

อกิฉนัฒนาการ



สำนักหอสมุด



การลดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนด้วยอากาศระบาย

Energy Reducing of Split-Type Air Conditioner by Using

Exhaust Air

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
รับลงทะเบียน..... ๖ มิถุนายน ๒๕๕๘
เลขทะเบียน..... 19996405
เลขเรียกหนังสือ.....

นายฐิติพงศ์	พลอยเขียว	รหัส 55363049
นายณรงค์ศักดิ์	เงี้ยวเกิด	รหัส 55363063
นายสุเมธ	บดีรัฐ	รหัส 55363650

๖/๕  
33๘ก  
๒๕๕๘

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

ปีการศึกษา 2558



## ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

**หัวข้อโครงงาน** : การลดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนด้วย  
 อากาศระบาย  
 Energy Reducing of Split-Type Air Conditioner by Using  
 Exhaust Air

**ผู้ดำเนินโครงงาน** : นายรัฐติพงษ์ พลอยเขียว รหัส 55363049  
 นายณรงค์ศักดิ์ เจี้ยวเกิด รหัส 55363063  
 นายสุเมธ บดีรัฐ รหัส 55363650

**อาจารย์ที่ปรึกษา** : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิษณุภัณฑ์ แคนลา  
**ภาควิชา** : วิศวกรรมเครื่องกล  
**ปีการศึกษา** : 2558

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุรินทร์ อนุมัติให้โครงงานวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะกรรมการสอบโครงงาน

.....ประธานกรรมการ  
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิษณุภัณฑ์ แคนลา)

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

.....กรรมการ  
 (ดร. ภาณุ พุทธรังค์)

หัวข้อโครงการ	: การลดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนด้วย อากาศระบาย Energy Reducing of Split-Type Air Conditioner by Using Exhaust Air		
ผู้ดำเนินโครงการ	: นายรัฐติพงษ์	พลอยเขี้ยว	รหัส 55363049
	: นายณรงค์ศักดิ์	เจี้ยวเกิด	รหัส 55363063
	: นายสุเมธ	บตีรัฐ	รหัส 55363650
อาจารย์ที่ปรึกษา	: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิษณุภรณ์ แคนลา		
ภาควิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล		
ปีการศึกษา	: 2558		

### บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการใช้พลังงานและประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน 36,000 Btu/hr แบบระบายความร้อนด้วยอากาศกับแบบระบายความร้อนด้วยอากาศระบาย แบ่งการทดลองเป็นห้องปรับอากาศไม่มีการระบายอากาศและแบบติดตั้งพัดลมระบายอากาศ มีอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศระบายที่ 40, 80 และ 240 m<sup>3</sup>/hr โดยแต่ละกรณีทำการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ในช่วงอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนที่ 30, 35 และ 40 °C

ผลการทดลองพบว่าทุกกรณีเมื่ออุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนเพิ่มสูงขึ้น มีผลทำให้มีค่าความสามารถในการทำความเย็น (QL) และค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ลดลง แต่ค่ากำลังไฟฟ้าและค่าพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น เมื่อมีการเพิ่มอัตราการระบายอากาศ 40, 80 และ 240 m<sup>3</sup>/hr เพื่อลดอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อน มีผลทำให้ ค่า QL และค่า COP เพิ่มขึ้นไม่มากนัก มีค่าเพียง 2.7 - 5.08 % และ 0 - 2.46 % ตามลำดับ แต่สามารถลดการใช้พลังงานได้มากถึง 3.89 - 17.46 % ส่งผลทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าได้ถึง 1,168 - 4,283 บาทต่อปี

แต่อย่างไรก็ตามวิศวกรเครื่องกลผู้ออกแบบก็ควรออกแบบค่าอัตราการไหลของอากาศระบายในการลดอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติควบคุมอาคารปีพุทธศักราช 2558 หรือมาตรฐานอื่นตามแต่ข้อกำหนด

**Project Title** : Energy Reducing of Split-Type Air Conditioner by Using Exhaust Air

**Name** : Mr. Titipong Ploykhiew Code 55363049  
Mr. Narongsak Ngeowkerd Code 55363063  
Mr. Sumet Bodeerad Code 55363650

**Project Advisor** : Assistant Professor Sitphan Kanla

**Department** : Mechanical Engineering

---

**Academic Year** : 2015

---

### Abstract

The objective of this study was to compare the energy consumption and the efficiency of split type air conditioner having the size of 36,000 Btu/hr., between air-cooled split type and exhaust air to passing condensing type. The experiment was divided in to two cases, the experiment in air-conditioned room and the experiment in air-conditioned room with 40, 80 and 240 m<sup>3</sup>/hr of the exhausting fan to passing condensing. And in each case, the experiments would be tested for 3 hours with air temperatures passing condensing 30, 35 and 40 °C.

The result of the experiment showed that in both cases when condensing temperatures were increased it affected the cooling capacity ( $Q_L$ ) and coefficient of performance (COP) to be decreased. However, it made the power and energy consumption increase after increasing of exhausting air as 40, 80 and 240 m<sup>3</sup>/hr to decrease air temperatures passing condensing. Moreover, it affected the  $Q_L$  and COP to be higher slightly as only 2.7 – 5.08 % and 0 - 2.46 % respectively, however; it could reduce the energy consumption as 3.89 – 17.46 % which could reduce the electric energy cost as 1,168 – 4,283 baht per year.

Nevertheless, the Mechanical engineers should design of exhausting air to decrease air temperatures passing condensing and follow the Building Control Act B.E. 2558 (2016) or other provision.

กิตติกรรมประกาศ  
(Acknowledgement)

โครงการวิศวกรรมเครื่องกลฉบับนี้สามารถทำงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทางคณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ ผศ. ศิษณุภรณ์ แคนลา อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่กรุณาให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินโครงการ ตลอดจนติดตามประเมินผลการดำเนินโครงการมาโดยตลอด ทางคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. มัทนี สงวนเสริมศรี และ ดร. ภาณุ พุทธวงศ์ ที่ช่วยเหลือให้คำปรึกษาและแนะนำความรู้ต่างๆ เพื่อให้โครงการนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. อัครพันธ์ วงศ์กัณฑ์ ที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำความรู้ต่างๆ และสนับสนุนเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดข้อมูล

ขอขอบพระคุณ ว่าที่ร้อยตรีธานี โกสุม ที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำความรู้ต่างๆ และสนับสนุนเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดข้อมูล

ขอขอบพระคุณฝ่ายเลขานุการ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินโครงการ

ขอขอบคุณหน่วยวิจัยเทคโนโลยีอาคารและการจัดการพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ทดสอบและเครื่องมือที่ใช้ในทดสอบโครงการนี้

ขอขอบคุณบิดาและมารดาที่ให้การอุปการะเลี้ยงดูและสั่งสอนจนกระทั่งสามารถเติบโตมาจนถึงปัจจุบัน ตลอดจนช่วยอุปการะทางการเงินและคอยให้กำลังใจจนกระทั่งโครงการนี้เสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ ผู้ดำเนินงานขอมอบคุณงามความดีที่เกิดขึ้นจากโครงการนี้ แต่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการทำให้โครงการนี้เสร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีและถ้าเกิดข้อผิดพลาดประการใดจากโครงการนี้ ผู้ดำเนินงานต้องกราบขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นายฐิติพงศ์ พลอยเขียว  
นายณรงค์ศักดิ์ เจี้ยวเกิด  
นายสุเมธ บดีรัฐ

## สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงการวิศวกรรม	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	จ
สารบัญรูปภาพ	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญกราฟ	ฎ
คำอธิบายสัญลักษณ์ และคำย่อ	ฏ
<b>บทที่ 1</b>	<b>1</b>
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 แผนการดำเนินงาน	3
1.6 รายละเอียดงบประมาณที่ใช้	3
<b>บทที่ 2</b>	<b>4</b>
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.2 ระบบทำความเย็น	6
2.3 วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ	7
2.4 ค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ (Coefficient of Performance, COP)	9
2.5 อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency Ratio, EER)	10

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.6 ผลจากการลดอุณหภูมิความชื้นของสารทำความเย็นต่อประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ	11
2.7 คุณสมบัติของอากาศ	11
2.8 กระบวนการปรับสภาวะอากาศในแผนภาพไซโครเมตริก	13
2.9 การระบายอากาศ (Ventilation)	14
2.10 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ	18
2.11 เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม	24
2.12 ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า	24
<b>บทที่ 3</b>	<b>25</b>
3.1 การตรวจวัดข้อมูล	26
3.2 วิธีการทดลอง	27
3.3 ข้อกำหนดทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม	30
<b>บทที่ 4</b>	<b>31</b>
4.1 ผลการตรวจวัดข้อมูล	31
4.2 ค่าอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อน	31
4.3 ผลการเปรียบเทียบค่าความสามารถในการทำความเย็น ( $Q_L$ )	33
4.4 ผลการเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย	34
4.5 ผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ และค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน	35
4.6 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์	36
4.7 ผลการเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้า	37
4.8 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการคืนทุน	38

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5	39
5.1 สรุปผลการทดลอง	39
5.2 ข้อเสนอแนะ	42
<hr/>	
เอกสารอ้างอิง	43
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก แบบจำลองการหาค่าคุณสมบัติของอากาศและตัวอย่างการคำนวณ	46
ภาคผนวก ข เครื่องมือตรวจวัดและวิธีการใช้งาน	49
ภาคผนวก ค รูปแสดงลักษณะการทำงานอุปกรณ์ใช้ในการทดลอง	57
ภาคผนวก ง พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร	60
ช่วงเวลาทำการตรวจวัด	66
ประวัติผู้ดำเนินโครงการ	67



## สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แผนภาพการทำงานของระบบทำความเย็น	6
รูปที่ 2.2 อุปกรณ์ของระบบทำความเย็น	7
รูปที่ 2.3 แผนภาพ P-h ของวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ	8
<hr/>	
รูปที่ 2.4 แผนภาพ P-h ผลของการลดอุณหภูมิควบแน่น	11
รูปที่ 2.5 แผนภาพคุณสมบัติของอากาศ	12
รูปที่ 2.6 แผนภาพไซโครเมตริก หน่วย SI	13
รูปที่ 2.7 หน้ากากระบายอากาศ ขนาด 6x6 นิ้ว	15
รูปที่ 2.8 พัฒนาระบายอากาศชนิดติดกระจก ขนาด 6 นิ้ว	15
<hr/>	
รูปที่ 2.9 แคลมมิเตอร์ กับ เครื่อง Power quality Analyzer KYORITSU 6310	18
รูปที่ 2.10 เครื่อง SILA AP-104	18
รูปที่ 2.11 Anemometer	19
รูปที่ 2.12 การแบ่งพื้นที่ของอากาศกลับและอากาศจ่าย	20
รูปที่ 2.13 การแบ่งพื้นที่ของอากาศกลับและอากาศจ่ายในการตรวจวัด	21
รูปที่ 2.14 การหาเอนทาลปีของอากาศจากแผนภาพไซโครเมตริก	22
รูปที่ 2.15 การวางเครื่องมือวัดอุณหภูมิหน้าคอยล์ร้อน	23
<hr/>	
รูปที่ 3.1 แสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดข้อมูล	26
รูปที่ 3.2 แผนผังแสดงวิธีการดำเนินงาน	27
รูปที่ 3.3 ตำแหน่งอุปกรณ์ตรวจวัดข้อมูลของห้องปรับอากาศ	28
รูปที่ 3.4 ตำแหน่งอุปกรณ์ตรวจวัดข้อมูลของห้องปรับอากาศติดตั้งพัฒนาระบายอากาศ ขนาด 3 นิ้ว เพื่อส่งลมเย็นผ่านคอยล์ร้อน อัตราการไหล 40 m <sup>3</sup> /hr	28

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.5 ตำแหน่งอุปกรณ์ตรวจวัดข้อมูลของห้องปรับอากาศติดตั้งพัดลมระบายอากาศขนาด 3.5 นิ้ว เพื่อส่งลมเย็นผ่านคอยล์ร้อน อัตราการไหล 80 m <sup>3</sup> /hr	29
รูปที่ 3.6 ตำแหน่งอุปกรณ์ตรวจวัดข้อมูลของห้องปรับอากาศติดตั้งพัดลมระบายอากาศขนาด 6 นิ้ว เพื่อส่งลมเย็นผ่านคอยล์ร้อน อัตราการไหล 240 m <sup>3</sup> /hr	29
รูปที่ ข.1 เครื่อง SILA AP-104	50
รูปที่ ข.2 การเลือก Comport	50
รูปที่ ข.3 การเลือก Baudrate	51
รูปที่ ข.4 การกำหนดช่วงเวลา	51
รูปที่ ข.5 การ set ค่าเพื่อบันทึก	52
รูปที่ ข.6 เครื่อง POWER & HARMONICS Analyzer Prova6830	53
รูปที่ ข.7 การต่อวงจรของเครื่อง Power quality Analyzer KYORITSU 6310	53
รูปที่ ข.8 การตั้งค่าโปรแกรม	54
รูปที่ ข.9 ตั้งค่าระบบไฟฟ้า กระแส แรงดัน	54
รูปที่ ข.10 ตั้งค่าการบันทึกเวลา กำลังไฟฟ้า	55
รูปที่ ข.11 ตั้งค่าเวลาที่ต้องการจะบันทึกและการบันทึกข้อมูลไว้ที่ CF card	55
รูปที่ ข.12 การยกเลิกการบันทึกข้อมูล	56
รูปที่ ข.13 การอ่านข้อมูลของเครื่อง Power quality Analyzer KYORITSU 6310	56
รูปที่ ค.1 สपोर्टไลท์	58
รูปที่ ค.2 หลอดไฟ	58
รูปที่ ค.3 สวิตซ์หรีไฟ	58
รูปที่ ค.4 พัดลมขนาด 3 นิ้ว	59
รูปที่ ค.5 พัดลมขนาด 3.5 นิ้ว	59
รูปที่ ค.6 พัดลมขนาด 6 นิ้ว	59

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
ตารางที่ 2.1 ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศ (เกณฑ์พลังงานปี 2554)	10
ตารางที่ 2.2 อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศสำหรับอาคารที่มีระบบปรับอากาศ	16
ตารางที่ 2.3 มาตรฐานอัตราการระบายอากาศและค่ากำลังไฟฟ้าเข้าสูงสุด	17
ตารางที่ 3.1 อัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (ปี 2558)	30



## สารบัญกราฟ

	หน้า
กราฟที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนเฉลี่ย	31
กราฟที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบค่าความสามารถในการทำความเย็น	33
กราฟที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของแต่ละช่วงอุณหภูมิ	34
กราฟที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะและ ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน	35
กราฟที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์	36
กราฟที่ 4.6 ผลการเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้า	37
กราฟที่ 4.7 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาคืนทุน	38



## คำอธิบายสัญลักษณ์ และคำย่อ

ตัวแปล	ความหมาย	หน่วย
COP	ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ	
EER	ค่าประสิทธิภาพการทำความเย็น	(Btu/hr)/W
$W_c$	กำลังที่ใช้ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์	(kW)
$\dot{m}$	อัตราการไหลของสารทำความเย็น	(kg/s)
$Q_H$	ความร้อนที่ถ่ายเทออกจากคอยล์ร้อน	(kW)
$Q_L$	ความสามารถในการทำความเย็น	(kW)
$\rho$	ความหนาแน่นของอากาศ	(kg/m <sup>3</sup> )
$h_R$	เอนทาลปีของอากาศด้านลมย้อน	(kJ/kg)
$h_S$	เอนทาลปีของอากาศด้านลมจ่าย	(kJ/kg)
$V$	ความเร็วลม	(m/s)
$A$	พื้นที่หน้าฉากด้านอากาศกลับ	(m <sup>2</sup> )
$E$	อัตราแลกเปลี่ยนอากาศ	(m <sup>3</sup> /hr/m <sup>2</sup> )
$T$	อุณหภูมิ	(°C)
RH(%)	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของอากาศกลับและอากาศจ่าย	
$V$	แรงดันไฟฟ้า	(V)
$\cos\theta$	ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์	
$I$	เงินลงทุน (Investment)	(Baht)
$S$	ผลประโยชน์ (Saving)	(Baht)
$P$	กำลังทางไฟฟ้า	(kW)
$H$	ชั่วโมงการใช้งานต่อวัน	(hr/day)
$D$	วันในการใช้งานในระยะเวลาหนึ่งเดือน	(day/M)

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนใกล้เส้นศูนย์สูตรทำให้ภูมิอากาศของประเทศไทยมีลักษณะภูมิอากาศเป็นแบบร้อนชื้น (Humid Tropical Climate) ทำให้มีการติดตั้งระบบปรับอากาศกันอย่างแพร่หลายภายในอาคาร เป็นผลทำให้อาคารส่วนใหญ่ต้องมีการติดตั้งระบบปรับอากาศโดยเฉพาะระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) ระบายความร้อนด้วยอากาศมาควบคุมสภาวะอากาศภายในอาคารให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน เพื่อสร้างความสุขสบายเชิงความร้อน (Thermal Comfort) ให้กับผู้อยู่อาศัย โดยลักษณะห้องปรับอากาศที่ดีจะต้องไม่มีช่องเปิดให้เกิดการรั่วไหลของอากาศที่ควบคุมไม่ได้ ดังนั้นเพื่อให้คุณภาพอากาศภายในห้องดีตลอด จึงจะต้องมีการหมุนเวียนอากาศภายในห้อง (Exhaust Air) โดยพัดลมระบายอากาศ ซึ่งอากาศที่ระบายออกสู่ด้านนอกเป็นอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำ เป็นการระบายทิ้งโดยเปล่าประโยชน์ แต่ถ้านำอากาศระบายมาผ่านหน้าคอยล์ร้อนซึ่งจะมีผลทำให้อุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนลดลงและสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศได้ ซึ่งงานวิจัยก่อนหน้านี้โดย สกลทรศน์ อินแก้ว และคณะ [5] ผลจากการศึกษาการนำอากาศระบายมาลดอุณหภูมิหน้าคอยล์ร้อน พบว่าการนำอากาศระบายมาช่วยลดอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนทั้งวิธีทางธรรมชาติและวิธีทางกลสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศได้ ซึ่งการเปิดช่องระบายอากาศส่งลมผ่านคอยล์ร้อนมีประสิทธิภาพสูงสุด แต่อย่างไรก็ตามหากใช้วิธีการเปิดช่องระบายอากาศซึ่งเป็นการระบายอากาศด้วยวิธีทางธรรมชาติจะไม่สามารถควบคุมอัตราการไหลเชิงปริมาตรให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2558 อัตราการไหล และอีกสาเหตุหนึ่งเนื่องจากประเทศไทยมีอุณหภูมิอากาศเพิ่มขึ้นทุกๆ ปี ดังนั้นกลุ่มผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาผลกระทบอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อน โดยมีการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนที่ 30, 35 และ 40 องศาเซลเซียส เพื่อศึกษาผลกระทบที่มีต่อการประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้า

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศระบายที่จะนำไปลดอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อน

1.2.2 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนด้วยอากาศระบาย

---

## 1.3 ขอบเขตของโครงการ

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

1.3.2 ทดลองกับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศขนาด 36,000 Btu/hr

1.3.3 มีการปรับอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศระบายที่ 40 80 และ  $240 \text{ m}^3/\text{hr}$

1.3.4 ควบคุมอุณหภูมิภายในห้องเฉลี่ย  $25^\circ\text{C}$

1.3.5 มีการปรับเปลี่ยนและควบคุมอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่  $30 \text{ } 35 \text{ และ } 40^\circ\text{C}$

## 1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศระบายที่จะได้นำไปลดอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อน

1.4.2 สามารถลดการใช้พลังงานและเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนด้วยอากาศระบาย

1.4.3 สามารถเป็นแนวทางในการออกแบบใช้กับเครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-Cooled Water Chiller) โดยการนำอากาศระบายมาลดอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อน

## 1.5 แผนการดำเนินงาน

### ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

กิจกรรม	2558				2559				
	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. ศึกษาทฤษฎีรวมถึงข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง									
2. ออกแบบการทดลองและเตรียมอุปกรณ์									
3. ทำการทดลองและคำนวณผลที่ได้จากการทดลอง									
4. เปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลอง									
5. สรุปผลและจัดทำรายงาน									

