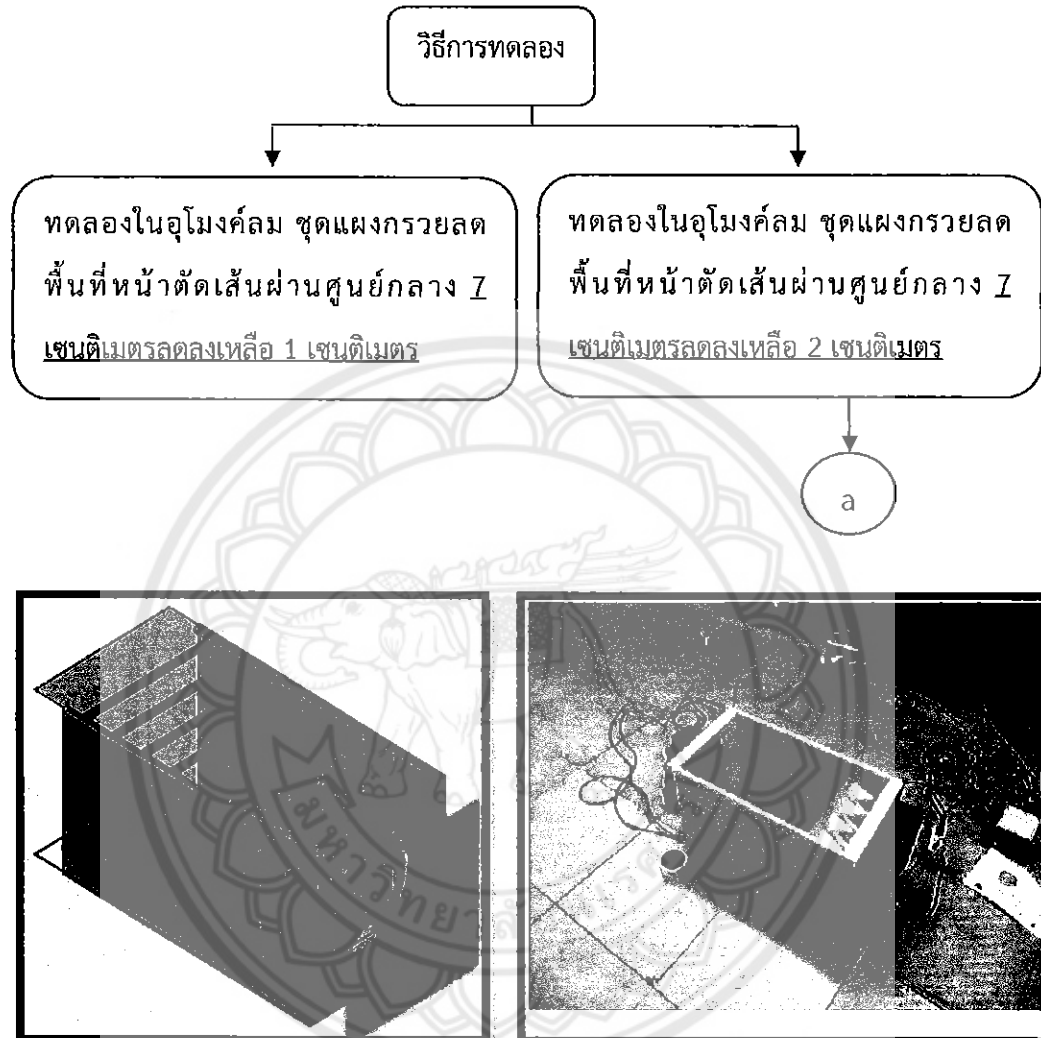
## เอกสารอ้างอิง

1. สกลพรรณอินแก้ว, นพตลอำภาและนายปฐวี ถื่อแก้ว. (2557). การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนด้วยอากาศระบาย คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. จูติพงศ์ พลอยเขียว, ณรงค์ศักดิ์เจียวเกิดและสุเมธบตีรัฐ. (2558). การลดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนด้วยอากาศระบาย คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยนเรศวร
3. ชัยวัฒน์พลวิเศษ, พนา เทพาและวสันต์ สายบัว. (2558). การประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนด้วยน้ำกลั่นตัว คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยนเรศวร
4. ชงไชย เต็มตาและนภาพ แยมไตรพัฒน์. (2553). การศึกษาสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งแผ่นลดอุณหภูมิร่วมกับอินเวอร์เตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
5. ฉลากประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ  
<http://samaiservice-air.blogspot.com/2015/11/airconditioner.html> สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2559
6. วิกิพีเดีย การทำความเย็นแบบอัดไอ  
[www.refrigerations.blogspot.com/2012/01/vaporcompression-system.html](http://www.refrigerations.blogspot.com/2012/01/vaporcompression-system.html) สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2559
7. คุณสมบัติของอากาศ <http://www.chiangmaiaircare.com> สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2559
8. ทฤษฎีการไหลในท่อลดความดัน (Venturi Effect)  
<http://www.gasthai.com/boardgas/questiongt7.asp?id=A18597>  
สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2559
9. คอยล์ร้อนที่หน้าคอยล์เปิดโล่ง <http://www.adexgroup.com.au/products/monkey-toe-products/condenser-mounts1/> สืบค้นเมื่อ 28 พฤษภาคม 2560
10. เรซิน <https://pantip.com/topic/33415447> สืบค้นเมื่อ 28 พฤษภาคม 2560
11. อลูมิเนียม [http://www.goldstarmetal.com/product-detail.php?pty\\_id=1&pca\\_id=23](http://www.goldstarmetal.com/product-detail.php?pty_id=1&pca_id=23)  
สืบค้นเมื่อ 28 พฤษภาคม 2560





### ก.1 วิธีการทดลองในอุโมงค์ลม

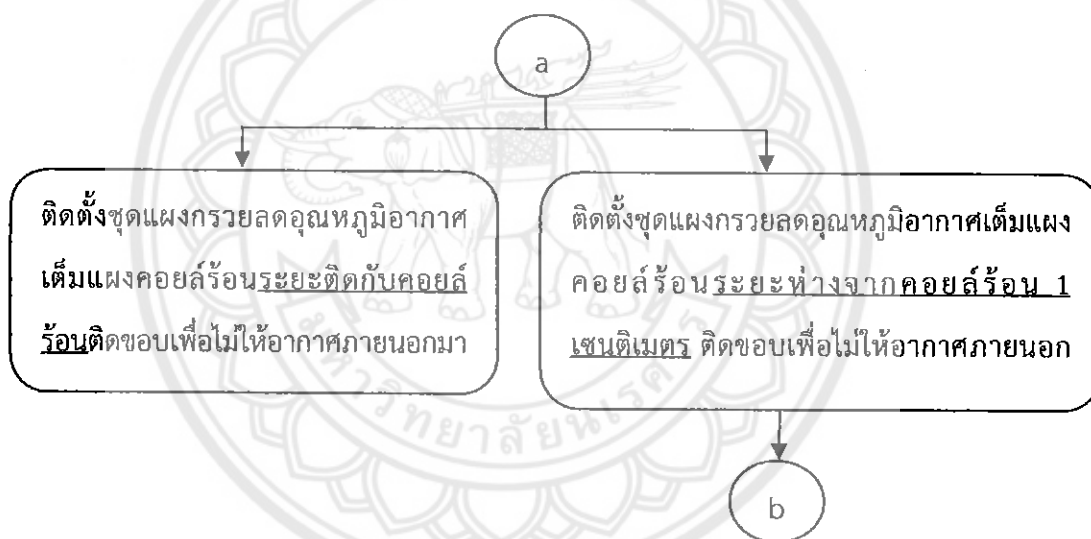


รูปที่ ก.1 รูปอุโมงค์ลม

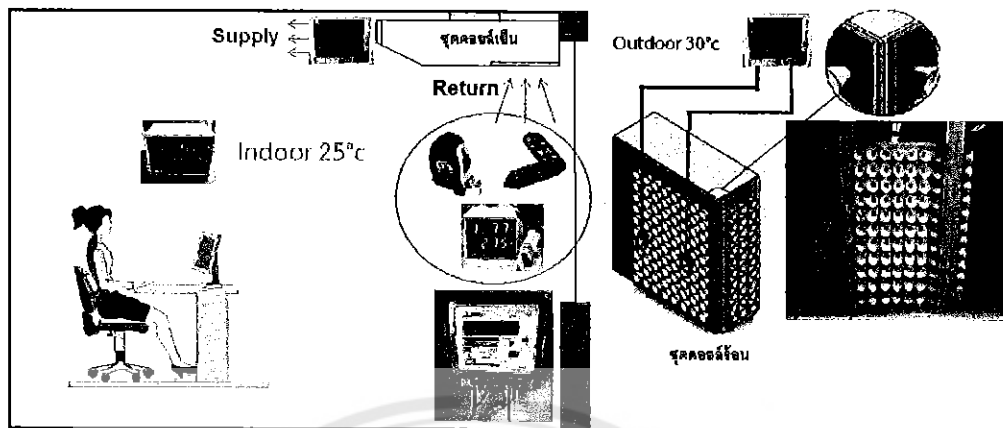
จากรูป ก.1 เป็นการทดลองในอุโมงค์ลมเพื่อพิสูจน์ทฤษฎีการลดอุณหภูมิ จากการลดพื้นที่หน้าตัดของกรวย โดยจะทำการวัดการลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าชุดแผงกรวยเทียบกับอากาศหลังเข้าชุดแผงกรวยและความเร็วที่ออกกรวยซึ่งจากผลการทดลองสรุปได้ว่า กรวยเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 ซม. ลดลงเหลือ 1 ซม. สามารถลดอุณหภูมิได้ 1.2 องศาเซลเซียส ความเร็วที่ออกปากกรวยอยู่ที่ 0.5 m/s ส่วนกรวยเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 ซม. ลดลงเหลือ 2 ซม. สามารถลดอุณหภูมิได้ 0.5 องศาเซลเซียส ความเร็วที่ออกปากกรวยอยู่ที่ 1.2 m/s จะเห็นได้ว่าแบบแรกสามารถลดอุณหภูมิอากาศได้มากกว่าแบบที่ 2 แต่ความเร็วที่ลดลงนั้นลดมากเกินไปเมื่อเทียบกับแบบที่ 2 โดยการระบายความร้อนที่คอยล์ร้อนจำเป็นต้องมีความเร็วจะเห็นได้ว่าจากสมการที่ 2.19 ยิ่งความเร็วมากเท่าไรก็จะทำให้ค่า

Re (Reynolds number) มีค่ามากขึ้น เมื่อค่า Re มีค่ามากก็จะส่งผลให้ค่า Nu (Nusselt number) มีค่าสูงขึ้น และค่า Nu ที่สูงขึ้น จะทำให้ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (h) ที่ขึ้นตามลำดับ การระบายความร้อนจึงทำได้ดี เมื่อความเร็วที่ต่ำมากในแบบแรกจะส่งผลให้การระบายความร้อนที่คอยล์ร้อนทำได้ไม่ดี ทางคณะผู้จัดทำโครงการจึงได้เลือกแบบกรวยเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 ซม. ลดลงเหลือ 2 ซม. ไปทำการทดลองต่อไป

ก.2 ห้องปรับอากาศห้องปรับอากาศติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศเต็มแผงคอยล์ร้อนติดขอบเพื่อไม่ให้อากาศภายนอกมาผสมแบบปากกรวยติดคอยล์ร้อนและระยะห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตร

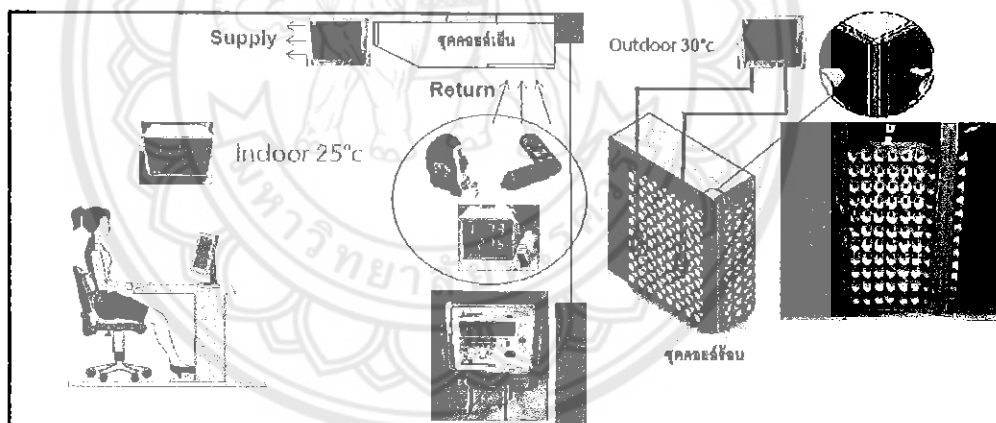


ห้องปรับอากาศติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศเต็มแผงคอยล์ร้อนระยะติดกับคอยล์ร้อน(ปากกรวยติดกับคอยล์ร้อน) ติดขอบเพื่อไม่ให้อากาศภายนอกมาผสม



รูปที่ ก.2 ติดตั้งชุดแผงกระจายติดตั้งชุดคอยล์ร้อนแบบเต็มแผง

ห้องปรับอากาศห้องปรับอากาศติดตั้งชุดแผงกระจายลดอุณหภูมิอากาศเต็มแผงคอยล์ร้อน ระยะห่างจากคอยล์ร้อน 1 ซม. ติดขอบเพื่อไม่ให้อากาศภายนอกมาผสม

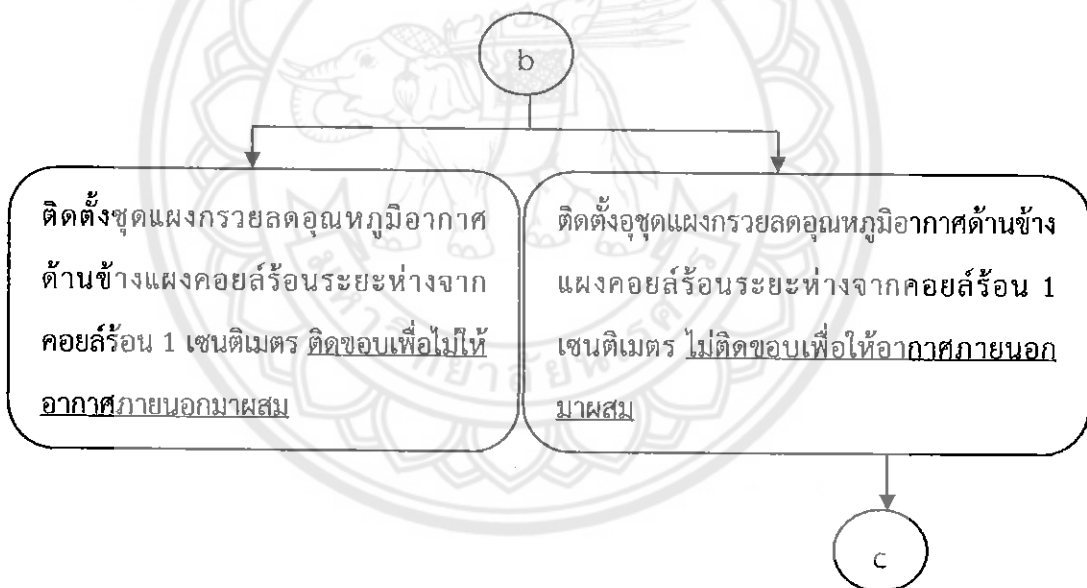


รูปที่ ก.3 ติดตั้งชุดแผงกระจายเต็มแผงคอยล์ร้อนแบบเต็มแผง ห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตร

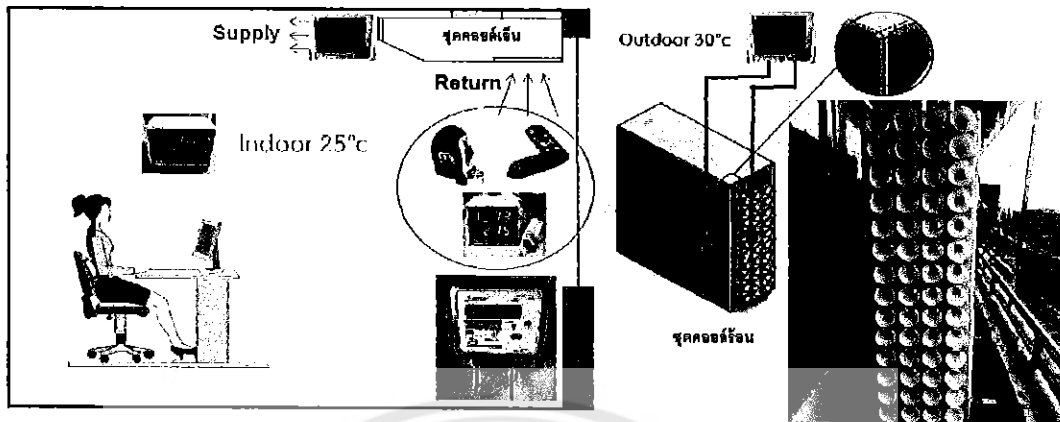
จากรูปที่ ก.2 และ ก.3 การที่ติดตั้งเต็มแผงไม่ให้อากาศภายนอกมาผสมเพราะต้องการที่จะระบายความร้อนให้กับคอยล์ร้อนโดยใช้อากาศที่มาจากกรวยเท่านั้น เพื่อป้องกันไม่ให้อากาศที่มีอุณหภูมิภายนอกมาผสมจนทำให้ผลจากการลดอุณหภูมิประสิทธิภาพลดลง จากการทดลองสรุปได้ว่า ในแบบติดตั้งห่างจากคอยล์ร้อน 1 ซม. จากการวัดค่า อุณหภูมิที่ลดได้จากกรวย ค่ากำลังไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ค่าความสามารถในการทำความเย็น สัมประสิทธิ์สมรรถนะ และ ค่าอัตราส่วนพลังงาน พบว่ามีค่าตัวแปรอุณหภูมิที่ลดได้จากกรวย ค่ากำลังไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า

ปริมาณการใช้ไฟฟ้า มีค่าเพิ่มขึ้นแต่น้อยกว่าในแบบปากกรวยติดกับคอยล์ร้อนและค่าความสามารถในการทำความเย็น สัมประสิทธิ์สมรรถนะ และค่าอัตราส่วนพลังงาน มีค่าเพิ่มเมื่อเทียบกับแบบปากกรวยติดกับคอยล์ร้อน แต่ก็ยังน้อยกว่าเมื่อเทียบกับห้องปรับอากาศแบบไม่ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิ ทางกลุ่มคณะผู้จัดทำโครงการจึงได้เลือกแบบแบบติดตั้งแผงห่างจากคอยล์ร้อน 1 ซม. นำไปทดลองต่อเพราะเป็นการเพิ่มอัตราการไหลของอากาศทำให้การระบายความร้อนทำได้ดีขึ้นตามหลักการที่ได้กล่าวไว้ในข้อ ก.1

ก.3 ห้องปรับอากาศห้องปรับอากาศติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศด้านข้างแผงคอยล์ร้อน ระยะห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตร ติดขอบเพื่อไม่ให้อากาศภายนอกมาผสม และเปิดขอบให้อากาศภายนอกมาผสม

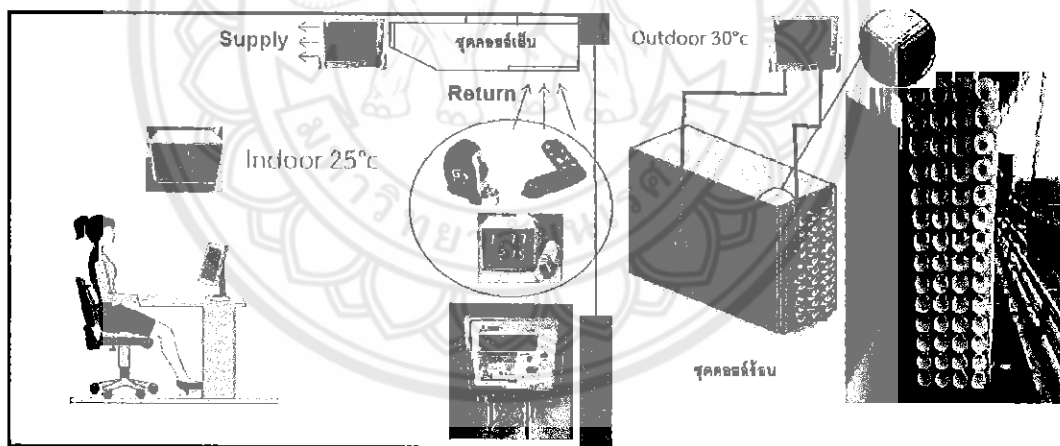


ห้องปรับอากาศห้องปรับอากาศติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศด้านข้างแผงคอยล์ร้อน ระยะห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตรติดขอบเพื่อไม่ให้อากาศภายนอกมาผสม



รูปที่ ก.4 ติดตั้งชุดแผงกรวยด้านข้างแผงคอยล์ร้อนแบบติดขอบระยะ 1 เซนติเมตร

ห้องปรับอากาศห้องปรับอากาศติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศด้านข้างแผงคอยล์ร้อน ระยะห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตรไม่ติดขอบเพื่อให้อากาศภายนอกมาผสม



