การศึกษาความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ที่มีผลต่อความสบายเชิงความร้อน สำหรับเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์จากข้อมูลการทดลอง

Investigation Velocity of Air at Evaporator that Effect to Thermal Comfort for Inverter Air Conditioning System from Experimental Data

นายเรวัตร ยาโต

นายโอฬาร สืบพันธุ์

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ.../.../...
เลขทะเบียน 5200074
เลขเรียกหนังสือ.....
มหาวิทยาลัยนเรศวร

I 5098715
ว.ร.
ว76ก
2550

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2550

ใบรับรองโครงงาน

หัวข้อโครงงาน : การศึกษาความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ที่มีผลต่อความสบายเชิงความร้อน สำหรับเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์จากข้อมูลการทดลอง(Investigation Velocity of Air at Evaporator that Effect to Thermal Comfort for Inverter Air Conditioning System from Experimental Data)

ผู้ดำเนินโครงงาน : นายเรวัตร ยาโต รหัสนิสิต 47361019
นายโอพาร สืบพันธุ์ รหัสนิสิต 47361043

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน : อาจารย์สุรัตน์ ปัญญาแก้ว
อาจารย์นินนาท ราชประดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ภาควิชา : วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา : 2550

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะกรรมการสอบโครงงาน .....ประธานกรรมการ
(อาจารย์สุรัตน์ ปัญญาแก้ว)

.....กรรมการ
(อาจารย์นินนาท ราชประดิษฐ์)

.....กรรมการ
(ดร.ปิยะนันท์ เจริญสวรรค์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.ปฐมศก วิไลพล)

หัวข้อโครงงาน	: การศึกษาความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ที่มีผลต่อความสบายเชิงความร้อน สำหรับเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์จากข้อมูลการทดลอง
ผู้ดำเนินโครงงาน	: นายเรวัตร ยาโต รหัสนิสิต 47361019
	นายโอฬาร สืบพันธุ์ รหัสนิสิต 47361043
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน	: อาจารย์สุรัตน์ ปัญญาแก้ว
	อาจารย์นินนาท ราชประดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ภาควิชา	: วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา	: 2550

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ เพื่อเก็บข้อมูลของอุณหภูมิและความชื้นจากการทดลองที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ต่างกัน แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์หาผลกระทบต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการปรับอากาศ แล้วนำตัวแปรเหล่านั้นที่หาค่าได้ มาเปรียบเทียบกัน

งานวิจัยนี้จะบันทึกผลการทดลองด้วยโปรแกรม AP-104 แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองของแต่ละ Channel ในเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์มาทำการวิเคราะห์อุณหภูมิในห้องและความชื้นให้มีความเหมาะสมกับสภาวะความสบายเชิงความร้อน โดยพิจารณาความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ที่ต่างกัน ซึ่งระบบดังกล่าวมีความสามารถในการทำความเย็นประมาณ 1 ตันความเย็น ชนิดของสารทำความเย็นคือ R-22 ในการทดลองจะเก็บข้อมูล โดยกำหนดอุณหภูมิออกแบบในการทดลองคือ 24 ถึง 27°C และความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์มี 3 ระดับ คือ 3.5 , 4.3 และ 5.2 m/s

จากผลการทดลองพบว่าการลดความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ จะสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้สม่ำเสมอกว่าความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ที่สูง

Project Title	: Investigation Velocity of Air at Evaporator that Effect to Thermal Comfort for Inverter Air Conditioning System from Experimental Data
Name	: Mr. Rewat Yato Code 47361019
	: Mr. Olarn Suabpant Code 47361241
Project Advisor	: Mr. Surat Panyakeaw
	Mr. Ninnart Rachapradit
Department	: Mechanical Engineering
Academic Year	: 2007

Abstract

In this research, the concept of this study for an inverter split-type air-conditioning system, to collect temperature and humidity from experimental data was examined of any velocity of air at evaporator. Then analyzing of any effect about air-conditioning, and comparing the data.

The experimental data were collected by a program called AP-104 from each channel of inverter air-conditioning to analysis the temperature and humidity that approximate to thermal comfort. This will consider the different velocity of air. Note that the capacity of this system is approximately 1 ton, the refrigerant was R-22 . All experiments were carried out at 24-27 °C, and 3.5 ,4.2 ,5.2 m/s in velocity of air at evaporator

The experimental results showed that when decrease velocity of air at evaporator can smoothly control temperature and humidity than high velocity

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเพราะได้รับความช่วยเหลือในด้านการแนะนำในการทำโครงงานจาก อาจารย์สุรัตน์ ปัญญาแก้ว และอาจารย์นินนาท ราชประดิษฐ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมโครงงาน ที่ให้คำปรึกษาแก่ผู้ดำเนินโครงงานมาโดยตลอด คณะผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ที่ได้ให้ยืมอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นในการทดลองในการทำโครงงานนี้ จนทำให้โครงงานนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนทุกท่านที่ให้การช่วยเหลืองานด้านเอกสารและสื่อต่าง ๆ ให้สำเร็จเรียบร้อยไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ค่อยสนับสนุนในเรื่องการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้ดำเนินโครงงานทุกท่านอย่างสม่ำเสมอมาโดยตลอด และขอขอบพระคุณบุคคลที่ไม่ได้กล่าวนามในที่นี้ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและมีส่วนร่วมกับโครงงานนี้

ประโยชน์และคุณค่าที่พึงมีของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทีคุณ คีอุปการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านด้วยความเคารพอย่างสูง ไว้ ณ ที่นี้

นายเรวัตร ยาโต
นายโอฬาร สืบพันธุ์
คณะผู้จัดทำโครงงาน

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงงาน	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กตตกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ซ
สารบญรูปภาพ	ฌ
รายการสัญลักษณ์	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ระยะเวลาการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 งบประมาณ	2
1.7 สถานที่เก็บข้อมูล	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	3
2.1 การปรับอากาศ	3
2.2 องค์ประกอบในการปรับอากาศ	3
2.2.1 ความรู้สึกสบายของมนุษย์	3
2.3 อุปกรณ์พื้นฐานของเครื่องทำเย็น	4
2.3.1. อีวาปอเรเตอร์ (Evaporator)	4
2.3.2. คอมเพรสเซอร์ (Compressor)	4
2.3.3. คอนเดนเซอร์ (Condenser)	4
2.3.4. ท่อพักน้ำยาเหลว (Receiver tank)	4
2.3.5. เอ็กซ์แพนชันวาล์ว (expansion valve)	4
2.4 หลักการทำงานพื้นฐานของเครื่องทำความเย็น	5
2.4.1วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ	5
2.5 การจำแนกระบบปรับอากาศ	6

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.5.1 เครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่าง	6
2.5.2 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type)	6
2.5.3 เครื่องปรับอากาศแบบครบชุดในตัว (Packaged Unit)	6
2.5.4 ระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller)	6
2.6 รูปแบบและลักษณะของพัดลม	7
2.7 วัฏจักรทำความเย็นแบบไออัดตัวอุดมคติ	8
- สมการการคำนวณของวัฏจักรไออัดตัวแบบอุดมคติ	9
- สมการการคำนวณค่า Sensible Heat Ratio	10
2.8 เครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ (INVERTER)	11
- ระบบอินเวอร์เตอร์	11
- หลักการทำงานของระบบอินเวอร์เตอร์	11
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	12
3.1 ห้องทดลองและระบบปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์	12
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือวัด	15
3.2.1 เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (SILA AP-104)	15
3.2.2 เครื่องให้ความร้อนและความชื้น	15
3.2.3 เครื่องวัดความเร็วลม	16
3.3 ขั้นตอนการทดลอง	16
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์	18
- 4.1 ผลจากการศึกษาความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ที่มีผลกระทบต่ออัตราการไหลของอากาศ	18
- 4.2 ผลจากการศึกษาความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ที่มีผลกระทบต่ออัตราการดึงความร้อนของอีวาปอเรเตอร์	19
- 4.2.1 ผลจากการศึกษาความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ที่มีผลกระทบต่อความร้อนสัมผัส	20
- 4.2.2 ผลจากการศึกษาความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ที่มีผลกระทบต่อความร้อนแฝง	21

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
- 4.3 ผลจากการศึกษาความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ที่มีผลกระทบต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ COP	22
- 4.4 ผลจากการศึกษาความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ที่มีผลกระทบต่อ Sensible heart ratio	23
- 4.5 ผลการทดลองจากการศึกษาความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิและความชื้นภายในห้อง	24
- 4.6 ผลจากการศึกษาความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ทีมีผลกระทบต่อความสบายเชิงความร้อน	28
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	29
5.1 สรุปผลการทดลอง	29
5.2 แนวทางการพัฒนา	29
บรรณานุกรม	30
ภาคผนวก ก	31
ภาคผนวก ข	44
ประวัติผู้จัดทำโครงงาน	48

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบการใช้งานแบบชนิดต่างๆ	7
ก.1 บันทึกผลการทดลอง อุณหภูมิ 24 °C ที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 3.5 m/s	32
ก.2 บันทึกผลการทดลอง อุณหภูมิ 24 °C ที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 4.3 m/s	33
ก.3 บันทึกผลการทดลอง อุณหภูมิ 24 °C ที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 5.2 m/s	34
ก.4 บันทึกผลการทดลอง อุณหภูมิ 25 °C ที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 3.5m/s	35
ก.5 บันทึกผลการทดลอง อุณหภูมิ 25 °C ที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 4.3 m/s	36
ก.6 บันทึกผลการทดลอง อุณหภูมิ 25 °C ที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 5.2 m/s	37
ก.7 บันทึกผลการทดลอง อุณหภูมิ 26 °C ที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 3.5 m/s	38
ก.8 บันทึกผลการทดลอง อุณหภูมิ 26 °C ที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 4.3 m/s	39
ก.9 บันทึกผลการทดลอง อุณหภูมิ 26 °C ที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 5.2 m/s	40
ก.10 บันทึกผลการทดลอง อุณหภูมิ 27 °C ที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 3.5 m/s	41
ก.11 บันทึกผลการทดลอง อุณหภูมิ 27 °C ที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 4.3 m/s	42
ก.12 บันทึกผลการทดลอง อุณหภูมิ 27 °C ที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 5.2 m/s	43

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.4.1 หลักการพื้นฐานของการทำความเย็น	5
รูปที่ 2.7.1 แผนภาพ P-h ของวัฏจักรทำความเย็นแบบไออัดตัวแบบอุดมคติ	8
รูปที่ 2.7.2 แผนภาพ T-S diagram ที่แสดงวัฏจักรทำความเย็นแบบไออัดตัวอุดมคติ	9
รูปที่ 3.1.1 ห้องทดลองที่แสดงตำแหน่งของอุปกรณ์และเครื่องมือวัด	12
รูปที่ 3.1.2 ทางเข้าของออกที่คอนเดนเซอร์	13
รูปที่ 3.1.3 ทางออกของอากาศที่คอนเดนเซอร์	13
รูปที่ 3.1.4 ทางเข้าและทางออกของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์	14
รูปที่ 3.1.5 ตำแหน่งวัดอากาศที่กลางห้อง	14
รูปที่ 3.2.1 เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์(SILA AP-104)	15
รูปที่ 3.2.2เครื่องให้ความร้อนและความชื้น	15
รูปที 3.2.3 เครืองวัดความเร็วลม	16
รูปที่ 3.3.1 โปรแกรม AP – 1043	17
รูปที่ 4.1 ผลจากการปรับเปลี่ยนความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ต่ออัตราการไหลของอากาศ	18
รูปที่ 4.2 ผลการทดลองจากการปรับเปลี่ยนความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ต่ออัตราการดึงความร้อนที่อีวาปอเรเตอร์	19
รูปที่ 4.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความร้อนสัมผัสเมื่อเปลี่ยน ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ในอุณหภูมิห้อง 24-27°C	20
รูปที่ 4.2.2ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความร้อนแฝงเมื่อเปลี่ยน ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ในอุณหภูมิห้อง 24-27°C	21
รูปที่ 4.3 ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ COP จากการเปลี่ยน ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ในอุณหภูมิห้อง 24-27°C	22
รูปที่ 4.4 ค่า Sensible heart ratio จากการเปลี่ยนความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ในอุณหภูมิห้อง 24-27°C	23
รูปที่ 4.5.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา ที่กลางห้อง ของความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 3.5 m/s	24
รูปที่ 4.5.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา ที่กลางห้อง ของความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 4.3 m/s	24

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 4.5.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา ที่กลางห้อง ของความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 5.2 m/s	25
รูปที่ 4.5.4 กราฟแสดงการสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลา ที่กลางห้อง ของความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 3.5m/s	26
รูปที่ 4.5.5 กราฟแสดงการสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลา ที่กลางห้อง ของความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 4.3m/s	26
รูปที่ 4.5.6 กราฟแสดงการสัมพันธ์ระหว่างความชื้น กับเวลา ที่กลางห้อง ของความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 5.2m/s	27

รายการสัญลักษณ์

สัญลักษณ์		ความหมาย	หน่วย
A	=	พื้นที่หน้าตัดของช่องลมจ่าย	m^2
CFM_S	=	ปริมาณลมเย็นหมุนเวียนผ่านเครื่องปรับอากาศ	ft^3/min
COP	=	ประสิทธิภาพของการทำความเย็น	
h_1	=	เอนทัลปีของสารทำงานที่ทางเข้าคอมเพรสเซอร์	kJ/kg
h_2	=	เอนทัลปีของสารทำงานที่ทางออกคอมเพรสเซอร์	kJ/kg
h_3	=	เอนทัลปีของสารทำงานที่ทางออกคอนเดนเซอร์	kJ/kg
h_4	=	เอนทัลปีของสารทำงานที่ทางออกของทรอตทลิ่ง	kJ/kg
$\dot{m}$	=	อัตราการไหลของสารทำงาน	kg/s
$\dot{m}_a$	=	อัตราการไหลของอากาศ	kg/s
P	=	ความดัน	Mpa
Q_C	=	การดึงความร้อนที่คอนเดนเซอร์	kJ/kg
Q_E	=	การดึงความร้อนที่อีวาปอเรเตอร์	kJ/kg
$\dot{Q}_H$	=	อัตราการดึงความร้อนออกของคอนเดนเซอร์	kW
$\dot{Q}_L$	=	อัตราการดึงความร้อนเข้าของอีวาปอเรเตอร์	kW
$\dot{Q}_E$	=	อัตราการดึงความร้อนที่ อีวาปอเรเตอร์	kw
$\dot{Q}_C$	=	อัตราการดึงความร้อนที่คอนเดนเซอร์	kw
$RSCL$	=	Room Sensible Cooling Load	kW
$RLCL$	=	Room Latent Cooling Load	kW
SHR	=	Sensible Heat Ratio	
T	=	อุณหภูมิ	°C
T_R	=	อุณหภูมิเฉลี่ยของห้อง	°F
T_S	=	อุณหภูมิเฉลี่ยที่อีวาปอเรเตอร์	°F
V	=	ความเร็วลมเฉลี่ยด้านลมส่ง	m/s
v	=	Specific volume	m^3/kg
W_C	=	งานที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์	kW
$\dot{W}_{in}$	=	กำลังงานของคอมเพรสเซอร์	kW
W_R'	=	Humidity ratio ที่อุณหภูมิห้อง	gr w./lb d.a
W_S'	=	Humidity ratio ที่อุณหภูมิที่อีวาปอเรเตอร์	gr w./lb d.a

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้นจึงทำให้สภาพอากาศส่วนใหญ่มีอุณหภูมิที่สูง เครื่องปรับอากาศจึงถูกนำมาติดตั้งไว้ภายในบ้านและสำนักงาน เพื่อใช้ปรับอุณหภูมิภายในห้องให้อยู่ในสภาวะอากาศที่เย็นสบายเหมาะกับการดำเนินชีวิตได้อย่างสะดวก ในปัจจุบันเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์กำลังเป็นที่นิยมใช้กันมาก เพราะเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์นี้จะทำงานโดยการสั่งงานจากรีโมทคอนโทรล เพื่อสั่งการเปลี่ยนความถี่ของไฟฟ้าที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์อยู่ตลอด มีผลทำให้ความเร็วรอบของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาตามความถี่ของไฟฟ้าที่ส่งมา ทำให้การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ มีความคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก

สำหรับการโครงงานวิจัยนี้จะศึกษาการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบระบบอินเวอร์เตอร์ เมื่อความเร็วของอากาศที่ต่างกันไหลผ่านอีวาปอเรเตอร์ ณ ที่อุณหภูมินั้น ๆ เพื่อนำค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาค่าต่าง ๆ ที่สำคัญในเรื่องของการปรับอากาศ เช่น อัตราการไหล, ความร้อน, COP, Sensible Heat Ratio ฯลฯ เพื่อนำค่าต่าง ๆ เหล่านั้นมาวิเคราะห์หาความสบายเชิงความร้อน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อศึกษาความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ที่มีผลต่อความสบายเชิงความร้อน สำหรับเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์จากข้อมูลการทดลอง

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ห้องทดลองที่ใช้มีขนาด กว้าง 3 เมตร ยาว 4 เมตร สูง 2.2 เมตร โดยมีผนัง 2 ด้านเป็นคอนกรีตหนา 10 เซนติเมตรและผนังอีก 2 ด้านใช้ยิปซั่มหนา 9 มิลลิเมตรประกบกันโดยมีแกนกลางใช้โฟมเป็นฉนวน เพดานใช้ยิปซั่มเป็นวัสดุ
2. ในการทดลองใช้อุณหภูมิห้องที่ 24-27°C
3. ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ใช้ในการทดลอง 3.5, 4.3 , 5.2 m/s
4. เครื่องปรับอากาศที่ใช้คือ เครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ยี่ห้อ Daikin inverter รุ่น 2SB2079-1

1.4 แผนการดำเนินงาน

การดำเนินงาน	2549	2550			2551	
	พ.ย.-ธ.ค.	ม.ค.-มี.ค.	เม.ย.-มิ.ย.	ก.ค.-ต.ค.	ม.ค.-มี.ค.	เม.ย.-พ.ค.
1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโครงงาน	■					
2. ออกแบบการทดลอง		■				
3. ทดลองและเก็บข้อมูล			■			
4. วิเคราะห์ผลการทดลอง				■	■	
5. จัดทำรูปเล่ม					■	■