## 1.6 รายละเอียดงบประมาณที่ใช้

1. ค่าอุปกรณ์และเครื่องมือในการตรวจวัด	2,500 บาท
2. ค่าจัดทำรูปเล่ม	1,500 บาท
3. ค่ากระดาษ	500 บาท
รวมทั้งสิ้น	<u>4,500</u> บาท



## บทที่ 2

### หลักการทฤษฎี

#### 2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อภิเดช บุญเจือ [1] ได้ทำการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) และค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาด 12,000 Btu/hr โดยติดตั้งคอยล์ร้อนในตำแหน่งที่สูงกว่าคอยล์เย็นที่ระดับความสูง 3, 6, 9 และ 12 เมตร พบว่าที่ความสูง 3, 6 และ 9 เมตร มีค่า COP และ EER ไม่ต่างกันมาก แต่ที่ความสูง 12 เมตร มีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูงมาก จึงได้ทำการทดลองเพิ่มเติมที่ความสูง 12 เมตร โดยทำการติดตั้งวาล์วไฟฟ้ากับชุดวงจรควบคุมระบบปรับอากาศทำงานพร้อมคอมเพรสเซอร์เพื่อปรับเปลี่ยนอัตราการไหลของสารทำความเย็น ผลการทดลองพบว่า ค่า COP เพิ่มขึ้น 6.7% และค่า EER เพิ่มขึ้น 7.76% การสิ้นเปลืองการใช้พลังงานลดลง 5.76% คิดเป็นการประหยัดพลังงาน 136.8 หน่วยต่อปี หรือค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าลดลง 1641.6 บาทต่อปี

ธีรพงศ์ บริรักษ์ และพงษ์สวัสดิ์ คชภูมิ [2] ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) และการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 12,000 Btu/hr เปรียบเทียบกับการติดตั้งชุดทำความเย็นแบบระเหยทำจากกระดาษเซลลูโลสและ PVC filling โดยใช้น้ำในการหล่อเย็น ซึ่งจากการทดลองพบว่าการติดตั้งชุดทำความเย็นแบบระเหยกระดาษเซลลูโลส เครื่องปรับอากาศสามารถระบายความร้อนได้ดี มีค่า COP 5.28 และมีค่า EER 14.59 (Btu/hr)/W พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของระบบ 6.00 (kWh) หรือลดลงร้อยละ 28.39 ส่วนการใช้ PVC filling มีค่า COP 5.13 และมีค่า EER 18.01 (Btu/hr)/W พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของระบบ 6.60 (kWh) หรือลดลงร้อยละ 21.18 การใช้ PVC filling ทดแทนการใช้กระดาษเซลลูโลสจะมีข้อดีคือ สามารถล้างทำความสะอาดได้มากกว่าและมีอายุการใช้งานได้นานกว่าแผ่นเซลลูโลส

อภิชาติ อัจฉาเสียว และ ชาญวิทย์ ศรีเพ็ญชัย [3] ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างคอยล์ร้อนกับชุดทำความเย็นแบบระเหยยกระดาศเซลลูโลสและอัตราการไหลของน้ำที่ผ่านชุดทำความเย็นที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) และกระแสไฟฟ้า โดยทำการติดตั้งชุดทำความเย็นแบบระเหยในระยะ 2,5,10 และ 15 cm และปรับอัตราการไหลของหัวสเปร์ยน้ำที่ 10, 30, 60 และ 80 ml/s จากการทดลองพบว่า ที่ระยะห่าง 2 cm มีค่า COP สูงสุด และกระแสไฟฟ้าต่ำสุด และที่อัตราการไหลของหัวสเปร์ยน้ำ ที่ 80 ml/s เมื่อเทียบกับ มีค่า COP สูงสุด และกระแสไฟฟ้าต่ำสุด

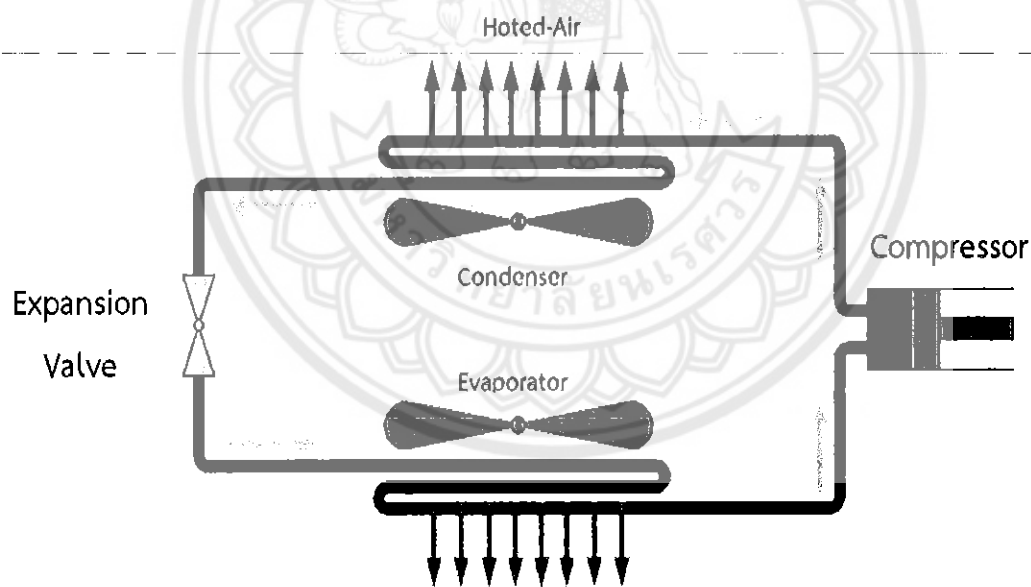
พนิต วัฒนศรี และ ตูลย์ มณีวัฒนา [4] ได้ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ทำการติดตั้งชุดพ่นละอองน้ำและไม่ติดตั้งชุดพ่นละอองน้ำแบบเป็นระยะของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 25,000 Btu/hr การทำงานของชุดพ่นละอองน้ำเป็นระยะนี้จะทำงานพร้อมกับคอมเพรสเซอร์ โดยในงานวิจัยนี้จะทำการพ่นละอองน้ำโดยใน 1 นาที พ่น 4 วินาที เพื่อให้ละอองน้ำบนผิวคอนเดนเซอร์ระเหยจนหมดก่อนที่จะพ่นละอองน้ำในครั้งต่อไป เพื่อไปลดอุณหภูมิของสารทำความเย็น ผลการทดลองพบว่าสมรรถนะของคอยล์ร้อนที่ติดตั้งชุดพ่นละอองน้ำเป็นระยะมีสมรรถนะดีกว่าคอยล์ร้อนแบบธรรมดา โดยภายใน 1 วันสามารถลดกำลังไฟฟ้างได้ 5 - 7% และมีการใช้น้ำตั้งแต่ 47 - 54 ลิตรต่อวัน

นายสกลทรศน์ อินแก้ว นายนพดล อำภา นายปฐวี ถือแก้ว [5] ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 36,000 Btu/hr แบบระบายความร้อนด้วยอากาศกับแบบระบายความร้อนด้วยอากาศระบายโดยวิธีธรรมชาติและวิธีกล แบ่งการทดลองเป็น 5 กรณี คือ 1. ห้องปรับอากาศไม่มีการระบายอากาศ 2. ห้องปรับอากาศติดตั้งช่องเปิดระบายอากาศขนาด 6x6 ตารางนิ้ว 3. ห้องปรับอากาศติดตั้งช่องเปิดระบายอากาศขนาด 6x6 ตารางนิ้วเพื่อส่งลมเย็นผ่านคอยล์ร้อน 4. ห้องปรับอากาศติดตั้งพัดลมระบายอากาศขนาด 6 นิ้ว 5. ห้องปรับอากาศติดตั้งพัดลมระบายอากาศขนาด 6 นิ้วเพื่อส่งลมเย็นผ่านคอยล์ร้อน ผลการทดลองพบว่าการนำอากาศระบายมาช่วยระบายความร้อนให้กับคอยล์ร้อนทั้งในกรณีวิธีธรรมชาติและวิธีกลสามารถลดการใช้พลังงานและเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ ซึ่งห้องปรับอากาศติดตั้งช่องเปิดระบายอากาศขนาด 6x6 ตารางนิ้ว เพื่อส่งลมเย็นผ่านคอยล์ร้อนมีค่าพลังงานไฟฟ้าน้อยกว่าห้องปรับอากาศติดตั้งพัดลมระบายอากาศขนาด 6 นิ้ว ส่งลมเย็นผ่านคอยล์ร้อนส่วนค่า COP และ EER ก็มีค่าน้อยกว่าเช่นกัน แต่มีระยะเวลาคืนทุนสั้นที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากไม่มีค่าใช้จ่ายของพัดลมระบายอากาศ แต่อย่างไรก็ตามการเปิดช่องระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาตินั้นไม่สามารถควบคุมอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศระบายให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติควบคุม อาคาร พ.ศ.2558

เนื่องจากการติดตั้งพัดลมระบายอากาศขนาด 6 นิ้วเพื่อส่งลมเย็นผ่านคอยล์ร้อนมีค่า COP และ EER มากกว่าห้องปรับอากาศติดตั้งช่องเปิดระบายอากาศขนาด 6x6 ตารางนิ้ว รวมทั้งอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศระบายที่ไม่เป็นไปตามพระราชบัญญัติควบคุม อาคาร พ.ศ.2558 ดังนั้นจึงมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการติดตั้งพัดลมระบายอากาศขนาด 6 นิ้ว ส่งลมเย็นผ่านคอยล์ร้อน เพื่อเปรียบเทียบอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศระบายที่จะไปลดอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนในปริมาณเหมาะสม

## 2.2 ระบบทำความเย็น

ระบบทำความเย็น (Refrigeration) เป็นการถ่ายเทความร้อนจากแหล่งพลังงานที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าไปยังแหล่งพลังงานที่มีอุณหภูมิสูงและอุปกรณ์ที่ใช้ผลิตความเย็นเรียกว่า เครื่องทำเครื่องเย็น (Refrigerator) โดยมีแผนภาพการทำงานและส่วนประกอบหลักแบ่งตามหน้าที่ดังนี้



รูปที่ 2.1 แผนภาพการทำงานของระบบทำความเย็น

1. คอมเพรสเซอร์ (Compressor) เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่ ขับเคลื่อนสารทำความเย็น หรือน้ำยา (Refrigerant) ในระบบ โดยทำให้สารทำความเย็นมีอุณหภูมิและความดันสูงขึ้น (Isentropic Process) เอนโทรปีคงที่

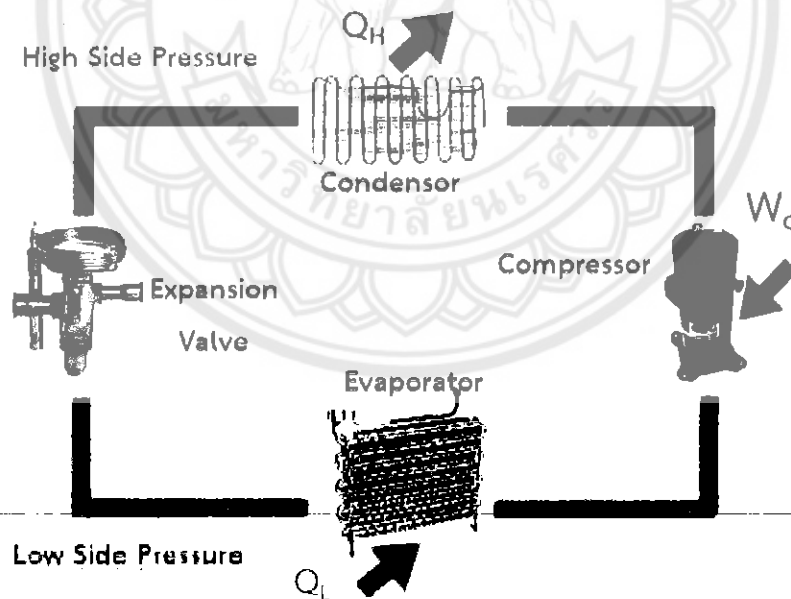
2. คอยล์ร้อน (Condenser) เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่ระบายความร้อนของสารทำความเย็น (Isobaric process) ความดันคงที่

3. วาล์วลดความดัน (Expansion Valve) เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่ลดความดันและอุณหภูมิของสารทำความเย็น (Throttling Process)

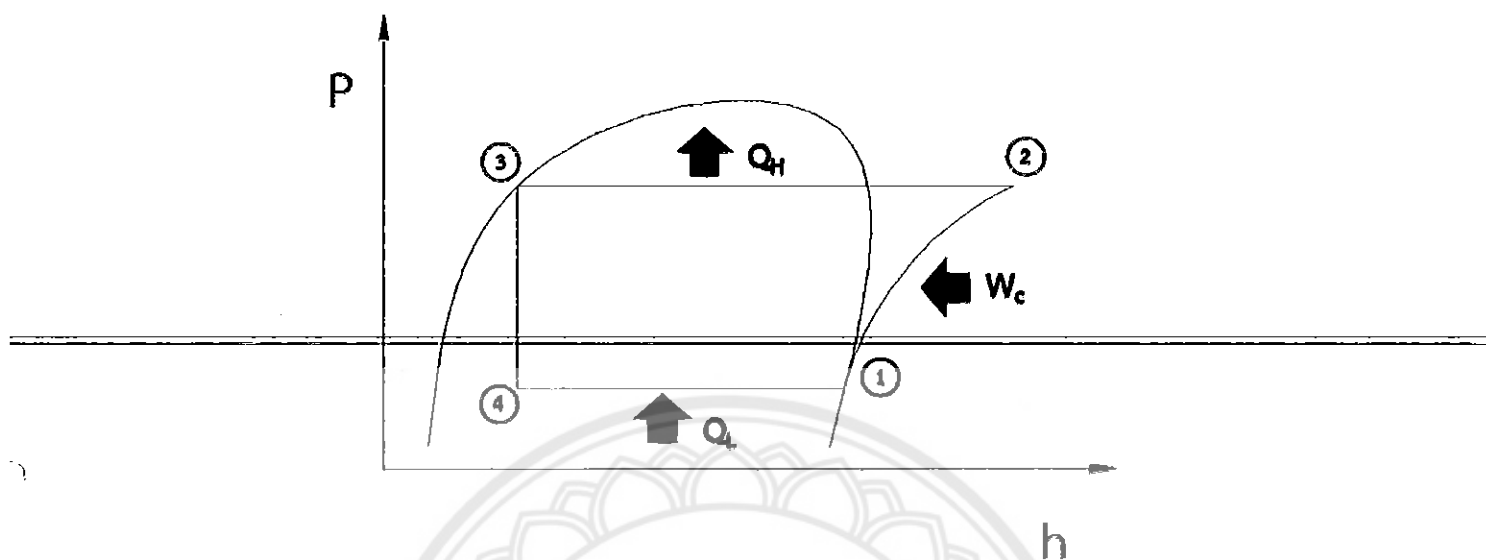
4. คอยล์เย็น (Evaporator) เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่ดูดซับความร้อนภายในห้องมาสู่สารทำความเย็น (Isentropic Process)

### 2.3 วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ

อุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ และ P-h diagram ของวัฏจักรทำความเย็นแบบปกติสามารถแสดงดังรูปที่ 2.2 และรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.2 อุปกรณ์ของระบบทำความเย็น



รูปที่ 2.3 แผนภาพ P-h ของวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ

1. กระบวนการ  $1 \rightarrow 2$  เป็นการอัดแบบไอเซนโทรปิก (Isentropic-Process) กระบวนการอัดไอแบบความดันคงที่ชนิดย้อนกลับได้ สารทำความเย็นที่ออกจากคอยล์เย็นมีสถานะเป็นไอความดันต่ำ อุณหภูมิต่ำ เข้าสู่คอมเพรสเซอร์เพื่อทำให้สารทำความเย็นมีความดันสูง อุณหภูมิสูง ก่อนที่จะส่งไปยังคอยล์ร้อน

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

โดยที่  $W_c$  = กำลังที่ใช้ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ (kW)

$h_1, h_2$  = เอนทาลปีของสารทำความเย็นที่เข้าและออกคอมเพรสเซอร์ (kJ/kg)

$\dot{m}$  = อัตราการไหลของสารทำความเย็น (kg/s)

2. กระบวนการ  $2 \rightarrow 3$  เป็นการคายความร้อนภายใต้ความดันคงที่ ( $P = \text{Constants}$ ) สารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นไอคง ความดันสูงและอุณหภูมิสูงที่มาจากคอมเพรสเซอร์ (สภาวะที่ 2) จะระบายความร้อนที่คอยล์ร้อนทำให้สารทำความเย็นควบแน่นกลายเป็นของเหลว ก่อนที่จะส่งไปยังอุปกรณ์ลดความดัน (สภาวะที่ 3)

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

โดยที่  $Q_H$  = ความร้อนที่ถ่ายเทออกจากคอยล์ร้อน (kW)

$h_2, h_3$  = เอนทาลปีของสารทำความเย็นที่เข้าและออกคอยล์ร้อน (kJ/kg)

3. กระบวนการ 3 → 4 เป็นการขยายตัวและไม่มีการถ่ายเทความร้อน ( $h = \text{Constants}$ ) ซึ่งสารทำความเย็นที่ออกจากคอยล์ร้อนมีสถานะเป็นของเหลว ความดันสูงและอุณหภูมิสูงจะเข้าสู่ วาล์วลดความดันก่อนส่งไปยังคอยล์เย็น (สภาวะที่ 4)

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

โดยที่  $h_4$  = เอนทาลปีของสารทำความเย็นที่เข้าคอยล์เย็น (kJ/kg)

4. กระบวนการ 4 → 1 เป็นการรับความร้อนภายใต้ความดันคงที่ ( $P = \text{Constants}$ ) สารทำความเย็นที่มีความดันต่ำและอุณหภูมิต่ำ จะรับความร้อนจากบริเวณที่ต้องการทำความเย็น จะทำให้สารทำความเย็นกลายเป็นไอกลับเข้าสู่คอมเพรสเซอร์

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

โดยที่  $Q_L$  = ความสามารถในการทำความเย็น (kW)

$h_4, h_1$  = เอนทาลปีของสารทำความเย็นที่เข้าและออกคอยล์เย็น (kJ/kg)

## 2.4 ค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ (Coefficient of Performance, COP)

ค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ คือ อัตราส่วนของความสามารถในการทำความเย็นที่เครื่องสามารถทำได้ต่อพลังงานที่ป้อนให้กับเครื่องปรับอากาศ (ได้จากการวิเคราะห์สารทำความเย็น)

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

เมื่อ  $Q_L$  = ความสามารถในการทำความเย็น (kW)

$W_C$  = กำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ (kW)

## 2.5 อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency Ratio, EER)

อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน คือ อัตราส่วนขีดความสามารถในการทำความเย็นต่อพลังงานงานที่ใช้ของเครื่องปรับอากาศ

$$EER = 3.412 \times \frac{Q_L}{W_C} = 3.412 \times COP \quad (2.6)$$

โดยที่  $Q_L$  = ความสามารถในการทำความเย็น (Btu/hr)

$W_C$  = กำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ (kW)

1 W = 3.412 Btu/hr

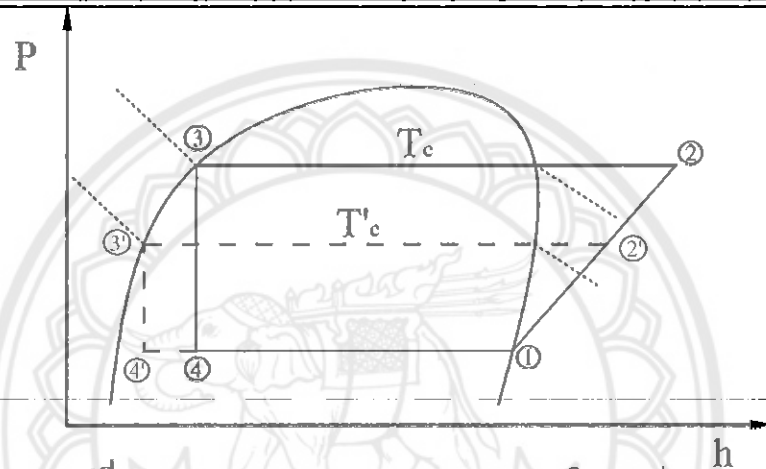
ตารางที่ 2.1 ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศ (เกณฑ์พลังงานปี 2554)

