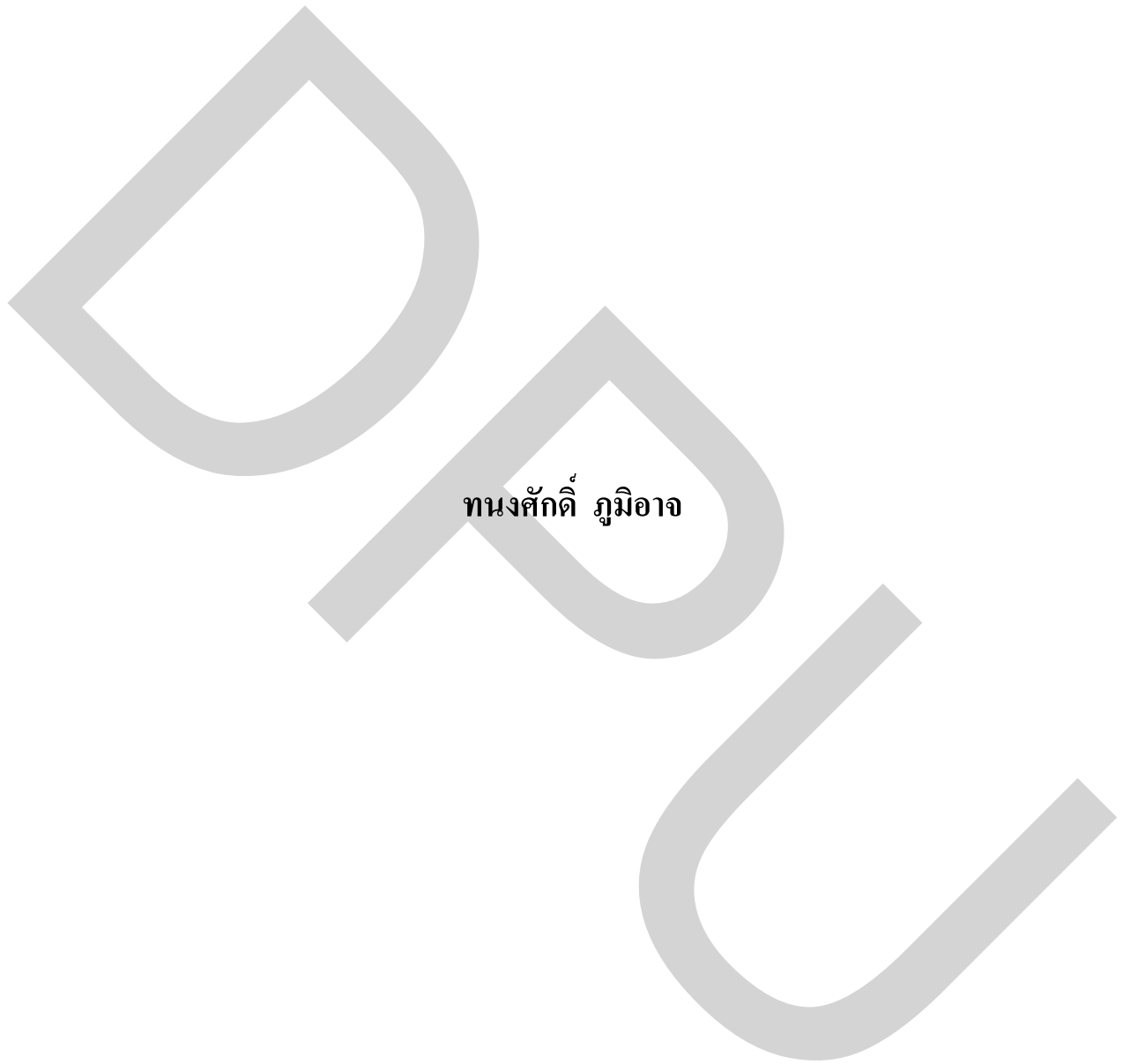


การศึกษาผลการใช้พลังงานทางอ้อมของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

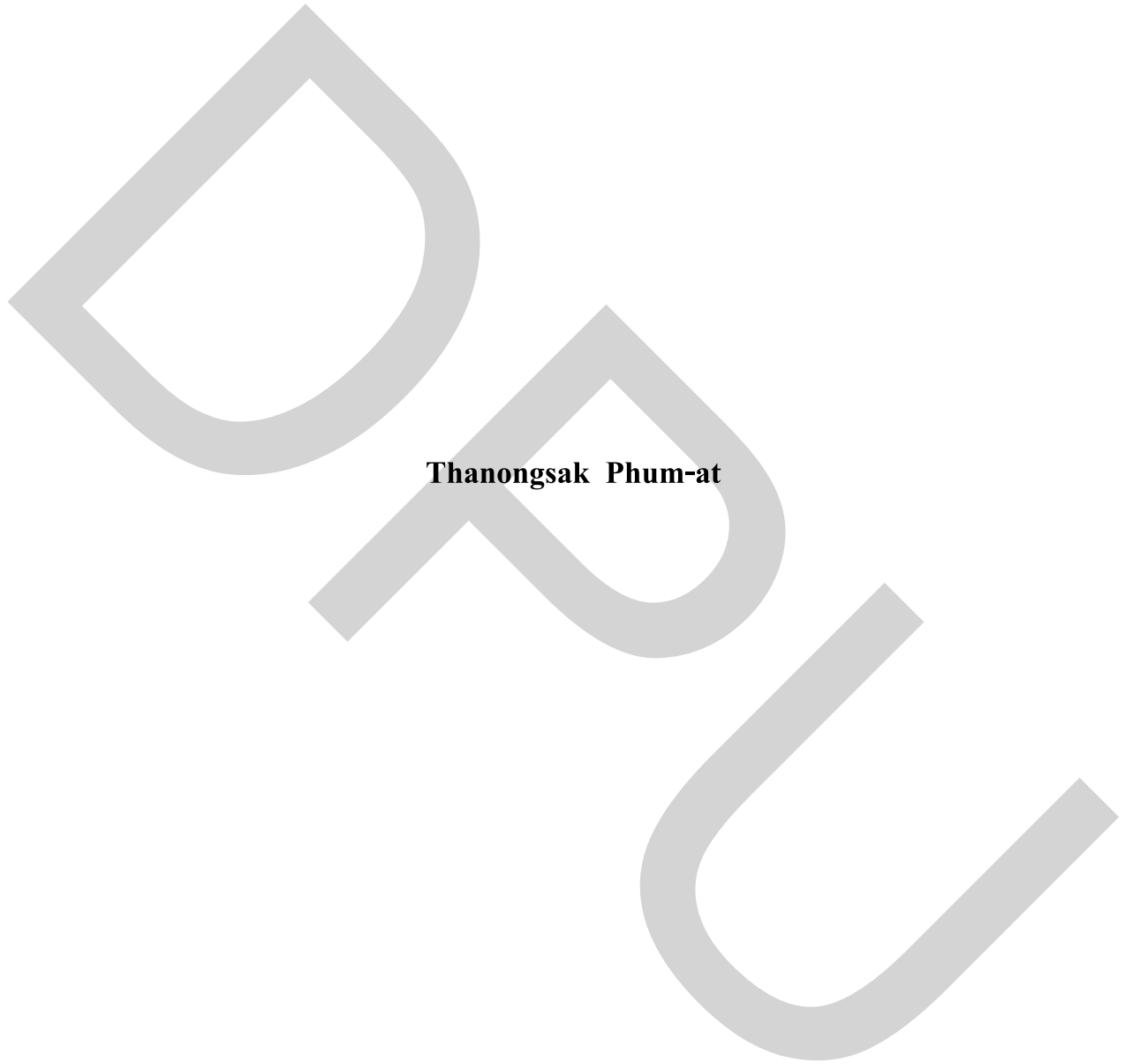


ทงศักดิ์ ภูมิอาจ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2550

**The Study In Passive Energy Used Of Split type Air condition System**



**Thanongsak Phum-at**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements**

**for the Degree of Master of Science**

**Department of Engineering Management**

**Graduate School, Dhurakij pundit University**

**2007**

### กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่อง “ การศึกษาผลการใช้พลังงานทางอ้อมของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน ” ได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ติกะ บุนนาค คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และคณาจารย์ทุกท่านที่กรุณาให้แนวคิด และคำแนะนำให้ความรู้คำปรึกษาตลอดระยะเวลาของการวิจัย อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อวิทยานิพนธ์

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณในความอนุเคราะห์แผนกช่างซ่อมบำรุง และศูนย์อนุรักษ์พลังงานของมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตที่กรุณาจัดช่างฝีมือมาช่วยในการติดตั้งอุปกรณ์ พร้อมทั้งให้ความรู้วิทยานิพนธ์จึงสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ประโยชน์อันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ เป็นผลมาจากความกรุณาของทุกท่านดังกล่าว

ทนงศักดิ์ ภูมิอาจ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ฉ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญภาพ.....	ฅ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 วิธีของการวิจัย.....	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
2. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน.....	5
2.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสภาวะสบายเชิงความร้อน.....	7
2.3 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน.....	7
2.4 วงจรทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศระบบคอมเพรสเซอร์อัดไอ.....	8
2.5 หลักการทำงานของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนและวัฏจักรความเย็นแบบอัดไอ.....	9
2.6 การใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ.....	11
2.7 การใช้ระบบปรับอากาศ.....	11
2.8 ความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ.....	12
2.9 มาตรฐานในการทดสอบ.....	16
2.10 วิธีการทดสอบเครื่องปรับอากาศ.....	16
2.11 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	18

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3. ระเบียบวิธีการวิจัย.....	20
3.1 การทดลอง.....	21
3.2 ห้องที่ใช้ทดลอง.....	21
3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือบันทึกผลการทดลอง.....	24
3.4 การออกแบบติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ใช้ในการทดลองแบ่งเป็น 2 แบบ.....	29
3.5 ขั้นตอนและวิธีการในการทดลอง.....	34
3.6 วิธีการเก็บข้อมูล.....	36
3.7 การวัดข้อมูล.....	36
3.8 วิธีการวัดบันทึกข้อมูล.....	36
4. ผลการศึกษา.....	39
4.1 ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ ( EER ).....	40
4.2 Work Ratio ( WR ).....	49
4.3 การใช้พลังงานของระบบ.....	49
4.4 การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า.....	50
4.5 ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น.....	50
4.6 การวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	50
4.7 ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานตลอดอายุการใช้งาน (Life Energy Cost).....	62
4.8 การประมาณค่าพลังงานส่วนเพิ่มอันเนื่องมาจาก Passive Energy.....	66
4.9 การประมาณค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่ม.....	67
5. อภิปรายผล สรุปและข้อเสนอแนะ.....	70
5.1 อภิปรายผลการศึกษา.....	70
5.2 สรุปผลการการศึกษา.....	70
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	73
บรรณานุกรม.....	75
ภาคผนวก.....	78
ประวัติผู้เขียน.....	155

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	มาตรฐานของสภาพอากาศภายในห้องปรับอากาศ.....8
2.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่กับขนาดของเครื่องปรับอากาศ.....13
2.3	เปรียบเทียบการทำความเย็น.....14
2.4	ระดับของค่า EER ของเครื่องปรับอากาศชนิดต่าง ๆ.....15
2.5	การเปรียบเทียบการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ.....15
4.1	การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับจำแนกทางเดียว ( ANOVA).....42
4.2	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเร็วลมด้านลมจ่าย.....43
4.3	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิด้านลมกลับ.....44
4.4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความชื้นด้านลมกลับ.....45
4.5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิด้านลมจ่าย.....47
4.6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความชื้นด้านลมจ่าย.....48

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 ความสัมพันธ์ของ Work Ratio และปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อเดือนของระบบปรับอากาศขนาด 1 ตัน.....	3
2.1 วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอเบื้องต้น.....	11
2.2 การทำงานของระบบเครื่องปรับอากาศบนแผนภาพ P-H.....	11
2.3 แผนภูมิไซโครเมตริก.....	16
3.1 แสดงลักษณะของห้องทดลองและการติดตั้งอุปกรณ์.....	23
3.2 ภายนอกห้องทดลอง.....	24
3.3 ภายในห้องทดลอง.....	24
3.4 เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ.....	25
3.5 เครื่องมือวัดความเร็วลม.....	26
3.6 เครื่องวัดอุณหภูมิ.....	26
3.7 คลิปแอมป์.....	27
3.8 เกจวัดความดัน.....	27
3.9 Computer บันทึกข้อมูลในการทำงานของเครื่องปรับอากาศ.....	28
3.10 Powermeter MRS 233 บันทึกข้อมูล.....	28
3.11 เทอร์โมสแตทแบบ Electronic type.....	29
3.12 เทอร์โมสแตทแบบ Bimetal type.....	29
3.13 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ถูกต้องและได้มาตรฐาน.....	31
3.14 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ไม่ถูกต้อง ท่อยาว CDU สูงกว่า FCU CDU ตากแดด.....	31
3.15 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ไม่ถูกต้อง ท่อยาว CDU สูงกว่า FCU CDU ตากแดด.....	31
3.16 การติดตั้ง CDU ที่ตากแดดและสูงกว่า FCU.....	32
3.17 การติดตั้งห้องโดยการลดสารทำความเย็น 55,40,25 Psig.....	33
3.18 การติดตั้งห้องโดยใช้เทอร์โมสแตทแบบ Bimetal.....	34
3.19 การติดตั้งเทอร์โมสแตท.....	34

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.20 การติดตั้ง Condenser ที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้.....	35
3.21 การติดตั้ง Condenser ที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้.....	35
3.22 จุดวัดอุณหภูมิลมผ่านและลมกลับคอยล์เย็น.....	38
3.23 จุดวัดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ.....	38
3.24 จุดวัดความเร็วลมจ่ายและลมกลับ.....	39
3.25 แสดงจุดวัดอุณหภูมิห้อง.....	39
4.1 จุดวัดความเร็วลมจ่ายหน้ากากเครื่องปรับอากาศ.....	41
4.2 จุดวัดอุณหภูมิด้านลมกลับของเครื่องปรับอากาศ.....	44
4.3 จุดวัดความชื้นด้านลมกลับของเครื่องปรับอากาศ.....	45
4.4 จุดวัดอุณหภูมิด้านลมจ่ายของเครื่องปรับอากาศ.....	46
4.5 จุดวัดความชื้นด้านลมจ่ายของเครื่องปรับอากาศ.....	47
4.6 แสดงปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้ของการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ.....	51
4.7 แสดงปริมาณความเย็น ( Btu / hr ) ของการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ,ห้องมาตรฐาน, เทอร์โมสตัท,ท่อสารทำความเย็นยาว,สูง,ตากแดด,ระบายความร้อนไม่ได้.....	53
4.8 แสดงปริมาณความเย็น ( Btu / hr ) โดยการลดปริมาณสารทำความเย็น 55,40,25 Psig...54	54
4.9 เปรียบเทียบค่า WRr (Work Ratio running) ห้องมาตรฐานกับห้อง Passive ท่อยาวคอยล์ร้อนสูงกว่าคอยล์เย็นและคอยล์ร้อนตากแดด.....	54
4.10 เปรียบเทียบค่า WRr (Work Ratio running) ห้องมาตรฐานกับห้อง Passive คอยล์ร้อนระบายความร้อนไม่ออก.....	55
4.11 เปรียบเทียบค่าอัตราส่วนการทำงานของเครื่อง (Work Ratio Running) (WRr) ระหว่างเทอร์โมสตัทแบบ Electronic กับ Bimetal.....	56
4.12 เปรียบเทียบค่าสัดส่วนการทำงานของเครื่อง (Work Ratio Running) (WRr) ระหว่างห้องมาตรฐานสารทำความเย็น 70 psig กับห้องลดปริมาณสารทำความเย็น 55 psig,40 psig และ 25 psig.....	57
4.13 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การทำงานของเครื่อง (Work Ratio Running)(WRr) ระหว่างห้องมาตรฐานสารทำความเย็น 70 psig กับห้องลดปริมาณสารทำความเย็น 55 psig,40 psig และ 25 psig.....	57



## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.14 แสดงค่าประสิทธิภาพ (EER) ของเครื่องปรับอากาศในการติดตั้งรูปแบบต่างๆ .....	58
4.15 แสดงการสิ้นเปลืองพลังงานที่เพิ่มขึ้นต่อเดือนในระบบปรับอากาศ.....	60
4.16 แสดงค่าใช้จ่ายบาทต่อปีของเครื่องปรับอากาศที่เกิดจากปัจจัยทางอ้อม.....	61
4.17 มูลค่าของเงินในปัจจุบันสำหรับยอดเงินที่มีค่าใช้จ่ายเป็นงวดละเท่าๆ กัน.....	63
4.18 แสดงค่าพลังงานส่วนเพิ่มต่อเดือนของเครื่องขนาด (Ton) ต่างๆ จาก Passive.....	62
4.19 แสดงพลังงานส่วนเพิ่มโดยลดปริมาณสารทำความเย็น.....	66
4.20 แสดงค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่มต่อปีของเครื่องขนาด (Ton) ต่าง ๆ จาก Passive โดยห้อง มาตรฐาน เทอร์โมสตัท ระบายไม่ออก ท่อยาวสูงตากแดด.....	68

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาผลการใช้พลังงานทางอ้อมของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน
ชื่อผู้เขียน	ทนงศักดิ์ ภูมิอาจ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. ตีเกะ บุนนาค
สาขาวิชา	การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา	2549

### บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง “ การศึกษาผลการใช้พลังงานทางอ้อมของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน ” มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ ขนาด 12,600 BTU/h โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบ การใช้พลังงานของการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ที่ติดตั้งถูกต้องตามมาตรฐาน เทียบกับการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบการเดินท่อของสารทำความเย็นยาวเกินมาตรฐานในแนวเดียวกัน, การใช้เทอร์โมสตัทแบบ Bimetal type และแบบ Electronic type, การลดปริมาณสารทำความเย็นในระบบเครื่องปรับอากาศและการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ Condenser ที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้ ทดสอบหาประสิทธิภาพของระบบ และ ปริมาณกำลังไฟฟ้า, สัดส่วนการทำงานของเครื่องปรับอากาศ, พลังงานและค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่ม โดยใช้ทดสอบที่มีขนาดพื้นที่ 18 ตารางเมตร

จากผลการวิจัยพบว่า การติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ผิดไปจากมาตรฐานใช้กระแสและพลังงานไฟฟ้าสูงกว่า ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศลดลง ค่าสัมประสิทธิ์ในการทำความเย็นนั้นต่ำลง นอกจากการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ผิดแบบ จะทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานโดยสิ้นเปลืองกว่าระบบปรับอากาศระบบมาตรฐาน 27.55% และทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศลดลงเฉลี่ย 31.03 % สัดส่วนการทำงานเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 37.9 % และค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่ม/ปีขนาด 1-3 ตันเพิ่มขึ้น 30.35% และขนาด 3-5 ตันเพิ่มขึ้น 48.70 % ปัจจัยและ Passive ที่เกิดขึ้นในระบบจะส่งผลโดยตรงต่อการใช้พลังงานทางอ้อม (Passive Energy Used ) ยังทำให้ต้นทุนในการติดตั้งนั้นสูงขึ้นอีกด้วย

Thesis Title	The study in passive energy used of split-type air-conditioner system.
Author	Thanongsak Phum-at
Thesis Advisor	Asst. prof. Tika Bunnag
Department	Engineering Management
Academic Year	2007

### ABSTRACT

The study of passive energy use through split-type air conditioning system aimed to comparing the differences of passive energy use between standard installed split-type air conditioning system and non-standard split-type ones; comparing the differences of uses between bimetal thermostats and electronic ones; comparing the differences between cooling substance reduction in the air conditioning system and air conditioning installation with closed-loop heat circulating condenser; testing the air conditioning system performance and electricity consuming volume; and investigating the work ratio of air conditioning system, energy and surplus costs. This study based on 12,600 BTU/h air conditioners installed in only 18 square meter areas.

The study found that the passive energy use of non-standard split-type air conditioning system was more energy-consuming than the other ones about 27.55%; air conditioning system performance decreased approximately 30.35%, the coefficient value of cooling system was lower. The work ratio of air conditioning system increased 37.9 % on average. And the annual surplus costs also increased, as follows: 12,000 -36,000 BTU/h (1-3 ton) air conditioners increased 30.35% and 36,000-60,000 BTU/h (3 -5 ton) air conditioners increased 48.70%, respectively. As a result, these typical factors led to a high increase in the utilization of passive energy and resulted in the air conditioning installation with higher cost, too.

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

จากสถานะความผันผวนของราคาน้ำมัน โลกการผลิตพลังงาน โดยส่วนใหญ่ยังอ้างอิงกับการใช้น้ำมันและผลิตภัณฑ์จากน้ำมันอยู่อีกทั้ง ปัญหาของสถานะสงครามและภัยพิบัติต่างๆที่เกิดขึ้นส่งผลให้ราคาพลังงานมีการปรับตัวเพิ่มขึ้นสม่ำเสมอการอนุรักษ์พลังงานจึงกลายเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในปัจจุบัน

ประเทศไทยตั้งอยู่ในบริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตร สภาพอากาศอยู่ในเขตร้อนชื้นอากาศจะร้อนเกือบตลอดทั้งปีระบบปรับอากาศจึงเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญสำหรับอาคารทุกประเภทเช่น สำนักงาน ศูนย์การค้า อาคารโรงแรมและที่อยู่อาศัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่านิยมที่เปลี่ยนไปในช่วง 100 ปี นิยมสร้างอาคารและที่พักอาศัยที่เลียนแบบจากต่างประเทศซึ่งเป็นประเทศที่พัฒนาแล้วและโดยส่วนใหญ่อยู่ในเขตอากาศหนาวโดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างของสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ จึงส่งผลกระทบต่ออัตราการใช้พลังงานในอาคาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการที่คนไทยนิยมใช้เครื่องปรับอากาศในการสร้างความสุขสบายในอาคาร ซึ่งส่งผลให้การใช้พลังงานในส่วนนี้เป็นการใช้พลังงานที่สูงที่สุดของอาคารและจากการใช้อาคารผิดประเภททำให้ต้องใช้เครื่องปรับอากาศที่สูงเกินความจำเป็น

การใช้พลังงานในอาคารโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนสำคัญคือ

- 1.1 การใช้พลังงานโดยตรงของอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานในอาคาร ( Active Energy Used)
- 1.2 การใช้พลังงานทางอ้อมของอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานในอาคาร ( Passive Energy Used )

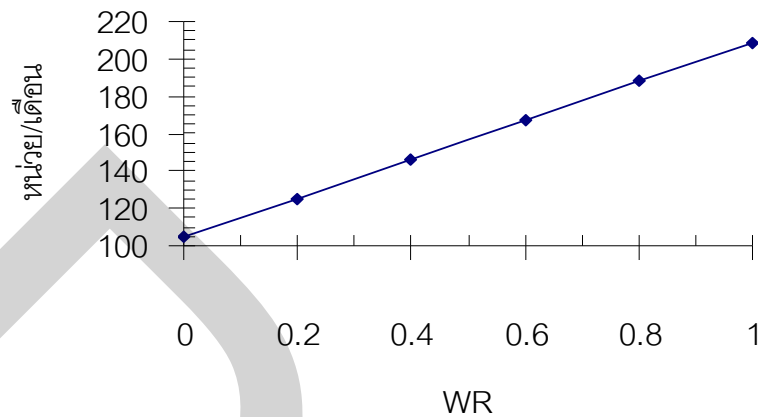
การใช้พลังงานโดยตรง ( Active Energy Used ) เป็นการใช้พลังงานปกติในอุปกรณ์ทุกประเภทที่มีการใช้พลังงานในอาคารทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบและความต้องการของห้องหรือของอาคาร

ในส่วนของการใช้พลังงานทางอ้อม (Passive Energy Used) คือปัจจัยทางอ้อมที่ส่งผลให้ค่าอัตราส่วนการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศมากขึ้นกว่าที่ควรจะเป็นอันเนื่องมาจากการติดตั้งการผิดพลาดของอุปกรณ์หรือการออกแบบเครื่องปรับอากาศใหญ่เกินขนาด การบำรุงรักษาที่ไม่ดีทำให้ เครื่องปรับอากาศจะใช้พลังงานมากขึ้นเช่น การติดตั้งตำแหน่งที่ไม่ถูกต้องมีข้อจำกัดของการติดตั้งและการออกแบบการขาดความรู้ในการติดตั้งจึงทำให้การติดตั้งระบบเป็นไปโดยความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ทำให้เดินท่อยาวเกินความจำเป็น ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน ( Split Type) มีการกำหนดท่อมาตรฐานอยู่ที่ 5 ถึง 10 เมตรแต่เกิดข้อจำกัดและความรู้ของผู้ออกแบบ โดยทั่วไปการออกแบบระบบปรับอากาศมีการติดตั้งคอยล์ร้อน (Condensing Unit) และคอยล์เย็น (Fan Coil Unit) จะต้องอยู่ในระดับเดียวกันหรือคอยล์ร้อน (Condensing Unit) อยู่ต่ำกว่าคอยล์เย็น (Fan Coil Unit) ทั้งนี้เพื่อให้น้ำมันไหลกลับเข้าสู่ Compressor ได้แก่อันเนื่องมาจากข้อจำกัดบางประการทำให้ไม่สามารถติดตั้งได้และการขาดการบำรุงรักษาที่คืออุปกรณ์ในระบบมีการอุดตันการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอยู่ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมส่งผลทำให้ Compressor ใช้เวลาในการทำงานยาวกว่าปกติจึงส่งผลต่อการใช้พลังงานแบบทางอ้อม (Passive Energy Used)

ปัจจัยข้างต้นทำให้เกิดการทำงานของเครื่องที่ยาวนานเกินความจำเป็นส่งผลให้การใช้พลังงานโดยเปล่าประโยชน์และเกินความจำเป็นเกิดขึ้น สภาพเหล่านี้เป็นผลจากการใช้พลังงานแบบทางอ้อมซึ่งผลเหล่านี้เป็นผลที่คนคาดไม่ถึงสิ่งที่ตามคือการเกิดค่าไฟแพงที่สูงกว่าปกติ คิดว่าค่าไฟแพงนั้นเป็นค่าไฟจากการเกิดการใช้พลังงานทางอ้อมโดยที่ผู้ใช้ทั่วไปปกติ สิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งที่ยังไม่มีใครนำเสนอให้กับคนทั่วไปได้รับรู้และไม่มีใครนำเสนอข้อมูลเหล่านี้อย่างชัดเจนหรือสร้างความสัมพันธ์ที่จะชี้ให้เห็นได้ถึงปัญหาเหล่านี้

จากการเปรียบเทียบโดยการคำนวณการใช้พลังงานทางทฤษฎีของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 1 ตัน (12,000 Btu/hr) ที่มีการเปิดใช้งาน 8 ชั่วโมงต่อวัน (ภาพที่ 1.1) โดยมีสัดส่วน Work Ratio ต่างกันพบว่า การใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศซึ่งถ้าพบว่า Work Ratio เป็น 1 จะทำให้การใช้ไฟฟ้าที่สูงที่สุด เนื่องจากคอมเพรสเซอร์จะมีความทำงานตลอดเวลาโดยไม่ตัดการทำงานในทางตรงข้ามหาก Work Ratio มีค่าเป็น 0 ส่งผลการใช้ไฟฟ้าต่ำสุดแสดงให้เห็นว่าระบบมีการตัดต่ออยู่ที่ 50% (คอมเพรสเซอร์ทำงานเพียง 4 ชั่วโมง)

ดังนั้นการศึกษานี้จึงเป็นการศึกษาเพื่อการสร้างเครื่องมือในการแสดงถึงปัจจัยของการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นจากปัญหาของพลังงานทางอ้อมและเพื่อกระตุ้นให้ผู้ออกแบบคำนึงถึงความสำคัญของ Work Ratio ( WR ) และพลังงาน เห็นได้ชัดว่าค่าสัดส่วนการทำงานของระบบปรับอากาศประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบ และติดตั้ง ระบบปรับอากาศเพื่อประหยัดพลังงานและยังลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาอีกด้วย



ภาพที่ 1.1 ความสัมพันธ์ของ Work Ratio และ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อเดือนของระบบปรับอากาศ ขนาด 1 ตัน

## 1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาถึงผลของสัดส่วนการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นในระบบปรับอากาศจากการใช้พลังงานทางอ้อม

1.2.2 ศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ทำให้เกิดการใช้พลังงานทางอ้อมที่มีผลกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าแพงที่เกิดขึ้น

1.2.3 พัฒนาเครื่องมือในการช่วยประมาณค่าการใช้พลังงานสิ้นเปลืองอันเนื่องมาจากผลของการใช้พลังงานทางอ้อม

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

การศึกษาเฉพาะเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนในอาคารเท่านั้น การศึกษาจะมุ่งเน้นการสิ้นเปลืองพลังงานอันเนื่องมาจากปัญหาของการใช้พลังงานทางอ้อม

การศึกษาจะกระทำจากปัจจัยของ PEU (Passive Energy Used) ต่างๆ ดังนี้

1.3.1 ปัจจัยของการใช้ท่อสารทำความเย็นที่ยาวเกินมาตรฐาน

1.3.2 ปัจจัยของการติดตั้งชุดคอยล์ร้อน CDU (Condensing Unit) สูงกว่าชุดคอยล์เย็น FCU (Fan Coil Unit)

1.3.3 ปัจจัยของการติดตั้งชุดคอยล์ร้อน CDU (Condensing Unit) ตากแดด

1.3.4 ปัจจัยของ การติดตั้ง Condenser ที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้

1.3.5 ปัจจัยของการผิดพลาดของอุปกรณ์ควบคุม

1.3.6 ปัจจัยของการลดปริมาณสารทำความเย็น

#### 1.4 วิธีของการวิจัย

1.4.1 ศึกษาทฤษฎีเบื้องต้นและหาเครื่องทดสอบในการเก็บข้อมูลจะทำการเก็บข้อมูลโดยการวัด

1.4.1.1 วัดความเร็วลมของคอยล์เย็น FCU (Fan Coil Unit) ด้านลมจ่ายและด้านลมกลับ

1.4.1.2 วัดความชื้นและอุณหภูมิหน้าคอยล์เย็น FCU (Fan Coil Unit) ด้านจ่ายและด้าน

กลับ

1.4.1.3 วัดกระแสไฟฟ้า

1.4.1.4 วัดความดันของน้ำยาของระบบขณะเดินเครื่อง

1.4.1.5 วัดอุณหภูมิที่คอยล์ร้อน CDU (Condensing Unit )

1.4.1.6 วัดอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศ

1.4.1.7 วัดอุณหภูมิภายนอกห้องปรับอากาศ

1.4.2 วิเคราะห์การใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากปัจจัยการใช้พลังงานทางอ้อม

1.4.3 สร้างสมการความสัมพันธ์และมาตรฐานการหาค่า Passive Energy Used

1.4.4 สรุปผลและจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

#### 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เป็นข้อมูลในการออกแบบและติดตั้งระบบปรับอากาศเพื่อประหยัดพลังงาน

1.6.1 เพื่อเป็นข้อมูลในการป้องกันการใช้พลังงานที่สิ้นเปลืองในระบบปรับอากาศอันเนื่องจาก การใช้พลังงานทางอ้อม

1.6.2 เป็นข้อมูลในการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงาน

1.6.3 เป็นข้อมูลในการช่วยวิเคราะห์ผลอันเนื่องมาจากการใช้พลังงานทางอ้อมในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

## บทที่ 2

### แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

##### 2.1.1 การทำความเย็น

การทำความเย็นเป็นกระบวนการของการลดและรักษาอุณหภูมิของวัตถุหรือบริเวณรอบๆที่ต้องการทำความเย็น ให้มีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิของสภาพแวดล้อม ระบบทำความเย็นที่ใช้งานจริงทุกระบบจะทำการรักษาอุณหภูมิให้ต่ำ โดยการนำเอาความร้อนออกจากสิ่งที่ต้องการทำให้เย็นลงขณะที่มีอุณหภูมิและนำความร้อนออกขณะที่มีอุณหภูมิสูง โดยอาศัยสารตัวกลางเป็นตัวนำความร้อนเข้าและออกจากระบบ

เครื่องปรับอากาศ เป็นระบบที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้อยู่ในสภาวะที่มนุษย์รู้สึกสบาย ซึ่งมีการกรองฝุ่นกำจัดกลิ่นและคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นที่ทราบกันดีว่าสภาวะที่มนุษย์รู้สึกสบายที่สุดสำหรับประเทศไทยเป็นประเทศอยู่ในเขตร้อน โดยการสวมเสื้อไม่หนา อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง  $24^{\circ}\text{C}$  ถึง  $27^{\circ}\text{C}$  โดยมีระดับชื้นสัมพัทธ์ตั้งแต่ 50-65 % เช่นถ้าอุณหภูมิอยู่ในช่วง  $24^{\circ}\text{C}$  ความชื้นสัมพัทธ์ควรเป็น 65% หากเพิ่มอุณหภูมิเป็น  $27^{\circ}\text{C}$  ความชื้นสัมพัทธ์ควรเป็น 50% เป็นต้น กล่าวคือ ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นความชื้นสัมพัทธ์ควรต่ำลงจะรู้สึกสบายที่สุด

##### 2.1.2 การปรับอากาศ

การปรับอากาศ เป็นการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของอากาศในห้องที่ต้องการปรับอากาศให้อยู่ในสภาวะตามความต้องการ ซึ่งจะต้องมีการควบคุมความบริสุทธิ์ของอากาศและการเคลื่อนไหวของอากาศในห้องด้วย หลักของการปรับอากาศ

##### 2.1.2.1 การปรับและควบคุมอุณหภูมิ

การปรับอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศให้อยู่ในช่วงที่คนกำลังรู้สึกสบาย เป็นสิ่งสำคัญมากโดยเฉพาะประเทศไทยซึ่งเป็นเขตร้อนมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ  $29^{\circ}\text{C}$  แต่อุณหภูมิที่คนกำลังสบายควรอยู่ระหว่าง  $24^{\circ}\text{C}$ -  $26^{\circ}\text{C}$

##### 2.1.2.2 ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่อความสบายของมนุษย์เรามากพอๆกับอุณหภูมิ เช่นในฤดูหนาวบางวันซึ่งมีอุณหภูมิสูงเท่าๆ กับในฤดูร้อนเรายังรู้สึกว่าในฤดูหนาวเย็นสบายกว่าในฤดูร้อนหนึ่งอึกแห่ง



ไม่เหนียวตัว เพราะในฤดูหนาวอากาศแห้ง ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ เหนือที่ผิวหนังระเหยได้ง่ายกว่าในฤดูร้อน โดยทั่วไปความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมสำหรับมนุษย์มีค่าประมาณ 50 – 65 %

### 2.1.3 การเคลื่อนไหวยของอากาศ

การเคลื่อนไหวยของอากาศภายในห้องปรับอากาศต้องคำนึงถึงความเร็วลม เพราะถึงแม้จะควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของอากาศได้พอเหมาะแล้ว แต่ถ้าลมส่งที่พัดหมุนเวียนแรงเกินไปและปะทะส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายโดยตรงตลอดเวลา จะทำให้ผู้อยู่ในห้องมีความรู้สึกไม่สบายได้

### 2.1.4 คุณภาพของอากาศ

เนื่องจากห้องปรับอากาศเป็นห้องที่ปิดมิดชิดจะต้องมีการปรับอากาศและระบายอากาศที่ดีซึ่งเป็นการขจัดสิ่งรบกวนต่างๆ เช่น ฝุ่นละออง ควัน กลิ่น และเสียงอึกที่กจากภายนอกให้ลดลงได้ เป็นการควบคุมคุณภาพของอากาศได้อีกด้วยโดยทั่วไปแล้วการปรับอากาศอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท

2.2.4.1 การปรับอากาศเพื่อความสบายเป็นการปรับอากาศที่มุ่งเสริมสุขภาพ ในส่วนความสบายและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของผู้คนที่อาศัยหรือทำงานอยู่ในที่นั้นเช่น การปรับอากาศในบ้าน สำนักงาน โรงพยาบาล โรงแรม โรงภาพยนตร์ เป็นต้น

2.2.4.2 การปรับอากาศเพื่ออุตสาหกรรม เป็นการปรับอากาศเพื่อควบคุมสภาวะของบรรยากาศในกระบวนการผลิต อุตสาหกรรมด้านอาหาร การทำวิจัยและการเก็บรักษาผลผลิตต่างๆ เช่น การปรับอากาศในอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์ โรงงานทอผ้า เป็นต้น

การปรับอากาศเพื่อให้เกิดความสบายต้อง ปรับอากาศให้ได้ผลอย่างน้อยต้องมีอุณหภูมิที่ 24.5 °C และความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 50 % จะต้องนำเอาอากาศใหม่เข้ามาอย่างพอเพียงสำหรับการหายใจและการจำกัดกลิ่น เพื่อความรู้สึกสดชื่นและกรองอากาศให้ปราศจากฝุ่นละออง เชื้อโรค และกลิ่น ควรมีอากาศเคลื่อนไหวยในอัตราประมาณ 5-8 เมตร/นาที และอุณหภูมิกระจายเท่าเทียมกัน

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานของสภาพอากาศตารางที่ 2.1 มาตรฐานของสภาพอากาศภายในห้องปรับอากาศ

ปริมาณฝุ่นละออง	0.15 mg/cum หรือน้อยกว่า
Carbonmonoxide	10 ppm
Carbondioxide	1000 ppm
อุณหภูมิ	25 – 27 deg°C
ความชื้นสัมพัทธ์	50 500 %
ความเร็วอากาศ	น้อยกว่า 0.5 m/s
ความหนาแน่น	1.200 Kg/m <sup>3</sup>

## 2.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสภาวะสบายเชิงความร้อน

ภาวะสบายเชิงความร้อนของคน ในอากาศถูกนำมาศึกษา เนื่องจากมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพในการทำงานของมนุษย์และยังมีผลกระทบทางการใช้พลังงานเพื่อปรับอากาศให้รู้สึกสบาย จากการศึกษาพบว่า ปัจจัยหรือตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อสภาวะสบายเชิงความร้อนของมนุษย์สามารถแบ่งได้ 3 กลุ่มดังนี้

2.2.1 ปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศแวดล้อม อุณหภูมิการแผ่รังสี ความร้อนเฉลี่ยของผนังห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ความเร็วสัมพัทธ์ของอากาศในห้อง และความดันบรรยากาศ

2.2.2 ปัจจัยทางธรรมชาติของร่างกาย ได้แก่ วัย เพศ เชื้อชาติ และความเคยชินกับสภาพอากาศ

2.2.3 ปัจจัยที่อยู่ภายนอก ได้แก่ ระดับการทำงาน ลักษณะของงานหรือกิจกรรมที่ทำ ดังนั้น หากต้องการให้เกิดความสบายเชิงความร้อนก็ต้องควบคุมตัวแปรเหล่านี้และยังมีสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงคือสภาพอากาศ ดังนั้นจะมีการหมุนเวียนอากาศเพื่อนำอากาศสะอาดเข้ามาถ่ายเทในบริเวณที่ต้องปรับอากาศให้รู้สึกสบาย นอกเหนือไปจากการควบคุมในเรื่องปริมาณความเร็วลมและอุณหภูมิ

## 2.3 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน หมายถึงเครื่องปรับอากาศที่ประกอบด้วยชุดคอยล์เย็น FCU (Fan Coil Unit) และคอยล์ร้อน CDU(Condensing Unit )แยกออกจากกัน โดยชุดคอยล์ร้อนจะ

ติดตั้งไว้ในอาคารส่วนคอยล์เย็นจะไว้ในอาคาร โดยการเชื่อมต่อระบบด้วยท่อสารความเย็นทำหน้าที่ในการไหลเวียนของระบบน้ำยาเพื่อถ่ายเทแลกเปลี่ยนความร้อนของระบบ

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเป็นที่นิยมใช้กันมากตาม อาคาร บ้านพักอาศัย และสำนักงานในปัจจุบัน เพราะเสียงเงียบกว่าไม่เสียงพึมพำที่ติดตั้งสะดวก การดูแลบำรุงรักษาได้ง่าย เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนนี้สามารถแบ่งตามลักษณะการติดตั้งได้เป็น 3 ชนิด ( สนอง อิมเอม, 2540:48-49) ได้แก่

2.3.1 เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบตั้งพื้น ( Floor Type ) เป็นเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนที่มีส่วนทำความเย็น FCU (Fan Coil Unit) ตั้งอยู่บนพื้นเป็นชนิดที่มีราคาถูก ติดตั้งง่าย และดูแลบำรุงรักษาง่ายที่สุด แต่ใช้พื้นที่ภายในห้องมาก จึงไม่เหมาะสมสำหรับห้องที่มีพื้นที่ที่จำกัด

2.3.2 เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบแขวนเพดาน ( Ceiling Type ) เครื่องปรับอากาศชนิดนี้มีส่วนทำความเย็น FCU (Fan Coil Unit) แขวนใต้ฝ้าเพดานเป็นชนิดที่ประหยัดพื้นที่มากที่สุดเหมาะกับห้องที่มีเพดานสูง ให้ระยะเป่าลมไกลกว่าชนิดอื่น การดูแลบำรุงรักษา และการซ่อมแซมไม่สะดวก

2.3.3 เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบติดผนังห้องหรือฝ้าเพดาน ( Wall Type ) เป็นเครื่องปรับอากาศชนิดที่มีส่วนทำความเย็น FCU (Fan Coil Unit) ติดที่ผนังห้องหรือฝ้าเพดาน เป็นแบบที่ใช้พื้นที่ภายในห้องน้อย แต่เครื่องปรับอากาศแบบนี้ติดตั้งและดูแลบำรุงรักษายาก และราคาแพงกว่าแบบอื่น

โดยทั่วไปเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนมีส่วนสำคัญใหญ่ๆ อยู่ 2 ส่วน (สนอง อิมเอม, 2540 :393 ) ส่วนที่ 1 เรียกว่า ชุดคอยล์เย็น FCU( Fan coil Unit ) จะติดตั้งอยู่ภายในห้องปรับอากาศ ซึ่งจะประกอบด้วย Evaporator coil, Expansion valve ,Fan Blower motor, Drain Pan ,Air Filter. ส่วนที่ 2 เรียกว่า ชุดคอยล์ร้อน CDU (Condensing Unit) จะติดตั้งอยู่ภายนอกห้องปรับอากาศประกอบด้วย Compressor ,Condenser Fan Motor, Starter Set.

ในการศึกษาและวิจัยจะทำการวิจัยในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ระบายความร้อนด้วยอากาศ ซึ่งจะใช้อากาศเป็นตัวกลางในการระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นและเดินท่อน้ำยาในแนวดิ่ง เพื่อหาผลดีและผลเสียของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ

## 2.4 วงจรทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศระบบคอมเพรสเซอร์อัดไอ

โดยทั่วไปแล้ววงจรเครื่องทำความเย็นระบบคอมเพรสเซอร์อัดไอประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญ 5 ส่วน ( สมศักดิ์ สุโมตยกุล, 2521 :54 ) ได้แก่

2.4.1 คอยล์เย็นหรืออีวาพอเรเตอร์ ( Evaporator ) ทำหน้าที่ดูดซับปริมาณความร้อนจากบริเวณหรือพื้นที่ที่ต้องการทำความเย็น ขณะที่น้ำยาทำความเย็นภายในระบบตรงบริเวณนี้ระเหยเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สจะดูดซับปริมาณความร้อนผ่านผิวท่อทางเดินของน้ำยาเข้าไปยังน้ำยาภายในระบบ

2.4.2 คอมเพรสเซอร์ ( Compressor ) ทำหน้าที่ในการดูดและอัดน้ำยาในสถานะที่เป็นแก๊ส โดยดูดแก๊ส อุณหภูมิต่ำและความดันต่ำและอัดให้มีความดันสูงและอุณหภูมิสูง จนถึงจุดที่แก๊สพร้อมจะควบแน่นเป็นของเหลวที่มีการถ่ายเทความร้อนออกจากน้ำยา

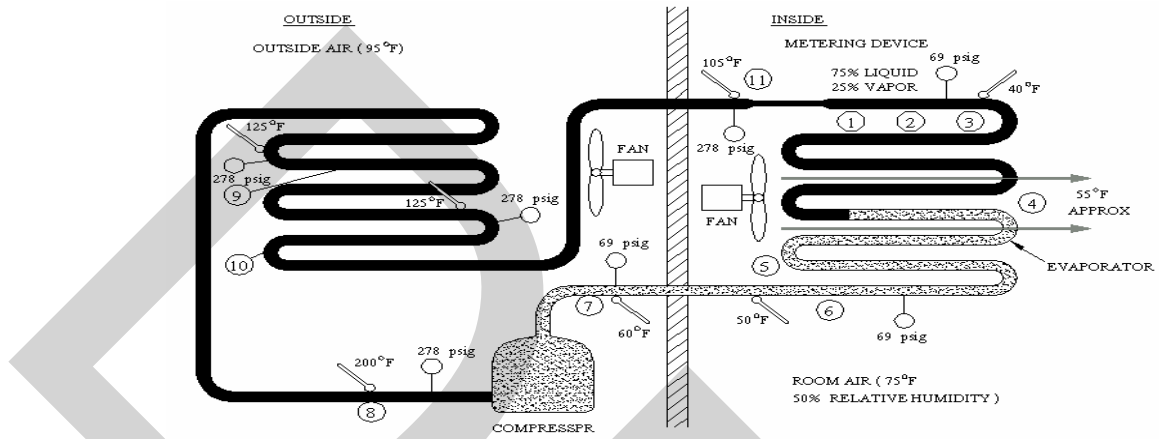
2.4.3 คอนเดนเซอร์ ( Condenser ) ทำหน้าที่ให้น้ำยาในสถานะที่เป็นแก๊สกลั่นตัวเป็นของเหลวด้วยการระบายความร้อนออกจากน้ำยา

2.4.4 ท่อพักน้ำยาเหลว ( Receiver Tank ) น้ำยาเหลวที่มีความดันสูงและอุณหภูมิสูงซึ่งกลั่นตัวมาแล้วมาจากคอนเดนเซอร์จะถูกส่งเข้ามาพักในท่อพักน้ำยานี้

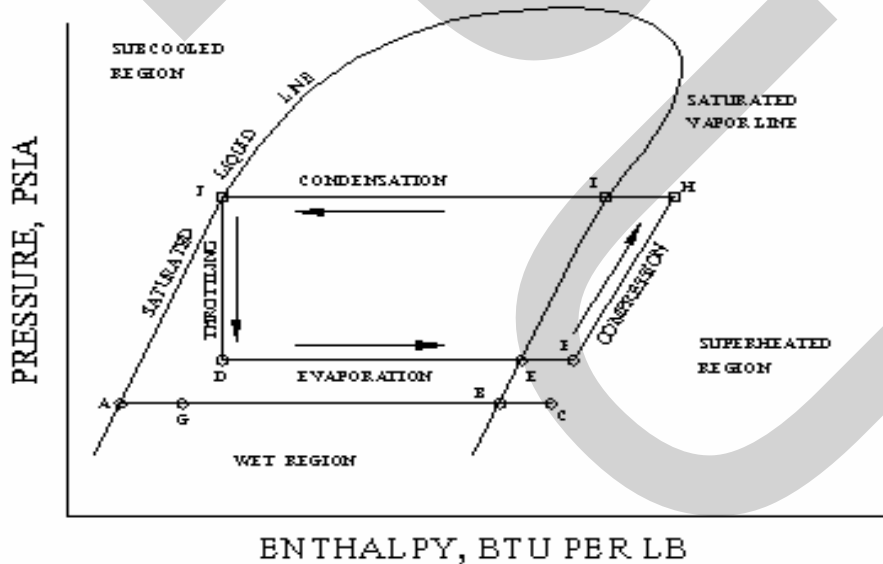
2.4.5 เอกซ์แพนชันวาล์ว ( Expansion Valve ) ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของน้ำยาที่ไหลผ่านเข้าไปในอีวาพอเรเตอร์และลดความดันของน้ำยาให้มีความดันต่ำลง

## 2.5 หลักการทำงานของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนและวัฏจักรความเย็นแบบอัดไอ

วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอเบื้องต้น ( ไพบูลย์ หังสพฤกษ์, 2538 : 145,146 ) ดังภาพที่ 2.1 เริ่มจากคอมเพรสเซอร์ดูดสารทำความเย็นซึ่งอยู่ในสถานะที่เป็นไอที่จุด 1 และถูกอัดเพื่อให้มีความดันสูงขึ้นตามขบวนการไอเซนโทรปิก ( Isentropic Process ) ที่จุด 2 แล้วไอสารทำความเย็นที่มีความดันสูงและอุณหภูมิสูงจะถูกส่งไปยังคอนเดนเซอร์เพื่อระบายความร้อน ( $Q_c$ ) ที่ซึ่งโดยขบวนการความดันคงที่ ( Isobaric process ) ทำให้สารทำความเย็นควบแน่นกลายเป็นของเหลวที่มีความดันสูงที่จุดที่ 3 จากนั้นสารทำความเย็นจะไหลผ่านอุปกรณ์ลดความดัน ( Expansion Valve ) ซึ่งเรียกว่ากระบวนการลดความดันโดยอาศัยความเสียดทาน โดยไม่มีการถ่ายเทความร้อน ( Throttling Process or Constant Enthalpy ) ออกมาที่จุดที่ 4 สารทำความเย็นบางส่วนจะเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอโดยดูดความร้อนจากของเหลวที่เหลือนี้เย็นลงซึ่งไอก็เย็นลงตามด้วย ไอผสมของเหลวซึ่งเย็นนี้จะไหลเข้าเครื่องระเหย ( Evaporator ) มันจะดูดความร้อน ( $Q_e$ ) จากบริเวณปรับอากาศที่ความดันคงที่ ( Isentropic Process ) จนกลายเป็นไอหมดพอดีที่จุด 1 แล้วเริ่มวัฏจักรใหม่อีกครั้ง



ภาพที่ 2.1 วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอเบื้องต้น



ภาพที่ 2.2 การทำงานของระบบเครื่องปรับอากาศบนแผนภาพ P-H

จากภาพที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัน (Pressure) และเอนทาลปี (Enthalpy) หรือความร้อน (Heat Content) แกนตั้งบน แผนภาพ P-H จะเป็นแกนของความดันคงที่ (Constant Pressure) และแกนนอนจะเป็นแกนของเอนทาลปี เส้นของเหลวอิ่มตัว (Saturated Liquid) เป็นเส้นที่สร้างมาจากแรงดันและเอนทาลปีของเหลวอิ่มตัวคือเส้นที่สารทำความเย็นจะเป็นของเหลว เส้นไอ

อิ่มตัว (Saturated Vapor) เป็นที่สร้างมาจากความดันและเอนทาลปีของไออิ่มตัวคือเป็นเส้นที่สารทำความเย็นจะเป็นแก๊ส

บนแผนภาพ P-H จะถูกแบ่งด้วยของเหลวและไออิ่มตัวออกเป็น 3 ส่วน คือพื้นที่ในส่วน  
ของเหลวเย็นยวดยิ่ง (Sub cooled liquid), พื้นที่ส่วนที่เป็นไอร้อนยวดยิ่ง (Super heat vapor) และ  
พื้นที่สารผสม (Mixture) ซึ่งจะเป็นพื้นที่ที่สารทำความเย็นอยู่ในสภาวะแก๊สและของเหลวผสมกัน  
( สมอง อีมเอ็ม, 2544 : 415 , 416 )

ระบบการทำงานของเครื่องทำความเย็นที่แสดงบน แผนภาพ P-H มี 4 เส้นที่แสดง  
กระบวนการทำงานของเครื่องทำความเย็น (ภาพที่ 2.2) เส้นในแนวนอนที่มีความดันคงที่เส้นหนึ่ง  
คือขบวนการระเหย (Evaporating Process) ได้แก่ช่วง D ถึง E และอีกเส้นหนึ่งคือ กระบวนการ  
กลั่นตัว (Condensing Process) ได้แก่ช่วง H-J เส้นตั้งเส้นหนึ่ง เอนทาลปีคงที่เป็นขบวนการควบคุม  
สารทำความเย็น ได้แก่ J-D และขบวนการสุดท้ายคือกระบวนการอัด ซึ่งได้แก่ช่วง F-H .

