

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การควบคุมโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์

Greenhouse controlling by computer



ว่าที่ร้อยตรีเดชา ไชยปัญหา
นายโยธิน คำไทย
นายสมยศ กัญยาลักษณ์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน **103138**
วัน,เดือน,ปี **28 ส.ค. 2552**

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์
Greenhouse controlling by computer



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
วิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2551

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การควบคุมโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์

Greenhouse controlling by computer

ผู้จัดทำ

- | | | | |
|----------------------|-------------|--------------|----------|
| 1. ว่าที่ร้อยตรีเดชา | ไชยปัญหา | รหัสประจำตัว | 49015610 |
| 2. นายโยธิน | คำไทย | รหัสประจำตัว | 49015628 |
| 3. นายสมยศ | กันยาลักษณ์ | รหัสประจำตัว | 49015642 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมโรงเรือนโดยใช้คอมพิวเตอร์

ว่าที่ร้อยตรีเดชา ไชยปัญหา
 นายโยธิน คำไทย
 นายสมยศ กันยาลักษณ์
 อาจารย์ภัทรชัย วิชัยยะ อาจารย์ที่ปรึกษา
 ผศ.ดร.ทรงวุฒิ แสงจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษา
 ปีการศึกษา 2551

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ได้ทดสอบการลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนปลูกต้นไม้ ด้วยรังผึ้งหม่อนน้ำ รดยนต์แทนการใช้แผ่นซับน้ำ (Evaporative cooling pad) การเก็บข้อมูลของอุณหภูมิภายในโรงเรือน และระบบควบคุมการเปิดปิดของระบบโดยใช้คอมพิวเตอร์ โดยตั้งอุณหภูมิภายในโรงเรือนเท่ากับ 28 °C ระบบการทำความเย็นจะเริ่มทำงานเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นถึง 33 °C และจะหยุดเมื่ออุณหภูมิลดลงเหลือ 25 °C ตามที่ตั้งไว้ การเก็บข้อมูลจะเป็นช่วงเวลา คือ ช่วงที่ 1 คือ 10.00 น. - 12.00 น. ช่วงที่ 2 คือ เวลา 12.00 น. - 14.00 น. ช่วงที่ 3 คือ 14.00 น. - 16.00 น. เมื่อวัดความชื้นสัมพัทธ์ด้วยไฮโครมิเตอร์พบว่าในโรงเรือนมีความชื้น 100% ด้วยระบบ Evaporative cooling และระบบควบคุมนี้สามารถลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนได้ประมาณ 4 °C ด้วยประสิทธิภาพการลดอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 15.53%

Greenhouse Controlling By Computer

Decha Chaiphunha

Yotin Kamthai

Somyong Kanyaluck

Pattarachai Vichaiya

Advisor

Assist.Prof.Dr.Songvoot Sangchan

Advisor

Abstract

This thesis was the study of using water cooling heat exchanger of automobile instead of evaporative cooling pod to reduce the temperature inside a greenhouse. The controller would detect the inside the house and compare with the desired temperature. Once the inside temperature exceeded the settled temperature, the system start the evaporative cooling system. It was found that the system could reduce the inside temperature to 4 °c respect to outside temperature and the efficiency of cooling system was 15.53 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำปริญญาบัตรฉบับนี้ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาได้แก่ อาจารย์ ภัทรชัย วิชัยยะ ผศ.ดร. ทรงวุฒิ แสงจันทร์ และผศ.ดร.วินัย กล้าจริง ที่ให้คำปรึกษา และแนะนำในการทำโครงการ และแก้ไขรูปเล่มปริญญาบัตร ขอขอบพระคุณอาจารย์ผู้สอนทุกท่านที่ให้ความรู้ ความรัก และอบรมสั่งสอนจนกระทั่งจบการศึกษา ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ธุรการภาควิชา และนายช่างเทคนิคของภาควิชาที่ให้คำแนะนำ และช่วยเหลือ ตลอดจนเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้ความเป็นมิตร และกำลังใจในระหว่างที่ศึกษา

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาผู้ให้กำเนิด ผู้ให้ความรัก ความห่วงใย ตลอดจนกำลังใจจนกระทั่งจบการศึกษา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
หน้าบทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูปภาพ	ช
สารบัญตาราง	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	1
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎี และ หลักการ	3
2.1 โรงเรือนระบบการทำความเย็นแบบระเหย	3
2.2 ส่วนประกอบสำคัญของโรงเรือนระบบทำความเย็นแบบระเหย	10
2.2.1 พัดลมดูดอากาศ	10
2.2.2 หัวพ่นหมอก	12
2.2.3 ฝ้าม่านและวัสดุพรางแสง	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.2.4 ป้อนน้ำและดึงพักน้ำ	16
บทที่ 3 การออกแบบระบบควบคุมโรงเรือนด้วยคอมพิวเตอร์	17
3.1 การออกแบบ และการสร้างระบบควบคุมโรงเรือน	17
3.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบและควบคุมโรงเรือน	17
3.2 รายละเอียด	17
3.2.1 โรงเรือนสาริตทำจากเหล็กท่อน้ำประปาขนาด 1 นิ้ว	17
3.2.2 ลักษณะของโรงเรือนภายในจะมีพัดลมดูดอากาศ	
ผ่านหม้อน้ำที่บริเวณช่องเปิด	18
3.2.3 ช่องเปิดให้พัดลมดูดผ่านหม้อน้ำให้อากาศไหลผ่านเข้าโรงเรือน	18
3.2.4 ถาดด้านล่างของช่องเปิดเจาะรูต่อท่อให้น้ำเหลือทิ้งไหลกลับลงสู่ถัง	19
3.2.5 การออกแบบพัดลม และ ช่องอากาศ ที่ได้ออกแบบไว้ก่อนแล้ว	19
3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	22
3.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	27
3.4.1 การพัฒนาโรงเรือนสาริต	27
บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง	29
4.1 วิธีการทดลอง และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	29
4.2 ผลการทดลอง	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	37
5.1 สรุปผล	37
5.2 ข้อเสนอแนะ	38
ภาคผนวก ก	39
เอกสารอ้างอิง	56



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 ภาพแสดงระบบทำความเย็นด้วยการระเหย	4
รูปที่ 2.2 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วแบบสมมาตร (Even span หรือ single span)	5
รูปที่ 2.3 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสองชั้น	6
รูปที่ 2.4 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วแบบไม่สมมาตร (Uneven span)	6
รูปที่ 2.5 โรงเรือนหลังคาครึ่งวงกลม (Quonset)	7
รูปที่ 2.6 โรงเรือนหลังคาครึ่งวงกลมเหลื่อม	7
รูปที่ 2.7 โรงเรือนหลังคาครึ่งทรงกลม (Dome)	8
รูปที่ 2.8 โรงเรือนหลังคาต่อเนื่อง (Ridge and furrow)	8
รูปที่ 2.9 โรงเรือนขนาดเล็ก	9
รูปที่ 2.10 พัดลมระบายอากาศของ โรงเรือน	11
รูปที่ 2.11 ลักษณะการปล่อยน้ำของหัวจ่ายน้ำแบบต่าง	12
รูปที่ 2.12 หัวพ่นหมอกของโรงเรือน	12
รูปที่ 2.13 โรงเรือนกระจก	13
รูปที่ 2.14 โรงเรือนกระเบื้องใส	14
รูปที่ 2.15 โรงเรือนผ้าใบพลาสติก	16
รูปที่ 2.16 ป้อนน้ำ	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.1 โรงเรือนทำความเย็นด้วยการระเหยละอองหมอก	17
รูปที่ 3.2 ช่องเปิดของ โรงเรือนที่มีแผงหม้อน้ำและหัวพ่นฝอยละอองติดอยู่ด้านบน	18
รูปที่ 3.3 หม้อน้ำขนาด 90×50 เซนติเมตร ด้านหน้าช่องเปิด	18
รูปที่ 3.4 ถาดด้านล่างของช่องเปิด	19
รูปที่ 3.5 คอมพิวเตอร์ (Note Book)	22
รูปที่ 3.6 เทอร์โมคัปเปิ้ล (Thermocouple)	22
รูปที่ 3.7 เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้งกระเปาะเปียก	23
รูปที่ 3.8 อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบพัดลม (Inverter)	23
รูปที่ 3.9 เครื่องวัดและควบคุมอุณหภูมิ	24
รูปที่ 3.10 หม้อน้ำรถยนต์	24
รูปที่ 3.11 วาล์วควบคุมทิศทางการไหลของน้ำ	25
รูปที่ 3.12 ถังควบคุมอุณหภูมิ	26
รูปที่ 3.13 ตัวแปลงสัญญาณ RS 232 ให้เป็น RS 485	27
รูปที่ 3.14 โรงเรือนสาธิตแบบหลังคาหน้าจั่ว 2 ชั้น	27
รูปที่ 3.15 โครงช่องเปิดท้ายโรงเรือน	28
รูปที่ 3.16 หัวพ่นหมอกแบบ Fogger	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.1 ลักษณะการติดตั้งหัวพ่นหมอก	29
รูปที่ 4.2 การติดตั้งกล่องควบคุมอุณหภูมิกับตัวปรับความเร็วรอบ	30
รูปที่ 4.3 กล่องควบคุม	30
รูปที่ 4.4 ตัวตัวแปลงสัญญาณ RS 232-RS 485	31
รูปที่ 4.5 แสดงอุณหภูมิภายในโรงเรือนทั้ง 3 ช่วง	32
รูปที่ 4.6 กราฟมายังคอมพิวเตอร์ในช่วงเวลา 12.00 -14.00 น.	32
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิ และใช้หัวพ่นหมอกให้น้ำ ที่เวลา 10.00 -12.00 น.	33
รูปที่ 4.8 กราฟแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ในช่วงเวลา 10.00 -12.00 น.	33
รูปที่ 4.9 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิ และใช้หัวพ่นหมอกให้น้ำ ที่เวลา12.00-14.00 น.	34
รูปที่ 4.10 กราฟแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ในช่วงเวลา 14.00 -16.00 น.	34
รูปที่ 4.11 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิ และใช้หัวพ่นหมอก ให้น้ำ ที่เวลา 14.00 - 16.00 น.	35
รูปที่ 4.12 กราฟแสดงประสิทธิภาพของการลดอุณหภูมิในแต่ละช่วงของทั้งสี่วัน	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ ก.1 กราฟแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ในช่วงเวลา 10.00 -12.00 น.	40
รูปที่ ก.2 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิ และใช้หัวพ่นหมอกให้น้ำ ที่เวลา 10.00 -12.00 น.	40
รูปที่ ก.3 กราฟแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ในช่วงเวลา 12.00 -14.00 น.	41
รูปที่ ก.4 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิ และใช้หัวพ่นหมอกให้น้ำ ที่เวลา12.00-14.00 น.	41
รูปที่ ก.5 กราฟแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ในช่วงเวลา 14.00 -16.00 น.	42
รูปที่ ก.6 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิ และใช้หัวพ่นหมอกให้น้ำ ที่เวลา 14.00 - 16.00 น.	42
รูปที่ ก.7 กราฟแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ในช่วงเวลา 10.00 -12.00 น.	43
รูปที่ ก.8 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิ และใช้หัวพ่นหมอกให้น้ำ ที่เวลา 10.00 -12.00 น.	43
รูปที่ ก.9 กราฟแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ในช่วงเวลา 12.00 -14.00 น.	44
รูปที่ ก.10 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิ และใช้หัวพ่นหมอกให้น้ำ ที่เวลา 12.00 -14.00 น.	44
รูปที่ ก.11 กราฟแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ในช่วงเวลา 14.00 -16.00 น.	45
รูปที่ ก.12 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิ และใช้หัวพ่นหมอกให้น้ำ ที่เวลา 14.00 - 16.00 น.	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ ก.13 กราฟแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ในช่วงเวลา 10.00 -12.00 น.	46
รูปที่ ก.14 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิ และใช้หัวพ่นหมอกให้น้ำ ที่เวลา 10.00 -12.00 น.	46
รูปที่ ก.15 กราฟแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ในช่วงเวลา 12.00 -14.00 น.	47
รูปที่ ก.16 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิ และใช้หัวพ่นหมอกให้น้ำ ที่เวลา 12.00 -14.00 น.	47
รูปที่ ก.17 กราฟแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ในช่วงเวลา 14.00 -16.00 น.	48
รูปที่ ก.18 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิ และใช้หัวพ่นหมอกให้น้ำ ที่เวลา 14.00 - 16.00 น.	48



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 ประสิทธิภาพของพัลลวมขนาดของไบพัต	21
ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงประสิทธิภาพในแต่ละวัน	35
ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในแต่ละช่วงของทั้ง 4 วัน	36
ตารางที่ ก.1 บอกรการทำงานของ EV1 EV2 ในแต่ละนาทีตลอดทั้งวัน	49



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การเพาะปลูกพืชนั้น เกษตรกรต้องการที่จะได้ผลผลิตที่ดีจึงจะเป็นจำนวนมากได้ ผลตอบแทนที่คุ้มค่า ทำให้ต้องมีการดูแลรักษาเป็นอย่างดีปัจจัยในการผลิตให้เหมาะสมกับความ ต้องการของพืชชนิดนั้นๆ

สภาพอากาศ เป็นปัจจัยสำคัญ ที่มีผลอย่างมากต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะพืชต่างชนิดกันย่อมมีความต้องการสภาพอากาศที่ต่างกัน ในปัจจุบันการปลูกพืชภายใน โรงเรือนเป็นที่นิยมใช้กัน อย่างแพร่หลายโดยมากมักมีจุดประสงค์ในการป้องกันการรุกรานของแมลงศัตรูพืช หรือเพื่อใช้ในการปลูกพืชที่ต้องการดูแลรักษาและควบคุมปัจจัยต่างๆ ทั้ง อุณหภูมิ และความชื้น ดังนั้นการควบคุม สภาพอากาศภายในโรงเรือนจึงเหมาะที่จะนำมาใช้ในการศึกษาเพื่อทดสอบประสิทธิภาพ และปัจจัย ในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืชซึ่งเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิต และพัฒนาคุณภาพผลผลิตต่อไป

โครงการนี้จะเป็นการออกแบบการลดอุณหภูมิโดยใช้แผงรังผึ้งหม้อน้ำรถยนต์แทนการใช้แผง Evaporative Coolingราคาแพง สร้างระบบควบคุมอุณหภูมิโดยใช้ Computer เพื่อให้เกิดการไหลเวียนของอากาศและระบบพ่นน้ำ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถคุมปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้โดยไม่ต้องกังวล ว่าพืชจะได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิและความชื้นที่ไม่เหมาะสม การควบคุมปัจจัยเหล่านี้ ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้นจากการที่พืชเจริญเติบโตในบรรยากาศที่เหมาะสม

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) ศึกษาการใช้หม้อน้ำรถยนต์แทนการใช้ Evaporative Cooling
- 2) ศึกษาประสิทธิภาพของระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือน
- 3) สร้างโปรแกรมควบคุมการทำงานของโรงเรือนให้โรงเรือนมีอุณหภูมิที่ต้องการ

1.3 ขอบเขตการศึกษา

- 1) วัดอุณหภูมิภายใน-ภายนอกโรงเรือน
- 2) วัดอุณหภูมิน้ำก่อนเข้า-ออกจากรังผึ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1) เพื่อให้ได้โรงเรียนสาธิต ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิ ด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นชุดสาธิตในการศึกษา ระบบโรงเรียนสำหรับเพาะปลูก

2) โรงเรียนสามารถนำไปใช้ในการศึกษาและพัฒนา เพื่อประยุกต์ใช้กับพืชชนิดต่างๆได้ต่อไป

3) สามารถเผยแพร่ข้อมูลให้แก่เกษตรกร และ ผู้ที่สนใจทั่วไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

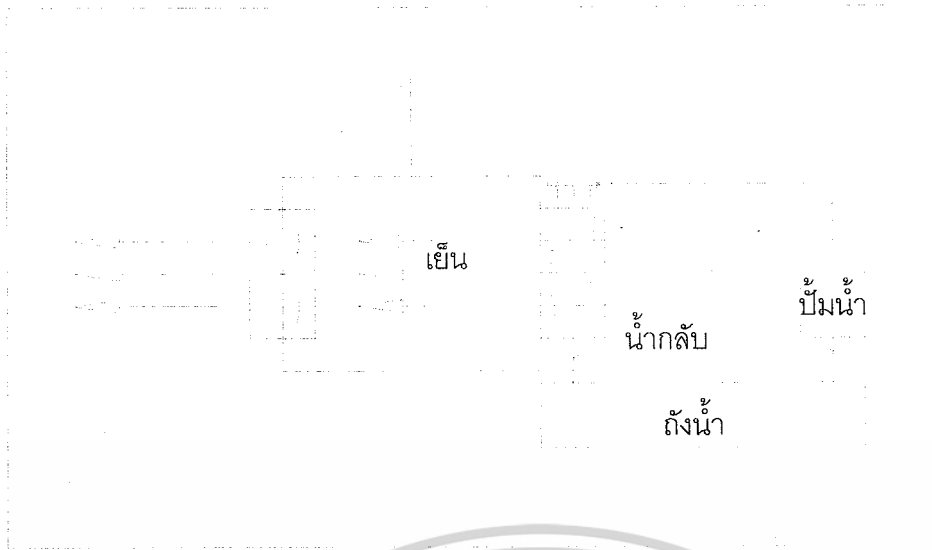
ทฤษฎี และ หลักการ

ระบบโรงเรือนทำความเย็นแบบระเหยนั้นอาศัยหลักการในการทำความเย็นโดยการระเหยของละอองน้ำในอากาศ โรงเรือนทำความเย็นแบบระเหยนั้นอาจทำได้หลายวิธี เช่น วิธีพ่นละอองน้ำฝอยโดยพ่นไปยังกลุ่มสัตว์เลี้ยง การใช้ละอองหมอก วิธีการทำความเย็นแบบระเหยโดยผ่านแผ่นซับน้ำ โดยมีจุดประสงค์เดียวกันคือเพื่อควบคุมอุณหภูมิ และ ความชื้นภายในโรงเรือนให้เหมาะสมกับความต้องการ เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ และลดการสูญเสียอันเนื่องจากอุณหภูมิ และ ความชื้น และยังเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตอีกวิธีหนึ่งเช่นกัน

