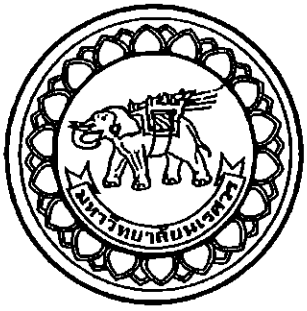


ออกแบบและสร้างเครื่องทำความเย็นแบบระเหย

Design and construction of Evaporative Cooling

นายถนอม ฟักทองอยู่ รหัส 50380980

นายรณภูมิ เกิดแสง รหัส 50381291

นายวสันต์ หลวงฟอง รหัส 50382829

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
21 ก.ค. 2554
ได้รับ.....
เลขทะเบียน 1555243
เลขเรียกหนังสือ วส.
มหาวิทยาลัยนเรศวร 8131 2553

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่อง ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2553

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน ออกแบบและสร้างเครื่องทำความเย็นแบบระเหย

ผู้ดำเนินโครงงาน นายถนอม ฟักทองอยู่ รหัส 50380980

นายรณภูมิ เกิดแสง รหัส 50381291

นายวสันต์ หลวงฟอง รหัส 50382829

ที่ปรึกษาโครงงาน อาจารย์นัทธีธนนท์ พงษ์พานิช

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา 2553

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(อาจารย์นัทธีธนนท์ พงษ์พานิช)

.....กรรมการ

(ดร.อนันต์ชัย อยู่แก้ว)

.....กรรมการ

(ดร.ภานุ พุทธวงศ์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	ออกแบบและสร้างเครื่องทำความเย็นแบบระเหย	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายฉนอม ฟักทองอยู่	รหัส 50380980
	นายรณภูมิ เกิดแสง	รหัส 50381291
	นายวสันต์ หลวงฟอง	รหัส 50382829
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์นัทธ์ธนนท์	พงษ์พานิช
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล	
ภาควิชา	วิศวกรรมเครื่องกล	
ปีการศึกษา	2553	

.....

บทคัดย่อ

การสร้างชุดทดสอบการทำความเย็นแบบระเหย เพื่อทดสอบและหาประสิทธิภาพรวมถึงปัจจัยที่ทำให้การทำงานของระบบการทำความเย็นแบบระเหยทำงานดีที่สุดภายใต้สภาวะต่างๆที่แตกต่างกัน ได้แก่ อัตราไหลของอากาศ อัตราไหลของน้ำที่ผ่านแผ่นระเหยน้ำ ขนาดของแผ่นระเหยน้ำ รวมถึงการทดสอบที่ช่วงเวลาต่างๆในแต่ละวัน จากการทดสอบพบว่าปัจจัยที่มีผลทำให้การทำงานของระบบดังกล่าวมีอัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนดีที่สุด จะขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านแผ่นระเหยน้ำ และขนาดของแผ่นระเหยน้ำตามลำดับ

ส่วนการศึกษาในส่วนการหาประสิทธิภาพของระบบจะขึ้นอยู่กับ ค่าความชื้นในอากาศก่อนเข้าแผ่นระเหยน้ำ ซึ่งค่าอากาศมีความชื้นมากพบว่า ประสิทธิภาพของการทำความเย็นแบบระเหยมีแนวโน้มลดลง

Project title	Design and construction of Evaporative Cooling		
Name	Mr.Tanom	Faktongyoo	ID 50380980
	Mr.Ronnapoom	Keadsang	ID 50381291
	Mr.Wasan	Loungfong	ID 50382829
Project advisor	Mr.Nuttanon	Phongpanich	
Major	Mechanical	Engineering	
Department	Mechanical	Engineering	
Academic year	2010		

.....

Abstract

The production of evaporative cooling test is for the testing and find the efficiency including the factors that cause to the operation of the evaporative cooling system can operate best under different various conditions such as air flow, water flow that flowing through the cooling pad, size of the cooling pad and the testing in the different times in each day. From the testing it was found that the factors that cause to the operation of the system had the best rate of heat exchange are air flow that flowing through the cooling pad and size of the cooling pad. Moreover, the study in the section of the system efficiency depends on the moisture in the air before entering cooling pad and if the air is very humid the efficiency of evaporative cooling will drop.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์นัทธิ์นนท์พงษ์พานิช อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งกรุณาสละเวลา ให้ความรู้และคำแนะนำตลอดการทำโครงงาน

ขอขอบพระคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยพะเยา ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับการทดสอบในโครงงาน

ขอขอบพระคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ให้เงินทุนสำหรับสนับสนุนบางส่วนในการทำโครงงานนี้

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทำโครงงาน

ท้ายที่สุด ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ผู้เป็นที่รัก ผู้ให้กำลังใจและให้โอกาสการศึกษาอันมีค่ายิ่ง

คณะผู้จัดทำ

20 เม.ย. 2554

สารบัญเรื่อง

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญเรื่อง	ง
สารบัญรูป	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตการทำโครงงาน	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 วิธีการดำเนินงาน	2
1.6 แผนการดำเนินงาน	2
1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	4
2.1 ความสัมพันธ์สมบัติอากาศชื้นทางเทอร์โมไดนามิกส์	4
2.2 การทำความเย็นแบบระเหย	7
2.3 สมดุลพลังงานและมวลในกระบวนการทำความเย็นแบบระเหย	9
2.4 ประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบระเหย	10
2.5 หลักการทำงานของ Evaporative cooling pad	11
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12

สารบัญเรื่อง

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานโครงงาน	14
3.1 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน	14
3.2 วิธีการทดสอบ	15
3.3 ข้อมูลที่บันทึก	19
3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่สำคัญใช้ในการสร้าง	20
3.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่สำคัญใช้ในการทดสอบ	25
บทที่ 4 ผลการทดสอบเครื่องทำความเย็นแบบระเหย	26
4.1 ผลการทดสอบของเครื่องทำความเย็นแบบระเหย	26
4.2 การคำนวณประสิทธิภาพของเครื่องทำความเย็นแบบระเหย	33
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	34
5.1 สรุปผลการทดลอง	35
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำโครงงาน	37
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา	37
บรรณานุกรม	38
ภาคผนวก	39

สารบัญรูป

รูป	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงาน	2
2.1 หลักการทำความเย็นแบบระเหย	7
2.2 ระบบทำความเย็นแบบระเหยแบบพ่นฝอย	8
2.3 ระบบทำความเย็นแบบระเหยแบบแผ่นทำความเย็น	8
2.4 การถ่ายเทอากาศในระบบทำความเย็นแบบระเหย	9
2.5 Performance Curve for แผ่นระเหยน้ำ	11
3.1 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน	14
3.2 การทดสอบ Evaporative cooling pad ขนาด 15x30x30	15
3.3 (ก) การวัดความเร็วลมที่ผ่าน Evaporative cooling pad	16
(ข) การปรับระดับความเร็วลม	16
(ค) การปรับอัตราการไหลของน้ำ	16
3.4 (ก) การวัดอุณหภูมิกระเปาะเปียกและอุณหภูมิกระเปาะแห้ง	16
(ข) การวัดความเร็วลมที่ผ่าน Evaporative cooling pad	16
3.5 (ก) การวัดความเร็วลมที่ผ่าน Evaporative cooling pad	17
(ข) การปรับระดับความเร็วลม	17
(ค) การปรับอัตราการไหลของน้ำ	17
3.6 (ก) การวัดความเร็วลมที่ผ่าน Evaporative cooling pad	18
(ข) การปรับระดับความเร็วลม	18
(ค) การปรับอัตราการไหลของน้ำ	18
3.7 การทดสอบ Evaporative cooling pad ขนาด 15x30x60 เซนติเมตร	18
3.8 การทดสอบ Evaporative cooling pad ขนาด 15x30x90 เซนติเมตร	19
3.9 แผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad)	20
3.10 ถาดรองรับน้ำ	21
3.11 ปั๊มน้ำ	21
3.12 ถังเก็บน้ำ	22
3.13 มิเตอร์น้ำ	22
3.14 โครงสร้างชุดทดสอบ	23
3.15 พัดลมขนาดใบพัด 18 นิ้ว	24

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
3.16 เช็ควาล์วและวาล์วต่างๆ	24
3.17 เครื่องวัดอัตราการไหลของลม	25
3.18 เทอร์โมมิเตอร์	25
4.1 สรุปการแลกเปลี่ยนความร้อนเวลา 8.00 – 9.00 น.	26
4.2 สรุปการแลกเปลี่ยนความร้อนเวลา 12.00 – 13.00 น.	27
4.3 สรุปการแลกเปลี่ยนความร้อนเวลา 17.00 – 18.00 น.	27
4.4 สรุปประสิทธิภาพเวลา 8.00 – 9.00 น ที่แผ่นระเหยน้ำขนาดต่างๆ	28
4.5 สรุปประสิทธิภาพเวลา 12.00 – 13.00 น ที่แผ่นระเหยน้ำขนาดต่างๆ	28
4.6 สรุปประสิทธิภาพเวลา 17.00 – 18.00 น ที่แผ่นระเหยน้ำขนาดต่างๆ	29
4.7 สรุปอัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนเวลา 8.00 – 9.00 น ที่แผ่นระเหยน้ำขนาดต่างๆ	29
4.8 สรุปอัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนเวลา 12.00 – 13.00 น ที่แผ่นระเหยน้ำขนาดต่างๆ	30
4.9 สรุปอัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนเวลา 17.00 – 18.00 น ที่แผ่นระเหยน้ำขนาดต่างๆ	30
4.10 สรุปประสิทธิภาพเวลา 8.00 – 9.00 น ที่อัตราการไหลของน้ำต่างๆ	31
4.11 สรุปประสิทธิภาพเวลา 12.00 – 13.00 น ที่อัตราการไหลของน้ำต่างๆ	31
4.12 สรุปประสิทธิภาพเวลา 17.00 – 18.00 น ที่อัตราการไหลของน้ำต่างๆ	32
5.1 สรุปการแลกเปลี่ยนความร้อนต่ออัตราการไหลของน้ำ เวลา 17.00 – 18.00 น.	34
5.2 สรุปประสิทธิภาพต่อขนาดแผ่นระเหยน้ำ เวลา 17.00 – 18.00 น.	34
5.3 สรุปการแลกเปลี่ยนความร้อนต่อขนาดแผ่นระเหยน้ำ เวลา 17.00 – 18.00 น.	35
5.4 สรุปประสิทธิภาพต่ออัตราการไหลของน้ำ เวลา 17.00 – 18.00 น.	35

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน

การทำความเย็นเป็นศาสตร์ที่ประยุกต์จากความรู้ทางวิศวกรรมเครื่องกลได้แก่ หลักการของThermodynamic Heat transfer และ Fluid โดยใช้ระบบไฟฟ้าเป็นแหล่งต้นกำลังและการควบคุม ค่าใช้จ่ายในปัจจุบันการใช้พลังงานสูงเพื่อลดต้นทุนการผลิต คือการใช้พลังงานให้เกิดประสิทธิผลให้มากที่สุด ดังนั้นการทำความเย็นในวิธีต่างๆ จึงถูกศึกษาและทดสอบมากขึ้น

การทำความเย็นแบบระเหย(Evaporative Cooling) เป็นการทำความเย็นอีกรูปแบบหนึ่งที่มีความน่าสนใจในปัจจุบัน โดยมักจะถูกเลือกใช้ในอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์หรือใช้เพื่อลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศ (Air-Condition) โดยอุปกรณ์ดังกล่าวจะมีข้อดีกว่าการทำความเย็นชนิดอื่น นั่นคือมีต้นทุนการผลิตต่ำ ใช้พลังงานในการทำความเย็นน้อย

เพื่อให้เกิดการเรียนรู้เพื่อใช้งาน จึงมีการสร้างชุดทดสอบเครื่องทำความเย็นแบบระเหยขึ้นมา โดยชุดทดสอบจะทำขึ้นเพื่อหาคุณสมบัติการทำงาน ประสิทธิภาพ และนำผลทดสอบที่ได้ไปสรุปเป็นรายงานเพื่อนำเสนอต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

ในการทำโครงงาน เรื่อง ออกแบบและสร้างเครื่องทำความเย็นแบบระเหยเพื่อทำการปรับอากาศและเพิ่มความชื้น ผู้ทำโครงงานได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการทำโครงงานดังนี้

1.2.1 ออกแบบและสร้างเครื่องทำความเย็นแบบระเหยอย่างง่าย

1.2.2 เพื่อศึกษาหลักการทำงานของเครื่องทำความเย็นแบบระเหย

1.2.3 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นแบบระเหย (ต้นแบบ) ในสภาวะต่างๆ

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 ออกแบบและสร้างเครื่องทำความเย็นแบบระเหยโดยใช้วัสดุที่มีตามท้องตลาด

1.3.2 ทดสอบเครื่องทำความเย็นแบบระเหยที่สภาวะต่างๆกันได้แก่อัตราความเร็วลมและอัตราการไหลของน้ำ

1.3.3 สรุปผลการทดสอบเครื่องทำความเย็นแบบระเหย

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ

1.4.1 สามารถออกแบบและสร้างเครื่องทำความเย็นแบบระเหยได้

1.4.2 สามารถแก้ไขปัญหาต่างๆของโครงงานได้

1.4.3 มีความเข้าใจเกี่ยวกับการหลักทำงานของเครื่องทำความเย็นแบบระเหยเป็นอย่างดี

1.4.4 นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับเครื่องทำความเย็นชนิดอื่นๆได้

1.5 วิธีการดำเนินงาน

1.5.1 หาข้อมูลและการทำงานของเครื่องทำความเย็นแบบระเหย

1.5.2 ออกแบบเครื่องทำความเย็นแบบระเหย

1.5.3 สร้างเครื่องทำความเย็นแบบระเหย

1.5.4 ทดสอบเครื่องทำความเย็นแบบระเหยที่สภาวะต่างๆ

1.5.5 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของการทำความเย็นแบบระเหยที่สภาวะต่างๆ

1.5.6 สรุปและจัดทำเป็นรูปเล่มรายงาน

1.6 แผนการดำเนินงาน

กิจกรรม							
สร้างเครื่องทำความเย็นแบบระเหย	→	→					
ทดสอบและตรวจสอบเครื่องทำความเย็นแบบระเหย			→	→			
วิเคราะห์และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น				→	→		
สรุปผลการทำโครงงาน					→	→	
จัดทำรูปเล่มโครงงาน						→	→

รูปที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

1.7.1	พัดลม	1000	บาท
1.7.2	Evaporative cooling pad	1200	บาท
1.7.3	ปั๊มและอุปกรณ์อื่นๆ	800	บาท
	งบประมาณรวม	3000	บาท

บทที่2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันระบบทำความเย็นแบบระเหยเป็นระบบที่มีหลักการทำงานง่ายและไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม แผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad) ที่นำมาใช้ในระบบทำความเย็นแบบระเหยนี้มีผลต่อประสิทธิภาพการทำความเย็นของระบบ เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพของระบบจำเป็นต้องอาศัยทฤษฎีในการวิเคราะห์ดังนี้

2.1 ความสัมพันธ์สมบัติอากาศชื้นทางเทอร์โมไดนามิกส์

ในการศึกษาระบบทำความเย็นแบบระเหย ต้องศึกษาความชื้นในอากาศเนื่องจากในบรรยากาศโดยปกติจะเป็นไอน้ำไม่อิ่มตัว คือเป็นของผสมระหว่างอากาศแห้งและไอน้ำที่อยู่ในอากาศ ซึ่งเป็นสาเหตุให้มีความชื้นอยู่ในบรรยากาศ ดังนั้นในประเทศที่ตั้งอยู่ในสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ความชื้นจะเกิดจากไอน้ำระเหยรวมตัวเข้ากับอากาศแห้งในปริมาณที่สูงซึ่งโดยทั่วไปกระบวนการทำความเย็นแบบระเหยจะไม่เกิดเฉพาะการระเหยตัวของน้ำรวมตัวกับอากาศแห้งเท่านั้นยังต้องอาศัยสมบัติของอากาศต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1.1 ความดันไอ (Vapor pressure, P_w)

ความดันไอ คือ ส่วนของความดันย่อย (Partial pressure) ที่กระทำโดยโมเลกุลของไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศชื้น ถ้าอากาศชื้นอิ่มตัวด้วยไอน้ำความดันนี้จะเรียกว่าความดันไออิ่มตัว (saturated vapor pressure, P_{sat}) โดยค่าความดันไออิ่มตัวจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ

$$P_w = P\left[\frac{T_{db}-T_{wb}}{1514}\right]\left[1+\frac{T_{wb}-273.2}{873}\right] \quad (1)$$

โดยที่

T_{db} คือ อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (°C)

T_{wb} คือ อุณหภูมิกระเปาะเปียก (°C)

P คือ ความดันบรรยากาศ ≈ 101.325 (kPa)

P_w คือ ความดันของไอน้ำในอากาศ (kPa)

2.1.2 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity, R_H)

ความชื้นสัมพัทธ์ คือ อัตราส่วนเชิงมวล (mole fraction) ของมวลน้ำในอากาศต่อมวลน้ำในอากาศอิ่มตัวหรือความดันไอน้ำในอากาศต่อปริมาณไอน้ำสูงสุดที่อากาศนั้นสามารถรับไว้ได้ในอุณหภูมิและความดันบรรยากาศเดียวกัน ซึ่งความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 หรือรายงานในรูปร้อยละตั้งแต่ 0 ถึง 100

$$R_H = \frac{P_w}{P_{sat}} = \frac{M_w}{M_{sat}} \qquad (2)$$

โดยที่

P_w คือ ความดันของไอน้ำในอากาศ (kPa)

P_{sat} คือ ความดันของไอน้ำอิ่มตัวในอากาศ (kPa)

M_w คือ มวลน้ำในอากาศ (kg)

M_{sat} คือ มวลน้ำในอากาศอิ่มตัว (kg)

2.1.3 อัตราส่วนความชื้น (Humidity ratio, w)

อัตราส่วนความชื้นมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ความชื้นจำเพาะ (w) หมายถึงมวลของน้ำที่ระเหยต่อมวลของอากาศแห้ง มีหน่วยเป็น $kg_w/kg_{dry\ air}$

$$w = \frac{M_w}{M_a} = 0.622\frac{P_w}{P-P_w} = 0.622\frac{R_H P_{sat}}{P-R_H P_{sat}} \qquad (3)$$

เมื่อ P คือ ความดันของไอน้ำในอากาศ $\approx$ 101.325 (kPa)

M_a คือ มวลของอากาศแห้ง (kg)

2.1.4 อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-bulb temperature, T_{db})

อุณหภูมิกระเปาะแห้ง คือ อุณหภูมิของอากาศหรืออากาศชื้นที่อ่านจากเทอร์โมมิเตอร์โดยทั่วไป ซึ่งในการวัดจะต้องวัดในสถานที่อากาศถ่ายเทสะดวกเพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้อง

2.1.5 อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet-bulb temperature, T_{wb})

อุณหภูมิกระเปาะเปียกแบ่งได้ 2 แบบ

2.1.5.1 อุณหภูมิกระเปาะเปียกทางไซโครเมติก (Psychometric wet-bulb temperature) คือ อุณหภูมิของอากาศชื้นที่อ่านได้จากเทอร์โมมิเตอร์ที่หุ้มด้วยผ้าชื้น โดยที่ลมเป่าด้วยความเร็วอย่างน้อย 2.5 เมตรต่อวินาที

2.1.5.2 อุณหภูมิกระเปาะเปียกทางเทอร์โมไดนามิกส์ (thermodynamic wet-bulb temperature) คือ อุณหภูมิที่ได้จากการทำให้อุณหภูมิชื้นอิ่มตัวสภาวะแอเดียบาติก

2.1.6 อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Dew-point temperature, T_{dp})

อุณหภูมิจุดน้ำค้าง คือ อุณหภูมิที่ไอน้ำในอากาศเริ่มควบแน่น เมื่ออากาศถูกทำให้เย็นลงที่ความดันคงที่

2.1.7. เอนทาลปีของอากาศชื้น (moisture air enthalpy)

