



ผลของการระบายอากาศที่มีต่อระดับความชื้นในบ้านพักอาศัยในประเทศไทย
EFFECT OF VENTILATION TO HUMIDITY LEVEL FOR HOUSEHOLDS
IN THAILAND



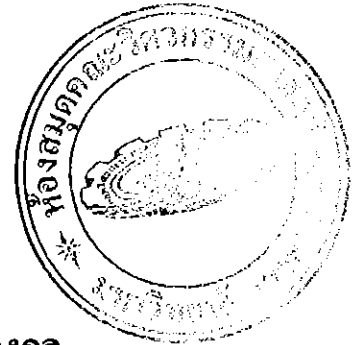
นายกฤษฎา
นายณัฐพงศ์
นายอรรถสิทธิ์

ปิ่นชัยมูล
แก้วใส
ติ้ะศรี

รหัส 52360836
รหัส 52360966
รหัส 52361512

โรงเรียนเทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์
รับที่รับ..... 2 ต.ค. 2556
เลขทะเบียน..... 16430545
เลขเรียกหนังสือ..... ฟร.
มหาวิทยาลัยอเนกนเรศวร กฐว ๗ ๒๐๕


ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอเนกนเรศวร
ปีการศึกษา 2555

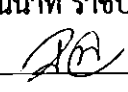


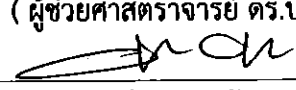
ใบรับรองโครงการวิศวกรรมเครื่องกล

ชื่อหัวข้อโครงการ	ผลของการระบายอากาศที่มีต่อระดับความชื้นใน บ้านพักอาศัยในประเทศไทย		
ผู้ดำเนินโครงการ	นายกฤษฎา	ปิ่นชัยมูล	รหัส 52360836
	นายณัฐพงศ์	แก้วใส	รหัส 52360966
	นายอรรถสิทธิ์	ตะศรี	รหัส 52361512
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ	ดร.นินนาท	ราชประดิษฐ์	
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล		
ภาควิชา	วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์		
ปีการศึกษา	มหาวิทยาลัยนเรศวร 2555		

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงการวิศวกรรมเครื่องกลฉบับนี้ เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะกรรมการสอบโครงการวิศวกรรมเครื่องกล


 _____ ที่ปรึกษาโครงการ
 (ดร.นินนาท ราชประดิษฐ์)


 _____ กรรมการ
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะนันท์ เจริญสุวรรณค์)


 _____ กรรมการ
 (ดร.อนันต์ชัย อยู่แก้ว)

หัวข้อโครงการ	:	ผลของการระบายอากาศที่มีต่อระดับความชื้นใน บ้านพักอาศัยในประเทศไทย
ดำเนินโครงการ	:	นายกฤษฎา ปิ่นชัยมูล รหัส 52360836 นายณัฐพงศ์ แก้วใส รหัส 52360966 นายอรรถสิทธิ์ ต๊ะศรี รหัส 52361512
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ	:	ดร. นินนาท ราชประดิษฐ์
สาขาวิชา	:	วิศวกรรมเครื่องกล
ภาควิชา	:	วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา	:	2555

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาผลของการระบายอากาศที่มีต่อระดับความชื้น เพื่อดูผลของการระบายอากาศที่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องภายในที่พักอาศัย เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องเป็นตัวแปรสำคัญต่อ Thermal Comfort และ IAQ โดยทำการศึกษาปัจจัยจากสภาวะอากาศภายนอกที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา รวมถึงรูปแบบของการนำอากาศเข้ามาระบายภายในห้อง นอกจากนี้ยังดูผลกระทบการทำงานและหยุดการทำงานของ Compressor และการตั้งอุณหภูมิการปรับอากาศของห้องที่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องอีกด้วย

โดยในการทดลองทำการเก็บข้อมูลในช่วงเวลา 21.00 น. – 6.00 น. และแบ่งรูปแบบการระบายอากาศเป็น 3 รูปแบบคือ ไม่มีการระบายอากาศ มีการระบายอากาศผ่าน Evaporator โดยตรงและมีการระบายอากาศเข้าห้องโดยตรงกับการระบายอากาศเข้า Evaporator อย่างละครึ่ง โดยจะบันทึกข้อมูลทุก 1 นาที และ 5 นาที เพื่อนำผลของความชื้นสัมพัทธ์ไปเปรียบเทียบในแต่ละการทดลองและสรุปผล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องเปลี่ยนแปลงตามความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก ถ้ามีการนำอากาศเข้ามาระบายความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องจะสูง เมื่อเครื่องปรับอากาศหยุดทำงานความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องก็จะสูงด้วยและที่อุณหภูมิ 24 °C จะมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าที่อุณหภูมิ 25 °C

Project Title : Effect of Ventilation to Humidity Level
for Households in Thailand

Manipulator : Mr. Khitsada Pinchaimoon ID. 52360836
: Mr. Nattapong Kaewsai ID. 52360966
: Mr. Atthasit Tasri ID. 52361512

Project Advisor : Dr. Ninnart Ratchapradit

Department : Mechanical Engineering
Naresuan University

Academic Year : 2012

Abstract

This project is an experiment to study the effect of ventilation on the humidity level. That sees the effect of ventilation influence the humidity in the room within the residence. The relative humidity in the room is the key factor for Thermal Comfort and IAQ study of the changing external environment, including the form of the air entering vents in the room. Also see the impact of the on and off the Compressor and the temperature of the room air humidity affects the room.

The experimental data collected during 21.00 am - 6.00 pm, and the form of the three types of ventilation, no ventilation. The Evaporator airflow through the vents and into the air directly into the Evaporator half will save every 1 minute and 5 minutes to compare the effect of humidity on the experimental results.

The analysis of the data showed that the relative humidity inside the humidity outside. If air is introduced into the exhaust air humidity is high. When the compressor off relative humidity inside is high and the temperature is 24 °C and the relative humidity at a temperature higher than 25 °C.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ดำเนินโครงการขอขอบพระคุณคณะบุคคลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ ให้คำปรึกษาให้โครงการประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ซึ่งได้แก่

- | | | |
|---|-------------|-------------------------|
| 1. ดร. นินนาท | ราชประดิษฐ์ | อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ |
| 2. ผศ.ดร.ปิยะนันท์ | เจริญสวรรค์ | กรรมการสอบโครงการ |
| 3. ดร. อนันต์ชัย | อยู่แก้ว | กรรมการสอบโครงการ |
| 4. คณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ตลอดจนคำแนะนำ | | |

สุดท้ายนี้กลุ่มของข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ทั้งผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้เสมอมา



คณะผู้จัดทำโครงการ

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงการ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ-ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
สารบัญกราฟ	ณ
สารบัญสัญลักษณ์	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตการทำโครงการ	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.6 แผนการดำเนินงาน	3
1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงการ	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	
2.1 วรรณกรรมปริทรรศน์	4
2.2 วัฏจักรการทำความเย็นด้วยวิธีอัดไอแบบอัดมคติ (Ideal Vapor-Compression Refrigeration Cycle)	5
2.3 สภาวะความน่าสบาย (Thermal Comfort)	8
2.4 Indoor Air Quality Comfort and Health (IAQ)	9
2.5 การประยุกต์ใช้โครเมตริก	10
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 ห้องทดลอง, อุปกรณ์และเครื่องมือวัด	14
3.2 ขั้นตอนการทดลอง	19
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์	
4.1 ผลของสภาวะอากาศภายนอกที่มีผลต่อสภาวะอากาศภายในห้องปรับอากาศภายในที่พักอาศัย	21

สารบัญ(ต่อ)

4.2 การเปลี่ยนแปลงสภาวะของความชื้นสัมพัทธ์ของห้องปรับอากาศในที่พักอาศัย ตาม ช่วงเวลา	23
4.3 รูปแบบการระบายอากาศที่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้อง	26
4.4 การเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์เมื่อคอมเพรสเซอร์ทำงานกับหยุดการทำงาน	28
4.5 ผลกระทบเนื่องจากการตั้งอุณหภูมิการปรับอากาศที่ต่างกัน	29
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	
5.1 สรุปผลการทดลอง	31
5.2 ข้อเสนอแนะ	32
5.3 แนวทางการพัฒนา	32
เอกสารอ้างอิง	33
ภาคผนวก ก	34
ภาคผนวก ข	63
ภาคผนวก ค	66
ภาคผนวก ง	73
ประวัติผู้จัดทำโครงการ	75



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 รายละเอียดการดำเนินงาน	3
1.2 รายละเอียดงบประมาณ	3
ก. 1 ตารางแสดงเงื่อนไขการทดลอง	35
ก. 2 ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 5 นาที เวลา 21.00 น. – 06.00 น	36
ก. 3 ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 1 นาที เวลา 21.00 น. – 06.00 น	41
ข. 1 Outdoor air requirements for ventilation	64
ข. 2 อัตราการระบายอากาศในกรณีที่มีระบบปรับสภาวะอากาศ	65



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของประเทศไทย (ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา ปี 2555)	1
2.1 วัฏจักรการทำความเย็นด้วยวิธีอัดไอแบบอุดมคติ	5
2.2 แผนภูมิความดัน - เอนทัลปี	6
2.3 ช่วงของสภาวะน่าสบาย (Thermal Comfort)	9
2.4 ความชื้นสัมพัทธ์กับการเจริญเติบโตของเชื้อโรค	10
2.5 การอ่านค่าอุณหภูมิจุดน้ำค้าง	11
2.6 ตัวอย่างการอ่านค่าความชื้นสัมพัทธ์	11
2.7 การทำงานของระบบปรับอากาศแบบผสม	13
3.1 แสดงรายละเอียดของห้องทดลองและจุดติดตั้งเครื่องมือวัด	14
3.2 เครื่องปรับอากาศแบบผสมอากาศ	15
3.3 สายไฟ	16
3.4 สาย LAN	16
3.5 เครื่อง AP-LOG	17
3.6 บอร์ด AP 170x	17
3.7 AP 1701	18
3.8 Vane meas probe	18
ข. 1 แสดงการต่อสายสัญญาณกับขั้วต่อ RS-485	67
ข. 2 แสดงหน้าจอเมนูเครื่อง AP - LOG	68
ข. 3 แสดงหน้าโปรแกรมของเครื่อง AP - LOG	69
ข. 4 แสดงการใส่รหัสผ่านของเครื่อง AP - LOG	70
ข. 5 แสดงการเปลี่ยนรหัสผ่านของเครื่อง AP - LOG	70
ข. 6 แสดงการตั้งเวลาวันที่ของเครื่อง AP - LOG	71
ข. 7 แสดงหน้าจอ Monitor แสดงค่าอุณหภูมิ + ความชื้น Min, Max	72
ข. 8 แสดงหน้าจอ Monitor แสดงค่าอุณหภูมิ + ความชื้น Min, Max	72

สารบัญญกราฟ

กราฟที่	หน้า
4.1 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกกับความชื้นสัมพัทธ์ในห้องปรับอากาศ	20
4.2 การเปรียบเทียบอุณหภูมิภายนอกและอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศ	21
4.3 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องและภายในห้องในช่วงหัวค่ำ(Night) กลางดึก (Midnight) และเช้ามืด (Morning)	22
4.4 การเปรียบเทียบความชื้นจำเพาะภายนอกห้องและภายในห้องในช่วงหัวค่ำ(Night) กลางดึก (Midnight) และเช้ามืด (Morning)	23
4.5 การเปรียบเทียบ ความชื้นจำเพาะ ของอากาศภายในห้องปรับอากาศกับ อากาศภายนอก	24
4.6 การเปรียบเทียบสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องในช่วงหัวค่ำ(Night) กลางดึก (Midnight) และเช้ามืด (Morning) กับ ช่วง Thermal Comfort	24
4.7 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกกับความชื้นสัมพัทธ์ในห้องปรับอากาศที่ ไม่มีการ ระบายอากาศ มีการระบายอากาศเข้า Evaporator โดยตรง และระบายอากาศเข้าห้อง และ Evaporator อย่างละครั้ง	25
4.8 การเปรียบเทียบสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ในห้องปรับอากาศที่ไม่มีการระบายอากาศ มีการ ระบายอากาศเข้า Evaporator โดยตรง และระบายอากาศเข้าห้อง และ Evaporator ในปริมาณที่เท่ากัน กับ ช่วง Thermal Comfort	26
4.9 การเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องระหว่างช่วงที่คอมเพรสเซอร์ทำงาน (Comp On) กับหยุดการทำงาน (Comp Off)	27
4.10 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกกับความชื้นสัมพัทธ์ในห้องปรับอากาศที่ อุณหภูมิเครื่องปรับอากาศ 24 และ 25 °C	28
4.11 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ที่ อุณหภูมิเครื่องปรับอากาศ 24 และ 25 °C กับช่วง Thermal Comfort	29

รายการสัญลักษณ์

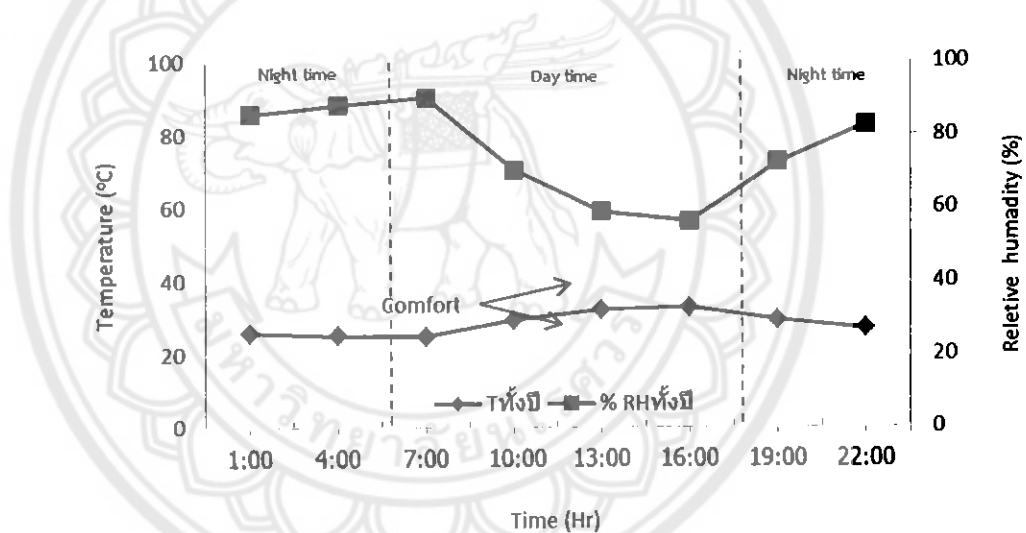
สัญลักษณ์	คือ	หน่วย
$\dot{W}_{comp,in}$	กำลังที่ให้กับ Compressor	kW
h	เอนทัลปีขาเข้าและขาออกจาก Compressor	kJ/kg
\dot{m}	อัตราการไหลของสารที่ทำงาน	kg/s
\dot{Q}_H	อัตราการถ่ายเทความร้อนของ Condenser	kW
\dot{Q}_L	อัตราการถ่ายเทความร้อนของ Evaporator	kW
COP_R	ประสิทธิภาพของเครื่องทำความเย็น	-
COP_{HP}	ประสิทธิภาพของปั๊มความร้อน	-
P	คือ ความดันรวม	Pa
P_v	คือ ความดันของอากาศแห้ง	Pa
P_a	คือ ความดันของไอน้ำ	Pa
ω	คือ ความชื้นจำเพาะ	kg _{water vapor} /kg _{dry air}
m_v	คือ มวลของไอน้ำ	g/kg
m_a	คือ มวลของอากาศแห้ง	g/kg
T	คือ อุณหภูมิ	°C
RH	คือ ความชื้นสัมพัทธ์	%
cfm	คือ ความเร็วลม	cfm
oa	คือ outside air	-
ma	คือ mix air	-
ea	คือ entering apparatus air	-
la	คือ leaving apparatus air	-
sa	คือ supply air	-
exa	คือ exhaust air	-
ra	คือ return air	-
fa	คือ fresh	-

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

เนื่องด้วยปัจจุบันการปรับอากาศภายในบ้านพักอาศัย มักจะประสบปัญหาหลายๆ ด้าน ทั้งในด้านการระบายอากาศ การรั่วไหลของอากาศ การควบคุมปริมาณฝุ่นละออง และความชื้น กล่าวคือแทรกเข้าตามช่องว่างต่างๆ ปัญหานี้เกิดจากการขาดความเข้าใจ การเอาใจใส่ และการติดตั้งของผู้จัดจำหน่ายเครื่องปรับอากาศในปัจจุบัน



รูปที่ 1.1 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของประเทศไทย (ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา ปี 2555)

จากรูปที่ 1.1 จะเห็นว่าในช่วงกลางวันอุณหภูมิจะสูง ความชื้นสัมพัทธ์จะต่ำ และในช่วงเวลากลางคืนอุณหภูมิจะต่ำแต่ความชื้นสัมพัทธ์จะสูง จากรูปจะพบว่าภาระเครื่องปรับอากาศจะมีมากในช่วงกลางวัน เครื่องปรับอากาศจึงถูกออกแบบมาเพื่อรับภาระในช่วงเวลากลางวัน แต่คนส่วนมากในบ้านพักอาศัยมักจะใช้เครื่องปรับอากาศช่วงเวลากลางคืนโดยช่วงกลางคืนนั้นจะมีอุณหภูมิต่ำ ความชื้นสูง ซึ่งจะอยู่นอกช่วงสภาวะความรู้สึกสบายเนื่องจากความชื้นสูงอาจจะทำให้เรารู้สึกไม่สบายตัวและยังมีผลไปถึงการเจริญเติบโตของเชื้อโรค เชื้อแบคทีเรียและจุลินทรีย์ ส่วนใหญ่จะเจริญเติบโตในความชื้นสูง โดยช่วงที่เหมาะสมแก่ที่พักอาศัยสำหรับมนุษย์อยู่ที่ 30 - 60 % RH เหมาะสมตาม ASHRAE Standard 62-2001

จึงมีแนวคิดที่ทำโครงการนี้ขึ้นมาเพื่อศึกษาผลของการระบายอากาศที่มีต่อระดับความชื้นในบ้านพักอาศัยรวมถึงรูปแบบการนำอากาศระบายเข้ามาในห้อง นอกจากนี้ยังดูผลกระทบเนื่องจากการทำงานและหยุดการทำงานของ Compressor และการตั้งอุณหภูมิการปรับอากาศของห้อง โดยโครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยของ ดร.นินนาท ราชประดิษฐ์

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อศึกษาผลของการระบายอากาศที่มีต่อระดับความชื้นในบ้านพักอาศัย

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 ได้รู้และมีความเข้าใจหลักการทำงานของระบบระบายอากาศมากขึ้น
- 1.3.2 ทราบผลของการระบายอากาศที่มีต่อระดับความชื้นในบ้านพักอาศัย

1.4 ขอบเขตการทำโครงการ

- 1.4.1 ทำการทดลองกับห้องที่ติดตั้งระบบปรับอากาศภายในบ้านขนาด 4 เมตร x 6 เมตร x 3 เมตร
- 1.4.2 ศึกษาผลของอากาศระบายภายนอกในช่วงเวลา 21.00 น. – 6.00 น, อุณหภูมิที่ 24°C และ 25° ที่มีต่อความชื้นสัมพัทธ์
- 1.4.3 ใช้การระบายอากาศปริมาณ 45 cfm.

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1.5.1 ขอข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิและความชื้นเฉลี่ยทั้งปี ในปี 2555 จากกรมอุตุนิยมวิทยา
- 1.5.2 เก็บข้อมูลจากการทดลอง โดยเก็บอุณหภูมิและความชื้น
 - ก. เก็บข้อมูลจากห้องที่ไม่มีระบบระบายอากาศ
 - ข. เก็บข้อมูลจากห้องที่มีการระบายอากาศเข้า Evaporator โดยตรง
 - ค. เก็บข้อมูลจากห้องที่มีการระบายอากาศเข้า Evaporator กับเข้าห้องในปริมาณที่เท่ากัน
- 1.5.3 นำข้อมูลที่ได้นำวิเคราะห์และเปรียบเทียบเพื่อหาผลของการระบายอากาศที่มีต่อระดับความชื้น
- 1.5.4 สรุปผลที่ได้จากการทดลอง

1.6 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 รายละเอียดการดำเนินงาน

กิจกรรม	2555					2556		
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1. หาข้อมูลเกี่ยวกับโครงการ								
2. หาวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ทำโครงการ								
3. ทดลองวัดความชื้นและอุณหภูมิ								
4. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง								
5. สอบโครงการ								
6. ทำรูปเล่มโครงการ								

1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงการ

ตารางที่ 1.2 รายละเอียดงบประมาณ

ลำดับ	รายการ	ราคา
1	ค่าถ่ายเอกสาร	500.-
2	ค่าอุปกรณ์ต่างๆ	1,500.-
3	ค่าทำรูปเล่ม	1,000.-
	รวมเป็นเงินทั้งสิ้น	3,000.-

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 วรรณกรรมปริทรรศน์

คุณภาพของอากาศภายในที่พักอาศัย ควรจะต้องคำนึงถึงสภาวะความน่าสบาย ความสะอาดของอากาศและคุณวรวิชัย สิงหนาท^[1] ได้ทำการศึกษาคุณภาพของอากาศภายในอาคารโดยการควบคุมคุณภาพภายในอาคารให้เป็นระบบปิด ได้ใช้หลักทางวิศวกรรม โดยการเติมอากาศดีเพื่อไปเจือจางอากาศไม่บริสุทธิ์ กำหนดทิศทางการไหลของอากาศ โดยการติดพัดลมเติมอากาศจากภายนอกอาคารเข้าห้องพักโดยการกรองสิ่งปนเปื้อน ซึ่งจะทำให้อากาศภายในห้องสะอาด และความดันมากกว่าในห้องน้ำและบริเวณภายนอกห้อง ทำให้สามารถแก้ปัญหาเรื่องกลิ่นของห้องน้ำได้

ในระบบปรับอากาศสิ่งสำคัญอีกอย่างที่ต้องคำนึงถึงคือการประหยัดพลังงาน โดย ดร. ไพบุลย์ หังสพฤกษ์^[2] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศโดยการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบปรับอากาศอย่างคุ้มค่าและคุ้มค่าการลงทุน เลือกใช้สีอ่อนแทนสีเข้ม ใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอากาศเย็นที่จะทิ้งกับอากาศร้อนจากภายนอกเพื่อปรับอุณหภูมิก่อนเข้าเครื่องปรับอากาศ จากการเลือกใช้วัสดุที่กล่าวมานี้จะช่วยประหยัดพลังงานได้อย่างมากทำให้คุ้มค่าในการติดตั้งระบบปรับอากาศ

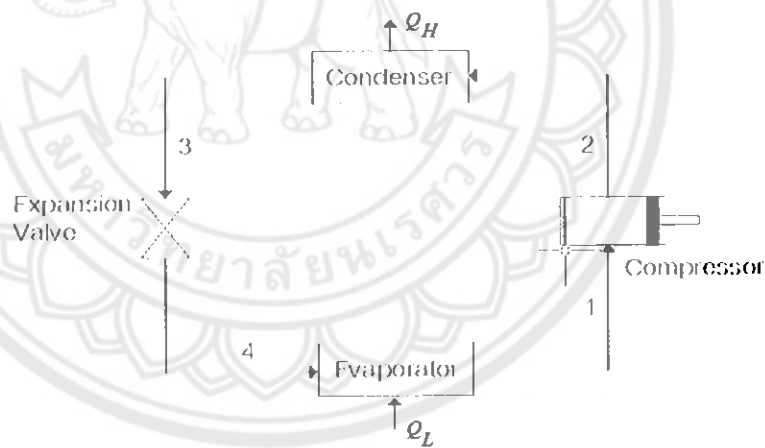
การทำให้เครื่องปรับอากาศใช้พลังงานน้อยที่สุด เป็นอีกวิธีในการลดภาระค่าใช้จ่าย คุณ ทวีศักดิ์ อรุณราชกูร์^[3] ได้ทำการศึกษาการควบคุมความชื้นและเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นซึ่งจะส่งผลให้สูญเสียพลังงานที่ใช้ในระบบปรับอากาศน้อยลง ทดลองโดยนำชิ้นส่วนเครื่องปรับอากาศมาดัดแปลงและนำเอาท่อความร้อนมาประกอบรวมกับระบบปรับอากาศ ซึ่งท่อความร้อนจะทำงานโดยอาศัยความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศที่ระบายทิ้งและอากาศใหม่ที่เข้าสู่ห้องเพื่อแลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งยังสามารถลดอุณหภูมิก่อนเข้าคอยล์เย็นได้อีกด้วย ทำให้ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศดีขึ้นและเครื่องปรับอากาศใช้พลังงานน้อยลง

คุณปริญวดี บัณฑิตยานนท์^[4] ได้ศึกษาเปรียบเทียบระบบปรับอากาศแบบต่างๆแล้วสรุปว่าการทำความเย็นเบื้องต้นโดยใช้ระบบ EVAP สำหรับระบบปรับอากาศแบบ air cooled สามารถช่วยในเรื่องของการประหยัดต้นทุนในการติดตั้งระบบปรับอากาศใหม่และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในเรื่องทำความเย็น ประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้และยังสามารถยืดอายุการใช้งานของระบบปรับอากาศให้ยาวนานขึ้น

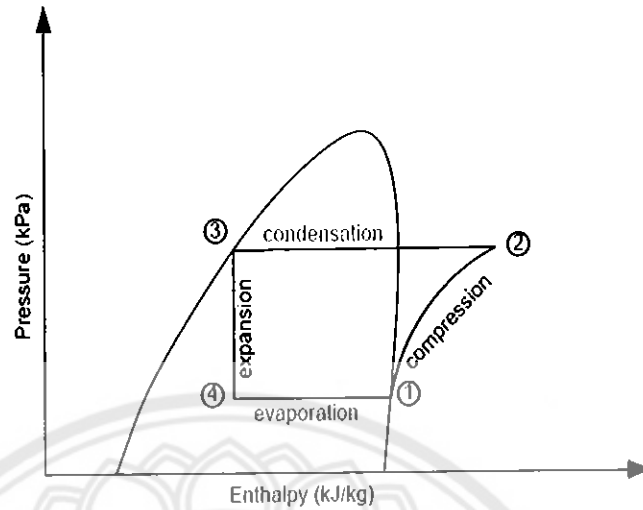
การยืดอายุการใช้งานเครื่องปรับอากาศให้ยาวนานขึ้นโดย คุณชัชวาลย์ คุณคำชู^[5] ได้ศึกษาการยืดอายุเครื่องปรับอากาศด้วยวิธีการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยทำความสะอาดชุดคอยล์ร้อนและส่วนชุดเป่าลมเย็น ด้วยการใช้ผ้าสะอาดทำความสะอาด ล้างแผงกรองอากาศ ใช้เครื่องดูดฝุ่นหรือเครื่องเป่าทำความสะอาดพัดลมเป่าลมเย็น และตรวจสอบสภาพโดยรวมของเครื่องปรับอากาศว่ามีส่วใดชำรุดเสียหายหรือไม่ถ้ามีก็ทำการซ่อมบำรุง ผลที่ได้จากการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศอย่างถูกวิธีสามารถช่วยยืดระยะเวลาในการใช้งานและทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศเป็นปกติ

2.2 วงจรการทำความเย็นด้วยวิธีอัดไอแบบอุดมคติ (Ideal Vapor Compression Refrigeration Cycle)^{[6][7]}

