# บทที่ 4
# ผลการทดลองและการวิเคราะห์

## 4.1 ผลการทดลองระบบทำความร้อน

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพรายวันของเครื่องที่ 1, 2 และ 3 ในวันที่ 13, 27 และ 29 กันยายน 2549 ตั้งแต่เวลา 8.00 – 16.00 น.

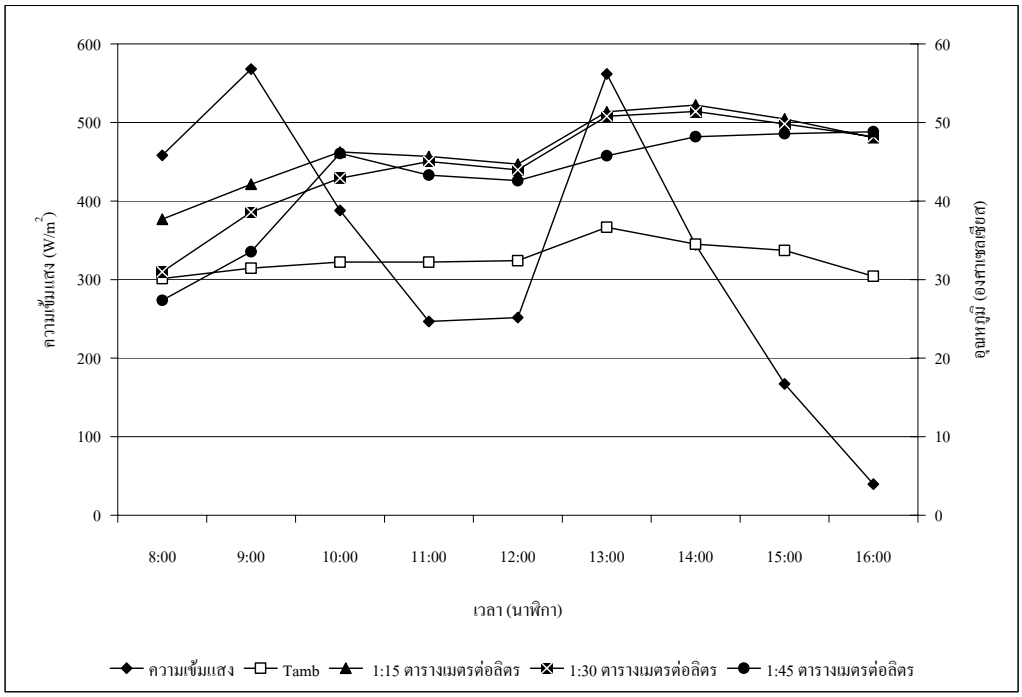
| วัน/เดือน/ปี | 13 กันยายน 2549 | | | 27 กันยายน 2549 | | | 29 กันยายน 2549 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | เครื่องที่1 | เครื่องที่2 | เครื่องที่3 | เครื่องที่1 | เครื่องที่2 | เครื่องที่3 | เครื่องที่1 | เครื่องที่2 | เครื่องที่3 |
| อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น, °C | 38.30 | 38.10 | 38.00 | 28.80 | 27.80 | 29.00 | 28.70 | 28.40 | 28.50 |
| อุณหภูมิน้ำสุดท้าย, °C | 57.79 | 57.29 | 57.83 | 56.45 | 55.92 | 56.85 | 54.79 | 46.39 | 51.41 |
| อุณหภูมิเพิ่มขึ้น, °C | 19.49 | 19.19 | 19.83 | 27.65 | 28.12 | 27.85 | 26.09 | 17.99 | 22.91 |
| ปริมาตรน้ำ, Liters | 55.00 | 55.00 | 55.00 | 36.70 | 36.70 | 36.75 | 18.35 | 18.35 | 18.35 |
| พื้นที่ต่อปริมาตรถัง, $m^2$:l | 1:45 | 1:45 | 1:45 | 1:30 | 1:30 | 1:30 | 1:15 | 1:15 | 1:15 |
| ความเข้มแสงเฉลี่ย ($W/m^2$) | 583.39 | 583.39 | 583.39 | 501.31 | 501.31 | 501.31 | 426.45 | 426.45 | 426.45 |
| ประสิทธิภาพรายวัน,% | 35.87 | 36.91 | 33.53 | 30.63 | 32.92 | 34.48 | 36.07 | 39.24 | 40.66 |

จากตารางที่ 4.1 แสดงผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพรายวันของชุดทดสอบทั้ง 3 ชุด จากตารางการทดลองในแต่ละวัน มีการทดลองพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำในถังเก็บในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน โดยเริ่มต้นที่ปริมาตร 1:45, 1:30 และ 1:15 ตามลำดับ พบว่าชุดทดสอบทั้ง 3 ชุด สามารถทำอุณหภูมิของน้ำให้สูงขึ้นประมาณ 17-28 องศาเซลเซียส และมีประสิทธิภาพรายวันอยู่ในช่วง 30-40 % โดยที่ทั้ง 3 ชุดการทดลองนั้น ประสิทธิภาพรายวันที่ได้มีค่าแตกต่างกันไม่เกิน 4 % ซึ่งถือว่าใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ในวันที่มีค่าประสิทธิภาพรายวันสูงที่สุดคือวันที่ 29 กันยายน 2549 คือ 40.66 % ที่เครื่องที่ 3 โดยมีค่าอัตราส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำในถังเก็บคือ 1:15 ปริมาตรน้ำ 18.35 ลิตร ความเข้มแสง 426.45 $W/m^2$ ส่วนวันที่มีค่าประสิทธิภาพรายวันต่ำสุดคือ วันที่ 27 กันยายน 2549 คือ 32.92 % ที่เครื่องที่ 2 โดยมีค่าอัตราส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำในถังเก็บคือ 1:30 ปริมาตรน้ำ 36.70 ลิตร ความเข้มแสง 501.31 $W/m^2$

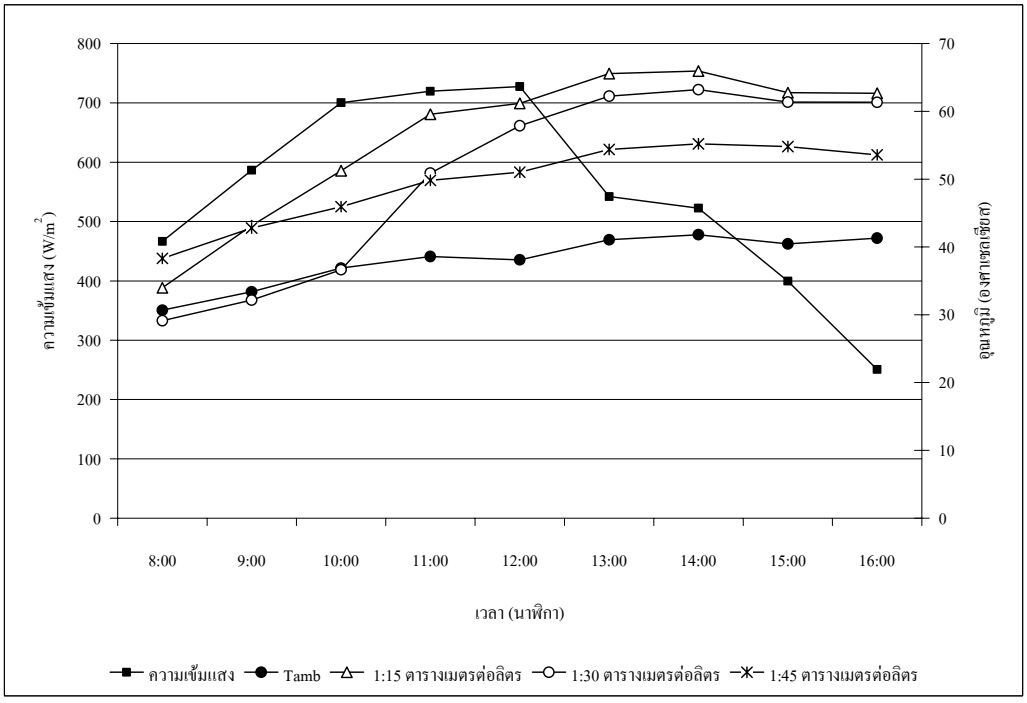
ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองอัตราส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำในถังเก็บที่แตกต่างกันในวันที่ 24 และ 25 พฤศจิกายน 2549 ตั้งแต่เวลา 8.00 ─ 16.00 น.