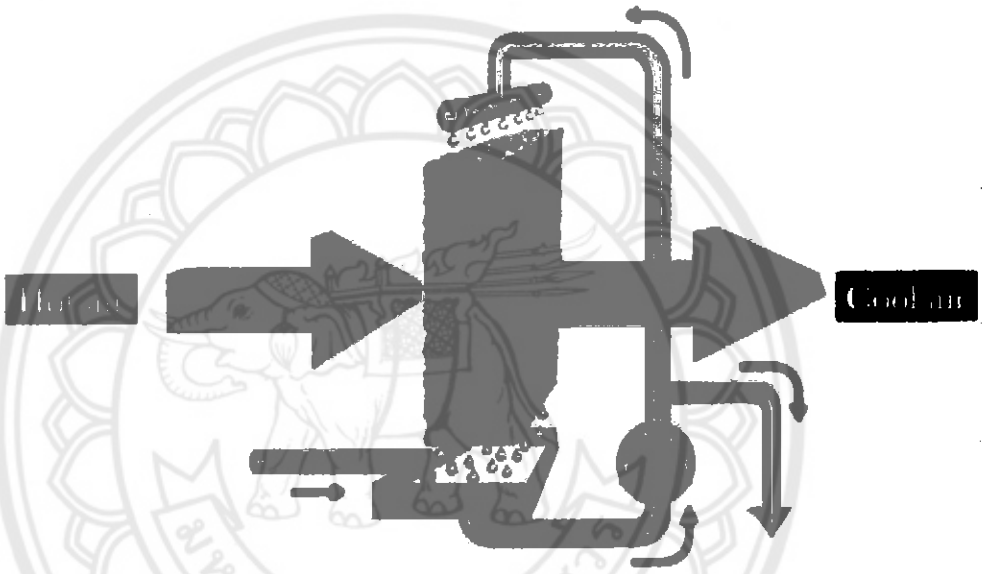
เอนทาลปี คือ ผลรวมระหว่างพลังงานภายในกับพลังงานที่เกิดจากการไหล ดังนั้นถ้ากล่าวถึงเอนทาลปีของความชื้น (h) จะหมายถึงผลรวมของเอนทาลปีของอากาศแห้ง (h_a) และเอนทาลปีของไอน้ำในอากาศ (h_w)

$$h = h_a + wh_w \quad (4)$$

เมื่อ w คือ อัตราส่วนความชื้น ($kg_w/kg_{dry\ air}$)

2.2 การทำความเย็นแบบระเหย (Evaporative cooling)

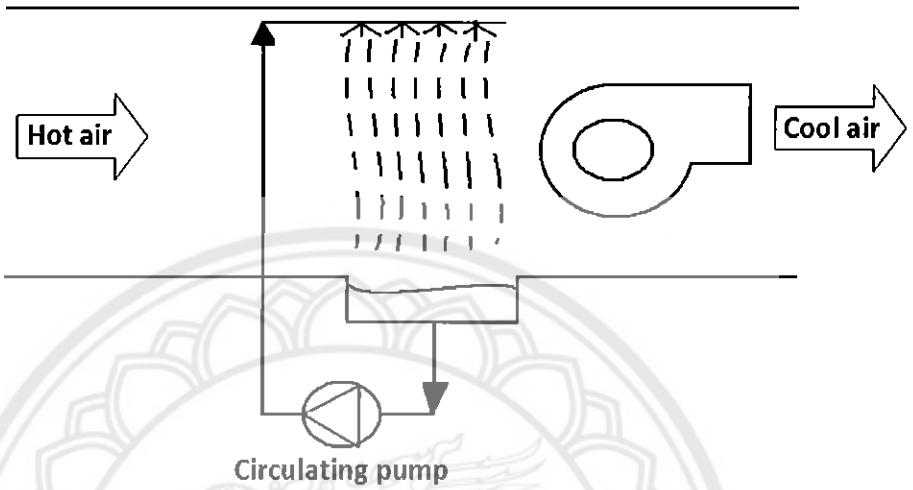
ระบบทำความเย็นแบบระเหย เป็นระบบที่เหมาะสมที่จะใช้ในพื้นที่อากาศแบบร้อนแห้ง ทำงานโดยอาศัยอากาศภายนอกวิ่งผ่านตัวกลาง (Evaporative media) อาจจะเป็นม่านน้ำหรือน้ำโดยตรง อากาศจากภายนอกซึ่งเป็นอากาศร้อนเมื่ออากาศร้อนเคลื่อนที่ผ่านม่านน้ำ น้ำก็จะดึงความร้อนออกจากอากาศ น้ำส่วนหนึ่งจะระเหยและอีกส่วนหนึ่งก็จะตกลงไปยังถาดรองรับน้ำหรือถังเก็บและน้ำที่ถังเก็บจะถูกหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่โดยปั๊ม (pump) ผลที่ได้คืออุณหภูมิของอากาศที่ผ่านม่านน้ำแล้วจะมีอุณหภูมิลดลงเพื่อนำไปใช้ในการทำความเย็นหรือปรับอากาศต่อไป



รูปที่ 2.1 หลักการทำความเย็นแบบระเหย

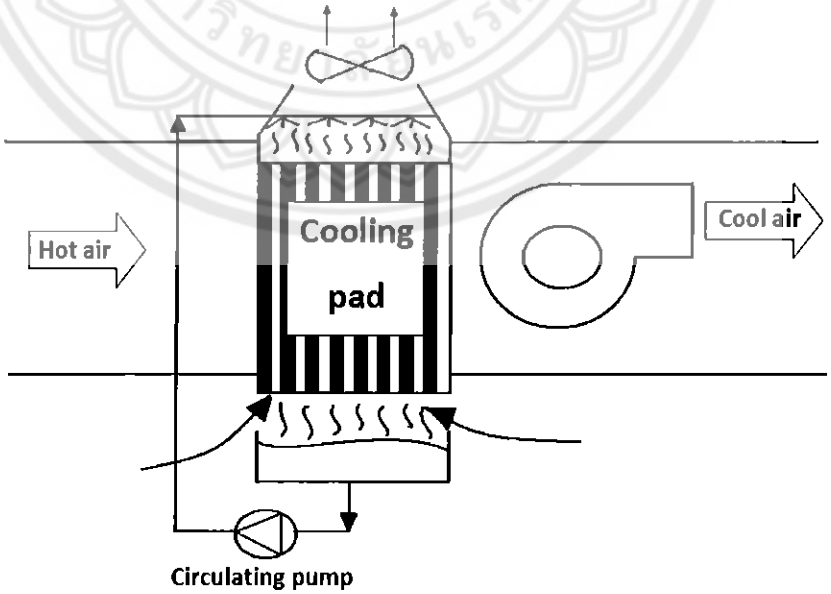
กระบวนการทำความเย็นแบบระเหยสามารถแบ่งการทำงานเป็น 2 แบบ คือ

2.2.1ระบบทำความเย็นแบบระเหยแบบพ่นฝอย เป็นแบบที่พ่นละอองน้ำขนาดเล็กลงมาเพื่อทำให้เกิดระเหยได้ดี มีข้อดีคือไม่มีปัญหาในการต้านทานการเคลื่อนที่ของอากาศและมีประสิทธิภาพในการทำความเย็นสูง แต่จะมีปัญหาเรื่องความชื้นสูงตามประสิทธิภาพด้วย



รูปที่ 2.2 ระบบทำความเย็นแบบระเหยแบบพ่นฝอย

2.2.2 ระบบทำความเย็นแบบระเหยแบบแผ่นทำความเย็น เป็นแบบที่ให้น้ำไหลผ่านตัวกลางที่ถูกออกแบบเป็นช่องรูพรุนมีสมบัติดูดซึมน้ำได้ดีและมีความสามารถทำให้เกิดการระเหยของน้ำเมื่ออากาศผ่านเข้าไปตามช่อง



รูปที่ 2.3 ระบบทำความเย็นแบบระเหยแบบแผ่นทำความเย็น

2.3 สมดุลพลังงานและมวลในกระบวนการทำความเย็นแบบระเหย

กำหนดให้กระบวนการของระบบทำความเย็นแบบระเหยเป็นกระบวนการอะเดียบาติก อุณหภูมิของอากาศอิ่มตัวที่เรียกว่า อุณหภูมิอิ่มตัวแบบอะเดียบาติก (adiabatic saturation temperature) และเนื่องจากมีปริมาณน้ำบางส่วนหายไป ดังนั้นเพื่อให้กระบวนการเป็นแบบกระบวนการคงที่ (steady state) จำเป็นต้องมีน้ำมาชดเชยและความดันที่เกิดขึ้นภายในถือได้ว่าคงที่ เมื่อไม่คิดการเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ สมดุลมวลและสมดุลพลังงานสามารถเขียนได้ดังนี้

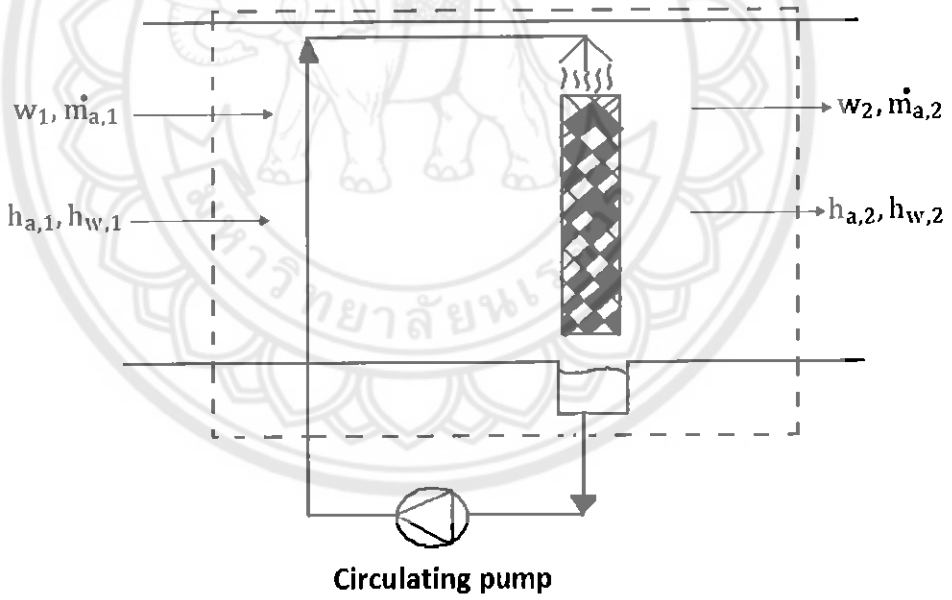
$$\dot{m}_a h_1 + \dot{m}_a(w_2 - w_1)h_1 = \dot{m}_a h_2 \qquad (5)$$

หรือ

$$\dot{m}_a(h_{a1} + w_1 h_{w1}) + \dot{m}_a(w_2 - w_1)h_f = \dot{m}(h_{a2} + w_2 h_{w2}) \qquad (6)$$

และเมื่ออากาศไหลผ่านกระบวนการดังนั้นสมดุลของอากาศ คือ

$$\dot{m}_{a1} = \dot{m}_{a2} \qquad (7)$$



รูปที่ 2.4 การถ่ายเทอากาศในระบบทำความเย็นแบบระเหย

และสมดุลมวลความชื้น

$$\dot{m}_{a1}w_1 + \dot{m}_w w = \dot{m}_{a2}w_2 \quad (8)$$

ดังนั้นปริมาณน้ำที่ระเหยคือ

$$\dot{m}_w = \dot{m}_a(w_2 - w_1) \quad (9)$$

และจากสมาการที่ (5)จะเขียนได้ว่า

$$h_f = \frac{h_2 - h_1}{w_2 - w_1} \quad (10)$$

โดยที่ $h_f < h_w$ และ

$\dot{m}_w$ คือ อัตราการไหลของอากาศชื้น (kg_w/s)

$\dot{m}_a$ คือ อัตราการไหลของอากาศแห้ง ($kg_{dry\ air}/s$)

h_f คือ เอนทาลปีของน้ำที่ผิวเปียก (kJ/kg)

h_1 คือ เอนทาลปีของอากาศก่อนผ่านผิวเปียก (kJ/kg)

h_2 คือ เอนทาลปีของอากาศหลังผ่านผิวเปียก (kJ/kg)

h_{w1} คือ เอนทาลปีของอากาศชื้นก่อนผ่านผิวเปียก (kJ/kg)

h_{w2} คือ เอนทาลปีของอากาศชื้นหลังผ่านผิวเปียก (kJ/kg)

w_1 คือ อัตราส่วนความชื้นเข้า ($kg_w/kg_{dry\ air}$)

w_2 คือ อัตราส่วนความชื้นออก ($kg_w/kg_{dry\ air}$)

2.4 ประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบระเหย

ประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบระเหยจะขึ้นอยู่กับสภาวะของอากาศที่ใกล้สภาวะอิ่มตัว ซึ่งจะเป็นตัวบอกสมรรถนะในการทำงานของระบบการทำความเย็นแบบระเหยโดยทั่วไป แสดงในรูปประสิทธิภาพอิ่มตัว (Saturation efficiency) ซึ่งจะพิจารณาจากผลของอุณหภูมิจากการระเหยของน้ำเมื่อมีอากาศไหลผ่านผิวเปียก ดังนั้นการพิจารณาประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบระเหยสามารถประเมินดังนี้

$$\varepsilon_{ev} = \frac{T_{db,i} - T_{db,o}}{T_{db,i} - T_{wb,i}} \times 100 \quad (11)$$

โดยที่ ε_{ev} คือ ประสิทธิภาพการทำความเย็น (%)

$T_{db,i}$ คือ อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศก่อนผ่านผิวเปียก (°C)

$T_{db,o}$ คือ อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศหลังผ่านผิวเปียก (°C)

$T_{wb,i}$ คือ อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศหลังผ่านผิวเปียก (°C)

ระบบการทำความเย็นแบบระเหยแบบพ่นฝอย จะให้ประสิทธิภาพถึงร้อยละ 90 ถึงร้อยละ 98 ที่ความดัน 25 Psi ของแรงดันหัวฉีดละอองน้ำ ส่วนระบบทำความเย็นแบบระเหยแบบแผ่นทำความเย็นประสิทธิภาพการทำความเย็นจะอยู่ในช่วงค่อนข้างกว้าง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพของอากาศที่

ไหลผ่านพื้นที่และความหนาของแผ่นทำความเย็น รวมทั้งความสามารถในการซึมซับน้ำของแผ่นทำความเย็น ซึ่งโดยทั่วไปจะประมาณร้อยละ 70 ถึงร้อยละ 80 และถ้ามีการบำรุงรักษาประสิทธิภาพสามารถทำได้ถึงร้อยละ90

2.5 หลักการทำงานของแผ่นระเหยน้ำ (Evaporative Cooling Pad)

เมื่ออากาศสัมผัสกับน้ำพลังงานความร้อนในอากาศจะถูกนำไปใช้ในการเปลี่ยนสถานะของน้ำให้กลายเป็นไอทำให้อุณหภูมิของอากาศลดลงมาโดยใช้แผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad)เป็นสื่อ Evaporative cooling pad ประกอบด้วยวัสดุที่มีความสามารถในการดูดซับน้ำได้อย่างดีเยี่ยมมาจัดเรียงในรูปแบบที่มีการจัดสรรพื้นที่สัมผัสน้ำกับอากาศสูงสุด

ข้อดีของแผ่นระเหยน้ำ (Evaporative Cooling Pad)

-เป็นการทำความเย็นที่ประหยัด ลดต้นทุนการผลิต และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

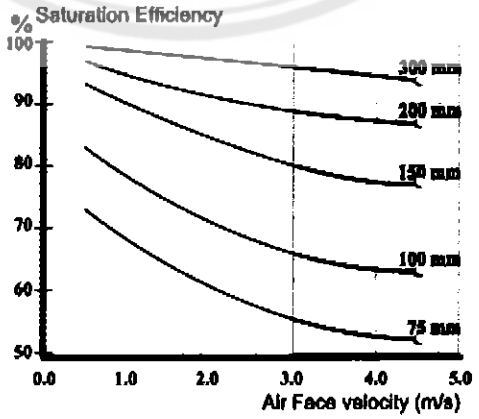
-ป้องกันสิ่งเจือปน ฝุ่นละออง กลิ่น และแมลง ไม่มีละอองน้ำ ไม่เหนียวตัว โดยใช้พลังงานไฟฟ้าเพียง 10% เมื่อเปรียบเทียบกับการทำความเย็นระบบปรับอากาศทั่วไป

-สามารถออกแบบ Mix กับระบบปรับอากาศทั่วไป (Air Condition) ทำให้ใช้พลังงานไฟฟ้าประหยัดลดลง 40-60%

-มีความแข็งแรงทนทาน มีความสามารถในการดูดซับน้ำได้อย่างรวดเร็วแต่ไม่เปื่อยยุ่ย แม้จะต้องใช้งานอยู่ท่ามกลางสภาวะเปียกและแห้งสลับเป็นเวลานานมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

-สามารถใช้งานกับทุกสภาพน้ำและสภาพอากาศ เพียงการเปลี่ยนถ่ายน้ำและทำความสะอาดที่ไม่ยุ่งยาก

-เหมาะสำหรับ บ้านเรือน ห้างร้าน โรงแรม ฟาร์มปศุสัตว์ Event และโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ



รูปที่ 2.5 Performance Curve for แผ่นระเหยน้ำ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Chem, P.L and Huang (Chen, P.L., & Huang, Y.J., 1985) ได้ทำการทดสอบระบบทำความเย็นแบบระเหยระบบ indirect evaporative cooling ที่ใช้ท่อ (tube-type) เปรียบเทียบกับระบบที่ใช้แผ่น (plate-type) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเอนทาลปี (enthalpy effectiveness) พบว่า plate-type จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบ tube-type ประมาณร้อยละ 15 โดยทั้งสองแบบจะมีประสิทธิภาพสูงสุด เมื่อมีอัตราการไหลของอากาศเข้าระบบ 907 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ที่อุณหภูมิกระเปาะแห้ง 42°Cและอุณหภูมิกระเปาะเปียก 35°C โดยมีสภาวะภายในห้องดังนี้ ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60 อุณหภูมิกระเปาะแห้ง 27°C และอุณหภูมิกระเปาะเปียก 21.3°C

Peterson, J.L., and Hunn, B.D., (Peterson, J.L., & Hunn, B.D., 1988) ได้ทำการทดสอบระบบ indirect evaporative cooling โดยการปรับอัตราการไหลของอากาศที่ทางเข้าระบบกับอากาศที่ออกจากระบบ ซึ่งกำหนดให้อากาศเข้าระบบที่ 2667 ลูกบาศก์ฟุตต่อเมตร และอุณหภูมิของอากาศ 35°C และปรับอัตราการไหลของอากาศที่ระบายออกด้วยอัตรา 500 ลูกบาศก์ฟุตต่อเมตร ถึง 2000 ลูกบาศก์ฟุตต่อเมตร จะทำให้อุณหภูมิลดลงอยู่ในช่วง 23°Cถึง29°C

Giabakou, Z.L, and Ballinger, J.A. (Giabakou, Z., & Ballinger, J.A., 1996)ทำการทดลองที่เมืองนิวเซาท์เวล ซึ่งใช้ห้องขนาด 10 x 10 x 2.8 ลูกบาศก์เมตร โดยที่ด้านทิศเหนือมีพื้นที่หน้าต่าง 11.2 ตารางเมตร และทิศใต้มีพื้นที่หน้าต่าง 2.8 ตารางเมตร ที่หน้าต่างทิศเหนือใช้ม่านน้ำซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร และแต่ละเส้นห่างกัน 9 มิลลิเมตร พบว่าที่ความเร็วลม 2.8 เมตรต่อวินาที สามารถลดอุณหภูมิในห้องลงได้สูงสุดประมาณ 12°C โดยภายในห้องมีความชื้นร้อยละ 73.2

ศิริชัย เทพา (ศิริชัย, 2539) ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการทำความเย็นแบบระเหยสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ดหอม โดยการใช้ผิวเปียก พบว่าความสามารถในการลดอุณหภูมิขึ้นอยู่กับระยะทางที่ไหลผ่านผิวเปียกยิ่งระยะทางมากยิ่งช่วยลดอุณหภูมิลงได้มาก โดยจากการทดลองพบว่าจะลดอุณหภูมิลงได้ประมาณ 5°C