วงจรการทำความเย็นด้วยวิธีอัดไอแบบอุดมคตินี้ จะเป็นวงจรที่ใช้สารทำงานเป็นส่วนประกอบระหว่างไอและของเหลว โดยของเหลวจะกลายเป็นไอให้สมบูรณ์ก่อนการอัดตัว และใช้ Expansion Valve เป็นอุปกรณ์ลดความดัน ทำให้ไอขยายตัว และการทำงานของวงจรนี้จะมี Compressor และ Expansion Valve เป็นตัวแบ่งเขตระหว่างด้านที่ความดันสูงและด้านที่ความดันต่ำ



รูปที่ 2.1 วงจรการทำความเย็นด้วยวิธีอัดไอแบบอุดมคติ



รูปที่ 2.2 แผนภูมิความดัน - เอนทัลปี

กระบวนการ 1-2 เป็นกระบวนการอัดตัวแบบ Isentropic
 กระบวนการ 2-3 เป็นกระบวนการถ่ายเทความร้อนที่ความดันคงที่
 กระบวนการ 3-4 เป็นกระบวนการขยายตัวหรือกระบวนการลดความดัน
 กระบวนการ 4-1 เป็นกระบวนการรับความร้อนที่ความดันคงที่ซึ่งทำให้สารทำความเย็นเดือดจนกลายเป็นไออิ่มตัว

ซึ่งส่วนประกอบสำคัญของเครื่องทำความเย็นด้วยวิธีอัดไอแบบอุดมคติจะประกอบด้วย 4 ส่วนประกอบ คือ

2.2.1 คอมเพรสเซอร์ (Compressor) หรือปั๊มที่ใช้เพิ่มความดัน ซึ่งจะเป็นตัวเพิ่มพลังงานของสารจากก๊าซที่มีความดันและอุณหภูมิต่ำไปเป็น ก๊าซที่มีความดันและอุณหภูมิสูงสารจะไหลไปตามท่อเข้า Condenser จาก 1 ไป 2 ไอจะถูกอัดตามกระบวนการ อะเดียบาติก (Adiabatic Process) หรือ กระบวนการไอเซนโทรปิก (Isentropic Process) ไม่มีการถ่ายเทความร้อนเข้าออกจากคอมเพรสเซอร์และเอนโทรปีคงที่

$$\dot{W}_{comp,in} = \dot{m}(h_2 - h_1) \dots\dots\dots (2.1)$$

โดยที่	$\dot{W}_{comp,in}$	คือ กำลังที่ให้กับ Compressor (kW)
	h_2, h_1	คือ เอนทัลปีขาเข้าและขาออกจาก Compressor (kJ/kg)
	\dot{m}	คือ อัตราการไหลของสารที่ทำงาน (kg/s)

2.2.2 คอนเดนเซอร์ (Condenser) ทำหน้าที่ลดอุณหภูมิของสารทำความเย็นที่มาจากคอมเพรสเซอร์จากกระบวนการ 2 ไป 3 ไลจะคายความร้อน \dot{Q}_H จากภายใน คอนเดนเซอร์จะการคายความร้อนที่สภาวะความดันคงที่ (Isobaric Process) ให้กับสิ่งแวดล้อม

$$\dot{Q}_H = \dot{m}(h_2 - h_3) \dots\dots\dots (2.2)$$

โดยที่	\dot{Q}_H	คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนของ คอนเดนเซอร์ (kW)
	h_2, h_3	คือ เอลทาลปีขาเข้าและขาออกจาก คอนเดนเซอร์ (kJ/kg)

2.2.3 เอ็กแพนชันวาล์ว (Expansion Valve) จะทำหน้าที่เปลี่ยนของเหลวให้ไปเป็นก๊าซอย่างรวดเร็ว สังเกตจากกระบวนการที่ 3 ไป 4 สารที่ผ่านมานั้น จะขยายตัวแบบ อะเดียบติก เกิดกระบวนการ Throttling ซึ่งเอลทาลปีขาเข้าและขาออกของเอ็กแพนชันวาล์วจะเท่ากัน คือ $h_3 = h_4$

2.2.4 อีวาโปเรเตอร์ (Evaporator) ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนความร้อน โดยดูดซับความร้อนภายในห้องมาสู่สารทำความเย็น จะเป็นการดูดความร้อน \dot{Q}_L แบบไอโซเทอร์มอล

$$\dot{Q}_L = \dot{m}(h_1 - h_4) \dots\dots\dots (2.3)$$

โดยที่	\dot{Q}_L	คือ อัตราการถ่ายเทความร้อนของ อีวาโปเรเตอร์ (kW)
	h_1, h_4	คือ เอลทาลปีขาเข้าและขาออกของเครื่อง ทำระเหย (kJ/kg)

ประสิทธิภาพของเครื่องทำความเย็น Coefficient of performance ของเครื่องทำความเย็นคือ

$$COP_R = \frac{\dot{Q}_L}{\dot{W}_{comp,in}} = \frac{(h_1 - h_4)}{(h_2 - h_1)} \dots\dots\dots (2.4)$$

โดยที่	COP_R	คือ ประสิทธิภาพของเครื่องทำความเย็น
--------	---------	-------------------------------------

ประสิทธิภาพของปั๊มความร้อน

$$COP_{HP} = \frac{\dot{Q}_H}{\dot{W}_{comp,in}} = \frac{(h_2 - h_3)}{(h_2 - h_1)} \dots \dots \dots (2.5)$$

โดยที่ COP_{HP} คือ ประสิทธิภาพของปั๊มความร้อน

2.3 สภาวะความน่าสบาย (Thermal Comfort)^[8]

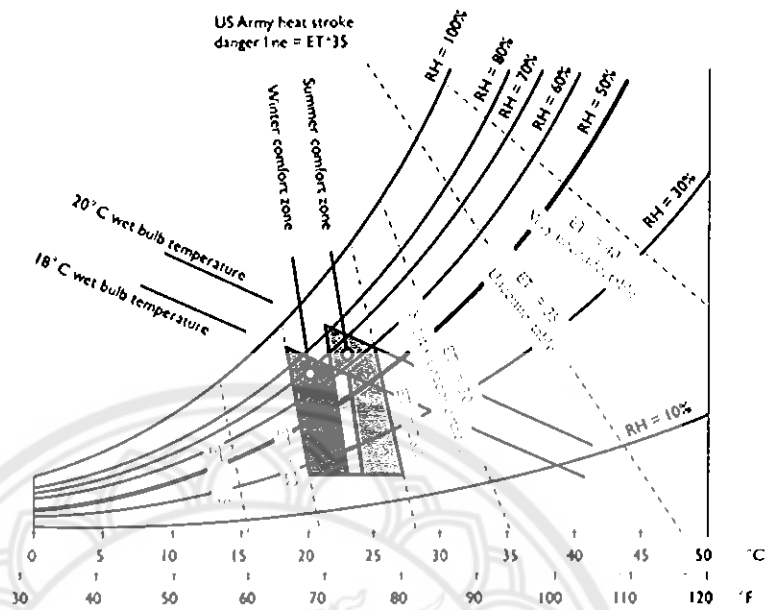
ผู้คนส่วนใหญ่ในปัจจุบันนั้นจะทำทุกอย่างเพื่อที่จะได้มาซึ่งความสบายโดยการทำให้ร่างกายของคนเราเกิดความสบายเช่น การเลือกที่จะอยู่ใต้ร่มไม้มากกว่าการที่จะอยู่กลางแจ้งแดด เพื่อให้ร่างกายของคนเรานั้นเกิดความรู้สึกสบายมากที่สุด มีการแบ่งองค์ประกอบของการเกิดความน่าสบายได้หลายด้านคือ

2.3.1. ด้านสภาพแวดล้อม เนื่องด้วยสภาพแวดล้อมนั้นก็มีปัจจัยหลายอย่างที่จะทำให้คนเรานั้นรู้สึกสบายคือ

- อุณหภูมิ คือ อุณหภูมิที่คนเรารู้สึกสบายมากที่สุดนั้นก็อยู่ที่ประมาณ 24 – 26 องศาเซลเซียส
- ความชื้นสัมพัทธ์ คือ อัตราส่วนของความดันไอน้ำที่ปริมาณไอน้ำจริงในอากาศต่อความดันไอน้ำที่ปริมาณไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิเดียวกัน
- ความเร็วและทิศทางของลม ถ้าพูดถึงในการออกแบบระบบปรับอากาศนั้น เราควรติดตั้งเครื่องปรับอากาศให้อยู่ในแนวเดียวกับพัดลมระบายอากาศ เพื่อให้ง่ายต่อการระบายอากาศ ส่วนความเร็วลมที่มนุษย์รู้สึกสบายนั้นจะอยู่ประมาณ 0.25 – 0.50 m/s
- การแผ่รังสีความร้อนคือการถ่ายเทความร้อนจากอุณหภูมิสูงไปยังอุณหภูมิต่ำ เช่น ในร่างกายของมนุษย์จะมีอุณหภูมิประมาณ 37 องศาเซลเซียส เมื่อเราเดินเข้าไปในห้องปรับอากาศที่ระบบกำลังทำงาน จะทำให้ที่ผิวหนังของเราเกิดการแผ่รังสีและร่างกายของเราจะมีการปรับอุณหภูมิในตัวเราเพื่อให้เกิดความสบายที่สุดโดยอัตโนมัติ

2.3.2. มนุษย์ ก็จะแบบออกเป็น 2 ด้าน

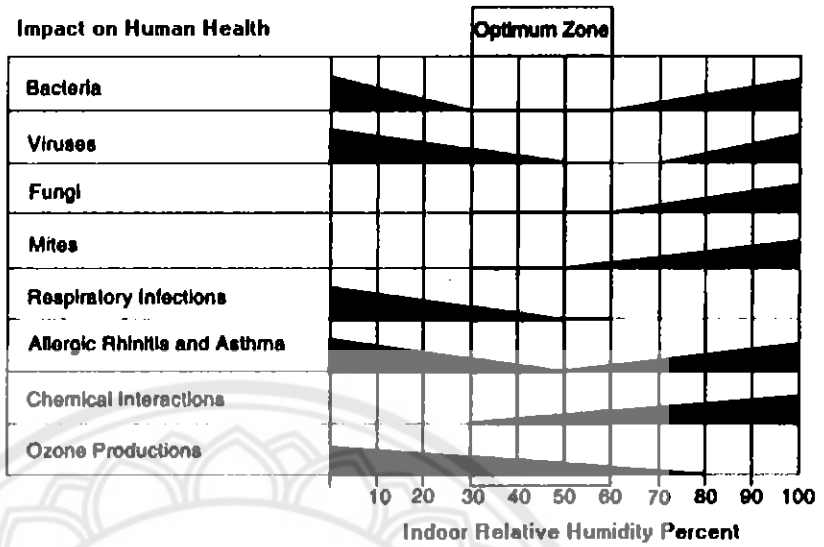
- กิจกรรม ในการทำกิจกรรมต่างๆของคนเรานั้นจะมีกิจกรรมที่แตกต่างกันไป และทำให้ค่าความสบายของคนเราแตกต่างกันไปด้วยตามแต่ละในการกิจกรรมในแต่ละคน
- เสื้อผ้า ในแต่ละสีก็จะมีค่าความร้อนที่แตกต่างกันออกไปเช่น เสื้อสีดำก็จะมีค่าความร้อนมากกว่าเสื้อสีอื่น ทำให้ใส่แล้วจะเกิดความรู้สึกร้อนมากกว่าเสื้อสีอื่น



รูปที่ 2.3 ช่วงของสภาวะน่าสบาย (Thermal Comfort)

2.4 Indoor Air Quality (IAQ)^[8]

ในปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศที่มีโรงงานอุตสาหกรรมหลายแห่ง ไม่ว่าจะเป็นในด้านการผลิต ทางด้านการบริโภค ฯลฯ อีกทั้งประเทศไทยนั้นยังเป็นประเทศที่มีผู้คนหนาแน่นพอสมควร และเนื่องด้วยปัจจัยหลายอย่างเหล่านี้จะทำให้เกิดมลพิษในอากาศ จึงเป็นสาเหตุให้อากาศภายนอกที่มีมลพิษ เกิดการรั่วไหลผ่านเข้ามาในห้องปรับอากาศโดยผ่านเข้ามาตามขอบหน้าต่าง ตามรอยแตกของผนังบ้าง จึงทำให้อากาศในห้องเป็นพิษเกินกว่าที่มนุษย์จะรับได้ จึงทำให้อากาศภายในห้องมีคุณภาพต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ทำให้เกิดอาการเจ็บป่วยต่างๆ เช่น ไอ จาม แสบตา ซึ่งโรคเหล่านี้เรียกว่า Sick Building Syndrome ซึ่งถือได้ว่าโรคนี้เป็นโรคที่ติดต่อและแพร่กระจายได้ง่ายในอากาศ ด้วยเหตุนี้เองจึงได้มีการออกแบบพัฒนาระบบปรับอากาศภายในห้อง ให้ห้องมีมลพิษไม่เกิน 20% โดยการเติมอากาศเข้าไปในห้องแล้วระบายอากาศออกบางส่วนเพื่อปรับความชื้นสัมพัทธ์ ดังนั้นความชื้นเป็นตัวแปรสำคัญที่จะต้องควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมตาม ASHRAE Standard 62-2001^[9] คือ 30%RH - 60%RH ตามรูปที่ 2.7 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นที่มีต่อเชื้อโรคต่างๆ ถ้าช่วงความชื้นสัมพัทธ์สูงหรือต่ำกว่านี้จะทำให้มนุษย์เราเกิดความเสียดังติดเชื่อโรคต่างๆ ได้เช่น แบคทีเรีย โรคภูมิแพ้ เยื่อจมูกอักเสบ เป็นต้น



รูปที่ 2.4 ความชื้นสัมพัทธ์กับการเจริญเติบโตของเชื้อโรค

2.5 การประยุกต์ใช้โครเมตริก^[8]

ตามหลักทางเทอร์โมไดนามิกส์แล้ว อากาศชื้น = อากาศแห้ง + ไอน้ำ

2.5.1 ความชื้นจำเพาะหรือสัดส่วนความชื้น (Humidity Ratio) หมายถึงมวลของไอน้ำต่อมวลของอากาศแห้ง (g/kg)

$$\omega = \frac{m_v}{m_a} = \frac{P_v / R_v T}{P_a / R_a T} = \frac{P_v / R_v}{P_a / R_a} = 0.622 \frac{P_v}{P_a} \dots\dots (2.6)$$

$$\therefore P = P_a + P_v$$

$$\omega = \frac{0.622 P_v}{P - P_v} \text{ (kg water vapor/kg dry air)} \dots\dots\dots (2.7)$$

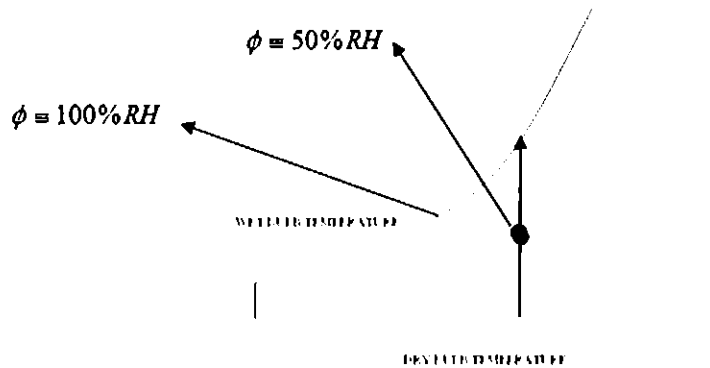
โดยที่

- P คือ ความดันรวม (Pa)
- P_v คือ ความดันของอากาศแห้ง (Pa)
- P_a คือ ความดันของไอน้ำ (Pa)
- ω คือ ความชื้นจำเพาะ (kg water vapor/kg dry air)
- m_v คือ มวลของไอน้ำ (g/kg)
- m_a คือ มวลของอากาศแห้ง (g/kg)

2.5.2 อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Dew-point Temperature) เป็นอุณหภูมิที่ไอน้ำในอากาศเริ่มกลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำ (โดยที่ความดันต้องเท่าเดิม)



2.5.3 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) หมายถึงอัตราส่วนของความดันไอที่ปริมาณไอน้ำจริงในอากาศต่อความดันไอที่ปริมาณไอน้ำอิ่มตัวที่อุณหภูมิเดียวกัน



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการอ่านค่าความชื้นสัมพัทธ์

$$\omega = \frac{m_v}{m_a} = \frac{P_v / R_v T}{P_{sat}@T} = \frac{P_v / R_v}{P_a / R_a} = \frac{P_v}{P_{sat}@T} \dots\dots\dots (2.9)$$

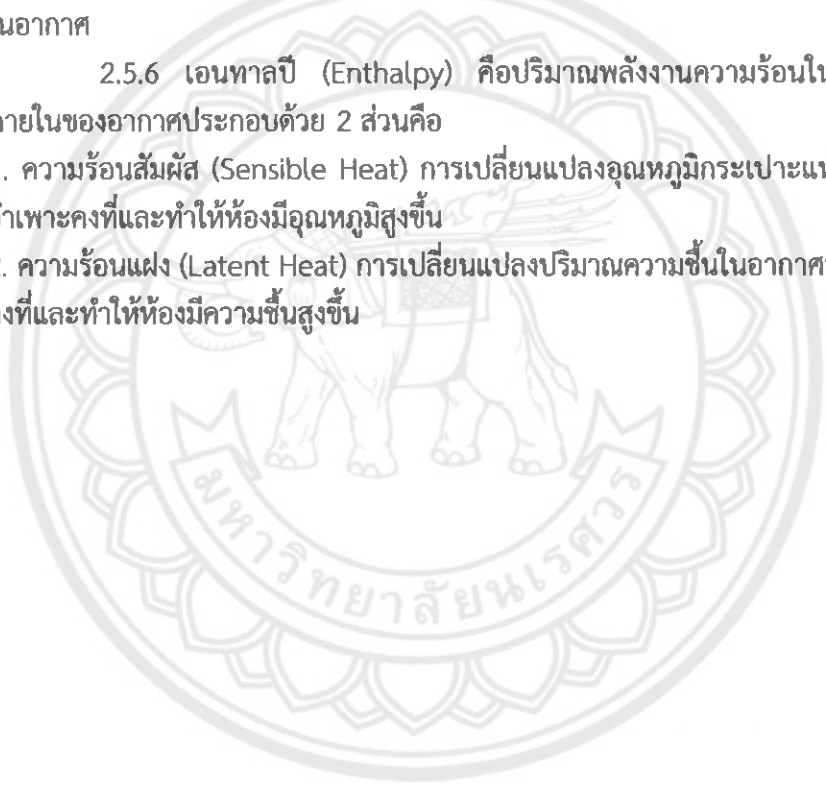
โดยที่ $P_{sat}@T$ คือ ความดันที่เปิดจากตาราง (Pa)

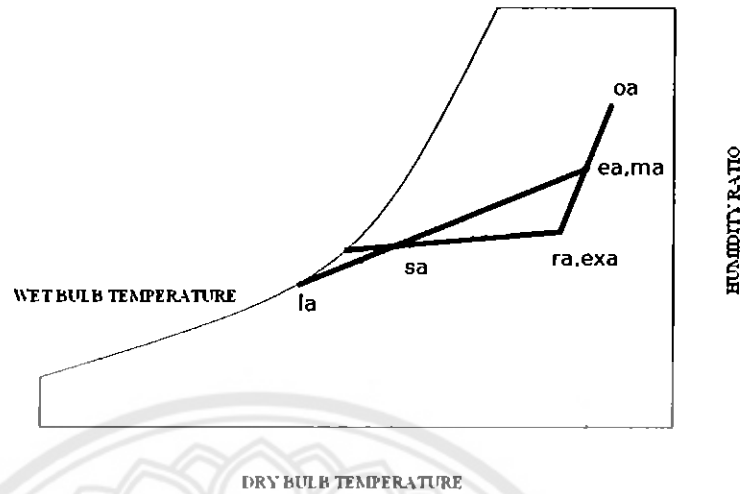
2.5.4 อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry bulb temperature) อ่านจากปรอทได้โดยตรงและบอกถึงอุณหภูมิที่มีสภาพแวดล้อมปกติ

2.5.5 อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet bulb temperature) อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์ โดยกระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์จะหุ้มด้วยสำลีชุบน้ำไว้ จึงทำให้อุณหภูมิที่อ่านจะขึ้นอยู่กับระดับความชื้นในอากาศ

2.5.6 เอนทาลปี (Enthalpy) คือปริมาณพลังงานความร้อนในอากาศซึ่งค่าความร้อนภายในของอากาศประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

1. ความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศที่ความชื้นจำเพาะคงที่และทำให้ห้องมีอุณหภูมิสูงขึ้น
2. ความร้อนแฝง (Latent Heat) การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในอากาศที่อุณหภูมิกระเปาะแห้งคงที่และทำให้ห้องมีความชื้นสูงขึ้น





รูปที่ 2.7 การทำงานของระบบปรับอากาศแบบผสม

- oa = outside air
- ma = mix air
- ea = entering apparatus air
- la = leaving apparatus air
- sa = supply air
- exa = exhaust air
- ra = return air

แผนภาพนี้บอกถึงการทำงานของเครื่องปรับอากาศที่มีการผสมอากาศระหว่างอากาศภายนอก (oa) และ อากาศที่มีอยู่ในห้องปรับอากาศ (ra) และจะได้เป็นอากาศที่ผสมแล้ว (ma) ซึ่งระบบนี้จะช่วยลดผลกระทบการเกิดมลพิษในห้องปรับอากาศ โดยจะมีการระบายอากาศที่อยู่ภายในห้องปรับอากาศทิ้งไปบางส่วน แล้วก็เติมอากาศบริสุทธิ์เข้ามาแทนที่ในอัตราที่เท่ากัน จึงทำให้อากาศในห้องปรับอากาศระบบนี้มีคุณภาพดีขึ้น

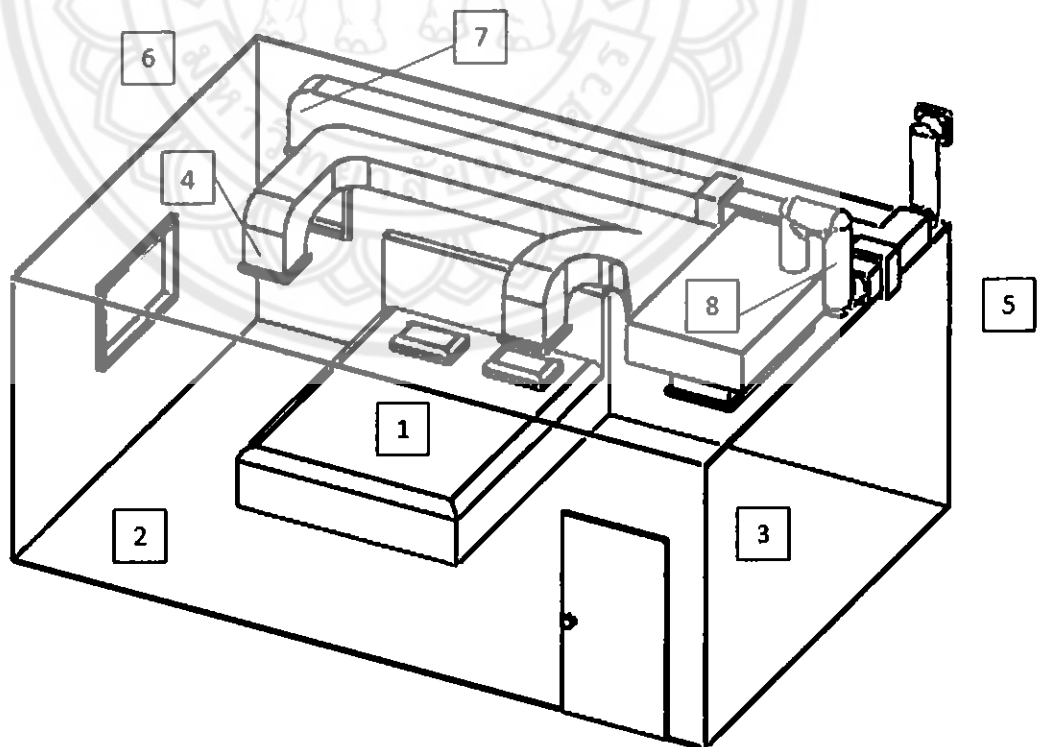
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

ในการทำการทดลองนี้จะทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของการระบายอากาศที่มีต่อระดับความชื้นโดยการปรับรูปแบบการระบายอากาศในแบบต่างๆ ซึ่งจะมีวิธีการดำเนินงานดังต่อไปนี้

3.1 ห้องทดลอง, อุปกรณ์และเครื่องมือวัด

3.1.1 ห้องทดลอง

สำหรับการทดลองนี้ ใช้ห้องนอนในบ้านพักอาศัยโดย มีขนาดกว้าง 4 เมตร ยาว 6 เมตร สูง 3 เมตร โดยผนังทั้งสี่ด้านเป็นผนังคอนกรีตหนา 10 เซนติเมตร หน้าต่าง 2 บาน เพดานเป็นยิปซัมหนา 10 มิลลิเมตร โดยจะแบ่งการทดสอบเป็น 3 แบบคือห้องที่ไม่มีการระบายอากาศ ห้องที่มีการระบายอากาศเข้า Evaporator โดยตรง และ ห้องที่มีการระบายอากาศเข้า Evaporator กับเข้าห้องในปริมาณที่เท่ากัน



รูปที่ 3.1 แสดงรายละเอียดของห้องทดลองและจุดติดตั้งเครื่องมือวัด

3.1.2 ตำแหน่งที่ทำการเก็บข้อมูล

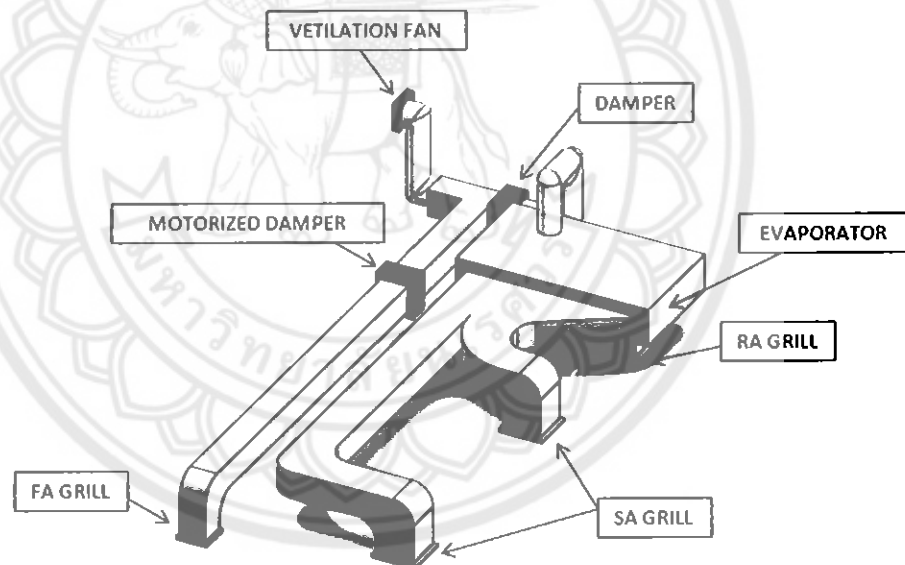
ในการทดลองนั้น จะทำการวัดและบันทึกค่าต่างๆ ตามตำแหน่งจากรูปที่ 3.1 ดังนี้คือ
 ตำแหน่งที่ 1, 2, และ 3 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้อง
 ตำแหน่งที่ 4 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ทางออกของเครื่องปรับอากาศ
 ตำแหน่งที่ 5, และ 6 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของสภาพแวดล้อมภายนอก
 ตำแหน่งที่ 7 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่พัดลมระบายอากาศเข้าห้องโดยตรง
 ตำแหน่งที่ 8 วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในช่องผสมอากาศ Fresh Air กับ Return Air