| วัน/เดือน/ปี | 24 พฤศจิกายน 2549 | | | 25 พฤศจิกายน 2549 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | เครื่องที่1 | เครื่องที่2 | เครื่องที่3 | เครื่องที่1 | เครื่องที่2 | เครื่องที่3 |
| อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น, °C | 27.70 | 30.00 | 27.50 | 31.50 | 28.70 | 26.20 |
| อุณหภูมิน้ำสุดท้าย, °C | 48.07 | 48.19 | 48.84 | 62.66 | 61.35 | 53.57 |
| อุณหภูมิเพิ่มขึ้น, °C | 20.37 | 18.19 | 21.34 | 31.16 | 32.65 | 27.37 |
| ปริมาตร, Liters | 18.35 | 36.70 | 55.00 | 18.35 | 36.70 | 55.00 |
| พื้นที่:ปริมาตรถัง, $m^2$:l | 1:15 | 1:30 | 1:45 | 1:15 | 1:30 | 1:45 |
| ความเข้มแสงเฉลี่ย ($W/m^2$) | 353.53 | 353.53 | 353.53 | 576.39 | 576.39 | 576.39 |
| ประสิทธิภาพรายวัน,% | 33.80 | 29.00 | 22.55 | 38.75 | 32.71 | 27.99 |

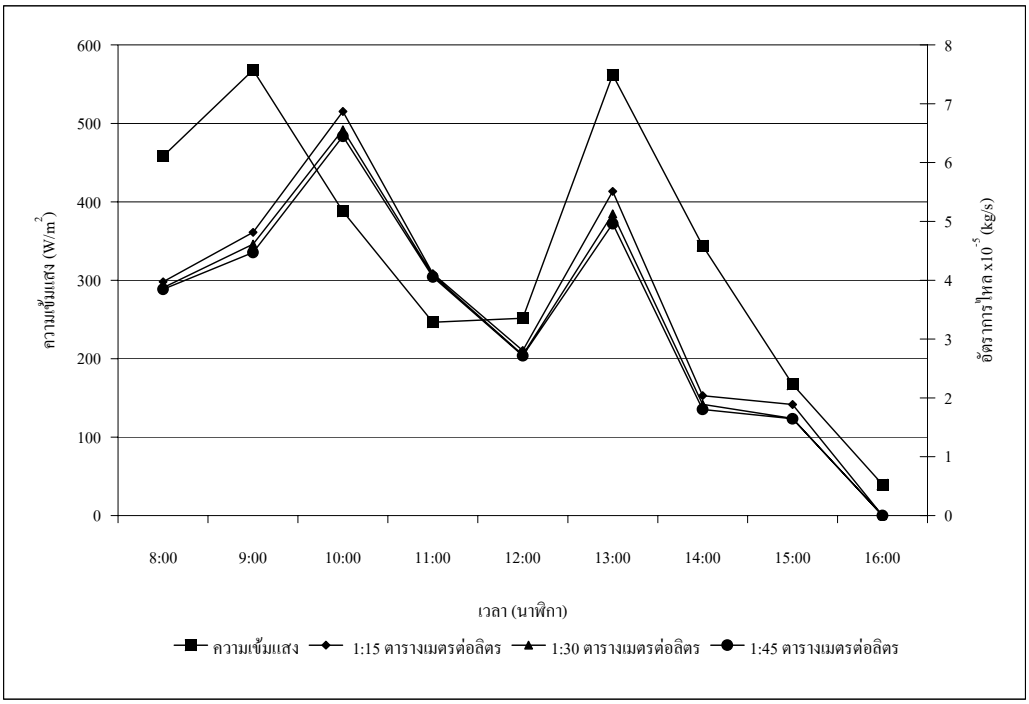
จากตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองอัตราส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำในถังเก็บที่แตกต่างกัน โดยที่เครื่องที่ 1 ใช้อัตราส่วน 1:15 เครื่องที่ 2 ใช้อัตราส่วน 1:30 และเครื่องที่ 3 ใช้อัตราส่วน 1:45 ตามลำดับ ในวันที่ 24 พฤศจิกายน 2549 มีค่าความเข้มแสงเฉลี่ยตลอดทั้งวันคือ 353.53 $W/m^2$ โดยที่ในช่วงเวลา 12.30-13.00 น. มีฝนตกเกิดขึ้น ค่าประสิทธิภาพรายวันของเครื่องที่ 1, 2 และ 3 คือ 33.80%, 29.00% และ 22.55% ตามลำดับ ในวันที่ 25 พฤศจิกายน 2549 มีค่าความเข้มแสงเฉลี่ยตลอดทั้งวันคือ 576.39 $W/m^2$ ค่าประสิทธิภาพรายวันค่าประสิทธิภาพรายวันของเครื่องที่ 1, 2 และ 3 คือ 38.75%, 32.71% และ 27.99% ตามลำดับ จากค่าประสิทธิภาพรายวันในแต่ละเครื่องพบว่าที่อัตราส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำในถังเก็บที่มีค่าน้อยจะส่งผลให้ประสิทธิภาพรายวันมีค่ามาก ส่วนอัตราส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำในถังเก็บที่มีค่ามากจะส่งผลให้ประสิทธิภาพรายวันมีค่าน้อย ทั้งนี้ค่าประสิทธิภาพรายวันจะมากหรือน้อยนั้นยังขึ้นอยู่กับค่าความเข้มแสงอีกด้วย เมื่อนำมาเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพที่เครื่องสามารถทำได้นั้นมาแสดงในรูปของกราฟ ซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 4.1-4.6 กราฟจะทำให้เห็นได้ชัดเจนขึ้น