## 2.6 การใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ

อาคารโดยทั่วไป ในปัจจุบันมีการติดตั้งระบบปรับอากาศเพื่อความรู้สึกรบายและเพิ่ม  
ประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงานที่อยู่ในอาคารเหล่านี้เป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้การใช้พลังงาน  
ไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศสูงขึ้นทุกปี จากผลสำรวจพบว่า ภาพรวมของการใช้พลังงานไฟฟ้า  
ในประเทศไทยสามารถแบ่งการใช้พลังงานไฟฟ้าออกเป็น 3 ส่วนกล่าวคือ ร้อยละ 40 อยู่ในภาค  
อุตสาหกรรม ร้อยละ 35 อยู่ในภาคธุรกิจ และอีกร้อยละ 25 อยู่ในภาคที่อยู่อาศัยตัวเลขค่าใช้จ่าย  
ด้านพลังงานไฟฟ้าที่เป็นจริงในทุกวันนี้ กว่าร้อยละ 60 ของพลังงานที่สูญเสียไปนั้นมาจากระบบ  
ปรับอากาศ

จากข้อมูลการสำรวจของบริษัทห้างร้านที่เป็นตัวแทนจำหน่ายเครื่องปรับอากาศพบว่า  
ความต้องการใช้เครื่องปรับอากาศภายในประเทศเพิ่มขึ้นประมาณ 500,000 เครื่องต่อปี ถ้าเฉลี่ย  
ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศค่าเฉลี่ยต่อเครื่องจะใช้ประมาณ 1,500 วัตต์ต่อ  
เครื่องปรับอากาศทุกเครื่องเปิดใช้งานพร้อมกันในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดจะต้องใช้  
พลังงานไฟฟ้าถึง 750 เมกะวัตต์ต่อปีเพื่อสนองความต้องการ

## 2.7 การใช้ระบบปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้ามกที่สุดในอาคารสำนักงานหรือบ้านพัก  
อาศัยนอกจากปัจจุบันความต้องการการใช้เครื่องปรับอากาศเพิ่มมากขึ้นทำให้มีราคาแพงการใช้  
เครื่องปรับอากาศยังเพิ่มค่าใช้จ่ายสำหรับค่าไฟมากขึ้น การเลือกใช้เครื่องปรับอากาศที่มีคุณภาพไม่

ติดตั้งที่ไม่ถูกต้องการใช้ที่ไม่ถูกต้องและการดูแลบำรุงรักษาที่ไม่ดีพอทำให้เกิดค่าไฟที่เพิ่มขึ้น และมีปัจจัยทางอ้อมหลายๆปัจจัยที่ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็นควรเลือกใช้เครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงมีขนาดที่พอเหมาะและการติดตั้งที่ได้มาตรฐานอีกด้วย

ตารางที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่กับขนาดของเครื่องปรับอากาศ

พื้นที่ห้องตามความสูงปกติ (ตารางเมตร )	ขนาดของเครื่องปรับอากาศ (บีทียู/ชั่วโมง )
13 – 14	7,000 – 9,000
16 -17	9,000 - 11,000
20- 22	11,000 - 13,000
23 -24	13,000 -16,000
30	20,000 - 18,000
40	24,000

## 2.8 ความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

ความสามารถของสารความเย็นใดๆ คือ อัตราความเย็นสามารถในการดูดความร้อนจากบริเวณรอบๆโดยทั่วไปจะกำหนดเป็น กิโลจูลต่อวินาที ( kJ/s ) หรือ กิโลวัตต์( kW ) จะเห็นว่าความสามารถการทำความเย็นก็คือ อัตราการถ่ายพลังงาน ซึ่งกำหนดในหน่วยของกำลังงาน

$$Q_e = m \times q_e$$

$$Q_e = \text{ความสามารถในการทำความเย็น} \quad (\text{kW})$$

$$m = \text{อัตราการไหลเวียนของสารทำความเย็นต่อวินาที} \quad (\text{kg/s})$$

การทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ สามารถวัด ระดับความเย็นได้ ค่ามาตรฐานในการวัดขึ้นอยู่กับแต่ละประเทศซึ่งจะแตกต่างกันออกไป แต่โดยทั่วไป ค่ามาตรฐานในการวัดที่ใช้กันทั่วไป คือ BTU/hr, kcal/hr และ kW/hr สำหรับ Btu ( British Thermal Unit ) เป็นหน่วยในการวัดที่ได้รับความนิยมมากที่สุด นั่นคือ 1 BTU เท่ากับ พลังงานที่ทำให้ น้ำลดอุณหภูมิลง 1°F ส่วน ใช้สำหรับแสดงคุณสมบัติและความสามารถของเครื่องปรับอากาศ 1 ton คือค่าของพลังงานที่จำเป็นในการทำให้น้ำ 1 ton กลายเป็นน้ำแข็งภายใน 24 ชั่วโมง ( ดร.วิทยา ยงเจริญ, 2536 : 253,254 )

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบการทำความเย็น

	1 BTU/hr	1 Kcal/hr	1 W	1 KJ	1 HP	1 Rton
1 BTU/hr	1	0.293	0.293	1.055	0.00039	0.000083
1 Kcal/hr	3.968	1	1163	4.186	0.0015	0.000329
1 W	3.413	0.86	1	3.601	0.00133	0.000283
1 kJ	0.948	0.293	0.278	1	0.00037	0.000079
1 HP	2559	645	750	2700	1	0.212
1 Ton	12000	3024	3516	12660	4.68	1

### 2.8.1 ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ

ประสิทธิภาพการทำความเย็น หมายถึง ความสามารถในการทำความเย็นต่อพลังงานที่ใช้ในกระบวนการในการทำความเย็นทั้งหมด

ในระบบ SI หรือ เมตริก จะใช้เป็น COP ( Coefficient of performance )

$$\text{COP} = \frac{\text{สมรรถนะการทำความเย็น (kW)}}{\text{กำลังไฟฟ้าป้อนเข้า (kW)}}$$

ในระบบ อังกฤษ จะใช้เป็น EER. ( Energy Efficiency Ratio )

### 2.8.2 ประสิทธิภาพด้านพลังงาน( Energy Efficiency Ratio )

ประสิทธิภาพด้านพลังงาน ( EER. ) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างความสามารถในการให้ความเย็นของเครื่องปรับอากาศ(BTU/hr ) ต่อกำลังไฟฟ้า ( Watt ) ที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศมีหน่วยเป็น Btu/hr/W ดังนั้น จะซื้อเครื่องปรับอากาศใหม่ควรเลือกเครื่องที่มีค่า EER สูง จะทำให้ได้รับความเย็นเท่ากันแต่เสียเงินค่าไฟฟ้าน้อยกว่า หรือในทางกลับกันหากจ่ายค่าไฟฟ้าเท่ากันก็จะได้รับความเย็นมากกว่าจากเครื่องที่มีค่า EER สูงนั่นเองการหาค่า EER สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ} = \frac{\text{ปริมาณความเย็นของเครื่อง (Btu/hr)}}{\text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้ ( watt )}}$$

ดังนั้น ค่า EER ยิ่งสูงแสดงว่าใช้ระบบปรับอากาศใช้กำลังไฟฟ้าน้อยแต่สามารถทำความเย็นได้มาก



ตารางที่ 2.4 ระดับของค่า EER ของเครื่องปรับอากาศชนิดต่างๆ

ระดับค่า EER หน่วย: Btu/hr	เครื่องปรับอากาศ		
	ชนิดติดหน้าต่าง	ชนิดติดฝาผนัง	ชนิดแยกส่วนตั้งพื้น
	ขนาดตั้งแต่ 9,000 – 24,000 Btu/hr	ขนาดตั้งแต่ 8,000 – 24,000 . Btu/hr	ขนาดตั้งแต่ 12,000 – 36,000 Btu/hr
มีประสิทธิภาพสูง	9 – 10	10 – 13	9 – 11
มีประสิทธิภาพปานกลาง	8 – 9	8 – 10	8 – 9
มีประสิทธิภาพต่ำ	7.5 - 8	7.5 - 8	6 - 8

ปัจจุบันสำนักงานจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (ก.ฟ.ผ.) ได้จำแนกระดับประสิทธิภาพด้านพลังงาน ออกเป็น 5 ระดับ (การไฟฟ้าฝ่ายผลิต, 2540 : 10) ได้แก่

ระดับที่ 5 เป็นระดับประสิทธิภาพดีมาก ค่า EER ตั้งแต่ 10.6 ขึ้นไป

ระดับที่ 4 เป็นระดับประสิทธิภาพดี ค่า EER ตั้งแต่ 9.6 ขึ้นไป แต่ไม่ถึง 10.6

ระดับที่ 3 เป็นระดับประสิทธิภาพปานกลาง ค่า EER ตั้งแต่ 8.6 ขึ้นไป แต่ไม่ถึง 9.6

ระดับที่ 2 เป็นระดับประสิทธิภาพพอใช้ ค่า EER ตั้งแต่ 7.6 ขึ้นไป แต่ไม่ถึง 8.6

ระดับที่ 1 เป็นระดับประสิทธิภาพต่ำ ค่า EER ต่ำกว่า 7.6

ตารางที่ 2.5 การเปรียบเทียบการใช้ไฟฟ้าของปรับอากาศ

ความเย็นที่เครื่องทำได้ ( Btu/hr )	เครื่องปรับอากาศทั่วไป	
	กระแส A	กำลังไฟฟ้า kW
8,000	6	1.15
10,000	8	1.75
12,000	8.5	1.9
14,000	11	2.3
18,000	11.5	2.8
20,000	15	3
24,000	17	3.4

30,000	21	4
--------	----	---

โดยปกติการคำนวณหาปริมาณความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนจะทำการ  
หาค่าปริมาณความเย็นจากการวัดแล้วนำผลการวัดหาค่าในสมการ

ความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

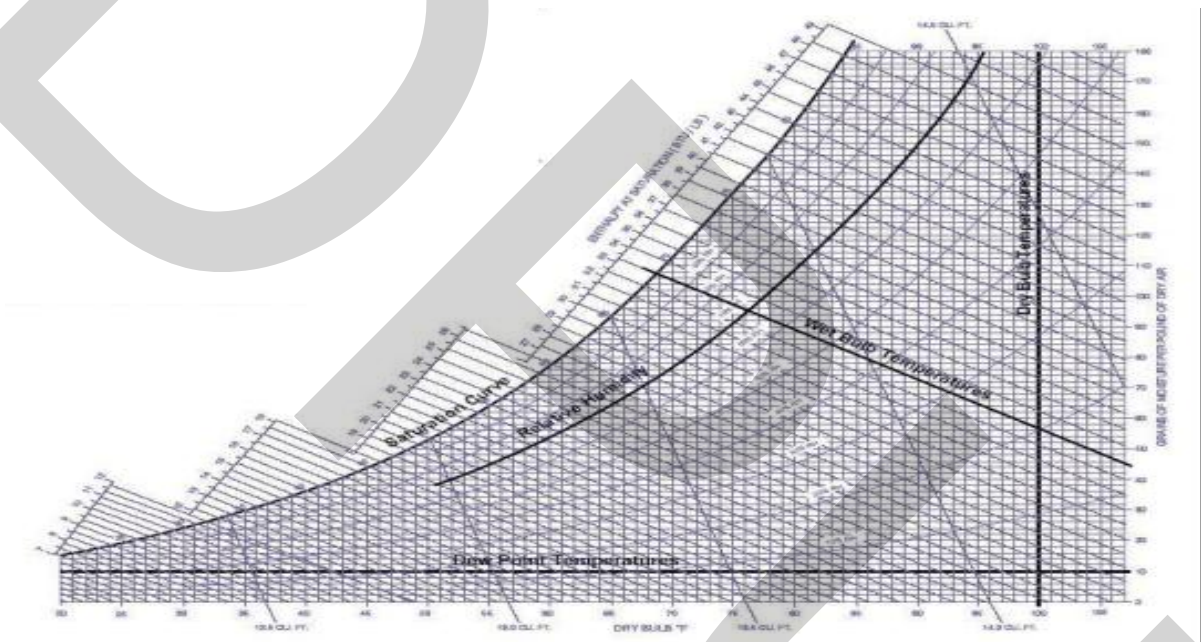
$$\text{ปริมาณความเย็น} = 4.5 \times Q \times (h_r - h_s)$$

เมื่อ

$Q$  = ปริมาณการไหลของลมจ่าย, cfm

$h_r$  = เอนทัลปีของลมกลับ

$h_s$  = เอนทัลปีของลมจ่าย



ภาพที่ 2.3 แผนภูมิไซโครเมตริก

นอกจากค่า EER ที่จะแสดงให้เห็นประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ ยังสามารถแสดงให้เห็นโดยค่า COP

### 2.8.3 สัมประสิทธิ์ในการทำงาน (Coefficient of performance) หรือ COP

เป็นค่าที่แสดงประสิทธิภาพของวัฏจักรการทำความเย็นหมายถึงอัตราส่วนระหว่างพลังงานที่เครื่องสามารถทำความเย็นได้ ต่อพลังงานที่ต้องใช้ (พลังงานไฟฟ้า) โดยทั่วไป ประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ความร้อนจะมีค่าน้อยกว่า 1 แต่สำหรับวัฏจักรการทำงานความเย็นต่างจากเครื่องยนต์ความร้อน เพราะเครื่องทำความเย็นนั้นทำหน้าที่เป็นปั๊มสำหรับถ่ายเทความร้อน ฉะนั้นเปรียบเทียบกับงานที่ทำในเครื่องอัดกับความสามารถในการทำความเย็นแล้วความสามารถในการทำความเย็นมีมากกว่า

การหาค่า EER จะต้องทำการทดสอบในห้องทดลองที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ซึ่งมีอยู่ที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิต และภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งสามารถทดสอบได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศชนิดติดผนังห้อง มอก.385-2524 มีขีดความสามารถทดสอบเครื่องปรับอากาศทั้งแบบติดผนังห้อง และชนิดแยกส่วน

## 2.9 มาตรฐานในการทดสอบ

ศูนย์ทดสอบเครื่องปรับอากาศสามารถทดสอบเครื่องปรับอากาศให้เป็นไปตามมาตรฐานทั้งในและต่างประเทศดังนี้

- มอก. 385-2524 เครื่องปรับอากาศชนิดติดผนังห้อง
- มอก. 315-2524 เครื่องปรับอากาศระบบชุด : เครื่องปรับอากาศระบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ
- ISO R 859-68 (E) Testing and Rating Room Air Conditioners
- ARI 210/240-89 Unitary Air Conditioning and Air Source Heat Pump Equipment
- ANSI /ASHRAE 37-38 Method of Testing for Rating Unitary Air Conditioners and Air Source Heat Pump Equipment

## 2.10 วิธีการทดสอบเครื่องปรับอากาศ

การทดสอบขนาดทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศมี 2 วิธี คือ (1) วิธี Calorimeter และ (2) วิธี Psychrometric หรือ Air Enthalpy

### 2.10.1 วิธี Calorimeter

นิยมใช้ทดสอบเครื่องปรับอากาศขนาด 1-3 ตันความเย็น แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ ห้องวัดความร้อนแบบสอบเทียบ และแบบปรับปรุงให้สอดคล้องกับบรรยากาศโดยรอบ ห้องทดสอบประกอบด้วยห้อง 2 ห้อง ห้องแรกเป็นห้องที่ใช้จำลองสภาวะอากาศภายนอกห้องปรับอากาศ ซึ่งมีอุณหภูมิ 24°C และความชื้น 55% ส่วนอีกห้องจะใช้จำลองสภาวะอากาศภายนอกห้องปรับอากาศ ซึ่งมีอุณหภูมิ 35°C และความชื้น 40% เครื่องปรับอากาศจะตั้งอยู่ที่ผนังกั้นระหว่างห้องทั้งสอง โดยหันด้านทำความเย็นอยู่ภายในห้องปรับอากาศ ผนังห้องจะบุด้วยฉนวนกันความร้อนอย่างดี เพื่อป้องกันไม่ให้ความร้อนรั่วไหลออกจากห้อง ในขณะที่เครื่องปรับอากาศที่นำมาทดสอบทำงาน เครื่องปรับอากาศจะดูดความร้อนและน้ำออกจากอากาศภายในห้องปรับอากาศจึงจำเป็นต้องมีเครื่องทำความร้อนและเครื่องเพิ่มความชื้นภายในห้อง เพื่อควบคุมให้อุณหภูมิและความชื้นคงที่ตลอดเวลาในขณะที่เดียวกันเครื่องปรับอากาศจะคายความร้อนและน้ำให้กับอากาศภายนอกห้องปรับ

อากาศ จึงจำเป็นต้องมีเครื่องทำความเย็นและเครื่องลดความชื้นของอากาศภายนอกห้อง เพื่อควบคุมให้อุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายนอกห้องปรับอากาศให้คงที่เช่นกัน ในระหว่างการทำงาน ถ้ามีอากาศจากภายนอกรั่วไหลผ่านเครื่องปรับอากาศเข้าสู่ภายในห้องปรับอากาศ จะทำให้ความดันอากาศภายในห้องทั้งสองไม่เท่ากัน จึงได้ติดตั้งเครื่องควบคุมความดันไว้ที่ผนังกันระหว่างห้องทั้งสอง เพื่อควบคุมความดันให้คงที่ตลอดเวลา

ขนาดทำความเย็นเมื่อเครื่องที่ทำงานแล้วสภาวะของอากาศทั้งภายในห้องเย็นและห้องร้อนคงที่เป็นระยะเวลา 1 จีคความสามรถทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ วัดได้โดยการวัดปริมาณไฟฟ้าทั้งหมดในห้องปรับอากาศที่ใช้ไป เพื่อรักษาอุณหภูมิและความชื้นให้คงที่ตลอดเวลารวมกับความร้อนที่รั่วไหลเข้าสู่ภายในห้องปรับอากาศโดยผ่านทางผนังห้อง โดยมีสูตร

$$qt_{ci} = \varepsilon E_r + (hw_1 - hw_2)W_r + q_p + q_r$$

เมื่อ  $qt_{ci}$  คือ ค่าจีคความสามรถทำความเย็นสุทธิภายในห้องแฟนคอยล์ยูนิต เป็นวัตต์

$\varepsilon E_r$  คือ ผลรวมของค่ากำลังไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ในห้องแฟนคอยล์ยูนิต เป็นวัตต์

$hw_1$  คือ เอนทัลปี (Enthalpy) ของน้ำหรือของไอน้ำซึ่งใช้ในการเพิ่มความชื้นเป็น กิโลกรัม ถ้าไม่มีการเติมน้ำในถังเพื่อรักษาระดับของน้ำในถังเพิ่มความชื้นระหว่างการทดสอบ

$hw_1$  คือ ค่าที่หาได้โดยใช้อุณหภูมิของน้ำในถังเพิ่มความชื้น (Humidifier tank) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของอุปกรณ์ปรับภาวะในห้องแฟนคอยล์ยูนิต

$hw_2$  คือ เอนทัลปีของน้ำควบแน่น (Condensate) ไหลออกจากห้องเป็นจุดต่อกิโลกรัม

เนื่องจากมีความยุ่งยากในการที่จะวัดอุณหภูมิของน้ำไหลออกจากแฟนคอยล์ยูนิตจึงให้ถือว่าอุณหภูมิของน้ำควบแน่นเท่ากับอุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศ ใกล้เคียงกับฮีเวอเทอร์ของแฟนคอยล์ยูนิต

$W_r$  คือ อัตราน้ำควบแน่นที่เครื่องส่งลมเย็น วัดทางอ้อมโดยถือเอาปริมาณน้ำที่เติมเข้า ถังน้ำเพิ่มความชื้น เป็นกิโลกรัมต่อวินาที

$q_p$  คือ อัตราความร้อนรั่วไหลเข้าสู่ห้องแฟนคอยล์ยูนิตผ่านผนังกันห้องแฟนคอยล์ยูนิตและห้องคอนเดนซิ่งยูนิต เป็นวัตต์

$q_r$  คือ อัตราความร้อนรั่วไหลเข้าสู่ห้องแฟนคอยล์ยูนิตผ่านพื้นผนัง (ไม่รวมผนังกันห้องภายใน) และเพดาน เป็นวัตต์

### 2.10.2 วิธี Air Enthalpy

นิยมใช้ทดสอบกับเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ ห้องทดสอบประกอบด้วยห้อง 2 ห้อง อุปกรณ์ที่ใช้ปรับสภาวะอากาศให้คงที่จะอยู่ภายนอกห้องทดสอบเมื่อสภาวะอากาศทั้งภายในห้องเย็น และห้องร้อนคงที่เป็นเวลา 1 ชม. วัดความสามารถทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ หาได้จากปริมาณความเย็นที่อากาศผ่านเครื่องปรับอากาศแล้วได้รับไป

$$Q = m^{\circ} (h_r - h_s)$$

$Q^{\circ}$	คือ วัดความสามารถทำความเย็นในห้องแฟนคอยล์ยูนิต
$m^{\circ}$	คือ อัตราการไหลของอากาศผ่านแฟนคอยล์ยูนิต
$h_r$	คือ เอนทัลปีของอากาศก่อนเข้าแฟนคอยล์ยูนิต
$h_s$	คือ เอนทัลปีของอากาศออกจากแฟนคอยล์ยูนิต

นอกจากนี้ American Society of Heating, Refrigerating and Conditioning Engineers (ASHRAE) ได้กำหนดไว้ว่าค่า EER ต่ำสุดควรอยู่ในช่วง 8.0-9.0 Btu/hw

### 2.11 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาในเรื่องของการใช้พลังงานทางอ้อมเป็นเรื่องที่ใหม่ B.D.Hunn,m.m.Grasso J.W. Jones and J.D. Hit Felder (2535) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง Effectiveness of shading Devices On Building. In Heating Dominated Climates จากการศึกษาผลของอุปกรณ์บังแดดที่มีต่อค่าความร้อน ความเย็นและพลังงานทั้งหมดที่ใช้จากผลการศึกษารูปได้ว่า เมื่อติดตั้งอุปกรณ์บังแดดแล้วสามารถประมาณค่าใช้จ่ายของพลังงานต่อปีลดลงได้ 4 % สำหรับบ้านพักอาศัย 5 % สำหรับอาคารสำนักงาน ต่อมา B.W.Ang,TN.Goh and X.G.Liu (2535) ได้ทำการวิจัยเรื่อง Residential Electricity Demand in Singapore. พบว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือ อุณหภูมิสูงขึ้นส่งผลให้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงของการใช้ไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าตัวหนึ่ง ซึ่งจะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณของปริมาณความต้องการไฟฟ้าที่ไปสู่การเพิ่มของ Seasonal Variation ของการใช้ไฟฟ้า.

ในช่วง ปี 1990 D.A.Hull and T.A. Reddy (2533) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง A Procedure to Group Residential Air Conditioning Load Profiles During the hottest Days in Summer โดยทำการศึกษากลุ่มบ้านที่พักอาศัยซึ่งมีการใช้ระบบปรับอากาศในช่วงกลางวัน ระหว่างวันที่ร้อนที่สุดในช่วงหน้าร้อน ได้ทำการพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง A/C electric

power ( kW ) และ Hour of day โดยทำการเก็บค่าตั้งแต่เวลา 2.00 ถึง 8.00 p.m. พบว่าบ้านพักอาศัยเกือบทุกหลังที่ทำการศึกษา จะเกิดลักษณะของ peak size ในช่วงเวลากลางวัน

ญาณวุฒิ สุพิชญางกูร ( 2540 ) ได้ทำการศึกษารูปแบบประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ความสามารถในการทำความเย็น ความดันและกำลังไฟฟ้าที่ใช้เดินเครื่องปรับอากาศจะแตกต่างกันอย่างมากขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศภายนอก และอุณหภูมิของอากาศภายในผลของการลดอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์ 1-4 องศา<sup>o</sup> หรือ 3-9% จะส่งผลทำให้การระบายความร้อนดีขึ้นและทำให้อุณหภูมิของสารทำความเย็นกับความดันด้านสูงต่ำลง ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใส่ให้แก่คอมเพรสเซอร์ลดลง 3.23% ปริมาณความเย็นสูงขึ้น 7.65%

ในการทำงานของเครื่องปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบต่างๆ ฤชากร จิรกาลสาน (2543) ได้ทำการศึกษเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเมื่อต้องเดินท่อยาเทียบเท่าประมาณ 100 เมตรการเดินท่อสารความเย็นตามแนวราบของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนมีความยาวจึงทำให้ Condensing Unit ระบายความร้อนได้ยากทำงานหนักและระบายความร้อนได้ไม่ดีจึงทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศลดลงมาก บางครั้งถึง 30 % และอายุการใช้งานสั้นลงเพราะ Compressor ต้องทำงานหนักมีความดันสูงกว่าปกติมากเพราะการใช้ท่อที่ยาวๆ นอกจากประสิทธิภาพจะลดลงและยังต้องลงทุนเพิ่ม

## บทที่ 3

### ระเบียบวิธีการวิจัย

พลังงานทางอ้อมที่เกิดขึ้นในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนมีหลายปัจจัยเช่น การติดตั้งท่อสารทำความเย็นที่ยาวเกินมาตรฐาน การติดตั้งชุดคอยล์ร้อน CDU(Condensing Unit )สูงกว่าคอยล์เย็น FCU (Fan Coil Unit) การเดินท่อสารทำความเย็นในแนวดิ่ง การติดตั้งคอยล์ร้อนตากแดด การติดตั้ง Condenser ที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้ ปริมาณสารทำความเย็นที่ไม่เพียงพอ และติดอุปกรณ์ควบคุมที่ผิดพลาดไม่ได้มาตรฐาน อย่างไรก็ตามการวิจัยนี้จะทำการศึกษาเฉพาะ การติดตั้งท่อสารทำความเย็นที่ยาวเกินมาตรฐานและสูง การติดตั้งชุด CDU สูงกว่าชุด FCU การติดตั้งชุด CDU ตากแดด การติดตั้ง Condenser ที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้ การเติมปริมาณสารทำความเย็นไม่เพียงพอ การศึกษาผลพลังงานทางอ้อมจะศึกษาเฉพาะเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศในการทดสอบจะใช้ห้องทดสอบของศูนย์ปริญญา อนุรักษ์ด้านพลังงาน (ZeroEnergy Office) ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต เพื่อศึกษาถึงผลของการใช้พลังงานในการเปรียบเทียบระหว่าง เครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งแบบถูกหลักและเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งไม่ถูกต้องไม่ได้มาตรฐาน ในการทดสอบจะทำการทดสอบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศในส่วนที่เป็น Passive Energy Used โดยมีขนาดเครื่องปรับอากาศจะทำการทดลองขนาด 1 ตัน ( 12,600 Btu/hr )

ในการศึกษาและออกแบบสำหรับการทดลองเพื่อศึกษาผลจากการใช้พลังงานทางอ้อมของเครื่องปรับอากาศซึ่งจะมีการออกแบบในส่วนของการติดตั้งเครื่องปรับอากาศออกเป็น 2 แบบ ส่วนแรกเป็นการติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ถูกต้องและส่วนที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศไม่ถูกต้อง ( Passive ) ในออกแบบการติดตั้งเครื่องปรับอากาศทั้ง 2 แบบนี้ก็เพื่อให้เกิดผลการเปรียบเทียบในการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นเพิ่ม

#### 3.1 การทดลอง

ในการศึกษาพฤติกรรมการใช้เครื่องปรับอากาศ ซึ่งมีผลต่อเนื่องไปยังการการทำงานของเครื่องปรับอากาศ โดยมีปัจจัยต่างๆที่ทำให้เกิดผลต่อการทำงานของเครื่องปรับอากาศมีดังต่อไปนี้

##### 3.1.1 ภาระอุณหภูมิความร้อนที่เกิดขึ้นภายในห้อง

3.1.1.1 ความร้อนที่เกิดจากการนำ เช่น ความร้อนจากภายนอกที่ผ่านผนัง หลังคา พื้น และหน้าต่าง

3.1.1.2 ความร้อนที่เกิดจากแสงอาทิตย์

3.1.1.3 ความร้อนที่เกิดจากอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า

3.1.2. ภาระอุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากภายนอก

3.1.2.1 ความร้อนที่เกิดจากการเปิดประตูเข้าออก

3.1.2.2 ความร้อนที่เกิดจากอุณหภูมิของอากาศภายนอกซึมผ่าน

3.1.3 จากปัจจัยทั้งหมดที่ได้กล่าวมาข้างต้น จึงทำให้สามารถนำมาเลือกห้องที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

การทดลองจะทำการทดลองทั้งหมด 7 รูปแบบการทดลองโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การทดลองเครื่องปรับอากาศติดตั้งถูกต้อง
2. การทดลองเครื่องปรับอากาศติดตั้งไม่ถูกต้อง การติดตั้งท่อสารทำความเย็นยาว ติดตั้ง

ชุด CDU สูงกว่าชุด FCU การติดตั้งชุด CDU ตากแดด

3. การทดลองการลดสารทำความเย็นเหลือ 55 Psig

4. การทดลองการลดสารทำความเย็นเหลือ 40 Psig

5. การทดลองการลดสารทำความเย็นเหลือ 25 Psig

6. การทดลองเทอร์โมสแตทแบบ Bimetal

7. การทดลองชุด Condenser ที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้

การทดลองจะทำการทดลองทั้งหมด โดยตั้ง ระดับความเย็น ที่ 25 °C ระดับความเร็วลมอยู่ที่ ระดับกลาง (Medium ) ในการทำการทดลองนั้นในแต่ละแบบจะทำการทดลองทั้งหมด 9 ชั่วโมง ชั่วโมงละ 4 ครั้ง รวม 36 ครั้ง เป็นอย่างน้อยจากนั้นจะนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนรณเพื่อหาว่าผลที่ได้จากการทดลองนั้นมีความเกี่ยวข้องกันหรือไม่โดยรายละเอียดจะกล่าวต่อไป

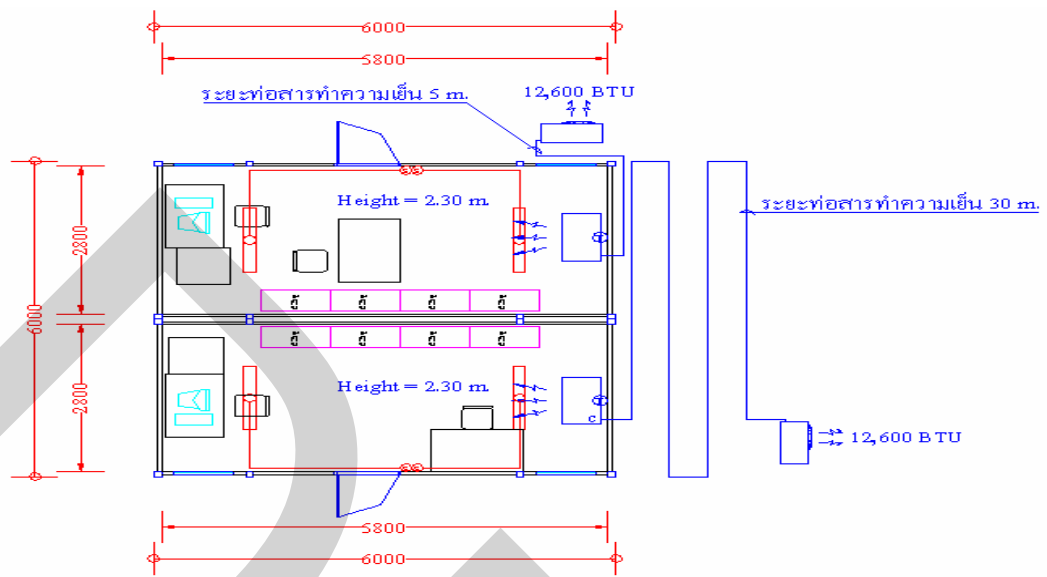
โดยภายในห้องทดลองจะติดตั้ง FCU (Fan Coil Unit) ชนิดแขวน ขนาด 12,600 Btu/hr และติดตั้ง ชุดCDU ไว้ด้านนอกห้อง เพื่อให้ห้องเกิดสภาพการทำงานของระบบปรับอากาศที่เหมือนกับการใช้งานจริงจึงมีการติดตั้ง ชุด FCU กับชุดCDU ให้ระยะห่างกัน 5 เมตร



### 3.2 ห้องที่ใช้ทดลอง

ในการทดลองโดยใช้ห้อง ของศูนย์ปรึกษา อนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต เป็นห้อง สำหรับการเก็บข้อมูลการทดลอง โดยห้องมี ขนาดพื้นที่ 18 ตรม. ผนังวิวกันความร้อนทั้ง 4 ด้าน จะกระทำการทดลองในสภาวะห้องที่ปิด ซึ่งจะทำการทดลองโดยการปิดช่องทุกช่องในห้อง เพื่อให้การทดลองเกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดและเกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด ในเลือกห้อง ของ ศูนย์ปรึกษา อนุรักษ์ด้านพลังงานเป็นห้องทำการทดลองเป็นห้องที่ได้มาตรฐานการการรับรองจาก กรมอนุรักษ์พลังงานเพื่อให้ มีปัจจัยต่างๆที่ทำให้เกิดผลต่อการทำงานของเครื่องปรับอากาศน้อย ที่สุดเช่นปัจจัยของความชื้น ความร้อน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ถูกต้อง

ในการทดลองทำการเก็บข้อมูลโดยมีการวัดค่าอุณหภูมิภายในห้อง จำนวน 9 จุด อุณหภูมิด้านลมจ่าย จำนวน 4 จุด อุณหภูมิด้านลมกลับ 4 จุด อุณหภูมิบรรยากาศ วัดความเร็วด้าน ลมจ่ายจำนวน 4 จุด วัดความเร็วด้านลมกลับจำนวน 4 จุด วัดความชื้นด้านลมจ่ายจำนวน 4 จุด ความชื้นด้านลมกลับจำนวน 4 จุด รวมทั้งวัดค่ากระแสไฟฟ้า วัดแรงดันไฟฟ้า และทำการเปิด เครื่องปรับอากาศโดยตั้งค่าอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่อุณหภูมิที่ 25 °C ความเร็วของพัดลมที่ Medium แล้วทำการวัดอุณหภูมิภายในห้องและอุณหภูมิลมจ่าย อุณหภูมิลมกลับวัดความเร็วลมจ่าย ลมกลับ วัดความชื้นด้านลมจ่ายลมกลับ ที่หน้า FCU (Fan Coil Unit) วัดอุณหภูมิลมเข้าลมออก Condenser อุณหภูมิบรรยากาศภายนอก ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการทำงาน แรงดันด้านส่ง(Hi Pressure) และด้านดูด (Low Pressure ) โดยการเก็บข้อมูลจะทำการเก็บและบันทึกข้อมูลทุกๆระยะเวลา 15 นาทีและพิจารณาถึงช่วงเวลาในการตัดต่อของเทอร์โมสตัทหรือช่วงเวลาในการทำงานของเครื่อง



ภาพที่ 3.1 แสดงลักษณะของห้องทดลองและการติดตั้งอุปกรณ์

จากภาพที่ 3.1 เป็นการแสดงลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ของห้องทดลองการติดตั้งอุปกรณ์อื่นได้แก่

1. ชุด FCU (Fan Coil Unit)
2. ชุด CDU (Condensing Unit)
3. โต๊ะลงบันทึกข้อมูล
4. ชุด Computer บันทึกข้อมูล



ภาพที่ 3.2 ภายนอกห้องทดลอง



ภาพที่ 3.3 อุปกรณ์ต่างๆภายในห้องทดลอง

### 3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือบันทึกผลการทดลอง

ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพและความสิ้นเปลืองของเครื่องปรับอากาศเครื่องมือจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการทดลอง เครื่องมือวัดต้องมีค่าความถูกต้อง (Accuracy) สูงและค่าความผิดพลาด(Error) ต่ำและมีการสอบปรับเทียบหรือรับรองมาตรฐานจากผู้ผลิตเครื่องมือที่ใช้บันทึกผลทดลองได้แก่

#### 3.3.1 เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ

เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการบันทึกและเก็บข้อมูลบอกค่าของอุณหภูมิ และความชื้นในจุดต่างๆที่ทำการวัดเพื่อบันทึกผล โดยใช้เครื่องมือวัดค่า ยี่ห้อ EXTECH รุ่น HT44731 ค่า Error  $\pm 0.02$  วัดค่าในส่วนของ FCU และ CDU อุณหภูมิภายในห้อง ภายนอกห้องเพื่อนำมาประกอบการคำนวณและวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ และเป็นเครื่องมือวัดที่สามารถบอกได้ว่าพัฒนาการระบายความร้อนออกจากน้ำ ที่เป่าออกมา อุณหภูมิและความชื้นในปริมาณที่เหมาะสมต่อสภาพร่างกายของมนุษย์ที่จะรู้สึกสบายหรือไม่



ภาพที่ 3.4 เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ

### 3.3.2 เครื่องมือวัดความเร็วลม (ANEMOMETER )

เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการบันทึกและเก็บข้อมูลบอกค่าของความเร็วลมในจุดต่าง ๆ ที่ทำการวัดโดยใช้เครื่องมือวัด ยี่ห้อ DIGICON รุ่น DA-43 ค่าวัด  $f/min$  ย่านวัด 80-5910 ค่าความแม่นยำ  $\pm 2\%$  เพื่อวัดค่าในส่วนของ FCU และ CDU อุณหภูมิภายในห้อง ภายนอกห้องเพื่อนำมาประกอบการคำนวณและวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ



ภาพที่ 3.5 เครื่องมือวัดความเร็วลม

### 3.3.3 เครื่องวัดอุณหภูมิ

การวัดอุณหภูมิภายในห้อง , ภายนอกห้อง และอุณหภูมิหน้าคอยล์ จะใช้เทอร์โมมิเตอร์ในการเก็บค่าอุณหภูมิการทดลอง เทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้เป็นแบบดิจิตอล มีช่วงอุณหภูมิอยู่ที่ 0- 100°C ค่าคลาดเคลื่อนของอุปกรณ์คือ 0.01 °C



ภาพที่ 3.6 เครื่องวัดอุณหภูมิ

### 3.3.4 คลิปแอมป์

ใช้วัดปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศใช้ในการทำงาน เพื่อนำค่าที่ได้จากการทดลองมาคำนวณหาค่า ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ (EER) ค่าคลาดเคลื่อนของอุปกรณ์  $\pm 0.1 \%$



ภาพที่ 3.7 คลิปแอมป์

### 3.3.5 เกจวัดความดัน (Pessur Guage )

ในการทดลองต้องเก็บข้อมูลของแรงดันในระบบทั้งด้านสูง (Hi Pressure)และด้านดุด (Low Pressure) เพื่อนำค่าที่ได้ทั้งสองด้านมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของระบบ (COP) โดยค่าของการทดลองที่วัดจะอ่านค่าได้ในหน่วยของ Psig ค่าคลาดเคลื่อนของอุปกรณ์คือ  $\pm 2$  Psig



ภาพที่ 3.8 เกจวัดความดัน

### 3.3.6 เครื่องมือ POWERMETER

เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการบันทึกและเก็บข้อมูลของค่าต่างๆ ได้แก่ ค่ากระแส, แรงดัน, กิโลวัตต์, และยังสามารถบันทึกค่าการทำงานของเครื่องปรับอากาศในการตัดและการต่อต่อหน่วยเวลาในการบันทึกข้อมูลประมวลผลในรูปตาราง ตัวเลขและกราฟเพื่อนำข้อมูลมาประกอบการคำนวณและวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพตลอดจนกำลังไฟฟ้าที่สิ้นเปลืองของเครื่องปรับอากาศ



ภาพที่ 3.9 Computer บันทึกข้อมูลในการทำงานของเครื่องปรับอากาศ



ภาพที่ 3.10 Powermeter MRS 233บันทึกข้อมูล

### 3.3.7 เทอร์โมสแตท

เทอร์โมสแตทคืออุปกรณ์ไฟฟ้าควบคุม สำหรับควบคุมให้อุณหภูมิคงที่ ณ.อุณหภูมิที่ต้องการโดยการตัดและต่อเครื่องทำความเย็นหรือเครื่องทำความร้อนปัจจุบันมีการใช้งานอยู่ 2 ชนิด

3.3.7.1 เทอร์โมสแตทแบบ Electronic type เป็นเทอร์โมสแตทแบบอิเล็กทรอนิกส์ มีช่วงของการตัดต่อที่แม่นยำทำให้สามารถตั้งอุณหภูมิให้ได้อย่างพอดีที่ต้องการจะมีช่วงการตัดต่อระหว่าง  $18^{\circ}\text{C}$  ถึง  $30^{\circ}\text{C}$



ภาพที่ 3.11 เทอร์โมสแตทแบบ Electronic type

### 3.3.7.2 เทอร์โมสแตทแบบ Bimetal Type.

เป็นเทอร์โมสแตทแบบใช้ปรอทเป็นตัวกลางที่จะต่อคอนแทกสวิทช์ให้ติดกันแบบนี้จะแผ่นโลหะต่างชนิด 2 แผ่นโค้งเป็นตัวรับความร้อนคือเมื่ออุณหภูมิรอบๆแผ่น Bimetal เปลี่ยนแปลงจะทำให้แผ่น Bimetal โค้งเข้าหรือคลายออกทำให้เกิดการตัดหรือต่อ



ภาพที่ 3.12 เทอร์โมสแตทแบบ Bimetal type

## 3.4 การออกแบบติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ใช้ในการทดลองแบ่งเป็น 2 แบบ

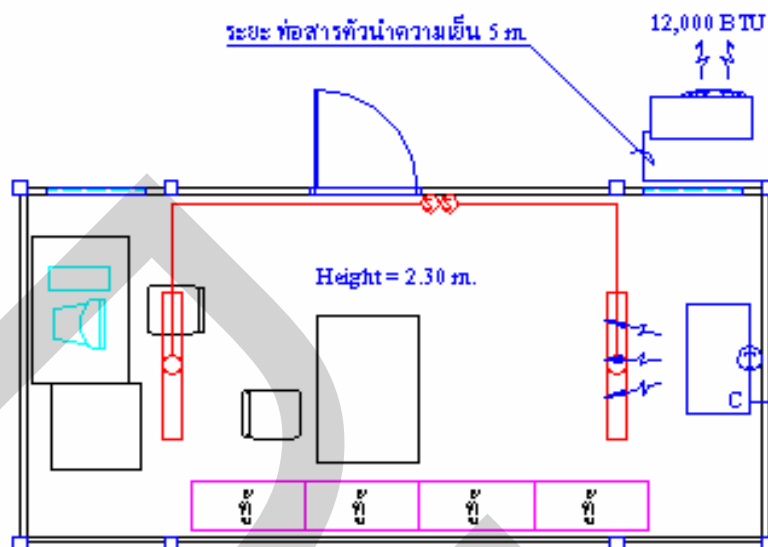
ในการออกแบบและติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพื่อใช้ในการทดลองมีความจำเป็นอย่างยิ่ง การกำหนดขนาดพื้นที่และอุปกรณ์เพื่อเกิดผลที่ถูกต้องห้องที่ใช้ทดลองขนาดพื้นที่ 18 ตรม. ผนังวิวกั้นความร้อนทั้ง 4 ด้านโดยมีการแยกการติดตั้งแบบต่างดังนี้

### 3.4.1 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ถูกต้องและได้มาตรฐาน การติดตั้งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน

3.4.1.1 การติดตั้ง FCU ส่วนที่ภายในห้อง เป็นชนิดแขวนติดแขวนทางดันทิศตะวันออก การติดตั้งเทอร์โมสแตทติดในตำแหน่งผนังห้อง