Camargo, J.R., aniel Ebinuma, C.D., Silveira ,J.L. (Jose Rui Camargo, Carlos Daniel Ebinuma, Jose Luz Silveira, 2004) ได้เสนองานวิจัยเกี่ยวกับหลักการเบื้องต้นของระบบทำความเย็นแบบระเหยที่ใช้ปรับอากาศในที่พักอาศัยเพื่อให้เกิดความเย็นสบายโดยใช้ระบบทำความเย็นแบบระเหยที่อากาศผ่านตัวกลางสัมผัสน้ำโดยตรงและได้พัฒนาสมการทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนความร้อนโดยพิจารณาประสิทธิภาพของไอน้ำอิ่มตัวและนำเสนอผลการทดสอบของระบบในห้องปฏิบัติการปรับอากาศที่มหาวิทยาลัย Taubate Mechanical Engineering ประเทศบราซิลผลการทดลองที่ใช้พิจารณาการถ่ายเทความร้อนแบบพาความร้อนเป็นรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่าประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบระเหยที่มีพัดลมทำให้เกิดการถ่ายเทอากาศจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศกับความเร็วของอากาศภายนอกที่สัมผัสกับ

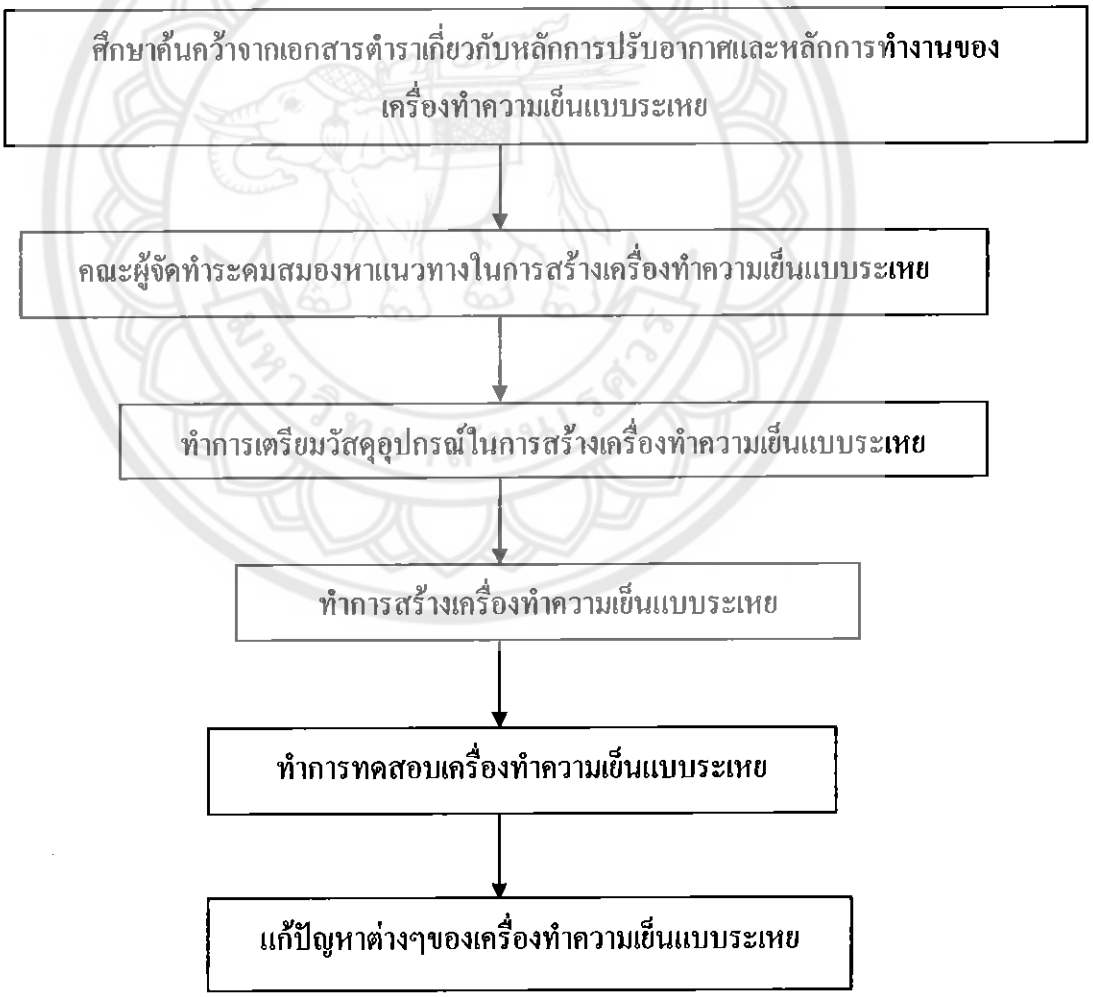
แผ่นทำความเย็นและกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในระบบทำความเย็นแบบระเหยจะขึ้นอยู่กับความเร็วของการไหลของอากาศที่เกิดจากพัดลมของระบบ

บทที่3
วิธีดำเนินงานโครงงาน

การทำโครงงานครั้งนี้เป็นโครงงานเป็นการสร้างเพื่อศึกษาผลทดสอบการใช้งานของเครื่องทำความเย็น ดังนั้น เพื่อให้การดำเนินโครงงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของโครงงาน ผู้จัดทำจึงได้ดำเนินโครงงานดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การดำเนินโครงงานจะศึกษาประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นแบบระเหยและมีการทดสอบความแตกต่างของความเร็วลมว่ามีผลต่อการทำความเย็นหรือไม่และการเปลี่ยนแปลงขนาดของ แผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad) มีผลต่อการทำความเย็นหรือไม่ โดยมีขั้นตอนการดำเนินโครงงานแสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

3.2 วิธีการทดสอบ

การเตรียมการทดสอบ

เมื่อทำการสร้างเครื่องทำความเย็นแบบระเหยสำเร็จแล้ว จากนั้นเติมน้ำใส่ในถังเก็บน้ำแล้ว ทำการเปิดวาล์วต่างๆแล้วเสียบปลั๊กเปิดสวิตซ์ต่างๆให้พร้อมแล้วเปิดปั๊มให้ปั๊มทำงานเมื่อปั๊มทำงาน น้ำจะถูกดึงขึ้นไปรด แผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad) ทำการเปิดปั๊มทิ้งไว้เป็นเวลา 10 นาทีเพื่อให้ แผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad) เปียกชุ่มไปด้วยน้ำ

ขั้นตอนการทดสอบ

การทดสอบจะทดสอบในสามช่วงเวลาคือ 08.00-09.00, 12.00-13.00 และ 17.00-18.00 น. ทดสอบทั้งหมดเป็นเวลา 3 วัน โดยใช้ขนาด แผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad) ทั้งหมด 3 ขนาดคือ 15x30x30,15x30x60 และ15x30x90 เซนติเมตร โดยใช้พัดลมขนาดใบพัด 18 นิ้ว มีแรงลม 3 ระดับ ซึ่งมีขั้นตอนในการทดสอบดังนี้

3.2.1 ใส่ แผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad) ขนาด 15x30x30 เซนติเมตร ลงไปในช่องใส่แผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad) ทำการเปิดปั๊มให้น้ำรด แผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad) เป็นเวลา 10 นาทีเพื่อให้น้ำชุ่ม แผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad) โดยเก็บข้อมูลที่ การปรับระดับความเร็วลม การทดสอบที่ช่วงเวลาต่างๆ การทดสอบโดยปรับอัตราการไหล

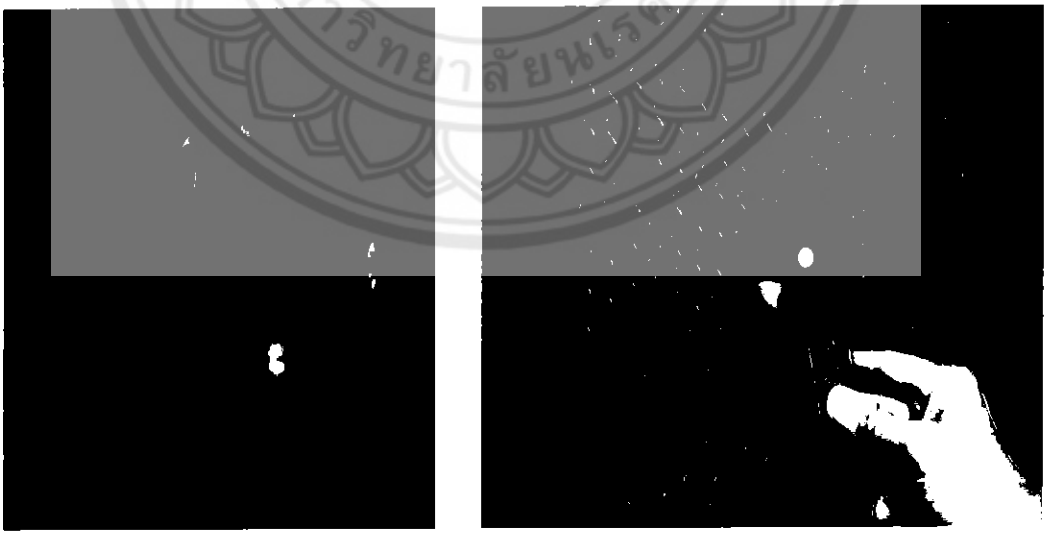
รูปที่ 3.2 การทดสอบ Evaporative cooling pad ขนาด 15x30x30 เซนติเมตร

3.2.2 เปิดพัดลมที่ระดับเบอร์ 1 (1.9 m/s) จากนั้นวัดความเร็วลมโดยการปรับอัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 0.0025 m^3/s, 0.0024 m^3/s, 0.00215 m^3/s, 0.00155 m^3/s ตามลำดับ

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 3.3 (ก) การวัดความเร็วลมที่ผ่านแผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad)
(ข) การปรับระดับความเร็วลม
(ค) การปรับอัตราการไหลของน้ำ

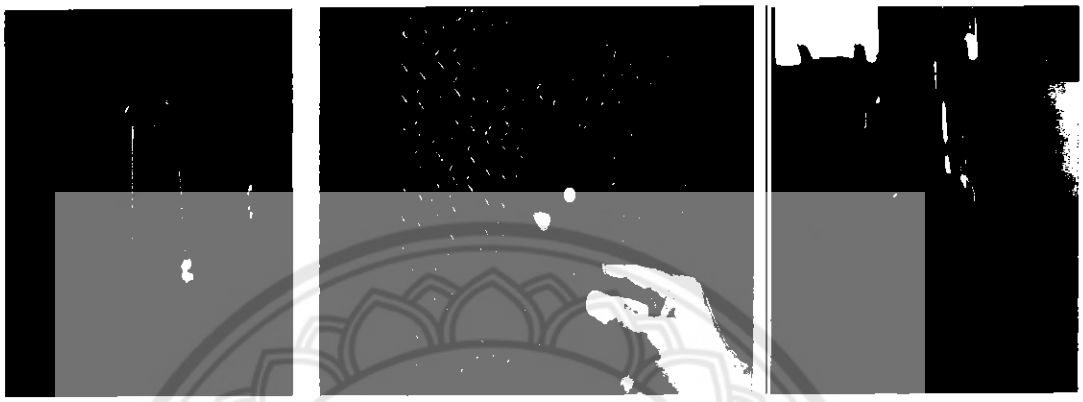
3.2.3 วัดอุณหภูมิกระเปาะเปียกที่หน้าพัดลมและวัดอัตราการไหลของลมที่ด้านหลังแผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad) โดยที่วัดเป็นเวลา 5 นาที



(ก) (ข)

รูปที่ 3.4 (ก) การวัดอุณหภูมิกระเปาะเปียกและอุณหภูมิกระเปาะแห้ง
(ข) การวัดความเร็วลมที่ผ่านแผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad)

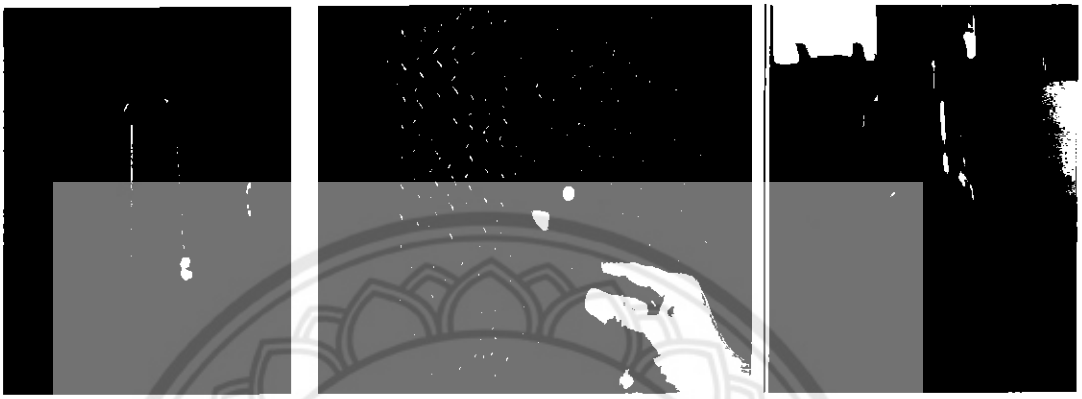
3.2.4 เปลี่ยนระดับความเร็วลมที่ระดับเบอร์ 2 (2.4 m/s) แล้ววัดอัตราการไหลของลมโดยที่ขนาด แผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad) เท่าเดิมแล้วทำการวัดอุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียก โดยการปรับอัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 0.0025 m^3/s , 0.0024 m^3/s, 0.00215 m^3/s, 0.00155 m^3/s ตามลำดับ



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 3.5 (ก) การวัดอุณหภูมิกระเปาะเปียกและอุณหภูมิกระเปาะแห้ง
(ข) การวัดความเร็วลมที่ผ่านแผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad)
(ค) การปรับอัตราการไหลของน้ำ

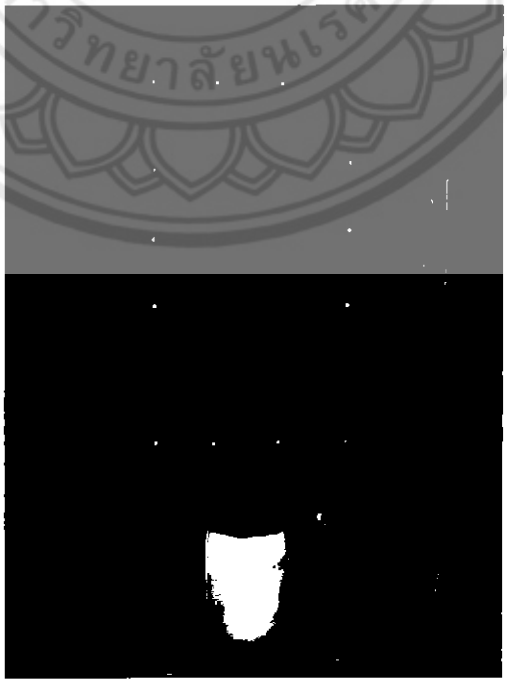
3.2.5 เปลี่ยนระดับความเร็วลมที่ระดับเบอร์ 3 (2.9 m/s) แล้ววัดอัตราการไหลของลมโดยที่ขนาด แผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad) เท่าเดิมแล้วทำการวัดอุณหภูมิกระเปาะแห้งและกระเปาะเปียก โดยการปรับอัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 0.0025 m^3/s , 0.0024 m^3/s, 0.00215 m^3/s, 0.00155 m^3/s ตามลำดับ



(ก) (ข) (ค)

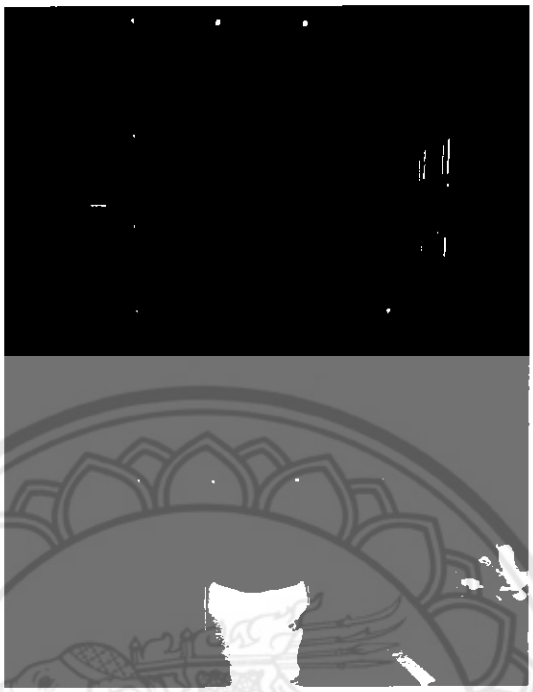
รูปที่ 3.6 (ก) การวัดอุณหภูมิกระเปาะเปียกและอุณหภูมิกระเปาะแห้ง
(ข) การวัดความเร็วลมที่ผ่านแผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad)
(ค) การปรับอัตราการไหลของน้ำ

3.2.6 ทำการเปลี่ยนขนาดแผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad) เป็น15x30x60 เซนติเมตรแล้วทำการทดลองซ้ำจากข้อ 3.2.2-3.2.5



รูปที่ 3.7 การทดสอบ Evaporative cooling pad ขนาด 15x30x60 เซนติเมตร

3.2.7 ทำการเปลี่ยนขนาด แผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad) 15x30x90 เซนติเมตร แล้วทำการทดลองซ้ำจากข้อ 3.2.2-3.2.5



รูปที่ 3.8 การทดสอบ Evaporative cooling pad ขนาด 15x30x90 เซนติเมตร

3.3 ข้อมูลที่บันทึก

3.3.1 วัน เดือน ปี และเวลาที่ทำการทดสอบ

3.3.2 อุณหภูมิ

3.3.3 ความชื้น

3.3.4 อัตราการไหลของลม

3.3.5 ขนาดแผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad)

3.3.6 อัตราการไหลของน้ำ

3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่สำคัญใช้ในการสร้างมีดังนี้

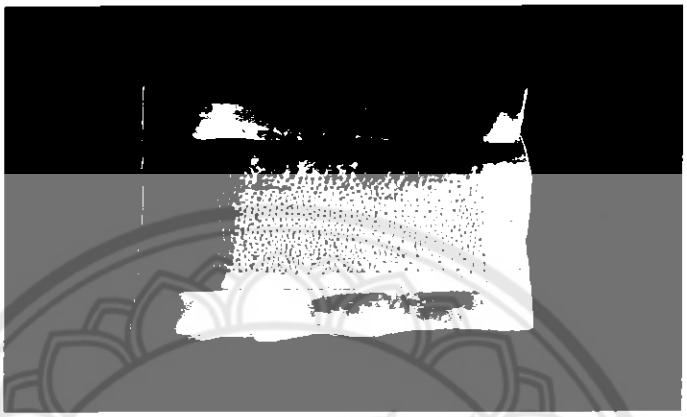
3.4.1 แผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad)

แผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad) เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัท UT Engineering International Co.,Ltd ประกอบด้วยวัสดุที่มีความสามารถในการดูดซับน้ำได้อย่างดีเยี่ยมมาจัดเรียงในรูปแบบที่มีการจัดสรรพื้นที่สัมผัสน้ำกับอากาศสูงสุดจึงสามารถขยายผลปรากฏการณ์ทางธรรมชาติดังกล่าวให้เป็นทางเลือกในการทำความเย็นที่ประหยัดและคุ้มค่า เมื่ออากาศร้อนผ่านแผงแผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad) ที่หล่อเลี้ยงด้วยน้ำจะทำให้อากาศมีอุณหภูมิต่ำลง

รูปที่ 3.9 แผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad)

