การประยุกต์ใช้ความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน เพื่อการอบแห้งผ้า

APPLYING USING WASTE HEAT FROM SPILT – TYPE AIR CONDITIONER FOR CLOTHES DRYING

นายวิศวะ อยู่คุ้มญาติ รหัส 49363731

นายสมเกียรติ สินตะละ รหัส 49363755

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2554

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 2 ต.ค. 2556
เลขทะเบียน 164304 91
เลขเรียกหนังสือ ฝร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร 2755 ก
2554

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การประยุกต์ใช้ความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเพื่อการอบแห้งผ้า	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายวิศวะ อยู่คุ้มญาติ	รหัส 49363731
	นายสมเกียรติ สินตะละ	รหัส 49363755
ที่ปรึกษาโครงงาน	ดร. นินนาท ราชประดิษฐ์	
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล	
ภาควิชา	วิศวกรรมเครื่องกล	
ปีการศึกษา	2554	

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(ดร. นินนาท ราชประดิษฐ์)

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

.....กรรมการ
(ดร. อนันต์ชัย อยู่แก้ว)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การประยุกต์ใช้ความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเพื่อการอบแห้งผ้า
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายวิศวะ อยู่คุ้มญาติ รหัส 49363731
	นายสมเกียรติ สินตะละ รหัส 49363755
ที่ปรึกษาโครงงาน	ดร. นินนาท ราชประดิษฐ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
ภาควิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
ปีการศึกษา	2554

.....

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาการนำพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ในระบบเครื่องปรับอากาศมาใช้ในการอบแห้งผ้า ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงหรือเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพกับการอบแห้งผ้าโดยใช้เครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า เพื่อเป็นการนำพลังงานกลับมาใช้และลดการใช้พลังงานไฟฟ้า

โครงงานนี้ทำการทดลองโดยเครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ ,เครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า และการตากแห้งผ้าในที่ร่มด้วยวิธีธรรมชาติ โดยใช้ผ้า 3 ผืน ทำการทดลองด้วยจำนวนผ้าครั้งละ 1 ผืน, 2 ผืน และ 3 ผืน ตามลำดับ ทำการบันทึกข้อมูลแล้วนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาสร้างกราฟ เพื่อเปรียบเทียบด้าน เวลาในการอบแห้งผ้า พลังงานที่ใช้ในการอบแห้งผ้า และประสิทธิภาพในการอบแห้งผ้าแล้วจึงนำมาวิเคราะห์และสรุปผล

จากการศึกษาทดลองพบว่า เวลาในการอบแห้งผ้าโดยเครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ใช้เวลาในการอบแห้งผ้าใกล้เคียงกัน กับเครื่องอบแห้งผ้าพลังงานไฟฟ้าโดยต่างกันเพียง 10 – 20 นาที ด้านการใช้พลังงาน เครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ใช้พลังงานน้อยกว่า ประมาณ 466 – 617 เปอร์เซ็นต์ และด้านประสิทธิภาพในการอบแห้งผ้าเครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์มีค่ามากกว่าประมาณ 434 – 778 เปอร์เซ็นต์

Project title	Applying using waste heat from spilt – type air conditioner for clothes drying		
Name	Mr. Vissawa	Ukumyart	ID. 49363731
	Mr. Somkiat	Sintala	ID. 46363755
Project advisor	*Dr. Ninnart*	*Ratchapradit*	
Major	mechanical Engineering		
Department	mechanical Engineering		
Academic year	2011		

.....

Abstract

This project is the experiment for studies the using the waste heat from condenser on split type air conditioner system for drying of clothes to reuse and reduce electric energy.

This project can be used as a guideline to improve or compare efficacy to drying of clothes between waste heat energy clothes dryer and electric energy dryer.

This project will be conducted by waste heat energy clothes dryer, electric clothes dryer and indoor drying clothes in the air by 3 pieces of clothes. Recorded data from experiment and then made the graph by compare time using, power using and drying clothes efficacy to the analysis and conclusion of the experiment.

From the study showed that time using by waste heat energy clothes dryer closed the electric clothes dryer by difference about 10 – 20 minute, power using by waste heat clothes dryer less than electric clothes dryer about 466 – 617 percent and the clothes drying efficacy by waste heat energy clothes dryer better than electric clothes dryer about 434 – 778 percent.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ดำเนินโครงงานขอขอบพระคุณคณะบุคคล และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ ให้คำปรึกษาทำให้โครงงานประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ซึ่งได้แก่

1. ดร. นินนาท ราชประดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน
2. ผศ.ดร ปิยะนันท์ เจริญสวรรค์
3. ดร. อนันต์ชัย อยู่แก้ว
4. คณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ตลอดจนคำแนะนำ
5. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
6. หอพัก สมหมาย NU พลาซ่า ที่อนุญาตให้ใช้สถานที่ในการทดลองเครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์
7. ร้านซัก อบ รีด คลองหนองเหล็กที่อนุญาตให้ใช้เครื่องอบแห้งไฟฟ้าทำการทดลอง
8. สมาชิกในกลุ่มและเพื่อนทุกๆคน

รวมทั้งขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา รวมทั้งผู้มีพระคุณทุกๆท่านที่มิได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้เสมอมา

คณะผู้ดำเนินโครงงาน
นายวิศวะ อยู่คุ้มญาติ
นายสมเกียรติ สินตะละ

มกราคม 2556

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ฌ
สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน 2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2
1.6 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน 3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี 4
2.1 ระบบของเครื่องปรับอากาศ 4
2.1.1 คอมเพรสเซอร์ 4
2.1.2 คอนเดนเซอร์ 4
2.1.3 วาล์วขยายตัว 4
2.1.4 อีวาโปเรเตอร์ 4
2.2 ทฤษฎีการอบแห้งผ้า 6
2.3 ประสิทธิภาพการอบแห้ง 6
2.4 ความชื้นในวัสดุ 7

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน 8
3.1 การสร้างห้องอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ 8
3.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงงาน 8
3.1.2 วิธีการดำเนินโครงงาน 8
3.1.3 ขั้นตอนการเตรียมวัสดุและประกอบห้องอบแห้งผ้า 10
3.2 การเก็บข้อมูล 12
3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล 12
3.2.2 วัสดุที่ใช้ 12
3.2.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน 13
3.2.4 ตำแหน่งการวัดค่า 15
3.2.5 ห้องทดลอง 16
3.2.6 อุปกรณ์และเครื่องมือวัด 16
3.3 วิธีการใช้อุปกรณ์ในการทดลองและเก็บข้อมูล 18

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ 20
4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลการอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ 20
4.1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลการอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ในเวลากลางวัน 21
4.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ในเวลากลางคืน 29
4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการอบแห้งผ้าโดยใช้เครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า 39
4.2.1 การอบแห้งผ้าโดยการใช้เครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า 39
4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลการตากแห้งผ้าในที่ร่มโดยใช้วิธีธรรมชาติ 44
4.4 เปรียบเทียบการอบผ้าแห้งโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ เครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้าและการตากแห้งผ้าในที่ร่มโดยวิธีธรรมชาติ 46
4.4.1 การวิเคราะห์การทดลองโดยใช้ผ้า 1 ผืน 46
4.4.2 การวิเคราะห์การทดลองโดยใช้ผ้า 2 ผืน 47

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.4.3 การวิเคราะห์การทดลองโดยใช้ผ้า 3 ผืน....49

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.... 51
5.1 สรุปผลการทดลอง.... 51
5.1.1 ผลสรุปจากการทดลองการอบแห้งผ้า 1 ผืน.... 51
5.1.2 ผลสรุปจากการทดลองการอบแห้งผ้า 2 ผืน.... 52
5.1.3 ผลสรุปจากการทดลองการอบแห้งผ้า 3 ผืน.... 53
5.2 ข้อเสนอแนะ.... 54

เอกสารอ้างอิง.... 55

ภาคผนวก ก.... 56
ภาคผนวก ข.... 65
ภาคผนวก ค.... 68
ภาคผนวก ง.... 71

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า
1.1 ปริมาณการขายเครื่องปรับอากาศในประเทศไทย....1
3.1 ตารางข้อมูลขนาดและน้ำหนักผ้า....12
5.1 ตารางผลสรุปจากการทดลองการอบแห้งผ้า 1 ผืน....51
5.2 ตารางผลสรุปจากการทดลองการอบแห้งผ้า 2 ผืน....52
5.3 ตารางผลสรุปจากการทดลองการอบแห้งผ้า 3 ผืน....53

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 กระบวนการทำความเย็น 5
2.2 กราฟ *P-h* ของวัฏจักรทำความเย็น..... 5
2.3 กราฟ T-S ของวัฏจักรทำความเย็น..... 5
3.1 ผังแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงาน..... 9
3.2 ประกบท่อ PVC กับโครงราวตากผ้า.....10
3.3 วัดขนาดโครงราวตากผ้าเพื่อตัดเย็บผ้าใบ.....10
3.4 ติดตั้งห้องอบแห้งผ้ากับคอนเดนเซอร์.....11
3.5 ติดตั้งห้องอบแห้งผ้ากับคอนเดนเซอร์.....11
3.6 ผังแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน.....14
3.7 ตำแหน่งจุดวัดค่า.....15
3.8 ภาพขณะทำการทดลอง.....16
3.9 ภาพขณะทำการทดลอง 16
3.10 Agilent Benchlink Data Logger.....17
3.11 เครื่องวัดความเร็วลมขณะทำการทดลอง 17
3.12 สายเทอร์โมคัปเปิลส่วนที่ต่อเข้ากับเครื่อง Agilent Benchlink Data Logger.....18
3.13 เก็บข้อมูลโดยใช้คอมพิวเตอร์.....18
4.1 อุณหภูมิจุดวัด 21
4.2 กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้าแห้ง.....21
4.3 กราฟค่าความชื้นมาตรฐานแห้..... 22
4.4 พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ที่ใช้ในการอบแห้งผ้า 23
4.5 อุณหภูมิจุดวัด.....23
4.6 กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้าแห้ง.....24
4.7 กราฟความชื้นมาตรฐานแห้ง..... 24
4.8 พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ที่ใช้ในการอบแห้งผ้า.....25
4.9 อุณหภูมิจุดวัด 26
4.10 กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้าแห้ง.....26
4.11 กราฟความชื้นมาตรฐานแห้ง.....27

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.12 พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ที่ใช้ในการอบแห้งผ้า 28
4.13 อุณหภูมิจุดวัด 29
4.14 กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้าแห้ง..... 30
4.15 กราฟความชื้นมาตรฐาน.....30
4.16 พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ที่ใช้ในการอบแห้งผ้า 31
4.17 อุณหภูมิจุดวัด.....32
4.18 กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้าแห้ง.....33
4.19 กราฟความชื้นมาตรฐานแห้ง.....34
4.20 พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ที่ใช้ในการอบแห้งผ้า 35
4.21 อุณหภูมิจุดวัด 35
4.22 กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้าแห้ง.....36
4.23 กราฟความชื้นมาตรฐานแห้ง.....37
4.24 พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ที่ใช้ในการอบแห้งผ้า 38
4.25 กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้าแห้ง..... 39
4.26 กราฟความชื้นมาตรฐานแห้ง.....40
4.27 กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้าแห้ง.....40
4.28 กราฟความชื้นมาตรฐานแห้ง.....41
4.29 กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้าแห้ง.....42
4.30 กราฟความชื้นมาตรฐานแห้ง.....42
4.31 อุณหภูมิแวดล้อมวัดโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียก.....44
4.32 กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้าแห้ง.....45
4.33 กราฟความชื้นมาตรฐานแห้ง.....45
4.34 กราฟเปรียบเทียบอัตราระเหยความชื้นของวัสดุ 46
4.35 กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพการอบแห้งผ้า 47
4.36 กราฟเปรียบเทียบอัตราระเหยความชื้นของวัสดุ.....48
4.37กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพการอบแห้งผ้า.....48
4.38 กราฟเปรียบเทียบอัตราระเหยความชื้นของวัสดุ.....49

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า
4.39 กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพการอบแห้งผ้า 50

สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ

SMER	=	ประสิทธิภาพการอบแห้งผ้า
$\dot{m}_d$	=	อัตราการระเหยความชื้นของวัสดุ (kg/h)
$\dot{w}_{tot}$	=	พลังงานที่ใช้ในระบบทั้งหมด (kW)
w_0	=	น้ำหนักวัสดุเริ่มต้น (kg)
w_f	=	น้ำหนักวัสดุเมื่อสิ้นสุดกระบวนการอบแห้ง (kg)
t_f	=	เวลาสิ้นสุดกระบวนการอบแห้ง (h)
T_2	=	อุณหภูมิของอากาศก่อนไหลผ่านคอยล์ร้อนของคอนเดนเซอร์ (°C)
T_3	=	อุณหภูมิของอากาศไหลผ่านคอยล์ร้อนของคอนเดนเซอร์ (°C)
Q_h	=	พลังงานที่ทำให้อุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์ร้อนของคอนเดนเซอร์เปลี่ยนแปลง (kW)
C_p	=	ค่าความร้อนจำเพาะของอากาศ มีค่าความร้อนจำเพาะเท่ากับ 1.005 (kJ/kg. °C)
$\dot{m}$	=	มวลของอากาศต่อเวลา (kg/s)
ρ	=	ความหนาแน่นของ (kg/m^3)
$\dot{V}$	=	ปริมาตรของอากาศที่ออกจากคอนเดนเซอร์ต่อเวลา (m^3/s)
v	=	ความเร็วของอากาศที่ผ่านคอยล์ร้อนของคอนเดนเซอร์ (m/s)
A	=	พื้นที่ของอากาศไหลผ่านคอยล์ร้อนออกจากคอนเดนเซอร์ (m^2)
kg/h	=	กิโลกรัมต่อชั่วโมง
kJ/kg°C	=	กิโลจูลต่อกิโลกรัมองศาเซลเซียส
kg/s	=	กิโลกรัมต่อวินาที
kg/m^3	=	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
m^3/s	=	ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที
m/s	=	เมตรต่อวินาที
M_d	=	ความชื้นมาตรฐานแห้ง

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ใกล้บริเวณเส้นศูนย์สูตร ลักษณะภูมิอากาศร้อนชื้นและมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และเนื่องจากสภาวะโลกร้อนทำให้อุณหภูมิของประเทศไทยสูงขึ้นตามไปด้วยส่งผลให้ภายในประเทศมีแนวโน้มความต้องการใช้เครื่องปรับอากาศเพิ่มมากขึ้น

ตารางที่ 1.1 ปริมาณการขายเครื่องปรับอากาศในประเทศไทย พ.ศ. 2547 - 2551

ปริมาณการขายเครื่องปรับอากาศในประเทศไทย					
พ.ศ.	2547	2548	2549	2550	2551
จำนวนเครื่อง	473,744	620,053	660,658	723,625	911,144

ที่มา : สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์[1]

โดยปกติการตากผ้าที่ซักแล้วต้องใช้พลังงานจากธรรมชาติโดยอาศัยพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์และใช้ลมเป็นตัวช่วยในการดึงความชื้นออกจากเนื้อผ้า ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศที่มีภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาโดยเฉพาะฤดูฝน ทำให้บางครั้งสภาพอากาศไม่อำนวยต่อการตากผ้าในที่โล่ง ทำให้เครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้าเข้ามามีความสำคัญในกระบวนการซักผ้ามากขึ้น แต่การใช้เครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้าต้องใช้พลังงานสูงเป็นเหตุให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าอย่างยิ่ง

สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน บริเวณคอนเดนเซอร์จะมีการระบายความร้อนโดยใช้อากาศ อากาศที่ได้รับพลังงานความร้อนจากคอยล์ร้อนของคอนเดนเซอร์จะมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกประมาณ 10 องศาเซลเซียส[2] ซึ่งความร้อนที่ปล่อยออกมาจากระบบทำความเย็นเป็นพลังงานความร้อนที่สูญเปล่า จึงควรนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

ผู้จัดทำโครงงานนี้จึงสนใจการนำพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์มาใช้ในการอบแห้งผ้า ซึ่งเป็นการนำพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์และเป็นการลดการใช้พลังงานจากการใช้เครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า

1.2วัตถุประสงค์ของโครงงาน

หาแนวทางประยุกต์ใช้พลังงานความร้อนที่ปล่อยออกมาจากระบบปรับอากาศให้เกิดประโยชน์ และแก้ไขปัญหาการตากแห้งผ้าในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้

1.3ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- แก้ไขปัญหาในการตากผ้าเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม
- นำพลังงานความร้อนทิ้งกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อเป็นการลดการใช้พลังงานจากเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า

1.4ขอบเขตการทำโครงงาน

- หาประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าโดยวิธีการอบผ้าด้วยเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า และการอบแห้งผ้าโดยเครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์
- นำข้อมูลด้านเวลาที่ใช้ พลังงานที่ใช้ในการอบแห้งผ้า และประสิทธิภาพในการอบแห้งผ้า มาเปรียบเทียบระหว่างเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้าและเครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์
- สรุปผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลการทดลอง เพื่อหาความสมเหมาะในการใช้งานเครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์

1.5ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.
1.5.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล							
1.5.2 ศึกษาวิธีการใช้เครื่องมือ							
1.5.3 วางแผนการดำเนินการทดลอง							
1.5.4 ติดตั้งอุปกรณ์และดำเนินการทดลอง							
1.5.5 วิเคราะห์และสรุปผล							

1.6 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

1. ค่าอุปกรณ์ต่างๆ	500	บาท
2. ค่าถ่ายเอกสาร	500	บาท
3. ค่าทำรูปเล่ม	1000	บาท
รวมเป็นเงิน	2000	บาท

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

สำหรับโครงงานนี้เป็นการศึกษาการประยุกต์ใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเพื่อการอบแห้งผ้า จึงต้องใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 ระบบของเครื่องปรับอากาศ

ระบบของเครื่องปรับอากาศเป็นการทำความเย็นแบบอัดไอ ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์หลักคือ คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ วาล์วขยายตัว และอีวาโปเรเตอร์

2.1.1 คอมเพรสเซอร์ (Compressor)

เป็นเครื่องขับเคลื่อนสารทำความเย็นทำหน้าที่อัดสารทำความเย็นในสภาวะก๊าซให้มีความดันและอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น ทำให้มีการอัดเพื่อให้เกิดการควบแน่น

2.1.2 คอนเดนเซอร์ (Condenser)

เป็นอุปกรณ์ควบแน่นในระบบปรับอากาศที่ทำให้สารทำความเย็นในสภาวะก๊าซที่มีความดันและอุณหภูมิอัดตัวที่มาจากคอมเพรสเซอร์ เพื่อกลั่นตัวเป็นของเหลวภายในคอนเดนเซอร์ด้วยกระบวนการระบายความร้อนออกแต่ยังมีความดันสูงอยู่

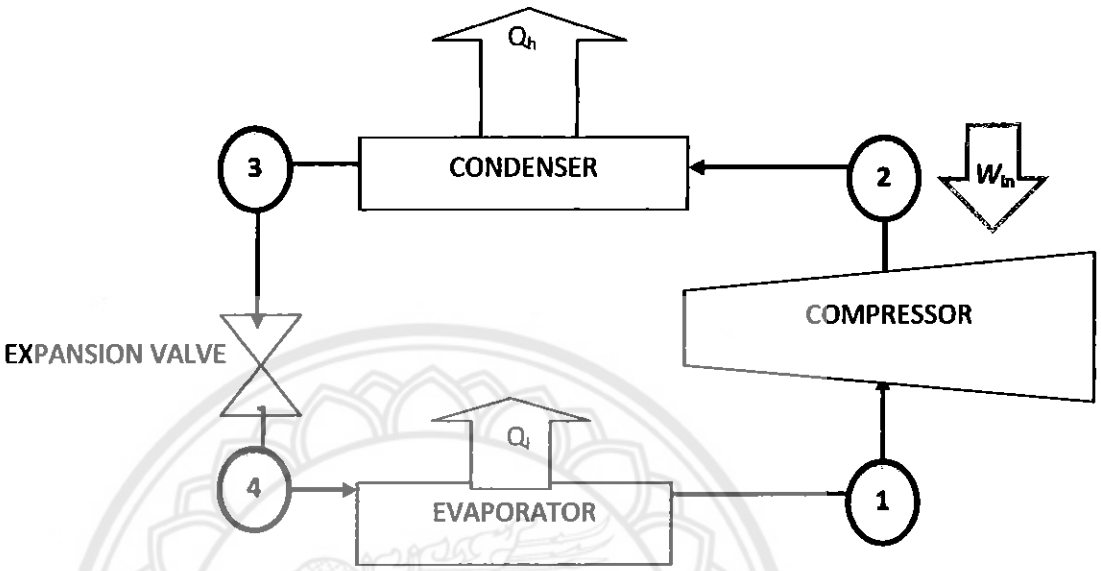
2.1.3 วาล์วขยายตัว (Expansion valve)

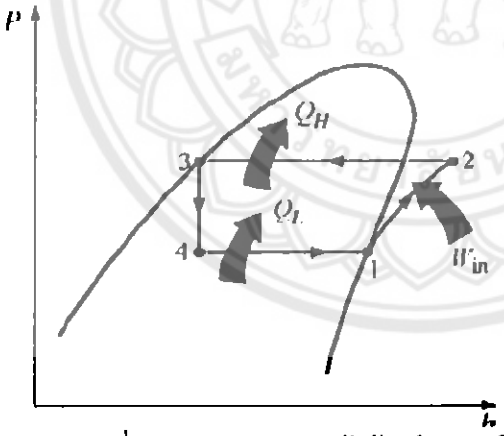
เป็นอุปกรณ์ลดความดันทำให้ความดันสูงเป็นความดันต่ำ

2.1.4 อีวาโปเรเตอร์ (Evaporator)

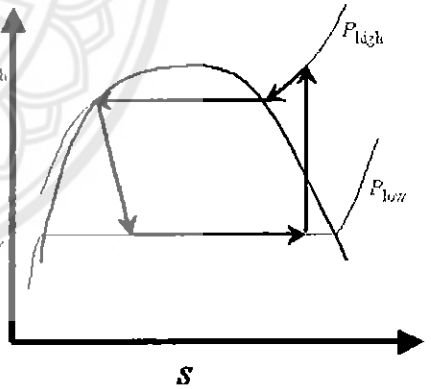
ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนความเย็นของสารทำความเย็นกับอากาศร้อนในห้องปรับอากาศ การแลกเปลี่ยนความร้อนทำให้สารทำความเย็นซึ่งเป็นของเหลว เมื่อไหลผ่านขดท่อสารทำความเย็นที่ได้รับความร้อนจากอากาศภายในห้องที่ต้องการทำความเย็น ก็จะทำให้อุณหภูมิของสารทำความเย็นที่อีวาโปเรเตอร์มีอุณหภูมิสูงขึ้นก่อนกลับเข้าสู่คอมเพรสเซอร์อีกครั้ง

รูปที่ [2.1] กระบวนการทำความเย็น





รูปที่ [2.2] กราฟ P-*h* ของวัฏจักรทำความเย็น



รูปที่ [2.3] กราฟ T-S ของวัฏจักรทำความเย็น

2.2 ทฤษฎีการอบแห้งผ้า[2]