3.1.3 อุปกรณ์ และเครื่องมือวัด

3.1.3.1 อุปกรณ์

ก. เครื่องปรับอากาศแบบผสมอากาศ

เป็นเครื่องปรับอากาศที่สร้างขึ้นมาเพื่อการทดลองสามารถที่จะแบ่งอากาศบางส่วนออกไป
 ทั้งและเข้าเครื่องได้ด้วย Damper 2 ตัว ที่ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณการแบ่งอากาศให้เป็นไปที่
 ต้องการได้ ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 เครื่องปรับอากาศแบบผสมอากาศ

ข. สายไฟยาว 15 เมตร
เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ส่งกระแสไฟและใช้ส่งสัญญาณของเครื่องมือวัดดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 สายไฟ

ค. สาย LAN
เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ส่งสัญญาณของบอร์ดควบคุมหภูมิและความชื้นดังรูปที่ 3.4

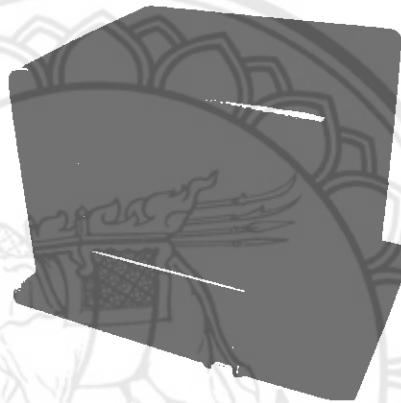


รูปที่ 3.4 สาย LAN

3.1.3.2 เครื่องมือวัด

ก. AP-Log

เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ ดังรูปที่ 3.5 สามารถวัดอุณหภูมิและความชื้นได้โดยการเชื่อมต่อกับบอร์ด AP 170x และเชื่อมต่อกับหัววัด AP 1701 สายที่เชื่อมต่อสามารถวัดอุณหภูมิและความชื้นได้ไกล 100 เมตร เครื่อง AP-Log จะสามารถวัดได้หลายตำแหน่งขึ้นอยู่กับสัญญาณของบอร์ด AP 170x ความละเอียด 0.1 °C และวัดค่าความชื้นได้ ความละเอียด 1 % สามารถตั้งค่าเวลาในการวัดและบันทึกด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ ในการทดลองนี้ จะตั้งค่าให้บันทึกทุกๆ 1,5 นาที



รูปที่ 3.5 เครื่อง AP-LOG

ข. บอร์ด AP 170x

เป็นเครื่องมือที่ใช้ ใช้วัดในบรรยากาศเน้นการวัดระยะไกลโดยผ่านการสื่อสารRS485 สามารถต่อสายพ่วงกันเป็น Network ได้อย่างสะดวก ตั้งAddress แตกต่างกันได้ ถึง 31 Node ด้วย Dip-Switch ตัวบอร์ดมีขนาดเล็กหัววัดสามารถต่อสายได้ไกลถึง 100 เมตร ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 บอร์ด AP 170x

ค. เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น

เป็นเครื่องมือที่ใช้หัววัด SHT15 วัดอุณหภูมิตั้งแต่ -40 ถึง 120 องศาเซลเซียส ความละเอียด 0.1 องศาและวัดความชื้นตั้งแต่ 10 ถึง 90% ความละเอียด 0.1% (สามารถแสดงค่าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 99% แต่ จะมี ความแม่นยำที่ 10 ถึง 90%) ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 AP 1701

ง. Vane meas probe (เครื่องวัดความเร็วลม)

เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความเร็วลม วัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 0-60 องศาเซลเซียส วัดความเร็วลมได้ตั้งแต่ +0.25 ถึง +20 เมตรต่อวินาที ค่าความคลาดเคลื่อน $\pm(0.2 \text{ m/s} + 1.5\% \text{ for mv})$ ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 Vane meas probe

3.2 ขั้นตอนการทดลอง

ในการทดลองนี้จะแบ่งเป็น 2 การทดลอง โดยการทดลองที่ 1 ศึกษาผลของการระบายอากาศที่มีต่อระดับความชื้นของห้องที่ไม่มีระบบการระบายอากาศ จะทำการทดลองประมาณ 10 วัน และการทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการระบายอากาศที่มีต่อระดับความชื้นของห้องที่มีระบบการระบายอากาศ โดยแบ่งออกเป็น 2 การทดลองย่อย จะทำการทดลองทั้งหมด การทดลองละ 5 วัน โดยประมาณ และทุกๆการทดลองจะใช้ห้องในการทดลองที่มีขนาด 4 เมตร x 6 เมตร x 3 เมตร และจะเก็บข้อมูลตั้งแต่ 21:00น. - 6:00น. เพื่อศึกษาผลของการระบายอากาศที่มีต่อระดับความชื้นในบ้านพักอาศัย

3.2.1 การทดลองที่ 1

ศึกษาผลของการระบายอากาศที่มีต่อระดับความชื้นของห้องที่ไม่มีเปิดระบบระบายอากาศ จะทำการทดลองทั้งหมดประมาณ 10 วัน โดยจะเปิดเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 25 °C โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

- 1) เปิดเครื่องปรับอากาศและตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 25 °C
- 2) เปิดเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้น
- 3) ตั้งค่าเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น โดยเริ่มจาก MENU จะได้หน้าต่างขึ้นมาเพื่อให้ตั้งค่าข้อมูลต่างๆ จากนั้นกด SETUP จะขึ้นหน้าต่างให้ตั้งค่า จำนวนหัววัด (Max Address) และเวลาในการเก็บข้อมูล (Sampling Rate) จากนั้นกด Save เครื่องจะเริ่มทำงานทันที

3.2.2 การทดลองที่ 2

ศึกษาผลของการระบายอากาศที่มีต่อระดับความชื้นของห้องที่มีการเปิดพัดลมระบายอากาศ โดยจะใช้ความเร็วลมที่ 45 cfm (1 คนจะใช้ 15 cfm ในห้องมี 3 คน ใช้ 45 cfm)

3.2.2.1 การทดลองที่ 2.1

ศึกษาผลของการระบายอากาศที่มีต่อระดับความชื้นของห้องที่มีการเปิดพัดลมระบายอากาศแบบเข้า Evaporator โดยตรง โดยจะตั้งอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 24 °C มีขั้นตอนการทดลองดังนี้

- 1) ตั้ง Damper ให้ระบายอากาศเข้า Evaporator ที่ 100% ของพัดลมระบายอากาศ
- 2) ปิด Motorized Damper เพื่อไม่ให้อากาศไหลผ่านเข้าห้องโดยตรง
- 3) เปิดพัดลมระบายอากาศ
- 4) ตั้งพัดลมระบายอากาศไว้ที่ความเร็วลมเท่ากับ 45 cfm
- 5) เปิดเครื่องปรับอากาศและตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 24 °C
- 6) เปิดเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้น

- 7) ตั้งค่าเครื่องวัดอุณหภูมิแล้วความชื้น โดยเริ่มจาก MENU จะได้หน้าต่างขึ้นมาเพื่อให้ตั้งค่าข้อมูลต่างๆ จากนั้นกด SETUP จะขึ้นหน้าต่างให้ตั้งค่าจำนวนหัววัด (Max Address) และเวลาในการเก็บข้อมูล (Sampling Rate) จากนั้นกด Save เครื่องจะเริ่มทำงานทันที

3.2.2.2 การทดลองที่ 2.2

ศึกษาผลของการระบายอากาศที่มีต่อระดับความชื้นของห้องที่มีการเปิดพัดลมระบายอากาศแบบเข้าห้องปรับอากาศโดยตรง 50% และเข้า Evaporator 50% โดยจะตั้งอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 25 °C มีขั้นตอนการทดลองดังนี้

- 1) ตั้ง Damper ให้ระบายอากาศเข้า Evaporator ที่ 50% ของพัดลมระบายอากาศ
- 2) ปรับ Motorized Damper ให้ระบายอากาศเข้าห้องที่ 50% ของพัดลมระบายอากาศ
- 3) เปิดพัดลมระบายอากาศ
- 4) ตั้งพัดลมระบายอากาศไว้ที่ความเร็วลมเท่ากับ 45 cfm
- 5) เปิดเครื่องปรับอากาศและตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 25 °C
- 6) เปิดเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้น
- 7) ตั้งค่าเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น โดยเริ่มจาก MENU จะได้หน้าต่างขึ้นมา

เพื่อให้ตั้งค่าข้อมูลต่างๆ จากนั้นกด SETUP จะขึ้นหน้าต่างให้ตั้งค่า จำนวนหัววัด (Max Address) และเวลาในการเก็บข้อมูล (Sampling Rate) จากนั้นกด Save เครื่องจะเริ่มทำงานทันที

บทที่ 4

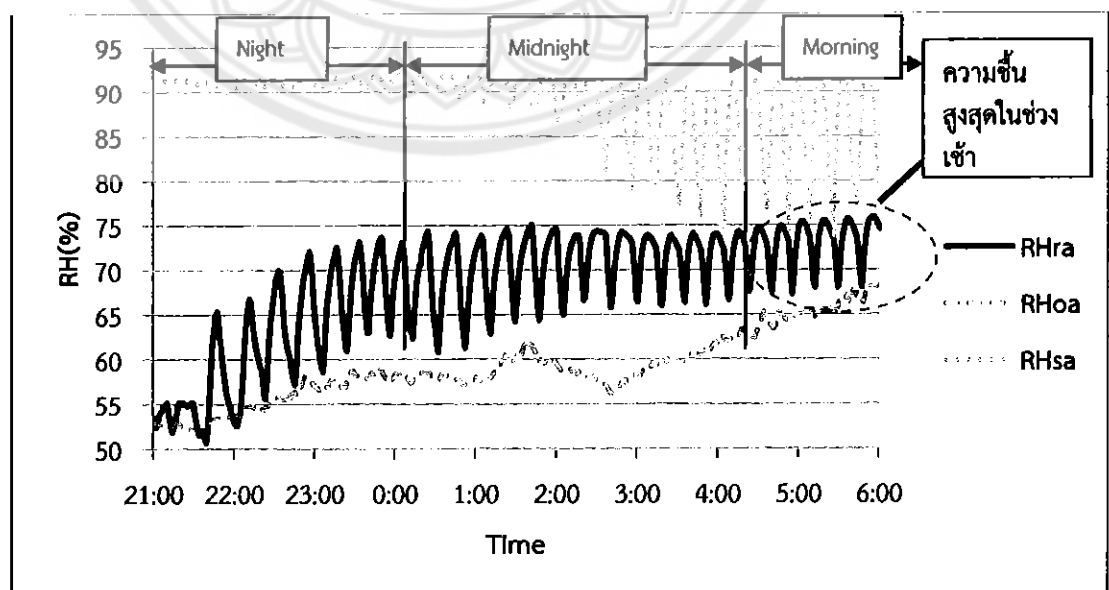
การวิเคราะห์ผลการทดลอง

ในบทนี้จะเป็นการวิเคราะห์ผลของการระบายอากาศในบ้านพักอาศัยโดยการทดลองส่วนแรกจะทดลองในห้องที่ไม่มีระบบระบายอากาศ เพื่อศึกษาผลของสภาวะอากาศภายนอกที่มีผลต่อสภาวะอากาศภายในห้องปรับอากาศภายในที่พักอาศัยตั้งแต่ช่วงหัวค่ำไปจนถึงช่วงเช้ามืด ส่วนที่สองทดลองในห้องที่ไม่มีระบบระบายอากาศ ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาวะของความชื้นสัมพัทธ์และความชื้นจำเพาะของห้องปรับอากาศในที่พักอาศัยตามช่วงเวลา ส่วนที่สามจะทดลองในห้องที่ไม่มีระบบระบายอากาศเก็บข้อมูลช่วง ทำงานและหยุดทำงานของคอมเพรสเซอร์ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์เมื่อคอมเพรสเซอร์ทำงานกับหยุดการทำงาน ส่วนที่สี่จะทดลองในห้องปรับอากาศที่มีระบบระบายอากาศแตกต่างกัน เพื่อศึกษารูปแบบการระบายอากาศที่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้อง และส่วนสุดท้ายจะพิจารณาเปรียบเทียบผลกระทบเนื่องจากการตั้งอุณหภูมิการปรับอากาศที่ต่างกัน ที่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ในห้องปรับอากาศ

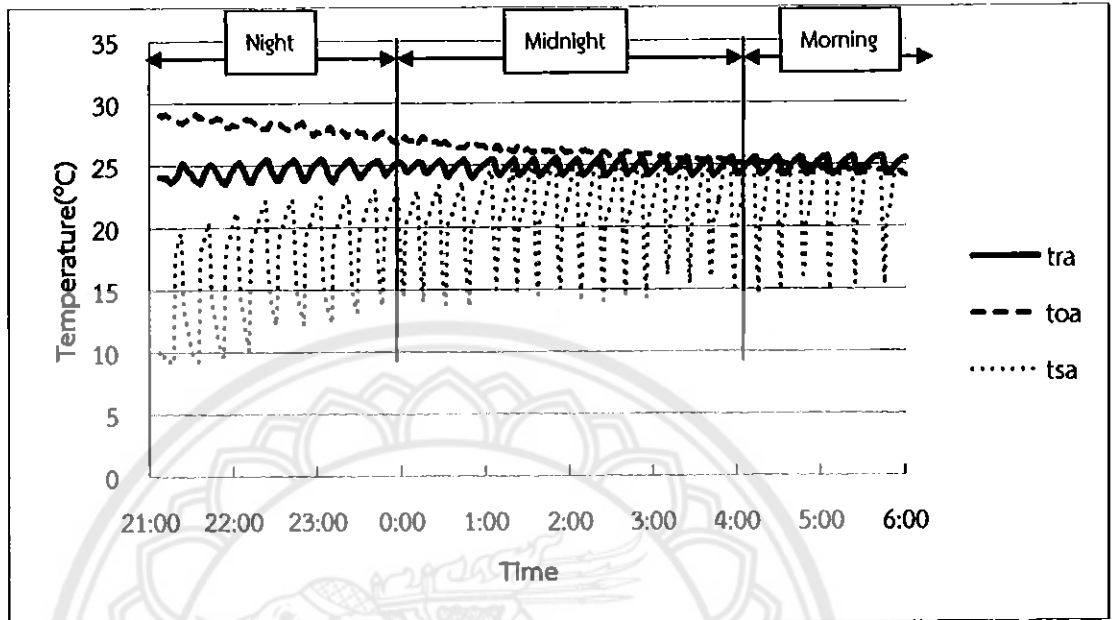
4.1 ผลของสภาวะอากาศภายนอกที่มีผลต่อสภาวะอากาศภายในห้องปรับอากาศภายในที่พักอาศัย

ในการทดลองนี้จะเปิดเครื่องปรับอากาศที่ 24°C ตั้งแต่ช่วงหัวค่ำไปจนถึงช่วงเช้ามืด (21.00 น. – 06.00 น.) โดยจะมีการเก็บข้อมูลทุกๆ 1 นาที โดยปริมาณอากาศที่ไหลผ่านคอยล์เย็นเป็นปริมาณ $31 \text{ m}^3/\text{min}$ ทดลองวันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556

4.1.1 การเปรียบเทียบสภาวะอากาศภายนอกที่มีผลต่อสภาวะอากาศภายในห้องปรับอากาศ



กราฟที่ 4.1 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกกับความชื้นสัมพัทธ์ในห้องปรับอากาศ



กราฟที่ 4.2 การเปรียบเทียบอุณหภูมิภายนอกและอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศ

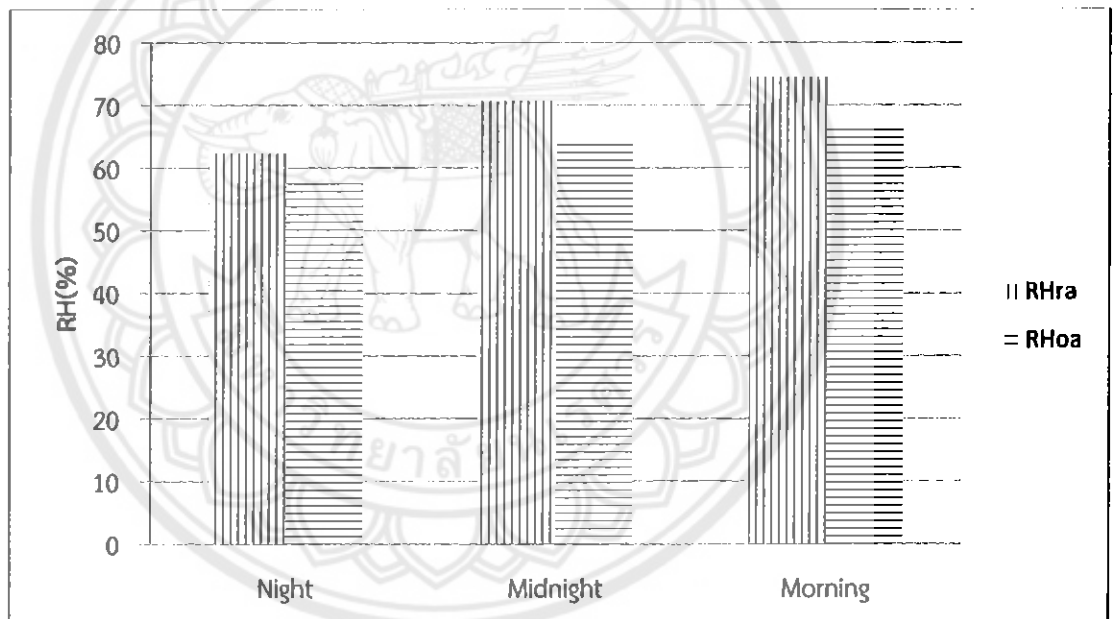
กราฟที่ 4.1 แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องและภายนอกห้อง จากรูปจะพบว่าความชื้นสัมพัทธ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความชื้นภายนอกห้องในช่วงเวลาต่างๆ และค่าความชื้นสัมพัทธ์มีค่าขึ้นลงเนื่องจากการ ทำงาน/หยุดทำงาน ของ Compressor แสดงให้เห็นว่าระบบปรับอากาศไม่สามารถควบคุมความชื้นให้คงที่ได้

กราฟที่ 4.2 แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของห้องปรับอากาศ จากรูปจะพบว่าเมื่อเปิดระบบปรับอากาศ เครื่องปรับอากาศสามารถควบคุมระดับอุณหภูมิของห้องให้คงที่ตามที่ตั้งไว้ มีการขึ้นลงของอุณหภูมิเมื่อเครื่องปรับอากาศ ทำงาน/หยุดทำงาน ไม่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิภายนอก และมีแนวโน้มคงที่ตลอดเวลา

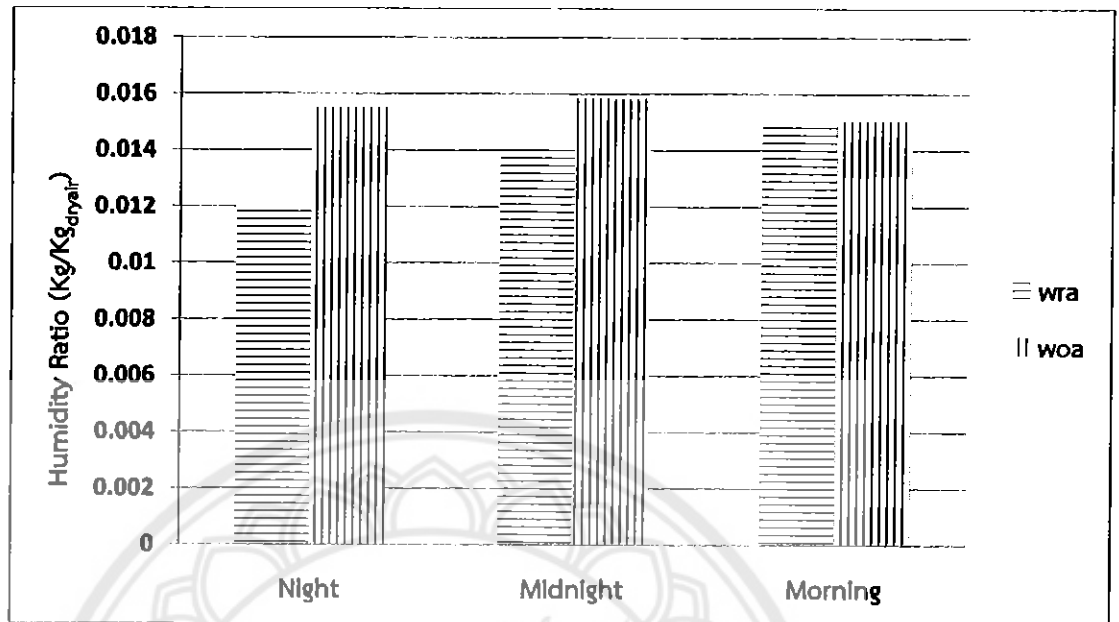
4.2 การเปลี่ยนแปลงสถานะของความชื้นสัมพัทธ์ของห้องปรับอากาศในที่พักอาศัยตามช่วงเวลา

ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสถานะของความชื้นสัมพัทธ์ของห้องปรับอากาศในห้องพักอาศัยช่วงเวลากลางคืนจะแบ่งเป็นสามช่วงคือ ช่วงหัวค่ำ (21.00 น. – 23.59 น.) ช่วงกลางดึก (00.00 น. – 03.59 น.) และช่วงเช้ามืด (04.00 น. – 06.00 น.) โดยนำค่าความชื้นสัมพัทธ์และความชื้นจำเพาะในแต่ละช่วงมาเฉลี่ย แล้วมาสร้างกราฟแท่งดังกราฟที่ 4.4 และ 4.5 และตั้งอุณหภูมิของห้องปรับอากาศที่ 24°C โดยปริมาณอากาศที่ไหลผ่านคอยล์เย็นเป็นปริมาณ $31\text{ m}^3/\text{min}$

4.2.1 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องและภายในห้องปรับอากาศ

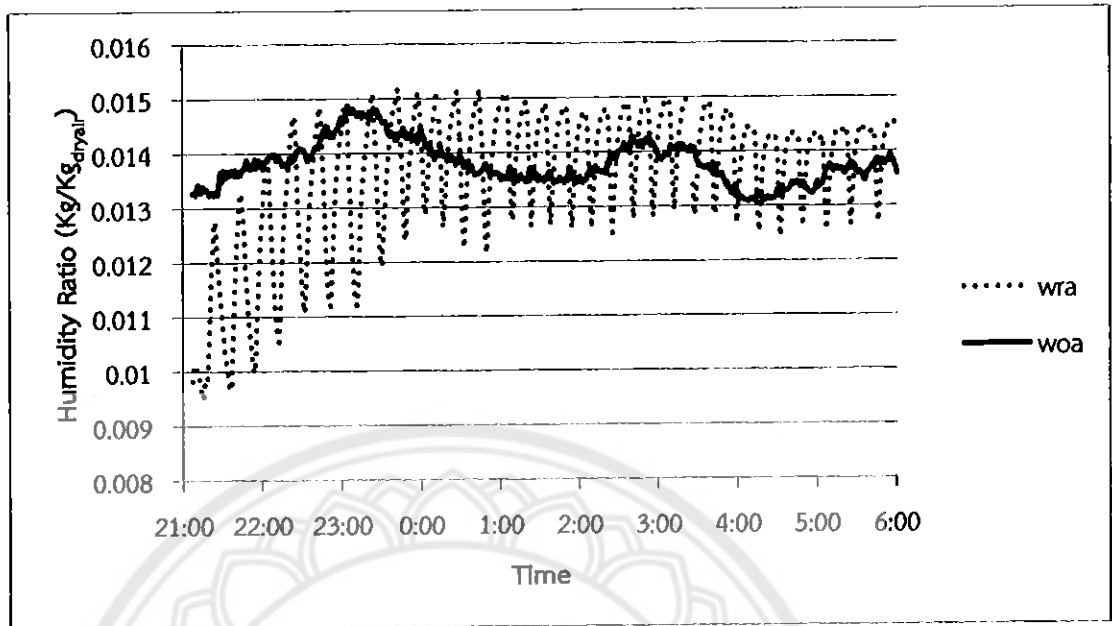


กราฟที่ 4.3 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกห้องและภายในห้องในช่วงหัวค่ำ(Night) กลางดึก(Midnight) และเช้ามืด(Morning) (วันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556)



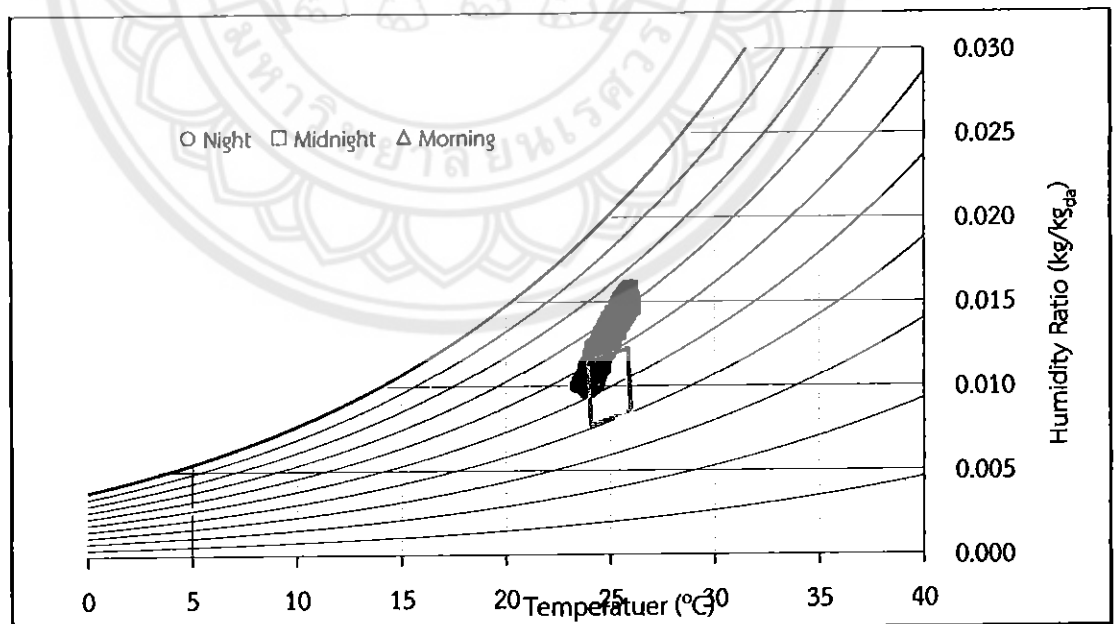
กราฟที่ 4.4 การเปรียบเทียบความชื้นจำเพาะภายนอกห้องและภายในห้องในช่วงหัวค่ำ(Night) กลางดึก(Midnight) และเช้ามืด(Morning) (วันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556)

กราฟที่ 4.3 และ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นภายในกับภายนอกห้อง จากกราฟความชื้นมีตัวแปร 2 ตัวคือ ความชื้นสัมพัทธ์ และความชื้นจำเพาะ กราฟที่ 4.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้อง จะเห็นว่าความชื้นภายในห้องมีระดับสูงกว่าความชื้นภายนอกห้องและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลา เนื่องจากเมื่อ Compressor ทำงาน เครื่องปรับอากาศจะดึงความชื้นในอากาศโดยทำให้กลั่นตัวเป็นหยดน้ำ แต่เมื่อ Compressor หยุดทำงาน หยดน้ำที่อยู่ในคอยล์เย็นจะระเหยและปล่อยความชื้นกลับสู่อากาศภายในห้อง ส่งผลให้ความชื้นสูงขึ้น กราฟที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นจำเพาะภายในและภายนอกห้อง จะพบว่าความชื้นจำเพาะภายในห้องมีระดับต่ำกว่าความชื้นจำเพาะภายนอกห้อง และความชื้นจำเพาะภายในมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลา และมีค่าใกล้เคียงกับความชื้นจำเพาะภายนอก เนื่องจากเครื่องปรับอากาศทำงานตามความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) ช่วงแรกของการทำงาน เครื่องปรับอากาศจะทำงานหนัก และเมื่อเครื่องปรับอากาศทำงานจะดึงเอาความร้อนแฝง (Latent Heat) ออกไปด้วยทำให้ช่วงแรกของการทำงาน ค่าความชื้นจำเพาะต่ำ แต่เมื่ออากาศภายนอกเริ่มต่ำลงความร้อนสัมผัสลดลง เครื่องปรับอากาศจึงทำงานน้อยลงจึงทำให้ความร้อนแฝงลดลงส่งผลให้ความชื้นจำเพาะมีค่าเพิ่มขึ้นและแนวโน้มคงที่ และได้แสดงเป็นกราฟเส้นดังกราฟที่ 4.5