3.4.2 ถาดรองรับน้ำ

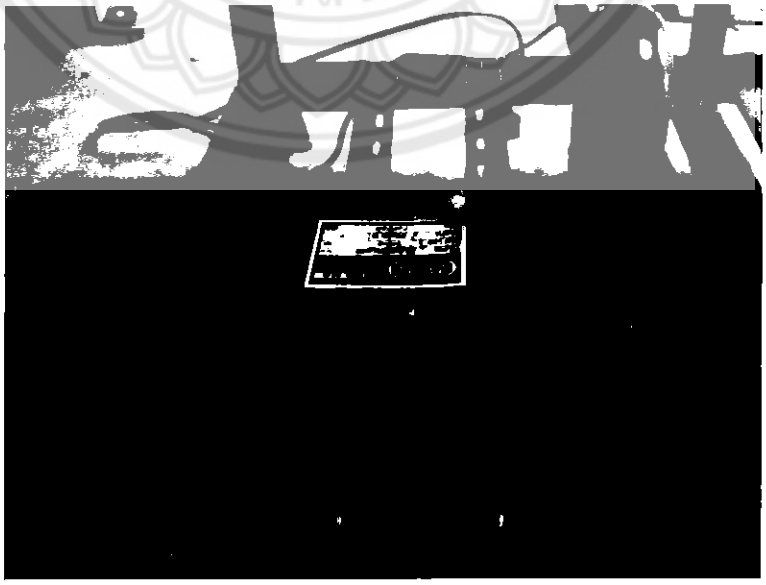
ถาดรองรับน้ำเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับรองรับน้ำที่ตกลงมาจาก แผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad) ซึ่งมีขนาดรูที่เจาะเท่ากับ ¼ นิ้วและเป็นตัวพักน้ำก่อนเข้าสู่ถังเก็บ



รูปที่ 3.10 ถาดรองรับน้ำ

3.4.3 ปั๊มน้ำ

ปั๊มน้ำเป็นอุปกรณ์สำหรับดึงน้ำจากถังไปผ่านแผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad) เป็นปั๊มขนาด Q. max 32 L/min Suct.L.max 9 m Out Put 370 W Disc.L.max 32 m Volt 220 r.p.m 2850



รูปที่ 3.11 ปั๊มน้ำ

3.4.4 ถังเก็บน้ำ

ถังเก็บน้ำเป็นอุปกรณ์สำหรับกักเก็บน้ำเพื่อให้ปั๊มดูดไปใช้ในการรดแผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad)

รูปที่ 3.12 ถังสำหรับกักเก็บน้ำ

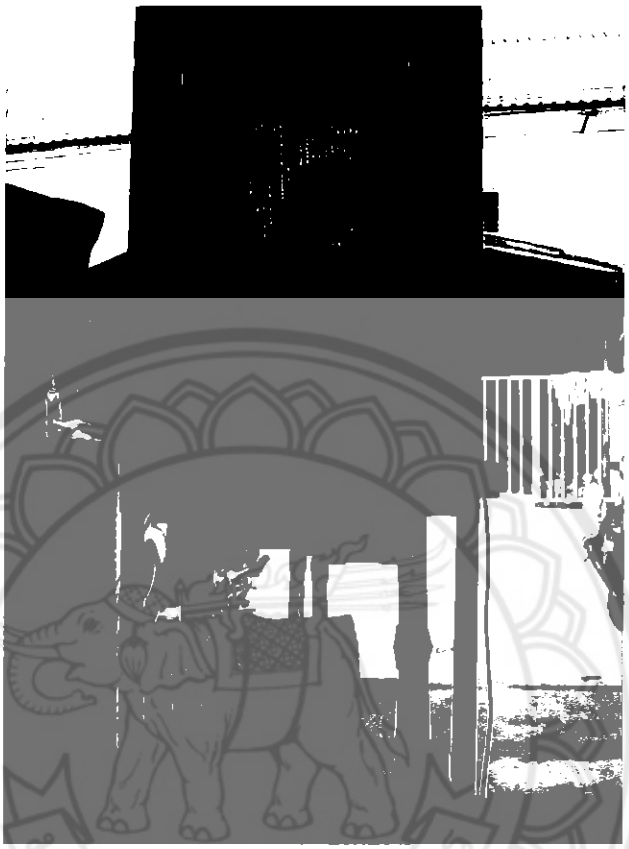
3.4.5 มิเตอร์น้ำ

มิเตอร์น้ำเป็นอุปกรณ์สำหรับดูอัตราการไหลของน้ำ

รูปที่ 3.13 มิเตอร์น้ำ

3.4.6 โครงสร้างชุดทดสอบ

โครงสร้างชุดทดสอบทำจากวัสดุเหล็กฉากขนาด $1^{1}/_{2}$ นิ้ว



รูปที่ 3.14 โครงสร้างชุดทดสอบ

3.4.7 พัดลมขนาดใบ 18 นิ้ว

พัดลมขนาดใบพัด 18 นิ้วเป็นอุปกรณ์สำหรับพาความเย็นออกจากแผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad) ไปสู่สิ่งแวดล้อม

รูปที่ 3.15 พัดลมขนาดใบพัด 18 นิ้ว

3.4.8 ปั๊มและอุปกรณ์ประกอบปั๊มและวาล์วต่างๆ

ปั๊มและอุปกรณ์ประกอบปั๊มและวาล์วต่างๆเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่สูบน้ำขึ้นไปรด แผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad)

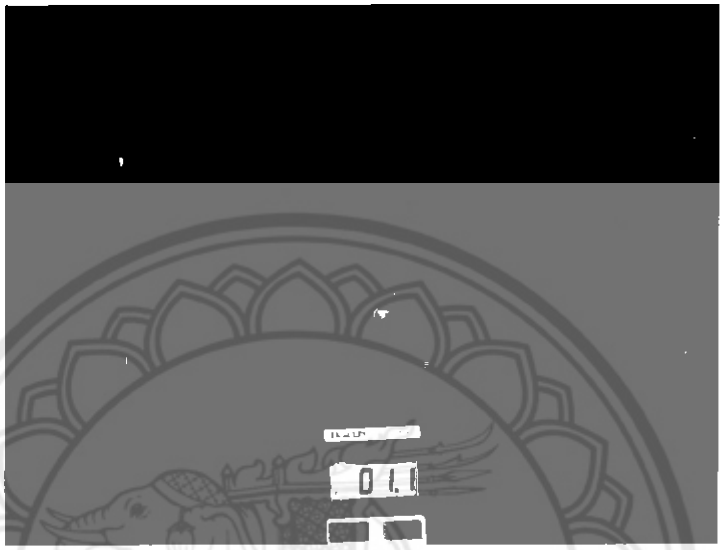
รูปที่ 3.16 เช็ควาล์วและวาล์วต่างๆ

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

3.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่สำคัญใช้ในการทดสอบ

3.5.1 เครื่องวัดอัตราการไหลของลม

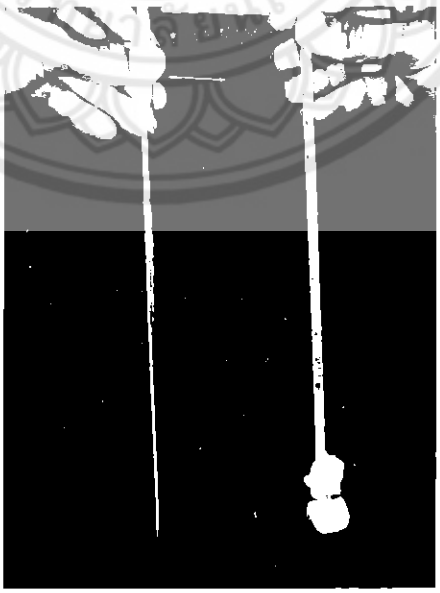
เครื่องวัดอัตราการไหลของลมเป็นอุปกรณ์สำหรับวัดอัตราการไหลของลมที่ไหลก่อนเข้าแผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad)



รูปที่ 3.17 เครื่องวัดอัตราการไหลของลม

3.5.2 เทอร์โมมิเตอร์

ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิกระเปาะแห้งและอุณหภูมิเปียก



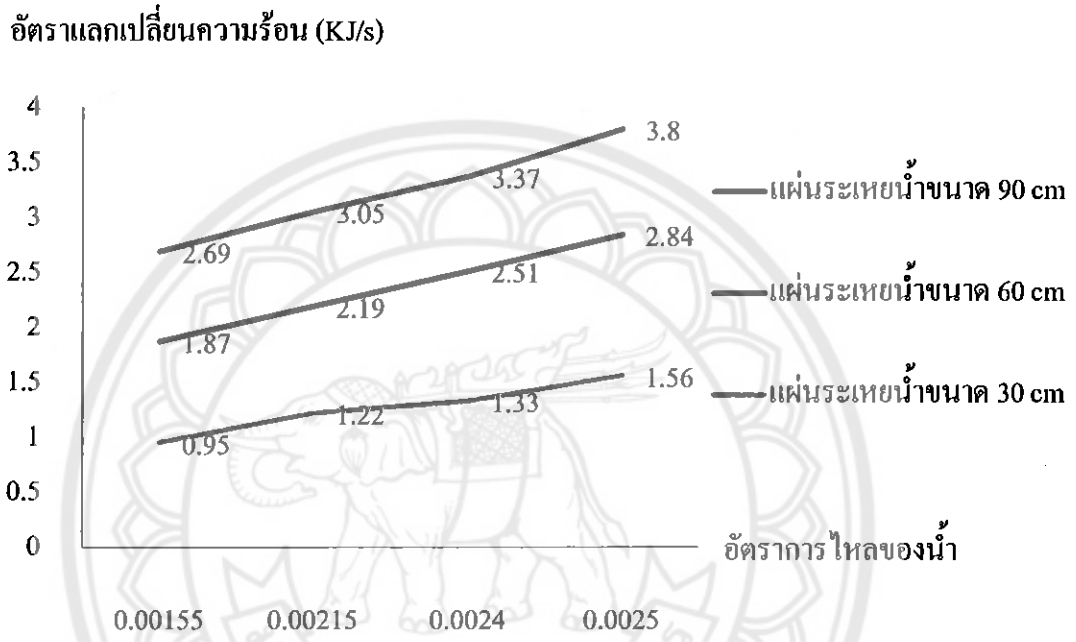
รูปที่ 3.18 เทอร์โมมิเตอร์

1555243
ว5.
ส1310
2553

บทที่ 4
ผลการทดสอบของเครื่องทำความเย็นแบบระเหย

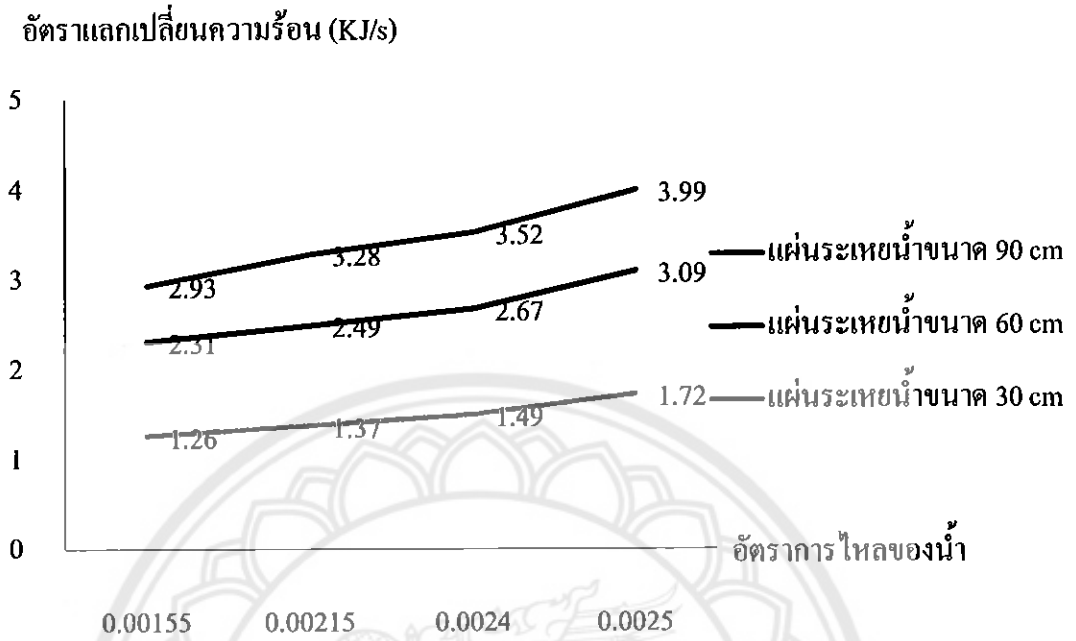
4.1 ผลการทดสอบของเครื่องทำความเย็นแบบระเหย

กราฟสรุป การแลกเปลี่ยนความร้อนเวลา 8.00 – 9.00 น ที่อัตราการไหลของน้ำต่างๆ



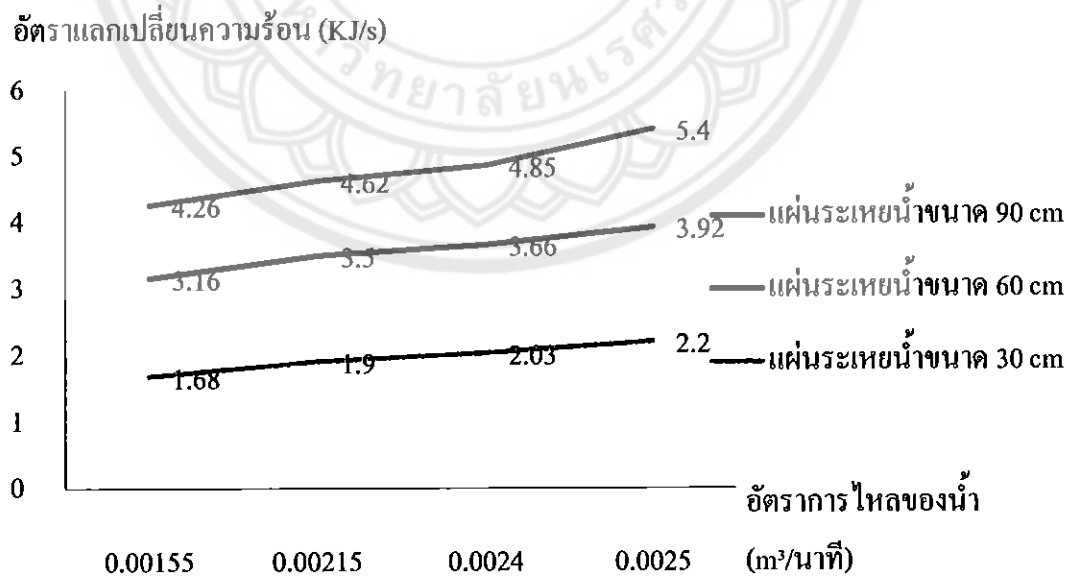
รูปที่ 4.1 สรุปการแลกเปลี่ยนความร้อนเวลา 8.00 – 9.00 น.

กราฟสรุป การแลกเปลี่ยนความร้อนเวลา 12.00 – 13.00 น ที่อัตราการไหลของน้ำต่างๆ



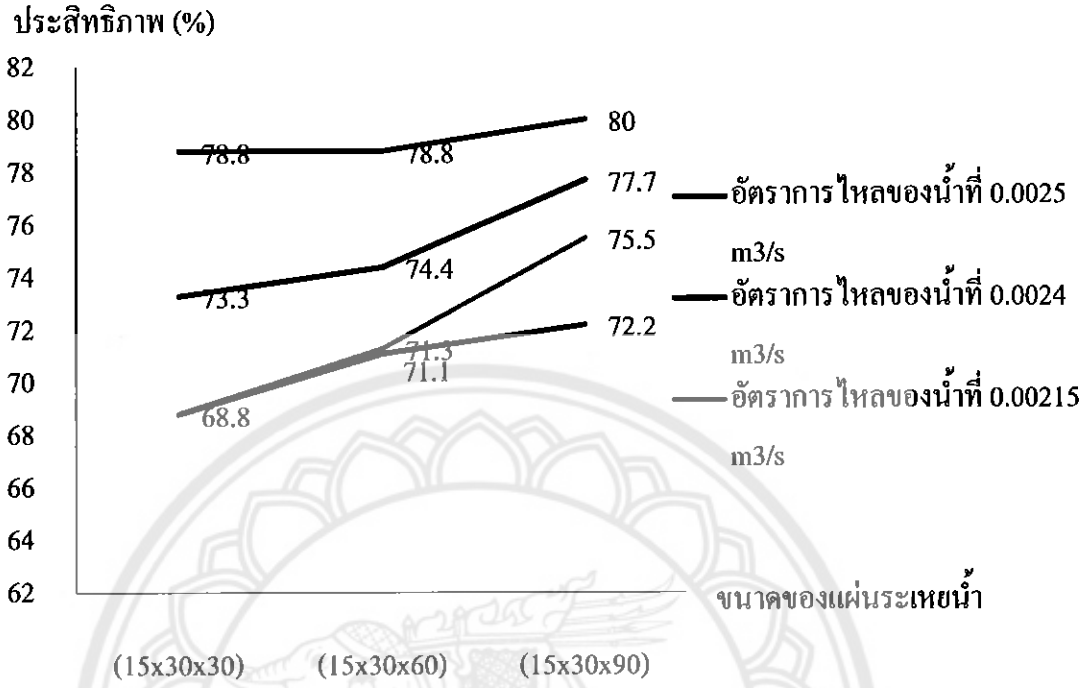
รูปที่ 4.2 สรุปการแลกเปลี่ยนความร้อนเวลา 12.00 – 13.00 น.

กราฟสรุป การแลกเปลี่ยนความร้อนเวลา 17.00 – 18.00 น ที่อัตราการไหลของน้ำต่างๆ



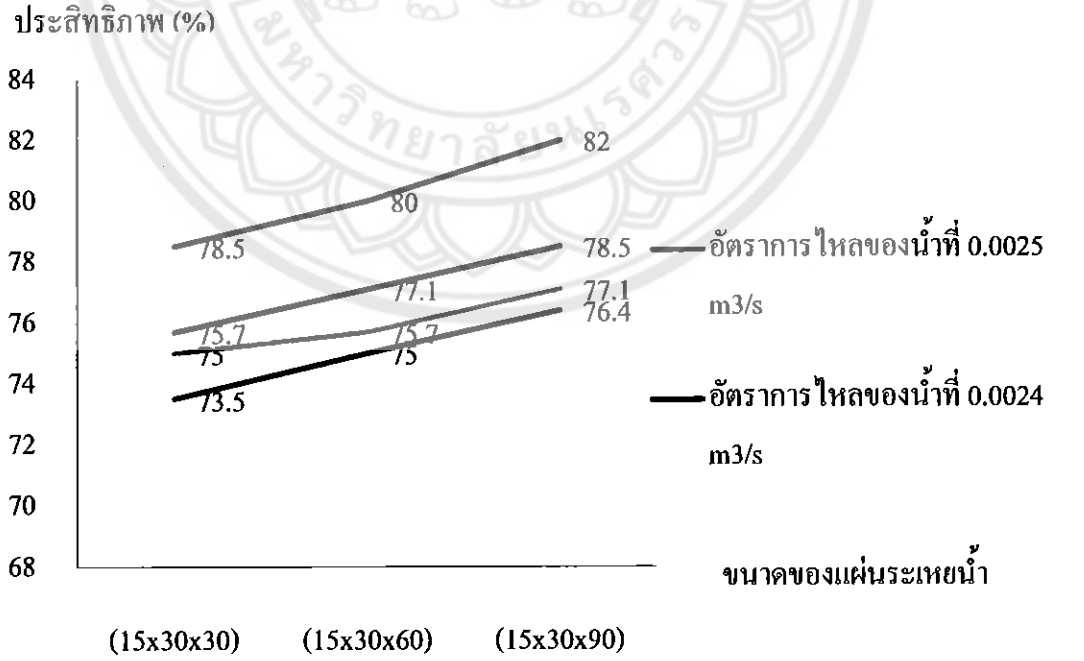
รูปที่ 4.3 สรุปการแลกเปลี่ยนความร้อนเวลา 17.00 – 18.00 น.