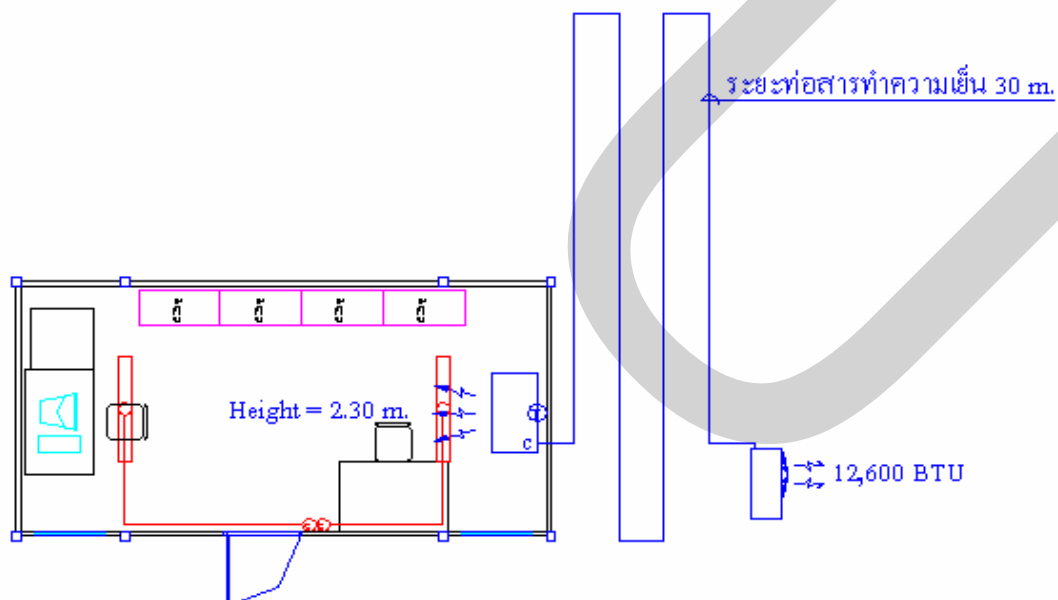
3.4.1.2 การติดตั้งชุด CDU ส่วนที่ภายนอกห้อง การติดตั้งโดยใช้ขาตั้งรองรับตัวเครื่องจะห่างจากผนัง 40 cm การติดตั้งท่อนำสารความเย็นขนาดท่อด้านส่งขนาด 1/4 นิ้ว และท่อด้านกลับขนาด 3/8 นิ้ว มีขนาดความยาว 5 เมตร ไม่โดนแดดและอากาศถ่ายเทได้สะดวก การเติมสารความเย็นอยู่ที่ 2 kg ชนิด R-22 โดยให้ความดันด้านต่ำอยู่ที่ 70 Psig





ภาพที่ 3.13 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ถูกต้องและได้มาตรฐาน

3.4.2 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่เป็น Passive ท่อนำสารความยาว ชุด CDU (Condensing Unit) สูงกว่าชุด FCU (Fan Coil Unit) ชุด CDU (Condensing Unit) โดยติดตั้งท่อสารทำความเย็นยาว 30 เมตร



ภาพที่ 3.14 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ไม่ถูกต้อง ท่อยาว ชุด CDU (Condensing Unit) สูงกว่าชุด FCU (Fan Coil Unit) ชุด CDU (Condensing Unit) ตากแดด

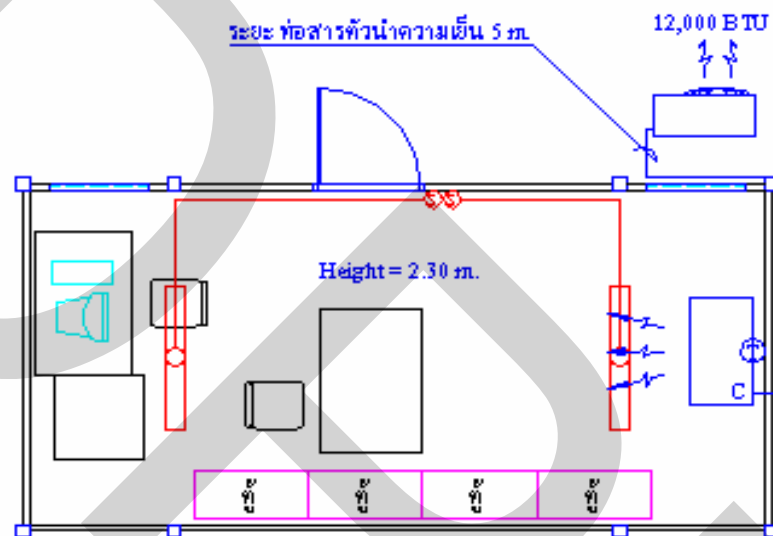


ภาพที่ 3.15 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ไม่ถูกต้อง ท่อสารทำความเย็นยาว, ชุด CDU สูงกว่า ชุด FCU,ชุด CDU ตากแดด



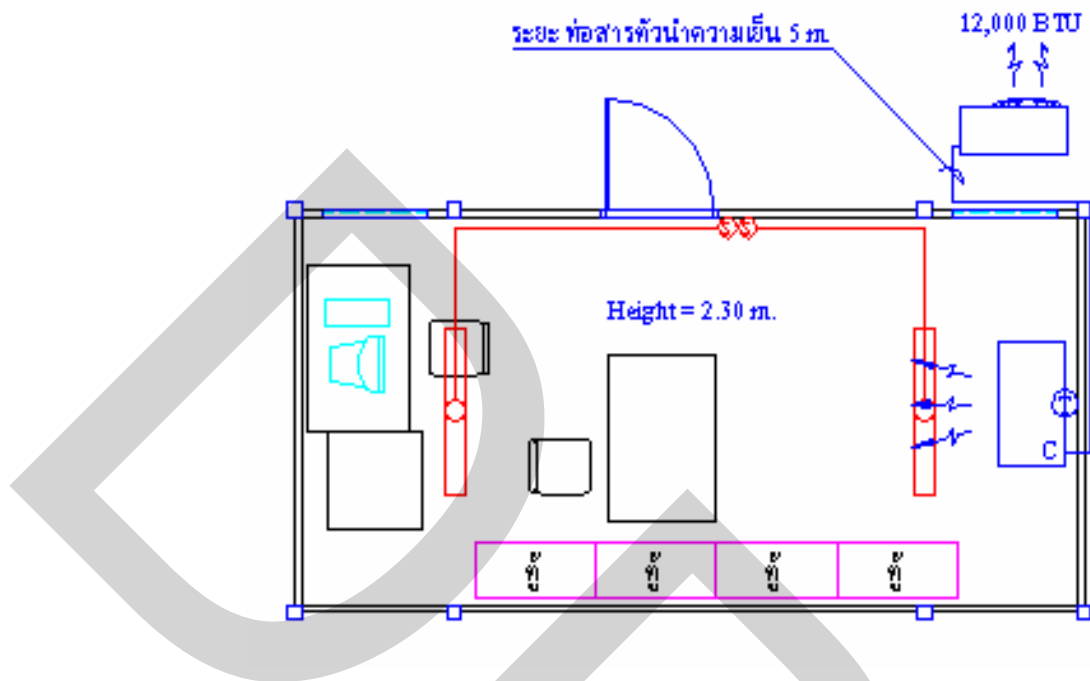
ภาพที่ 3.16 การติดตั้งชุด CDU ที่ตากแดดและสูงกว่าชุดFCU

3.4.3 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่เป็น Passive โดยการลดสารทำความเย็น 55,40,25 Psig การติดตั้งชุด CDU ส่วนที่ภายนอกห้อง โดยใช้ขาตั้งรองรับตัวเครื่องจะห่างจากผนัง 40 cm การติดตั้งท่อสารทำความเย็นขนาดท่อด้านส่งขนาด 1/4 นิ้ว และท่อด้านกลับ ขนาด 3/8 นิ้ว มีความยาว 5 เมตร ไม่โดนแดดและอากาศถ่ายเทได้สะดวก เติมสารทำความเย็น ชนิด R-22 โดยให้ความดันด้านต่ำอยู่ที่ 55,40,25 Psig



ภาพที่ 3.17 การติดตั้งห้องโดยการลดปริมาณสารทำความเย็น 55,40,25 Psig

3.4.4 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่เป็น Passive โดยการติดตั้งเทอร์โมสแตทแบบ Bimetal ติดตั้งเทอร์โมสแตทในตำแหน่งได้ FCU (Fan Coil Unit) การติดตั้งชุด CDU (Condensing Unit) ติดตั้งโดยใช้ขาตั้งรองรับตัวเครื่องจะห่างจากผนัง 40 cm การติดตั้งท่อสารทำความเย็นขนาดท่อด้านส่งขนาด 1/4 นิ้ว และท่อด้านกลับ ขนาด 3/8 นิ้ว มีความยาว 5 เมตร ไม่โดนแดดและอากาศถ่ายเทได้สะดวก เติมสารทำความเย็น ชนิด R-22 โดยให้ความดันด้านต่ำอยู่ที่ 70 Psig

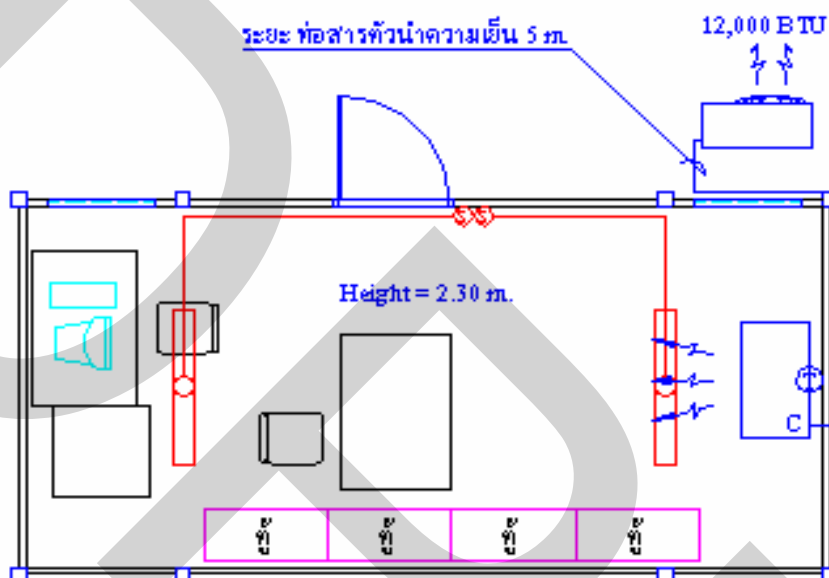


ภาพที่ 3.18 การติดตั้งห้องโดยใช้เทอร์โมสตัดแบบ Bimetal



ภาพที่ 3.19 การติดตั้งเทอร์โมสตัดแบบ Bimetal

3.4.5 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่เป็น Passive การติดตั้งชุด Condenser ที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้ การติดตั้งคอยล์ร้อนติดตั้งโดยการติดตั้ง Sport Light 1500 W ห่างจากชุด Condenser 20 cm ติดตั้งด้านลมเข้า การติดตั้งท่อสารความเย็นขนาดท่อด้านส่งขนาด 1/4 นิ้ว และท่อด้านกลับ ขนาด 3/8 นิ้ว มีขนาดความยาว 5 เมตร ไมโครแคด เดิมสารทำความเย็นชนิด R-22 โดยให้ความดันด้านต่ำอยู่ที่ 70 Psig



ภาพที่ 3.20 การติดตั้งห้องชุด Condenser ที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้



ภาพที่ 3.21 การติดตั้งห้องชุด Condenser ที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้

### 3.5 ขั้นตอนและวิธีการในการทดลอง

ในการทดลองเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ที่ระบายความร้อนด้วยอากาศทำการทดลอง เพื่อให้เกิดผลการทดลองที่มีประสิทธิภาพและเกิดความแม่นยำในการเก็บข้อมูล ในการทดลองเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งห้องถูกต้องได้มาตรฐานกับห้องที่เป็น Passive. ในรูปต่างๆข้างต้น ตั้งค่าอุณหภูมิเทอร์โมสตัทที่อุณหภูมิ 25 °C จะทำการวัดค่าอุณหภูมิภายนอก , ความชื้นภายนอก , อุณหภูมิภายในห้อง โดยทำการวัดอุณหภูมิทั้ง 9 จุด , อุณหภูมิลมออก และความชื้น โดยทำการวัดทั้งหมด 4 จุดอุณหภูมิลมออก และความชื้น โดยทำการวัดทั้งหมด 4 จุด และทำการวัดอุณหภูมิที่คอนเดนเซอร์ , วัดแรงดันไฟฟ้า, วัดกระแสไฟฟ้า, วัดแรงดันของน้ำยาของระบบขณะเดินเครื่อง โดยการเก็บข้อมูลจะทำการเก็บทุกๆระยะเวลา 15 นาที ในช่วงเวลา 9 ชั่วโมง และพิจารณาถึงช่วงเวลาในการตัดต่อของเทอร์โมสตัทหรือช่วงเวลาในการทำงานของคอมเพรสเซอร์ด้วย ในการทดลองทุกครั้งจะต้องทำการตรวจสอบอุปกรณ์และเครื่องมือวัดทุกครั้ง

3.5.1 ก่อนการทดลองต้องตรวจสอบสภาพต่างๆของเครื่องปรับอากาศดังนี้

3.5.1.1. ตรวจสอบระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่างๆให้พร้อมที่จะเดินเครื่อง

3.5.1.2 ตรวจสอบว่าน้ำยาหมดหรือไม่

3.5.1.3 ตรวจสอบชุด FCU( Fan coil Unit ) และชุด CDU (Condensing Unit)

3.5.1.4 ตรวจสอบว่ามีลมร้อนถูกดูดย้อนกลับหรือไม่

3.5.1.5 ตรวจสอบว่ามีสิ่งกีดขวางทางระบายลมร้อนหรือไม่

3.5.1.6 ตรวจสอบว่าท่อมีรอยรั่วหรือไม่

3.5.1.7 ตรวจสอบภาระความร้อน(load)ภายในห้อง

ปัจจัยเหล่านี้เป็นการตรวจสอบสภาพของเครื่องปรับอากาศก่อนการทดลอง เพื่อป้องกันปัจจัยอื่นๆที่อาจมีผลต่อการหาค่า EER

3.5.2 ก่อนการทดลองต้องตรวจสอบเครื่องมือวัดต่างๆ ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อให้เกิดความแม่นยำมีความผิดพลาดน้อยที่สุด

3.5.3 การรักษาสภาวะภายในห้อง ควรรักษาสภาวะในห้องให้อยู่ในสภาวะคงที่ (ในช่วงนี้พยายามรักษาสภาวะคงที่ให้ได้ รวมถึงภาระความร้อนต่างๆก็ต้องพยายามรักษาให้คงที่ไม่มีเปิดปิดประตูหน้าต่าง) ในช่วงที่มีการเก็บข้อมูล

### 3.6 วิธีการเก็บข้อมูล

3.6.1 ตรวจสอบเครื่องปรับอากาศที่ทำการเดินเครื่อง

3.6.2 เดินเครื่องปรับอากาศโดยการวัดค่าต่างๆ วัดกระแส ,วัดแรงดัน ,วัดความเร็วลม ทั้งชุด FCU( Fan coil Unit ) และชุด CDU (Condensing Unit)

3.6.3 วัดแรงดันของน้ำยาทั้งด้านความสูง และด้านความดันต่ำ

3.6.4 วัดอุณหภูมิตามจุดต่างๆ ทั้งภายใน และภายนอกห้องปรับอากาศ ทำการเก็บข้อมูลเพื่อหาค่าเฉลี่ยเพื่อเปรียบเทียบกับห้องที่ติดตั้งถูกแบบ

### 3.7 การวัดข้อมูล

ทำการวัดข้อมูลต่างๆดังนี้ (วิธีวัดต่างๆอยู่ในเครื่องมือวัดและอุปกรณ์) โดยวัดขณะ Compressor ทำงาน

3.7.1 วัดอุณหภูมิของอากาศที่ผ่านคอยล์เย็นด้านลมจ่าย (Supply Air) ( $T_s$ ) °F

3.7.2 วัดอุณหภูมิของอากาศที่ผ่านคอยล์เย็นด้านลมกลับ (Return Air) ( $T_R$ ) °F

3.7.3 วัดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ด้านลมจ่าย (Supply Air) (%RH<sub>s</sub>)

3.7.4 วัดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่ด้านลมกลับ (Return Air) (%RH<sub>R</sub>)

3.7.5 วัดความเร็วของอากาศที่ด้านลมจ่าย (Supply Air) ( $V_s$ ) f/min

3.7.6 วัดความเร็วของอากาศที่ด้านลมกลับ (Return Air) ( $V_R$ ) f/min

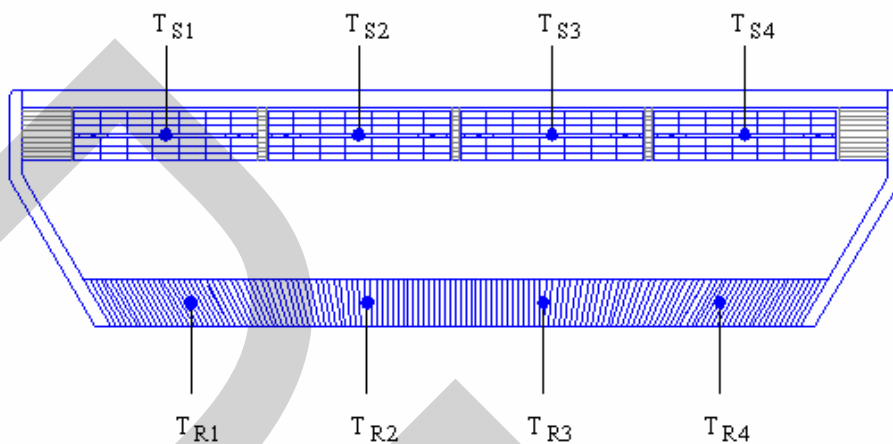
3.7.7 วัดกำลังไฟฟ้าที่ใช้ (Watt)

3.7.8 วัดอุณหภูมิที่ตำแหน่ง Condenser(ลมเข้า,ลมออก) วัดอุณหภูมิภายนอกห้อง

### 3.8 วิธีการวัดบันทึกข้อมูล

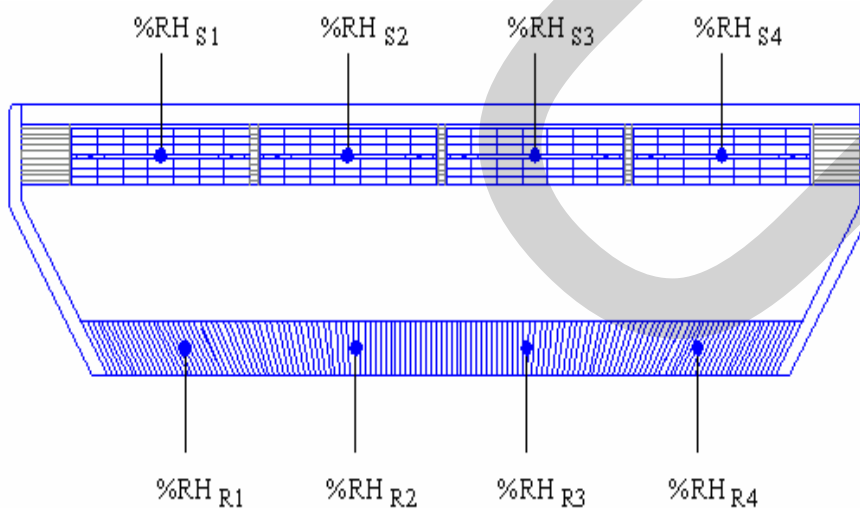
ในการบันทึกผลการทดลองสามารถแบ่งการวัดและบันทึกข้อมูลการทดลอง ออกเป็นดังนี้

3.8.1 การวัดอุณหภูมิอากาศผ่านคอยล์ ด้าน Supply Air และ Return วัดที่หน้ากาก โดยแบ่งพื้นที่หน้ากากออกเป็น 4 ส่วน โดยวัดบริเวณตรงกลางของพื้นที่แต่ละส่วนที่กำหนดไว้ ดังภาพที่ 3.22



ภาพที่ 3.22 จุดวัดอุณหภูมิลมผ่านและลมกลับคอยล์เย็น

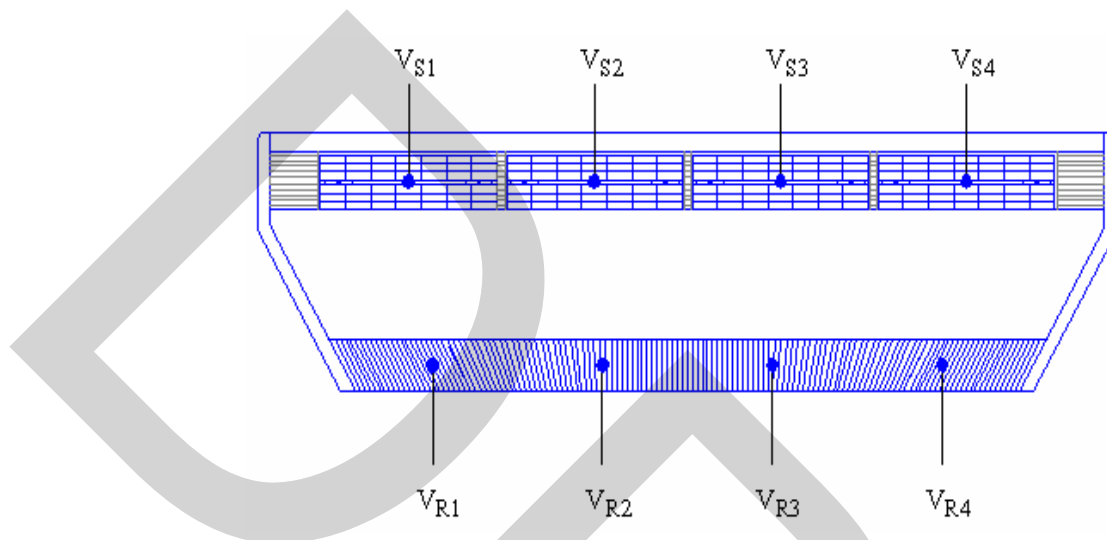
3.8.2 การวัดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศผ่าน Evaporator ด้าน Supply Air(%RH<sub>s</sub>) และ Return Air (%RH<sub>R</sub>) วัดที่หน้ากาก โดยแบ่งพื้นที่หน้ากากออกเป็น 4 ส่วน โดยวัดบริเวณตรงกลางของพื้นที่แต่ละส่วน ที่กำหนดจุดไว้ดังภาพที่ 3.23



ภาพที่ 3.23 จุดวัดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ

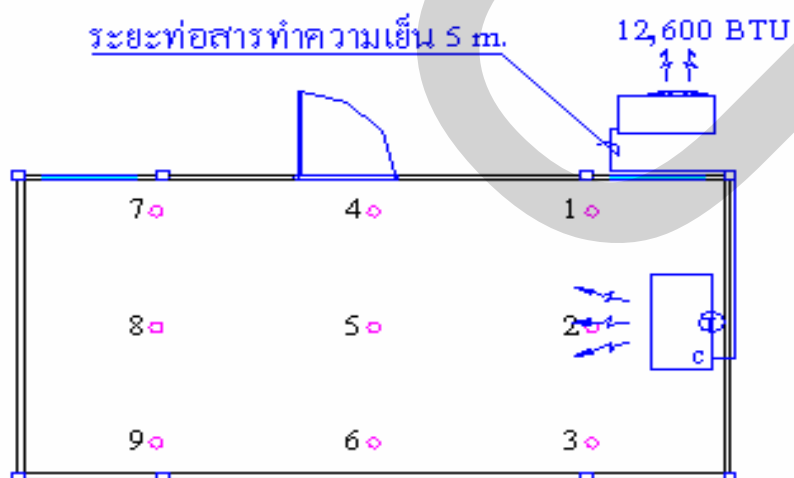


3.8.3 การวัดความเร็วลม ด้านลมจ่าย(Supply Air)(  $V_s$  )และ Return Air (  $V_R$  )วัดที่หน้ากาก โดยแบ่งพื้นที่หน้ากากออกเป็น 4 ส่วน โดยวัดบริเวณตรงกลางของพื้นที่แต่ละส่วนดังภาพที่3.24



ภาพที่ 3.24 จุดวัดความเร็วลมจ่ายและลมกลับ

3.8.5 ในการวัดอุณหภูมิห้องของการทดลองแต่ละแบบนั้นสามารถแบ่งจุดวัดอุณหภูมิห้อง ออกได้เป็น 9 จุด เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบของแต่ละแบบทดลอง โดยกำหนดตำแหน่งการวัดไว้ดัง ภาพที่ 3.25



ภาพที่ 3.25 แสดงจุดวัดอุณหภูมิห้อง

## บทที่ 4

### ผลการศึกษา

ในการศึกษานี้เป็นการศึกษาปัจจัยของการติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ผิดไปจากมาตรฐาน ซึ่งส่งผลต่อการใช้งานของระบบเช่นไร โดยทำการทดลองเปรียบเทียบเครื่องที่ติดตั้งถูกต้องตามมาตรฐานเทียบกับเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งชุดคอยล์ร้อน ในตำแหน่งตากแดด, การติดตั้งชุดคอยล์ร้อนสูงกว่าคอยล์เย็น, การเดินท่อสารทำความเย็นยาวเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้มากการใช้เทอร์โมสแตทต่างชนิดกัน (แบบ Bimetal และแบบ Electronic) การติดตั้งชุดคอยล์ร้อนที่รับความร้อนสูง และการใช้เครื่องปรับอากาศขณะที่มีปริมาณสารทำความเย็นเครื่องปรับอากาศต่ำ การติดตั้งที่ผิดแบบทั้งหมดนี้จะถูกนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบห้องมาตรฐาน ที่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศที่ถูกต้องตามมาตรฐานของทางโรงงานผู้ผลิต โดยการวัดค่าข้อมูลการใช้ไฟฟ้าความเร็วลม, อุณหภูมิและความชื้นในระบบจะถูกนำมาวิเคราะห์ถึงความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ของระบบปรับอากาศตามปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้เกิดการใช้พลังงานทางอ้อมข้างต้นและการเปลี่ยนแปลงของค่าประสิทธิภาพด้านพลังงาน(EER) รวมถึงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าไฟที่เปลี่ยนไปอีกด้วย

การศึกษาจะบันทึกผลการทดลองเครื่องปรับอากาศในห้องทดสอบมาตรฐาน โดยการติดตั้งที่ทำให้เกิดการใช้พลังงานทางอ้อมแบบต่างๆสามารถแบ่งออกได้เป็น 7 รูปแบบการทดลองดังนี้

รูปแบบที่ 1 ผลการทดลองเครื่องปรับอากาศติดตั้งเครื่องปรับอากาศได้มาตรฐาน

รูปแบบที่ 2 ผลการทดลองเครื่องปรับอากาศติดตั้งท่อสารทำความเย็นยาวกว่ามาตรฐานชุดคอยล์ร้อนตากแดดและสูงกว่าชุดคอยล์เย็น

รูปแบบที่ 3 ผลการทดลองการลดสารทำความเย็น 55 Psig

รูปแบบที่ 4 ผลการทดลองการลดสารทำความเย็น 40 Psig

รูปแบบที่ 5 ผลการทดลองการลดสารทำความเย็น 25 Psig

รูปแบบที่ 6 ผลการทดลองติดตั้งเทอร์โมสแตทแบบ Bimetal

รูปแบบที่ 7 ผลการทดลองการติดตั้ง Condenser ที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้

ในการบันทึกผลการทดลองเครื่องปรับอากาศโดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. การใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศจะวัดข้อมูลดังนี้

- ค่ากระแสไฟฟ้า

- แรงดันไฟฟ้า

- กำลังไฟฟ้า

2. ขนาดการทำความเย็นของระบบปรับอากาศโดยจะบันทึกข้อมูลต่างๆดังนี้

- อุณหภูมิด้านลมจ่าย - อุณหภูมิด้านลมกลับ - ความเร็วลมด้านลมจ่าย - ความเร็ว

ลมด้านกลับ

- ความชื้นด้านจ่าย - ความชื้นด้านกลับ อุณหภูมิห้อง ณ จุดต่างๆที่กำหนด ( ดังภาพ )

3. ชุด CDU (Condensing Unit) ในส่วนของ CDU (Condensing Unit) จะบันทึกผลดังนี้

อุณหภูมิภายนอก - อุณหภูมิลมเข้า - อุณหภูมิลมออก - อุณหภูมิตัวเครื่องความดัน

ด้านสูง - ความดันต่ำ - ปริมาณน้ำของสารทำความเย็น

จากผลการทดลองที่วัดได้ จะถูกนำมาวิเคราะห์ค่า ปริมาณลม ปริมาณความเย็นที่ได้  
ความสามารถในการทำความเย็นและค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ

จากการทดลองปัจจัยการใช้พลังงานทางอ้อมในเครื่องปรับอากาศแบบเปรียบเทียบทั้ง 7  
รูปแบบ โดยมีการวิเคราะห์ตัวแปรต่างๆเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลการทดลองดังนี้

- ค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ ( EER )

- ค่าสัดส่วนการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ( WR )

- การใช้พลังงานของระบบปรับอากาศ

- การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า

- ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น

#### 4.1 ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ ( EER )

การทำความเย็นในระบบปรับอากาศสามารถวัดระดับความเย็นได้ค่ามาตรฐานในการ  
วัดและความสามารถในการทำความเย็นของระบบปรับอากาศได้บอกถึงประสิทธิภาพของระบบ  
ปรับอากาศ

ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ ( EER ) หมายถึงอัตราส่วนระหว่างความสามารถ  
ในการให้ความเย็นของปรับอากาศ ( Btu/hr ) ต่อกำลังไฟฟ้า ( Watt ) ที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศมี  
หน่วยเป็น Btu/hr/W การหาค่า EER สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$EER = \frac{Re}{P_{watt}}$$

เมื่อ RE ( Refrigerating Effect ) =  $4.5 \times Q \cdot x (\Delta h)$

เมื่อ RE = ผลของการทำความเย็น

$Q$  = ปริมาณการไหลของอากาศที่ผ่านคอยล์เย็นหาได้จากสมการ

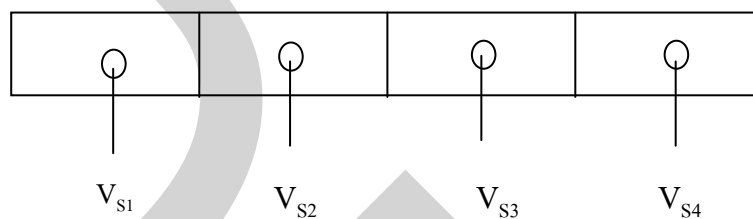
$$Q = A \times V_s$$

$A$  = พื้นที่หน้ากาศเครื่องปรับอากาศ ( $\text{ft}^2$ )

$V_s$  = ความเร็วลมจ่ายของเครื่องปรับอากาศ ( $\text{ft}/\text{min}$ )

ในการหาค่า  $V_s$  จะดำเนินการวัดผลจำนวน 4 จุด ตามความยาวของหน้ากาศดัง

ภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 จุดวัดความเร็วลมจ่ายหน้ากาศเครื่องปรับอากาศ

เมื่อ

$V_{s1}$	=	ความเร็วลมด้านลมจ่ายจุดที่ 1
$V_{s2}$	=	ความเร็วลมด้านลมจ่ายจุดที่ 2
$V_{s3}$	=	ความเร็วลมด้านลมจ่ายจุดที่ 3
$V_{s4}$	=	ความเร็วลมด้านลมจ่ายจุดที่ 4

จากการที่บันทึกผลการทดลอง 4 จุดผลที่ได้จะถูกนำมาเพื่อวิเคราะห์หาค่าความแม่นยำในการนำข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ผลเพื่อหาค่าความถูกต้องของข้อมูลทางวิศวกรรมโดยใช้หลักการเพื่อการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ Anova ดังนี้

ในการทำการทดลองเพื่อวิเคราะห์ว่าสมมุติฐานที่ได้ตั้งไว้นั้นถูกต้องหรือไม่ จึงได้นำมาสรุปไว้ในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA table) ในการทดสอบจะใช้การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของผลการทดลองการติดตั้งเครื่องปรับอากาศทั้ง 7 แบบ ดังนี้

- ทดสอบค่าความแปรปรวนระหว่างความเร็วลมด้านจ่าย
- ทดสอบค่าความแปรปรวนระหว่างอุณหภูมิที่ด้านกลับ
- ทดสอบค่าความแปรปรวนระหว่างความชื้นที่ด้านกลับ
- ทดสอบค่าความแปรปรวนระหว่างอุณหภูมิที่ด้านจ่าย
- ทดสอบค่าความแปรปรวนระหว่างความชื้นที่ด้านจ่าย

โดยจะพิจารณารูปแบบที่เหมาะสมสำหรับกรณี ค่าที่ได้มาจากการติดตั้งเครื่องปรับอากาศทั้ง 7 แบบ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย  $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4$  ตามลำดับด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (One – Way Classification)

ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับจำแนกทางเดียว (ANOVA)

แหล่งของการแปรผัน	ผลบวก	ระดับชั้น	ค่าเฉลี่ยของผลบวก	ค่าเอฟที่	P-value	ค่าวิกฤต
Source of Variation	SS	df	(mean square)	F		F crit
			MS			
วิธีการปฏิบัติ (treatments)	SSTR	k - 1	$S_1^2 = SSTR / k-1$	$S_1^2 / S^2$		$f_{\alpha}$ (k-1,k(n-1))
ความคลาดเคลื่อน (Error)	SSE	k(n-1)	$S^2 = SSE / k(n-1)$			
ทั้งหมด(Total)	SST	N - 1				

## การทดสอบสมมติฐาน

ในการทำการทดลองจึงตั้งสมมติฐานไว้ว่าการวัดค่าความเร็วลมง่าย การวัดค่าความชื้นลมง่าย และการวัดอุณหภูมิด้านลมง่าย ของทั้ง 4 จุด ที่หน้ากากแอร์จะต้องมีค่าเท่ากัน การวัดความเร็วลมกลับ การวัดความชื้นด้านลมกลับ และการวัดอุณหภูมิด้านลมกลับของทั้ง 4 จุด ที่หน้ากากแอร์ด้านลมกลับจะมีค่าเท่ากัน เพื่อจะได้นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่า EER และ COP ของแต่ละแบบของการติดตั้ง

สมมติฐาน  $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

แย้งกับ  $H_1 : \text{อย่างน้อยที่สุดค่าเฉลี่ย 2 ค่าไม่เท่ากัน}$

$\mu$  : ตำแหน่งที่เก็บข้อมูล (อุณหภูมิ, ความชื้น, ความเร็วลม)

$\mu_1 =$  ตำแหน่งเก็บข้อมูลที่ 1,  $\mu_2 =$  ตำแหน่งเก็บข้อมูลที่ 2,

$\mu_3 =$  ตำแหน่งเก็บข้อมูลที่ 3 และ  $\mu_4 =$  ตำแหน่งเก็บข้อมูลที่ 4

ระดับนัยสำคัญของการทดสอบ  $\alpha = 0.01$  (ค่าความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์) ค่าวิกฤตคือ  $f_{\alpha, (k-1, k(n-1))}$  บริเวณวิกฤตคือ  $f > f_{\alpha, (k-1, k(n-1))}$  การสรุปผล ถ้าค่าสถิติ  $f_{\text{คำนวณ}}$  ที่คำนวณได้จากตาราง ANOVA มากกว่าค่าวิกฤตแล้ว ปฏิเสธ  $H_0$  หมายถึง การสรุปผลโดยใช้ค่า  $P\text{-value} = P(F > f_{\text{คำนวณ}})$  หรือ  $\text{Sig} = P(F > f_{\text{คำนวณ}})$  ถ้า  $\text{Sig} < \alpha$  ปฏิเสธ  $H_0$

#### 4.1.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเร็วลมด้านลมง่าย

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดลอง จากการติดตั้งเครื่องปรับอากาศขนาด 12,600 BTU ที่อุณหภูมิที่ 25 °C ในการทำการทดลองจึงตั้งสมมติฐานไว้ว่าการวัดค่าความเร็วลมง่ายของทั้ง 4 จุด ที่หน้ากากแอร์จะต้องมีค่าเท่ากัน ด้วยค่าความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ (ระดับนัยสำคัญ 0.01)

#### ตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเร็วลมด้านลมง่าย

สมมติฐาน	$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$
แข่งกับ	$H_1 : \text{อย่างน้อยที่สุดค่าเฉลี่ย 2 ค่าไม่เท่ากัน}$
	$\mu$ : ตำแหน่งที่เก็บข้อมูลของความเร็วลมด้านลมง่าย
	$\mu_1 = \text{ตำแหน่งเก็บข้อมูลที่ 1, } \mu_2 = \text{ตำแหน่งเก็บข้อมูลที่ 2}$
	$\mu_3 = \text{ตำแหน่งเก็บข้อมูลที่ 3 และ } \mu_4 = \text{ตำแหน่งเก็บข้อมูลที่ 4}$

#### ANOVA

Source of Variation	SS	Df	MS	F	P-value	F crit
ความเร็วลมด้านลมง่าย	39614	3	13204	44.577	$1.2845e^{-16}$	5.95
Within Groups	11	12	0.91666			
Total	39625	15				

ค่าวิกฤตคือ  $F_{0.01}(3, 12) = 5.95$  และบริเวณวิกฤต  $F_{\text{ที่คำนวณได้}} > 5.95$  ซึ่งผลที่ได้พบว่าค่า  $F_{\text{ที่คำนวณได้}}$  มีค่าเท่ากับ 44.577 มากกว่า ค่าวิกฤตคือ  $F_{0.01}(3, 12) = 5.95$

$\therefore$  ปฏิเสธ  $H_0$  คือไม่ยอมรับว่าทั้ง 4 ตำแหน่งที่เก็บข้อมูลของอุณหภูมิด้านลมง่ายมีค่าไม่เท่ากัน ดังนั้นในการวิเคราะห์หาค่าของ  $V_S$  ค่าที่จะใช้ในการคำนวณนั้นเป็นค่าเฉลี่ยทั้งหมด 4 จุด มาคำนวณ

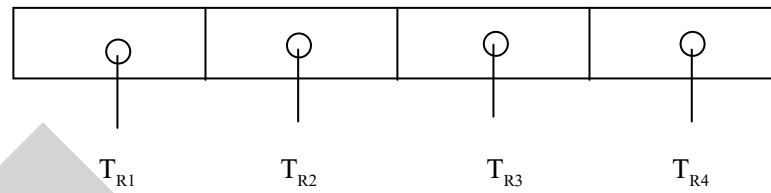
ค่า  $V_S$  สามารถหาได้จากสมการ

$$V_S = \frac{V_{S1} + V_{S2} + V_{S3} + V_{S4}}{4}$$

จากสมการ  $\Delta h = (h_r - h_s)$

เมื่อ  $h_r =$  เอนทัลปีด้านกลับของระบบปรับอากาศหาได้จากการเปิดไซโครเมตริก ระหว่าง  $T_R$  (อุณหภูมิลมกลับ) และ  $\%RH_R$  (ความชื้นด้านลมกลับ) โดยการทดลองจะทำการวัดค่าอุณหภูมิลมกลับและความชื้นด้านลมกลับดังนี้ ในการหาค่า  $T_R$  จะดำเนินการวัดผลจำนวน 4 จุด

ในการหาค่า  $T_R$  จะดำเนินการวัดผลจำนวน 4 จุด



ภาพที่ 4.2 จุดวัดอุณหภูมิด้านลมกลับของเครื่องปรับอากาศ

เมื่อ  $T_{R1}$  = อุณหภูมิด้านลมกลับจุดที่ 1  
 $T_{R2}$  = อุณหภูมิด้านลมกลับจุดที่ 2  
 $T_{R3}$  = อุณหภูมิด้านลมกลับจุดที่ 3  
 $T_{R4}$  = อุณหภูมิด้านลมกลับจุดที่ 4

#### 4.1.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิด้านลมกลับ

ผลที่ได้จากการวัดจะนำค่ามาเพื่อวิเคราะห์หาค่าที่ใช้คำนวณโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิด้านลมกลับในการทำการทดลองจึงตั้งสมมติฐานไว้ว่าการวัดค่าอุณหภูมิด้านลมกลับ ของทั้ง 4 จุด ที่หน้ากากลมกลับจะต้องมีค่าเท่ากัน ด้วยค่าความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ (ระดับนัยสำคัญ 0.01) โดยใช้ Anova ดังนี้

ตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิด้านลมกลับ

สมมติฐาน  $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$   
 แข่งกับ  $H_1$  : อย่างน้อยที่สุดค่าเฉลี่ย 2 ค่าไม่เท่ากัน  
 $\mu$  : ตำแหน่งที่เก็บข้อมูลของอุณหภูมิด้านลมกลับ  
 $\mu_1$  = ตำแหน่งเก็บข้อมูลที่ 1,  $\mu_2$  = ตำแหน่งเก็บข้อมูลที่ 2,  
 $\mu_3$  = ตำแหน่งเก็บข้อมูลที่ 3 และ  $\mu_4$  = ตำแหน่งเก็บข้อมูลที่ 4

#### ANOVA

Source of Variation	SS	Df	MS	F	P-value	F crit
อุณหภูมิด้านลมกลับ	0.295	3	0.098333	0.22412	0.87779	5.95
Within Groups	5.265	12	0.43875			
Total	5.56	15				

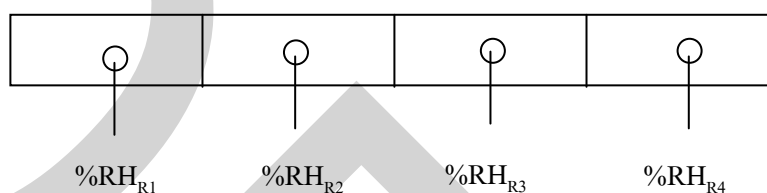
ค่าวิกฤตคือ  $F_{0.01}(3, 12) = 5.95$  และบริเวณวิกฤต  $F_{\text{ที่คำนวณได้}} = 0.22412$  น้อยกว่าค่าวิกฤต

$\therefore$  ไม่ปฏิเสธ  $H_0$  คือยอมรับว่าทั้ง 4 ตำแหน่งที่เก็บข้อมูลของอุณหภูมิด้านกลับมีค่าเท่ากัน ดังนั้นในการวิเคราะห์หาค่าของ  $T_R$  ค่าที่จะใช้ในการคำนวณนั้นเป็นค่า  $T_{R1}, T_{R2}, T_{R3}, T_{R4}$  โดยจะนำค่าใดค่าหนึ่งใน 4 จุด มาคำนวณก็ได้

ในการหาค่าความชื้นด้านลมกลับ ( $RH_R$ ) จากการทดลองเพื่อวิเคราะห์ผลดังนี้

เมื่อ  $RH_R$  = ความชื้นด้านลมกลับ

การทดลองจะทำการวัดค่าความชื้นด้านลมกลับดังนี้ และในการหาค่า  $RH_R$  จะดำเนินการวัดผลจำนวน 4 จุด



ภาพที่ 4.3 จุดวัดความชื้นด้านลมกลับของเครื่องปรับอากาศ

เมื่อ  $\%RH_{R1}$  = ความชื้นด้านลมกลับจุดที่ 1

$\%RH_{R2}$  = ความชื้นด้านลมกลับจุดที่ 2

$\%RH_{R3}$  = ความชื้นด้านลมกลับจุดที่ 3

$\%RH_{R4}$  = ความชื้นด้านลมกลับจุดที่ 4

#### 4.1.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความชื้นด้านลมกลับ

ผลที่ได้จากการวัดจะนำมาเพื่อวิเคราะห์ค่าที่ใช้คำนวณ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความชื้นด้านลมกลับ ในการทำการทดลองจึงตั้งสมมุติฐานไว้ว่าการวัดค่าความชื้นด้านกลับ ของทั้ง 4 จุด ที่หน้ากาด้านลมกลับจะต้องมีค่าเท่ากัน ด้วยค่าความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ (ระดับนัยสำคัญ 0.01) โดยใช้ Anova ดังนี้

ตารางที่ 4.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความชื้นด้านลมกลับ

สมมุติฐาน  $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

แย้งกับ  $H_1$  : อย่างน้อยที่สุดค่าเฉลี่ย 2 ค่าไม่เท่ากัน

$\mu$  : ตำแหน่งที่เก็บข้อมูลของความชื้นด้านลมกลับ

$\mu_1$  = ตำแหน่งเก็บข้อมูลที่ 1,  $\mu_2$  = ตำแหน่งเก็บข้อมูลที่ 2,

$\mu_3$  = ตำแหน่งเก็บข้อมูลที่ 3 และ  $\mu_4$  = ตำแหน่งเก็บข้อมูลที่ 4



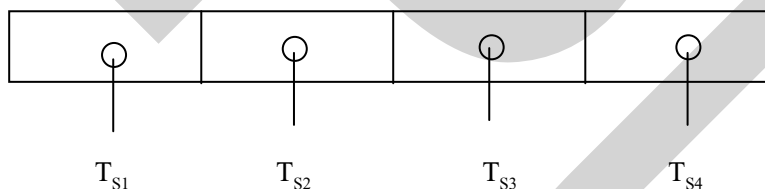
## ANOVA

Source of Variation	SS	Df	MS	F	P-value	F crit
ความชื้นด้านลมกลับ	0.036875	3	0.012291	0.39072	0.76186	5.95
Within Groups	0.37775	12	0.031458			
Total	0.414625	15				

ค่าวิกฤตคือ  $F_{0.01}(3, 12) = 5.95$  และบริเวณวิกฤต  $F_{\text{ที่คำนวณได้}} = 0.39072$  หรือ มีค่า  $< 5.95$

$\therefore$  ไม่ปฏิเสธ  $H_0$  คือคือยอมรับว่าทั้ง 4 ตำแหน่งที่เก็บข้อมูลของความชื้นด้านลมกลับมีค่าเท่ากัน ดังนั้นในการวิเคราะห์หาค่าของ  $\%RH_R$  ค่าที่จะใช้ในการคำนวณนั้นเป็นค่า  $\%RH_{R1}, \%RH_{R2}, \%RH_{R3}, \%RH_{R4}$  โดยจะนำค่าใดค่าหนึ่งใน 4 จุด มาคำนวณก็ได้

เมื่อ  $h_s =$  เอนทัลปีด้านจ่ายของระบบปรับอากาศหาได้จากการเปิดไซโครเมตริก ระหว่าง  $T_s$  (อุณหภูมิด้านจ่าย) และ  $\%RH_s$  (ความชื้นด้านลมจ่าย) โดยการทดลองจะทำการวัดค่าอุณหภูมิลมจ่ายและความชื้นด้านลมจ่ายดังนี้ ในการหาค่า  $T_s$  จะดำเนินการวัดผลจำนวน 4 จุด



ภาพที่ 4.4 จุดวัดอุณหภูมิด้านลมจ่ายของเครื่องปรับอากาศ

- เมื่อ  $T_{S1}$  = อุณหภูมิหน้าคอยล์ด้านลมจ่ายจุดที่ 1  
 $T_{S2}$  = อุณหภูมิหน้าคอยล์ด้านลมจ่ายจุดที่ 2  
 $T_{S3}$  = อุณหภูมิหน้าคอยล์ด้านลมจ่ายจุดที่ 3  
 $T_{S4}$  = อุณหภูมิหน้าคอยล์ด้านลมจ่ายจุดที่ 4

#### 4.1.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิด้านลมจ่าย

ผลที่ได้จากการวัดจะนำค่ามาเพื่อวิเคราะห์หาค่าที่ใช้คำนวณโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิด้านลมจ่ายในการทำการทดลองจึงตั้งสมมุติฐานไว้ว่าการวัดค่าอุณหภูมิด้านลมจ่าย ของทั้ง 4 จุด ที่หน้ากากแอร์จะต้องมีค่าเท่ากัน ด้วยค่าความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ (ระดับนัยสำคัญ 0.01) โดยใช้ Anova ดังนี้

ตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิด้านลมจ่าย

สมมุติฐาน  $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

แย้งกับ  $H_1 : \text{อย่างน้อยที่สุดค่าเฉลี่ย 2 ค่าไม่เท่ากัน}$

$\mu$  : ตำแหน่งที่เก็บข้อมูลของอุณหภูมิด้านลมจ่าย

$\mu_1 =$  ตำแหน่งเก็บข้อมูลที่ 1,  $\mu_2 =$  ตำแหน่งเก็บข้อมูลที่ 2,

$\mu_3 =$  ตำแหน่งเก็บข้อมูลที่ 3 และ  $\mu_4 =$  ตำแหน่งเก็บข้อมูลที่ 4

ANOVA

Source of Variation	SS	Df	MS	F	P-value	F crit
อุณหภูมิด้านลมจ่าย	0.7625	3	0.25416	2.1863	0.14254	5.95
Within Groups	1.395	12	0.11625			
Total	2.1575	15				

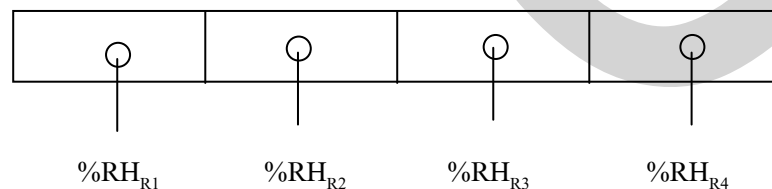
ค่าวิกฤตคือ  $F_{0.01}(3, 12) = 5.95$  และบริเวณวิกฤต  $F_{\text{ที่คำนวณได้}} = 2.1863$  มีค่า < 5.95

$\therefore$  ไม่ปฏิเสธ  $H_0$  คือยอมรับว่าทั้ง 4 ตำแหน่งที่เก็บข้อมูลของอุณหภูมิด้านลมจ่ายมีค่าเท่ากัน ดังนั้นในการวิเคราะห์หาค่าของ  $T_s$  ค่าที่จะใช้ในการคำนวณนั้นเป็นค่า  $T_{S1}, T_{S2}, T_{S3}, T_{S4}$  โดยจะนำค่าใดค่าหนึ่งใน 4 จุด มาคำนวณก็ได้ หรือจะใช้ค่าเฉลี่ยของตำแหน่งใดก็ได้มาคำนวณ

ในการหาค่า ความชื้นด้านลมจ่าย ( $RH_s$ ) จากการทดลองเพื่อนำมาวิเคราะห์ผลดังนี้

เมื่อ  $\%RH_s =$  ความชื้นด้านลมจ่าย

การทดลองจะทำการวัดค่าความชื้นด้านลมจ่ายดังนี้ และในการหาค่า  $\%RH_s$  จะดำเนินการวัดผลจำนวน 4 จุด



ภาพที่ 4.5 จุดวัดความชื้นด้านลมจ่ายของเครื่องปรับอากาศ

เมื่อ  $\%RH_{S1} =$  ความชื้นด้านลมจ่ายจุดที่ 1

$\%RH_{S2} =$  ความชื้นด้านลมจ่ายจุดที่ 2

$\%RH_{S3}$  = ความชื้นด้านลมจ่ายจุดที่ 3

$\%RH_{S4}$  = ความชื้นด้านลมจ่ายจุดที่ 4

#### 4.1.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความชื้นด้านลมจ่าย

ผลที่ได้จากการวัดจะนำค่ามาเพื่อวิเคราะห์หาค่าที่ใช้คำนวณโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความชื้นด้านลมจ่ายในการทำการทดลองจึงตั้งสมมุติฐานไว้ว่าการวัดค่าความชื้นด้านลมจ่าย ของทั้ง 4 จุด ที่หน้ากากด้านกลับจะต้องมีค่าเท่ากัน ด้วยค่าความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ (ระดับนัยสำคัญ 0.01) โดยใช้ Anova ดังนี้

#### ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความชื้นด้านลมจ่าย

สมมุติฐาน  $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

แย้งกับ  $H_1 : \text{อย่างน้อยที่สุดค่าเฉลี่ย 2 ค่าไม่เท่ากัน}$

$\mu$  : ตำแหน่งที่เก็บข้อมูลของความชื้นด้านจ่าย

$\mu_1 =$  ตำแหน่งเก็บข้อมูลที่ 1,  $\mu_2 =$  ตำแหน่งเก็บข้อมูลที่ 2,

$\mu_3 =$  ตำแหน่งเก็บข้อมูลที่ 3 และ  $\mu_4 =$  ตำแหน่งเก็บข้อมูลที่ 4

#### ANOVA

Source of Variation	SS	Df	MS	F	P-value	F crit
	0.0925					
ความชื้นด้านลมจ่าย		3	0.030833	0.87058	0.48318	5.95
Within Groups	0.425	12	0.035116			
Total	0.5175	15				

ค่าวิกฤตคือ  $F_{0.01}(3, 12) = 5.95$  และบริเวณวิกฤต  $F_{\text{ที่คำนวณได้}} = 0.87058$  มีค่า  $< 5.95$

$\therefore$  ไม่ปฏิเสธ  $H_0$  คือยอมรับว่าทั้ง 4 ตำแหน่งที่เก็บข้อมูลของความชื้นด้านลมจ่ายมีค่าเท่ากัน ดังนั้นในการวิเคราะห์หาค่าของ  $\%RH_S$  ค่าที่จะใช้ในการคำนวณนั้นเป็นค่า  $\%RH_{S1}$   $\%RH_{S2}$   $\%RH_{S3}$   $\%RH_{S4}$  โดยจะนำค่าใดค่าหนึ่งใน 4 จุด มาคำนวณก็ได้ หรือจะใช้ค่าเฉลี่ยของตำแหน่งใดก็ได้มาคำนวณ

จากสมการที่  $P_s =$  กำลังไฟฟ้าที่ระบบปรับอากาศ คำนวณได้จาก

$$P_s = VI \cos \theta$$

เมื่อ  $V$  = แรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็น V (Volt)  
 $I$  = กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็น A (Amp)  
 $\text{Cos } \theta$  = เพาเวอร์แฟคเตอร์

#### 4.2 Work Ratio (WR)

การทำงานของเครื่องปรับอากาศที่มีรูปแบบการทำงานในลักษณะของการตัด และการต่อซึ่งเป็นผลให้เกิดการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นได้โดยสัดส่วนนี้เรียกว่า WR

WR หมายถึง สัดส่วนการตัดและการต่อการทำงานของเครื่องปรับอากาศซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามรูปแบบของการใช้พลังงานทางอ้อมที่เกิดขึ้นจากการติดตั้งและการออกแบบระบบสามารถหาค่าได้ 2 รูปแบบคือ

4.2.1  $WR_r$  ( Work Ratio Running ) คือ สัดส่วนการต่อการทำงานของเครื่องหาค่าได้ดังนี้

$$WR_r = \frac{T_r}{T_t}$$

เมื่อ  $T_r$  = การต่อการทำงานของเครื่อง (Running Time)

$T_t$  = เวลารวมของการทำงานของเครื่อง (Total Time)

4.2.2  $WR_c$  ( Work Ratio Cut off ) เป็นลักษณะการทำงานของเครื่องปรับอากาศโดยการตัดการทำงานต่อเวลาในการทำงาน ( $WR_c$ ) สัดส่วนการตัดการทำงานของเครื่องหาค่าได้ดังนี้

$$WR_c = \frac{T_c}{T_t}$$

เมื่อ  $T_c$  = การตัดการทำงานของเครื่อง

$T_t$  = เวลารวมของการทำงานของเครื่อง

#### 4.3 การใช้พลังงานของระบบ

การใช้พลังงานทางอ้อมของเครื่องปรับอากาศนั้นปัจจัยที่ทำให้เกิดการใช้พลังงานทางอ้อมอันมีผลมาจากการติดตั้งเครื่องปรับอากาศทั้ง 7 แบบการทดลองแต่ละแบบมีปัจจัยที่ทำให้เกิดการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นนั้นมีผลกระทบต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างเห็นได้ชัด สามารถคำนวณหาการใช้พลังงานของระบบได้ดังนี้

$$P_T = P_S \times T_r \times WR_r$$

เมื่อ	$P_s$	=	กำลังไฟฟ้าที่เครื่องใช้จากการตรวจวัด
	$T_r$	=	เวลาในการใช้งานในการต่อการทำงาน
	$WR_r$	=	สัดส่วนการต่อการทำงานของเครื่อง

#### 4.4 การสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า

ในการหาค่าความสิ้นเปลืองพลังงานจะหาความสิ้นเปลืองพลังงานจากห้องมาตรฐาน ซึ่งมีการติดตั้งระบบปรับอากาศที่ถูกต้องตามมาตรฐานจากโรงงานและไม่มีผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมที่จะทำให้เกิดการใช้พลังงานทางอ้อม โดยจะให้เครื่องมาตรฐานเป็นตัวเปรียบเทียบ ความสิ้นเปลืองที่เกิดขึ้นจากการเกิดพลังงานทางอ้อมที่มาจากกรณีการผิดพลาดในการติดตั้ง

การหาค่าความสิ้นเปลืองพลังงานหาได้จาก

$$E_I = \frac{(E_{Passive} - E_{Std})}{(E_{Passive})}$$

เมื่อ	$E_I$	=	พลังงานที่เพิ่มขึ้น (kW-h / เดือน)
	$E_{Passive}$	=	พลังงานที่เกิดในกรณี Passive ต่างๆ
	$E_{Std}$	=	พลังงานที่ใช้ในระบบมาตรฐาน

#### 4.5 ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น

ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในระบบปรับอากาศอันเนื่องมาจากPassiveของการติดตั้งทำให้เกิดความสิ้นเปลืองพลังงานในระบบ การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วย ถูกวัดในหน่วยของ kW-h ดังนั้นพลังงานไฟฟ้าจะถูกคูณด้วยค่าไฟฟ้าต่อหน่วย เพื่อคิดเป็นค่าใช้จ่ายตามสมการดังนี้

$$\text{ค่าไฟฟ้า} = \text{หน่วยไฟฟ้า} \times \text{ราคาไฟฟ้าต่อหน่วย}$$

#### 4.6 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

ดังที่ไดกล่าวมาแล้วข้างต้นในการวิเคราะห์ผลการทดลองจะพิจารณาถึงผลกระทบที่เกิดจากการใช้พลังงานทางอ้อมอันเป็นผลมาจากการติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ผิดพลาดและผลจากการออกแบบระบบที่ผิดพลาด โดยในการพิจารณาจะแยกปัจจัยที่พิจารณาออกได้ 6 ส่วนดังนี้

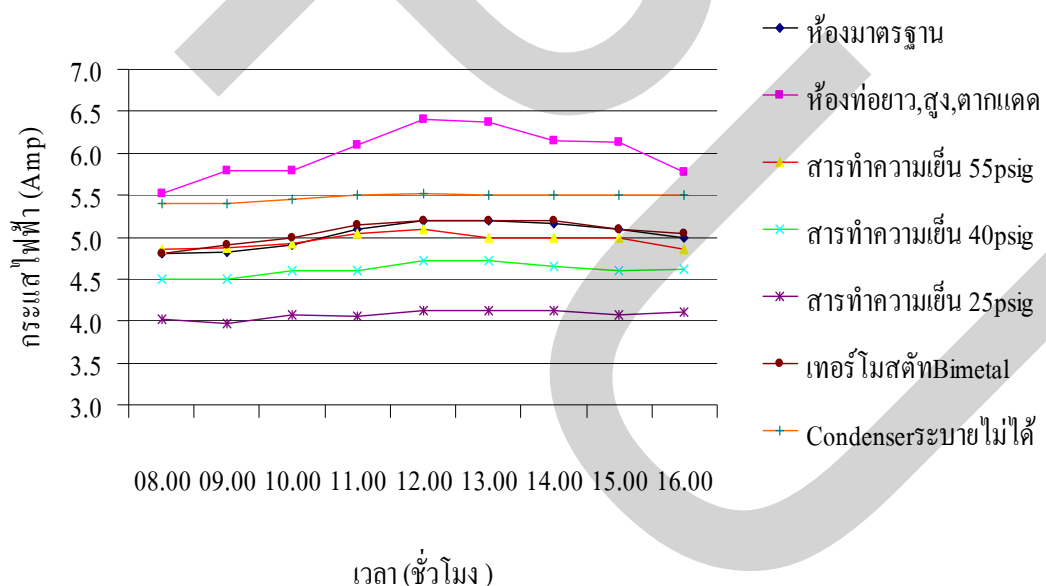
- ปริมาณความต้องการกระแสไฟฟ้า
- ขนาดการทำความเย็นของคอยล์เย็น FCU( Fan coil Unit )
- สัดส่วนการทำงานของเครื่อง ( WR ) แต่ละ Passive
- ค่าประสิทธิภาพของระบบ ( EER ) แต่ละ Passive

- การสิ้นเปลืองพลังงาน (kW-h / เดือน)
- ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น

#### 4.6.1 ปริมาณความต้องการกระแสไฟฟ้า

ปริมาณความต้องการกระแสไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ มีปัจจัยของการติดตั้งที่เป็น Passive ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อความต้องการกระแสไฟฟ้า ในการศึกษาถึงปัจจัยของการติดตั้งเครื่องปรับอากาศชนิดแบบ การติดตั้งท่อสารทำความเย็นยาวเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ ติดตั้งชุด CDU สูงกว่าชุด FCU และชุด CDU ตากแดด, การติดตั้ง Condenser ที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้ เครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งเทอร์โมสแตทแบบ Bimetal type และแบบ Electronic type และการใช้เครื่องปรับอากาศขณะที่มีปริมาณสารทำความเย็นเครื่องปรับอากาศต่ำ การบันทึกค่าผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงของ Passive ต่างๆ ดังได้กล่าวข้างต้น จะทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 15 นาทีเป็นเวลา 9 ชั่วโมงในเวลาที่ต่างกันการทดลองโดยตั้งค่าเทอร์โมสแตทที่อุณหภูมิ 25°C และนำข้อมูลทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย จะได้ปริมาณความต้องการกระแสไฟฟ้า

ปัจจัยของความถี่ความต้องการกระแสไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นจากปัจจัยการติดตั้งที่ผิดพลาดโดยการศึกษาถึง 7 ปัจจัยดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น



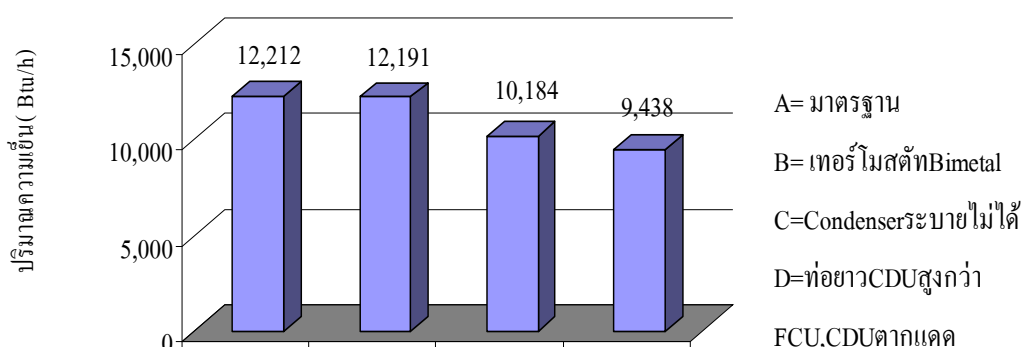
ภาพที่ 4.6 แสดงปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าของการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

ปริมาณความต้องการกระแสไฟฟ้าจากผลการทดลองแต่ละแบบมีการใช้กระแสไฟฟ้าที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะการติดตั้งท่อสารทำความเย็นยาว ชุด CDU (Condensing Unit) สูงกว่า FCU (Fan coil Unit) และชุด CDU (Condensing Unit) ตากแดดมีการใช้กระแสสูงสุดจากกราฟภาพ

ที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าช่วงเวลา 12.00-13.00น. เป็นช่วงที่มีการใช้กระแสไฟฟ้าสูงสุดปริมาณกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่ 6.4 แอมแปร์ เครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งได้มาตรฐานมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 5.2 แอมแปร์ การติดตั้งโดยการลดปริมาณสารทำความเย็น 55 Psig จะมีความต้องการกระแสไฟฟ้าสูงสุด 5.1 แอมแปร์ การลดปริมาณสารทำความเย็น 40 Psig มีความต้องการกระแสไฟฟ้าอยู่ที่ 4.7 แอมแปร์ และการลดปริมาณสารทำความเย็น 25 Psig มีความต้องการกระแสไฟฟ้าอยู่ที่ 4.1 แอมแปร์ ส่วนการติดตั้งแบบที่ใช้เทอร์โมสแตท Bimetal มีความต้องการใช้กระแสไฟฟ้าอยู่ที่ 5.3 แอมแปร์และการติดตั้งCondenser ที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้มีความต้องการกระแสไฟฟ้าอยู่ที่ 5.6 แอมแปร์ จะเห็นว่าการติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ไม่ได้มาตรฐานใช้ปริมาณกระแสไฟฟ้ามากที่สุด รองลงมาเป็นการติดตั้งCondenser ที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้ ส่วนการติดตั้งแบบลดปริมาณสารทำความเย็นใช้กระแสไฟฟ้าน้อยที่สุด โดยภาพรวมความต้องการปริมาณของกระแสไฟฟ้าในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบต่างๆจะมีความต้องการกระแสไฟฟ้าที่แตกต่างกัน อาจมีผลมาจากปัจจัยของการติดตั้งที่ติดตั้งผิดแบบและปัจจัยภายนอกเช่นอุณหภูมิภายนอก โดยเฉพาะช่วงเวลา 12.00-13.00 น จะมีความต้องการกระแสไฟฟ้าสูงกว่าปกติ โดยเฉลี่ยอุณหภูมิภายนอก 110 ° F ซึ่งเป็นช่วงอากาศภายนอกร้อนและอยู่ในช่วงฤดูร้อนอุณหภูมิของอากาศภายนอกสูงกว่าปกติ

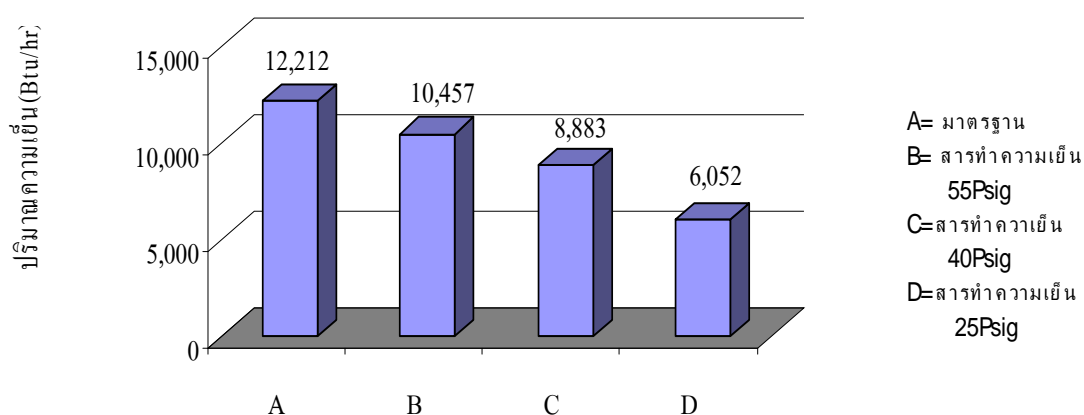
#### 4.6.2 ขนาดการทำความเย็นของคอยล์เย็น( FCU )

ในการเปรียบเทียบขนาดการทำความเย็นของคอยล์เย็น FCU (Fan coil Unit )การติดตั้งเครื่องปรับอากาศห้องมาตรฐานเปรียบเทียบกับห้องที่มีการติดตั้งผิดพลาดไม่ได้มาตรฐานส่งผลให้เกิดการใช้พลังงานทางอ้อม( Passive Energy Used) การเดินท่อสารทำความเย็นยาวเกินมาตรฐาน, ติดตั้งชุด CDU (Condensing Unit)สูงกว่า ชุดFCU( Fan coil Unit ),ชุด CDU (Condensing Unit) ตากแดด,ห้องที่ใช้เทอร์โมสแตทแบบ Bimetal ,การติดตั้งCondenser ที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้ การลดปริมาณสารทำความเย็น 55 ,40,25 Psig ปัจจัยต่างๆเหล่านี้จะส่งผลต่อขนาดการทำความเย็นของคอยล์เย็น FCU ( Fan coil Unit )



ภาพที่ 4.7 แสดงปริมาณความร้อน ( Btu / hr ) ของการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ,ห้องมาตรฐาน,เทอร์โมสแตท,ท่อสารทำความเย็นยาว, CDU สูงกว่า FCU, CDU ตากแดด,Condenserระบายไม่ได้ แบบของการติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่เป็นPassive จะส่งผลโดยตรงต่อปริมาณความร้อนของคอยล์เย็น โดยเฉพาะการติดตั้งที่เป็น Passive เมื่อเทียบกับการติดตั้งที่ได้มาตรฐานผลของการทดลองพบว่าการติดตั้งที่ได้มาตรฐานมีปริมาณความร้อนที่ 12,212 Btu/hr และการติดตั้งท่อสารทำความเย็น,คอยล์ร้อนสูงกว่าคอยล์เย็น,คอยล์ร้อนตากแดดมีปริมาณความร้อนเฉลี่ยอยู่ที่ 9,438 Btu/hr คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ลดลง 29.39 % การติดตั้งCondenser ที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้ ปริมาณความร้อนเฉลี่ยอยู่ที่ 10,184 Btu /hr ปริมาณความร้อนที่ลดลง 19.93 % การติดตั้งเทอร์โมสแตทแบบ Bimetal มีค่าเฉลี่ยปริมาณความร้อนอยู่ที่ 12,191 Btu/hr ปริมาณความร้อนที่ลดลง 0.172 %

ส่วนการลดปริมาณสารทำความเย็นของระบบปรับอากาศ ดังภาพที่ 4.8 จะเห็นได้ว่าการลดปริมาณสารทำความเย็นของระบบปรับอากาศจะมีผลโดยตรงต่อปริมาณความร้อนของคอยล์เย็น โดยเฉพาะการลดปริมาณสารทำความเย็นที่ 25 Psig ปริมาณความร้อนเฉลี่ยอยู่ที่ 6,052 Btu/hr ปริมาณความร้อนลดลง 50.44 % การลดปริมาณสารทำความเย็นที่ 40 Psig ปริมาณความร้อนเฉลี่ยอยู่ที่ 8,883 Btu/hr ปริมาณความร้อนที่ลดลง 37.47 % และลดปริมาณสารทำความเย็นที่ 55 Psig ปริมาณความร้อนเฉลี่ยอยู่ที่ 10,457 Btu/hr คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ลดลง 14.37 % ดังนั้นจะเห็นได้ว่าปริมาณความร้อนของคอยล์เย็นที่ลดลงขึ้นอยู่กับปัจจัยของการติดตั้ง โดยเฉพาะการติดตั้งที่เป็น Passive ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น

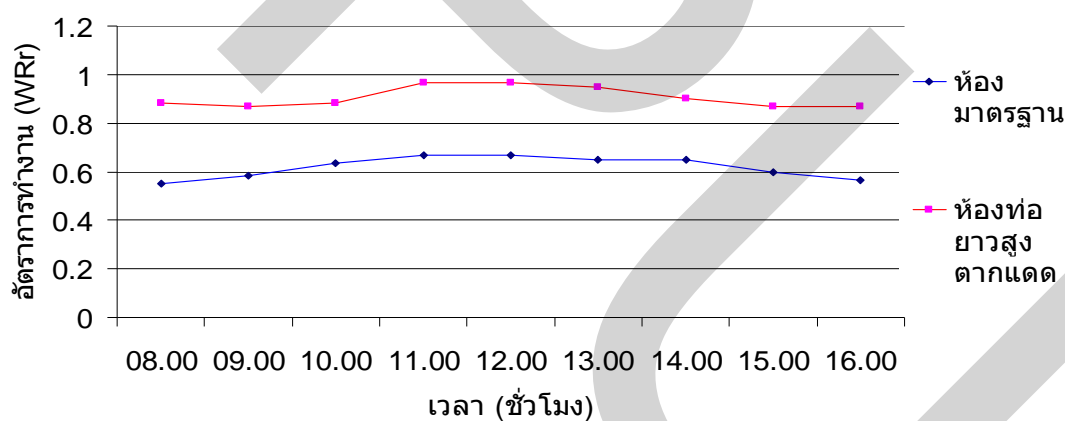




ภาพที่ 4.8 แสดงปริมาณความเย็น ( Btu / hr ) โดยการลดปริมาณสารทำความเย็น 55,40,25 Psig

#### 4.6.3 สัดส่วนการทำงานของเครื่อง ( WR )

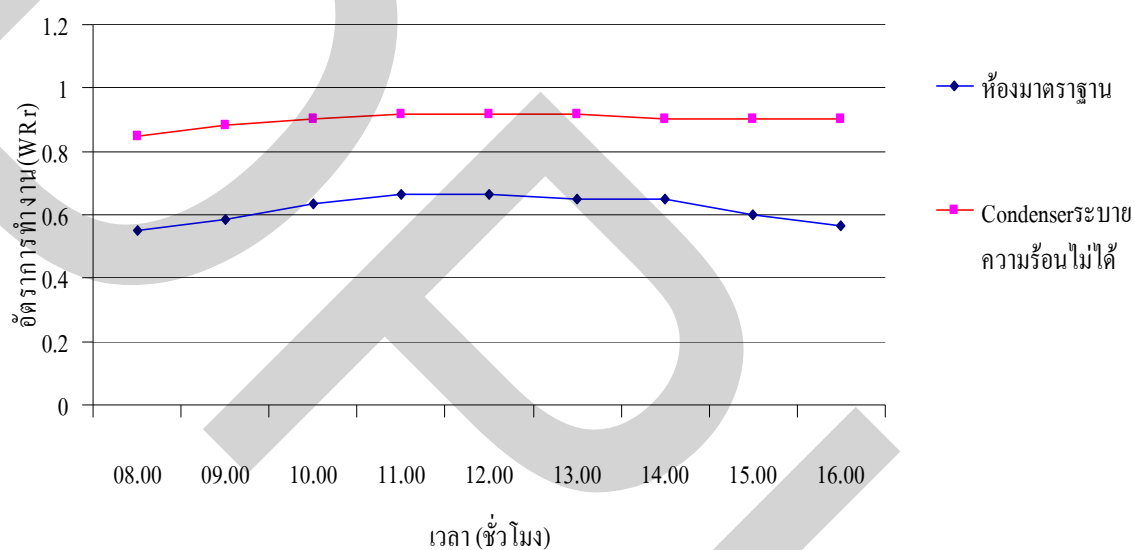
ค่าสัดส่วนการทำงานของเครื่องปรับอากาศ (Work Ratio) ขึ้นอยู่กับปัจจัยในการติดตั้ง จะมีผลต่ออัตราการการทำงานของเครื่องปรับอากาศนั้น รวมถึงอุณหภูมิ และความชื้นภายนอกจะ ส่งผลต่ออัตราส่วนการทำงานของเครื่องปรับอากาศเป็นอย่างมาก



ภาพที่ 4.9 เปรียบเทียบค่า WRr (Work Ratio running) ห้องมาตรฐานกับห้อง Passive ท่อยาว CDU สูงกว่า FCU, CDU ตากแดด

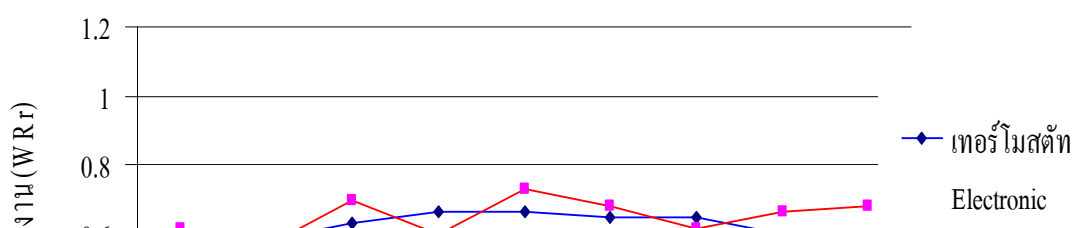
เมื่อพิจารณาอัตราส่วนการทำงานของเครื่องปรับอากาศ (Work Ratio) ของระบบปรับอากาศซึ่งมีการติดตั้งที่ส่งผลให้เกิดการใช้พลังงานทางอ้อมในส่วนของติดตั้งท่อสารทำความเย็นยาวกว่ามาตรฐาน การติดตั้งชุดคอยล์ร้อนสูงกว่าคอยล์ชุดคอยล์เย็นอีกทั้งยังมีการนำชุดคอยล์ร้อนตากแดดนำมา

เปรียบเทียบกับห้องมาตรฐาน (ดังภาพที่ 4.9) อัตราส่วนการทำงานของห้องที่เป็น Passive จะมีอัตราส่วนการทำงานสูงกว่าห้องมาตรฐาน โดยค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 0.912963 ส่วนอัตราส่วนการทำงานของห้องมาตรฐานมีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 0.6185185 แสดงว่าการทำงานของเครื่องที่ติดตั้งแบบท่อสารความเย็นยาวคอยล์ร้อนสูงกว่าคอยล์เย็นและคอยล์ร้อนตากแดดจะทำงานมากกว่าห้องมาตรฐานถึง 47.60 % และยังผลมาจากปัจจัยภายนอกเช่นอุณหภูมิภายนอกที่สูงขึ้นทำให้คอมเพรสเซอร์ทำงานนานขึ้น ผลที่ตามมาคือ ทำให้เกิดอัตราส่วนการทำงานที่เพิ่มขึ้นเกิดความสิ้นเปลืองเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 4.10 เปรียบเทียบค่า WRr (Work Ratio running) ห้องมาตรฐานกับห้อง Condenser ที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้

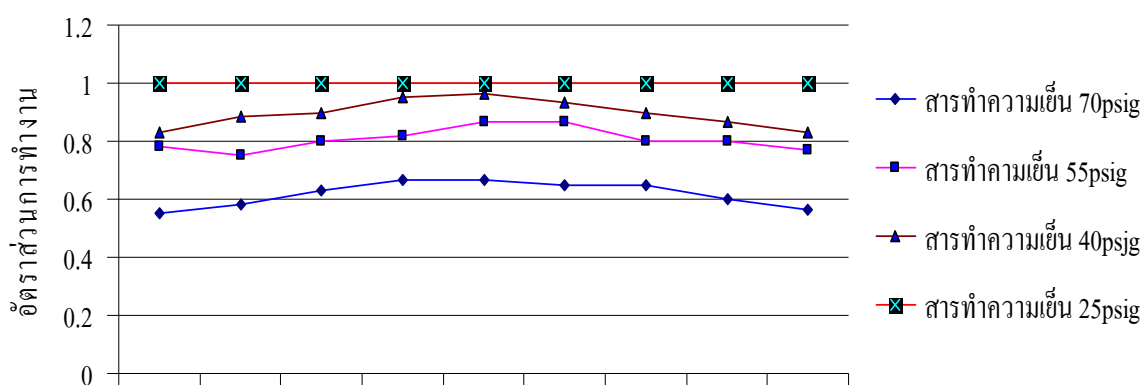
การทำงานของคอมเพรสเซอร์ในการตัดและต่อ โดยทำการเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องที่ติดตั้งแบบห้องมาตรฐานกับห้อง Condenser ที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้โดยตั้งเทอร์โมสตัทที่ 25 °C จากกราฟแสดงการทำงานจะเห็นว่า เครื่องปรับอากาศที่ติดตั้ง Condenser ที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้จะมีสัดส่วนการทำงานที่มากกว่า มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 0.898148 และห้องมาตรฐานจะมีสัดส่วนการทำงาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 0.6185185 มีสัดส่วนการทำงานมากกว่าเฉลี่ย 45.20 % แสดงจากกราฟเครื่องมีการทำงานที่ยาวขึ้นทำให้อัตราการทำงานเพิ่มขึ้นทำให้เกิดการสิ้นเปลืองมากขึ้น ปัจจัยที่ทำให้เกิดอัตราส่วนการทำงานของเครื่องปรับอากาศสูงขึ้นอาจมีปัจจัยภายนอกเช่นอุณหภูมิภายนอกสูงขึ้น เครื่องทำงานหนักขึ้น เมื่อเครื่องทำงานหนัก ความสิ้นเปลืองก็เพิ่มมากขึ้นด้วย จึงส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นอีก



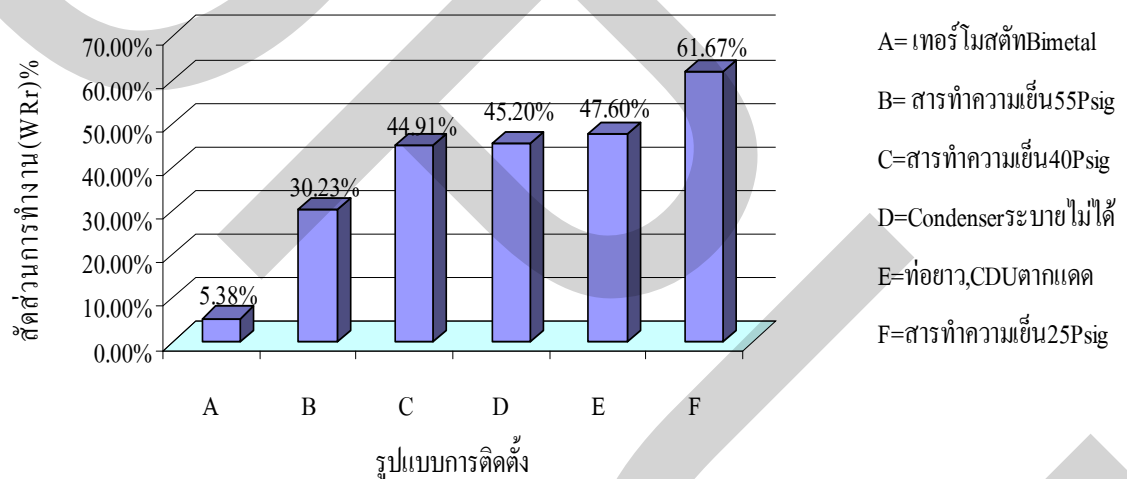
ภาพที่ 4.11 เปรียบเทียบค่าอัตราส่วนการทำงาน (WRr) ของเครื่อง ระหว่าง เทอร์โมสแตทแบบ Electronic กับแบบ Bimetal

การทำงานของเครื่องปรับอากาศขนาด 12,600 Btu/hr โดยตั้งเทอร์โมสแตท 25 °C ดังภาพที่ 4.11 เป็นการเปรียบเทียบอัตราการทำงานของเครื่องปรับอากาศห้องที่ติดตั้ง เทอร์โมสแตทต่างชนิดกันเพื่อเปรียบเทียบอัตราการทำงาน ซึ่งใช้แบบ Electronic กับห้องที่ติดตั้ง เทอร์โมสแตท แบบ Bimetal แสดงให้เห็นว่าอัตราส่วนการทำงานของเทอร์โมสแตทแบบ Bimetal จะมีค่าเฉลี่ยของอัตราการทำงานอยู่ที่ 0.651852 ส่วน เทอร์โมสแตทแบบ Electronic มีค่าอัตราส่วนการทำงานเฉลี่ยอยู่ที่ 0.6185185 ถ้าคิดอัตราส่วนการทำงานของเทอร์โมสแตท แบบ Bimetal มากกว่า เทอร์โมสแตทแบบ Electronic 5.38%

สัดส่วนการทำงานที่เพิ่มขึ้นของเทอร์โมสแตทแบบ Bimetal เป็นผลมาจากอาจช่วงเวลาของการตัดและต่อจะมีช่วงเวลาที่ยาวกว่าเพราะว่าเป็นเทอร์โมสแตทแบบใช้ปรอทเป็นตัวกลางที่จะต่อคอนแทกสวิตซ์ให้ติดกันแบบนี้จะแผ่นโลหะต่างชนิด 2 แผ่น โค้งเป็นตัวยึดรับความร้อนคือเมื่ออุณหภูมิรอบๆแผ่น Bimetal เปลี่ยนแปลงจะทำให้แผ่น Bimetal โค้งเข้าหรือคลายออกทำให้เกิดการตัดหรือต่อยอมเกิดความผิดพลาดได้มากกว่าเทอร์โมสแตทแบบ Electronic



ภาพที่ 4.12 เปรียบเทียบค่าสัดส่วนการทำงาน (WRr) ของเครื่องปรับอากาศระหว่างห้องมาตรฐานสารทำความเย็น 70 psig กับห้องลดปริมาณสารทำความเย็น 55 psig, 40 psig และ 25 psig



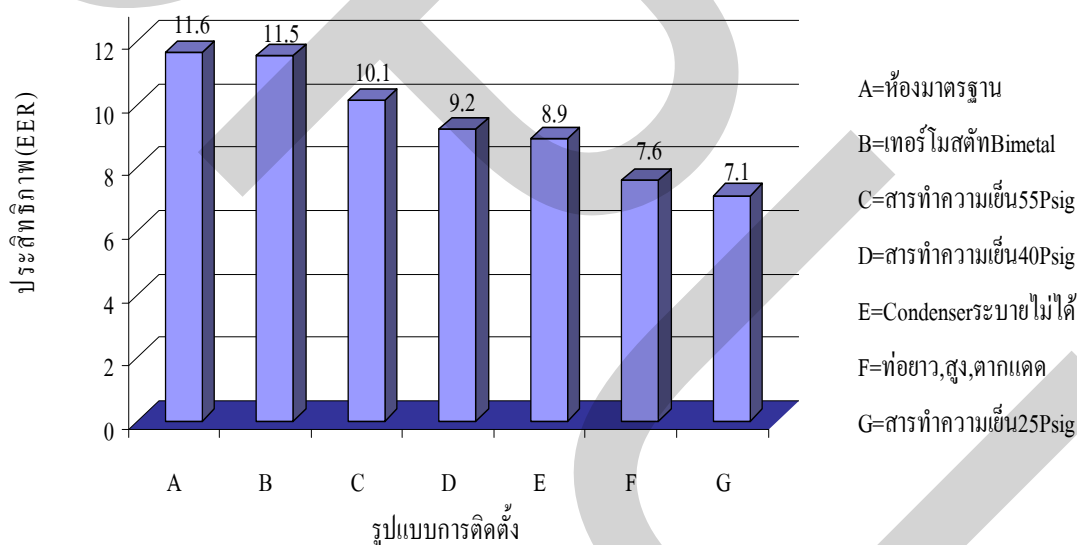
ภาพที่ 4.13 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การทำงานของเครื่อง (WRr) ระหว่าง ห้อง มาตรฐานสารทำความเย็น 70 psig กับห้องลดปริมาณสารทำความเย็น 55 psig, 40 psig และ 25 psig

ในการทำงานของระบบปรับอากาศถ้าหากมีการลดปริมาณสารทำความเย็นในระบบจะส่งผลให้เกิดการทำงานของระบบเพิ่มมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบอัตราการทำงานของระบบปรับอากาศที่มีการทดสอบโดยการลดปริมาณสารทำความเย็นแบ่งออกได้เป็น 3 ระดับ เทียบกับปริมาณสารทำความเย็นมีมาตรฐาน 70 Psig ได้แก่ ลดปริมาณสารทำความเย็น 55 Psig 40 Psig 25 Psig จากผลการทดลอง พบว่าระดับปริมาณสารทำความเย็น 70 Psig จะมีสัดส่วนการทำงานของคอมเพรสเซอร์ 0.6185185 ลดปริมาณสารทำความเย็น 55 Psig จะมีอัตราส่วนการทำงาน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.805556 ส่วน และลดปริมาณสารทำความเย็น 40 Psig มีอัตราส่วนการทำงานเฉลี่ยอยู่ที่ 0.896296 ส่วนการลดปริมาณสารทำความเย็น 25 Psig จะมีอัตราส่วน ที่ 1

สัดส่วนการทำงานของคอมเพรสเซอร์ซึ่งมีผลโดยตรงกับการลดปริมาณสารทำความเย็นของแต่ละระดับซึ่งทำให้เกิดการทำงานของเครื่องปรับอากาศมากขึ้น สัดส่วนการทำงานที่เพิ่มขึ้นคือ ลดปริมาณสารทำความเย็น 25 Psig เหลือ 61.67 % ลดลงที่ 40 Psig การทำงานเหลือ 44.91 % ส่วนการลดสารทำความเย็น 55 Psig คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 23.23 % ดัง ภาพที่ 4.10 การที่ลดสารทำความเย็นในระบบลงยิ่งทำให้มีสัดส่วนการทำงานของเครื่องมากขึ้นทำให้การสิ้นเปลืองมากและคอมเพรสเซอร์ทำงานตลอดเวลาโดยไม่มีการตัดประสิทธิภาพของเครื่องลดลงและอายุของเครื่องสั้นลงอีกด้วย

#### 4.6.4 ค่าประสิทธิภาพของระบบ ( EER )

จากผลการทดลองแล้วนำมาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศจะเห็นว่าค่าประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างด้วยกัน โดยเฉพาะปัจจัยที่เกิดจากPassive ของการติดตั้งดังภาพที่ 4.14



ภาพที่ 4.14 แสดงค่าประสิทธิภาพ (EER) ของเครื่องปรับอากาศในการติดตั้งรูปแบบต่างๆ

ในการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ สามารถวัดระดับความเย็นให้ค่ามาตรฐานความสามารถในการทำความเย็นของระบบปรับอากาศได้บอกถึงประสิทธิภาพของเครื่องค่ามาตรฐาน ประสิทธิภาพของเครื่อง EER ระดับ 5 (เบอร์ 5) มีค่ามากกว่า 10.6 (BTU/hr/w) แสดงว่าใช้ระบบปรับอากาศใช้กำลังไฟฟ้าน้อย แต่สามารถทำความเย็นได้มาก

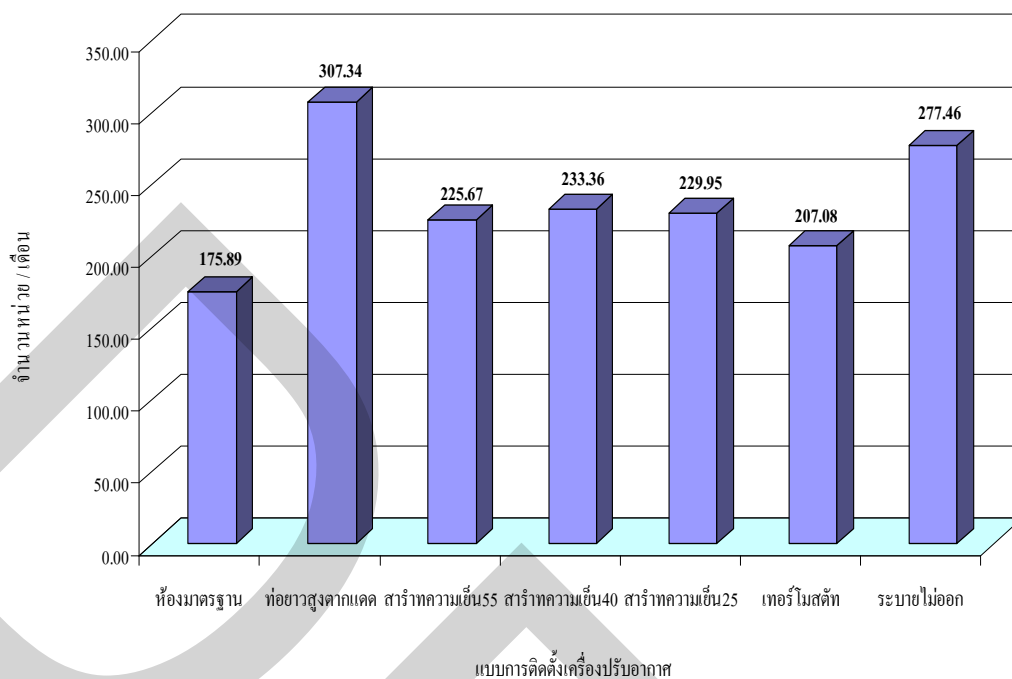
จากผลการทดลองเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้ง ห้องมาตรฐาน เทอร์โมสติกแบบ Bimetal ค่า EER อยู่ใน 11.6 และ 11.5 อยู่ในระดับ 5 เครื่องมีประสิทธิภาพสูง การติดตั้งชุด Condenser ไม่สามารถระบายความร้อนได้ การติดตั้งท่อสารทำความเย็นยาวกว่ามาตรฐาน และการลดปริมาณสารทำความเย็น 55 Psig ค่า EER 10.9 และ 9.2 อยู่ในระดับ 3,4 แสดงว่าเครื่องมีประสิทธิภาพปานกลาง การลดปริมาณสารทำความเย็น 25 Psig การเดินท่อสารทำความเย็นยาวเกินมาตรฐาน ชุดคอยล์ร้อนสูงกว่าคอยล์เย็น ชุดคอยล์ตากแดด มีค่า EER ต่ำกว่า 7 เทียบเท่าระดับ 2 แสดงให้เห็นว่าเครื่องมีประสิทธิภาพต่ำ

ในการติดตั้งระบบปรับอากาศที่ผิดแบบไปจากมาตรฐานทำให้เกิด Passive จะส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพ หรือค่า EER ของเครื่อง

ผลจากการทดลองในการหาค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศโดยการติดตั้งผิดไปจากมาตรฐานจะส่งผลโดยตรงทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศลดลงจากเดิม การติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ห้องมาตรฐานจะมีค่า EER เฉลี่ย 11.62 เมื่อเทียบการติดตั้งที่เป็น Passive ดังนั้นการติดตั้งเทอร์โมสติกแบบ Bimetal มีค่า EER เฉลี่ยที่ 11.52 คิดเปอร์เซ็นต์ที่ลดลง 0.86 % การติดตั้งท่อสารทำความเย็นยาว, ชุดคอยล์ร้อนสูงกว่าชุดคอยล์เย็น ชุดคอยล์ร้อนตากแดด มีค่า EER เฉลี่ยที่ 7.6 เปอร์เซ็นต์ที่ลดลง 52.63 % การติดตั้ง Condenser ที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้มีค่า EER เฉลี่ย 8.9 เปอร์เซ็นต์ที่ลดลง 30.33 % ส่วนการลดปริมาณสารทำความเย็นลง 55, 40 และ 25 Psig จะมีค่า EER เฉลี่ยที่ 10.1 , 9.2 , และ 7.1 ตามลำดับส่วนเปอร์เซ็นต์ที่ลดลง 12.93 % , 26.08 % และ 63.38 % ดังแสดงในภาพที่ 4.14 ดังที่กล่าวในข้างต้น การติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ไม่ถูกต้องและไม่ได้มาตรฐานทำให้ค่าประสิทธิภาพ ( EER ) ของเครื่องปรับอากาศลดลงอย่างเห็นได้ชัดและทำให้เกิดความสิ้นเปลืองพลังงานเพิ่มจากปัจจัยที่ได้กล่าวข้างต้น

#### 4.6.5 การสิ้นเปลืองพลังงานต่อเดือน ( kW-hr / month )

จากผลการทดลองพบว่าการสิ้นเปลืองพลังงานที่เกิดขึ้นในระบบปรับอากาศนั้นเกิดจากปัจจัยของการติดตั้งซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบทำให้เกิดความสิ้นเปลืองพลังงานโดยตรงและทางอ้อมดังภาพที่ 4.15