รูปที่ ก.5 ติดตั้งชุดแผงกรวยด้านข้างแผงคอยล์ร้อนไม่ติดขอบระยะ 1 เซนติเมตร

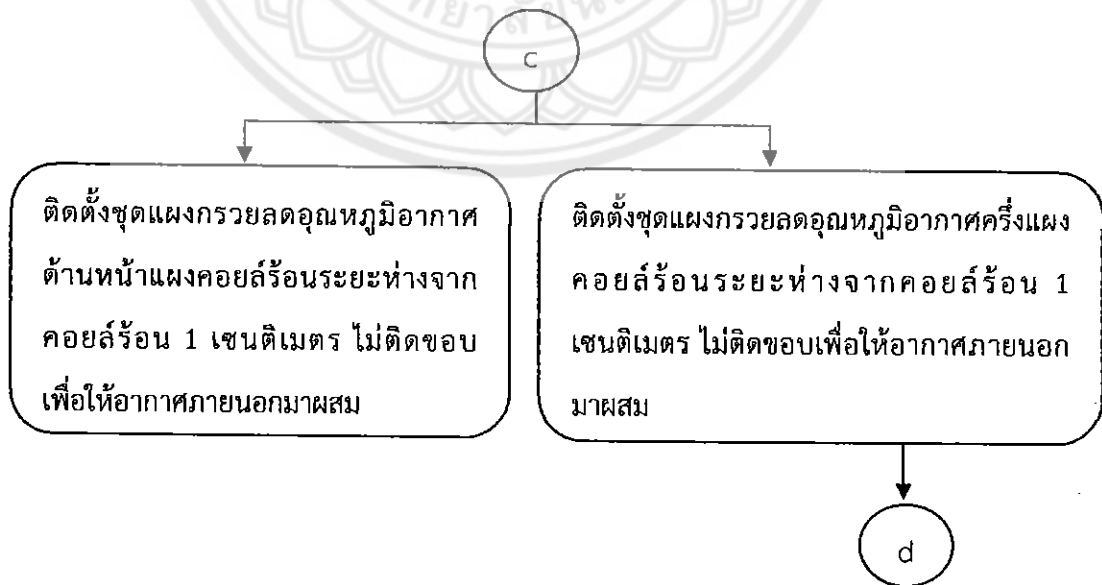
จากรูปที่ ก.4 และ ก.5 การที่ติดตั้งด้านข้างเต็มแผงและเปิดให้อากาศภายนอกมาผสม สืบเนื่องมาจากผลการทดลองที่ผ่านมาในกรณี ก.1 ที่ไม่สามารถระบายความร้อนที่คอยล์ร้อนได้ตามความต้องการเนื่องจากอัตราการไหลของอากาศที่ต่ำ จึงทำให้อุณหภูมิที่ลดได้ของกรวยไม่สามารถระบายความร้อนของคอยล์ได้อย่างเพียงพอเมื่อเทียบกับปริมาณความร้อนที่นำมาระบายที่คอยล์ร้อน จึงทำให้คณะผู้จัดทำโครงการได้ทำการติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศเฉพาะข้างและเปิดให้อากาศภายนอกมาผสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการระบายความร้อนตามหลักการข้างต้นที่ได้กล่าวไว้ในกรณี ก.1



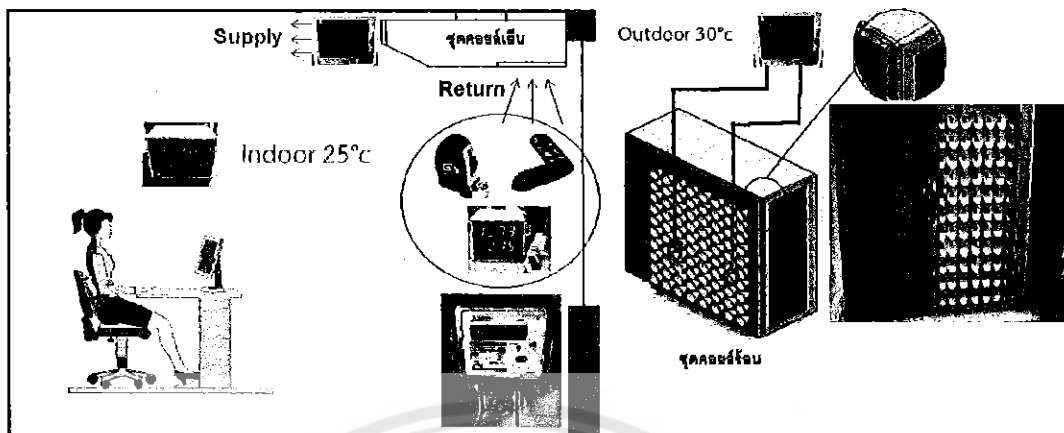
จากการทดลองทั้ง 2 แบบ การวัดค่าตัวแปรต่างๆตามที่ได้กล่าวผ่านมาในกรณีอื่นๆ พบว่ามีค่าตัวแปร อุณหภูมิที่ลดได้จากชุดแผงกรวย ค่ากำลังไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า ปริมาณการใช้ไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้นแต่น้อยกว่าในแบบด้านข้างแผงคอยล์ร้อนระยะห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตรติดขอบเพื่อไม่ให้อากาศภายนอกมาผสมและค่าความสามารถในการทำความเย็น สัมประสิทธิ์สมรรถนะ และค่าอัตราส่วนพลังงาน มีค่าเพิ่มเมื่อเทียบกับแบบด้านข้างแผงคอยล์ร้อนระยะห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตรติดขอบเพื่อไม่ให้อากาศภายนอกมาผสม แต่ก็ยังน้อยกว่าเมื่อเทียบกับห้องปรับอากาศแบบไม่ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิ

สรุปได้ว่าเมื่อเพิ่มอัตราการไหลของอากาศโดยการลดพื้นที่ชุดแผงกรวยซึ่งพื้นที่ชุดแผงกรวยนั้นได้ทำการรวบรวมการไหลของอากาศ ทำให้การระบายความร้อนดีขึ้นจากการสังเกตตัวแปรที่วัดได้จากการทดลองในรูปแบบการทดลองที่สองที่ตัวแปรต่างๆมีแนวโน้มที่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับกรณีก่อนหน้านั้นซึ่งผลมาจากหลักการถ่ายเทความร้อนที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นที่กรณี ก.1 ทางกลุ่มคณะผู้จัดทำโครงการจึงได้เลือกแบบด้านข้างแผงคอยล์ร้อนระยะห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตรไม่ติดขอบเพื่อให้อากาศภายนอกมาผสม นำไปทำการทดลองต่อไป

ก.4 ห้องปรับอากาศติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศเต็มแผงคอยล์ร้อนระยะห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตรและครึ่งแผงระยะห่าง 1 เซนติเมตร

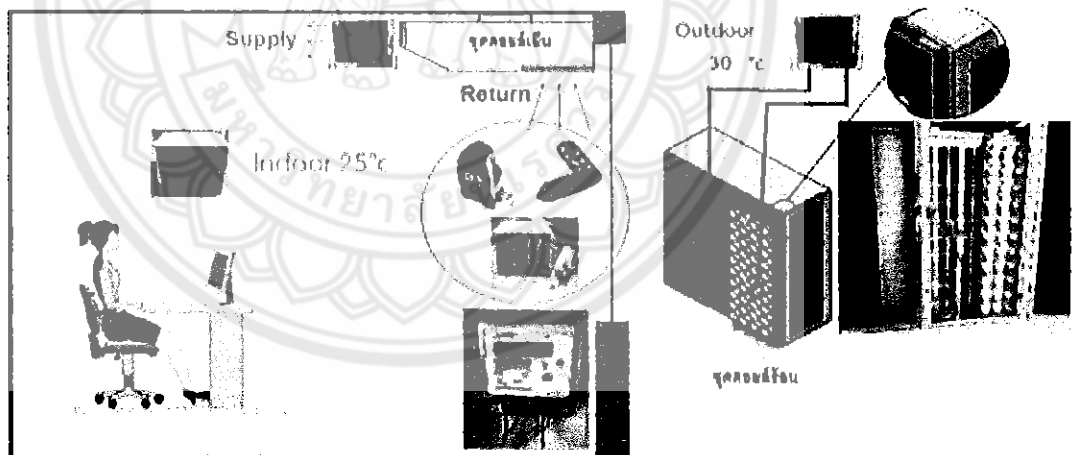


ห้องปรับอากาศติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศด้านหน้าแผงคอยล์ร้อนระยะห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตรไม่ติดขอบเพื่อให้อากาศภายนอกมาผสม



รูปที่ ก.6 ติดตั้งชุดแผงกรวยด้านหน้าเต็มแผงคอยล์ร้อน ห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตร

ห้องปรับอากาศติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศครึ่งแผงคอยล์ร้อนระยะห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตรไม่ติดขอบเพื่อให้อากาศภายนอกมาผสม



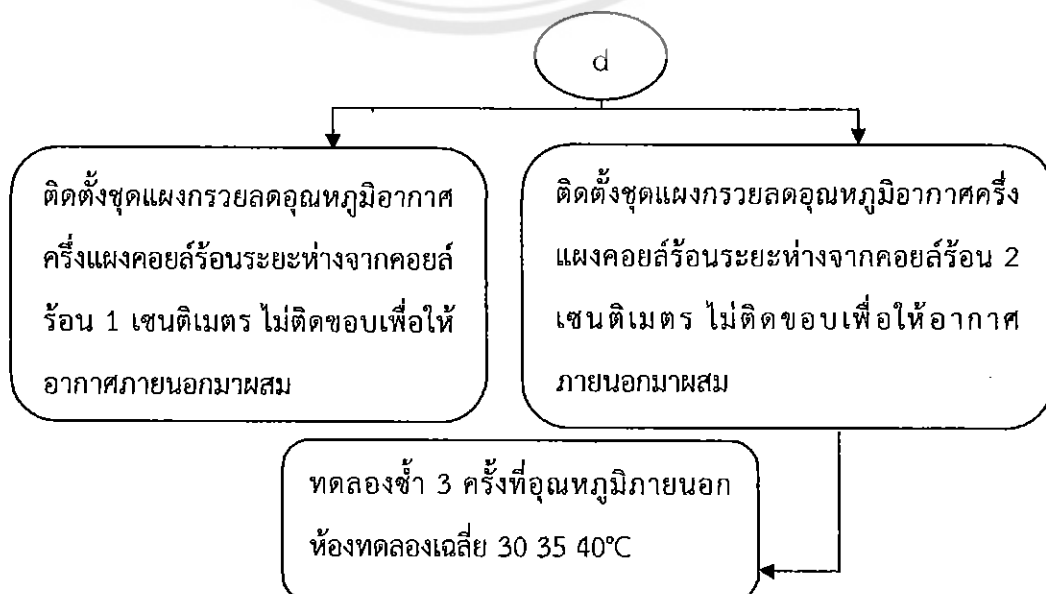
รูปที่ ก.7 ติดตั้งชุดแผงกรวยครึ่งแผงคอยล์ร้อนไม่ติดขอบ ห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตร

จากรูปที่ ก.6 และ ก.7 การที่ติดตั้งหน้าต่างเต็มแผงและเปิดให้อากาศภายนอกมาผสม สืบเนื่องมาจากผลการทดลองที่ผ่านมาในกรณี ก.1 ที่ไม่สามารถระบายความร้อนที่คอยล์ร้อนได้ตามความต้องการเนื่องจากอัตราการไหลของอากาศที่ต่ำ จึงทำให้อุณหภูมิที่ลดได้ของกรวยไม่สามารถระบายความร้อนของคอยล์ได้อย่างเพียงพอเมื่อเทียบกับปริมาณความร้อนที่นำมาระบายที่คอยล์ร้อน จึงทำให้คณะผู้จัดทำโครงการได้ทำการติดตั้งแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศเฉพาะด้านหน้าและเปิดให้อากาศภายนอกมาผสมโดยที่ความเร็วของอากาศด้านหน้ามีความเร็วที่เร็วกว่าด้านข้างจะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการระบายความร้อนตามหลักการข้างต้นที่ได้กล่าวไว้ในกรณี ก.1