2.1 โรงเรือนระบบการทำความเย็นแบบระเหย

การทำความเย็นด้วยการระเหยนั้นคือกระบวนการในการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิด้วยการระเหยของน้ำไปเป็นละอองน้ำ และในการระเหยนั้นพลังงานที่สูญเสียไปของอากาศจะทำให้เกิดการลดลงของอุณหภูมิ อุณหภูมิ 2 ชนิดที่มีความสำคัญเมื่อใช้ระบบทำความเย็นด้วยการระเหย คือ อุณหภูมิกระเปาะแห้ง และ อุณหภูมิกระเปาะเปียก อุณหภูมิกระเปาะแห้ง คือ อุณหภูมิที่เรารู้จักกันว่าเป็นอุณหภูมิของอากาศ เป็นอุณหภูมิที่สามารถวัดได้ด้วยเทอร์โมมิเตอร์ธรรมดา อุณหภูมิกระเปาะเปียก คือ อุณหภูมิที่ต่ำที่สุดที่สามารถวัดได้โดยการระเหยของน้ำเท่านั้น เป็นอุณหภูมิที่คนเรารู้สึกถึงเมื่อผิวหนังเปียก ไม่เหมือนกับอุณหภูมิกระเปาะแห้ง อุณหภูมิกระเปาะเปียกนั้นเป็นการแสดงถึงค่าความชื้นในอากาศ อุณหภูมิกระเปาะแห้งนั้นสามารถวัดได้โดยการใช้ไซโครมิเตอร์ ไซโครมิเตอร์กระเปาะเปียกประกอบด้วยเทอร์โมมิเตอร์ 2 อันที่วัดอุณหภูมิพร้อมๆกันในสถานที่เดียวกัน โดยที่เทอร์โมมิเตอร์อันหนึ่งจะถูกหุ้มด้วยใยผ้าเปียก เมื่อน้ำที่ผ้าเปียกระเหยนั้นจะทำให้อุณหภูมิลดต่ำลงเป็นอุณหภูมิกระเปาะเปียกที่เทอร์โมมิเตอร์อีกอันหนึ่งนั้นวัดอุณหภูมิโดยการสัมผัสอากาศที่จุดนั้นโดยตรงได้เป็นอุณหภูมิกระเปาะแห้ง ค่าความแตกต่างได้จากการวัดอุณหภูมิทั้งสองชนิด คือ สามารถค่าความชื้นสัมพัทธ์ ได้เป็นประโยชน์มากสำหรับระบบการทำความเย็นด้วยการระเหย ใช้ได้ในระบบการทำความเย็นแบบระเหยนั้น หลักสำคัญคือการที่ละอองน้ำสัมผัสกับอากาศที่มีอุณหภูมิกระเปาะเปียกน้อยกว่าละอองน้ำนั้น ประสิทธิภาพของการทำความเย็นด้วยการระเหยอาจขึ้นอยู่กับระดับความชื้นของอากาศ ยิ่งอากาศมีความแห้งมาเท่าใดก็ยิ่งแสดงให้เห็นว่าระบบการทำความเย็นนั้นมีประสิทธิภาพดีมากเท่านั้น เนื่องจากพื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยนความร้อนมีมากขึ้น ละอองน้ำเย็นที่อยู่ในอากาศนั้นจะเกิดการแลกเปลี่ยน ความร้อนกับอากาศรอบๆทำให้อุณหภูมิจึงของอากาศลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ภาพแสดงระบบทำความเย็นด้วยการระเหย

โรงเรือนสำหรับปลูกพืชมีหลายรูปแบบ การเลือกหรือการออกแบบออกแบบโรงเรือนที่เหมาะสมต่อความต้องการ จำเป็นต้องพิจารณาจากปัจจัยหลายอย่างของพื้นที่ก่อสร้าง โรงเรือนประกอบกัน ได้แก่

- ลักษณะภูมิอากาศ เช่น อากาศร้อนในบางฤดูและหนาวมากในบางฤดู ฝนตกหนักในบางฤดู อากาศแห้งในบางฤดู และลมแรงในบางฤดู เป็นต้น
- ระบบปลูกที่เลือกใช้ การติดตั้งอุปกรณ์ของระบบปลูกแต่ละระบบแตกต่างกัน จึงต้องออกแบบรายละเอียดภายใน โรงเรือนที่แตกต่างกัน ระบบปลูกที่ต้องการการหมุนเวียนสารละลาย อาจต้องสร้างหลุมใน โรงเรือนเพื่อวางถัง
- ชนิดของพืชที่ต้องการปลูก พืชจำพวก แตงและมะเขือเทศ จำเป็นต้องออกแบบให้มีเครื่องค้ำจุนลำต้น ในขณะที่ผักไม้จำเป็นต้องมี โรงเรือนสำหรับปลูกกล้วยไม้และหน้าวัวจำเป็นต้องมีการพรางแสง
- การระบาดของศัตรูพืช พื้นที่ซึ่งมีการระบาดของศัตรูพืชรุนแรง จำเป็นต้องเข้มงวดในการป้องกัน หรือสลับไปปลูกพืชชนิดอื่นในฤดูที่มีการระบาด จึงต้องออกแบบโรงเรือนในตอบสนองต่อความต้องการเหล่านี้ได้ เพื่อลดความเสียหาย
- ทุนและแหล่งทุนของผู้ประกอบการ ผู้ประกอบการที่มีทุนน้อยอาจจำเป็นต้องเลือกสร้างโรงเรือนราคาถูุก่อนในระยะเริ่มต้น
- ขนาดพื้นที่ การสร้างโรงเรือนในพื้นที่น้อย จำเป็นต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ในลำดับต้นๆ ของการตัดสินใจ ในขณะที่การออกแบบโรงเรือนในพื้นที่กว้างสามารถพิจารณาปัจจัยอื่นก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบโรงเรือนสามารถจำแนกตามรูปทรง ได้ดังนี้

1. โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วแบบสมมาตร (Even span หรือ single span)
2. โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสองชั้น
3. โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วแบบไม่สมมาตร (uneven span)
4. โรงเรือนหลังคาครึ่งวงกลม (Quonset)
5. โรงเรือนหลังคาครึ่งวงกลมเหลื่อม
6. โรงเรือนหลังคาครึ่งทรงกลม (Dome)
7. โรงเรือนหลังคาต่อเนื่อง (Ridge and furrow)
8. โรงเรือนขนาดเล็ก

1. โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วแบบสมมาตร (Even span หรือ single span) เป็นรูปแบบโรงเรือนที่ใช้กันแพร่หลายในเขตอบอุ่นและเขตนานวัน หลังคาอาจออกแบบให้เปิดได้เพื่อระบายอากาศร้อนในฤดูร้อน รูปแบบอาคารแบบนี้ไม่ค่อยเหมาะสมสำหรับประเทศในเขตร้อน



รูปที่ 2.2 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วแบบสมมาตร (Even span หรือ single span)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสองชั้น อาคารรูปแบบนี้สร้างขึ้นเพื่อให้อากาศร้อนภายในอาคารระบายออกได้ดี แม้ในช่วงฝนตกน้ำฝนก็ไม่สาดเข้ามาภายในอาคารโรงเรือน อาคารรูปแบบนี้เหมาะสำหรับประเทศในเขตร้อน



รูปที่ 2.3 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วสองชั้น

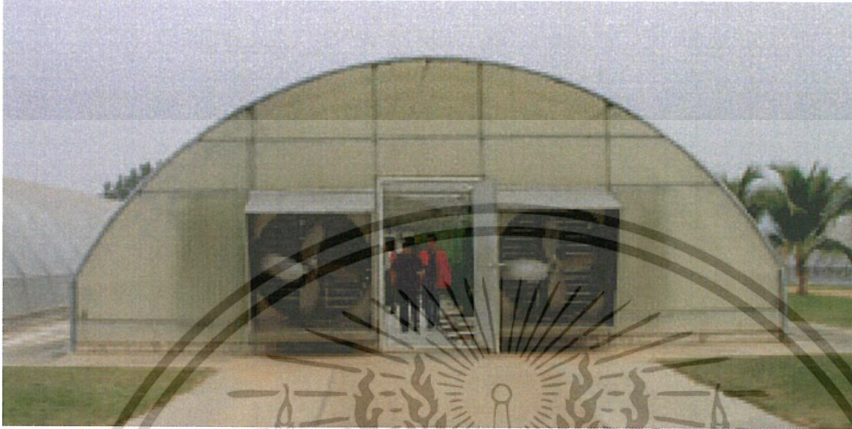
3. โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วแบบไม่สมมาตร (uneven span) โรงเรือนแบบนี้จะมีหลังคาค้ำหนึ่งยาวกว่าอีกค้ำหนึ่ง เหมาะสำหรับการก่อสร้างในพื้นที่ซึ่งเป็นเนินเขา



รูปที่ 2.4 โรงเรือนหลังคาหน้าจั่วแบบไม่สมมาตร (Uneven span)

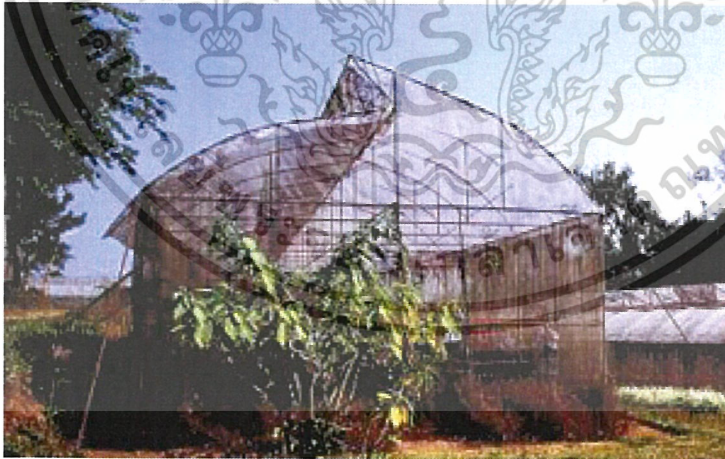
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. โรงเรือนหลังคาครึ่งวงกลม (Quonset) เป็นแบบโรงเรือนที่ได้รับความนิยมแพร่หลายในเขตอบอุ่นและเขตนานาอีกแบบหนึ่ง การก่อสร้างไม่ซับซ้อนมากนัก เหมาะสำหรับกรณีที่ต้องการมุงหลังคาด้วยวัสดุที่โค้งงอได้ง่าย เช่น แผ่นพลาสติกชนิดต่าง ๆ การระบายอากาศร้อนทำได้ยากจึงไม่เหมาะสมสำหรับประเทศในเขตร้อน



รูปที่ 2.5 โรงเรือนหลังคาครึ่งวงกลม (Quonset)

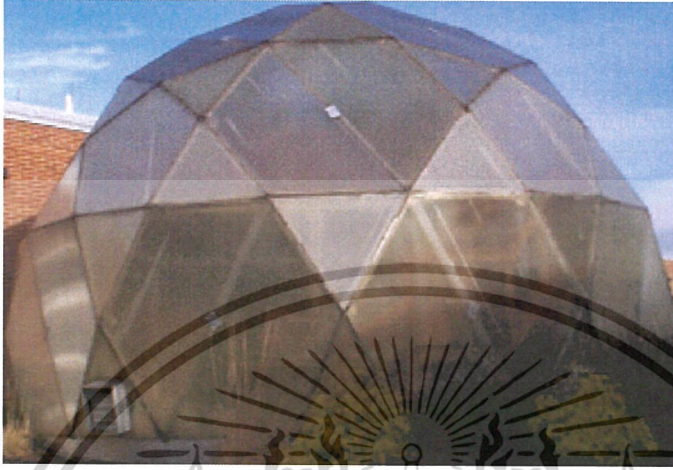
5. โรงเรือนหลังคาครึ่งวงกลมเหลื่อม เป็นโรงเรือนที่ออกแบบให้ง่ายต่อการระบายอากาศร้อน เนื่องจากหลังคามีช่องเปิด โรงเรือนแบบนี้จึงเหมาะสมสำหรับประเทศในเขตร้อน



รูปที่ 2.6 โรงเรือนหลังคาครึ่งวงกลมเหลื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. โรงเรือนหลังคาครึ่งทรงกลม (dome) โรงเรือนแบบนี้ยากต่อการขยายให้ครอบคลุมพื้นที่กว้าง จึงไม่ค่อยนิยมสร้างสำหรับการผลิตพืชในเชิงพาณิชย์ ส่วนใหญ่สร้างขึ้นเพื่อให้มีจุดเด่นทางด้านสถาปัตยกรรมใน Botanical Garden หรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ



รูปที่ 2.7 โรงเรือนหลังคาครึ่งทรงกลม (Dome)

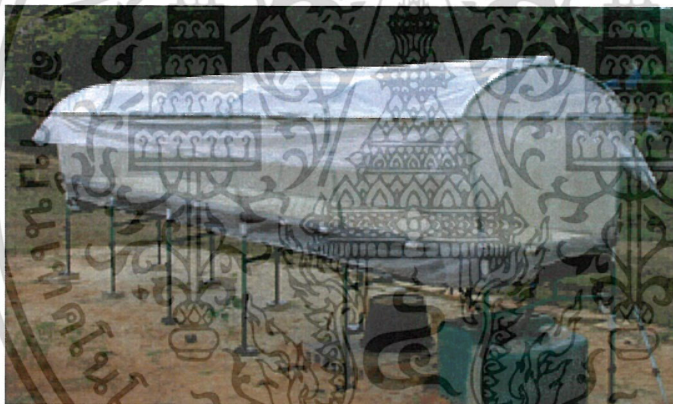
7. โรงเรือนหลังคาต่อเนื่อง (ridge and furrow) โรงเรือนแบบนี้จะสร้างหลังคาแบบหน้าจั่วหรือครึ่งวงกลมต่อเนื่องกัน เพื่อให้โรงเรือนคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง และมีค่าก่อสร้างต่ำกว่าการสร้างหลังคาเดี่ยวขนาดใหญ่



รูปที่ 2.8 โรงเรือนหลังคาต่อเนื่อง (Ridge and furrow)

8. โรงเรือนขนาดเล็ก โรงเรือนขนาดใหญ่ช่วยให้สามารถควบคุมสิ่งแวดล้อมภายในโรงเรือนได้ง่าย แต่ขณะเดียวกันก็มีข้อเสียหลายอย่าง เช่น เสียพื้นที่ส่วนหนึ่งเพื่อเป็นทางเดินและลำเลียงวัสดุ ทำให้มีค่าก่อสร้างเพิ่มขึ้นในส่วนที่ไม่จำเป็น ค่าก่อสร้างแพงและต้องใช้งบลงทุนครั้งละมากๆ และเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนูญาติเห็นว่าไปเซปประเยชนดานการค้ำไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แก้ไขได้ยากเมื่อเกิดการระบาดของโรคหรือแมลง เป็นต้น ในพื้นที่เขตร้อนของโลก ซึ่งมีอุณหภูมิสูงพอสำหรับการเจริญเติบโตของพืชตลอดทั้งปี การสร้างโรงเรือนขนาดใหญ่ เพื่อเก็บความร้อนให้มีอุณหภูมิสูงพอสำหรับการเจริญเติบโตของพืชจึงไม่จำเป็น โรงเรือนขนาดเล็กที่มีเพียงหลังคาถักฟนหรือมีมุ้งกันแมลงก็เพียงพอต่อการปลูกพืช นอกจากนี้ เกษตรกรยังไม่จำเป็นต้องลงทุนสูงในครั้งเดียว สามารถวางแผนการผลิตได้ง่าย และมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่ำ จึงเป็นที่นิยมของเกษตรกรในหลายพื้นที่



รูปที่ 2.9 โรงเรือนขนาดเล็ก

ประโยชน์หลายอย่างจากการปลูกพืชในโรงเรือน เช่น

1. สามารถป้องกันแมลงไม่ให้เข้าไปทำลายพืชที่ปลูก ทำให้ไม่ต้องใช้ยาฆ่าแมลง ผู้บริโภคพืชผักที่ปลูกโดยวิธีนี้จึงมีความปลอดภัยจากสารพิษตกค้างในผลผลิต
2. ป้องกันน้ำฝนลงไปเจือปนในสารละลายธาตุอาหาร จนสารละลายเจือจางเกินไปไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของพืช และมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นจนไหลล้นออกมาจากเครื่องปลูก ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายกับการปลูกพืชทั้งระบบ
3. สามารถควบคุมปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมในการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช เช่น

ความเข้มแสง ระยะเวลาที่พืชรับแสง ความเข้มข้นของแก๊ส CO_2 และอุณหภูมิ เป็นเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้น ทำให้สามารถผลิตพืชได้ทั้งปี โดยไม่ต้องอาศัยฤดูกาลตามธรรมชาติเข้าช่วย ผู้ปลูกสามารถวางแผนการผลิตได้ง่าย และเสี่ยงต่อการแปรปรวนของธรรมชาติน้อยกว่าการปลูกในพื้นที่โล่งแจ้ง

4. สามารถออกแบบให้เป็นการผลิตอัตโนมัติ เช่นเดียวกับการผลิตสินค้าอุตสาหกรรมต่างๆ ได้ง่าย ช่วยประหยัดแรงงานในการดำเนินการ
5. ลดโอกาสในการสัมผัสสิ่งสกปรก ทำให้พืชที่ผลิตได้ สะอาดไม่เป็นพาหะนำโรค
6. สามารถติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ เช่น อุปกรณ์พวงลำต้น อุปกรณ์แขวนผล เป็นต้น ได้ง่าย และอาจติดตั้งเพียงครั้งเดียว แต่สามารถใช้งานติดต่อกันได้หลายฤดูปลูก
7. มีสิ่งแวดล้อมในการทำงานที่ดี และสะอาดไม่เปื้อนดินโคลน ช่วยให้ผู้ปลูกมีความเพลิดเพลินในการทำงานมากกว่า

2.2 ส่วนประกอบสำคัญของโรงเรือนระบบทำความเย็นแบบระเหย

ลักษณะของโรงเรือนทำความเย็นระบบระเหยละอองหมอก เป็นโรงเรือนที่มีลักษณะเหมือนโรงเรือนทั่วไป แต่มีลักษณะพิเศษกว่าคือเป็นโรงเรือนแบบปิด และสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยใช้วิธี Evaporative ส่วนประกอบที่สำคัญของโรงเรือนระบบทำความเย็นแบบระเหย มีดังนี้

1. พัดลมดูดอากาศ (Exhaust fan)
2. หัวพ่นหมอก
3. ผ้า màn หรือวัสดุพรางแสง
4. ปั๊มน้ำและถังพักน้ำ (Pump and Storage tank)
5. ชุดทำความเย็น (แผ่นซับน้ำ, Evaporative cooling)

2.2.1 พัดลมดูดอากาศ (Exhaust fan)

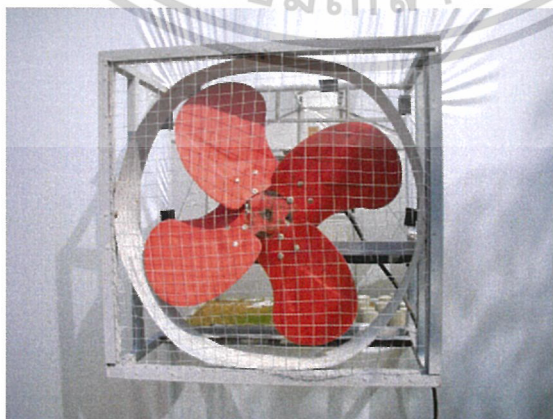
พัดลมเป็นอุปกรณ์สำคัญในระบบโรงเรือนปิดที่ทำหน้าที่ระบายอากาศภายในโรงเรือนออกสู่ภายนอกโดยดึงเอาความร้อนภายในโรงเรือนออกไปพร้อมกับอากาศที่ถูกดูดออก และยังทำให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศภายในโรงเรือนอีกด้วย เนื่องจากในขณะที่พัดลมดูดอากาศภายในโรงเรือนออก ก็เป็นจังหวะเดียวกับที่อากาศภายนอกจะถูกดูดเข้ามาแทนที่อากาศที่ถูกดูดออกไปในปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใกล้เคียงกัน ผ่านระบบการทำความเย็น พร้อมทั้งดูดอากาศภายนอกเข้ามาเพื่อทำให้เกิดการถ่ายเทของอากาศ

ข้อควรรู้สำหรับพัดลมดูดอากาศมีดังนี้

1. ใน โรงเรือนที่มีขนาดใหญ่พัดลมที่มีขนาดใหญ่จะมีประสิทธิภาพดีกว่าพัดลมที่มีขนาดเล็ก โดยการเลือกขนาดของพัดลมควรเลือกให้มีความเหมาะสมกับขนาดของ โรงเรือน
2. การติดตั้งพัดลม ควรติดตั้งพัดลมดูดอากาศที่ปลายของโรงเรือนเนื่องจากพัดลมที่อยู่ด้านหน้าจะมีประสิทธิภาพดีกว่าพัดลมที่อยู่ด้านข้าง เพราะพัดลมที่อยู่ด้านหน้าสามารถดูดอากาศได้มากโดยตรง
3. ในการออกแบบทิศทางของพัดลมดูดอากาศควรหันพัดลมไปในทิศทางเดียวกันกับลมในช่วงฤดูร้อน
4. ถ้าโรงเรือนมีระบบพลาแสงจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการระบายความร้อนประมาณ 30-40 %
5. ในกรณีที่โรงเรือนยาวกว่า 500 ฟุตควรติดตั้งพัดลมไว้ทั้งบริเวณต้นโรงเรือนและท้ายโรงเรือน หรือควรมีทางระบายอากาศด้านบนของโรงเรือนเพื่อให้อากาศร้อนลอยตัวออกไปและให้อากาศเย็นเข้ามาแทนที่
6. ความเร็วลมเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งในโรงเรือนระบบปิดโดยความเร็วลมควรจะมีมากพอที่จะดึงความร้อนที่เกิดขึ้นภายในโรงเรือนทั้งหมดออกสู่ภายนอก แต่ต้องพอเหมาะในการที่จะทำให้เกิดการระเหยของน้ำเพื่อการลดอุณหภูมิภายในโรงเรือน