ขนาดเครื่องปรับอากาศ	อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Btu/hr/W)		
	เบอร์ 3	เบอร์ 4	เบอร์ 5
ไม่เกิน 8,000 วัตต์ (≤27,296 บีทียู/ชั่วโมง)	10.60 - 10.99	11.00 - 11.59	≥11.60
มากกว่า 8,000 - 12,000 วัตต์ ( >27,296 - 40,944 บีทียู/ชั่วโมง)	9.60 - 10.59	10.60 - 10.99	≥11.00

**หมายเหตุ** ค่า EER ตามมาตรฐาน มอก. 1155-2536 กำหนดให้ความสามารถในการทำความเย็นใช้หน่วยเป็น Btu/hr และค่ากำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์ ทดสอบที่อุณหภูมิอากาศกลับเข้าชุดคอยล์เย็น 27° CDB/19° CWB และอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าชุดคอยล์ร้อน 35° CDB/24° CWB

## 2.6 ผลจากการลดอุณหภูมิควบแน่นของสารทำความเย็นต่อประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ

ในการที่จะประหยัดพลังงานระบบปรับอากาศ สามารถทำได้โดยการลดอุณหภูมิควบแน่นของสารทำความเย็นที่คอนเดนเซอร์ให้มากที่สุด ซึ่งส่งผลให้ผลต่างของความดันที่ตกคร่อมคอมเพรสเซอร์ลดลง จึงทำให้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนคอมเพรสเซอร์ลดลง รวมทั้งยังสามารถเพิ่มอัตราการทำความเย็นได้มากขึ้นด้วย โดยสามารถเขียนบนแผนภูมิ P-h ได้ดังรูป 2.4



รูปที่ 2.4 แผนภาพ P-h ผลของการลดอุณหภูมิควบแน่น

จากรูปที่ 2.4 แผนภาพ P-h ผลของการลดอุณหภูมิควบแน่น สามารถวิเคราะห์ได้ว่า ถ้าอุณหภูมิควบแน่นมีค่าลดลง ค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ (COP) จะสูงขึ้นและความสามารถในการทำความเย็นก็เพิ่มขึ้น

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

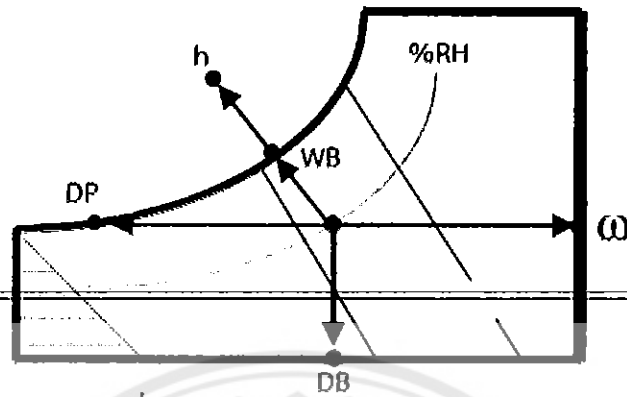
$$\text{และ} \quad COP' = \frac{h_1 - h_3'}{h_2' - h_1} \quad \text{สำหรับ } T_c' \text{ (อุณหภูมิควบแน่นลดลง)}$$

ซึ่ง  $(h_1 - h_3') > (h_1 - h_3)$  และ  $(h_2' - h_1) < (h_2 - h_1)$  ดังนั้น  $COP' > COP$

## 2.7 คุณสมบัติของอากาศ

ในงานทางวิศวกรรม เช่น งานปรับอากาศหรือการทำความเย็นนั้นคุณสมบัติต่าง ๆ ของอากาศเป็นสิ่งที่มีความสำคัญที่เราต้องการควบคุม เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และอื่น ๆ ต่อไปนี้จะอธิบายถึงคุณสมบัติกระบวนการปรับสภาวะอากาศเพื่อให้เป็นที่เข้าใจอย่างง่าย ๆ ดังนี้คือ





รูปที่ 2.5 แผนภาพคุณสมบัติของอากาศ

2.7.1 อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature, DB) คือ อุณหภูมิที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์ที่กระเปาะแห้ง ในการวัดจะต้องให้กระเปาะอยู่ในที่อากาศถ่ายเทได้สะดวกเพื่อที่อ่านค่าได้ถูกต้องและป้องกันค่าที่ผิดพลาดจากการแผ่รังสี

2.7.2 อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet Bulb Temperature, WB) คือ อุณหภูมิที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์ที่กระเปาะหุ้มด้วยผ้าที่ชื้น โดยมีกระแสลมที่มีความเร็วระหว่าง 5 และ 10 เมตรต่อวินาที ที่พัดผ่านกระเปาะ

2.7.3 อัตราส่วนความชื้น (Humidity Ratio,  $\omega$ ) คือ มวลของไอน้ำต่อมวลของอากาศแห้ง บางครั้งเรียกว่า ความชื้นจำเพาะ และโดยปกติ จะมีหน่วยเป็น กรัมต่อกิโลกรัมของอากาศแห้ง (gm/kg) หรือ กิโลกรัมต่อกิโลกรัมของอากาศแห้ง (gm/kg)

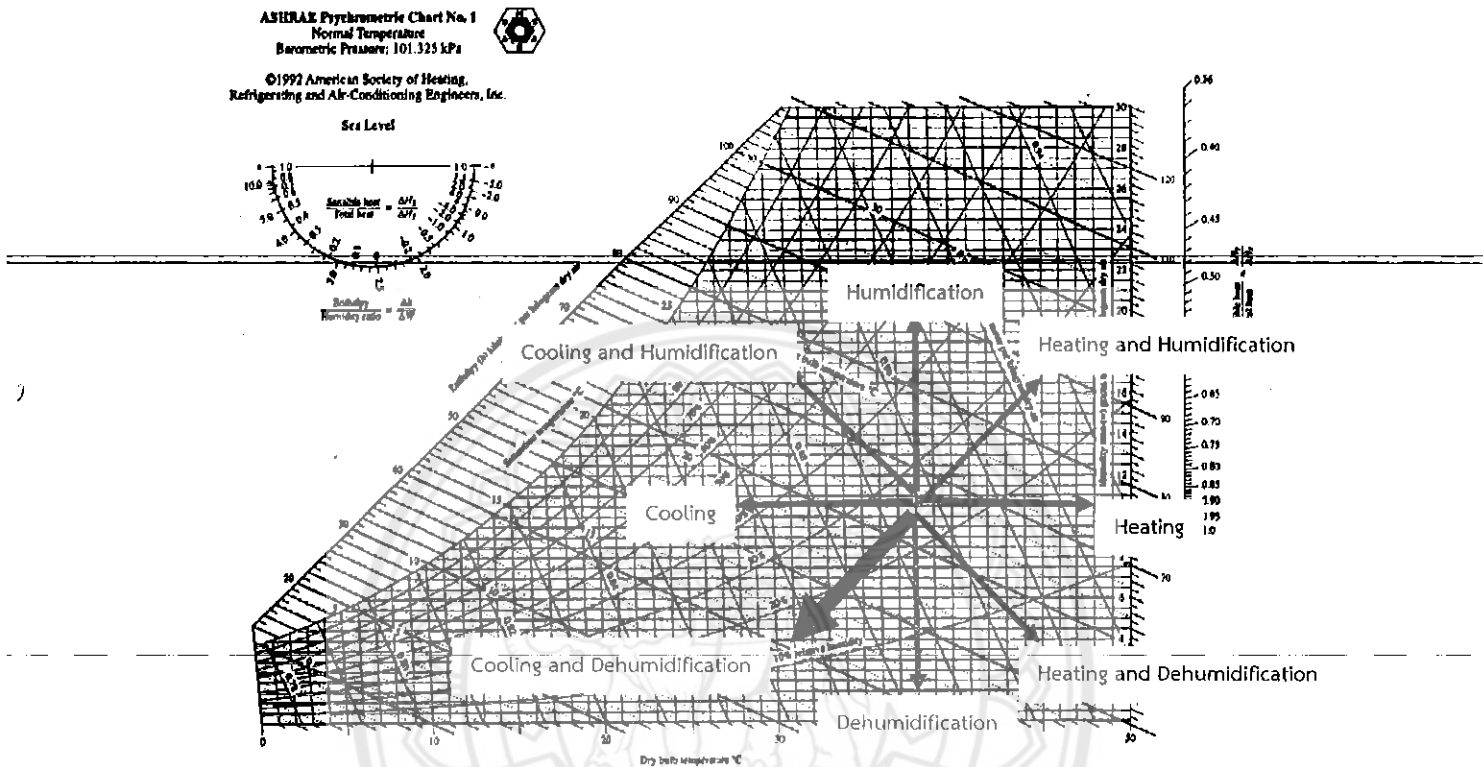
2.7.4 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity, %RH) คือ อัตราส่วนความดันของไอน้ำในอากาศที่มีอยู่ในอากาศชื้นกับความดันอิ่มตัวของไอน้ำที่ อุณหภูมิเดียวกัน

2.7.5 ปริมาตรจำเพาะ (Specific Volume,  $v$ ) คือ ปริมาตรของอากาศกับความชื้นต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนักของอากาศแห้ง

2.7.6 อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Dew Point Temperature, DP) คือ อุณหภูมิที่ความชื้นในอากาศเริ่มกลั่นตัวเป็นหยดน้ำเมื่ออากาศถูกลดอุณหภูมิที่ความดันคงที่

2.7.7 เอนทาลปีจำเพาะ (Specific Enthalpy,  $h$ ) คือ พลังงานหรือปริมาณความร้อนของอากาศชื้นต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนักอากาศแห้งที่อุณหภูมิอ้างอิง

## 2.8 กระบวนการปรับสภาพอากาศในแผนภาพไซโครเมตริก



รูปที่ 2.6 กระบวนการปรับสภาพอากาศในแผนภาพไซโครเมตริก หน่วย SI

จากรูป 2.6 กระบวนการปรับสภาพอากาศในแผนภาพไซโครเมตริก หน่วย SI โดยมีกระบวนการต่างๆดังนี้

2.8.1 กระบวนการทำความร้อน (Heating Process) เป็นกระบวนการที่ทำให้อุณหภูมิ กระเปาะแห้งเพิ่มขึ้นโดยที่อัตราส่วนความชื้นมีค่าคงที่

2.8.2 กระบวนการทำความเย็น (Cooling Process) เป็นกระบวนการที่ทำให้อุณหภูมิ กระเปาะแห้งมีค่าลดลงโดยที่อัตราส่วนความชื้นมีค่าคงที่

2.8.3 กระบวนการเพิ่มความชื้น (Humidification Process) เป็นกระบวนการที่ทำให้ อัตราส่วนความชื้นของอากาศมีค่าเพิ่มขึ้นโดยที่อุณหภูมิกระเปาะแห้งมีค่าคงที่

2.8.4 กระบวนการลดความชื้น (Dehumidification Process) เป็นกระบวนการที่ทำให้ อัตราส่วนความชื้นของอากาศมีค่าลดลงโดยที่อุณหภูมิกระเปาะแห้งมีค่าคงที่

2.8.5 กระบวนการทำความร้อนและเพิ่มความชื้น (Heating and Humidification Process) เป็นกระบวนการที่ทำให้อุณหภูมิระเปาะแห้งและอัตราส่วนความชื้นมีค่าเพิ่มขึ้น

2.8.6 กระบวนการทำความร้อนและลดความชื้น (Heating and Dehumidification Process) เป็นกระบวนการที่ทำให้อุณหภูมิระเปาะแห้งมีค่าเพิ่มขึ้นแต่อัตราส่วนความชื้นมีค่าลดลง

2.8.7 กระบวนการทำความเย็นและเพิ่มความชื้น (Cooling and Humidification Process) เป็นกระบวนการที่ทำให้อุณหภูมิระเปาะแห้งมีค่าลดลงแต่อัตราส่วนความชื้นมีค่าเพิ่มขึ้น

2.8.8 กระบวนการทำความเย็นและลดความชื้น (Cooling and Dehumidification Process) เป็นกระบวนการที่ทำให้อุณหภูมิระเปาะแห้งและอัตราส่วนความชื้นมีค่าลดลง

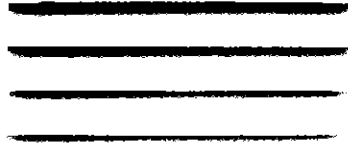
## 2.9 การระบายอากาศ (Ventilation)

การระบายอากาศ คือ การจัดการเคลื่อนย้ายอากาศด้วยปริมาณที่กำหนดให้ไหลไปในทิศทางและความเร็วที่ต้องการ เพื่อกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ความร้อน ความชื้น กลิ่นรบกวนควัน และอื่นๆ ที่ปะปนอยู่ในอากาศให้ออกไปจากสถานที่นั้นและให้อากาศบริสุทธิ์เข้ามาแทนที่ได้

### 2.9.1 การระบายอากาศในอาคาร

- การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ

การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ คือ การไหลของอากาศผ่านทางช่องเปิดหน้าต่าง ประตู และช่องเปิดของเปลือกอาคารหรืออาศัยการรั่วซึมของอากาศ เกิดขึ้นจากแรงดันอากาศที่แตกต่างตามธรรมชาติหรือที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น หน้ากากระบายอากาศ (Exhaust Air Grill) เป็นต้น



รูปที่ 2.7 หน้ากากระบายอากาศ ขนาด 6x6 นิ้ว

หน้ากากระบายอากาศ ทำหน้าที่ระบายอากาศออกจากห้อง จะต้องพิจารณาเรื่องการกันฝน การกันลมปะทะ และการป้องกันแมลง

- การระบายอากาศโดยวิธีกล

การระบายอากาศโดยวิธีกล คือ การบังคับให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศเข้าและออกจากอาคารโดยใช้พัดลมระบายอากาศ



รูปที่ 2.8 พัดลมระบายอากาศชนิดติดกระจก ขนาด 6 นิ้ว

### 2.9.2 อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศสำหรับอาคารที่มีระบบปรับอากาศ

อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศต่อชั่วโมงตามกฎกระทรวงฉบับที่ 65 ภายใต้ พระราชบัญญัติควบคุม อาคาร พ.ศ.2558 กำหนดอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศสำหรับอาคารที่มีระบบปรับอากาศ มีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศสำหรับอาคารที่มีระบบปรับอากาศ

ลำดับ	ประเภทสถานที่ (การใช้)	m <sup>3</sup> /hr/m <sup>2</sup>
1	ห้างสรรพสินค้า (ทางเดินชมสินค้า)	2
2	โรงงาน	2
3	<b>สำนักงาน</b>	<b>2</b>
4	สถานอวม อบ. นวด	2
5	สถานที่สำหรับติดต่อธุรกิจในธนาคาร	2
6	ห้องพักในโรงแรมหรืออาคารชุด	2
7	ห้องปฏิบัติการ	2
8	ร้านตัดผม	3
9	สถานกีฬาในร่ม	4
10	โรงแรมหรู (บริเวณที่นั่งสำหรับคนดู)	4
11	ห้องเรียน	4
12	สถานบริหารร่างกาย	5
13	ร้านเสริมสวย	5
14	ห้องประชุม	6
15	ห้องน้ำ ห้องส้วม 1	10
16	สถานที่จำหน่ายอาหารและเครื่องดื่ม (ห้องรับประทานอาหาร)	10
17	ไนต์คลับ บาร์ หรือสถานลีลาศ	10
18	ห้องครัว	30
19	สถานพยาบาล	
	- ห้องคนไข้	2
	- ห้องผ่าตัดและห้องคลอด	8
	- ห้องช่วยชีวิตฉุกเฉิน	5
	- ห้อง ไอ.ซี.ยู. และห้อง ซี.ซี.ยู 5	5

ตารางที่ 2.3 มาตรฐานอัตราการระบายอากาศและค่ากำลังไฟฟ้าเข้าสูงสุด

ขนาดใบพัด (inch)	อัตราการระบายอากาศ (m <sup>3</sup> /hr)	กำลังไฟฟ้าเข้าสูงสุด (W)
6	270 (216)	22
8	360 (336)	33
10	600	40
12	900	46
16	1680	80
20	2700	120

**หมายเหตุ**

1. ค่าในวงเล็บใช้กับพัดลมติดกระจก
2. สำหรับพัดลมที่มี 2 ทิศทาง ค่าที่กำหนดในตารางเป็นค่าที่ดูออก

**วิธีการคำนวณหาขนาดพัดลมระบายอากาศ**

$$Q_{\text{Air}} = EA_r \quad (2.9)$$

- โดยที่  $Q_{\text{Air}}$  = อัตราการไหลของอากาศ (m<sup>3</sup>/hr)  
 $A_r$  = พื้นที่ห้อง (กว้าง×ยาว) (m<sup>2</sup>)  
 $E$  = อัตราแลกเปลี่ยนอากาศจากตารางที่ 2.2 (m<sup>3</sup>/hr/m<sup>2</sup>)

ควรเลือกขนาดพัดลมระบายอากาศที่มีอัตราการไหลของอากาศ ( $Q_{\text{Air}}$ ) สูงกว่าค่าที่คำนวณได้ เพื่อความมั่นใจว่าอัตราการระบายอากาศเป็นไปตามที่ต้องการ

## 2.10 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ

### 2.10.1 รายการเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัด

1. เครื่อง Power quality Analyzer KYORITSU 6310 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดและวิเคราะห์พลังงานไฟฟ้าแบบใช้แคลมป์เซนเซอร์ในการวัด รวมถึง กระแส (Amp) แรงดัน (Voltage) กำลังไฟฟ้า (Power) และค่าพลังงานไฟฟ้าของวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ สามารถวัดได้ทั้งไฟแบบเฟสเดี่ยว (Single Phase) และสามเฟส (Three Phase) ใช้ร่วมกับแคลมป์มิเตอร์-สามารถเก็บข้อมูลลงใน CF card และหน่วยความจำภายใน สามารถถ่ายโอนไปยังคอมพิวเตอร์ได้ผ่าน USB และ CF card Reader



รูปที่ 2.9 แคลมป์มิเตอร์ กับ เครื่อง Power quality Analyzer KYORITSU 6310

2. เครื่อง SILA AP-104 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดอุณหภูมิกระเปาะแห้งและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรม AP-104



รูปที่ 2.10 เครื่อง SILA AP-104

3. Anemometer เป็นอุปกรณ์วัดความเร็วลมโดยอาศัยหลักการหมุนของใบพัด เป็นชนิดเคลื่อนย้ายได้ มีช่วงการวัดกว้าง สามารถวัดค่าได้ทันที ใช้วัดได้ทั้งความเร็วอากาศแวดล้อมและอากาศที่มีการควบคุมอุณหภูมิ



รูปที่ 2.11 Anemometer

4. แผนภาพไซโครเมตริก เป็นแผนภูมิที่แสดงคุณสมบัติต่างๆ ของอากาศ ณ บรรยากาศซึ่งเราจะใช้ในการหาค่าเอนทัลปีของอากาศ