กราฟที่ 4.5 การเปรียบเทียบ ความชื้นจำเพาะ ของอากาศภายในห้องปรับอากาศกับอากาศภายนอก

4.2.2 การเปรียบเทียบสถานะความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องกับช่วง Thermal Comfort



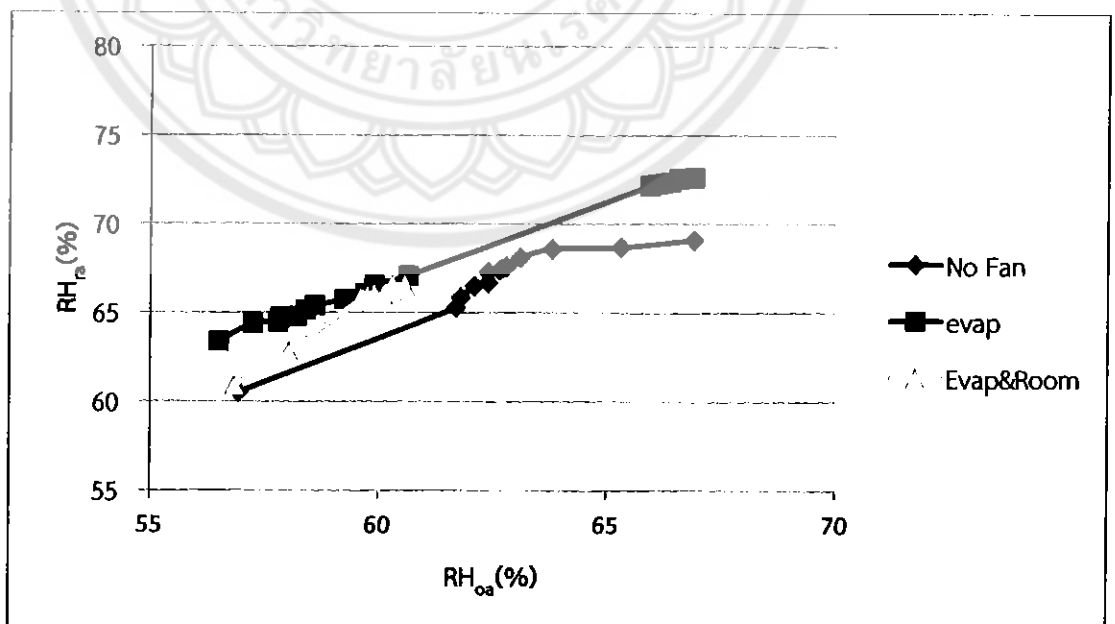
กราฟที่ 4.6 การเปรียบเทียบสถานะความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องในช่วงหัวค่ำ(Night) กลางดึก (Midnight) และเช้ามืด(Morning)กับ ช่วง Thermal Comfort

กราฟที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องกับช่วงความน่าสบาย (Thermal Comfort) ซึ่งอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 24-26 °C และความชื้นอยู่ในช่วง 40-60 RH% จากรูปจะพบว่าช่วงหัวค่ำเป็นไปตามมาตรฐานการปรับอากาศ เนื่องจากเครื่องปรับอากาศสามารถดึงความชื้นจากอากาศได้มาก ทำให้ในช่วงเริ่มต้นความชื้นสัมพัทธ์ของห้องจะถูกดึงลงมาต่ำมาก จนเมื่ออุณหภูมิห้องเท่ากับค่าที่ตั้งไว้ แต่เมื่ออุณหภูมิเริ่มต่ำลงเครื่องปรับอากาศจะทำงานน้อยลงตามอุณหภูมิที่ต่ำลง ส่งผลให้เครื่องปรับอากาศกำจัดความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝงลดลงด้วย ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์และความชื้นจำเพาะเพิ่มขึ้น

4.3 รูปแบบการระบายอากาศที่มีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้อง

ในการทดลองจะเปิดเครื่องปรับอากาศโดยตั้งค่าอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 24 °C และทดลองในห้องปรับอากาศที่มีระบบระบายอากาศต่างกัน 3 แบบ คือ ไม่มีระบบระบายอากาศ ระบายอากาศเข้า Evaporator และระบายอากาศ เข้าห้องกับ Evaporator ในปริมาณที่เท่าๆกัน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์ โดยการวิเคราะห์จะเลือกช่วงความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องและภายนอกห้อง เลือกข้อมูลจากสภาวะที่คงตัวของของที่ Compressor ทำงาน ที่ช่วงอุณหภูมิภายในห้อง 24.5 – 25 °C และอุณหภูมิภายนอก 27 – 25 °C โดยปริมาณอากาศที่ไหลผ่านคอยล์เย็นเป็นปริมาณ 31 m³/min

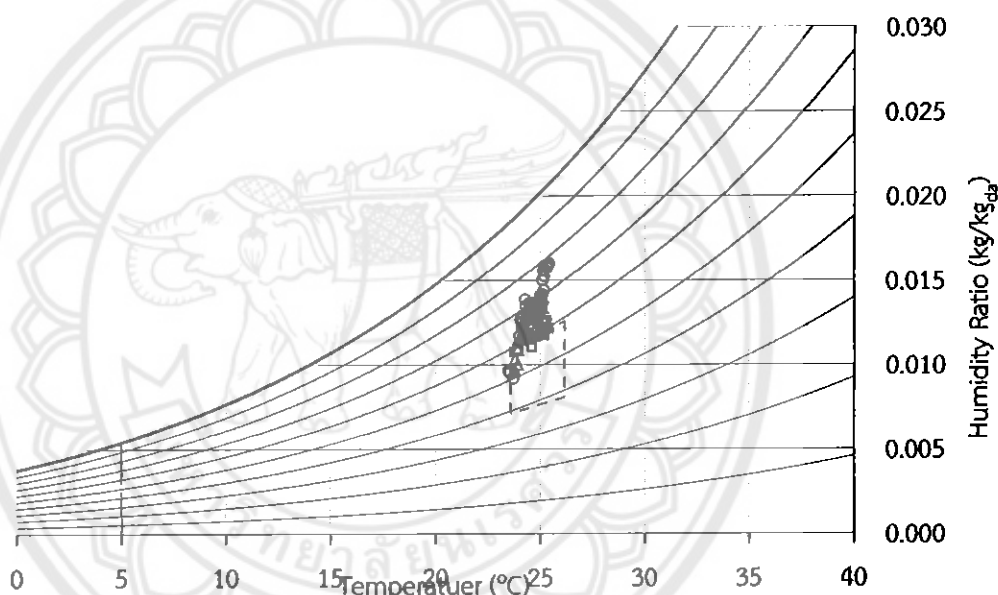
4.3.1 การเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์เมื่อมีรูปแบบการระบายอากาศที่ต่างกัน



กราฟที่ 4.7 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกกับความชื้นสัมพัทธ์ในห้องปรับอากาศที่ไม่มีมีการระบายอากาศ มีมีการระบายอากาศเข้า Evaporator โดยตรง และระบายอากาศเข้าห้องและ Evaporator อย่างละครึ่ง

กราฟที่ 4.7 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกกับความชื้นสัมพัทธ์ในห้องปรับอากาศที่ไม่มีการระบายอากาศเข้าห้อง มีการระบายอากาศเข้า Evaporator โดยตรง และมีการระบายอากาศเข้าห้องและ Evaporator อย่างละครึ่ง โดยมีการตั้งอุณหภูมิในห้องปรับอากาศไว้ที่ 24°C จากกราฟจะพบว่าห้องที่มีการระบายอากาศเข้า Evaporator ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องสูงกว่าห้องปรับอากาศที่ไม่มีระบบระบายอากาศและการระบายอากาศเข้าห้องและ Evaporator ในปริมาณที่เท่าๆกัน เนื่องจากมีการนำเอาอากาศภายนอกเข้ามาระบายโดยตรงจึงทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายนอกเข้ามาด้วย ห้องที่มีการระบายอากาศเข้า Evaporator จึงมีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด

4.3.2 การเปรียบเทียบสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องเมื่อมีรูปแบบการระบายอากาศที่ต่างกับกับช่วง Thermal Comfort

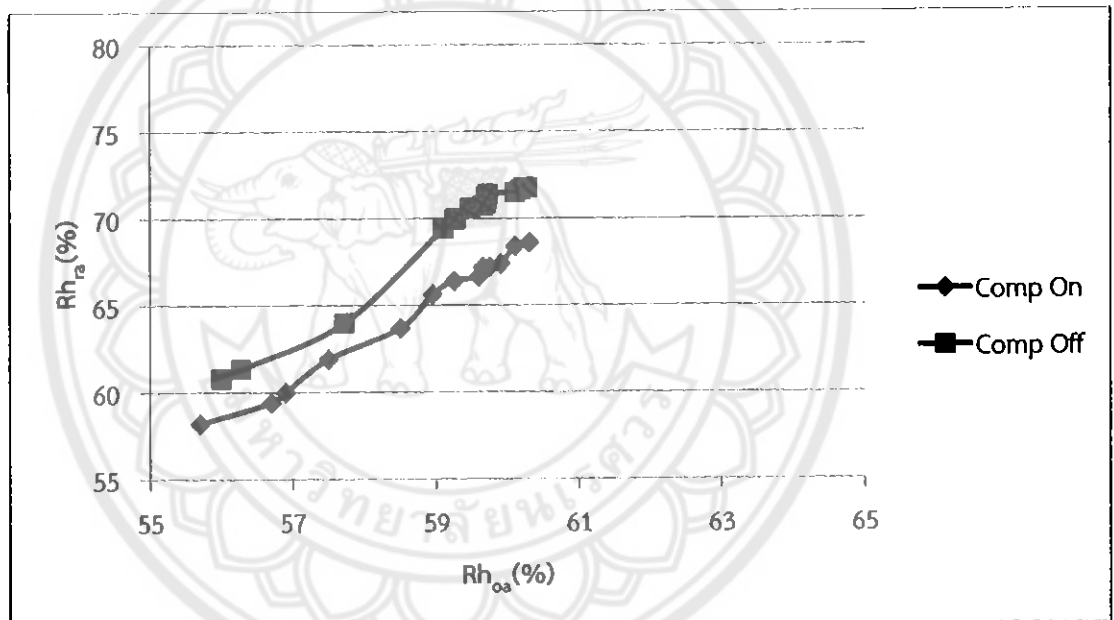


กราฟที่ 4.8 การเปรียบเทียบสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ในห้องปรับอากาศที่ไม่มีการระบายอากาศ มีการระบายอากาศเข้า Evaporator โดยตรง และระบายอากาศเข้าห้อง และ Evaporator อย่างละครึ่ง กับ ช่วง Thermal Comfort

กราฟที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ในห้องปรับอากาศที่ไม่มีการระบายอากาศ มีการระบายอากาศเข้า Evaporator และระบายอากาศเข้าห้อง และ Evaporator อย่างละครึ่ง กับ ช่วง Thermal Comfort จากรูปจะพบว่าระบบระบายอากาศทั้ง 3 แบบจะเข้าช่วง thermal comfort ในช่วงเริ่มต้นการทำงาน เนื่องจากช่วงเริ่มต้นของการทำงาน เครื่องปรับอากาศสามารถกำจัดความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝงได้มากส่งผลให้ความชื้นสัมพัทธ์และความชื้นจำเพาะต่ำลง ช่วงแรกของการทำงานจึงเข้าสู่ช่วง Thermal Comfort (จากทฤษฎี รูปที่ 2.3) ได้ง่าย และเมื่อความร้อนสัมผัสลดลง เครื่องปรับอากาศจะทำงานน้อยลงทำให้ความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้นในทุก 3 กรณีที่ทำการทดลอง

4.4 การเปลี่ยนแปลงของความชื้นสัมพัทธ์เมื่อคอมเพรสเซอร์ทำงานกับหยุดการทำงาน

ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์เมื่อคอมเพรสเซอร์ทำงาน (Comp On) และหยุดการทำงาน (Comp Off) โดยจะเลือกข้อมูลในช่วงสภาวะคงตัวภายในห้องปรับอากาศ โดยปรับอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่ 24°C ทำการทดลองตั้งแต่ช่วงหัวค่ำจนถึงช่วงเช้า (21.00 น. - 06.00 น.) จะมีการเก็บข้อมูลทุกๆ 1 นาที โดยการวิเคราะห์จะเลือกช่วงสภาวะคงตัวอย่างน้อย 3 นาที ช่วงความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องและภายนอกห้อง ที่ช่วงอุณหภูมิภายในห้องคงที่ระหว่าง $24.5 - 25^{\circ}\text{C}$ อุณหภูมิภายนอกที่ $25 - 27^{\circ}\text{C}$ มาทำการพลอตกราฟเพื่อดูความแตกต่างของช่วงที่คอมเพรสเซอร์ทำงาน และหยุดการทำงาน ดังกราฟที่ 4.9 โดยปริมาณอากาศที่ไหลผ่านคอยล์เย็นเป็นปริมาณ $31 \text{ m}^3/\text{min}$

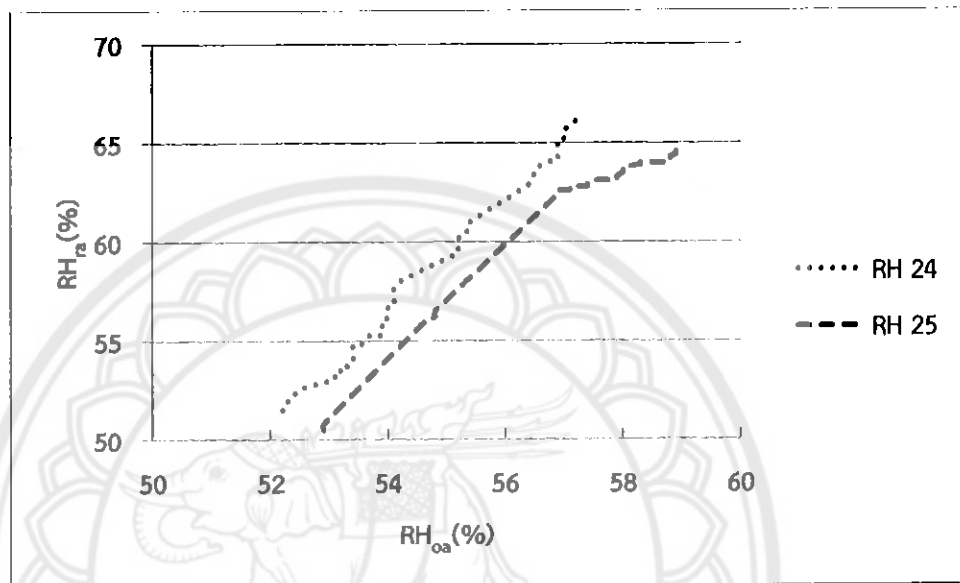


กราฟที่ 4.9 การเปรียบเทียบค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องระหว่างช่วงที่คอมเพรสเซอร์ทำงาน (Comp On) กับหยุดการทำงาน (Comp Off)

จากกราฟที่ 4.10 จะแสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ ระหว่างช่วงที่คอมเพรสเซอร์ทำงานกับหยุดการทำงาน จากกราฟจะพบว่าระดับความชื้นสัมพัทธ์ช่วงทำงานจะต่ำกว่าช่วงหยุดทำงาน เนื่องจากเครื่องปรับอากาศสามารถดึงอุณหภูมิและความชื้นเมื่อคอมเพรสเซอร์ทำงาน และเมื่อคอมเพรสเซอร์หยุดทำงานเครื่องปรับอากาศไม่สามารถดึงความชื้นในอากาศได้ ส่งผลให้ความชื้นสัมพัทธ์ช่วงของคอมเพรสเซอร์หยุดทำงานมีระดับสูงกว่าช่วงที่คอมเพรสเซอร์ทำงาน เนื่องจากยังมีหยดน้ำที่คอยล์เย็นเหลืออยู่หยดน้ำจะระเหยและปล่อยความชื้นกลับสู่อากาศภายในห้อง

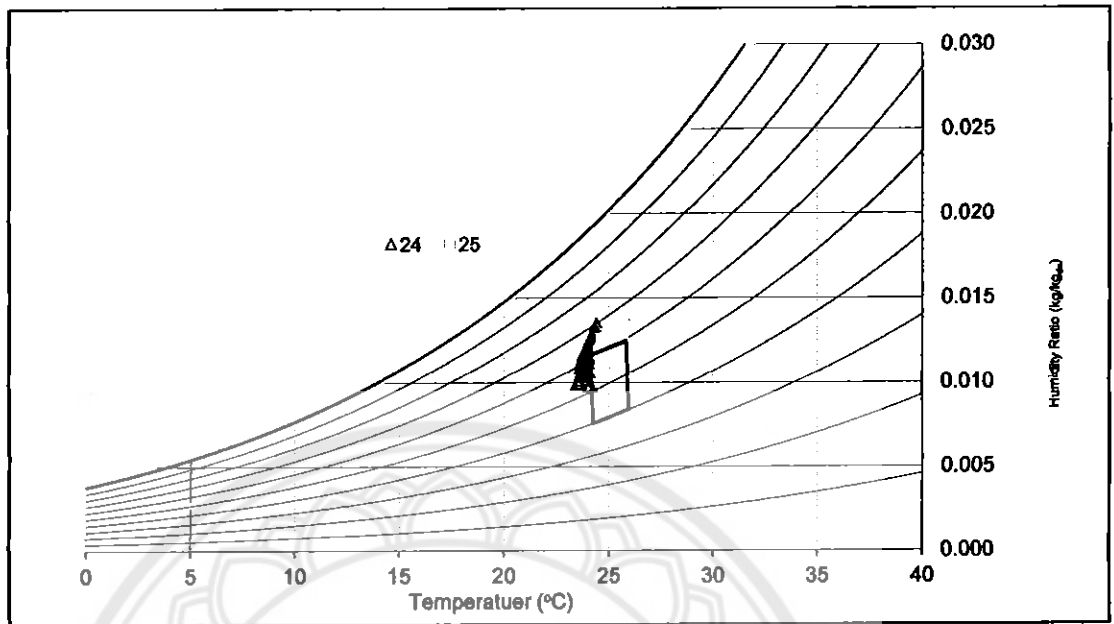
4.5 ผลกระทบเนื่องจากการตั้งอุณหภูมิการปรับอากาศที่ต่างกัน

ในการทดลองจะเปิดเครื่องปรับอากาศในห้องที่ไม่มีการระบายอากาศ โดยจะตั้งค่าอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 24°C และ 25°C เพื่อศึกษาผลกระทบเนื่องจากการตั้งอุณหภูมิการปรับอากาศที่ต่างกัน โดยปริมาณอากาศที่ไหลผ่านคอยล์เย็นเป็นปริมาณ $31 \text{ m}^3/\text{min}$



กราฟที่ 4.10 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกกับความชื้นสัมพัทธ์ในห้องปรับอากาศที่อุณหภูมิเครื่องปรับอากาศ 24 และ 25°C

กราฟที่ 4.10 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกกับความชื้นสัมพัทธ์ในห้องปรับอากาศที่ อุณหภูมิเครื่องปรับอากาศ 24 และ 25°C จากกราฟจะพบว่าการตั้งอุณหภูมิการปรับอากาศต่างกัน 1°C ส่งผลให้ RH% เปลี่ยนแปลงประมาณ 5% เนื่องจากอุณหภูมิถูกตั้งให้ต่ำลง เมื่ออุณหภูมิต่ำลงทำให้อุณหภูมิในอากาศต่ำลง ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงขึ้น แสดงให้เห็นว่าการควบคุมอุณหภูมิจึงมีผลต่อระดับความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้อง



กราฟที่ 4.11 การเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์ที่ อุณหภูมิเครื่องปรับอากาศ 24 และ 25 °C กับ ช่วง Thermal Comfort

กราฟที่ 4.11 แสดงการเปรียบเทียบความชื้นสัมพัทธ์และความชื้นจำเพาะที่อุณหภูมิเครื่องปรับอากาศ 24 °C และ 25 °C จากรูปจะพบว่าเมื่อปรับอุณหภูมิห้องที่ 24 °C และ 25 °C ความชื้นในห้องจะแตกต่างกันแต่ความชื้นจำเพาะมีแนวโน้มคงที่ และที่อุณหภูมิ 25 °C อยู่ในช่วง Thermal comfort

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาทดลองผลการระบายอากาศที่มีต่อระดับความชื้นในห้องพักอาศัยเปรียบเทียบกับช่วงเวลา รูปแบบการนำอากาศเข้ามาระบายในห้อง การทำงาน/หยุดทำงาน ของคอมเพรสเซอร์ และการปรับตั้งอุณหภูมิการปรับอากาศของห้อง ว่ามีผลอย่างไรกับระดับความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้อง

ผลการทดลองศึกษาผลของการระบายอากาศในบ้านพักอาศัยตั้งแต่ช่วงหัวค่ำไปจนถึงช่วงเช้ามืด เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้นของห้อง พบว่าอุณหภูมิของห้อง สามารถรักษาระดับอุณหภูมิของห้องได้ตามที่ตั้งไว้และจะมีค่าไม่แตกต่างกัน ในส่วนของความชื้นสัมพัทธ์ของห้องจะพบว่าเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกสูงขึ้น จะทำให้ห้องมีความชื้นสัมพัทธ์สูง และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลา ในส่วนของความชื้นจำเพาะพบว่าความชื้นจำเพาะมีค่าต่ำในช่วงแรกของการทำงาน และเพิ่มขึ้นจนมีแนวโน้มคงที่เท่ากับความชื้นจำเพาะภายนอกห้อง จะเห็นว่าเครื่องปรับอากาศไม่สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ได้

ผลการทดลองห้องปรับอากาศที่มีการนำอากาศมาระบายอากาศแตกต่างกันซึ่งแบ่งรูปแบบการระบายอากาศออกเป็น 3 แบบ คือ ไม่มีการติดตั้งระบบระบายอากาศ ระบายอากาศเข้า Evaporator โดยตรง และระบายอากาศเข้าห้องและ Evaporator ในปริมาณที่เท่าๆกัน โดยตั้งอุณหภูมิห้องคงที่และอุณหภูมิภายนอกใกล้เคียงกัน พบว่าการระบายอากาศแบบไม่มีระบบระบายอากาศมีค่าความชื้นสูงและเปลี่ยนแปลงตามความชื้นภายนอกห้อง และการระบายอากาศแบบระบายเข้าห้องและ Evaporator ในปริมาณเท่าๆกันพบว่ามีความชื้นต่ำลงและสามารถควบคุมความชื้นได้ดีขึ้น

ผลการทดลองในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์เมื่อคอมเพรสเซอร์ทำงาน (Comp On) และหยุดการทำงาน (Comp Off) พบว่าเมื่อคอมเพรสเซอร์ทำงานความชื้นในอากาศลดต่ำลงเนื่องจากเครื่องปรับอากาศสามารถดึงความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศออกไปด้วย และเมื่อคอมเพรสเซอร์หยุดทำงาน ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศจะเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากความชื้นภายนอกห้องรวมถึงการปล่อยความชื้นกลับสู่อากาศจากคอยล์เย็น

ผลการทดลองห้องปรับอากาศในห้องที่ไม่มีการระบายอากาศ โดยจะตั้งค่าอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศไว้ที่ 24°C และ 25°C เพื่อศึกษาผลกระทบเนื่องจากการตั้งอุณหภูมิการปรับอากาศที่ต่างกัน พบว่าการปรับตั้งอุณหภูมิห้องที่ต่างกันส่งผลให้ความชื้นสัมพัทธ์ในห้องเปลี่ยนแปลงเมื่ออุณหภูมิค่าความชื้นสัมพัทธ์ในห้องจะมีค่าสูงขึ้น และเมื่ออุณหภูมิสูงความชื้นในห้องจะต่ำลง และปริมาณน้ำในอากาศยังคงเท่าเดิม จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิจึงมีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ของห้อง

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ความผิดพลาดเนื่องจากสภาพอากาศ

- เนื่องจากการทดลองได้ทำการทดลองในช่วงฤดูหนาว ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง อาจจะได้ข้อมูลในการทดลองไม่ครอบคลุม
- เพิ่มตำแหน่งในการวัดหลายๆตำแหน่ง เพื่อให้ได้ข้อมูลหลากหลายและแม่นยำมากขึ้น
- ถึงแม้ว่าการทดลองจะบ่งบอกว่าความชื้นสัมพัทธ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความชื้นภายนอก แต่ก็ยังสรุปไม่ได้แน่นอน เนื่องจากการทดลองได้ทำการทดลองในช่วงเวลาเพียงช่วงเดียวเท่านั้น ดังนั้นควรจะทดลองตลอดทั้งปีเพื่อให้ได้ข้อมูลที่แน่ชัด

5.3 แนวทางการพัฒนา

5.3.1 เพิ่มการทดลองเกี่ยวกับผลของความชื้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของเชื้อโรคต่างๆ

- 5.3.2 เพิ่มรูปแบบการระบายอากาศให้หลากหลายรวมถึงการติดตั้งระบบกำจัดความชื้นว่ามีผลดีหรือผลเสียอย่างไร



เอกสารอ้างอิง

- [1] วรวิชญ์ สิงหนาท, การจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคารพักอาศัย
- [2] ไพบุณย์ หังสพฤกษ์, วิจัยทัศนงานวิศวกรรมปรับอากาศในอนาคต 2. กรุงเทพฯ. โกลบอลกราฟฟிகจำกัด. 2542
- [3] ทวีศักดิ์ อรุณราชภูร์, ระบบปรับอากาศ ชุดที่ 2 .กรุงเทพฯ. หจก.นำอักษรการพิมพ์.2546
- [4] ปริณวุฒิ บัณจิตยานนท์, วิจัยทัศนงานวิศวกรรมปรับอากาศในอนาคต 2. กรุงเทพฯ. โกลบอลกราฟฟิกจำกัด. 2542
- [5] ชัชวาลย์ คุณคำชู. บทความวิชาการ ชุดที่5. กรุงเทพฯ. โกลบอล กราฟฟิกจำกัด. 2543
- [6] เฉลียว มณีเลิศ, เทอร์โมไดนามิกส์ (มหาวิทยาลัยรังสิต: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรังสิต, (2544). หน้า 386-388
- [7] สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี, ความเย็นเหนือเย็น ไครโอเจนิคส์เบื้องต้น [ออนไลน์], 20 มกราคม 2551. แหล่งที่มา <http://www.tpa.or.th/writer/>
- [8] เอกสารประกอบการสอนวิชาวิศวกรรมปรับอากาศและการระบายอากาศ
- [9] ASHRAE, 1997, Fundamentals Handbook, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, New York