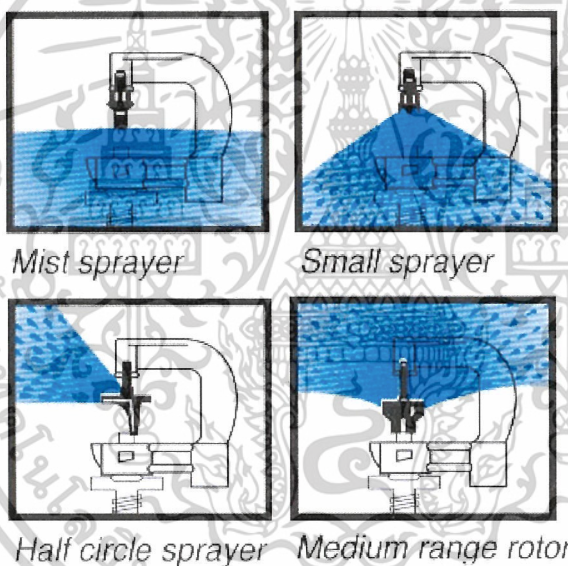
รูปที่ 2.10 พัดลมระบายอากาศของโรงเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 หัวพ่นหมอก

หัวพ่นหมอกเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการกำหนดขนาดของละอองน้ำที่ออกมาจากหัวพ่นหมอกภายในโรงเรือน

การเลือกหัวพ่นหมอกที่จะใช้ในโรงเรือนนั้นมีผลอย่างมากกับการทำความเย็น โดยการเลือกหัวพ่นหมอกให้มีการปล่อยละอองที่มีขนาดเล็ก และ กระจายออกเป็นบริเวณกว้างนั้น จะทำให้มีพื้นที่ในการแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับหัวพ่นหมอกที่ปล่อยละอองน้ำขนาดใหญ่กว่า และมีการกระจายของละอองน้อยกว่า ซึ่งมีผลต่อระบบการทำความเย็น คือ หากมีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างละอองน้ำ กับ อากาศยิ่งมาก ก็จะทำให้อากาศภายในโรงเรือนมีอุณหภูมิ ต่ำลงมากกว่าในช่วงเวลาเดียวกัน หรืออาจกล่าวได้ว่า อากาศจะใช้เวลาในการลดอุณหภูมิ น้อยกว่า นั้นเอง



รูปที่ 2.11 ลักษณะการปล่อยน้ำของหัวจ่ายน้ำแบบต่าง



รูปที่ 2.12 หัวพ่นหมอกของโรงเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ฝ้าบานและวัสดุพรางแสง

จุดประสงค์หลักในการเลือกใช้ฝ้าบานในโรงเรือนระบบปิดคือ ป้องกันไม่ให้อากาศภายนอกเข้ามาภายใน โรงเรือน ยกเว้นทางช่องเปิดเท่านั้น ดังนั้นฝ้าบานจึงต้องปิดสนิท โดยควรเลือกใช้ฝ้าบานเป็น พลาสติก หรือ PVC ที่มี UV protection นอกจากนี้โรงเรือนทำความเย็นที่ติดตั้งอยู่บริเวณกลางแจ้งนั้น จะได้รับผลกระทบจากแสงแดดตลอดเวลา ดังนั้นควรจะมีการติดตั้งม่านพรางแสงแดด เพื่อช่วยในการลดความเข้มของแสงแดด และ เป็นการช่วยลดอุณหภูมิได้อีกทางหนึ่ง

ตัวอย่างวัสดุคลุมโรงเรือน

วัสดุคลุมโรงเรือนปลูกพืชควรเป็นวัสดุที่ยอมให้แสงในช่วงความยาวคลื่น 400 - 700 นาโนเมตร ส่องผ่านได้มากที่สุด ถึงแม้ว่าจะไม่มีวัสดุชนิดใดยอมให้แสงในย่านความยาวคลื่นนี้ส่องผ่านได้ 100% วัสดุคลุมหลังคาอาจแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

1. กระจก (Glass) กระจกที่ใช้เพื่อการเกษตรยอมให้รังสีจากดวงอาทิตย์ในช่วงความยาวคลื่น 400 - 2500 นาโนเมตร ส่องผ่านได้ดี แต่รังสีนอกย่านความยาวคลื่นส่องผ่านได้น้อย กระจกมีอายุการใช้งานได้นาน แต่มีน้ำหนักมาก (ความหนาแน่นสูง) ทำให้โรงเรือนที่ใช้กระจกมุงหลังคาต้องมีโครงสร้างที่แข็งแรง จึงมีค่าก่อสร้างที่สูงขึ้นตามไปด้วย กระจกสามารถแตกได้ง่ายเมื่อได้รับแรงกระแทกแรงๆ หรือการยืด-หดตัวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ กระจกมีหลายชนิด เช่น

- Float Glass เป็นกระจกที่ใช้สำหรับงานทั่วไป แสงอาทิตย์ส่องผ่านได้ประมาณ 88 - 90% แตกง่าย ราคาต่ำ
- Tempered Glass มีราคาสูงกว่าประเภทแรก แต่มีความแข็งแรงสูงกว่าประมาณ 5 เท่า และมีน้ำหนักมากกว่า
- Low-iron glass เป็นกระจกที่มีเหล็กต่ำ แสงส่องผ่านได้ดีกว่า float glass ประมาณ 5 - 6%



รูปที่ 2.13 โรงเรือนกระจก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. พลาสติกชนิดแผ่นแข็ง (กระเบื้องใส) วัสดุประเภทนี้มีน้ำหนักเบากว่ากระจกทำให้ไม่ต้องใช้โครงสร้างที่แข็งแรงมาก จึงประหยัดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างมากกว่า อายุการใช้งานสั้นกว่ากระจก แต่นานกว่าพลาสติกชนิดแผ่นม้วน พลาสติกชนิดแผ่นแข็งมีหลายชนิด ได้แก่

- Fiberglass เป็นวัสดุที่ทำจากใยแก้วฝังตัวใน acrylic resin แสงอาทิตย์ส่องผ่านได้ประมาณ 78 - 88% แสงเกิดการกระจายเมื่อส่องผ่าน ทำให้พืชในโรงเรือนได้รับแสงสม่ำเสมอ อุณหภูมิไม่สูงที่แถบใดแถบหนึ่ง พืชจึงไม่เสียหายในช่วงที่มีแดดจัด ผู้ผลิตมักผลิตเป็นลอนคลื่น ทำให้น้ำฝนหรือหยดน้ำสามารถไหลได้ง่าย มีอายุการใช้งาน 10 - 15 ปี
- Polycrylate แสงอาทิตย์ส่องผ่านได้ประมาณ 78 - 88% ความโปร่งแสงมักไม่เปลี่ยนเมื่ออายุการใช้งานนานขึ้น วัสดุชนิดนี้จะเปราะมากขึ้นเมื่ออายุการใช้งานนานขึ้น โดยทั่วไปมีอายุการใช้งานประมาณ 20 ปี ติดไฟได้ง่าย
- Polycarbonate แสงอาทิตย์ส่องผ่านได้ประมาณ 75 - 85% สำหรับแผ่นสองชั้น โค้งงอได้ง่าย เหมาะกับโรงเรือนหลังคาโค้ง วัสดุชนิดนี้ค่อยๆ มีสีเหลืองเข้มขึ้นเมื่ออายุการใช้งานนานขึ้น โดยทั่วไปมีอายุการใช้งานประมาณ 8 ปี ติดไฟยากกว่า Polycrylate
- Polyester
- Polysulfonate



รูปที่ 2.14 โรงเรือนกระเบื้องใส

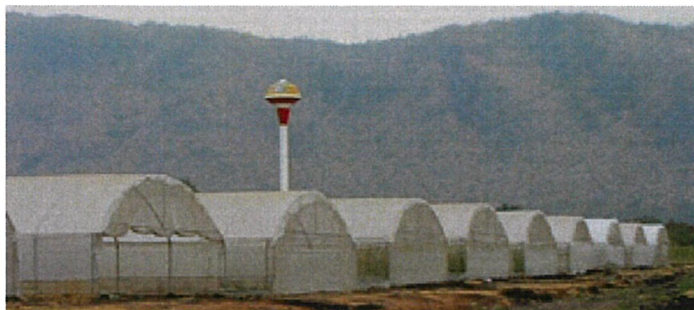
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. พลาสติกชนิดแผ่นม้วน (film) เช่น Polyethylene (PE) และ Polyvinyl Chloride (PVC) เป็นต้น พลาสติกเหล่านี้ที่ไม่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพมักมีอายุการใช้งานสั้น เนื่องจากโมเลกุลของโพลีเมอร์ขาดออกเมื่อได้รับแสงอาทิตย์เป็นเวลานาน ทำให้เนื้อพลาสติกเปราะและฉีกขาดง่าย แผ่นพลาสติกที่ถูกดองให้ตั้ง มักหย่อนได้ง่าย พลาสติกที่ไม่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพ จึงไม่ค่อยนิยมใช้มุงหลังคาโรงเรียน

แผ่นพลาสติกที่ใช้มุงหลังคาโรงเรียนในปัจจุบัน นิยมใช้แผ่น Polyethylene ที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพต่างๆ แล้ว เช่น

- ผสมหรือเคลือบด้วยสารเสริมความแข็งแรง เพื่อป้องกันไม่ให้แผ่นพลาสติกก็้อออก เมื่อถูกดองให้ตั้งเป็นเวลานาน
- ผสมหรือเคลือบด้วยสารป้องกัน โมเลกุลแตกเป็น โมเลกุลเล็ก เนื่องจากได้รับแสง Ultra-violet เป็นเวลานาน(UV Stabilizer) เพื่อยืดอายุการใช้งานให้นานขึ้น ในขณะที่ไม่รบกวนแมลงที่ช่วยผสมเกสร
- ผสมหรือเคลือบด้วยสารดูดกลืนแสง Ultra-violet (UV Absorber) ช่วยยืดอายุการใช้งานให้นานขึ้น และรบกวนการทำงานของแมลงศัตรูพืชที่เข้าไปภายในโรงเรียน
- ผสมหรือเคลือบด้วยสารดูดกลืนรังสี Infrared (IR). โดยดูดกลืนรังสี IR คลื่นสั้น (750-1,400 nm) ในเวลากลางวัน เพื่อป้องกันไม่ให้อุณหภูมิภายในโรงเรียนในเวลากลางวันสูงเกินไป และดูดกลืนรังสี IR คลื่นยาว (3,000-14,000 nm) ซึ่งเป็นรังสีสะท้อน ในเวลากลางคืน เพื่อเก็บความร้อนไว้ภายในโรงเรียนในเวลากลางคืน
- ผสมหรือเคลือบด้วยสารลดแรงตึงผิว (Anti-Drip or Anti-Condensate) ช่วยให้น้ำที่กลั่นตัวเกาะบนผิวพลาสติกได้ดีขึ้น และไหลลงสู่พื้นตามแนวแผ่นพลาสติก แทนที่จะหยดลงสู่พื้นโรงเรียน ซึ่งเป็นสาเหตุให้ดอกหรือใบพืชเปียกชื้นเสียหาย (Scorching)
- ผสมหรือเคลือบด้วยสารกระจายแสง (Light diffusion) ช่วยให้ความเข้มแสงในโรงเรียนสม่ำเสมอ พืชสามารถเจริญเติบโตได้สม่ำเสมอตามไปด้วย และลดปัญหาใบพืชไหม้ในช่วงแดดจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 โรงเรือนผ้าใบพลาสติก

2.2.4 ป้อนน้ำและถังพักน้ำ (Pump and Storage tank)

ป้อนน้ำและถังพักน้ำเป็นส่วนประกอบสำคัญ ที่ทำให้การทำความเย็นแบบระเหยทำงานได้อย่างสมบูรณ์ และมีท่อน้ำเป็นอุปกรณ์ในการลำเลียงน้ำจากถังเก็บน้ำที่ผ่านการทำความเย็นด้วยชุดทำความเย็นมาแล้วก่อนจะถูกส่งต่อไปใช้ในระบบ โดยการพ่นออกทางหัวพ่นหมอกในจุดต่างๆทั่วโรงเรือน

หลักการสำคัญเกี่ยวกับปั๊มและ ท่อมีดังนี้

1. ปั๊มน้ำควรมีแรงดันเพียงพอที่จะส่งน้ำไปทั่วทั้งระบบ แต่หากมีแรงดันมากเกินไป อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบจะได้รับแรงดันน้ำมากเกินไปจะมีอายุการใช้งานต่ำกว่าอุปกรณ์ชิ้นอื่นๆ แต่หากมีแรงดันน้อยเกินไปน้ำก็จะไม่มีแรงดันเพียงพอที่จะออกมาเป็นละอองหมอกได้
2. ท่อที่จะจ่ายน้ำควรมีขนาดที่เหมาะสมไม่ใหญ่หรือเล็กจนเกินไป อาจออกแบบเพื่อให้มีส่วนช่วยในการรักษาแรงดันของน้ำที่ออกจากปั๊มให้มีค่าความดันเพียงพอที่จะใช้ในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 3

การออกแบบระบบควบคุมโรงเรือนด้วยคอมพิวเตอร์

3.1 การออกแบบ และ การสร้างระบบควบคุมโรงเรือน

3.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบและควบคุมโรงเรือน

1. โรงเรือนขนาด $3 \times 6 \times 3$ เมตร
2. พัดลมระบายอากาศ
3. ป้อน้ำ
4. ชุดอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิและการทำงานในระบบ
5. ท่อ PVC และ หัวพ่นหมอก
6. คอมพิวเตอร์
8. อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบพัดลม (Inverter)
9. วาล์วควบคุมทิศทางการไหลของน้ำ
10. ก่อตั้งควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือน
11. ตัวแปลงสัญญาณ RS 232 เป็น RS 485 เข้าคอมพิวเตอร์
12. แผงรังผึ้งหม้อน้ำรถยนต์

3.2 รายละเอียด

3.2.1 โรงเรือนสาธิตทำจากเหล็กท่อน้ำประปาขนาด 1 นิ้ว ทำโครงโรงเรือนซึ่งมีขนาด $3 \times 6 \times 3$ เมตร ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 โรงเรือนทำความเย็นด้วยการระเหยละอองหมอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ลักษณะของโรงเรือนภายในจะมีพัดลมดูดอากาศผ่านหม้อน้ำที่บริเวณช่องเปิด



รูปที่ 3.2 ช่องเปิดของโรงเรือนที่มีแผงหม้อน้ำและหัวพ่นฝอยละอองติดตั้งด้านบน

3.2.3 ช่องเปิดให้พัดลมดูดผ่านหม้อน้ำให้อากาศไหลผ่านเข้าโรงเรือน



รูปที่ 3.3 หม้อน้ำขนาด 90×50 เซนติเมตร ด้านหน้าช่องเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 ถาดด้านล่างของช่องเปิดเจาะรูต่อท่อให้น้ำเหลือทิ้งไหลกลับลงสู่ถัง



รูปที่ 3.4 ถาดด้านล่างของช่องเปิด

3.2.5 การออกแบบพัดลม และ ช่องอากาศ ที่ได้ออกแบบไว้ก่อนแล้ว

- การคำนวณขนาดพัดลม

จากสมการ

$$q = m (i_2 - i_1) \quad (3.1)$$

$$Q = mv \quad (3.2)$$

เมื่อ

q = พลังงาน Btu/hr

m = อัตราการไหลเชิงมวล lb/hr

i = เอนทาลปี Btu/lb

Q = อัตราการไหลเชิงปริมาตร cfm

v = ปริมาตรจำเพาะ cf/lb

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิอากาศเข้า คือ 95° F 50 %RH

ทิศเหนือ	160×6×2	=	1,920	Btu/hr
ทิศใต้	250×6×2	=	3,000	Btu/hr
ทิศตะวันออก	250×3×2	=	1,500	Btu/hr
ทิศตะวันตก	160×3×2	=	960	Btu/hr
หลังคาชั้นบน	400×0.65×6×2	=	3,120	Btu/hr
หลังคาชั้นล่าง	400×1.3×6×2	=	6,240	Btu/hr
รวม		=	16,740	Btu/hr

$$i_2 = 46 \text{ Btu/lb}$$

$$i_1 = 42.5 \text{ Btu/lb}$$

แทนค่าในสมการ 3.1 :

$$16,740 = m(46-42.5)$$

$$m = 16,740/3.5$$

$$m = 4,782.85 \text{ lb/hr}$$

$$m = 79.71 \text{ lb/min}$$

จากสมการ 3.2 $Q = mv$

$$V = 14.25 \text{ cf/lb}$$

แทนค่าในสมการ $Q = 79.71 \times 14.25$

$$Q = 1,135.86 \text{ cfm}$$

$$Q = 1136 \text{ cfm}$$

เลือกขนาดพัดลม 1, 571.74 cfm มาคิด

-การคำนวณขนาดช่องเปิด

จากสมการ ขนาดช่องเปิด = ปริมาณการไหลของพัดลม (cfm)/250 (cfm/ft²)

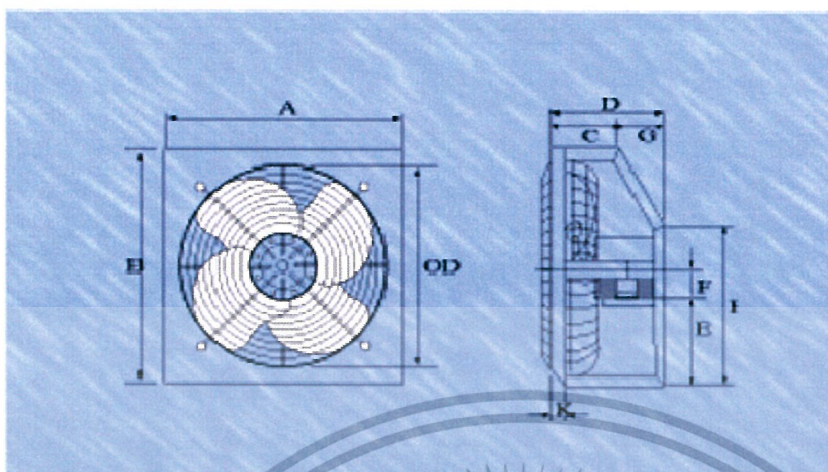
แทนค่าในสมการ ขนาดช่องเปิด = 1,571.74/250

$$= 6.28 \text{ ft}^2$$

ดังนั้น ได้ขนาดช่องเปิดเป็น 90×50 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ประสิทธิภาพของพัดลมขนาดของใบพัด



รุ่น Model	D I M E N S I O N (มม.)										PERFORMANCE			
	A	B	C	D	E	F	G	H	K	OD	PHASE	HP	CFM	RPM
EC-16	510	510	100	210	190	100	100	330	25	420	220V	1/4	4,500	1,450
EC-18	560	560	100	210	210	100	100	380	25	480	220V	1/4	5,000	1,450
EC-20	610	610	100	210	220	100	100	420	25	520	220V	1/4	5,000	1,450
EC-24	720	720	100	210	250	100	100	540	25	620	220V	1/3	5,200	1,450
EC-30	885	885	120	280	320	110	140	600	35	780	380V	1	12,500	900
EC-36	1015	1015	140	320	380	110	180	870	35	990	380V	1	18,500	600