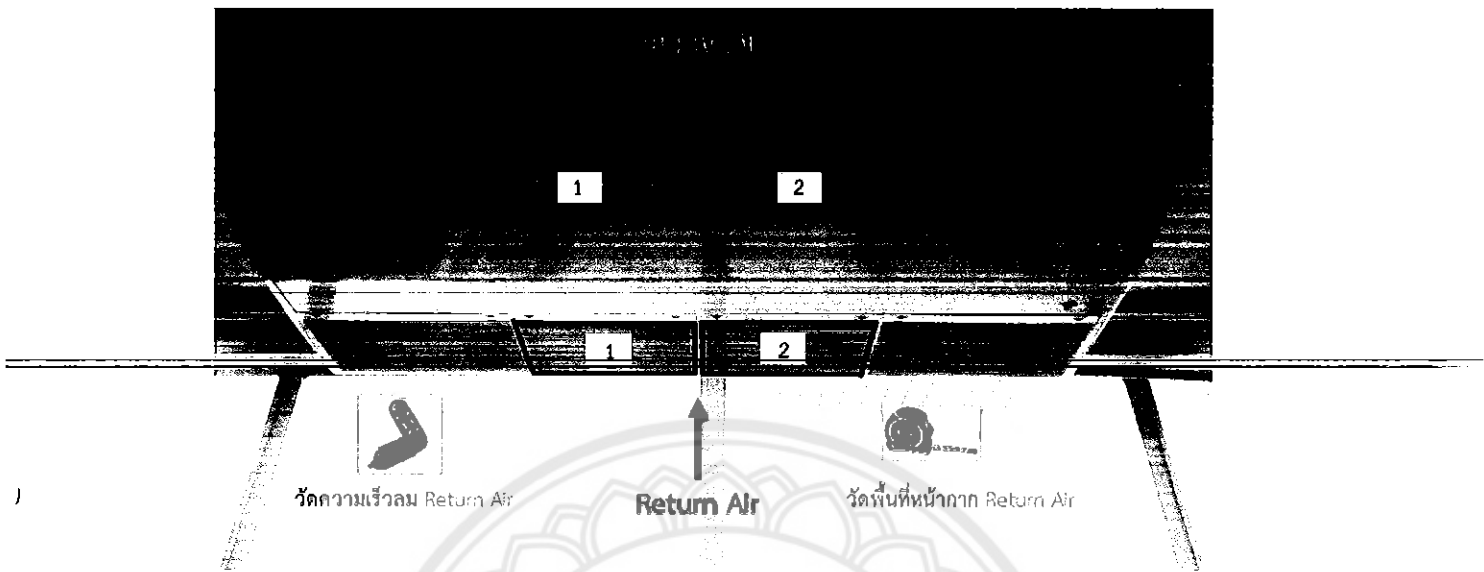
#### 2.10.2 การตรวจวัดวิเคราะห์ข้อมูล

การตรวจวัดวิเคราะห์ข้อมูลจะทำการเก็บค่าข้อมูลของเครื่องปรับอากาศ โดยมีวิธีการตรวจวัดวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. เปิดเครื่องปรับอากาศและตั้งอุณหภูมิเทอร์โมสตัท 25°C เป็นเวลา 20 นาที เพื่อให้เครื่องปรับอากาศอยู่ในสภาวะที่พร้อมสำหรับการเก็บข้อมูล

2. แบ่งพื้นที่การเก็บข้อมูลด้านอากาศกลับ (Return Air) และอากาศจ่าย (Supply Air) ออกเป็น 2 ช่อง เพื่อนำข้อมูลมาหาเฉลี่ย ดังแสดงในภาพ





รูปที่ 2.12 การแบ่งพื้นที่ของอากาศกลับและอากาศจ่ายในการตรวจวัดออกเป็น 2 ช่อง

3. วัดความเร็วลมด้านอากาศกลับของเครื่องปรับอากาศ โดยแบ่งช่องที่ทำกรตรวจวัดออกเป็น 4 ช่อง เพื่อนำค่ามาหาค่าเฉลี่ย ดังสมการ

$$V = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4}{4} \quad (2.10)$$

เมื่อ  $V$  คือ ความเร็วลมเฉลี่ยด้านอากาศกลับ (m/s)

$V_1, V_2, V_3, V_4$  คือ ความเร็วลม ณ ตำแหน่งที่ 1, 2, 3 และ 4 (m/s) ตามลำดับ

4. วัดขนาดพื้นที่หน้าากด้านอากาศกลับในหน่วยเมตรเพื่อนำไปหาอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศผ่านคอยล์เย็น ดังสมการ

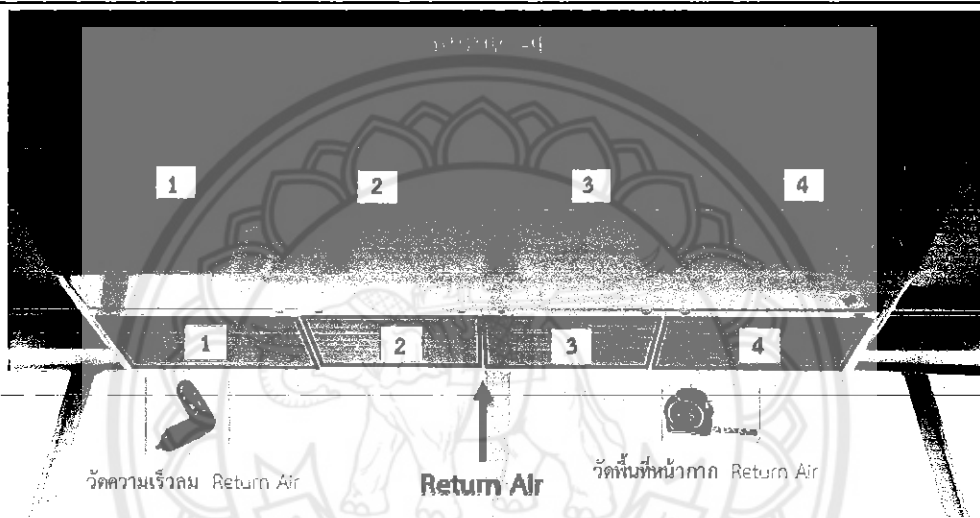
$$\dot{m}_{air} = (\rho)(V)(A) \quad (2.11)$$

จะใช้ค่าความหนาแน่นของอากาศที่สภาวะอากาศมาตรฐาน (Standard Air) ที่ 1 atm 25 °C ซึ่งมีค่าความหนาแน่นของอากาศ  $\rho = 1.184 \text{ kg/m}^3$  ดังนั้นเขียนสมการ 2.11 ใหม่ได้เป็น

$$\dot{m}_{air} = (1.184)(V)(A) \quad (2.12)$$

เมื่อ  $V$  คือ ความเร็วลมด้านอากาศกลับ (m/s)

$A$  คือ พื้นที่หน้ากักด้านอากาศกลับ (m<sup>2</sup>)



รูปที่ 2.13 การแบ่งพื้นที่ของอากาศกลับและอากาศจ่ายในการตรวจวัดออกเป็น 4 ช่อง

5. วัดอุณหภูมิกระเปาะแห้งและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศกลับ (Return Air) และ อากาศจ่าย (Supply Air) โดยแบ่งช่องที่ทำการตรวจวัดออกเป็น 2 ช่อง เพื่อนำค่ามาหาค่าเฉลี่ย ดังสมการ

$$T = \frac{T_1 + T_2}{2} \quad (2.13)$$

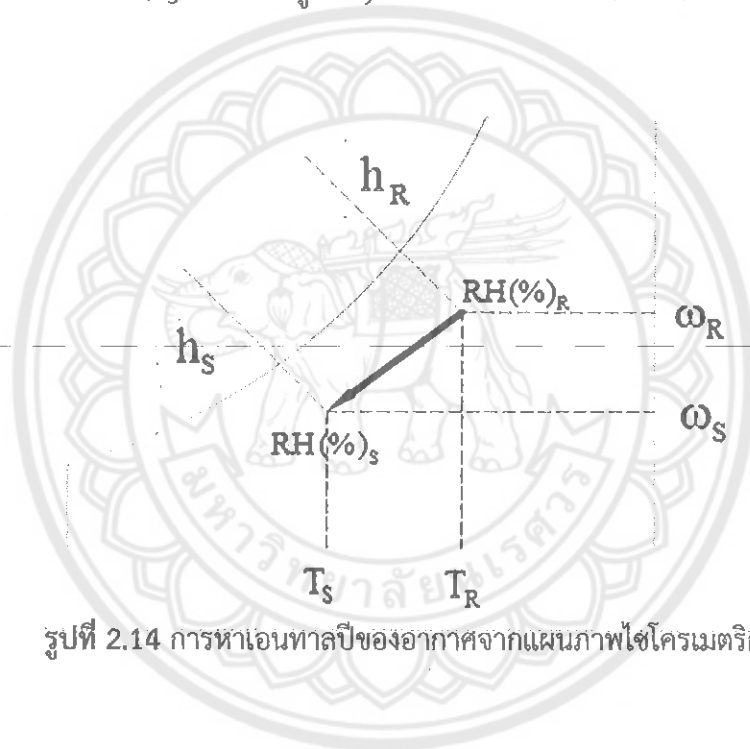
เมื่อ  $T$  คือ อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศกลับและอากาศจ่าย (°C)

$T_1, T_2$ , คือ อุณหภูมิของอากาศ ณ ตำแหน่งที่ 1 และ 2 (°C) ตามลำดับ

$$RH(\%) = \frac{RH(\%)_1 + RH(\%)_2}{2} \quad (2.14)$$

เมื่อ  $RH(\%)$  คือ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของอากาศกลับและอากาศจ่าย  
 $RH(\%)_1, RH(\%)_2$  คือ ความชื้นสัมพัทธ์ณตำแหน่งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

6. นำค่าของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ไปหาเอนทาลปีของด้านอากาศกลับ ( $h_R$ ) และเอนทาลปีของด้านอากาศจ่าย ( $h_S$ ) จากแผนภูมิ Psychometrics ดังแสดงในภาพ



รูปที่ 2.14 การหาเอนทาลปีของอากาศจากแผนภาพไซโครเมตริก

7. คำนวณความสามารถในการทำความเย็น (Cooling Capacity) ของเครื่องปรับอากาศสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$Q_L = \dot{m}_{air} (h_R - h_S) \quad (2.15)$$

เมื่อ  $Q_L$  คือ ความสามารถในการทำความเย็น (kW)

$\dot{m}_{air}$  คือ อัตราการไหลของอากาศกลับ (kg/s)

$h_R, h_S$  คือ เอนทาลปีของอากาศกลับและอากาศจ่าย (kJ/kg)

8. วัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ ( $W_C$ ) เป็น kW ด้วยเครื่อง Power Quality Analyzer KYORITSU 6310 หรือ อาจหาได้จากสมการ

$$W_C = IV\cos\theta \quad (\text{กรณีไฟฟ้าหนึ่งเฟส}) \quad (2.16)$$

เมื่อ  $W_C$  คือ กำลังที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ (kW)

$I$  คือ กระแสไฟฟ้า (A)

$V$  คือ แรงดันไฟฟ้า (V)

$\cos\theta$  คือ ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์

9. การวัดอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อน โดยแบ่งจุดที่ทำการตรวจวัด ออกเป็น 4 จุด เพื่อนำค่ามาหาค่าอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนเฉลี่ย



รูปที่ 2.15 การวางเครื่องมือวัดอุณหภูมิหน้าคอยล์ร้อน

$$T = \frac{T_1 + T_2 + T_3 + T_4}{4} \quad (2.17)$$

เมื่อ  $T$  คือ อุณหภูมิเฉลี่ยอากาศหน้าคอยล์ร้อน

$T_1, T_2, T_3, T_4$  คือ อุณหภูมิของอากาศ ณ ตำแหน่งที่ 1, 2, 3 และ 4 ( $^{\circ}\text{C}$ ) ตามลำดับ

## 2.11 เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ระยะเวลาคืนทุน (Simple Payback Period) คือ ระยะเวลาผลตอบแทนสุทธิสะสมจากการดำเนินงาน สำหรับกรณีที่ผลตอบแทนและค่าใช้จ่ายในแต่ละปีมีค่าเท่ากันทุกปี ระยะเวลาคืนทุนหาได้ดังนี้

$$PB = \frac{I}{S} \quad (2.18)$$

โดย I = เงินลงทุน (Investment)

S = ผลประหยัด (Saving)

## 2.12 ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า

$$\text{ค่าไฟฟ้า} = P \times H \times D \times 4 \text{ บาท/kWh} \quad (2.19)$$

เมื่อกำหนดค่าไฟฟ้า = 4 บาทต่อ 1 หน่วยไฟฟ้า (kWh)

โดย P คือ กำลังทางไฟฟ้า มีหน่วย (kW)

H คือ ชั่วโมงการใช้งานต่อวัน มีหน่วยเป็น (hr/day)

D คือ วันในการใช้งานในระยะเวลาหนึ่งเดือน (day/year)

4 คือ อัตราค่าไฟฟ้าต่อหนึ่งหน่วย (Bath/kWh)



## บทที่ 3

## วิธีการดำเนินงาน

ในโครงการนี้จะศึกษาเปรียบเทียบอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศระบายที่เหมาะสมทดสอบกับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ ขนาด 36,000 Btu/hr กำหนดห้องที่ใช้ในการทดลองเป็นห้องสำนักงาน (Office) อุณหภูมิภายในห้องเฉลี่ย  $25^{\circ}\text{C}$  มีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศแบบติดกระจกและมีการปรับเปลี่ยนอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศระบายและอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อน ทดลองช่วงเดือน มกราคม – เมษายน พ.ศ. 2559 ที่ห้องหน่วยวิจัยเทคโนโลยีอาคารและการจัดการพลังงาน (IE 504) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

จากสมการที่ 2.9 พื้นที่ห้องมีขนาด  $5 \times 8 \text{ m}^2$  และค่าอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศจากตารางที่ 2.2 ประเภทสำนักงาน มีค่าเท่ากับ  $2 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$  ตามพระราชบัญญัติควบคุม อาคาร พ.ศ.2558

$$Q_{\text{Air}} = EA = 2(5 \times 8) = 80 \text{ m}^3/\text{hr}$$

โดยอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศที่  $80 \text{ m}^3/\text{hr}$  เหมาะสมสำหรับห้องที่มีขนาด  $5 \times 8 \text{ m}^2$  ตาม พระราชบัญญัติควบคุม อาคาร พ.ศ.2558 แต่เพื่อให้เห็นถึงผลกระทบของปริมาณค่าอัตราการไหลของอากาศระบายต่อประสิทธิภาพและลดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จึงได้ทำการปรับเปลี่ยนอัตราการไหลให้มีค่าสูงและต่ำกว่าข้อกำหนดใน พระราชบัญญัติควบคุม อาคาร พ.ศ.2558 ของอากาศระบายเป็น 40, 80 และ  $240 \text{ m}^3/\text{hr}$

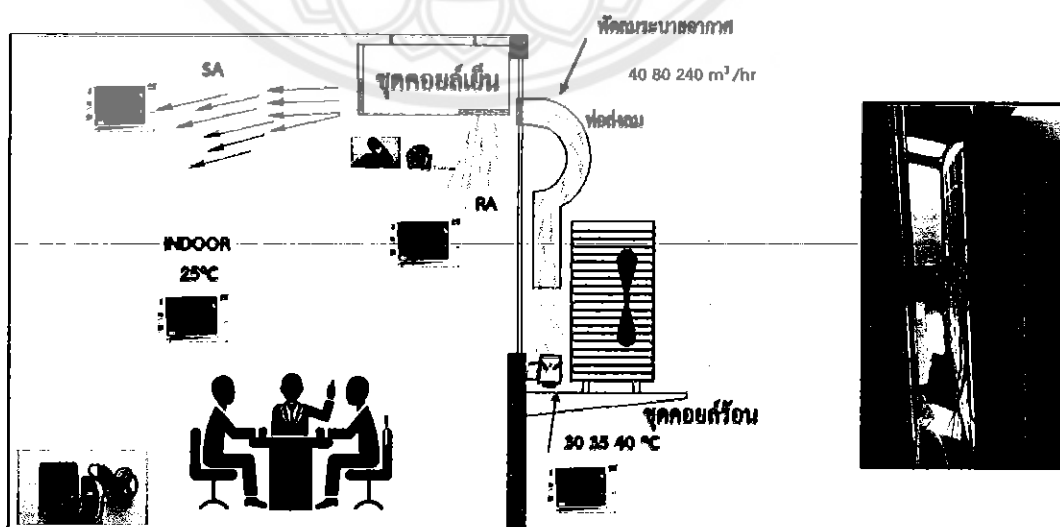
แต่เนื่องจากพัดลมระบายอากาศแบบติดกระจกในห้องตลาดที่อัตราการไหลของอากาศระบาย 40, 80 และ  $160 \text{ m}^3/\text{hr}$  ไม่มีจำหน่ายในห้องตลาด ดังนั้นทางผู้ดำเนินโครงการจึงได้ประยุกต์ใช้พัดลมตั้งโต๊ะขนาดเล็กแทน (รายละเอียดของพัดลมแสดงในภาคผนวก ค.) ซึ่งในห้องตลาดมีอัตราการไหลของอากาศระบายอยู่ที่ 40 และ  $80 \text{ m}^3/\text{hr}$  ส่วนพัดลมระบายอากาศแบบติดกระจกขนาด 4 นิ้ว อัตราการไหลของอากาศระบาย  $160 \text{ m}^3/\text{hr}$  ไม่มีการผลิตและจำหน่ายในห้องตลาดแล้ว ดังนั้นในโครงการนี้จึงเลือกใช้พัดลมระบายอากาศแบบติดกระจกขนาด 6 นิ้ว อัตราการไหลของอากาศระบาย  $240 \text{ m}^3/\text{hr}$  แทน

โดยแบ่งห้องทดลองออกเป็น 4 กรณี ดังนี้

1. ห้องปรับอากาศในที่นี้หมายถึงห้องปรับอากาศที่ไม่มีการระบายอากาศ
2. ห้องปรับอากาศติดตั้งพัดลมระบายอากาศแบบติดกระจก มีอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศระบายที่  $40 \text{ m}^3/\text{hr}$
3. ห้องปรับอากาศติดตั้งพัดลมระบายอากาศแบบติดกระจก มีอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศระบายที่  $80 \text{ m}^3/\text{hr}$
4. ห้องปรับอากาศติดตั้งพัดลมระบายอากาศแบบติดกระจก มีอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศระบายที่  $240 \text{ m}^3/\text{hr}$

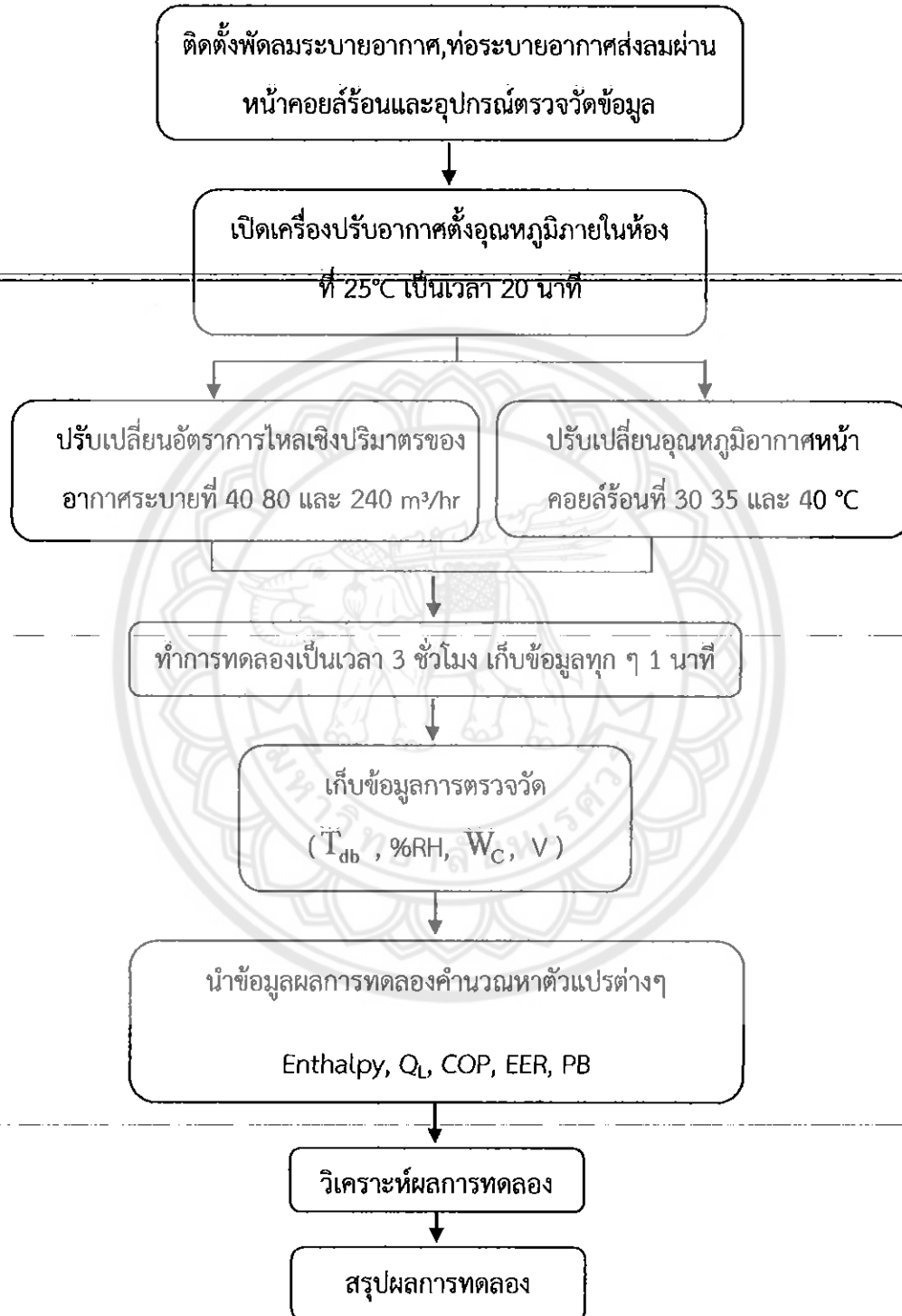
### 3.1 การตรวจวัดข้อมูล

การตรวจวัดข้อมูลจะเริ่มหลังจากเปิดเครื่องปรับอากาศ ตั้งอุณหภูมิภายในห้อง  $25^\circ\text{C}$  อย่างน้อย 20 นาทีแล้วทำการเก็บวัดข้อมูล โดยการวัดอุณหภูมิกระเปาะแห้ง ( $T_{db}$ ) และความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) ของอากาศ ณ จุดอากาศจ่าย อากาศกลับ อากาศภายในห้อง อากาศผสมหน้าคอยล์ร้อน ทำการบันทึกค่าเก็บข้อมูลทุก 1 นาที เป็นเวลา 3 ชั่วโมงต่อเนื่อง วัดระยะเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์ (hr) วัดค่ากำลังไฟฟ้า (P) และค่าพลังงานไฟฟ้า (kWh) เพื่อหาค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า ค่าความสามารถในการทำความเย็น ( $Q_c$ ) ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ระยะเวลาคืนทุน (PB) และค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า