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบถึงหลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์

1. ได้ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ที่มีความเหมาะสมกับอุณหภูมิห้องที่ใช้กับเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ โดยมีอุณหภูมิและความชื้นอยู่ในสภาวะความสบายเชิงความร้อนในห้องปรับอากาศ
2. สามารถหาสัมประสิทธิ์สมรรถนะ(COP) ของเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์ได้จากข้อมูลการทดลอง

1.6 งบประมาณ

1000 บาท/คน

1.7 สถานที่เก็บข้อมูล

- ห้องทดสอบ ใช้ห้องทดลอง IE 113 ตึกวิศวกรรมอุตสาหการ
- สำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยนเรศวร
- ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
- คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 การปรับอากาศ

การปรับอากาศ หมายถึง การทำให้อากาศอยู่ในสภาวะที่เหมาะสมกับสถานที่หรือตามความต้องการของผู้ใช้ในการทำกิจกรรม ณ สถานที่ใดสถานที่หนึ่ง

2.2 องค์ประกอบในการปรับอากาศ

2.2.1 ความรู้สึกสบายของมนุษย์

ความรู้สึกสบายของมนุษย์ หมายถึง การที่เราอยู่ในอากาศที่ไม่ร้อนหรือเย็นเกินไปและไม่ชื้นหรือแห้งเกินไป สาเหตุของความรู้สึกไม่สบาย เช่น การที่มีอุณหภูมิที่สูงหรือต่ำเกินและมีความชื้นที่สูงหรือต่ำเกินไป

ในปัจจุบันจึงมีระบบปรับอากาศที่มีความสามารถในการให้ความเย็นให้ความร้อนปรับระดับความชื้นหรือกระทั่งกำจัดกลิ่นของอากาศได้

ความรู้สึกสบายของมนุษย์เราจะมีสิ่งสำคัญ 3 อย่างที่มีผลทำให้เรารู้สึกสบาย

1. อุณหภูมิ (Temperature) เป็นสิ่งที่สำคัญที่มนุษย์เรารู้สึกสบาย อุณหภูมิที่ทำให้เราสบายที่สุดจะอยู่ระหว่าง 22-27 °C (72-80 °F)
2. ความชื้นสัมพัทธ์ (Humidity) เป็นอีกหนึ่งสิ่งที่ทำให้เรารู้สึกสบาย เพราะถ้ามีความชื้นมากเกินไปจะทำให้การคายความร้อนของมนุษย์เราช้าลงและในทางกลับกันถ้ามีความชื้นสัมพัทธ์น้อยเกินไปจะทำให้การคายความร้อนของร่างกายมนุษย์เราเร็วเกิน เนื่องจากร่างกายของมนุษย์เราต้องการการคายความร้อนได้อย่างสะดวกสบายที่สุด ความชื้นสัมพัทธ์จะต้องอยู่ระหว่าง 40-60 %
3. ความเร็วของอากาศที่ปล่อยออกมา เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่มีผลต่อความรู้สึกสบายของมนุษย์ เพราะความเร็วของอากาศที่ออกมาจากเครื่องปรับอากาศจะทำให้อากาศรอบตัวเราหรือในบริเวณที่ปรับอากาศมีอุณหภูมิที่สูง-ต่ำตามความเร็วของอากาศรวมถึงความชื้นด้วย ส่วนใหญ่ความเร็วของอากาศที่ออกมาทำให้มนุษย์เรารู้สึกสบายอยู่ที่ประมาณ 15 m/min ความเร็วของอากาศที่ออกมาเร็วเกินไปจะทำให้เรารู้เย็นเกินไปมากกว่าที่เราจะรู้สึกสบายด้วย

นอกจากนี้ก็ยังมีปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการทำให้เรารู้สึกสบาย เช่น กลิ่น ความสะอาดของอากาศ เสียง คุณภาพการถ่ายเทอากาศ เป็นต้น

2.3 อุปกรณ์พื้นฐานของเครื่องทำเย็น

อุปกรณ์หลักของเครื่องทำความเย็นหลักที่สำคัญ มีดังนี้

2.3.1. อีวาปอเรเตอร์ (Evaporator)

2.3.2. คอมเพรสเซอร์ (Compressor)

2.3.3. คอนเดนเซอร์ (Condenser)

2.3.4. ท่อพักน้ำยาเหลว (Receiver tank)

2.3.5. เอกซ์แพนชันวาล์ว (expansion valve)

หน้าที่ของอุปกรณ์เครื่องทำความเย็น มีดังนี้

2.3.1 อีวาปอเรเตอร์ (Evaporator) จะทำหน้าที่ดูดความร้อนจากบริเวณที่เราต้องการทำความเย็น โดยที่ อีวาปอเรเตอร์ สารทำความเย็นจะระเหยไปเป็นไอและก็จะดึงความร้อน ทำให้อุณหภูมิรอบๆ ตัวอีวาปอเรเตอร์มีอุณหภูมิลดต่ำลง

2.3.2 คอมเพรสเซอร์ (Compressor) จะทำหน้าที่ดูดและอัดสารทำความเย็นให้มีความดันและอุณหภูมิที่สูงขึ้นจนไปถึงบริเวณที่ควบแน่น คือ คอนเดนเซอร์

2.3.3 คอนเดนเซอร์ (Condenser) จะทำหน้าที่ต่อจากคอมเพรสเซอร์ที่อัดสารทำงานที่เป็นไอในความดันและอุณหภูมิที่สูง ในคอนเดนเซอร์นี้จะควบแน่นสารทำงานจากสถานะไอเป็นของเหลวเพื่อระบายความร้อนจากสารทำงาน ในสารทำงานที่เป็นของเหลวนั้นยังมีอุณหภูมิและความดันที่สูงอยู่

2.3.4 ท่อพักน้ำยาเหลว (Receiver tank) เป็นตัวพักสารทำงานที่ส่งมาจากคอนเดนเซอร์ก่อนที่จะส่งต่อไปที่เอกซ์แพนชันวาล์ว ส่วนมากจะมีในเครื่องทำความเย็นที่มีขนาดใหญ่ เพื่อจะกักเก็บสารทำงานให้เพียงพอต่อระบบ

2.3.5. เอกซ์แพนชันวาล์ว (Expansion valve) จะทำหน้าที่ลดความดันและควบคุมการไหลของสารทำงานที่จะส่งไปที่อีวาปอเรเตอร์

นอกจากอุปกรณ์หลักแล้วยังมีส่วนประกอบอื่นๆที่เราควรจะทราบ มีดังนี้

ท่อซักชั่น (Suction line) เป็นท่อที่อยู่ระหว่าง อีวาปอเรเตอร์ กับ คอมเพรสเซอร์

ท่อดิสชาร์จ (Discharge line) เป็นท่อที่อยู่ระหว่าง คอมเพรสเซอร์ กับ คอนเดนเซอร์

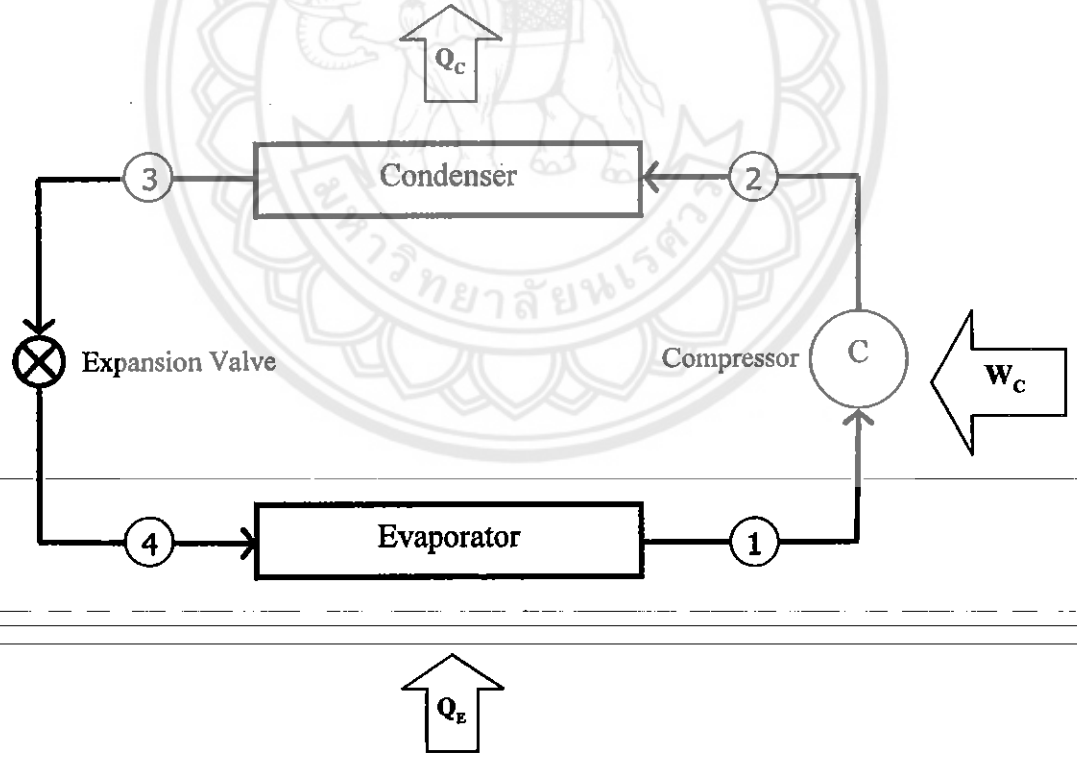
ท่อลิควิด (Liquid line) เป็นท่อที่อยู่ระหว่างท่อพักสารทำงานที่เป็นของเหลวแล้วกับเอกซ์แพนชันวาล์ว

2.4 หลักการทำงานพื้นฐานของเครื่องทำความเย็น

2.4.1วัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ

เครื่องปรับอากาศนั้นมีพื้นฐานมาจากวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีความเข้าใจในหลักการเบื้องต้นสำหรับวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ โดยพื้นฐานจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลักคือ คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ วาล์วขยายตัว และอีวาปอเรเตอร์ดังรูปที่ 2.2 การทำงานของวัฏจักรการทำความเย็นแบบอัดไอ เริ่มจากคอมเพรสเซอร์ดูดสารทำความเย็นซึ่งอยู่ในสภาวะไอที่จุดที่ (1) และอัดเพื่อให้มีความดันสูงขึ้นตามกระบวนการการไอเซนทรอปิก เพื่อที่จะทำให้สารทำความเย็นมีอุณหภูมิสูงขึ้นที่จุด (2) จากนั้นสารความเย็นที่เป็นแก๊สจะถูกส่งมาถ่ายเทความร้อนที่คอนเดนเซอร์ เพื่อให้สารทำความเย็นกลั่นตัวตามขบวนการคายความร้อนออก สารทำความเย็นก็จะควบแน่นจนกลายเป็นสารทำความเย็นที่มีความดันสูงที่จุด (3) จากนั้นถูกส่งผ่านเอ็กเพนชั่นวาล์วเพื่อลดความดันและเข้าอีวาปอเรเตอร์ที่จุด (4) ซึ่งในอีวาปอเรเตอร์สารทำความเย็นเหลวจะเริ่มเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ

ในการพิจารณาบนแกนความสัมพันธ์ของความดันและเอนทัลปี หรืออุณหภูมิและเอนโทรปี สามารถแสดงตามรูปที่ 2.7.1 และรูปที่ 2.7.2ตามลำดับ



รูปที่ 2.4.1 หลักการพื้นฐานของการทำความเย็น

2.5 การจำแนกระบบปรับอากาศ

ปัจจุบันมีระบบปรับอากาศที่ใช้กันทั่วไปแบ่งเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

2.5.1 เครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่าง

คือ เครื่องปรับอากาศที่มีอุปกรณ์หลักของวงจรทำความเย็นทุกอย่างครบชุดอยู่ในเครื่องเดียวกันและออกแบบให้เหมาะสมกับการติดตั้งที่หน้าต่าง โดยด้านทำความเย็นจะโผล่เข้ามาในห้อง ส่วนด้านที่ระบายความร้อนจะโผล่ออกไปนอกห้อง เป็นเครื่องปรับอากาศรุ่นแรกๆ ที่ทำมาขายในเชิงพาณิชย์เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำให้ Carrier เป็นที่รู้จักกันไปทั่วโลก เนื่องจากเป็นผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศนี้รายแรกของโลก เครื่องปรับอากาศแบบนี้ในปัจจุบัน จะไม่ค่อยนิยมกันมากนัก เนื่องจากเสียงที่ดังกว่า ประกอบกับราคาก็ใกล้เคียงกับแบบแยกส่วน

2.5.2 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) แบ่ง เป็น 2 ส่วน คือ

- 2.5.2.1 ส่วนที่อยู่ภายในห้องเรียกว่า แฟนคอยล์ยูนิต (Fan Coil Unit) มีหน้าที่ทำความเย็น ประกอบด้วยพัดลมส่งลมเย็น แผ่นกรองอากาศ หน้ากากพร้อมเกล็ด กระจายลมเย็น

- 2.5.2.2 อุปกรณ์ควบคุมที่ติดตั้งภายนอกห้อง เรียกว่า คอนเดนซิ่งยูนิต (Condensing Unit) ประกอบด้วยคอมเพรสเซอร์แผงท่อระบายความร้อนและพัดลมระบายความร้อนทั้งสองส่วนเชื่อมต่อกันด้วยท่อสารทำความเย็น เครื่องแบบนี้นิยมใช้กันทั่วไปสำหรับบ้านเดี่ยวตามหมู่บ้าน บ้านชานเมือง บ้านในเมืองหรือตึกแถว ซึ่งมีพื้นที่เพียงพอสำหรับการติดตั้งคอนเดนซิ่งยูนิต ตัวแฟนคอยล์ยูนิต โดยมีทั้งแบบติดเพดาน ติดผนัง หรือแบบตั้งพื้น เครื่องแบบติดเพดานเหมาะกับห้องที่มีขนาดใหญ่ หรือเป็นห้องสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ค่อนข้างยาว หรือไม่มีพื้นที่เพียงพอสำหรับการติดตั้งบนพื้นห้อง เครื่องแบบติดผนังเหมาะกับห้องทั่วไป ลักษณะห้องค่อนข้างเป็นสี่เหลี่ยมจตุรัส ส่วนเครื่องตั้งพื้นนั้นเหมาะกับห้องขนาดเล็ก เช่น ห้องนอนขนาดเล็กหรือห้องรับแขกขนาดเล็ก

2.5.3 เครื่องปรับอากาศแบบครบชุดในตัว (Packaged Unit)

เครื่องแบบนี้มีโครงสร้างเหมือนกับ เครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่าง แต่มีขนาดใหญ่กว่าเครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่าง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

- 2.5.3.1 Air-cooled Air-conditioner คือระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ

- 2.5.3.2 Air-cooled Air-conditioner คือระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ

2.5.4 ระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น (Water Chiller) แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

- 2.5.4.1 Air-cooled-water-chiller คือเครื่องทำน้ำเย็นที่อาศัยการระบายความร้อนด้วยอากาศ ลักษณะของงานที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็นแบบนี้ จะเป็นลักษณะของงานที่มีความต้องการความเย็นไม่มากนัก (มักจะไม่เกิน 500 ตันความเย็น) ซึ่งต้องการความสะดวกในการติดตั้ง และต้องการ

ลดภาระการดูแลรักษา หรือจะใช้ในโครงการที่ขาดน้ำ หรือไม่มีน้ำที่มีคุณภาพพอจะมาใช้ระบายความร้อนของเครื่องได้

- 2.5.4.2 Water-cooled-water-chiller มักจะนิยมใช้เครื่องทำน้ำเย็นชนิดนี้ เพราะจะมีเครื่องทำน้ำเย็นที่มีประสิทธิภาพสูงให้เลือกใช้ (0.62 - 0.75 กิโลวัตต์/ตัน) ทำให้ได้ระบบปรับอากาศที่กินไฟน้อยกว่าเครื่องแบบอื่นๆ อย่างไรก็ตามการเลือกใช้ระบบนี้จะต้องมีหอระบายความร้อน และจะต้องมั่นใจว่ามีน้ำเพียงพอ มีคุณภาพเหมาะสมกับการนำมาเติมที่หอระบายความร้อน

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบการใช้งานแบบชนิดต่างๆ

ลักษณะของเครื่องปรับอากาศ	ประมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์/ตัน)	ลักษณะการใช้งาน
เครื่องแบบหน้าต่าง	1.3 - 1.5	บ้านพัก ,สำนักงาน
เครื่องแบบแยกส่วน	1.3 - 1.5	บ้านพัก ,สำนักงาน
เครื่องปรับอากาศแบบครบชุดในตัว	1.2 - 1.5	สำนักงาน,คอนโนมิเนียม
ระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น	1.4 - 1.6	สำนักงาน,คอนโนมิเนียม

2.6 รูปแบบและลักษณะของพัดลม

2.6.1 Propellor เหมาะสำหรับการติดตั้งแบบ free blow ไม่ต่อกับท่อลม มีราคาถูกและติดตั้งง่าย

2.6.2 Centrifugal เหมาะสำหรับการติดตั้งในระบบที่ต้องใช้ความดันลมสแตติก 0.5 นิ้วขึ้นไป พัดลมแบบนี้ยังแบ่งออกเป็นชนิดต่าง ๆ ตามลักษณะใบพัดได้ดังนี้ คือ

Radial blade – เหมาะสำหรับการขนส่งวัสดุ พัดลมที่มีใบพัดลักษณะนี้เน้นที่การใช้งานและมีประสิทธิภาพต่ำ

Forward curve – เหมาะสำหรับการระบายอากาศเพราะการปรับอากาศทั่วไปมีประสิทธิภาพสูง ราคาประหยัด เงียบ และอาจจะให้ความดันได้สูงถึง 3 นิ้วน้ำ

Backward curve – เหมาะสำหรับการใช้งานที่ต้องการคุณสมบัติ non overload มีลักษณะใบใหญ่ จึงสามารถทำความสะอาดใบได้ง่ายเหมาะกับการระบายฝุ่น ควัน เช่น ควันจากห้องครัวที่มีไอไขมันสูง ราคาแพงกว่าแบบ forward curve