จากกฎของพัดลม

$$CFM2 = (RPM2/RPM1) \times CFM1 \quad \text{----- (1)}$$

ดังนั้น $RPM2 = (CFM2/CFM1) \times RPM1 \quad \text{----- (2)}$

จากสมการที่ 2 แทนค่า

เมื่อ $CFM1 = 5,200$

$$CFM2 = 1,571.74$$

$$RPM1 = 1,450$$

ดังนั้น $RPM 2 = (1,571.74 / 5,200) \times 1,450$

$$RPM 2 = 483.27$$

ที่ 1,450 RPM มีค่าความถี่เป็น 50 Hz

ดังนั้น ที่ 483.27 RPM มีค่าความถี่เป็น $(483.27 / 1,450) \times 50 = 15.12$ Hz

ดังนั้น เพื่อให้ได้ปริมาตรอากาศเป็น 1,571.74 CFM จะต้องใช้ความถี่ของพัดลมเป็น 15.12 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. คอมพิวเตอร์ (Note Book) ใช้ในการเก็บบันทึกค่าข้อมูลอุณหภูมิความชื้นที่จุดต่างๆ ที่วัดค่าโดยใช้เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)



รูปที่ 3.5 คอมพิวเตอร์ (Note Book)

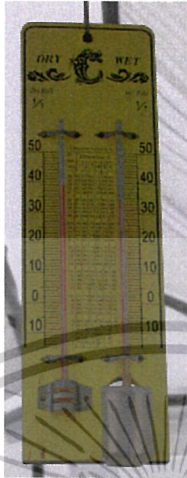
2. เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) วัดค่าอุณหภูมิต่อเข้ากับ เครื่องบันทึกข้อมูล (Data Logger)



รูปที่ 3.6 เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้งกระเปาะเปียก เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้ง กระเปาะเปียกทั้งภายในและภายนอกโรงเรือน เพื่อนำค่าที่ได้มาหาค่าความชื้นโรงเรือนเป็น % RH (Relative Humidity)



รูปที่ 3.7 เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้งกระเปาะเปียก

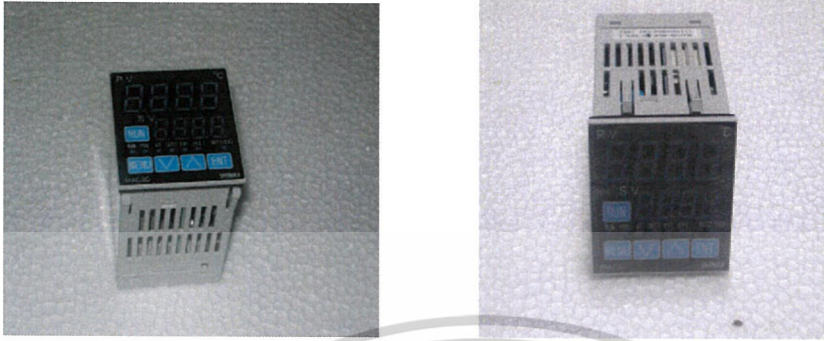
4. อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบพัดลม (Inverter) ปรับความถี่พัดลม และ ความเร็วรอบเพื่อให้ได้ค่าปริมาณการไหลของอากาศที่ต้องการ



รูปที่ 3.8 อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบพัดลม (Inverter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เครื่องวัดและควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Controller) ใช้เพื่อปรับเซตค่าอุณหภูมิที่ต้องการในระบบ



รูปที่ 3.9 เครื่องวัดและควบคุมอุณหภูมิ

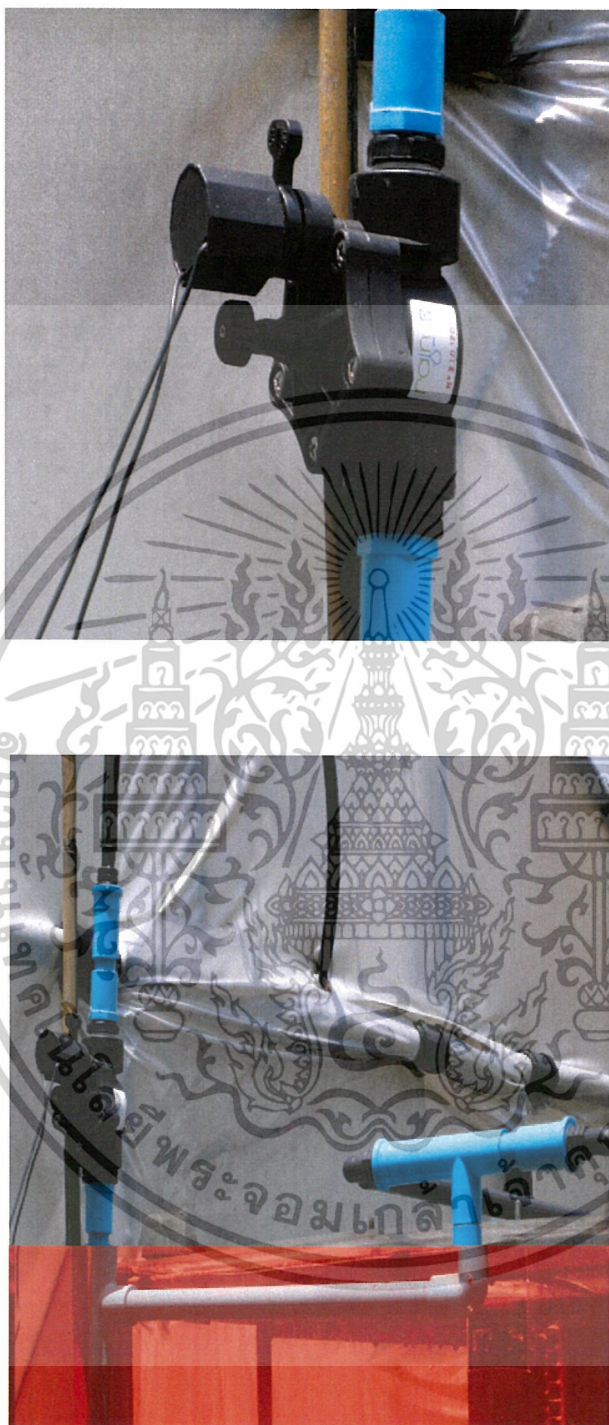
6. หม้อน้ำรถยนต์ใช้แทนแผ่นแผงรังผึ้ง



รูปที่ 3.10 หม้อน้ำรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

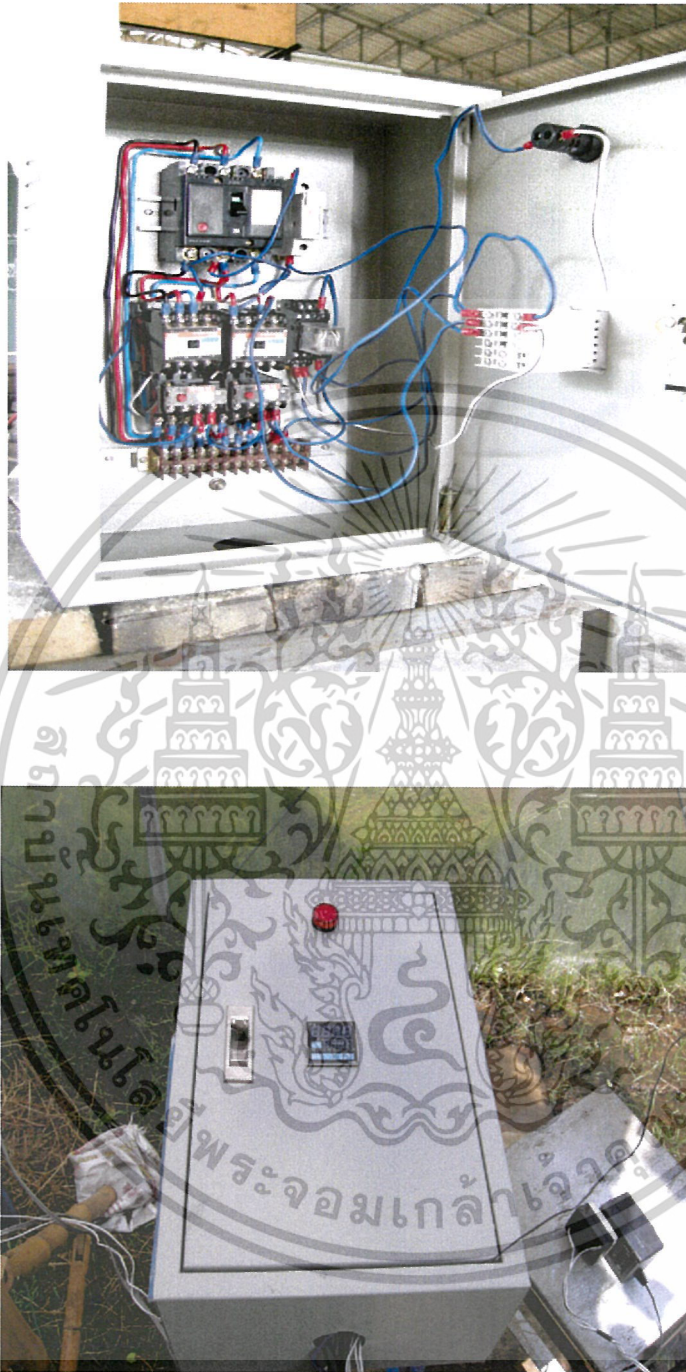
7. วาล์วควบคุมทิศทางการไหลของน้ำ



รูปที่ 3.11 วาล์วควบคุมทิศทางการไหลของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. กล่องควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือน



รูปที่ 3.12 กล่องควบคุมอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ตัวแปลงสัญญาณ RS 232 เป็น RS 485 เข้าคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.13 ตัวแปลงสัญญาณ RS 232 ให้เป็น RS 485

3.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.4.1 การพัฒนาโรงเรียนสาธิต

1. หาข้อมูลเรื่องโรงเรียนและนำข้อมูลมาศึกษาลักษณะโรงเรียนสาธิต
2. โรงเรียนสาธิตแบบหลังคาหน้าจั่ว 2 ชั้น ขนาด 3×6×3 เมตร



รูปที่ 3.14 โรงเรียนสาธิตแบบหลังคาหน้าจั่ว 2 ชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ช่องเปิดท้ายโรงเรือนติดตั้งหม้อน้ำและพัดลมดูดอากาศ ทำจากเหล็กกล่อง 1 นิ้วมีขนาดประมาณ $90 \times 105 \times 65$ เซนติเมตร



รูปที่ 3.15 โครงช่องเปิดท้ายโรงเรือน

4. หัวพ่นหมอกแบบ Fogger เป็นตัวปล่อยน้ำที่สามารถพ่นน้ำออกมาได้ละเอียดมาก มีอัตราการไหล 9 ลิตร/ชั่วโมง โดยจะติดตั้งอยู่บนช่องเปิดเพดานหม้อน้ำทำให้ละอองน้ำสามารถกระจายตัวได้อย่างทั่วถึง ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.16 หัวพ่นหมอกแบบ Fogger

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง และผลการทดลอง

ในการทดลอง การควบคุมโรงเรือนด้วยคอมพิวเตอร์ มีการทำการทดลองตัวอย่าง

4.1 วิธีการทดลอง และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ขั้นตอนการทดลองมีดังนี้

4.1.1 ติดตั้งอุปกรณ์การให้น้ำ ตรงช่องเปิด หัวพ่นหมอก ดังรูป



รูปที่ 4.1 ลักษณะการติดตั้งหัวพ่นหมอก

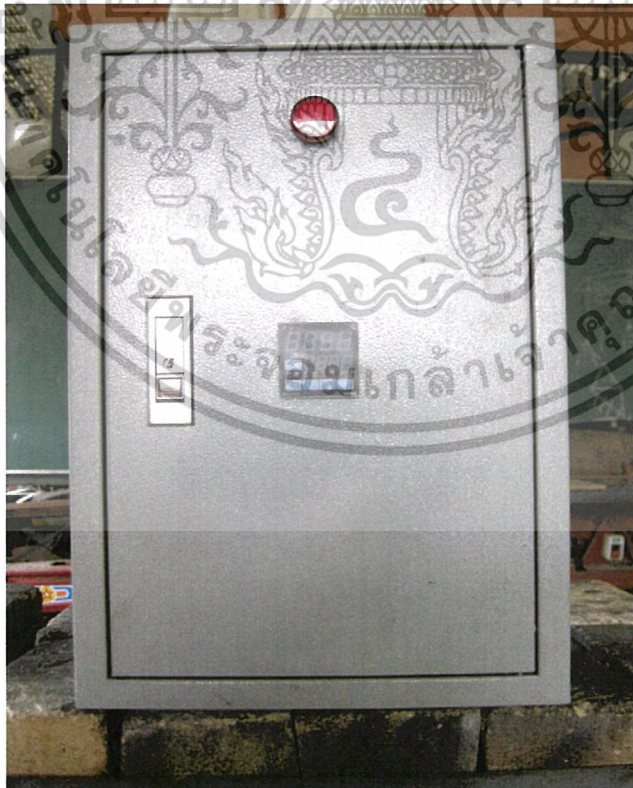
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ติดตั้งกล่องควบคุมอุณหภูมิกับตัวปรับความเร็วรอบ



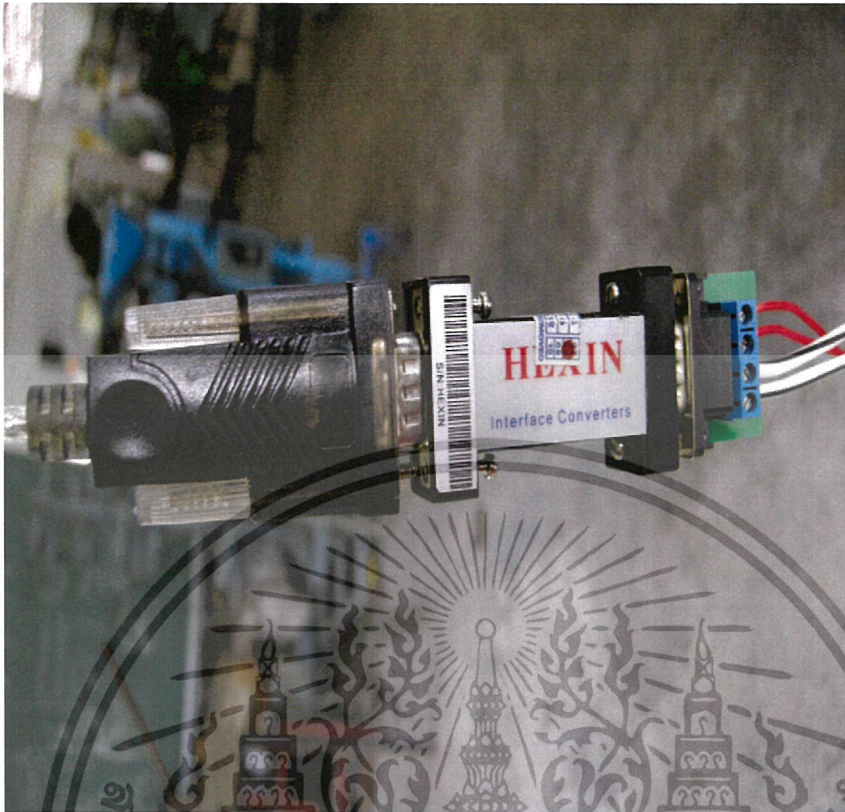
รูปที่ 4.2 การติดตั้งกล่องควบคุมอุณหภูมิกับตัวปรับความเร็วรอบ

4.1.3 ต่อตัวแปลงสัญญาณ RS 232-RS 485 เข้ากับคอมพิวเตอร์และกล่องควบคุมอุณหภูมิ



รูปที่ 4.3 กล่องควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



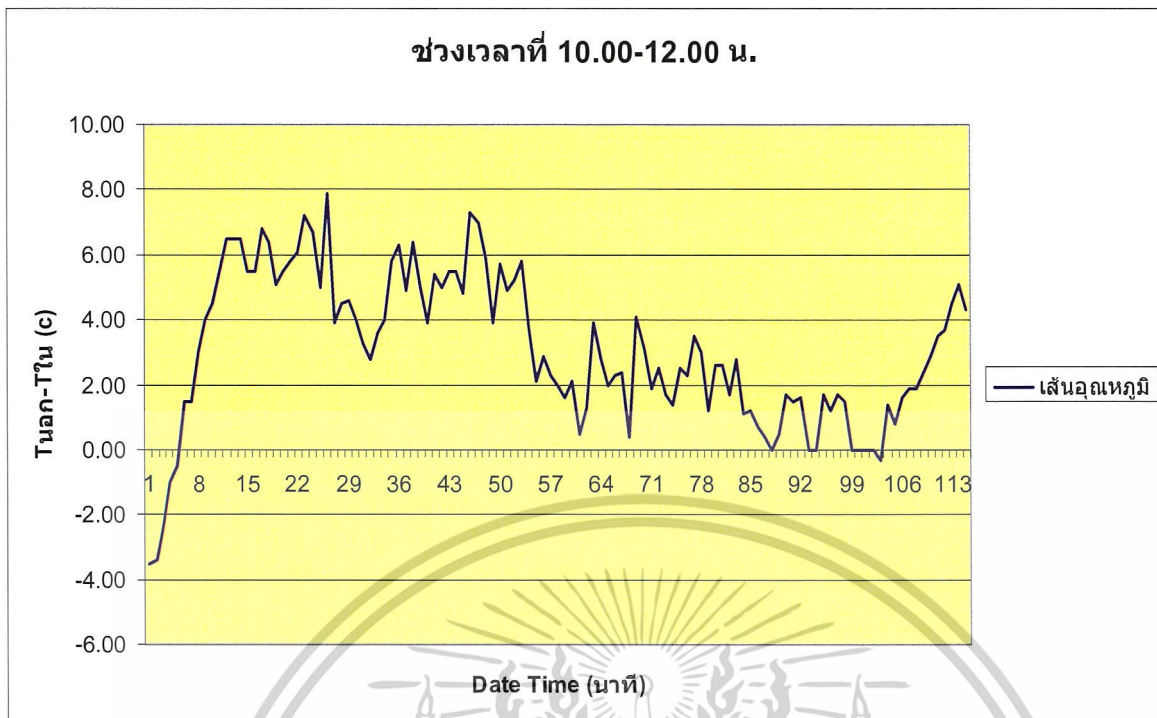
รูปที่ 4.4 ตัวตัวแปลงสัญญาณ RS 232-RS 485

4.1.4 ทำการทดลองเปิดน้ำเข้าถังเก็บน้ำ ต่อบัมพ์น้ำเข้ากับระบบการให้น้ำ เปิดสวิตช์กล่องควบคุมอุณหภูมิ ตั้งค่าอุณหภูมิ EV1 เริ่มทำงานที่ 28-35 องศา EV2 ทำงานที่ 35 องศา ทำการวัดและบันทึกผล อุณหภูมิเริ่มต้นที่ตรงจุดกึ่งกลางตรงเรือน อุณหภูมิกระเปาะแห้งภายนอกโรงเรือน และอุณหภูมิกระเปาะเปียกทั้งภายนอกและภายใน โรงเรือน โดทำการวัดและบันทึกผลทุก 10 นาที

4.1.5 ทำการทดลองที่เวลา 10.00 - 12.00, 12.00 - 14.00 และ 14.00 - 16.00 น. และบันทึกผลเหมือนข้อ 4.1.4