รูปที่ 3.1 แสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดข้อมูล

### 3.2 วิธีการทดลอง

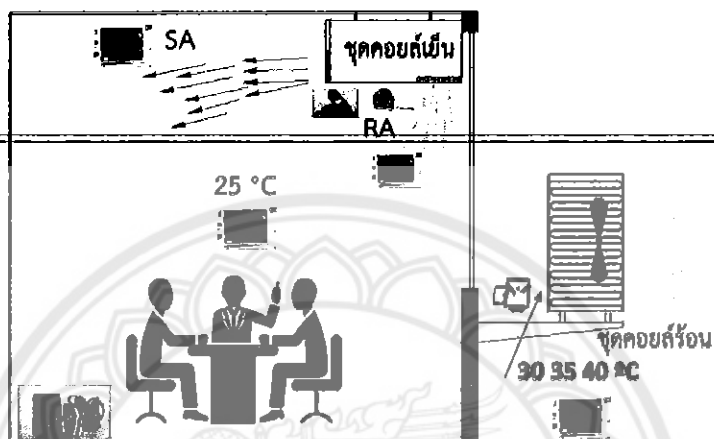


รูปที่ 3.2 แผนผังแสดงวิธีการดำเนินงาน



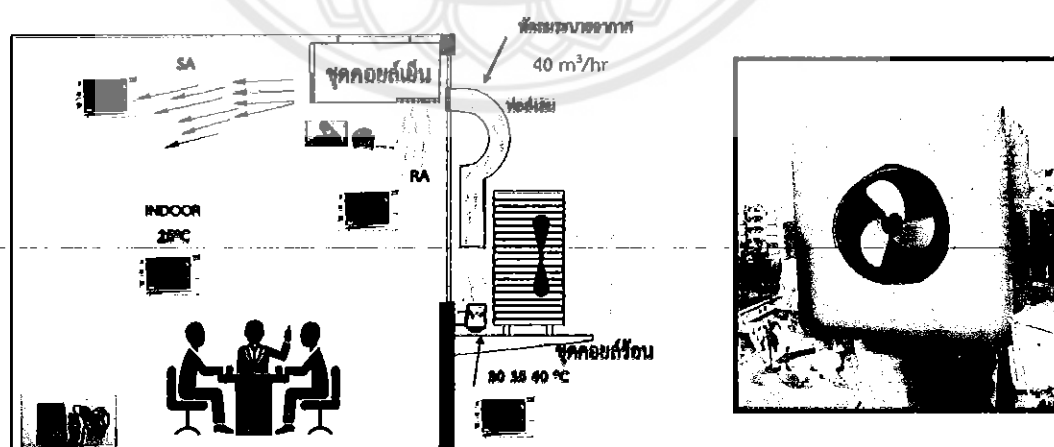
กำหนดห้องการทดลองเป็น 4 กรณี ดังนี้

3.2.1 ห้องปรับอากาศ คือ ห้องปรับอากาศในที่นี้หมายถึงห้องปรับอากาศที่ไม่มีการระบายอากาศ จะทำการตรวจวัดข้อมูล ณ จุดต่างๆ เพื่อคำนวณหาค่า  $Q_L$  ค่า COP ค่า EER และค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า



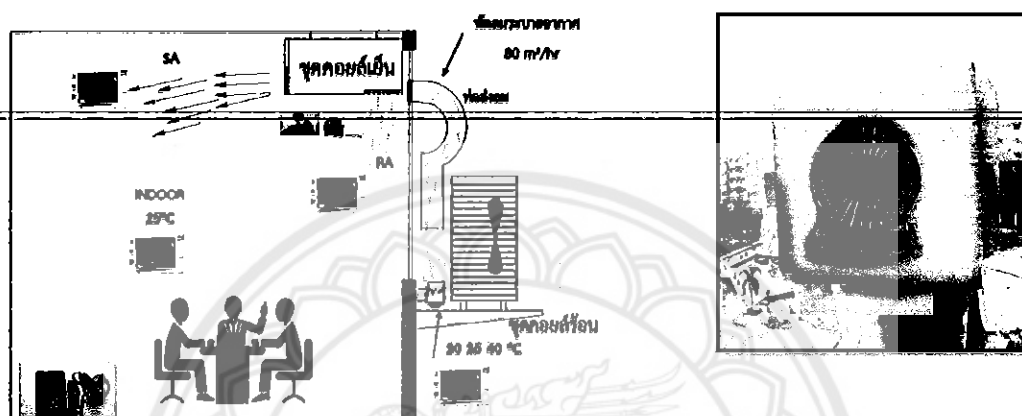
รูปที่ 3.3 ตำแหน่งอุปกรณ์ตรวจวัดข้อมูลของห้องปรับอากาศ

3.2.2 ห้องปรับอากาศติดตั้งพัดลมระบายอากาศขนาด 3 นิ้ว เพื่อส่งลมเย็นผ่านคอยล์ร้อน อัตราการไหล  $40 \text{ m}^3/\text{hr}$  คือ ห้องนี้มีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศขนาด 3 นิ้ว ซึ่งพัดลมระบายอากาศจะทำงานตลอดเวลาทำการทดลอง โดยจะมีอัตราการไหลของอากาศผ่านพัดลมระบายอากาศเท่ากับ  $40 \text{ m}^3/\text{hr}$  แล้วมีการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนที่ 30 35 และ 40 °C



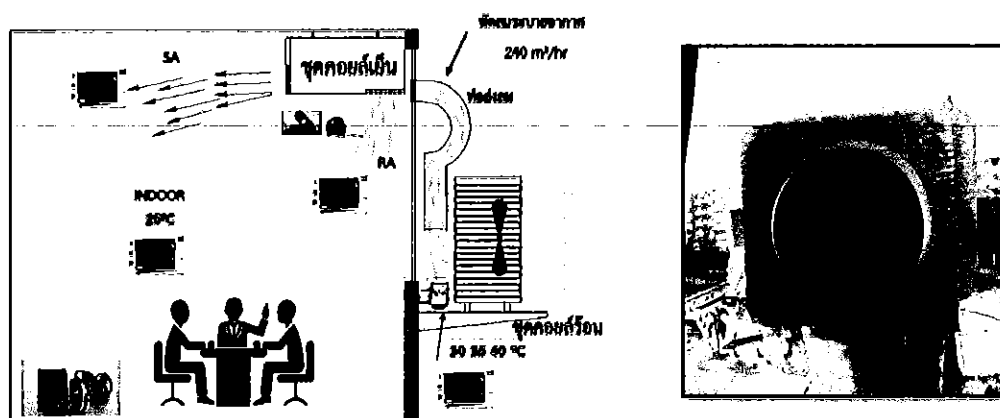
รูปที่ 3.4 ตำแหน่งอุปกรณ์ตรวจวัดข้อมูลของห้องปรับอากาศติดตั้งพัดลมระบายอากาศขนาด 3 นิ้ว เพื่อส่งลมเย็นผ่านคอยล์ร้อน อัตราการไหล  $40 \text{ m}^3/\text{hr}$

3.2.3 ห้องปรับอากาศติดตั้งพัดลมระบายอากาศขนาด 3.5 นิ้ว เพื่อส่งลมเย็นผ่านคอยล์ร้อน อัตราการไหล 80 m<sup>3</sup>/hr คือ ห้องนี้มีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศขนาด 3.5 นิ้ว ซึ่งพัดลมระบายอากาศจะทำงานตลอดเวลาทำการทดลอง โดยจะมีอัตราการไหลของอากาศผ่านพัดลมระบายอากาศเท่ากับ 80 m<sup>3</sup>/hr แล้วมีการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนที่ 30 35 และ 40 °C



รูปที่ 3.5 ตำแหน่งอุปกรณ์ตรวจวัดข้อมูลของห้องปรับอากาศติดตั้งพัดลมระบายอากาศขนาด 3.5 นิ้ว เพื่อส่งลมเย็นผ่านคอยล์ร้อน อัตราการไหล 80 m<sup>3</sup>/hr

3.2.4 ห้องปรับอากาศติดตั้งพัดลมระบายอากาศขนาด 6 นิ้ว เพื่อส่งลมเย็นผ่านคอยล์ร้อน อัตราการไหล 240 m<sup>3</sup>/hr คือ ห้องนี้มีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศขนาด 6 นิ้ว ซึ่งพัดลมระบายอากาศจะทำงานตลอดเวลาทำการทดลอง โดยจะมีอัตราการไหลของอากาศผ่านพัดลมระบายอากาศเท่ากับ 240 m<sup>3</sup>/hr แล้วมีการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนที่ 30 35 และ 40 °C



รูปที่ 3.6 ตำแหน่งอุปกรณ์ตรวจวัดข้อมูลของห้องปรับอากาศติดตั้งพัดลมระบายอากาศขนาด 6 นิ้ว เพื่อส่งลมเย็นผ่านคอยล์ร้อน อัตราการไหล 240 m<sup>3</sup>/hr

### 3.3 ข้อกำหนดทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ข้อสมมติฐานทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม เพื่อคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน โดยกำหนด อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 4 บาทต่อหน่วย จากตารางที่ 3.1 (กรณีเกิน 150 หน่วยต่อเดือน ช่วง 150-400 หน่วย) พัฒนขนาด 3 นิ้ว ราคา 120 บาท พัฒนขนาด 3.5 นิ้ว ราคา 275 บาท พัฒนระบาย อากาศขนาด 6 นิ้ว ราคา 700 บาท กำหนดให้ท่ออ่อนผ้าใบส่งลมเย็นหน้าคอยล์ร้อน ขนาด 6.5 นิ้ว ความยาว 1.5 เมตร ราคา 600 บาท

- ห้องปรับอากาศติดตั้งพัฒนระบายอากาศขนาด 3 นิ้ว เพื่อส่งลมเย็นผ่านคอยล์ร้อน มีอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศระบายเท่ากับ  $40 \text{ m}^3/\text{hr}$  มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนคือ พัฒนระบายอากาศขนาด 3 นิ้ว และท่อลม รวมทั้งสิ้น 720 บาท

- ห้องปรับอากาศติดตั้งพัฒนระบายอากาศขนาด 3.5 นิ้ว เพื่อส่งลมเย็นผ่านคอยล์ร้อน มีอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศระบายเท่ากับ  $80 \text{ m}^3/\text{hr}$  มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนคือ พัฒนระบายอากาศขนาด 3.5 นิ้ว และท่อลม รวมทั้งสิ้น 875 บาท

- ห้องปรับอากาศติดตั้งพัฒนระบายอากาศขนาด 6 นิ้ว เพื่อส่งลมเย็นผ่านคอยล์ร้อน มีอัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศระบายเท่ากับ  $240 \text{ m}^3/\text{hr}$  มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนคือ พัฒนระบายอากาศขนาด 6 นิ้ว และท่อลม รวมทั้งสิ้น 1,300 บาท

ตารางที่ 3.1 อัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (ปี 2558)

ใช้พลังงานไฟฟ้า เกิน 150 หน่วยต่อเดือน			
		ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)
150 หน่วยแรก	(หน่วยที่ 0 - 150)	3.2484	
250 หน่วยต่อไป	(หน่วยที่ 151 - 400)	4.2218	
เกิน 400 หน่วยขึ้นไป	(หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	4.4217	
			38.22

## บทที่ 4

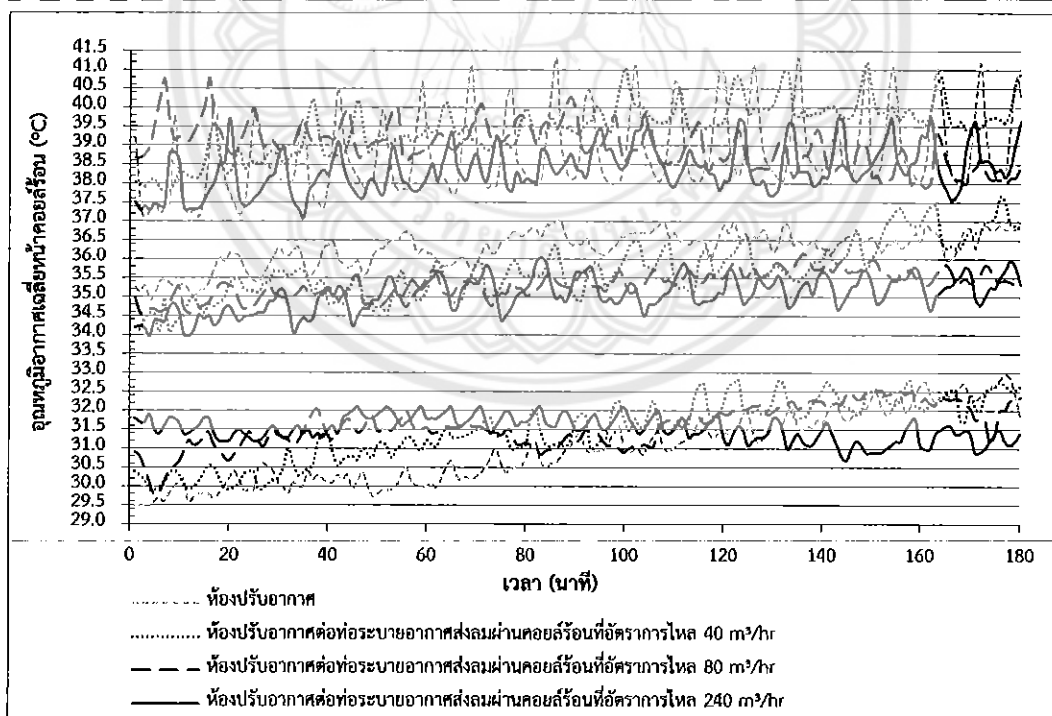
### การดำเนินงานและวิเคราะห์ผล

#### 4.1 ผลการตรวจวัดข้อมูล

ในการศึกษาจะทำการวัดค่าพร้อมทั้งวิเคราะห์เปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อน ค่าความสามารถในการทำความเย็น ค่ากำลังไฟฟ้า ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน ระยะเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์ ค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าและประเมินระยะเวลาคืนทุนระหว่างพัฒนาระบายอากาศแบบติดกระจกของแต่ละกรณี

#### 4.2 ค่าอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อน

เป็นการแสดงผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนเฉลี่ยที่ 30 35 และ 40 °C ของห้องปรับอากาศแต่ละกรณี จะได้ข้อมูลดังกราฟที่ 4.1



กราฟที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนเฉลี่ย

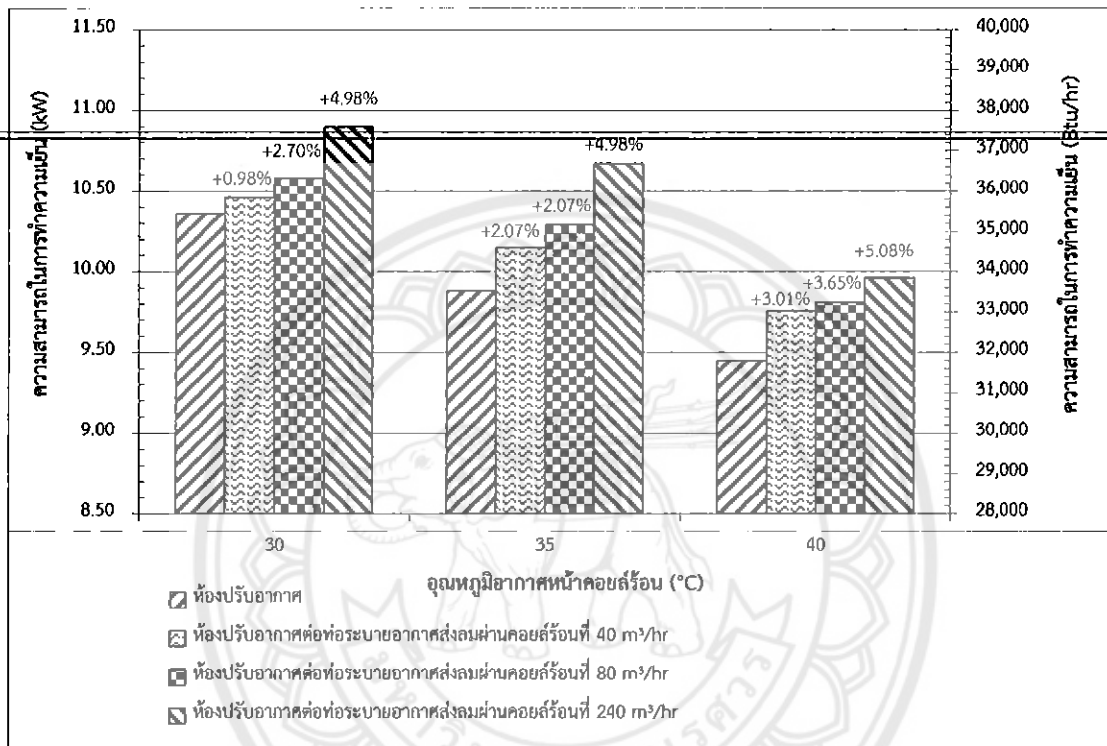
จากกราฟที่ 4.1 จะเห็นได้ว่า อุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนมีลักษณะแกว่งขึ้นลงสูงต่ำ เนื่องจากช่วงเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์ โดยจุดสูงสุดของอุณหภูมิหน้าคอยล์ร้อนคือ ช่วงเวลาก่อนที่คอมเพรสเซอร์จะเริ่มทำงาน (ON) และจุดต่ำสุดคือช่วงเวลาที่คอมเพรสเซอร์เพิ่งหยุดการทำงาน (OFF) จากการทดลองพบว่า

ในช่วงอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อน 30 35 และ 40°C องศา เมื่ออัตราการไหลเชิงปริมาตรของอากาศระบายเพิ่มสูงขึ้นจะมีแนวโน้มช่วยให้อุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนลดต่ำลงเมื่อเทียบกับห้องปรับอากาศที่ไม่มีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศ โดยในช่วงอุณหภูมิ 30°C มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 31.4°C ช่วงอุณหภูมิ 35°C มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 35.6°C และช่วงอุณหภูมิ 40°C มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 38.9 °C

เนื่องจากทุกช่วงอุณหภูมิไม่สามารถควบคุมให้คงที่ได้ตลอดระยะเวลาการทดลอง การทดลองนี้จึงทดลองช่วงอุณหภูมิ 30°C ที่เวลาประมาณ 7.00 น. ซึ่งเวลานี้เป็นช่วงที่อากาศไม่ร้อนมากนัก ส่วนช่วงอุณหภูมิ 35 และ 40°C ทดลองโดยใช้สปอตไลท์ ในการสร้างอุณหภูมิขึ้นมาแทน

### 4.3 ผลการเปรียบเทียบค่าความสามารถในการทำความเย็น ( $Q_L$ )

เป็นการแสดงผลการเปรียบเทียบค่าความสามารถในการทำความเย็น ( $Q_L$ ) ของห้องปรับอากาศแต่ละกรณีในแต่ละช่วงอุณหภูมิ ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้