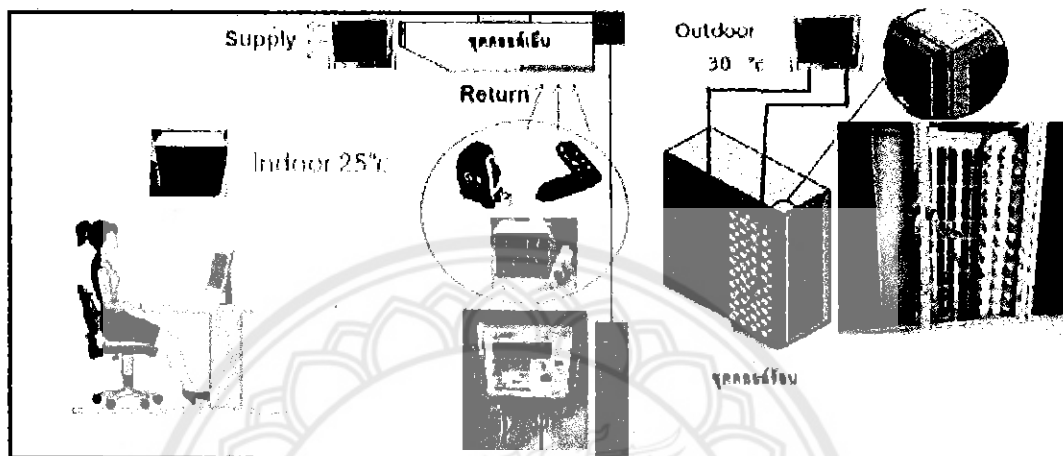
จากการทดลอง การวัดค่าตัวแปรต่างๆตามที่ได้กล่าวผ่านมาในกรณีอื่นๆ พบว่ามี ค่ากำลังไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า มีค่าเพิ่มขึ้นแต่น้อยกว่าในแบบติดตั้งชุดแผงกรวยเต็มแผงคอยล์ร้อนระยะ 1 เซนติเมตร และค่าความสามารถในการทำความเย็น สัมประสิทธิ์สมรรถนะ และค่าอัตราส่วนพลังงาน มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับแบบติดตั้งกรวยเต็มแผงคอยล์ร้อนระยะ 1 เซนติเมตร และมากกว่าเมื่อเทียบกับห้องปรับอากาศแบบไม่ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิและค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้า มีการใช้เทียบเท่ากับห้องแบบไม่ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิ

สรุปจากการที่แบบติดตั้งชุดแผงกรวยครึ่งแผงคอยล์ร้อนระยะ 1 เซนติเมตร สามารถทำให้ค่าไฟฟ้าเท่ากับห้องที่ไม่ติดตั้งกรวยได้ ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการกรวยลดอุณหภูมิอากาศ ที่สามารถช่วยลดค่าไฟฟ้าได้ ทางกลุ่มคณะผู้จัดทำโครงการจึงได้เลือกแบบติดตั้งชุดแผงกรวยครึ่งแผงคอยล์ร้อนห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตร นำไปทำการทดลองต่อไป

ก.5 ห้องปรับอากาศติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศครึ่งแผงคอยล์ร้อนระยะห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตรและ 2 เซนติเมตร ไม่ติดขอบเพื่อให้อากาศภายนอกมาผสม

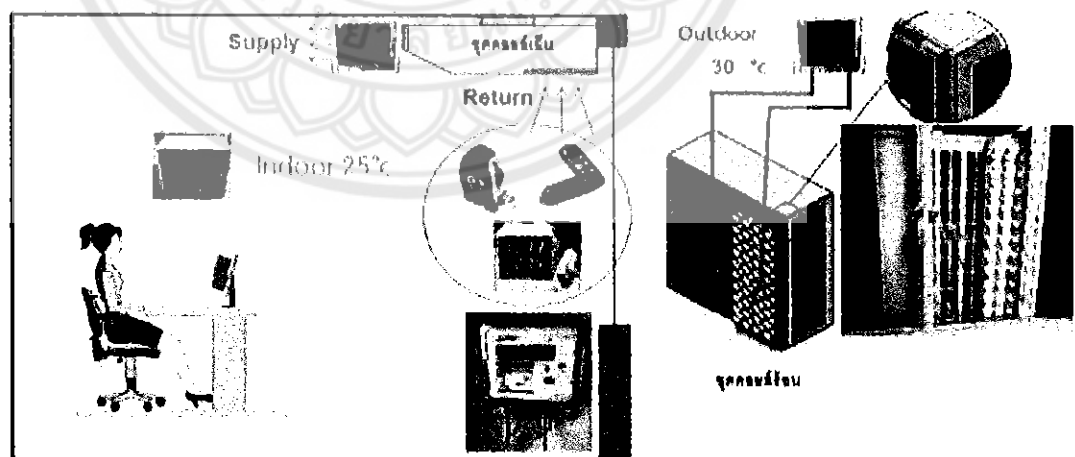


ห้องปรับอากาศติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศเครื่องแผงคอยล์ร้อนระยะห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตร ไม่ติดขอบเพื่อให้อากาศภายนอกมาผสม



รูปที่ ก.8 ติดตั้งชุดแผงกรวยเครื่องแผงคอยล์ร้อน ห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตร

ห้องปรับอากาศติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศเครื่องแผงคอยล์ร้อนระยะห่างจากคอยล์ร้อน 2 เซนติเมตร ไม่ติดขอบเพื่อให้อากาศภายนอกมาผสม



รูปที่ ก.9 ติดตั้งชุดแผงกรวยเครื่องแผงคอยล์ร้อน ห่างจากคอยล์ร้อน 2 เซนติเมตร

จากรูปที่ ก.8 และ ก.9 การที่ติดตั้งหน้าครึ่งแผงและเปิดให้อากาศภายนอกมาผสมที่ระยะ 2 เซนติเมตร สืบเนื่องมาจากผลการทดลองที่ผ่านมาในกรณี ก.1 ที่ไม่สามารถระบายความร้อนที่คอยล์ร้อนได้ตามความต้องการเนื่องจากอัตราการไหลของอากาศที่ต่ำ จึงทำให้อุณหภูมิที่ลดได้ของกรวยไม่สามารถระบายความร้อนของคอยล์ได้อย่างเพียงพอเมื่อเทียบกับปริมาณความร้อนที่นำมาระบายที่คอยล์ร้อน จึงทำให้คณะผู้จัดทำโครงการได้ทำการติดตั้งแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศเฉพาะด้านหน้าครึ่งแผงและเปิดให้อากาศภายนอกมาผสมโดยระยะที่เพิ่มขึ้นมาอีก 1 เซนติเมตรจะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการระบายความร้อนตามหลักการข้างต้นที่ได้กล่าวไว้ในกรณี ก.1

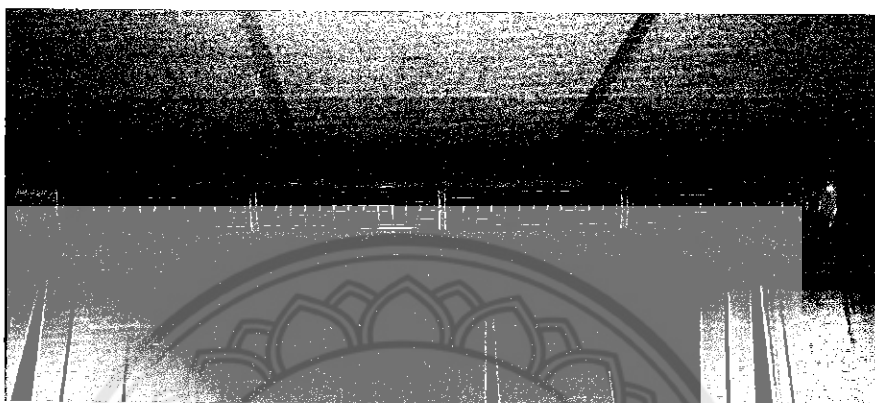
จากการทดลอง ค่าตัวแปรต่างๆที่ได้วัดของแบบติดตั้งชุดแผงกรวยครึ่งแผงคอยล์ร้อนระยะ 2 เซนติเมตร การวัดค่าตัวแปรต่างๆตามที่ได้กล่าวผ่านมาในกรณีอื่นๆ พบว่ามี ค่ากำลังไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า มีค่าเพิ่มขึ้นแต่น้อยกว่าในแบบติดตั้งชุดแผงกรวยครึ่งแผงคอยล์ร้อนระยะ 1 เซนติเมตร และค่าความสามารถในการทำความเย็น สัมประสิทธิ์สมรรถนะ และค่าอัตราส่วนพลังงาน มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับแบบติดตั้งกรวยครึ่งแผงคอยล์ร้อนระยะ 1 เซนติเมตร และมากกว่าเมื่อเทียบกับห้องปรับอากาศแบบไม่ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิและค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้า มีการใช้น้อยกว่ากับห้องแบบไม่ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิ

สรุปจากการที่แบบติดตั้งชุดแผงกรวยครึ่งแผงคอยล์ร้อนระยะ 2 เซนติเมตร สามารถทำให้ค่าไฟฟ้าน้อยกว่าห้องที่ไม่ติดตั้งชุดแผงกรวยได้ ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศ ที่สามารถช่วยลดค่าไฟฟ้าได้ และเนื่องจากข้อจำกัดในด้านของพื้นที่ทำให้การทดลองทำได้ระยะสูงสุดที่ 2 เซนติเมตรทางกลุ่มคณะผู้จัดทำโครงการจึงได้เลือกแบบติดตั้งชุดแผงกรวยครึ่งแผงคอยล์ร้อนห่างจากคอยล์ร้อน 2 เซนติเมตร นำไปทำการทดลองต่อไป



## เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัด

### ข.1 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ ยี่ห้อ DAISENKO เบอร์ 5



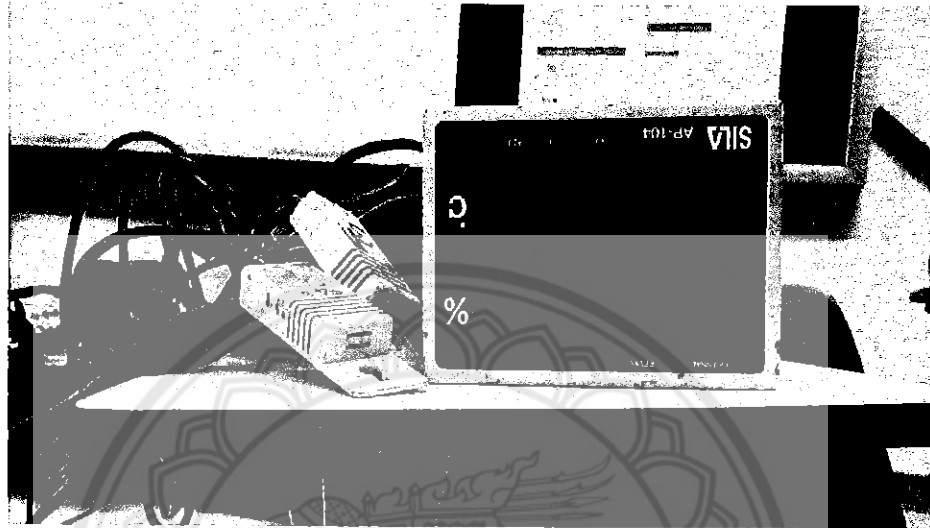
รูปที่ ข.1 เครื่องปรับอากาศ ยี่ห้อ DAISENKO