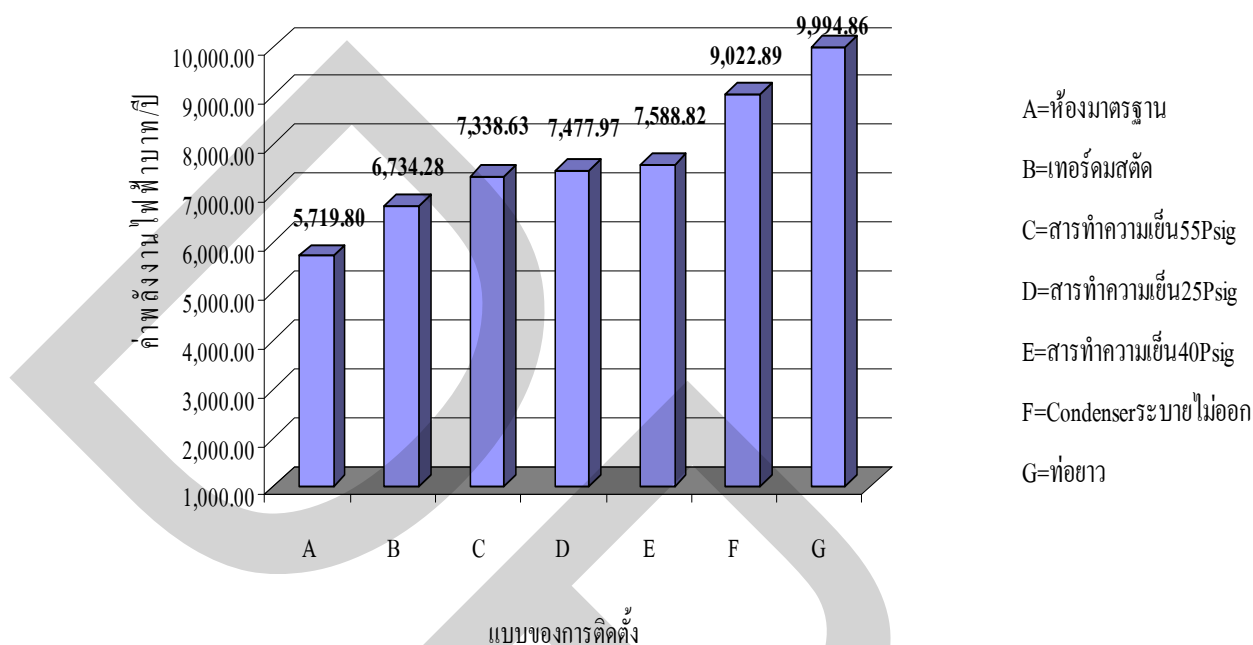
ภาพที่ 4.15 แสดงการสิ้นเปลืองพลังงานที่เพิ่มขึ้นต่อเดือนในระบบปรับอากาศ

การสิ้นเปลืองพลังงานที่เกิดขึ้นจากทดลองพบว่าพลังงานที่เพิ่มขึ้นของการติดตั้งจาก 7 รูปแบบเมื่อเทียบกับห้องมาตรฐานสัดส่วนการสิ้นเปลืองพลังงานที่เพิ่มขึ้นต่อเดือนดังกราฟแสดงภาพที่ 4.15 ห้องมาตรฐานมีการสิ้นเปลืองพลังงานต่อเดือนเฉลี่ย 175.89 หน่วย/เดือนการติดตั้งเทอร์โมสตัด Bimetal พลังงานที่ใช้ต่อเดือนเฉลี่ย 207.08 หน่วย/เดือนคิดเปอร์เซ็นต์พลังงานที่ใช้เพิ่มขึ้น 15.06 % การติดตั้งท่อยาว,สูงและตากแดดพลังงานที่ใช้ต่อเดือนเฉลี่ย 307.34 หน่วย/เดือน คิดเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้น 42.77 % การติดตั้ง Condenser ที่ไม่สารณมาตรฐานระบายความร้อนได้ พลังงานที่ใช้ต่อเดือน 277.46 หน่วย/เดือน คิดเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้น 36.60 % ส่วนการติดตั้งเครื่องโดยการลดปริมาณสารทำความเย็น 55,40และ25 Psig พลังงานที่ใช้ต่อเดือน 225.67 ,233.36 และ 229.95 หน่วย/เดือนตามลำดับและคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้น ลดปริมาณสารทำความเย็น 55 ,40,25 Psig 22.05 % ,24.02 % และ 23.50 % ตามลำดับ ดังนั้นพลังงานทางอ้อมที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากปัจจัยของการติดตั้งและการออกแบบจะส่งผลโดยตรงต่อการสิ้นเปลืองพลังงานของเครื่องอากาศที่ทำการทดลอง

#### 4.6.6 ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น

จากผลทดลองการติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ไม่ถูกต้องในรูปแบบต่างๆจะส่งผลโดยตรงกับค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากการติดตั้งท่อสารทำความเย็นยาวเกินมาตรฐาน ชุด CDU สูงกว่า FCU, CDU ตากแดด การติดตั้งชุด Condenser ที่ไม่สารณมาตรฐานระบายความร้อนได้

และการลดปริมาณสารทำความเย็นเมื่อเปรียบเทียบกับห้องที่ติดตั้งถูกต้องและได้มาตรฐานดังภาพที่ 4.16



ภาพที่ 4.16 แสดงค่าใช้จ่ายบาทต่อปีของเครื่องปรับอากาศที่เกิดจากปัจจัยทางอ้อม

ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มต่อปีโดยคิดเฉลี่ยของเครื่องปรับอากาศที่เกิดขึ้นจากปัจจัยของการติดตั้งที่เป็น Passive เทียบกับห้องมาตรฐานจากการทดลองมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 5,719.80 บาทต่อปีการติดตั้งเทอร์โมสตัดแบบ Bimetal มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 6,734.28 บาทต่อปีเพิ่มขึ้น 1014.48 บาทต่อปีคิดเปอร์เซ็นต์ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น 15.06 % การติดตั้งโดยการลดปริมาณสารทำความเย็น 55 Psig มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 7,338.63 บาทต่อปี เพิ่มขึ้น 1,618.38 บาทต่อปี เปอร์เซ็นต์ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น 22.06% การลดปริมาณสารทำความเย็น 25 Psig มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 7,477.97 บาทต่อปี เพิ่มขึ้น 1,758.17 บาทต่อปี เปอร์เซ็นต์ค่าใช้จ่ายที่เพิ่ม 23.51 % การลดปริมาณสารทำความเย็น 40 Psig มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 7,588.82 บาทต่อปี ค่าใช้จ่ายที่เพิ่ม 1,869.02 บาทต่อปีเพิ่มขึ้น24.62% ส่วนการติดตั้งCondenserที่ไม่สามารถระบายความร้อนไม่ได้ มีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 9,022.89 บาทต่อปี เพิ่มขึ้น 3,303.09 บาทต่อปี เปอร์เซ็นต์ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น 36.61 % และการติดตั้งท่อสารทำความเย็นยาว,คอยล์ร้อนสูงกว่าคอยล์เย็นและตากแดดมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 9,994.86 บาทต่อปีเพิ่มขึ้น 4,275.06 บาทต่อปี เปอร์เซ็นต์ค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น 42.77 % ดังนั้นการติดตั้งที่ผิดแบบส่งผลทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นใน ระบบปรับอากาศโดย เฉพาะการติดตั้งท่อสารทำความเย็นยาว,คอยล์ร้อนสูงและตากแดดมาแล้วข้างต้น



#### 4.7 ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานตลอดอายุการใช้งาน (Life Energy Cost)

เนื่องจากเครื่องปรับอากาศเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีราคาค่อนข้างแพง กินกระแสไฟฟ้าสูงยิ่งกว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทอื่น ๆ ดังนั้นในแง่ของค่าใช้จ่ายด้านพลังงานตลอดอายุการใช้งานของเครื่องปรับอากาศจึงประกอบไปด้วย ต้นทุนในการลงทุนและค่าพลังงานไฟฟ้าที่จะต้องจ่ายตลอดอายุการใช้งานของเครื่องปรับอากาศประกอบด้วยค่าใช้จ่าย 2 ส่วนหลักๆ ด้วยกันคือ

$$\text{Life Energy Cost} = \frac{(A) [(1+i)^n - 1]}{i(1+i)^n}$$

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า (Energy Cost) เป็นค่าใช้จ่ายในส่วนของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการดำเนินงานของระบบตลอดอายุการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ

จากข้อมูลข้างต้นนี้จำเป็นต้องพิจารณาปรับเปลี่ยนค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศให้อยู่ในรูปการเงินปัจจุบัน (Present Worth) เสียก่อน ทั้งนี้เนื่องจากการนำค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าซึ่งอยู่ในรูปของค่าเงินในอนาคต (Further Worth) มาเปรียบเทียบกับต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน (ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนี้เป็นค่าใช้จ่ายในอนาคตโดยจะมีค่าน้อยกว่าค่าเงินในปัจจุบัน)

เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์เราจะพิจารณาให้ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นอยู่ในรูปแบบของ Uniform Series Present Worth Factor (USPWF) ดังแสดงในภาพที่ 4.17 กล่าวคือพิจารณาให้ค่าใช้จ่ายดังกล่าวนี้มีค่าเท่ากันทุก ๆ เดือนตลอดอายุการใช้งาน ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

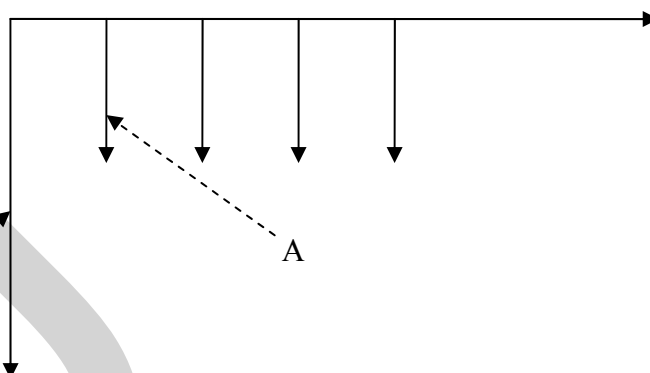
$$P = \frac{(A) [(1+i)^n - 1]}{i(1+i)^n}$$

โดย  $P$  = ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในรูปของเงินในปัจจุบัน

$A$  = ค่าพลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือน (กำหนดให้มีค่าเท่ากัน)

$i$  = อัตราดอกเบี้ยต่อเดือน

$n$  = อายุการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ (เดือน)



ภาพที่ 4.17 มูลค่าของเงินในปัจจุบันสำหรับยอดเงินที่มีค่าใช้จ่ายเป็นงวด ๆ ละเท่าๆ กัน

ดังนั้นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าตลอดอายุการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ (Life Energy Cost) ณ.มูลค่าปัจจุบัน (Present Value) สามารถที่จะแสดงได้ดังนี้

$$\text{Life Energy Cost} = \frac{(A) [(1+i)^n - 1]}{i(1+i)^n}$$

ดังนั้นสถานภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศกำหนดให้เครื่องปรับอากาศทำงานขึ้นอยู่กับสัดส่วนการทำงาน  $WR_r$  จากการทดสอบ อัตราดอกเบี้ย กำหนดในอัตราดอกเบี้ยฝากร้อยละ 10 ต่อปี ดังนั้น คิดเป็นร้อยละ  $10/12 = 0.8333$  ต่อเดือน นั่นคือ  $i = 0.008333$  อายุการใช้งาน กำหนดให้เครื่องปรับอากาศมีอายุการใช้งานมีค่าเท่ากับ 15 ปี หรือคิดเป็น  $15 \times 12 = 180$  ต่อเดือน ดังนั้น  $n = 180$  พิจารณาค่าไฟฟ้าในที่กำหนดให้ค่าไฟฟ้าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 2.71 บาท/หน่วย

การคำนวณค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าต่อเดือนของปัจจัยที่เป็น Passive ต่าง ๆ ดังนี้ การติดตั้งเครื่องปรับอากาศห้องมาตรฐาน จะต้องจ่ายค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าเดือนละ

$$\begin{aligned} &= [ (\text{kW}) \times (\text{hr/day}) \times (\text{day / year}) \times (\text{Bath / Unit}) ] / 12 \\ &= [ 1.0516 \times 5.67 \times 365 \times 2.71 ] / 12 \\ &= 491.48 \text{ บาท / เดือน} \end{aligned}$$

ดังนั้นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานตลอดอายุการใช้งานอย่างง่ายของเครื่องปรับอากาศห้องมาตรฐาน

$$\begin{aligned} \text{Life Energy Cost} &= 491.48 \left[ \frac{(1+0.008333)^{180} - 1}{0.008333(1+0.008333)^{180}} \right] \\ &= 45,736.91 \text{ บาท} \end{aligned}$$

การติดตั้งเครื่องปรับอากาศหอสารทำความเย็นยาว,CDUสูงกว่าFCUและCDUตากแดด  
จะต้องจ่ายค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าเดือนละ

$$= [ (\text{kW}) \times (\text{hr/day}) \times (\text{day / year}) \times (\text{Bath / Unit}) ] / 12$$

$$= [ 1.2552 \times 8.15 \times 365 \times 2.71 ] / 12$$

$$= 843.240 \text{ บาท / เดือน}$$

ดังนั้นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานตลอดอายุการใช้งานอย่างง่ายของเครื่องปรับอากาศหอสาร  
ทำความเย็นยาว,CDUสูงกว่าFCUและCDUตากแดด

$$\text{Life Energy Cost} = 843.240 \left[ \frac{(1+0.008333)^{180} - 1}{0.008333(1+0.008333)^{180}} \right]$$

$$= 78,471.54 \text{ บาท}$$

การติดตั้งเครื่องปรับอากาศการลดปริมาณสารทำความเย็น 55 Psig(80%) จะต้องจ่าย  
ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าเดือนละ

$$= [ (\text{kW}) \times (\text{hr/day}) \times (\text{day / year}) \times (\text{Bath / Unit}) ] / 12$$

$$= [ 1.0369 \times 7.25 \times 365 \times 2.71 ] / 12$$

$$= 619.66 \text{ บาท / เดือน}$$

ดังนั้นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานตลอดอายุการใช้งานเครื่องปรับอากาศการลดปริมาณสาร  
ทำความเย็น 55 Psig(80%)

$$\text{Life Energy Cost} = 619.66 \left[ \frac{(1+0.008333)^{180} - 1}{0.008333(1+0.008333)^{180}} \right]$$

$$= 57,665.28 \text{ บาท}$$

การติดตั้งเครื่องปรับอากาศการลดปริมาณสารทำความเย็น 40 Psig(50%) จะต้องจ่าย  
ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าเดือนละ

$$= [ (\text{kW}) \times (\text{hr/day}) \times (\text{day / year}) \times (\text{Bath / Unit}) ] / 12$$

$$= [ 0.9643 \times 8.0666 \times 365 \times 2.71 ] / 12$$

$$= 641.185 \text{ บาท / เดือน}$$

ดังนั้นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานตลอดอายุการใช้งานเครื่องปรับอากาศการลดปริมาณ  
สารทำความเย็น 40Psig(50%)

$$\text{Life Energy Cost} = 641.185 \left[ \frac{(1+0.008333)^{180} - 1}{0.008333(1+0.008333)^{180}} \right]$$

$$= 59,668.39 \text{ บาท}$$

การติดตั้งเครื่องปรับอากาศการลดปริมาณสารทำความเย็น 25 Psig(30%) จะต้องจ่าย  
ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าเดือนละ

$$= [ (kW) \times (hr/day) \times (day / year) \times (Bath / Unit) ] / 12$$

$$= [ 0.8517 \times 9 \times 365 \times 2.71 ] / 12$$

$$= 631.844 \text{ บาท / เดือน}$$

ดังนั้นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานตลอดอายุการใช้งานเครื่องปรับอากาศ การลดปริมาณ  
สารทำความเย็น 25Psig(30%)

$$\text{Life Energy Cost} = 631.84 \left[ \frac{(1+0.008333)^{180} - 1}{0.008333(1+0.008333)^{180}} \right]$$

$$= 58,799.12 \text{ บาท}$$

การติดตั้งเครื่องปรับอากาศโดยใช้เทอร์โมสแตทBimetal จะต้องจ่ายค่าใช้จ่ายด้าน  
พลังงานไฟฟ้าเดือนละ

$$= [ (kW) \times (hr/day) \times (day / year) \times (Bath / Unit) ] / 12$$

$$= [ 1.0589 \times 6.5185 \times 365 \times 2.71 ] / 12$$

$$= 568.96 \text{ บาท / เดือน}$$

ดังนั้นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานตลอดอายุการใช้งานเครื่องปรับอากาศ โดยใช้เทอร์  
โมสแตทBimetal

$$\text{Life Energy Cost} = 568.96 \left[ \frac{(1+0.008333)^{180} - 1}{0.008333(1+0.008333)^{180}} \right]$$

$$= 52,947.16 \text{ บาท}$$

การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ Condenser ที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้จะต้องจ่าย  
ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าเดือนละ

$$= [ (kW) \times (hr/day) \times (day / year) \times (Bath / Unit) ] / 12$$

$$= [ 1.1440 \times 8.083 \times 365 \times 2.71 ] / 12$$

$$= 762.218 \text{ บาท / เดือน}$$

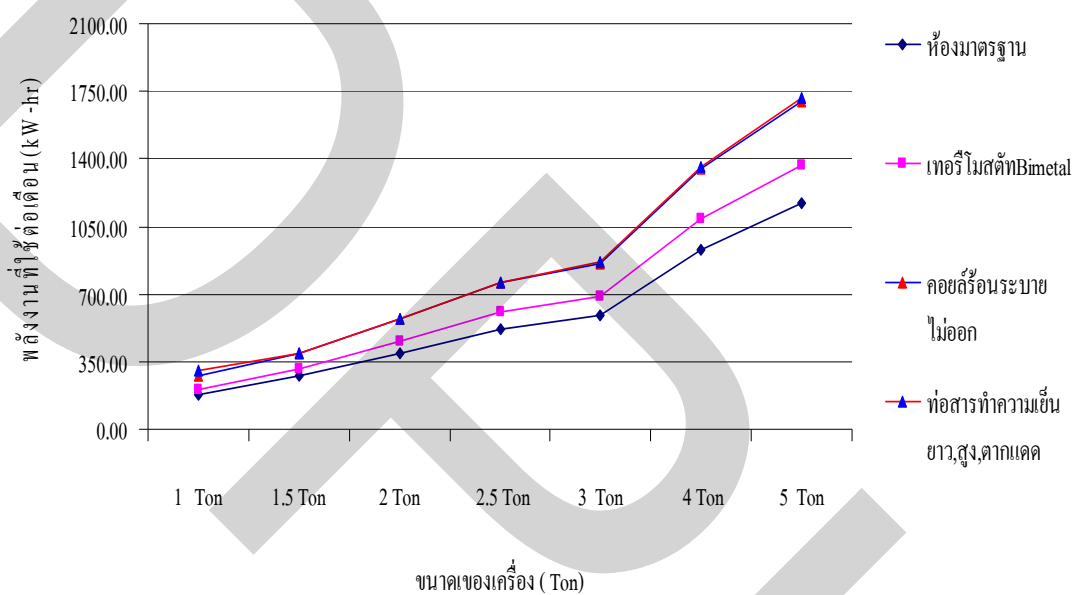
ดังนั้นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานตลอดอายุการใช้งานเครื่องปรับอากาศ Condenser ที่ไม่  
สามารถระบายความร้อนได้

$$\text{Life Energy Cost} = 762.218 \left[ \frac{(1+0.008333)^{180} - 1}{0.008333(1+0.008333)^{180}} \right]$$

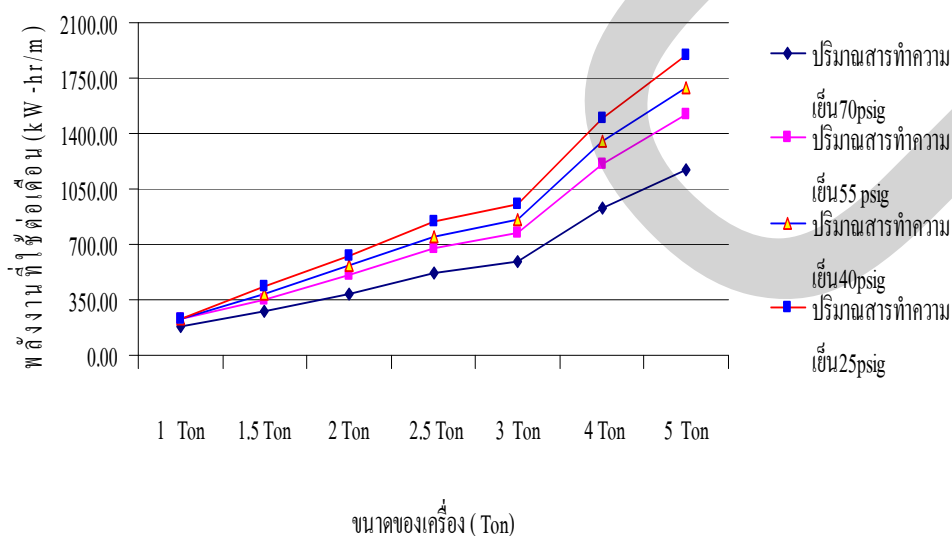
$$= 70,931.67 \text{ บาท}$$

#### 4.8 การประมาณค่าพลังงานส่วนเพิ่มอันเนื่องมาจาก Passive Energy

จากการทดลองเป็นการทดลองในห้องมาตรฐานกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาด 1 ตัน ( 12,600 Btu/hr) ในห้อง 18 m<sup>2</sup> ซึ่งหากตั้งสมมุติฐานทางทฤษฎีว่าขนาดของ WR ที่เปลี่ยนแปลงไปจะมีค่าเท่าเดิมทุกครั้งไม่ว่าขนาดของระบบปรับอากาศจะเปลี่ยนไปเช่นใด ดังนั้นเมื่อขนาดของระบบปรับอากาศใหญ่ขึ้นผลของการใช้พลังงานที่เพิ่มจะมีค่าดังภาพที่ 4.16



ภาพที่ 4.18 แสดงค่าพลังงานส่วนเพิ่มต่อเดือนของเครื่องขนาด (Ton) ต่างๆจาก Passive



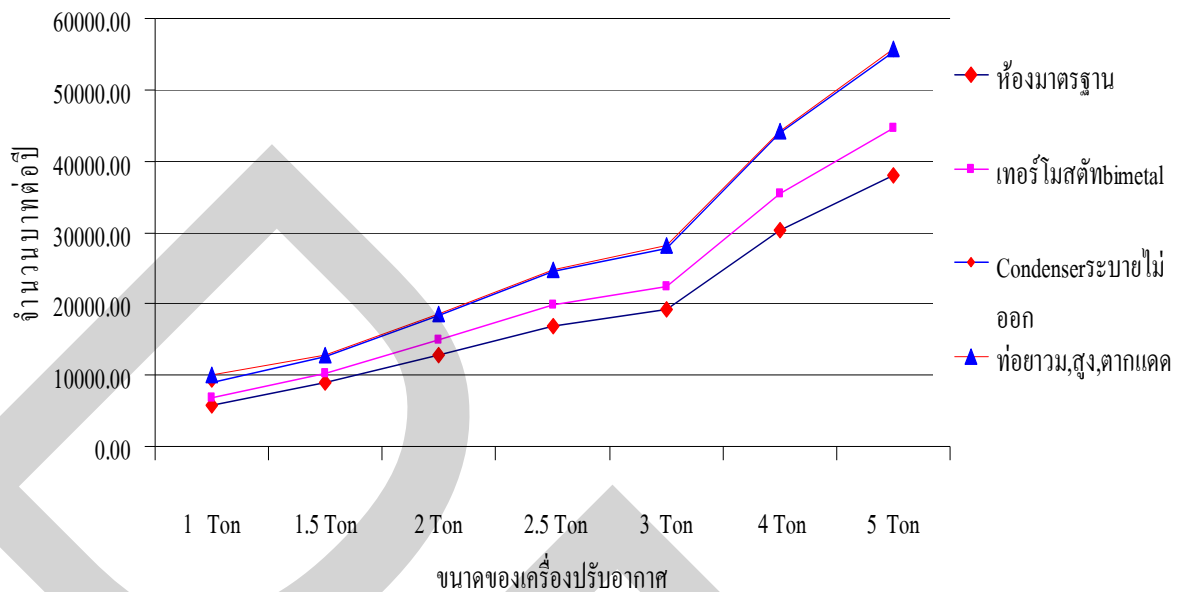
ภาพที่ 4.19 แสดงพลังงานส่วนเพิ่มโดยลดปริมาณสารทำความเย็น

พลังงานส่วนเพิ่มที่เกิดขึ้นในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน เพื่อเป็นการเปรียบเทียบ พลังงานส่วนเพิ่มที่เกิดขึ้นในระบบปรับอากาศขนาดต่าง ๆ พลังงานส่วนเพิ่มที่เกิดขึ้นเมื่อคิดผลจาก Passive ที่เกิดขึ้น ภายใต้สมมุติฐานที่ว่า Passive ที่เกิดขึ้นจะมีค่าที่เท่ากันจะพบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของการใช้พลังงานทางอ้อมแบ่งเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงระบบปรับอากาศขนาดเล็ก (1-3 ตัน) และช่วงระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ (3-5 Ton) จากภาพ 4-16 ระบบปรับอากาศขนาดเล็กเส้นกราฟ จะมีการเปลี่ยนแปลงค่าและความชันของกราฟอยู่บ้างที่ทำให้เกิดการใช้พลังงานทางอ้อมที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะ การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ท่อสารทำความเย็นคอยล์อุณหภูมิสูง คอยล์ ตากแดด และการติดตั้ง Condenser ที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้ มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นถึง 39.88 % เมื่อเทียบกับการติดตั้งที่ได้มาตรฐานถูกต้อง ส่วนการติดตั้ง เทอร์โมสติกแบบ Poi metal ใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอีก 16.82 %

ส่วนช่วงของระบบปรับอากาศขนาด 3-5 ตัน จะเป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าและความชันของกราฟค่อนข้างสูง จะเห็นได้จากกราฟที่ 4.16 ช่วงที่ 2 หรือคิดเป็น 46.64 % ของการติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่เป็น Passive ท่อยาวสูงตามอากาศ การติดตั้ง Condenser ที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้ การใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอีก 45.2 % จากที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่าขนาดเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดใหญ่ขึ้นย่อมส่งผลให้เกิดพลังงานส่วนเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะการติดตั้งระบบปรับอากาศที่เป็น Passive จะส่งผลโดยตรงให้เกิดความสิ้นเปลืองและพลังงานทางอ้อมที่เพิ่ม

#### 4.9 การประมาณค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่มอันเนื่องมาจาก Passive Energy

จากการทดลองเป็นการทดลองในห้องมาตรฐานกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาด 1 ตัน ( 12,600 Btu/hr) ในห้อง 18 m<sup>2</sup> ซึ่งหากตั้งสมมุติฐานทางทฤษฎีว่าขนาดของ WR ที่เปลี่ยนแปลงไปจะมีค่าเท่าเดิมทุกครั้งไม่ว่าขนาดของระบบปรับอากาศจะเปลี่ยนไปเช่นใด ดังนั้นเมื่อขนาดของระบบปรับอากาศใหญ่ขึ้นผลของการใช้พลังงานที่เพิ่มจะมีค่าดังภาพที่ 4.20



ภาพที่ 4.20 แสดงค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่มต่อปีของเครื่องขนาด (Ton) ต่างๆจาก Passive โดยห้องมาตรฐาน เทอร์โมสแตท ระบายไม่ออก ท่อยาวสูงตากแดด

ค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่มที่เกิดขึ้นในระบบปรับอากาศจากการทดลองทั้ง 7 แบบการทดลอง เป็นผลมาจากการติดตั้งที่ผิดพลาด ไม่ได้มาตรฐานการใช้พลังงานทางอ้อม (Passive Energy Used) ค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่มต่อปี ที่เกิดขึ้นในระบบปรับอากาศโดยคิดจากพลังงานส่วนเพิ่มต่อปี

การวิเคราะห์ค่าใช้จ่าย จะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง

ช่วงที่ 1 เป็นค่าใช้จ่ายของเครื่องปรับอากาศขนาด 1-3 ตัน

ช่วงที่ 2 เป็นค่าใช้จ่ายของเครื่องปรับอากาศขนาด 3-5 ตัน

เครื่องปรับอากาศขนาด 1-3 ตัน การใช้เทอร์โมสแตท แบบ Bimetal ค่าใช้จ่ายรวมเพิ่ม/ปี 7,804.01 บาท เพิ่มขึ้น 16.82 % การติดตั้ง Condenser ที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้มีค่าใช้จ่ายเพิ่ม/ปี 9,415.80 บาท เพิ่มขึ้น 39.88 % การติดตั้งท่อสารพัดลมเย็นยาวเกินมาตรฐาน ชุดคอยล์ร้อนสูงกว่าชุดคอยล์เย็น มีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น / ปี 9,044.68 บาท เพิ่มขึ้น 34.36 % เครื่องขนาด 3-5 ตัน การใช้เทอร์โมสแตท Bimetal

ค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่ม/ปี 11,035.97 บาท เพิ่มขึ้น 17.09 % ชุดคอยล์ระบายไม่ออกมีค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่ม 13,685.23 บาท เพิ่มขึ้น 45.2% และ การติดตั้งท่อสารทำความเย็นยาว ชุดคอยล์ร้อนสูงกว่า ชุดคอยล์เย็นตากแดดมีค่าใช้จ่ายเพิ่ม 13,798.10 บาท เพิ่มขึ้น 46.64%

ส่วนในเรื่องของการลดปริมาณสารทำความเย็นเครื่องปรับอากาศขนาด 1-3 ตัน โดยการลดปริมาณสารทำความเย็นในระบบ 5.5 psig มีค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่ม 8,822.13 บาท เพิ่มขึ้น 31.06 % ลดปริมาณสารทำความเย็น 40 psig มีค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่มต่อปี 9,226.70 บาท เพิ่มขึ้น 37.07 % และการลดปริมาณสารทำความเย็น 25 psig มีค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่มต่อปี 11,667.60 บาท เพิ่มขึ้น 52.68 %

ส่วนเครื่องปรับอากาศขนาด 3-5 ตันเมื่อลดปริมาณสารทำความเย็น 55 psig มีค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่มต่อปี 12,274.38 บาท เพิ่มขึ้น 30.23 % และลดลงอีก 40 psig มีค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่มต่อปี 14,534.39 บาท เพิ่มขึ้น 54.21 % และการลดปริมาณทำความเย็น 25 psig มีค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่มต่อปี 15,237.16 บาท เพิ่มขึ้น 61.67 %

จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่าขนาดของเครื่องปรับอากาศ และปัจจัยที่ทำให้เกิด Passive ต่าง ๆ มีผลต่อการใช้พลังงานทางอ้อม และทำให้เกิดค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นโดยไม่รู้ตัว



## บทที่ 5

### อภิปรายผล สรุป และข้อเสนอแนะ

#### 5.1 อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาถึง“ผลจากการเกิดพลังงานทางอ้อม ในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลของการใช้พลังงานทางอ้อมที่เกิดขึ้น อันเนื่องมาจากปัจจัยต่างๆ ในการติดตั้งและการใช้งานโดยมีการหาปริมาณการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น ผลจากการทดสอบการทำงานของเครื่องปรับอากาศที่มีการติดตั้งในรูปแบบของการติดตั้งที่ต่างกัน ในช่วงเวลาเดียวกันนั้นทำให้ทราบถึงผลการทดลอง และปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้อง ทั้งทางตรงและทางอ้อม ที่จะทำให้ระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาด 12,600 BTU/h (1 ตัน) สามารถที่จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดโดยใช้พลังงานในการทำงานน้อยที่สุดหรือประหยัดพลังงานที่สุด นั้นต้องมีปัจจัยและสภาพแวดล้อมอย่างไร

#### 5.2 สรุปผลการทดลอง

การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศในอาคารต่างๆ จะได้ผลเต็มที่เมื่อมีการดำเนินการออกแบบ และติดตั้งให้สมบูรณ์ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการใช้พลังงานในอาคาร มีการใช้พลังงานอย่างเหมาะสมและเป็นไปตามข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศ รวมถึงการบำรุงรักษาที่ดีในระบบปรับอากาศเพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด การประหยัดพลังงานในการปรับอากาศจะไม่ได้ผลดีเท่าที่ควรหรือไม่ได้ผลดีเลยหากขาดองค์ประกอบข้างต้นอย่างหนึ่งอย่างใด จากการทดลองการติดตั้งเครื่องปรับอากาศขนาด 12,600 Btu/h (ขนาด 1 ตัน) โดยปรับตั้งเทอร์โมสตัทที่อุณหภูมิ 25 °C ได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยของการติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ผิดแบบไม่เป็นไปตามมาตรฐานและข้อกำหนด ในการติดตั้งท่อสารทำความเย็นยาวเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ รวมถึงการติดตั้งชุด CDU สูงกว่าชุด FCU การติดตั้งชุด CDU ตากแดด เครื่องปรับอากาศที่ใช้เทอร์โมสตัทต่างชนิดกัน (แบบ Bimetal และแบบ Electronic) การใช้เครื่องปรับอากาศขณะมีปริมาณของสารทำความเย็นต่ำและการติดตั้ง Condenser ที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้ โดยได้ทำการเปรียบเทียบค่ากับเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งถูกต้องตามมาตรฐานทำให้สามารถทราบถึงประสิทธิภาพของ

เครื่องปรับอากาศ (EER) ปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้า (A) ปริมาณกำลังไฟฟ้า (W) สัดส่วนการทำงานของเครื่องปรับอากาศ (Work Ratio) ที่เปลี่ยนแปลงไปรวมถึงพลังงานส่วนเพิ่มและค่าใช้จ่ายส่วนเพิ่มที่เกิดขึ้นส่งผลให้เกิดการใช้พลังงาน (Passive Energy Used) รวมถึงค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองทั้งหมดจะพิจารณาถึงผลกระทบที่เกิดจากการใช้พลังงานทางอ้อม (Passive Energy Used) อันเป็นผลมาจากการติดตั้งการออกแบบเครื่องปรับอากาศที่ผิดแบบไม่ได้มาตรฐานและผิดพลาด การวิเคราะห์ผลจากปัจจัยออกเป็น 3 กรณี สามารถ อภิปรายผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

ในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศและการออกแบบที่ ผิดพลาด ไม่ได้มาตรฐานจะส่งผลให้เกิดการใช้พลังงานทั้งทางตรงและใช้พลังงานทางอ้อม (Passive Energy Used) ปัจจัยที่ทำให้เกิดการใช้พลังงานทางอ้อมที่เกิดขึ้นในระบบปรับอากาศจากการทดลองสามารถแยกได้ดังนี้

**กรณีที่ 1** ในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ผิดแบบไม่ได้มาตรฐาน โดยเฉพาะการติดตั้งท่อสารทำความเย็นยาว เกินมาตรฐาน การติดตั้งชุด CDU สูงกว่า FCU การติดตั้งชุด CDU ตากแดด ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการใช้กระแสไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น 19.35 % เมื่อเทียบกับห้องที่ติดตั้งถูกต้องได้มาตรฐาน โดยเครื่องปรับอากาศจะมี อัตราส่วนการทำงาน (work Ratio) เพิ่มขึ้นโดยมีอัตราส่วนเพิ่มขึ้น 47.60 % ส่งผลให้มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อเดือนเพิ่มขึ้นถึง 42.77 % ( 307.34 หน่วย/เดือน) นอกจากนั้นยังส่งผลต่อปริมาณความเย็นและประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ มีค่าลดลง 9.438 Btu/h (ลดลง 29.39 %) อีกปัจจัยที่พบในการทดลองคือค่าประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ (EER จะลดลงจากเบอร์ 5 เป็นเบอร์ 3 (EER =7) ) แสดงให้เห็นอย่างเด่นชัด ถึงผลจากติดตั้งเครื่องปรับอากาศและการออกแบบที่ ไม่ได้มาตรฐานจะทำให้เครื่องมีประสิทธิภาพต่ำ และอายุการใช้งานสั้นลงค่าใช้จ่ายต่อปีเพิ่มขึ้น

**กรณีที่ 2** การติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ Condenser ไม่สามารถระบายความร้อนได้ โดยปกติมาตรฐานอากาศที่ผ่าน Condenser มีอุณหภูมิไม่เกิน 35 °C จากผลการทดลองอากาศที่ผ่าน Condenser ประมาณ 37-40 °C จะส่งผลให้เกิดการใช้กระแสไฟฟ้าและพลังงานเพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากคอมเพรสเซอร์ทำงานหนักขบวนการถ่ายเทความร้อนออกจากระบบไม่สมบูรณ์ ทำให้คอมเพรสเซอร์ร้อนและกินกระแสเพิ่มขึ้นสัดส่วนการทำงาน (Work Ratio) เพิ่มขึ้น โดยมีสัดส่วนเพิ่มขึ้น 45.20 % จากปัจจัย Condenser ที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้ยังส่งผลต่อปริมาณความเย็นลดลง 10,184 Btu /hr (ลดลง 19.93 % ) ค่าประสิทธิภาพของเครื่อง (EER) EER จะลดลงจากเบอร์ 5 เป็นเบอร์ 3 (EER =8.9 ลดลง 30.33 % ) ค่าไฟฟ้าเพิ่มต่อปีมีค่าใช้จ่ายเฉลี่ย 9,022.89 บาทต่อปี เพิ่มขึ้น 3,303.09 บาทต่อปี (เพิ่มขึ้น

36.61 %)เมื่อเปรียบเทียบกับห้องมาตรฐานการออกแบบและติดตั้งCondenserที่ไม่สามารถระบายความร้อนได้จะส่งผลโดยตรงต่อระบบทำเครื่องปรับอากาศมีประสิทธิภาพต่ำค่าไฟฟ้าต่อปีเพิ่มขึ้นอีกด้วย

**กรณีที่ 3** การใช้อุปกรณ์ควบคุมที่ผิดพลาดหรือ อุปกรณ์ที่ควบคุมไม่ได้มาตรฐาน ผลจากการทดลองการเปรียบเทียบการใช้เทอร์โมสแตท แบบ Bimetal กับ แบบ Electronic พบว่าการทำงานในการควบคุมอุณหภูมิ ของเทอร์โมสแตท แบบ Bimetal มีช่วงของการตัดต่อมีช่วงที่ยาวกว่า ส่งผลต่อการทำงานของ Compressor ยาวนานขึ้น เครื่องปรับอากาศจะเกิดความสิ้นเปลืองพลังงานมากขึ้นเมื่อเทียบกับเทอร์โมสแตทแบบ Electronic มากขึ้น 15.06 % หรือคิดเป็นค่าใช้จ่ายต่อปีที่เพิ่มขึ้น 1014.48 บาท/ปี การใช้อุปกรณ์ควบคุมที่ไม่ได้มาตรฐานหรือผิดพลาดย่อมส่งผลต่อค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น

**กรณีที่ 4** ระบบปรับอากาศปริมาณสารทำความเย็นในระบบน้อยเกินไปหรือมีปริมาณไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ขาดการดูแลและบำรุงรักษาที่ดี ก็จะส่งผลให้ระบบเกิดความสิ้นเปลืองพลังงาน และค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นจากการทดลองพบว่าหากปริมาณสารทำความเย็นในระบบลดลงเหลือ 80 % จะส่งผลให้เครื่องปรับอากาศมีสัดส่วนการทำงาน (WR) ที่เพิ่มขึ้น 23.23 % การใช้พลังงานเพิ่มขึ้น 22.05 % ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ( 1,618.38 บาทต่อเดือน) ทั้งยังทำให้ปริมาณความเย็นของเครื่องลดลง 14.37 %

ถ้ามีปริมาณสารทำความเย็นในระบบปรับอากาศลดลงเหลือ 50 % ทำให้อัตราส่วนการทำงาน (WR) เพิ่มขึ้นถึง 44.91 % จึงส่งผลให้การใช้พลังงานเพิ่มขึ้น 24.02 % และมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น 1,869.02 บาท/เดือน และยังส่งผลทำให้ปริมาณความเย็นประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศลดลง 24.02 %

ถ้ามีปริมาณสารทำความเย็นในระบบ 30 % จะส่งผลต่อระบบเครื่องจะส่งผลโดยตรงต่อระบบการทำงานของเครื่องปรับอากาศเครื่องจะไม่มีกรตัด จะทำงานตลอดเวลาจะส่งผลให้อัตราส่วนการทำงาน (WR) มีค่าเป็น 1 และทำให้การใช้พลังงานสูงขึ้นถึง 61.67%

เมื่อมีการใช้พลังงานมากขึ้นและมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น 23.50 % เมื่อปริมาณสารทำความเย็นในระบบน้อยเกินไปก็จะส่งผลให้ปริมาณความเย็น (Btu/h) ของ Coil ที่ลงมีค่าเฉลี่ยปีละ 6,052 BTU/N ทำให้อัตราประสิทธิภาพ (EER) ของเครื่องลดลงจนเหลือ 7.1 เทียบเท่าฉลากประหยัดไฟเบอร์ 2 แสดงให้เห็นว่ามีประสิทธิภาพต่ำ และยังทำให้เกิดความเสียหายต่อ Compressor ได้

ในการออกแบบหรือการติดตั้งเครื่องปรับอากาศหากมีการออกแบบหรือติดตั้งและการใช้อุปกรณ์ที่ไม่ถูกต้องย่อมส่งผลต่อการใช้งานเครื่องปรับอากาศและส่งผลให้เกิดการใช้พลังงานทางอ้อมเพิ่มมากขึ้นและเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายโดยที่ไม่จำเป็นของค่าไฟฟ้าและค่าซ่อมเพิ่มมากขึ้น ตลอดอายุการใช้งานอีกด้วย

ข้อพิจารณาที่สำคัญยิ่ง อีกประการหนึ่งในการดำเนินการให้ประหยัดพลังงาน ในการปรับอากาศ คือ จุดคุ้มทุนในการลงทุน ผู้ออกแบบระบบปรับอากาศจะต้องพิจารณาเลือกใช้มาตรการประหยัดพลังงานที่ลดค่าลงทุน หรือไม่ต้องลงทุนเพิ่ม หรือลงทุนแล้วคุ้มค่าการลงทุนเท่านั้น อาทิเช่น การกำหนดตำแหน่งห้องเครื่องที่เหมาะสม จะช่วยลดค่าลงทุนและประหยัดพลังงาน การเลือกใช้สี ขาวทาอาคารแทนการใช้สีเข้มจะช่วยประหยัดพลังงานโดยไม่ต้องลงทุนเพิ่ม เพื่อให้เป็นการประหยัดพลังงานที่คุ้มค่า และยึดประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

ในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่ถูกต้องตามมาตรฐานนั้นจะสามารถช่วยลดต้นทุนในการติดตั้งได้ รวมถึงมีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาที่ถูกกว่าอีกด้วยเนื่องจากสามารถทำการบำรุงรักษาได้ง่าย ยัง สามารถทำให้เครื่องปรับอากาศนั้นทำงานได้เต็มขีดความสามารถ ไม่ว่าจะเป็นประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ (EER) ค่าสัมประสิทธิ์การทำความเย็น (COP) ปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้า (A) ปริมาณกำลังไฟฟ้า (W) และค่าอัตราส่วนการทำงาน of เครื่องปรับอากาศ (Work Ratio) และสามารถประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายส่วนอีกด้วย

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการทดลองเก็บข้อมูลแต่ละครั้งต้องตรวจสอบสภาพเครื่องปรับอากาศว่าอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้หรือไม่

การเก็บข้อมูลต้องทำให้แม่นยำที่สุด ถ้าต้องการข้อมูลที่ถูกต้องที่สุดต้องทำการวัดแต่ละจุดให้พร้อมกัน โดยต้องใช้เครื่องมือวัดแบบเก็บข้อมูลอัตโนมัติ (data loggu) หรือให้การเก็บผลการทดลองเกิดขึ้นทุกจุดเหมือนกัน ทำให้ค่าที่ได้มีความแม่นยำกว่านี้

จากการศึกษาในด้าน Passive Energy Used ที่เกิดขึ้นกับระบบปรับอากาศพบว่าปัจจัยดังกล่าวซึ่งจะส่งผลกระทบต่อค่าของอัตราส่วนการทำงาน of เครื่องในทุกระดับ อย่างไรก็ตามผู้ที่สนใจในด้านนี้สามารถศึกษาเรื่อง Passive Energy Used อื่นๆ ได้ดังนี้

- 1) การศึกษาปรับปรุงประสิทธิภาพของ Condenser ปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ Condenser ที่ระบายความร้อนด้วยอากาศย่อมส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ
- 2) การศึกษาการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ ขณะที่มีพัฒนาการในการช่วยกระจายความเย็น โดยการทดสอบการใช้พัดลมร่วมกับระบบปรับอากาศในห้อง โดยพิจารณาจากการใช้ปัจจัยความเร็วลมเพื่อทดแทนอุณหภูมิ ตัวแปรที่สำคัญคือ อุณหภูมิที่สามารถปรับเพิ่มขึ้นได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อผู้ที่ทำงานในห้อง

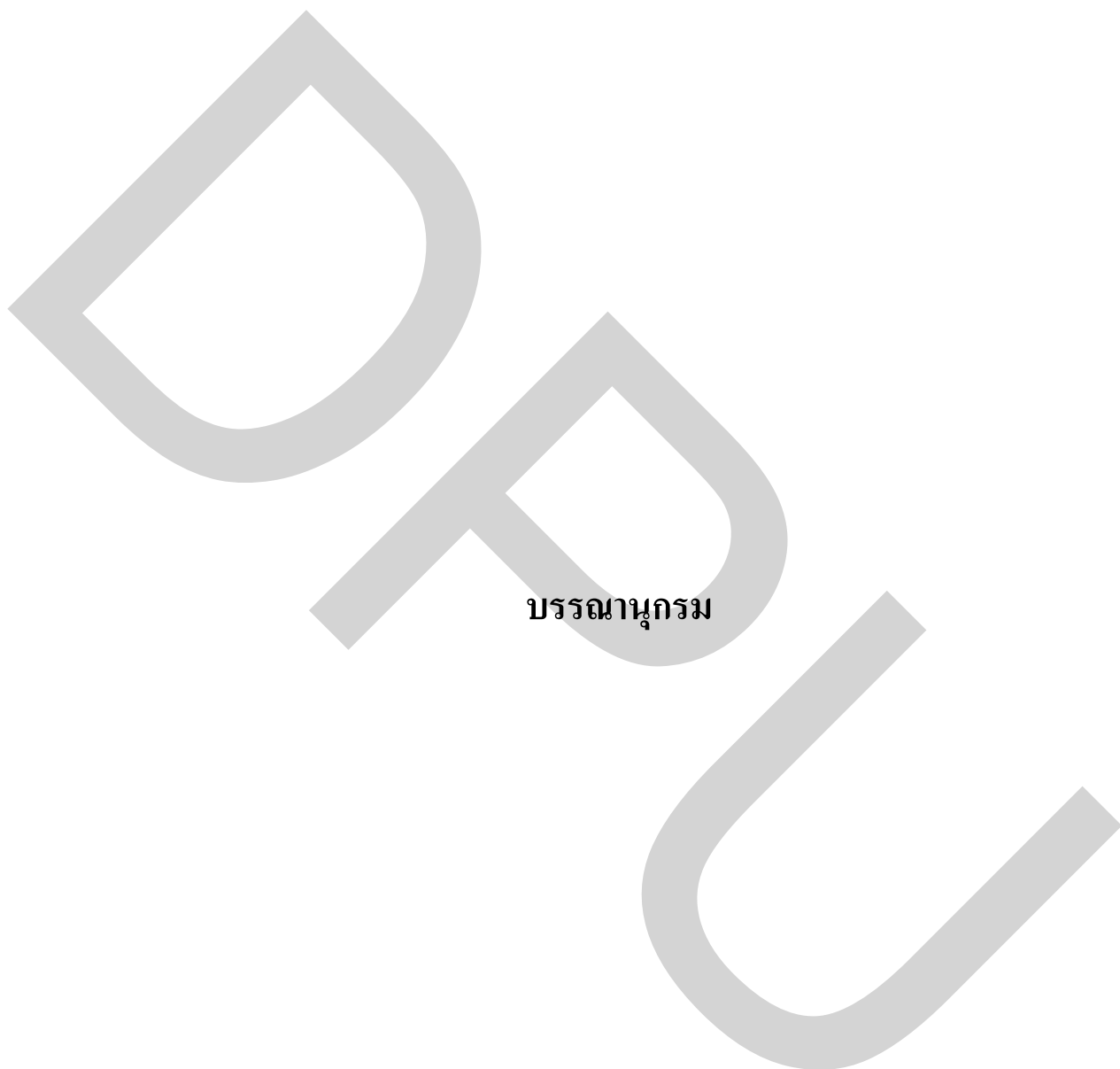
3) การศึกษาระยะห่างของการติดตั้งเทอร์โมสแตทกับเครื่องปรับอากาศนั้นมีผลต่อการใช้พลังงานอย่างไร โดยทดสอบการทำงานของระบบปรับอากาศ ที่ทำการติดตั้งเทอร์โมสแตทในระยะต่างๆ ในอุณหภูมิเดียวกัน โดยพิจารณาจากการใช้กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า รวมถึงอุณหภูมิห้อง ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงในแต่ละระยะห่างของการติดตั้งเทอร์โมสแตท

4) การศึกษาถึงประสิทธิภาพของการปรับอากาศโดยใช้มอเตอร์ที่มีการซ่อมแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ในเครื่องปรับอากาศ” โดยทดสอบเทียบค่าการใช้งานระหว่างมอเตอร์ที่ชำรุด และมอเตอร์ใหม่ โดยพิจารณาใช้ปัจจัยความเร็วด้านSupply และความเร็วลมด้าน Return รวมถึงอุณหภูมิภายในห้อง ตัวแปรที่สำคัญคือ ปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า ที่ใช้นั้นมีความแตกต่างกันหรือไม่ และมากน้อยอย่างไร

5) การศึกษาถึงผลต่างของเครื่องปรับอากาศแบบติดผนัง และแบบตั้งพื้น โดยทดสอบถึงการให้อุณหภูมิความสบายในการปรับอากาศ โดยพิจารณาจากปัจจัยของอุณหภูมิห้องที่ได้จากเครื่องปรับอากาศทั้งสองชนิด และส่วนต่างในการใช้พลังงานว่าเป็นเช่นไร ตัวแปรที่สำคัญคืออุณหภูมิที่ได้จากเครื่องปรับอากาศ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อผู้ที่ทำงานในห้อง

ซึ่งปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นอาจจะมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ และอายุการใช้งานของเครื่องปรับอากาศได้

6) การศึกษาค่าใช้จ่ายด้านพลังงานตลอดอายุการใช้งาน LCC ( Life Cycle Cost ) โดยพิจารณาในแง่ของค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งาน LCCของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนมีปัจจัยของ Passive เกี่ยวข้องด้วย



บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

### ภาษาไทย

#### หนังสือ

- ไพบุตย์ หังสพฤกษ์ และเฮอิช โซโต. (2538). การปรับอากาศ. กรุงเทพฯ: ดวงกมล.  
 วิทยา ขงเจริญ. (2536). พื้นฐานความเย็น และปรับอากาศภาคทฤษฎี. กรุงเทพฯ : สมาคม  
 ส่งเสริมเทคโนโลยี.  
 สอนง อีมอ. (2544). เครื่องทำความเย็น. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.  
 สมศักดิ์ สุโมตยกุล. (2521). เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

#### บทความ

- อุชากร จีรกาลวสาน. (2544, มกราคม-ธันวาคม). “เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเมื่อต้องเดิน  
 ท่อยาวที่ยิบเท่าประมาณ 100 เมตร.” บทความวิชาการสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศ  
 แห่งประเทศไทย, ล.6. หน้า 20-21.