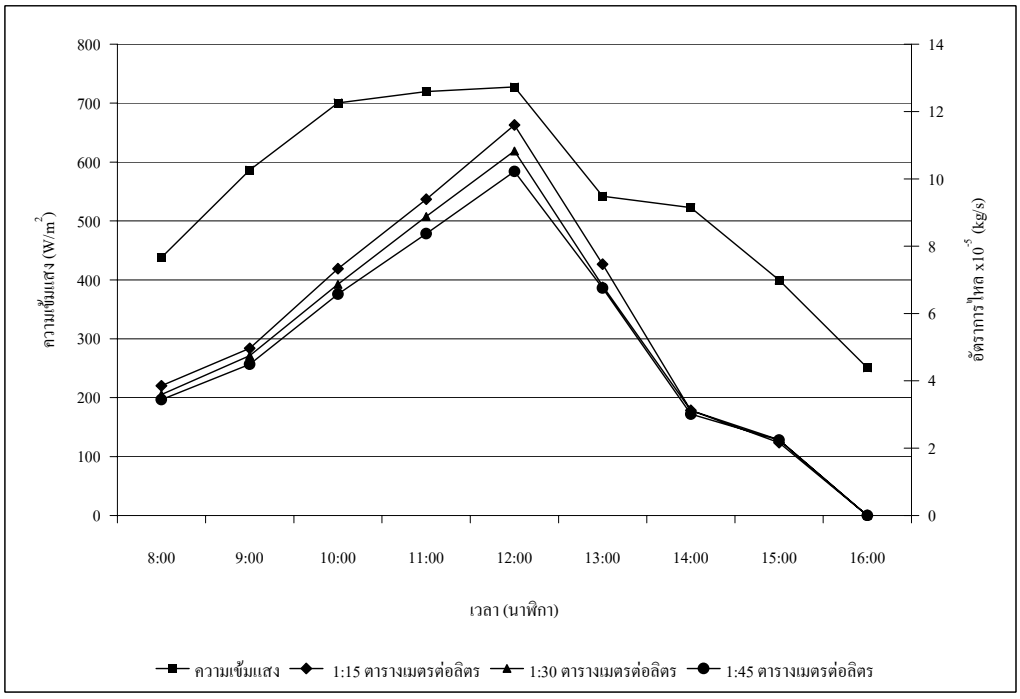

รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสง อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเทียบกับเวลา ที่สัดส่วนพื้นที่ต่อปริมาตรน้ำต่างๆ วันที่ 24 พฤศจิกายน 2549 ตั้งแต่เวลา 8.00-16.00 น.



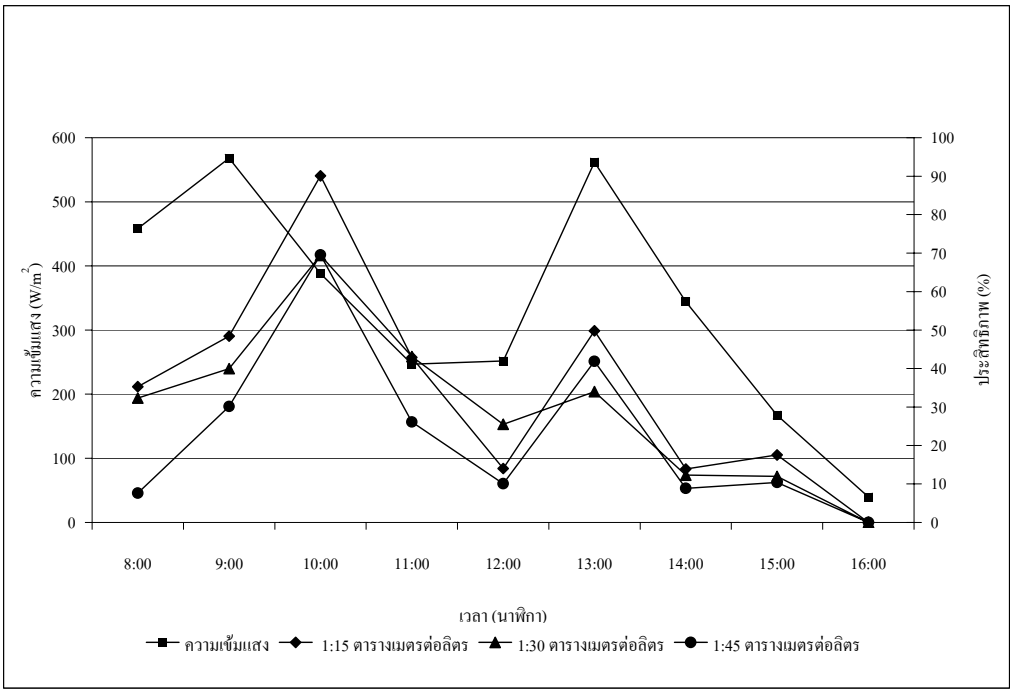

รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสง อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเทียบกับเวลา ที่สัดส่วนพื้นที่ต่อปริมาตรน้ำต่างๆ วันที่ 25 พฤศจิกายน 2549 ตั้งแต่เวลา 8.00-16.00 น.



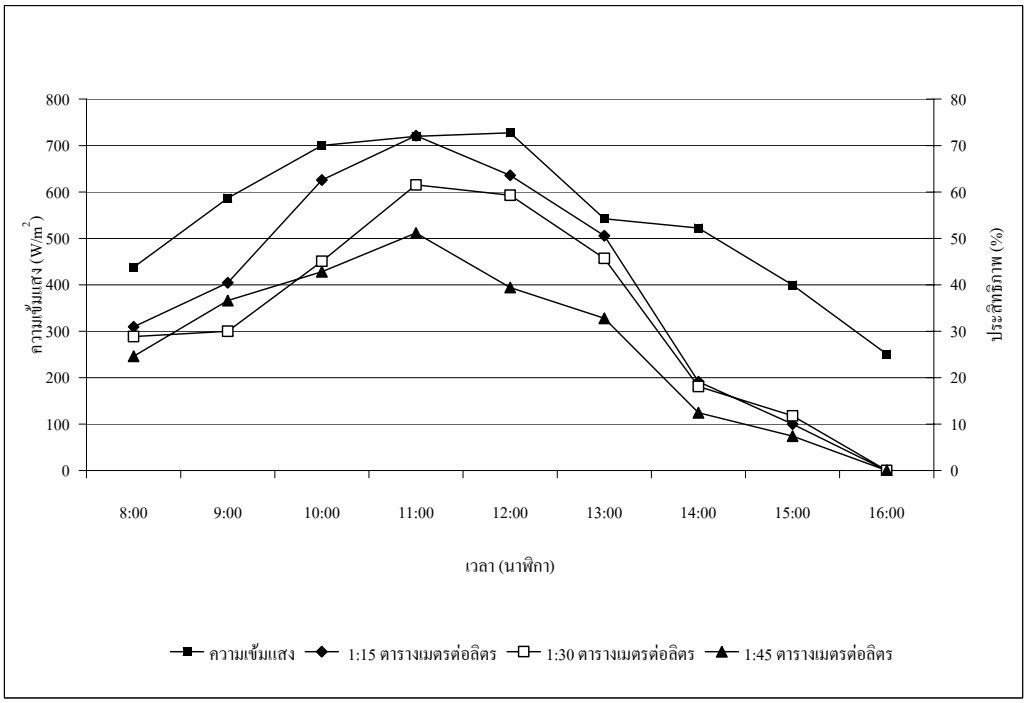

รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและอัตราการไหลเทียบกับเวลาที่สัดส่วนพื้นที่ต่อปริมาตรน้ำต่างๆ วันที่ 24 พฤศจิกายน 2549 ตั้งแต่เวลา 8.00-16.00 น.




รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและอัตราการไหลเทียบกับเวลาที่สัดส่วนพื้นที่ต่อปริมาตรน้ำต่างๆ วันที่ 25 พฤศจิกายน 2549 ตั้งแต่เวลา 8.00-16.00 น.




รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและประสิทธิภาพเทียบกับเวลาที่สัดส่วนพื้นที่ต่อปริมาตรน้ำต่างๆ วันที่ 24 พฤศจิกายน 2549 ตั้งแต่เวลา 8.00-16.00 น.




รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและประสิทธิภาพเทียบกับเวลาที่สัดส่วนพื้นที่ต่อปริมาตรน้ำต่างๆ วันที่ 25 พฤศจิกายน 2549 ตั้งแต่เวลา 8.00-16.00 น.

จากรูปที่ 4.1 – 4.6 พบว่าความเข้มแสงและอัตราส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิน้ำ อัตราการไหล รวมไปถึงประสิทธิภาพอีกด้วย

ในรูปที่ 4.1 – 4.2 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและอุณหภูมิน้ำ ที่อัตราส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำในถังเก็บแตกต่างกันในวันที่ 24 และ 25 พฤศจิกายน 2549 พบว่าเมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้นทำให้อุณหภูมิของน้ำภายในถังเก็บเพิ่มขึ้นตามไปด้วย และเมื่อความเข้มแสงลดลงทำให้อุณหภูมิของน้ำลดลงตามไปด้วยเช่นกัน อีกทั้งในอัตราส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำในถังเก็บที่มีค่าน้อย อุณหภูมิของน้ำที่อยู่ภายในถังเก็บจะมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิของน้ำภายในถังเก็บที่มีอัตราส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำในถังเก็บที่มีค่าสูง

ในรูปที่ 4.3 – 4.4 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและอัตราการไหล ที่อัตราส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำภายในถังเก็บแตกต่างกันในวันที่ 24 และ 25 พฤศจิกายน 2549 พบว่าเมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้นทำให้อัตราการไหลของน้ำเพิ่มขึ้นตามไปด้วย และเมื่อความเข้มแสงลดลงทำให้อัตราการไหลของน้ำลดลงตามไปด้วยเช่นกัน อีกทั้งในอัตราส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำในถังเก็บที่มีค่าน้อย อัตราการไหลของน้ำจะมีค่าสูงกว่าอัตราการไหลของน้ำที่มีอัตราส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำในถังเก็บที่มีค่าสูง

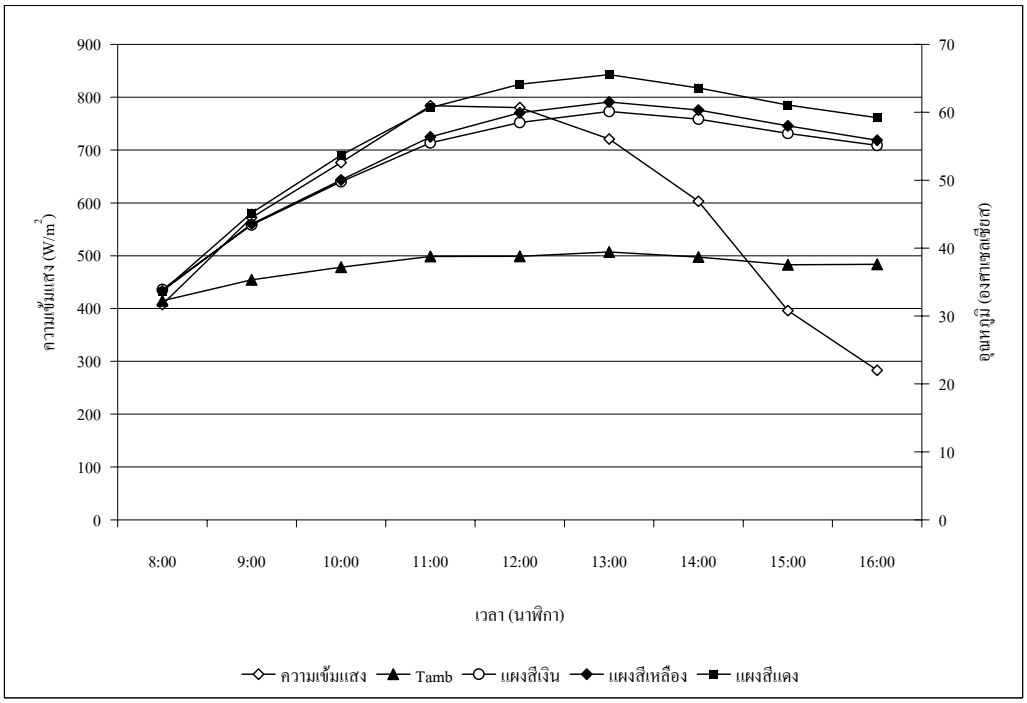
ในรูปที่ 4.5 – 4.6 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและประสิทธิภาพ ที่อัตราส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำภายในถังเก็บแตกต่างกันในวันที่ 24 และ 25 พฤศจิกายน 2549 พบว่าเมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้นทำให้ประสิทธิภาพการทำความร้อนเพิ่มขึ้นตามไปด้วย และเมื่อความเข้มแสงลดลงทำให้ประสิทธิภาพการทำความร้อนลดลงตามไปด้วยเช่นกัน อีกทั้งในอัตราส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำในถังเก็บที่มีค่าน้อย ประสิทธิภาพการทำความร้อนจะมีค่าสูงกว่าประสิทธิภาพการทำความร้อนที่มีอัตราส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำในถังเก็บที่มีค่าสูง

ตารางที่ 4.3 แสดงผลของสีต่อตัวเก็บรังสีที่อัตราส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำในถังเก็บ 1 : 15 ในวันที่ 28 และ 29 พฤศจิกายน 2549 ตั้งแต่เวลา 8.00 ─ 16.00 น.