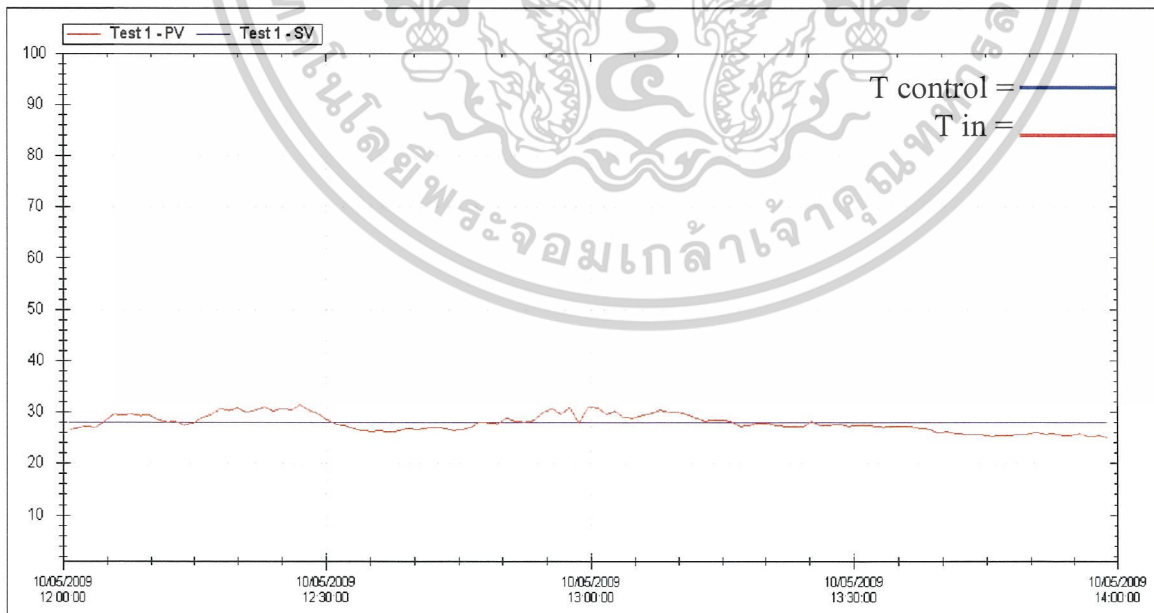
4.1.6 นำข้อมูลที่ได้นำมาสรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง โดยนำข้อมูลที่ได้นำไปหาความสัมพันธ์กัน โดยแสดงเป็นกราฟระหว่าง อุณหภูมิภายนอกและอุณหภูมิภายใน โรงเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



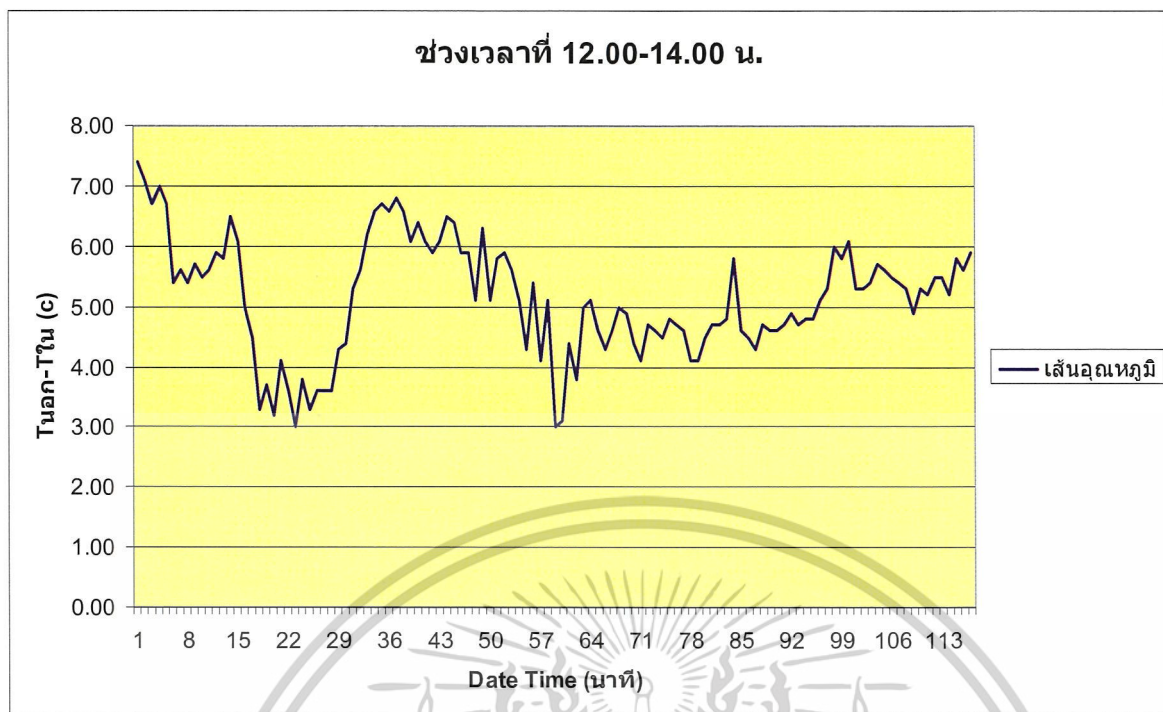
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิ และใช้หัวพ่นหมอกให้น้ำ
ที่เวลา 10.00 -12.00 น.

- วันที่ 10/05/2552 ช่วงที่ 2 เวลา 12.00 น. - 14.00 น.



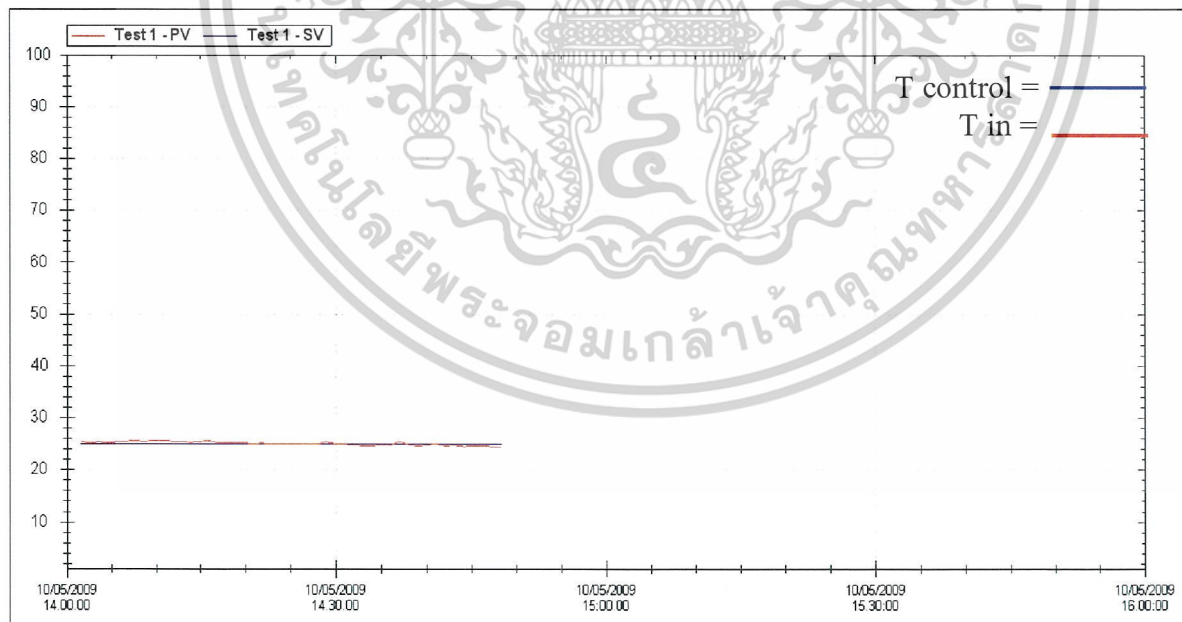
รูปที่ 4.8 กราฟแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ที่ช่วงเวลา 10.00 -12.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



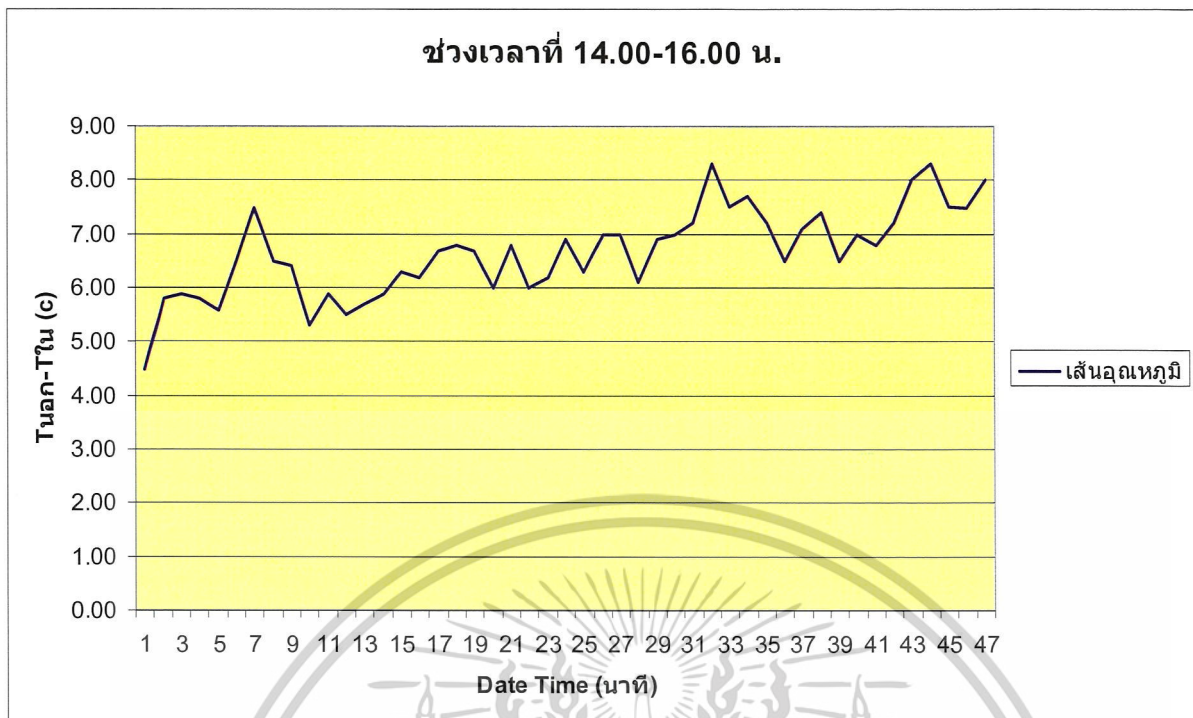
รูปที่ 4.9 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิ และใช้หัวพันหมอกให้น้ำ ที่เวลา 12.00-14.00 น.

- วันที่ 10/05/2552 ช่วงที่ 3 เวลา 14.00 น. - 16.00 น.



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ที่ช่วงเวลา 14.00 -16.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิ และใช้หัวพ่นหมอก
ให้น้ำ ที่เวลา 14.00 - 16.00 น.

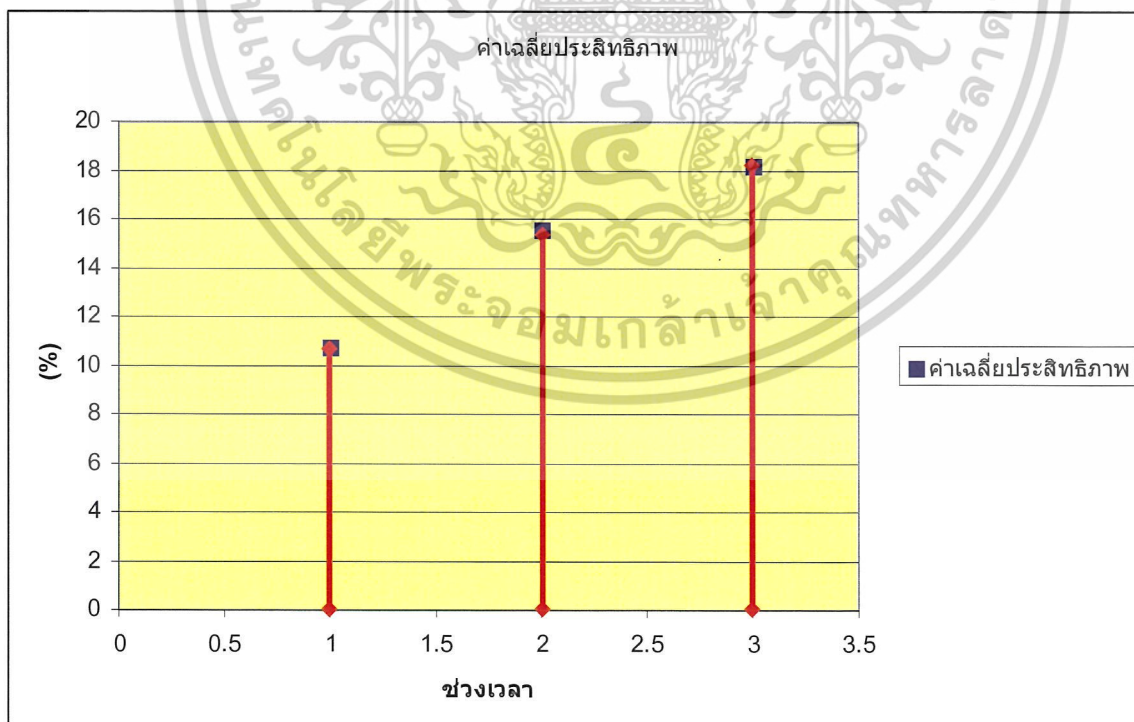
- ตารางแสดงประสิทธิภาพในแต่ละวัน

วันที่	ช่วงเวลา	T in (°C) (เฉลี่ย)	T out (°C) (เฉลี่ย)	Difference	ประสิทธิภาพการลดอุณหภูมิ (%)
8-พ.ค.-52	10.00 – 12.00 น.	32.01	36.24	78.96	11.67
	12.00 – 14.00 น.	27.93	33.07	79.47	15.54
	14.00 – 16.00 น.	34.21	40.20	78.50	14.90
9-พ.ค.-52	10.00 – 12.00 น.	32.01	36.24	78.96	11.67
	12.00 – 14.00 น.	31.28	41.35	73.03	24.35
	14.00 – 16.00 น.	32.80	40.20	78.49	18.40
10-พ.ค.-52	10.00 – 12.00 น.	29.23	32.31	83.63	9.50
	12.00 – 14.00 น.	27.93	33.07	79.47	15.54
	14.00 – 16.00 น.	25.11	31.78	77.21	20.98
13-พ.ค.-52	10.00 – 12.00 น.	29.11	32.31	58.97	9.90
	12.00 – 14.00 น.	27.93	33.07	79.47	15.54
	14.00 – 16.00 น.	32.80	40.20	78.48	18.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ตารางแสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในแต่ละช่วงของทั้ง 4 วัน

ช่วงเวลา	วันที่	ประสิทธิภาพการลดอุณหภูมิ (%)
ช่วงที่ 1	1	11.67
	2	11.67
	3	9.50
	4	9.90
เฉลี่ย		10.68
ช่วงที่ 2	1	15.54
	2	24.35
	3	15.54
	4	15.54
เฉลี่ย		17.74
ช่วงที่ 3	1	14.90
	2	18.40
	3	20.98
	4	18.41
เฉลี่ย		18.17



รูปที่ 4.12 กราฟแสดงประสิทธิภาพของการลดอุณหภูมิในแต่ละช่วงของทั้งสี่วัน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 สรุปผล

จากการทดลองโรงเรือนสาธิตระบบควบคุมภายในโรงเรือนแบบ Evaporative cooling โดยทำการทดลองที่ 3 ช่วงเวลา ทดลองโดยใช้น้ำฉีดผ่านแผงรังผึ้งหม้อน้ำ พบว่าสามารถลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนได้ประมาณ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 80-100% เนื่องจากละอองน้ำในช่องเปิดสัมผัสกับอากาศร้อนภายนอกโรงเรือน จะเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อน และ การเปลี่ยนสถานะจากน้ำเป็นไอ ดังนั้นความร้อนในอากาศจะลดลง ซึ่งสามารถทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนลดลง

5.1.1 อุณหภูมิภายในโรงเรือนมีผลเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาที่ใช้ในการทดลอง

จากกราฟผลการทดลองทั้ง 3 ช่วงเวลาจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนจะมีผลเปลี่ยนไปเมื่อเวลาผ่านไปในช่วงเช้า กลางวัน และ เย็น ภาระของโรงเรือนที่เกิดจากการรับการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ และจะมีการสะสมมากขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพในการควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนในช่วงเวลาต่างๆกันจะมีประสิทธิภาพแตกต่างกันไป

5.1.2 ประสิทธิภาพแผงรังผึ้งเพื่อใช้ในการลดอุณหภูมิภายในโรงเรือน

จากกราฟผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการ ใช้แผงรังผึ้งหม้อน้ำรถยนต์นั้นมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือน 15.53 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นผลมาจากการฉีดน้ำผ่านแผงรังผึ้งหม้อน้ำ เมื่อละอองหมอกมีพื้นที่ผิวสัมผัสจะทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนของน้ำกับอากาศ ในการทดลองนี้จึงทำให้พบว่าความสามารถในการควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนนั้นขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอากาศภายนอก และน้ำที่ผ่านฝอยละอองของแผงรังผึ้งหม้อน้ำรถยนต์

5.1.3 ช่วงเวลาที่มีผลต่อการควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือน

จากการทดลองการควบคุมอุณหภูมิ พบว่าช่วงแรกของการเก็บข้อมูลระบบควบคุม มีความสามารถในการลดอุณหภูมิมากกว่าช่วงที่ 2 และช่วงที่ 3 เพราะอุณหภูมิภายนอกค่อยๆเพิ่มขึ้น แต่ประสิทธิภาพของระบบเท่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

- 5.2.1 ควรให้มีการคิดคำนวณค่าทางเศรษฐศาสตร์ เช่น ความคุ้มค่าในการลงทุนทั้งในระยะสั้น และ ระยะยาว
- 5.2.2 ควรมีจุดการวัดคุณหมุภายในโรงเรียนมากกว่านี้เพื่อให้ได้ผลที่ละเอียดกว่าการทดลองครั้งนี้
- 5.2.3 ควรมีการเก็บข้อมูลในช่วงเวลาสั้นๆ เพราะจะได้ข้อมูลที่ละเอียดในแต่ละช่วงเวลาของวัน
- 5.2.4 ควรมีการศึกษาและทดลองการติดตั้งพัดลม และ ช่องเปิดในระดับความสูงต่างๆ