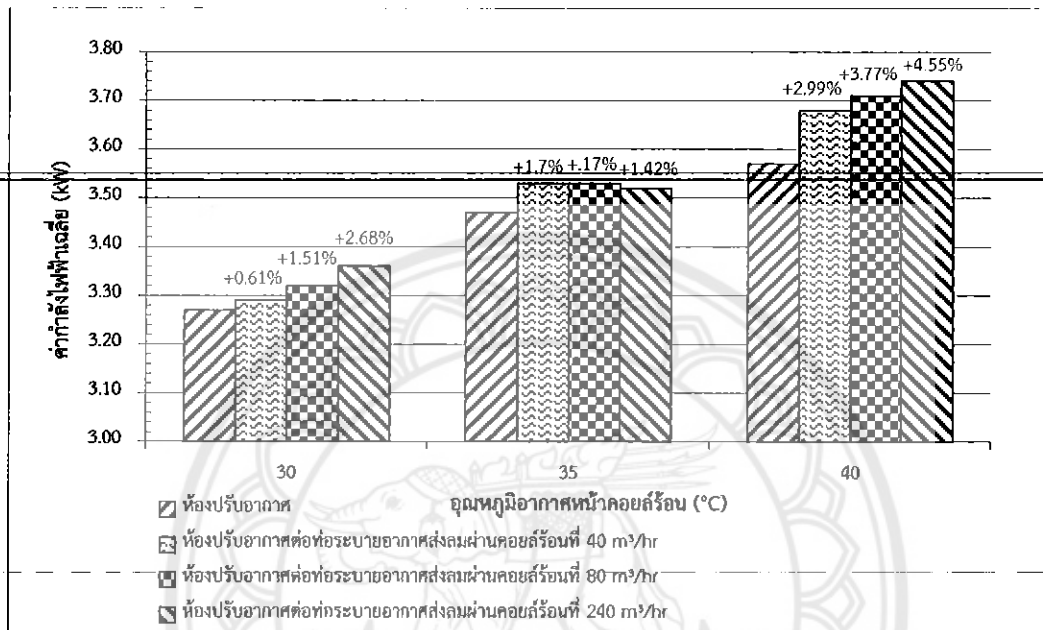
[+] = เปอร์เซ็นต์ของค่าความสามารถในการทำความเย็นที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศ

กราฟที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบค่าความสามารถในการทำความเย็น

จากกราฟที่ 4.2 เมื่ออุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนเพิ่มสูงขึ้น ค่าความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศจะมีค่าลดต่ำลงทุกกรณี เนื่องจากการแลกเปลี่ยนความร้อนได้น้อยลง ทำให้สารทำความเย็นระบายความร้อนได้น้อยลง และการนำอากาศระบายไปลดอุณหภูมิหน้าคอยล์ร้อนจะมีผลทำให้ค่าความสามารถในการทำความเย็นเพิ่มสูงขึ้น แต่ค่าที่ได้แตกต่างกันไม่มากนัก และจากกราฟจะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มอัตราการไหลของอากาศระบายจะช่วยให้ค่าความสามารถในการทำความเย็นเพิ่มสูงขึ้น โดยมีค่าความแตกต่างอยู่ที่ 0.98-5.08% ตามค่าอุณหภูมิหน้าคอยล์ร้อนที่เพิ่มขึ้น

#### 4.4 ผลการเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย

เป็นการแสดงผลการเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยในแต่ละช่วงอุณหภูมิ ของห้องปรับอากาศแต่ละกรณีได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้



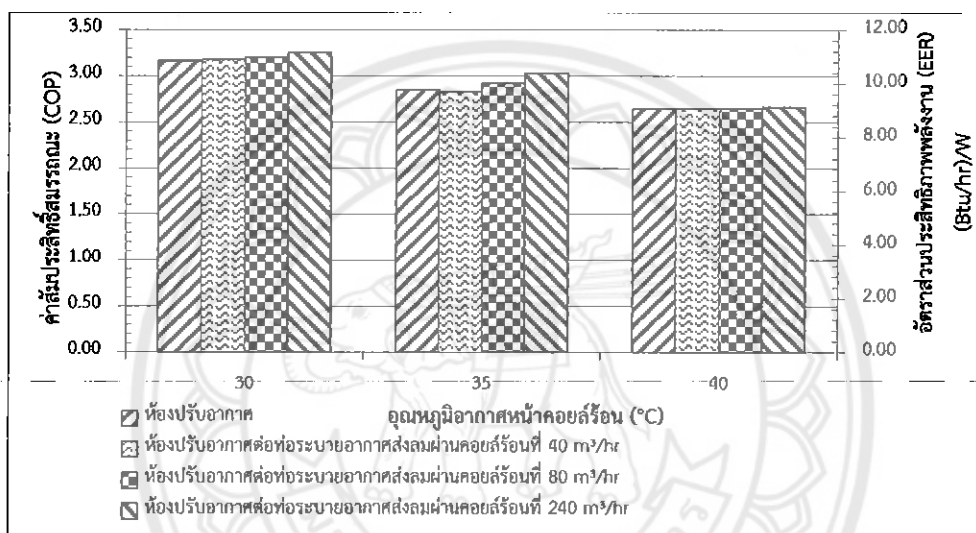
[+] = เปอร์เซ็นต์ของค่ากำลังไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศ

กราฟที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยของแต่ละช่วงอุณหภูมิ

จากกราฟที่ 4.3 เมื่ออุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนเพิ่มสูงขึ้น ค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยจะมีค่าเพิ่มขึ้นทุกกรณี เนื่องจากค่าความสามารถในการทำความเย็นลดลงและคอมเพรสเซอร์ทำงานเพิ่มขึ้น โดยจากกราฟจะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มอัตราการไหลของอากาศระบายจะทำให้ค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย เพราะกำลังไฟฟ้าที่ใช้กับพัดลมที่มีขนาดเพิ่มขึ้นตามอัตราการไหลที่สูงขึ้น โดยค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้น 2.61 – 4.55%

#### 4.5 ผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ และค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน

เป็นการแสดงผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) และค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ของห้องปรับอากาศแต่ละกรณีในแต่ละช่วงอุณหภูมิ ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้



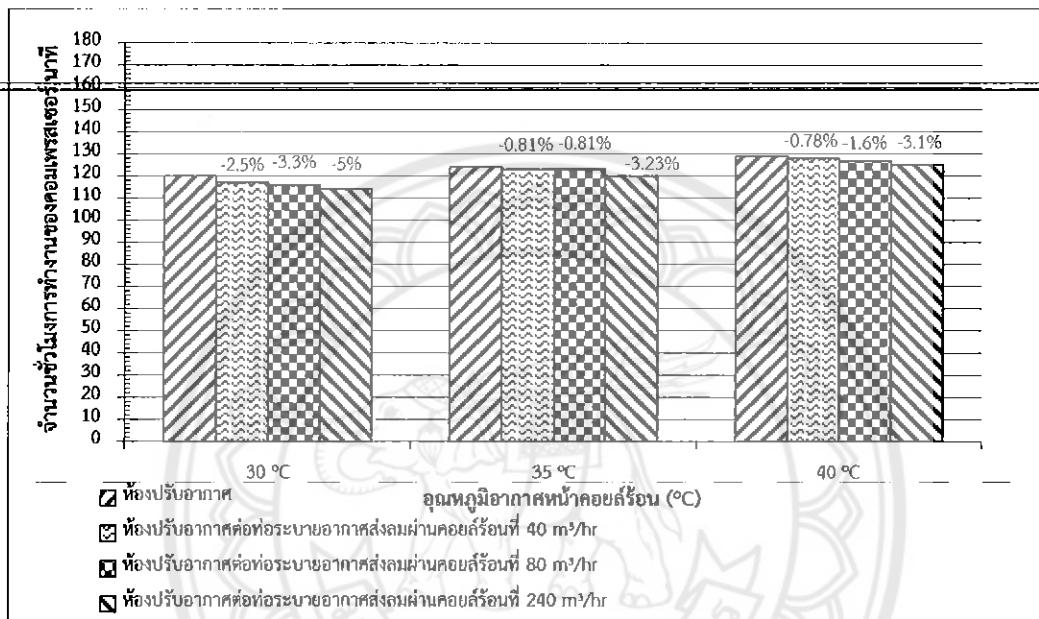
กราฟที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะและค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน

จากกราฟที่ 4.4 เมื่ออุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนเพิ่มสูงขึ้น ค่า COP และ EER มีค่าลดลงทุกกรณี เนื่องจากค่าความสามารถในการทำความเย็นลดลง แต่ค่ากำลังไฟฟ้ากลับเพิ่มสูงขึ้น จึงส่งผลให้มี ค่า COP และ EER ลดต่ำลง และจากกราฟจะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มอัตราการไหลของอากาศระบาย จะช่วยให้ค่า COP และ EER เพิ่มขึ้น แต่ค่าที่ได้เพิ่มขึ้นไม่มากนัก โดยเมื่อเพิ่มอัตราการไหลของอากาศระบายจะส่งผลทำให้ ค่า COP และ EER เพิ่มขึ้นเพียง 0.31 – 2.46%



#### 4.6 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์

เป็นการแสดงผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์ ภายในช่วงเวลาทำการทดลองเป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง ของห้องปรับอากาศแต่ละกรณีในแต่ละช่วงอุณหภูมิ ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้



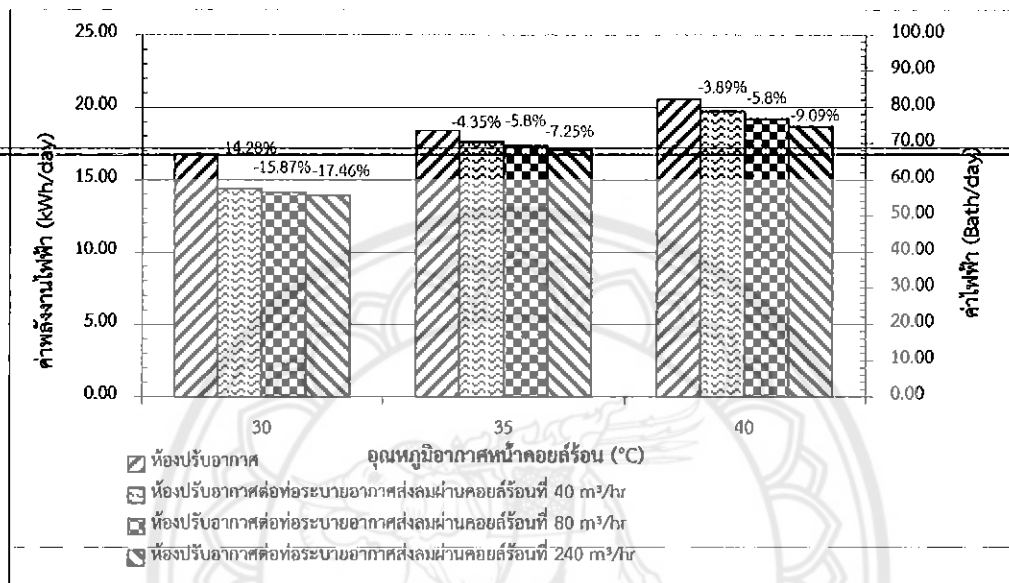
[ - ] = เปอร์เซ็นต์ของชั่วโมงการทำงานของคอมเพรสเซอร์ที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศ

กราฟที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์

จากกราฟที่ 4.5 พบว่าเมื่ออุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนเพิ่มสูงขึ้น จะทำให้คอมเพรสเซอร์มีระยะเวลาการทำงานเพิ่มขึ้นทุกกรณี เนื่องมาจากการระบายความร้อนของคอมเพรสเซอร์ได้น้อย และการนำอากาศระบายไปช่วยลดอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนจะมีผลทำให้ระยะเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์ลดลง แต่ลดลงไม่มากนัก เมื่อเพิ่มอัตราการไหลของอากาศระบายจะช่วยให้ระยะเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์ลดลง โดยมีค่าลดลงอยู่ในช่วง 0.78 - 5%

#### 4.7 ผลการเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้า

เป็นการเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้ากรณี ของห้องปรับอากาศแต่ละกรณีในแต่ละช่วงอุณหภูมิ ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้



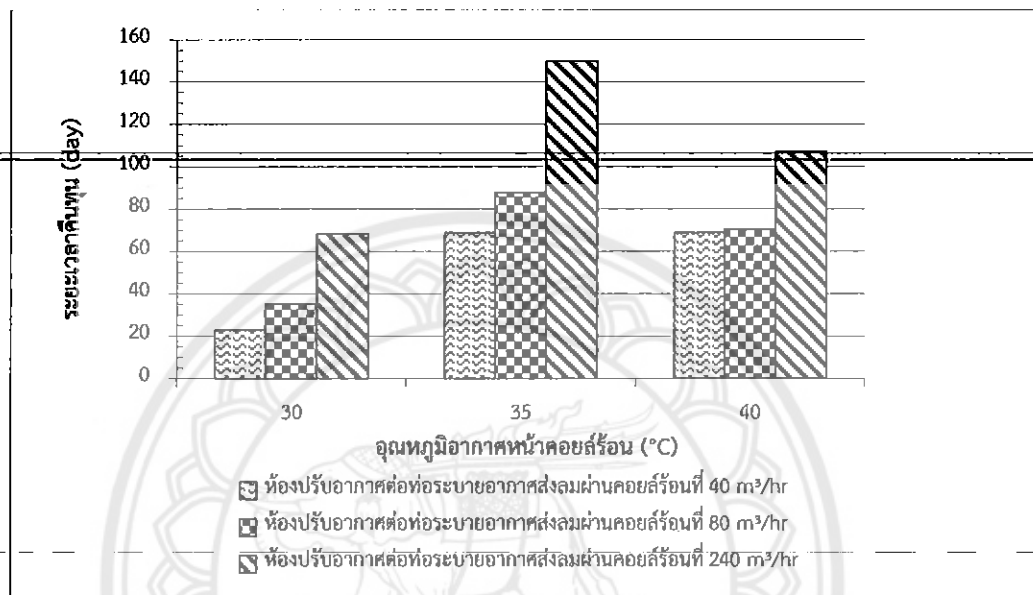
[ - ] = เปอร์เซ็นต์ของค่าพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นเมื่อมีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศ

กราฟที่ 4.6 ผลการเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้า

จากกราฟที่ 4.6 พบว่าเมื่ออุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าสูงขึ้นทุกกรณี เนื่องมาจากกำลังไฟฟ้าและระยะเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์เพิ่มขึ้น และการนำอากาศระบายมาลดอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนจะทำให้มีค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าน้อยลง แต่ลดลงในปริมาณที่ไม่มากนัก จากกราฟจะเห็นได้ว่าการเพิ่มอัตราการไหลของอากาศระบายจะช่วยให้สามารถช่วยลดค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าลงได้ โดยสามารถมีค่าลดลงได้มากถึง 3.89 – 17.46%

#### 4.8 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการคืนทุน

เป็นการเปรียบเทียบระยะเวลาการคืนทุน ของห้องปรับอากาศแต่ละกรณีในแต่ละช่วงอุณหภูมิ ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้



กราฟที่ 4.7 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการคืนทุน

จากกราฟที่ 4.7 พบว่าห้องปรับอากาศต่อที่ระบายอากาศส่งลมผ่านคอยล์ร้อนที่ 40 m<sup>3</sup>/hr มีระยะเวลาการคืนทุนสั้นทุกกรณี เมื่อเทียบกับห้องปรับอากาศไม่มีการระบายอากาศ เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่ำกว่าและมีผลประหยัดมากกว่า จากกราฟจะเห็นได้ว่าห้องปรับอากาศต่อที่ระบายอากาศส่งลมผ่านคอยล์ร้อนที่ 80 m<sup>3</sup>/hr มีผลประหยัดมากที่สุดและระยะเวลาการคืนทุนสั้นที่สุด

แต่เนื่องจากพัดลมคนละชนิดจึงทำให้ไม่สามารถคิดระยะเวลาการคืนทุนโดยการนำมาเทียบกันได้ทุกกรณีเพราะจะทำให้พัดลมที่มีราคาต่ำที่สุดคืนทุนได้สั้นที่สุด

## บทที่ 5

### บทสรุป

ในการทดลองนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบการใช้พลังงานและการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาด 36,000 Btu/hr แบบระบายความร้อนด้วยอากาศกับแบบระบายความร้อนด้วยอากาศระบาย ซึ่งในที่นี้เป็นการระบายความร้อนด้วยวิธีทางกลสามารถสรุปได้ดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

##### 5.1.1 ค่าอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อน

1. อุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนมีลักษณะแกว่งขึ้นลงสูงต่ำ เนื่องจากจากช่วงเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์ โดยจุดสูงสุดของอุณหภูมิหน้าคอยล์ร้อนคือช่วงเวลาก่อนที่คอมเพรสเซอร์จะเริ่มทำงาน (ON) และจุดต่ำสุดคือเวลาที่คอมเพรสเซอร์พักหยุดการทำงาน (OFF)
2. อุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนไม่สามารถควบคุมให้คงที่ได้ตลอดระยะเวลาการทดลองได้ เนื่องจากอุณหภูมิอากาศภายนอกที่สูงขึ้นส่งผลให้อุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนสูงขึ้นตามไปด้วย
3. การนำอากาศระบายมาลดอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อน ทำให้อุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ลดลง เมื่อเพิ่มอัตราการไหลของอากาศระบายจะมีแนวโน้มทำให้อุณหภูมิหน้าคอยล์ลดลงมากยิ่งขึ้น เป็นผลให้สามารถระบายความร้อนได้ดียิ่งขึ้น

##### 5.1.2 ผลการเปรียบเทียบค่าความสามารถในการทำความเย็น

1. เมื่ออุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนเพิ่มสูงขึ้น จะทำให้ค่าความสามารถในการทำความเย็นลดต่ำลงทุกกรณี
2. การนำอากาศระบายมาลดอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนและอัตราการไหลของอากาศระบายที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้คอยล์ร้อนระบายอากาศได้ดียิ่งขึ้นค่าความสามารถในการทำความเย็นเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

### 5.1.3 ผลการเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย

1. เมื่ออุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนเพิ่มสูงขึ้น จะมีค่ากำลังไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้นในทุกกรณี
2. การนำอากาศระบายมาลดอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อน จะทำให้มีค่ากำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนเพิ่มสูงขึ้นจะมีค่าความสามารถในการทำความเย็นลดลง ทำให้คอมเพรสเซอร์ทำงานเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีค่ากำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

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

1. เมื่ออุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนเพิ่มสูงขึ้น ค่า COP และ EER มีแนวโน้มลดลงทุกกรณี เนื่องจากที่อุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนเพิ่มขึ้นจะมีค่าความสามารถในการทำความเย็นลดต่ำลง และมีค่ากำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้น จึงทำให้ค่า COP และ EER ลดลง
2. การนำอากาศระบายมาลดอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนจะช่วยให้คอยล์ร้อนสามารถระบายความร้อนได้ดีขึ้นทำให้มี ค่า COP และ EER มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น อีกทั้งเมื่อเพิ่มอัตราการไหลของอากาศระบายจะทำให้มีค่า COP และ EER เพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย

### 5.1.5 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์

1. เมื่ออุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนเพิ่มสูงขึ้น จะทำให้ระยะเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์เพิ่มขึ้น
2. การนำอากาศระบายมาลดอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนจะช่วยให้คอยล์ร้อนสามารถระบายความร้อนได้ดีขึ้น ส่งผลให้ระยะเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์ลดลง เมื่อเพิ่มอัตราการไหลของอากาศระบายจะทำให้ระยะเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์ลดลงมากยิ่งขึ้น

### 5.1.6 ผลการเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้า

1. เมื่ออุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนเพิ่มสูงขึ้น จะมีค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากมีระยะเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์ที่เพิ่มมากขึ้น
2. การนำอากาศระบายมาลดอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนจะทำให้มีค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าลดลง และเมื่อเพิ่มอัตราการไหลของอากาศระบายจะส่งผลให้มีค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าลดลงมากยิ่งขึ้น