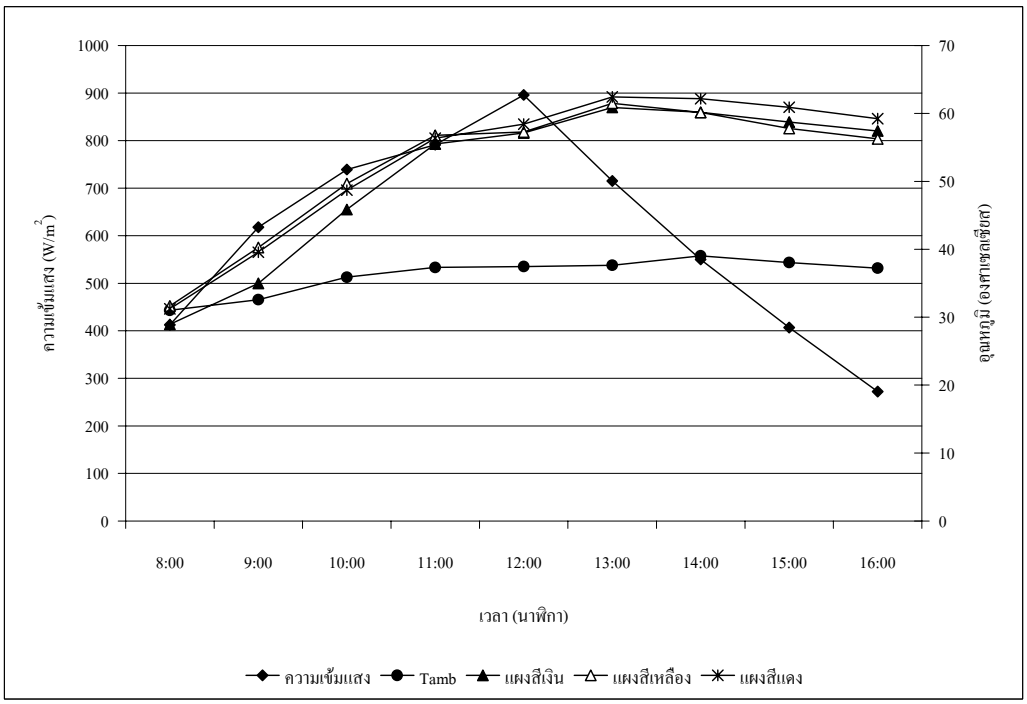
| วัน/เดือน/ปี | 28 พฤศจิกายน 2549 | | | 29 พฤศจิกายน 2549 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | เครื่องที่1 | เครื่องที่2 | เครื่องที่3 | เครื่องที่1 | เครื่องที่2 | เครื่องที่3 |
| อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น, °C | 29.90 | 30.70 | 30.40 | 28.50 | 27.70 | 27.60 |
| อุณหภูมิน้ำสุดท้าย, °C | 55.14 | 55.87 | 59.20 | 57.41 | 56.26 | 59.23 |
| อุณหภูมิเพิ่มขึ้น, °C | 25.24 | 25.17 | 28.80 | 28.91 | 28.56 | 31.63 |
| ปริมาตรน้ำ, Liters | 18.35 | 18.35 | 18.35 | 18.35 | 18.35 | 18.35 |
| พื้นที่ต่อปริมาตรถัง, $m^2$:l | 1:15 | 1:15 | 1:15 | 1:15 | 1:15 | 1:15 |
| ความเข้มแสงเฉลี่ย ($W/m^2$) | 607.38 | 607.38 | 607.38 | 629.96 | 629.96 | 629.96 |
| ประสิทธิภาพรายวัน,% | 24.19 | 24.20 | 27.04 | 17.79 | 25.37 | 31.83 |

หมายเหตุ เครื่องที่ 1 แผงเก็บรังสีสีเงิน (ไม่ได้ทาสี)
เครื่องที่ 2 แผงเก็บรังสีสีเหลือง
เครื่องที่ 3 แผงเก็บรังสีสีแดง

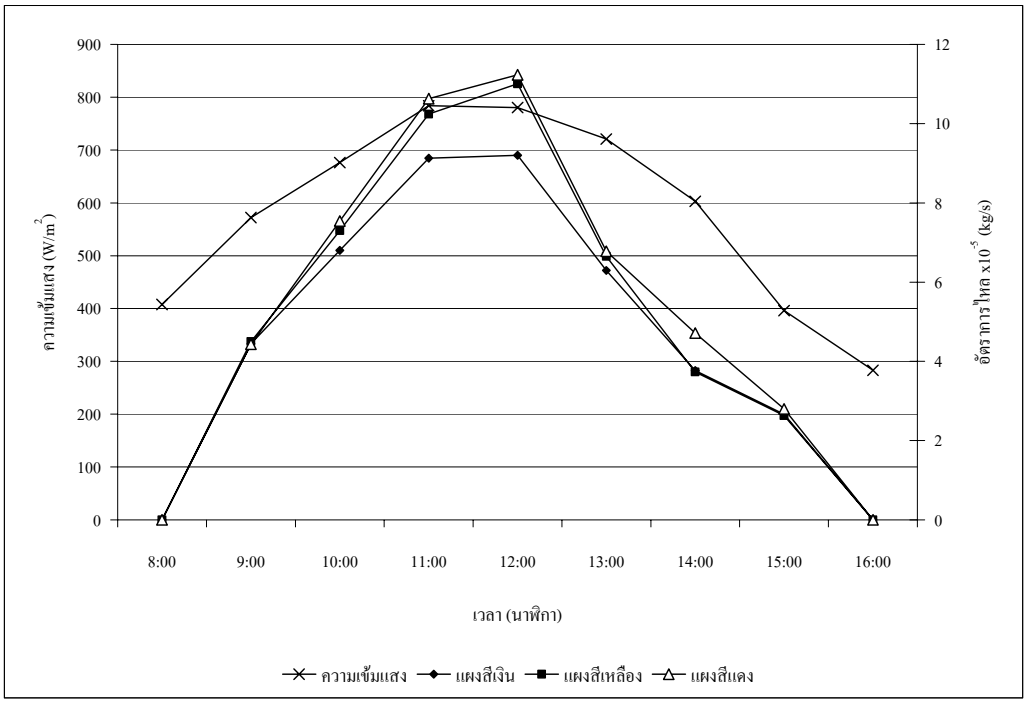
จากตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดลองในวันที่ 28 และ 29 พฤศจิกายน 2549 เป็นการทดลองการทำความร้อนโดยที่แผงเก็บรังสีมีสีที่แตกต่างกันคือ เครื่องที่ 1 ใช้สีเงินซึ่งเป็นสีเดิมของแผง เครื่องที่ 2 ใช้สีเหลืองและเครื่องที่ 3 ใช้สีแดง เครื่องทำน้ำร้อนทั้ง 3 เครื่องนั้นใช้อัตราส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำภายในถังเก็บ 1:15 จากการทดลองพบว่าสีที่ให้ค่าประสิทธิภาพรายวันสูงที่สุดคือ สีแดง รองลงมาคือ สีเหลือง สุดท้ายคือ สีเงินซึ่งเป็นสีเดิมของแผง อีกทั้งแผงสีแดงยังสามารถทำให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าแผงที่ทาสีเหลืองและไม่ได้ทาสีอีกด้วย ความเข้มแสงก็มีผลต่อประสิทธิภาพอีกด้วย นำมาแสดงในรูปของกราฟ ซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 4.7-4.12