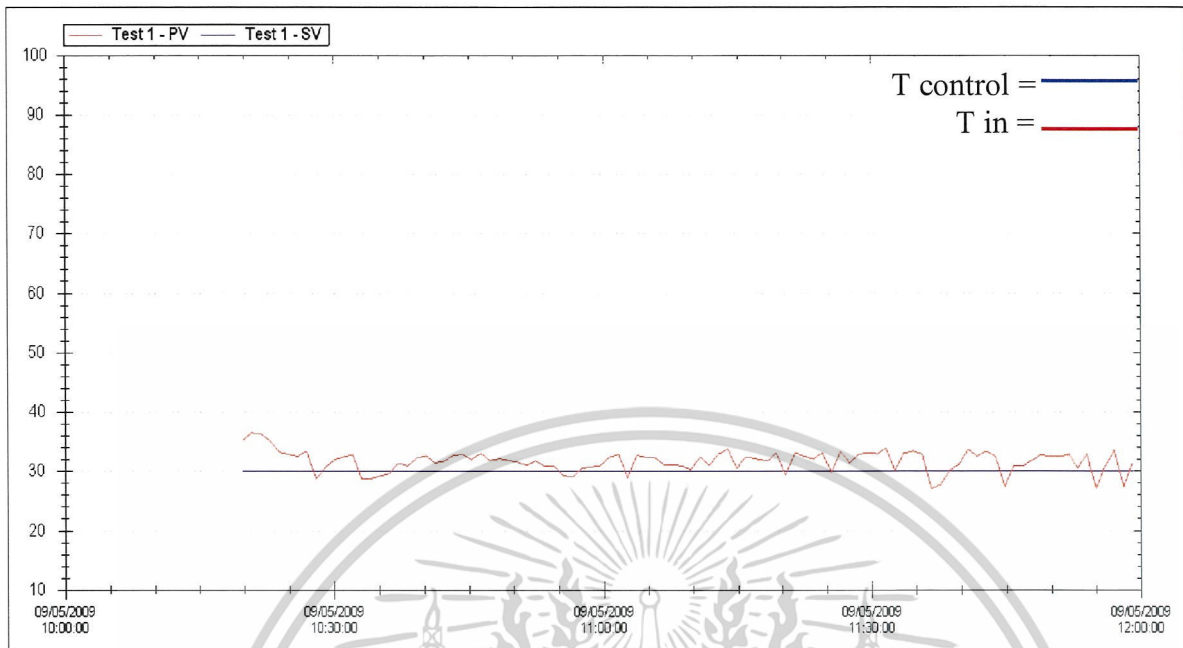


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

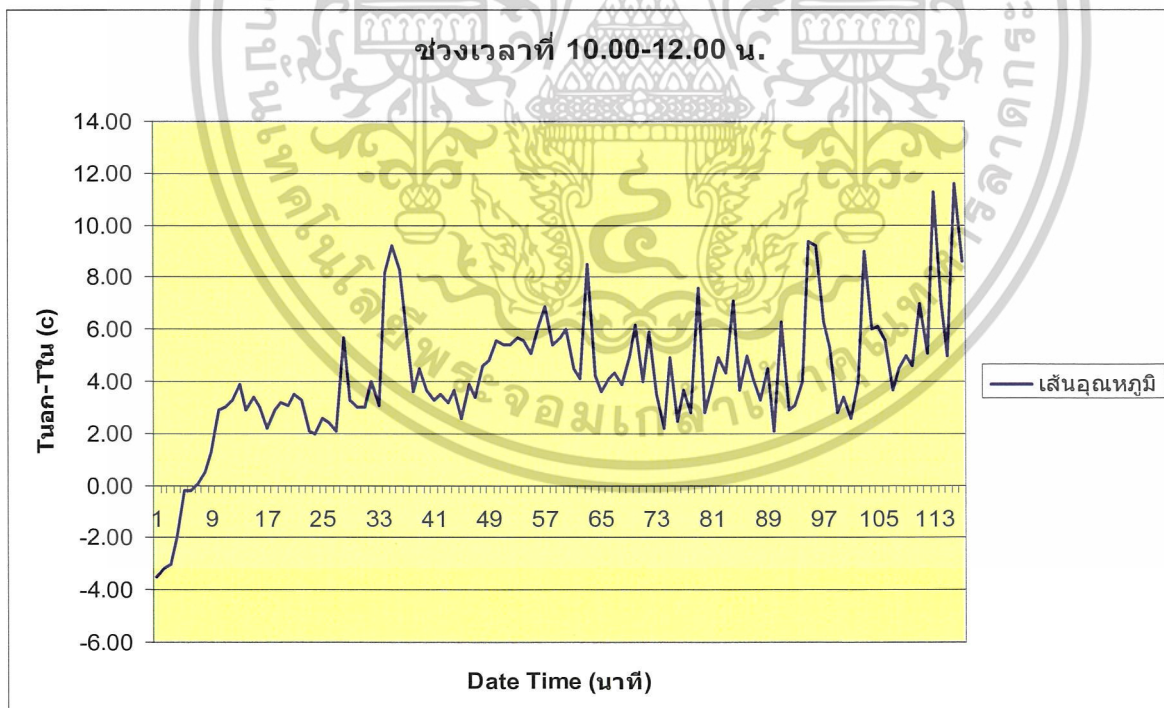


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-วันที่ 08/05/2552 ช่วงที่ 1 เวลา 10.00 น. – 12.00 น.



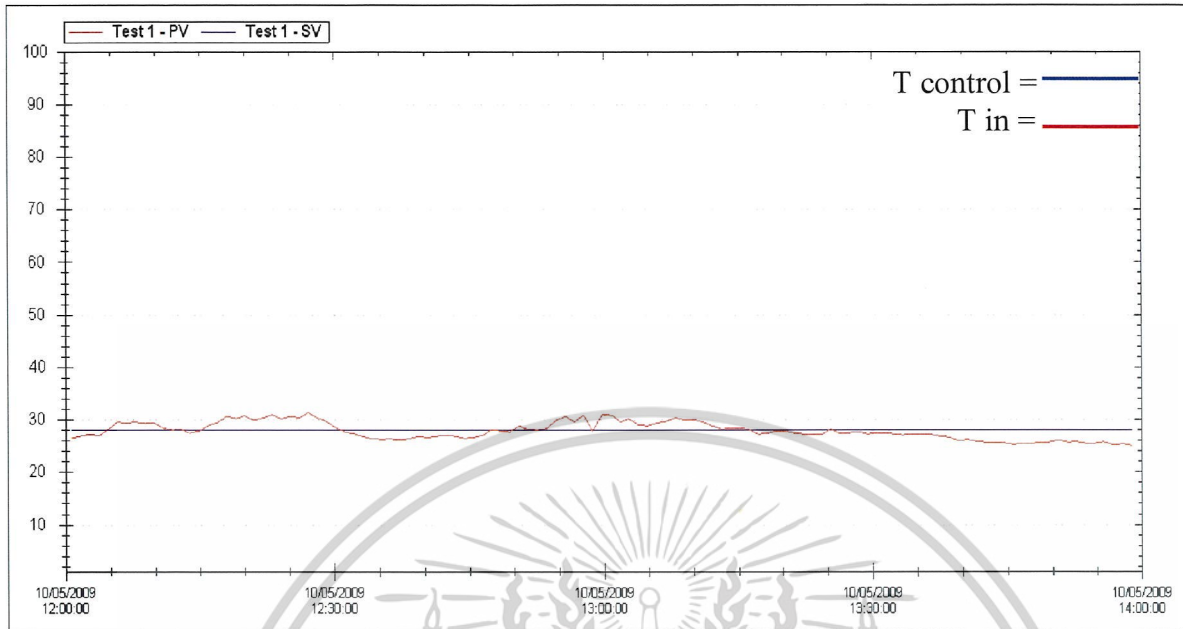
รูปที่ ก.1 กราฟแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ที่ช่วงเวลา 10.00-12.00 น.



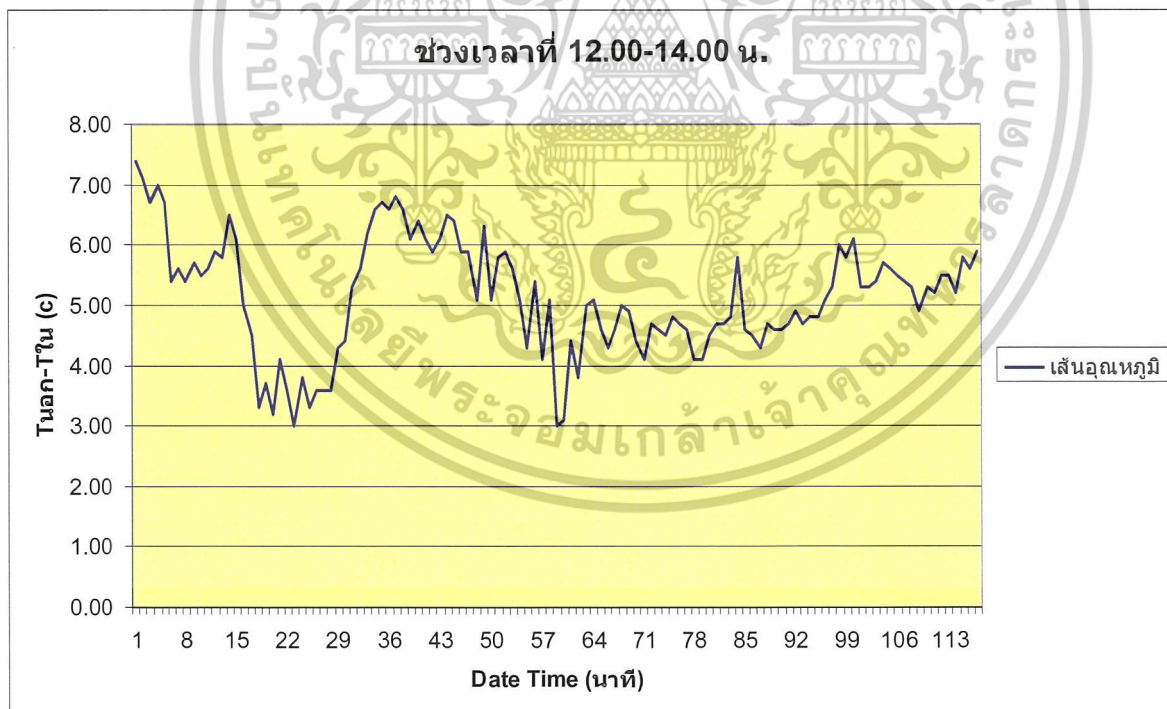
รูปที่ ก.2 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิ และใช้หัวพ่นหมอกให้น้ำ
ที่เวลา 10.00 -12.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วันที่ 08/05/2552 ช่วงที่ 2 เวลา 12.00 น. – 14.00 น.



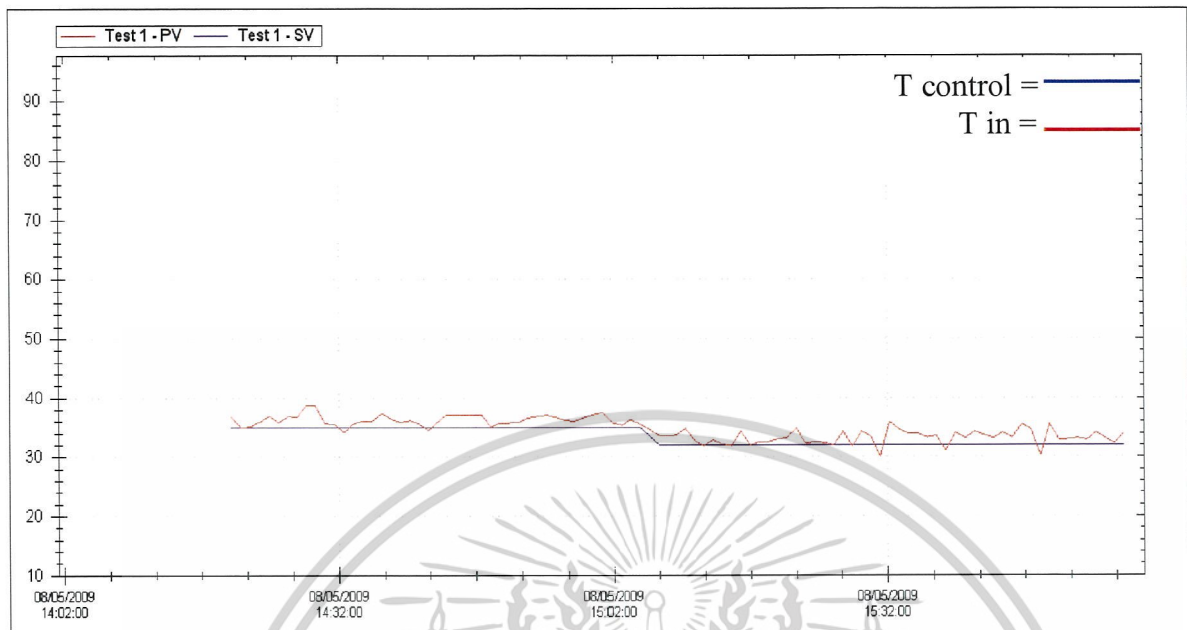
รูปที่ ก.3 กราฟแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ในช่วงเวลา 12.00-14.00 น.



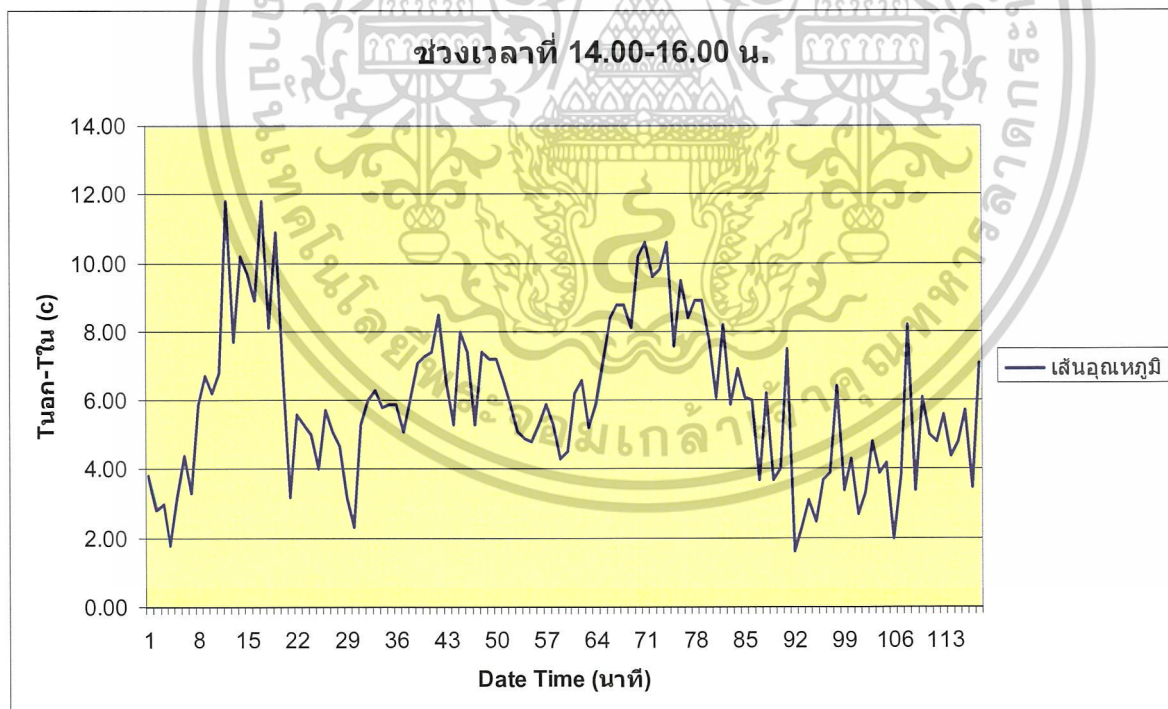
รูปที่ ก.4 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิและใช้หัวพ่นหมอกให้น้ำ
ที่เวลา 12.00-14.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วันที่ 08/05/2552 ช่วงที่ 3 เวลา 14.00 น. – 16.00 น.



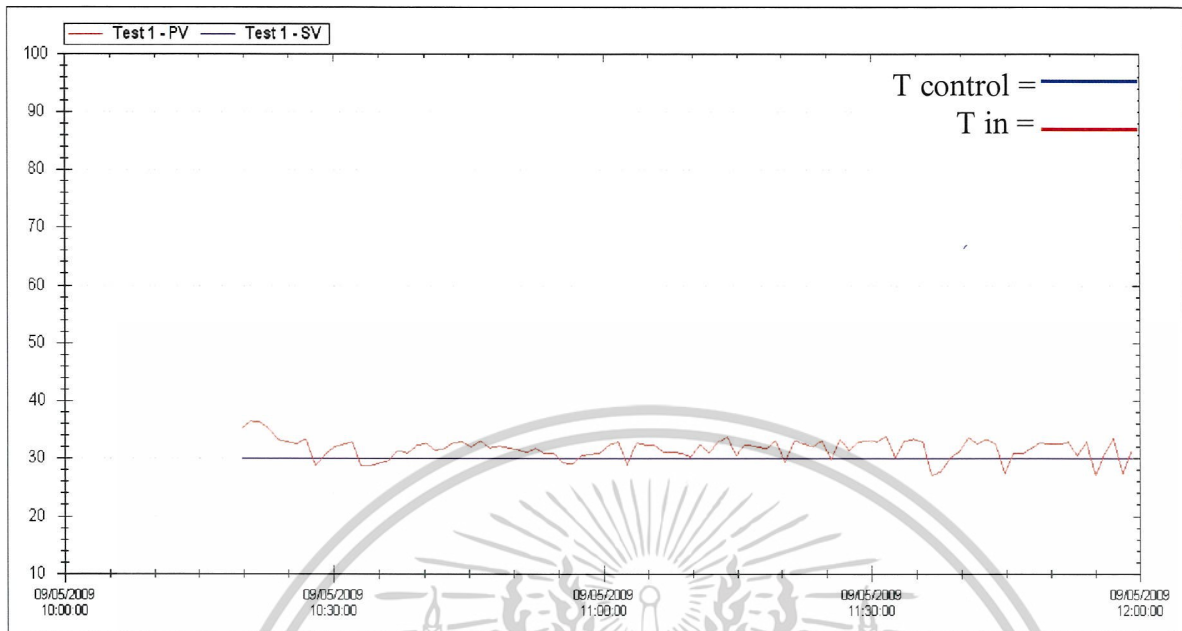
รูปที่ ก.5 กราฟแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ที่ช่วงเวลา 14.00 -16.00 น.



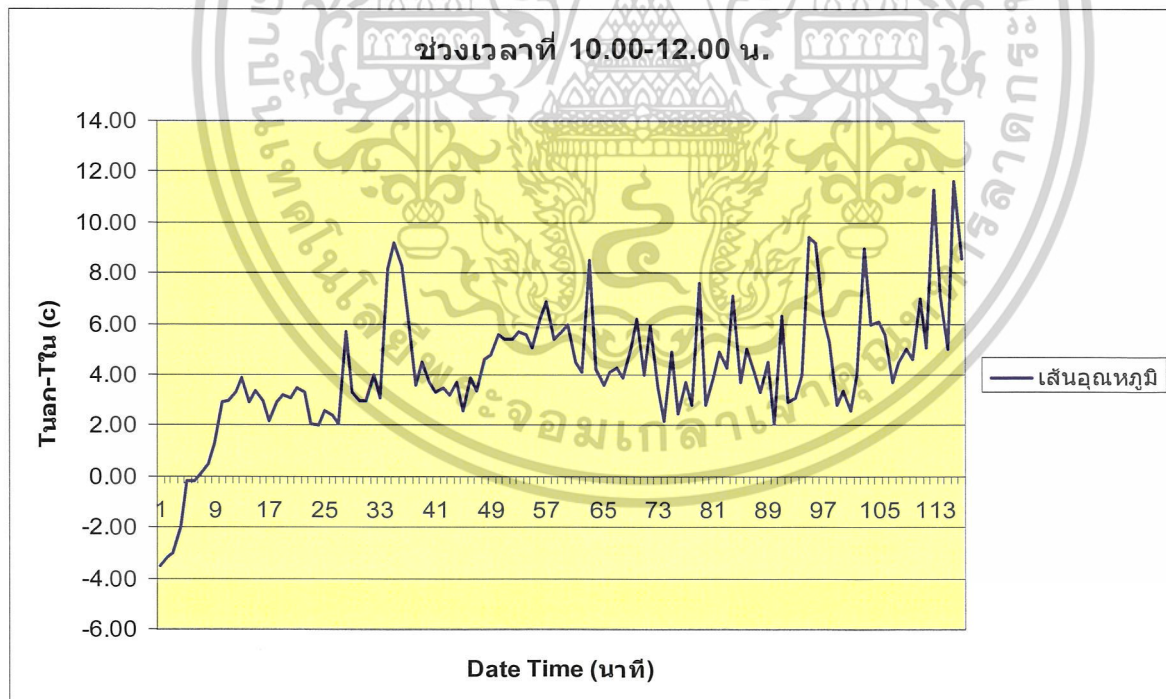
รูปที่ ก.6 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิ และใช้หัวพ่นหมอกให้น้ำ
ที่เวลา 14.00 - 16.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-วันที่ 09/05/2552 ช่วงที่ 1 เวลา 10.00 น. – 12.00 น.