### 5.1.7 ผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการคืนทุน

1. ระยะเวลาคืนทุน คือ เงินลงทุนหารด้วยผลประโยชน์ ซึ่งเมื่อมีการลงทุนที่ต่ำ เป็นผลให้มีระยะเวลาคืนทุนที่สั้นตามไปด้วย
2. ห้องปรับอากาศต่อต่อระบายอากาศส่งลมผ่านคอยล์ร้อนที่อัตราการไหล 40 m<sup>3</sup>/hr จะมีระยะเวลาคืนทุนสั้นที่สุดในทุกช่วงอุณหภูมิ เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่ำกว่าห้องปรับอากาศกรณีอื่นๆ
3. เนื่องจากไม่สามารถหาพัดลมระบายอากาศแบบติดกระจกที่อัตราการไหลของอากาศระบายตามต้องการในห้องตลาดได้ จึงทำการประยุกต์ใช้พัดลมตั้งโต๊ะขนาดเล็กแทน ดังนั้นการหาระยะเวลาการคืนทุนของพัดลมแต่ละชนิดมาคำนวณจึงไม่สะท้อนความเป็นจริงมากนัก

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. จากการพิจารณาข้อมูลอุณหภูมิของอากาศหน้าคอยล์ร้อนพบว่า ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนให้คงที่ได้ตลอดระยะเวลาการทดลอง เนื่องจากตำแหน่งของคอยล์ร้อนได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิอากาศภายนอก ดังนั้นควรมีการทดลองในห้องที่สามารถควบคุมอุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อนให้คงที่ตลอดช่วงระยะเวลาการทดลอง

2. ก่อนทำการทดลองควรมีการทดสอบเครื่องมือในการตรวจวัดข้อมูลและมีการตรวจสอบความดันน้ำยาของเครื่องปรับอากาศก่อน และควรทำการทดลองซ้ำหลายๆรอบ เพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำและถูกต้องมากยิ่งขึ้น

3. พัฒมตั้งโต๊ะขนาดเล็กที่นำมาประยุกต์ใช้ในอัตราการไหลของอากาศระบายที่ 40 และ 80 m<sup>3</sup>/hr มีราคา 120 และ 275 บาท ตามลำดับ ส่วนพัดลมระบายอากาศติดกระจกที่มีขายในห้องตลาดอัตราการไหลของอากาศระบายที่ 240 m<sup>3</sup>/hr มีราคา 700 บาท

4. นำแนวคิดที่ได้ไปเป็นแนวทางในการออกแบบใช้กับอาคารที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ โดยการจัดวางตำแหน่งของคอยล์ร้อนและตำแหน่งของพัดลมระบายอากาศในตำแหน่งที่เหมาะสม แล้วออกแบบท่อลมสำหรับนำอากาศระบายไปช่วยระบายความร้อนที่หน้าคอยล์ร้อน เพื่อช่วยลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อน อีกทั้งยังเป็นการลดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศอีกด้วย

## เอกสารอ้างอิง

1. อภิเดช บุญเจือ. (2554). การศึกษาวิธีการลดพลังงานของคอมเพรสเซอร์เมื่อชุดคอยล์เย็นอยู่ต่ำกว่าชุดคอยล์ร้อน วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
2. อธิพงษ์ บริรักษ์ และพงษ์สวัสดิ์ คงภูมิ. (2556). การลดอุณหภูมิก่อนเข้าคอนเดนเซอร์เพื่อเพิ่มสมรรถนะระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนด้วยการใช้ PVC Filling ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย
3. อภิชาติ อาจนาเสี้ยว และชาญวิทย์ ศรีเพ็ญชัย. (2551). การประหยัดพลังงานโดยใช้คูลิ่งแพดที่คอยล์ร้อนของเครื่องทำน้ำเย็น ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
4. พนิต วัฒนศรี. (2554). สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศเมื่อใช้คอนเดนซึ่งยูนิตแบบระบายความร้อนด้วยอากาศและการพันละอองน้ำเป็นระยะ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล-คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5. สกลพรรณ อินแก้ว นพตล อัมภา และปฐวี ถือแก้ว. (2558). การเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนด้วยอากาศระบาย ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
6. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของพัดลมดูดอากาศ (จาก มอก.710-2535). ปัญหาในระบบระบายอากาศในโรงพยาบาลและแนวทางแก้ไข. นครสวรรค์ : ศูนย์วิศวกรรมการแพทย์ที่ 3
7. Stoecker, W.F. and Jones, J.W. (1982). Refrigeration and Air Conditioning, 2nd edition, ISBN: 0-07-066591-5, Singapore
8. กรมอุตุนิยมวิทยา. สืบค้นวันที่ 12 พฤศจิกายน 2558, จาก <http://www.tmd.go.th/>
9. Shan K.Wang, 2001. Handbook of air conditioning and Refrigeration. McGraw-Hill, USA.
10. Anemometer สืบค้นวันที่ 15 พฤศจิกายน 2558, จาก <http://www.weloveshopping.com>



11. พัฒนาระบายอากาศแบบติดกระจก. สืบค้นวันที่ 20 พฤศจิกายน 2558, จาก <http://www.bhb.co.th/article/articledetail.php?id=199>

12. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. สืบค้นวันที่ 9 มกราคม 2559, จาก <http://www.egat.co.th>.

13. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. สืบค้นวันที่ 9 มกราคม 2559, จาก <http://www.egat.co.th>.

---

14. คู่มือผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (อาคาร). (2553).ตอนที่ 3 บทที่ 4 ระบบปรับอากาศ

15. คณะกรรมการวิชาการสาขาวิศวกรรมเครื่องกล มาตรฐาน ว.ส.ท. (2540). มาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ. (พิมพ์ครั้งที่ 1).

16. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิษณุภัณฑ์ แคนลา. (2558). บทที่ 3 การอ่านแผนภูมิไซโครเมตริก วิศวกรรมกรรมการทำความเย็น. (พิมพ์ครั้งที่ 1)

17. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิษณุภัณฑ์ แคนลา. (2558). บทที่ 4 วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ วิศวกรรมกรรมการทำความเย็น. (พิมพ์ครั้งที่ 1)





ก.1 ตัวอย่างการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) และ อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER)

เป็นการแสดงตัวอย่างการคำนวณของห้องปรับอากาศเปิดพัดลมระบายอากาศส่งลมผ่านคอยล์ร้อนที่อัตราการไหลของอากาศ  $240 \text{ m}^3/\text{hr}$  ที่อุณหภูมิอากาศหน้าคอยล์ร้อน  $35^\circ\text{C}$  และจากทฤษฎีที่ 2.11 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ สามารถนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) และอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ได้ดังนี้

หาอัตราการไหลของอากาศผ่านคอยล์เย็น จากสมการ (2.10)

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

โดยที่  $\rho = 1.184 \text{ kg/m}^3$ ,  $V = 1.15 \text{ m/s}$ ,  $A = 0.34 \text{ m}^2$

แทนค่า  $\dot{m}_{\text{air}} = (1.184)(1.15)(0.34) = 0.463 \text{ kg/s}$

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

โดยที่  $T_{\text{supply}} = 13.31^\circ\text{C}$ ,  $\%RH_{\text{supply}} = 93$  จะได้  $h = 35.71 \text{ kJ/kg}$

$T_{\text{return}} = 26.52^\circ\text{C}$ ,  $\%RH_{\text{return}} = 58$  จะได้  $h = 58.75 \text{ kJ/kg}$

หาความสามารถในการทำความเย็นได้จากสมการ (2.14)

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

แทนค่าจะได้  $Q_L = 0.463(58.75 - 35.71) = 10.67 \text{ kW}$

หาค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ (COP) ได้จากสมการ (2.5)

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

โดยที่  $W_c = 3.56 \text{ kW}$  แทนค่าจะได้  $\text{COP} = \frac{10.67}{3.56} = 3.0$

หาอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (EER) ได้จากสมการ (2.6)

$$\text{EER} = 3.412 \times \frac{Q_L}{W_c} = 3.412 \times \text{COP}$$

แทนค่าจะได้  $\text{EER} = 3.412 \times \text{COP} = 3.412 \times 3.0 = 10.22 \text{ (Btu/hr)/W}$

## ก.2 ตัวอย่างการคำนวณเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

การคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน โดยกำหนดให้เป็นห้องปรับอากาศเปิดพัดลมระบายอากาศ ส่งลมผ่านคอยล์ร้อน ที่อัตราการไหลของอากาศ  $240 \text{ m}^3/\text{hr}$  ที่อุณหภูมิ  $35 \text{ }^\circ\text{C}$  จากตารางที่ 3.1 อัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 4 บาทต่อหน่วย (กรณีเกิน 150 หน่วยต่อเดือน ช่วง 150-400 หน่วย) พัดลมระบายอากาศราคา 700 บาท ท่อลม ราคา 100 บาท ให้ 1 สัปดาห์มีวันทำงาน 5 วัน

ค่าไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ = ค่าพลังงานไฟฟ้า  $\times$  อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วย

ใช้ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 0-400 หน่วย อัตราค่าไฟฟ้า 4 บาทต่อหน่วย

ดังนั้น ค่าไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ต่อปี  
 $= 4 \text{ kWh} \times 365 \times 4$   
 $= 5,840 \text{ บาท}$

เงินลงทุนค่าอุปกรณ์ = พัดลมระบายอากาศ + ท่อลม  
 $= 700 + 100 \text{ บาท}$   
 $= 800 \text{ บาท}$

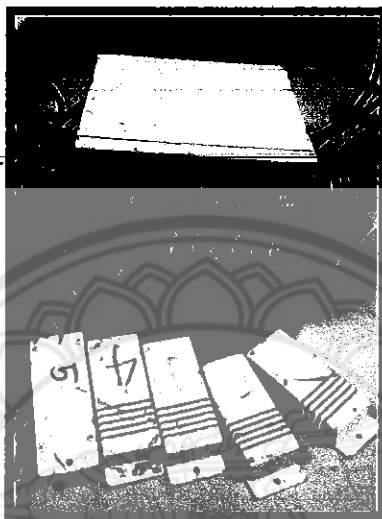
ระยะเวลาคืนทุน =  $\frac{\text{เงินลงทุน}}{\text{ผลประหยัด}}$   
 $= \frac{800}{5,840}$   
 $= 0.14 \text{ ปี หรือ } 51 \text{ วัน}$

ถ้า 1 สัปดาห์มีวันทำงาน 5 วัน จะสามารถคืนทุนได้ใน 2 เดือน 7 วัน



## เครื่องมือตรวจวัดและวิธีการใช้งาน

### 1. เครื่อง SILA AP-104



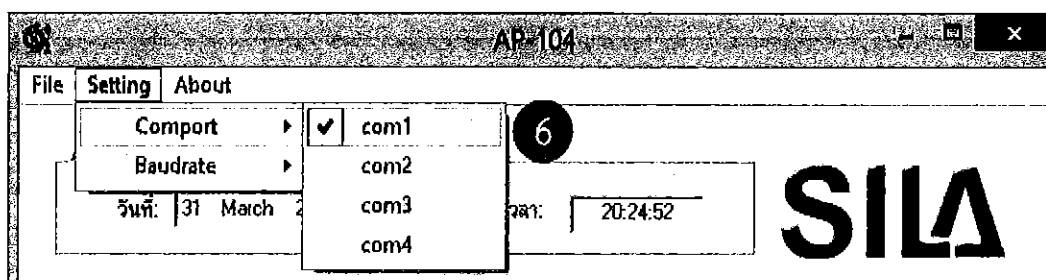
รูปที่ ข.1 เครื่อง SILA AP-104

### วิธีการใช้งาน

1. ติดตั้งโปรแกรม SILA AP-104 โดย ดาวน์โหลด จาก <http://www.silaresearch.com/pctool.php>
2. เสียบปลั๊กไฟของเครื่อง SILA AP-104
3. ดาวน์โหลดไดร์เวอร์สาย RS-232 มาลง
4. ต่อพอร์ทของเครื่อง SILA AP-104 โดยใช้สาย RS-232 ต่อเข้ากับพอร์ทของเครื่อง

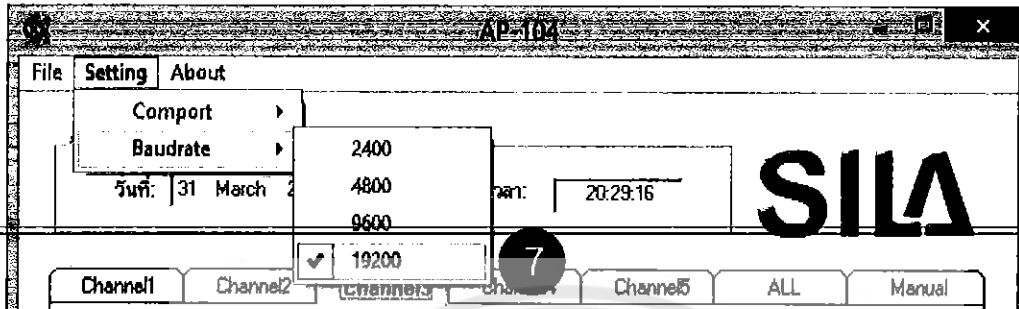
### คอมพิวเตอร์

5. เปิดโปรแกรม SILA AP-104
6. ตั้งค่าโปรแกรม กด Setting แล้วเลือก Comport เลือก com1



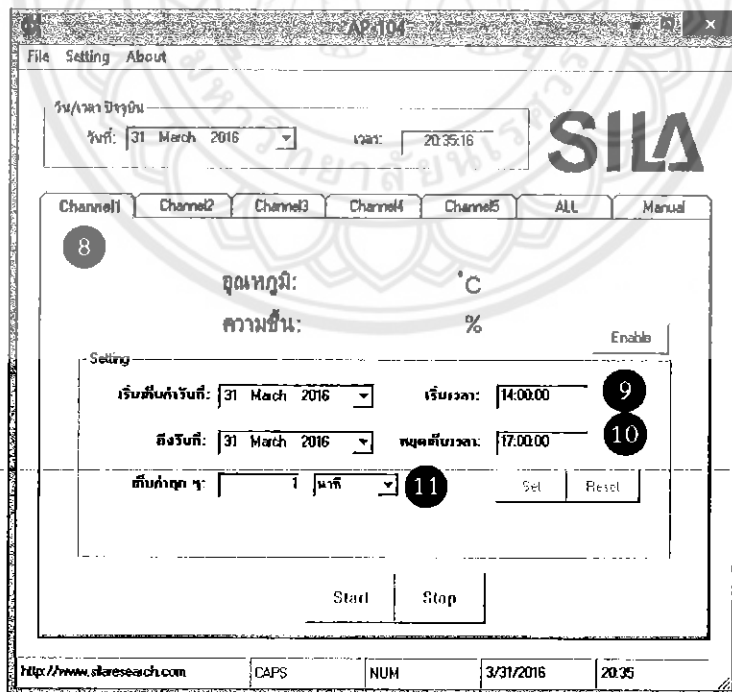
## รูปที่ ข.2 การเลือก Comport

7. ตั้งค่าโปรแกรม กด Setting แล้วเลือก Baudrate เลือก 19200



## รูปที่ ข.3 การเลือก Baudrate

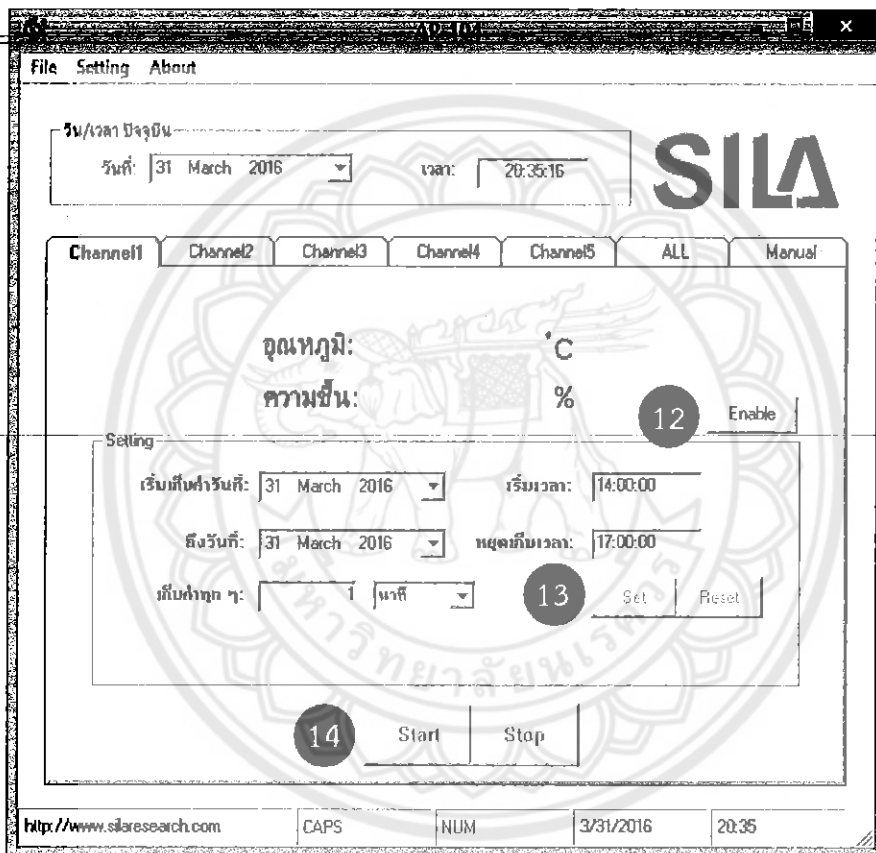
8. ตั้งค่า Channel1 ถึง Channel5 (ตัวอย่าง Channel1)
9. ตั้งค่าวันที่ และ เริ่มเวลา ที่ต้องการจะบันทึกค่า (เวลาตัวอย่าง 14:00:00)
10. ตั้งค่าวันที่ และ หยุดเก็บเวลา ที่ต้องการให้ค่าบันทึกถึง (เวลาตัวอย่าง 17:00:00)
11. กำหนดช่วงเวลาที่เลือกเก็บข้อมูล



## รูปที่ ข.4 การกำหนดช่วงเวลา

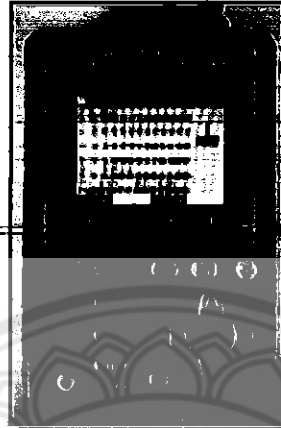


12. กด Enable
13. กด Set
14. กด Start เพื่อเริ่มการทำงานของโปรแกรม
15. ไฟล์ข้อมูลที่ได้ จะเป็นไฟล์ Text มีชื่อตาม Channel ที่ทำงาน อยู่ที่ ไดรฟ์ C:



รูปที่ ข.5 การ set ค่าเพื่อบันทึก

## 2. เครื่อง Power quality Analyzer KYORITSU 6310



รูปที่ ข.6 เครื่อง Power quality Analyzer KYORITSU 6310

### วิธีการใช้งาน

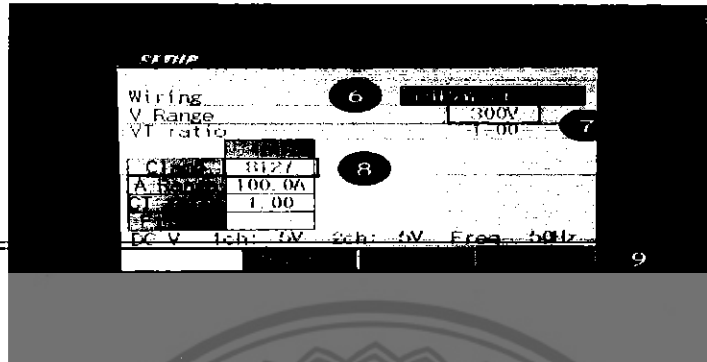
1. ต่อดวงจรเข้ากับมิเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ ข.7 การต่อดวงจรของเครื่อง Power quality Analyzer KYORITSU 6310