รูปที่ ข.2 ฉลากประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ

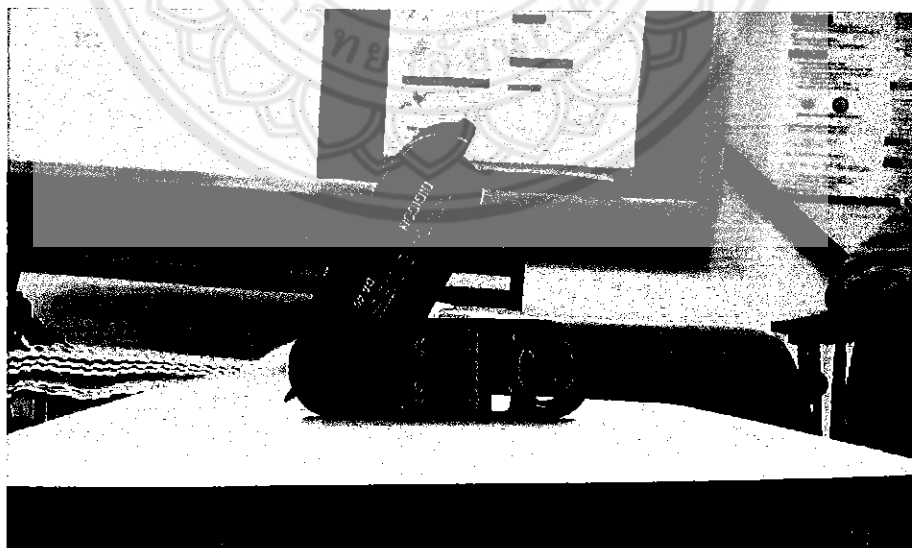
- รุ่น DCF36-5A/DCU36-5A
- ขนาด 36,160.38 Btu/hr
- ประสิทธิภาพ 11.28 Btu/hr/W
- ใช้พลังงานไฟฟ้า 9358.6 หน่วย/ปี
- ค่าไฟฟ้า 30,696.21 บาท/ปี
- มอก. 1155-2536 และ มอก. 2134-2545

ข.2 เครื่อง SILA AP-104 อุปกรณ์ที่ใช้วัดอุณหภูมิกระเปาะแห้ง และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ



รูปที่ ข.3 เครื่อง SILA AP-104

ข.3 เครื่องวัดความเร็วลม Anemometer Air Velocity meter รุ่น DA40



รูปที่ ข.4 เครื่องวัดความเร็วลม

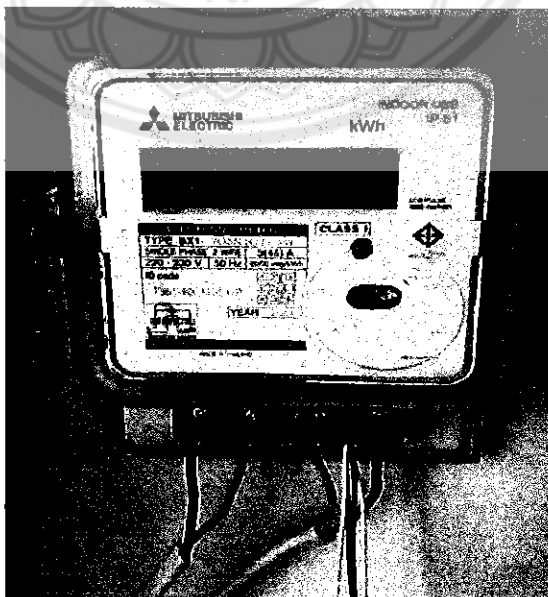


ข.4 ตลับเมตร อุปกรณ์วัดความยาวนำมาวัดขนาดพื้นที่หน้ากาด้านอากาศ



รูปที่ ข.5 ตลับเมตร

ข.5 มิเตอร์ไฟฟ้า ยี่ห้อ MITSUBISHI Single-Phase, 220-230 V, 50 Hz, ปี 2014



รูปที่ ข.6 มิเตอร์ไฟฟ้า MITSUBISHI



### ค.1 ตัวอย่างการคำนวณหาอุณหภูมิที่กรวยลดอุณหภูมิได้

เป็นการแสดงตัวอย่างการคำนวณหาอุณหภูมิที่กรวยลดอุณหภูมิได้เพื่อนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าที่ทดลองในอุโมงลม โดยขนาดของกรวยมีสองขนาดคือ ลดจากพื้นที่หน้าตัด 7 ซม. เหลือ 2 ซม. และลดจากพื้นที่หน้าตัดจาก 7 ซม. เหลือ 1 ซม. ความเร็วลมในอุโมงลมที่ยังไม่ติดตั้งกรวยคือ 2.4 m/s

หาความเร็วที่ทางออกกรวยจากสมการ (2.6)

$$(A_1)(v_1) = (A_2)(v_2)$$

$$(d_1^2)(v_1) = (d_2^2)(v_2)$$

$$0.07^2 (2.4) = 0.02^2 (v_2)$$

$$v_2 = 29.4 \text{ m/s}$$

หาความดันที่ลดลงจากเปลี่ยนแปลงความเร็วจากสมการที่ (2.7) Bernoulli's Equation

$$P_1 + 0.5\rho(v_1^2) = P_2 + 0.5\rho(v_2^2)$$

$$P_2 = P_1 + 0.5\rho(v_1^2) - 0.5\rho(v_2^2)$$

$$P_2 = 101325 + (0.5)(1.185)(2.4)^2 - (0.5)(1.185)(29.4)^2$$

$$EER = 3.412(3.886) = 13.258$$

หาอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงจากการลดความดันจากสมการ (2.8)

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{(P_2)(T_1)}{P_1}$$

$$T_2 = \frac{100798.71 \times 303}{101325} = 301.4$$

$$\Delta T = 303 - 301.4 = 1.6$$

จากการคำนวณกรวยที่ลดจากพื้นที่หน้าตัด 7 ซม. เหลือ 2 ซม. สามารถลดอุณหภูมิได้ 1.6 องศาเซลเซียส

และ ตัวที่ลดจากพื้นที่หน้าตัด 7 ซม. เหลือ 1 ซม. และ 7 ซม. เหลือ 3 ซม. สามารถลดอุณหภูมิได้ 5.2 องศาเซลเซียสและ 0.3 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

ค.2 ตัวอย่างการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) และ อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) โดยใช้ห้องที่ไม่ติดอุปกรณ์เป็นตัวอย่างในการคำนวณ

หาอัตราการไหลของอากาศผ่านคอยล์เย็น จากสมการ (2.10)

$$\dot{m}_{air} = (\rho)(v)(A)$$

โดยที่  $\rho=1.185 \text{ kg/m}^3$ ,  $V=1.825 \text{ m/s}$ ,  $A=0.34 \text{ m}^2$

แทนค่า  $\dot{m}_{air} = (1.185)(1.825)(0.34) = 0.599 \text{ kg/s}$

นำ  $T_{supply}$ ,  $\%RH_{supply}$  และ  $T_{return}$ ,  $\%RH_{return}$  จากการทดลองมาหาค่าเอนทาลปีได้ดังนี้

โดยที่  $T_{supply} = 16.65 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\%RH_{supply} = 86.75$  จะได้  $h = 42.72 \text{ kJ/kg}$

$T_{Return} = 26.00 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\%RH_{Return} = 67.75$  จะได้  $h = 61.51 \text{ kJ/kg}$

หาความสามารถในการทำความเย็นได้จากสมการ (2.9)

แทนค่าจะได้  $Q_L = (0.599)(61.51 - 42.72) = 11.26$

หาค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ (COP) ได้จากสมการ (2.5)

$$COP = \frac{Q_L}{W_c}$$

โดยที่  $W_c = 2.889 \text{ kW}$  แทนค่าจะได้  $COP = \frac{11.26}{2.889} = 3.886$

หาอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ได้จากสมการ (2.6)

$$EER = 3.412 \left( \frac{Q_L}{W_c} \right) = 3.412 (COP)$$

แทนค่าจะได้  $EER = 3.412(3.886) = 13.258 \text{ (Btu/hr)/W}$

### ค.3 ตัวอย่างการคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน

อุปกรณ์กรวยลดอุณหภูมิอากาศที่ใช้ในการทดลอง ราคา 100 บาท อายุการใช้งาน สิ้นขึ้นอยู่กับสถานที่ที่ใช้ติดตั้งอุปกรณ์

อุปกรณ์กรวยลดอุณหภูมิอากาศที่เป็นข้อเสนอแนะในการสร้างในเชิงพาณิชย์ ราคา 500 บาท อายุการใช้งาน ขั้นต่ำ 3 ปี

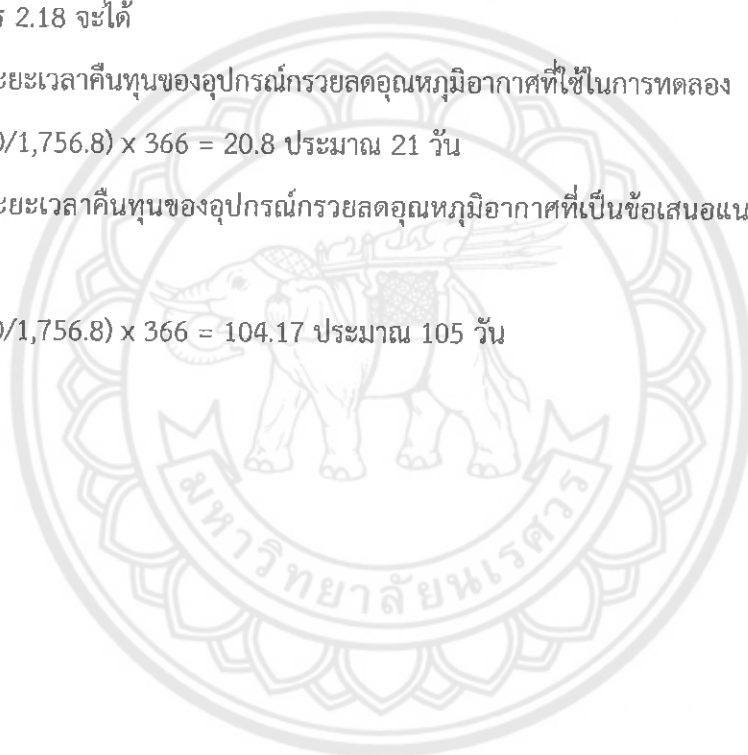
ค่าไฟฟ้าที่ลดได้ในระยะเวลาหนึ่งปี 1,756.8 บาท ให้ หนึ่งปีมี 366 วัน จากสมการ 2.18 จะได้

ระยะเวลาคืนทุนของอุปกรณ์กรวยลดอุณหภูมิอากาศที่ใช้ในการทดลอง

$$PB = (100/1,756.8) \times 366 = 20.8 \text{ ประมาณ } 21 \text{ วัน}$$

ระยะเวลาคืนทุนของอุปกรณ์กรวยลดอุณหภูมิอากาศที่เป็นข้อเสนอแนะในการสร้างในเชิงพาณิชย์

$$PB = (500/1,756.8) \times 366 = 104.17 \text{ ประมาณ } 105 \text{ วัน}$$





ง.1 ผลการทดสอบอุณหภูมิของกรวยขนาดลดจาก 7 เซนติเมตร เป็น 1 เซนติเมตร

*ครั้งที่ตรวจวัด	Temperature °C				อุณหภูมิอากาศลดลง (องศาเซลเซียส °C)
	อุณหภูมิอากาศทางเข้ากรวย (องศาเซลเซียส °C)	2	3	4	
1	29.8	29.9	28.8	28.9	1
2	29.7	29.8	28.8	29	0.9
3	29.8	29.9	28.9	29.1	0.9
เฉลี่ย	29.8	29.9	28.8	29	0.9

ง.2 ผลการทดสอบอุณหภูมิของกรวยขนาดลดจาก 7 เซนติเมตร เป็น 2 เซนติเมตร

*ครั้งที่ตรวจวัด	Temperature °C				อุณหภูมิอากาศลดลง (องศาเซลเซียส °C)
	อุณหภูมิอากาศทางเข้ากรวย (องศาเซลเซียส °C)	2	3	4	
1	29.7	29.8	29.4	29.5	0.3
2	29.7	29.8	29.5	29.5	0.3
3	29.8	29.9	29.4	29.4	0.5
เฉลี่ย	29.7	29.8	29.4	29.5	0.4