วัสดุที่มีความชื้นอยู่เมื่อสัมผัสกับความร้อนเช่นความร้อนจากการอบแห้งผ้าจะเกิดการถ่ายเทความร้อนที่ผิววัสดุทำให้วัสดุอบแห้งมีอุณหภูมิสูงขึ้น ความร้อนดังกล่าวจะทำให้ความชื้นที่อยู่ในเนื้อผ้ามีการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอเมื่อได้รับพลังงานที่อยู่ในรูปความร้อนแฝงจึงทำให้ความชื้นระเหยออกจากเนื้อผ้าและทำให้ผ้าแห้ง

2.3 ประสิทธิภาพการอบแห้ง

การบ่งชี้ความสามารถในการอบแห้ง สามารถบอกในรูปอัตราการดึงความชื้นจำเพาะ (Specific moisture extraction rate ,SMER) หรือเรียกว่าประสิทธิภาพการอบแห้งผ้า

ซึ่งค่า SMER สามารถหาได้จากสมการ

$$SMER = \frac{\dot{m}_{\mathrm{d}}}{\dot{w}_{\mathrm{total}}} \tag{2.1}$$

เมื่อ $\dot{m}_{\mathrm{d}}$ คือ อัตราการระเหยความชื้นของวัสดุ (kg/h)

$\dot{w}_{\mathrm{tot}}$ คือ พลังงานที่ใช้ในระบบทั้งหมด (kW)

และอัตราการระเหยความชื้นของวัสดุ สามารถหาได้จากสมการ

$$\dot{m}_{\mathrm{d}} = \frac{w_0 - w_{\mathrm{f}}}{t_{\mathrm{f}}} \tag{2.2}$$

เมื่อ w_0 คือ น้ำหนักวัสดุเริ่มต้น (kg)

w_{f} คือ น้ำหนักวัสดุเมื่อสิ้นสุดกระบวนการอบแห้ง (kg)

t_{f} คือ เวลาสิ้นสุดกระบวนการอบแห้ง (h)

และพลังงานความร้อนที่ใช้ในการอบแห้งผ้า(พลังงานที่ทำให้อุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์ร้อนของคอนเดนเซอร์เปลี่ยนแปลง)

$$Q_{\mathrm{h}} = C_{\mathrm{p}}\dot{m}(T_3 - T_2) \tag{2.3}$$

เมื่อ T_2 คืออุณหภูมิของอากาศก่อนไหลผ่านคอยล์ร้อนของคอนเดนเซอร์ (°C)

T_3 คืออุณหภูมิของอากาศไหลผ่านคอยล์ร้อนของคอนเดนเซอร์ (°C)

Q_h คือพลังงานที่ทำให้อุณหภูมิของอากาศที่ไหลผ่านคอยล์ร้อนของคอนเดนเซอร์เปลี่ยนแปลง (kW)

C_p คือค่าความร้อนจำเพาะของอากาศ มีค่าความร้อนจำเพาะ เท่ากับ 1.005 (kJ/kg. °C)

$\dot{m}$ คือมวลของอากาศต่อเวลา (kg/s)

ซึ่ง $\dot{m}$ หาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\dot{m} = \dot{V}\rho \tag{2.4}$$

เมื่อ ρ คือความหนาแน่นของอากาศ (kg/m^3)

$\dot{V}$ คือปริมาตรของอากาศที่ออกจากคอนเดนเซอร์ต่อเวลา (m^3/s)

ซึ่ง $\dot{V}$ หาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\dot{V} = vA \tag{2.5}$$

เมื่อ v คือความเร็วของอากาศที่ผ่านคอยล์ร้อนของคอนเดนเซอร์ (m/s)

A คือพื้นที่ของอากาศไหลผ่านคอยล์ร้อนออกจากคอนเดนเซอร์ (m^2)

2.4 ความชื้นในวัสดุ[3]

ความชื้นเป็นตัวบอกปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในวัสดุเพื่อเปรียบเทียบกับมวลของวัสดุแห้งในการวิเคราะห์กระบวนการอบแห้งทางทฤษฎี จากสมการความชื้นมาตรฐานแห้ง
ซึ่ง ความชื้นมาตรฐานแห้ง หาได้จากสมการ

$$M_d = (w_0 - w_f)/w_f \tag{2.6}$$

เมื่อ M_d คือ ความชื้นมาตรฐานแห้ง

w_0 คือ น้ำหนักวัสดุเริ่มต้น (kg)

w_f คือ น้ำหนักวัสดุเมื่อสิ้นสุดกระบวนการอบแห้ง (kg)

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

โครงงานนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์จากความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์เพื่อการอบแห้งผ้า โดยนำมาทำการเปรียบเทียบกับการอบแห้งผ้าของเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้าและการตากในที่ร่มด้วยวิธีธรรมชาติ ซึ่งมีวิธีการดำเนินงานดังต่อไปนี้

3.1 การสร้างห้องอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์

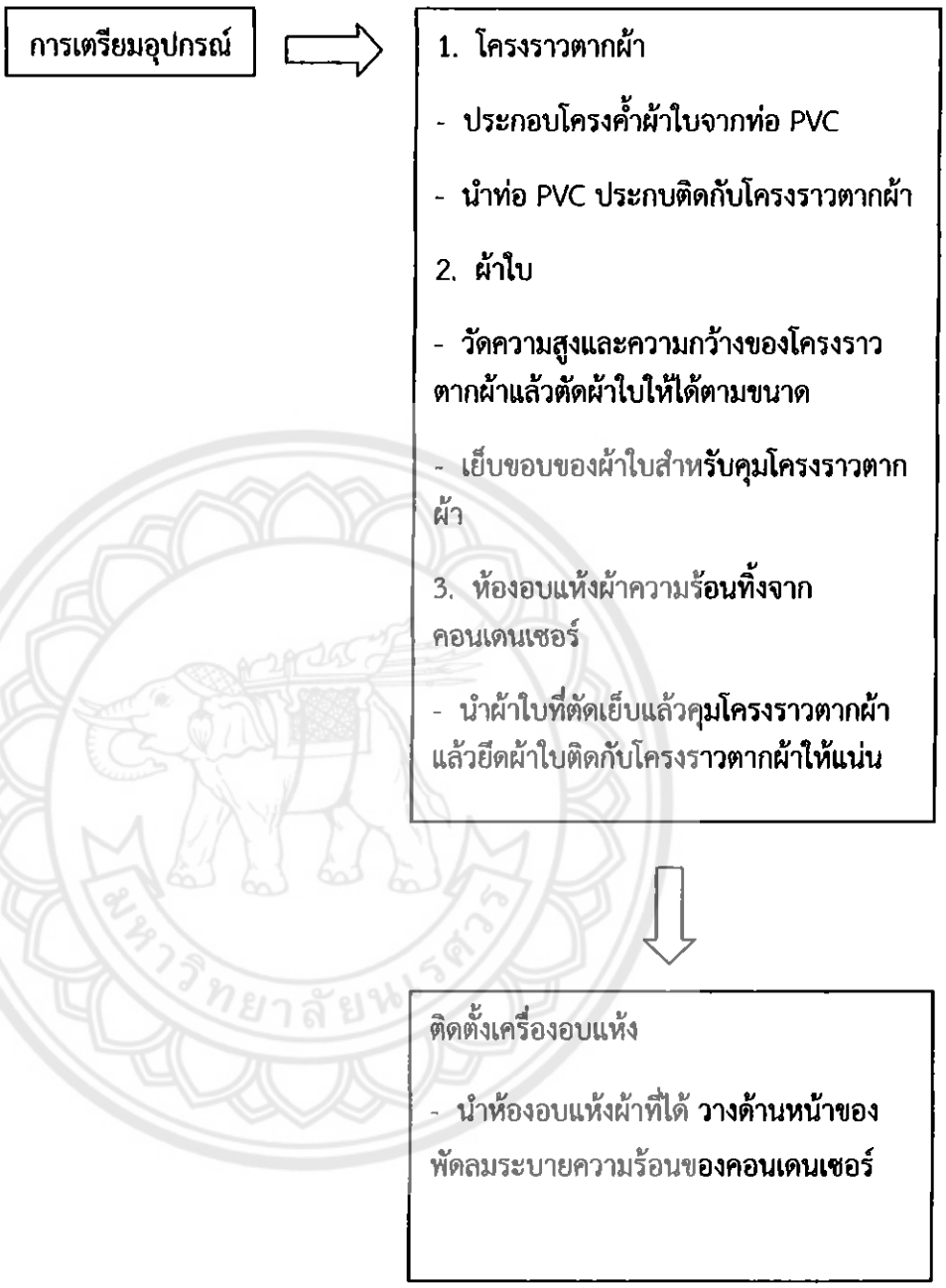
3.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินโครงงาน

1. ผ้าใบพลาสติก
2. กรรไกรตัดผ้า
3. ไม้บรรทัด ตลับเมตร
4. เคเบิ้ลไทป์
5. ราวตากผ้า
6. เข็มเย็บผ้า ด้าย
7. ท่อตรง ข้องอ PVC ขนาด 4 หุน
8. โครงราวตากผ้า

3.1.2 วิธีการดำเนินโครงงาน

การดำเนินโครงงานจะทำการศึกษาอัตราการอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ การอบแห้งผ้าโดยใช้เครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า โดยการทดลองแต่ละครั้งจะมีการเพิ่มจำนวนผ้าที่ใช้ในการอบแห้งผ้า จาก 1, 2, 3 ชิ้นตามลำดับ และวิธีตากแห้งผ้าในที่ร่มด้วยวิธีธรรมชาติ แล้วเก็บข้อมูลด้านเวลาและพลังงานที่ใช้เพื่อนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการอบแห้งผ้าว่าวิธีใดดีที่สุดและมีความเหมาะสมที่สุดในการนำไปใช้งาน

ผังแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

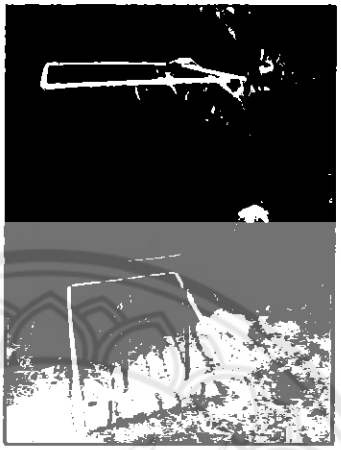


รูปที่ [3.1] ผังแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

3.1.3 ขั้นตอนการเตรียมวัสดุและประกอบห้องอบแห้งผ้า

1. โครงราวตากผ้า

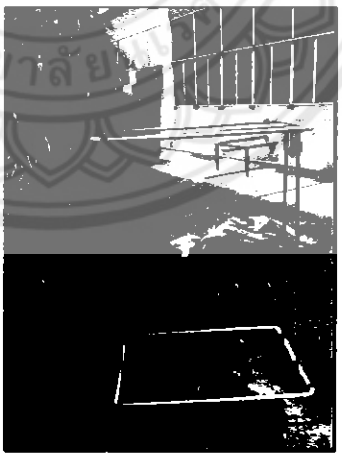
- ประกอบโครงค้ำผ้าใบจากท่อ PVC ขนาดครึ่งนิ้ว เป็นสี่เหลี่ยม ขนาด 1.5 x 1.1 m^2 จำนวน 2 ชุด
- นำท่อ PVC ประกบติดกับโครงราวตากผ้า แล้วใช้เคเบิ้ลไทป์ยึดส่วนข้อต่อของโครงราวตากผ้า



รูปที่ [3.2] ประกบท่อ PVC กับโครงราวตากผ้า

2. ผ้าใบ

- วัดความสูงและความกว้างของโครงราวตากผ้าแล้วตัดผ้าใบให้ได้ขนาดเป็นรูปกากบาท



รูปที่ [3.3] วัดขนาดโครงราวตากผ้าเพื่อตัดเย็บผ้าใบ

- เย็บขอบของผ้าใบที่ตัดได้เข้าด้วยกันจะได้ผ้าใบสำหรับคุมโครงราวตากผ้า

3. ติดตั้งห้องอบแห้งผ้า

- นำห้องอบแห้งผ้าที่ได้ วางด้านหน้าของพัดลมระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์

รูปที่ [3.4] ติดตั้งห้องอบแห้งผ้ากับคอนเดนเซอร์

รูปที่ [3.5] ติดตั้งห้องอบแห้งผ้ากับคอนเดนเซอร์

3.2 การเก็บข้อมูล

3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. เครื่องบันทึกข้อมูล Agilent Benchlink Data Logger
3. เทอร์โมมิเตอร์
4. นาฬิกาสำหรับจับเวลา
5. ปลั๊กไฟฟ้า
6. เครื่องชั่งน้ำหนัก
7. สายเทอร์โมคลัปเปอร์
8. เครื่องวัดความเร็วลม
9. เครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า Electrolux EDV 600 กำลังไฟรวม 2250 วัตต์ กระแสไฟฟ้า 10.22 แอมแปร์
10. เครื่องอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์

3.2.2 วัสดุที่ใช้

1. ผ้าเช็ดตัว 3 ผืน

ตาราง 3.1 ตารางข้อมูลขนาดและน้ำหนักผ้า

ตารางข้อมูลขนาดและน้ำหนักผ้า			
	ขนาดผ้า (กว้าง x ยาว)	น้ำหนักผ้าแห้ง	น้ำหนักผ้าชื้น
ผืนที่ 1	30 x 60 in.	0.42 kg	1.46 kg
ผืนที่ 2	27 x 54 in.	0.35 kg	1.44 kg
ผืนที่ 3	27 x 54 in.	0.36 kg	1.5 kg

3.2.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. การอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ หลังจากประกอบห้องอบแห้งผ้าแล้ว นำไปติดตั้งพร้อมอุปกรณ์ที่จะใช้ในการเก็บข้อมูล โดยการใช้ผ้าชุบน้ำบิดหมาดในการทดลอง

   - ในการทดลองโดยใช้ผ้าจำนวน 1 ผืน โดยทำการชั่งน้ำหนักของผ้า ได้น้ำหนักก่อนเริ่มทำการทดลองอยู่ที่ 0.42 กิโลกรัม แล้วจึงนำผ้าไปชุบน้ำและบิดหมาด แล้วจึงทำการชั่งน้ำหนักอีกครึ่ง ได้น้ำหนักของผ้าขึ้นอยู่ที่ 1.46 กิโลกรัม ซึ่งจะใช้น้ำหนัก 1.46 กิโลกรัมเป็นน้ำหนักเริ่มต้นการทดลองและเมื่อทำการทดลองไปจนกระทั่งน้ำหนักของผ้าอยู่ที่ 0.42 กิโลกรัม จะถือว่าจบการทดลองในรอบนั้นๆ
   - ในการทดลองโดยใช้ผ้าจำนวน 2 ผืน โดยทำการชั่งน้ำหนักของผ้า ได้น้ำหนักก่อนเริ่มทำการทดลองอยู่ที่ 0.77 กิโลกรัม แล้วจึงนำผ้าไปชุบน้ำและบิดหมาด แล้วจึงทำการชั่งน้ำหนักอีกครั้ง ได้น้ำหนักของผ้าขึ้นอยู่ที่ 2.9 กิโลกรัม ซึ่งจะใช้น้ำหนัก 2.9 กิโลกรัมเป็นน้ำหนักเริ่มต้นการทดลองและเมื่อทำการทดลองไปจนกระทั่งน้ำหนักของผ้าอยู่ที่ 0.77 กิโลกรัม จะถือว่าจบการทดลองในรอบนั้นๆ
   - ในการทดลองโดยใช้ผ้าจำนวน 3 ผืน โดยทำการชั่งน้ำหนักของผ้า ได้น้ำหนักก่อนเริ่มทำการทดลองอยู่ที่ 1.13 กิโลกรัม แล้วจึงนำผ้าไปชุบน้ำและบิดหมาด แล้วจึงทำการชั่งน้ำหนักอีกครั้ง ได้น้ำหนักของผ้าขึ้นอยู่ที่ 4.4 กิโลกรัม ซึ่งจะใช้น้ำหนัก 4.4 กิโลกรัมเป็นน้ำหนักเริ่มต้นการทดลองและเมื่อทำการทดลองไปจนกระทั่งน้ำหนักของผ้าอยู่ที่ 1.13 กิโลกรัม จะถือว่าจบการทดลองในรอบนั้นๆ

2. การเก็บข้อมูลนี้ จะเก็บข้อมูลโดยการวัดอุณหภูมิขาเข้าและขาออก อัตราความเร็วลมคอนเดนเซอร์ อุณหภูมิกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้ง น้ำหนักของผ้า พลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้กับระบบปรับอากาศและเวลาที่ใช้ในการอบแห้งผ้า

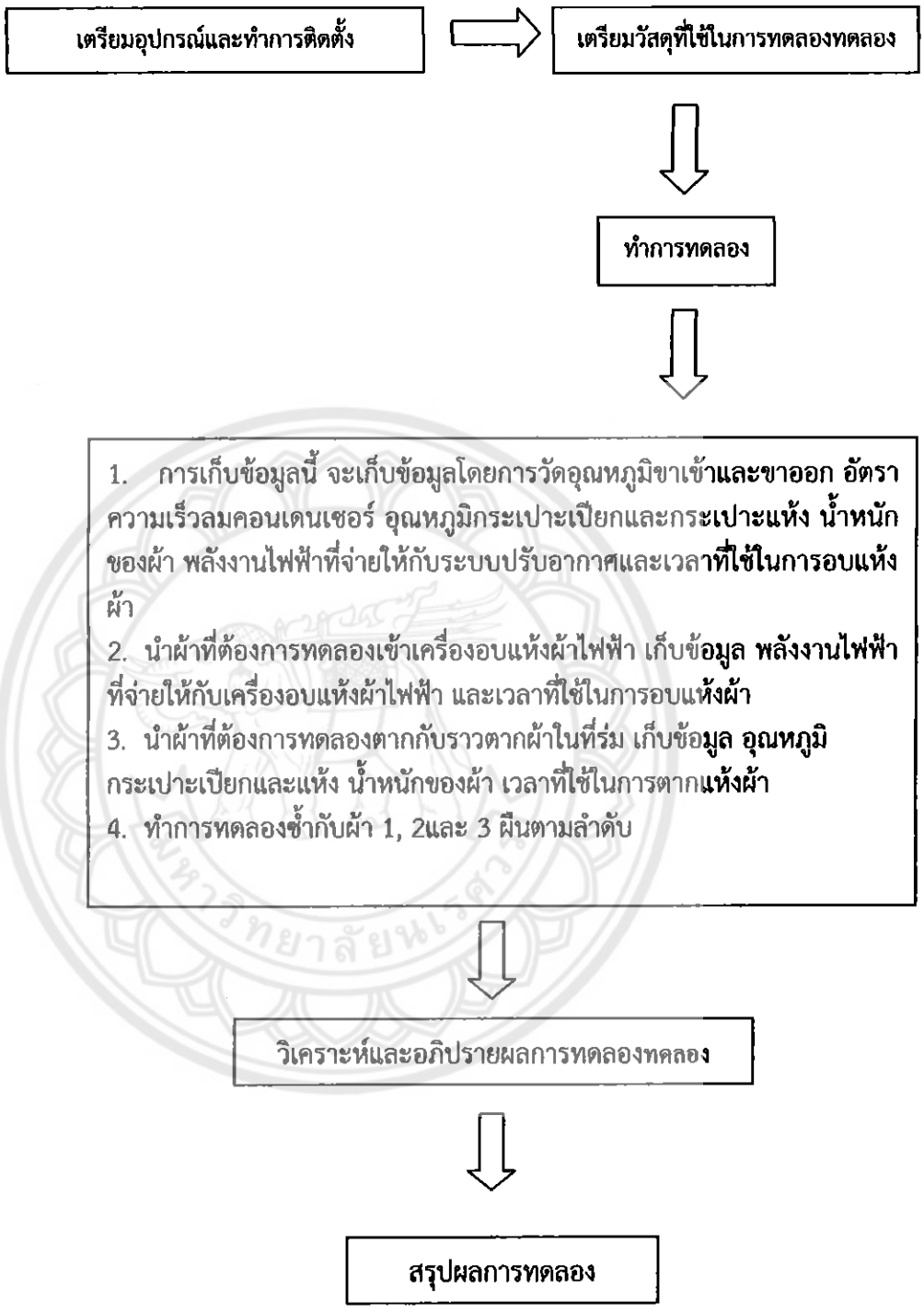
   - ช่วงระยะเวลาในการเก็บข้อมูลเริ่มตั้งแต่ 10.00 น. จนถึงน้ำหนักของผ้าชื้นจะเท่ากับน้ำหนักของผ้าก่อนเริ่มการทดลองอบแห้งผ้า ทำการเก็บข้อมูลทุก 5 นาที
   - ช่วงระยะเวลาในการเก็บข้อมูลหลังดวงอาทิตย์ตก เริ่มตั้งแต่ 20:00 น. จนถึงน้ำหนักของผ้าชื้นจะเท่ากับน้ำหนักของผ้าก่อนเริ่มการทดลองอบแห้งผ้า ทำการเก็บข้อมูลทุก 10 นาที

3. นำผ้าชื้นที่ต้องการทดลองเข้าเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า เก็บข้อมูล พลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า และเวลาที่ใช้ในการอบแห้งผ้า โดยจะนำผ้าออกมาชั่งน้ำหนักทุก 10 นาที
4. นำผ้าชื้นที่ต้องการทดลองตากกับราวตากผ้าในที่ร่ม เก็บข้อมูล อุณหภูมิกระเปาะเปียกและแห้ง น้ำหนักของผ้า เวลาที่ใช้ในการตากแห้งผ้า

   - ช่วงระยะเวลาในการเก็บข้อมูลเริ่มตั้งแต่ 10:00 น. จนถึงน้ำหนักของผ้าชื้นจะเท่ากับน้ำหนักของผ้าก่อนเริ่มการทดลอง ทำการเก็บข้อมูลทุก 10 นาที

5. ทำการทดลองซ้ำกับผ้าชื้น 1, 2 และ 3 ผืนตามลำดับ
6. นำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าโดยใช้กราฟวิเคราะห์ข้อมูลวิธีการอบแห้งผ้าและการตากแห้งผ้า
7. อภิปรายผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง

ผังแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน



รูปที่ [3.6] ผังแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน

3.2.4 ตำแหน่งการวัดค่า

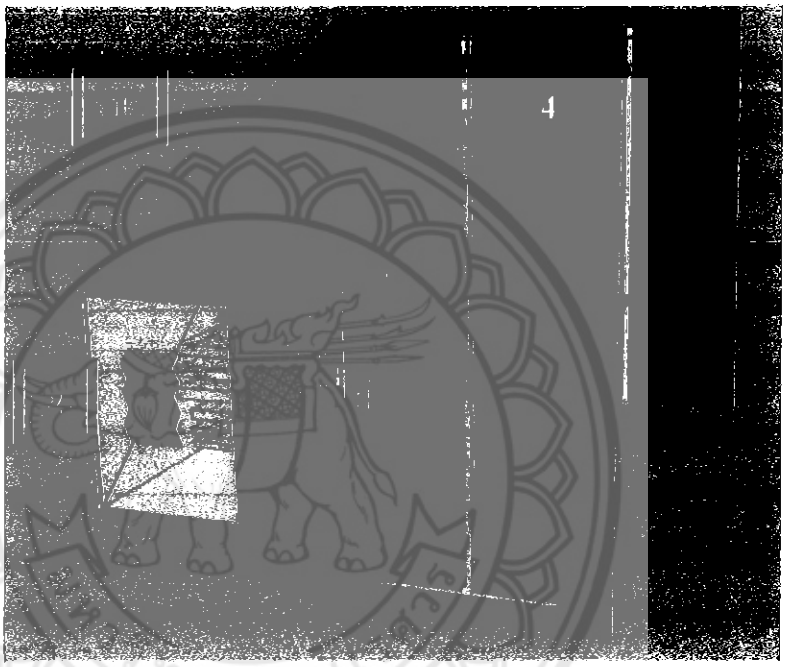
ในการทดลองนั้นจะทำการวัดและบันทึกค่าต่างๆตามตำแหน่ง ดังรูป 3.7 ดังนี้

ตำแหน่งที่ 1 วัดอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมภายนอกโดยเทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้ง

ตำแหน่งที่ 2 วัดอุณหภูมิของอากาศก่อนผ่านคอนเดนเซอร์

ตำแหน่งที่ 3 วัดอุณหภูมิของอากาศหลังผ่านคอนเดนเซอร์ และอัตราความเร็วลม

ตำแหน่งที่ 4 ชั่งน้ำหนักของผ้าที่ใช้ในการอบแห้งผ้า

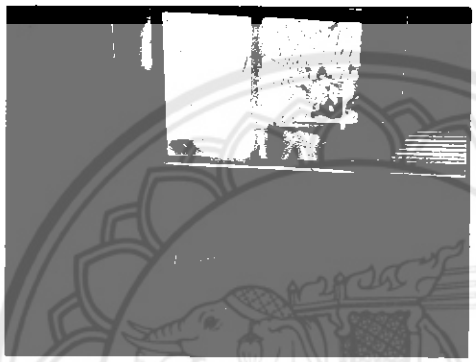


รูปที่ [3.7] ตำแหน่งจุดวัดค่า

3.2.5 ห้องทดลอง

ในการทดลองนั้นจะใช้สถานที่ทดลอง 3 ที่ ดังนี้

1. ห้องปฏิบัติการเครื่องกล Lab 3 ใช้ทดลองการอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ในเวลากลางวัน
2. หอพักสมหมาย NU พลาซ่า ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก ใช้ทดลองการอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ในเวลากลางคืน และการทดลองการตากแห้งผ้าในที่ร่ม
3. ร้าน ซัก อบ รีด คลองหนองเหล็ก ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก ใช้ทดลองการอบแห้งผ้าโดยเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า



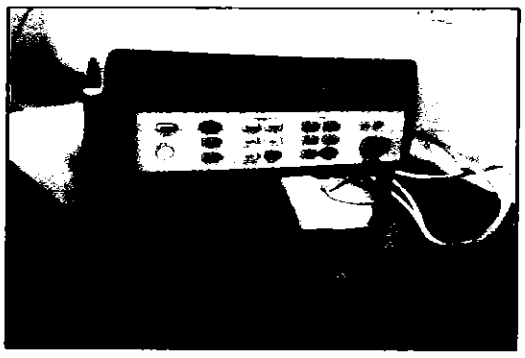
รูปที่ [3.8] ภาพขณะทำการทดลอง

รูปที่ [3.9] ภาพขณะทำการทดลอง

3.2.6 อุปกรณ์และเครื่องมือวัด

Agilent Benchlink Data Logger

เป็นเครื่องที่ใช้วัดและบันทึกค่าอุณหภูมิของอากาศในตำแหน่งต่างๆของการทดลอง ดังรูป 3.10 โดยใช้สายเทอร์โมคัปเปิลเป็นตัวส่งสัญญาณ ซึ่งปลายด้านหนึ่งจะต่อเข้ากับเครื่อง Agilent Benchlink Data Logger ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งจะเป็นหัววัดอุณหภูมิที่จะใช้วัดค่าในตำแหน่งต่างๆ ซึ่งเครื่อง Agilent Benchlink Data Logger สามารถใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิ 0 ถึง 1250 ความละเอียด 0.001 องศา และในการทดลองนี้จะตั้งค่าให้เก็บข้อมูลทุกๆ 5 นาที และ 10 นาที



รูปที่ [3.10] Agilent Benchlink Data Logger

เครื่องวัดความเร็วลม

เป็นเครื่องที่ใช้วัดความเร็วของลมโดยใช้กังหัน 3 ใบพัด โดยมีเครื่องประมวลผลรอบการหมุนของกังหันแปลงเป็นความเร็วลม

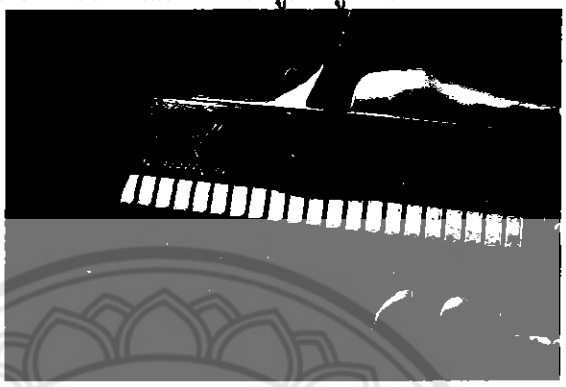
รูปที่ [3.11] เครื่องวัดความเร็วลมขณะทำการทดลอง

3.3 วิธีการใช้อุปกรณ์ในการทดลองและเก็บข้อมูล

Agilent Benchlink Data Logger

1. เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งต่อเข้ากับเครื่องมือวัดและบันทึกอุณหภูมิ (Agilent Benchlink Data Logger)

2. เปิดเครื่องมือวัดและบันทึกอุณหภูมิซึ่งต่อเข้ากับสายเทอร์โมคัปเปิล โดยหัววัดอยู่ที่ตำแหน่งต่างๆที่ต้องการจะวัดและเก็บข้อมูลดังรูป 3.12 เรียบร้อยแล้ว



รูปที่ [3.12] สายเทอร์โมคัปเปิลส่วนที่ต่อเข้ากับเครื่อง Agilent Benchlink Data Logger

3. เปิดโปรแกรมเครื่องวัดและบันทึกอุณหภูมิ ปรับตั้งค่าโปรแกรมและเริ่มการวัดบันทึกอุณหภูมิโดยตั้งการบันทึกค่าอุณหภูมิแบบต่อเนื่องทุกๆ 5 และ 10 นาที จนกระทั่งจบกระบวนการอบแห้งผ้า

รูปที่ [3.13] เก็บข้อมูลโดยใช้คอมพิวเตอร์

4. เมื่อทำการทดลองเสร็จปิดอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการทดลองให้เรียบร้อย
5. นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทำเป็นกราฟเพื่อวิเคราะห์ผล

เครื่องวัดความเร็วลม

1. ต่อสายของตัวกังหันเข้ากับเครื่องประมวลผล
2. เปิดเครื่องประมวลผล รอให้จอแสดงผลการทำงาน
3. กดปุ่ม UNT เพื่อให้แสดงผลในหน่วย m/s
4. นำกังหัน 3 ใบพัด วางไว้หน้าช่องทางของลมที่ต้องการวัดการไหลผ่านออกมา โดยถือกังหันให้ตั้งฉากกับทิศทางของลมที่ต้องการวัด
5. จดบันทึกค่าความเร็วลมที่แสดงทางจอแสดงผล เพื่อนำไปวิเคราะห์ผลการทดลอง
6. ปิดเครื่องให้เรียบร้อยเมื่อทำการทดลองเสร็จ

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์

จากการทำการทดลองโดยแบ่งการทดลองเป็น 4 รูปแบบ คือ

- การทดลองเครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ เวลากลางวัน
- การทดลองเครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ เวลากลางคืน
- การทดลองเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า
- การทดลองตากแห้งผ้าในที่ร่มโดยวิธีธรรมชาติ

ซึ่งการทดลอง ด้วยเครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์และเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า จะทำการทดลองย่อย โดยใช้ผ้าจำนวน 1, 2 และ 3 ผืน ตามลำดับ และการทดลองตากแห้งผ้าในที่ร่มโดยวิธีธรรมชาติจะทำการทดลองโดยใช้ผ้า 3 ผืน ทุกรูปแบบการทดลองจะมีการทดลองซ้ำเพื่อจะเลือกใช้ข้อมูลที่มีความผิดพลาดน้อยที่สุดระหว่างการเก็บข้อมูล เพื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าต่อไป

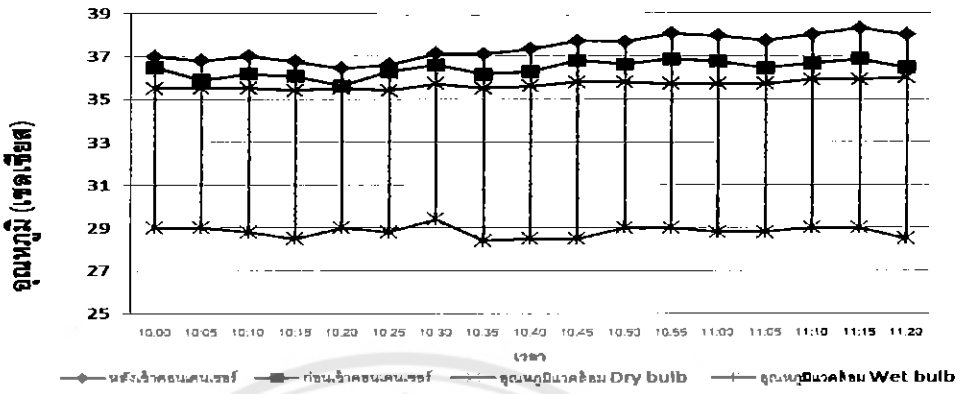
จุดประสงค์การทดลองโดยใช้ผ้าจำนวน 1, 2 และ 3 ผืน เพื่อหาความสัมพันธ์ของจำนวนชิ้นกับประสิทธิภาพในการอบแห้งผ้า และต้องการทราบว่าในการเพิ่มจำนวนผ้าจะทำให้ประสิทธิภาพการอบแห้งผ้า ดีขึ้น ลดลง หรือ คงที่

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลการอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์

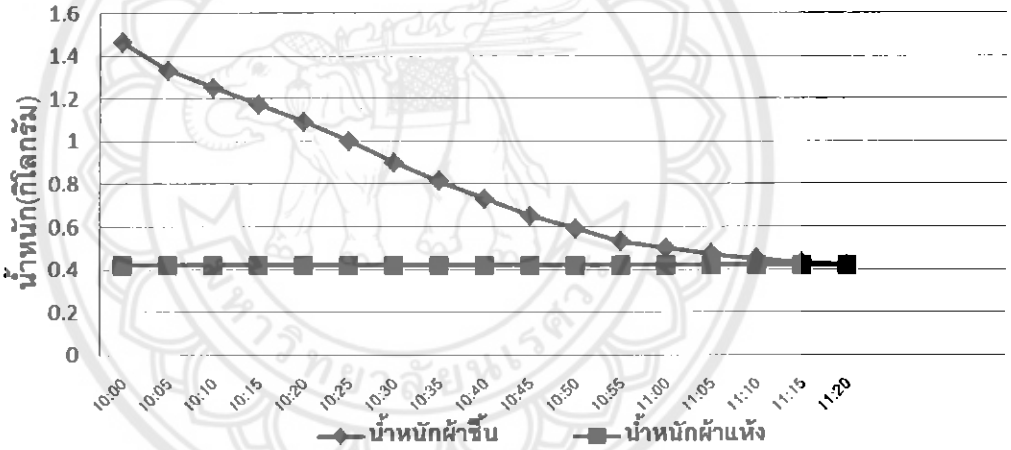
ในการอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ จะแบ่งการทดลองหลักออกเป็นการทดลองการอบแห้งผ้าในเวลากลางวัน และการอบแห้งผ้าในเวลากลางคืน ซึ่งในแต่ละการทดลองหลักจะแบ่งออกได้เป็น 3 การทดลองย่อย คือ การทดลองอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ โดยใช้ผ้า จำนวน 1, 2 และ 3 ผืนตามลำดับ

4.1.1 การวิเคราะห์ข้อมูลการอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ ในเวลากลางวัน

4.1.1.1 การอบแห้งผ้าโดยใช้ผ้าจำนวน 1 ผืน

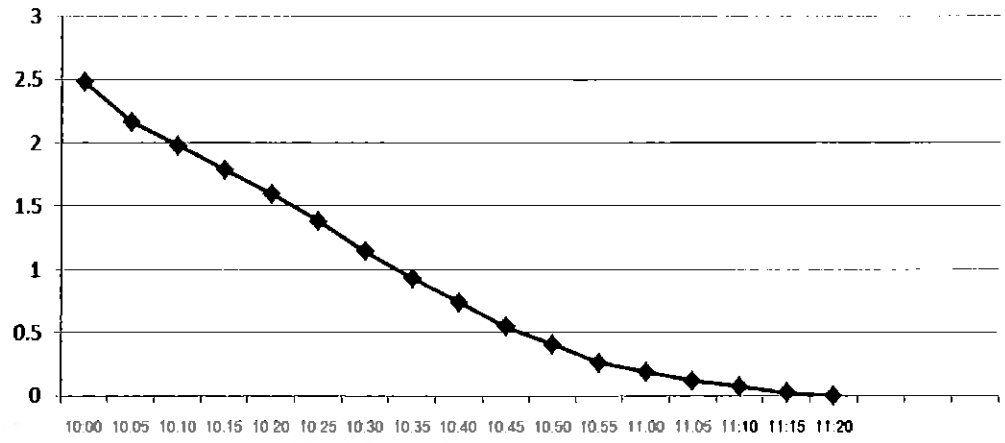


รูปที่ [4.1] อุณหภูมิจุดวัด



รูปที่ [4.2] กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้าแห้ง

รูปที่ 4.1 และ 4.2 จะเห็นได้ว่าในช่วงเวลาเริ่มต้นการทดลองจนถึงนาทีที่ 60 กราฟน้ำหนักของผ้าชื้นมีความชันที่ค่อนข้างคงที่ แต่หลังนาทีที่ 60 ของการทดลอง กราฟมีความชันลดลงมากอย่างชัดเจน ทั้งที่อุณหภูมิอากาศที่ออกจากคอนเดนเซอร์มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิก่อนนาทีที่ 60 ประมาณ 0.5 – 1.5 องศาเซลเซียส แสดงว่าประสิทธิภาพการอบแห้งจะลดลงมากเมื่อน้ำหนักของผ้าชื้นใกล้เคียงกับน้ำหนักของผ้าแห้งก่อนเริ่มทำการทดลอง เมื่อน้ำหนักที่หายไปคิดเป็นประมาณ 95% ของน้ำหนักเริ่มต้น ในวันที่ 20 เมษายน 2555 ใช้เวลาในการอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ 80 นาที ทำให้มวลของน้ำในผ้าระเหยไป 1.04 กิโลกรัม

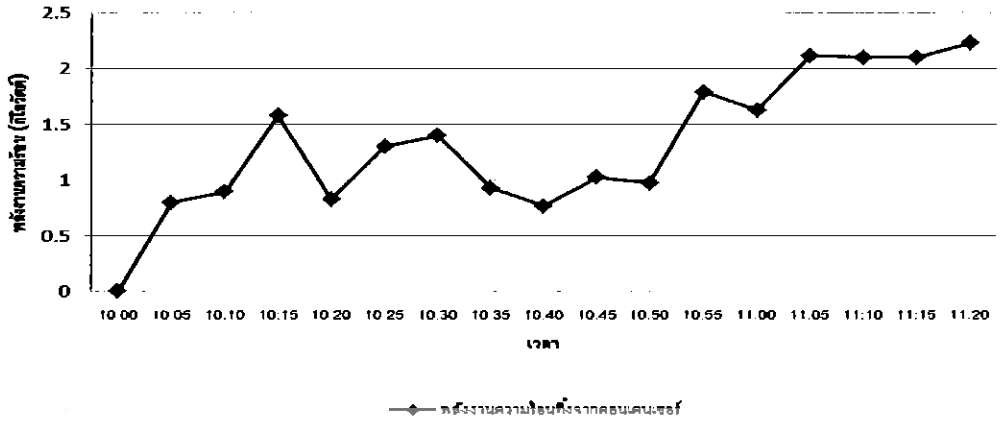


รูปที่[4.3] กราฟค่าความชื้นมาตรฐานแห้ง

จากรูปที่ 4.3 เป็นกราฟแสดงค่าความชื้นมาตรฐานแห้ง ด้วยเครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์

ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่ออกจากคอนเดนเซอร์อยู่ที่ 37.38 องศาเซลเซียส ความหนาแน่นของอากาศที่อุณหภูมิ 37.38 องศาเซลเซียส อยู่ที่ 1.1371 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อัตราความเร็วลมที่ออกจากคอนเดนเซอร์มีค่าเท่ากับ 6.7 เมตรต่อวินาที ค่าความชื้นที่ได้จากการวัดอุณหภูมิแวดล้อมจากเทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกอยู่ในช่วง 56.7 – 62.6 %Rh ซึ่งเป็นเปอร์เซ็นต์ที่อยู่ในช่วงกลาง นำข้อมูลที่ได้แทนในสมการที่ 2.2 เพื่อหาอัตราการระเหยความชื้นของวัสดุ

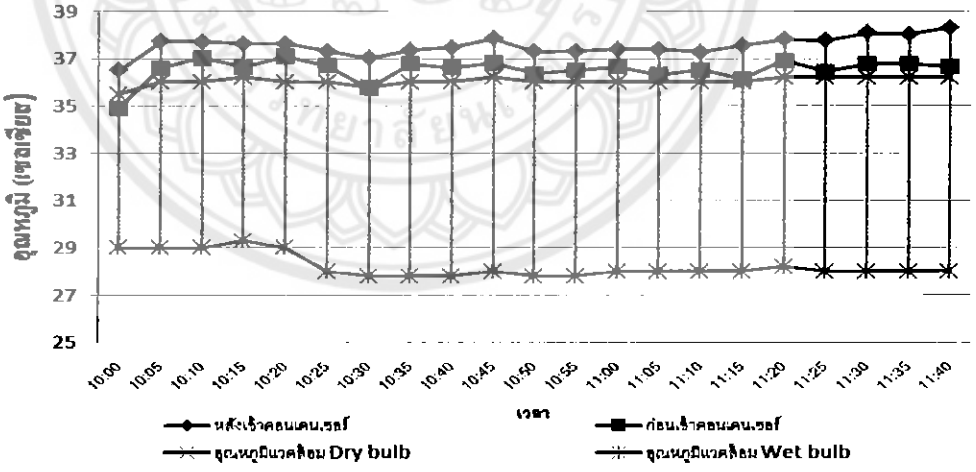
จะได้ว่าอัตราการระเหยความชื้นของวัสดุมีค่าเท่ากับ 0.78 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และค่ากำลังไฟฟ้าของระบบปรับอากาศทั้งหมดเท่ากับ 270 วัตต์ นำไปแทนในสมการที่ 2.1 จะได้ว่า ประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าเท่ากับ 2.889



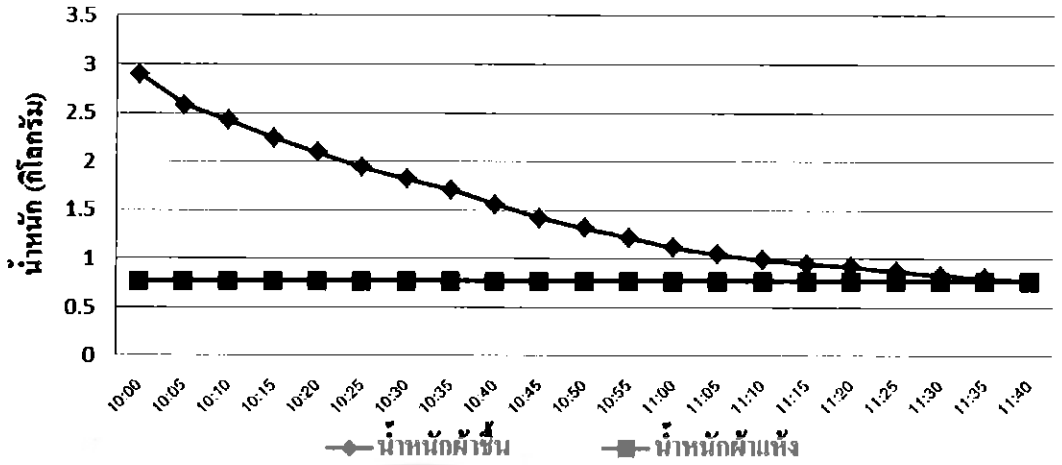
รูปที่[4.4] พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ที่ใช้ในการอบแห้งผ้า

รูปที่ 4.4 กราฟค่าพลังงานที่ได้จากความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์เพื่อใช้ในการอบแห้งผ้า ซึ่งค่าพลังงานความร้อนอยู่ในช่วง 0.797 – 2.228 กิโลวัตต์ โดยพลังงานความร้อนรวมที่ใช้ในการอบแห้งผ้ามีค่าเท่ากับ 22.440 กิโลวัตต์

4.1.1.2 การอบแห้งผ้าโดยใช้ผ้าจำนวน 2 ผืน

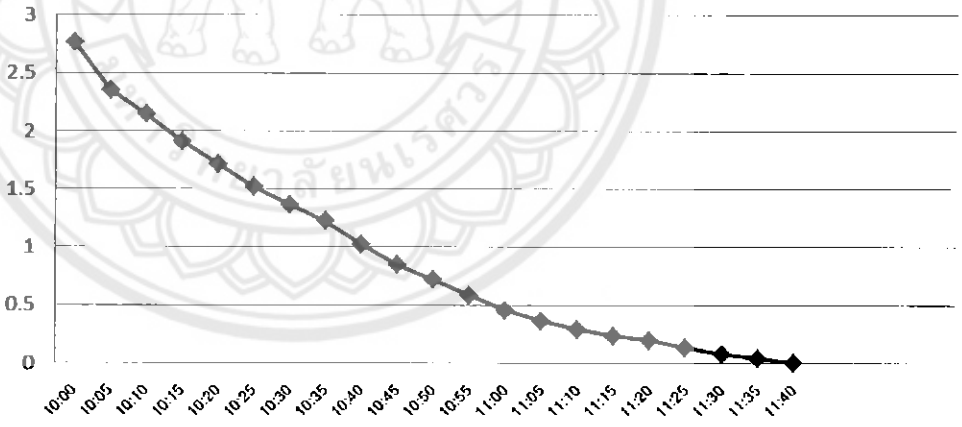


รูปที่ [4.5] อุณหภูมิจุดวัด



รูปที่ [4.6] กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้าแห้ง

จากรูปที่ 4.5 และ 4.6 จะเห็นว่าในช่วงเวลาเริ่มต้นการทดลองจนสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักของผ้าชื้นลดลงโดยที่ความชันของกราฟลดลงอย่างต่อเนื่อง ในวันที่ 25 เมษายน 2555 ใช้เวลาในการอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ 100 นาที ทำให้มวลของน้ำในผ้าระเหยไป 2.13 กิโลกรัม