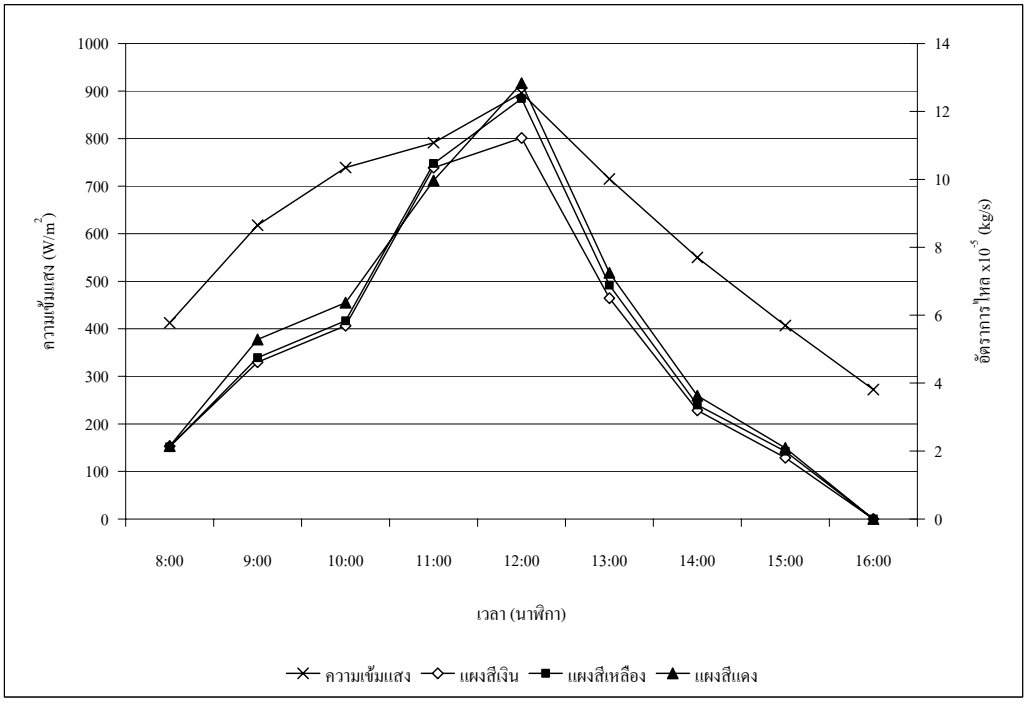

รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสง อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเทียบกับเวลาที่แผงสีต่างๆ สัดส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำ 1:15 วันที่ 28 พฤศจิกายน 2549 ตั้งแต่เวลา 8.00-16.00 น.



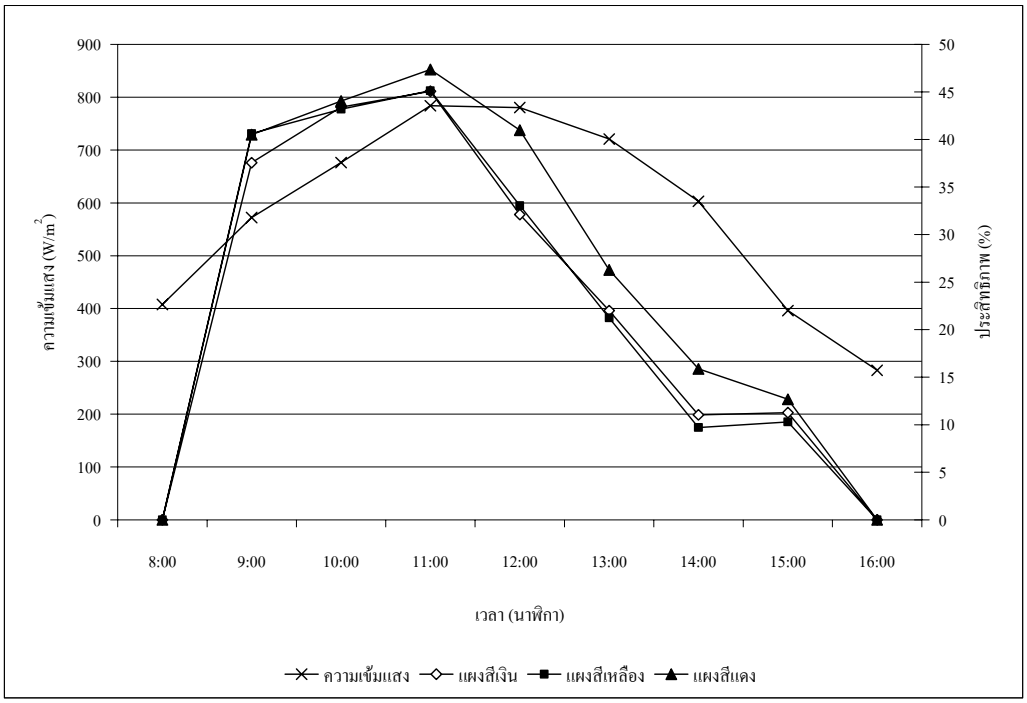

รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสง อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเทียบกับเวลาที่แผงสีต่างๆ สัดส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำ 1:15 วันที่ 29 พฤศจิกายน 2549 ตั้งแต่เวลา 8.00-16.00 น.



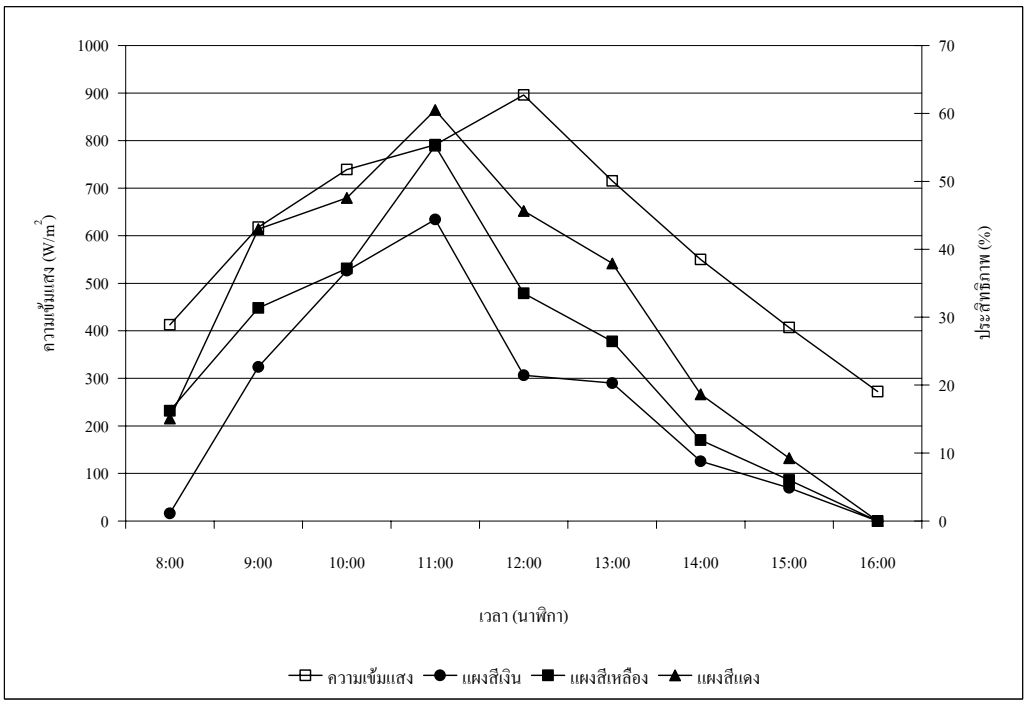

รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและอัตราการไหลเทียบกับเวลา ที่แผงสีต่างๆ สัดส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำ 1:15 วันที่ 28 พฤศจิกายน 2549 ตั้งแต่เวลา 8.00-16.00 น.




รูปที่ 4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและอัตราการไหลเทียบกับเวลา ที่แผงสีต่างๆ สัดส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำ 1:15 วันที่ 29 พฤศจิกายน 2549 ตั้งแต่เวลา 8.00-16.00 น.