\*ตรวจวัดทุก 5 นาที

ง.3 ผลการทดลองห้องที่ไม่ติดอุปกรณ์ ที่อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส

ห้องที่ไม่ติดอุปกรณ์									
เวลาที่ผ่านไป (นาที)	อุณหภูมิหน้าคอยล์ร้อน (องศาเซลเซียส °C)			อุณหภูมิอากาศภายนอก (องศาเซลเซียส °C)		พลังงานไฟฟ้า ที่อ่านจากมิเตอร์(kWh)	กระแสไฟฟ้า (A)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kW)	
	1	2	3	3	4				
0	30.3	29.9	29.7	29.6	29.6	5,463.5	15.4	0	
10	30.6	29.7	29.6	29.6	29.5	5,463.8	0.8	0.3	
20	30.6	29.9	29.6	29.6	29.5	5,464.1	0.8	0.3	
30	30.0	29.6	29.5	29.5	29.4	5,464.3	14.9	0.2	
40	30.2	29.7	29.3	29.3	29.3	5,464.5	15.5	0.2	
50	30.1	29.7	29.2	29.2	29.2	5,464.8	15.5	0.3	
60	30.3	29.6	29.2	29.2	29.1	5,465.1	0.8	0.3	
เฉลี่ย	30.01			29.41					
รวม									
ค่าไฟฟ้า (บาท)									

1.6
4.8



ง.4 ผลการทดลองหลังติดตั้งอุปกรณ์ทำความเย็นในตัวแอดที่ติดขอบไม้เพื่ออากาศภายนอกมาผสม ที่อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส

เวลาที่ผ่านไป (นาที)	อุณหภูมิหน้าคอยล์ร้อน (องศาเซลเซียส °C)			อุณหภูมิอากาศภายนอก (องศาเซลเซียส °C)			พลังงานไฟฟ้า ที่อ่านจากมิเตอร์(kWh)	กระแสไฟฟ้า (A)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kW)	
	1	2	3	4	5	6				
0	38	38.2	31.1	31	31.1	31.1	5229.2	17.6	0	
10	38	38.3	30.8	30.9	30.8	30.8	5229.8	17.6	0.6	
20	38.2	38	30.7	30.7	30.7	30.7	5230.3	17.4	0.5	
30	38.3	38.3	30.7	30.6	30.7	30.7	5231.0	17.5	0.7	
40	38.8	38	30.6	30.6	30.6	30.6	5231.7	16.9	0.7	
50	38	37.5	30.5	30.4	30.5	30.5	5232.4	17.3	0.7	
60	38	37.3	30.5	30.4	30.5	30.5	5232.8	17.1	0.4	
70	37.6	37.6	30.5	30.3	30.5	30.5	5233.6	17.3	0.8	
80	37.5	37.8	30.4	30.3	30.4	30.4	5234.1	17.2	0.5	
90	37.6	37.6	30.4	30.2	30.4	30.4	5234.6	17.3	0.5	
100	37.6	37.4	30.3	30.1	30.3	30.3	5235.2	17.3	0.6	
110	37.4	36.3	30.2	30.1	30.2	30.2	5235.8	16.9	0.6	
120	36.6	35.1	30.1	29.9	30.1	30.1	5236.6	16.7	0.8	
เฉลี่ย	37.65						30.47			2 ชั่วโมง
รวม										1 ชั่วโมง
ค่าไฟฟ้า(บาท)										7.4
										22.2
										10.8

ง.5 ผลการทดลองหลังจัดอุปกรณ์รูปตัวแอลที่ติดขอบไม้ให้อากาศภายนอกมาผสม ระยะห่างจากคอยล์ 1 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส

เวลาที่ผ่านไป (นาที)	อุณหภูมิหน้าคอยล์ร้อน (องศาเซลเซียส °C)			อุณหภูมิอากาศภายนอก (องศาเซลเซียส °C)			พลังงานไฟฟ้า ที่อ่านจากมิเตอร์(kWh)	กระแสไฟฟ้า (A)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (KW)	
	1	2	3	4	3	3				
0	33.4	32.1	31.1	31	31.1	31.1	5258	21.8	0	
10	34.8	31.8	30.8	30.7	30.8	30.8	5258.6	0.6	0.6	
20	35.3	31.7	30.7	30.6	30.7	30.7	5259.3	0.6	0.7	
30	34.9	31.7	30.7	30.5	30.7	30.7	5259.8	20.9	0.5	
40	35	31.5	30.6	30.4	30.6	30.6	5260.3	0.6	0.5	
50	34.3	31.3	30.1	30.1	30.1	30.1	5260.7	0.6	0.4	
60	34.8	30.9	30.2	30.4	30.2	30.2	5261.2	19.7	0.5	
70	34.5	30.8	29.9	30.3	29.9	29.9	5261.6	21.1	0.4	
80	35.6	30.7	29.8	30.3	29.8	29.8	5262.1	20.9	0.5	
90	35.1	30.6	29.8	30.2	29.8	29.8	5262.6	21.6	0.5	
100	34.9	30.5	29.9	30.1	29.9	29.9	5263.2	0.6	0.6	
110	34.8	30.4	29.8	30.1	29.8	29.8	5263.7	0.6	0.5	
120	33.9	30.1	29.8	29.9	29.8	29.8	5264.1	0.6	0.4	
เฉลี่ย	32.9			30.3					2 ชั่วโมง	1 ชั่วโมง
รวม									6.1	3.2
ค่าไฟฟ้า(บาท)									18.3	9.6

ง.6 ผลการทดลองหลังติดอุปกรณ์ด้านข้างคอยล์ร้อนที่ติดขอบไม่มีให้อากาศภายนอกมาผสม ระยะห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส

ผลการทดลองหลังติดอุปกรณ์ด้านข้างคอยล์ร้อนที่ติดขอบไม่มีให้อากาศภายนอกมาผสม ระยะห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตร										
เวลาที่ผ่านไป (นาที)	อุณหภูมิหน้าคอยล์ร้อน (องศาเซลเซียส °C)			อุณหภูมิอากาศภายนอก (องศาเซลเซียส °C)			พลังงานไฟฟ้า ที่อ่านจากมิเตอร์(kWh)	กระแสไฟฟ้า (A)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kW)	
	1	2	3	4	5	6				
0	31.8	31.7	30.5	30.8	30.5	30.1	5400.7	0.9	0	
10	31.6	31.6	30.1	30.5	30.1	30.1	5401.1	15.4	0.4	
20	31.8	31.8	30.1	30.4	30.1	30.1	5401.6	0.8	0.5	
30	31.9	31.9	30.1	30.5	30.1	30.1	5401.9	15.3	0.3	
40	31.6	31.7	30.1	30.2	30.1	30.1	5402.2	15.4	0.3	
50	31.7	31.6	30	30.2	30.2	30	5402.5	0.8	0.3	
60	31.5	31.6	29.8	30.2	30.2	29.8	5402.8	15.5	0.3	
เฉลี่ย	31.7			30.25						
รวม										
ค่าไฟฟ้า(บาท)	2.1									
	6.3									

ง.7 ผลการทดลองหลังติดตั้งอุปกรณ์ด้านข้างคอยล์ร้อนที่ไม่ติดขอบให้อากาศภายนอกมาผสมระยะห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส

เวลาที่ผ่านไป (นาที)	อุณหภูมิหน้าคอยล์ร้อน (องศาเซลเซียส °C)			อุณหภูมิอากาศภายนอก (องศาเซลเซียส °C)		พลังงานไฟฟ้า ที่อ่านจากมิเตอร์(kWh)	กระแสไฟฟ้า (A)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kW)
	1	2	3	4	3			
0	31.4	31.5	30.4	30.7	30.4	5368.9	0.9	0
10	31	30.9	30.5	30.7	30.5	5369.2	0.8	0.3
20	30.9	30.7	30.3	30.4	30.3	5369.5	15.1	0.3
30	30.8	30.6	30.2	30.8	30.2	5369.8	0.8	0.3
40	30.5	30.4	30.2	30.6	30.2	5370.1	15.2	0.3
50	30.3	30.2	29.9	30.7	29.9	5370.5	0.8	0.4
60	30.2	30.1	29.7	30.7	29.7	5370.8	0.8	0.3
เฉลี่ย	30.68			30.41				
รวม								
ค่าไฟฟ้า(บาท)	1.9							
	5.7							

๙.8 ผลการทดลองหลังติดตั้งอุปกรณ์ทำความเย็นแบบที่ติดตั้งโดยไม่ติดตั้งฮีตเอ็กซ์เชนเจอร์ที่อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส

ผลการทดลองหลังติดตั้งอุปกรณ์ทำความเย็นแบบที่ติดตั้งโดยไม่ติดตั้งฮีตเอ็กซ์เชนเจอร์ที่อุณหภูมิภายนอก 1 เซนติเมตร									
เวลาที่ผ่านไป (นาที)	อุณหภูมิหน้าคอยล์ร้อน (องศาเซลเซียส °C)			อุณหภูมิอากาศภายนอก (องศาเซลเซียส °C)		พลังงานไฟฟ้าที่อ่านจากมิเตอร์(kWh)	กระแสไฟฟ้า (A)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kW)	
	1	2	4	3	4				
0	31.5	31.5	30.5	30.4	30.5	5411.5	0.9	0	
10	31.2	31.1	30.5	30.5	30.5	5411.9	0.8	0.4	
20	31	31	30.4	30.3	30.3	5412.2	16.4	0.3	
30	30.9	30.8	30.6	30.2	30.2	5412.5	0.8	0.3	
40	30.9	30.9	30.2	30.1	30.1	5412.7	16.4	0.2	
50	30.7	30.7	30.2	30	30	5413.0	0.8	0.3	
60	30.7	30.7	30.1	29.8	29.8	5413.4	16.4	0.4	
เฉลี่ย	30.97			30.27					
รวม								1.9	
ค่าไฟฟ้า(บาท)								5.7	

ง.9 ผลการทดลองหลังติดอุปกรณ์ด้านหน้าคอยล์ร้อนครึ่งแ่ง ที่ไม่ติดขอบให้อากาศภายนอกมาผสม ระยะห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส

เวลาที่ผ่านไป (นาที)		ผลการทดลองหลังติดอุปกรณ์ด้านหน้าคอยล์ร้อนครึ่งแ่ง ที่ไม่ติดขอบให้อากาศภายนอกมาผสม ระยะห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตร											
		อุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อน (องศาเซลเซียส °C)		อุณหภูมิอากาศทางออกกรวย (องศาเซลเซียส °C)		อุณหภูมิอากาศภายนอก (องศาเซลเซียส °C)				พลังงานไฟฟ้า ที่อ่านจากมิเตอร์ (kWh)		กระแสไฟฟ้า (A)	พลังงานไฟฟ้า ใช้ (kW)
1		2	3	4									
0	30.6	30.2	29.5	29.4					5,465.8		15.4	0	
10	31.1	30.5	29.5	29.4					5,466.1		0.8	0.3	
20	30.7	30.3	29.5	29.4					5,466.4		0.8	0.3	
30	30.5	30.2	29.5	29.4					5,466.6		0.8	0.2	
40	29.7	29.5	29.3	29.2					5,466.9		15.1	0.3	
50	29.8	29.7	29.1	29.0					5,467.1		15.6	0.2	
60	30.4	29.7	29.0	29.0					5,467.4		0.8	0.3	
เฉลี่ย	30.40	30.01	29.30										
รวม													
ค่าไฟฟ้า(บาท)												1.6	
												4.8	