ภาคผนวก ก
ผลการทดลอง

ตารางที่ ก.1 ตารางแสดงเงื่อนไขการทดลอง

เงื่อนไขการทดลอง		
	รูปแบบการทดลอง	อุณหภูมิ(°C)
10/2/2013	ไม่มีการระบายอากาศ	24
11/2/2013	ไม่มีการระบายอากาศ	24
12/2/2013	ไม่มีการระบายอากาศ	24
13/2/2013	ไม่มีการระบายอากาศ	24
14/2/2013	ไม่มีการระบายอากาศ	24
15/2/2013	ไม่มีการระบายอากาศ	24
16/2/2013	ไม่มีการระบายอากาศ	25
17/2/2013	ไม่มีการระบายอากาศ	25
18/2/2013	เปิดพัดลมเข้า Evaporator และห้องอย่างละครึ่ง	25
19/2/2013	เปิดพัดลมเข้า Evaporator	25
20/2/2013	เปิดพัดลมเข้า Evaporator	25
21/2/2013	ไม่มีการระบายอากาศ	24
22/2/2013	เปิดพัดลมเข้า Evaporator	24
23/2/2013	เปิดพัดลมเข้า Evaporator และห้องอย่างละครึ่ง	24
24/2/2013	ไม่มีการระบายอากาศ	24
25/2/2013	เปิดพัดลมเข้า Evaporator	24
26/2/2013	ไม่มีการระบายอากาศ	24
27/2/2013	ไม่มีการระบายอากาศ	24
28/2/2013	เปิดพัดลมเข้า Evaporator และห้องอย่างละครึ่ง	24
1/3/2013	เปิดพัดลมเข้า Evaporator และห้องอย่างละครึ่ง	25
2/3/2013	เปิดพัดลมเข้า Evaporator และห้องอย่างละครึ่ง	25
3/3/2013	เปิดพัดลมเข้า Evaporator	25
4/3/2013	เปิดพัดลมเข้า Evaporator	25
5/3/2013	ไม่มีการระบายอากาศ	25
6/3/2013	ไม่มีการระบายอากาศ	25
7/3/2013	เปิดพัดลมเข้า Evaporator และห้องอย่างละครึ่ง	24
8/3/2013	เปิดพัดลมเข้า Evaporator และห้องอย่างละครึ่ง	24

ตารางที่ ก 2 ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที 5 นาที เวลา 21.00 น. - 06.00 น

Time	T _{ra}	T _{ma}	T _{ra}	T _{oa}	T _{sa}	T _{fa}	RH _{ra}	RH _{ma}	RH _{ra}	RH _{oa}	RH _{sa}	RH _{fa}
21:00:00	26.8	30.4	25.1	30.8	30.1	31.6	43.4	58.5	47.1	54.1	61.2	55.5
21:05:00	27	30.2	25.9	30.7	30.1	31.6	46.4	58.7	50.9	54.5	60.4	55.8
21:10:00	27.7	28	26.6	30.6	16.2	31.3	49.5	51.2	53	54.7	69.1	55.9
21:15:00	26.4	26.3	26.2	30.7	11.7	31.1	50	53.2	51.3	54.8	86.5	56.3
21:20:00	25.6	25.5	25.8	30.6	10.7	31	50	52.2	50.3	55	89.3	56.7
21:25:00	25.3	25.4	25.5	30.7	10.5	30.8	50.4	53.3	50.1	54.9	90.4	57
21:30:00	25.4	25.5	25.6	30.6	10.7	30.7	50.6	54.3	50.3	55.3	90.9	57.3
21:35:00	25.1	25	23.3	30.4	10	30.6	49.7	52.8	53.2	55.6	90.9	57.6
21:40:00	24.6	24.6	22.9	30.5	9.3	30.5	48.9	52	53.2	55.6	91	57.9
21:45:00	24.8	25	23.1	30.5	9.6	30.5	50.6	53.5	54.9	55.6	91.4	58.2
21:50:00	24.2	24.2	22.6	30.3	9.3	30.4	49.9	52.4	54	55.8	91.5	58.4
21:55:00	24.1	24.2	22.3	30.3	9.3	30.3	50.4	53.2	54.4	55.9	91.4	58.4
22:00:00	23.9	24	22.2	30.3	9	30.2	50.3	52.9	54.3	56	91.5	58.8
22:05:00	23.6	24	22.1	30.4	8.8	30.2	50	52.4	53.7	55.9	91.5	58.7
22:10:00	23.5	23.8	21.9	30.3	8.8	30.1	49.8	52.2	53.8	56.2	91.6	58.8
22:15:00	25.2	24.8	23.8	30	19.1	30	58.6	63.2	60.7	56.3	92.1	59.8
22:20:00	25.7	25.5	24.4	30	13.3	29.9	59.9	63.8	62.4	56.4	91.3	59.8
22:25:00	24.2	24.5	23.3	30.3	10.5	29.9	56.6	58.7	59	56.1	91	59.7
22:30:00	23.5	24.2	22.5	30.1	9.9	29.9	54.4	55.6	56.8	56.2	91.1	59.7
22:35:00	24	24.1	22.9	29.9	18.5	29.8	56.8	58.9	59.2	56.4	91.8	59.7
22:40:00	25.9	25.4	24.6	29.8	20.5	29.7	63.7	67.8	63.6	56.6	92.2	60.3
22:45:00	25.1	25.6	24.4	29.9	13.8	29.8	63.1	64	63.6	56.4	91.4	60.2
22:50:00	23.8	24.7	23.1	30	10.7	29.8	58.7	58.8	59.6	56.2	90.9	60.1
22:55:00	23.1	24.1	22.5	30	9.8	29.7	55.9	55.5	57	56.3	90.9	60
23:00:00	25.1	25.5	24.5	29.7	20.2	29.6	64	65.7	63.6	56.7	92.1	60.5

ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 5 นาที เวลา 21.00 น. - 06.00 น (ต่อ)

Time	T _{ra}	T _{ma}	T _{ra}	T _{oa}	T _{sa}	T _{fa}	RH _{ra}	RH _{ma}	RH _{ra}	RH _{oa}	RH _{sa}	RH _{fa}
23:05:00	24.8	25.3	24.1	29.8	13.3	29.6	63.3	64.2	64	56.6	91.7	60.5
23:10:00	23.4	24.3	22.9	30	13.7	29.6	59	58.7	59.9	56.3	91.5	60.3
23:15:00	25.1	25.4	24.5	29.7	20.4	29.5	66.5	68	64.8	56.7	92.1	60.6
23:20:00	25	25.3	24.3	29.7	13.8	29.5	65	65.7	65.1	56.7	91.3	60.7
23:25:00	23.5	24.4	23	29.9	15.6	29.6	60.2	60.1	60.7	56.2	91.6	60.5
23:30:00	25.2	25.5	24.7	29.6	20.6	29.5	67.4	68.1	65.5	56.6	92.1	60.7
23:35:00	25	25.4	24.2	29.6	13.7	29.5	65	65.6	64.9	56.9	91.4	60.7
23:40:00	23.6	24.5	23.2	29.6	10.8	29.5	59.9	59.9	60.4	56.9	90.9	60.6
23:45:00	25	25.3	24.4	29.4	20.2	29.4	66.2	67.4	64.8	57.5	92.1	61
23:50:00	25.9	26	25.2	29.4	17.9	29.4	69.7	71.3	68.8	57.5	91.2	61.3
23:55:00	24.3	24.9	23.7	29.6	12.4	29.3	63	63.2	63.1	57.2	90.4	61.3
00:00:00	23.8	24.5	23.5	29.4	19.3	29.3	62	63.2	62.4	57.3	91.6	61.6
00:05:00	25.4	25.5	24.8	29.2	21	29.2	68	70.3	67.4	57.9	92.2	62
0:10:00	25.1	25.4	24.4	29.3	14.3	29.2	67.1	68	67.2	58	91	62
0:15:00	23.5	24.4	23.2	29.4	18.6	29.1	62.4	62.2	62.4	57.9	91.5	62.1
0:20:00	25.2	25.5	24.7	29	20.9	29	68.7	70.5	67.9	59.3	92.2	62.9
0:25:00	25.3	25.5	24.6	28.9	14.6	28.9	68.5	69.7	68.9	59.6	91.1	63.2
0:30:00	24	24.6	23.8	29	20.1	28.9	65.9	67	65.3	59.5	91.8	63.6
0:35:00	25.5	25.6	25	28.7	21.6	28.7	70.6	72.7	69.8	60	92.1	63.8
0:40:00	25.1	25.2	24.4	29	14.5	28.6	67.9	69.5	68.4	59.6	90.6	63.7
0:45:00	25.1	25.4	24.6	28.9	21	28.7	69.9	71.5	69.5	59.4	92.1	63.8
0:50:00	25.9	25.8	25.3	28.7	18.7	28.6	72.4	74.4	71.3	59.8	91.6	63.7
0:55:00	24.2	24.7	23.7	29	19.8	28.9	66.2	67.6	65.9	59.1	91.7	63.6
1:00:00	25.5	25.7	25	28.7	21.6	28.9	70.9	72.4	70.6	59.6	92.2	63.5
1:05:00	24.9	25.2	24.2	28.7	14.4	28.7	68.1	69.5	67.8	60.6	90.9	64.5

ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที 5 นาที เวลา 21.00 น. - 06.00 น (ต่อ)

Time	T _a	T _{ma}	T _{ra}	T _{oa}	T _{sa}	T _{fa}	RH _a	RH _{ma}	RH _{ra}	RH _{oa}	RH _{sa}	RH _{fa}
1:45:00	24.4	24.9	24	28.4	14.3	28.2	69	70.6	67.9	63.6	90.6	68.6
1:50:00	25.2	25.5	24.9	28.2	21.7	28.2	73.1	75	71.7	64.1	92.2	68.8
1:55:00	25.6	25.8	25	28.1	17.3	28.2	73.1	74.8	72	64.5	91.1	68.8
2:00:00	24.4	24.8	24.1	28.3	21	28.3	70.2	72	68.9	64	91.8	68.6
2:05:00	25.5	25.7	25.1	28.1	22.3	28.4	73.9	75.5	72.4	64.9	92.2	68.5
2:10:00	25	25.2	24.4	28.2	15	28.3	70.7	72.7	69.5	65	90.2	68.7
2:15:00	25.1	25.4	24.8	27.8	21.6	28.2	72.9	74.9	71.6	66.2	92.1	69.2
2:20:00	26	25.9	25.4	27.7	21.5	28.2	74.9	77.4	73.8	66.7	91.7	69.5
2:25:00	24.3	24.6	24	28.2	20.6	28.4	70.1	71.8	68.4	65.1	91.3	69.6
2:30:00	25.4	25.6	25	28	22.2	28.3	73.8	76.2	72.6	66	92.2	69.7
2:35:00	25.7	25.8	25.2	28.1	18.2	28.3	74.2	76.2	73.1	65.5	90.8	69.9
2:40:00	24.5	24.9	24.3	28.3	21.5	28.5	71.9	74.1	70.1	65.3	91.8	69.5
2:45:00	25.6	25.6	25.2	28.1	22.6	28.6	75	77.3	73.1	65.6	92.1	69.3
2:50:00	25.2	25.3	24.6	28.3	15.9	28.7	72.4	74.4	70.9	65.3	89.8	68.9
2:55:00	25	25.3	24.7	28.2	21.6	28.7	73.5	75.5	71.8	65.1	92.1	68.7
3:00:00	25.8	25.9	25.3	28	23	28.6	75.6	77.7	74.4	65.6	92	68.7
3:05:00	25.1	25.2	24.5	28.3	15.6	28.8	72.5	74.2	70.5	65.1	89.5	68.4
3:10:00	25.2	25.4	24.8	28.2	21.9	28.7	74.2	76	72.7	65	92.1	68
3:15:00	25.9	26	25.4	27.9	22.7	28.5	76.1	77.8	74.6	65.7	91.9	68.5
3:20:00	24.4	24.7	24.1	28.3	20.9	28.7	70.6	72.8	68.9	65.2	91.3	68.7
3:25:00	25.5	25.6	25	28	22.3	28.5	74.8	76.6	73.4	65.5	92.2	68.9
3:30:00	26	26	25.4	27.9	20.5	28.6	76.5	78.4	75.1	66.5	91	69.1
3:35:00	24.2	24.6	23.9	28.3	20.6	28.7	70.4	72.8	68.1	65.3	91.1	69
3:40:00	25.4	25.6	25	27.9	22.2	28.4	74.9	76.8	73.3	66.9	92.3	69.4
3:45:00	26	26	25.4	27.8	21.8	28.5	76.5	78.6	75.1	66.6	91.4	69.9

ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 5 นาทีเวลา 21.00 น. - 06.00 น (ต่อ)

Time	T _{ra}	T _{ma}	T _{ra}	T _{oa}	T _{sa}	T _{fa}	RH _{ra}	RH _{ma}	RH _{ra}	RH _{oa}	RH _{sa}	RH _{fa}
3:50:00	24.3	24.7	24	28.2	20.9	28.4	71.3	73.4	69.1	65.9	91.3	70
3:55:00	25.4	25.5	25	27.9	22.4	28.3	75.4	77.4	73.6	67.4	92.3	70.7
4:00:00	25.8	25.8	25.2	27.6	19	28	76	77.9	74.7	68.7	90.9	71.4
4:05:00	24.6	24.9	24.3	27.8	21.6	28.1	72.9	75.2	70.9	67.6	91.7	71.6
4:10:00	25.6	25.7	25.1	27.5	22.8	28.1	76.2	78.1	74.5	68.4	92.3	71.9
4:15:00	25.4	25.5	24.8	27.6	17	28	74.4	76.5	72.2	68.5	90.1	71.8
4:20:00	24.9	25.2	24.6	27.5	21.7	28.1	74.2	76.5	72.4	68.5	92.1	71.8
4:25:00	25.7	25.8	25.2	27.5	23.1	28.1	76.8	78.9	75.3	68.9	92.2	72
4:30:00	24.9	25	24.2	27.5	15.3	28	72.7	74.7	70.6	69.5	89.7	72.2
4:35:00	25.2	25.4	24.8	27.4	22.1	28	75.6	77.8	73.7	69.8	92.3	72.6
4:40:00	25.9	25.9	25.3	27.2	23.4	27.9	77.5	79.8	75.9	70.4	92.1	73.2
4:45:00	24.9	25.1	24.4	27.4	15.5	28	73.1	75.3	70.9	70	89.5	72.8
4:50:00	25.1	25.3	24.8	27.2	22	27.9	75.5	77.7	73.7	70.2	92.3	72.8
4:55:00	25.7	25.8	25.2	27.2	23.3	27.9	77.6	79.6	76	70.2	92.2	72.7
5:00:00	25.5	25.6	25	27.3	18.2	27.8	75.9	78	74.4	69.9	89.8	72.9
5:05:00	24.7	25	24.5	27.4	21.7	27.9	74.8	77.1	72.5	69.1	91.9	72.5
5:10:00	25.6	25.6	25.1	27.2	23	28	77.2	79.5	75.6	69.6	92.3	72.3
5:15:00	25.6	25.5	25	27.3	18.7	27.8	76.2	77.9	74.4	69.2	90.3	72.2
5:20:00	24.7	24.9	24.5	27.3	21.7	27.9	74.7	76.9	72.4	68.8	92	72.1
5:25:00	25.6	25.6	25.1	27.2	23	27.9	77.1	79.5	75.5	69.5	92.3	72.4
5:30:00	26	25.9	25.3	27.2	20.6	27.9	78.1	79.9	76.3	69.7	90.2	72.5
5:35:00	24.5	24.7	24.2	27.3	21.7	27.8	74.3	76.2	71.4	69.4	91.6	72.4
5:40:00	25.5	25.5	25	27.1	22.7	27.8	77	79.2	75.3	70.1	92.4	72.7
5:45:00	25.9	25.9	25.4	27.1	23.7	27.8	78.3	80.4	76.8	70.7	91.7	73.4
5:50:00	24.6	24.7	24.2	27.1	21.6	27.7	74	76.5	71.5	70.4	91.3	73.5

ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที 5 นาที เวลา 21.00 น. - 06.00 น (ต่อ)

Time	T _{ra}	T _{ma}	T _{ra}	T _{oa}	T _{sa}	T _{fa}	RH _{ra}	RH _{ma}	RH _{ra}	RH _{oa}	RH _{sa}	RH _{fa}
5:55:00	25.5	25.5	25	27	22.7	27.6	77.5	79.8	75.7	70.9	92.4	73.7
6:00:00	25.9	25.8	25.5	27	22.8	27.6	79	81.1	76.8	70.9	91.9	74.8

*ข้อมูลการทดลองทั้งหมดถูกเก็บไว้ที่ภาควิชาเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดย ดร.นิมมาท ราชประดิษฐ์



ตารางที่ ก 3 ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 1 นาที เวลา 21.00 น. - 06.00 น

Time	T _{ra}	T _{ma}	T _{ra}	T _{oa}	T _{sa}	T _{fa}	RH _{ra}	RH _{ma}	RH _{ra}	RH _{oa}	RH _{sa}	RH _{fa}
21:00:00	25.9	25.2	25	28.6	12.8	28.4	57.8	60.1	59.8	54.3	89.8	57.6
21:01:00	25.8	24.9	24.9	28.7	12.1	28.4	57	58.8	58.4	54.3	89.7	57.6
21:02:00	25.8	24.8	24.7	28.7	11.5	28.4	56.2	57.9	57.3	54.1	89.5	57.6
21:03:00	25.6	24.6	24.5	28.8	11	28.3	55.1	57	56.3	54.2	89.5	57.6
21:04:00	25.4	24.5	24.3	28.9	16.1	28.3	54.1	56.2	55.5	54.2	90.3	57.7
21:05:00	25.4	24.5	24.4	28.6	18.8	28.3	55.7	58.7	56.8	54.4	90.9	57.8
21:06:00	25	24.8	24.4	28.5	19.3	28.3	59.3	61.1	59.2	54.5	91.3	57.8
21:07:00	24.9	25.1	24.6	28.5	19.5	28.2	63	62.8	61.6	54.6	91.5	57.8
21:08:00	24.9	25.4	24.8	28.4	20	28.3	65	64.3	63.5	54.7	91.6	57.5
21:09:00	25.4	25.5	25.1	28.3	20.5	28.2	65.5	65.4	64.5	55.1	91.6	57.6
21:10:00	25.3	25.7	25.2	28.3	20.9	28.2	66.7	66.1	65.3	55.1	91.6	57.5
21:11:00	25.3	25.9	25.3	28.3	21.2	28.2	68.4	67	66.1	55	91.5	57.6
21:12:00	25.8	25.9	25.5	28.3	16.6	28.2	67.4	66.4	66.4	54.9	90.2	57.5
21:13:00	26.2	25.6	25.4	28.3	14.1	28.2	63.6	64.4	65.1	54.7	89.3	57.2
21:14:00	26.2	25.4	25.2	28.4	13.5	28.2	60.6	62.8	63.1	54.7	89.4	57
21:15:00	26	25	25	28.4	13.3	28.2	58.9	61.2	61.4	54.7	89.6	57.1
21:16:00	25.9	24.8	24.9	28.4	12.6	28.1	57.9	60	60	54.4	89.6	57.1
21:17:00	25.6	24.7	24.7	28.4	11.8	28.2	56.5	59	58.5	54.2	89.4	57.1
21:18:00	25.8	24.7	24.5	28.4	17	28.2	59.5	58.1	57.5	54.1	90.3	57.2
21:19:00	25.5	24.8	24.4	28.4	19.4	28.2	58.6	60.9	59.7	54	90.9	57.3
21:20:00	25.9	25.1	24.6	28.3	20	28.3	61	63.6	61.9	53.9	91.3	57.4
21:21:00	26	25.4	24.9	28.2	20.1	28.3	60.8	64.4	63.4	54	91.5	57.1
21:22:00	26	25.6	25.1	28.2	20.6	28.2	60.4	65.4	64.9	54.1	91.6	57
21:23:00	26.1	25.8	25.2	28.1	18.7	28.3	60.1	65.9	65.9	54.3	91.2	56.9
21:24:00	26.2	25.7	25.2	28.1	14.8	28.4	59.7	64.6	65.3	54.4	90.1	56.6

ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 1 นาที เวลา 21.00 น. - 06.00 น (ต่อ)

Time	T _{ra}	T _{ma}	T _{ra}	T _{oa}	T _{sa}	T _{fa}	RH _{ra}	RH _{ma}	RH _{ra}	RH _{oa}	RH _{sa}	RH _{fa}
21:26:00	26.2	25.3	24.9	28.2	13.4	28.5	59.1	61.5	62	54.4	89.6	56.3
21:27:00	26.2	25	24.5	28.4	13	28.6	59.1	60.7	60.6	54.1	89.7	56.2
21:28:00	26.1	24.9	24.2	28.4	12.6	28.7	59.1	59.9	60	54.2	89.7	56.1
21:29:00	26.1	24.7	24	28.4	14.9	28.7	59	59.2	59.2	54.1	90	56
21:30:00	26.1	24.7	24.1	28.3	19	28.7	59.2	60.6	59.8	54.2	90.9	56
21:31:00	26.1	24.9	24.3	28.1	19.7	28.6	59.4	62.3	61.6	54.5	91.3	56
21:32:00	26.1	25.1	24.5	28.1	19.9	28.5	59.8	63.8	63.4	54.6	91.5	56.1
21:33:00	26.1	25.3	24.7	28.1	20.4	28.5	60	65.1	64.8	54.7	91.5	56.2
21:34:00	26.1	25.5	24.8	28	20.8	28.5	60	65.6	65.7	54.7	91.4	56.3
21:35:00	26.1	25.7	25	28	21.1	28.6	60.1	66.2	66.6	54.8	91.2	56.4
21:36:00	26.1	25.9	25.1	28	21.4	28.6	60.4	66.6	67.2	54.6	91.1	56.4
21:37:00	26.2	26	25.2	27.9	21.7	28.6	60.3	67.1	68.1	54.7	90.9	56.5
21:38:00	26.2	26.1	25.3	27.9	17.8	28.6	60.7	67.5	68.7	54.9	89	56.4
21:39:00	26.2	26	25.4	28	15.9	28.5	60.4	65.6	67.7	54.8	88.2	56.4
21:40:01	26.3	25.7	25.3	28	14.5	28.6	60.1	64.2	65.5	54.6	88	56.3
21:41:00	26.4	25.4	25.1	28.2	14.1	28.7	59.6	63.2	63.1	54.5	88.6	56.2
21:42:00	26.5	25.2	25	28.3	13.7	28.8	59.5	62	62.1	54.3	88.9	56.1
21:43:00	27.3	25.1	25	28.3	13.2	28.9	57.4	60.8	61	54.2	89.1	56.1
21:44:00	27	24.9	24.6	28.5	12.6	28.9	57	59.9	59.1	54	89	55.9
21:45:00	26.8	24.8	24.3	28.5	12	29.1	57.1	59.3	57.9	54	88.9	55.8
21:46:00	26.6	24.7	24.2	28.4	11.6	28.9	57.6	58.6	57.2	54	89	55.7
21:47:00	26.4	24.4	24	28.4	14.8	29	57.9	57.7	56.5	54	89.6	55.7
21:48:00	26.3	24.5	24.1	28.3	18.7	29	58.3	59.4	57.3	54	90.7	55.7
21:50:00	26.2	25	24.2	28.2	19.5	28.8	59.7	63.5	62.2	54.4	91.4	55.9
21:51:00	26.1	25.2	24.5	28.1	20	28.8	60.1	64.6	64	54.4	91.5	56.1

ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 1 นาที เวลา 21.00 น. - 06.00 น (ต่อ)

Time	T _{ra}	T _{ma}	T _{ra}	T _{oa}	T _{sa}	T _{fa}	RH _{ra}	RH _{ma}	RH _{ra}	RH _{oa}	RH _{sa}	RH _{fa}
21:52:00	26.1	25.4	24.7	28.1	20.6	28.7	60.3	65.7	65.3	54.6	91.5	56.5
21:53:00	26.1	25.6	24.8	28	21	28.6	60.7	66.1	66.3	54.9	91.3	56.7
21:54:00	26.1	25.8	25	27.9	21.3	28.5	61	66.8	67.3	55.2	91.2	56.9
21:55:00	26.1	25.8	25.2	28	21.6	28.6	61.1	67.7	68	55.2	90.9	57.1
21:56:00	26.1	26	25.3	27.9	21.9	28.6	61.3	68.1	68.5	55.4	90.7	57.3
21:57:00	26.2	26.1	25.4	27.9	22.1	28.7	61.7	68.5	69	55.7	90.5	57.6
21:58:00	26.2	26.2	25.5	28	18.7	28.6	61.9	68.5	69.4	55.9	88.7	57.7
21:59:00	26.2	26	25.3	28	15.8	28.6	61.7	67.1	68	55.9	87.3	57.8
22:00:00	26.2	25.7	25.4	28	14.6	28.6	61.5	65.7	66.8	56	87.6	57.8
22:01:00	26.2	25.3	25.2	27.9	14.3	28.6	61.1	64.5	64.7	56.5	88.2	57.8
22:02:00	26.2	25.1	24.9	27.9	13.8	28.5	61	63.3	62.5	57	88.7	58.1
22:03:00	26.2	24.8	24.6	28.1	12.7	28.6	60.8	62.3	61.3	56.8	88.8	58.3
22:04:00	26.1	24.6	24.5	28.2	14.3	28.8	60.9	61.3	60.1	56.7	89.2	58.5
22:05:00	26.1	24.6	24.4	28.2	19.2	28.9	61.3	62.8	59.8	56.4	90.6	58.5
22:06:00	26.1	24.9	24.3	28.1	20	28.8	62	64.5	61.9	56.4	91.2	58.6
22:07:00	26	25.1	24.5	28.1	20.1	28.7	62.5	65.7	64	56.3	91.4	58.8
22:08:00	26.1	25.4	24.7	27.9	20.6	28.7	63.6	66.9	65.7	57.1	91.6	58.9
22:09:00	26.1	25.7	25	27.9	21.1	28.6	63.3	67.4	66.9	57.2	91.6	59.1
22:10:00	26.1	25.9	25.2	27.8	21.6	28.5	63.3	68.1	67.8	57.6	91.5	59.3
22:11:00	26.1	26	25.3	27.9	21.9	28.5	63.5	68.5	68.4	57.3	91.3	59.6
22:12:00	26.1	26.1	25.4	27.8	21.6	28.5	63.6	69.2	69.1	57.4	91	59.8
22:13:00	26.1	26	25.4	27.8	16.7	28.4	63.6	68.3	68.9	57.6	88.4	59.9
22:14:00	26.2	25.7	25.2	27.9	15.2	28.5	63.3	66.9	67.5	57.7	88.2	60
22:15:00	26.1	25.3	24.9	28	14.3	28.6	63	65.7	65.3	57.6	88.3	59.8
22:16:00	26.1	25	24.9	28.1	14	28.6	62.8	64.5	63.9	57.3	88.8	59.7

ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 1 นาที เวลา 21.00 น. - 06.00 น (ต่อ)