#### วิทยานิพนธ์

- ญาณวุฒิ สุพิชญางกูร. (2540). การปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิศวกรรมเครื่องกล. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

### ภาษาต่างประเทศ

#### BOOK

- Stoecker, W.F. and Jones, J.W. (1992). **Refrigeration – air conditioning** (2nd ed.). Singapore McGraw-Hill.

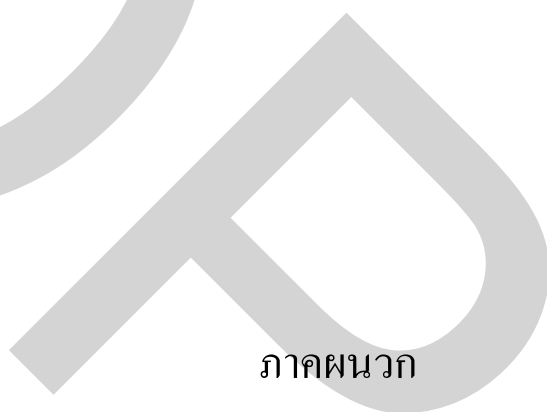
**ARTICLES**

B.W.Ang , B.W.,Goh, T.N.and Liu. (1996). “ Residential Electricity Demand in singapore Energy.” **Residential Electricity , 1.** pp. 37-46.

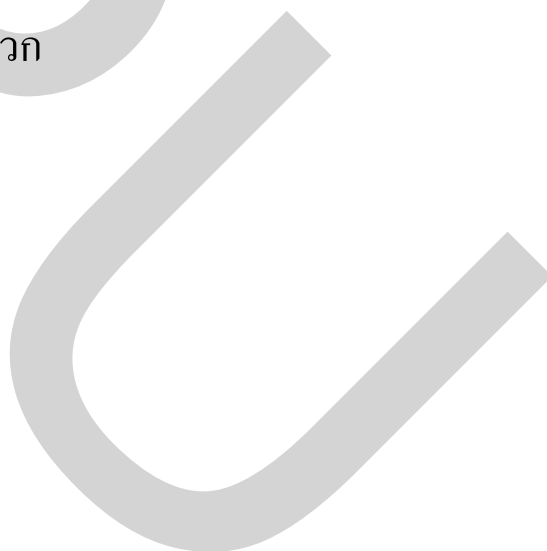
Hull, D. A. and Red, T. A. (1990). “ A Procedure to Group Residential Air Conditioning Load Profiles During the Hottest Days in Summer. ” **Energy, 15.** pp. 1087- 1097.

Hunn, B.D.Grasso, M.M. and J.W. (1999). “ Effectiveness of shading Device on Building in heating - Dominated ASHRAE Transactions.” **Effectiveness of shading Device, 99.** pp. 936-944.





ภาคผนวก



การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ  
 อาคารศูนย์ปรีภษาอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) ห้องมาตรฐาน  
 พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600...BTU/h ขนาดพื้นที่ 18 ตรม.  
 วันที่..28...มีนาคม.....พ..ศ.2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00...น  
 วัด อุณหภูมิคอยล์เย็น

ช่วงเวลา	ด้านลมจ่าย					ด้านลมกลับ				
	อุณหภูมิด้านลมจ่าย					อุณหภูมิด้านลมจ่าย				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
08.00-09.00	65.2	64.8	64.2	64.9	64.8	76.8	76.5	77.1	77.2	76.9
30.0	64.8	64.9	64.8	65.4	65.0	77.6	78.3	78.1	76.9	77.7
45.0	64.5	64.0	64.4	65.3	64.6	77.5	76.9	77.7	76.7	77.2
60.0	64.7	65.1	64.7	64.9	64.9	76.9	78.1	76.2	77.5	77.2
ค่าเฉลี่ย	64.8	64.7	64.5	65.1	64.8	77.2	77.5	77.3	77.1	77.4
09.00-10.00	64.3	64.8	64.2	64.9	64.6	76.2	77.5	77.5	77.5	77.2
30.0	64.8	63.3	64.3	64.3	64.2	78.1	76.9	77.4	77.6	77.5
45.0	64.5	62.3	63.4	65.2	63.9	77.8	77.2	77.6	78.3	77.7
60.0	64.7	65.1	64.2	65.9	65.0	76.8	76.9	77.4	77.2	77.1
ค่าเฉลี่ย	64.6	63.9	64.0	65.1	64.4	77.2	77.1	77.5	77.7	77.4
10.00-11.00	64.5	63.9	65.2	64.4	64.5	75.9	76.2	75.7	75.9	75.9
30.0	64.4	64.5	65.1	64.5	64.6	75.9	75.8	75.9	76.3	76.0
45.0	64.8	64.2	64.5	64.6	64.5	76.2	75.9	76.9	76.5	76.4
60.0	64.3	64.4	64.8	64.7	64.6	76.2	76.2	76.2	76.3	76.2
ค่าเฉลี่ย	64.5	64.3	64.9	64.6	64.6	76.1	76.0	76.2	76.3	76.1
11.00-12.00	65.2	64.8	65.6	64.9	65.1	77.4	77.2	77.5	77.5	77.4
30.0	65.1	64.9	64.8	65.7	65.1	78.1	77.8	77.4	77.6	77.7
45.0	64.5	65.1	65.7	65.5	65.2	77.5	77.5	76.2	77.5	77.2
60.0	65.7	65.1	65.9	65.6	65.6	77.4	77.6	78.1	76.9	77.5
ค่าเฉลี่ย	65.1	65.0	65.5	65.4	65.3	77.6	77.5	77.3	77.4	77.5

ช่วงเวลา	ด้านลมจ่าย					ด้านลมกลับ				
	อุณหภูมิด้านลมจ่าย					อุณหภูมิด้านลมจ่าย				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
12.00-13.00	64.9	64.8	65.7	65.9	65.3	77.1	77.2	77.4	77.2	77.2
30.0	64.9	65	65.3	66.3	65.4	77.8	77.5	77.6	77.9	77.7
45.0	65.2	75.4	66.9	66.5	68.5	77.4	77.6	76.9	77.6	77.4
60.0	65.7	64.8	66.2	66.3	65.8	77.5	77.5	77.4	78.1	77.6
ค่าเฉลี่ย	65.2	67.5	66.0	265.0	66.2	77.5	77.5	77.3	77.7	77.5
13.00-14.00	64.8	64.2	64.3	64.2	64.4	77.5	77.4	77.3	78.1	77.6
30.0	64.3	64.3	64.8	63.8	64.3	77.8	77.2	76.9	77.4	77.3
45.0	64.3	64.3	64.3	64.3	64.3	78.1	76.9	76.9	77.4	77.3
60.0	64.5	63.7	65.1	65.2	64.6	77.6	77.7	77.1	77.2	77.4
ค่าเฉลี่ย	64.5	64.1	64.6	64.4	64.4	77.8	77.3	77.1	77.5	77.4
14.00-15.00	64.3	64.3	64.4	63.8	64.2	77.4	77.6	78.1	76.9	77.5
30.0	64.2	64.8	64.3	64.4	64.4	77.1	77.2	77.4	77.2	77.2
45.0	63.8	64.5	64.8	64.2	64.3	77.8	77.2	76.9	77.4	77.3
60.0	64.4	64.6	64.3	64.4	64.4	76.8	76.9	77.4	77.2	77.1
ค่าเฉลี่ย	64.2	64.6	64.5	64.2	64.3	77.3	77.2	77.5	77.2	77.3
15.00-16.00	63.2	65.0	63.2	64.9	64.1	77.4	77.5	77.2	77.5	77.4
30.0	62.8	63.3	64.0	65.2	63.8	77.6	77.4	76.9	77.4	77.3
45.0	64.5	62.3	63.4	65.2	63.9	77.1	77.2	77.4	77.6	77.3
60.0	64.7	65.1	63.7	65.1	64.7	77.4	77.6	77.8	77.2	77.5
ค่าเฉลี่ย	63.8	63.9	63.6	65.1	64.1	77.4	77.4	77.3	77.4	77.4
16.00-17.00	64.5	64.6	64.2	64.9	64.6	77.2	77.4	77.6	77.4	77.4
30.0	64.8	64.7	64.7	64.5	64.7	77.2	76.9	77.1	77.2	77.1
45.0	65.1	64.5	64.8	64.8	64.8	77.4	76.9	78.1	76.9	77.3
60.0	64.5	64.6	65.3	64.6	64.8	77.2	77.4	77.4	77.2	77.3
ค่าเฉลี่ย	64.7	64.6	64.8	64.7	64.7	77.3	77.2	77.6	77.2	77.3

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ

อาคารศูนย์วิจัยอนุรักษ์ด้านพลังงาน (ZeroEnergy Office) ห้องมาตรฐาน

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600.....BTU/h ขนาดพื้นที่18 ตรม.

วันที่..28...มีนาคม.....พ.ศ..2549.... เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00...น.

วัด ความชื้น

ช่วงเวลา	ความชื้นด้านลมจ่าย					ความชื้นด้านลมกลับ				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
08.00-09.00	79.9	80.2	80.1	80.1	80.1	67.2	66.8	67.4	67.2	67.2
30.0	80.1	80.3	80.3	80.0	80.2	66.9	67.1	67	67.3	67.1
45.0	79.7	79.8	80.2	79.8	79.9	67.1	67.3	67.3	66.9	67.2
60.0	80.2	80.1	79.9	79.9	80.0	67.2	67.1	67.1	67.2	67.2
ค่าเฉลี่ย	80.0	80.1	80.1	80.0	80.0	67.1	67.1	67.2	67.2	67.1
09.00-10.00	78.4	79.6	79.3	79.1	79.1	64.6	64.3	63.2	64.5	64.2
30.0	78.9	78.7	77.8	78.2	78.4	64.1	64.3	64.0	64.2	64.2
45.0	78.7	78.9	78.6	78.7	78.7	64.5	62.3	63.4	64.1	63.6
60.0	78.2	79.2	78.4	78.4	78.6	64.7	64.1	63.7	64.1	64.2
ค่าเฉลี่ย	78.6	79.1	78.5	78.6	78.7	64.7	64.1	63.7	64.1	64.0
10.00-11.00	72.6	73.1	72.6	72.6	72.7	64.5	63.9	64.6	64.7	64.4
30.0	72.4	72.4	72.3	73.3	72.6	64.8	64.5	64.7	64.2	64.6
45.0	72.8	72.4	71.9	72.4	72.4	64.3	64.1	64.4	64.9	64.4
60.0	72.6	72.6	72.7	72.6	72.6	64.7	64.5	65	64.5	64.7
ค่าเฉลี่ย	72.6	72.6	72.4	72.7	72.6	64.5	63.8	63.6	64.2	64.5
11.00-12.00	73.2	73.1	73.3	73.5	73.3	63.2	63.9	64.1	63.8	63.8
30.0	73.1	72.9	73.2	73.1	73.1	63.5	63.8	63.6	63.3	63.6
45.0	72.4	73.2	73.5	72.6	72.9	62.8	63.7	63.4	63.7	63.4
60.0	73.4	72.4	72.7	73.4	73.0	63.7	63.8	63.7	63.5	63.7
ค่าเฉลี่ย	73.0	72.9	73.2	73.2	73.1	63.3	63.8	63.7	63.6	63.6

ช่วงเวลา	ความชื้นด้านลมง่าย					ความชื้นด้านลมกลับ				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
12.00-13.00	72.6	73.1	72.6	72.4	72.7	61.5	61.3	60.9	61.5	61.3
30.0	71.4	72.4	72.3	73.3	72.4	61.8	61.5	61.6	61.2	61.5
45.0	71.3	72.4	71.9	72.4	72.0	61.5	61.8	61.2	61.3	61.5
60.0	71.6	72.6	72.7	72.6	72.4	61.4	61.7	61.3	62.1	61.6
ค่าเฉลี่ย	71.7	72.6	72.4	72.7	72.4	61.6	61.6	61.3	61.5	61.5
13.00-14.00	76.5	76.2	76.7	76.4	76.5	63.5	63.4	63.8	63.2	63.5
30.0	76.1	76.3	76.7	75.9	76.3	63.2	63.3	63.3	63.5	63.3
45.0	76.2	76.5	76.6	76.0	76.3	63.4	63.7	63.8	63.6	63.6
60.0	76.4	76.1	76.2	76.4	76.3	63.7	63.5	63.7	63.4	63.6
ค่าเฉลี่ย	76.3	76.3	76.6	76.2	76.3	63.5	63.5	63.7	63.4	63.5
14.00-15.00	75.8	75.9	76.5	75.8	76.0	62.8	62.2	62.5	62.4	62.5
30.0	76.2	76.0	76.5	76.2	76.2	62.3	62.5	62.2	62.3	62.3
45.0	76.1	76.2	76.1	76.1	76.1	62.8	62.6	62.4	62.7	62.6
60.0	76.2	76.3	76.2	75.9	76.2	62.7	62.4	62.7	62.5	62.6
ค่าเฉลี่ย	76.1	76.1	76.3	76.0	76.1	62.7	62.4	62.5	62.5	62.5
15.00-16.00	76.7	75.9	76.2	76.5	76.3	61.9	62.2	62.2	62.1	62.1
30.0	76.6	76.0	76.4	76.1	76.3	62.4	62.4	62.1	62.3	62.3
45.0	76.2	76.4	76.5	76.2	76.3	62.3	62.1	62.3	62.0	62.2
60.0	76.7	75.9	76.1	76.3	76.3	62.0	62.3	61.9	62.2	62.1
ค่าเฉลี่ย	76.6	76.1	76.3	76.3	76.3	62.2	62.3	62.1	62.2	62.2
16.00-17.00	76.5	76.5	74.8	75.9	75.9	63.8	63.6	63.3	63.7	63.6
30.0	77.3	76.8	76.1	76.4	76.7	63.7	64.0	63.7	63.8	63.8
45.0	77.8	76.5	76.6	76.8	76.9	63.9	63.9	63.8	63.6	63.8
60.0	76.6	77.3	76.3	76.7	76.7	63.8	63.8	63.7	63.9	63.8
ค่าเฉลี่ย	77.1	76.8	76.0	76.5	76.6	63.8	63.8	63.6	63.8	63.8

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ  
 อาคารศูนย์ปรีภษาอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) ห้องมาตรฐาน...  
 พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600.....BTU/h      ขนาดพื้นที่ 18 ตรม...  
 วันที่..28...มีนาคม.....พ.ศ..2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00..น  
 วัด ความเร็วลม

ช่วงเวลา	ความเร็วลมด้านลมจ่าย					ความเร็วลมด้านลมกลับ				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
08.00-09.00	581	485	476	578	530	288	200	261	270	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	252	260	218	254
09.00-10.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
10.00-11.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
11.00-12.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254

ช่วงเวลา	ความเร็วลมด้านลมจ่าย					ความเร็วลมด้านลมกลับ				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
12.00-13.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
13.00-14.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
14.00-15.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
15.00-16.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
16.00-17.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ

อาคารศูนย์ปรีภษาอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) ...ห้องมาตรฐาน

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600...BTU/h

ขนาดพื้นที่ 18 ตรม.

วันที่..28... มีนาคม.....พ.ศ.2549.....เวลา..08.00.....ถึงเวลา.17.00..น.

วัด อุณหภูมิห้อง

ช่วงเวลา	ตำแหน่งเก็บข้อมูล									ค่าเฉลี่ย
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	
08.00-09.00	78.7	78.8	78.8	78.8	76.7	77.0	77.4	77.5	77.6	77.9
30.0	79.0	79.0	79.1	79.1	77.3	77.5	77.8	77.9	77.9	78.3
45.0	77.6	77.7	77.8	77.8	76.8	76.7	77.1	77.2	77.3	77.3
60.0	78.2	78.4	78.6	78.7	76.6	76.7	77.1	77.4	77.2	77.7
ค่าเฉลี่ย	78.4	78.5	78.6	78.6	76.9	77.0	77.4	77.5	77.5	77.8
09.00-10.00	79.5	79.6	79.6	79.5	77.6	77.7	78.0	78.2	78.3	78.7
30.0	78.0	78.3	78.5	78.0	77.6	77.7	78.0	78.2	78.2	78.1
45.0	77.6	77.7	77.8	77.9	77.6	77.5	77.8	77.8	77.8	77.7
60.0	78.0	78.1	78.2	78.0	77.0	77.3	77.6	77.7	77.8	77.7
ค่าเฉลี่ย	78.3	78.4	78.5	78.4	77.5	77.6	77.9	78.0	78.0	78.0
10.00-11.00	78.0	78.8	78.3	77.0	77.7	77.6	77.8	77.5	78.8	77.9
30.0	78.7	78.5	77.8	77.8	77.7	77.6	78.1	78.2	78.3	78.1
45.0	78.1	78.2	78.4	77.9	77.6	77.5	77.9	78.1	78.1	78.0
60.0	78.2	78.4	78.5	77.7	77.4	77.4	77.9	78.0	77.9	77.9
ค่าเฉลี่ย	78.3	78.5	78.3	77.6	77.6	77.5	77.9	78.0	78.3	78.0
11.00-12.00	78.2	78.3	78.4	77.9	77.5	77.6	77.9	78.0	78.1	78.0
30.0	78.1	78.2	78.3	78.4	77.2	77.4	77.6	77.8	77.8	77.9
45.0	78.1	78.3	78.4	78.2	77.9	78.0	78.2	78.3	78.3	78.2
60.0	78.4	78.4	78.6	77.9	77.6	77.5	78.0	78.1	78.2	78.1
ค่าเฉลี่ย	78.2	78.3	78.4	78.1	77.6	77.6	77.9	78.1	78.1	78.0



ช่วงเวลา	ตำแหน่งเก็บข้อมูล					ตำแหน่งเก็บข้อมูล				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	ค่าเฉลี่ย
12.00-13.00	78.2	78.4	78.3	78.1	77.4	77.6	78.1	78.3	78.3	78.1
30.0	78.4	78.5	78.6	78.1	77.5	77.7	78.2	78.3	78.3	78.2
45.0	78.3	78.1	78.9	78.3	77.8	77.4	77.9	78.0	78.2	78.1
60.0	78.2	78.5	78.6	78.2	77.5	77.7	78.2	78.3	78.5	78.2
ค่าเฉลี่ย	78.3	78.4	78.6	78.2	77.6	77.6	78.1	78.2	78.3	78.1
13.00-14.00	78.3	78.2	78.5	78.1	77.7	77.8	78.2	78.6	78.7	78.2
30.0	78.1	78.2	78.6	78.0	77.6	77.4	77.9	78.4	78.3	78.1
45.0	78.3	78.4	78.7	78.1	77.4	77.6	78.0	78.2	78.2	78.1
60.0	78.4	78.5	78.6	77.8	77.8	78.4	78.3	78.4	78.4	78.3
ค่าเฉลี่ย	78.3	78.3	78.6	78.0	77.6	77.8	78.1	78.4	78.4	78.2
14.00-15.00	78.1	78.3	78.4	77.9	77.3	77.4	78.1	78.3	78.4	78.0
30.0	78.6	78.5	78.8	78.2	77.5	77.6	77.8	78.1	78.2	78.1
45.0	78.4	78.5	78.7	78.1	77.6	77.8	77.6	78.0	78.3	78.1
60.0	78.6	78.7	78.7	78.3	77.7	77.9	78.2	78.3	78.3	78.3
ค่าเฉลี่ย	78.4	78.5	78.7	78.1	77.5	77.7	77.9	78.2	78.3	78.1
15.00-16.00	78.8	79.1	78.8	78.6	77.9	78.2	78.6	78.7	78.8	78.6
30.0	78.7	79.0	79.2	78.9	77.8	78.1	78.4	78.5	78.6	78.6
45.0	78.6	79.3	79.1	78.8	78.0	78.0	78.3	78.6	78.7	78.6
60.0	79.4	79.6	79.6	80.1	78.5	78.6	78.7	78.8	78.9	79.1
ค่าเฉลี่ย	78.9	79.3	79.2	79.1	78.1	78.2	78.5	78.7	78.8	78.7
16.00-17.00	78.1	78.3	78.3	78.4	77.7	77.3	77.6	78.2	78.6	78.1
30.0	78.7	79.8	80.0	79.8	79.5	78.8	78.7	78.7	78.8	79.2
45.0	79.6	79.7	79.9	79.9	77.9	78.0	78.4	78.5	78.5	78.9
60.0	78.5	79.1	78.6	78.5	77.8	77.6	78.0	78.2	78.3	78.3
ค่าเฉลี่ย	78.7	79.2	79.2	79.2	78.2	77.9	78.2	78.4	78.6	78.6

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ

อาคารศูนย์วิจัยอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office)ห้องมาตรฐาน

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600...BTU/h

วันที่ 28 มีนาคม พ.ศ.....2549 ช่วงเวลา...08.00.....น.ถึงเวลา.....17.00 น.

อุณหภูมิคอยล์ร้อน

ช่วงเวลา	อุณหภูมิคอยล์ร้อน ( F )			แรงดันน้ำยา ( Psig )
	อุณหภูมิ ภายนอก	อุณหภูมิตม เข้า	อุณหภูมิตมออก	แรงดันด้านต่ำ
08.00-09.00	85.2	87.9	100.6	73.0
30.0	89.7	88.9	102.1	71.0
45.0	94.1	90.5	101.2	71.0
60.0	94.7	92.9	102.1	71.0
ค่าเฉลี่ย	90.9	90.1	101.5	71.5
09.00-10.00	92.8	92.1	103.9	71.0
30.0	91.2	92.9	104.2	71.0
45.0	91.5	93.1	105.2	71.0
60.0	93.0	95.7	105.0	72.0
ค่าเฉลี่ย	92.1	93.5	104.6	71.3
10.00-11.00	93.9	92.5	103.8	73.0
30.0	94.1	93.0	105.7	72.0
45.0	93.9	92.6	105.9	72.0
60.0	95.0	94.3	107.1	72.0
ค่าเฉลี่ย	94.2	93.1	105.6	72.3
11.00-12.00	95.5	93.8	108.6	72.0
30.0	96.0	95.7	109.0	72.0
45.0	96.4	94.7	108.4	72.0
60.0	96.2	95.3	106.2	73.0
ค่าเฉลี่ย	96.0	94.9	108.1	72.3

## อุณหภูมิคอยล์ร้อน

ช่วงเวลา	อุณหภูมิคอยล์ร้อน ( F )			แรงดันน้ำยา ( Psig )
	อุณหภูมิภายนอก	อุณหภูมิลมเข้า	อุณหภูมิลมออก	แรงดันด้านต่ำ
12.00-13.00	97.1	96.7	111.0	74.0
30.0	97.3	98.5	109.6	74.0
45.0	97.5	97.1	111.0	73.0
60.0	97.8	97.5	111.2	73.0
ค่าเฉลี่ย	97.4	97.5	85.7	73.5
13.00-14.00	98.7	97.6	101.3	73.0
30.0	98.9	96.6	109.3	73.0
45.0	98.9	97.4	109.8	73.0
60.0	99.1	98.1	110.8	73.0
ค่าเฉลี่ย	98.9	97.4	107.8	73.0
14.00-15.00	99.1	97.9	109.0	73.0
30.0	99.1	98.0	108.4	72.0
45.0	99.8	97.7	108.3	72.0
60.0	97.8	95.6	105.8	72.0
ค่าเฉลี่ย	99.8	97.3	107.9	72.3
15.00-16.00	95.9	95.0	107.2	71.0
30.0	95.9	95.5	105.6	71.0
45.0	95.7	95.1	106.9	71.0
60.0	95.5	94.4	105.6	71.0
ค่าเฉลี่ย	95.8	95.0	106.3	71.0
16.00-17.00	97.1	96.7	111.0	74.0
30.0	97.3	98.5	109.6	74.0
45.0	97.5	97.1	111.0	73.0
60.0	97.8	97.5	111.2	73.0
ค่าเฉลี่ย	97.4	97.5	85.7	73.5

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ  
อาคารศูนย์ศึกษาอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) ห้องมาตรฐาน

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง 12,600

ขนาดพื้นที่...16 ตรม.

วันที่.. 28 มีนาคมพ.ศ.2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00..น.

วัด กระแสไฟฟ้า

ช่วงเวลา	กระแสไฟฟ้ารวม	
	กระแสไฟฟ้าสูงสุด	กระแสปกติ
12.15	5.1	5.1
12.30	5.2	5.2
12.45	5.2	5.2
13.00	5.2	5.1
ค่าเฉลี่ย	5.2	5.2
13.15	5.1	5.1
13.30	5.2	5.2
13.45	5.3	5.3
14.00	5.2	5.2
ค่าเฉลี่ย	5.2	5.2
14.15	5.2	5.2
14.30	5.2	5.2
14.45	5.2	5.2
15.00	5.2	5.2
ค่าเฉลี่ย	5.2	5.2
15.15	5.1	5.2
15.30	5.0	5.2
15.45	5.2	5.2
16.00	5.1	5.1
ค่าเฉลี่ย	5.1	5.2

ช่วงเวลา	กระแสไฟฟ้ารวม	
	กระแสไฟฟ้าสูงสุด	กระแสปกติ
12.15	5.0	4.9
12.30	5.0	4.8
12.45	5.0	4.9
13.00	5.1	5.1
ค่าเฉลี่ย	5.0	4.9
13.15	5.0	5.0
13.30	5.0	4.9
13.45	5.0	4.9
14.00	5.0	4.9
ค่าเฉลี่ย	5.0	4.9
14.15	5.1	5.0
14.30	5.0	4.9
14.45	4.9	4.9
15.00	4.9	4.8
ค่าเฉลี่ย	5.0	4.9
15.15	4.8	4.8
15.30	4.9	4.9
15.45	4.8	4.8
16.00	4.9	4.8
ค่าเฉลี่ย	4.9	4.8
16.15	4.8	4.8
16.30	4.9	4.9
16.45	4.9	4.8
17.00	4.8	4.7
ค่าเฉลี่ย	4.9	4.8

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ  
อาคารศูนย์บริการอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) ห้องมาตรฐาน

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,000 BTU/h ขนาดพื้นที่18 ตรม.

วันที่.....28 มีค.....พ.ศ.2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00..น.

วัด การตัดต่อของคอมเพรสเซอร์

ช่วงเวลา	การตัดต่อคอมเพรสเซอร์			
	จำนวนการตัดต่อ/ครั้ง		เวลาของการตัดต่อ/นาที	
	ต่อ	ตัด	ต่อ	ตัด
08.00	8	7	33	17
09.00	9	8	35	15
10.00	10	9	38	12
11.00	9	9	40	10
12.00	8	8	40	10
13.00	8	7	39	11
14.00	9	8	39	11
15.00	9	8	36	14
16.00	9	8	34	16

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ  
 อาคารศูนย์วิจัยอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) ติดตั้งสารทำความเย็น 55 Psig  
 พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600.....BTU/h ขนาดพื้นที่18...ตรม.  
 วันที่.. 11 เมษายน พ.ศ..2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00...น  
 วัด อุณหภูมิคอยล์เย็น

ช่วงเวลา	ด้านลมจ่าย					ด้านลมกลับ				
	อุณหภูมิด้านลมจ่าย					อุณหภูมิด้านลมจ่าย				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
08.00-09.00	67.4	67.4	68.3	67.2	67.6	79.6	79.5	79.4	79.3	79.5
30.0	68.2	67.6	66.9	66.9	67.4	79.5	79.6	79.6	79.5	79.6
45.0	67.9	68.2	67.5	67.4	67.8	78.9	79.7	79.1	79.1	79.2
60.0	67.2	66.9	67.7	66.8	67.2	79.7	79.4	79.5	78.7	79.3
ค่าเฉลี่ย	67.7	67.5	67.6	67.1	67.5	79.4	79.6	79.4	79.2	79.4
09.00-10.00	67.2	67.3	67.2	66.7	67.1	79.3	79.7	79.4	79.4	79.5
30.0	67.6	66.8	66.9	66.6	67.0	79.5	79.7	79.6	79.8	79.7
45.0	67.4	66.4	67.2	66.5	66.9	79.8	79.4	79.9	79.2	79.6
60.0	67.3	66.3	66.5	66.9	66.8	79.4	79.5	79.8	79.6	79.6
ค่าเฉลี่ย	67.4	66.7	67.0	66.7	66.9	79.5	79.6	79.7	79.5	79.6
10.00-11.00	67.1	66.5	66.9	66.5	66.8	79.3	79.4	75.2	79.3	78.3
30.0	66.9	66.7	66.9	66.4	66.7	79.4	79.6	79.3	79.1	79.4
45.0	66.5	66.4	67.1	66.5	66.6	79.7	79.8	79.7	79.7	79.7
60.0	66.9	66.3	66.5	66.9	66.7	79.3	79.7	79.4	79.8	79.6
ค่าเฉลี่ย	66.9	66.5	66.9	66.6	66.7	79.4	79.6	78.4	79.5	79.2
11.00-12.00	69.3	69	69.5	69.7	69.4	80.6	80.4	80.4	80.3	80.4
30.0	69.5	69.2	69.7	69.3	69.4	81	80.9	79.9	80.9	80.7
45.0	69.7	68.9	69.6	69.6	69.5	80.9	80.7	81.1	81	80.9
60.0	69.6	69.4	69.1	69.1	69.3	81.1	80.4	80.7	80.6	80.7
ค่าเฉลี่ย	69.5	69.1	69.5	69.4	69.4	80.9	80.6	80.5	80.7	80.7

ช่วงเวลา	อุณหภูมิด้านลมจ่าย					อุณหภูมิด้านลมจ่าย				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
12.00-13.00	69.4	69.4	69.5	69.7	69.5	80.9	81.2	80.8	80.8	80.9
30.0	69.2	69.5	69.7	69.7	69.5	81	80.9	80.9	80.9	80.9
45.0	69.9	69.7	69.6	69.6	69.7	80.9	80.8	81.1	81	81.0
60.0	69.4	69.3	69.8	69.9	69.6	81.1	80.9	80.7	80.6	80.8
ค่าเฉลี่ย	69.5	69.5	69.7	69.7	69.6	81.0	81.0	80.9	80.8	80.9
13.00-14.00	67.8	68.8	68.3	69.2	68.5	79.9	79.8	79.9	80.4	80.0
30.0	68.2	67.6	68.2	69.9	68.5	81.3	80.7	80.2	81	80.8
45.0	67.9	68.2	67.9	69.5	68.4	80.2	79.9	79.9	80.2	80.1
60.0	68.2	68.3	67.7	69.8	68.5	80.7	79.8	80.8	80.3	80.4
ค่าเฉลี่ย	68.0	68.2	68.0	69.6	68.5	80.5	80.1	80.2	80.5	80.3
14.00-15.00	67.2	68.8	67.5	68.3	68.0	79.8	79.7	78.9	79.9	79.6
30.0	64.9	67.6	68.2	65.9	66.7	80.1	79.9	80.1	80	80.0
45.0	68.1	68.2	67.9	67.5	67.9	79.8	79.6	80.2	80.1	79.9
60.0	67.5	68.3	67.2	67.7	67.7	79.7	80.2	79.8	80.2	80.0
ค่าเฉลี่ย	66.9	68.2	67.7	67.4	67.6	79.9	79.9	79.8	80.1	79.9
15.00-16.00	64.9	67.6	67.4	67.2	66.8	80.2	79.8	80.1	80	80.0
30.0	68.1	68.2	68.2	64.9	67.4	79.9	79.5	79.9	79.8	79.8
45.0	67.9	68.2	67.9	68.1	68.0	79.8	79.8	79.5	79.9	79.8
60.0	67.2	68.3	67.2	64.8	66.9	79.7	79.7	79.8	79.6	79.7
ค่าเฉลี่ย	67.0	68.1	67.7	66.3	67.3	79.9	79.7	79.8	79.8	79.8
16.00-17.00	66.9	66.4	67.2	66.9	66.9	79.7	79.8	79.5	79.8	79.7
30.0	67.1	66.5	66.7	67.2	66.9	79.6	79.7	79.8	79.7	79.7
45.0	66.7	66.9	67.1	66.5	66.8	80.2	80.1	80.2	80.2	80.2
60.0	66.4	67.1	66.9	66.7	66.8	80.1	79.9	80.1	79.9	80.0
ค่าเฉลี่ย	66.8	66.7	67.0	66.8	66.8	79.9	79.9	79.9	79.9	79.9



การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ  
อาคารศูนย์วิจัยอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) ...

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600.....BTU/h      ขนาดพื้นที่ 18...ตรม

วันที่.. 11 เมษายน พ.ศ..2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00.....

วัด ความชื้น

ช่วงเวลา	ความชื้นด้านลมจ่าย					ความชื้นด้านลมกลับ				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
08.00-09.00	79.8	79.4	79.7	79.7	79.7	63.6	63.8	62.7	63.4	63.4
30.0	79.6	79.8	79.9	79.8	79.8	63.5	63.4	62.9	63.6	63.4
45.0	79.7	79.7	79.6	79.4	79.6	64.3	64.2	63.1	63.5	63.8
60.0	79.5	79.6	79.4	79.7	79.6	63.8	63.7	63.3	64.2	63.8
ค่าเฉลี่ย	79.7	79.6	79.7	79.7	79.6	63.8	63.8	63.0	63.7	63.6
09.00-10.00	78.8	78.8	78.4	79.2	78.8	61	61.3	60.9	61.1	61.1
30.0	78.2	78.6	78.7	79.3	78.7	60.8	60.8	60.8	61.2	60.9
45.0	78.9	78.2	78.7	79.5	78.8	61.5	61.2	61.1	61.3	61.3
60.0	78.4	78.3	78.8	79.5	78.8	61.4	61.7	61.3	62.1	61.6
ค่าเฉลี่ย	78.6	78.5	78.7	79.4	78.8	61.2	61.3	61.0	61.4	61.2
10.00-11.00	74.9	74.8	75.3	77	75.5	58.1	58.1	58.3	58.4	58.2
30.0	74.9	75	77.3	77.3	76.1	58.3	58.7	58.6	58.3	58.5
45.0	75.2	75.4	76.9	76.9	76.1	58.1	58.3	58.8	58.5	58.4
60.0	75	66.8	76.2	76.8	73.7	58.5	59.2	59.1	58.9	58.9
ค่าเฉลี่ย	75.0	73.0	76.4	77.0	75.4	58.3	58.6	58.7	58.5	58.5
11.00-12.00	79.5	79.8	79.6	79.7	79.7	63.6	63.8	63.7	63.4	63.6
30.0	79.2	80.3	79.9	79.5	79.7	63.5	63.4	62.9	63.6	63.4
45.0	79.4	80.1	79.7	79.8	79.8	64.3	64.2	63.8	63.5	64.0
60.0	79.6	79.8	79.8	79.7	79.7	63.8	63.7	63.3	64.2	63.8
ค่าเฉลี่ย	79.4	80.0	79.8	79.7	79.7	63.8	63.8	63.4	63.7	63.7

ช่วงเวลา	ความขึ้นด้านลมง่าย					ความขึ้นด้านลมกลับ				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
12.00-13.00	80.2	80.2	80.1	80.3	80.2	65.9	65.6	64.6	64.7	65.2
30.0	80.3	80.3	80.3	80.4	80.3	64.8	64.5	64.1	64.2	64.4
45.0	80.5	80.4	80.2	80.5	80.4	64.3	64.1	64.4	64.9	64.4
60.0	80.2	80.4	79.9	80.3	80.2	64.7	65.1	65	65.2	65.0
ค่าเฉลี่ย	80.3	80.3	80.1	80.4	80.3	64.9	64.8	64.5	64.8	64.8
13.00-14.00	78.8	78.8	78.9	79.2	78.9	62.2	63.6	63	62.4	62.8
30.0	78.7	78.6	78.7	79.3	78.8	63.1	63.5	62.2	62.7	62.9
45.0	78.9	78.4	78.7	78.9	78.7	61.4	60.6	62.2	62.9	61.8
60.0	78.5	78.3	78.8	78.9	78.6	60.6	61.7	61.2	60.9	61.1
ค่าเฉลี่ย	78.7	78.5	78.8	79.1	78.8	61.8	62.4	62.2	62.2	62.1
14.00-15.00	78.8	78.8	78.7	78.6	78.7	61.8	61.8	61.4	61.7	61.7
30.0	78.6	78.7	78.9	78.8	78.8	61.7	61.6	62.1	61.8	61.8
45.0	78.4	78.9	78.9	79.2	78.9	61.9	62.1	61.7	61.5	61.8
60.0	78.9	78.5	78.7	79.3	78.9	61.5	61.7	61.8	61.9	61.7
ค่าเฉลี่ย	78.7	78.7	78.8	79.0	78.8	61.7	61.8	61.8	61.7	61.8
15.00-16.00	78.4	78.2	78.4	78.3	78.3	60.8	60.4	60.6	60.9	60.7
30.0	78.2	78.4	78.3	78.5	78.4	61.1	61.1	60.4	60.8	60.9
45.0	78.3	78.6	78.4	78.3	78.4	60.5	60.8	60.6	60.5	60.6
60.0	78.4	78.3	78.2	78.4	78.3	60.9	60.4	60.8	60.4	60.6
ค่าเฉลี่ย	78.3	78.4	78.3	78.4	78.4	60.8	60.7	60.6	60.7	60.7
16.00-17.00	77.8	77.8	77.4	78.2	77.8	62.2	62.3	62.4	62.2	62.3
30.0	77.2	77.6	77.2	78.3	77.6	61.2	60.9	62.7	63.1	62.0
45.0	77.9	77.2	77.7	78.5	77.8	61.7	63	62.2	61.7	62.2
60.0	77.4	77.3	77.8	78.5	77.8	61.4	62.2	63.1	63.1	62.5
ค่าเฉลี่ย	77.6	77.5	77.5	78.4	77.7	61.6	62.1	62.6	62.5	62.2

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ  
อาคารศูนย์วิจัยอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) ...

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600.....BTU/h      ขนาดพื้นที่18 ตรม.

วันที่.. 11 เมษายน พ.ศ..2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00.....

วัด ความเร็วลม

ช่วงเวลา	ความเร็วลมด้านลมจ่าย					ความเร็วลมด้านลมกลับ				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
08.00-09.00	581	485	476	578	530	288	200	261	270	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	252	260	218	254
09.00-10.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
10.00-11.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
11.00-12.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254

ช่วงเวลา	ความเร็วลมด้านลมจ่าย					ความเร็วลมด้านลมกลับ				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
12.00-13.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
13.00-14.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
14.00-15.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
15.00-16.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
16.00-17.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ  
อาคารศูนย์วิจัยอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) ...

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600.....BTU/h      ขนาดพื้นที่ 18 ตรม.

วันที่.. 11 เมษายน พ.ศ..2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00.....

วัด อุณหภูมิห้อง

ช่วงเวลา	ตำแหน่งเก็บข้อมูล									
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	ค่าเฉลี่ย
08.00-09.00	78.7	78.8	71	79.1	76.4	77.1	77.7	77.9	78.1	77.2
30.0	78.5	78.6	78.7	78.6	76.6	76.5	77.3	77.5	77.6	77.8
45.0	78.6	78.7	78.7	78.8	76.5	76.9	77.4	77.6	77.7	77.9
60.0	78.4	78.9	78.6	78.7	76.3	76.8	77.2	77.7	77.8	77.8
ค่าเฉลี่ย	78.6	78.8	76.8	78.8	76.5	76.8	77.4	77.7	77.8	77.7
09.00-10.00	79.2	79.2	79.3	79.1	76.7	76.9	77.4	77.6	77.8	78.1
30.0	79.4	79.3	79.3	79.2	76.5	77	77.2	77.4	77.6	78.1
45.0	77.7	79.9	79.5	79.5	76.7	77.2	77.5	77.7	78	78.2
60.0	79.1	79.2	79.3	79.1	76.6	76.7	77.3	77.6	77.8	78.1
ค่าเฉลี่ย	78.9	79.4	79.4	79.2	76.6	77.0	77.4	77.6	77.8	78.1
10.00-11.00	79.4	79.3	79.4	79.2	76.6	76.8	77.5	77.6	77.9	78.2
30.0	79.8	79.7	79.7	79.6	76.8	76.7	77.3	77.7	77.8	78.3
45.0	80.3	80.4	80.3	80.1	76.6	76.7	77.7	78	78.1	78.7
60.0	79.8	79.6	79.8	79.6	76.5	76.9	77.8	77.5	77.9	78.4
ค่าเฉลี่ย	79.8	79.8	79.8	79.6	76.6	76.8	77.6	77.7	77.9	78.4
11.00-12.00	79.8	79.8	79.8	79.6	79.2	78	78.9	79	79.2	79.3
30.0	78.3	78.4	78.4	78.2	76.7	76.8	77.2	77.3	77.4	77.6
45.0	78.5	78.2	78.3	78.4	76.6	76.9	77.1	77.2	77.3	77.6
60.0	78.7	78	78.5	78.3	76.6	76.9	77.3	77.1	77.2	77.6
ค่าเฉลี่ย	78.8	78.6	78.8	78.6	77.3	77.2	77.6	77.7	77.8	78.0

ช่วงเวลา	ตำแหน่งเก็บข้อมูล					ตำแหน่งเก็บข้อมูล				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	ค่าเฉลี่ย
12.00-13.00	79.8	79.7	79.8	79.6	76.7	76.9	77.7	78	77.9	78.5
30.0	79.3	79.4	79.4	79.3	76.6	77.1	77.5	77.9	78	78.3
45.0	79.2	79.5	79.3	79.4	76.7	77	77.9	78	78.1	78.3
60.0	79.8	79.5	79.8	79.8	76.6	77.3	77.6	78	78.1	78.5
ค่าเฉลี่ย	79.5	79.5	79.6	79.5	76.7	77.1	77.7	78.0	78.0	78.4
13.00-14.00	80.3	80.2	80.2	80.2	76.7	76.9	77.6	77.8	78	70.0
30.0	80.1	80	80	79.8	76.5	77.1	77.8	77.9	78.1	78.6
45.0	78.9	79	78.8	78.7	76.4	76.3	76.9	77.4	77.5	77.8
60.0	79.8	79.4	79.8	78.6	76.5	76.8	77.9	77.8	77.6	78.2
ค่าเฉลี่ย	79.8	79.7	79.7	79.3	76.5	76.8	58.2	77.7	77.8	76.2
14.00-15.00	79.4	79.5	79.4	77.6	77.5	76.7	77.5	77.8	78	78.2
30.0	79.1	79	78.9	78.9	76.5	76.7	77.3	77.7	77.8	78.0
45.0	78.5	78.6	78.7	76.8	76.3	76.8	77.8	77.6	77.8	77.7
60.0	78.7	78.8	78.9	78.6	76.6	78	78.8	77.5	77.6	78.2
ค่าเฉลี่ย	78.9	79.0	79.0	78.0	76.7	77.1	77.9	77.7	77.8	78.0
15.00-16.00	80.4	80.4	80.3	79.7	76.4	76.6	77.5	77.9	78.1	78.6
30.0	78.9	78.8	78.9	78.7	76.4	76.5	77.2	77.6	77.7	77.9
45.0	78.1	78.2	78.2	78.1	76.3	76.4	77.1	77.3	77.4	77.5
60.0	80	79.9	79.8	78.6	76.6	76.3	78	78.2	78.3	78.4
ค่าเฉลี่ย	79.4	79.3	79.3	78.8	76.4	76.5	77.5	77.8	77.9	78.1
16.00-17.00	79.1	79.7	79.8	79.3	76.7	76.9	78.3	78.9	78.1	78.5
30.0	78.9	79	78.9	78.8	76.5	76.6	77.4	77.6	77.9	78.0
45.0	78.1	78.2	78.2	76	76.5	76.7	77.1	77.3	77.4	77.3
60.0	79.9	79.8	79.8	79.7	76.5	76.8	77.4	77.8	78	78.4
ค่าเฉลี่ย	79.0	79.2	79.2	78.5	76.6	76.8	77.6	77.9	77.9	78.0

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ

อาคารศูนย์วิจัยอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office)

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600.....BTU/h

วันที่ 11 เมษายน พ.ศ.....2549 ช่วงเวลา...08.00.....น.ถึงเวลา.....17.00.....