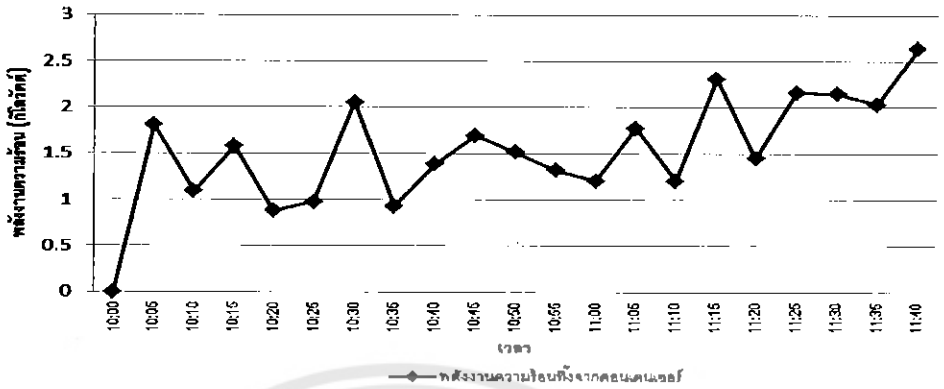


รูปที่[4.7] กราฟความชื้นมาตรฐานแห้ง

รูปที่ 4.7 เป็นกราฟแสดงค่าความชื้นมาตรฐานแห้ง ด้วยเครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์

ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่ออกจากคอนเดนเซอร์อยู่ที่ 37.54 องศาเซลเซียส ความหนาแน่นของอากาศที่อุณหภูมิ 37.54 องศาเซลเซียส อยู่ที่ 1.137 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อัตราความเร็วลมที่ออกจากคอนเดนเซอร์มีค่าเท่ากับ 6.7 เมตรต่อวินาที ค่าความชื้นที่ได้จากการวัด อุณหภูมิแวดล้อมจากเทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกอยู่ในช่วง 53.3 – 61.5 %Rh ซึ่งเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ถือว่าอยู่ในช่วงกลาง นำข้อมูลที่ได้แทนลงในสมการที่ 2.2 เพื่อหาอัตราการระเหยความชื้นของวัสดุ จะได้ว่าอัตราการระเหยความชื้นของวัสดุมีค่า

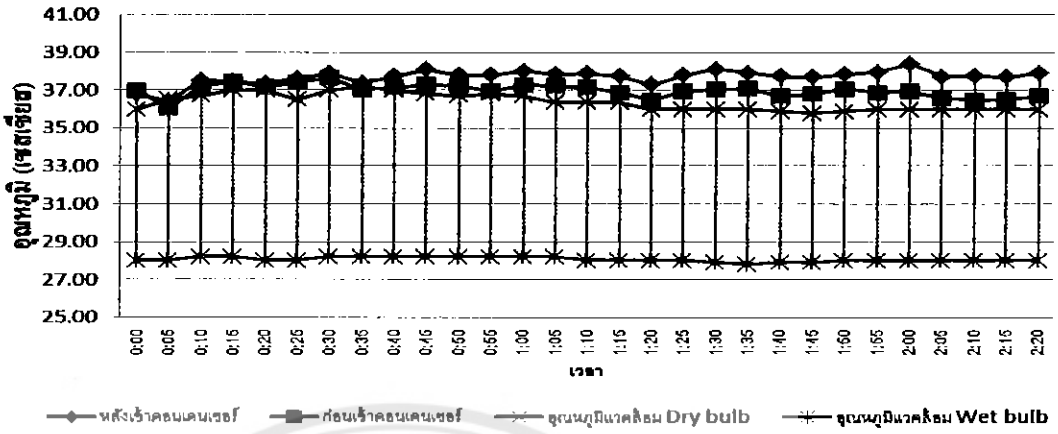
เท่ากับ 1.25 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และค่ากำลังไฟฟ้าของระบบปรับอากาศทั้งหมดเท่ากับ 305 วัตต์ นำไปแทนลงในสมการที่ 2.1 จะได้ค่า ประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าเท่ากับ 4.09



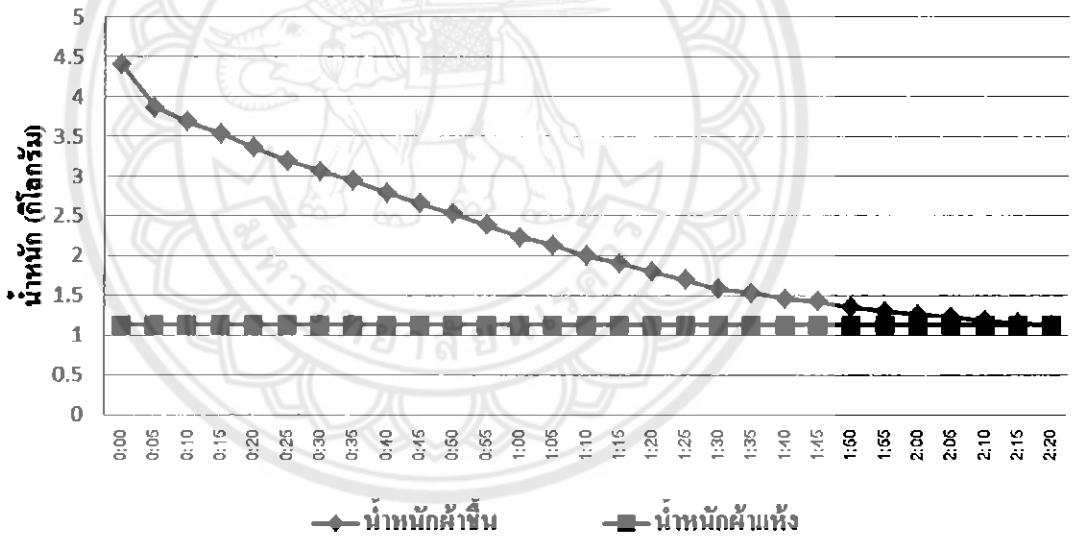
รูปที่ [4.8] พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ที่ใช้ในการอบแห้งผ้า

รูปที่ 4.8 เป็นค่าพลังงานที่ได้จากความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์เพื่อใช้ในการอบแห้งผ้า โดยคำนวณจากสมการที่ 2.3 ซึ่งค่าพลังงานความร้อนอยู่ในช่วง 0.878 – 2.634 กิโลวัตต์ โดยพลังงานความร้อนรวมที่ใช้ในการอบแห้งผ้ามีค่าเท่ากับ 32.114 กิโลวัตต์

4.1.1.3 การอบแห้งผ้าโดยใช้ผ้าจำนวน 3 ผืน



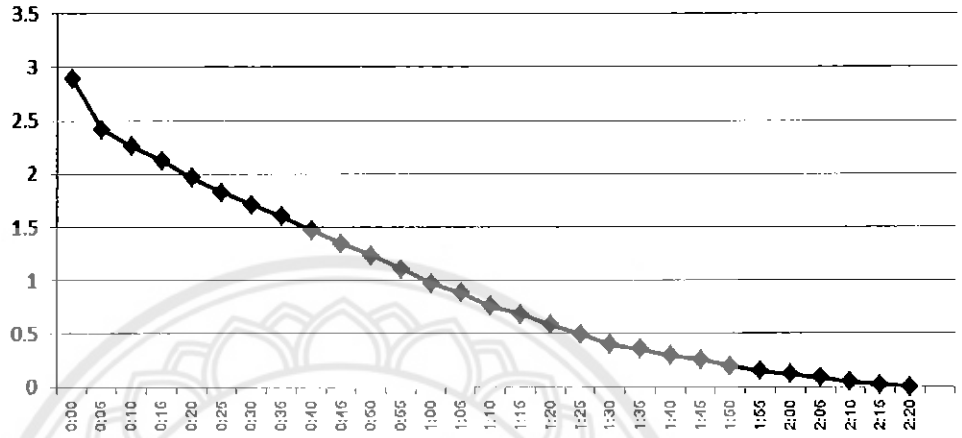
รูปที่ [4.9] อุณหภูมิจุดวัด



รูปที่ [4.10] กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้าแห้ง

รูปที่ 4.9 เป็นกราฟแสดงอุณหภูมิจุดวัดต่างๆ มีความแปรปรวนเล็กน้อย เนื่องจากในวันที่ 27 เมษายน 2555 ในช่วงเช้าสภาพท้องฟ้ามีเมฆมาก สลับกับมีแดด ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่ออกจากคอนเดนเซอร์อยู่ที่ 37.69 องศาเซลเซียส ความหนาแน่นของอากาศที่อุณหภูมิ 37.69 องศาเซลเซียส อยู่ที่ 1.136 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อัตราความเร็วลมที่ออกจากคอนเดนเซอร์มีค่าเท่ากับ 6.7 เมตรต่อวินาที ค่าความชื้นที่ได้จากการวัดอุณหภูมิแวดล้อมจากเทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกอยู่ในช่วง 50.3 – 54.7 %Rh ซึ่งเป็นเปอร์เซ็นต์ที่จัดว่าอยู่ในช่วงกลาง รูปที่ 4.10 เป็นกราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้าแห้งขณะทำการทดลอง ในช่วง 5 นาทีของการทดลอง มวลของน้ำในผ้าชื้น

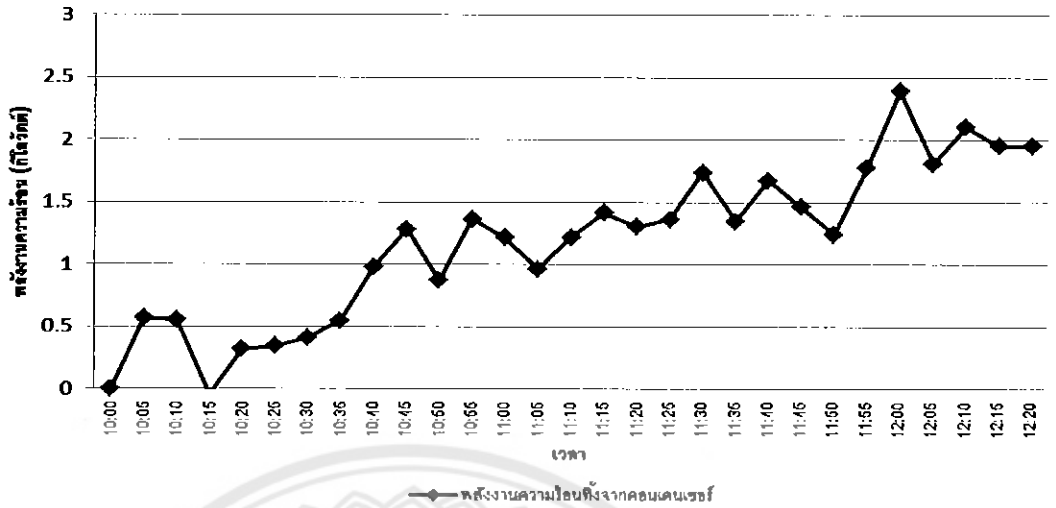
ระเหยไปถึง 0.54 กิโลกรัม ซึ่งประสิทธิภาพการอบแห้งถือว่าสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาอื่นๆ หลังจาก 5 นาทีแรกประสิทธิภาพการอบแห้งลดลงเล็กน้อยและต่อเนื่องจนจบการทดลองในวันที่ 27 เมษายน 2555 ในการทดลองการอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ทั้งหมด 140 นาที ทำให้มวลของน้ำในผ้าชื้นระเหยไป 3.27 กิโลกรัม



รูปที่ [4.11] กราฟความชื้นมาตรฐานแห้ง

รูปที่ 4.11 เป็นกราฟแสดงค่าความชื้นมาตรฐานแห้ง ด้วยเครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์

นำข้อมูลที่ได้แทนในสมการที่ 2.2 เพื่อหาอัตราการระเหยความชื้นของวัสดุ จะได้ว่าอัตราการระเหยความชื้นของวัสดุมีค่าเท่ากับ 1.403 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และค่ากำลังไฟฟ้าของระบบปรับอากาศทั้งหมดที่ใช้ไปเท่ากับ 465 วัตต์ นำไปแทนในสมการที่ 2.1 จะได้ว่าประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าเท่ากับ 3.017

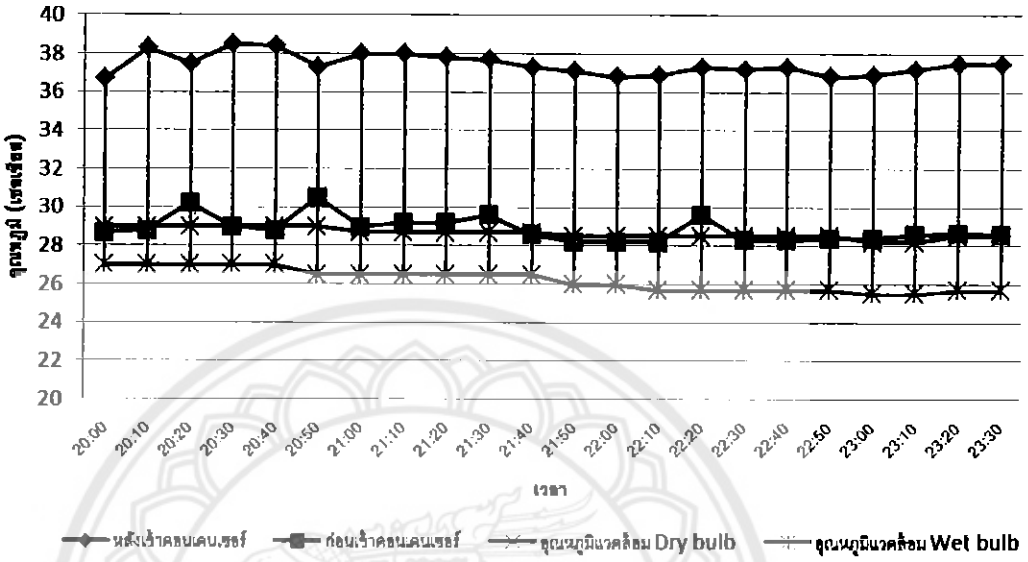


รูปที [4.12] พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ที่ใช้ในการอบแห้งผ้า

รูปที่ 4.12 เป็นค่าพลังงานที่ได้จากความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์เพื่อใช้ในการอบแห้งผ้า โดยคำนวณจากสมการที่ 2.3 ซึ่ง ค่าพลังงานความร้อนอยู่ในช่วง -0.041 – 2.392 กิโลวัตต์ จะเห็นว่ามีช่วงระยะเวลาที่พลังงานมีค่าติดลบซึ่งเป็นผลมาจากที่พัดลมของคอนเดนเซอร์หยุดการทำงาน โดยพลังงานความร้อนรวมที่ใช้ในการอบแห้งผ้ามีค่าเท่ากับ 34.114 กิโลวัตต์

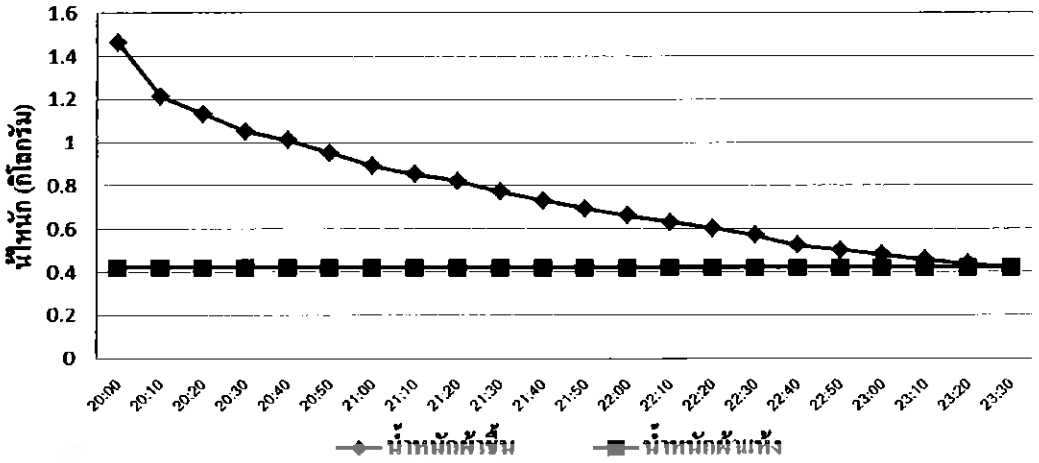
4.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ ในเวลากลางคืน

4.1.2.1 การอบแห้งผ้าโดยการใช้ผ้าจำนวน 1 ผืน



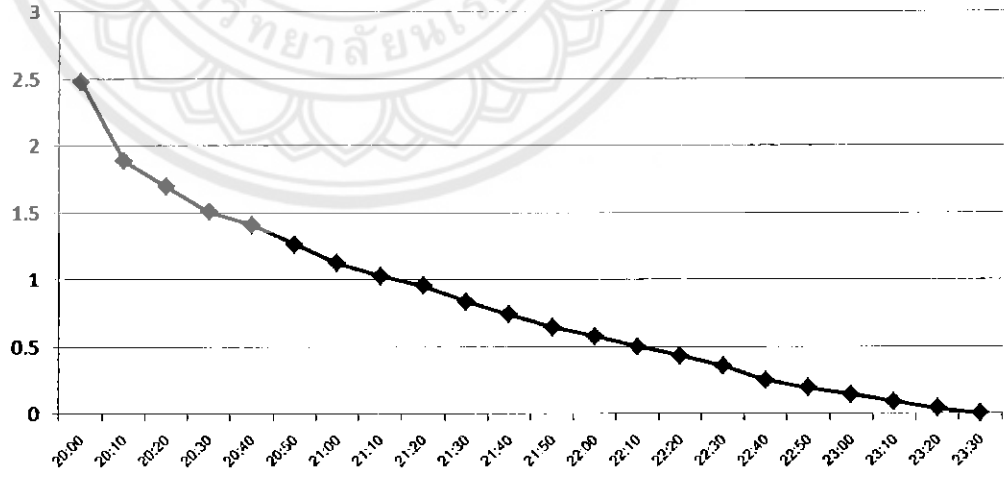
รูปที่ [4.13] อุณหภูมิจุดวัด

รูปที่ 4.13 แสดงอุณหภูมิจุดวัด จากกราฟจะเห็นได้ว่าอุณ**หภูมิของอากาศหลังเข้า**คอนเดนเซอร์จะมีอุณหภูมิต่างกับอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์มากถึง 7.7 - 9.6 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิแวดล้อมที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะ**แห้งและกระเปาะเปียก มี**อุณหภูมิต่างกันน้อยมากเมื่อเทียบกับการทดลองในช่วงเช้า คือ 2.0 – 2.8 องศาเซลเซียส โดยที่ความชื้นในอากาศมีค่าอยู่ในช่วง 80.4 – 85.5 %Rh **ซึ่งมีความชื้นในอากาศสูง** อุณหภูมิเฉลี่ยขาออกจากคอนเดนเซอร์เท่ากับ 37.45 องศาเซลเซียส ความหนาแน่นของอากาศที่อุณหภูมิ 37.54 องศาเซลเซียส อยู่ที่ 1.137 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



รูปที่ [4.14] กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้าแห้ง

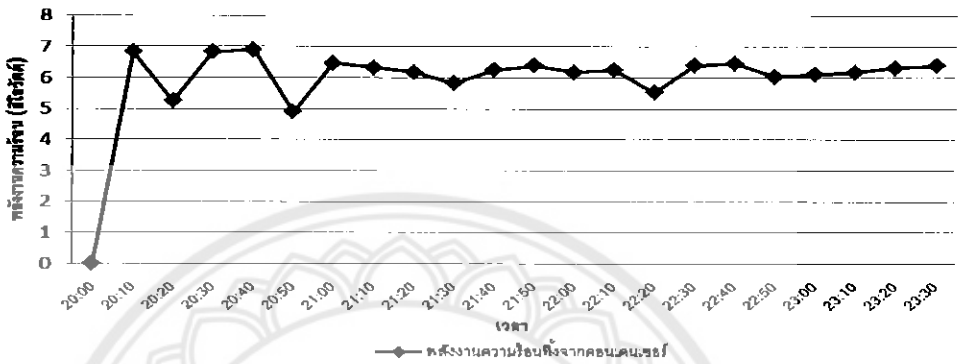
รูปที่ 4.14 เป็นกราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้าแห้งขณะทำการทดลอง ในช่วง 10 นาทีของการทดลอง มวลของน้ำในผ้าชื้นระเหยไป 0.248 กิโลกรัม ซึ่งถือว่าประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาอื่นๆ หลังจาก 10 นาทีแรกประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าลดลงเล็กน้อยและต่อเนื่องจนจบการทดลองในวันที่ 29 เมษายน 2555 ใช้เวลาในการทดลองการอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ทั้งหมด 210 นาที ทำให้มวลของน้ำในผ้าชื้นระเหยไป 1.04 กิโลกรัม



รูปที่ [4.15] กราฟความชื้นมาตรฐานแห้ง

รูปที่ 4.15 เป็นกราฟแสดงค่าความชื้นมาตรฐานแห้ง ด้วยเครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์

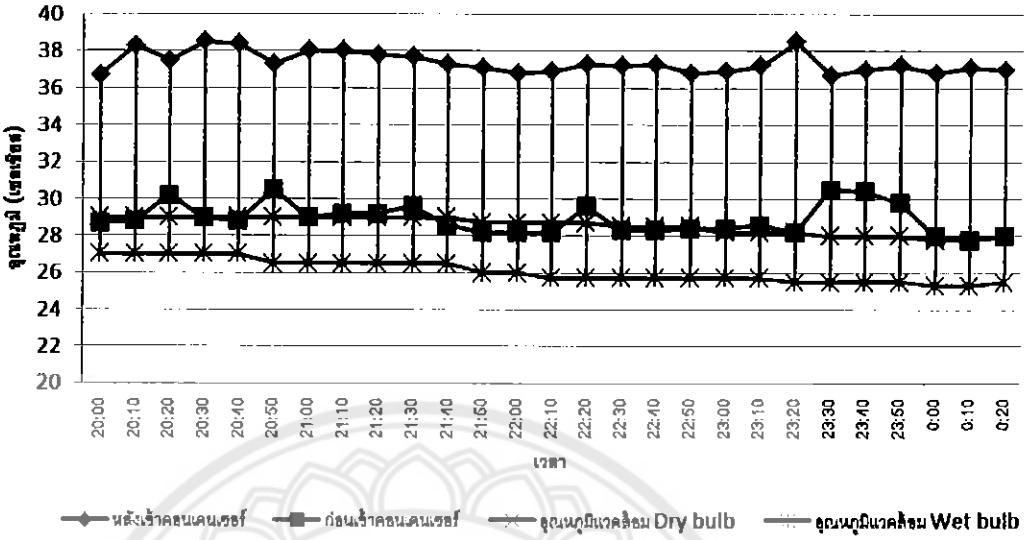
นำข้อมูลที่ได้แทนในสมการที่ 2.2 เพื่อหาอัตราการระเหยความชื้นของวัสดุ จึงได้ว่า อัตราการระเหยความชื้นของวัสดุมีค่าเท่ากับ 0.30 กิโลกรัมต่อชั่วโมงซึ่งแตกต่างกับการทดลองในช่วงเช้า คิดเป็น 0.38 เท่าของช่วงเช้า และค่ากำลังไฟฟ้าของระบบปรับอากาศทั้งหมดที่ใช้ไปเท่ากับ 716 วัตต์ นำไปแทนในสมการที่ 2.1 จะได้ว่า ประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าเท่ากับ 0.420