รูปที่ 4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและประสิทธิภาพเทียบกับเวลา วันที่ 28 พฤศจิกายน 2549 เวลา 8.00-16.00 น. ปริมาตรน้ำ 1:15 โดยที่สีของแผงต่างกัน




รูปที่ 4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและประสิทธิภาพเทียบกับเวลา วันที่ 29 พฤศจิกายน 2549 เวลา 8.00-16.00 น. ปริมาตรน้ำ 1:15 โดยที่สีของแผงต่างกัน

จากรูปที่ 4.7 – 4.12 พบว่าสีของแผงเก็บรังสีมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิน้ำ อัตราการไหลและประสิทธิภาพ

ในรูปที่ 4.7 – 4.8 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและอุณหภูมิน้ำ โดยที่แผงเก็บรังสีมีสีแตกต่างกันในวันที่ 28 และ 29 พฤศจิกายน 2549 พบว่าแผงสีแดงเป็นแผงที่ทำให้อุณหภูมิของน้ำภายในถังเก็บสูงกว่าแผงอื่นๆ รองลงมาคือ สีเหลือง และสีเงินตามลำดับ

ในรูปที่ 4.9 – 4.10 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและอัตราการไหล โดยที่แผงเก็บรังสีมีสีแตกต่างกันในวันที่ 28 และ 29 พฤศจิกายน 2549 พบว่าแผงสีแดงเป็นแผงที่ทำให้อัตราการไหลของน้ำภายในถังเก็บสูงกว่าแผงอื่นๆ รองลงมาคือ สีเหลือง และสีเงินตามลำดับ

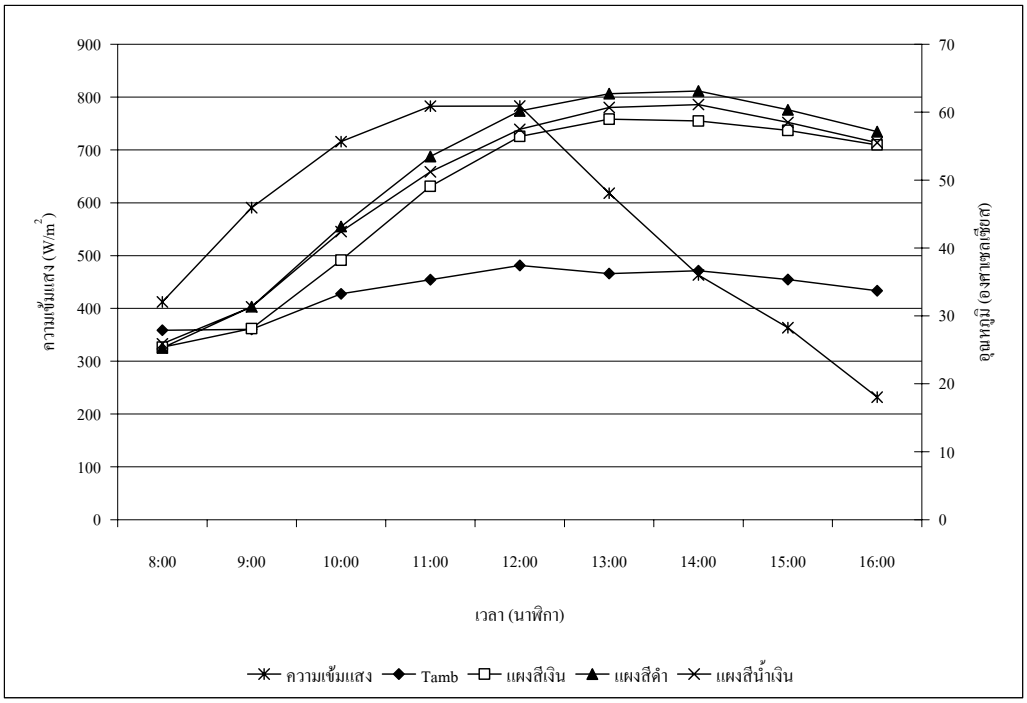
ในรูปที่ 4.5 – 4.6 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและประสิทธิภาพ โดยที่แผงเก็บรังสีมีสีแตกต่างกันในวันที่ 28 และ 29 พฤศจิกายน 2549 พบว่าแผงสีแดงเป็นแผงที่ทำให้ประสิทธิภาพชั่วขณะสูงกว่าแผงอื่นๆ รองลงมาคือ สีเหลือง และสีเงินตามลำดับ

ตารางที่ 4.4 แสดงผลของสีต่อตัวเก็บรังสีที่อัตราส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำในถังเก็บ 1 : 15 ในวันที่ 2 และ 3 ธันวาคม 2549 ตั้งแต่เวลา 8.00 ─ 16.00 น.

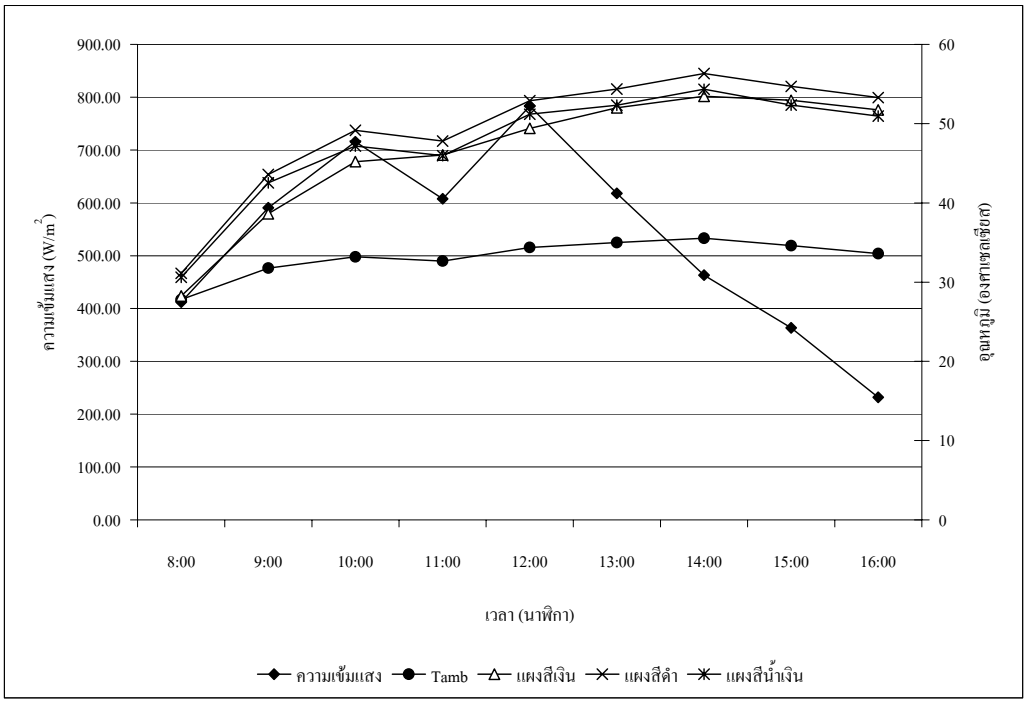
| วัน/เดือน/ปี | 2 ธันวาคม 2549 | | | 3 ธันวาคม 2549 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | เครื่องที่1 | เครื่องที่2 | เครื่องที่3 | เครื่องที่1 | เครื่องที่2 | เครื่องที่3 |
| อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น, °C | 25.40 | 25.30 | 25.90 | 27.20 | 29.40 | 28.90 |
| อุณหภูมิน้ำสุดท้าย, °C | 54.27 | 56.08 | 54.42 | 51.73 | 53.29 | 50.96 |
| อุณหภูมิเพิ่มขึ้น, °C | 28.87 | 30.78 | 28.52 | 24.53 | 23.89 | 22.06 |
| ปริมาตรน้ำ, Liters | 18.35 | 18.35 | 18.35 | 18.35 | 18.35 | 18.35 |
| พื้นที่ต่อปริมาตรถัง, $m^2$:l | 1:15 | 1:15 | 1:15 | 1:15 | 1:15 | 1:15 |
| ความเข้มแสงเฉลี่ย ($W/m^2$) | 580.29 | 580.29 | 580.29 | 559.06 | 559.06 | 559.06 |
| ประสิทธิภาพรายวัน,% | 23.12 | 25.73 | 25.27 | 22.22 | 25.44 | 23.08 |