อุณหภูมิคอยล์ร้อน

ช่วงเวลา	อุณหภูมิคอยล์ร้อน ( F )			แรงดันน้ำยา ( Psig )
	อุณหภูมิ ภายนอก	อุณหภูมิมลเข้า	อุณหภูมิมลออก	แรงดันด้านต่ำ
08.00-09.00	88.3	87.0	95.0	55
30.0	90.1	89.0	96.0	55
45.0	89.9	90.0	98.0	55
60.0	90.8	91.0	98.0	55
ค่าเฉลี่ย	89.8	89.3	96.8	55.0
09.00-10.00	91.7	93.0	100.0	54
30.0	91.5	95.0	100.0	56
45.0	92.8	95.0	101.0	55
60.0	95.1	95.0	103.0	55
ค่าเฉลี่ย	92.8	94.5	101.0	55.0
10.00-11.00	95.7	96.0	101.0	56
30.0	95.5	95.0	102.0	55
45.0	95.5	96.0	102.0	55
60.0	96.0	96.0	102.0	55
ค่าเฉลี่ย	95.7	95.8	101.8	55.3
11.00-12.00	96.2	93.5	103.7	55
30.0	96.0	94.2	106.9	55
45.0	95.0	97.4	107.6	55
60.0	98.2	97.6	106.3	55
ค่าเฉลี่ย	96.4	95.7	106.1	55.0

## อุณหภูมิคอยล์ร้อน

ช่วงเวลา	อุณหภูมิคอยล์ร้อน ( F )			แรงดันน้ำยา ( Psig )
	อุณหภูมิภายนอก	อุณหภูมิมลเข้า	อุณหภูมิมลออก	แรงดันด้านต่ำ
12.00-13.00	98.2	95.9	107.4	55
30.0	96	97.8	110.4	55
45.0	95.5	98.4	109.6	55
60.0	98	96.5	108	55
ค่าเฉลี่ย	96.9	97.2	108.9	55.0
13.00-14.00	96.4	97.2	108.4	55
30.0	97.5	98	109.3	55
45.0	96.6	97	109.9	55
60.0	97.3	95.3	108.4	55
ค่าเฉลี่ย	97.0	96.9	109.0	55.0
14.00-15.00	96.6	97.6	109.4	55
30.0	96.8	96	109.2	55
45.0	96	97.9	108.7	55
60.0	95.7	96.8	109.6	55
ค่าเฉลี่ย	96.3	97.1	109.2	55.0
15.00-16.00	96.6	97.9	108.8	55
30.0	96	96.8	107.9	55
45.0	96.2	98.2	109.5	55
60.0	96.6	99.8	110.1	55
ค่าเฉลี่ย	96.4	98.2	109.1	55.0
16.00-17.00	96.6	96.8	109	55
30.0	95.7	97.2	108.8	55
45.0	94.4	96.1	107.3	55
60.0	95	95.7	108	55
ค่าเฉลี่ย	95.4	96.5	108.3	55.0



การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ  
อาคารศูนย์ศึกษาอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต...

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600 BTU/h

ขนาดพื้นที่...18 ตรม.

วันที่.. 11 เมษายน พ.ศ.2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00..น.

วัด กระแสไฟฟ้า

ช่วงเวลา	กระแสไฟฟ้ารวม	
	กระแสไฟฟ้าสูงสุด	กระแสปกติ
08.15	4.8	4.5
08.30	4.8	4.6
08.45	4.9	4.8
09.00	4.9	4.8
ค่าเฉลี่ย	4.9	4.7
09.15	4.9	4.8
09.30	4.9	4.8
09.45	4.8	4.8
10.00	4.9	4.8
ค่าเฉลี่ย	4.9	4.8
10.15	5.0	4.9
10.30	4.9	4.8
10.45	4.9	4.8
11.00	4.9	4.8
ค่าเฉลี่ย	4.9	4.8
11.15	5.0	5.0
11.30	5.0	4.9
11.45	5.1	5.0
12.00	5.1	5.0
ค่าเฉลี่ย	5.1	5.0

ช่วงเวลา	กระแสไฟฟ้ารวม	
	กระแสไฟฟ้าสูงสุด	กระแสปกติ
12.15	5.0	4.9
12.30	5.0	4.8
12.45	5.0	4.9
13.00	5.1	5.1
ค่าเฉลี่ย	5.0	4.9
13.15	5.0	5.0
13.30	5.0	4.9
13.45	5.0	4.9
14.00	5.0	4.9
ค่าเฉลี่ย	5.0	4.9
14.15	5.1	5.0
14.30	5.0	4.9
14.45	4.9	4.9
15.00	4.9	4.8
ค่าเฉลี่ย	5.0	4.9
15.15	4.8	4.8
15.30	4.9	4.9
15.45	4.8	4.8
16.00	4.9	4.8
ค่าเฉลี่ย	4.9	4.8
16.15	4.8	4.8
16.30	4.9	4.9
16.45	4.9	4.8
17.00	4.8	4.7
ค่าเฉลี่ย	4.9	4.8

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ  
อาคารศูนย์บริการอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์...

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600 BTU/h ขนาดพื้นที่18 ตรม.

วันที่.11 เมษายน พ.ศ.2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00..น.

วัด การตัดต่อของคอมเพรสเซอร์

ช่วงเวลา	การตัดต่อคอมเพรสเซอร์			
	จำนวนการตัดต่อ/ครั้ง		เวลาของการตัดต่อ/นาที	
	ต่อ	ตัด	ต่อ	ตัด
08.00	5	4	47	13
09.00	7	6	45	15
10.00	7	6	48	12
11.00	6	5	49	11
12.00	6	5	52	8
13.00	4	3	52	8
14.00	5	4	48	12
15.00	5	5	48	12
16.00	4	4	46	14

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ  
 อาคารศูนย์วิจัยอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) สารทำความเย็น 40 Psig  
 พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600.....BTU/h ขนาดพื้นที่ 18 ตรม  
 วันที่.. 18 เมษายน พ.ศ.2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00..น  
 วัด อุณหภูมิคอยล์เย็น

ช่วงเวลา	ด้านลมจ่าย					ด้านลมกลับ				
	อุณหภูมิด้านลมจ่าย					อุณหภูมิด้านลมจ่าย				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
08.00-09.00	69.2	69.3	69.3	69.2	69.3	80.0	79.9	80.2	80.0	80.0
30.0	68.9	68.7	68.7	68.9	68.8	79.9	80.3	79.6	79.8	79.9
45.0	69.1	69.3	69.2	69.2	69.2	79.8	79.8	80.2	79.9	79.9
60.0	69.4	69.4	69.3	69.4	69.4	80.2	79.7	79.9	80.1	80.0
ค่าเฉลี่ย	69.2	69.2	69.1	69.2	69.2	80.0	79.9	80.0	80.0	80.0
09.00-10.00	69.3	69.4	68.9	68.7	69.1	79.8	79.9	80.1	80.1	80.0
30.0	68.7	69.2	69.2	69.4	69.1	80.2	80.0	79.9	79.8	80.0
45.0	69.2	68.9	69.1	69.3	69.1	79.8	79.9	79.9	79.9	79.9
60.0	69.3	69.2	69.4	69.3	69.3	79.9	79.8	79.8	80.1	79.9
ค่าเฉลี่ย	69.1	69.2	69.2	69.2	69.2	79.9	79.9	79.9	80.0	79.9
10.00-11.00	69.2	69.3	69.1	69.4	69.3	80.0	79.9	79.7	80.0	79.9
30.0	69.3	69.2	69.1	69.4	69.3	79.8	80.2	79.8	79.9	79.9
45.0	69.1	69.3	69.2	69.2	69.2	79.9	79.6	79.9	79.8	79.8
60.0	69.3	69.4	69.2	69.5	69.4	80.1	80.2	80.3	80.2	80.2
ค่าเฉลี่ย	69.2	69.3	69.2	69.4	69.3	80.0	80.0	79.9	80.0	80.0
11.00-12.00	69.1	69.2	69.4	69.3	69.3	79.9	79.8	80.1	79.9	79.9
30.0	69.2	69.3	69.2	69.3	69.3	80.0	80.2	79.8	80.1	80.0
45.0	69.2	69.1	69.4	69.2	69.2	79.9	79.8	79.9	79.9	79.9
60.0	69.1	69.3	69.4	69.4	69.3	79.8	79.9	80.1	79.8	79.9
ค่าเฉลี่ย	69.2	69.2	69.4	69.3	69.3	79.9	79.9	80.0	79.9	79.9

ช่วงเวลา	ด้านลมจ่าย					ด้านลมกลับ				
	อุณหภูมิด้านลมจ่าย					อุณหภูมิด้านลมจ่าย				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
12.00-13.00	69.9	69.8	70.1	69.9	69.9	79.9	80.3	80.2	80.2	80.2
30.0	70.0	70.2	69.8	70.1	70.0	80.3	80.4	80.3	80.1	80.3
45.0	69.9	69.8	69.9	69.9	69.9	80.2	80.5	80.4	80.5	80.4
60.0	69.8	69.9	70.1	69.8	69.9	79.9	80.3	80.4	80.2	80.2
ค่าเฉลี่ย	69.9	69.9	70.0	69.9	69.9	80.1	80.4	80.3	80.3	80.3
13.00-14.00	68.9	69.8	69.6	69.8	69.5	79.9	80.2	80.3	80.3	80.2
30.0	70.1	69.6	69.7	70.2	69.9	80.3	80.3	80.4	80.4	80.4
45.0	68.9	69.8	70.1	68.9	69.4	80.2	80.4	80.2	80.5	80.3
60.0	69.8	69.9	69.6	69.8	69.8	80.3	80.4	80.3	80.3	80.3
ค่าเฉลี่ย	69.4	69.8	69.8	69.7	69.7	80.2	80.3	80.3	80.4	80.3
14.00-15.00	69.4	69.2	69.4	69.3	69.3	80.2	80.4	80.2	80.5	80.3
30.0	69.3	69.4	69.2	69.5	69.4	80.1	80.1	80.4	80.3	80.2
45.0	69.4	69.6	69.3	69.3	69.4	79.9	80.2	80.3	80.3	80.2
60.0	69.2	69.3	69.4	69.4	69.3	80.3	80.4	80.3	80.4	80.4
ค่าเฉลี่ย	69.3	69.4	69.3	69.4	69.4	80.1	80.3	80.3	80.4	80.3
15.00-16.00	69.2	69.1	69.4	69.4	69.3	79.9	79.8	79.9	79.8	79.9
30.0	69.3	69.2	69.2	69.2	69.2	79.8	79.9	79.8	79.9	79.9
45.0	69.1	69.1	69.4	69.4	69.3	79.9	79.9	79.9	79.8	79.9
60.0	69.3	69.2	69.2	69.4	69.3	80.1	79.8	80.0	80.2	80.0
ค่าเฉลี่ย	69.2	69.2	69.3	69.4	69.3	79.9	79.9	79.9	79.9	79.9
16.00-17.00	69.3	69.4	69.5	69.5	69.4	80.0	80.2	79.9	80.0	80.0
30.0	69.4	69.6	69.3	69.6	69.5	79.9	80.2	80.3	80.3	80.2
45.0	69.7	69.6	69.4	69.3	69.5	80.1	80.2	80.3	80.2	80.2
60.0	69.4	69.5	69.3	69.4	69.4	80.1	79.9	79.8	80.2	80.0
ค่าเฉลี่ย	69.5	69.5	69.4	69.5	69.5	80.0	80.1	80.1	80.2	80.1

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ

อาคารศูนย์ปริญญาอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) .....

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600.....BTU/h      ขนาดพื้นที่18 ตรม.

วันที่.. 18 เมษายน พ.ศ..2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00.....น

วัด ความชื้น

ช่วงเวลา	ความชื้นด้านลมจ่าย					ความชื้นด้านลมกลับ				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
08.00-09.00	80.1	80.3	80.2	80.2	80.2	64.1	62.5	63.0	64.7	63.6
30.0	80.3	80.4	80.3	80.3	80.3	63.4	63.5	64.8	63.1	63.7
45.0	80.2	80.5	80.4	80.5	80.4	62.3	64.7	64.6	63.9	63.9
60.0	79.9	80.3	80.4	80.2	80.2	63.1	64.9	62.9	64.5	63.9
ค่าเฉลี่ย	80.1	80.4	80.3	80.3	80.3	63.2	63.9	63.8	64.1	63.8
09.00-10.00	79.2	79.2	79.4	79.3	79.3	61.1	64.4	63.9	63.0	63.1
30.0	79.2	79.3	79.2	79.3	79.3	62.7	63.6	64.0	63.2	63.4
45.0	79.2	79.1	79.4	79.2	79.2	63.2	65.2	62.6	63.2	63.6
60.0	79.1	79.3	79.4	79.4	79.3	62.4	65.9	64.6	62.1	63.8
ค่าเฉลี่ย	79.2	79.2	79.4	79.3	79.3	62.4	64.8	63.8	62.9	63.4
10.00-11.00	79.4	79.2	79.4	79.3	79.3	64.4	63.1	63.0	63.9	63.6
30.0	79.2	79.4	79.3	79.5	79.4	63.6	62.7	63.2	64.0	63.4
45.0	79.3	79.6	79.4	79.3	79.4	62.4	63.9	64.6	62.1	63.3
60.0	79.4	79.3	79.2	79.4	79.3	63.9	62.4	62.1	64.6	63.3
ค่าเฉลี่ย	79.3	79.4	79.3	79.4	79.4	63.6	63.0	63.2	63.7	63.4
11.00-12.00	79.1	79.3	79.4	79.4	79.3	61.2	61.0	63.2	64.9	62.6
30.0	79.4	79.2	79.6	79.3	79.4	62.1	63.3	63.0	65.8	63.6
45.0	79.2	79.4	79.3	79.5	79.4	64.5	62.3	63.4	65.8	64.0
60.0	79.3	79.6	79.4	79.3	79.4	64.7	65.1	63.7	65.9	64.9
ค่าเฉลี่ย	79.3	79.4	79.4	79.4	79.4	63.1	62.9	63.3	65.6	63.7

ช่วงเวลา	ความชื้นด้านลมจ่าย					ความชื้นด้านลมกลับ				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
12.00-13.00	80.2	80.4	80.2	80.5	80.3	63.2	65.0	63.2	64.9	64.1
30.0	81.1	80.5	80.4	80.3	80.6	62.8	63.3	64.0	65.2	63.8
45.0	80.5	80.2	80.3	80.3	80.3	64.5	62.3	63.4	65.2	63.9
60.0	80.3	80.4	80.3	80.4	80.4	64.7	65.1	63.7	65.9	64.9
ค่าเฉลี่ย	80.5	80.4	80.3	80.4	80.4	63.8	63.9	63.6	65.3	64.2
13.00-14.00	80.2	80.4	80.2	80.0	80.2	63.2	63.2	64.9	65.0	64.1
30.0	80.1	80.1	80.4	80.3	80.2	62.8	64.0	65.2	63.3	63.8
45.0	80.5	80.2	80.3	80.3	80.3	64.5	63.4	65.2	62.3	63.9
60.0	80.3	80.4	80.3	80.4	80.4	64.7	63.7	65.9	65.1	64.9
ค่าเฉลี่ย	80.3	80.3	80.3	80.3	80.3	63.8	63.6	65.3	63.9	64.2
14.00-15.00	79.4	79.2	79.4	79.3	79.3	63.0	63.1	63.9	64.4	63.6
30.0	79.3	79.4	79.2	79.5	79.4	63.2	62.7	64.0	63.6	63.4
45.0	79.4	79.6	79.3	79.3	79.4	64.6	63.9	62.1	62.4	63.3
60.0	79.2	79.3	79.4	79.4	79.3	62.1	62.4	64.6	63.9	63.3
ค่าเฉลี่ย	79.3	79.4	79.3	79.4	79.4	63.2	63.0	63.7	63.6	63.4
15.00-16.00	79.2	79.1	79.4	79.4	79.3	63.9	63.1	63.9	64.4	63.8
30.0	79.3	79.2	79.2	79.2	79.2	63.2	62.7	64.8	63.6	63.6
45.0	79.1	79.1	79.4	79.4	79.3	64.6	63.9	62.1	62.4	63.3
60.0	79.3	79.2	79.2	79.4	79.3	64.1	62.4	64.6	63.9	63.8
ค่าเฉลี่ย	79.2	79.2	79.3	79.4	79.3	64.0	63.0	63.9	63.6	63.6
16.00-17.00	80.1	80.2	79.6	79.8	79.9	63.0	63.1	63.9	64.4	63.6
30.0	80.1	79.9	79.7	80.2	80.0	63.2	62.7	64.8	63.6	63.6
45.0	78.9	79.8	80.1	78.9	79.4	64.6	63.9	65.1	62.4	64.0
60.0	79.8	80.0	79.6	79.8	79.8	65.1	62.4	64.6	63.9	64.0
ค่าเฉลี่ย	79.7	80.0	79.8	79.7	79.8	64.0	63.0	64.6	63.6	63.8

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ

อาคารศูนย์วิจัยอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) .....

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600.....BTU/h      ขนาดพื้นที่ 18 ตรม..

วันที่.. 18 เมษายน พ.ศ..2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00.....

วัด ความเร็วลม

ช่วงเวลา	ความเร็วลมด้านลมจ่าย					ความเร็วลมด้านลมกลับ				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
08.00-09.00	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
30.0	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
45.0	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
60.0	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
ค่าเฉลี่ย	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
09.00-10.00	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
30.0	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
45.0	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
60.0	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
ค่าเฉลี่ย	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
10.00-11.00	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
30.0	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
45.0	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
60.0	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
ค่าเฉลี่ย	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
11.00-12.00	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
30.0	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
45.0	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
60.0	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
ค่าเฉลี่ย	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254



ช่วงเวลา	ความเร็วลมด้านลมจ่าย					ความเร็วลมด้านลมกลับ				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
12.00-13.00	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
30.0	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
45.0	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
60.0	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
ค่าเฉลี่ย	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
13.00-14.00	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
30.0	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
45.0	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
60.0	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
ค่าเฉลี่ย	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
14.00-15.00	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
30.0	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
45.0	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
60.0	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
ค่าเฉลี่ย	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
15.00-16.00	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
30.0	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
45.0	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
60.0	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
ค่าเฉลี่ย	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
16.00-17.00	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
30.0	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
45.0	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
60.0	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254
ค่าเฉลี่ย	530	530	530	530	530	254	254	254	254	254

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ

อาคารศูนย์วิจัยอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) .....

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600.....BTU/h      ขนาดพื้นที่ 18 ตรม.

วันที่.. 18 เมษายน พ.ศ..2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00.....

วัด อุณหภูมิห้อง

ช่วงเวลา	ตำแหน่งเก็บข้อมูล									ค่าเฉลี่ย
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	
08.00-09.00	79.4	79.6	79.6	79.7	76.5	76.9	77.4	77.3	77.5	78.2
30.0	78.4	78.5	78.6	78.7	76.7	77.1	77.3	77.4	77.5	77.8
45.0	77.5	77.7	77.8	77.9	76.5	76.9	77.4	77.3	77.5	77.4
60.0	77.4	77.5	77.4	77.7	76.6	76.9	77.2	77.2	77.1	77.2
ค่าเฉลี่ย	78.2	78.3	78.4	78.5	76.6	77.0	77.3	77.3	77.4	77.7
09.00-10.00	77.5	77.7	77.9	77.8	76.4	76.6	77.7	77.2	77.2	77.3
30.0	77.6	77.8	77.9	78.3	76.5	76.9	77.4	77.3	77.5	77.5
45.0	77.3	77.2	77.4	76.5	76.6	76.9	77.2	77.2	77.1	77.0
60.0	77.5	77.5	77.6	77.6	76.3	76.0	76.4	76.5	76.5	76.9
ค่าเฉลี่ย	77.5	77.6	77.7	77.6	76.5	76.6	77.2	77.1	77.1	77.2
10.00-11.00	77.5	77.5	77.6	77.6	76.3	76.0	76.4	76.5	76.5	76.9
30.0	77.7	77.9	77.8	78.2	76.7	77.1	77.3	77.4	77.5	77.5
45.0	77.6	77.8	77.9	78.3	76.5	76.9	77.4	77.3	77.5	77.5
60.0	77.3	77.2	77.4	76.5	76.6	76.9	77.2	77.2	77.1	77.0
ค่าเฉลี่ย	77.5	77.6	77.7	77.7	76.5	76.7	77.1	77.1	77.2	77.2
11.00-12.00	77.5	77.5	77.6	77.6	76.3	76.0	76.4	76.5	76.5	76.9
30.0	77.7	77.4	77.6	77.5	76.4	76.1	76.5	76.7	77.0	77.0
45.0	77.1	77.3	77.2	77.5	76.4	76.5	76.9	77.0	77.2	77.0
60.0	77.4	77.5	77.7	77.8	76.3	76.5	76.0	76.1	76.2	76.8
ค่าเฉลี่ย	77.4	77.4	77.5	77.6	76.4	76.3	76.5	76.6	76.7	76.9

ช่วงเวลา	ตำแหน่งเก็บข้อมูล									ค่าเฉลี่ย
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	
12.00-13.00	79.4	79.6	79.6	79.7	78.7	78.9	78.8	78.7	78.7	79.1
30.0	78.4	78.5	78.6	78.7	77.4	77.3	77.5	77.4	77.6	77.9
45.0	77.5	77.7	77.8	77.9	76.3	76.4	76.7	76.9	77.1	77.1
60.0	77.4	77.5	77.4	77.7	76.4	76.5	76.9	77.1	77.2	77.1
ค่าเฉลี่ย	78.2	78.3	78.4	78.5	77.2	77.3	77.5	77.5	77.7	77.8
13.00-14.00	77.5	77.7	77.8	77.9	76.8	76.7	77.0	77.1	77.3	77.3
30.0	77.5	77.7	77.9	77.8	76.6	76.7	76.9	77.1	77.1	77.3
45.0	77.6	77.8	78.1	78.3	76.9	76.9	77.1	77.3	77.2	77.5
60.0	77.7	77.5	78.2	78.1	76.4	76.7	77.0	77.1	77.3	77.3
ค่าเฉลี่ย	77.6	77.7	78.0	78.0	76.7	76.8	77.0	77.2	77.2	77.3
14.00-15.00	77.5	77.6	77.8	78.0	77.7	76.8	77.2	77.3	77.3	77.5
30.0	77.3	77.4	77.6	78.0	76.4	76.7	76.9	77.0	77.1	77.2
45.0	77.4	77.5	77.6	77.8	76.7	76.9	77.0	77.1	77.2	77.2
60.0	77.3	77.6	77.7	78.2	76.8	77.1	77.5	77.4	77.2	77.4
ค่าเฉลี่ย	77.4	77.5	77.7	78.0	76.9	76.9	77.2	77.2	77.2	77.3
15.00-16.00	77.2	77.1	77.3	77.8	76.5	76.7	76.8	77.7	77.1	77.1
30.0	77.2	77.4	77.7	78.2	76.7	76.9	77.1	77.3	77.4	77.3
45.0	77.4	77.6	77.7	77.9	76.5	76.6	76.9	77.0	77.1	77.2
60.0	77.2	77.3	77.5	77.6	76.6	76.8	77.1	77.2	77.2	77.2
ค่าเฉลี่ย	77.3	77.4	77.6	77.9	76.6	76.8	77.0	77.3	77.2	77.2
16.00-17.00	77.1	77.2	77.3	77.5	76.5	76.7	76.9	77.1	77.1	77.0
30.0	77.2	77.4	77.6	78.1	76.8	76.9	77.3	77.4	77.3	77.3
45.0	77.0	77.3	77.5	78.8	76.9	77.1	77.2	77.0	77.1	77.3
60.0	77.1	77.3	77.3	77.4	76.6	76.8	77.1	77.3	77.3	77.1
ค่าเฉลี่ย	77.1	77.3	77.4	78.0	76.7	76.9	77.1	77.2	77.2	77.2

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ

อาคารศูนย์วิจัยอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office)

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600.....BTU/h

วันที่ 18 เมษายน พ.ศ.....2549 ช่วงเวลา...08.00.....น.ถึงเวลา.....17.00.....

อุณหภูมิคอยล์ร้อน

ช่วงเวลา	อุณหภูมิคอยล์ร้อน ( F )			แรงดันน้ำยา ( Psig )
	อุณหภูมิ ภายนอก	อุณหภูมิลมเข้า	อุณหภูมิลมออก	แรงดันด้านต่ำ
08.00-09.00	86.5	86.0	100.0	40.0
30.0	89.7	91.8	101.7	40.0
45.0	92.8	91.5	102.1	42.0
60.0	93.4	93.6	103.6	42.0
ค่าเฉลี่ย	90.6	90.7	101.9	41.0
09.00-10.00	86.5	86.0	100.0	40.0
30.0	89.7	91.8	101.7	40.0
45.0	92.8	91.5	102.1	42.0
60.0	93.4	93.6	103.6	42.0
ค่าเฉลี่ย	90.6	90.7	101.9	41.0
10.00-11.00	94.1	93.8	104.4	42.0
30.0	96.6	93.7	104.9	41.0
45.0	99.3	94.8	103.5	42.0
60.0	97.7	94.8	105.3	42.0
ค่าเฉลี่ย	96.9	94.3	104.5	41.8
11.00-12.00	98.9	96.0	108.4	42.0
30.0	96.4	95.8	110.0	40.0
45.0	95.7	94.6	104.5	40.0
60.0	95.1	95.4	107.7	40.0
ค่าเฉลี่ย	96.5	95.5	107.7	40.5

## อุณหภูมิคอยล์ร้อน

ช่วงเวลา	อุณหภูมิคอยล์ร้อน ( F )			แรงดันน้ำยา ( Psig )
	อุณหภูมิ ภายนอก	อุณหภูมิลม เข้า	อุณหภูมิลมออก	แรงดันด้านต่ำ
12.00-13.00	95.5	96.2	107.6	40.0
30.0	96.2	95.5	108.3	40.0
45.0	97.8	95.4	110.4	40.0
60.0	101.1	97.6	107.8	40.0
ค่าเฉลี่ย	97.7	96.2	108.5	40.0
13.00-14.00	93.5	97.8	105.4	44.0
30.0	95.0	97.0	105.3	44.0
45.0	94.6	98.4	109.4	45.0
60.0	95.1	97.6	105.9	45.0
ค่าเฉลี่ย	94.6	97.7	106.5	44.5
14.00-15.00	94.7	97.0	106.1	40.0
30.0	92.1	94.5	104.5	40.0
45.0	92.6	96.9	103.7	40.0
60.0	96.0	96.8	103.1	40.0
ค่าเฉลี่ย	93.9	96.3	104.4	40.0
15.00-16.00	93.5	95.7	104.0	40.0
30.0	94.0	96.5	107.3	40.0
45.0	93.4	95.4	105.5	40.0
60.0	94.8	95.3	104.3	40.0
ค่าเฉลี่ย	93.9	95.7	105.3	40.0
16.00-17.00	94.2	95.4	103.2	40.0
30.0	93.2	95.0	103.4	40.0
45.0	94.0	95.2	103.3	40.0
60.0	92.3	96.3	103.8	40.0
ค่าเฉลี่ย	93.4	95.5	103.4	40.0

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ  
อาคารศูนย์ปริญญาอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์...

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600 BTU/h

ขนาดพื้นที่...18 ตรม.

วันที่.. 18 เมษายน พ.ศ.2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00..น.

วัด กระแสไฟฟ้า

ช่วงเวลา	กระแสไฟฟ้ารวม	
	กระแสไฟฟ้าสูงสุด	กระแสปกติ
08.15	4.5	4.1
08.30	4.5	4.4
08.45	4.5	4.4
09.00	4.5	4.4
ค่าเฉลี่ย	4.5	4.1
09.15	4.5	4.4
09.30	4.5	4.4
09.45	4.5	4.4
10.00	4.5	4.4
ค่าเฉลี่ย	4.5	4.4
10.15	4.6	4.5
10.30	4.6	4.5
10.45	4.6	4.6
11.00	4.6	4.5
ค่าเฉลี่ย	4.6	4.5
11.15	4.6	4.6
11.30	4.6	4.6
11.45	4.6	4.6
12.00	4.6	4.6
ค่าเฉลี่ย	4.6	4.6

ช่วงเวลา	กระแสไฟฟ้ารวม	
	กระแสไฟฟ้าสูงสุด	กระแสปกติ
12.15	4.6	4.6
12.30	4.7	4.7
12.45	4.8	4.7
13.00	4.8	4.7
ค่าเฉลี่ย	4.7	4.7
13.15	4.8	4.7
13.30	4.7	4.7
13.45	4.7	4.7
14.00	4.7	4.7
ค่าเฉลี่ย	4.7	4.7
14.15	4.6	4.6
14.30	4.6	4.6
14.45	4.7	4.7
15.00	4.7	4.6
ค่าเฉลี่ย	4.7	4.6
15.15	4.7	4.6
15.30	4.7	4.7
15.45	4.6	4.6
16.00	4.6	4.6
ค่าเฉลี่ย	4.7	4.6
16.15	4.6	4.6
16.30	4.6	4.6
16.45	4.6	4.6
17.00	4.7	4.7
ค่าเฉลี่ย	4.6	4.6

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600 BTU/h

ขนาดพื้นที่...18 ตรม.

วันที่.18 เมษายน พ.ศ.2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00..น.

วัด การตัดต่อของคอมเพรสเซอร์

ช่วงเวลา	การตัดต่อคอมเพรสเซอร์			
	จำนวนการตัดต่อ/ครั้ง		เวลาของการตัดต่อ/นาที	
	ต่อ	ตัด	ต่อ	ตัด
08.00	5	4	50	10
09.00	7	6	53	7
10.00	7	6	54	6
11.00	6	5	57	6
12.00	6	5	58	2
13.00	4	3	56	4
14.00	5	4	54	6
15.00	5	5	52	8
16.00	4	4	50	10



การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ  
อาคารศูนย์ปริญญาตรีด้านพลังงาน (Zero Energy Office) ลดปริมาณสารทำความเย็น25Psig  
พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600.....BTU/h      ขนาดพื้นที่ 18 ตรม.  
วันที่..22 เมษายน.....พ.ศ..2549.....เวลา..08.00.....ถึงเวลา.17.00.....  
วัด อุณหภูมิคอยล์เย็น

ช่วงเวลา	ด้านลมจ่าย					ด้านลมกลับ				
	อุณหภูมิด้านลมจ่าย					อุณหภูมิด้านลมจ่าย				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
08.00-09.00	77.8	77.2	77.6	78.3	77.7	80.9	80.7	81	81	80.9
30.0	76.8	76.9	77.4	77.2	77.1	81.1	80.9	80.7	80.6	80.8
45.0	76.2	77.5	77.5	77.5	77.2	80.7	80.8	80.5	80.8	80.7
60.0	78.1	76.9	77.4	77.6	77.5	81.2	80.9	79.9	80.9	80.7
ค่าเฉลี่ย	77.2	77.1	77.5	77.7	77.4	81.0	80.8	80.5	80.8	80.8
09.00-10.00	77.5	77.5	76.2	77.5	77.2	81.3	80.8	81.4	81.3	81.2
30.0	77.4	77.6	78.1	76.9	77.5	80.2	80.5	80.3	81.0	80.5
45.0	77.4	77.2	77.5	77.5	77.4	81.0	81.2	81.1	81.2	81.1
60.0	78.1	77.8	77.4	77.6	77.7	81.3	81.5	81.4	81.2	81.4
ค่าเฉลี่ย	77.6	77.5	77.3	77.4	77.5	81.0	81.0	81.1	81.2	81.0
10.00-11.00	77.4	77.6	76.9	77.6	77.4	80.7	80.8	80.5	80.8	80.7
30.0	77.5	77.5	77.4	78.1	77.6	81.2	80.9	80.8	80.9	81.0
45.0	77.1	77.2	77.4	77.2	77.2	80.9	80.7	81	81.2	81.0
60.0	77.8	77.5	77.6	77.9	77.7	81.1	81.1	80.7	80.6	80.9
ค่าเฉลี่ย	77.5	77.5	77.3	77.7	77.5	81.0	80.9	80.8	80.9	80.9
11.00-12.00	77.4	77.7	77.6	77.2	77.5	81.0	81.2	81.1	81.2	81.1
30.0	78.1	77.8	77.8	77.5	77.8	81.3	80.8	81.4	81.3	81.2
45.0	77.5	77.5	77.4	77.6	77.5	81.0	81.2	81.1	81.2	81.1
60.0	77.4	77.6	77.5	77.5	77.5	80.6	80.7	80.3	81.0	80.7
ค่าเฉลี่ย	77.6	77.7	77.6	77.5	77.6	81.0	81.0	81.0	81.2	81.0

ช่วงเวลา	ด้านลมจ่าย					ด้านลมกลับ				
	อุณหภูมิด้านลมจ่าย					อุณหภูมิด้านลมจ่าย				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
12.00-13.00	78.4	78.2	78.4	78.3	78.3	82.2	81.9	81.8	81.9	82.0
30.0	78.3	78.6	78.4	78.3	78.4	81.9	81.7	82	81.7	81.8
45.0	78.4	78.3	78.2	78.4	78.3	82.1	82.1	81.7	81.6	81.9
60.0	78.3	78.6	78.4	78.3	78.4	81.7	81.8	81.5	81.8	81.7
ค่าเฉลี่ย	78.4	78.4	78.4	78.3	78.4	82.0	81.9	81.8	81.8	81.8
13.00-14.00	78.2	78.1	78	78.2	78.1	81.5	81.7	81.7	81.6	81.6
30.0	78	78.2	78.1	77.9	78.1	81.7	81.5	81.5	81.5	81.6
45.0	78.1	78.1	77.8	78.0	78.0	81.6	81.4	81.1	81.3	81.4
60.0	77.9	78.3	78.1	77.9	78.1	81.9	81.6	82	81.7	81.8
ค่าเฉลี่ย	78.1	78.2	78.0	78.0	78.1	81.7	81.6	81.6	81.5	81.6
14.00-15.00	78.2	77.2	77.7	78.5	77.9	81.5	81.2	81.5	81.2	81.4
30.0	78.1	77.3	77.8	78.5	77.9	81.6	81.3	81.3	81.6	81.5
45.0	77.8	77.8	77.4	78.2	77.8	81.3	81.2	81.7	81.2	81.4
60.0	78	77.6	77.2	78.3	77.8	81.3	80.3	81.4	81.3	81.1
ค่าเฉลี่ย	78.0	77.5	77.5	78.4	77.9	81.4	81.0	81.5	81.3	81.3
15.00-16.00	77.4	78.1	77.8	77.8	77.8	81.6	81.3	81.3	81.0	81.3
30.0	77.9	77.7	77.8	77.6	77.8	81.3	81.2	81.1	81.2	81.2
45.0	77.7	77.8	77.9	77.5	77.7	81.3	80.3	81.4	81.3	81.1
60.0	77.8	77.9	77.4	77.5	77.7	81.5	81.2	81.5	81.2	81.4
ค่าเฉลี่ย	77.7	77.9	77.7	77.6	77.7	81.4	81.0	81.3	81.2	81.2
16.00-17.00	78	77.8	77.9	77.7	77.9	81.3	80.3	81.5	81.2	81.1
30.0	77.8	77.9	77.4	77.5	77.7	81.5	81.2	81.3	81.0	81.3
45.0	77.4	78.1	77.7	77.8	77.8	81.6	81.3	81.1	81.2	81.3
60.0	77.9	77.7	77.8	77.6	77.8	81.3	81.2	81.4	81.3	81.3
ค่าเฉลี่ย	77.8	77.9	77.7	77.7	77.8	81.4	81.0	81.3	81.2	81.2

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ  
 อาคารศูนย์ปรีภษาอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) ลดปริมาณสารทำความเย็น25Psig  
 พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600.....BTU/h ขนาดพื้นที่18ตรม.  
 วันที่.. 22 เมษายน.....พ.ศ..2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00.....  
 วัด ความชื้น

ช่วงเวลา	ความชื้นด้านลมจ่าย					ความชื้นด้านลมกลับ				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
08.00-09.00	84.5	83.9	85.2	84.4	84.5	84.3	84.2	84.3	84.5	84.3
30.0	84.4	84.5	85.1	84.5	84.6	84.2	83.9	84.5	84.4	84.3
45.0	84.8	84.2	84.5	84.6	84.5	84.4	84.2	84.3	84.5	84.4
60.0	84.3	84.4	84.8	84.7	84.6	84.4	84.4	84.2	84.2	84.3
ค่าเฉลี่ย	84.5	84.3	84.9	84.6	84.6	84.3	84.2	84.3	84.4	84.3
09.00-10.00	84.3	84.4	84.8	84.7	84.6	84.4	84.2	84.5	84.4	84.4
30.0	84.5	83.9	84.5	84.6	84.4	84.4	84.4	84.3	84.5	84.4
45.0	84.4	84.5	85.2	84.4	84.6	84.3	84.2	84.2	84.2	84.2
60.0	84.8	84.2	85.1	84.5	84.7	84.2	83.9	84.3	84.5	84.2
ค่าเฉลี่ย	84.5	84.3	84.9	84.6	84.6	84.3	84.2	84.3	84.4	84.3
10.00-11.00	84.3	84.6	84.2	84.5	84.4	84.2	83.9	84.2	84.2	84.1
30.0	84.8	83.3	84.3	84.3	84.2	84.3	84.2	84.3	84.5	84.3
45.0	84.5	84.5	83.4	84.9	84.3	84.4	84.2	84.5	84.4	84.4
60.0	84.7	85.1	84.9	85.1	85.0	84.4	84.4	84.3	84.5	84.4
ค่าเฉลี่ย	84.6	84.4	84.2	84.7	84.5	84.3	84.2	84.3	84.4	84.3
11.00-12.00	84.5	84.8	84.4	85.2	84.7	83.4	84.9	84.5	84.5	84.3
30.0	84.7	85.1	84.7	84.8	84.8	84.9	85.1	84.7	85.1	85.0
45.0	85.2	84.8	84.6	84.9	84.9	84.3	84.3	84.3	84.6	84.4
60.0	84.8	84.9	84.8	85.1	84.9	84.5	84.5	84.8	84.3	84.5
ค่าเฉลี่ย	84.8	84.9	84.6	85.0	84.8	84.3	84.7	84.6	84.6	84.5

ช่วงเวลา	ความขึ้นด้านลมง่าย					ความขึ้นด้านลมกลับ				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
12.00-13.00	85.1	85.3	85.6	86.1	85.5	84.9	84.7	84.8	85.1	84.9
30.0	86.2	85.6	86.1	85.7	85.9	84.5	84.8	84.5	85.2	84.8
45.0	85.8	85.4	85.7	85.4	85.6	84.6	85.1	84.7	84.8	84.8
60.0	85.2	85.7	85.5	85.1	85.4	85.2	84.9	84.6	84.9	84.9
ค่าเฉลี่ย	85.6	85.5	85.7	85.6	85.6	84.8	84.9	84.7	85.0	84.8
13.00-14.00	85.4	85.2	85.3	85.5	85.4	84.8	84.0	84.4	85.3	84.6
30.0	85.4	85.4	85.2	85.2	85.3	84.5	85.1	84.7	84.5	84.7
45.0	85.3	85.2	85.3	85.5	85.3	84.7	84.7	84.2	84.7	84.6
60.0	85.2	84.9	85.5	85.4	85.3	85.2	84.5	84.8	85.4	85.0
ค่าเฉลี่ย	85.3	85.2	85.3	85.4	85.3	84.8	84.6	84.5	85.0	84.7
14.00-15.00	85.2	84.8	84.6	84.9	84.9	84.5	83.4	84.9	84.5	84.3
30.0	84.8	84.9	84.8	85.4	85.0	85.1	84.9	85.1	84.7	85.0
45.0	84.5	84.7	84.4	85.3	84.7	84.5	84.3	84.6	84.2	84.4
60.0	84.7	85.1	84.7	84.9	84.9	84.3	84.8	83.3	84.3	84.2
ค่าเฉลี่ย	84.8	84.9	84.6	85.1	84.9	84.6	84.4	84.5	84.4	84.5
15.00-16.00	84.8	84.9	84.8	85.4	85.0	84.5	83.4	84.9	84.5	84.3
30.0	84.5	84.0	84.4	85.3	84.6	85.1	84.9	85.1	84.7	85.0
45.0	84.7	85.1	84.7	84.9	84.9	84.5	84.3	84.6	84.2	84.4
60.0	85.2	84.8	84.2	84.9	84.8	84.3	84.8	83.3	84.3	84.2
ค่าเฉลี่ย	84.8	84.7	84.5	85.1	84.8	84.6	84.4	84.5	84.4	84.5
16.00-17.00	85.2	84.7	84.2	84.7	84.7	84.7	84.6	84.2	84.7	84.6
30.0	84.8	84.5	84.8	85.4	84.9	85.2	84.5	84.6	84.4	84.7
45.0	84.5	84.0	84.4	85.3	84.6	84.6	84.0	84.4	85.3	84.6
60.0	84.7	85.1	84.7	84.5	84.8	84.5	85.1	84.7	84.5	84.7
ค่าเฉลี่ย	84.8	84.6	84.5	85.0	84.7	84.8	84.6	84.5	84.7	84.6

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ  
อาคารศูนย์วิจัยอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) ลดปริมาณสารทำความเย็น 25 Psig  
พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600.....BTU/h      ขนาดพื้นที่ 18 ตรม.  
วันที่.. 22 เมษายน พ.ศ. 2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00.....

วัด ความเร็วลม

ช่วงเวลา	ความเร็วลมด้านลมง่าย					ความเร็วลมด้านลมกลับ				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
08.00-09.00	581	485	476	578	530	288	200	261	270	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	252	260	218	254
09.00-10.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
10.00-11.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
11.00-12.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254

ช่วงเวลา	ความเร็วลมด้านลมง่าย					ความเร็วลมด้านลมกลับ				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
12.00-13.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
13.00-14.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
14.00-15.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
15.00-16.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
16.00-17.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ  
อาคารศูนย์วิจัยอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) ลดปริมาณสารทำความเย็น 25 Psig  
พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600.....BTU/h ขนาดพื้นที่ 18 ตรม.  
วันที่.. 22 เมษายน.....พ.ศ..2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00.....

วัด อุณหภูมิห้อง

ช่วงเวลา	ตำแหน่งเก็บข้อมูล									ค่าเฉลี่ย
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	
08.00-09.00	79.9	79.9	80.0	80.1	79.5	78.7	79.0	79.2	79.4	79.5
30.0	79.4	79.5	79.6	79.6	79.4	79.4	79.6	79.7	79.7	79.5
45.0	79.5	79.7	79.8	79.8	79.5	79.4	79.5	79.7	79.8	79.6
60.0	79.4	79.6	79.6	79.7	79.3	79.5	79.6	79.7	79.7	79.6
ค่าเฉลี่ย	79.6	79.7	79.8	79.8	79.4	79.3	79.4	79.6	79.7	79.6
09.00-10.00	78.6	78.8	78.9	79.2	79.2	79.2	79.5	79.6	79.6	79.2
30.0	79.5	79.7	79.8	79.8	79.5	79.4	79.5	79.7	79.8	79.6
45.0	80.1	80.2	80.3	80.4	79.8	79.9	80.1	80.2	80.3	80.1
60.0	79.5	79.7	79.8	80.0	79.7	79.8	79.9	80.0	80.1	79.8
ค่าเฉลี่ย	79.4	79.6	79.7	79.9	79.6	79.6	79.8	79.9	80.0	79.7
10.00-11.00	79.5	79.7	79.8	80.1	80.1	80.2	80.4	80.4	80.6	80.1
30.0	79.7	79.9	80.1	80.3	80.2	80.4	80.5	80.5	80.6	80.2
45.0	79.9	80.0	80.0	80.1	80.1	80.3	80.4	80.4	80.5	80.2
60.0	80.1	80.3	80.5	80.7	80.9	81.1	81.2	81.2	81.3	80.8
ค่าเฉลี่ย	79.8	80.0	80.1	80.3	80.3	80.5	80.6	80.6	80.8	80.3
11.00-12.00	80.9	81.0	81.1	81.3	81.1	81.3	81.5	81.5	81.6	81.3
30.0	79.9	80.0	80.1	80.4	80.5	80.9	80.9	81.0	81.2	80.5
45.0	81.1	81.2	81.3	81.5	81.3	81.4	81.7	81.8	81.9	81.5
60.0	82.3	82.6	82.6	82.7	82.3	82.4	82.7	82.8	82.8	82.6
ค่าเฉลี่ย	81.1	81.2	81.3	81.5	81.3	81.5	81.7	81.8	81.9	81.5

ช่วงเวลา	ตำแหน่งเก็บข้อมูล									ค่าเฉลี่ย
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	
12.00-13.00	80.1	80.3	80.4	80.7	81.2	81.3	81.4	81.5	81.6	80.9
30.0	82.4	82.5	82.7	82.7	82.5	82.7	82.9	83.2	83.3	82.8
45.0	81.7	81.8	81.9	82.1	82.1	82.2	82.3	82.4	82.5	82.1
60.0	81.9	82.1	82.2	82.4	82.2	82.2	82.3	82.5	82.6	82.3
ค่าเฉลี่ย	81.5	81.7	81.8	82.0	82.0	82.1	82.2	82.4	82.5	82.0
13.00-14.00	82.0	82.1	82.3	82.3	82.4	82.5	82.6	82.7	82.7	82.4
30.0	82.0	82.1	82.2	82.3	82.1	82.2	82.4	82.5	82.6	82.3
45.0	82.0	82.2	82.3	82.5	82.4	82.4	82.6	82.7	82.8	82.4
60.0	82.5	82.6	82.7	82.8	82.6	82.9	83.0	83.1	83.2	82.8
ค่าเฉลี่ย	82.1	82.3	82.4	82.5	82.4	82.5	82.7	82.8	82.8	82.5
14.00-15.00	82.4	82.5	82.6	82.8	82.6	82.7	82.8	82.9	83.0	82.7
30.0	82.2	82.4	82.5	82.5	82.4	82.4	82.6	82.8	82.9	82.5
45.0	82.5	82.5	82.7	82.8	82.7	82.9	83.1	82.2	83.2	82.7
60.0	82.2	82.4	82.4	82.5	82.5	82.6	82.8	82.9	83.1	82.6
ค่าเฉลี่ย	82.3	82.5	82.6	82.7	82.6	82.7	82.8	82.7	83.1	82.6
15.00-16.00	82.3	82.4	82.5	82.5	82.4	82.7	82.9	83.0	83.4	82.7
30.0	83.1	83.2	83.3	83.4	83.6	83.7	83.7	83.8	83.8	83.5
45.0	82.9	83.1	83.3	83.4	83.5	83.6	83.7	83.8	83.8	83.5
60.0	83.0	83.3	83.4	83.5	83.7	83.8	83.9	84.0	84.1	83.6
ค่าเฉลี่ย	82.8	83.0	83.1	83.2	83.3	83.5	83.6	83.7	83.8	83.3
16.00-17.00	83.1	83.2	83.3	83.4	83.6	83.4	83.5	83.5	83.6	83.4
30.0	82.8	82.9	83.2	83.2	82.8	82.9	83.1	83.2	83.3	83.0
45.0	82.9	83.0	83.2	83.3	83.1	83.3	83.4	83.4	83.5	83.2
60.0	83.0	83.2	83.3	83.3	83.2	83.4	83.5	83.5	83.6	83.3
ค่าเฉลี่ย	83.0	83.1	83.3	83.3	83.2	83.3	83.4	83.4	83.5	83.3



การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ

อาคารศูนย์วิจัยอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office)

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600...BTU/h

วันที่ 22 เมษายนพ.ศ.....2549 ช่วงเวลา...08.00.....น.ถึงเวลา.....17.00.....