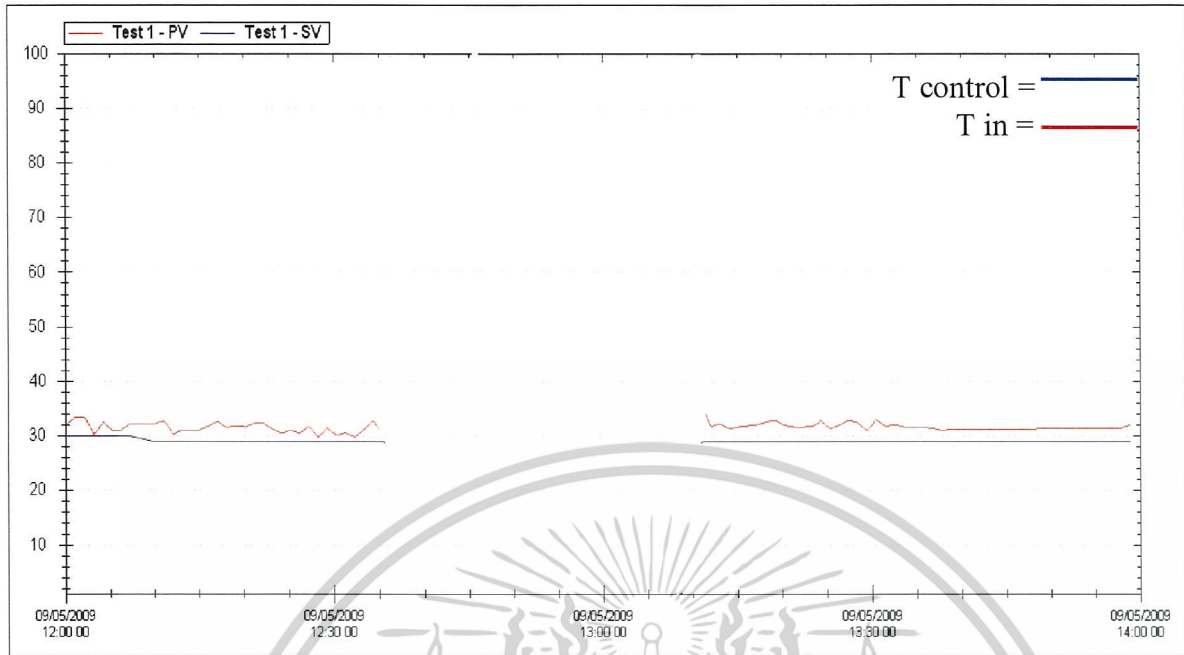
รูปที่ ก.7 กราฟแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ในช่วงเวลา 10.00-12.00 น.



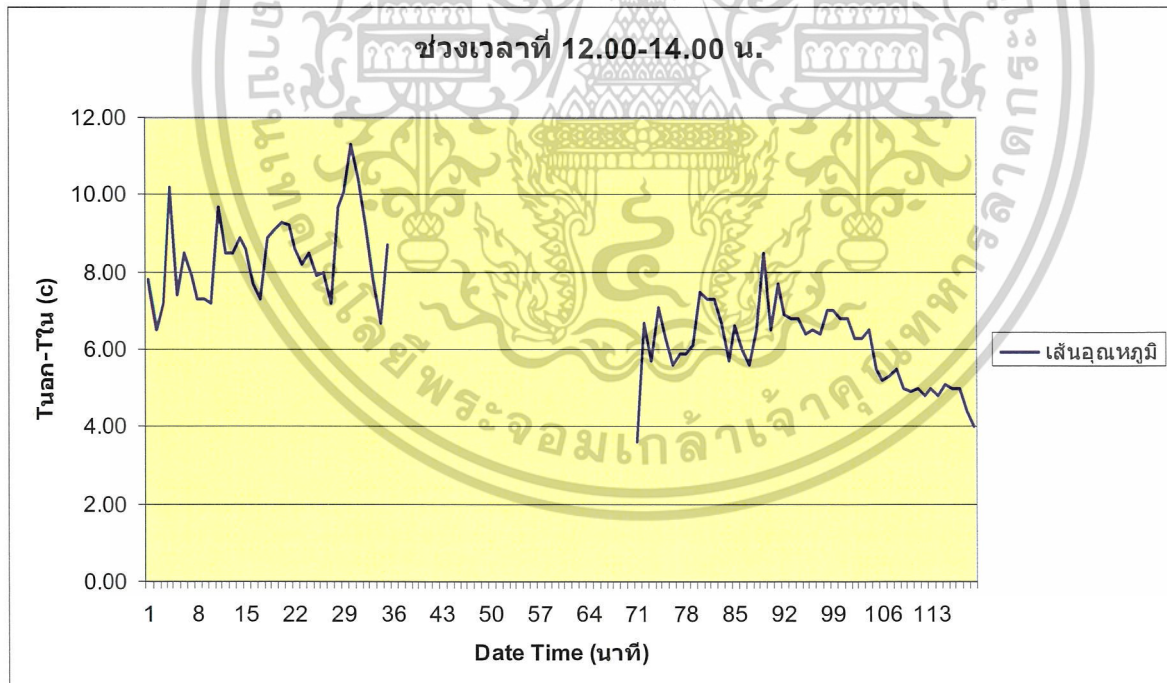
รูปที่ ก.8 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิ และใช้หัวพ่นหมอกให้น้ำ
ที่เวลา 10.00 -12.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วันที่ 09/05/2552 ช่วงที่ 2 เวลา 12.00 น. – 14.00 น.



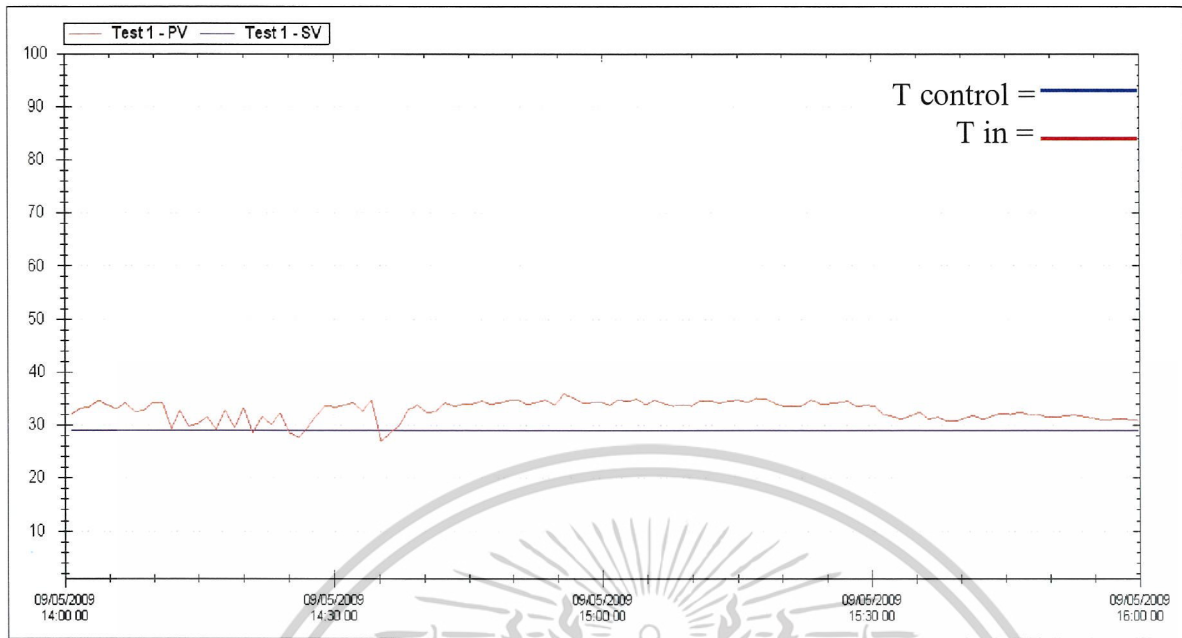
รูปที่ ก.9 กราฟแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ในช่วงเวลา 12.00 -14.00 น.



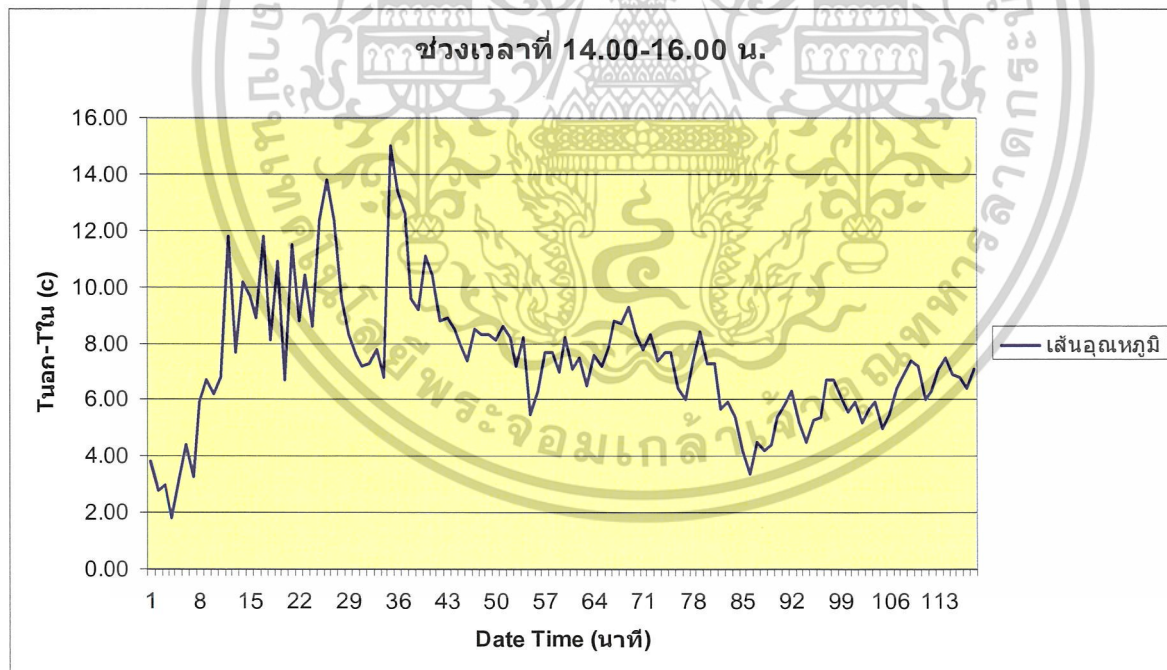
รูปที่ ก.10 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิ และใช้หัวพ่นหมอกให้น้ำ
ที่เวลา 12.00 -14.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วันที่ 09/05/2552 ช่วงที่ 3 เวลา 14.00 น. – 16.00 น.



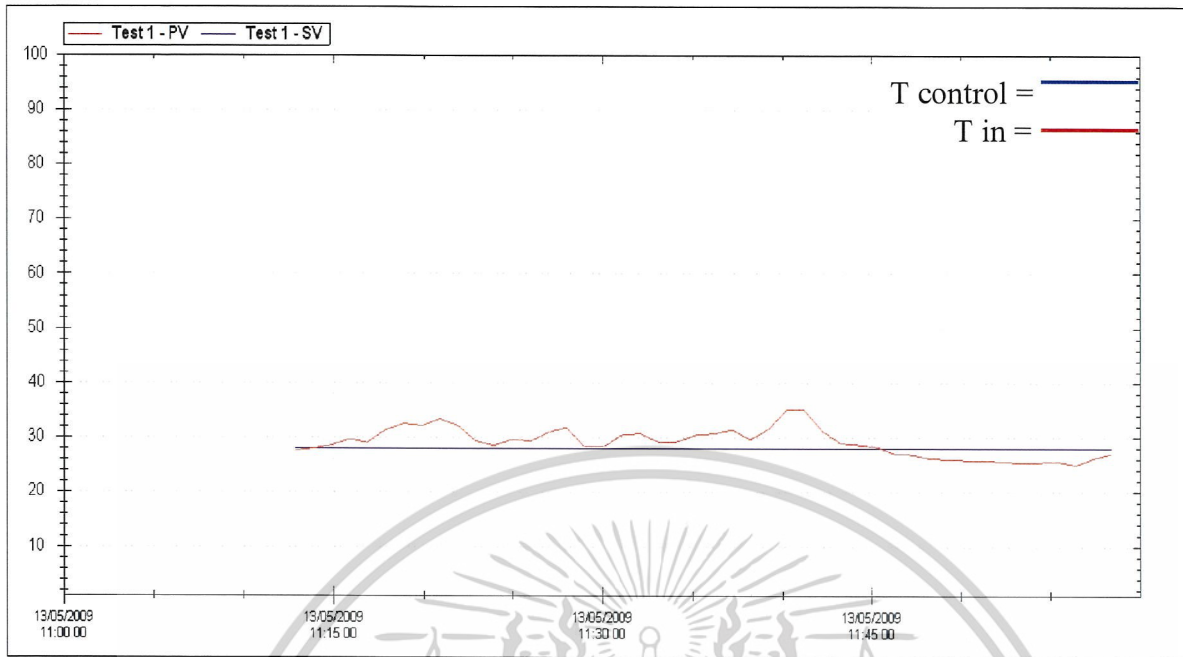
รูปที่ ก.11 กราฟแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ที่ช่วงเวลา 14.00 -16.00 น.



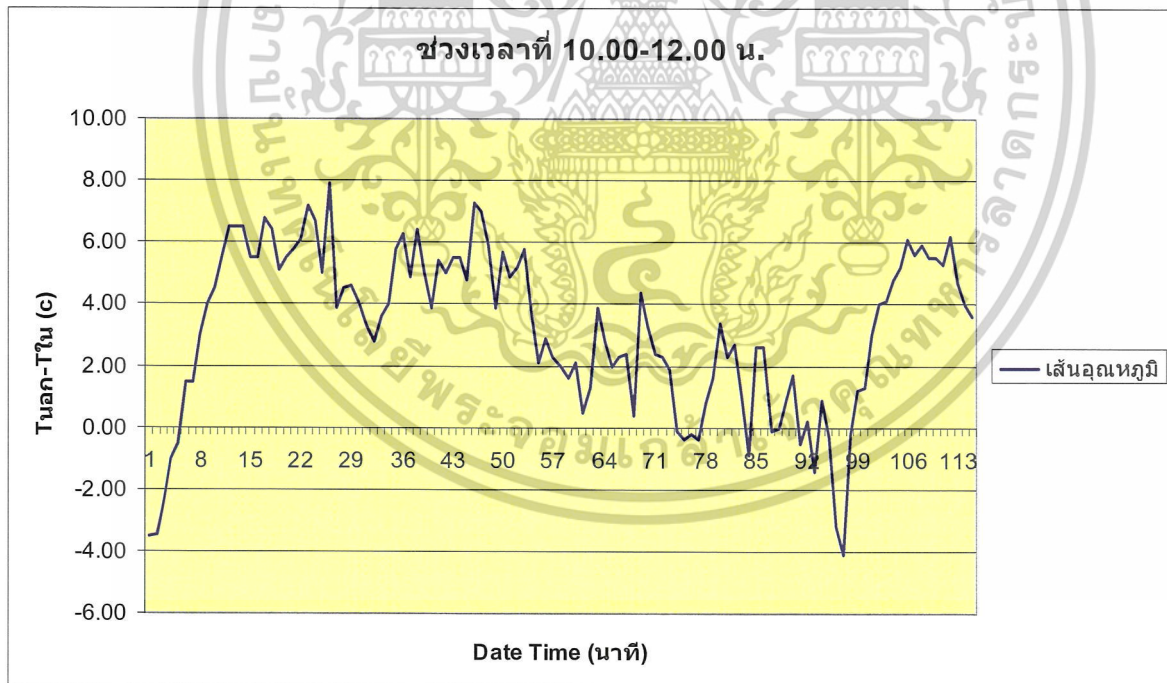
รูปที่ ก.12 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิ และใช้หัวพ่นหมอกให้น้ำ
ที่เวลา 14.00 - 16.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-วันที่ 13/05/2552 ช่วงที่ 1 เวลา 10.00 น. – 12.00 น.



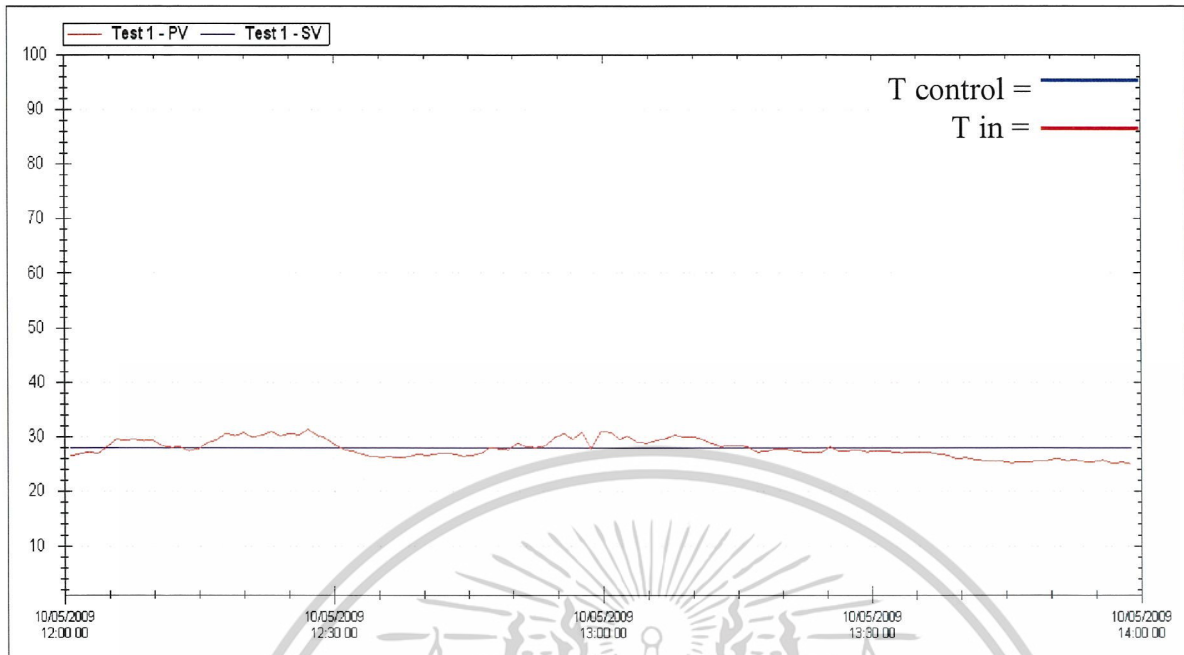
รูปที่ ก.13 กราฟแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ในช่วงเวลา 10.00-12.00 น.



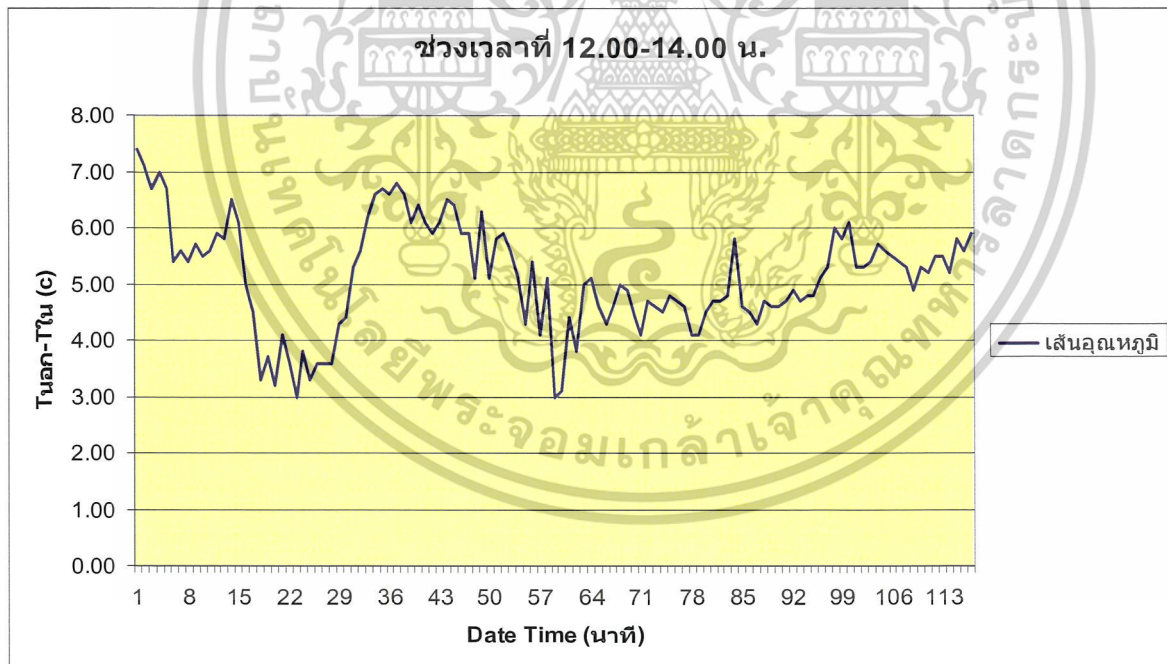
รูปที่ ก.14 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิ และใช้หัวพ่นหมอกให้น้ำ
ที่เวลา 10.00 -12.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วันที่ 13/05/2552 ช่วงที่ 2 เวลา 12.00 น. - 14.00 น.