พัดลมแบบ Centrifugal นี้จะใช้ในสภาพที่เป็นรูปหอยโข่งพัดลม และในกรณีที่มีคอยล์หรือแผงกรองอากาศจะใช้ในสภาพที่มีตัวเครื่อง เรียกว่า air handling unit

2.6.3 Axial flow เป็นพัดลมที่มีราคาถูก และมีขนาดกะทัดรัดกว่าแบบ centrifugal แต่จะต้องตรวจสอบระดับเสียงให้ดี เพราะผู้ขายพัดลมบ้านเรามักจะเลือกพัดลมที่มีรอบสูง ๆ มาใช้เนื่องจากต้องการให้ราคาต่ำลักษณะใบที่ขายกันจะมีอยู่ 3 ลักษณะ

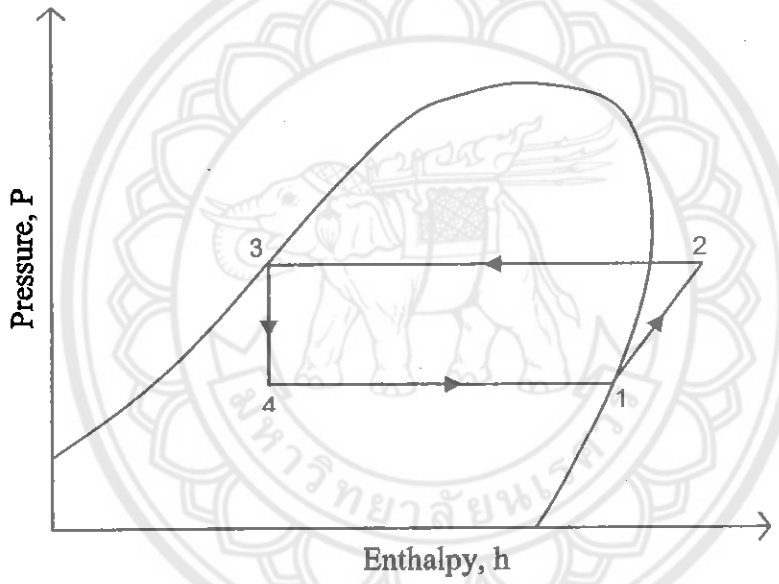
ใบธรรมดา – มีลักษณะคล้าย propeller หรือเป็นใบแบบ propeller เลยคือใบทำจากแผ่นเหล็กขึ้นรูปใบพัดแบบนี้จะมีประสิทธิภาพต่ำ ให้ความดันลมต่ำและมักจะมีเสียงดัง

Airfoil – มีคุณสมบัติคล้ายแบบ centrifugal มุมของใบพัดบางทีสามารถปรับได้

Centrifugal – ใช้ใบแบบเดียวกับพัดลม centrifugal มาใส่ในพัดลมแบบ axial flow แบบนี้มักจะมีราคาแพง

2.7 วัฏจักรทำความเย็นแบบไออัดตัวอุดมคติ

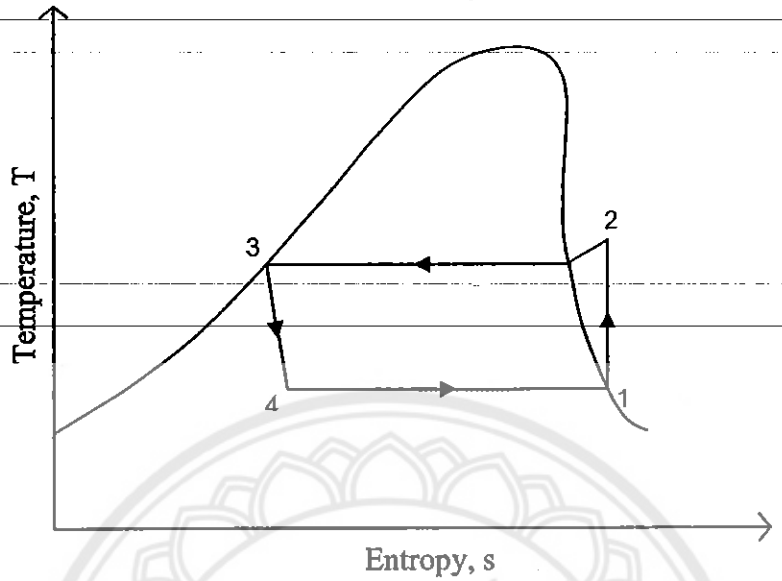
วัฏจักรทำความเย็นแบบแบบไออัดตัว เป็นวัฏจักรที่พัฒนามาจากวัฏจักรแบบคาร์โนต์ เพื่อให้การทำงานเหมือนการใช้งานจริง โดยใช้แทนกังหันด้วยอุปกรณ์ทรอตทลิ่ง



รูปที่ 2.7.1 แผนภาพ P-h ของวัฏจักรทำความเย็นแบบไออัดตัวแบบอุดมคติ

หลักการทำงานของวัฏจักรไออัดตัว เริ่มที่สภาวะที่1 ในสถานะไออิ่มตัว (Saturated Vapor) และถูกอัดตัวแบบไอเซนโทรปิก จนความดันเท่ากับความดันของเครื่องควบแน่น ในช่วงกระบวนการที่ 1 ⟶ 2 จะอัดสารทำงานทำให้มีอุณหภูมิและความดันที่สูงขึ้นจนถึงสภาวะที่ 2 ซึ่งเป็นสถานะไอร้อนยวดยิ่ง (Superheated Vapor) สารทำงานที่ไหลเข้าสู่เครื่องควบแน่นในสภาวะที่ 2 จะออกจากเครื่องควบแน่นในสถานะของเหลวอิ่มตัวที่สภาวะที่ 3 ในกระบวนการที่ 2 ⟶ 3 เป็นการคายความร้อนของสารทำงาน ส่วนสารทำงานที่อยู่ในสภาวะที่ 3 จะเป็นสถานะของเหลวอิ่มตัว (Saturated Liquid) ก็จะถูกอัดผ่านอุปกรณ์ทรอตทลิ่งเพื่อให้ความดันและอุณหภูมิต่ำลงจนเท่ากับเครื่องทำระเหยในสภาวะที่ 4 เมื่อสารทำงานผ่านเครื่องทำระเหยในสภาวะที่ 4 จะอยู่ในสถานะของ

ผสมอิ่มตัว (Saturated Mixture) ที่มีคุณภาพไอที่ต่ำ หลังจากนี้สารทำงานก็จะระเหยแบบสมบูรณ์ โดยการดูดความร้อนออกบริเวณที่ทำความเย็น



รูปที่ 2.7.2 แผนภาพ T-S diagram ที่แสดงวัฏจักรทำความเย็นแบบไออัดตัวอุดมคติ

ภาพและแผนภาพ T-s diagram ที่แสดงวัฏจักรทำความเย็นแบบไออัดตัวอุดมคติที่ถูกใช้เป็นต้นแบบของเครื่องทำความเย็น

กระบวนการ 1 ⟶ 2 เป็นการอัดตัวแบบไอเซนโทรปิกในเครื่องอัด (Compressor)

กระบวนการ 2 ⟶ 3 เป็นการคายความร้อนที่ความดันคงที่ในเครื่องควบแน่น (Condenser)

กระบวนการ 3 ⟶ 4 เป็นการขยายตัวในอุปกรณ์ทรอตทลิ่ง

กระบวนการ 4 ⟶ 1 การดูดความร้อนที่ความดันคงที่ในเครื่องระเหย

สมการการคำนวณของวัฏจักรไออัดตัวแบบอุดมคติ

- กระบวนการที่ 1 ⟶ 2 เป็นการอัดสารทำงานของ คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ตามกระบวนการไอเซนโทรปิก (Isentropic Process)

$$\dot{W}_{in} = \dot{m}(h_2 - h_1)$$

โดยที่ $\dot{W}_{in}$ คือ กำลังงานของคอมเพรสเซอร์ , kW

$\dot{m}$ คือ อัตราการไหลของสารทำงาน , kg/s

h_1, h_2 คือ เอนทัลปีของสารทำงานที่ทางเข้าและออกของคอมเพรสเซอร์, kJ/kg

- กระบวนการที่ 2 ⟶ 3 เป็นกระบวนการคายความร้อนที่ความดันคงที่

$$\dot{Q}_H = \dot{m}(h_3 - h_2)$$

โดยที่ $\dot{Q}_H$ คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนออกของคอนเดนเซอร์ ,kW

h_2, h_3 คือ เอนทัลปีของสารทำงานที่ทางเข้าและออกของคอนเดนเซอร์, kJ/kg

- กระบวนการที่ 3 ⟶ 4 เป็นกระบวนการขยายตัวของสารทำงาน ตามกระบวนการเอนทัลปีคงที่

$$h_4 = h_3$$

โดยที่ h_3, h_4 คือ เอนทัลปีของสารทำงานที่ทางเข้าและออกของทรอตทลิ่ง , kJ/kg

- กระบวนการที่ 4 ⟶ 1 เป็นการรับความร้อนของสารทำงาน

$$\dot{Q}_L = \dot{m}(h_1 - h_4)$$

โดยที่ $\dot{Q}_L$ คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนเข้าของอีวาปอเรเตอร์ ,kW

h_1, h_4 คือ เอนทัลปีของสารทำงานที่ทางเข้าและออกของอีวาพอเรเตอร์, kJ/kg

ค่าประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องทำความเย็น (Coefficient of performance, COP)

$$COP = \frac{\text{ผลของการทำงานเย็น}}{\text{งานที่ต้องการป้อนให้แก่อุปกรณ์}}$$

$$COP = \frac{Q_L}{W_{in}} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$$

สมการการคำนวณค่า Sensible Heat Ratio

$$RSCL = 1.1 \times CFM_S \times (T_R - T_S)$$

$$RLCL = 0.68 \times CFM_S \times (W_R' - W_S')$$

$$SHR = \frac{RSCL}{RSCL + RLCL}$$

2.8 เครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ (INVERTER)

ระบบอินเวอร์เตอร์ คือ ระบบที่สั่งงานโดยตรงจากรีโมทคอนโทรนและนำคำสั่งดังกล่าวมาใช้ควบคุมการทำงานของระบบเครื่องปรับอากาศ ให้ทำงาน ปรับอุณหภูมิ ควบคุมความชื้น ควบคุมปริมาณลมเย็น ให้ทำงานได้โดยอัตโนมัติ โดยใช้คำสั่งจากรีโมทคอนโทรน

ในการทำงานของระบบหลังจากที่เดินระบบให้แอร์คอนดิชั่นเนอร์ทำงานแล้ว ไมโครคอมพิวเตอร์ก็จะทำการตรวจสอบอุณหภูมิโดนทันที แล้วเลือกการทำงานเองว่าจะทำงานอย่างไรโดยการประมวลผลคำสั่งจากที่เราสั่งการทำงานให้แอร์คอนจากรีโมทคอนโทรน ทำการตรวจสอบ และเลือกการทำงานเองว่าจะทำอย่างไร จะทำความเย็น จะไล่ระบบความชื้นในห้อง หรือ ฯลฯ ได้โดยอัตโนมัติ โดยขึ้นอยู่กับการออกแบบของแต่ละยี่ห้อนั้นๆว่ามีเซนเซอร์ใช้ตรวจสอบการทำงานอะไรบ้าง

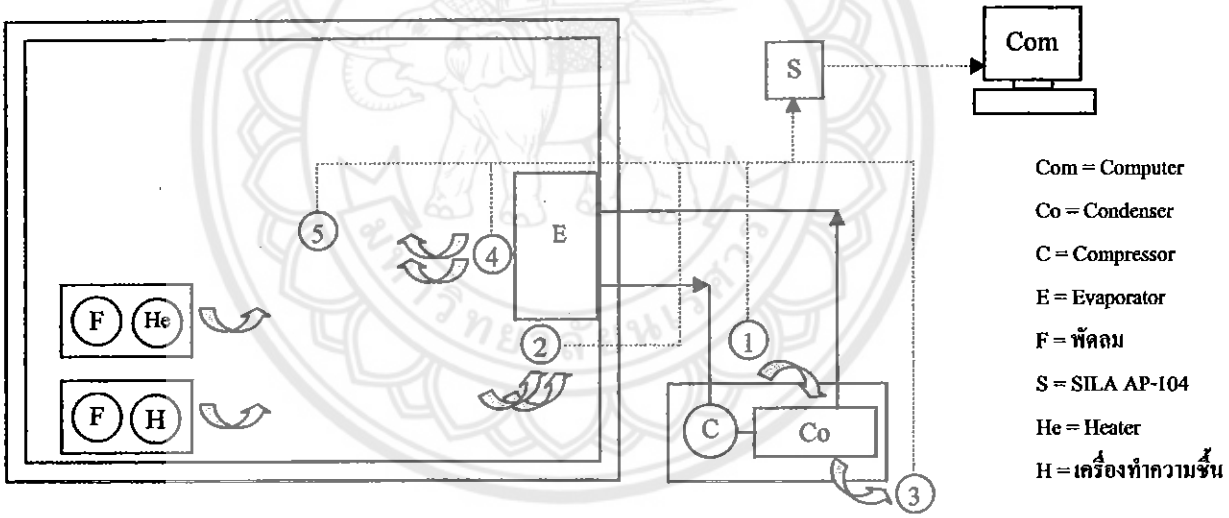
หลักการทำงานของระบบอินเวอร์เตอร์

เมื่อเราเปิดสวิทต์ไฟฟ้า และ สั่งงานด้วยรีโมทคอนโทรนแล้ว ไฟฟ้า AC 220 โวลต์ จะส่งออกไปให้เพาเวอร์ REGแปลงให้เป็น DC โวลต์ ประมาณ 200-300 โวลต์เสียก่อน เพื่อป้อนให้กับเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ หรืออุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์แบบต่างๆเช่น จำพวกไดแอ็ก ฯลฯเป็นต้น อีกทางหนึ่งส่งผ่าน หม้อแปลงไฟฟ้าแปลงไฟเป็น DC 5-12Voltส่งให้ขา Vcc ของไมโครคอมพิวเตอร์(อาจจะเป็นแบบอื่นแล้วแต่ผู้ผลิต แต่หลักการเหมือนกัน) ซึ่งเป็นตัวผลิตไฟ AC 3 Plase มีความถี่อยู่ในช่วง 30-90 เฮิรตซ์ โดยมีไมโครคอมรับคำสั่งสั่งงานให้อุปกรณ์เหล่านี้ทำงานโดยรับสัญญาณมาจาก รีโมท และ สัญญาณจากเทอร์มิสเตอร์เซนเซอร์ ซึ่งเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิอากาศภายในห้อง ผลที่ได้จากการประมวลผลของไมโครคอมพิวเตอร์ ก็จะสั่งการให้อุปกรณ์เหล่านั้นผลิตไฟ AC 3 เฟส ขึ้นมาที่ความถี่ต่างๆกันเพื่อส่งให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์อีกทีหนึ่ง โดยที่มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ของเครื่องระบบปรับอากาศอินเวอร์เตอร์เป็นมอเตอร์ 3 เฟส ทำงานโดยรับความถี่ที่ผลิตขึ้นประมาณ 30 – 90 เฮิรตซ์ ขึ้นอยู่กับการสั่งการของไมโครคอมพิวเตอร์สั่งการให้ทำงานตามโปรแกรมที่เราตั้งไว้ด้วยการทำงานที่ความถี่ที่แตกต่างกันนี่เองอันเป็นผลจากการประมวลผลของไมโครคอมพิวเตอร์ทำให้เราสามารถประหยัดไฟฟ้าได้10-30%เลยทีเดียว

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 ห้องทดลองและระบบปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์

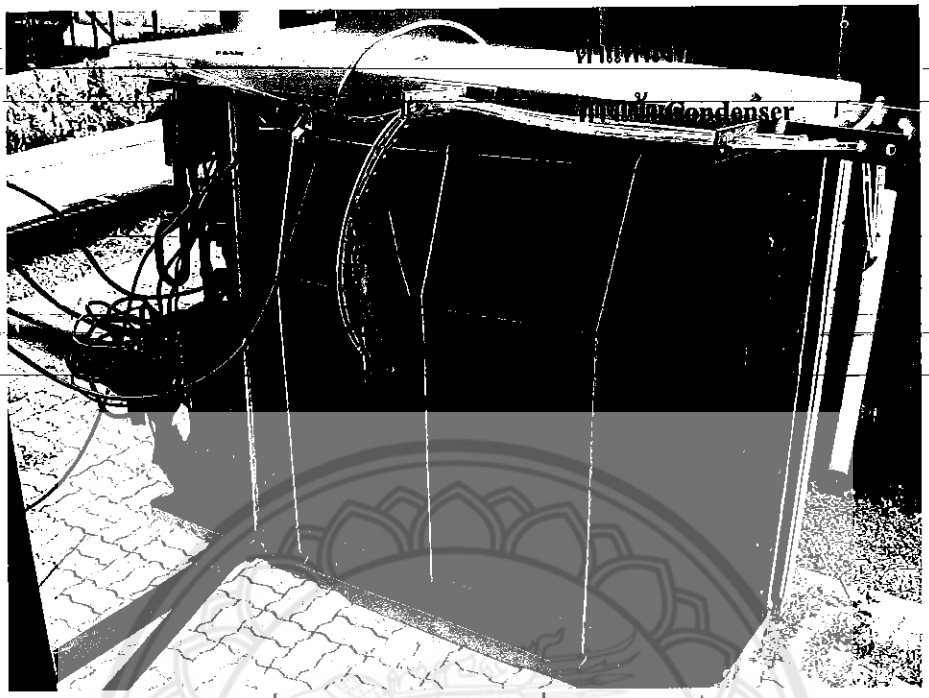
ห้องทดลองที่ใช้มีลักษณะตามรูปที่ 3.1.1 ภายในห้องมีขนาด กว้าง 3 เมตร ยาว 4 เมตร สูง 2.2 เมตร โดยมีผนัง 2 ด้านเป็นคอนกรีตหนา 10 เซนติเมตรและผนังอีก 2 ด้านใช้ยิปซั่มหนา 9 มิลลิเมตรประกบกันโดยมีแกนกลางใช้โฟมเป็นฉนวนเพคานใช้ยิปซั่มเป็นวัสดุ ในส่วนของระบบเครื่องปรับอากาศจะติดตั้งตามรูปที่ 3.1.1โดยมีคอยล์เย็นและคอนเดนเซอร์ที่แสดงตาม(รูปที่ 3.1.2 และ รูปที่ 3.1.4) ภายในห้องทดลองมีเครื่องให้ความร้อนและเครื่องให้ความชื้นเพื่อเพิ่มอุณหภูมิและความชื้นให้กับอากาศภายในห้องทดลอง จากนั้นทำการทดลองและบันทึกผลอุณหภูมิและความชื้นทุก 1 นาที โดยค่าอุณหภูมิและความชื้นที่เครื่องSILA AP-104(รูปที่ 3.3.1)สแกนได้ทั้ง 5 Channelจะถูกส่งไปบันทึกที่เครื่องคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.1.1 ห้องทดลองที่แสดงตำแหน่งของอุปกรณ์และเครื่องมือวัด