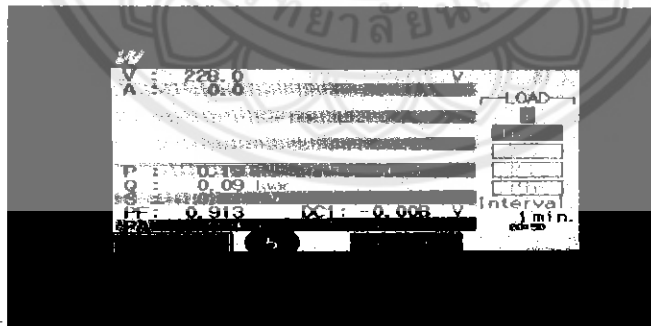
2. เสียบปลั๊กไฟของเครื่อง Power quality Analyzer KYORITSU 6310
3. เปิดเครื่อง Power quality Analyzer KYORITSU 6310
4. ตั้งค่าโปรแกรมในเครื่อง Power quality Analyzer KYORITSU 6310

5. กด Start



รูปที่ ข.8 ตั้งค่าการเริ่มโปรแกรม

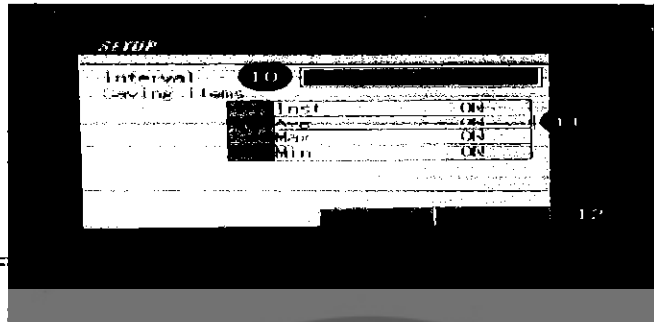
6. เลือกระบบไฟฟ้า 1 เฟส
7. เลือกแรงดันไฟฟ้าค่าที่สูงที่สุด 300 V
8. ดูตัวเลขแคลมป์มิเตอร์ว่าตรงกับที่เลือกไว้หรือไม่
9. กด Next



รูปที่ ข.9 ตั้งค่าระบบไฟฟ้า กระแส แรงดัน

10. ตั้งค่าการบันทึกค่า กด Interval แล้วเลือก 1 min
11. ตั้งค่าเลือกค่าเฉลี่ยกำลังไฟฟ้า โดยเลือกเป็นค่า Average

12. กด Next

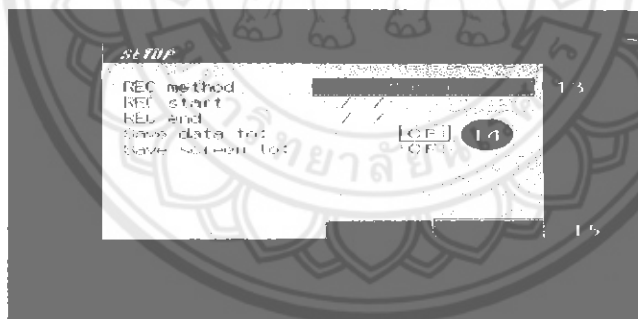


รูปที่ ข.10 ตั้งค่าการบันทึกเวลา กำลังไฟฟ้า

13. ตั้งค่าเวลาที่ต้องการจะบันทึกค่า โดยเลือก Manual เพราะเป็นการป้องกันเครื่อง error  
แล้วมาเลือกเวลาที่หลัง โดยต้องตั้งค่าก่อนการทดลองครั้ง

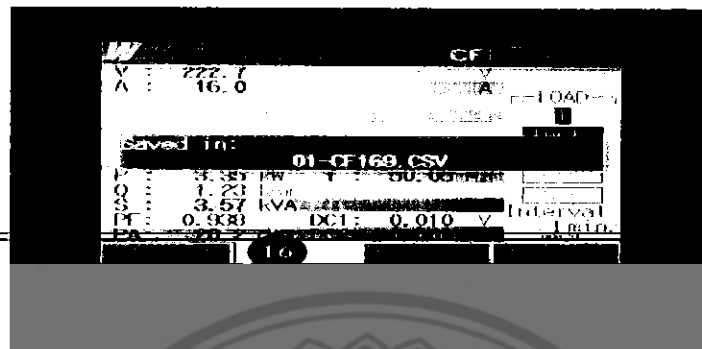
14. เลือกการบันทึกข้อมูลไว้ที่ CF card

15. กด Complete

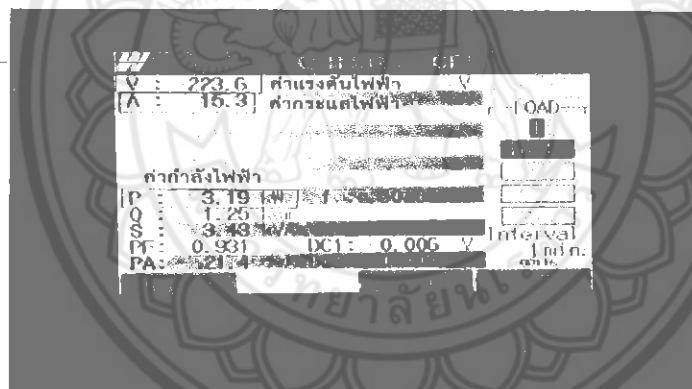


รูปที่ ข.11 ตั้งค่าเวลาที่ต้องการจะบันทึกและการบันทึกข้อมูลไว้ที่ CF card

## 16. การยกเลิกการบันทึกข้อมูล



รูปที่ ข.12 การยกเลิกการบันทึกข้อมูล



รูปที่ ข.13 การอ่านข้อมูลของเครื่อง Power quality Analyzer KYORITSU 6310



1. สปอร์ตไลท์ ใช้สปอร์ตไลท์ 2 ตัว ในการเพิ่มอุณหภูมิหน้าคอยล์ร้อนให้เป็นไปตามช่วงอุณหภูมิที่ต้องการ โดยสปอร์ตไลท์มีค่ากำลังไฟฟ้า 500 วัตต์



รูปที่ ค.1 สปอร์ตไลท์

2. หลอดไฟ ใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิหน้าคอยล์ร้อนให้เป็นไปตามช่วงอุณหภูมิที่ต้องการ โดยหลอดไฟมีค่ากำลังไฟฟ้า หลอดละ 18 วัตต์



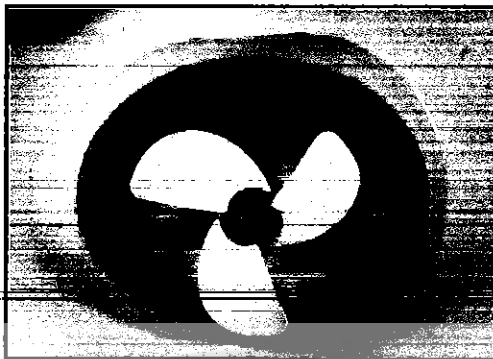
รูปที่ ค.2 หลอดไฟ

3. สวิตช์หรี่ไฟ (Dimmer) ใช้สำหรับหรี่กำลังไฟฟ้า โดยใช้หลักการปรับลดแรงดันไฟฟ้า



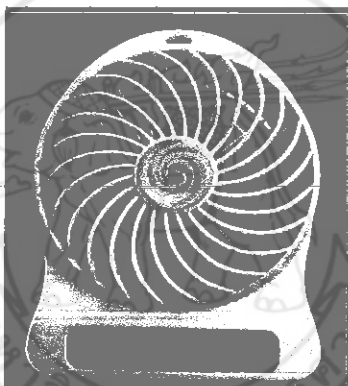
รูปที่ ค.3 สวิตช์หรี่ไฟ (Dimmer)

4.พัดลมขนาด 3 นิ้ว มีค่ากำลังไฟฟ้า 3 วัตต์



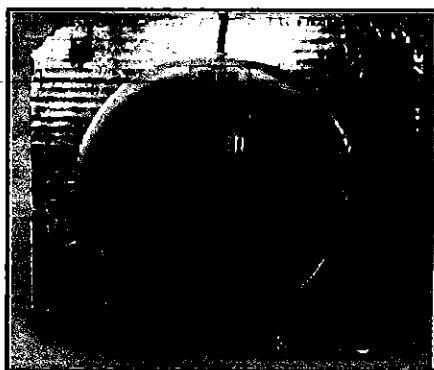
รูปที่ ค.4 พัดลมขนาด 3 นิ้ว

5.พัดลมขนาด 3.5 นิ้ว มีค่ากำลังไฟฟ้า 4.5 วัตต์



รูปที่ ค.5 พัดลมขนาด 3.5 นิ้ว

6.พัดลมระบายอากาศขนาด 6 นิ้ว ใช้พัดลมระบายอากาศยี่ห้อ Lucky Misu ขนาด 6 นิ้ว รุ่น V-20TZ6 ค่ากำลังไฟฟ้า 14.8 วัตต์



รูปที่ ค.6 พัดลมขนาด 6 นิ้ว







### กฎกระทรวง

ฉบับที่ ๖๕ (พ.ศ. ๒๕๕๘)

ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๒๒

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๔ และมาตรา ๕ (๓) แห่งพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๒๒ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทยออกกฎกระทรวงไว้ดังต่อไปนี้

ให้เพิ่มความต่อไปนี้เป็น (๖) ของข้อ ๑ แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ ๑๑ (พ.ศ. ๒๕๒๘) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร-พ.ศ. ๒๕๒๒

"(๖) การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังอาคารอยู่อาศัย ที่มีขนาดพื้นที่ติดตั้งไม่เกิน ๑๖๐ ตารางเมตร และมีน้ำหนักรวมไม่เกิน ๒๐ กิโลกรัมต่อตารางเมตร โดยต้องมีผลการตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงที่กระทำและรับรองโดยวิศวกรโยธาคำกฎหมายว่าด้วย วิศวกรว่าสามารถติดตั้งได้อย่างปลอดภัย และแจ้งให้เจ้าพนักงานท้องถิ่นทราบก่อนดำเนินการ"

ให้ไว้ ณ วันที่ ๑ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๕๘

พลเอก อุนงษ์ เชาวจินดา

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทย



พระราชบัญญัติ

ควบคุมอาคาร

พ.ศ. 2522

ภูมิพลอดุลยเดช ป.ร.

ให้ไว้ ณ วันที่ 8 พฤษภาคม พ.ศ. 2522

เป็นปีที่ 34 ในรัชกาลปัจจุบัน

พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช มีพระบรมราชโองการ โปรดเกล้าฯ ให้ประกาศ  
ว่า

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงกฎหมายว่าด้วยการควบคุมการก่อสร้างอาคาร และกฎหมายว่าด้วย  
การควบคุมการก่อสร้างในเขตเทศบาลใหม่ และรวมเป็นกฎหมายฉบับเดียวกัน  
จึงทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ตราพระราชบัญญัติขึ้นไว้โดยคำแนะนำและยินยอมของสภา  
นิติบัญญัติแห่งชาติ ทำหน้าที่รัฐสภา ดังต่อไปนี้

มาตรา 1 พระราชบัญญัตินี้เรียกว่า "พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522"

มาตรา 2 พระราชบัญญัตินี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษา และจะใช้  
บังคับในท้องที่ใด มีบริเวณใดใด ให้ตราเป็นพระราชกฤษฎีกา

สำหรับเขตท้องที่ที่ได้มีการประกาศให้ใช้บังคับผังเมืองรวมตามกฎหมายว่าด้วยการผังเมืองหรือ  
เขตท้องที่ที่ได้เคยมีการประกาศดังกล่าว ให้ใช้พระราชบัญญัตินี้บังคับตามเขตของผังเมืองรวมนั้น  
โดยไม่ต้องตราเป็นพระราชกฤษฎีกา

สำหรับอาคารสูง อาคารขนาดใหญ่พิเศษ อาคารชุมนุมคนและโรงแรมรศท ให้ใช้บทบัญญัติแห่ง

### หมวด 3

#### ระบบการจัดแสงสว่างและการระบายอากาศ

ข้อ 11 ส่วนต่าง ๆ ของอาคารต้องมีความเข้มของแสงสว่างไม่น้อยกว่าความเข้มที่กำหนดไว้ในตารางที่ 3 ทั่วทุกกระทรวงนี้

สถานที่อื่นที่มีได้ระบุไว้ในตารางตามวรรคหนึ่ง ให้ใช้ความเข้มของแสงสว่างของสถานที่ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับความเข้มที่กำหนดไว้ในตารางดังกล่าว

ข้อ 12 ระบบการระบายอากาศในอาคารจะจัดให้มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติหรือโดยวิธีกลก็ได้

ข้อ 13 ในกรณีที่มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ ห้องในอาคารทุกชนิดทุกประเภทต้องมีประตู หน้าต่าง หรือช่องระบายอากาศด้านติดกับอากาศภายนอกเป็นพื้นที่รวมกันไม่น้อยกว่าร้อยละสิบของพื้นที่ของห้องนั้น ทั้งนี้ ไม่นับรวมพื้นที่ของประตู หน้าต่าง และช่องระบายอากาศที่ติดต่อกับห้องอื่นหรือช่องทางเดินภายในอาคาร

ความในวรรคหนึ่งมิให้ใช้บังคับแก่อาคารหรือสถานที่ที่ใช้เก็บของหรือสินค้า

ข้อ 14 ในกรณีที่ไม้อาจจัดให้มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติตามข้อ 13 ได้ ให้จัดให้มีการระบายอากาศโดยวิธีกลซึ่งใช้กลอุปกรณ์ขับเคลื่อนอากาศ กลอุปกรณ์นี้ต้องทำงานตลอดเวลาระหว่างที่ใช้สอยพื้นที่นั้น และการระบายอากาศต้องมีกรนำอากาศภายนอกเข้ามาในพื้นที่ไม่น้อยกว่าอัตราที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4 ทั่วทุกกระทรวงนี้

สำหรับห้องครัวของสถานที่จำหน่ายอาหารและเครื่องดื่ม ถ้าได้จัดให้มีการระบายอากาศครอบคลุมแหล่งที่เกิดของกลิ่น กวีน หรือก๊าซ ที่ต้องการระบายในขนาดที่เหมาะสมแล้วจะมีอัตราการระบายอากาศในส่วนอื่นของห้องครัวนั้นน้อยกว่าที่กำหนดไว้ในตารางตามวรรคหนึ่งก็ได้ แต่ต้องไม่น้อยกว่า 12 เท่าของปริมาตรของห้องใน 1 ชั่วโมง

สถานที่อื่นที่มีได้ระบุไว้ในตารางตามวรรคหนึ่ง ให้ใช้อัตราการระบายอากาศของสถานที่ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับอัตราที่กำหนดไว้ในตารางดังกล่าว

ข้อ 15 ในกรณีที่เกิดให้มีการระบายอากาศด้วยระบบการปรับภาวะอากาศต้องมีการนำอากาศภายนอกเข้ามาในพื้นที่ปรับภาวะอากาศหรือดูดอากาศจากภายในพื้นที่ปรับภาวะอากาศออกไปไม่น้อยกว่าอัตราที่กำหนดไว้ในตารางที่ 5 ที่ยกกฎกระทรวงนี้

สถานที่อื่นที่มีได้ระบุไว้ในตารางตามวรรคหนึ่ง ให้ใช้อัตราการระบายอากาศของสถานที่ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับอัตราที่กำหนดไว้ในตารางดังกล่าว

ข้อ 16 ตำแหน่งของช่องนำอากาศภายนอกเข้าโดยวิธีกล ต้องห่างจากที่เกิดอากาศเสียและช่องระบายอากาศทิ้งไม่น้อยกว่า 5 เมตร และสูงจากพื้นดินไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร  
การนำอากาศภายนอกเข้าและการระบายอากาศทิ้งโดยวิธีกล ต้องไม่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญแก่ประชาชนผู้อาศัยใกล้เคียง

ข้อ 17 โรงงาน โรงแรม โรงมหรสพ ห้องประชุม สถานกีฬาในร่ม สถานพยาบาล สถานบันเทิง มวลชน สำนักงาน ห้างสรรพสินค้า หรือตลาด ต้องจัดให้มีระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรองสำหรับกรณีฉุกเฉิน เช่น แบตเตอรี่ หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นต้น แยกเป็นอิสระจากระบบที่ใช้อยู่ตามปกติ และสามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติเมื่อระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าปกติหยุดทำงาน

แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรองสำหรับกรณีฉุกเฉินตามวรรคหนึ่ง ต้องสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้เพียงพอตามหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

(1) จ่ายพลังงานไฟฟ้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง สำหรับเครื่องหมายแสดงทางออกฉุกเฉิน ทางเดิน ห้องโถง ม้านิด ม้านโคมไฟ และระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้

(2) จ่ายพลังงานไฟฟ้าตลอดเวลาที่ใช้งานสำหรับห้องไอ.ซี.ยู ห้อง ซี.ซี.ยู ห้องช่วยชีวิตฉุกเฉิน

ระบบสื่อสาร และเครื่องสูบน้ำดับเพลิง เพื่อความปลอดภัยสาธารณะและกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม ที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตหรือสุขภาพอนามัยเมื่อกระแสไฟฟ้าขัดข้อง

**ตารางที่ ๕ อัตราการระบายอากาศในกรณีที่มีระบบการปรับอากาศ**

ลำดับ	สถานที่ (ประเภทการใช้)	ลูกบาศก์เมตร/ ชั่วโมง/ตารางเมตร
๓	ห้างสรรพสินค้า (ทางเดินชมสินค้า)	๒
๒	โรงงาน	๒
๓	สำนักงาน	๒
๔	สถานอาบ อบ นวด	๒
๕	สถานที่สำหรับติดต่อกิจการในธนาคาร	๒
๖	ห้องพักในโรงแรมหรืออาคารชุด	๒
๗	ห้องปฏิบัติการ	๒
๘	ร้านตัดผม	๒
๙	สถานกีฬาในร่ม	๒
๑๐	โรงแรมหรู (บริเวณที่นั่งสำหรับคนดู)	๒
๑๑	ห้องเรียน	๒
๑๒	สถานบริหารร่างกาย	๒
๑๓	ร้านเสริมสวย	๒
๑๔	ห้องประชุม	๒
๑๕	ห้องน้ำ ห้องส้วม	๒
๑๖	สถานที่จำหน่ายอาหารและเครื่องดื่ม (ห้องรับประทานอาหาร)	๒
๑๗	ไนท์คลับ บาร์ หรือสถานลีลาศ	๒
๑๘	ห้องครัว	๒
๑๙	สถานพยาบาล	๒
	- ห้องคนไข้	๒
	- ห้องผ่าตัดและห้องคลอด	๒
	- ห้องช่วยชีวิตฉุกเฉิน	๒
	- ห้อง ไอ.ซี.ยู. และห้อง ซี.ซี.ยู.	๒

## ช่วงเวลาทำการตรวจวัด

ในโครงการนี้ได้ทำการตรวจวัดและเก็บข้อมูลในช่วงเดือน มกราคม – เมษายน

### ห้องปรับอากาศ

ช่วงอุณหภูมิ 30 °C ทดลองวันที่ 9 มีนาคม 2559

ช่วงอุณหภูมิ 35 °C ทดลองวันที่ 11 มีนาคม 2559

ช่วงอุณหภูมิ 40 °C ทดลองวันที่ 13 มีนาคม 2559

### ห้องปรับอากาศต่อท่อระบายอากาศส่งลมผ่านคอยล์ร้อนที่อัตราการไหล 40 m<sup>3</sup>/hr

ช่วงอุณหภูมิ 30 °C ทดลองวันที่ 2 เมษายน 2559

ช่วงอุณหภูมิ 35 °C ทดลองวันที่ 3 เมษายน 2559

ช่วงอุณหภูมิ 40 °C ทดลองวันที่ 3 เมษายน 2559

### ห้องปรับอากาศต่อท่อระบายอากาศส่งลมผ่านคอยล์ร้อนที่อัตราการไหล 80 m<sup>3</sup>/hr

ช่วงอุณหภูมิ 30 °C ทดลองวันที่ 9 เมษายน 2559

ช่วงอุณหภูมิ 35 °C ทดลองวันที่ 9 เมษายน 2559

ช่วงอุณหภูมิ 40 °C ทดลองวันที่ 8 เมษายน 2559

### ห้องปรับอากาศต่อท่อระบายอากาศส่งลมผ่านคอยล์ร้อนที่อัตราการไหล 240 m<sup>3</sup>/hr

ช่วงอุณหภูมิ 30 °C ทดลองวันที่ 19 มีนาคม 2559

ช่วงอุณหภูมิ 35 °C ทดลองวันที่ 16 มีนาคม 2559

ช่วงอุณหภูมิ 40 °C ทดลองวันที่ 18 มีนาคม 2559