ง.12 ผลการทดลองหลังติดอุปกรณ์ด้านหน้าคอยล์ร้อนเครื่องแม่ที่ไม่ติดขอบให้อากาศภายนอกมาผสม ระยะห่างจากคอยล์ร้อน 2 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส (ครั้งที่3)

ผลการทดลองหลังติดอุปกรณ์ด้านหน้าคอยล์ร้อนเครื่องแม่ที่ไม่ติดขอบให้อากาศภายนอกมาผสม ระยะห่างจากคอยล์ร้อน 2 เซนติเมตร (ครั้งที่3)									
เวลาที่ผ่านไป (นาที)	อุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อน (องศาเซลเซียส °C)		อุณหภูมิอากาศทางออกกรวย (องศาเซลเซียส °C)		อุณหภูมิอากาศภายนอก (องศาเซลเซียส °C)		กระแสไฟฟ้า (A)	พลังงานไฟฟ้า ที่อ่านจาก มิเตอร์ (kWh)	พลังงาน ไฟฟ้าที่ใช้ (kW)
	1	2	3	4	3	4			
0	30.6	30.2	30.0	30.0	30.0	30.0	15.5	5,734.2	0
10	30.8	30.2	29.8	29.8	29.9	29.9	15.4	5,734.4	0.2
20	30.7	30.3	29.6	29.6	29.5	29.5	0.9	5,734.6	0.2
30	30.6	30.5	29.8	29.8	29.7	29.7	0.9	5,734.9	0.3
40	30.4	30.4	29.4	29.4	29.5	29.5	0.8	5,735.1	0.2
50	30.2	29.9	29.6	29.6	29.6	29.6	0.9	5,735.3	0.2
60	30.2	30.2	29.5	29.5	29.5	29.5	0.8	5,735.5	0.2
เฉลี่ย	30.48	30.24	29.67						
รวม									
ค่าไฟฟ้า(บาท)									

1.3
3.9

ง.13 ผลการทดลองห้องที่ไม่ติดอุปกรณ์ ระยะห่างจากคอยร้อน 2 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส

ห้องที่ไม่ติดอุปกรณ์ ระยะห่างจากคอยร้อน 2 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส									
เวลาที่ผ่านไป (นาที)	อุณหภูมิหน้าคอยร้อน (องศาเซลเซียส °C)		อุณหภูมิอากาศภายนอก (องศาเซลเซียส °C)			กระแสไฟฟ้า (A)	พลังงานไฟฟ้า ที่อ่านจากมิเตอร์ (kWh)	พลังงานไฟฟ้า ที่ใช้ (kW)	
	1	2	3	4					
0	31.4	31.9	33.9	34.3	4	14.7	5,654.6	0	
10	31.4	31.2	35.7	36.0		0.8	5,655.0	0.4	
20	31.8	31.3	37.6	37.3		15.8	5,655.3	0.3	
30	32.5	31.7	35.2	36.0		0.8	5,655.6	0.3	
40	31.9	31.7	37.4	37.5		15.3	5,655.9	0.3	
50	32.1	31.9	34.9	34.6		14.8	5,656.2	0.3	
60	32.4	31.5	33.5	33.7		0.8	5,656.5	0.3	
เฉลี่ย	31.76		35.64						
รวม									
ค่าไฟฟ้า(บาท)									

1.9
5.7



ง.15 ผลการทดลองห้องที่ไม่ติดอุปกรณ์ ระยะห่างจากคอยร์ร้อน 2 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

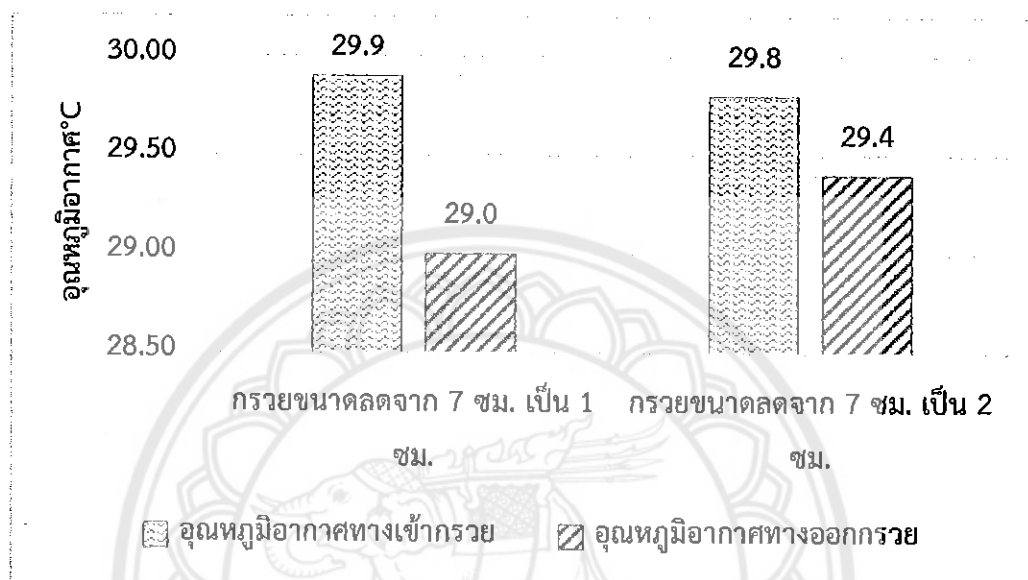
ห้องที่ไม่ติดอุปกรณ์ ระยะห่างจากคอยร์ร้อน 2 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิภายนอก 40 องศาเซลเซียส									
เวลาที่ผ่านไป (นาที)	อุณหภูมิหน้าคอยร์ร้อน (องศาเซลเซียส °C)			อุณหภูมิอากาศภายนอก (องศาเซลเซียส °C)			กระแสไฟฟ้า(A)	พลังงานไฟฟ้า ที่อ่านจากมิเตอร์ (kWh)	พลังงานไฟฟ้า ที่ใช้ (kW)
	1	2	3	3	4				
0	36.2	35.8	40.7	40.7	40.7	16.0	5,773.6	0	
10	36.1	35.8	40.6	40.6	40.6	15.6	5,774.0	0.4	
20	36.1	35.8	40.6	40.6	40.7	0.8	5,774.5	0.5	
30	36.1	35.7	40.6	40.6	40.6	16.0	5,775.0	0.5	
40	36.0	35.7	40.5	40.5	40.5	0.8	5,775.5	0.5	
50	36.0	35.7	40.4	40.4	40.2	15.8	5,775.9	0.4	
60	35.9	35.6	40.4	40.4	40.2	0.8	5,776.3	0.4	
เฉลี่ย	35.89			40.52					
รวม									
ค่าไฟฟ้า(บาท)									

2.7
8.1

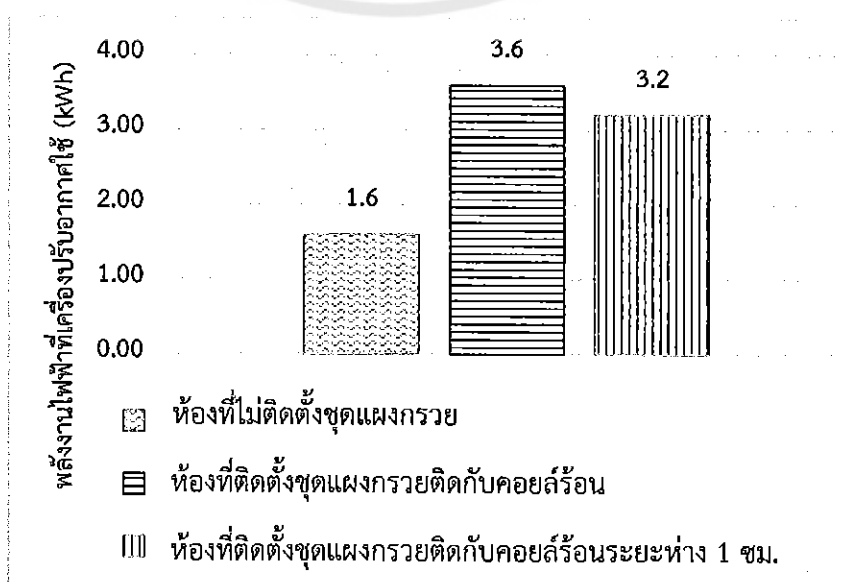




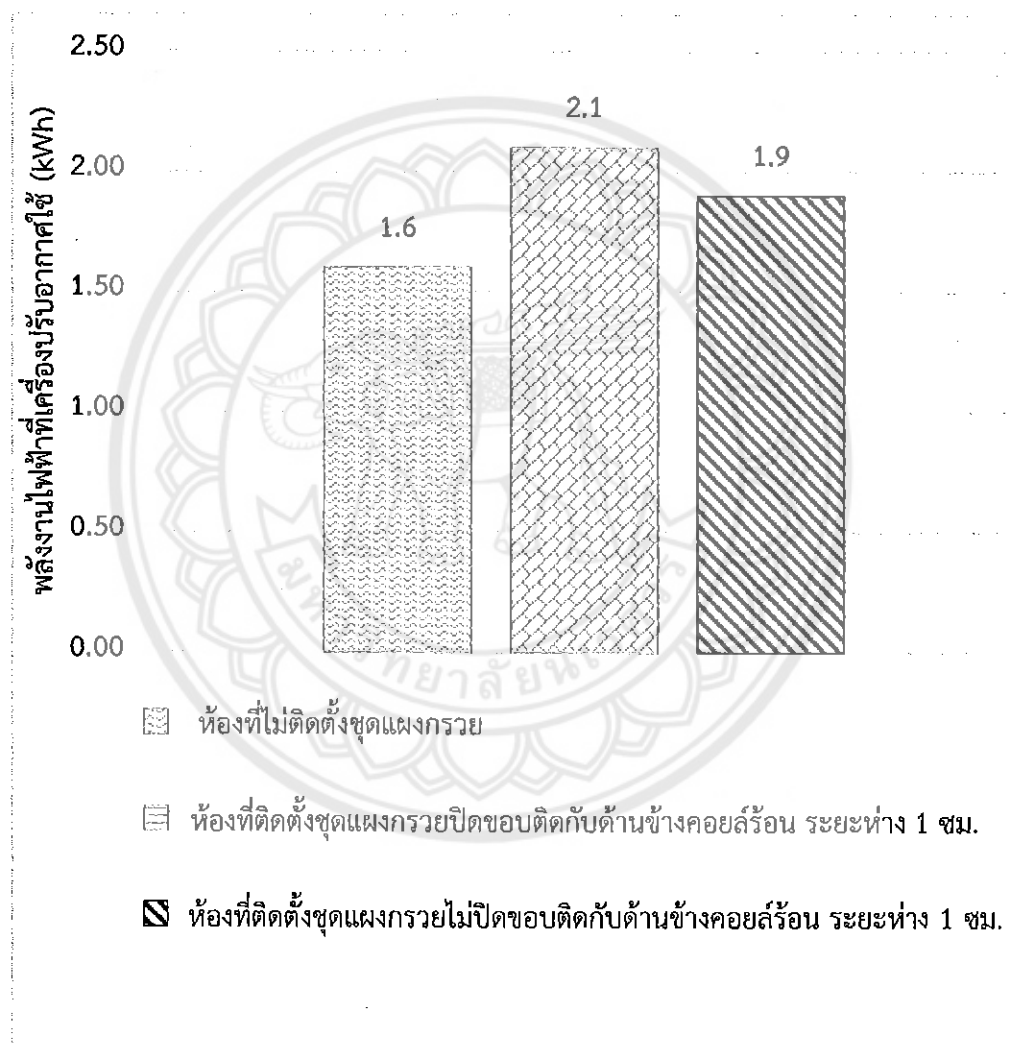
จ.1 ผลการทดสอบอุโมงค์ลมของกรวยขนาดลดจาก 7 ซม. เป็น 1 เซนติเมตร กับ ผลการทดสอบอุโมงค์ลมของกรวยขนาดลดจาก 7 ซม. เป็น 2 ซม.