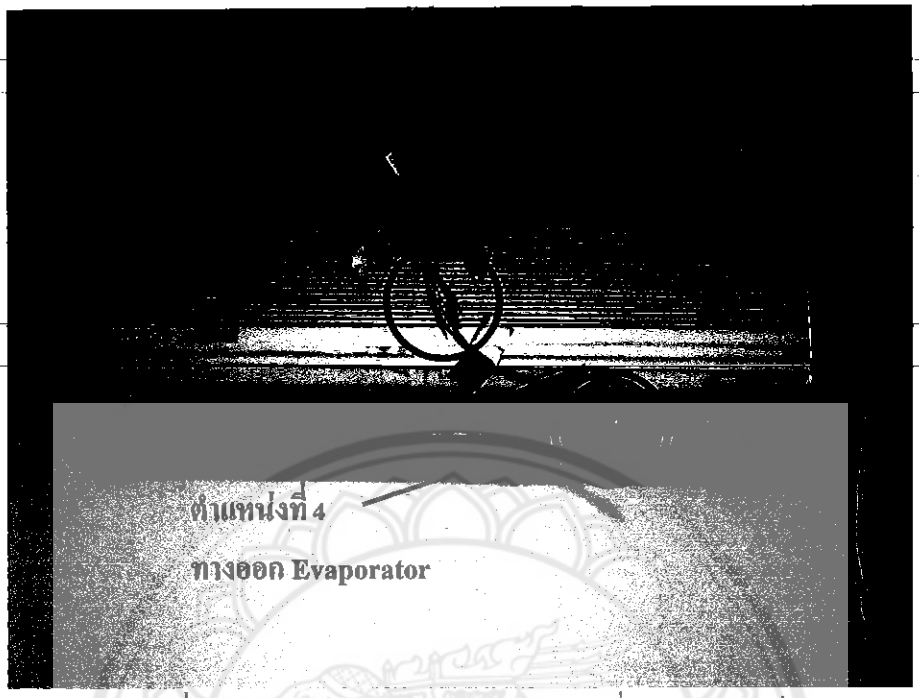
โดยแต่ละตำแหน่งที่เครื่องSILA AP-1043ใช้ ในสแกนบักทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นตามที่ได้แสดงในรูปที่ 3.1มีดังนี้

ตำแหน่งที่ 1 คือตำแหน่งที่ใช้วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ทางเข้าCondenser (ตามรูปที่ 3.1.2)
ตำแหน่งที่ 2 คือ ตำแหน่งที่ใช้วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ทางเข้าEvaporator (ตามรูปที่ 3.1.4)
ตำแหน่งที่ 3 คือ ตำแหน่งที่ใช้วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ทางออกCondenser (ตามรูปที่ 3.1.3)
ตำแหน่งที่ 4 คือ ตำแหน่งที่ใช้วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นที่ทางออกEvaporator (ตามรูปที่ 3.1.4)
ตำแหน่งที่ 5 คือ ตำแหน่งที่ใช้วัดค่าอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายในห้อง (ตามรูปที่ 3.1.5)



รูปที่ 3.1.2 ทางเข้าของออกที่คอนเดนเซอร์

รูปที่ 3.1.3 ทางออกของอากาศที่คอนเดนเซอร์



รูปที่ 3.1.4 ทางเข้าและทางออกของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์

รูปที่ 3.1.5 ตำแหน่งวัดอากาศที่กลางห้อง

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือวัด

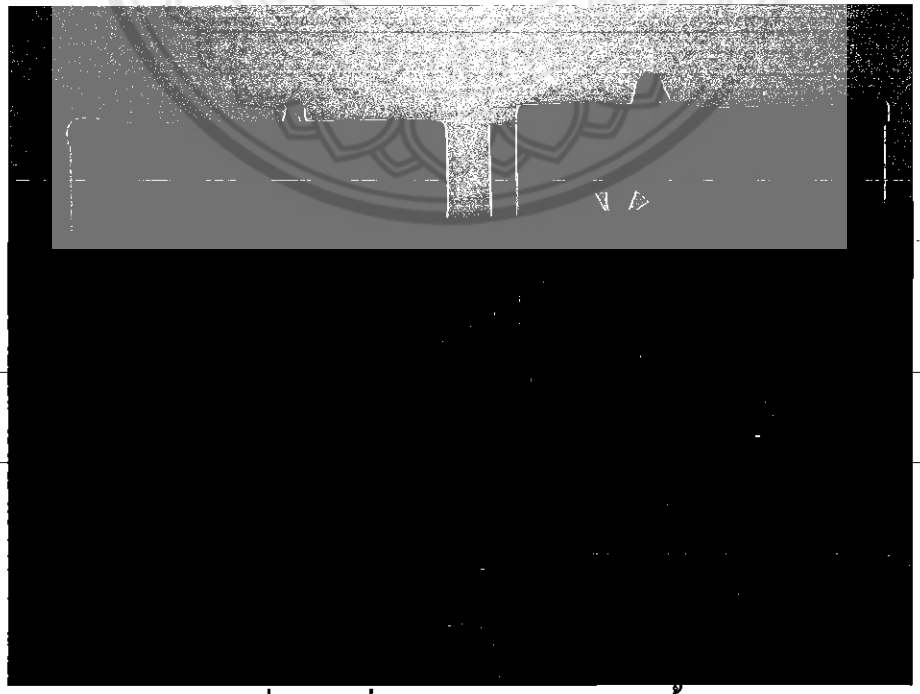
3.2.1 เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (SILA AP-104)

ใช้วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ โดยจะรับและส่งสัญญาณที่สแกนข้อมูลได้แต่ละ Channel ส่งไปบันทึกไว้ในคอมพิวเตอร์

รูปที่ 3.2.1 เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์(SILA AP-104)

3.2.2 เครื่องให้ความร้อนและความชื้น

ใช้เพิ่มอุณหภูมิและความชื้นให้กับLoadภายในห้อง



รูปที่ 3.2.2เครื่องให้ความร้อนและความชื้น

3.2.3 เครื่องวัดความเร็วลม

รูปที่ 3.2.3 เครื่องวัดความเร็วลม

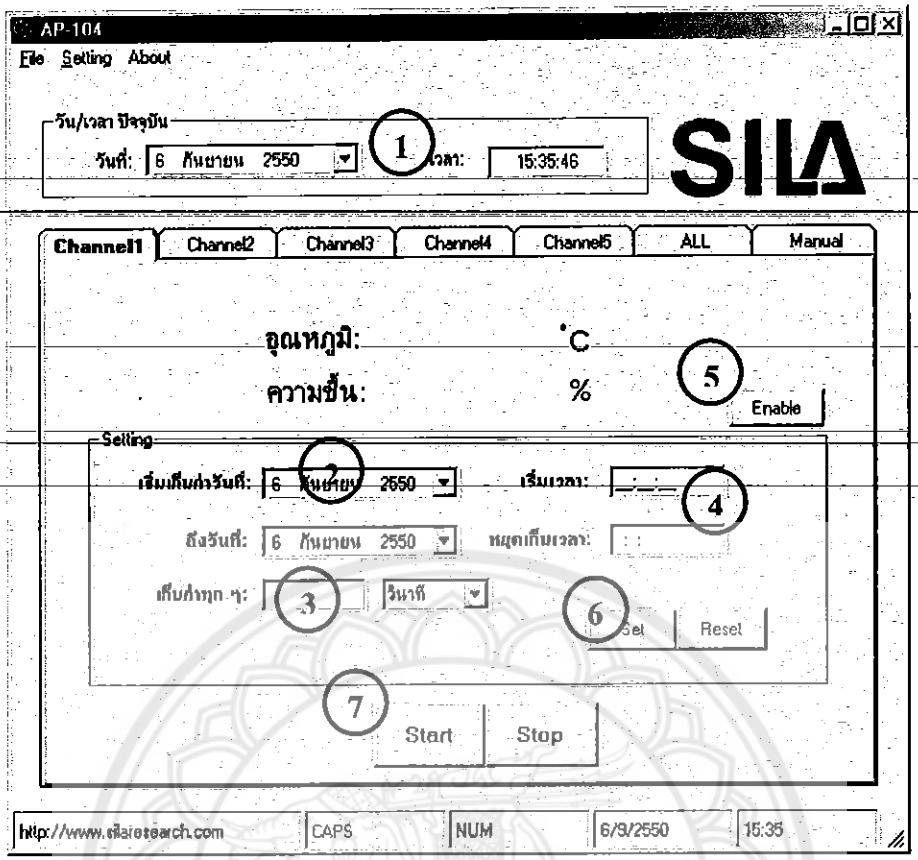
3.3 ขั้นตอนการทดลอง

ก่อนทำการทดลอง

1. เสียบปลั๊กเครื่อง AP-104
2. เปิดโปรแกรม AP-104 ในคอมพิวเตอร์

   การตั้งค่าในโปรแกรม AP – 104

   - หมายเลข 1 ทำการตั้งวันที่และเวลาปัจจุบันของโปรแกรม
   - หมายเลข 2 ตั้งช่วงวันที่เก็บค่าและหยุดเก็บค่า
   - หมายเลข 3 ตั้งค่าเพื่อให้โปรแกรมเก็บค่าทุกๆ 5 นาที(สำหรับการทดลองนี้)
   - **หมายเลข 4 ตั้งช่วงเวลาเริ่มและหยุดเก็บค่า**
   - **หมายเลข 5 คลิกที่ Enable เพื่อให้โปรแกรมเชื่อมต่อกับเครื่อง AP-1043**
   - **หมายเลข 6 คลิกที่ Set เพื่อให้โปรแกรมบันทึกค่าต่างๆ ที่ได้ตั้งไว้**
   - **หมายเลข 7 คลิกที่ Start เพื่อให้โปรแกรมเริ่มทำงาน**
   - **ทำเหมือนกันจนครบทั้ง 5 Channel**



รูปที่ 3.3.1 โปรแกรม AP - 104

3. เปิดเครื่องปรับอากาศ ตั้งอุณหภูมิและความเร็วพัดลมที่รีโมทคอนโทรล(ในการทดลองนี้ กำหนดให้ตั้งอุณหภูมิที่ 24°C, 25°C, 26°C, 27°C และใช้ 3 ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ คือ 3.5, 4.3, 5.2 m/s)

<u>ขณะทำการทดลอง</u>

1. เมื่อถึงเวลาที่กำหนดโปรแกรมจะเริ่มเก็บข้อมูลทุกๆ 5 นาทีจนถึงระยะเวลาที่กำหนด
2. เพิ่มภาระการทำความเย็นต่างๆ โดยการเปิดฮีทเตอร์และเครื่องทำความชื้น
3. ทำการควบคุมอุณหภูมิให้ได้ข้อมูลที่steady หลายๆ ความเร็วลมแล้วเก็บบันทึกข้อมูลตามขั้นตอนดังกล่าว ทำเหมือนกันทั้งอุณหภูมิห้องที่ 24°C, 25°C, 26°C และ 27°C

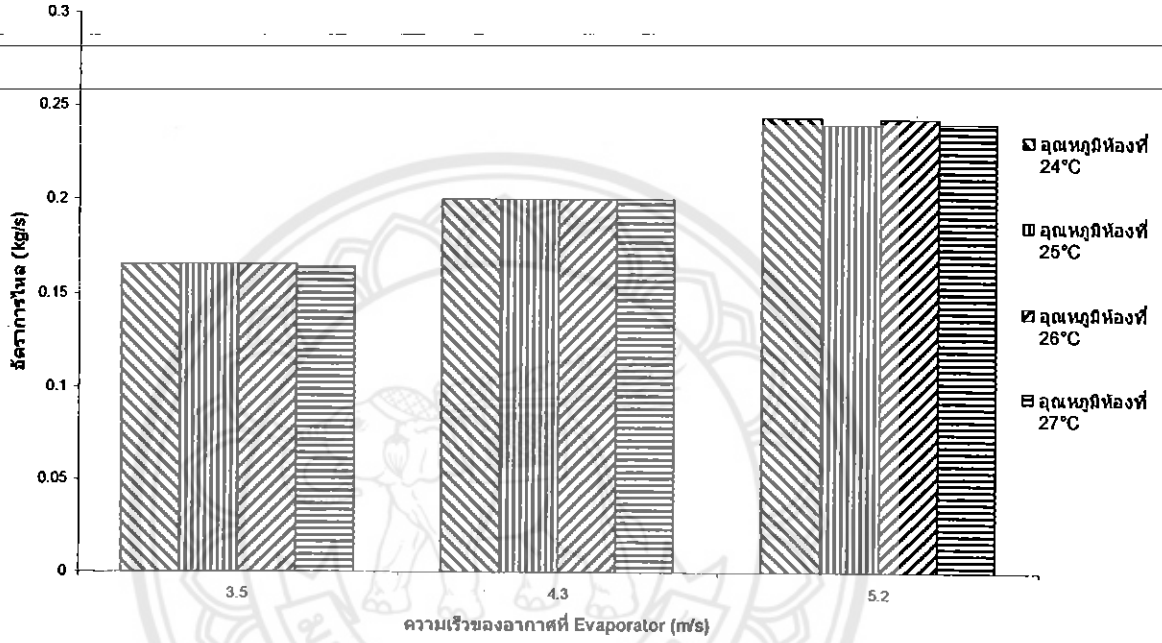
<u>หลังทำการทดลอง</u>

1. ปิดเครื่องปรับอากาศ พร้อมทั้งปิดฮีทเตอร์และเครื่องทำความชื้น
2. บันทึกข้อมูล
   - เปิดไปที่ไดร์ C ทำการสร้างโฟลเดอร์เพื่อเก็บผลการทดลองของแต่ละครั้ง
   - แล้วCopy ไฟล์ผลของการทดลองทั้ง 5 Channelที่ปรากฏไปเก็บไว้ในโฟลเดอร์ที่สร้างไว้ในไดร์ C เพื่อเก็บผลการทดลองของแต่ละครั้ง
   - ทำเหมือนกันทุกครั้งหลังทำการทดลองเสร็จ
3. ปิดโปรแกรม AP-104

บทที่ 4
ผลและการวิเคราะห์

4.1 ผลจากการศึกษาความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ที่มีผลกระทบต่ออัตราการไหลของอากาศ

เพื่อพิจารณาผลกระทบต่อตัวแปรต่างๆ เมื่อมีการเปลี่ยนความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ จะใช้ข้อมูลจากการทดลองที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์มี 3.5, 4.3, 5.2 m/s และอุณหภูมิห้องที่ 24-27°C



รูปที่ 4.1 ผลจากการปรับเปลี่ยนความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ต่ออัตราการไหลของอากาศ

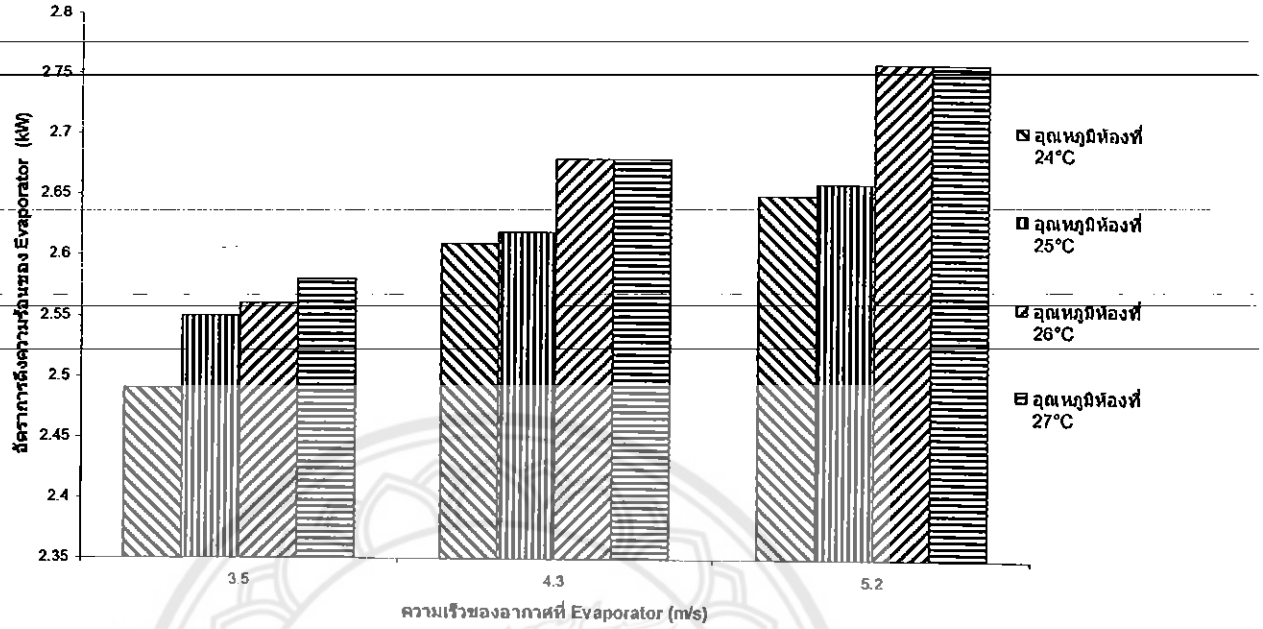
จากรูปที่ 4.1 จะเห็นว่าเมื่อเราใช้ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์เพิ่มมากขึ้นในอุณหภูมิห้องที่ 24-27°C จะมีผลทำให้อัตราการไหลของอากาศที่ไหลออกจากอีวาปอเรเตอร์ มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย

จากสมการ $\dot{m}_a = \frac{V}{\nu} A$ จะเห็นว่าสิ่งที่มีผลต่ออัตราการไหลของอากาศจะขึ้นอยู่กับความเร็วของอากาศ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของค่าSpecific Volume และ A น้อยมาก จึงไม่มีผลต่ออัตราการไหลของอากาศ