กราฟสรุป ประสิทธิภาพเวลา 8.00 – 9.00 น ที่แผ่นระเหยน้ำขนาดต่างๆ



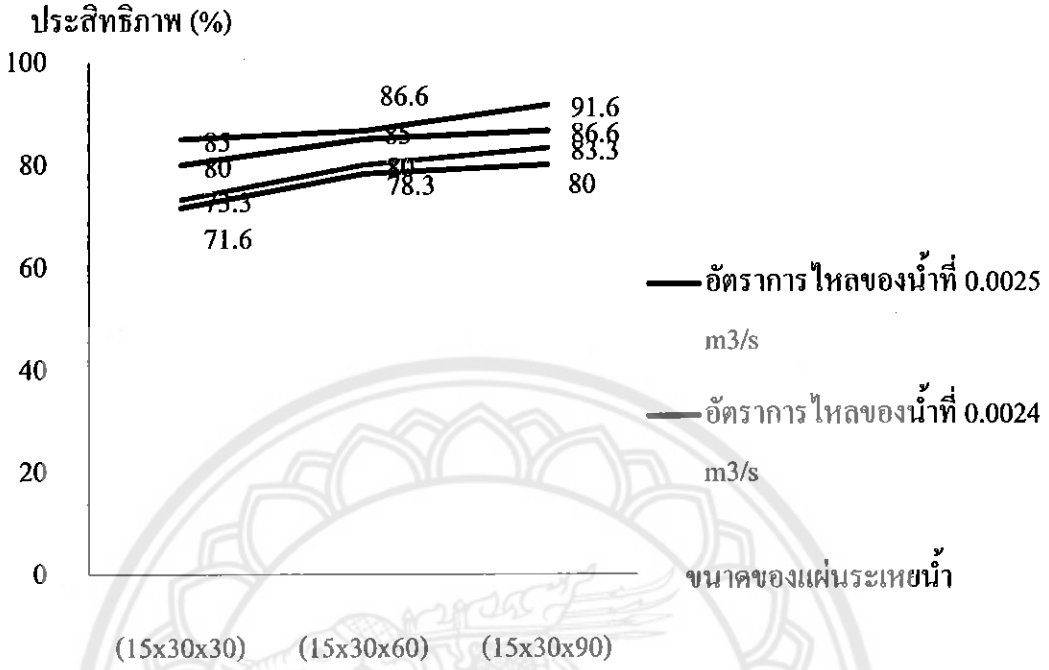
รูปที่ 4.4 สรุปประสิทธิภาพเวลา 8.00 – 9.00 น ที่แผ่นระเหยน้ำขนาดต่างๆ

กราฟสรุป ประสิทธิภาพเวลา 12.00 – 13.00 น ที่แผ่นระเหยน้ำขนาดต่างๆ



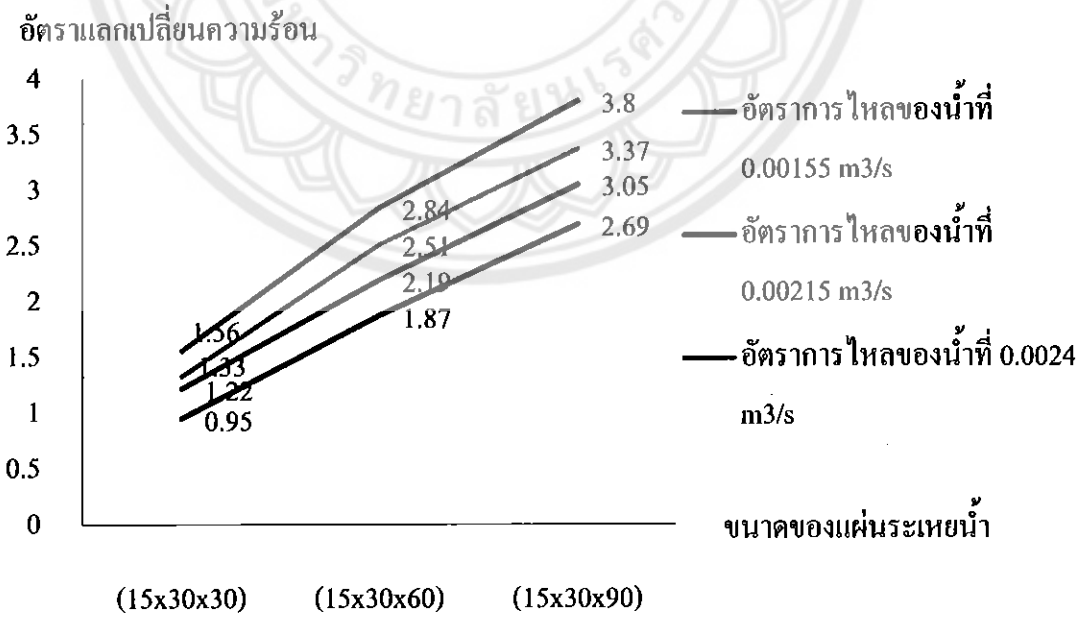
รูปที่ 4.5 สรุปประสิทธิภาพเวลา 12.00 – 13.00 น ที่แผ่นระเหยน้ำขนาดต่างๆ

กราฟสรุป ประสิทธิภาพเวลา 17.00 – 18.00 น ที่แผ่นระเหยน้ำขนาดต่างๆ



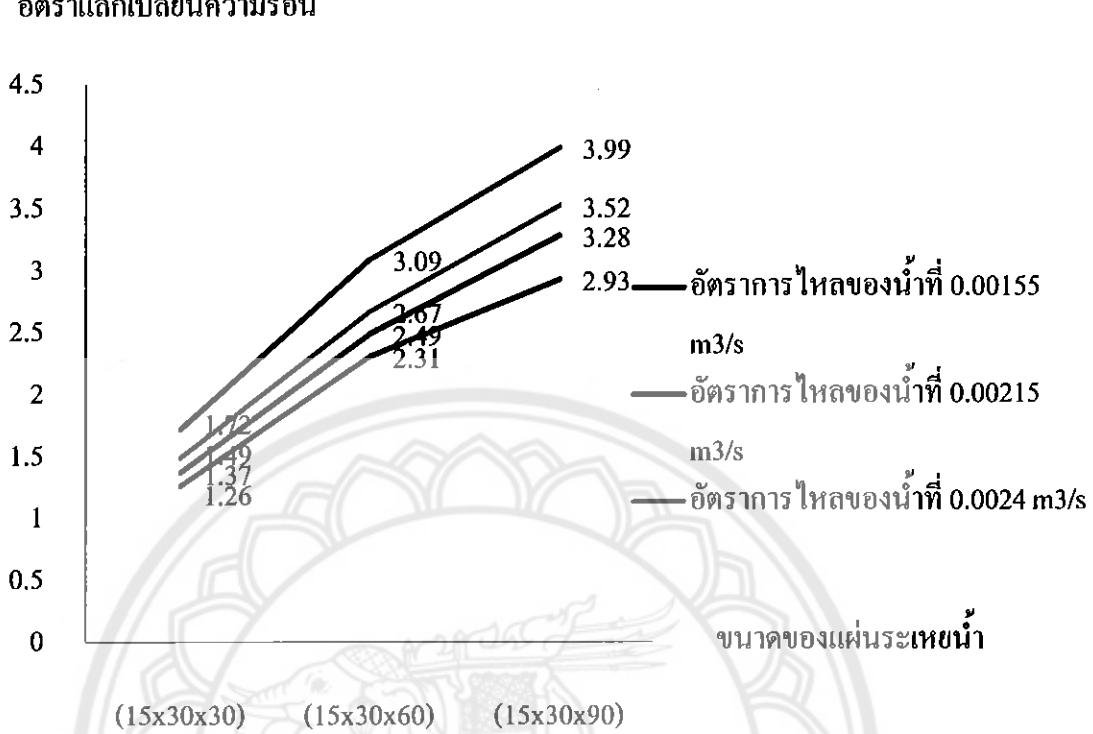
รูปที่ 4.6 สรุปประสิทธิภาพเวลา 17.00 – 18.00 น ที่แผ่นระเหยน้ำขนาดต่างๆ

กราฟสรุป อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนเวลา 8.00 – 9.00 น ที่แผ่นระเหยน้ำขนาดต่างๆ



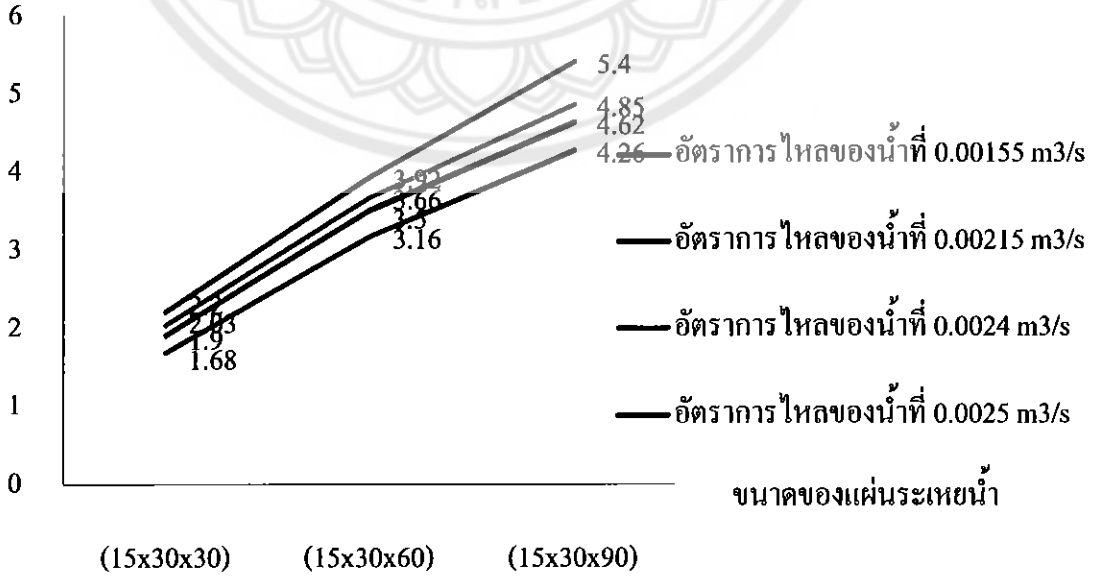
รูปที่ 4.7 สรุปอัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนเวลา 8.00 – 9.00 น ที่แผ่นระเหยน้ำขนาดต่างๆ

กราฟสรุป อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนเวลา 12.00 – 13.00 น ที่แผ่นระเหยน้ำขนาดต่างๆ



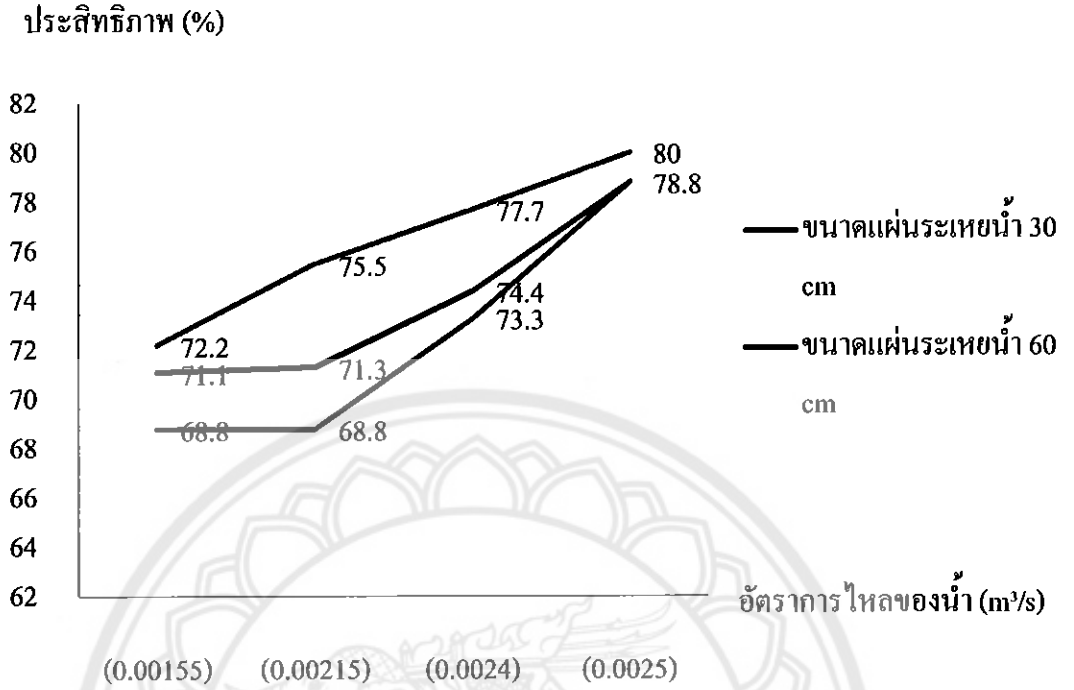
รูปที่ 4.8 สรุปอัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนเวลา 12.00 – 13.00 น ที่แผ่นระเหยน้ำขนาดต่างๆ

กราฟสรุป อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนเวลา 17.00 – 18.00 น ที่แผ่นระเหยน้ำขนาดต่างๆ



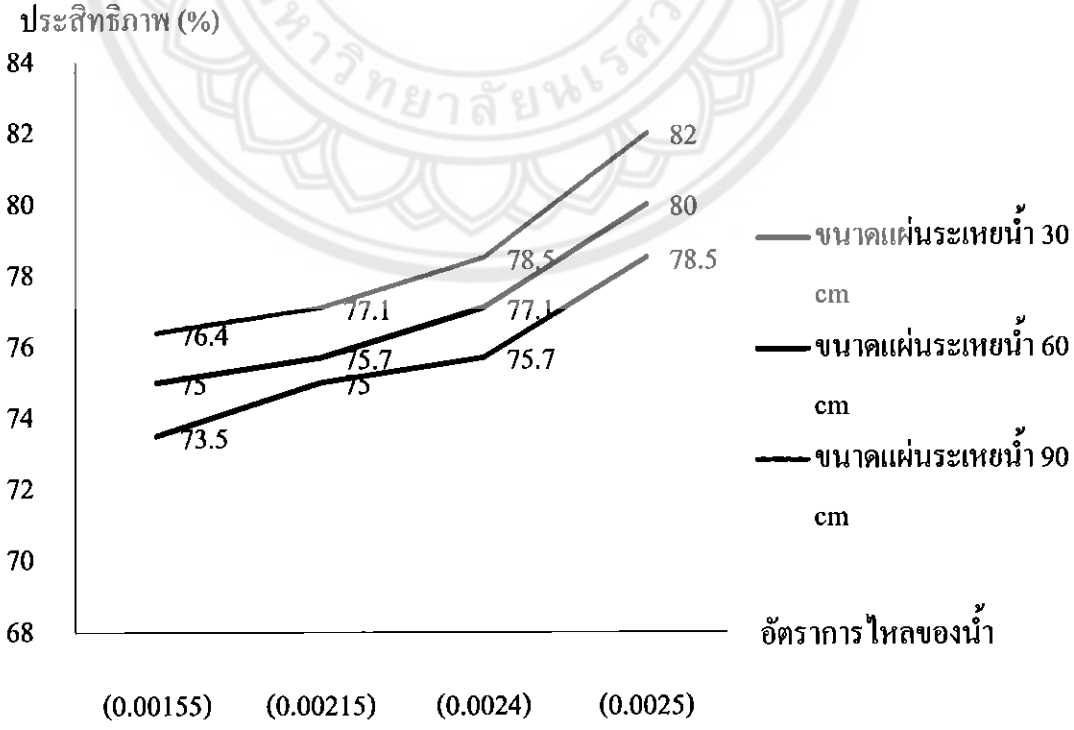
รูปที่ 4.9 สรุปอัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนเวลา 17.00 – 18.00 น ที่แผ่นระเหยน้ำขนาดต่างๆ

กราฟสรุป ประสิทธิภาพเวลา 8.00 – 9.00 น ที่อัตราการไหลของน้ำต่างๆ



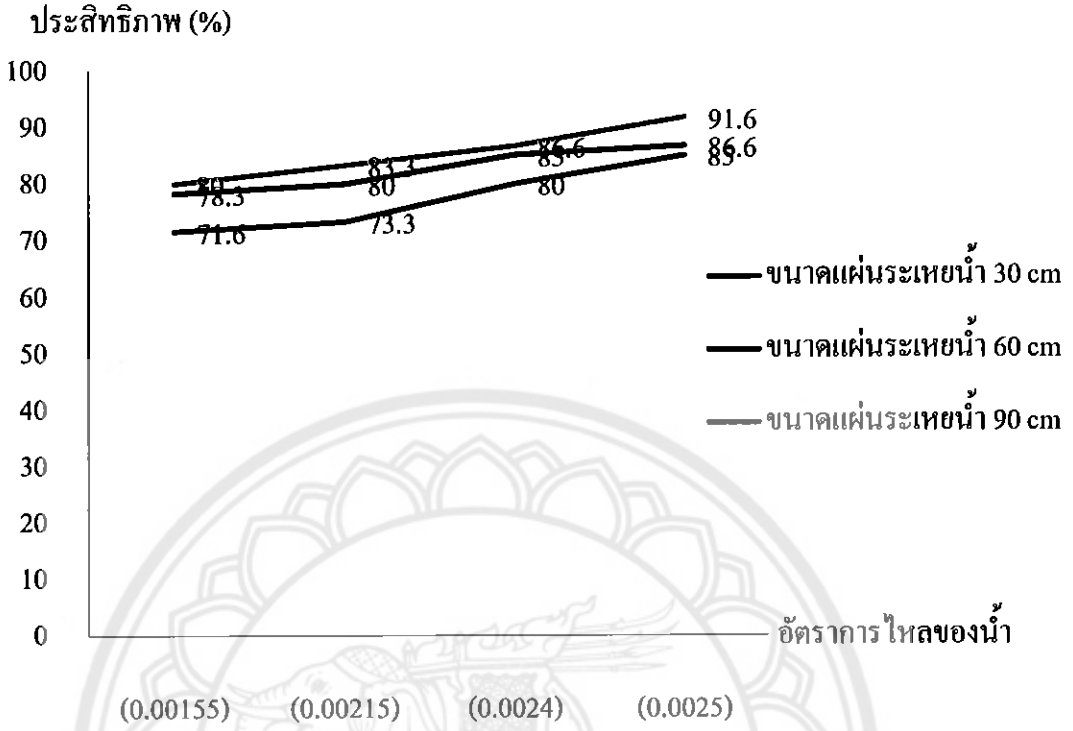
รูปที่ 4.10 สรุปประสิทธิภาพเวลา 8.00 – 9.00 น ที่อัตราการไหลของน้ำต่างๆ

กราฟสรุป ประสิทธิภาพเวลา 12.00 – 13.00 น ที่อัตราการไหลของน้ำต่างๆ



รูปที่ 4.11 สรุปประสิทธิภาพเวลา 12.00 – 13.00 น ที่อัตราการไหลของน้ำต่างๆ

กราฟสรุป ประสิทธิภาพเวลา 17.00 – 18.00 น ที่อัตราการไหลของน้ำต่างๆ



รูปที่ 4.12 สรุปประสิทธิภาพเวลา 17.00 – 18.00 น ที่อัตราการไหลของน้ำต่างๆ

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องทำความเย็นแบบระเหย

จากสมการที่ 11 ในบทที่ 2 จะได้ว่า

$$\varepsilon_{ev} = \frac{T_{db,i} - T_{db,0}}{T_{db,i} - T_{wb,i}} \times 100$$