รูปที่ [4.16] พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ที่ใช้ในการอบแห้งผ้า

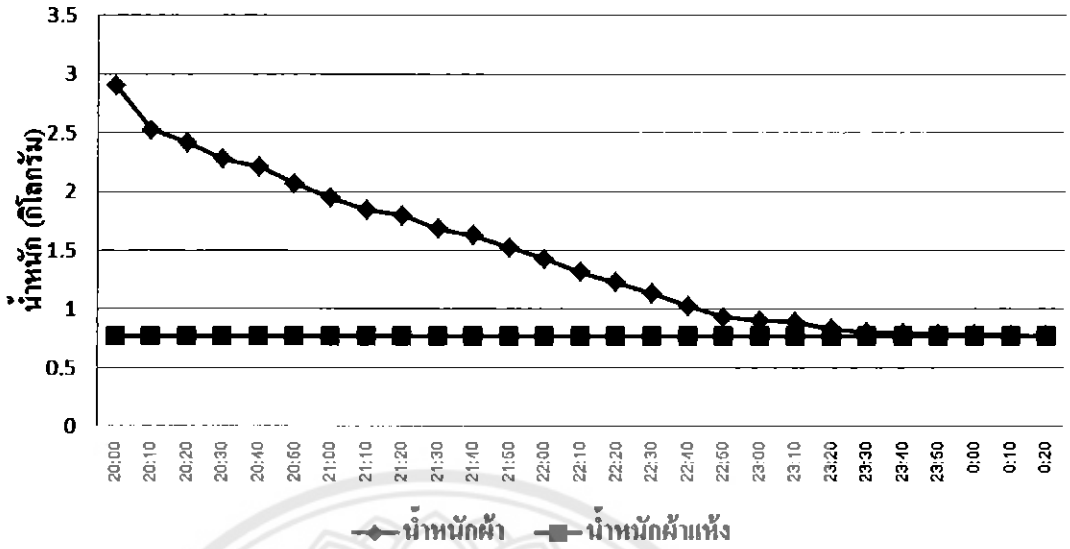
รูปที่ 4.16 เป็นค่าพลังงานที่ได้จากความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์เพื่อใช้ในการอบแห้งผ้า โดยคำนวณจากสมการที่ 2.3 ซึ่งค่าพลังงานความร้อนอยู่ในช่วง 4.89 – 7.41 กิโลวัตต์ โดยพลังงานความร้อนรวมที่ใช้ในการอบแห้งผ้ามีค่าเท่ากับ 130.067 กิโลวัตต์

4.1.2.2 การอบแห้งผ้าโดยการใช้ผ้าจำนวน 2 ผืน



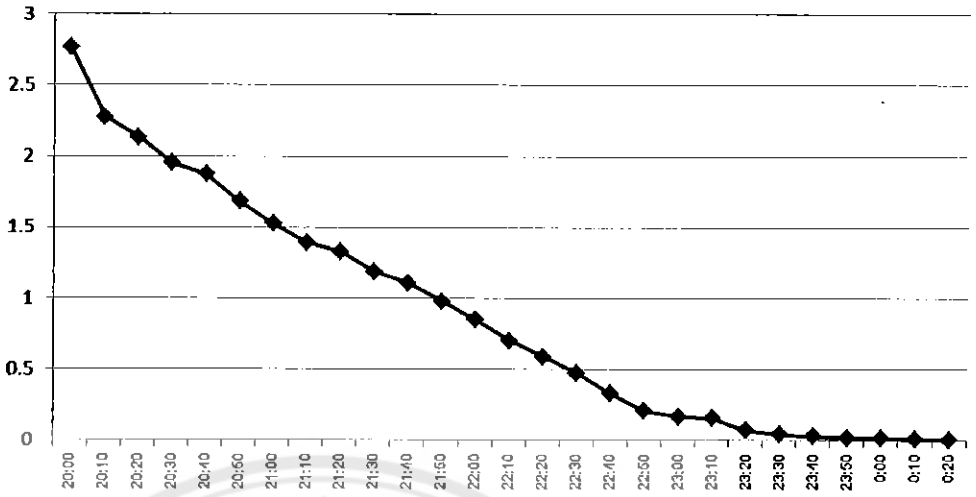
รูปที่ [4.17] อุณหภูมิจุดวัด

รูป 4.17 แสดงอุณหภูมิจุดวัด จากกราฟจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิของอากาศหลังเข้าคอนเดนเซอร์มีอุณหภูมิต่างกับอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์มากถึง 6.2 – 10.3 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิแวดล้อมที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกมีอุณหภูมิต่างกันน้อยมากเมื่อเทียบกับการทดลองในช่วงเช้า คือ 2.0 – 3.0 องศาเซลเซียส ที่ให้ความชื้นในอากาศมีค่าอยู่ในช่วง 78.6 – 85.5 %Rh ซึ่งมีความชื้นในอากาศสูง อุณหภูมิเฉลี่ยขาออกจากคอนเดนเซอร์เท่ากับ 37.38 องศาเซลเซียส ความหนาแน่นของอากาศที่อุณหภูมิ 37.38 องศาเซลเซียส อยู่ที่ 1.137 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



รูปที่ [4.18] กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้าแห้ง

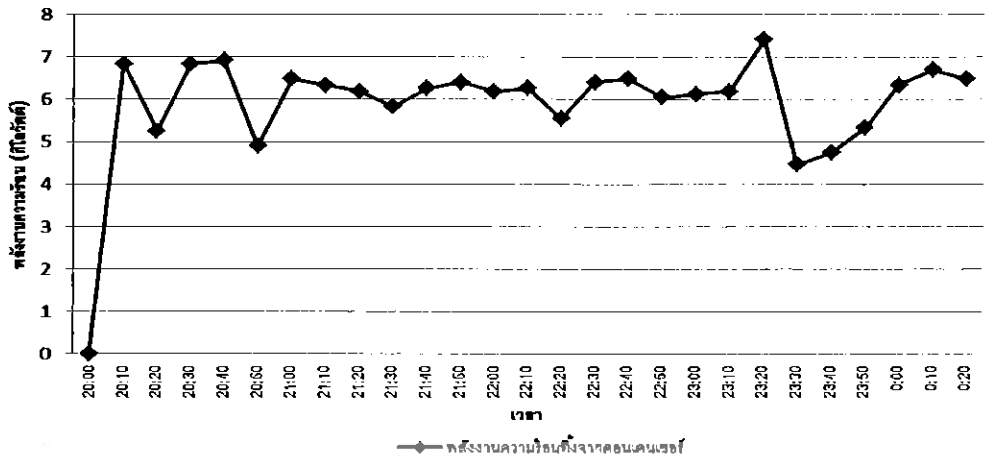
รูปที่ 4.18 เป็นกราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้าแห้งขณะทำการทดลอง ในช่วง 10 นาทีแรกของการทดลอง มวลของน้ำในผ้าชื้นระเหยไป 0.376 กิโลกรัม ซึ่งถือว่าประสิทธิภาพการอบแห้งสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาอื่นๆ หลังจาก 10 นาทีแรก น้ำหนักของผ้าชื้นลดลงเล็กน้อยอย่างต่อเนื่อง นาทีที่ 180 น้ำหนักของผ้าชื้นลดลงช้ามากจนจบการทดลองในวันที่ 29 เมษายน 2555 ใช้เวลาในการทดลองการอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ทั้งหมด 260 นาที ทำให้มวลของน้ำในผ้าชื้นระเหยไป 2.13 กิโลกรัม



รูปที่ [4.19] กราฟความชื้นมาตรฐานแห้ง

รูปที่ 4.19 เป็นกราฟแสดงค่าความชื้นมาตรฐานแห้ง ด้วย**เครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์**

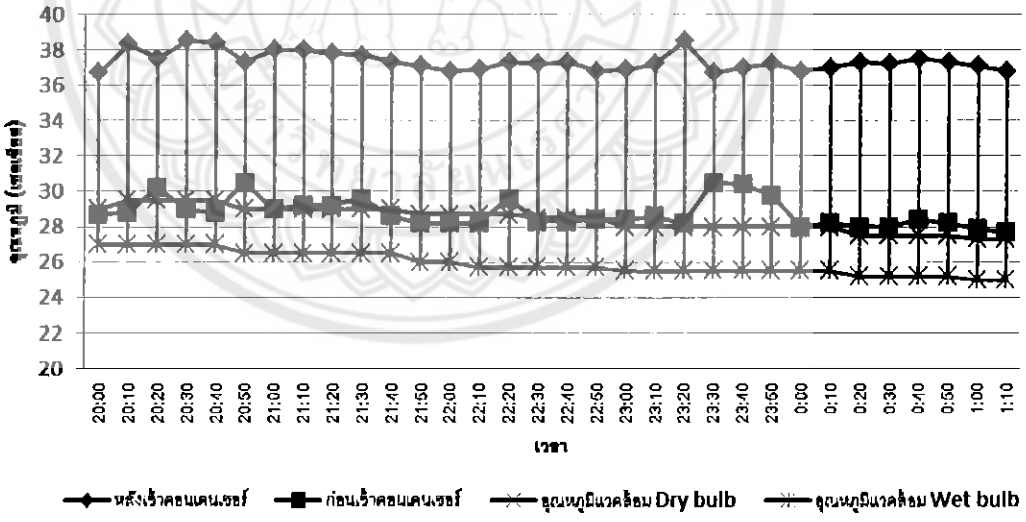
นำข้อมูลที่ได้แทนในสมการที่ 2.2 เพื่อหาอัตราการระเหย**ความชื้นของวัสดุ** จึงได้ว่าอัตราการระเหยความชื้นของวัสดุมีค่าเท่ากับ 0.49 กิโลกรัมต่อชั่วโมง**ซึ่งถือว่าแตกต่างกับการ**ทดลองในช่วงเช้าค่อนข้างมากคิดเป็น 0.424 เท่าของการทดลอง**ช่วงเช้า และค่ากำลังไฟฟ้า**ของระบบปรับอากาศทั้งหมดที่ใช้ไปเท่ากับ 884 วัตต์ นำไปแทน**ในสมการที่** 2.1 จึงได้ว่าประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าเท่ากับ 0.554



รูปที่ [4.20] พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ที่ใช้ในการอบแห้งผ้า

รูปที่ 4.20 เป็นค่าพลังงานที่ได้จากความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์เพื่อใช้ในการอบแห้งผ้า โดยคำนวณจากสมการที่ 2.3 ซึ่งค่าพลังงานความร้อนอยู่ในช่วง 4.46 – 7.41 กิโลวัตต์ โดยพลังงานความร้อนรวมที่ใช้ในการอบแห้งผ้ามีค่าเท่ากับ 158.98 กิโลวัตต์

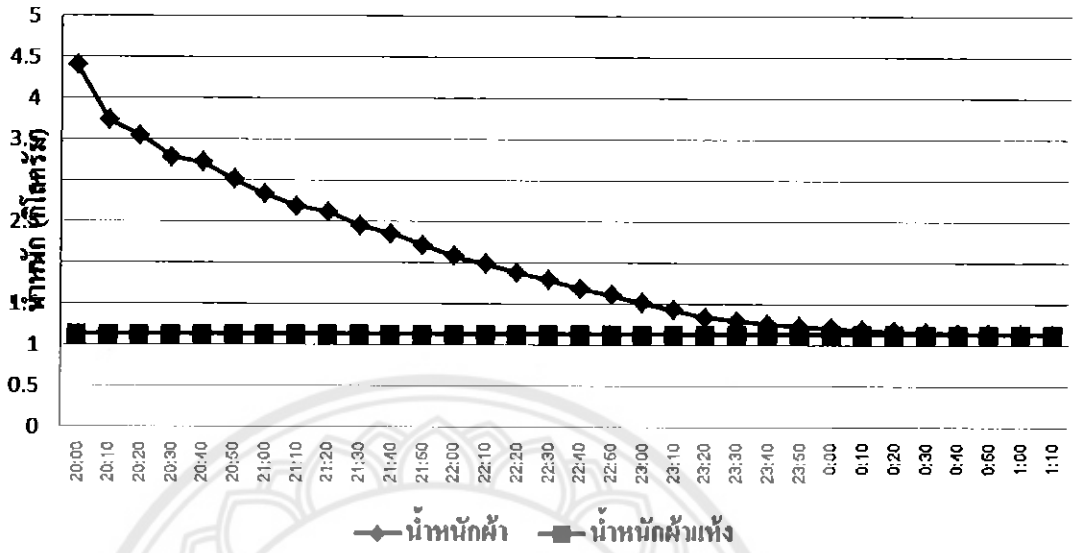
4.1.2.3 การอบแห้งผ้าโดยใช้ผ้าจำนวน 3 ผืน



รูปที่ [4.21] อุณหภูมิจุดวัด

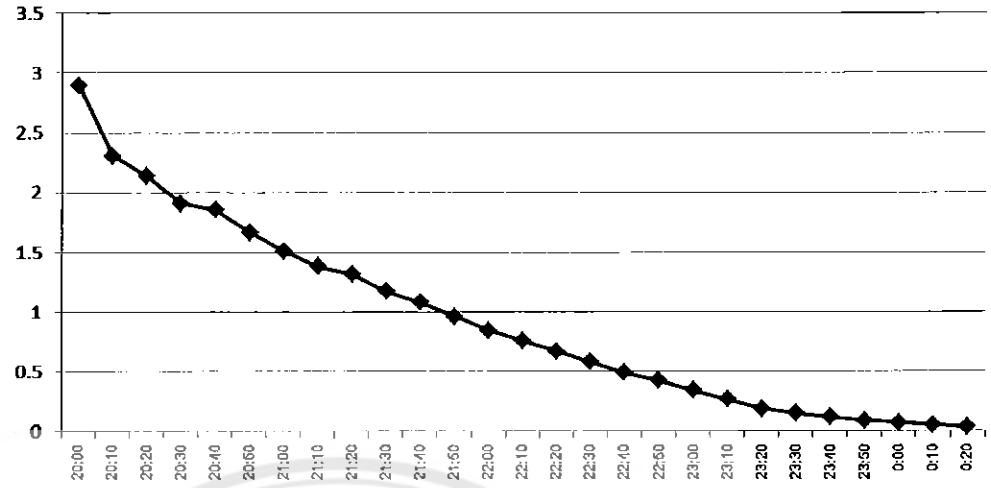
รูปที่ 4.21 แสดงอุณหภูมิจุดวัด จากกราฟจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิของอากาศหลังเข้าคอนเดนเซอร์จะมีอุณหภูมิต่างกับอากาศก่อนเข้าคอนเดนเซอร์มากถึง 6.2 – 10.3 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิแวดล้อมที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกมีอุณหภูมิต่างกันน้อยมากเมื่อเทียบกับการทดลองในช่วงเช้า คือ 2.0 – 3.0 องศาเซลเซียส โดยที่ความชื้นในอากาศมีค่าอยู่ในช่วง 78.6 – 85.5 %Rh ซึ่งถือว่ามีความชื้นในอากาศสูง

อุณหภูมิเฉลี่ยขาออกจากคอนเดนเซอร์เท่ากับ 37.35 องศาเซลเซียส ความหนาแน่นของอากาศที่อุณหภูมิ 37.35 องศาเซลเซียส อยู่ที่ 1.137 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



รูปที่ [4.22] กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้าแห้ง

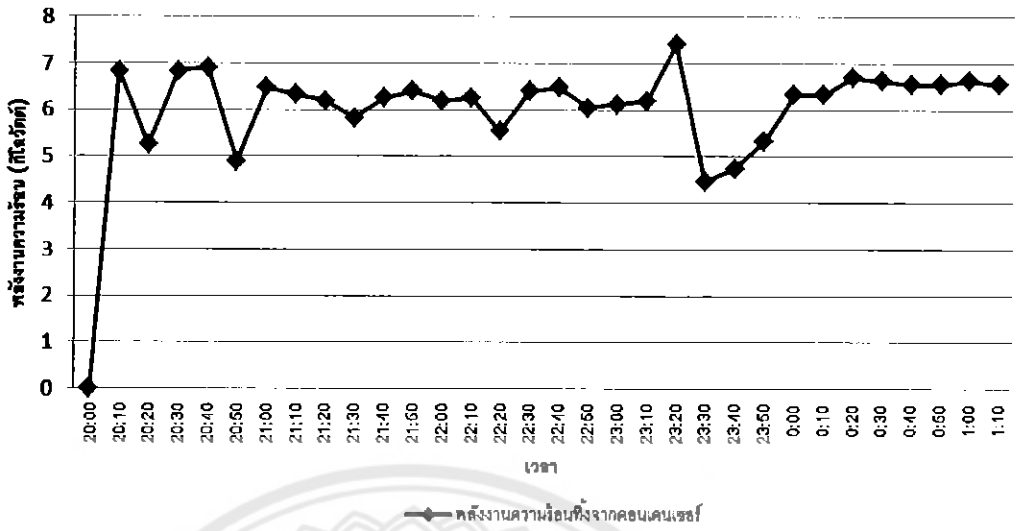
รูปที่ 4.22 กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้าแห้งขณะที่ทำการทดลอง ในช่วง 10 นาทีแรกของการทดลอง มวลของน้ำในผ้าชื้นระเหยไป 0.665 กิโลกรัม ซึ่งถือว่าประสิทธิภาพการอบแห้งสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาอื่นๆ หลังจาก 10 นาทีแรก น้ำหนักของผ้าชื้นลดลงเล็กน้อยและต่อเนื่อง นาทีที่ 240 น้ำหนักของผ้าชื้นลดลงช้ามากจนจบการทดลองในวันที่ 3 เมษายน 2555 ใช้เวลาในการทดลองการอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ทั้งหมด 310 นาที ทำให้มวลของน้ำในผ้าชื้นระเหยไป 3.27 กิโลกรัม



รูปที่ [4.23] กราฟความชื้นมาตรฐานแห้ง

รูปที่ 4.23 เป็นกราฟแสดงค่าความชื้นมาตรฐานแห้ง ด้วยเครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์

นำข้อมูลที่ได้แทนในสมการที่ 2.2 เพื่อหาอัตราการระเหยความชื้นของวัสดุ จึงได้ว่าอัตราการระเหยความชื้นของวัสดุมีค่าเท่ากับ 0.53 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งถือว่าแตกต่างกับการทดลองในช่วงเช้าเป็นอย่างมากคิดเป็น 0.37 เท่าของช่วงเช้า และค่ากำลังไฟฟ้าของระบบปรับอากาศทั้งหมดที่ใช้ไปเท่ากับ 1,056 วัตต์ นำไปแทนในสมการที่ 2.1 จึงได้ประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าเท่ากับ 0.502



รูปที่ [4.24] พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ที่ใช้ในการอบแห้งผ้า

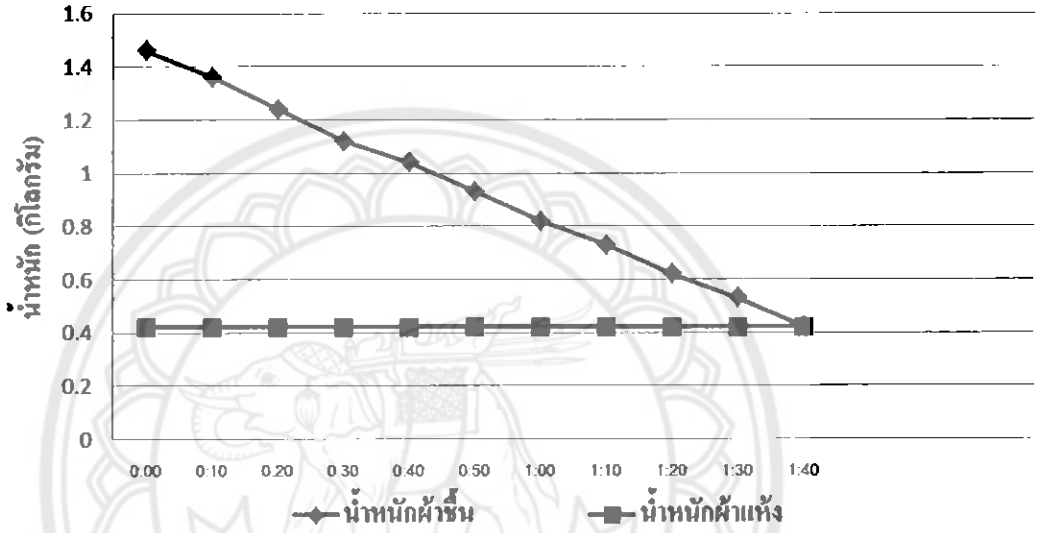
รูปที่ 4.24 เป็นค่าพลังงานที่ได้จากความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์เพื่อใช้ในการอบแห้งผ้า โดยคำนวณจากสมการที่ 2.3 ซึ่งค่าพลังงานความร้อนอยู่ในช่วง 4.46 – 7.41 กิโลวัตต์ โดยพลังงานความร้อนรวมที่ใช้ในการอบแห้งผ้ามีค่าเท่ากับ 191.73 กิโลวัตต์

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการอบแห้งผ้าโดยใช้เครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า

4.2.1 การอบแห้งผ้าโดยใช้เครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า

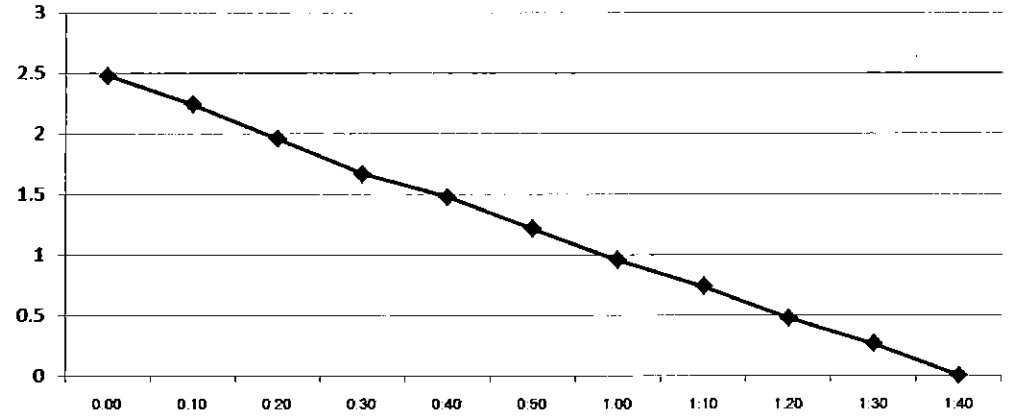
การอบแห้งผ้าโดยใช้เครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า Electrolux EDV 600 จะทำการตั้งฟังก์ชั่น Temperature Selector เป็น Full ในการอบแห้งผ้า ระหว่างทำการทดลองอุณหภูมิแวดล้อมวัดจากเทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะแห้งอยู่ในช่วง 30-33 องศาเซลเซียส