สรุปจากกราฟ ค่า Specific Volume , พื้นที่ทางออกของอีวาปอเรเตอร์และอุณหภูมิห้องจะมีผลต่ออัตราการไหลของอากาศ สิ่งที่มีผลกระทบคืออัตราการไหลของอากาศจะแปรผันตามความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์

สมการคำนวณค่าอัตราการไหลของอากาศ อ้างอิงจาก ภาคผนวก ข

4.2 ผลจากการศึกษาความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ที่มีผลกระทบต่ออัตราการดึงความร้อนของอีวาปอเรเตอร์

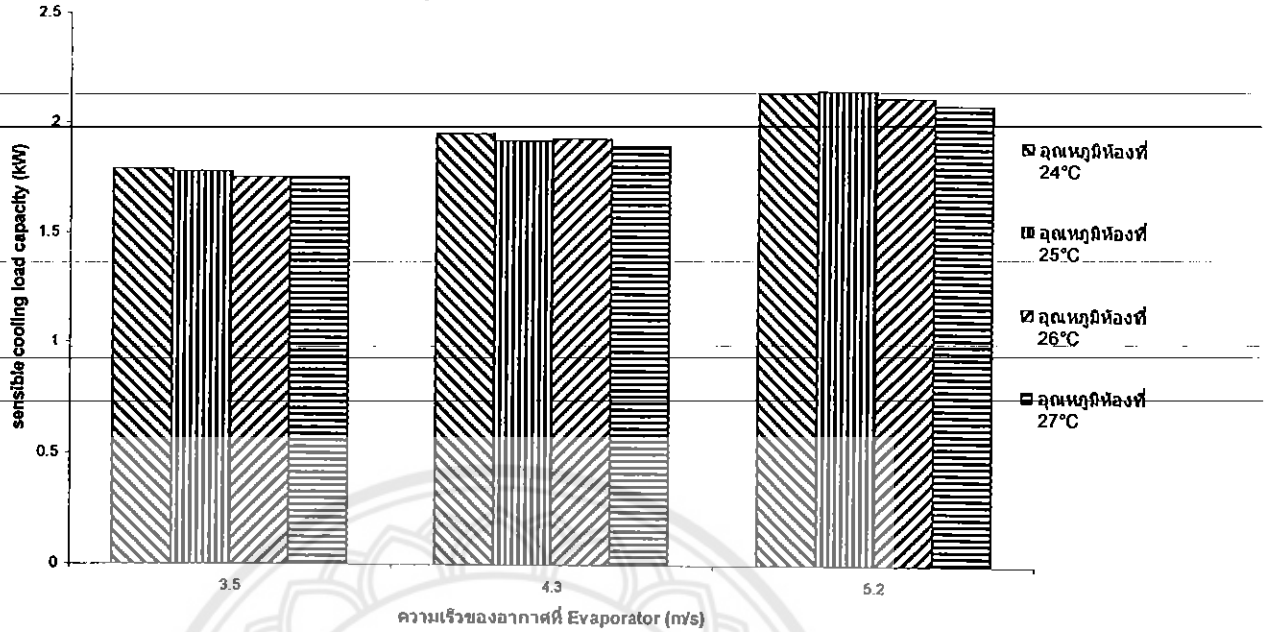


รูปที่ 4.2 ผลการทดลองจากการปรับเปลี่ยนความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ต่ออัตราการดึงความร้อนที่อีวาปอเรเตอร์

จากรูปที่ 4.2 จะเห็นว่าค่าอัตราการดึงความร้อนของอีวาปอเรเตอร์ จะมีค่ามากขึ้น หากค่าความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์และอุณหภูมิสูงขึ้น เพราะที่ความเร็วที่เพิ่มขึ้นทำให้อัตราการไหลของอากาศมากขึ้นทำให้ดึงความร้อนได้มากขึ้น ส่วนอุณหภูมิห้องที่สูงในขณะที่อุณหภูมิคอยล์เย็นใกล้เคียงกันกรณีที่อุณหภูมิห้องที่สูงจะดึงความร้อนของอากาศในห้องปรับอากาศได้มากกว่ากรณีอุณหภูมิห้องที่ต่ำ สรุปอัตราการดึงความร้อนของอีวาปอเรเตอร์ขึ้นอยู่กับความเร็วของอากาศและอุณหภูมิห้องที่ปรับอากาศ

สมการคำนวณค่าอัตราการดึงความร้อนที่อีวาปอเรเตอร์ อ้างอิงจาก ภาคผนวก ข และอุณหภูมิเฉลี่ยจากตารางบันทึกผลการทดลอง อ้างอิงจาก ภาคผนวก ก

4.2.1 ผลจากการศึกษาความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ที่มีผลกระทบต่อความร้อนสัมผัส



รูปที่ 4.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความร้อนสัมผัสเมื่อเปลี่ยนความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ในอุณหภูมิห้อง 24-27°C

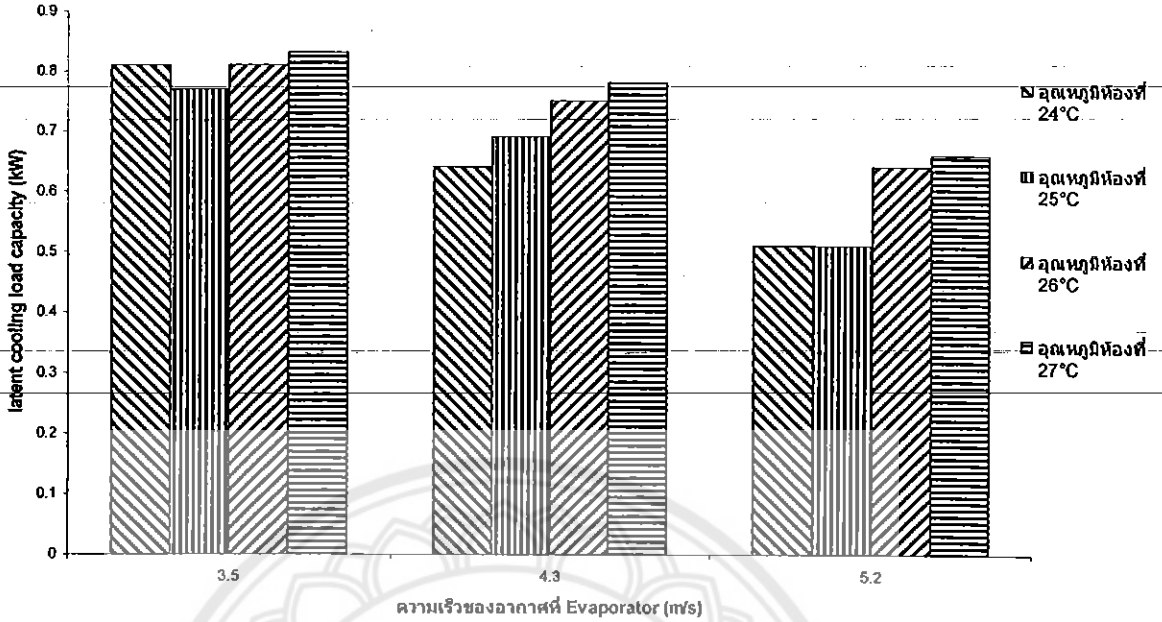
จากรูปที่ 4.2.1 จะเห็นได้ว่าเมื่อความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์เพิ่มมากขึ้น ความร้อนสัมผัสที่อุณหภูมิห้องเดียวกันจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นด้วย

จากสมการ $RSCL = 1.1 \times CFM_S \times (T_R - T_S)$ ค่าความร้อนสัมผัสจะไม่มีผลต่ออุณหภูมิห้องมากนัก เนื่องจากอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิที่ทางออกอีวาปอเรเตอร์จะไม่ต่างกันมาก เมื่อความเร็วของอากาศเพิ่มมากขึ้นแต่ที่มีผลโดยตรงคือค่า CFM_S จะมีค่าต่างกันมาก

สรุป ความเร็วของอากาศจะมีผลต่อความร้อนสัมผัส โดยที่ค่าความร้อนร้อนสัมผัสจะแปรผันตามความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์

สมการคำนวณค่าความร้อนสัมผัส อ้างอิงจาก ภาคผนวก ข

4.2.2 ผลจากการศึกษาความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ที่มีผลกระทบต่อความร้อนแฝง



รูปที่ 4.2.2ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความร้อนแฝงเมื่อเปลี่ยนความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ในอุณหภูมิห้อง 24-27°C

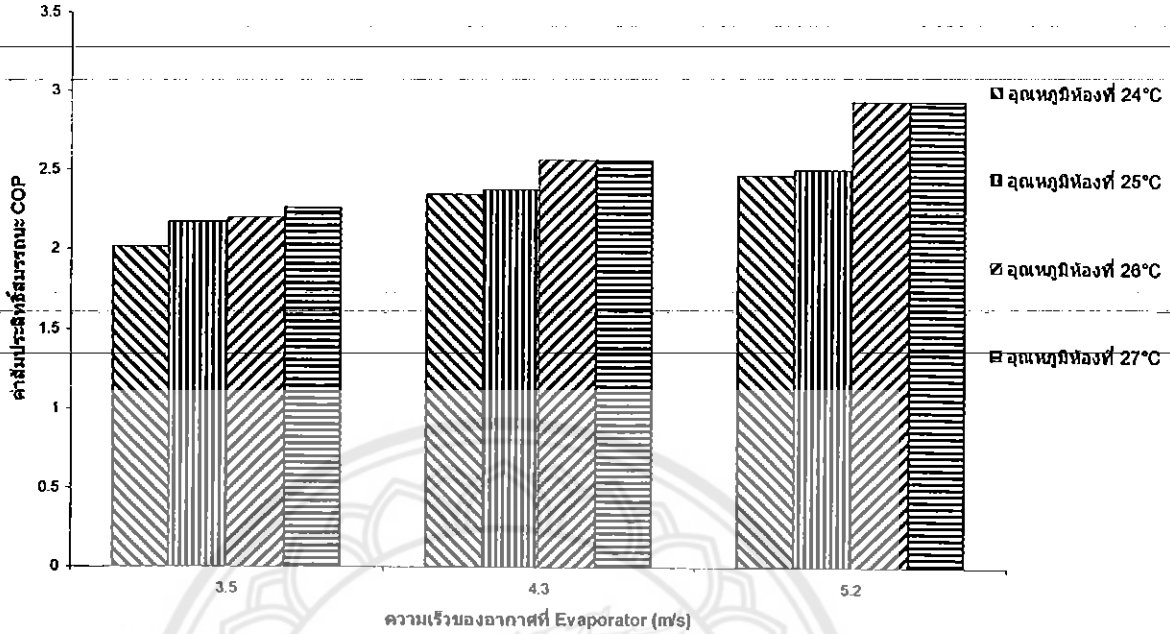
รูปที่ 4.2.2 แสดงให้เห็นว่าเมื่อความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่าความร้อนแฝงที่อุณหภูมิห้องเดียวกันลงลด

จากสมการ $RLCL = 0.68 \times CFM_S \times (W_R^{'} - W_S^{'})$ ค่าความร้อนแฝงจะมีผลทั้งอุณหภูมิห้องและค่า Humidity ratioเนื่องจากอุณหภูมิห้องจะมีผลทำให้ค่า Humidity ratio มากขึ้นไปด้วย ที่ความเร็วของอากาศเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ค่าผลต่าง Humidity ratio น้อยลง จึงให้ค่าความร้อนแฝงลดลง

สรุปค่าความร้อนแฝงจะขึ้นอยู่กับค่าผลต่าง Humidity ratio ซึ่งที่ความเร็วของอากาศที่น้อยจะทำให้ค่าผลต่างHumidity ratio มาก และค่า Humidity ratio จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิที่ทางออกอีวาปอเรเตอร์

สมการคำนวณค่าความร้อนแฝง อ้างอิงจาก ภาคผนวก ข

4.3 ผลจากการศึกษาความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ที่มีผลกระทบต่อค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ COP

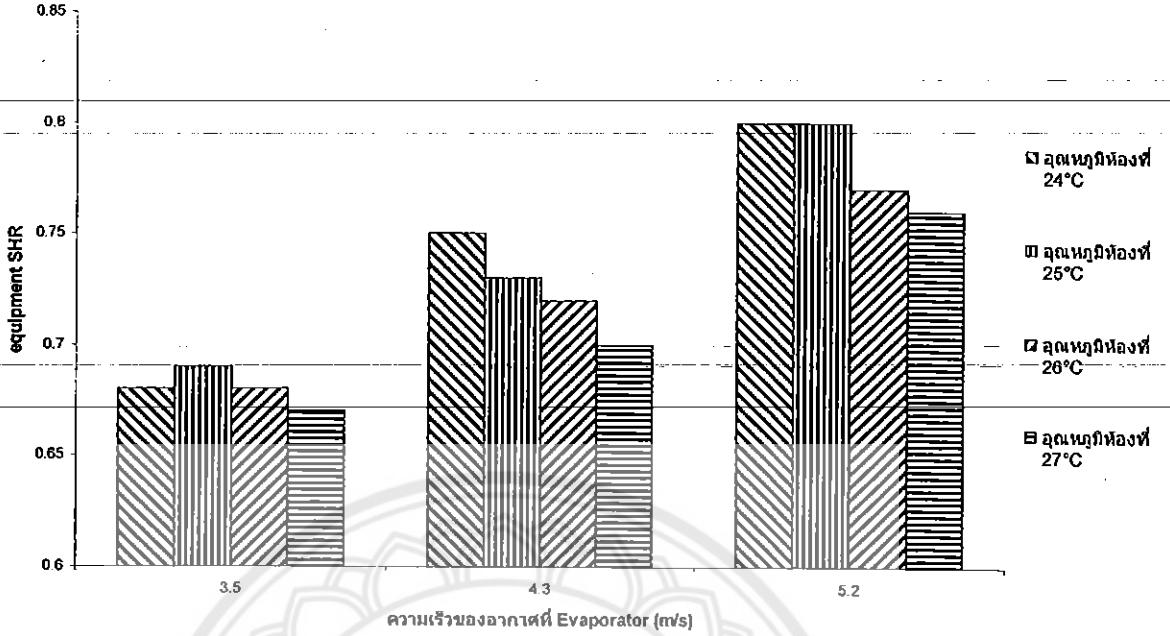


รูปที่ 4.3 ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ COP จากการเปลี่ยนความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ในอุณหภูมิห้อง 24-27°C

จากรูปที่ 4.3 ค่าของสัมประสิทธิ์สมรรถนะ COP ในอุณหภูมิห้อง 24-27°C จะเพิ่มขึ้นตามความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของอัตราการดึงความร้อนที่อีวาปอเรเตอร์ที่มีค่ามากว่ากำลังของคอมเพรสเซอร์ที่ป้อนให้

จากสมการการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ COP อ้างอิง จากภาคผนวก ข

4.4 ผลจากการศึกษาความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ที่มีผลกระทบต่อ Sensible heart ratio



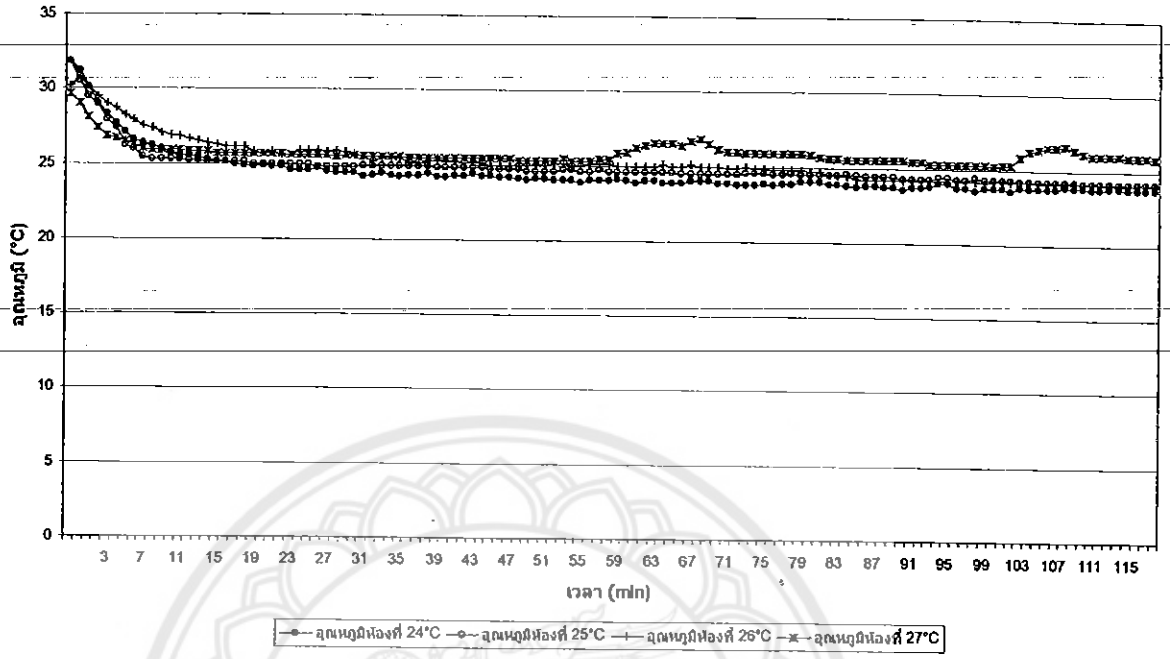
รูปที่ 4.4 ค่า Sensible heart ratio จากการเปลี่ยนความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ในอุณหภูมิห้อง 24-27°C

จากรูปที่ 4.4 จะเห็นว่าค่า Sensible heart ratio ที่อุณหภูมิห้อง 24-27°C จะเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ เนื่องจากค่า RLCL ที่ลดลงแม้ว่าค่า RSCL จะเพิ่มขึ้นก็ตามแต่ค่า RLCL มีผลมากว่าจากสมการการหาค่า Sensible heart ratio $SHR = \frac{RSCL}{RSCL + RLCL}$