โดยที่ $T_{db,i}$ เท่ากับ 32 °C

$T_{db,0}$ เท่ากับ 21.6 °°C

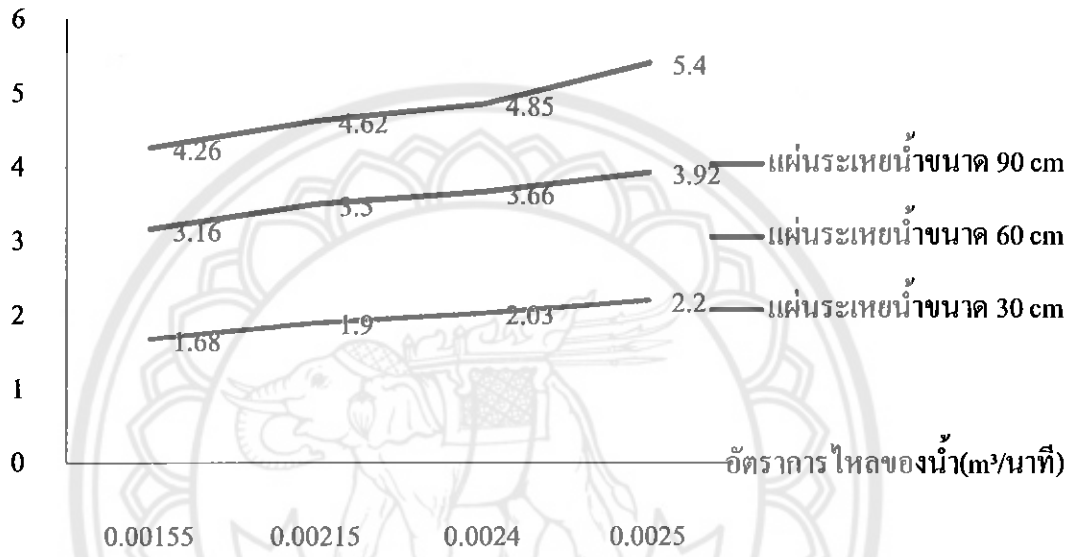
$T_{wb,i}$ เท่ากับ 226 °°C

$$\varepsilon_{ev} = \frac{32 - 26.5}{32 - 26} \times 100$$

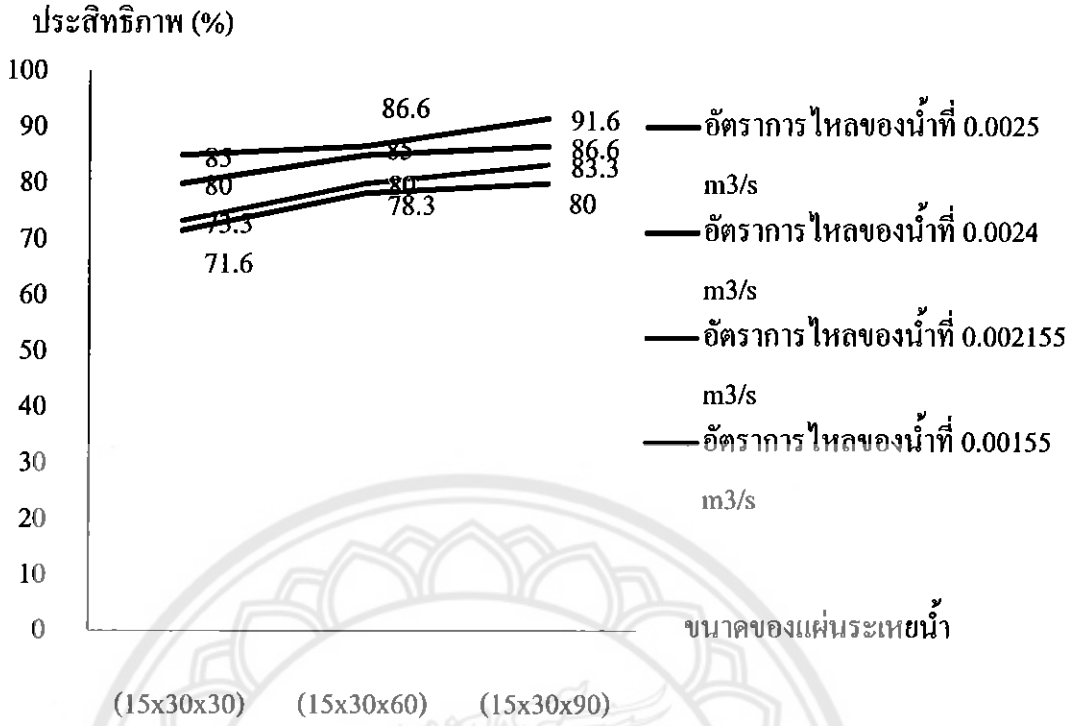
$$= 0.9166 \text{ หรือ } 91.66\%$$

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

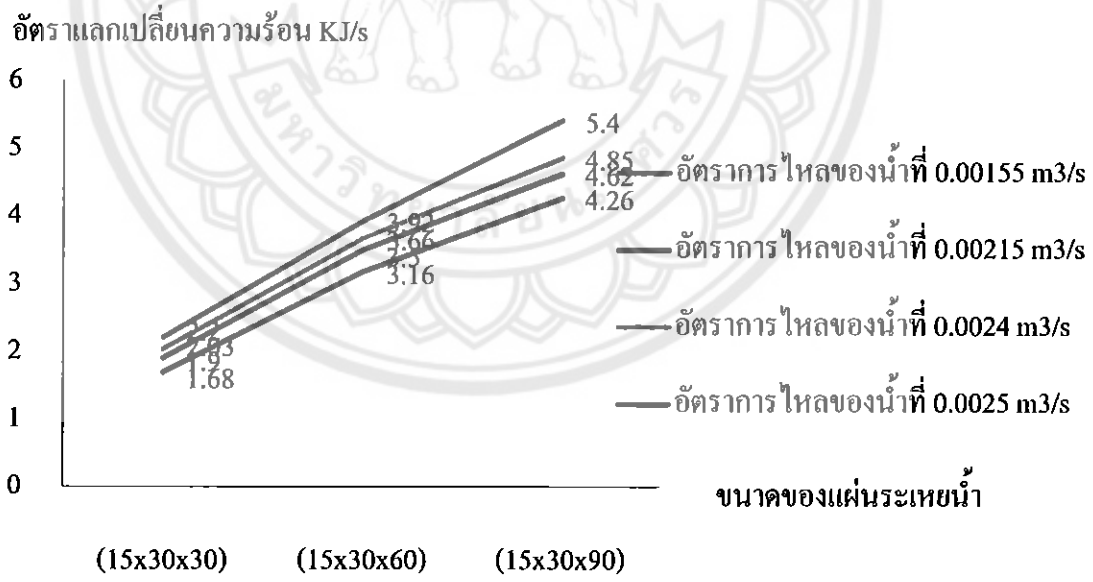
5.1 สรุปผลการทดลอง



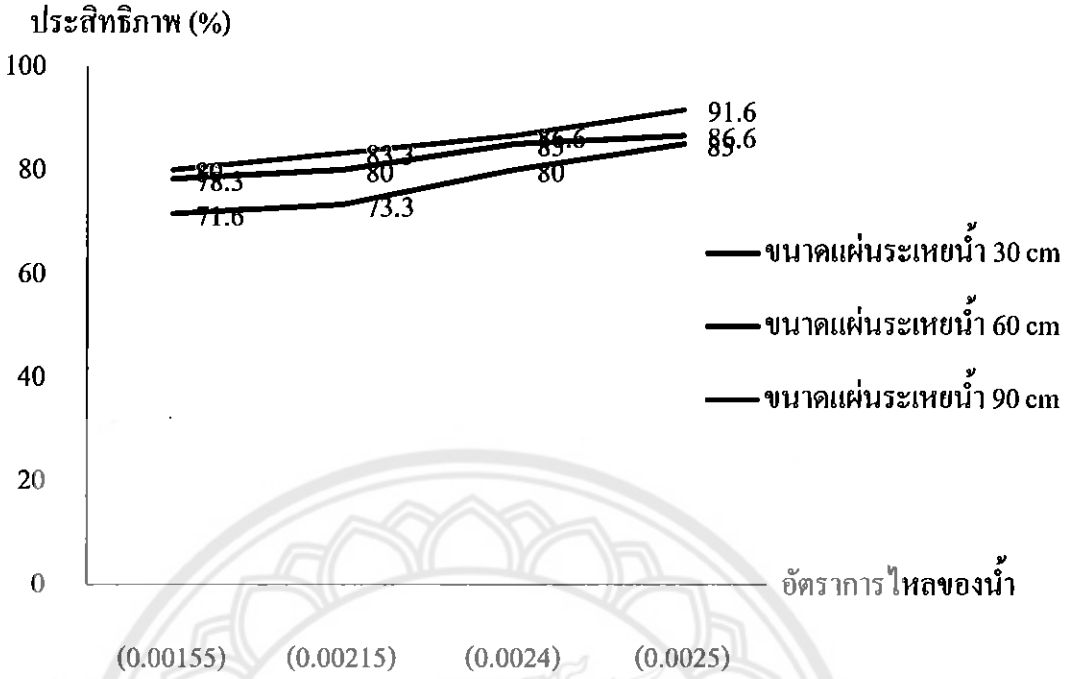
รูปที่ 5.1 สรุปการแลกเปลี่ยนความร้อนต่ออัตราการไหลของน้ำ เวลา 17.00 – 18.00 น.



รูปที่ 5.2 สรุปประสิทธิภาพต่อขนาดแผ่นระเหยน้ำ เวลา 17.00 – 18.00 น.



รูปที่ 5.3 สรุปการแลกเปลี่ยนความร้อนต่อขนาดแผ่นระเหยน้ำ เวลา 17.00 – 18.00 น.



รูปที่ 5.4 สรุปประสิทธิภาพต่ออัตราการไหลของน้ำ เวลา 17.00 – 18.00 น.

เมื่อทดสอบและหาประสิทธิภาพรวมถึงปัจจัยที่ทำให้การทำงานของระบบการทำความเย็นแบบระเหยทำงานดีที่สุดภายใต้สภาวะต่างๆที่แตกต่างกันไป ได้แก่ อัตราไหลของอากาศ อัตราไหลของน้ำที่ผ่านแผ่นระเหยน้ำ ขนาดของแผ่นระเหยน้ำ รวมถึงการทดสอบที่ช่วงเวลาต่างๆในแต่ละวัน จากการทดสอบพบว่าปัจจัยที่มีผลทำให้การทำงานของระบบดังกล่าวมีอัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนดีที่สุด จะขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านแผ่นระเหยน้ำ และขนาดของแผ่นระเหยน้ำ ส่วนการศึกษาในส่วนการหาประสิทธิภาพของระบบจะขึ้นอยู่กับ ค่าความชื้นในอากาศก่อนเข้าแผ่นระเหยน้ำและช่วงเวลาที่ดีที่สุดในการแลกเปลี่ยนความร้อนและการหาประสิทธิภาพ คือ 17.00-18.00 น. พบว่า

-ประสิทธิภาพที่ดีที่สุดอยู่ที่อัตราการไหลของลม 0.3672 m^3/s Evaporative cooling pad ขนาด 15x30x90 เซนติเมตร

-ประสิทธิภาพที่ด้อยที่สุดอยู่ที่อัตราการไหลลม 0.1278 m^3/s Evaporative cooling pad ขนาด 15x30x30 เซนติเมตร

-อัตราแลกเปลี่ยนความร้อนที่ดีที่สุดอยู่ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.0025 m^3/s Evaporative cooling pad ขนาด15x30x90 เซนติเมตร

-อัตราแลกเปลี่ยนความร้อนที่ด้อยที่สุดอยู่ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.00155 m^3/s Evaporative cooling pad ขนาด15x30x30 เซนติเมตร

จึงสรุปได้ว่าอัตราการแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องทำความเย็นแบบระเหยนั้นจะขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัยหลัก คือ

1.ขนาดของ Evaporative cooling pad

2.อัตราการไหลของอากาศ

ค่าอากาศมีความชื้นมากพบว่าประสิทธิภาพของการทำความเย็นแบบระเหยมีแนวโน้มลดลง

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำโครงงาน

5.2.1 อุณหภูมิที่ออกจากพัดลมเบอร์เดียวกันและแผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad) ขนาดเท่ากันมักมีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย

5.2.2 การควบคุมตัวแปรต่างๆในการทำการทดลองแต่ละครั้งมีการคลาดเคลื่อน

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา

5.3.1 ควรเพิ่มขนาดของแผ่นระเหยน้ำ (Evaporative cooling pad) ให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการแลกเปลี่ยนความร้อน

5.2.2 ควรเพิ่มขนาดของพัดลมให้มีขนาดใบพัดใหญ่ขึ้นเพื่อที่จะได้ดูดลมแรงขึ้น

บรรณานุกรม

ร.ศ.มนตรี พิรุณเกษตร.(2548) **อุณหพลศาสตร์.กรุงเทพฯ: บริษัทจูนพับลิชชิ่ง จำกัด.**

ดร.สมชาย มณีวรรร์และคณะ. (2549). **การพัฒนาและออกแบบแผ่นเซลล์กระดาษสำหรับการทำความเย็นแบบระเหย.** รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

Utile Engineering international CO.,LTD. (2551). Agricultural Evaporative Cooling. สืบค้นเมื่อวันที่ 18 ธันวาคม 2554 จาก www.utile.co.th

ศิริชัย เทพา.(2539).**ความเป็นไปได้ในการทำความเย็นแบบระเหยสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ดหอม.** กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

บริษัท แอกซอน-เทค จำกัด. (2545). **คูลลิ่งแพด ประสิทธิภาพสูงสุดของระบบอีแว้ป.** สืบค้นเมื่อวันที่ 18 ธันวาคม 2554 จาก http://www.axontech.co.th

Peterson, J.L., & Hunn, B.D.(1988). **Experimenta Performance of an Indirect Evaporative Cooler.** American Society of Heating, Refrigerating and air-condictioning Engineers, New York: ASHARE Transaction.

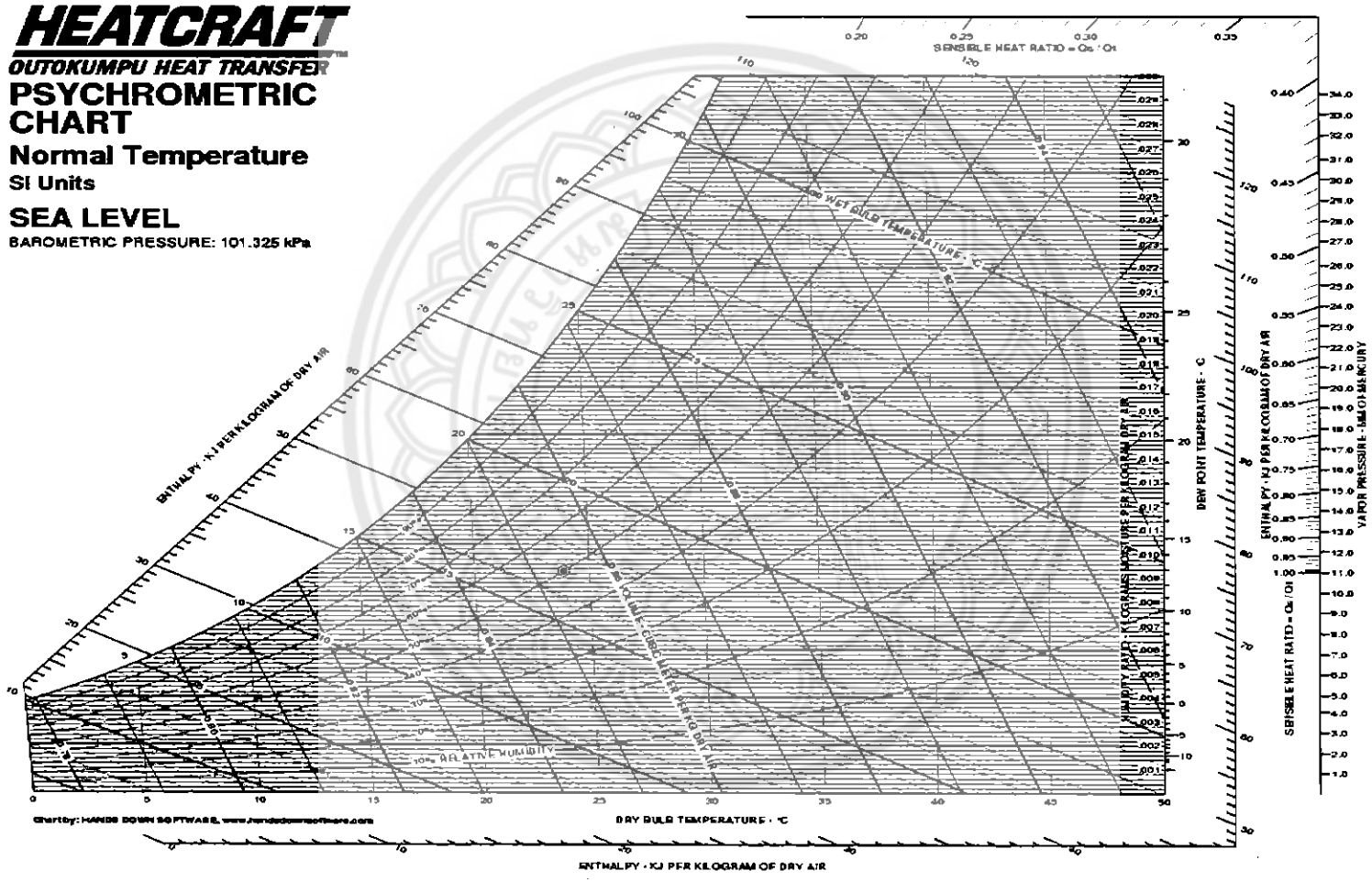
Chen, P.L., & Huang, Y.T.(etal).(1985). **A Heat and Mass Tranfer Model for Thermal and Hydraulic Calculations of Indirect Evaporative cooler Performance.** American Society of Heating, Refrigerating and air-condictioning Engineers, New York: ASHARE Transaction.

Giabakou, Z., & Ballinger, J.A. (1996). **A Passive Evaporative Cooling System by Natural Ventilation.** Elsevier, Oxford, ROYAUME-UNI (1976): Building an Environment.

Jose Rui Camargo, Carlos Daniel Ebinuma, Jose Luz Silveira. (2004). **Experimental performance of a direct evaporative cooler operating during summer in a Braziliancity.** Department of Mechanical Engineering, University of Taubate, Brazil, Departmeat of Energy, Sao Paulo State University, Brazil.

ภาคผนวก

แผนภูมิ Psychrometric Chart



ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบและผลวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 11/03/2554 เวลา 08.00-09.00 น.

เปิดวาล์ว 100% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.0025 m^3 /นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	24	32	22	27	52	65	73	65	8	0.887	1.15
2	15x30x30	(2)[0.1548]	24	32	22	27	52	65	73	65	8	0.887	1.39
3	15x30x30	(3)[0.1836]	24	32	22	27	52	65	73	65	8	0.887	1.65
4	15x30x60	(1)[0.2160]	24	32	21.9	27	52	65	73	65	8	0.887	1.94
5	15x30x60	(2)[0.2592]	24	32	21.9	26.8	52	66	73	65	8	0.887	2.33
6	15x30x60	(3)[0.2988]	24	32	21.8	26.8	52	66	73	64	9	0.887	3.03
7	15x30x90	(1)[0.2646]	24	32	21.8	26.8	52	66	73	64	9	0.887	2.68
8	15x30x90	(2)[0.3186]	24	32	21.8	26.7	52	66	73	64	9	0.887	3.23
9	15x30x90	(3)[0.3672]	24	32	21.8	26.6	52	66	73	64	9	0.887	3.72

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบผลวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 11/03/2554 เวลา 08.00-09.00 น.

เปิดวาล์ว 75% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.0024 m^3 /นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	24	32	22.4	27.5	52	65	73	67	6	0.887	0.86
2	15x30x30	(2)[0.1548]	24	32	22.4	27.3	52	65	73	67	6	0.887	1.04
3	15x30x30	(3)[0.1836]	24	32	22.3	27.3	52	65	73	67	6	0.887	1.24
4	15x30x60	(1)[0.2160]	24	32	22.3	27.3	52	65	73	66	7	0.887	1.70
5	15x30x60	(2)[0.2592]	24	32	22.3	27.2	52	66	73	66	7	0.887	2.04
6	15x30x60	(3)[0.2988]	24	32	22.2	27.2	52	66	73	66	7	0.887	2.35
7	15x30x90	(1)[0.2646]	24	32	22.2	27.2	52	66	73	66	7	0.887	2.08
8	15x30x90	(2)[0.3186]	24	32	22.2	27.2	52	66	73	66	7	0.887	2.51
9	15x30x90	(3)[0.3672]	24	32	22	27	52	66	73	65	8	0.887	3.31

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 11/03/2554 เวลา 08.00-09.00 น.