4.2.1.1 การอบแห้งผ้าโดยการใช้ผ้าจำนวน 1 ผืน



รูปที่ [4.25] กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้าแห้ง

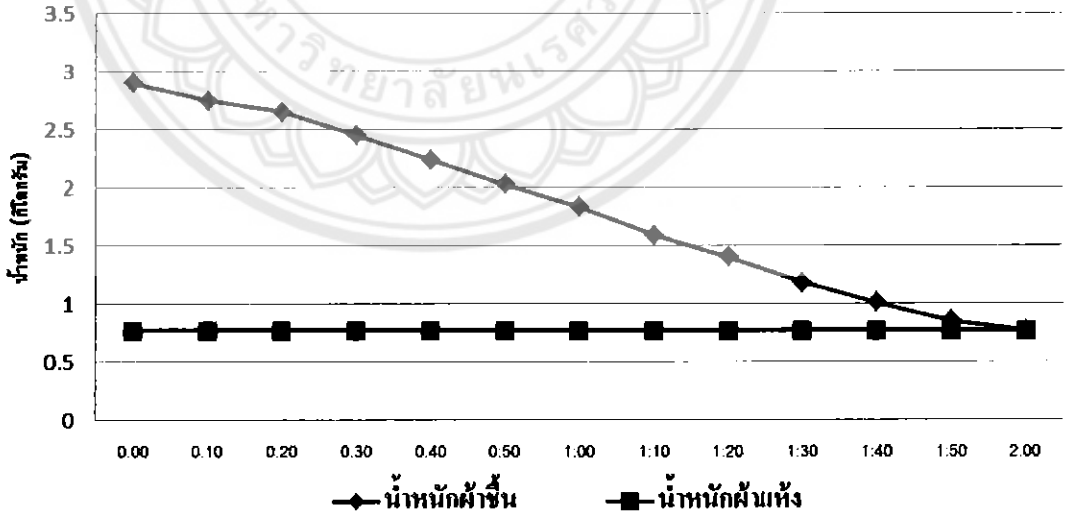
รูปที่ 4.25 เป็นกราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้า**แห้งที่ทำการทดลอง จาก**กราฟจะเห็นว่าความชันของกราฟค่อนข้างคงที่ โดยใช้เวลาในการทดลอง 100 นาที มวลของน้ำในผ้าชื้นระเหยไป 1.04 กิโลกรัม



รูปที่ [4.26] กราฟความชื้นมาตรฐานแห้ง

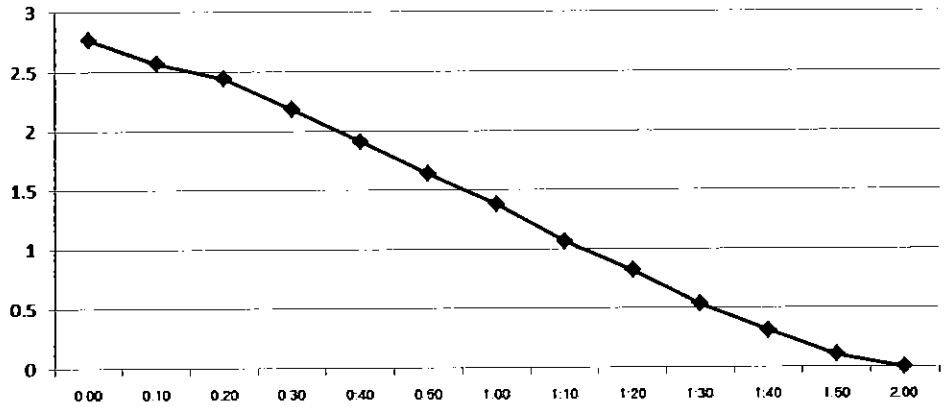
รูปที่ 4.26 เป็นกราฟแสดงค่าความชื้นมาตรฐานแห้ง ด้วยเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า นำข้อมูลที่ได้แทนในสมการที่ 2.2 เพื่อหาอัตราการระเหยความชื้นของวัสดุ จึงได้อัตราการระเหยความชื้นของวัสดุมีค่าเท่ากับ 0.62 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และค่ากำลังไฟฟ้าของระบบปรับอากาศทั้งหมดเท่ากับ 1,666.67 วัตต์ นำไปแทนในสมการที่ 2.1 จึงได้ประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าเท่ากับ 0.371

4.2.1.2 การอบแห้งผ้าโดยใช้ผ้าจำนวน 2 ผืน



รูปที่ [4.27] กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้าแห้ง

รูปที่ 4.27 เป็นกราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้าแห้งขณะที่ทำการทดลอง จากกราฟจะเห็นว่าความชันของกราฟค่อนข้างคงที่ โดยใช้เวลาในการทดลอง 120 นาที มวลของน้ำในผ้าชื้นระเหยไป 2.13 กิโลกรัม

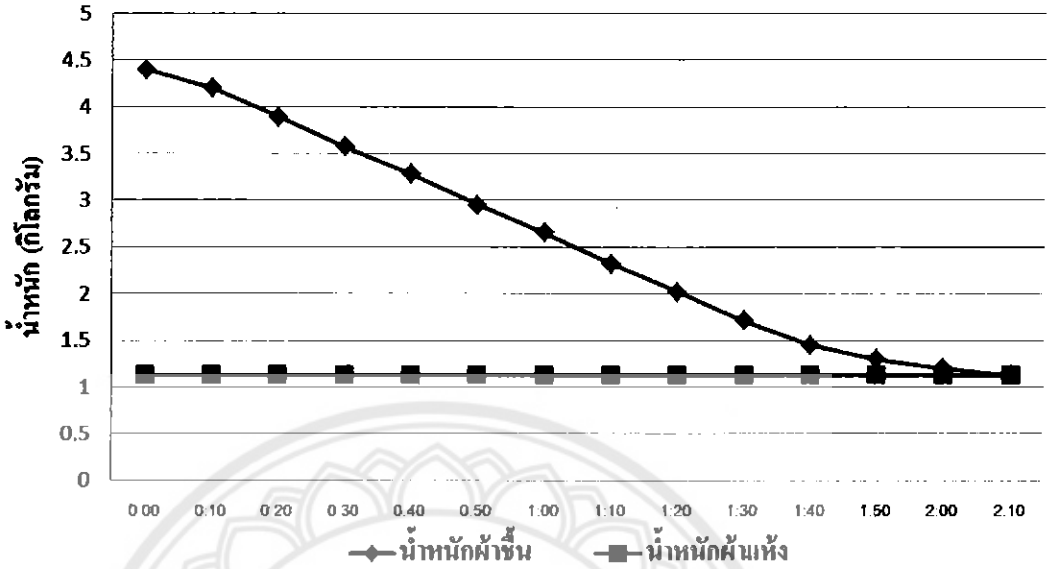


รูปที่ [4.28] กราฟความชื้นมาตรฐานแห้ง

รูปที่ 4.28 เป็นกราฟแสดงค่าความชื้นมาตรฐานแห้ง ด้วย**เครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า**

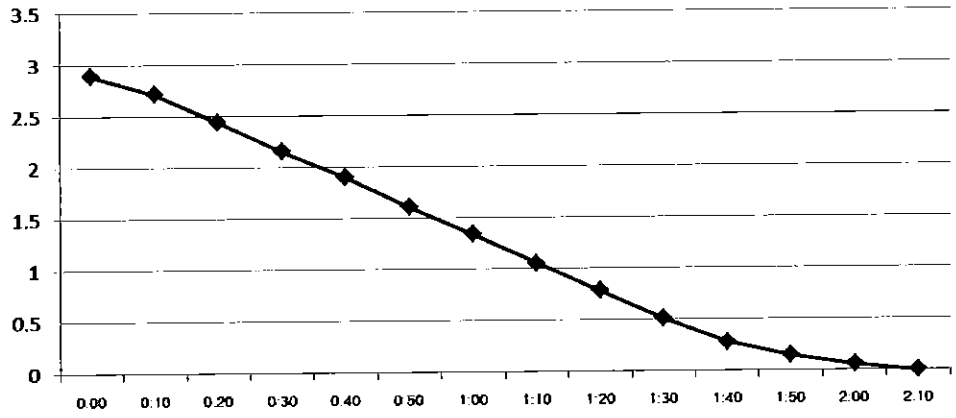
นำข้อมูลที่ได้แทนในสมการที่ 2.2 เพื่อหาอัตราการระเหย**ความชื้นของวัสดุ** จึงได้ว่าอัตราการระเหยความชื้นของวัสดุมีค่าเท่ากับ 1.07 กิโลกรัมต่อชั่วโมง **และค่ากำลังไฟฟ้าของ**ระบบปรับอากาศทั้งหมดเท่ากับ 2,000 วัตต์ นำไปแทนในสมการที่ 2.1 **จึงได้ประสิทธิภาพ**การอบแห้งผ้าเท่ากับ 0.535

4.2.1.3 การอบแห้งผ้าโดยการใช้ผ้าจำนวน 3 ผืน



รูปที่ [4.29] กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้าแห้ง

รูปที่ 4.29 เป็นกราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้า**แห้งขณะที่ทำการทดลอง** จากกราฟจะเห็นว่าความชันของกราฟค่อนข้างคงที่ โดยใช้เวลาในการ**ทดลอง 130 นาที มวล** ของน้ำในผ้าชื้นระเหยไป 3.27 กิโลกรัม

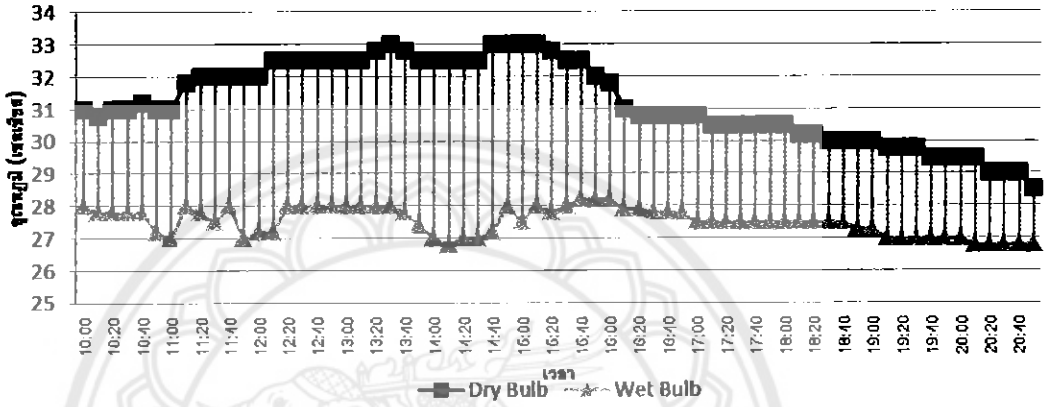


รูปที่ [4.30] กราฟความชื้นมาตรฐานแห้ง

รูปที่ 4.30 เป็นกราฟแสดงค่าความชื้นมาตรฐานแห้ง ด้วยเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า นำข้อมูลที่ได้แทนในสมการที่ 2.2 เพื่อหาอัตราการระเหยความชื้นของวัสดุ จึงได้อัตราการระเหยความชื้นของวัสดุมีค่าเท่ากับ 1.51 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และค่ากำลังไฟฟ้าของระบบปรับอากาศทั้งหมดเท่ากับ 2,166.67 วัตต์ นำไปแทนในสมการที่ 2.1 จึงได้ประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าเท่ากับ 0.696

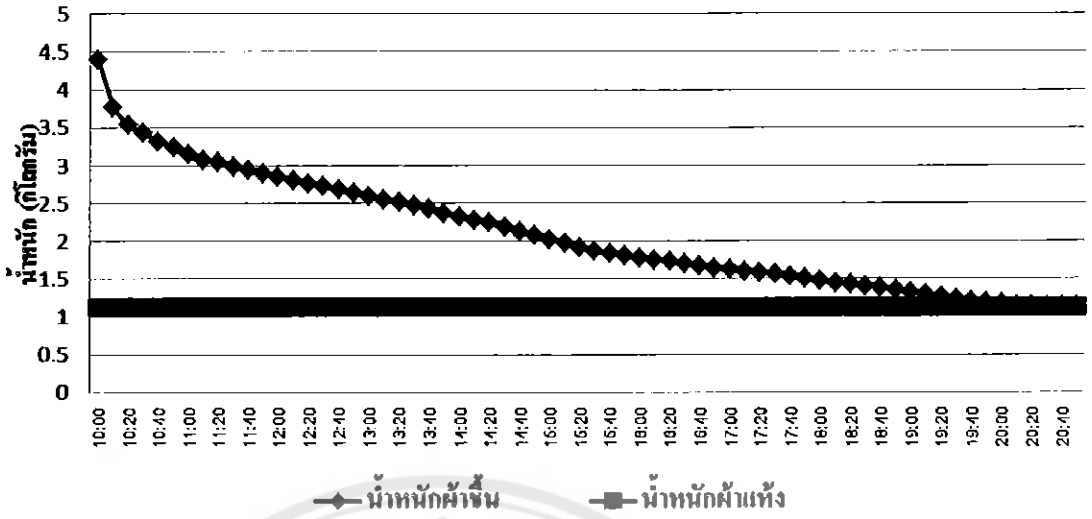
4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลการตากแห้งผ้าในที่ร่มโดยใช้วิธีธรรมชาติ

การตากแห้งผ้าในที่ร่มโดยใช้วิธีธรรมชาติ จะเลือกวันในการทดลองโดยเลือกวันที่มีฝนตก เพื่อจำลองการตากแห้งผ้าในขณะที่สภาพอากาศไม่เหมาะสมแก่การตากแห้งผ้าในที่ร่ม โดยจะทำการทดลอง 1 ครั้ง โดยใช้ผ้า 3 ผืน ชุบน้ำแล้วบิดหมาดจากนั้นนำมาตากกับราวตากผ้า โดยระหว่างการทดลองจะชั่งน้ำหนักผ้าชื้นและบันทึกอุณหภูมิแวดล้อมโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียก ทำการบันทึกค่าทุก 10 นาที



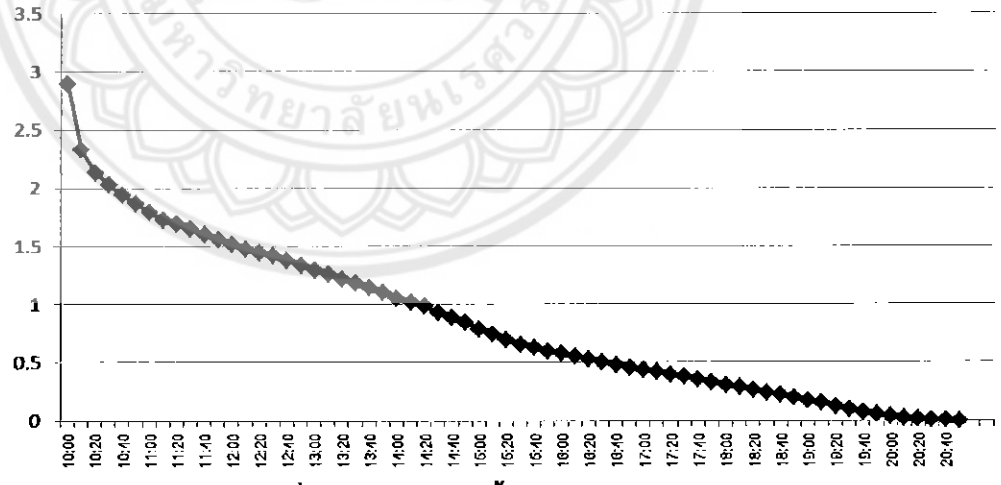
รูปที่ [4.31] อุณหภูมิแวดล้อมวัดโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียก

จากรูปที่ 4.31 แสดงให้เห็นว่าตั้งแต่เริ่มการทดลองจนถึงนาทีที่ 60 ค่าอุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกซึ่งมีค่าไม่ต่างกัน ในช่วงเวลาดังกล่าวมีฝนตกและตั้งแต่นาทีที่ 360 อุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกเริ่มจะมีค่าต่างกันมากขึ้นเนื่องจากฝนหยุดตกและมีแดดพอสมควร หลังนาทีที่ 360 จนจบการทดลองมีฝนตกอีกทำให้อุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกมีค่าไม่ต่างกันโดยอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียก มีค่า 1.7 – 5.8 องศาเซลเซียส



รูปที่ [4.32] กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้าแห้ง

จากรูปที่ 4.32 กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักของผ้าชื้นและผ้าแห้งขณะที่ทำการตากแห้งผ้าในที่ร่มโดยใช้วิธีธรรมชาติ ใน 10 นาทีแรกของการทดลองน้ำหนักของผ้าชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว แล้วน้ำหนักของผ้าชื้นค่อยลดลงจนจบการทดลอง ใช้เวลาในการทดลอง 640 นาที น้ำหนักของผ้าชื้นลดลง 3.27 กิโลกรัม



รูปที่ [4.33] กราฟความชื้นมาตรฐานแห้ง

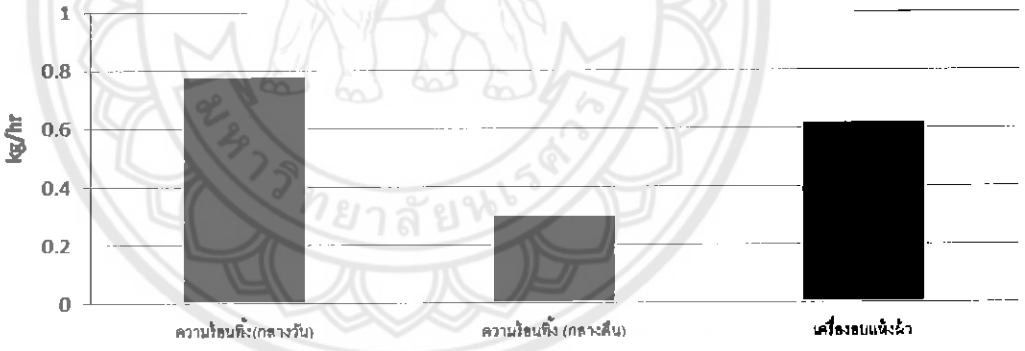
รูปที่ 4.33 เป็นกราฟแสดงค่าความชื้นมาตรฐานแห้ง ด้วยวิธีตากแห้งผ้าในที่ร่ม นำข้อมูลที่ได้แทนในสมการที่ 2.2 จึงได้อัตราการระเหยความชื้นของวัสดุมีค่าเท่ากับ 0.31 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

4.4 เปรียบเทียบการอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์, เครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้าและการตากแห้งผ้าในที่ร่มโดยวิธีธรรมชาติ

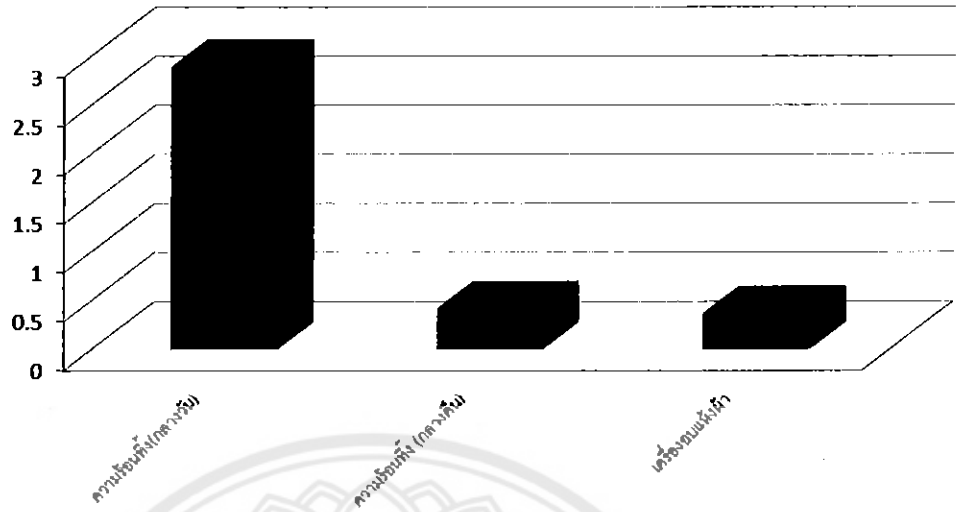
4.4.1 การวิเคราะห์การทดลองโดยใช้ผ้า 1 ผืน

จากการทดลองโดยใช้ผ้า 1 ผืน ได้ผลการอบแห้งผ้าดังนี้

- ใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ช่วงกลางวันใช้เวลา 80 นาที น้ำหนักของผ้าชื้นหายไป 1.04 กิโลกรัม อัตราการระเหยความชื้นของวัสดุมีค่าเท่ากับ 0.78 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ 56.7 – 62.6 %Rh ระบบใช้พลังงาน 270 วัตต์ ประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าเท่ากับ 2.889
- ใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ช่วงกลางคืนใช้เวลา 210 นาที น้ำหนักของผ้าชื้นหายไป 1.04 กิโลกรัม อัตราการระเหยความชื้นของวัสดุมีค่าเท่ากับ 0.30 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยมีค่าความชื้นสัมพันธ์ที่ 80.4 -85.5 %Rh ระบบใช้พลังงาน 716 วัตต์ ประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าเท่ากับ 0.420
- ใช้เครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้าใช้เวลา 100 นาที น้ำหนักของผ้าชื้นหายไป 1.04 กิโลกรัม อัตราการระเหยความชื้นของวัสดุมีค่าเท่ากับ 0.62 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ระบบใช้พลังงาน 1,666.67 วัตต์ ประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าเท่ากับ 0.371



รูปที่ [4.34] กราฟเปรียบเทียบอัตราระเหยความชื้นของวัสดุ



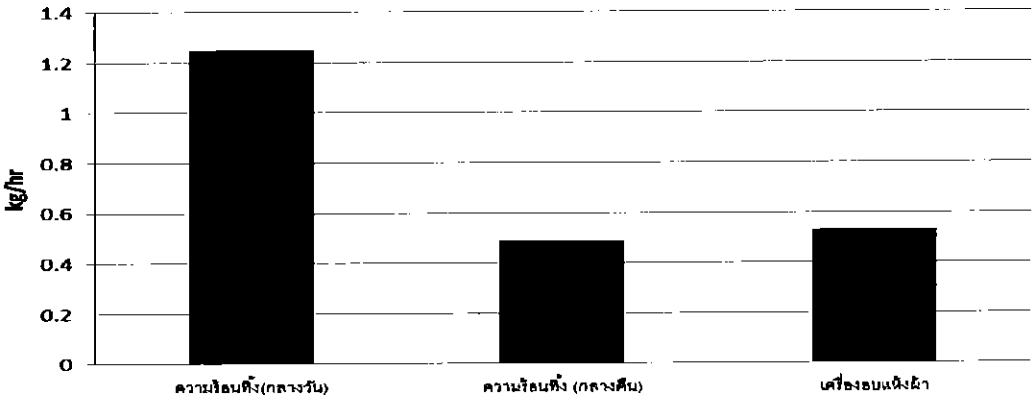
รูปที่ [4.35] กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพการอบแห้งผ้า