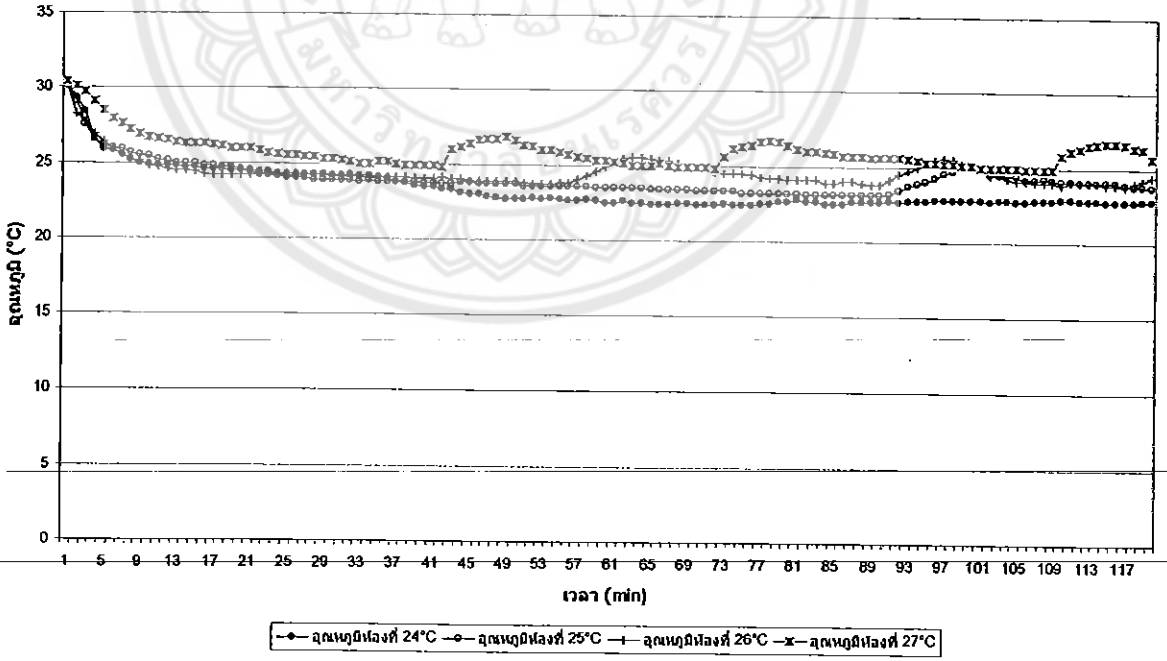
และจากรูปที่ 4.4 จะเห็นว่าที่อุณหภูมิ 24-27°C ค่า Sensible heart ratio ที่ลดลงในความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์เดียวกัน เนื่องจากค่า RLCL ที่เพิ่มขึ้นในแต่ละความเร็ว

สมการการคำนวณค่า Sensible heart ratio อ้างอิง จากภาคผนวก ข

4.5 ผลการทดลองจากการศึกษาความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ที่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิและความชื้นภายในห้อง



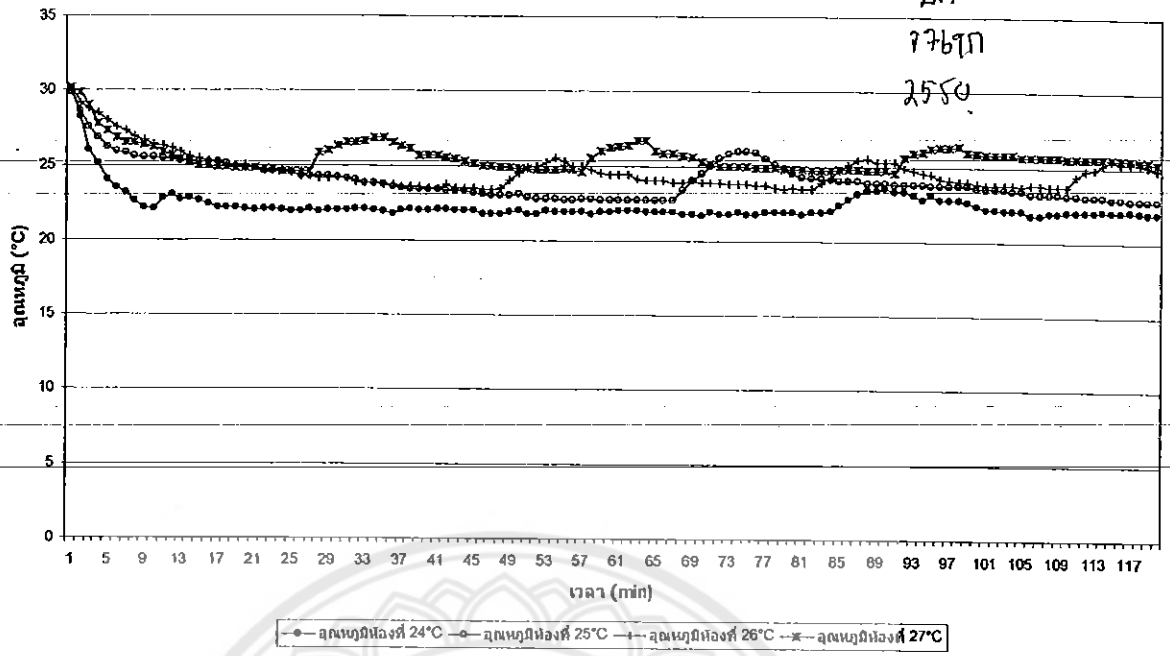
รูปที่ 4.5.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา ที่กลางห้อง ของความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 3.5 m/s



รูปที่ 4.5.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา ที่กลางห้อง ของความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 4.3 m/s

520007!
ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

I 5093715 ม.
ว76ก
2550

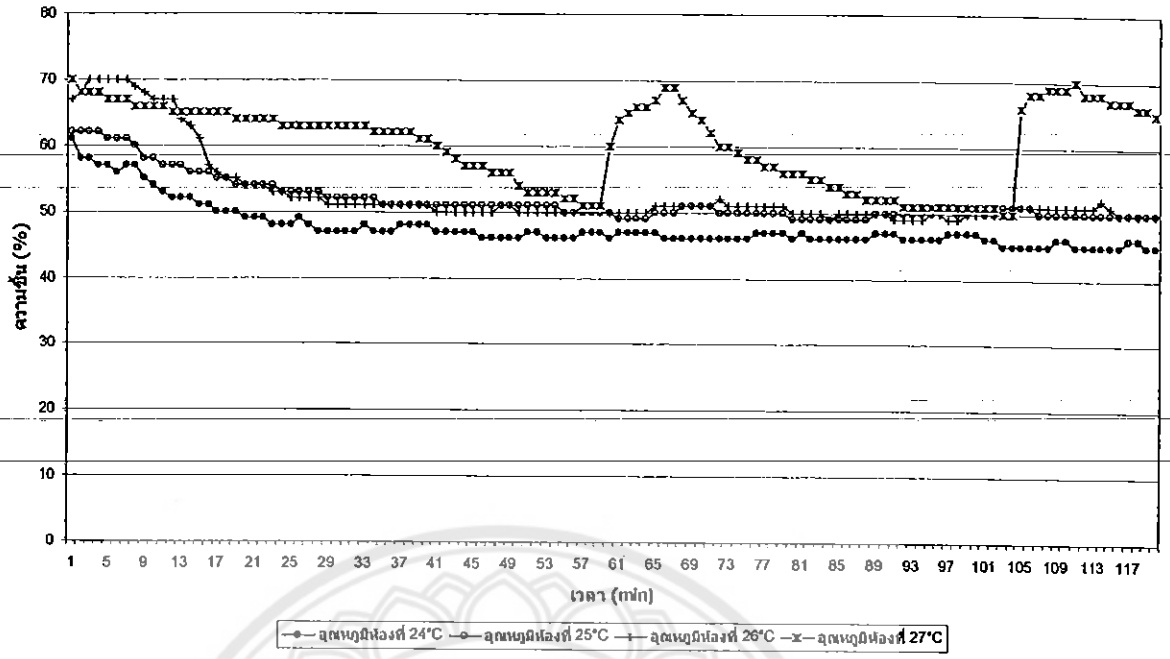


รูปที่ 4.5.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา ที่กลางห้อง ของความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 5.2 m/s

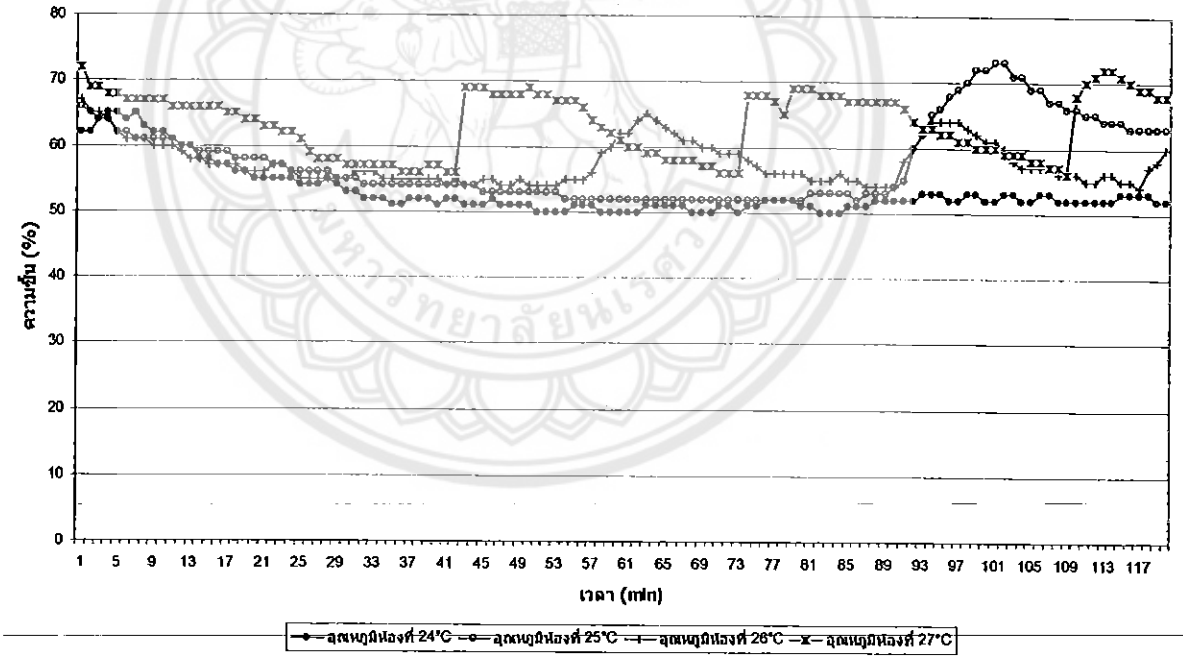
รูปที่ 4.5.1 , รูปที่ 4.5.2 และรูปที่ 4.5.3 แสดงค่าการทดลองของอุณหภูมิ 24°C -27°C ที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 3.5 , 4.3, 5.2 m/s เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิห้องที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 3.5 m/s จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเนื่องจากไม่มีการตัดของคอมเพรสเซอร์จะมีที่อุณหภูมิที่ 27°C ที่มีการตัดของคอมเพรสเซอร์

ส่วนที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 4.3 m/s จะมีการตัดคอมเพรสเซอร์มากกว่าความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 3.5 m/s และความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 5.2 m/s จะเหมือนกันตามลำดับ

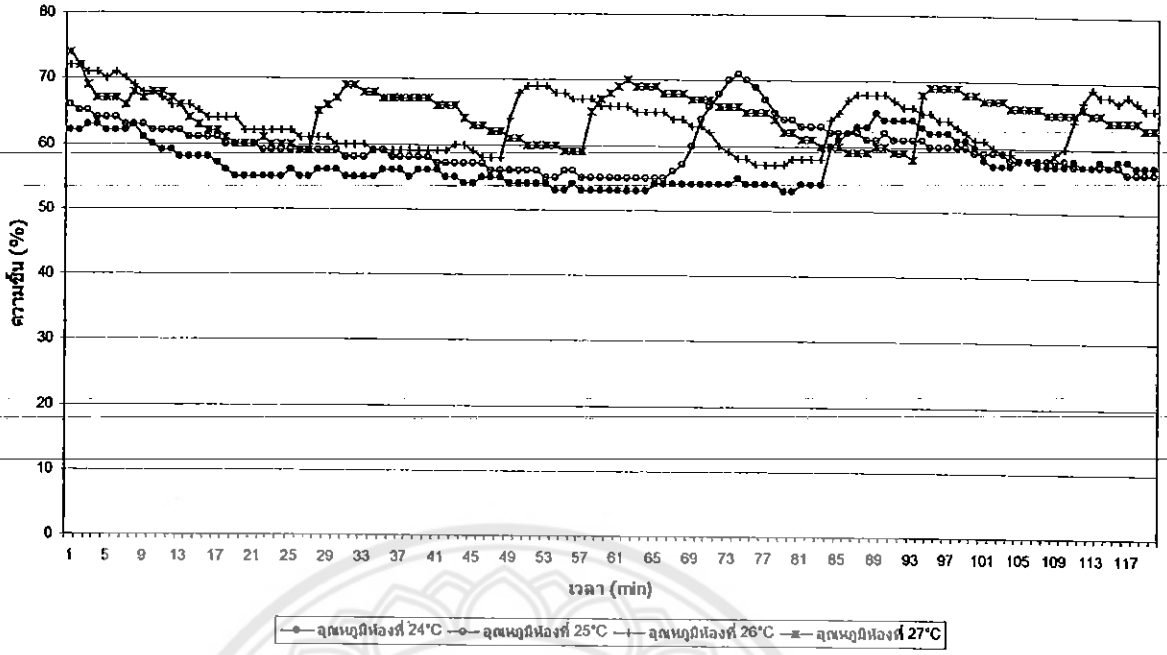
สรุปที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ที่ต่ำจะสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ดีกว่าความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ที่สูง เนื่องจากจะไม่มีการตัดของคอมเพรสเซอร์จึงไม่เกิดการร้อนเมื่ออุณภูมิสูงขึ้น แต่การทำความเย็นให้ลงมาที่อุณหภูมิที่ตั้งไว้จะช้ากว่าความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ที่สูง



รูปที่ 4.5.4 กราฟแสดงการสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลา ที่กลางห้อง ของความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 3.5m/s



รูปที่ 4.5.5 กราฟแสดงการสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลา ที่กลางห้อง ของความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 4.3m/s



รูปที่ 4.5.6 กราฟแสดงการสัมพันธ์ระหว่างความชื้น กับเวลา ที่กลางห้อง
ของความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 5.2m/s

รูปที่ 4.5.4 , รูปที่ 4.5.5และรูปที่ 4.5.6 แสดงค่าการทดลองของความชื้นที่**อุณหภูมิห้อง** 24°C -27°C ที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 3.5 , 4.3, 5.2 m/s เมื่อเปรียบเทียบ**ความชื้นที่ความเร็วของ**อากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 3.5 m/s จะเห็นได้ว่ามีความชื้นที่น้อยประมาณ 46 % RHและแทบไม่มีการตัดของคอมเพรสเซอร์เลย จะมีการตัดของคอมเพรสเซอร์อยู่อุณหภูมิที่ 27°C ซึ่งความชื้นก็จะมีความสัมพันธ์กับความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ เหมือนกัน

ส่วนที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 4.3 m/s จะมีการตัดคอมเพรสเซอร์มากกว่าความเร็ว**ของ**อากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 3.5 m/s และความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 5.2 m/s จะเหมือนกัน**ตาม**ลำดับ

สรุปที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ที่ต่ำจะสามารถควบคุมความชื้นได้ดี**กว่า**ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ที่สูงเนื่องจากไม่มีการตัดของคอมเพรสเซอร์ จึงสามารถควบคุมความชื้นได้ดีที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ต่ำ ซึ่งถ้าเกิดการตัดของคอมเพรสเซอร์จะทำให้ความชื้นสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว จะทำให้เกิดสภาวะที่ไม่สบาย

4.6 ผลจากการศึกษาความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ที่มีผลกระทบต่อความสบายเชิงความร้อน

จากการศึกษาพบว่าที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 3.5 m/s ที่อุณหภูมิ 24 - 27°C มีการตัดของคอมเพรสเซอร์ที่น้อยมาก ซึ่งความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์นี้สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของอากาศภายในห้องได้อย่างสม่ำเสมอ ทำให้ลดการเกิดสภาวะไม่สบายในด้านการปรับอากาศเนื่องจากการตัดของคอมเพรสเซอร์ที่น้อย เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิทั้ง 3 ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์จะเห็นว่ามีอุณหภูมิที่ไม่ต่างกันมาก เราจึงหันมาให้ความสำคัญกับความชื้น เนื่องจากประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนชื้น ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 32- °C และความชื้น 75% การลดความชื้นจึงมีผลกระทบต่อความสบายเชิงความร้อน จึงพิจารณาว่าความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 3.5 m/s มีการขจัดความชื้นได้ดีและมีความสบายเชิงความร้อนได้ดีกว่าความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 4.3 และ 5.2m/s

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ใช้การปรับความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ เมื่อมีการเปลี่ยนความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์จะมีผลกระทบกับตัวแปรที่สำคัญต่อสภาพแวดล้อมและความสบาย ดังนี้

ผลกระทบต่ออัตราการไหลของอากาศ , อัตราการดึงความร้อนที่อีวาปอเรเตอร์ ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) พบว่าอัตราการไหลของอากาศจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COPX ที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ต่ำจะมีค่า สัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) เฉลี่ยที่ต่ำกว่าความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ที่สูง

จากการศึกษาทดลองจะเห็นว่าที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ต่ำจะสามารถขจัดความชื้นได้ดีกว่าความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์สูง แต่ตรงกันข้ามความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์สูงจะทำให้อุณหภูมิต่ำเร็วขึ้นกว่าความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ต่ำ และจากข้อมูลการทดลองจะเห็นว่า ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ต่ำจะสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้อยู่ในสภาวะที่เรากำหนดได้ดีกว่าความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ที่สูง เนื่องจากความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ที่สูงมีการตัดการทำงานของคอมเพรสเซอร์บ่อยกว่าความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ต่ำ ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิภายในห้องที่เราทำความเย็นมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นในช่วงการตัดการทำงานของคอมเพรสเซอร์ จึงเกิดสภาวะความไม่สบายด้านการปรับอากาศ จากการตัดของคอมเพรสเซอร์และเริ่มทำงานใหม่ของคอมเพรสเซอร์