Time	T _{ra}	T _{ma}	T _{ra}	T _{oa}	T _{sa}	T _{fa}	RH _{ra}	RH _{ma}	RH _{oa}	RH _{sa}	RH _{fa}
22:17:00	26.1	24.9	24.6	28.1	13.5	28.6	62.6	63.6	57.1	89.1	59.6
22:18:00	26.1	24.7	24.3	28.2	13	28.7	62.3	62.7	57.1	89.3	59.6
22:19:00	26	24.5	24.1	28.2	18.8	28.8	62.5	62.5	57.2	90.6	59.3
22:20:00	26.1	24.8	24.2	28.1	20.1	28.7	63.2	64.4	57	91.1	59.4
22:21:00	26.1	25.2	24.5	28	20.3	28.6	63.1	66	57.3	91.4	59.5
22:22:00	26	25.4	24.7	27.9	20.7	28.5	63.6	67.2	57.3	91.5	59.5
22:23:00	26	25.7	24.9	27.7	21.2	28.4	63.7	67.5	57.8	91.5	59.5
22:24:00	26.1	25.8	25.1	27.7	21.6	28.4	63.8	68	57.9	91.2	59.5
22:25:00	26.1	25.9	25.2	27.6	21.9	28.4	63.9	68.6	58	91	59.7
22:26:00	26.1	26	25.3	27.6	22.2	28.4	64	69.5	57.8	90.6	59.8
22:27:00	26.1	26.1	25.4	27.6	22.4	28.5	64.2	69.7	57.7	90.2	59.8
22:28:00	26.1	26.1	25.5	27.6	18	28.5	64.3	69.6	57.7	87.1	59.8
22:29:00	26.1	25.8	25.4	27.7	16	28.4	64	67.8	57.7	87	59.6
22:30:00	26.1	25.4	25.1	27.9	14.7	28.5	63.5	66.4	57.5	87.2	59.5
22:31:00	26.1	25.1	24.9	27.9	14.1	28.6	63.1	65.3	57.4	88.1	59.4
22:32:00	26.1	24.9	24.7	27.8	13.5	28.6	62.9	64.3	57.8	88.6	59.3
22:33:00	26	24.8	24.4	27.8	12.9	28.6	62.8	62.8	58	88.9	59.4
22:34:00	26	24.6	24.2	27.8	12.3	28.6	62.7	62	58.3	89	59.5
22:35:00	25.9	24.4	24	27.9	14.9	28.6	62.7	61.3	58.3	89.6	59.8
22:36:00	25.9	24.4	23.8	27.8	19	28.5	63.2	63	58.4	90.8	60.1
22:37:00	25.9	24.5	23.9	27.7	19.7	28.5	63.8	64.8	58.4	91.2	60.4
22:38:00	25.9	24.9	24.1	27.6	19.9	28.5	64.3	66.6	58.9	91.5	60.7
22:39:00	25.9	25	24.4	27.6	20.4	28.4	64.7	67.7	59.1	91.7	61.2
22:40:00	25.9	25.3	24.6	27.5	20.9	28.3	65.1	68.4	59.6	91.7	61.5
22:41:00	25.9	25.5	24.8	27.5	21.4	28.3	65.4	69.1	59.7	91.5	61.7

ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 1 นาที เวลา 21.00 น. - 06.00 น (ต่อ)

Time	T _a	T _{ma}	T _{ra}	T _{oa}	T _{sa}	T _{fa}	RH _{ra}	RH _{ma}	RH _{ra}	RH _{oa}	RH _{sa}	RH _{fa}
22:42:00	25.9	25.6	24.9	27.5	21.7	28.3	65.6	69.7	69.1	60	91.4	61.9
22:43:00	25.9	25.7	25	27.5	22	28.2	65.9	70.3	69.8	60.1	91.1	62.1
22:44:00	25.9	25.8	25.2	27.5	22.2	28.2	66.2	70.8	70.4	60.2	90.8	62.2
22:45:00	25.9	25.9	25.3	27.4	22.5	28.3	66.3	71.3	70.8	60.4	90.4	62.3
22:46:00	26	26	25.4	27.4	18	28.2	66.3	71.1	71.1	60.2	87.2	62.5
22:47:00	26	25.7	25.4	27.6	16	28.3	65.8	69.2	70	60.2	87	62.3
22:48:00	26	25.4	25.1	27.5	14.7	28.2	65.4	67.8	67.6	60.5	87.3	62.3
22:49:00	26	25	24.8	27.4	14.1	28.2	65	66.4	65.5	60.8	88	62.4
22:50:00	25.9	24.7	24.6	27.6	13.6	28.2	64.8	65	63.7	60.5	88.7	62.4
22:51:00	25.9	24.6	24.3	27.8	13.3	28.2	64.6	64.4	62	60.4	89.1	62.4
22:52:00	25.9	24.4	24.2	27.5	19	28.3	64.6	64	61.2	60.5	90.6	62.5
22:53:00	25.9	24.5	24.1	27.3	19.9	28.1	65	65.6	62.8	61.1	91.1	62.6
22:54:00	25.9	24.9	24.3	27.4	20.3	28.1	65.4	67.8	65.2	60.9	91.4	62.7
22:55:00	25.8	25.1	24.5	27.2	20.5	28.1	65.8	68.9	67.2	61.2	91.6	62.8
22:56:00	25.8	25.3	24.7	27.2	21.1	28	66.2	69.5	68.2	61.4	91.7	63
22:57:00	25.8	25.4	24.8	27.3	21.5	28	66.7	70.1	69.1	60.9	91.6	63.1
22:58:00	25.8	25.6	25	27.2	21.8	27.9	66.8	70.7	69.9	61.1	91.4	63.1
22:59:00	25.8	25.8	25.1	27.2	22.1	28	66.8	70.8	70.4	61.1	91.2	63.2
23:00:00	25.8	25.9	25.3	27.1	22.4	28	67	71	70.8	61.5	90.8	63.3
23:01:00	25.9	26	25.4	27	22.6	27.9	67.2	71.3	71.1	62.1	90.3	63.3
23:02:00	25.9	25.9	25.4	27.2	17.9	27.8	67.1	70.6	70.9	61.6	87	63.3
23:03:00	25.9	25.6	25.3	27.4	15.6	28	66.7	69	69.4	60.7	87.1	63.3
23:04:00	25.9	25.4	25.1	27.6	14.4	28.1	66.1	67.8	67.8	60.6	87.5	63.1
23:05:00	25.9	24.9	24.8	27.5	14	28.2	65.8	66.3	65.1	60.4	88.2	63
23:06:00	25.9	24.8	24.6	27.7	13.5	28.1	65.6	65.7	63.7	60.3	88.9	62.9

ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 1 นาทื เวลา 21.00 น. - 06.00 น (ต่อ)

Time	T _a	T _{ma}	T _{ra}	T _{oa}	T _{sa}	T _{fa}	RH _{ra}	RH _{ma}	RH _{ra}	RH _{oa}	RH _{sa}	RH _{fa}
23:07:00	25.8	24.6	24.2	27.8	13.2	28.1	65.4	64.4	61.8	60.2	89.2	63
23:08:00	25.8	24.4	24	27.4	19.2	28.1	65.5	65	61.6	60.3	90.7	62.9
23:09:00	25.7	24.5	24	27.1	20	28	65.8	66.6	63.9	61	91.2	63
23:10:00	25.7	24.7	24.2	27.1	20.2	27.9	66.2	68.1	66.1	61.2	91.5	63.1
23:11:00	25.7	25	24.4	27.2	20.5	28	66.5	69	67.5	61	91.7	63.1
23:12:00	25.7	25.2	24.6	27.2	21	28	66.7	69.7	68.5	60.7	91.7	63
23:13:00	25.7	25.4	24.8	27.2	21.4	27.9	66.8	70.1	69.5	60.7	91.6	63
23:14:00	25.7	25.5	25	27.2	21.8	28	66.8	70.5	69.9	60.7	91.4	63.1
23:15:00	25.7	25.7	25.1	27.3	22.1	28	67	70.8	70.2	60.4	91.1	63
23:16:00	25.7	25.7	25.2	27.3	22.4	28.1	67.1	71.4	70.8	60.3	90.7	63
23:17:00	25.8	25.8	25.3	27.3	22.7	28.1	67.2	71.6	71.1	60.2	90.1	63.1
23:18:00	25.8	25.9	25.4	27.2	22.9	28.1	67.3	71.8	71.5	60.2	89.6	63.1
23:19:00	25.8	26	25.4	27.2	19.3	28.1	67.4	71.7	71.8	60	86.5	63
23:20:00	25.8	25.7	25.2	27.3	16.7	28.1	67.2	70	70.5	60.1	85.9	62.6
23:21:00	25.8	25.4	25.1	27.2	14.7	28	66.6	68.6	68.9	60	86.5	62.3
23:22:00	25.8	25	24.8	27.3	14	28	65.9	67.4	66.9	60	87.5	62.1
23:23:00	25.8	24.7	24.5	27.4	13.5	27.9	65.6	66.2	64.5	59.8	88.4	61.9
23:24:00	25.8	24.4	24.3	27.5	19.3	28.1	65.3	65.7	63.5	59.6	90.4	61.9
23:25:00	25.7	24.5	24.2	27.5	20.3	28.1	65.6	67.9	65.3	59.2	91	61.9
23:26:00	25.7	24.8	24.4	27.2	20.6	28	65.9	69.5	67.5	59.2	91.4	61.9
23:27:00	25.7	25	24.6	27.1	20.8	27.9	66.2	70.4	68.9	59.6	91.7	61.8
23:28:00	25.7	25.2	24.7	27	21.2	27.9	66.3	70.7	69.7	59.9	91.8	61.8
23:29:00	25.7	25.4	24.9	27.1	21.6	27.9	66.4	71	70.2	59.9	91.7	61.9
23:30:00	25.7	25.5	25	27.1	21.9	27.9	66.5	71.5	71	59.8	91.6	61.8
23:31:00	25.7	25.6	25.1	27.1	22.3	27.9	66.6	72	71.5	59.8	91.3	61.9

ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 1 นาที เวลา 21.00 น. - 06.00 น (ต่อ)

Time	T _a	T _{ma}	T _a	T _{oa}	T _{sa}	T _{fa}	RH _a	RH _{ma}	RH _a	RH _{oa}	RH _{sa}	RH _{fa}
23:32:00	25.8	25.7	25.2	27.1	22.6	27.9	66.7	72.1	71.7	59.8	90.8	61.9
23:33:00	25.8	25.8	25.3	27.1	22.9	27.9	66.7	72.2	71.9	59.7	90.2	62
23:34:00	25.8	25.9	25.4	27.1	23.1	27.9	66.7	72.3	72.2	59.6	89.3	62.1
23:35:00	25.8	25.9	25.3	27.2	18.1	27.9	66.8	71.3	71.7	59.5	86.2	61.9
23:36:00	25.8	25.5	25.3	27.1	15.8	28	66.5	69.3	70.5	59.4	86.3	61.7
23:37:00	25.8	25.2	25	27.1	14.4	28	66.2	68.1	67.3	59.6	86.9	61.6
23:38:00	25.8	24.9	24.7	27.2	13.9	27.9	65.8	66.6	65.5	59.6	88.1	61.5
23:39:00	25.7	24.6	24.6	27.1	18	27.9	65.4	65.9	64.2	59.9	89.7	61.6
23:40:00	25.7	24.6	24.4	27.2	20.2	27.9	65.5	67.6	64.4	59.9	90.8	61.7
23:41:00	25.7	24.8	24.5	27.2	20.7	27.9	65.8	68.9	66.6	59.5	91.3	61.8
23:42:00	25.7	25	24.6	27.2	20.8	27.9	66.2	70	68.3	59.4	91.6	61.9
23:43:00	25.7	25.2	24.7	27.1	21.1	27.9	66.5	70.4	69.3	59.6	91.7	61.9
23:44:00	25.7	25.4	24.8	27.1	21.5	27.9	66.5	70.9	70.3	59.6	91.7	62.1
23:45:00	25.7	25.5	25	26.9	21.9	27.7	66.8	71.3	71	60	91.5	62.1
23:46:00	25.7	25.5	25.1	26.9	22.3	27.7	66.9	71.8	71.4	60.3	91.2	62.2
23:47:00	25.7	25.7	25.2	26.7	22.6	27.6	66.8	72	71.7	60.7	90.6	62.4
23:48:00	25.7	25.7	25.3	26.7	22.9	27.6	66.9	72	72	60.7	89.9	62.3
23:49:00	25.8	25.8	25.4	26.8	23.3	27.6	67	72.1	72.1	60.6	88.6	62.4
23:50:00	25.8	25.9	25.4	26.8	19.1	27.6	67	72.1	72.1	60.4	84	62.5
23:51:00	25.8	25.6	25.3	27	17	27.5	66.9	70.3	70.6	60.2	85.6	62.5
23:52:00	25.7	25.3	25.2	27.1	14.6	27.5	66.6	68.8	69.1	60.4	86.1	62.5
23:53:00	25.7	25	25	27	14	27.5	66.2	67.6	66.7	60.1	87.4	62.7
23:54:00	25.7	24.7	24.7	27.1	13.8	27.6	65.8	66.3	64.6	60.1	88.3	62.6
23:55:00	25.6	24.5	24.4	27.2	19.9	27.7	65.8	67.2	64.2	59.9	90.5	62.7
23:56:00	25.6	24.5	24.4	27.1	20.6	27.7	66	69.1	66	59.8	91.2	62.6

ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 1 นาที เวลา 21.00 น. - 06.00 น (ต่อ)

Time	T _{ra}	T _{ma}	T _{ra}	T _{oa}	T _{sa}	T _{fa}	RH _{ra}	RH _{ma}	RH _{ra}	RH _{oa}	RH _{sa}	RH _{fa}
23:57:00	25.6	24.8	24.5	27	20.6	27.6	66.5	70.4	68	60.1	91.5	62.5
23:58:00	25.6	25	24.6	26.9	20.9	27.5	66.6	70.9	69.3	60.3	91.7	62.4
23:59:00	25.6	25.2	24.7	26.9	21.3	27.5	66.7	71.3	70.4	60.3	91.8	62.5
00:00:00	25.6	25.3	24.8	26.7	21.8	27.5	66.7	71.6	71	60.2	91.6	62.6
00:01:00	25.6	25.5	25	26.7	22.1	27.5	66.9	72	71.6	60.4	91.3	62.5
00:02:00	25.6	25.6	25.1	26.8	22.5	27.6	66.9	72.2	72	60.3	90.8	62.7
00:03:00	25.7	25.7	25.2	26.8	23	27.7	67	72.2	72.1	60.2	89.8	62.6
00:04:00	25.7	25.8	25.3	26.8	23.4	27.7	67.2	72.1	72.2	60	88.5	62.4
00:05:00	25.7	25.9	25.4	26.8	23.4	27.8	67.1	72.1	72.3	59.9	86.9	62.3
00:06:00	25.7	25.7	25.4	26.8	18.4	27.7	67	71.2	71.7	59.8	84	62
00:07:00	25.7	25.4	25.1	26.9	15.6	27.7	66.8	69.7	69.7	59.8	85.4	61.8
00:08:00	25.7	25	24.9	27	14.2	27.7	66.3	68.3	67.5	59.5	86.3	61.7
00:09:00	25.6	24.7	24.7	27.1	17.4	27.8	65.9	67	65.5	59.3	88.5	61.6
0:10:00	25.6	24.6	24.5	26.9	20.5	27.9	65.9	68.3	65.8	59.3	90.6	61.5
0:11:00	25.6	24.7	24.6	26.8	20.8	27.7	66.2	69.9	67.8	59.2	91.2	61.5
0:12:00	25.6	25	24.7	26.8	20.8	27.5	66.4	70.8	69.3	59.4	91.5	61.5
0:13:00	25.6	25.1	24.9	26.7	21.2	27.7	66.4	71.4	70.2	59.4	91.7	61.7
0:14:00	25.6	25.3	25	26.7	21.7	27.6	66.4	71.8	70.9	59.5	91.6	61.6
0:15:00	25.6	25.5	25	26.6	22.2	27.5	66.5	71.9	71.3	59.5	91.4	61.5
0:16:00	25.6	25.6	25.1	26.6	22.6	27.5	66.4	71.9	71.8	59.7	90.7	61.6
0:17:00	25.7	25.8	25.2	26.5	23.2	27.4	66.5	71.5	72	59.7	89.3	61.5
0:18:00	25.7	26	25.3	26.6	22.7	27.5	66.4	71.5	72.1	59.7	86.8	61.6
0:19:00	25.7	25.9	25.2	26.6	18	27.4	66.5	70	71.6	59.6	84.5	61.6
0:20:00	25.7	25.5	25.2	26.7	15.4	27.5	66.3	68.5	70	59.4	85.2	61.5
0:21:00	25.7	25.1	25	26.7	14	27.4	65.8	67.5	68.2	59.2	86.6	61.3

ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 1 นาที เวลา 21.00 น. - 06.00 น (ต่อ)

Time	T _a	T _{ma}	T _{ra}	T _{oa}	T _{sa}	T _{fa}	RH _{ra}	RH _{ma}	RH _{ra}	RH _{oa}	RH _{sa}	RH _{fa}
0:22:00	25.6	24.8	24.7	26.8	13.5	27.5	65.4	66.3	66.2	59.1	87.8	61.2
0:23:00	25.6	24.5	24.5	26.8	19.6	27.7	65.3	66.1	64.1	58.9	90.2	61.1
0:24:00	25.5	24.7	24.3	26.8	20.5	27.7	65.4	67.7	65.5	58.9	91.1	61.1
0:25:00	25.5	24.9	24.4	26.7	20.5	27.7	65.7	68.9	67.6	58.9	91.4	61.1
0:26:00	25.5	25.1	24.4	26.7	20.7	27.5	66.1	69.6	69.1	58.9	91.7	61.1
0:27:00	25.5	25.2	24.6	26.6	21.1	27.6	66.1	70.5	70.2	59	91.7	61.3
0:28:00	25.5	25.3	24.7	26.6	21.6	27.5	66.2	70.8	71	59.1	91.6	61.3
0:29:00	25.5	25.4	24.9	26.6	22.1	27.4	66.4	71.3	71.4	59.1	91.2	61.1
0:30:00	25.5	25.6	25	26.5	22.6	27.3	66.3	70.9	71.5	59	90.5	61
0:31:00	25.5	25.8	25.1	26.5	23.2	27.5	66.2	70.7	71.7	59.1	89	61.1
0:32:00	25.6	25.9	25.2	26.4	23.7	27.5	66.2	70.5	71.7	59.1	86.4	61.3
0:33:00	25.6	26	25.3	26.4	24.1	27.5	66.5	70.5	71.7	59.2	84.1	61.5
0:34:00	25.6	26.1	25.4	26.4	20.3	27.2	66.6	70	71.5	59.4	78.7	61.3
0:35:00	25.6	25.8	25.3	26.5	16.6	27.3	66.6	68.6	70	59.1	83	61.1
0:36:00	25.6	25.4	25.2	26.5	14.6	27.3	66	67.5	68.4	58.8	84.9	61.1
0:37:00	25.6	25	24.9	26.5	13.7	27.2	65.6	66.1	66	58.9	86.5	61
0:38:00	25.5	24.7	24.6	26.6	19.3	27.3	65.4	65.4	64.2	58.8	89.6	61
0:39:00	25.5	24.7	24.5	26.6	20.4	27.2	65.3	66.9	64.8	58.7	90.7	61.1
0:40:00	25.5	24.8	24.4	26.6	20.5	27.2	65.7	68.3	66.9	58.6	91.2	61.2
0:41:00	25.5	25.1	24.5	26.5	20.6	27.3	65.8	69.3	68.8	58.9	91.5	61.4
0:42:00	25.5	25.1	24.5	26.4	21.2	27.3	66	70.2	70	59.6	91.6	61.5
0:43:00	25.5	25.3	24.7	26.3	21.7	27.3	66.4	70.5	70.7	59.5	91.5	61.7
0:44:00	25.5	25.4	24.8	26.3	22.1	27.1	66.5	71	71	59.5	91	61.6
0:45:00	25.5	25.5	25	26.3	22.7	27	66.5	71	71.4	59.4	90	61.7
0:46:00	25.5	25.7	25.1	26.3	23.4	27	66.5	70.9	71.5	59.6	87.6	61.9

ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 1 นาที เวลา 21.00 น. - 06.00 น (ต่อ)

Time	T _{ra}	T _{ma}	T _{ra}	T _{oa}	T _{sa}	T _{fa}	RH _{ra}	RH _{ma}	RH _{ra}	RH _{oa}	RH _{sa}	RH _{fa}
0:47:00	25.5	25.8	25.2	26.2	24	27	66.5	70.5	71.6	59.9	84.5	61.9
0:48:01	25.5	25.9	25.3	26.2	24.4	27	66.4	70.1	71.4	59.7	81.7	61.9
0:49:00	25.5	26.1	25.4	26.2	24.5	27	66.4	69.9	71.2	59.6	79.8	61.8
0:50:00	25.6	26.1	25.5	26.1	18.1	27	66.4	69.4	70.8	59.8	75.6	61.8
0:51:00	25.6	25.6	25.3	26.2	16.3	26.9	66.3	68	69.3	60.4	82.9	61.8
0:52:00	25.5	25.2	25.2	26.3	14.3	26.8	66	66.9	67.6	60.6	84.7	61.9
0:53:00	25.5	24.7	24.9	26.4	14.1	26.8	65.8	66	65.7	60	86.8	62
0:54:00	25.5	24.5	24.6	26.4	20	27.1	65.6	66.5	64.3	59.7	89.9	62.1
0:55:00	25.5	24.7	24.4	26.3	20.5	27.1	65.7	68.2	66.1	59.7	90.8	62.1
0:56:00	25.4	24.9	24.4	26.3	20.6	27.1	66	69.3	68.2	59.5	91.3	62
0:58:00	25.4	25.2	24.6	26.3	21.4	27.2	66.3	70.3	70.5	59.5	91.4	62
0:59:00	25.4	25.3	24.7	26.3	22	27.2	66.6	70.8	71.2	59.9	91.1	61.9
1:00:00	25.4	25.5	24.8	26.3	22.6	27.1	66.6	70.6	71.4	59.6	90	61.8
1:01:00	25.4	25.6	25	26.2	23.4	27.1	66.6	70.6	71.6	59.7	87.7	61.8
1:02:00	25.4	25.8	25.1	26.2	24.1	27.1	66.7	70.4	71.5	59.8	83.8	61.9
1:03:00	25.4	25.8	25.2	26.2	17.5	27	66.7	69.6	71.1	59.7	77.8	62
1:04:00	25.4	25.5	25	26.3	15.3	27.2	66.7	68.3	69.2	59.6	83.3	61.9
1:05:00	25.4	25	24.9	26.5	13.9	27.3	66.4	67	67.6	59.6	85.4	61.8
1:06:00	25.4	24.7	24.6	26.6	17.9	27.3	66	66.1	65.1	59.7	88.1	61.8
1:07:00	25.3	24.6	24.3	26.5	20.4	27.2	66	67.4	65.5	59.4	90.4	61.8
1:08:00	25.3	24.7	24.3	26.4	20.6	27.1	66.3	68.8	67.6	59.6	91.1	61.9
1:09:00	25.3	25	24.4	26.3	20.7	27.1	66.4	69.9	69.4	59.8	91.4	62.1
1:10:00	25.3	25.1	24.5	26.3	21.2	27.1	66.7	70.5	70.4	60.1	91.5	62.3
1:11:00	25.3	25.3	24.6	26.1	21.8	26.9	66.9	70.5	71	60.2	91.3	62.3
1:12:00	25.3	25.5	24.7	26.1	22.3	27	66.9	70.5	71.4	60.3	90.6	62.4

ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 1 นาที เวลา 21.00 น. - 06.00 น (ต่อ)

Time	T _e	T _{ma}	T _{ra}	T _{oa}	T _{sa}	T _{fa}	RH _{ra}	RH _{ma}	RH _{ra}	RH _{oa}	RH _{sa}	RH _{fa}
1:1300	25.3	25.6	24.9	26.1	23.1	27.1	66.8	70.4	71.6	60.3	88.8	62.4
1:1400	25.3	25.7	25	26.1	23.9	27.1	66.9	70.2	71.4	60.2	84.7	62.4
1:1500	25.4	25.9	25.2	26.1	24.4	27.1	67	70.2	71.2	60.2	80.6	62.5
1:1600	25.4	26	25.3	26.1	24.6	26.9	67.1	69.9	70.9	60.2	78.3	62.5
1:1700	25.4	26	25.4	26	21	26.9	67.1	69.3	70.6	60.1	73.7	62.5
1:1800	25.4	25.7	25.3	26.1	16.1	26.9	66.9	68.1	69.1	60	80.5	62.1
1:1900	25.4	25.3	25	26.1	14.2	27.1	66.4	67.1	67.2	59.9	83.7	62
1:2000	25.3	24.7	24.8	26.1	13.3	27.1	66.1	65.8	65.9	59.6	85.9	61.7
1:2100	25.3	24.5	24.5	26.1	19.8	27.2	65.7	66.1	64.2	59.3	89.6	61.5
1:2200	25.3	24.5	24.3	26.1	20.4	27.2	65.7	67.7	65.6	59.3	90.6	61.4
1:2300	25.3	24.6	24.4	26	20.4	27.1	65.9	69.2	68	59.4	91.1	61.3
1:2400	25.2	24.8	24.4	26	20.7	27.1	66	70.2	69.4	59.4	91.4	61.2
1:2500	25.2	25	24.5	26	21.3	27.1	66.1	70.6	70.3	59.5	91.5	61.3
1:2600	25.3	25.1	24.7	25.9	21.8	27	66.3	70.6	70.8	59.5	91.1	61.3
1:2700	25.2	25.4	24.8	25.9	22.5	27	66.2	70.4	71.1	59.6	90.1	61.3
1:2800	25.3	25.6	25	25.9	23.4	27	66.1	69.8	71	59.5	86.7	61.2
1:2900	25.3	25.7	25.1	25.9	24.2	26.9	66.1	69.4	70.8	59.4	81.5	61.2
1:3000	25.3	25.9	25.2	25.8	24.5	26.8	66.1	69	70.6	59.5	77.6	61.1
1:3100	25.3	26	25.4	25.8	24.7	26.8	66	68.6	70.1	59.5	75.9	61
1:3200	25.3	26	25.4	25.9	19.7	26.8	65.9	68.6	69.8	59.3	71.7	60.9
1:3300	25.3	25.8	25.2	26.1	16.2	26.8	65.8	67	68.3	59.1	80	60.8
1:3400	25.3	25.2	25	26.2	14.1	26.8	65.6	65.8	66.5	58.8	83.2	60.7
1:3500	25.3	24.8	24.8	26.2	18.2	27	65.2	65.3	64.7	58.6	87.2	60.7
1:3600	25.3	24.7	24.5	26.1	20.3	27.1	65.2	66.4	64.5	58.5	89.9	60.6
1:3700	25.2	24.8	24.4	26	20.5	27	65.3	67.8	66.5	58.6	90.8	60.6

ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 1 นาที เวลา 21.00 น. - 06.00 น (ต่อ)