เปิดวาล์ว 50% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.00215 m^3/นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	24	32	22.5	27.8	52	63	73	67	6	0.887	0.86
2	15x30x30	(2)[0.1548]	24	32	22.5	27.8	52	63	73	67	6	0.887	1.04
3	15x30x30	(3)[0.1836]	24	32	22.4	27.8	52	63	73	67	6	0.887	1.24
4	15x30x60	(1)[0.2160]	24	32	22.4	27.7	52	63	73	67	6	0.887	1.46
5	15x30x60	(2)[0.2592]	24	32	22.4	27.6	52	63	73	67	6	0.887	1.75
6	15x30x60	(3)[0.2988]	24	32	22.3	27.6	52	65	73	67	6	0.887	2.02
7	15x30x90	(1)[0.2646]	24	32	22.3	27.5	52	65	73	67	6	0.887	1.78
8	15x30x90	(2)[0.3186]	24	32	22.2	27.3	52	65	73	66	7	0.887	2.51
9	15x30x90	(3)[0.3672]	24	32	22.2	27.2	52	65	73	66	7	0.887	2.89

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 11/03/2554 เวลา 08.00-09.00 น.

เปิดวาล์ว 25% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.00155 m^3/นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	24	32	23	28	52	64	73	69	4	0.887	0.57
2	15x30x30	(2)[0.1548]	24	32	23	27.8	52	64	73	69	4	0.887	0.69
3	15x30x30	(3)[0.1836]	24	32	22.8	27.8	52	64	73	68	5	0.887	1.03
4	15x30x60	(1)[0.2160]	24	32	22.8	27.7	52	64	73	68	5	0.887	1.21
5	15x30x60	(2)[0.2592]	24	32	22.8	27.7	52	65	73	68	5	0.887	1.46
6	15x30x60	(3)[0.2988]	24	32	22.7	27.6	52	65	73	68	5	0.887	1.68
7	15x30x90	(1)[0.2646]	24	32	22.6	27.6	52	65	73	67	6	0.887	1.78
8	15x30x90	(2)[0.3186]	24	32	22.5	27.6	52	65	73	67	6	0.887	2.15
9	15x30x90	(3)[0.3672]	24	32	22.5	27.6	52	65	73	67	6	0.887	2.48

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 11/03/2554 เวลา 12.00-13.00 น.

เปิดวาล์ว 100% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.0025 m^3/นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	25	37	22	28	39	60	76	65	11	0.90	1.56
2	15x30x30	(2)[0.1548]	25	37	22	28	39	60	76	65	11	0.90	1.89
3	15x30x30	(3)[0.1836]	25	37	22	27.8	39	61	76	65	11	0.90	2.24
4	15x30x60	(1)[0.2160]	25	37	21.8	27.7	39	62	76	64	12	0.90	2.88
5	15x30x60	(2)[0.2592]	25	37	21.8	27.5	39	63	76	64	12	0.90	3.45
6	15x30x60	(3)[0.2988]	25	37	21.8	27.5	39	63	76	64	12	0.90	3.98
7	15x30x90	(1)[0.2646]	25	37	21.7	27.2	39	64	76	64	12	0.90	3.52
8	15x30x90	(2)[0.3186]	25	37	21.7	27.2	39	64	76	64	12	0.90	4.24
9	15x30x90	(3)[0.3672]	25	37	21.7	27.2	39	64	76	64	12	0.90	4.89

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 11/03/2554 เวลา 12.00-13.00 น.

เปิดวาล์ว 75% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.0024 m^3/นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	25	37	22.4	28.5	39	60	76	67	9	0.90	1.27
2	15x30x30	(2)[0.1548]	25	37	22.3	28.3	39	60	76	67	9	0.90	1.54
3	15x30x30	(3)[0.1836]	25	37	22.3	28.3	39	61	76	67	9	0.90	1.83
4	15x30x60	(1)[0.2160]	25	37	22.3	28.1	39	62	76	66	10	0.90	2.40
5	15x30x60	(2)[0.2592]	25	37	22.2	27.8	39	62	76	66	10	0.90	2.88
6	15x30x60	(3)[0.2988]	25	37	22.2	27.7	39	63	76	66	10	0.90	3.32
7	15x30x90	(1)[0.2646]	25	37	22.2	27.5	39	64	76	65	11	0.90	3.23
8	15x30x90	(2)[0.3186]	25	37	22.2	27.5	39	64	76	65	11	0.90	3.89
9	15x30x90	(3)[0.3672]	25	37	22.2	27.4	39	64	76	65	11	0.90	4.48

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 11/03/2554 เวลา 12.00-13.00 น.

เปิดวาล์ว 50% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.00215 m^3 /นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	25	37	22.4	28.7	39	58	76	67	9	0.90	1.27
2	15x30x30	(2)[0.1548]	25	37	22.4	28.7	39	58	76	67	9	0.90	1.54
3	15x30x30	(3)[0.1836]	25	37	22.3	28.6	39	59	76	67	9	0.90	1.83
4	15x30x60	(1)[0.2160]	25	37	22.3	28.6	39	60	76	66	10	0.90	2.40
5	15x30x60	(2)[0.2592]	25	37	22.3	28.6	39	60	76	66	10	0.90	2.88
6	15x30x60	(3)[0.2988]	25	37	22.2	28.6	39	60	76	66	10	0.90	3.32
7	15x30x90	(1)[0.2646]	25	37	22.1	27.7	39	61	76	65	11	0.90	3.23
8	15x30x90	(2)[0.3186]	25	37	22	27.5	39	61	76	65	11	0.90	3.89
9	15x30x90	(3)[0.3672]	25	37	22	27.5	39	62	76	65	11	0.90	4.48

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 11/03/2554 เวลา 12.00-13.00 น.

เปิดวาล์ว 25% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.00155 m^3/นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	25	37	22.5	28.8	39	59	76	67	9	0.90	1.27
2	15x30x30	(2)[0.1548]	25	37	22.5	28.8	39	59	76	67	9	0.90	1.54
3	15x30x30	(3)[0.1836]	25	37	22.5	28.7	39	60	76	67	9	0.90	1.83
4	15x30x60	(1)[0.2160]	25	37	22.5	28.6	39	61	76	67	9	0.90	2.16
5	15x30x60	(2)[0.2592]	25	37	22.4	28.6	39	61	76	66	10	0.90	2.88
6	15x30x60	(3)[0.2988]	25	37	22.3	28.4	39	62	76	66	10	0.90	3.32
7	15x30x90	(1)[0.2646]	25	37	22.3	28	39	62	76	66	10	0.90	2.94
8	15x30x90	(2)[0.3186]	25	37	22.3	27.7	39	62	76	66	10	0.90	3.54
9	15x30x90	(3)[0.3672]	25	37	22.2	27.7	39	62	76	66	10	0.90	4.08

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 11/03/2554 เวลา 17.00-18.00 น.

เปิดวาล์ว 100% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.0025 m^3 /นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	25	33	22	28	52	60	76	65	11	0.891	1.57
2	15x30x30	(2)[0.1548]	25	33	22	28	52	60	76	65	11	0.891	1.91
3	15x30x30	(3)[0.1836]	25	33	22	27.9	52	61	76	65	11	0.891	2.26
4	15x30x60	(1)[0.2160]	25	33	21.8	27.8	52	61	76	64	12	0.891	2.90
5	15x30x60	(2)[0.2592]	25	33	21.7	27.8	52	61	76	64	12	0.891	3.49
6	15x30x60	(3)[0.2988]	25	33	21.7	27.7	52	61	76	64	12	0.891	4.02
7	15x30x90	(1)[0.2646]	25	33	21.6	27.7	52	61	76	63	13	0.891	3.86
8	15x30x90	(2)[0.3186]	25	33	21.5	27.7	52	61	76	63	13	0.891	4.64
9	15x30x90	(3)[0.3672]	25	33	21.5	27.5	52	61	76	63	13	0.891	5.35

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 11/03/2554 เวลา 17.00-18.00 น.

เปิดวาล์ว 75% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.0024 m^3/นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	25	33	22.2	28.2	52	60	76	66	10	0.891	1.43
2	15x30x30	(2)[0.1548]	25	33	22.2	28.2	52	60	76	66	10	0.891	1.73
3	15x30x30	(3)[0.1836]	25	33	22.2	28.1	52	60	76	66	10	0.891	2.06
4	15x30x60	(1)[0.2160]	25	33	22	28.1	52	60	76	65	11	0.891	2.66
5	15x30x60	(2)[0.2592]	25	33	21.9	28.1	52	60	76	65	11	0.891	3.20
6	15x30x60	(3)[0.2988]	25	33	21.9	28	52	61	76	65	11	0.891	3.68
7	15x30x90	(1)[0.2646]	25	33	21.8	27.9	52	61	76	64	12	0.891	3.56
8	15x30x90	(2)[0.3186]	25	33	21.8	27.8	52	61	76	64	12	0.891	4.29
9	15x30x90	(3)[0.3672]	25	33	21.7	27.6	52	61	76	64	12	0.891	4.94

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 11/03/2554 เวลา 17.00-18.00 น.

เปิดวาล์ว 50% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.00215 m^3/นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	25	33	22.4	28.5	52	59	76	67	9	0.891	1.29
2	15x30x30	(2)[0.1548]	25	33	22.4	28.5	52	59	76	67	9	0.891	1.56
3	15x30x30	(3)[0.1836]	25	33	22.3	28.4	52	59	76	66	10	0.891	2.06
4	15x30x60	(1)[0.2160]	25	33	22.3	28.4	52	59	76	66	10	0.891	2.42
5	15x30x60	(2)[0.2592]	25	33	22.2	28.3	52	60	76	66	10	0.891	2.90
6	15x30x60	(3)[0.2988]	25	33	22.1	28.3	52	60	76	65	11	0.891	3.68
7	15x30x90	(1)[0.2646]	25	33	22.1	28.2	52	61	76	65	11	0.891	3.26
8	15x30x90	(2)[0.3186]	25	33	22.1	28	52	61	76	65	11	0.891	3.93
9	15x30x90	(3)[0.3672]	25	33	22	28	52	61	76	65	11	0.891	4.53

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 11/03/2554 เวลา 17.00-18.00 น.

เปิดวาล์ว 25% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.00155 m^3/นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	25	33	23	28.6	52	60	76	68	8	0.891	1.14
2	15x30x30	(2)[0.1548]	25	33	23	28.6	52	60	76	68	8	0.891	1.38
3	15x30x30	(3)[0.1836]	25	33	22.8	28.5	52	60	76	68	8	0.891	1.64
4	15x30x60	(1)[0.2160]	25	33	22.5	28.5	52	61	76	67	9	0.891	2.18
5	15x30x60	(2)[0.2592]	25	33	22.5	28.5	52	61	76	67	9	0.891	2.61
6	15x30x60	(3)[0.2988]	25	33	22.3	28.3	52	61	76	66	10	0.891	3.35
7	15x30x90	(1)[0.2646]	25	33	22.2	28.3	52	61	76	66	10	0.891	2.96
8	15x30x90	(2)[0.3186]	25	33	22.2	28.2	52	61	76	66	10	0.891	3.57
9	15x30x90	(3)[0.3672]	25	33	22.1	28.2	52	61	76	65	11	0.891	4.53

ตารางที่ 4.13 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 12/03/2554 เวลา 08.00-09.00 น.

เปิดวาล์ว 100% อัตราการไหลของน้ำ 0.0025 m^3/นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	24	33	21	26	48	63	73	61	12	0.889	1.72
2	15x30x30	(2)[0.1548]	24	33	21	26	48	63	73	61	12	0.889	2.08
3	15x30x30	(3)[0.1836]	24	33	21	25.9	48	63	73	61	12	0.889	2.47
4	15x30x60	(1)[0.2160]	24	33	20.8	25.9	48	63	73	60	13	0.889	3.15
5	15x30x60	(2)[0.2592]	24	33	20.7	25.9	48	63	73	60	13	0.889	3.79
6	15x30x60	(3)[0.2988]	24	33	20.7	25.9	48	63	73	60	13	0.889	4.36
7	15x30x90	(1)[0.2646]	24	33	20.6	25.9	48	64	73	59	14	0.889	4.16
8	15x30x90	(2)[0.3186]	24	33	20.5	25.9	48	64	73	59	14	0.889	5.01
9	15x30x90	(3)[0.3672]	24	33	20.5	25.8	48	64	73	59	14	0.889	5.78

ตารางที่ 4.14 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 12/03/2554 เวลา 08.00-09.00 น.

เปิดวาล์ว 75% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.0024 m^3/นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	24	33	21.2	26.5	48	62	73	62	11	0.889	1.58
2	15x30x30	(2)[0.1548]	24	33	21.2	26.4	48	62	73	62	11	0.889	1.91
3	15x30x30	(3)[0.1836]	24	33	21.1	26.4	48	62	73	62	11	0.889	2.27
4	15x30x60	(1)[0.2160]	24	33	21.1	26.4	48	62	73	61	12	0.889	2.91
5	15x30x60	(2)[0.2592]	24	33	21	26.3	48	62	73	61	12	0.889	3.49
6	15x30x60	(3)[0.2988]	24	33	21	26.3	48	63	73	61	12	0.889	4.03
7	15x30x90	(1)[0.2646]	24	33	20.9	26.1	48	63	73	60	13	0.889	3.86
8	15x30x90	(2)[0.3186]	24	33	20.8	26	48	63	73	60	13	0.889	4.65
9	15x30x90	(3)[0.3672]	24	33	20.8	26	48	63	73	60	13	0.889	5.36

ตารางที่ 4.15 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 12/03/2554 เวลา 08.00-09.00 น.

เปิดวาล์ว 50% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.00215 m^3/นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	24	33	21.5	26.8	48	62	73	63	10	0.889	1.43
2	15x30x30	(2)[0.1548]	24	33	21.5	26.8	48	62	73	63	10	0.889	1.74
3	15x30x30	(3)[0.1836]	24	33	21.4	26.8	48	62	73	63	10	0.889	2.06
4	15x30x60	(1)[0.2160]	24	33	21.4	26.7	48	62	73	63	10	0.889	2.42
5	15x30x60	(2)[0.2592]	24	33	21.3	26.7	48	62	73	62	11	0.889	3.20
6	15x30x60	(3)[0.2988]	24	33	21.2	26.58	48	63	73	62	11	0.889	3.69
7	15x30x90	(1)[0.2646]	24	33	21.1	26.4	48	63	73	61	12	0.889	3.57
8	15x30x90	(2)[0.3186]	24	33	21	26.3	48	63	73	61	12	0.889	4.30
9	15x30x90	(3)[0.3672]	24	33	21	26.2	48	63	73	61	12	0.889	4.95

ตารางที่ 4.16 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 12/03/2554 เวลา 08.00-09.00 น.

เปิดวาล์ว 25% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.00155 m^3/นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	24	33	21.8	27	48	62	73	65	8	0.889	1.15
2	15x30x30	(2)[0.1548]	24	33	21.8	27	48	62	73	65	8	0.889	1.39
3	15x30x30	(3)[0.1836]	24	33	21.8	26.8	48	62	73	65	8	0.889	1.65
4	15x30x60	(1)[0.2160]	24	33	21.6	26.8	48	62	73	64	9	0.889	2.18
5	15x30x60	(2)[0.2592]	24	33	21.6	26.7	48	63	73	64	9	0.889	2.62
6	15x30x60	(3)[0.2988]	24	33	21.5	26.6	48	63	73	63	10	0.889	3.36
7	15x30x90	(1)[0.2646]	24	33	21.4	26.6	48	63	73	63	10	0.889	2.97
8	15x30x90	(2)[0.3186]	24	33	21.3	26.5	48	63	73	62	11	0.889	3.94
9	15x30x90	(3)[0.3672]	24	33	21.3	26.5	48	63	73	62	11	0.889	4.54

ตารางที่ 4.17 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 12/03/2554 เวลา 12.00-13.00 น.

เปิดวาล์ว 100% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.0025 m^3/นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	24	38	21	27	32	58	72	61	11	0.90	1.56
2	15x30x30	(2)[0.1548]	24	38	21	27	32	58	72	61	11	0.90	1.89
3	15x30x30	(3)[0.1836]	24	38	21	27	32	58	72	61	11	0.90	2.24
4	15x30x60	(1)[0.2160]	24	38	20.8	26.8	32	59	72	60	12	0.90	2.88
5	15x30x60	(2)[0.2592]	24	38	20.8	26.8	32	59	72	60	12	0.90	3.45
6	15x30x60	(3)[0.2988]	24	38	20.6	26.8	32	59	72	60	12	0.90	3.98
7	15x30x90	(1)[0.2646]	24	38	20.6	26.6	32	59	72	59	13	0.90	3.82
8	15x30x90	(2)[0.3186]	24	38	20.5	26.5	32	60	72	59	13	0.90	4.60
9	15x30x90	(3)[0.3672]	24	38	20.5	26.5	32	60	72	59	13	0.90	5.30

ตารางที่ 4.18 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 12/03/2554 เวลา 12.00-13.00 น.

เปิดวาล์ว 75% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.0024 m^3 /นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	24	38	21.2	27.4	32	58	72	62	10	0.90	1.42
2	15x30x30	(2)[0.1548]	24	38	21.2	27.4	32	58	72	62	10	0.90	1.72
3	15x30x30	(3)[0.1836]	24	38	21.2	27.4	32	58	72	62	10	0.90	2.04
4	15x30x60	(1)[0.2160]	24	38	21.1	27.3	32	58	72	61	11	0.90	2.64
5	15x30x60	(2)[0.2592]	24	38	21.1	27.2	32	58	72	61	11	0.90	3.16
6	15x30x60	(3)[0.2988]	24	38	21.1	27.2	32	57	72	61	11	0.90	3.65
7	15x30x90	(1)[0.2646]	24	38	21.1	27.2	32	57	72	61	11	0.90	3.23
8	15x30x90	(2)[0.3186]	24	38	21	27.1	32	58	72	61	11	0.90	3.89
9	15x30x90	(3)[0.3672]	24	38	21	27	32	59	72	61	11	0.90	4.48

ตารางที่ 4.19 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 12/03/2554 เวลา 12.00-13.00 น.

เปิดวาล์ว 50% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.00215 m^3 /นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	24	38	21.5	27.6	32	58	72	63	9	0.90	1.27
2	15x30x30	(2)[0.1548]	24	38	21.5	27.6	32	58	72	63	9	0.90	1.54
3	15x30x30	(3)[0.1836]	24	38	21.5	27.5	32	58	72	63	9	0.90	1.83
4	15x30x60	(1)[0.2160]	24	38	21.4	27.4	32	58	72	63	9	0.90	2.16
5	15x30x60	(2)[0.2592]	24	38	21.3	27.4	32	59	72	62	10	0.90	2.88
6	15x30x60	(3)[0.2988]	24	38	21.3	27.4	32	59	72	62	10	0.90	3.32
7	15x30x90	(1)[0.2646]	24	38	21.3	27.3	32	59	72	62	10	0.90	2.94
8	15x30x90	(2)[0.3186]	24	38	21.2	27.2	32	59	72	62	10	0.90	3.54
9	15x30x90	(3)[0.3672]	24	38	21.2	27.2	32	59	72	62	10	0.90	4.08

ตารางที่ 4.20 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 12/03/2554 เวลา 12.00-13.00 น.

เปิดวาล์ว 25% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.00155 m^3/นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	24	38	21.8	27.8	32	58	72	64	8	0.90	1.13
2	15x30x30	(2)[0.1548]	24	38	21.8	27.8	32	58	72	64	8	0.90	1.37
3	15x30x30	(3)[0.1836]	24	38	21.8	27.7	32	59	72	64	8	0.90	1.63
4	15x30x60	(1)[0.2160]	24	38	21.7	27.7	32	59	72	64	8	0.90	1.92
5	15x30x60	(2)[0.2592]	24	38	21.6	27.6	32	59	72	63	9	0.90	2.59
6	15x30x60	(3)[0.2988]	24	38	21.6	27.5	32	59	72	63	9	0.90	2.98
7	15x30x90	(1)[0.2646]	24	38	21.5	27.4	32	59	72	63	9	0.90	2.64
8	15x30x90	(2)[0.3186]	24	38	21.5	27.3	32	59	72	63	9	0.90	3.18
9	15x30x90	(3)[0.3672]	24	38	21.5	27.3	32	59	72	63	9	0.90	3.67

ตารางที่ 4.21 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 12/03/2554 เวลา 17.00-18.00 น.