5.2 แนวทางการพัฒนา

1. สร้างแบบจำลองการควบคุมความเร็วพัดลมที่อีวาปอเรเตอร์เพื่อให้ง่ายต่อการควบคุมอุณหภูมิในห้องปรับอากาศ
2. ศึกษาผลกระทบต่อความสบาย
3. มาวิเคราะห์ในการเปลี่ยนความเร็วพัดลมและความเร็วคอมเพรสเซอร์เพื่อควบคุมอุณหภูมิให้เกิดความสบายและเพื่อการประหยัดพลังงาน

บรรณานุกรม

1.ปริญญานิพนธ์เรื่องระบบทำความเย็นแบบระเหยสำหรับความร้อนจากคอนเดนเซอร์ ปีการศึกษา 2544 จัดทำโดย 1.นายชำนาญ นางาม 2.นายณัฐวุฒิ บัวสะอาด 3.นายสุภวิทย์ หน่อแก้ว

2.Yunus A. Cengel and Michel A. Boles,Thermodynamics an Engineering Approach fifth Edition SI unit,Singapore,McGraw-Hill,2006

3.สมศักดิ์ สุโมตยกุล, เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ, ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด มหาชน ; กรุงเทพฯ, 2538

4. คู่มือวิศวกรเครื่องหล, พิมพ์ครั้งที่ 7, เอ็มแอนด์อี จำกัด; กรุงเทพฯ, 2549

5. www.thaihvac.com

ภาคผนวก ก
ตารางบันทึกผลการทดลอง

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ก. 1 บันทึกผลการทดลอง อุณหภูมิห้อง 24 °C ที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 3.5 m/s

T/V	ว/ด/ป	เวลา	Channel									
			Channel 1		Channel 2		Channel 3		Channel 4		Channel 5	
			°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH
		14:50	31.9	68	31.7	60	33	68	30.3	63	31.8	61
		14:55	31.4	68	27.6	55	36.8	58	17.2	83	27.7	56
		15:00	31.2	67	26.1	54	36.7	55	14.5	82	26	53
		15:05	31.3	68	25	51	36.8	55	12.8	80	25.3	51
		15:10	31.2	68	24.8	47	37.8	57	13.3	80	24.8	49
		15:15	31.4	67	24.6	46	36.7	59	12.9	80	24.6	49
		15:20	31.6	66	24.5	47	36.9	55	12.8	80	24.4	48
		15:25	31.5	68	24.2	47	37	57	13.3	79	24.3	48
		15:30	31.2	69	24.1	46	36.7	57	13.2	80	24.2	48
		15:35	31.2	70	24.1	46	36.8	58	13	79	24.3	46
		15:40	31.4	68	24	47	36.7	54	12.9	79	24	47
		15:45	31	68	24	47	35.8	57	12.8	79	24	46
		15:50	30.9	68	23.8	46	36.2	56	12.5	79	23.8	47
		15:55	31.2	67	23.7	45	36.7	56	12.7	78	23.7	46
		16:00	31.2	67	23.6	47	36.8	57	12.7	78	23.5	46
		16:05	31.3	67	23.4	47	36.7	57	12.6	76	23.5	47
		16:10	31.1	68	23.4	46	36.3	56	12.6	75	23.4	47
		16:15	31.5	69	23.5	46	36.9	57	12.3	74	23.3	46
		16:20	31.2	69	23.4	47	37	58	12.4	76	23.3	47
		16:25	31.4	68	23.3	46	36.2	57	12.4	76	23.2	47
		16:30	31.1	68	23.2	46	36.4	57	12.3	75	23.2	48
		16:35	31.2	69	23.2	46	35.8	56	12.3	75	23.2	48
		16:40	31.2	70	23.2	47	35.9	58	12.4	74	23.2	47
		16:45	31.1	68	23.3	46	36.2	55	12.4	74	23.3	47
24°C / 3.5 m/s	29/8/2550	16:50	31.3	68	23.2	45	36.4	57	12.3	74	23.2	46

ก. 2 บันทึกผลการทดลอง อุณหภูมิห้อง 24 °C ที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 4.3 m/s

T/V	ว/ด/ป	เวลา	Channel									
			Channel 1		Channel 2		Channel 3		Channel 4		Channel 5	
			°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH
		12:50	31.6	66	30.4	64	35.7	56	30	72	30.2	62
		12:55	31.4	65	25.8	62	36.5	55	19.5	87	25.9	65
		13:00	31.2	66	24.9	61	36.5	54	16	87	24.9	62
		13:05	31.4	67	24.5	58	36.8	54	14.9	86	24.7	58
		13:10	31.2	68	24.5	54	36.8	56	14.8	87	24.6	55
		13:15	31.5	68	24.3	54	36.9	56	14.7	86	24.3	54
		13:20	31.1	67	24.2	54	36.4	57	14.7	85	24.2	53
		13:25	31.1	69	24.1	53	36.9	57	14.5	86	24.1	51
		13:30	31.2	69	23.6	53	36.7	56	14.4	85	23.5	51
		13:35	31.5	68	23.1	52	37.1	56	14.3	83	23.4	51
24°C / 4.3 m/s	1/9/2550	13:40	31.2	68	23.8	51	36.5	56	14.2	82	23.4	51
		13:45	31.2	68	23.6	51	36.7	57	14	81	23.3	51
		13:50	31	69	23.5	51	35.9	57	13.9	81	23.3	50
		13:55	31.5	68	23.4	52	36.7	54	13.9	81	23.3	51
		14:00	31.6	67	23.3	52	36.8	55	13.9	80	23.2	50
		14:05	31.6	67	23.3	52	36.9	55	13.8	80	23.2	51
		14:10	31.5	69	23.3	51	36.7	55	13.8	80	23.2	51
		14:15	31.7	69	23.2	51	36.7	56	13.8	80	23.1	51
		14:20	31.6	70	23.2	52	36.8	56	13.7	81	23.1	52
		14:25	31.4	67	23.1	51	36.4	55	13.7	80	23.1	53
		14:30	31.7	68	23.1	52	36.8	57	13.7	80	23.2	52
		14:35	30.9	68	23.1	52	36.9	56	13.7	80	23.2	52
		14:40	31.4	67	23	51	36.5	56	13.7	79	23.2	52
		14:45	31.5	67	23	52	36.5	54	13.7	79	23.1	53
		14:50	31.4	69	23.1	52	36.4	56	13.6	79	23.1	52

ก. 3 บันทึกผลการทดลอง อุณหภูมิห้อง 24 °C ที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 5.2 m/s

T/V	วัน/ปี	เวลา	Channel									
			Channel 1		Channel 2		Channel 3		Channel 4		Channel 5	
			°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH
		15:10	31.5	66	30	63	33.9	67	30	67	30.1	62
		15:15	31.6	67	24.9	62	35.8	58	18.1	80	24	62
		15:20	31.5	67	24.1	60	36.9	57	15.5	80	23.9	60
		15:25	31.4	67	23.9	58	36.8	56	15.2	80	23.9	58
		15:30	31.4	68	23.9	55	37	56	15.1	80	23.9	55
		15:35	31.2	68	23.8	55	37.8	55	15.1	81	23.8	56
		15:40	31	67	23.9	55	37.5	56	15	81	27	56
		15:45	31.2	69	23.8	54	37.2	55	15	81	23.6	56
		15:50	30.8	70	23.7	54	36.8	56	14.9	81	23.5	56
24°C / 5.2 m/s	1/9/2550	15:55	31	68	23.7	55	36.8	55	14.9	82	23.5	54
		16:00	31.2	67	23.6	54	36.8	57	14.8	82	23.4	54
		16:05	31.5	67	23.5	55	36.7	57	14.7	82	23.3	53
		16:10	31.4	68	23.4	52	36.5	56	14.7	82	23.3	53
		16:15	31.4	67	23.4	52	36.4	55	14.7	81	23.2	54
		16:20	31.4	69	23.3	52	36.6	55	14.7	82	23.2	54
		16:25	31.5	69	23.3	53	36.8	54	14.7	81	23.3	54
		16:30	31.4	68	23.3	54	36.9	54	14.6	81	23.2	53
		16:35	31.2	68	25.2	61	33.1	60	19.3	89	25.2	61
		16:40	31.2	68	24.5	64	31.8	68	18	84	23.9	64
		16:45	31.3	69	23.9	61	33.9	66	15.5	83	23.8	62
		16:50	31.6	69	23.9	59	35.8	58	14.9	82	23.6	60
		16:55	31.5	68	23.7	57	36.7	57	14.9	82	23.5	58
		17:00	31.5	68	23.7	56	36.9	56	14.9	82	23.4	57
		17:05	31.1	67	23.6	56	36.8	56	14.9	81	23.4	57
		17:10	31.2	69	23.5	57	36.7	57	14.8	81	23.3	57

ก. 4 บันทึกผลการทดลอง อุณหภูมิห้อง 25 °C ที่ความเร็วของอากาศอีวาปอเรเตอร์ 3.5m/s

T/V	ว/ด/ป	เวลา	Channel									
			Channel 1		Channel 2		Channel 3		Channel 4		Channel 5	
			°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH
		11:10	31.1	68	31.7	62	33.9	67	30.3	64	31.8	62
		11:15	32.1	65	27.6	59	35.7	57	21	72	27.9	61
		11:20	31.8	67	25.2	58	36.8	56	17.6	73	25.3	58
		11:25	31.5	67	25.1	56	36.7	56	16.2	75	25.2	56
		11:30	31.2	65	25	55	36.7	55	15.9	75	25.1	54
		11:35	31.6	68	24.7	54	36.8	55	15.6	75	25	53
		11:40	31.5	67	24.7	54	37.2	55	15.2	75	24.8	52
		11:45	31.5	68	24.6	53	37.5	54	14.5	77	24.9	51
		11:50	31.2	67	24.7	53	37.1	55	13.8	77	24.9	51
		11:55	31	68	24.8	52	36.8	56	13.5	77	24.8	51
25°C / 3.5m/s	23/8/2550	12:00	31.4	67	24.7	51	36.9	54	13.4	77	24.7	51
		12:05	31.7	68	24.7	51	36.8	56	13.4	77	24.7	50
		12:10	32	69	24.7	51	36.2	54	13.4	77	24.6	50
		12:15	32.1	67	24.4	50	35.9	53	13.4	78	24.4	50
		12:20	32.4	65	24.1	50	36.1	53	13.3	78	24	51
		12:25	31.8	66	23.9	50	36.4	53	13.2	78	23.9	50
		12:30	31.8	66	23.7	50	36.5	54	13.3	78	23.9	49
		12:35	31.7	67	23.6	49	36.5	53	13.3	79	23.5	49
		12:40	31.8	67	23.4	50	36.4	53	13.3	78	23.4	50
		12:45	31.9	67	23.4	50	36.6	52	13.2	78	23.3	50
		12:50	31.7	68	23.4	51	36.4	52	13.3	78	23.4	51
		12:55	31.5	68	23.3	50	36.5	53	13.1	79	23.2	51
		13:00	31.4	67	23.3	50	36.7	53	13.1	79	23.2	50
		13:05	31.5	69	23.2	49	36.2	54	13	78	23.1	50
		13:10	31.6	69	23.2	50	36.4	54	12.9	78	23.1	50

ก.5 บันทึกผลการทดลอง อุณหภูมิห้อง 25 °C ที่ความเร็วของอากาศอีวาปอเรเตอร์ 4.3 m/s

T/V	วัน/ปี	เวลา	Channel									
			Channel 1		Channel 2		Channel 3		Channel 4		Channel 5	
			°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH
		13:30	31.5	66	30	67	34.5	68	30	66	30.1	66
		13:35	31.4	67	26.2	62	35.8	58	20.2	75	26.1	62
		13:40	31.5	68	25.5	61	35.9	55	18.2	79	25.4	61
		13:45	31.6	69	25	59	36	56	17.4	80	25	59
		13:50	31.8	67	24.9	59	36.2	56	17	81	24.8	58
		13:55	31.8	66	24.8	58	36.5	55	16.8	81	24.7	56
		14:00	31.9	68	24.5	56	36.5	55	16.5	81	24.5	55
		14:05	32.4	70	24.5	56	36.3	56	16.2	82	24.3	54
		14:10	32.5	69	24.4	55	36.5	54	16.1	81	24.2	54
25°C / 4.3m/s	23/8/2550	14:15	32	68	24.2	54	36.6	54	15.8	81	24.2	53
		14:20	32.1	69	24	53	36.4	56	15.1	81	24.1	53
		14:25	31.8	67	23.9	53	36.8	55	14.9	82	23.9	52
		14:30	31.9	69	23.9	53	36.5	55	14.8	81	23.9	52
		14:35	31.7	68	23.9	53	36.7	55	14.7	82	23.8	52
		14:40	31.8	68	23.8	52	36.8	56	14.6	83	23.8	52
		14:45	31.9	67	23.8	52	36.8	56	14.5	83	23.7	52
		14:50	32	69	23.8	52	37	54	14.5	84	23.7	52
		14:55	31.7	69	23.7	51	37.2	54	14.5	84	23.8	53
		15:00	31.6	70	23.7	55	36.8	54	14.4	83	23.7	54
		15:05	31.5	69	25.1	64	32.5	60	20.5	89	25	66
		15:10	31.5	68	25.2	71	31.7	68	21.8	89	25.1	72
		15:15	31.6	68	24.5	69	32.9	67	17.1	88	24.8	69
		15:20	31.7	68	24.4	66	35.7	61	15.5	87	24.5	66
		15:25	31.5	67	24.2	65	36.7	57	14.9	86	24.2	64
		15:30	31.8	69	23.9	64	36.5	55	14.7	84	23.9	63

ก.6 บันทึกผลการทดลอง อุณหภูมิห้อง 25 °C ที่ความเร็วของอากาศอีวาปอเรเตอร์ 5.2 m/s

T/V	ว/ด/ป	เวลา	Channel									
			Channel 1		Channel 2		Channel 3		Channel 4		Channel 5	
			°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH
		15:50	32.1	69	30	65	34.2	67	30.2	65	29.9	66
		15:55	32	69	26.3	64	35.7	59	24.9	75	26.2	62
		16:00	31.8	68	25.4	62	36.7	57	19.8	80	25.5	60
		16:05	31.7	69	25.4	62	36.5	57	19	81	25.2	59
		16:10	31.8	68	24.8	60	36.8	56	18.1	82	24.8	58
		16:15	31.6	68	24.5	59	37.2	57	17.5	82	24.6	57
		16:20	31.8	68	24.3	56	37.1	55	16.5	83	24.5	54
		16:25	31.5	67	24.1	55	37.4	55	15.8	83	24.7	54
		16:30	31.6	67	24.2	54	36.9	56	15.2	83	24.2	53
		16:35	31.5	69	24.2	54	36.8	55	15	83	24.1	53
25°C / 5.2m/s	23/8/2550	16:40	31.8	67	24	54	36.8	56	15	84	24	53
		16:45	31.6	68	23.9	53	36.9	57	14.9	84	23.8	52
		16:50	31.9	68	23.9	53	36.7	57	15	84	23.7	52
		16:55	31.9	67	23.8	53	36.9	57	14.8	85	23.7	53
		17:00	31.9	68	24.8	65	33.7	67	20.5	90	24.5	64
		17:05	32.3	68	25.9	68	32.4	69	21.8	90	26	70
		17:10	31.8	68	24.5	64	34.5	65	19	89	24.9	64
		17:15	32	67	24.5	63	35.8	60	18.2	87	24.7	62
		17:20	32.1	69	23.9	62	36.7	58	17.2	86	23.9	62
		17:25	32.4	68	23.8	59	36.8	57	16.5	87	23.8	60
		17:30	31.8	69	23.8	59	36.7	56	16	86	23.8	59
		17:35	31.8	69	23.7	58	36.8	55	15.7	85	23.7	58
		17:40	31.9	68	23.7	56	36.9	55	15.4	85	23.7	56
		17:45	31.6	68	23.6	55	36.7	56	15.2	85	23.7	54
		17:50	31.8	69	23.6	55	36.8	56	15.1	85	23.6	54

ก.7 บันทึกผลการทดลอง อุณหภูมิห้อง 26 ° C ที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 3.5 m/s

T/V	ว/ด/ป	เวลา	Channel									
			Channel 1		Channel 2		Channel 3		Channel 4		Channel 5	
			°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH
		12:10	31.9	67	30.1	68	32.7	68	30.1	75	30.2	67
		12:15	31.7	68	29	68	35.8	59	20.2	87	29	70
		12:20	32	67	27.5	67	35.9	57	16.7	85	27.4	67
		12:25	32.4	69	26.5	62	36.1	56	15.7	86	26.5	61
		12:30	32.1	67	26.1	56	36.2	55	15.6	85	26.1	54
		12:35	32	68	25.6	54	36.5	55	15.2	82	25.6	52
		12:40	31.8	68	25.7	53	36.5	56	15.1	82	25.9	51
		12:45	31.7	68	25.5	52	36.4	55	14.9	81	25.4	51
		12:50	31.9	66	25.3	52	36.7	54	14.8	81	25.2	51
26°C / 3.5m/s	2/9/2550	12:55	31.6	67	25.3	52	36.5	56	14.5	82	25.2	50
		13:00	32	68	25	51	36.4	55	14.5	80	25	50
		13:05	32.2	69	25.2	51	36.7	55	14.2	79	25.1	50
		13:10	32.1	69	25	50	36.8	56	14.2	79	25.1	50
		13:15	31.9	68	25	50	37	56	14.2	78	25	51
		13:20	31.8	68	25	51	36.8	54	14.1	78	25	51
		13:25	31.7	68	24.9	51	36.7	54	14	78	25	51
		13:30	31.5	68	24.9	50	36.5	54	13.9	79	24.8	50
		13:35	31.6	69	24.7	50	36.5	54	13.8	79	24.5	50
		13:40	31.7	69	24.5	49	36.6	55	13.6	78	24.2	50
		13:45	31.6	68	24.2	49	36.3	53	13.7	78	24.2	49
		13:50	31.5	69	24.2	50	36.4	53	13.6	77	24.2	50
		13:55	31.7	69	24.2	51	36.5	54	13.6	77	24.2	50
		14:00	31.5	68	24.1	50	36.2	54	13.6	77	24.1	51
		14:05	31.6	66	24.1	51	36.7	55	13.7	78	24	50
		14:10	31.8	68	24	51	36.4	56	13.6	78	24	50