อุณหภูมิคอยล์ร้อน

ช่วงเวลา	อุณหภูมิคอยล์ร้อน ( F )			แรงดันน้ำยา ( Psig )
	อุณหภูมิ ภายนอก	อุณหภูมิมลเข้า	อุณหภูมิมลออก	แรงดันด้านต่ำ
08.00-09.00	84.3	86.7	89.5	25.0
30.0	89.4	90.2	98.9	26.0
45.0	88.8	89.8	97.9	25.0
60.0	89.0	90.5	99.4	25.0
ค่าเฉลี่ย	87.9	89.3	96.4	25.3
09.00-10.00	88.8	90.6	100.0	25.0
30.0	89.4	91.1	102.3	26.0
45.0	90.1	92.5	100.4	25.0
60.0	91.0	93.1	104.3	25.0
ค่าเฉลี่ย	89.8	91.8	101.8	25.3
10.00-11.00	95.1	95.3	105.1	25.0
30.0	94.6	91.6	104.7	25.4
45.0	96.4	91.7	104.3	25.0
60.0	95.1	91.7	104.6	25.5
ค่าเฉลี่ย	95.3	92.6	104.7	25.2
11.00-12.00	96.4	91.9	104.7	25.5
30.0	95.7	92.0	104.1	25.4
45.0	92.8	93.8	104.3	25.0
60.0	93.0	93.6	105.0	25.3
ค่าเฉลี่ย	94.5	92.8	104.5	25.3

## อุณหภูมิคอยล์ร้อน

ช่วงเวลา	อุณหภูมิคอยล์ร้อน ( F )			แรงดันน้ำยา ( Psig )
	อุณหภูมิภายนอก	อุณหภูมิมลเข้า	อุณหภูมิมลออก	แรงดันด้านต่ำ
12.00-13.00	97.1	93.0	103.7	25.6
30.0	95.1	94.8	104.9	26.0
45.0	95.5	94.1	105.2	25.5
60.0	96.6	94.6	104.9	25.3
ค่าเฉลี่ย	96.1	94.1	104.7	25.6
13.00-14.00	95.3	93.6	105.2	25.0
30.0	94.8	94.5	104.8	25.0
45.0	94.8	91.6	105.7	25.0
60.0	96.2	93.7	104.0	25.0
ค่าเฉลี่ย	95.3	93.4	104.9	25.0
14.00-15.00	95.9	95.6	106.8	25.0
30.0	96.0	93.5	105.9	25.0
45.0	97.1	94.6	107.0	25.0
60.0	98.9	96.2	108.2	25.0
ค่าเฉลี่ย	97.0	95.0	107.0	25.0
15.00-16.00	98.7	94.5	107.2	25.0
30.0	96.0	94.3	108.0	26.0
45.0	96.0	96.3	107.5	26.0
60.0	95.7	93.6	106.6	26.0
ค่าเฉลี่ย	96.6	94.7	107.3	25.8
16.00-17.00	96.9	94.4	105.1	26.0
30.0	95.5	94.2	106.0	25.0
45.0	94.8	93.5	105.1	25.0
60.0	94.6	94.5	104.9	25.0
ค่าเฉลี่ย	95.5	94.2	105.3	25.3

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ  
อาคารศูนย์ปริญญาอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต...

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600 BTU/h

ขนาดพื้นที่18 ตรม.

วันที่.. 22 เมษายนพ.ศ.2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00..น.

วัด กระแสไฟฟ้า

ช่วงเวลา	กระแสไฟฟ้ารวม	
	กระแสไฟฟ้าสูงสุด	กระแสปกติ
08.15	3.9	3.8
08.30	4.2	4.0
08.45	4.0	4.0
09.00	4.0	4.0
ค่าเฉลี่ย	4.0	4.0
09.15	3.9	3.9
09.30	4.0	4.0
09.45	4.0	4.0
10.00	4.0	4.0
ค่าเฉลี่ย	4.0	4.0
10.15	4.1	4.1
10.30	4.1	4.1
10.45	4.1	4.1
11.00	4.0	4.0
ค่าเฉลี่ย	4.1	4.1
11.15	4.0	4.0
11.30	4.0	4.0
11.45	4.1	4.1
12.00	4.1	4.1
ค่าเฉลี่ย	4.1	4.1

ช่วงเวลา	กระแสไฟฟ้ารวม	
	กระแสไฟฟ้าสูงสุด	กระแสปกติ
12.15	4.2	4.1
12.30	4.1	4.1
12.45	4.1	4.1
13.00	4.1	4.1
ค่าเฉลี่ย	4.1	4.1
13.15	4.1	4.1
13.30	4.1	4.0
13.45	4.2	4.2
14.00	4.1	4.1
ค่าเฉลี่ย	4.1	4.1
14.15	4.1	4.1
14.30	4.1	4.1
14.45	4.1	4.1
15.00	4.0	4.0
ค่าเฉลี่ย	4.1	4.1
15.15	4.1	4.1
15.30	4.1	4.1
15.45	4.1	4.1
16.00	4.1	4.1
ค่าเฉลี่ย	4.1	4.1
16.15	4.2	4.1
16.30	4.1	4.1
16.45	4.1	4.1
17.00	4.1	4.1
ค่าเฉลี่ย	4.1	4.1

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ  
อาคารศูนย์บริการอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์...

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,000 BTU/h ขนาดพื้นที่...18.ตรม.

วันที่.22 เมษายน พ.ศ.2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00..น.

วัด การตัดต่อของคอมเพรสเซอร์

ช่วงเวลา	การตัดต่อคอมเพรสเซอร์			
	จำนวนการตัดต่อ/ครั้ง		เวลาของการตัดต่อ/นาที	
	ต่อ	ตัด	ต่อ	ตัด
08.00	1	0	60	0
09.00	1	0	60	0
10.00	1	0	60	0
11.00	1	0	60	0
12.00	1	0	60	0
13.00	1	0	60	0
14.00	1	0	60	0
15.00	1	0	60	0
16.00	1	0	60	0

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ  
 อาคารศูนย์วิจัยอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) เทอร์โมสแตทBimetal  
 พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600.....BTU/h ขนาดพื้นที่ 18 ตรม.  
 วันที่.. 25 เมษายน พ.ศ..2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00.....  
 วัด อุณหภูมิคอยล์เย็น

ช่วงเวลา	ด้านลมจ่าย					ด้านลมกลับ				
	อุณหภูมิด้านลมจ่าย					อุณหภูมิด้านลมจ่าย				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุด ที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
08.00-09.00	64.2	63.8	64.6	63.9	64.1	76.9	77.5	77.3	77.5	77.3
30.0	64.1	64.9	63.8	64.7	64.4	77.3	76.9	77.4	77.6	77.3
45.0	63.5	64.1	64.7	64.5	64.2	77.4	77.2	77.6	77.3	77.4
60.0	64.7	64.1	64.3	64.6	64.4	76.8	76.9	77.4	77.2	77.1
ค่าเฉลี่ย	64.1	64.2	64.4	64.4	64.3	77.1	77.1	77.4	77.4	77.3
09.00-10.00	63.8	64.7	64.2	64.1	64.2	77.5	76.9	77.7	76.7	77.2
30.0	64.7	64.5	64.3	64.3	64.5	76.9	78.1	76.2	77.5	77.2
45.0	64.5	64.2	64.1	64.7	64.4	76.8	76.5	77.1	77.2	76.9
60.0	64.7	64.3	64.2	64.2	64.4	77.6	78.3	78.1	76.9	77.7
ค่าเฉลี่ย	64.4	64.4	64.2	64.3	64.3	77.2	77.5	77.3	77.1	77.3
10.00-11.00	64.2	64.6	64.3	64.8	64.5	77.8	77.2	77.6	78.3	77.7
30.0	64.3	64.3	64.8	64.3	64.4	76.8	76.9	77.4	77.2	77.1
45.0	63.4	65.2	64.5	62.3	63.9	76.2	77.5	77.5	77.5	77.2
60.0	64.2	65.1	64.7	65.1	64.8	78.1	76.9	77.4	77.6	77.5
ค่าเฉลี่ย	64.0	64.8	64.6	64.1	64.4	77.2	77.1	77.5	77.7	77.4
11.00-12.00	64.8	64.7	64.5	64.3	64.6	76.2	77.5	77.5	77.5	77.2
30.0	64.3	64.3	64.3	64.8	64.4	78.1	76.9	77.4	77.6	77.5
45.0	64.5	63.4	64.4	64.5	64.2	77.8	77.2	77.6	78.3	77.7
60.0	65.1	64.2	65.1	64.9	64.8	76.8	76.9	77.4	77.2	77.1
ค่าเฉลี่ย	64.7	64.2	64.6	64.6	64.5	77.2	77.1	77.5	77.7	77.4

ช่วงเวลา	ด้านลมง่าย					ด้านลมกลับ				
	อุณหภูมิด้านลมง่าย					อุณหภูมิด้านลมง่าย				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุด ที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
12.00-13.00	65.2	64.8	64.9	64.9	65.0	77.9	77.7	77.5	77.8	77.7
30.0	65.1	64.9	64.8	65.1	65.0	78.1	77.8	77.4	77.6	77.7
45.0	64.9	65.1	65	65.5	65.1	77.5	77.5	77.8	77.9	77.7
60.0	65.3	65.1	65.2	65.6	65.3	77.8	77.6	78.1	78.0	77.9
ค่าเฉลี่ย	65.1	65.0	65.0	65.3	65.1	77.8	77.7	77.7	77.8	77.8
13.00-14.00	64.1	64.4	64.8	64.7	64.5	77.8	77.2	77.6	78.3	77.7
30.0	64.7	64.5	64.7	64.5	64.6	76.8	76.9	77.4	77.2	77.1
45.0	64.2	63.8	64.3	64.6	64.2	76.2	77.5	77.5	77.5	77.2
60.0	64.4	64.9	64.6	63.9	64.5	78.1	76.9	77.4	77.6	77.5
ค่าเฉลี่ย	64.4	64.4	64.6	64.4	64.4	77.2	77.1	77.5	77.7	77.4
14.00-15.00	64.2	64.7	64.2	64.1	64.3	76.2	76.1	75.9	76.2	76.1
30.0	64.3	64.5	64.3	64.3	64.4	76.2	75.7	76.1	76.3	76.1
45.0	64.5	64.2	64.1	64.7	64.4	75.9	75.8	76.9	76.5	76.3
60.0	64.7	64.3	64.2	64.2	64.4	75.7	76.1	76.2	76.3	76.1
ค่าเฉลี่ย	64.4	64.4	64.2	64.3	64.3	76.0	75.9	76.3	76.3	76.1
15.00-16.00	64.2	64.6	64.2	64.2	64.3	76.5	76.5	74.8	75.9	75.9
30.0	64.3	64.4	64.3	64.3	64.3	77.3	76.8	76.1	76.4	76.7
45.0	64.5	64.2	64.1	64.7	64.4	77.1	76.5	76.6	76.5	76.7
60.0	64.6	64.3	64.2	64.2	64.3	76.6	77.3	76.3	76.7	76.7
ค่าเฉลี่ย	64.4	64.4	64.2	64.4	64.3	76.9	76.8	76.0	76.4	76.5
16.00-17.00	64.5	64.2	64.3	64.3	64.3	75.9	75.8	76.9	76.5	76.3
30.0	64.6	64.3	64.1	64.7	64.4	75.9	76.1	76.2	76.3	76.1
45.0	64.2	64.6	64.2	64.2	64.3	76.2	76.1	76	76.2	76.1
60.0	64.3	64.4	64.2	64.2	64.3	76.2	75.7	76.1	76.3	76.1
ค่าเฉลี่ย	64.4	64.4	64.2	64.4	64.3	76.1	75.9	76.3	76.3	76.2

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ

อาคารศูนย์ปรีภษาอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) ...เทอร์โมสแตทBimetal

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600.....BTU/h ขนาดพื้นที่ 18 ตรม.

วันที่.. 25 เมษายน พ.ศ..2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00.....

วัด ความชื้น

ช่วงเวลา	ความชื้นด้านลมจ่าย					ความชื้นด้านลมกลับ				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุด ที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
08.00-09.00	79.3	79.1	78.4	79.6	79.1	64.3	64.8	64.2	64.9	64.6
30.0	77.8	78.2	78.9	78.7	78.4	64.8	64.3	64.5	64.3	64.5
45.0	78.6	78.7	78.7	78.9	78.7	64.5	62.3	63.4	65.2	63.9
60.0	78.4	78.4	78.2	79.2	78.6	64.7	65.1	64.2	65.9	65.0
ค่าเฉลี่ย	78.5	78.6	78.6	79.1	78.7	64.6	64.1	64.1	65.1	64.5
09.00-10.00	78.7	78.9	78.6	78.7	78.7	63.8	64.5	64.8	64.2	64.3
30.0	78.2	79.2	78.4	78.4	78.6	64.4	64.6	64.3	64.4	64.4
45.0	78.4	79.6	79.3	79.1	79.1	64.3	64.3	64.4	63.8	64.2
60.0	78.9	78.7	77.8	78.2	78.4	64.2	64.8	64.3	64.4	64.4
ค่าเฉลี่ย	78.6	79.1	78.5	78.6	78.7	64.2	64.6	64.5	64.2	64.3
10.00-11.00	78.4	79.6	79.3	79.1	79.1	64.3	64.3	64.4	63.8	64.2
30.0	78.9	78.7	77.8	78.2	78.4	64.2	64.0	64.3	64.4	64.2
45.0	78.7	78.9	78.6	78.7	78.7	63.9	64.5	64.2	64.2	64.2
60.0	78.2	79.2	78.4	78.4	78.6	64.4	64.1	64.3	64.4	64.3
ค่าเฉลี่ย	78.6	79.1	78.5	78.6	78.7	64.2	64.2	64.3	64.2	64.2
11.00-12.00	78.2	78.9	78.5	78.2	78.5	64.2	64.1	64.3	64.4	64.3
30.0	78.4	79.2	78.4	78.7	78.7	63.9	64.5	64.2	64.2	64.2
45.0	78.9	78.5	78.7	78.4	78.6	64.4	64.1	64.3	64.4	64.3
60.0	78.7	78.7	77.9	78.3	78.4	64.3	64.3	64.4	63.9	64.2
ค่าเฉลี่ย	78.6	78.8	78.4	78.4	78.5	64.2	64.3	64.3	64.2	64.2



ช่วงเวลา	ความชื้นด้านลมง่าย					ความชื้นด้านลมกลับ				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุด ที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
12.00-13.00	78.6	78.4	78.9	78.5	78.6	64.5	63.4	64.4	64.5	64.2
30.0	78.5	78.7	78.6	78.4	78.6	65.6	64.2	65.1	64.9	65.0
45.0	78.7	78.9	78.5	78.2	78.6	64.8	64.7	64.5	64.3	64.6
60.0	78.9	79.2	78.4	78.7	78.8	64.3	64.3	64.6	64.8	64.5
ค่าเฉลี่ย	78.7	78.8	78.6	78.5	78.6	64.8	64.2	64.7	64.6	64.6
13.00-14.00	76.9	76.5	76.2	76.1	76.4	61.9	62.4	62.8	62.4	62.4
30.0	76.2	76.3	76.2	75.7	76.1	62.7	62.6	62.6	62.6	62.6
45.0	76	76.2	75.9	75.8	76.0	62.6	62.6	62.6	63.1	62.7
60.0	76.1	76.3	75.7	76.1	76.1	62.3	63.3	62.4	62.4	62.6
ค่าเฉลี่ย	76.3	76.3	76.0	75.9	76.1	62.4	62.7	62.6	62.6	62.6
14.00-15.00	72.6	72.6	72.6	73.1	72.7	64.3	64.4	64.4	64.1	64.3
30.0	72.3	73.3	72.4	72.4	72.6	64.4	63.9	64.3	64.3	64.2
45.0	71.9	72.4	72.8	72.4	72.4	64.3	64.4	64.2	64.1	64.3
60.0	72.7	72.6	72.6	72.6	72.6	64.2	64.2	63.9	64.5	64.2
ค่าเฉลี่ย	72.4	72.7	72.6	72.6	72.6	64.3	64.2	64.2	64.3	64.2
15.00-16.00	74.5	73.9	75.2	74.4	74.5	64.1	64.3	64.4	64.2	64.3
30.0	74.4	74.6	75.1	74.5	74.7	64.5	64.2	64.2	63.9	64.2
45.0	74.8	74.2	74.6	74.6	74.6	64.1	64.3	64.4	64.4	64.3
60.0	74.6	74.4	74.8	74.7	74.6	64.3	64.4	63.9	64.3	64.2
ค่าเฉลี่ย	74.6	74.3	74.9	74.6	74.6	64.3	64.3	64.2	64.2	64.2
16.00-17.00	71.9	72.4	72.5	72.4	72.3	64.3	64.4	64.2	64.1	64.3
30.0	72.5	72.6	72.6	72.6	72.6	64.2	64.2	63.9	64.5	64.2
45.0	72.6	72.5	72.6	72.1	72.5	64.1	64.3	64.4	64.2	64.3
60.0	72.3	73.3	72.4	72.4	72.6	64.5	64.2	64.2	63.9	64.2
ค่าเฉลี่ย	72.3	72.7	72.5	72.4	72.5	64.3	64.3	64.2	64.2	64.2

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ  
 อาคารศูนย์วิจัยอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) เทอร์โมสแตท Bimetal  
 พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600.....BTU/h ขนาดพื้นที่ 18 ตรม.  
 วันที่.. 25 เมษายน พ.ศ..2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00.....  
 วัด ความเร็วลม

ช่วงเวลา	ความเร็วลมด้านลมจ่าย					ความเร็วลมด้านลมกลับ				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุด ที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
08.00-09.00	581	485	476	578	530	288	200	261	270	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	252	260	218	254
09.00-10.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
10.00-11.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
11.00-12.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254

ช่วงเวลา	ความเร็วลมด้านลมง่าย					ความเร็วลมด้านลมกลับ				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุด ที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
12.00-13.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
13.00-14.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
14.00-15.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
15.00-16.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
16.00-17.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ  
อาคารศูนย์ปรีภษาอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) เทอร์โมสแตท Bimetal  
พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600.....BTU/h ขนาดพื้นที่ 18 ตรม.  
วันที่.. 25 เมษายน พ.ศ..2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00.....  
วัด อุณหภูมิห้อง

ช่วงเวลา	ตำแหน่งเก็บข้อมูล									ค่าเฉลี่ย
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุด ที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	
08.00-09.00	78.7	78.8	78.8	78.8	76.7	77.0	77.4	77.5	77.6	77.9
30.0	79.0	79.0	79.1	79.1	77.3	77.5	77.8	77.9	77.9	78.3
45.0	77.6	77.7	77.8	77.8	76.8	76.7	77.1	77.2	77.3	77.3
60.0	78.2	78.4	78.6	78.7	76.6	76.7	77.1	77.4	77.2	77.7
ค่าเฉลี่ย	78.4	78.5	78.6	78.6	76.9	77.0	77.4	77.5	77.5	77.8
09.00-10.00	79.5	79.6	79.6	79.5	77.6	77.7	78.0	78.2	78.3	78.7
30.0	78.0	78.3	78.5	78.0	77.6	77.7	78.0	78.2	78.2	78.1
45.0	77.6	77.7	77.8	77.9	77.6	77.5	77.8	77.8	77.8	77.7
60.0	78.0	78.1	78.2	78.0	77.0	77.3	77.6	77.7	77.8	77.7
ค่าเฉลี่ย	78.3	78.4	78.5	78.4	77.5	77.6	77.9	78.0	78.0	78.1
10.00-11.00	78.0	78.8	78.3	77.0	77.7	77.6	77.8	77.5	78.8	77.9
30.0	78.7	78.5	77.8	77.8	77.7	77.6	78.1	78.2	78.3	78.1
45.0	78.1	78.2	78.4	77.9	77.6	77.5	77.9	78.1	78.1	78.0
60.0	78.2	78.4	78.5	77.7	77.4	77.4	77.9	78.0	77.9	77.9
ค่าเฉลี่ย	78.3	78.5	78.3	77.6	77.6	77.5	77.9	78.0	78.3	78.0
11.00-12.00	78.2	78.3	78.4	77.9	77.5	77.6	77.9	78.0	78.1	78.0
30.0	78.1	78.2	78.3	78.4	77.2	77.4	77.6	77.8	77.8	77.9
45.0	78.1	78.3	78.4	78.2	77.9	78.0	78.2	78.3	78.3	78.2
60.0	78.4	78.4	78.6	77.9	77.6	77.5	78.0	78.1	78.2	78.1
ค่าเฉลี่ย	78.2	78.3	78.4	78.1	77.6	77.6	77.9	78.1	78.1	78.1

ช่วงเวลา	ตำแหน่งเก็บข้อมูล									
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุด ที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	ค่าเฉลี่ย
12.00-13.00	78.2	78.4	78.3	78.1	77.4	77.6	78.1	78.3	78.3	78.1
30.0	78.4	78.5	78.6	78.1	77.5	77.7	78.2	78.3	78.3	78.2
45.0	78.3	78.1	78.9	78.3	77.8	77.4	77.9	78.0	78.2	78.1
60.0	78.2	78.5	78.6	78.2	77.5	77.7	78.2	78.3	78.5	78.2
ค่าเฉลี่ย	78.3	78.4	78.6	78.2	77.6	77.6	78.1	78.2	78.3	78.2
13.00-14.00	78.3	78.2	78.5	78.1	77.7	77.8	78.2	78.6	78.7	78.2
30.0	78.1	78.2	78.6	78.0	77.6	77.4	77.9	78.4	78.3	78.1
45.0	78.3	78.4	78.7	78.1	77.4	77.6	78.0	78.2	78.2	78.1
60.0	78.4	78.5	78.6	77.8	77.8	78.4	78.3	78.4	78.4	78.3
ค่าเฉลี่ย	78.3	78.3	78.6	78.0	77.6	77.8	78.1	78.4	78.4	78.2
14.00-15.00	78.1	78.3	78.4	77.9	77.3	77.4	78.1	78.3	78.4	78.0
30.0	78.6	78.5	78.8	78.2	77.5	77.6	77.8	78.1	78.2	78.1
45.0	78.4	78.5	78.7	78.1	77.6	77.8	77.6	78.0	78.3	78.1
60.0	78.6	78.7	78.7	78.3	77.7	77.9	78.2	78.3	78.3	78.3
ค่าเฉลี่ย	78.4	78.5	78.7	78.1	77.5	77.7	77.9	78.2	78.3	78.1
15.00-16.00	78.8	79.1	78.8	78.6	77.9	78.2	78.6	78.7	78.8	78.6
30.0	78.7	79.0	79.2	78.9	77.8	78.1	78.4	78.5	78.6	78.6
45.0	78.6	79.3	79.1	78.8	78.0	78.0	78.3	78.6	78.7	78.6
60.0	79.4	79.6	79.6	80.1	78.5	78.6	78.7	78.8	78.9	79.1
ค่าเฉลี่ย	78.9	79.3	79.2	79.1	78.1	78.2	78.5	78.7	78.8	78.7
16.00-17.00	78.1	78.3	78.3	78.4	77.7	77.3	77.6	78.2	78.6	78.1
30.0	78.7	79.8	80.0	79.8	79.5	78.8	78.7	78.7	78.8	79.2
45.0	79.6	79.7	79.9	79.9	77.9	78.0	78.4	78.5	78.5	78.9
60.0	78.5	79.1	78.6	78.5	77.8	77.6	78.0	78.2	78.3	78.3
ค่าเฉลี่ย	78.7	79.2	79.2	79.2	78.2	77.9	78.2	78.4	78.6	78.6

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ

อาคารศูนย์วิจัยอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office)

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600.....BTU/h

วันที่ 25 เมษายน พ.ศ.....2549 ช่วงเวลา...08.00.....น.ถึงเวลา.....17.00.....

อุณหภูมิคอยล์ร้อน

ช่วงเวลา	อุณหภูมิคอยล์ร้อน ( F )			แรงดันน้ำยา ( Psig )
	อุณหภูมิ ภายนอก	อุณหภูมิม เข้า	อุณหภูมิมออก	แรงดันด้านต่ำ
08.00-09.00	89.9	84.5	98.3	71.0
30.0	88.3	86.8	100.5	70.0
45.0	87.0	85.3	101.6	68.5
60.0	92.4	89.1	105.1	71.0
ค่าเฉลี่ย	89.4	86.4	101.4	70.1
09.00-10.00	91.9	89.2	106.6	72.0
30.0	89.5	89.4	104.4	64.0
45.0	89.7	88.6	99.8	70.0
60.0	89.0	89.2	100.3	70.0
ค่าเฉลี่ย	90.0	89.1	102.8	69.0
10.00-11.00	91.9	90.5	95.1	70.4
30.0	92.8	92.1	92.3	69.8
45.0	89.7	90.2	91.5	70.1
60.0	82.0	83.2	91.9	69.0
ค่าเฉลี่ย	89.1	89.0	92.7	69.8
11.00-12.00	83.3	83.6	93.9	69.0
30.0	90.1	90.5	100.8	70.2
45.0	88.4	91.1	101.7	68.4
60.0	88.8	91.6	101.9	71.0
ค่าเฉลี่ย	87.7	89.2	99.6	69.7

## อุณหภูมิคอยล์ร้อน

ช่วงเวลา	อุณหภูมิคอยล์ร้อน ( F )			แรงดันน้ำยา ( Psig )
	อุณหภูมิภายนอก	อุณหภูมิมุมเข้า	อุณหภูมิมุมออก	แรงดันด้านต่ำ
12.00-13.00	88.7	90.4	102.2	65.0
30.0	90.1	93.7	102.5	74.0
45.0	90.1	92.9	103.5	75.0
60.0	92.4	95.9	106.2	70.1
ค่าเฉลี่ย	90.3	93.2	103.6	71.0
13.00-14.00	92.1	93.4	106.5	73.0
30.0	92.1	94.7	105.8	73.0
45.0	92.3	92.2	106.1	71.0
60.0	93.2	93.7	105.9	70.0
ค่าเฉลี่ย	92.4	93.5	106.1	71.8
14.00-15.00	94.2	95.9	107.0	70.0
30.0	97.5	93.8	105.3	74.0
45.0	96.9	93.0	106.1	73.0
60.0	93.7	93.0	105.2	65.0
ค่าเฉลี่ย	95.6	93.9	105.9	70.5
15.00-16.00	92.8	93.6	106.8	72.0
30.0	96.0	95.7	107.4	73.0
45.0	100.0	95.6	108.6	72.0
60.0	96.4	93.6	108.8	69.0
ค่าเฉลี่ย	96.3	94.6	107.9	71.5
16.00-17.00	96.0	94.2	106.7	64.0
30.0	101.1	96.9	107.5	74.0
45.0	101.4	95.5	109.0	73.0
60.0	97.7	96.2	109.8	70.0
ค่าเฉลี่ย	99.1	95.7	108.3	70.3

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ  
อาคารศูนย์ศึกษาอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) เทอร์โมสแตทBimetal

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600 BTU/h

ขนาดพื้นที่18 ตรม.

วันที่.. 25 เมษายน พ.ศ.2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00..น.

วัด กระแสไฟฟ้า

ช่วงเวลา	กระแสไฟฟ้ารวม	
	กระแสไฟฟ้าสูงสุด	กระแสปกติ
08.15	4.9	4.7
08.30	4.8	4.7
08.45	4.8	4.7
09.00	4.9	4.8
ค่าเฉลี่ย	4.9	4.7
09.15	4.8	4.8
09.30	4.8	4.8
09.45	4.8	4.8
10.00	4.7	4.8
ค่าเฉลี่ย	4.8	4.8
10.15	5.0	4.8
10.30	5.1	4.9
10.45	5.1	4.9
11.00	5.1	4.9
ค่าเฉลี่ย	5.1	4.9
11.15	5.1	5.0
11.30	5.1	5.1
11.45	5.2	5.0
12.00	5.2	5.1
ค่าเฉลี่ย	5.2	5.1



ช่วงเวลา	กระแสไฟฟ้ารวม	
	กระแสไฟฟ้าสูงสุด	กระแสปกติ
12.15	5.2	5.4
12.30	5.2	5.5
12.45	5.3	5.5
13.00	5.2	5.5
ค่าเฉลี่ย	5.2	5.5
13.15	5.2	5.4
13.30	5.2	5.5
13.45	5.2	5.3
14.00	5.3	5.3
ค่าเฉลี่ย	5.2	5.4
14.15	5.3	5.2
14.30	5.2	5.2
14.45	5.3	5.2
15.00	5.1	5.4
ค่าเฉลี่ย	5.2	5.3
15.15	5.3	5.2
15.30	5.3	5.1
15.45	5.3	5.1
16.00	5.3	5.0
ค่าเฉลี่ย	5.3	5.1
16.15	5.0	5.0
16.30	5.1	5.0
16.45	5.0	5.0
17.00	5.1	5.0
ค่าเฉลี่ย	5.1	5.0

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ  
อาคารศูนย์บริการอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) เทอร์โมสแตท Bimetal

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,000 BTU/h ขนาดพื้นที่...16 ตรม.

วันที่ 25 เมษายน พ.ศ.2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00..น.

วัด การตัดต่อของคอมเพรสเซอร์

ช่วงเวลา	การตัดต่อคอมเพรสเซอร์			
	จำนวนการตัดต่อ/ครั้ง		เวลาของการตัดต่อ/นาที	
	ต่อ	ตัด	ต่อ	ตัด
08.00	5	4	47	10
09.00	7	6	45	12
10.00	7	6	48	15
11.00	6	5	49	15
12.00	6	5	52	11
13.00	4	3	52	8
14.00	5	4	48	12
15.00	5	5	48	12
16.00	4	4	46	14

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ

อาคารศูนย์ปรีกษาอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) Condenser ไม่สามารถระบายความร้อนได้

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600.....BTU/h ขนาดพื้นที่ 18 ตรม.

วันที่.. 29 เมษายน พ.ศ..2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00.....

วัด อุณหภูมิคอยล์เย็น

ช่วงเวลา	ด้านลมจ่าย					ด้านลมกลับ				
	อุณหภูมิด้านลมจ่าย					อุณหภูมิด้านลมจ่าย				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
08.00-09.00	67.2	67.8	67.4	67.2	67.4	78.4	78.2	78.4	78.3	78.3
30.0	67.9	67.2	67.5	67.3	67.5	78.2	78.4	78.3	78.5	78.4
45.0	67.4	67.3	67.3	67.4	67.4	78.3	78.6	78.4	78.3	78.4
60.0	67.2	67.4	67.7	67.2	67.4	78.4	78.3	78.2	78.4	78.3
ค่าเฉลี่ย	67.4	67.4	67.5	67.3	67.4	78.3	78.4	78.3	78.4	78.4
09.00-10.00	67.8	67.4	67.8	67.9	67.7	78.4	78.8	78.6	78.6	78.6
30.0	68.2	67.9	67.8	68.1	68.0	78.6	78.4	78.4	78.7	78.5
45.0	67.9	67.4	67.7	68.8	68.0	78.4	78.7	78.3	78.5	78.5
60.0	68.1	67.8	67.4	67.7	67.8	78.7	78.6	78.4	78.8	78.6
ค่าเฉลี่ย	68.0	67.6	67.7	68.1	67.9	78.5	78.6	78.4	78.7	78.6
10.00-11.00	67.8	68.1	67.9	67.8	67.9	78.7	78.6	78.6	78.6	78.6
30.0	67.8	67.4	67.4	67.7	67.6	78.6	78.4	78.4	78.5	78.5
45.0	68.2	67.9	67.8	67.9	68.0	78.5	78.7	78.3	78.5	78.5
60.0	67.9	67.4	67.8	67.6	67.7	78.7	78.4	78.4	78.7	78.6
ค่าเฉลี่ย	67.9	67.7	67.7	67.8	67.8	78.6	78.5	78.4	78.6	78.5
11.00-12.00	68.3	67.9	68.2	68.2	68.2	78.8	78.9	78.8	78.9	78.9
30.0	67.8	68.2	68	69	68.3	78.9	78.8	78.7	79.1	78.9
45.0	68.2	68.4	68.1	67.9	68.2	79.0	79.1	78.9	78.6	78.9
60.0	69.1	68.3	67.9	68.4	68.4	79.2	78.7	79.2	78.7	79.0
ค่าเฉลี่ย	68.4	68.2	68.1	68.4	68.2	79.0	78.9	78.9	78.8	78.9

ช่วงเวลา	ด้านลมจ่าย					ด้านลมกลับ				
	อุณหภูมิด้านลมจ่าย					อุณหภูมิด้านลมจ่าย				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
12.00-13.00	68.8	68.9	68.8	68.9	68.9	79.9	79.8	79.7	79.7	79.8
30.0	68.7	69.1	68.9	68.8	68.9	79.6	79.4	79.5	79.6	79.5
45.0	68.9	68.6	69.0	69.1	68.9	79.7	79.7	79.8	79.4	79.7
60.0	69.2	68.7	69.2	68.7	69.0	79.9	79.8	79.6	79.8	79.8
ค่าเฉลี่ย	68.9	68.8	69.0	68.9	68.9	79.8	79.7	79.7	79.6	79.7
13.00-14.00	68.6	68.6	68.8	68.8	68.7	79.5	79.6	79.7	79.7	79.6
30.0	68.6	68.7	69.1	68.5	68.7	79.8	79.4	79.8	79.4	79.6
45.0	68.7	68.8	68.7	68.9	68.8	79.7	79.8	79.6	79.8	79.7
60.0	68.5	68.7	68.7	68.9	68.7	79.5	79.6	79.7	79.7	79.6
ค่าเฉลี่ย	68.6	68.7	68.8	68.8	68.7	79.6	79.6	79.7	79.7	79.6
14.00-15.00	67.4	67.7	67.9	68	67.8	78.5	78.6	78.6	78.5	78.6
30.0	67.8	67.9	67.6	67.7	67.8	78.5	78.4	78.4	78.7	78.5
45.0	67.8	68.1	68.2	67.9	68.0	78.7	78.7	78.7	78.7	78.7
60.0	67.7	68.3	67.9	67.8	67.9	78.6	78.4	78.4	78.6	78.5
ค่าเฉลี่ย	67.7	68.0	67.9	67.9	67.9	78.6	78.5	78.5	78.6	78.6
15.00-16.00	67.9	67.6	67.7	68.2	67.9	78.7	78.4	78.4	78.6	78.5
30.0	67.5	68.2	67.9	67.8	67.9	78.6	78.7	78.6	78.5	78.6
45.0	67.5	67.9	67.6	67.7	67.7	78.5	78.4	78.4	78.5	78.5
60.0	67.7	68.2	67.5	67.9	67.8	78.7	78.6	78.7	78.7	78.7
ค่าเฉลี่ย	67.7	68.0	67.7	67.9	67.8	78.6	78.5	78.5	78.6	78.6
16.00-17.00	67.6	67.7	67.3	67.3	67.5	78.3	78.4	78.2	78.4	78.3
30.0	67.5	67.5	67.5	67.4	67.5	78.5	78.2	78.4	78.3	78.4
45.0	67.6	67.7	67.5	67.5	67.6	78.3	78.3	78.6	78.4	78.4
60.0	67.7	67.6	67.7	67.1	67.5	78.4	78.4	78.3	78.2	78.3
ค่าเฉลี่ย	67.6	67.6	67.5	67.3	67.5	78.4	78.3	78.4	78.3	78.4

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ

อาคารศูนย์ปรีภษาอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) .....

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600.....BTU/h                      ขนาดพื้นที่ 18 ตรม.

วันที่.. 29 เมษายน พ.ศ..2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00.....

วัด ความชื้น

ช่วงเวลา	ความชื้นด้านลมจ่าย					ความชื้นด้านลมกลับ				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
08.00-09.00	77.8	77.8	78	78.2	78.0	65.2	64.8	65.6	64.9	65.1
30.0	77.6	77.6	77.9	78.3	77.9	65.1	64.9	64.9	65.2	65.0
45.0	77.9	77.9	77.7	78.1	77.9	64.5	65.2	65.4	65.5	65.2
60.0	77.5	77.8	77.8	78.2	77.8	65.2	65.1	65.3	65.6	65.3
ค่าเฉลี่ย	77.7	77.8	77.9	78.2	77.9	65.0	65.0	65.3	65.3	65.2
09.00-10.00	78.5	78.7	78.7	78.6	78.6	65.8	65.4	65.7	65.4	65.6
30.0	78.8	78.5	78.8	78.9	78.8	65.2	65.7	65.5	65.1	65.4
45.0	78.4	78.9	78.6	78.4	78.6	65.1	65.3	65.6	66.1	65.5
60.0	78.6	78.6	78.9	78.7	78.7	66.2	65.6	66.0	65.7	65.9
ค่าเฉลี่ย	78.6	78.7	78.8	78.7	78.7	65.6	65.2	65.7	65.6	65.6
10.00-11.00	78.7	78.9	78.8	79.1	78.9	65.7	65.5	66.1	65.7	65.8
30.0	78.7	78.7	78.9	79.0	78.8	66.0	65.6	65.9	65.3	65.7
45.0	78.9	79.0	78.6	78.9	78.9	65.8	65.4	65.7	65.4	65.6
60.0	79.2	78.6	78.9	78.7	78.9	65.9	65.7	65.5	65.8	65.7
ค่าเฉลี่ย	78.9	78.8	78.8	78.9	78.9	65.9	65.6	65.8	65.6	65.7
11.00-12.00	78.8	79.1	78.6	78.8	78.8	65.9	66.1	65.7	65.7	65.9
30.0	78.9	78.8	78.7	78.6	78.8	65.6	65.9	65.9	66.2	65.9
45.0	78.6	78.9	78.9	79.0	78.9	65.7	65.7	65.6	65.8	65.7
60.0	78.9	78.7	78.5	78.6	78.7	65.8	65.8	66.2	65.9	65.9
ค่าเฉลี่ย	78.8	78.9	78.7	78.8	78.8	65.8	65.9	65.9	65.9	65.8

ช่วงเวลา	ความชื้นด้านลมง่าย					ความชื้นด้านลมกลับ				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
12.00-13.00	79.9	79.6	79.6	80.1	79.8	65.9	66.2	65.8	65.8	65.9
30.0	79.8	80	79.7	79.7	79.8	65.9	65.9	66.2	66.1	66.0
45.0	79.6	79.8	79.9	79.8	79.8	65.7	65.6	65.8	65.9	65.8
60.0	79.7	79.7	79.6	79.8	79.7	65.8	66.2	65.9	65.7	65.9
ค่าเฉลี่ย	79.8	79.8	79.7	79.9	79.8	65.8	66.0	65.9	65.9	65.9
13.00-14.00	79.7	79.8	79.7	79.7	79.7	65.7	65.5	65.6	66.1	65.7
30.0	79.6	79.6	79.5	79.6	79.6	65.3	65.1	66.0	65.7	65.5
45.0	79.7	79.7	79.8	79.4	79.7	65.8	65.4	65.6	66.0	65.7
60.0	79.5	79.8	79.6	79.8	79.7	65.2	65.7	65.7	65.4	65.5
ค่าเฉลี่ย	79.6	79.7	79.7	79.6	79.7	65.5	65.4	65.7	65.8	65.6
14.00-15.00	78.6	78.4	78.4	78.9	78.6	65.7	65.5	65.6	66.1	65.7
30.0	78.7	78.6	78.6	78.6	78.6	65.4	65.1	66.0	65.7	65.6
45.0	78.8	78.9	78.4	78.9	78.8	65.8	65.8	65.6	66.0	65.8
60.0	78.6	78.4	78.6	78.6	78.6	65.6	65.7	65.7	65.4	65.6
ค่าเฉลี่ย	78.7	78.6	78.5	78.8	78.6	65.6	65.5	65.7	65.8	65.7
15.00-16.00	78.6	78.5	78.3	78.5	78.5	65.6	65.4	65.7	66.0	65.7
30.0	78.1	78.4	78.7	78.7	78.5	65.4	65.1	66.0	65.7	65.6
45.0	78.5	78.6	78.8	78.4	78.6	65.7	65.4	65.6	66.1	65.7
60.0	78.4	78.2	78.6	78.6	78.5	65.7	65.7	65.7	65.4	65.6
ค่าเฉลี่ย	78.4	78.4	78.6	78.6	78.5	65.6	65.4	65.8	65.8	65.6
16.00-17.00	77.9	78.1	77.8	78.0	78.0	65.3	65.2	65.3	65.5	65.3
30.0	77.9	78.3	78.1	77.7	78.0	65.2	64.9	65.5	65.4	65.3
45.0	77.7	78.1	78	78.2	78.0	65.4	65.2	65.3	65.5	65.4
60.0	77.8	78.2	77.8	77.9	77.9	65.4	65.4	65.2	65.2	65.3
ค่าเฉลี่ย	77.8	78.2	77.9	78.0	78.0	65.3	65.2	65.3	65.4	65.3

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ

อาคารศูนย์วิจัยอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) .....

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600.....BTU/h                      ขนาดพื้นที่ 18. ตรม.

วันที่.. 29 เมษายน พ.ศ..2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00.....

วัด ความเร็วลม

ช่วงเวลา	ความเร็วลมด้านลมง่าย					ความเร็วลมด้านลมกลับ				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
08.00-09.00	581	485	476	578	530	288	200	261	270	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	252	260	218	254
09.00-10.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
10.00-11.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
11.00-12.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254

ช่วงเวลา	ความเร็วลมด้านลมจ่าย					ความเร็วลมด้านลมกลับ				
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	ค่าเฉลี่ย
12.00-13.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
13.00-14.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
14.00-15.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
15.00-16.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254
16.00-17.00	581	485	476	578	530	288	270	261	200	255
30.0	580	486	475	577	530	287	269	258	200	254
45.0	582	485	474	578	530	289	270	259	199	254
60.0	579	484	475	579	529	288	269	260	201	255
ค่าเฉลี่ย	581	485	475	578	530	288	270	260	200	254



การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ

อาคารศูนย์ปริญญาตรีด้านพลังงาน (Zero Energy Office)

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600.....BTU/h

วันที่ 29 เมษายน พ.ศ.....2549 ช่วงเวลา...08.00.....น.ถึงเวลา.....17.00.....

อุณหภูมิคอยล์ร้อน

ช่วงเวลา	อุณหภูมิคอยล์ร้อน ( F )			แรงดันน้ำยา ( Psig )
	อุณหภูมิ ภายนอก	อุณหภูมิมลเข้า	อุณหภูมิมลออก	แรงดันด้านต่ำ
08.00-09.00	85.2	87.9	100.6	73.0
30.0	89.7	88.9	102.1	71.0
45.0	94.1	90.5	101.2	71.0
60.0	94.7	92.9	102.1	71.0
ค่าเฉลี่ย	90.9	90.1	101.5	
09.00-10.00	92.8	92.1	103.9	71.0
30.0	91.2	92.9	104.2	71.0
45.0	91.5	93.1	105.2	71.0
60.0	93.0	95.7	105.0	72.0
ค่าเฉลี่ย	92.1	93.5	104.6	
10.00-11.00	93.9	92.5	103.8	73.0
30.0	94.1	93.0	105.7	72.0
45.0	93.9	92.6	105.9	72.0
60.0	95.0	94.3	107.1	72.0
ค่าเฉลี่ย	94.2	93.1	105.6	
11.00-12.00	95.5	93.8	108.6	72.0
30.0	96.0	95.7	109.0	72.0
45.0	96.4	94.7	108.4	72.0
60.0	96.2	95.3	106.2	73.0
ค่าเฉลี่ย	96.0	94.9	108.1	

## อุณหภูมิคอยล์ร้อน

ช่วงเวลา	อุณหภูมิคอยล์ร้อน ( F )			แรงดันน้ำยา ( Psig )
	อุณหภูมิภายนอก	อุณหภูมิลมเข้า	อุณหภูมิลมออก	แรงดันด้านต่ำ
12.00-13.00	97.1	96.7	111.0	74.0
30.0	97.3	98.5	109.6	74.0
45.0	97.5	97.1	111.0	73.0
60.0	97.8	97.5	111.2	73.0
ค่าเฉลี่ย	97.4	97.5	85.7	
13.00-14.00	98.7	97.6	101.3	73.0
30.0	98.9	96.6	109.3	73.0
45.0	98.9	97.4	109.8	73.0
60.0	99.1	98.1	110.8	73.0
ค่าเฉลี่ย	98.9	97.4	107.8	
14.00-15.00	99.1	97.9	109.0	73.0
30.0	99.1	98.0	108.4	72.0
45.0	99.8	97.7	108.3	72.0
60.0	97.8	95.6	105.8	72.0
ค่าเฉลี่ย	99.8	97.3	107.9	
15.00-16.00	95.9	95.0	107.2	71.0
30.0	95.9	95.5	105.6	71.0
45.0	95.7	95.1	106.9	71.0
60.0	95.5	94.4	105.6	71.0
ค่าเฉลี่ย	95.8	95.0	106.3	
16.00-17.00	95.9	95.0	107.2	71.0
30.0	95.9	95.5	105.6	71.0
45.0	95.7	95.1	106.9	71.0
60.0	95.5	94.4	105.6	71.0
ค่าเฉลี่ย	95.8	95.0	106.3	

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ  
อาคารศูนย์ศึกษาอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์...

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,600 BTU/h

ขนาดพื้นที่...16 ตรม.

วันที่.. 29 เมษายน พ.ศ.2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00..น.

วัด กระแสไฟฟ้า

ช่วงเวลา	กระแสไฟฟ้ารวม	
	กระแสไฟฟ้าสูงสุด	กระแสปกติ
08.15	4.8	4.5
08.30	4.8	4.6
08.45	4.9	4.8
09.00	4.9	4.8
ค่าเฉลี่ย	4.9	4.7
09.15	4.9	4.8
09.30	4.9	4.8
09.45	4.8	4.8
10.00	4.9	4.8
ค่าเฉลี่ย	4.9	4.8
10.15	5.0	4.9
10.30	4.9	4.8
10.45	4.9	4.8
11.00	4.9	4.8
ค่าเฉลี่ย	4.9	4.8
11.15	5.0	5.0
11.30	5.0	4.9
11.45	5.1	5.0
12.00	5.1	5.0
ค่าเฉลี่ย	5.1	5.0

ช่วงเวลา	กระแสไฟฟ้ารวม	
	กระแสไฟฟ้าสูงสุด	กระแสปกติ
12.15	5.0	4.9
12.30	5.0	4.8
12.45	5.0	4.9
13.00	5.1	5.1
ค่าเฉลี่ย	5.0	4.9
13.15	5.0	5.0
13.30	5.0	4.9
13.45	5.0	4.9
14.00	5.0	4.9
ค่าเฉลี่ย	5.0	4.9
14.15	5.1	5.0
14.30	5.0	4.9
14.45	4.9	4.9
15.00	4.9	4.8
ค่าเฉลี่ย	5.0	4.9
15.15	4.8	4.8
15.30	4.9	4.9
15.45	4.8	4.8
16.00	4.9	4.8
ค่าเฉลี่ย	4.9	4.8
16.15	4.8	4.8
16.30	4.9	4.9
16.45	4.9	4.8
17.00	4.8	4.7
ค่าเฉลี่ย	4.9	4.8

การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ  
อาคารศูนย์บริการอนุรักษ์ด้านพลังงาน (Zero Energy Office) มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต...

พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง.....12,000 BTU/h

ขนาดพื้นที่...16 ตรม.

วันที่.29 เมษายน พ.ศ.2549.....เวลา...08.00.....ถึงเวลา.17.00..น.

วัด การตัดต่อของคอมเพรสเซอร์

ช่วงเวลา	การตัดต่อคอมเพรสเซอร์			
	จำนวนการตัดต่อ/ครั้ง		เวลาของการตัดต่อ/นาที	
	ต่อ	ตัด	ต่อ	ตัด
08.00	5	4	47	10
09.00	7	6	45	12
10.00	7	6	48	15
11.00	6	5	49	15
12.00	6	5	52	11
13.00	4	3	52	8
14.00	5	4	48	12
15.00	5	5	48	12
16.00	4	4	46	14

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ- นามสกุล

ประวัติการศึกษา

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

นาย ทนงศักดิ์ ภูมิอาจ

วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้าอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ปีการศึกษา 2543

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทางวิศวกรรม

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ปีการศึกษา 2549

ผู้ช่วยหัวหน้าแผนก ฝ่ายช่างและซ่อมบำรุง มหาวิทยาลัย

ธุรกิจบัณฑิตย์ 110/1-4 ถนนประชาชื่น เขตหลักสี่

กรุงเทพฯ 10210