เปิดวาล์ว 100% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.0025 m^3/นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	26	32	22	27	61	65	81	65	16	0.891	2.29
2	15x30x30	(2)[0.1548]	26	32	22	27	61	65	81	65	16	0.891	2.77
3	15x30x30	(3)[0.1836]	26	32	22	26.9	61	65	81	65	16	0.891	3.29
4	15x30x60	(1)[0.2160]	26	32	21.9	26.9	61	65	81	65	16	0.891	3.87
5	15x30x60	(2)[0.2592]	26	32	21.8	26.9	61	65	81	64	17	0.891	4.94
6	15x30x60	(3)[0.2988]	26	32	21.8	26.8	61	65	81	64	17	0.891	5.70
7	15x30x90	(1)[0.2646]	26	32	21.7	26.7	61	66	81	63	18	0.891	5.34
8	15x30x90	(2)[0.3186]	26	32	21.6	26.7	61	66	81	63	18	0.891	6.43
9	15x30x90	(3)[0.3672]	26	32	21.6	26.5	61	66	81	63	18	0.891	7.41

ตารางที่ 4.22 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 12/03/2554 เวลา 17.00-18.00 น.

เปิดวาล์ว 75% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.0024 m^3 /นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	26	32	22.2	27.3	61	64	81	66	15	0.891	2.15
2	15x30x30	(2)[0.1548]	26	32	22.2	27.3	61	64	81	66	15	0.891	2.60
3	15x30x30	(3)[0.1836]	26	32	22.1	27.2	61	65	81	66	15	0.891	3.09
4	15x30x60	(1)[0.2160]	26	32	22	27.1	61	65	81	65	16	0.891	3.87
5	15x30x60	(2)[0.2592]	26	32	22	27	61	65	81	65	16	0.891	4.65
6	15x30x60	(3)[0.2988]	26	32	21.9	26.9	61	66	81	65	16	0.891	5.36
7	15x30x90	(1)[0.2646]	26	32	21.8	26.8	61	66	81	64	17	0.891	5.04
8	15x30x90	(2)[0.3186]	26	32	21.8	26.8	61	66	81	64	17	0.891	6.07
9	15x30x90	(3)[0.3672]	26	32	21.8	26.8	61	66	81	64	17	0.891	7.00

ตารางที่ 4.23 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 12/03/2554 เวลา 17.00-18.00 น.

เปิดวาล์ว 50% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.00215 m^3 /นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	26	32	22.5	27.6	61	65	81	67	14	0.891	2.00
2	15x30x30	(2)[0.1548]	26	32	22.5	27.6	61	65	81	67	14	0.891	2.43
3	15x30x30	(3)[0.1836]	26	32	22.5	27.5	61	65	81	67	14	0.891	2.88
4	15x30x60	(1)[0.2160]	26	32	22.3	27.4	61	65	81	66	15	0.891	3.63
5	15x30x60	(2)[0.2592]	26	32	22.3	27.4	61	65	81	66	15	0.891	4.36
6	15x30x60	(3)[0.2988]	26	32	22.3	27.2	61	66	81	66	15	0.891	5.03
7	15x30x90	(1)[0.2646]	26	32	22.1	27.1	61	66	81	65	16	0.891	4.75
8	15x30x90	(2)[0.3186]	26	32	22	27.1	61	66	81	65	16	0.891	5.72
9	15x30x90	(3)[0.3672]	26	32	22	27	61	66	81	65	16	0.891	6.59

ตารางที่ 4.24 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 12/03/2554 เวลา 17.00-18.00 น.

เปิดวาล์ว 25% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.00155 m^3/นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	26	32	22.8	27.8	61	65	81	68	13	0.891	1.88
2	15x30x30	(2)[0.1548]	26	32	22.8	27.8	61	66	81	68	13	0.891	2.25
3	15x30x30	(3)[0.1836]	26	32	22.8	27.7	61	66	81	68	13	0.891	2.67
4	15x30x60	(1)[0.2160]	26	32	22.7	27.6	61	66	81	67	14	0.891	3.39
5	15x30x60	(2)[0.2592]	26	32	22.6	27.4	61	67	81	67	14	0.891	4.07
6	15x30x60	(3)[0.2988]	26	32	22.5	27.3	61	67	81	67	14	0.891	4.69
7	15x30x90	(1)[0.2646]	26	32	22.4	27.2	61	67	81	66	15	0.891	4.45
8	15x30x90	(2)[0.3186]	26	32	22.4	27.2	61	67	81	66	15	0.891	5.36
9	15x30x90	(3)[0.3672]	26	32	22.4	27.2	61	67	81	66	15	0.891	6.18

ตารางที่ 4.25 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 13/03/2554 เวลา 08.00-09.00 น.

เปิดวาล์ว 100% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.0025 m^3/นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	23	33	21	26	44	63	68	61	7	0.887	1.00
2	15x30x30	(2)[0.1548]	22	33	21	26	44	63	68	61	7	0.887	1.22
3	15x30x30	(3)[0.1836]	22	33	21	25.9	44	63	68	61	7	0.887	1.44
4	15x30x60	(1)[0.2160]	22	33	20.8	25.8	44	64	68	60	8	0.887	1.94
5	15x30x60	(2)[0.2592]	22	33	20.8	25.8	44	64	68	60	8	0.887	2.33
6	15x30x60	(3)[0.2988]	22	33	20.7	25.8	44	65	68	60	8	0.887	2.69
7	15x30x90	(1)[0.2646]	22	33	20.6	25.7	44	65	68	59	9	0.887	2.68
8	15x30x90	(2)[0.3186]	22	33	20.6	25.7	44	65	68	59	9	0.887	3.23
9	15x30x90	(3)[0.3672]	22	33	20.5	25.6	44	65	68	59	9	0.887	3.72

ตารางที่ 4.26 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 13/03/2554 เวลา 08.00-09.00 น.

เปิดวาล์ว 75% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.0024 m^3/นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	23	33	21.3	26.2	44	64	68	62	6	0.887	0.86
2	15x30x30	(2)[0.1548]	22	33	21.3	26.2	44	64	68	62	6	0.887	1.04
3	15x30x30	(3)[0.1836]	22	33	21.2	26.2	44	64	68	62	6	0.887	1.24
4	15x30x60	(1)[0.2160]	22	33	20.9	26.1	44	64	68	62	7	0.887	1.70
5	15x30x60	(2)[0.2592]	22	33	20.9	26.1	44	64	68	62	7	0.887	2.04
6	15x30x60	(3)[0.2988]	22	33	20.9	26.1	44	65	68	62	7	0.887	2.35
7	15x30x90	(1)[0.2646]	22	33	20.9	25.9	44	65	68	62	8	0.887	2.38
8	15x30x90	(2)[0.3186]	22	33	20.8	25.9	44	65	68	62	8	0.887	2.87
9	15x30x90	(3)[0.3672]	22	33	20.8	25.9	44	65	68	62	8	0.887	3.31

ตารางที่ 4.27 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 13/03/2554 เวลา 08.00-09.00 น.

เปิดวาล์ว 50% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.00215 m^3/นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	23	33	21.5	26.4	44	63	68	63	5	0.887	0.72
2	15x30x30	(2)[0.1548]	22	33	21.5	26.4	44	63	68	63	5	0.887	0.87
3	15x30x30	(3)[0.1836]	22	33	21.5	26.4	44	63	68	63	5	0.887	1.03
4	15x30x60	(1)[0.2160]	22	33	21.3	26.3	44	63	68	62	6	0.887	1.46
5	15x30x60	(2)[0.2592]	22	33	21.2	26.2	44	64	68	62	6	0.887	1.75
6	15x30x60	(3)[0.2988]	22	33	21.2	26.2	44	64	68	62	6	0.887	2.002
7	15x30x90	(1)[0.2646]	22	33	21	26.1	44	64	68	61	7	0.887	2.08
8	15x30x90	(2)[0.3186]	22	33	21	26.1	44	64	68	61	7	0.887	2.51
9	15x30x90	(3)[0.3672]	22	33	21	26	44	64	68	61	7	0.887	2.89

ตารางที่ 4.28 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 13/03/2554 เวลา 08.00-09.00 น.

เปิดวาล์ว 25% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.00155 m^3/นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	23	33	21.8	26.7	44	63	68	62	6	0.887	0.86
2	15x30x30	(2)[0.1548]	22	33	21.8	26.7	44	63	68	62	6	0.887	1.04
3	15x30x30	(3)[0.1836]	22	33	21.8	26.6	44	63	68	62	6	0.887	1.24
4	15x30x60	(1)[0.2160]	22	33	21.6	26.6	44	63	68	61	7	0.887	1.70
5	15x30x60	(2)[0.2592]	22	33	21.6	26.5	44	63	68	61	7	0.887	2.04
6	15x30x60	(3)[0.2988]	22	33	21.5	26.4	44	64	68	61	7	0.887	2.35
7	15x30x90	(1)[0.2646]	22	33	21.3	26.4	44	64	68	60	8	0.887	2.38
8	15x30x90	(2)[0.3186]	22	33	21.2	26.3	44	64	68	60	8	0.887	2.87
9	15x30x90	(3)[0.3672]	22	33	21.2	26.3	44	64	68	60	8	0.887	3.31

ตารางที่ 4.29 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 13/03/2554 เวลา 12.00-13.00 น.

เปิดวาล์ว 100% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.0025 m^3/นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	24	35	22	28	40	60	72	64	8	0.893	1.14
2	15x30x30	(2)[0.1548]	24	35	22	28	40	60	72	64	8	0.893	1.38
3	15x30x30	(3)[0.1836]	24	35	22	27.9	40	60	72	64	8	0.893	1.64
4	15x30x60	(1)[0.2160]	24	35	21.9	27.8	40	60	72	64	8	0.893	1.93
5	15x30x60	(2)[0.2592]	24	35	21.8	27.6	40	61	72	64	8	0.893	2.32
6	15x30x60	(3)[0.2988]	24	35	21.7	27.6	40	62	72	63	9	0.893	3.01
7	15x30x90	(1)[0.2646]	24	35	21.7	27.5	40	62	72	63	9	0.893	2.66
8	15x30x90	(2)[0.3186]	24	35	21.7	27.5	40	62	72	63	9	0.893	3.21
9	15x30x90	(3)[0.3672]	24	35	21.6	27.5	40	62	72	63	9	0.893	3.70

ตารางที่ 4.30 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 13/03/2554 เวลา 12.00-13.00 น.

เปิดวาล์ว 75% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.0024 m^3/นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	24	35	22.2	28.3	40	60	72	65	7	0.893	1.00
2	15x30x30	(2)[0.1548]	24	35	22.2	28.3	40	60	72	65	7	0.893	1.21
3	15x30x30	(3)[0.1836]	24	35	22.1	28.36	40	60	72	65	7	0.893	1.43
4	15x30x60	(1)[0.2160]	24	35	22	28.2	40	61	72	65	7	0.893	1.69
5	15x30x60	(2)[0.2592]	24	35	22	28	40	62	72	65	7	0.893	2.03
6	15x30x60	(3)[0.2988]	24	35	21.9	28	40	62	72	65	7	0.893	2.34
7	15x30x90	(1)[0.2646]	24	35	21.8	27.7	40	62	72	64	8	0.893	2.37
8	15x30x90	(2)[0.3186]	24	35	21.8	27.7	40	62	72	64	8	0.893	2.85
9	15x30x90	(3)[0.3672]	24	35	21.8	27.6	40	62	72	64	8	0.893	3.28

ตารางที่ 4.31 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 13/03/2554 เวลา 12.00-13.00 น.

เปิดวาล์ว 50% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.00215 m^3/นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	24	35	22.4	28.5	40	59	72	66	6	0.893	0.85
2	15x30x30	(2)[0.1548]	24	35	22.4	28.5	40	59	72	66	6	0.893	1.04
3	15x30x30	(3)[0.1836]	24	35	22.3	28.5	40	59	72	66	6	0.893	1.23
4	15x30x60	(1)[0.2160]	24	35	22.3	28.4	40	59	72	66	6	0.893	1.45
5	15x30x60	(2)[0.2592]	24	35	22.3	28.3	40	60	72	66	6	0.893	1.74
6	15x30x60	(3)[0.2988]	24	35	22.1	28.2	40	60	72	65	7	0.893	2.34
7	15x30x90	(1)[0.2646]	24	35	22.1	28	40	61	72	65	7	0.893	2.07
8	15x30x90	(2)[0.3186]	24	35	22.1	27.9	40	61	72	65	7	0.893	2.49
9	15x30x90	(3)[0.3672]	24	35	22	27.9	40	61	72	65	7	0.893	2.87

ตารางที่ 4.32 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 13/03/2554 เวลา 12.00-13.00 น.

เปิดวาล์ว 25% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.00155 m^3 /นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	24	35	22.5	28.7	40	59	72	67	5	0.893	0.71
2	15x30x30	(2)[0.1548]	24	35	22.5	28.7	40	59	72	67	5	0.893	0.86
3	15x30x30	(3)[0.1836]	24	35	22.5	28.6	40	59	72	67	5	0.893	1.02
4	15x30x60	(1)[0.2160]	24	35	22.4	28.5	40	60	72	67	5	0.893	1.20
5	15x30x60	(2)[0.2592]	24	35	22.3	28.4	40	60	72	66	6	0.893	1.74
6	15x30x60	(3)[0.2988]	24	35	22.3	28.3	40	61	72	66	6	0.893	2.00
7	15x30x90	(1)[0.2646]	24	35	22.2	28.2	40	61	72	66	6	0.893	1.77
8	15x30x90	(2)[0.3186]	24	35	22.2	28.1	40	61	72	66	6	0.893	2.14
9	15x30x90	(3)[0.3672]	24	35	22.2	28	40	61	72	66	6	0.893	2.46

ตารางที่ 4.33 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 13/03/2554 เวลา 17.00-18.00 น.

เปิดวาล์ว 100% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.0025 m^3/นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	25	32	22	27	57	66	76	65	11	0.889	1.58
2	15x30x30	(2)[0.1548]	25	32	22	27	57	66	76	65	11	0.889	1.91
3	15x30x30	(3)[0.1836]	25	32	22	26.9	57	66	76	65	11	0.889	2.27
4	15x30x60	(1)[0.2160]	25	32	21.8	26.9	57	66	76	64	12	0.889	2.91
5	15x30x60	(2)[0.2592]	25	32	21.7	26.8	57	67	76	64	12	0.889	3.49
6	15x30x60	(3)[0.2988]	25	32	21.7	26.6	57	67	76	64	12	0.889	4.03
7	15x30x90	(1)[0.2646]	25	32	21.6	26.5	57	67	76	63	13	0.889	3.86
8	15x30x90	(2)[0.3186]	25	32	21.5	26.4	57	67	76	63	13	0.889	4.65
9	15x30x90	(3)[0.3672]	25	32	21.5	26.4	57	67	76	63	13	0.889	5.36

ตารางที่ 4.34 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 13/03/2554 เวลา 17.00-18.00 น.

เปิดวาล์ว 75% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.0024 m^3/นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	25	32	22.2	27.3	57	65	76	66	10	0.889	1.43
2	15x30x30	(2)[0.1548]	25	32	22.2	27.3	57	65	76	66	10	0.889	1.74
3	15x30x30	(3)[0.1836]	25	32	22.1	27.2	57	65	76	66	10	0.889	2.06
4	15x30x60	(1)[0.2160]	25	32	22	27	57	65	76	65	11	0.889	2.67
5	15x30x60	(2)[0.2592]	25	32	22	26.9	57	66	76	65	11	0.889	3.20
6	15x30x60	(3)[0.2988]	25	32	21.9	26.8	57	66	76	65	11	0.889	3.69
7	15x30x90	(1)[0.2646]	25	32	21.8	26.6	57	67	76	64	12	0.889	3.57
8	15x30x90	(2)[0.3186]	25	32	21.7	26.5	57	67	76	64	12	0.889	4.30
9	15x30x90	(3)[0.3672]	25	32	21.6	26.5	57	67	76	64	12	0.889	4.95

ตารางที่ 4.35 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 13/03/2554 เวลา 17.00-18.00 น.

เปิดวาล์ว 50% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.00215 m^3 /นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	25	32	22.5	27.5	57	65	76	67	9	0.889	1.29
2	15x30x30	(2)[0.1548]	25	32	22.5	27.5	57	65	76	67	9	0.889	1.56
3	15x30x30	(3)[0.1836]	25	32	22.4	27.3	57	65	76	66	10	0.889	2.06
4	15x30x60	(1)[0.2160]	25	32	22.2	27.1	57	66	76	65	11	0.889	2.67
5	15x30x60	(2)[0.2592]	25	32	22	26.9	57	66	76	65	11	0.889	3.20
6	15x30x60	(3)[0.2988]	25	32	21.9	26.8	57	67	76	65	11	0.889	3.69
7	15x30x90	(1)[0.2646]	25	32	21.8	26.7	57	67	76	64	12	0.889	3.57
8	15x30x90	(2)[0.3186]	25	32	21.8	26.7	57	67	76	64	12	0.889	4.30
9	15x30x90	(3)[0.3672]	25	32	21.8	26.7	57	67	76	64	12	0.889	4.95

ตารางที่ 4.36 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ณ.วันที่ 13/03/2554 เวลา 17.00-18.00 น.

เปิดวาล์ว 25% ที่อัตราการไหลของน้ำ 0.00155 m^3 /นาที

Treatment (No)	ขนาดแผ่นระเหย (cm)	อัตราการไหลของลม (เบอร์) [m^3/s]	อุณหภูมิเข้า(°C)		อุณหภูมิออก(°C)		ความชื้น (% RH)		เอนทาลปี(kJ / kg)		Δh (kJ / kg)	ปริมาตรจำเพาะ M^3/kg	อัตราการแลกเปลี่ยนความร้อน kJ/s
			กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	กระเปาะเปียก	กระเปาะแห้ง	เข้า	ออก	เข้า	ออก			
1	15x30x30	(1)[0.1278]	25	32	22.8	27.7	57	66	76	68	8	0.889	1.15
2	15x30x30	(2)[0.1548]	25	32	22.8	27.7	57	66	76	68	8	0.889	1.39
3	15x30x30	(3)[0.1836]	25	32	22.8	27.5	57	66	76	68	8	0.889	1.65
4	15x30x60	(1)[0.2160]	25	32	22.6	27.3	57	66	76	67	9	0.889	2.18
5	15x30x60	(2)[0.2592]	25	32	22.6	27.1	57	67	76	67	9	0.889	2.62
6	15x30x60	(3)[0.2988]	25	32	22.4	27	57	67	76	66	10	0.889	3.36
7	15x30x90	(1)[0.2646]	25	32	22.3	26.9	57	67	76	66	10	0.889	2.97
8	15x30x90	(2)[0.3186]	25	32	22.2	26.8	57	67	76	65	11	0.889	3.94
9	15x30x90	(3)[0.3672]	25	32	22	26.8	57	67	76	65	11	0.889	4.54

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายถนอม ฟักทองอยู่

ภูมิลำเนา 127 หมู่ 12 ต.วังควง อ. พรานกระต่าย
จ.กำแพงเพชร

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเรืองวิทย์พิทยาคม กำแพงเพชร
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **nom3031@hotmail.com**

ชื่อ นายรณภูมิ เกิดแสง

ภูมิลำเนา 7/3 หมู่ 5 ต.วังลึก อ. ศรีสำโรง
จ.สุโขทัย

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสุโขทัยวิทยาคม สุโขทัย
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **vespasprint1@hotmail.com**

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายวสันต์ หลวงฟอง

ภูมิลำเนา 104 หมู่ 4 ต.ริมกก อ. เมือง
จ.เชียงราย

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเทศบาล6นครเชียงราย เชียงราย
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: rain_ck@hotmail.com