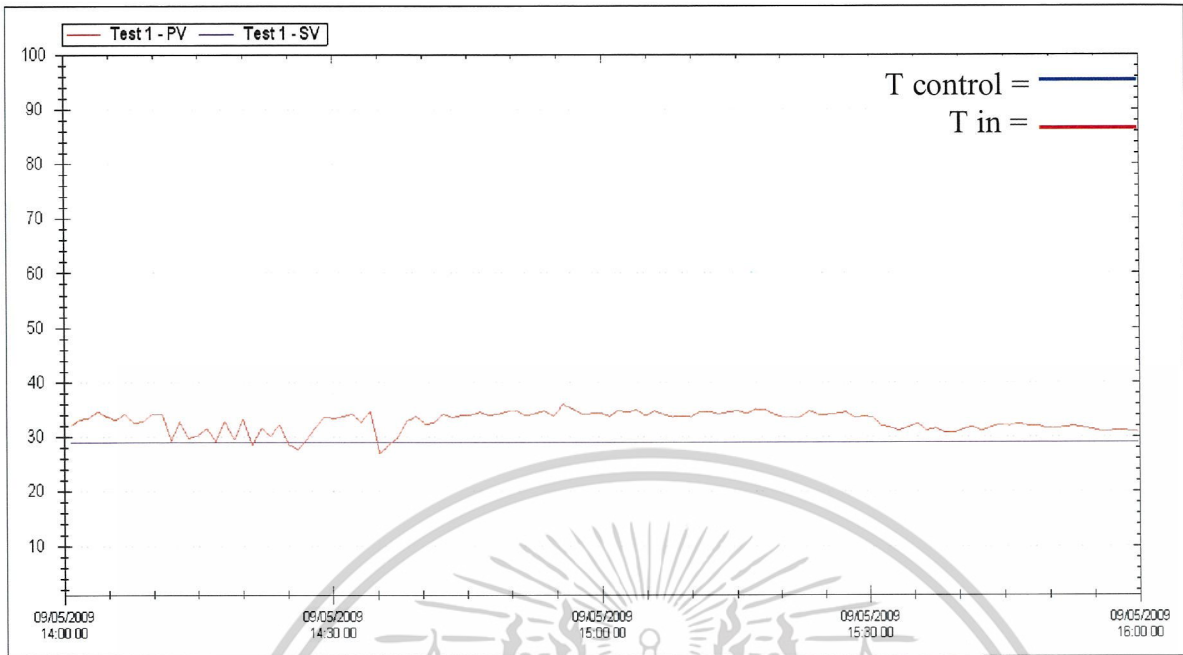
รูปที่ ก.15 กราฟแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ในช่วงเวลา 12.00 -14.00 น.



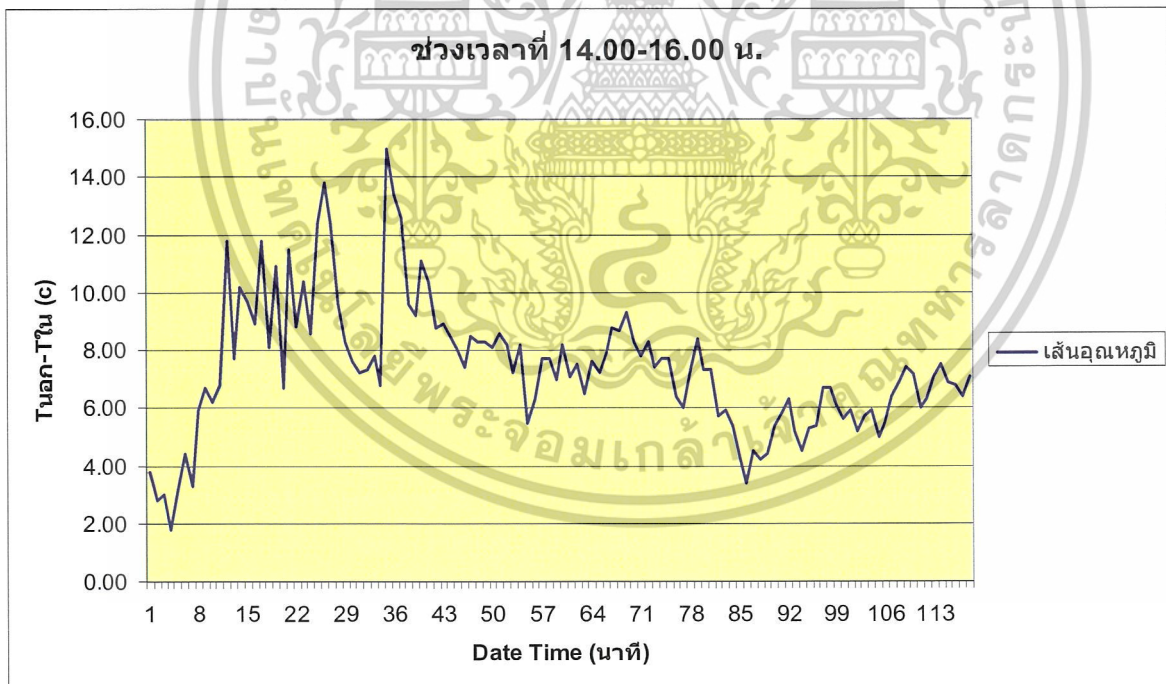
รูปที่ ก.16 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิ และใช้หัวพ่นหมอกให้น้ำ
ที่เวลา 12.00 -14.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วันที่ 13/05/2552 ช่วงที่ 3 เวลา 14.00 น. – 16.00 น.



รูปที่ ก.17 กราฟแสดงผลทางคอมพิวเตอร์ที่ช่วงเวลา 14.00 -16.00 น.



รูปที่ ก.18 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิ และใช้หัวพ่นหมอกให้น้ำ
ที่เวลา 14.00 - 16.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.1 บอกรการทำงานของ EV1 EV2 ในแต่ละนาทีตลอดทั้งวัน

Device Name:Test 3
From: 10 May 2009 To:10 May 2009

Date Time	T out	T in	RH	EV1	EV2
10-พ.ค.-2009 10:00:14	34.00	37.50		ON	ON
10-พ.ค.-2009 10:01:14	34.00	37.46		ON	ON
10-พ.ค.-2009 10:02:14	34.50	36.80		ON	ON
10-พ.ค.-2009 10:03:14	34.00	35.00	87	ON	ON
10-พ.ค.-2009 10:04:14	33.50	34.00	86	ON	ON
10-พ.ค.-2009 10:05:14	33.50	32.00	86	ON	ON
10-พ.ค.-2009 10:06:14	34.00	32.50	86	ON	ON
10-พ.ค.-2009 10:07:14	34.00	31.00	86	ON	ON
10-พ.ค.-2009 10:08:14	34.00	30.00	85	ON	ON
10-พ.ค.-2009 10:09:14	33.50	29.00	85	ON	ON
10-พ.ค.-2009 10:10:14	33.50	28.00	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:11:14	33.50	27.00	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:12:14	33.50	27.00	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:13:14	33.50	27.00	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:14:14	33.00	27.50	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:15:14	33.00	27.50	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:16:14	33.50	26.70	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:17:14	33.00	26.60	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:18:14	32.00	26.90	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:19:14	32.50	27.00	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:20:14	33.00	27.20	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:21:14	33.00	26.90	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:22:14	34.00	26.80	84	OFF	OFF
10-พ.ค.-2009 10:23:34	34.00	27.30	84	OFF	OFF
10-พ.ค.-2009 10:24:34	33.00	28.00	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:25:35	34.00	26.10	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:30:09	33.00	29.10	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:31:10	34.00	29.50	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:32:11	34.00	29.40	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:33:11	33.00	29.00	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:34:14	32.00	28.70	85	ON	ON
10-พ.ค.-2009 10:35:15	32.00	29.20	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:36:15	33.40	29.80	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:37:16	32.00	28.00	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:38:16	33.00	27.20	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:39:18	33.00	26.70	84	ON	OFF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10-พ.ค.-2009 10:40:18	32.00	27.10	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:41:19	34.00	27.60	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:42:21	33.00	28.00	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:43:21	32.40	28.50	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:44:21	34.60	29.20	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:45:22	34.00	29.00	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:46:23	34.60	29.10	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:47:23	35.00	29.50	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:48:23	34.00	29.20	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:49:24	35.00	27.70	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:50:25	35.00	28.00	92	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:51:26	34.20	28.30	92	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:52:26	33.00	29.10	92	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:53:26	33.10	27.40	92	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:54:27	32.00	27.10	92	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:55:28	32.10	26.90	92	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:56:29	32.00	26.20	92	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:57:30	32.20	28.40	92	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:58:31	31.40	29.30	92	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 10:59:31	32.20	29.30	92	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:00:32	32.00	29.70	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:01:32	32.00	30.00	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:02:34	32.00	30.40	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:03:34	31.40	29.30	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:04:35	31.00	30.50	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:05:36	31.00	29.70	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:06:37	33.00	29.10	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:07:40	32.00	29.20	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:08:41	31.00	29.00	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:09:42	32.00	29.70	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:10:43	32.00	29.60	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:11:44	32.00	31.60	86	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:12:47	32.00	27.90	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:13:47	31.30	28.20	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:14:47	31.00	29.10	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:15:48	32.00	29.50	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:16:49	31.00	29.30	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:17:50	31.30	29.90	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:18:50	32.20	29.70	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:19:52	32.00	29.70	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:20:53	33.00	29.50	78	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:21:53	33.00	30.00	78	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:22:54	31.00	29.80	78	ON	OFF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10-พ.ค.-2009 11:23:57	32.00	29.40	78	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:24:57	32.00	29.40	78	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:25:59	32.10	30.40	78	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:27:00	32.00	29.20	78	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:28:00	31.00	29.90	78	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:29:02	31.00	29.80	78	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:30:03	31.00	30.30	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:31:04	30.40	30.00	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:32:07	30.80	30.80	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:33:07	30.20	29.70	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:34:08	31.00	29.30	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:35:10	30.00	28.50	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:36:10	31.00	29.40	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:37:13	30.10	30.10	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:38:14	30.60	30.60	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:39:15	31.30	29.60	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:40:17	32.00	30.80	78	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:41:17	31.00	29.30	78	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:42:17	31.00	29.50	78	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:43:17	30.20	30.20	78	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:44:18	30.00	30.00	78	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:45:20	31.30	31.30	79	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:46:22	31.10	31.10	79	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:47:23	31.00	31.30	79	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:48:24	31.00	29.60	78	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:49:25	31.30	30.50	78	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:50:26	32.00	30.40	78	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:51:28	31.50	29.60	78	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:52:29	31.50	29.60	78	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:53:30	31.00	28.60	77	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:54:31	31.00	28.10	77	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:55:31	31.00	27.50	77	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:56:32	31.20	27.50	77	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:57:34	31.00	26.50	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:58:35	31.10	26.00	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 11:59:35	31.00	26.70	76	ON	OFF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10-พ.ค.-2009 12:00:36	34.00	26.60	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:01:37	34.00	26.90	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:02:38	34.00	27.30	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:03:39	34.00	27.00	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:04:42	35.00	28.30	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:05:43	35.00	29.60	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:06:44	35.00	29.40	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:07:45	35.00	29.60	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:08:46	35.00	29.30	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:09:46	35.00	29.50	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:10:47	34.00	28.40	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:11:48	34.00	28.10	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:12:48	34.00	28.20	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:13:49	34.00	27.50	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:14:51	34.00	27.90	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:15:53	34.00	29.00	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:16:53	34.00	29.50	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:17:54	34.00	30.70	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:18:55	34.00	30.30	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:19:55	34.00	30.80	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:20:57	34.00	29.90	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:21:57	34.00	30.40	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:23:00	34.00	31.00	86	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:24:01	34.00	30.20	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:25:01	34.00	30.70	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:26:02	34.00	30.40	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:27:03	35.00	31.40	86	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:28:03	34.00	30.40	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:29:04	34.00	29.70	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:30:05	33.00	28.60	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:31:06	33.00	27.70	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:32:08	33.00	27.40	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:33:11	33.00	26.80	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:34:11	33.00	26.40	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:35:11	33.00	26.30	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:36:12	33.00	26.40	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:37:13	33.00	26.20	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:38:14	33.00	26.40	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:39:16	33.00	26.90	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:40:18	33.00	26.60	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:41:18	33.00	26.90	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:42:20	33.00	27.10	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:43:20	33.00	26.90	84	ON	OFF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10-พ.ค.-2009 12:44:22	33.00	26.50	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:45:22	33.00	26.60	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:46:23	33.00	27.10	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:47:24	34.00	28.10	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:48:25	33.00	27.90	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:49:25	34.00	27.70	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:50:27	34.00	28.90	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:51:29	34.00	28.20	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:52:30	34.00	28.10	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:53:32	34.00	28.40	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:54:33	35.00	29.90	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:55:35	35.00	30.70	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:56:36	35.00	29.60	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:57:36	35.00	30.90	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:58:37	33.00	27.90	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 12:59:40	34.00	31.00	86	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:00:41	34.00	30.90	85	ON	ON
10-พ.ค.-2009 13:01:42	34.00	29.60	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:02:44	34.00	30.20	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:03:44	34.00	29.00	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:04:47	34.00	28.90	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:05:49	34.00	29.40	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:06:51	34.00	29.70	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:07:52	35.00	30.40	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:08:53	35.00	30.00	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:09:55	35.00	30.10	85	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:10:56	34.00	29.60	78	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:11:56	33.00	28.90	77	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:12:58	33.00	28.30	77	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:13:59	33.00	28.40	77	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:15:00	33.00	28.50	77	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:16:02	33.00	28.20	77	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:17:04	32.00	27.30	77	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:18:05	32.00	27.40	77	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:19:07	32.00	27.90	77	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:20:09	32.00	27.90	70	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:21:10	32.00	27.50	70	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:22:10	32.00	27.30	70	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:23:11	32.00	27.30	70	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:24:13	32.00	27.20	70	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:25:14	34.00	28.20	70	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:26:14	32.00	27.40	70	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:27:15	32.00	27.50	70	ON	OFF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติเห็นว่าเบี่ยงประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10-พ.ค.-2009 13:28:18	32.00	27.70	70	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:29:20	32.00	27.30	70	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:30:21	32.00	27.40	70	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:31:21	32.00	27.40	70	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:32:22	32.00	27.30	70	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:33:22	32.00	27.10	70	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:34:22	32.00	27.30	70	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:35:23	32.00	27.20	70	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:36:23	32.00	27.20	70	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:37:24	32.00	26.90	69	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:38:25	32.00	26.70	69	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:39:26	32.00	26.00	69	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:40:28	32.00	26.20	69	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:41:28	32.00	25.90	68	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:42:28	31.00	25.70	68	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:43:29	31.00	25.70	68	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:44:30	31.00	25.60	68	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:45:31	31.00	25.30	68	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:46:32	31.00	25.40	68	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:47:33	31.00	25.50	68	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:48:34	31.00	25.60	68	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:49:35	31.00	25.70	68	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:50:37	31.00	26.10	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:51:37	31.00	25.70	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:52:38	31.00	25.80	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:53:39	31.00	25.50	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:54:40	31.00	25.50	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:55:41	31.00	25.80	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:56:42	31.00	25.20	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:57:47	31.00	25.40	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 13:58:48	31.00	25.10	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:01:28	30.00	25.50	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:02:28	31.00	25.20	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:03:31	31.30	25.40	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:04:31	31.00	25.20	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:05:31	31.00	25.40	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:06:33	32.00	25.50	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:07:34	33.10	25.60	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:08:35	32.00	25.50	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:09:37	32.00	25.60	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:10:37	31.00	25.70	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:11:38	31.40	25.50	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:12:39	31.00	25.50	76	ON	OFF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้ เฉพาะการศึกษาเท่านั้น ไม่นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10-พ.ค.-2009 14:13:40	31.00	25.30	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:14:41	31.30	25.40	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:15:42	32.00	25.70	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:16:42	31.50	25.30	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:17:43	32.00	25.30	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:18:44	32.00	25.20	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:19:45	32.00	25.30	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:20:46	31.00	25.00	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:21:47	32.00	25.20	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:22:48	31.00	25.00	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:23:49	31.30	25.10	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:24:49	32.00	25.10	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:25:50	31.40	25.10	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:26:51	32.00	25.00	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:27:51	32.00	25.00	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:28:52	31.50	25.40	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:29:52	32.00	25.10	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:30:53	32.00	25.00	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:31:54	32.00	24.80	75	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:32:56	33.00	24.70	75	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:33:57	32.20	24.70	75	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:35:00	32.50	24.80	75	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:36:00	32.00	24.80	75	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:37:01	32.00	25.50	76	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:38:03	32.00	24.90	75	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:39:03	32.00	24.60	75	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:40:05	31.40	24.90	83	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:41:06	32.00	25.00	84	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:42:08	31.50	24.70	83	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:43:09	32.00	24.80	83	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:44:12	32.50	24.50	83	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:45:13	33.00	24.70	83	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:46:14	32.20	24.70	83	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:47:16	32.00	24.50	83	ON	OFF
10-พ.ค.-2009 14:48:16	32.40	24.40	83	ON	OFF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จินดาบุช เขียมวิจิตรกุล , ต่อศักดิ์ เสือสา , เมธี เทพพักทัน.2550. “การพัฒนาโรงเรือนสาธิตระบบทำความเย็นด้วยการระเหยละอองหมอก” . ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตร,คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วัฒนา หนูคำ ,สุรินทร์ ชาติวิเชียร ,”การพัฒนาโรงเรือนสาธิตระบบทำความเย็นแบบระเหย”, ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2548

ทศพร จันทร์โสภา,อัจฉรา ดาวช่วย,อำนาจ ชาทอง,”โรงเรือนสาธิตระบบทำความเย็นแบบระเหย”, ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2547

ศิริศักดิ์ ยงสืบชาติ ,สัญญา ใจเที่ยง ,อำนาจ ภาระจำ, ”ระบบลดอุณหภูมิในโรงเรือนเลี้ยงไก่แบบปิด”, ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2546

แทนเทพ เลื่องสุนทร ,สุชน กอประเสริฐ,”การควบคุมการจ่ายน้ำภายในโรงเรือนกล้วยไม้”, ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2546

วันชัย คุปวานิชพงษ์,นาวิ จิระชีวี,วิโรจน์ โหราศาสตร์,วุฒิปด จันทร์สระคู,กมล อยู่ทอง ,กาญจนา กิระศักดิ์,จงวัฒนา พุ่มหิรัญ,”วิจัยและพัฒนาโรงเรือนและระบบการให้น้ำหน้าวัว”, สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม, 2548

<http://webhost.wu.ac.th/msomsak/soiless/Chapter07/Greenhouse.htm>

http://online.benchama.ac.th/science/learning/sci/practice_website2/pan11.htm

<http://www.eng.cmu.ac.th/homepat/newweb/thesis/files/10034.pdf>

http://www.worldpump-wpm.com/info_service/Pump%20Selection.ppt#260,6,ภาพนิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้