Time	T _a	T _{ma}	T _{ra}	T _{oa}	T _{sa}	T _{fa}	RH _a	RH _{ma}	RH _{ra}	RH _{oa}	RH _{sa}	RH _{fa}
1:38:00	25.2	25	24.4	25.9	20.6	26.9	65.4	68.5	68.6	58.8	91.2	60.5
1:39:00	25.2	25.2	24.5	25.8	21.3	26.8	65.5	68.8	69.7	59.1	91.1	60.6
1:40:00	25.2	25.3	24.6	25.9	22	26.9	65.5	69.1	70.2	59.4	90.5	60.7
1:41:00	25.2	25.4	24.8	25.9	23	26.9	65.6	69.2	70.6	59.2	88.2	60.8
1:42:00	25.2	25.5	24.9	25.8	24	26.7	65.8	69.1	70.5	59.2	82.9	60.8
1:43:00	25.2	25.7	25.1	25.7	24.4	26.7	65.8	68.7	70.2	59.2	76.6	60.7
1:44:00	25.3	25.8	25.2	25.7	24.7	26.8	65.6	68.4	69.8	59.3	74.5	60.8
1:45:00	25.3	25.9	25.4	25.7	24.8	26.8	65.5	68.1	69.2	59.3	73.3	60.9
1:46:00	25.3	25.8	25.3	25.7	16.7	26.6	65.7	66.9	68.1	59.4	77	60.9
1:47:00	25.3	25.4	25	25.8	14.5	26.6	65.6	65.9	66.3	59.3	81.9	60.7
1:48:00	25.2	24.9	24.8	25.9	13.2	26.6	65.1	64.7	64.6	59.2	84.5	60.6
1:49:00	25.2	24.6	24.5	25.9	19.9	26.7	64.8	65.2	63.7	59.1	89.3	60.6
1:50:00	25.2	24.7	24.3	25.8	20.4	26.6	64.7	66.6	65.4	59.2	90.5	60.5
1:51:00	25.1	24.8	24.3	25.6	20.4	26.5	65	67.7	67.6	59.2	91	60.6
1:52:00	25.1	25	24.4	25.6	20.9	26.5	65	68.6	69.2	59.4	91.2	60.6
1:53:00	25.1	25.1	24.5	25.6	21.8	26.4	65.3	68.6	69.9	59.3	90.5	60.6
1:54:00	25.1	25.2	24.6	25.7	22.7	26.5	65.3	68.7	70.1	59.3	88.4	60.4
1:55:00	25.1	25.4	24.8	25.6	23.8	26.5	65.2	68.5	70.1	58.9	82.9	60.1
1:56:00	25.1	25.5	25	25.6	24.3	26.4	65	68.2	69.7	59.4	76.3	60.2
1:57:00	25.2	25.7	25.1	25.6	24.7	26.5	64.9	67.4	69.2	59.1	73.1	60.1
1:58:00	25.2	25.9	25.3	25.7	25	26.3	65	66.7	68.7	59	71.6	60
1:59:00	25.2	26	25.4	25.7	20.7	26.4	64.9	66.5	68	58.6	67.7	59.8
2:00:00	25.2	25.6	25.2	25.7	15.5	26.4	64.8	65.2	66.4	58.4	78.4	59.5
2:01:00	25.2	25.2	25	25.7	13.7	26.4	64.5	64.3	64.9	58	82.7	59.3
2:02:00	25.1	24.6	24.7	25.9	17.6	26.5	64.2	63.2	63.1	57.8	86.4	59.1

ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 1 นาที เวลา 21.00 น. - 06.00 น (ต่อ)

Time	T _{ra}	T _{ma}	T _{ra}	T _{oa}	T _{sa}	T _{fa}	RH _{ra}	RH _{ma}	RH _{oa}	RH _{sa}	RH _{fa}
2:03:00	25.1	24.4	24.3	25.9	19.9	26.4	63.8	65.6	57.7	89.6	59.1
2:04:00	25.1	24.5	24.3	25.8	20.2	26.5	63.9	67.1	57.7	90.7	59.1
2:05:00	25.1	24.6	24.3	25.7	20.5	26.5	64.1	68	57.7	91	59.1
2:06:00	25	24.9	24.5	25.5	21.3	26.4	64.3	68.2	57.6	90.6	59
2:07:00	25	25	24.6	25.6	22.3	26.2	64.3	68.2	57.8	88.5	59
2:08:00	25	25.1	24.7	25.5	23.5	26.3	64.3	67.9	57.5	82.8	59.1
2:09:00	25	25.4	24.9	25.5	24.2	26.4	64.2	67.4	57.7	75	59.1
2:10:00	25.1	25.5	25.1	25.5	24.7	26.4	64.2	66.9	57.7	71.7	59.1
2:11:00	25.1	25.7	25.3	25.5	25	26.4	64.2	66.1	57.7	69.8	58.8
2:12:00	25.1	25.8	25.4	25.5	25.1	26.4	64.2	65.7	57.8	68.9	58.8
2:13:00	25.2	25.9	25.5	25.5	25.3	26.4	64	65.1	57.8	68.1	58.5
2:14:00	25.2	25.9	25.5	25.5	17.6	26.4	63.9	64.8	57.6	66.2	58.3
2:15:00	25.2	25.5	25.3	25.6	14.7	26.4	63.8	63.8	57.6	77.7	58.3
2:16:00	25.1	24.8	25.1	25.7	13	26.4	63.7	62.9	57.4	81.9	58.4
2:17:00	25.1	24.5	24.7	25.8	19.3	26.5	63.5	63.5	57.2	87.6	58.4
2:18:00	25.1	24.5	24.4	25.7	20	26.4	63.4	65.5	57.2	90	58.3
2:19:00	25	24.5	24.4	25.5	20.2	26.3	63.6	66.6	57.2	90.6	58.4
2:20:00	25	24.7	24.4	25.4	21	26.2	63.7	67.4	57.4	90.4	58.5
2:21:00	25	24.9	24.6	25.4	22.4	26.3	63.9	67.7	57.5	87.9	58.7
2:22:00	25	25.1	24.7	25.3	23.8	26.2	63.8	67.1	57.2	78.6	58.7
2:23:00	25	25.3	24.9	25.3	24.5	26.2	63.9	66.5	57.5	71.9	58.8
2:24:00	25	25.5	25.1	25.3	24.9	26.1	63.8	65.6	57.5	69.2	58.9
2:25:00	25.1	25.6	25.3	25.3	25.1	26.2	63.8	65	57.6	67.7	58.8
2:26:00	25.1	25.8	25.4	25.2	25.3	26.2	63.7	64.7	57.6	66.8	58.8
2:27:00	25.1	25.9	25.5	25.3	25.4	26.1	63.5	64	58.1	66.2	58.7

ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 1 นาที เวลา 21.00 น. - 06.00 น (ต่อ)

Time	T _{ra}	T _{ma}	T _{ra}	T _{oa}	T _{sa}	T _{fa}	RH _{ra}	RH _{ma}	RH _{ra}	RH _{oa}	RH _{sa}	RH _{fa}
22800	25.2	25.7	25.5	25.4	16.5	26.1	63.6	63.4	64	57.9	69.6	58.6
22900	25.1	25.2	25.2	25.5	13.5	26.2	63.5	62.7	62.7	57.6	79.3	58.7
23000	25.1	24.7	24.8	25.6	12.5	26.1	63.2	62	61.1	57.4	82.9	58.7
23100	25	24.2	24.4	25.5	19.1	26.3	63	63	60.7	57.3	88.1	58.8
23200	25	24.2	24.2	25.4	19.8	26.4	63	65.2	62.9	57.4	90.1	58.9
23300	25	24.4	24.2	25.4	20.1	26.2	63.3	66.3	65.2	57.7	90.6	58.9
23400	24.9	24.6	24.3	25.3	20.8	26.2	63.4	67.2	66.8	57.8	90.4	59
23500	24.9	24.8	24.5	25.3	22	26.1	63.7	67.2	67.4	58.1	88.3	59
23600	24.9	25	24.6	25.2	23.4	26.1	63.9	66.8	67.5	58	81.4	59.2
23700	25	25.2	24.8	25.1	24.2	26	63.5	66.3	67	58.2	72.6	59.2
23800	25	25.4	25.1	25.1	24.7	26	63.3	65.6	66.2	58.3	69.1	59.4
23900	25	25.5	25.2	25.1	25.1	26.1	63.4	65.2	65.6	58.3	67.3	59.6
24000	25	25.7	25.3	25.1	25.2	26	63.5	64.6	65.1	58.1	66.3	59.5
24100	25	25.8	25.4	25	25.4	26	63.5	64.3	64.7	58	65.8	59.5
24200	25.1	25.9	25.5	25.1	25.5	26.1	63.3	64	64.2	58	65.3	59.6
24300	25.1	25.9	25.6	25.2	19.5	26.1	63.4	63.6	63.8	58.2	62.8	59.6
24400	25.1	25.4	25.3	25.2	14.8	26.1	63.4	62.4	62.5	58.1	74.8	59.5
24500	25.1	24.8	25	25.4	13.1	26.1	63.1	62.2	61.4	58.1	80.6	59.4
24600	25	24.4	24.5	25.4	19.4	26	62.8	63	60.9	57.9	87.9	59.4
24700	25	24.4	24.3	25.3	19.9	26.3	62.7	65.2	63	57.7	89.8	59.6
24800	25	24.5	24.2	25.2	20.5	26.2	63	66.5	65.3	57.8	90.3	59.7
24900	24.9	24.7	24.4	25.1	21.6	26.1	63.4	67	66.8	57.8	98.9	59.7
25000	24.9	24.9	24.5	25.1	23.4	26.2	63.7	66.7	67	58.1	80	59.8
25100	24.9	25.1	24.7	25	24.4	26	63.6	66.2	66.6	58.3	71	59.7
25200	24.9	25.4	25	25	24.8	25.9	63.7	65.1	65.8	58.3	67.9	59.6

ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 1 นาที เวลา 21.00 น. - 06.00 น (ต่อ)

Time	T _{ra}	T _{ma}	T _{ra}	T _{oa}	T _{sa}	T _{fa}	RH _{ra}	RH _{ma}	RH _{ra}	RH _{oa}	RH _{sa}	RH _{fa}
253:00	25	25.5	25.2	24.9	25.1	25.9	63.2	64.5	65.1	58.6	66.2	59.5
254:00	25	25.6	25.3	24.8	25.3	25.8	63	64.1	64.5	58.9	65.3	59.8
255:00	25	25.8	25.5	24.9	25.5	25.9	63.2	63.5	64	58.8	64.6	59.7
256:00	25	25.9	25.6	24.9	25.5	25.9	63	63.2	63.5	58.7	64.2	59.9
257:00	25.1	25.8	25.5	24.9	16.8	26	63	62.7	63	58.6	65.6	59.9
258:00	25.1	25.3	25.3	25	14.3	26	63.1	62	62.1	58.5	77.3	59.7
259:00	25	24.6	25	25	18.3	26	62.8	62.3	61.1	58.7	84.4	59.7
300:00	25	24.4	24.5	24.9	19.8	25.8	62.6	64.4	61.9	59.2	89.1	59.8
301:00	24.9	24.5	24.3	25	20.7	25.9	62.9	65.6	64.1	59.1	89.9	59.9
302:00	24.9	24.7	24.4	25	21.9	25.8	63.1	66.2	65.6	59.1	87.7	60
303:00	24.9	24.9	24.5	25	23.5	25.8	63.2	65.9	66.2	59.1	77	59.9
304:00	24.9	25.1	24.7	25	24.5	25.7	63.1	65.6	66.1	58.9	69	60
305:00	24.9	25.3	24.9	25	24.9	25.9	63.1	65.2	65.5	58.8	66.7	60.3
306:00	24.9	25.5	25.1	25	25.1	25.9	63.2	64.3	64.8	58.8	65.6	60.2
307:00	25	25.6	25.3	24.9	25.3	25.9	63.3	63.7	64.2	58.8	64.7	60.1
308:00	25	25.7	25.4	25	25.4	25.9	63.2	63.2	63.7	59	64.1	60
309:00	25	25.8	25.5	25	25.5	25.9	63	62.9	63.3	58.9	63.6	60
310:00	25	25.8	25.5	25	25.6	25.8	62.8	62.6	62.9	59.1	63.3	60
311:00	25.1	25.9	25.6	25	25.7	25.7	62.8	62.4	62.6	59	62.9	60.1
312:00	25.1	25.8	25.6	25	16.8	25.7	62.8	62.1	62.3	59.2	63.9	60.2
313:00	25.1	25.1	25.2	25.1	14.2	25.7	62.8	61.6	61.4	58.9	76.6	60.2
314:00	25	24.5	24.8	25.2	18.3	25.8	62.5	61.9	60.6	58.6	84.1	60.2
315:00	25	24.4	24.4	25.1	19.7	25.8	62.4	64.1	61.7	58.5	89	60.2
316:00	24.9	24.4	24.3	25.1	20.7	25.7	62.7	65.3	63.9	58.6	89.7	60.2
317:00	24.9	24.6	24.3	25	22.2	25.7	62.8	65.9	65.4	58.8	86.3	60.4

ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 1 นาที เวลา 21.00 น. - 06.00 น (ต่อ)

Time	T _{ra}	T _{ma}	T _{ra}	T _{oa}	T _{sa}	T _{fa}	RH _{ra}	RH _{ma}	RH _{ra}	RH _{oa}	RH _{sa}	RH _{fa}
3:18:00	24.9	24.8	24.5	25	23.9	25.6	62.9	65.6	65.7	58.9	72.5	60.4
3:19:00	24.9	25	24.7	24.9	24.6	25.7	63	65.2	65.5	58.9	67.6	60.5
3:20:00	24.9	25.3	24.9	24.8	25	25.5	63	64.5	64.8	59.3	65.7	60.6
3:21:00	24.9	25.4	25.1	24.8	25.1	25.6	63.1	63.9	64.2	59.5	64.7	60.7
3:22:00	25	25.5	25.2	24.7	25.3	25.5	63	63.3	63.6	59.7	63.8	60.7
3:23:00	25	25.6	25.4	24.7	25.4	25.6	62.8	63	63.2	59.3	63.3	60.7
3:24:00	25	25.7	25.5	24.7	25.5	25.6	62.7	62.6	62.8	58.9	62.9	60.7
3:25:00	25	25.8	25.5	24.7	25.6	25.8	62.6	62.3	62.4	59	62.6	60.6
3:26:00	25	25.8	25.6	24.7	25.6	25.8	62.6	62.1	62.2	59	62.2	60.5
3:27:00	25.1	25.9	25.6	24.7	25.7	25.6	62.6	61.7	62	59	62	60.1
3:28:00	25.1	25.9	25.6	24.7	22.7	25.6	62.3	61.7	61.7	58.8	61.1	60
3:29:00	25.1	25.5	25.3	24.7	14.4	25.5	62.2	60.9	60.8	58.8	72.4	59.9
3:30:00	25	24.8	24.7	24.7	15.5	25.7	62.1	60.8	59.9	58.6	80.3	59.8
3:31:00	24.9	24.4	24.3	24.7	19.4	26	61.9	62.8	61.1	58.3	87.7	59.8
3:32:00	24.9	24.4	24.1	24.7	20.4	25.8	62.1	64.5	63.2	58	89.6	59.7
3:33:00	24.9	24.5	24.2	24.7	21.9	25.9	62.4	65.2	64.9	57.9	87.3	59.7
3:34:00	24.9	24.8	24.4	24.7	23.6	25.8	62.4	64.9	65.4	57.8	74.6	59.7
3:35:00	24.9	25	24.6	24.6	24.5	25.7	62.5	64.5	65.1	57.9	67.6	59.5
3:36:00	24.9	25.2	24.9	24.7	24.9	25.7	62.5	63.9	64.5	57.8	64.9	59.4
3:37:00	24.9	25.4	25	24.7	25.1	25.7	62.3	63.2	63.8	57.6	63.8	59.4
3:38:00	24.9	25.5	25.2	24.7	25.3	25.8	62.1	62.5	63.1	57.3	63	59.3
3:39:00	24.9	25.6	25.3	24.7	25.4	25.9	62	62.1	62.6	57.4	62.4	59.2
3:40:00	24.9	25.7	25.4	24.7	25.5	25.9	62	61.9	62.1	57.3	61.9	59.2
3:41:00	25	25.8	25.5	24.7	25.6	25.9	61.9	61.2	61.8	57.3	61.5	58.9
3:42:00	25	25.8	25.6	24.7	25.7	25.9	61.7	61.2	61.4	57.3	61.2	58.9

ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 1 นาที เวลา 21.00 น. - 06.00 น (ต่อ)

Time	T _{ra}	T _{ma}	T _{ra}	T _{oa}	T _{sa}	T _{fa}	RH _{ra}	RH _{ma}	RH _{ra}	RH _{oa}	RH _{sa}	RH _{fa}
3:43:00	25	25.9	25.6	24.6	25.7	25.9	61.5	61	61.2	57.2	61	58.8
3:44:00	25	25.9	25.6	24.6	25.8	25.9	61.5	60.8	61	57.2	60.7	58.7
3:45:00	25	25.9	25.6	24.6	19.3	25.9	61.5	60.4	60.8	57.1	59.4	58.6
3:46:00	25	25.2	25.3	24.7	13.8	25.8	61.5	59.9	60	56.9	73.7	58.2
3:47:00	25	24.6	25	24.8	17.8	25.9	61.1	60	59.2	56.7	82.5	58
3:48:00	24.9	24.4	24.5	24.8	19.4	26	60.8	62	60	56.4	88.1	57.9
3:49:00	24.9	24.4	24.2	24.8	20.5	26	60.9	63.7	62.5	56.2	89.4	57.9
3:50:00	24.8	24.6	24.3	24.7	22.6	25.9	61.1	64.2	63.8	56.2	81.9	57.8
3:51:00	24.8	24.8	24.5	24.7	24	25.9	61.1	64	64.2	56.4	69.7	58
3:52:00	24.8	25.1	24.7	24.7	24.7	26	61.3	63.4	64	56.2	65.2	58.1
3:53:00	24.8	25.3	24.9	24.7	25	25.9	61.4	62.5	63.2	56.2	63.3	57.9
3:54:00	24.8	25.4	25.1	24.8	25.2	26	61.2	61.9	62.6	56.1	62.2	57.8
3:55:00	24.9	25.6	25.2	24.8	25.4	26	61	61.4	62	56	61.5	57.7
3:56:00	24.9	25.7	25.4	24.7	25.5	26	60.9	60.7	61.5	56.1	61	57.4
3:57:00	24.9	25.7	25.5	24.7	25.6	26.1	60.7	60.6	61.1	56	60.6	57.5
3:58:00	24.9	25.8	25.5	24.7	25.7	26	60.5	60.3	60.8	55.9	60.3	57.5
3:59:00	24.9	25.8	25.6	24.7	25.7	26	60.5	59.9	60.5	55.7	59.9	57.3
4:00:00	25	25.9	25.6	24.7	25.8	26	60.4	59.9	60.2	55.7	59.7	57.3
4:01:00	25	25.9	25.6	24.7	17.9	25.9	60.2	59.6	60	55.7	59.6	57.2
4:02:00	25	25.3	25.4	24.8	13.6	25.9	60.4	59.1	59.4	55.7	72.7	57
4:03:00	24.9	24.6	25	24.9	18	25.9	60.1	59.4	58.4	55.6	82.4	56.8
4:04:00	24.9	24.4	24.5	24.8	19.5	26	59.7	61.8	59.4	55.6	88.4	56.8
4:05:00	24.8	24.4	24.3	24.7	21.1	26.1	59.9	63.2	61.8	55.7	88.7	56.7
4:06:00	24.8	24.6	24.4	24.7	23.1	26	59.9	63.3	63	55.7	75.9	56.7
4:07:00	24.8	24.9	24.5	24.7	24.3	25.9	60.1	62.8	63.1	55.9	66.5	56.8

ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 1 นาที เวลา 21.00 น. - 06.00 น (ต่อ)

Time	T _{ra}	T _{ma}	T _{ra}	T _{oa}	T _{sa}	T _{fa}	RH _{ra}	RH _{ma}	RH _{ra}	RH _{oa}	RH _{sa}	RH _{fa}
4:08:00	24.8	25.1	24.8	24.6	24.9	25.9	60.1	62.2	62.7	56	63.1	56.9
4:09:00	24.8	25.3	25	24.6	25.1	25.9	60.2	61.4	62.1	56	61.7	56.9
4:10:00	24.8	25.5	25.1	24.6	25.3	25.9	60.1	60.7	61.5	56.1	60.9	56.8
4:11:00	24.9	25.6	25.3	24.5	25.4	25.8	59.9	60.3	61	56.2	60.3	56.8
4:12:00	24.9	25.6	25.4	24.5	25.5	25.9	59.9	60	60.5	56.4	59.9	56.8
4:13:00	24.9	25.7	25.4	24.5	25.6	25.8	59.8	59.8	60.2	56.4	59.7	56.9
4:15:00	24.9	25.8	25.6	24.5	25.7	25.8	59.8	59.5	59.8	56.5	59.2	57
4:16:00	25	25.9	25.6	24.4	25.8	25.8	59.7	59.3	59.6	56.7	59	57.1
4:17:00	25	25.9	25.6	24.5	25.8	25.9	59.7	59.3	59.4	56.8	58.9	57.3
4:18:00	25	25.9	25.7	24.5	25.8	25.8	59.7	59.2	59.3	56.8	58.8	57.3
4:19:00	25	25.8	25.6	24.5	16.6	25.8	59.8	59	59.1	56.8	61.5	57.3
4:20:00	25	25.1	25.2	24.6	13.5	25.7	59.9	58.7	58.2	56.7	74	57.3
4:21:00	24.9	24.5	24.8	24.6	18	25.6	59.8	59.2	58	56.7	82.9	57.2
4:22:00	24.9	24.3	24.3	24.6	19.4	25.7	59.6	61.6	59.6	56.9	88.4	57.4
4:23:00	24.8	24.4	24.2	24.6	21.2	25.7	59.8	63	61.6	57.2	88.2	57.5
4:24:00	24.8	24.6	24.2	24.5	23.1	25.7	59.9	63.2	62.8	57	75.3	57.7
4:25:00	24.8	24.8	24.5	24.5	24.3	25.8	60.1	62.9	62.9	57.7	66.3	57.9
4:26:00	24.8	25.1	24.7	24.4	24.8	25.7	60.3	62.2	62.5	57.7	63	58.2
4:27:00	24.8	25.3	24.9	24.4	25.1	25.7	60.5	61.6	62	57.9	61.8	58.4
4:28:00	24.8	25.4	25.1	24.4	25.2	25.6	60.5	61.1	61.3	58.3	61	58.6
4:29:00	24.9	25.5	25.2	24.3	25.4	25.6	60.5	60.7	60.9	58.5	60.4	58.7
4:30:00	24.9	25.6	25.3	24.3	25.5	25.7	60.4	60.4	60.5	58.5	60.1	58.9
4:31:00	24.9	25.7	25.4	24.3	25.6	25.6	60.4	60.2	60.2	59	59.8	59
4:32:00	24.9	25.7	25.5	24.3	25.6	25.6	60.4	60.1	60	59.1	59.7	59.1
4:33:00	24.9	25.7	25.5	24.3	25.7	25.5	60.4	59.9	59.8	59.2	59.5	59.3

ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 1 นาที เวลา 21.00 น. - 06.00 น (ต่อ)

Time	T _{ra}	T _{ma}	T _{ra}	T _{oa}	T _{sa}	T _{fa}	RH _{ra}	RH _{ma}	RH _{ra}	RH _{oa}	RH _{sa}	RH _{fa}
4:34:00	25	25.8	25.6	24.3	25.7	25.6	60.5	59.9	59.7	59.2	59.3	59.4
4:35:00	24.9	25.8	25.6	24.3	25.7	25.6	60.6	59.8	59.5	59	59.3	59.5
4:36:00	25	25.8	25.6	24.3	25.8	25.6	60.6	59.8	59.5	59.2	59.2	59.6
4:37:00	25	25.8	25.7	24.3	25.8	25.6	60.6	59.8	59.4	59.7	59.1	59.7
4:38:00	25	25.6	25.6	24.3	16.3	25.5	60.7	59.5	59.2	59.5	63.3	59.8
4:39:00	25	25	25.2	24.4	13.5	25.5	60.8	59.4	58.8	59.4	74.5	59.9
4:40:00	24.9	24.5	24.8	24.5	18.8	25.7	60.6	60.4	58.4	59.4	85	60.1
4:41:00	24.8	24.3	24.3	24.5	19.7	25.6	60.7	62.6	60	59.2	88.6	60.3
4:42:00	24.8	24.4	24.2	24.4	21.4	25.6	61.1	64	62.1	59.4	87.7	60.5
4:43:00	24.8	24.6	24.3	24.4	23.4	25.5	61.4	64.1	63.2	59.4	73.4	60.7
4:44:00	24.8	24.8	24.5	24.4	24.3	25.5	61.6	63.8	63.4	59.6	66.4	60.8
4:45:00	24.8	25.1	24.7	24.4	24.8	25.5	61.6	63.1	63.1	60	63.9	61
4:46:00	24.8	25.3	25	24.3	25	25.5	61.6	62.6	62.6	60.3	62.7	61.3
4:47:00	24.8	25.4	25.1	24.2	25.3	25.6	61.7	62.1	62.1	60.4	61.9	61.4
4:48:00	24.9	25.5	25.2	24.2	25.4	25.5	61.8	61.9	61.7	60.6	61.5	61.5
4:49:00	24.9	25.6	25.4	24.1	25.5	25.5	61.8	61.6	61.3	61.2	61.2	61.7
4:50:00	24.9	25.6	25.4	24.1	25.5	25.4	61.8	61.5	61.1	61.4	61	61.8
4:51:00	24.9	25.7	25.5	24.1	25.6	25.5	61.8	61.3	60.9	61.4	60.8	62
4:52:00	24.9	25.7	25.5	24.1	25.6	25.5	61.8	61.3	60.8	61.4	60.6	62
4:53:00	24.9	25.8	25.6	24.2	25.7	25.4	61.8	61.2	60.6	61.2	60.5	62.1
4:54:00	24.9	25.8	25.6	24.2	25.7	25.4	61.8	61.2	60.6	61.1	60.4	62.1
4:55:00	25	25.8	25.6	24.1	25.7	25.4	61.9	61.1	60.4	61.3	60.4	62.2
4:56:00	25	25.8	25.7	24.1	25.8	25.3	61.9	61	60.4	61.3	60.3	62.2
4:57:00	25	25.9	25.7	24.1	17.8	25.4	61.9	61	60.3	61.2	60.5	62.3
4:58:00	25	25.2	25.3	24.2	14.5	25.3	61.8	60.5	59.8	61.3	73.8	62.2

ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 1 นาที เวลา 21.00 น. - 06.00 น.(ต่อ)

Time	T _{ra}	T _{ma}	T _{ra}	T _{oa}	T _{sa}	T _{fa}	RH _{ra}	RH _{ma}	RH _{ra}	RH _{oa}	RH _{sa}	RH _{fa}
4:59:00	24.9	24.6	24.9	24.2	18.2	25.5	61.7	60.7	59.3	61.3	82.7	62.1
5:00:00	24.9	24.3	24.4	24.2	19.5	25.5	61.6	63.3	60.4	61.2	88	62.1
5:01:00	24.8	24.4	24.2	24.2	21.2	25.5	61.9	64.8	62.7	61.1	88.5	62.1
5:02:00	24.8	24.5	24.3	24.1	22.8	25.4	62.1	65.1	64	61.1	79.5	62
5:03:00	24.8	24.8	24.5	24	24	25.5	62.3	64.7	64.3	61.5	69.3	62
5:04:00	24.8	25	24.7	24	24.7	25.5	62.2	64.1	64	61.4	65.4	62
5:05:00	24.8	25.2	24.9	24	25	25.5	62.3	63.5	63.4	61.5	63.6	62.1
5:06:00	24.8	25.4	25.1	24	25.2	25.4	62.3	62.8	62.9	61.5	62.8	62
5:07:00	24.8	25.5	25.2	24	25.3	25.3	62.3	62.5	62.3	61.3	62.2	62
5:08:00	24.8	25.5	25.3	24	25.5	25.5	62.2	62.2	62	61.3	61.7	62.1
5:09:00	24.9	25.6	25.4	24	25.5	25.4	62.1	62	61.7	61.3	61.5	62.1
5:10:00	24.9	25.6	25.5	24	25.6	25.4	62.2	61.8	61.4	61.3	61.2	62.1
5:11:00	24.9	25.7	25.5	24	25.6	25.3	62.1	61.6	61.2	61.3	61.1	62
5:12:00	24.9	25.7	25.6	24	25.6	25.3	62.1	61.5	61.1	61.2	60.9	62.1
5:13:00	24.9	25.8	25.6	24	25.7	25.3	62	61.4	60.9	61.2	60.8	62.2
5:14:00	24.9	25.8	25.6	23.9	25.7	25.4	62	61.4	60.8	61.4	60.7	62.2
5:15:00	25	25.8	25.6	23.9	25.7	25.4	62.1	61.3	60.7	61.5	60.6	62.2
5:16:00	25	25.8	25.7	24	25.8	25.3	62	61.2	60.6	61.7	60.5	62.3
5:17:00	25	25.8	25.7	23.9	19.2	25.2	62	61.1	60.6	61.5	59.5	62.3
5:18:00	25	25.3	25.1	24.2	14.5	25.2	62.1	60.5	59.6	61.5	72	62.3
5:19:00	24.9	24.6	24.7	24.2	18.3	25.2	61.9	60.7	59.5	61.1	82.9	62.3
5:20:00	24.8	24.3	24.3	24.2	19.5	25.2	61.9	63.3	60.6	61.3	88.1	62.4
5:21:00	24.8	24.4	24.2	24.1	20.9	25.2	62.1	64.9	63.1	61.6	88.9	62.5
5:22:00	24.8	24.5	24.3	23.9	22.9	25.2	62.4	65.3	64.3	62	78.9	62.6
5:23:00	24.8	24.8	24.5	23.9	24.1	25.2	62.5	65.1	64.6	61.9	69.2	62.7

ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที่ 1 นาที เวลา 21.00 น. - 06.00 น (ต่อ)

Time	T _{ra}	T _{ma}	T _{ra}	T _{oa}	T _{sa}	T _{fa}	RH _{ra}	RH _{ma}	RH _{ra}	RH _{oa}	RH _{sa}	RH _{fa}
5:24:00	24.8	25	24.7	24	24.7	25.1	62.6	64.3	64.2	61.9	65.6	62.8
5:25:00	24.8	25.2	24.9	23.9	25	25.3	62.7	63.8	63.6	61.9	64	62.8
5:26:00	24.8	25.3	25.1	23.9	25.2	25.2	62.6	63.3	63.1	61.8	63	62.8
5:27:00	24.8	25.4	25.2	23.8	25.3	25.1	62.6	62.9	62.6	62	62.5	62.9
5:28:00	24.8	25.5	25.3	23.7	25.4	25.1	62.6	62.5	62.2	62.1	62.1	62.9
5:29:00	24.8	25.6	25.4	23.7	25.5	25	62.6	62.2	61.9	62.2	61.7	62.9
5:30:00	24.9	25.6	25.5	23.8	25.5	25.1	62.4	61.9	61.6	62.2	61.4	62.8
5:31:00	24.9	25.7	25.5	23.8	25.6	25.1	62.3	61.8	61.4	62.2	61.3	62.7
5:32:00	24.9	25.7	25.6	23.8	25.6	25.1	62.2	61.7	61.3	61.9	61.1	62.6
5:33:00	24.9	25.7	25.6	23.8	25.7	25.2	62.2	61.6	61.1	61.9	60.9	62.6
5:34:00	24.9	25.8	25.6	23.8	25.7	25.2	62.2	61.5	61	62	60.8	62.5
5:35:00	24.9	25.8	25.6	23.8	25.7	25.2	62.2	61.3	60.9	61.9	60.7	62.5
5:36:00	24.9	25.8	25.7	23.8	25.7	25.1	62.2	61.3	60.8	61.9	60.6	62.5
5:37:00	24.9	25.8	25.7	23.8	25.7	25.1	62.2	61.3	60.7	61.8	60.5	62.5
5:38:00	25	25.8	25.7	23.8	25.7	25.1	62.1	61.2	60.6	61.9	60.4	62.5
5:39:00	25	25.8	25.7	23.7	24.7	25	62	61.2	60.6	62	60.4	62.5
5:40:00	25	25.4	25.5	23.7	14.8	24.8	62.2	60.6	59.9	62	70.1	62.5
5:41:00	24.9	24.8	25	23.8	14.1	24.9	62	60.5	59.5	61.8	77.9	62.5
5:42:00	24.9	24.3	24.4	24	19.3	25.1	61.8	62.4	59.8	61.7	86.7	62.6
5:43:00	24.8	24.3	24.2	23.9	20.3	25.1	61.9	64.3	62.2	61.4	89.1	62.6
5:44:00	24.7	24.4	24.2	23.9	21.9	25.2	62.3	65.2	64	61.3	86.4	62.5
5:45:00	24.7	24.6	24.4	23.8	23.5	25.1	62.5	65.1	64.7	61.3	73.5	62.4
5:46:00	24.7	24.9	24.6	23.8	24.4	25.1	62.5	64.5	64.4	61.4	67.1	62.3
5:47:00	24.7	25.1	24.8	23.7	24.8	25.1	62.3	63.8	63.9	61.3	64.3	62.2
5:48:00	24.7	25.2	25	23.7	25.1	25.1	62.3	63	63.2	61.3	63.1	62.2

ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการทดลองการเก็บข้อมูลที 1 นาที เวลา 21.00 น. - 06.00 น (ต่อ)

Time	T _{ra}	T _{ma}	T _{ra}	T _{oa}	T _{sa}	T _{fa}	RH _{ra}	RH _{ma}	RH _{ra}	RH _{oa}	RH _{sa}	RH _{fa}
5:49:00	24.7	25.4	25.1	23.8	25.2	25.1	62.3	62.6	62.7	61.3	62.4	62.1
5:50:00	24.8	25.5	25.2	23.8	25.3	25.2	62.2	62.4	62.2	61.5	61.9	62.1
5:51:00	24.8	25.5	25.3	23.6	25.4	25	62.2	62	61.8	61.4	61.5	62.1
5:52:00	24.8	25.5	25.4	23.7	25.5	25	62.3	61.7	61.5	61.4	61.3	62.1
5:53:00	24.8	25.6	25.4	23.6	25.5	25.1	62.2	61.6	61.3	61.4	61.1	62.1
5:54:00	24.8	25.6	25.5	23.6	25.5	25	62.1	61.4	61.1	61.4	60.9	62
5:55:00	24.8	25.6	25.5	23.7	25.6	25	62.1	61.2	60.9	61.4	60.7	61.9
5:56:00	24.8	25.6	25.5	23.7	25.6	25.1	61.9	61.1	60.8	61.2	60.5	61.8
5:57:00	24.9	25.7	25.6	23.7	25.6	25.1	61.8	61.1	60.6	61.2	60.4	61.8
5:58:00	24.9	25.7	25.6	23.6	25.6	25.1	61.8	61	60.5	61.3	60.4	61.7
5:59:00	24.9	25.7	25.6	23.6	25.6	25	61.8	60.9	60.5	61.4	60.3	61.7
6:00:00	24.9	25.7	25.6	23.6	25.7	25	61.9	60.9	60.4	61.5	60.2	61.8

*ข้อมูลการทดลองทั้งหมดถูกเก็บไว้ที่ภาควิชาเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร โดย ดร.นินนาท ราชประดิษฐ์



ภาคผนวก ข
ตารางปริมาณอากาศ
ที่ต้องการภายในห้อง

ตารางที่ ข. 1 Outdoor air requirements for ventilation

Application	Estimated Maximum ³ Occupancy P/1000 ft ² or 100 m ²	Outdoor Air Requirements cfm/person
Dry Cleaners, Laundries³		
Commercial laundry	10	25
Commercial dry cleaner	30	30
Storage, pick up	30	35
Coin-operated laundries	20	15
Coin-operated dry cleaner	20	15
Dwelling Units in Buildings Greater Than Four Stories or Attached to I-Occupancy Facilities		
Bedrooms & living areas ²⁴		15
Food and Beverage Service		
Dinning rooms	70	20
Cafeteria, fast food	100	20
Bars, cocktail lounges ⁴	100	30
Kitchens(cooking) ¹³	20	15
Garages, Repair, Service Stations		
Enclosed parking garage ⁵		1.50 cfm/ft.sq.
Auto repair rooms		1.50 cfm/ft.sq.
Hotels, Motels, Resorts, Congregate Residences with More Than Four Stories⁶		
Bedrooms		30 cfm/room
Living Rooms		30 cfm/room
Bath ⁷		35 cfm/room
Lobbies	30	15
Conference rooms	50	20
Assembly rooms	120	15
Gambling casinos ⁴	120	30
Offices		
Office space ⁹	7	20
Reception area	60	15
Telecommunication centers and data entry areas	60	20
Conference rooms	50	20
Public Spaces		
Corridors and utilities		0.05 cfm/ft.sq.
Public restroom ¹⁰		50 cfm/wc or urinal
Lockers and dressing rooms		0.50 cfm/ft.sq.
Smoking lounge ¹¹	70	60
Elevators ¹²		1.0 cfm/ft.sq.
Retail Stores, Sales Floors, and Show Room Floors		
Basement and street	30	0.30 cfm/ft.sq.
Upper floors	20	0.20 cfm/ft.sq.
Storage rooms	15	0.15 cfm/ft.sq.
Dressing rooms		0.20 cfm/ft.sq.
Malls and arcades	20	0.20 cfm/ft.sq.
Shipping and receiving	10	0.15 cfm/ft.sq.
Smoking lounge ¹¹	70	60
Warehouses	5	0.05 cfm/ft.sq.

ตารางที่ ข. 2 อัตราการระบายอากาศในกรณีที่มีระบบปรับสภาวะอากาศ

ลำดับ	สถานที่ (ประเภทการใช้)	ลูกบาศก์เมตร/ ชั่วโมง/ตารางเมตร
๑	ห้างสรรพสินค้า (ทางเดินชมสินค้า)	๒
๒	โรงงาน	๒
๓	สำนักงาน	๒
๔	สถานอาบ อบ นวด	๒
๕	สถานที่สำหรับติดต่อธุรกิจในธนาคาร	๒
๖	ห้องพักในโรงแรมหรืออาคารชุด	๒
๗	ห้องปฏิบัติการ	๒
๘	ร้านตัดผม	๓
๙	สถานกีฬาในร่ม	๔
๑๐	โรงมหรสพ (บริเวณที่นั่งสำหรับคนดู)	๔
๑๑	ห้องเรียน	๔
๑๒	สถานบริหารร่างกาย	๕
๑๓	ร้านเสริมสวย	๕
๑๔	ห้องประชุม	๖
๑๕	ห้องน้ำ ห้องส้วม	๑๐
๑๖	สถานที่จำหน่ายอาหารและเครื่องดื่ม (ห้องรับประทานอาหาร)	๑๐
๑๗	ไนท์คลับ บาร์ หรือสถานลีลาศ	๑๐
๑๘	ห้องครัว	๓๐
๑๙	สถานพยาบาล	
	- ห้องคนไข้	๒
	- ห้องผ่าตัดและห้องคลอด	๘
	- ห้องช่วยชีวิตฉุกเฉิน	๕
	- ห้อง ไอ.ซี.ยู. และห้อง ซี.ซี.ยู.	๕

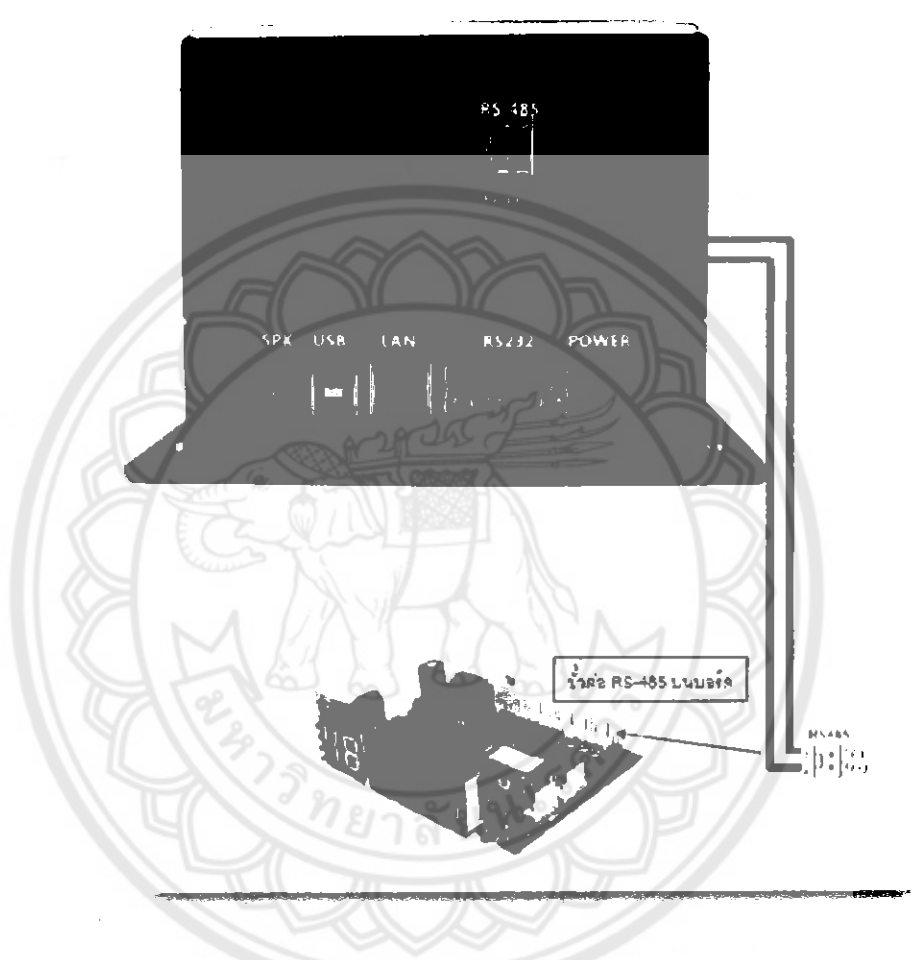


ภาคผนวก ค
ขั้นตอนการใช้งาน
เครื่อง AP-LOG

ค. ขั้นตอนการใช้งานเครื่อง AP – LOG

การต่อสายสัญญาณ

ที่ด้านหลังตัวเครื่องจะมีขั้วต่อ RS-485 อยู่ เพียงต่อสายสัญญาณ 2 เส้น1สามารถต่อสายดังรูป



รูปที่ ค.1 แสดงการต่อสายสัญญาณกับขั้วต่อ RS-485

การตั้งค่าการสื่อสาร

การตั้งค่าการสื่อสารที่ตัวบอร์ดวัดอุณหภูมิ / ความชื้น ให้ตั้งค่าการสื่อสารข้อมูลดังนี้

- Baud rate: 19200 bps
- Parity bit: None (ตัวบอร์ดถูกตั้งเป็นค่านี้อยู่แล้ว)
- Data bit: 8 bits (ตัวบอร์ดถูกตั้งเป็นค่านี้อยู่แล้ว)
- Stop bit: 1 bit (ตัวบอร์ดถูกตั้งเป็นค่านี้อยู่แล้ว)

หน้าแรกของโปรแกรมตัวเครื่อง AP – LOG

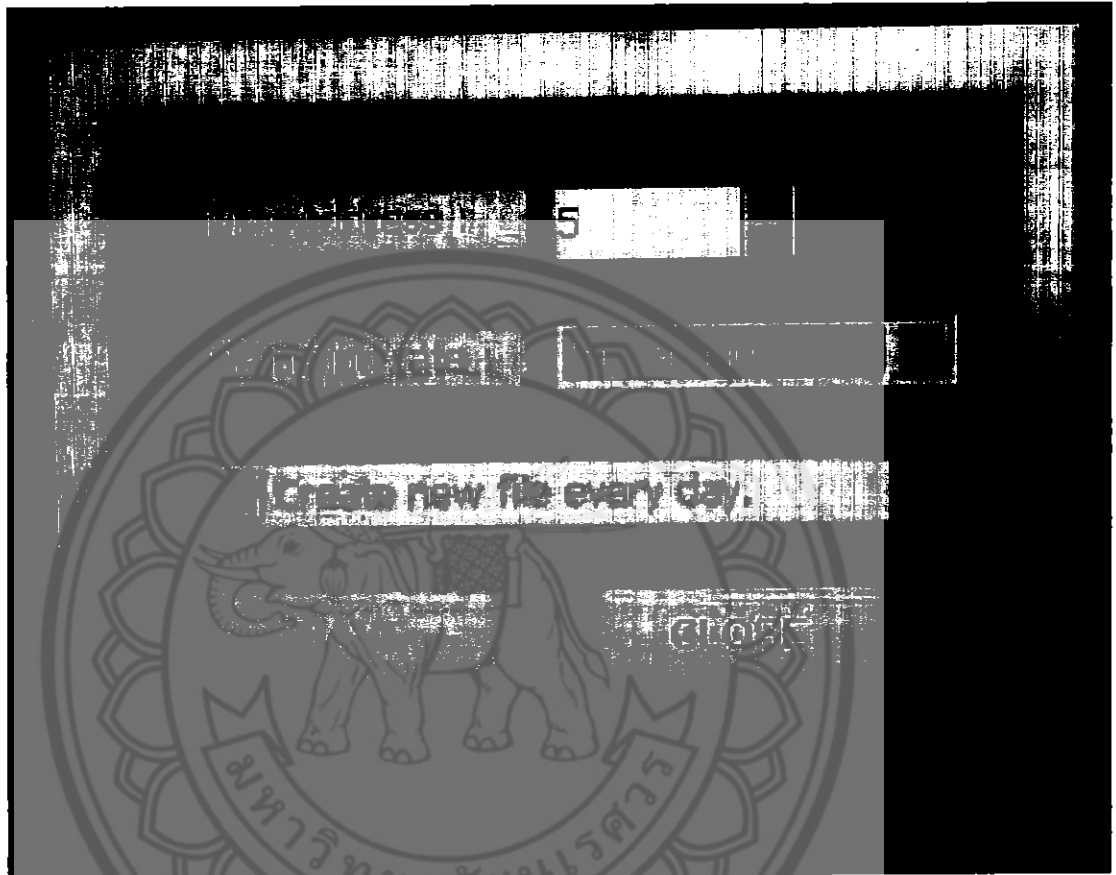
เมื่อเปิดเครื่องขึ้นมา จะพบกับหน้าจอ ดังรูป ค. 2



รูปที่ ค. 2 แสดงหน้าจอเมนูเครื่อง AP – LOG

การตั้งค่าต่างๆ ในตัวเครื่อง

เมื่อเข้าสู่หน้าการตั้งค่า จะพบหน้าโปรแกรม ดังรูปที่ ค. 3



รูปที่ ค. 3 แสดงหน้าโปรแกรมของเครื่อง AP – LOG

1. Max Address คือ การตั้งจำนวนสูงสุดของ Address หรือจำนวนบอร์ด์วัตต์อุณหภูมิ / ความชื้นที่ต้องการติดต่อสื่อสาร
2. Sampling rate คือ ระยะเวลาที่ต้องการบันทึกข้อมูลลง Memory
3. Create new file every day. คือ หากเลือกเครื่องหมายถูกที่นี้ไว้ ตัวเครื่องจะทำการสร้างไฟล์ใหม่ทุกๆ วัน แต่หากไม่ได้เลือกไว้ ตัวเครื่องจะบันทึกต่อจากไฟล์เดิมไปเรื่อยๆ

เมื่อจำนวน MAX Address มีจำนวนหลาย Address ค่าเวลาของ Sampling rate จะถูกบังคับให้มีค่าเพิ่มขึ้นด้วย เช่น เมื่อใช้จำนวน Address เป็น 3 Address ขึ้นไป จะไม่สามารถเลือกค่า Sampling rate เป็น 2 หรือ 5 วินาทีได้ ซึ่งโปรแกรมจะบังคับให้คุณเลือกค่า Sampling rate เป็น 10 วินาที เป็นต้นไป

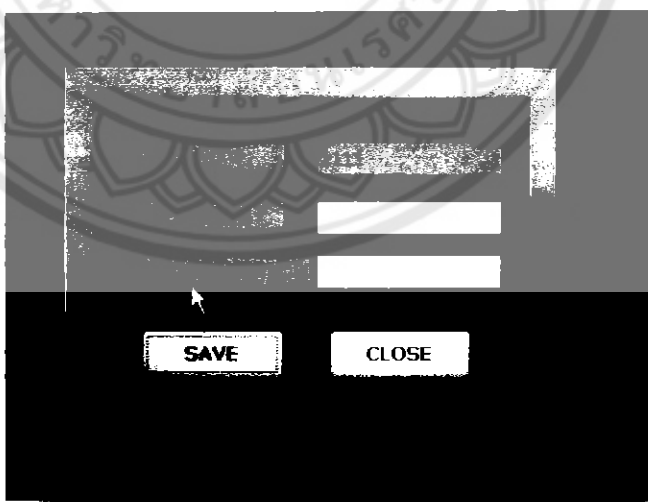
การตั้งรหัสผ่าน

ก่อนที่จะเข้าสู่การตั้งค่าต่างๆ ได้ ต้องทำการใส่รหัสผ่านก่อน ซึ่งจะพบหน้าจอ ดังรูปที่ ค. 4 โดยค่ารหัสผ่านเริ่มต้นจะเป็น “1111”



รูปที่ ค. 4 แสดงการใส่รหัสผ่านของเครื่อง เครื่อง AP – LOG

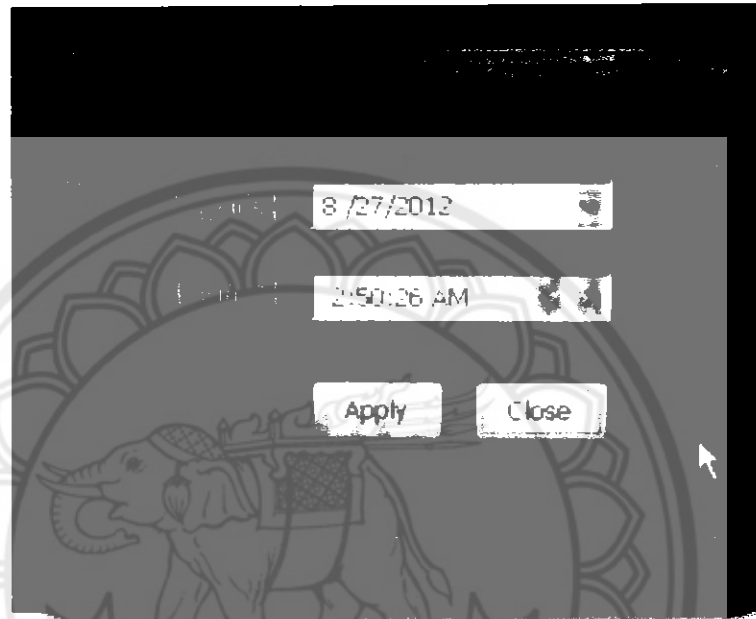
สามารถเปลี่ยนรหัสผ่านได้เอง โดยเข้าไปที่เมนู Change password และจะพบหน้าจอ ดังรูปที่ ค. 5 เมื่อตั้งรหัสผ่านเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้กดที่ปุ่ม SAVE และ CLOSE



รูปที่ ค. 5 แสดงการเปลี่ยนรหัสผ่านของเครื่อง AP – LOG

การตั้งค่าวันที่ – เวลา ของตัวเครื่อง

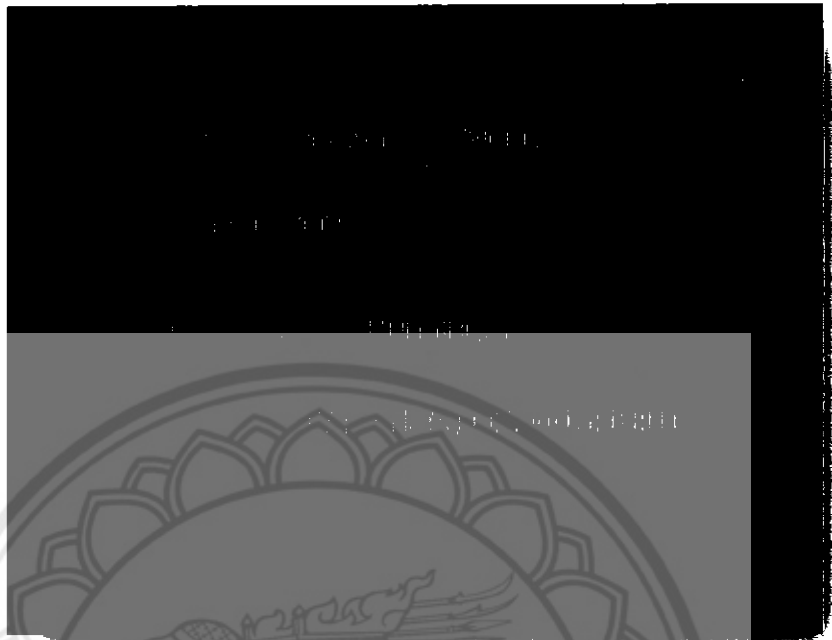
สามารถทำการแก้ไขวันที่และเวลาให้ตรงกับวันเวลาจริงได้ โดยเข้าไปที่เมนู SET DATE AND TIME จะพบหน้าโปรแกรม ดังรูปที่ ค. 6 ให้ทำการตั้งค่าวันที่ / เวลา หลังจากนั้นให้กดที่ปุ่ม Apply และกดที่ปุ่ม Close เพื่อออกจากหน้าการตั้งค่า



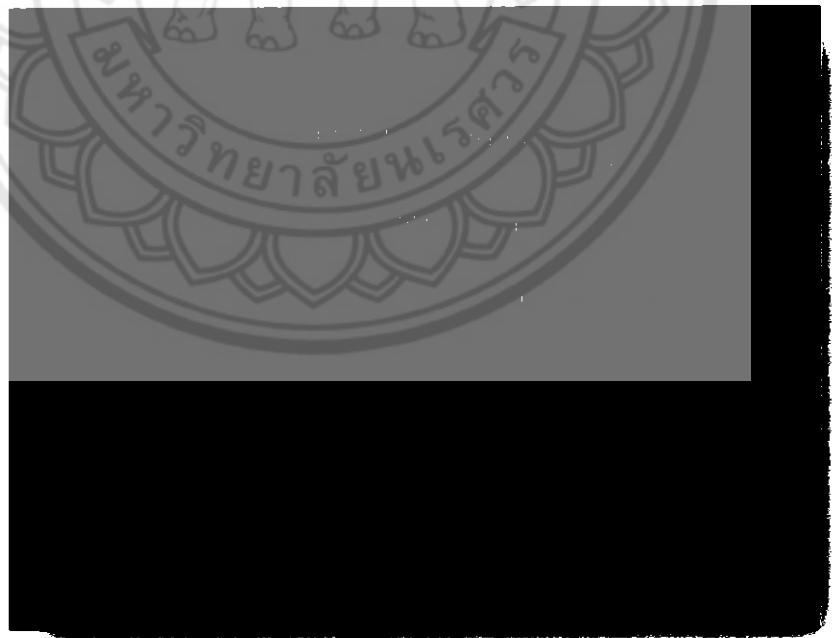
รูปที่ ค. 6 แสดงการตั้งเวลาวันที่ของเครื่องเครื่อง AP – LOG

เมื่อตั้งค่าต่างๆ เรียบร้อยแล้ว ที่หน้าเมนู ให้กดที่ปุ่ม Start ตัวเครื่องจะให้ใส่รหัสผ่านเพื่อเข้าสู่โหมดการบันทึกค่าต่อไป และเช่นเดียวกัน หากต้องการจะ Stop หรือหยุดการบันทึก ตัวเครื่องก็จะให้ใส่รหัสผ่าน

หากไม่มีการทำการใดๆ ที่หน้าจอ ตัวเครื่องจะปิดหน้าจอเอง (ปิดไฟ Back light) อัตโนมัติ แต่ตัวเครื่องยังคงทำงานอยู่ และยังคงบันทึกข้อมูลต่อเนื่อง ทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน และลดความร้อนที่เกิดขึ้น รวมถึงยืดอายุการใช้งานตัวเครื่องด้วย หากต้องการกลับมาใช้งานใหม่อีกครั้ง ก็เพียงใช้นิ้วสัมผัสที่หน้าจอ ก็จะสามารถใช้ได้ตามปกติ



รูปที่ ค. 7 แสดงเครื่อง LP - LOG ขณะทำงาน



รูปที่ ค. 8 แสดงหน้าจอ Monitor แสดงค่าอุณหภูมิ + ความชื้น Min, Max



ภาคผนวก ง
แสดง Drawing เครื่องปรับอากาศ
ที่ใช้ในการทดลอง