จากรูปที่ 4.34 อัตราการระเหยความชื้นของวัสดุของเครื่องอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ในช่วงเวลากลางวันมีค่าสูงที่สุด รองลงมาเป็นเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า และเครื่องอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ในเวลากลางคืนตามลำดับ จากรูปที่ 4.35 เมื่อนำพลังงานที่ใช้ไปในแต่ละระบบมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าของเครื่องอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ในเวลากลางวันยังคงสูงที่สุด และเครื่องอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ในเวลากลางคืนมีประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าสูงกว่าเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า

4.4.2 การวิเคราะห์การทดลองโดยใช้ผ้า 2 ผืน

จากการทดลองโดยใช้ผ้า 2 ผืน ได้ผลการอบแห้งผ้าดังนี้

- ใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ช่วงกลางวันใช้เวลา 100 นาที น้ำหนักของผ้าชื้นหายไป 2.13 กิโลกรัม อัตราการระเหยความชื้นของวัสดุมีค่าเท่ากับ 1.25 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ 53.3 – 61.5 %Rh ระบบใช้พลังงาน 305 วัตต์ ประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าเท่ากับ 4.09
- ใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ช่วงกลางคืนใช้เวลา 260 นาที น้ำหนักของผ้าชื้นหายไป 2.13 กิโลกรัม อัตราการระเหยความชื้นของวัสดุมีค่าเท่ากับ 0.49กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยมีค่าความชื้นสัมพันธ์ที่ 78.6 - 85.5 %Rh ระบบใช้พลังงาน 884 วัตต์ ประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าเท่ากับ 0.554
- ใช้เครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้าใช้เวลา 120 นาที น้ำหนักของผ้าชื้นหายไป 2.13 กิโลกรัม อัตราการระเหยความชื้นของวัสดุมีค่าเท่ากับ 1.07 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ระบบใช้พลังงาน 2,000 วัตต์ ประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าเท่ากับ 0.535



รูปที่ [4.36] กราฟเปรียบเทียบอัตราระเหยความชื้นของวัสดุ

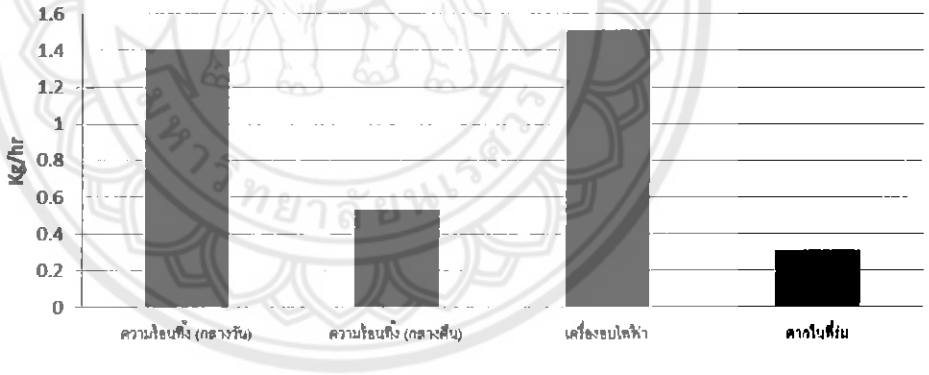
รูปที่ [4.37] กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพการอบแห้งผ้า

จากรูปที่ 4.36 อัตราการระเหยความชื้นของวัสดุของเครื่องอบแห้งโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ในเวลากลางวันจะได้ค่าสูงที่สุด รองลงมาเป็นเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้าและเครื่องอบแห้งโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ในเวลากลางคืนตามลำดับ จากรูปที่ 4.37 เมื่อนำพลังงานที่ใช้ไปในแต่ละระบบมาเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าของเครื่องอบแห้งโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ในเวลากลางวันยังคงสูงที่สุด ส่วนประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าของเครื่องอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ในเวลากลางคืนมีค่าใกล้เคียงกับเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้าโดยของเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้ามีค่าสูงกว่าเพียงเล็กน้อย

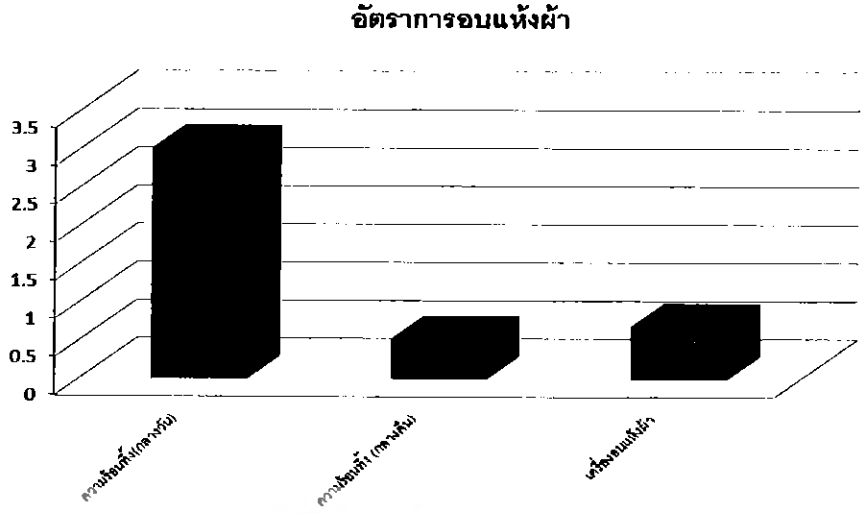
4.4.3 การวิเคราะห์การทดลองโดยใช้ผ้า 3 ผืน

จากการทดลองโดยใช้ผ้า 3 ผืน ได้ผลการอบแห้งผ้าดังนี้

- ใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ช่วงกลางวันใช้เวลา 140 นาที น้ำหนักของผ้าชื้นหายไป 3.27 กิโลกรัม อัตราการระเหยความชื้นของวัสดุมีค่าเท่ากับ 1.403 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ 50.3 – 54.7 %Rh ระบบใช้พลังงาน 405 วัตต์ ประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าเท่ากับ 3.017
- ใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ช่วงกลางคืนใช้เวลา 310 นาที น้ำหนักของผ้าชื้นหายไป 3.27 กิโลกรัม อัตราการระเหยความชื้นของวัสดุมีค่าเท่ากับ 0.53กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยมีค่าความชื้นสัมพันธ์ที่ 78.6 - 85.5 %Rh ระบบใช้พลังงาน 1,056 วัตต์ ประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าเท่ากับ 0.53
- ใช้เครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้าใช้เวลา 130 นาที น้ำหนักของผ้าชื้นหายไป 3.27 กิโลกรัม อัตราการระเหยความชื้นของวัสดุมีค่าเท่ากับ 1.51 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ระบบใช้พลังงาน 2,166.67 วัตต์ ประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าเท่ากับ 0.696
- ใช้การตากแห้งผ้าในที่ร่มโดยวิธีธรรมชาติใช้เวลา 640 นาที น้ำหนักของผ้าชื้นหายไป 3.27 กิโลกรัม อัตราการระเหยความชื้นของวัสดุมีค่าเท่ากับ 0.31 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



รูปที่ [4.38] กราฟเปรียบเทียบอัตราระเหยความชื้นของวัสดุ



รูปที่ [4.39] กราฟเปรียบเทียบประสิทธิภาพการอบแห้งผ้า

จากรูปที่ 4.38 อัตราการระเหยความชื้นของวัสดุของเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้ามีค่าสูงที่สุด รองลงมาเป็นเครื่องอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ในเวลากลางวันซึ่งต่างกันเล็กน้อย รองลงมาเป็นเครื่องอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ในเวลากลางคืน และน้อยที่สุดเป็นการตากแห้งผ้าในที่ร่มซึ่งในวันที่ทดลองมีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงและไม่มีพลังงานมาช่วยทำให้น้ำในผ้าชื้นระเหยออกไปได้ จากรูปที่ 4.39 เมื่อนำพลังงานที่ใช้ไปในแต่ละระบบมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าของเครื่องอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ในเวลากลางวันยังคงสูงที่สุด ส่วนประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าของเครื่องอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ในเวลากลางคืนมีค่าใกล้เคียงกับเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า โดยของเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้ามีค่าสูงกว่าเพียงเล็กน้อย

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองศึกษาเครื่องอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับการอบแห้งผ้าด้วยเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้าและการตากแห้งผ้าในที่ร่ม ในด้านประสิทธิภาพอบแห้งผ้า การใช้พลังงานในการอบแห้งผ้า และเวลาที่ใช้ในการอบแห้งผ้า สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 ผลสรุปจากการทดลองการอบแห้งผ้า 1 ผืน

การทดลอง	เวลา (min)	พลังงานที่ใช้ (Watt)	อัตราระเหยความชื้น (kg/h)	ประสิทธิภาพการอบแห้งผ้า
เครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้ง (กลางวัน)	80	270	0.78	2.889
เครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้ง (กลางคืน)	210	716	0.30	0.420
เครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า	100	1,666.67	0.62	0.371

ตารางที่ 5.1 ตารางผลการทดลองการอบแห้งผ้า 1 ผืน

จากตารางที่ 5.1 สรุปได้ว่า การอบแห้งผ้า 1 ผืน น้ำหนักเริ่มต้น1.46 กิโลกรัม สิ้นสุดที่ 0.42 กิโลกรัม เครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ที่ทดลองในเวลากลางวัน ได้ผลดีกว่าเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้าทั้งเรื่องการใช้เวลาและพลังงานในการอบแห้งผ้า ส่วนเครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ที่ทดลองในเวลากลางคืนใช้เวลาในการอบแห้งผ้ามากกว่าเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้าถึง 110 นาที แต่พลังงานที่ใช้ในการอบแห้งผ้าน้อยกว่าเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า 950.67 วัตต์ ทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งดีกว่าเล็กน้อย

5.1.2 ผลสรุปจากการทดลองการอบแห้งผ้า 2 ผืน

การทดลอง	เวลา (min)	พลังงานที่ใช้ (Watt)	อัตราระเหยความชื้น (kg/h)	ประสิทธิภาพการอบแห้งผ้า
เครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้ง (กลางวัน)	100	305	1.25	4.09
เครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้ง (กลางคืน)	260	884	0.49	0.554
เครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า	120	2,000	1.07	0.535

ตารางที่ 5.2 ตารางผลการทดลองการอบแห้งผ้า 2 ผืน

จากตารางที่ 5.2 สรุปได้ว่า การอบแห้งผ้า 2 ผืน น้ำหนักเริ่มต้น2.9 กิโลกรัม สิ้นสุดที่ 0.77 กิโลกรัม เครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ที่ทดลองในเวลากลางวัน ได้ผลดีกว่าเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้าในเรื่องเวลาและพลังงานในการอบแห้งผ้า ประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าสูงกว่าอีก2รูปแบบการทดลองมาก ส่วนเครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ที่ทดลองในเวลากลางคืนจะใช้เวลามากกว่าเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้าอยู่มากถึง 140 นาที แต่พลังงานที่ใช้น้อยกว่าเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้าอยู่ 1,116 วัตต์ จึงถือว่าประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าใกล้เคียงกัน

5.1.3 ผลสรุปจากการทดลองการอบแห้งผ้า 3 ผืน

การทดลอง	เวลา (min)	พลังงานที่ใช้ (Watt)	อัตราระเหยความชื้น (kg/h)	ประสิทธิภาพการอบแห้งผ้า
เครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้ง (กลางวัน)	140	465	1.403	3.017
เครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้ง (กลางคืน)	310	1056	0.53	.502
เครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า	130	2,166.67	1.51	0.696
ตากผ้าในที่ร่มโดยวิธีธรรมชาติ	640	-	0.31	-

ตารางที่ 5.3 ตารางผลการทดลองการอบแห้งผ้า 3 ผืน

จากตารางที่ 5.3 สรุปได้ว่า การอบแห้งผ้า 3 ผืน น้ำหนักเริ่มต้น 4.4 กิโลกรัม สิ้นสุดที่ 1.13 กิโลกรัม เครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ที่ทดลองในเวลากลางวัน ได้ผลดีกว่าเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้าในเรื่องของพลังงานที่ใช้เท่านั้นโดยใช้พลังงานในการอบแห้งผ้าน้อยกว่า 1,701.67 วัตต์ แต่เวลาในการอบแห้งผ้าใช้ไปมากกว่าเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้าอยู่ 10 นาที ประสิทธิภาพการอบแห้งผ้ายังถือว่าดีกว่าเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้าอยู่มาก ส่วนเครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ที่ทดลองในเวลากลางคืนใช้เวลามากกว่าเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า 180 นาที แต่ใช้พลังงานในการอบแห้งผ้าน้อยกว่า 1,110.67 วัตต์ ประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าที่ได้น้อยกว่าเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า ส่วนการตากแห้งผ้าในที่ร่มโดยวิธีธรรมชาติ ใช้เวลามากถึง 640 นาที เฉลี่ยใน 1 ชั่วโมง น้ำหนักของผ้าชื้นหายไป 0.31 กิโลกรัมซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่น้อยที่สุดและยังพบว่าทำให้มีกลิ่นอับหลังการตากเสร็จสิ้นอีกด้วย

จะเห็นได้ว่าการอบแห้งผ้าโดยใช้เครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ใช้พลังงานในการอบแห้งน้อยกว่าการอบแห้งผ้าโดยใช้เครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า เวลาที่ใช้ในการอบแห้งผ้าในการทดลองด้วยเครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ช่วงกลางวันกับเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้าไม่ต่างกันมากนัก ส่วนการอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ในช่วงเวลากลางคืนจะใช้เวลาในการอบแห้งผ้ามากกว่า โดยที่เวลาและพลังงานที่ใช้ในการอบแห้งผ้าเพิ่มขึ้นตามจำนวนชิ้นของผ้า ส่วนการอบแห้งผ้าโดยใช้เครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า เมื่อจำนวนชิ้นของผ้าเพิ่มขึ้นจะใช้เวลาและพลังงานเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ถ้ามีการเพิ่มจำนวนชิ้นของผ้าในการทดลองคาดว่าการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างเครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ในช่วงเวลากลางคืนกับเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า เครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้าจะมีประสิทธิภาพดีกว่า ส่วนการตากผ้าในที่ร่มใช้เวลามากที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่น้อยที่สุดและยังพบว่าทำให้มีกลิ่นอับหลังการตากเสร็จสิ้นอีกด้วย

การเพิ่มจำนวนผ้าในการอบแห้งผ้าส่งผลทำให้การอบแห้งผ้าต้องใช้เวลาและพลังงานในการอบแห้งผ้ามากขึ้น แต่ด้านประสิทธิภาพในการอบแห้งผ้าส่งผลแตกต่างกันในแต่ละรูปแบบการทดลอง โดยการอบแห้งผ้าโดยใช้ความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์จะมีประสิทธิภาพดีที่สุดเมื่อใช้ผ้าในการทดลอง 2 ผืนแล้วประสิทธิภาพจะลดลงเมื่อเพิ่มหรือลดจำนวนผ้า ด้านประสิทธิภาพในการอบแห้งผ้าของเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้าจะดีขึ้นทุกครั้งที่ทำการเพิ่มจำนวนผ้า

จากผลข้างต้น การอบแห้งผ้าโดยใช้พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์เป็นการใช้พลังงานทั้งระบบซึ่งรวมถึงพลังงานที่ระบบปรับอากาศใช้ไปด้วย แต่ความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์เป็นพลังงานสูญเสียที่สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์และมีประสิทธิภาพดีกว่าการอบแห้งผ้าโดยใช้เครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า ทั้งด้านเวลาและพลังงานที่ใช้ ตามจำนวนผ้าที่ได้ทำการทดลอง การประยุกต์ใช้เครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ สามารถลดการใช้พลังงานในกระบวนการอบแห้งผ้าได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งเหมาะกับการใช้ในครัวเรือนและธุรกิจซักรีดขนาดเล็ก

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากโครงงานการประยุกต์ใช้ความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเพื่อการอบแห้งผ้า พบว่า

- ควรมีการปรับปรุงวัสดุในการสร้างเครื่องอบแห้งผ้าและศึกษาการควบคุมทิศทางการไหลของอากาศร้อนที่ออกจากคอนเดนเซอร์ผ่านผ้าออกสู่บรรยากาศ ซึ่งน่าจะมีผลต่อประสิทธิภาพในการอบแห้งผ้าด้วย ฉะนั้นถ้ามีการพัฒนาปรับปรุงอาจช่วยให้การอบแห้งผ้ามีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น
- มีข้อจำกัดในการติดตั้ง เนื่องจากสามารถติดตั้งได้เฉพาะพื้นที่ที่มีคอนเดนเซอร์ยูนิตอยู่ไม่สูงจากพื้นมากเกินไปเพื่อให้สามารถติดตั้งเครื่องอบแห้งผ้าไว้ด้านหน้าคอนเดนเซอร์ได้

เอกสารอ้างอิง

[1] http://www.thaieei.com/eeidownload/newiu/market/yearly-Domesticq-web-09.xls สืบค้นเมื่อวันอาทิตย์ที่ 1 กรกฎาคม 2555

[2] สมชาย สารทมะเริง และประพัทธ์ สันติวรากร. 2551. "ลักษณะของการอบแห้งผ้าโดยใช้ความร้อนทิ้งจากเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Characteristic of Cloths Drying Using Waste Heat from Split-type Air Conditioner).", **รวมบทความวิชาการ เล่มที่ 3: การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 22 15 – 17 ตุลาคม 2551 ณ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต,** หน้า 126 – 131. ปทุมธานี: ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

[3] สมชาติ โสภณรณฤทธิ์. (2540). "บทที่ 1 แนะนำการอบแห้ง", **การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท, หน้า** 3. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยี**พระจอมเกล้าธนบุรี**

ภาคผนวก ก
ข้อมูลการทดลองโดยเครื่องอบแห้งผ้าพลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์

ตารางที่ ก1 ข้อมูลการทดลอง วันที่ 19/04/55 ผ้า 1 ผืน เวลา 10:00 น.

time (h:mm)	out(C)	in(C)	weight (kg)	Dry bulb	wet bulb	humidity %Rh
0:00	35.45	33.21	1.46	32	27.2	68.9
0:05	35.60	35.06	1.35	33	27.5	65.4
0:10	35.94	35.13	1.3	33	27.5	65.4
0:15	35.75	34.87	1.22	33	27.5	65.4
0:20	35.95	34.94	1.16	33.2	27.5	64.4
0:25	36.21	35.45	1.09	33.2	27.8	66.1
0:30	35.77	35.23	1	33	28	68.2
0:35	35.91	35.28	0.91	33	28	68.2
0:40	36.11	35.52	0.82	33.2	28.2	68.3
0:45	36.05	34.85	0.72	33	28.2	69.4
0:50	36.65	35.82	0.65	33.5	28.2	66.8
0:55	37.10	36.48	0.6	33.5	28.3	67.4
1:00	36.50	35.80	0.55	33.5	28.2	66.8
1:05	36.11	35.54	0.51	33.2	28.3	68.9
1:10	36.60	35.64	0.47	33.5	28.3	67.4
1:15	36.27	34.99	0.42	33.2	28	67.2

ตารางที่ ก2 ข้อมูลการทดลอง วันที่ 20/04/55 ผ้า 1 ผืน เวลา 10:00 น.

time (h:mm)	out(C)	in(C)	weight (kg)	Dry bulb	wet bulb	humidity %Rh
0:00	35.28	34.27	1.46	33.5	27.5	62.9
0:05	35.2	34.71	1.33	33.5	27.5	62.9
0:10	36.05	35.5	1.25	33.7	27.5	61.9
0:15	36.62	35.65	1.17	33.7	27.7	63
0:20	36.41	35.9	1.09	33.8	27.7	62.5
0:25	36.16	35.36	1	33.5	27.5	62.9
0:30	36.34	35.48	0.9	33.5	27.5	62.9
0:35	36.58	36.01	0.81	33.7	27.8	63.6
0:40	36.09	35.62	0.73	33.5	27.8	64.6
0:45	36.32	35.69	0.65	33.5	27.7	64
0:50	36.68	36.08	0.59	33.7	27.8	63.6
0:55	37.4	36.3	0.53	33.8	28	64.2
1:00	36.52	35.52	0.5	33.5	27.8	64.6
1:05	37.18	35.88	0.47	33.6	27.8	64.1
1:10	37.37	36.08	0.45	33.7	28	64.7
1:15	37.07	35.78	0.43	33.5	28	65.7
1:20	37.39	36.02	0.42	33.8	28	64.2

ตารางที่ ก3 ข้อมูลการทดลอง วันที่ 20/04/55 ผ้า 1 ผืน เวลา 13:00 น.

time (h:mm)	out(C)	in(C)	weight (kg)	Dry bulb	wet bulb	humidity %Rh
0:00	36.89	36.19	1.46	36	28.7	57.7
0:05	36.91	35.9	1.324	36	28.5	56.7
0:10	36.92	36.04	1.24	36	28.7	57.7
0:15	36.84	36.03	1.14	35.7	28.7	59
0:20	36.7	35.88	1.04	35.7	28.5	58
0:25	36.65	35.63	0.94	35.5	28.5	58.9
0:30	37.36	36.19	0.84	36	28.8	58.2
0:35	36.9	36.02	0.73	35.5	28.7	59.9
0:40	37.35	36.22	0.65	36	28.8	58.2
0:45	37.17	35.97	0.59	36	28.5	56.7
0:50	37.47	36.2	0.54	36.2	28.5	55.9
0:55	37.54	36.34	0.5	36.2	28.5	55.9
1:00	37.64	36.23	0.47	36.5	28.5	54.6
1:05	38.03	36.43	0.45	36.5	28.7	55.6
1:10	37.93	36.32	0.44	36	28.7	57.7
1:15	37.59	36.23	0.43	36	28.7	57.7
1:20	37.53	35.89	0.42	36	28.5	56.7

ตารางที่ ก4 ข้อมูลการทดลอง วันที่ 24/04/55 ผ้า 1 ผืน เวลา 10:00 น.

time (h:mm)	out(C)	in(C)	weight (kg)	Dry bulb	wet bulb	humidity %Rh
0:00	36.98	36.49	1.46	35.5	29	61.5
0:05	36.79	35.89	1.37	35.5	29	61.5
0:10	37.01	36.18	1.26	35.5	28.8	60.4
0:15	36.75	36.06	1.18	35.4	28.5	59.3
0:20	36.43	35.62	1.08	35.5	29	61.5
0:25	36.6	36.27	1	35.4	28.8	60.9
0:30	37.12	36.59	0.89	35.7	29.4	62.6
0:35	37.09	36.15	0.795	35.5	28.4	58.4
0:40	37.34	36.28	0.705	35.6	28.5	58.4
0:45	37.71	36.81	0.64	35.8	28.5	57.6
0:50	37.68	36.63	0.565	35.8	29	60.1
0:55	38.06	36.88	0.515	35.7	29	60.6
1:00	37.95	36.75	0.47	35.7	28.8	59.5
1:05	37.72	36.44	0.452	35.7	28.8	59.5
1:10	38.01	36.67	0.445	35.9	29	59.7
1:15	38.29	36.87	0.435	35.9	29	59.7
1:20	37.98	36.47	0.42	36	28.5	56.7