ก.8 บันทึกผลการทดลอง อุณหภูมิ 26°C ที่ความเร็วของอากาศอีวาปอเรเตอร์ 4.3 m/s

T/V	วัน/ปี	เวลา	Channel									
			Channel 1		Channel 2		Channel 3		Channel 4		Channel 5	
			°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH
26°C / 4.3m/s	2/9/2550	15:00	32.2	66	30.2	68	33.4	68	30.2	75	30.1	67
		15:05	32	67	26.7	63	36.7	59	22.5	86	26.4	62
		15:10	31.8	67	24.8	62	36.5	57	17.1	85	24.8	60
		15:15	31.7	68	24.5	60	36.6	56	15.6	85	24.5	57
		15:20	31.8	66	24.3	58	36.3	56	15.2	84	24.4	56
		15:25	31.9	67	24.1	57	36.6	55	15.1	85	24.3	55
		15:30	32	68	24.1	56	36.4	56	15.4	83	24.3	55
		15:35	31.8	69	24.1	55	36.6	55	15.2	82	24.2	55
		15:40	31.7	69	24	55	36.7	54	15.2	82	24.2	54
		15:45	31.7	68	24	54	36.9	55	15.1	81	24.2	54
		15:50	31.5	68	24	54	37.2	55	15	81	24.1	54
		15:55	31.5	69	23.9	55	37.5	54	14.9	82	23.9	55
		16:00	31.3	67	24.7	61	32.7	67	20.7	86	24.9	62
		16:05	31.6	67	25.3	62	31.7	68	21.3	86	25.4	63
		16:10	31.5	67	24.8	59	35.8	59	16.6	85	24.9	60
		16:15	31.6	68	24.5	58	36.7	56	15.8	83	24.5	57
		16:20	31.6	67	24.1	55	36.8	55	15	83	24.2	56
		16:25	31.5	66	23.9	55	36.9	55	14.8	82	24.2	54
		16:30	31.5	66	23.9	54	36.7	56	15.8	88	23.9	54
		16:35	31.6	67	25.1	64	36.8	54	21.4	85	25.2	64
		16:40	31.7	68	25.1	60	36.9	54	16.8	84	25.1	61
		16:45	31.8	68	24	57	36.8	55	15.6	84	24.5	57
		16:50	31.8	67	24	56	36.7	55	15.4	85	24.2	56
		16:55	31.9	68	23.9	55	36.8	54	15	82	23.9	55
		17:00	31.8	67	23.9	66	36.6	53	15	82	24.1	55

ก.9 บันทึกผลการทดลอง อุณหภูมิห้อง 26 °C ที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 5.2 m/s

T/V	วัน/เดือน/ปี	เวลา	Channel									
			Channel 1		Channel 2		Channel 3		Channel 4		Channel 5	
			°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH
26°C / 5.2m/s	3/9/2550	14:20	31.6	66	30.4	68	32.5	67	29.8	75	30.2	72
		14:25	31.5	66	28.2	68	36.7	59	23.1	89	28	70
		14:30	31.7	67	26.5	67	36.5	56	19.1	86	26.4	68
		14:35	31	67	25.4	67	36.8	57	17.4	85	25.4	65
		14:40	31.2	68	25	66	36.5	57	17.1	85	25	62
		14:45	31.5	69	24.6	63	36.9	56	16.1	85	24.8	59
		14:50	31.4	69	24.3	59	36.7	55	16	84	24.7	57
		14:55	31.4	69	24.1	57	36.8	55	15.8	84	24.3	56
		15:00	31.5	68	24	56	36.9	54	15.5	84	24.2	55
		15:05	31.6	68	23.9	55	37.2	54	15.4	84	23.9	55
		15:10	31.5	67	24.5	67	32.5	62	20.8	90	24.5	68
		15:15	31.4	68	25.6	68	31.7	67	21.4	87	25.3	68
		15:20	31.6	67	24.5	68	34.7	60	17.8	85	24.9	66
		15:25	31.6	67	24	65	36.7	56	16.5	86	24.8	65
		15:30	31.5	67	24.5	60	36.8	55	16.3	85	24.5	60
		15:35	32	68	24.1	58	36.9	55	15.6	84	24.1	57
		15:40	31.4	68	23.9	56	36.7	56	15.4	84	23.9	55
		15:45	31.2	69	24.7	65	32.7	64	20.9	88	24.7	65
		15:50	31.4	68	25.4	68	31.8	68	21	87	25.3	68
		15:55	31.5	68	24.5	65	35.7	59	17.5	87	24.9	65
		16:00	31.5	68	23.9	60	36.8	57	16.2	85	24.6	59
		16:05	31.4	69	23.8	58	36.6	55	15.5	84	24.4	56
		16:10	31.6	69	23.7	55	36.8	56	15.4	84	24	55
		16:15	31.3	68	25.6	69	32.5	55	21.5	87	25.5	68
		16:20	31.5	69	24.8	66	34.7	54	18.5	86	24.9	66

ก.10 บันทึกผลการทดลอง อุณหภูมิห้อง 27 °C ที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 3.5 m/s

T/V	ว/ด/ป	เวลา	Channel									
			Channel 1		Channel 2		Channel 3		Channel 4		Channel 5	
			°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH
		11:30	31.7	68	29.5	69	32.8	68	30	75	29.6	70
		11:35	31.8	68	26.9	68	35.8	59	22.8	78	26.8	67
		11:40	31.8	67	25.9	67	36.7	56	20.4	78	25.9	66
		11:45	31.9	67	25.9	67	36.8	55	19	79	25.8	65
		11:50	31.7	68	25.7	66	36.8	56	18.5	80	25.7	64
		11:55	31.8	69	25.5	65	36.9	55	18.4	80	25.5	63
		12:00	31.5	67	25.3	64	36.7	54	17	80	25.2	60
		12:05	31.6	66	25.2	63	36.5	54	16.5	81	25.1	57
		12:10	31.1	66	25	61	36.5	55	15.4	81	25	55
27°C / 3.5m/s	7/9/2550	12:15	31	68	24.8	57	36.5	54	14.7	81	24.8	53
		12:20	30.8	66	24.6	52	36.5	53	14.5	80	24.6	52
		12:25	31.1	65	24.5	52	36.5	53	14.2	80	24.5	52
		12:30	31.7	67	24.5	59	36.8	52	14.1	81	24.5	60
		12:35	31.5	67	26.4	68	32.8	67	22.5	89	26.5	67
		12:40	31.6	67	26.5	65	31.9	68	23.8	86	26.8	64
		12:45	31.6	68	25.9	58	34.5	62	19.1	85	25.9	58
		12:50	31.5	65	25.8	56	36.7	58	17.6	85	25.6	56
		12:55	31.5	65	25.6	54	36.8	56	15.5	84	25.4	54
		13:00	31.6	65	25.1	52	36.5	55	14.7	83	24.8	52
		13:05	31.4	69	24.8	51	36.9	55	14.4	82	24.6	51
		13:10	31.5	68	24.6	52	36.8	56	14.1	82	24.5	51
		13:15	31.5	69	24.5	65	36.9	55	18.5	90	25.8	66
		13:20	31.8	68	26.6	67	32.8	67	23.5	86	26.6	69
		13:25	31.8	67	26.1	67	34.8	61	20.8	86	26	67
		13:30	31.7	66	25.9	64	36.7	57	17.8	85	25.8	65

ก.11 บันทึกผลการทดลอง อุณหภูมิห้อง 27 °C ที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์4.3 m/s

T/V	วัน/เดือน/ปี	เวลา	Channel									
			Channel 1		Channel 2		Channel 3		Channel 4		Channel 5	
			°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH
		14:00	32.3	66	30.2	68	32.4	66	30.5	71	30.4	72
		14:05	32.2	68	28.5	68	35.7	58	25.1	85	28.5	68
		14:10	32.2	67	26.5	67	36.5	56	20	86	26.7	67
		14:15	32.1	67	26.3	66	36.8	55	18.2	85	26.3	66
		14:20	31.9	65	25.5	66	36.7	56	17.2	85	26	64
		14:25	31.8	65	25.1	61	36.9	57	16.5	84	25.5	59
		14:30	31.7	65	24.9	57	36.8	55	15.8	84	25.1	57
		14:35	31.5	66	24.5	55	36.8	55	15.5	83	24.8	55
		14:40	31.6	66	24.4	55	36.9	56	15.4	83	24.5	55
27°C / 4.3m/s	7/9/2550	14:45	31.5	67	26.2	68	33.2	67	21.8	91	26.4	69
		14:50	31.7	66	26	68	32	68	21.4	86	26.6	69
		14:55	31.8	66	25.8	67	34.7	59	18.1	85	25.8	67
		15:00	31.7	67	25.3	60	36.8	56	16	85	25.1	61
		15:05	31.6	68	24.9	55	36.5	55	15.7	84	24.9	58
		15:10	31.7	68	24.7	55	36.5	56	15.4	84	24.7	57
		15:15	31.6	67	26.2	68	32.1	67	21.4	92	26.3	68
		15:20	31.8	68	26.4	68	31.9	67	21.3	87	26.4	69
		15:25	31.7	69	25.8	67	35.7	58	18.4	86	25.8	67
		15:30	31.7	67	25.8	67	36.8	57	17.4	86	25.6	67
		15:35	31.8	67	25.4	64	36.7	55	16	85	25	60
		15:40	31.7	68	24.9	60	36.8	56	15.6	84	24.6	58
		15:45	31.7	68	24.7	56	36.9	55	15.4	83	24.4	55
		15:50	31.6	66	25.7	67	32.5	65	18.5	90	25.8	68
		15:55	31.7	66	26.5	71	31.8	68	22.5	87	26.7	71
		16:00	31.8	65	25.5	67	34.8	59	19.4	86	25.6	68

ก.12 บันทึกผลการทดลอง อุณหภูมิห้อง 27 °C ที่ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 5.2 m/s

T/V	ว/ด/ป	เวลา	Channel									
			Channel 1		Channel 2		Channel 3		Channel 4		Channel 5	
			°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH	°C	%RH
		12:50	31.6	66	30.1	73	33.5	66	29.8	70	30.2	74
		12:55	31.5	68	27.4	67	35.7	58	19.9	85	27.3	67
		13:00	31.7	67	26.2	68	36.8	56	18.1	86	26.2	61
		13:05	31.6	67	24.9	61	36.7	55	17.2	85	25	59
		13:10	31.5	68	24.8	58	36.7	55	16.4	86	24.8	57
		13:15	31.4	69	24.5	56	36.9	54	16.1	85	24.6	56
		13:20	31.5	69	26.2	66	32.4	67	21.6	88	26.3	67
		13:25	31.4	68	26.7	67	31.6	69	23.4	86	26.8	67
		13:30	31.6	66	25.6	67	35.7	59	19.2	86	25.7	65
27°C / 5.2 m/s	8/9/2550	13:35	31.6	67	25	62	36.8	56	17.6	85	25.1	60
		13:40	31.8	68	24.7	58	36.5	55	16.4	85	24.8	57
		13:45	31.7	68	24.5	56	36.8	56	16.1	85	24.5	55
		13:50	31.5	69	26.2	68	32.6	67	21.5	89	26.2	68
		13:55	31.5	67	26	69	31.7	68	22.1	86	26	69
		14:00	31.6	68	25.2	67	34.8	58	19.1	86	25.3	67
		14:05	31.6	68	25	65	35.9	56	18.1	85	25	65
		14:10	31.8	67	24.7	60	36.8	55	17.4	85	24.8	62
		14:15	31.5	69	24.5	58	36.8	54	16.4	85	24.6	58
		14:20	31.7	68	24.4	55	36.9	55	16.2	84	24.5	56
		14:25	31.7	68	26.1	69	32.1	68	22.4	87	26.2	69
		14:30	31.6	68	25.9	68	31.8	65	20.5	85	25.9	68
		14:35	31.8	70	25.8	67	35.7	58	18.8	85	25.7	66
		14:40	31.5	69	25.6	65	36.5	56	17.9	86	25.6	65
		14:45	31.4	68	25.6	63	36.6	56	17.4	84	25.6	64
		14:50	31.6	67	25.3	63	36.8	55	16.9	85	25.3	63

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างการคำนวณ

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u>

การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ที่ Evaporator ณ อุณหภูมิที่ 24 °C ความเร็วของลมที่ออกจาก Evaporator 3.5 m/s

พื้นที่ทางออกของอากาศที่ Evaporator $A = 0.68 \times 0.076 \times 0.75 = 0.03876 \ m^2$

อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศที่ทางออกEvaporator = 12.7 °C

อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศที่ทางเข้า Evaporator = 23.3 °C

ความชื้นเฉลี่ยของอากาศที่ทางออกEvaporator = 75 %

ความชื้นเฉลี่ยของอากาศที่ทางเข้า Evaporator = 48 %

- นำค่าอุณหภูมิและความชื้นเฉลี่ยที่ได้ไปเปิดในไซโครเมตริกเพื่อหา จะได้

เอนทราปีเฉลี่ยของอากาศที่ทางออก Evaporator = 30 kJ/kg

เอนทราปีเฉลี่ยของอากาศที่ทางเข้า Evaporator = 45.14 kJ/kg

$v = 0.189 \ m^3/kg$

- การหาค่าอัตราการไหลของอากาศที่ออกมาจาก Evaporator จากสมการ จะได้

$$\dot{m}_a = \frac{V}{v} A$$

$$= \frac{3.5}{0.819} \times 0.03876$$

$$= 0.165 \text{ kg/s} \quad \#$$

- การหาค่าอัตราการดึงความร้อนที่ Evaporator จากสมการ จะได้

$$\dot{Q}_e = \dot{m}_a \Delta h$$

$$= 0.165 \text{ x } (45.14\text{-}30)$$

$$= 2.49 \text{ kW} \quad \#$$

การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ที่ Condenser ณ อุณหภูมิที่ 24 °C ความเร็วของลมที่ออกจาก Condenser 3.5 m/s

ความเร็วเฉลี่ยของCondenser = 2.7 m/s

พื้นที่ทางเข้าของอากาศที่Condenser $A = 0.3 \ m^2$

อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศที่ทางเข้าCondenser = 32 °C

อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศที่ทางออกCondenser = 36 °C

ความชื้นเฉลี่ยอากาศที่ทางเข้า Condenser = 69%

ความชื้นเฉลี่ยอากาศที่ทางออก Condenser = 56%

- การนำค่าอุณหภูมิและความชื้นเฉลี่ยที่ได้ไปเปิดในไซโครเมตริกเพื่อหา จะได้

เอนทราปีเฉลี่ยของอากาศที่ทางออก Condenser = 91.1381kJ/kg

เอนทราปีเฉลี่ยของอากาศที่ทางเข้า Condenser = 85.67 kJ/kg

$v = 0.8931\ m^3/kg$

- การหาค่าอัตราการไหลของอากาศที่ออกมาจาก Condenser จากสมการ จะได้

$$\dot{m}_a = \frac{V}{v} A \times 0.75$$

$$= \frac{2.7}{0.8931} \times 0.3 \times 0.75$$

$$= 0.68\ kg/s \quad \#$$

- การหาค่าอัตราการถ่ายเทความร้อนที่ Condenser จากสมการ จะได้

$$\dot{Q}_c = \dot{m}_a \Delta h$$

$$= 0.68 \times (91.1381 - 85.67)$$

$$= 3.72\ kW \quad \#$$

การคำนวณหาค่ากำลังงานที่ป้อนให้กับคอมเพรสเซอร์ ณ อุณหภูมิที่ 24 °C ความเร็วของอากาศที่อีวาปอเรเตอร์ 3.5 m/s จากสมการ จะได้

$$\dot{W}_{in} = \dot{Q}_c - \dot{Q}_e$$

$$= 3.72 - 2.49$$

$$= 1.23 \quad \#$$

การคำนวณหาค่าCOP ณ อุณหภูมิที่ 24 °C ความเร็วของลมที่ออกจาก Evaporator 3.5 m/s จากสมการ จะได้

$$COP = \frac{\dot{Q}_e}{\dot{W}_{in}}$$

$$= \frac{2.49}{1.23}$$

$$= 2.02 \quad \#$$

จากพื้นที่ทางออกของลมที่ Evaporator A = 0.03876 m^2 หรือเท่ากับ 0.422 ft^2

จาก CFM ที่ทางออก Evaporator เท่ากับ 291.18 ft^3/min

การหาค่าความร้อนสัมผัส ณ อุณหภูมิที่ 24 °C ความเร็วของลมที่ออกจาก Evaporator 3.5 m/s จากสมการ จะได้

$$RSCL = 1.1 \times CFM_S \times (T_R - T_S)$$

$$= 1.1 \times 291.18 \times (73.94 - 54.86)$$

$$= 6111.28\ BTU/hr$$

$$= 1.79\ kW$$

การหาค่าความร้อนแฝง ณ อุณหภูมิที่ 24 °C ความเร็วของลมที่ออกจาก Evaporator 3.5 m/s จากสมการ จะได้

$$RLCL = 0.68 \times CFM_S \times (W_R' - W_S')$$

$$= 0.68 \times 291.18 \times (61 - 47)$$

$$= 2772.03 \text{ BTU/hr}$$

$$= 0.81 \text{ kW}$$

การคำนวณหาค่า Sensible Heat Ratio

$$SHR = \frac{RSCL}{RSCL + RLCL}$$

$$= \frac{1.79}{1.79 + 0.81}$$

$$= 0.68$$

ประวัติผู้จัดทำโครงงาน

ชื่อ	นายเรวัตร ยาโต รหัสนิสิต 47361019
วัน เดือน ปีเกิด	29 ก.ย. 2528
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาประถมศึกษา โรงเรียนเซนต์โยเซฟศรีเพชรบูรณ์ ปีการศึกษา 2540
	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเซนต์โยเซฟศรีเพชรบูรณ์ ปีการศึกษา 2543
	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเซนต์โยเซฟศรีเพชรบูรณ์ ปีการศึกษา 2546
ชื่อ	นายโอฬาร สืบพันธุ์ รหัสนิสิต 47361043
วัน เดือน ปีเกิด	23 พ.ค. 2528
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาประถมศึกษา โรงเรียนบ้านตึก ปีการศึกษา 2540
	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนเมืองด้งวิทยา ปีการศึกษา 2543
	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเมืองด้งวิทยา ปีการศึกษา 2546