จ.2 ผลการทดลองห้องที่ไม่ติดตั้งชุดแผงกรวยลดอุณหภูมิอากาศ กับ ผลการทดลองหลังติดตั้งชุดแผงกรวยติดกับคอยล์ร้อนรูปตัวแอลที่ติดขอบไม่ให้อากาศภายนอกมาผสมที่อุณหภูมิภายนอก และ ผลการทดลองหลังติดตั้งชุดแผงกรวยติดกับคอยล์ร้อนรูปตัวแอลที่ติดขอบไม่ให้อากาศภายนอกมาผสม ระยะห่างจากคอยล์ 1 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส

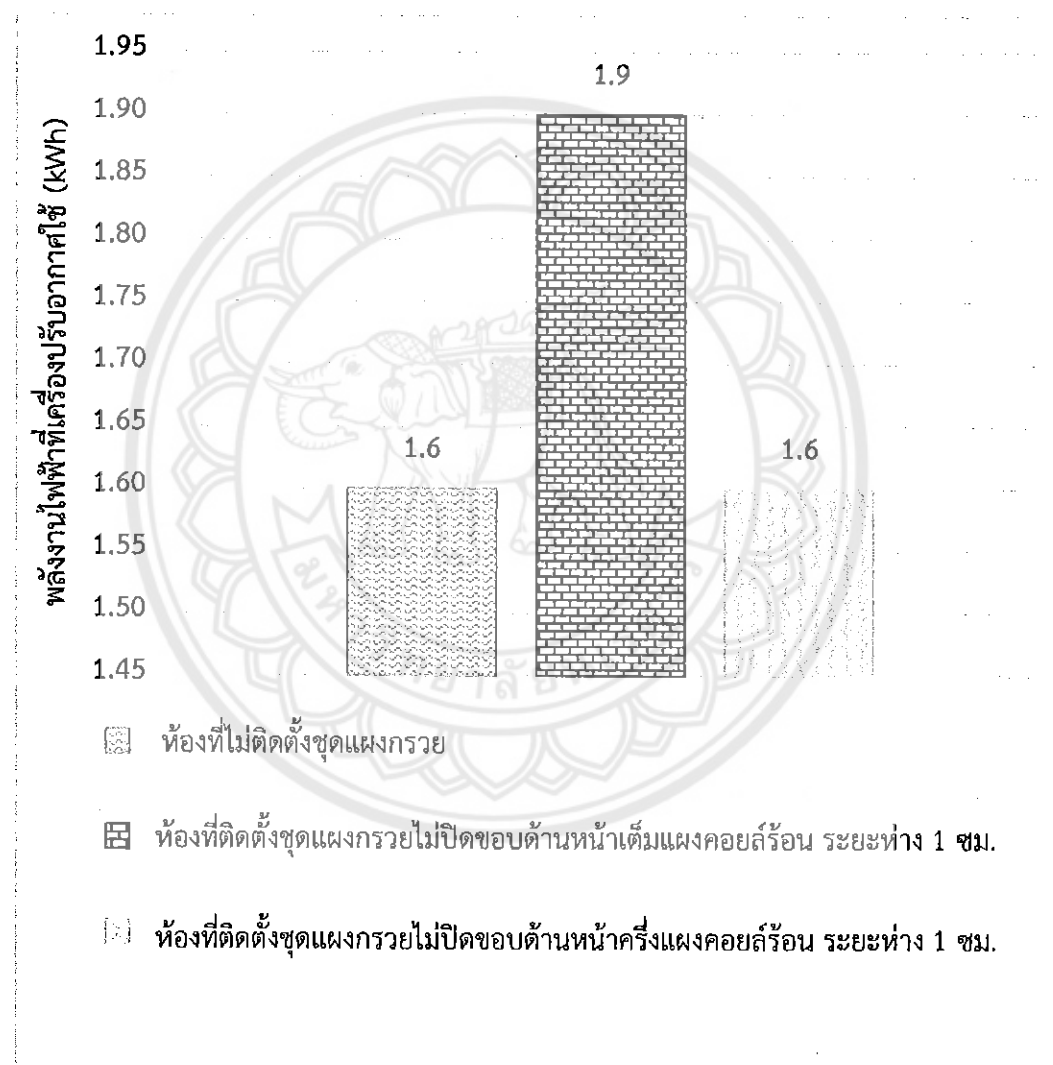


จ.3 ผลการทดลองห้องที่ไม่ติดตั้งแผงกรวย กับ ผลการทดลองหลังติดตั้งแผงกรวยด้านข้างคอยล์ร้อนที่ติดตั้งไม่ให้อากาศภายนอกมาผสม ระยะห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตร และ ผลการทดลองหลังติดตั้งแผงกรวยด้านข้างคอยล์ร้อนที่ติดตั้งให้อากาศภายนอกมาผสมระยะห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส

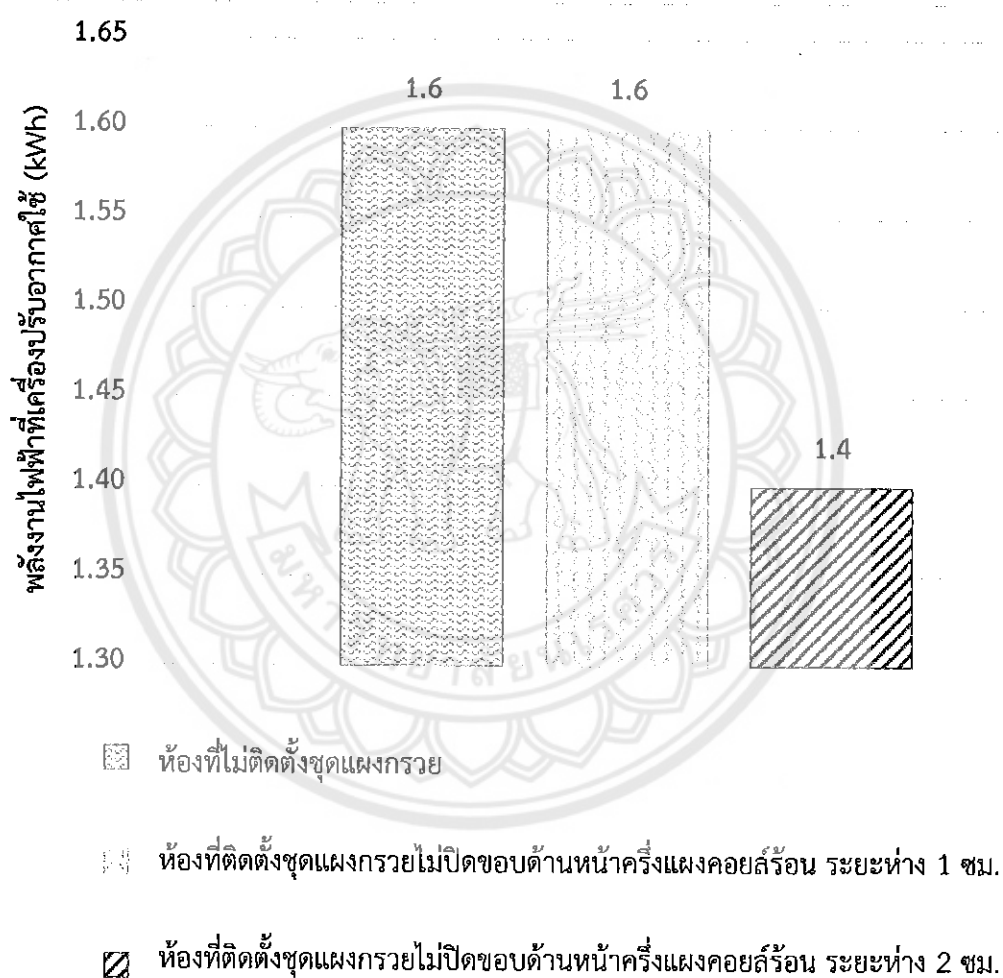




จ.4 ผลการทดลองห้องที่ไม่ติดตั้งชุดแผงกรวย กับ ผลการทดลองหลังติดตั้งชุดแผงกรวยด้านหน้า เต็มแผงที่ไม่ติดขอบให้อากาศภายนอกมาผสม ระยะห่างจากคอยร้อน 1 เซนติเมตร และ ผลการทดลองหลังติดตั้งชุดแผงกรวยด้านหน้าคอยล์ร้อนครึ่งแผง ที่ไม่ติดขอบให้อากาศภายนอกมาผสม ระยะห่างจากคอยร้อน 1 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส



จ.5 ผลการทดลองห้องที่ไม่ติดตั้งชุดแผงกรวย กับ ผลการทดลองหลังติดตั้งชุดแผงกรวยด้านหน้าคอยล์ร้อนเครื่องแฉงที่ไม่ติดขอบให้อากาศภายนอกมาผสม ระยะห่างจากคอยล์ร้อน 1 เซนติเมตร และ ผลการทดลองหลังติดตั้งชุดแผงกรวยด้านหน้าคอยล์ร้อนเครื่องแฉงที่ไม่ติดขอบให้อากาศภายนอกมาผสม ระยะห่างจากคอยล์ร้อน 2 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส



## ประวัติผู้ดำเนินโครงการ

ชื่อ : นายณัฐวัฒน์ อภิวงค์

วัน เดือน ปีเกิด : 30 พฤศจิกายน 2537

ประวัติการศึกษา

ระดับประถมศึกษา : โรงเรียนศิริมาตย์เทวี อำเภอ พาน จังหวัด เชียงราย

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น : โรงเรียนศิริมาตย์เทวี อำเภอ พาน จังหวัด เชียงราย

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น : โรงเรียนพานพิทยาคม อำเภอ พาน จังหวัด เชียงราย

ปีที่สำเร็จการศึกษา : 2560

ชื่อ : นายวิษณุ ชมเขียวชาญ

วัน เดือน ปีเกิด : 7 กุมภาพันธ์ 2538

ประวัติการศึกษา

ระดับประถมศึกษา : โรงเรียนบ้านดอนชัย อำเภอ ราชบุรี จังหวัด ราชบุรี

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น : โรงเรียนศรีราชบุรีพิทยาคม อำเภอ ราชบุรี จังหวัด ราชบุรี

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย : โรงเรียนศรีราชบุรีพิทยาคม อำเภอ ราชบุรี จังหวัด ราชบุรี

ปีที่สำเร็จการศึกษา : 2560

ชื่อ : นายอาทิตย์ จตุแทน

วัน เดือน ปีเกิด : 25 ธันวาคม 2537

ประวัติการศึกษา

ระดับประถมศึกษา : โรงเรียนบ้านดอนชัย อำเภอ ราชบุรี จังหวัด ราชบุรี

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น : โรงเรียนศรีราชบุรีพิทยาคม อำเภอ ราชบุรี จังหวัด ราชบุรี

ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย : โรงเรียนศรีราชบุรีพิทยาคม อำเภอ ราชบุรี จังหวัด ราชบุรี

ปีที่สำเร็จการศึกษา : 2560