ตารางที่ ก5 ข้อมูลการทดลอง วันที่ 25/04/55 ผ้า 2 ผืน เวลา 10:00 น.

time (h:mm)	out(C)	in(C)	weight (kg)	Dry bulb	wet bulb	humidity %Rh
0:00	36.5	34.91	2.9	35.5	29	61.5
0:05	37.72	36.61	2.58	36	29	59.2
0:10	37.7	37.03	2.42	36	29	59.2
0:15	37.62	36.65	2.24	36.2	29.3	59.8
0:20	37.63	37.09	2.09	36	29	59.2
0:25	37.31	36.71	1.94	36	28	54.3
0:30	37.02	35.76	1.82	35.8	27.8	54.1
0:35	37.35	36.78	1.71	36	27.8	53.3
0:40	37.47	36.62	1.56	36	27.8	53.3
0:45	37.85	36.81	1.42	36.2	28	53.4
0:50	37.3	36.37	1.32	36	27.8	53.3
0:55	37.32	36.51	1.22	36	27.8	53.3
1:00	37.4	36.66	1.12	36	28	54.3
1:05	37.39	36.3	1.05	36	28	54.3
1:10	37.27	36.53	0.99	36	28	54.3
1:15	37.55	36.13	0.95	36	28	54.3
1:20	37.81	36.92	0.92	36.2	28.2	54.4
1:25	37.77	36.44	0.87	36.2	28	53.4
1:30	38.09	36.77	0.83	36.2	28	53.4
1:35	38.03	36.78	0.8	36.2	28	53.4
1:40	38.29	36.67	0.77	36.2	28	53.4

ตารางที่ ก6 ข้อมูลการทดลอง วันที่ 25/04/55 ผ้า 2 ผืน เวลา 10:00 น.

time (h:mm)	out(C)	in(C)	weight (kg)	Dry bulb	wet bulb	humidity %Rh
0:00	38.34	37.62	2.9	36	28.2	55.2
0:05	38.47	37.33	2.595	36.5	28.2	53.2
0:10	38.81	37.61	2.45	36.5	28.5	54.6
0:15	38.3	37.53	2.31	36.7	28.5	53.8
0:20	38.65	37.62	2.17	36.7	28.5	53.8
0:25	38.3	37.8	2.06	36.5	28	52.2
0:30	38.84	37.18	1.935	36.4	27.2	48.9
0:35	38.83	37.42	1.81	36.6	28.2	52.8
0:40	38.15	37.31	1.695	36.5	28	52.2
0:45	38.96	37.02	1.57	36.5	28	52.2
0:50	38.74	37	1.42	36.4	27.9	52.1
0:55	38.29	37.42	1.365	36.4	27.9	52.1
1:00	38.96	37.48	1.25	36.5	28	52.2
1:05	38.41	37.89	1.155	36.5	28	52.2
1:10	38.59	37.3	1.08	36.7	28.3	52.8
1:15	38.18	37.45	1.015	36.7	28.5	53.8
1:20	38.42	37.56	0.96	36.7	29	56.2
1:25	38.66	37.56	0.915	36.7	29.2	57.2
1:30	38.7	37.35	0.89	36.5	29.3	57.7
1:35	39.11	37.85	0.86	36.7	29.1	56.7
1:40	38.51	37.2	0.83	36.5	29	57
1:45	39.06	37.9	0.81	36.6	29.2	57.6
1:50	38.99	37.06	0.795	36.5	29.2	58
1:55	38.77	37.34	0.783	36.7	29.2	57.2
2:00	38.85	37.59	0.77	36.7	29.3	57.7

ตารางที่ ก7 ข้อมูลการทดลอง วันที่ 27/04/55 ผ้า 3 ผืน เวลา 10:00 น.

time (h:mm)	out(C)	in(C)	weight (kg)	Dry bulb	wet bulb	humidity %Rh
0:00	36.79	36.97	4.4	36	28	54.3
0:05	36.41	36.06	3.86	36.5	28	52.2
0:10	37.52	37.18	3.68	36.7	28.2	52.4
0:15	37.44	37.47	3.53	37	28.2	51.2
0:20	37.35	37.15	3.35	37	28	50.3
0:25	37.62	37.41	3.19	36.5	28	52.2
0:30	37.88	37.63	3.06	37	28.2	51.2
0:35	37.37	37.03	2.94	37.2	28.2	50.4
0:40	37.74	37.14	2.79	37	28.2	51.2
0:45	38.09	37.30	2.65	36.8	28.2	52
0:50	37.78	37.24	2.52	36.7	28.2	52.4
0:55	37.79	36.95	2.38	36.8	28.2	52
1:00	38.02	37.27	2.23	36.7	28.2	52.4
1:05	37.85	37.26	2.13	36.37	28.2	52.4
1:10	37.89	37.15	1.99	36.37	28	51.4
1:15	37.75	36.88	1.9	36.35	28	52.2
1:20	37.29	36.48	1.79	36	28	54.3
1:25	37.80	36.96	1.69	36	28	54.3
1:30	38.12	37.04	1.58	36	27.9	53.8
1:35	37.92	37.09	1.53	36	27.8	53.3
1:40	37.75	36.71	1.46	35.9	27.9	54.2
1:45	37.69	36.79	1.42	35.8	27.9	54.6
1:50	37.84	37.07	1.35	35.9	28	54.7
1:55	37.97	36.88	1.3	36	28	54.3
2:00	38.41	36.94	1.26	36	28	54.3
2:05	37.71	36.60	1.23	36	28	54.3
2:10	37.77	36.48	1.18	36	28	54.3
2:15	37.70	36.50	1.15	36	28	54.3
2:20	37.90	36.70	1.13	36	28	54.3

ตารางที่ ก8 ข้อมูลการทดลอง วันที่ 29/04/55 ผ้า 1 ผืน เวลา 20:00 น.

time (h:mm)	out(C)	in(C)	weight (kg)	Dry bulb	wet bulb	humidity %Rh
0:00	36.7	28.7	1.46	29	27	85.5
0:10	38.3	28.8	1.212	29	27	85.5
0:20	37.5	30.2	1.132	29	27	85.5
0:30	38.5	29	1.052	29	27	85.5
0:40	38.4	28.8	1.012	29	27	85.5
0:50	37.3	30.5	0.952	29	26.5	82.1
1:00	38	29	0.892	28.7	26.5	84.1
1:10	38	29.2	0.852	28.7	26.5	84.1
1:20	37.8	29.2	0.822	28.7	26.5	84.1
1:30	37.7	29.6	0.772	28.7	26.5	84.1
1:40	37.3	28.6	0.732	28.7	26.5	84.1
1:50	37.1	28.2	0.692	28.5	26	81.9
2:00	36.8	28.2	0.662	28.5	26	81.9
2:10	36.9	28.2	0.63	28.5	25.7	79.9
2:20	37.3	29.6	0.602	28.5	25.7	79.9
2:30	37.2	28.3	0.57	28.5	25.7	79.9
2:40	37.3	28.3	0.524	28.5	25.7	79.9
2:50	36.8	28.4	0.501	28.5	25.7	79.9
3:00	36.9	28.4	0.48	28.2	25.5	80.4
3:10	37.2	28.6	0.457	28.2	25.5	80.4
3:20	37.5	28.7	0.437	28.5	25.7	79.9
3:30	37.5	28.6	0.42	28.5	25.7	79.9

ตารางที่ ก9 ข้อมูลการทดลอง วันที่ 30/04/55 ผ้า 2 ผืน เวลา 20:00 น.

time (h:mm)	out(C)	In(C)	weight (kg)	Dry bulb	wet bulb	humidity %Rh
0:00	36.7	28.7	2.9	29	27	85.5
0:10	38.3	28.8	2.524	29	27	85.5
0:20	37.5	30.2	2.414	29	27	85.5
0:30	38.5	29	2.274	29	27	85.5
0:40	38.4	28.8	2.212	29	27	85.5
0:50	37.3	30.5	2.064	29	26.5	82.1
1:00	38	29	1.944	29	26.5	82.1
1:10	38	29.2	1.844	29	26.5	82.1
1:20	37.8	29.2	1.794	29	26.5	82.1
1:30	37.7	29.6	1.684	29	26.5	82.1
1:40	37.3	28.6	1.624	29	26.5	82.1
1:50	37.1	28.2	1.524	28.7	26	80.6
2:00	36.8	28.2	1.424	28.7	26	80.6
2:10	36.9	28.2	1.312	28.7	25.7	78.6
2:20	37.3	29.6	1.224	28.7	25.7	78.6
2:30	37.2	28.3	1.134	28.5	25.7	79.9
2:40	37.3	28.3	1.024	28.5	25.7	79.9
2:50	36.8	28.4	0.93	28.5	25.7	79.9
3:00	36.9	28.4	0.9	28.2	25.7	81.8
3:10	37.2	28.6	0.89	28.2	25.7	81.8
3:20	38.5	28.2	0.825	28.2	25.5	80.4
3:30	36.7	30.5	0.802	28	25.5	81.8
3:40	37	30.4	0.793	28	25.5	81.8
3:50	37.2	29.8	0.785	28	25.5	81.8
4:00	36.8	28	0.78	27.8	25.3	83.1
4:10	37.1	27.8	0.775	27.8	25.3	83.1
4:20	37	28	0.77	28	25.5	81.8

ตารางที่ ก10 ข้อมูลการทดลอง วันที่ 3/05/55 ผ้า 3 ผืน เวลา 20:00 น.

time (h:mm)	out(C)	in(C)	weight (kg)	Dry bulb	wet bulb	humidity %Rh
0:00	36.7	28.7	4.4	29	27	85.5
0:10	38.3	28.8	3.735	29.5	27	82.3
0:20	37.5	30.2	3.545	29.5	27	82.3
0:30	38.5	29	3.285	29.5	27	82.3
0:40	38.4	28.8	3.224	29.5	27	82.3
0:50	37.3	30.5	3.015	29	26.5	82.1
1:00	38	29	2.835	29	26.5	82.1
1:10	38	29.2	2.69	29	26.5	82.1
1:20	37.8	29.2	2.615	29	26.5	82.1
1:30	37.7	29.6	2.455	29	26.5	82.1
1:40	37.3	28.6	2.353	29	26.5	82.1
1:50	37.1	28.2	2.215	28.7	26	80.6
2:00	36.8	28.2	2.085	28.7	26	80.6
2:10	36.9	28.2	1.985	28.7	25.7	78.6
2:20	37.3	29.6	1.885	28.7	25.7	78.6
2:30	37.2	28.3	1.79	28.5	25.7	79.9
2:40	37.3	28.3	1.685	28.5	25.7	79.9
2:50	36.8	28.4	1.61	28.5	25.7	79.9
3:00	36.9	28.4	1.515	28	25.5	81.8
3:10	37.2	28.6	1.43	28	25.5	81.8
3:20	38.5	28.2	1.34	28	25.5	81.8
3:30	36.7	30.5	1.3	28	25.5	81.8
3:40	37	30.4	1.26	28	25.5	81.8
3:50	37.2	29.8	1.23	28	25.5	81.8
4:00	36.8	28	1.21	28	25.5	81.8
4:10	37	28.2	1.19	28	25.5	81.8
4:20	37.3	28	1.17	27.5	25.2	83
4:30	37.2	28	1.16	27.5	25.2	83
4:40	37.5	28.4	1.15	27.5	25.2	83
4:50	37.3	28.2	1.14	27.5	25.2	83
5:00	37.1	27.9	1.135	27.3	25	82.9
5:10	36.8	27.7	1.13	27.3	25	82.9

ภาคผนวก ข
ข้อมูลการทดลองโดยเครื่องอบแห้งผ้าไฟฟ้า

ตารางที่ ข1 ข้อมูลการทดลอง วันที่ 05/05/55 ผ้า 1 ผืน

เวลา	น้ำหนักผ้า	หน่วยไฟที่ใช้ (watt)
0:00	1.46	0
0:10	1.36	166.667
0:20	1.24	333.333
0:30	1.12	500
0:40	1.04	666.667
0:50	0.93	833.334
1:00	0.82	1000.001
1:10	0.73	1166.668
1:20	0.62	1333.335
1:30	0.53	1500.002
1:40	0.45	1666.669

ตารางที่ ข2 ข้อมูลการทดลอง วันที่ 05/05/55 ผ้า 2 ผืน

เวลา	น้ำหนักผ้า	หน่วยไฟที่ใช้ (watt)
0:00	2.9	0
0:10	2.75	166.667
0:20	2.65	333.333
0:30	2.45	500
0:40	2.24	666.667
0:50	2.03	833.334
1:00	1.83	1000.001
1:10	1.59	1166.668
1:20	1.4	1333.335
1:30	1.18	1500.002
1:40	1.01	1666.669
1:50	0.85	1833.336
2:00	0.77	2000.003

ตารางที่ ข3 ข้อมูลการทดลอง วันที่ 05/05/55 ผ้า 3 ผืน

เวลา	น้ำหนักผ้า	หน่วยไฟที่ใช้ (watt)
0:00	4.4	0
0:10	4.2	166.667
0:20	3.89	333.333
0:30	3.57	500
0:40	3.28	666.667
0:50	2.95	833.334
1:00	2.65	1000.001
1:10	2.32	1166.668
1:20	2.02	1333.335
1:30	1.71	1500.002
1:40	1.45	1666.669
1:50	1.3	1833.336
2:00	1.2	2000.003
2:10	1.13	2166.67

ภาคผนวก ค
ข้อมูลการทดลองโดยการตากแห้งผ้าในร่มโดยวิธีธรรมชาติ

ตารางที่ ค ข้อมูลการทดลอง วันที่ 21/05/55 ผ้า 3 ผืน

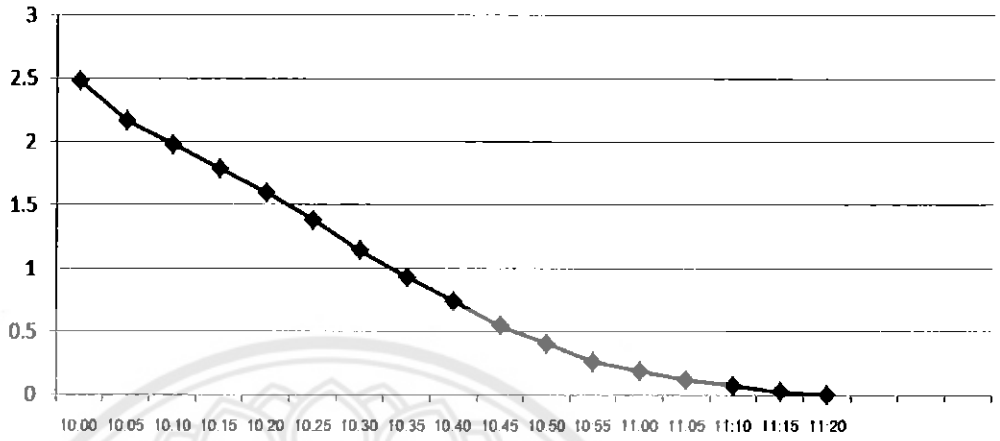
time (h:mm)	wight (kg)	Dry Bulb	Wet Bulb	humidity %Rh
0:00	4.4	31	28	79.5
0:10	3.76	30.8	27.8	79.4
0:20	3.54	31	27.8	78.2
0:30	3.43	31	27.8	78.2
0:40	3.32	31.2	27.8	77
0:50	3.24	31	27.2	74.4
1:00	3.15	31	27	73.2
1:10	3.08	31.8	28	74.8
1:20	3.04	32	27.8	72.4
1:30	2.99	32	27.5	70.6
1:40	2.94	32	28	73.6
1:50	2.89	32	27	67.7
2:00	2.84	32	27.2	68.9
2:10	2.8	32.5	27.2	66.2
2:20	2.76	32.5	28	70.9
2:30	2.73	32.5	28	70.9
2:40	2.68	32.5	28	70.9
2:50	2.64	32.5	28	70.9
3:00	2.59	32.5	28	70.9
3:10	2.55	32.5	28	70.9
3:20	2.51	32.8	28	69.3
3:30	2.47	33	28	68.2
3:40	2.42	32.8	27.8	68.1
3:50	2.37	32.5	27.4	67.4
4:00	2.32	32.5	27	65.1
4:10	2.28	32.5	26.8	64
4:20	2.24	32.5	27	65.1
4:30	2.18	32.5	27	65.1
4:40	2.13	33	27.2	63.7
4:50	2.08	33	28	68.2
5:00	2.02	33	27.5	65.4
5:10	1.97	33	28	68.2
5:20	1.91	32.8	27.8	68.1
5:30	1.87	32.5	28	70.9
5:40	1.84	32.5	28.2	72.1
5:50	1.8	32	28.2	74.9
6:00	1.78	31.8	28.2	76
6:10	1.75	31	27.9	78.8
6:20	1.73	30.8	27.9	80.1
6:30	1.7	30.8	27.8	79.4
6:40	1.67	30.8	27.8	79.4
6:50	1.64	30.8	27.8	79.4

ตารางที่ ค ข้อมูลการทดลอง วันที่ 21/05/55 ผ้า 3 ผืน (ต่อ)

time (h:mm)	wight (kg)	Dry Bulb	Wet Bulb	humidity %Rh
7:00	1.62	30.8	27.5	77.5
7:10	1.6	30.5	27.5	79.3
7:20	1.58	30.5	27.5	79.3
7:30	1.56	30.5	27.5	79.3
7:40	1.53	30.5	27.5	79.3
7:50	1.5	30.5	27.5	79.3
8:00	1.47	30.5	27.5	79.3
8:10	1.45	30.2	27.5	81.2
8:20	1.43	30.2	27.5	81.2
8:30	1.4	30	27.5	82.4
8:40	1.38	30	27.5	82.4
8:50	1.35	30	27.3	81.1
9:00	1.32	30	27.3	81.1
9:10	1.3	29.8	27	80.4
9:20	1.27	29.8	27	80.4
9:30	1.24	29.8	27	80.4
9:40	1.21	29.5	27	82.3
9:50	1.19	29.5	27	82.3
10:00	1.17	29.5	27	82.3
10:10	1.15	29.5	26.8	80.9
10:20	1.14	29	26.8	84.2
10:30	1.135	29	26.8	84.2
10:40	1.132	29	26.8	84.2
10:50	1.13	28.5	26.8	87.5

ภาคผนวก ง
ตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่างการคำนวณ



รูปที่[4.3] กราฟค่าความชื้นมาตรฐานแห้ง

จากรูปที่ 4.3 เป็นกราฟแสดงปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในวัสดุ**เมื่อเทียบกับมวลของวัสดุแห้งได้สมการที่** 2.6 สมการความชื้นมาตรฐานแห้ง

สมการความชื้นมาตรฐานแห้ง

$$M_d = (w_0 - w_f)/w_f$$

เมื่อนาทีที่ 5 ของการทดลอง w_0 = 1.333 kg w_f = 0.42 kg

$$M_d = (1.33 - 0.42)/0.42$$

$$M_d = 2.167$$

เมื่อนาทีที่ 5 **ของการทดลองปริมาณของน้ำในผ้าชื้นมีน้ำหนักเป็น** 2.167 **ของผ้าแห้ง**

สมการหาอัตราการระเหยความชื้นของวัสดุ

$$\dot{m}_d = \frac{w_0 - w_f}{t_f}$$

$$\dot{m}_d = \frac{1.46 - .042}{1.333}$$

$$\dot{m}_d = 0.78$$

จะได้ว่าอัตราการระเหยความชื้นของวัสดุมีค่าเท่ากับ 0.78 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และค่ากำลังไฟฟ้าของระบบปรับอากาศทั้งหมดเท่ากับ 270 วัตต์ นำไปแทนในสมการที่ 2.1 จะได้ ประสิทธิภาพการอบแห้งผ้า

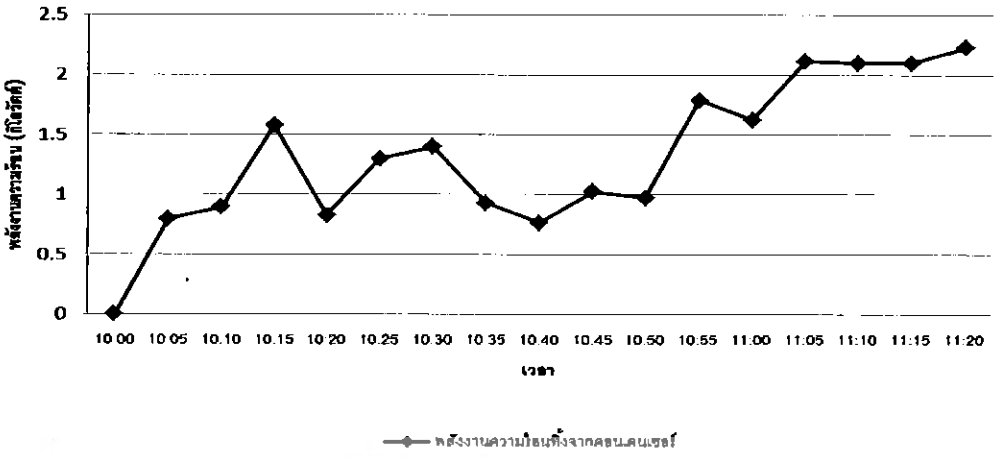
สมการประสิทธิภาพการอบแห้งผ้า

$$SMER = \frac{\dot{m}_d}{\dot{w}_{total}}$$

$$SMER = \frac{0.78}{0.270}$$

$$SMER = 2.889$$

ประสิทธิภาพการอบแห้งผ้าเท่ากับ 2.889



รูปที่[4.4] พลังงานความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์ที่ใช้ในการอบแห้งผ้า

รูปที่ 4.4 กราฟค่าพลังงานที่ได้จากความร้อนทิ้งจากคอนเดนเซอร์เพื่อใช้ในการอบแห้งผ้า โดยคำนวณจากสมการที่ 2.3

สมการหาพลังงานความร้อนที่ใช้ในการอบแห้งผ้า

$$Q_h = C_p \dot{m}(T_3 - T_2)$$

เมื่อนาทีที่ 5 ของการทดลอง

T_2 = 34.71(°C), T_3 = 35.28(°C), C_p(ค่าคงที่) = 1.005(kJ/kg. °C),

$\dot{m}$ = 1.366(kg/s)

$$Q_h = (1.005)(1.366)(35.28 - 34.71)$$

$$Q_h = 0.797$$

ซึ่ง ค่าพลังงานความร้อนอยู่ในช่วง 0.797 – 2.228 กิโลวัตต์ โดยพลังงานความร้อนรวมที่ใช้ในการอบแห้งผ้ามีค่าเท่ากับ 22.440 กิโลวัตต์