หมายเหตุ เครื่องที่ 1 แผงเก็บรังสีสีเงิน (ไม่ได้ทาสี)
เครื่องที่ 2 แผงเก็บรังสีสีดำ
เครื่องที่ 3 แผงเก็บรังสีสีน้ำเงิน

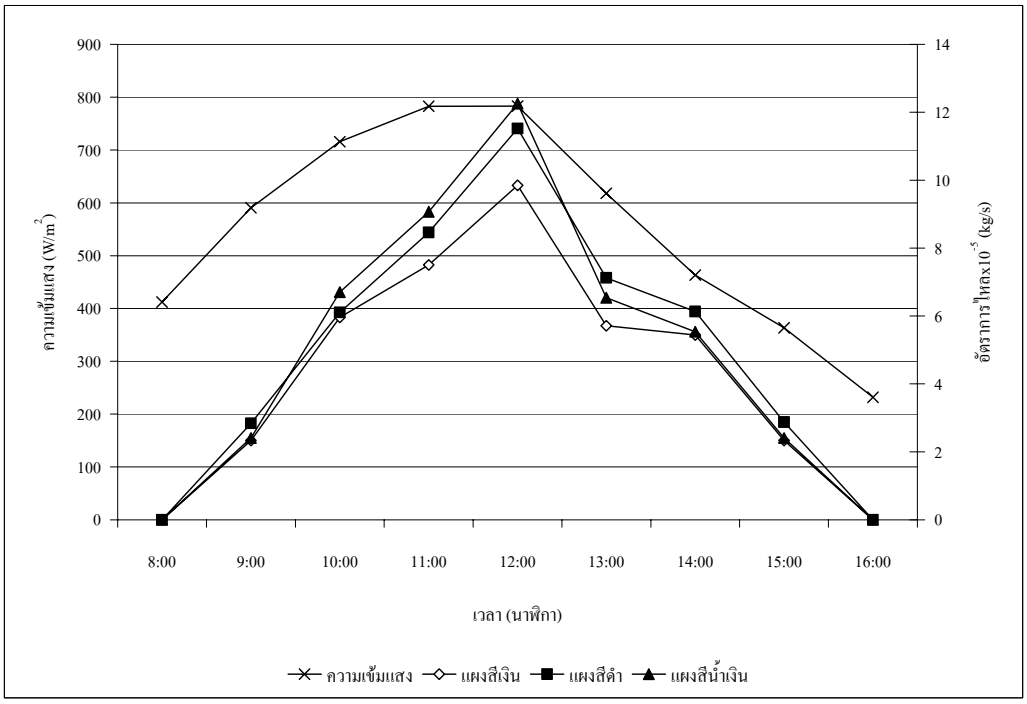
จากตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดลองในวันที่ 2 และ 3 ธันวาคม 2549 เป็นการทดลองการทำความร้อนโดยที่แผงเก็บรังสีมีสีที่แตกต่างกันคือ เครื่องที่ 1 ใช้สีเงินซึ่งเป็นสีเดิมของแผง เครื่องที่ 2 ใช้สีดำและเครื่องที่ 3 ใช้สีน้ำเงิน เครื่องทำน้ำร้อนทั้ง 3 เครื่องนั้นใช้อัตราส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำภายในถังเก็บ 1:15 จากการทดลองพบว่าสีที่ให้ค่าประสิทธิภาพรายวันสูงที่สุดคือ สีดำ รองลงมาคือ สีน้ำเงิน สุดท้ายคือ สีเงินซึ่งเป็นสีเดิมของแผง อีกทั้งแผงสีดำยังสามารถทำให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าแผงที่ทาสีน้ำเงินและแผงไม่ได้ทาสีอีกด้วย ความเข้มแสงก็มีผลต่อประสิทธิภาพอีกด้วย นำมาแสดงในรูปของกราฟ ได้ดังรูปที่ 4.13-4.18



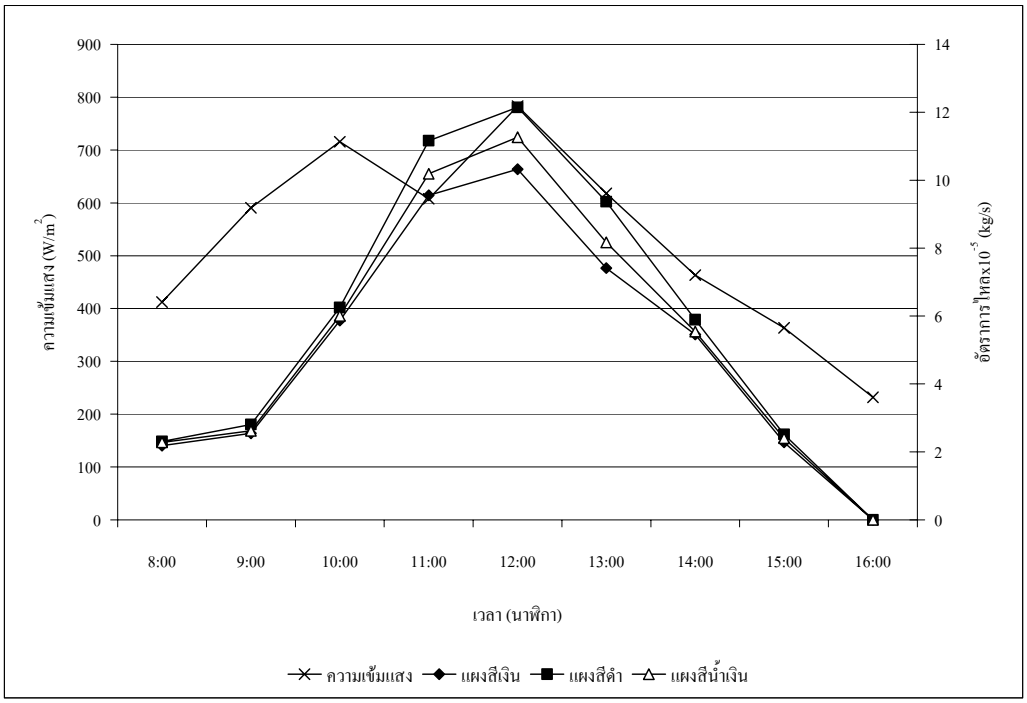

รูปที่ 4.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสง อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเทียบกับเวลา ที่แผงสีต่างๆ สัดส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำ 1:15 วันที่ 2 ธันวาคม 2549 ตั้งแต่เวลา 8.00-16.00 น.



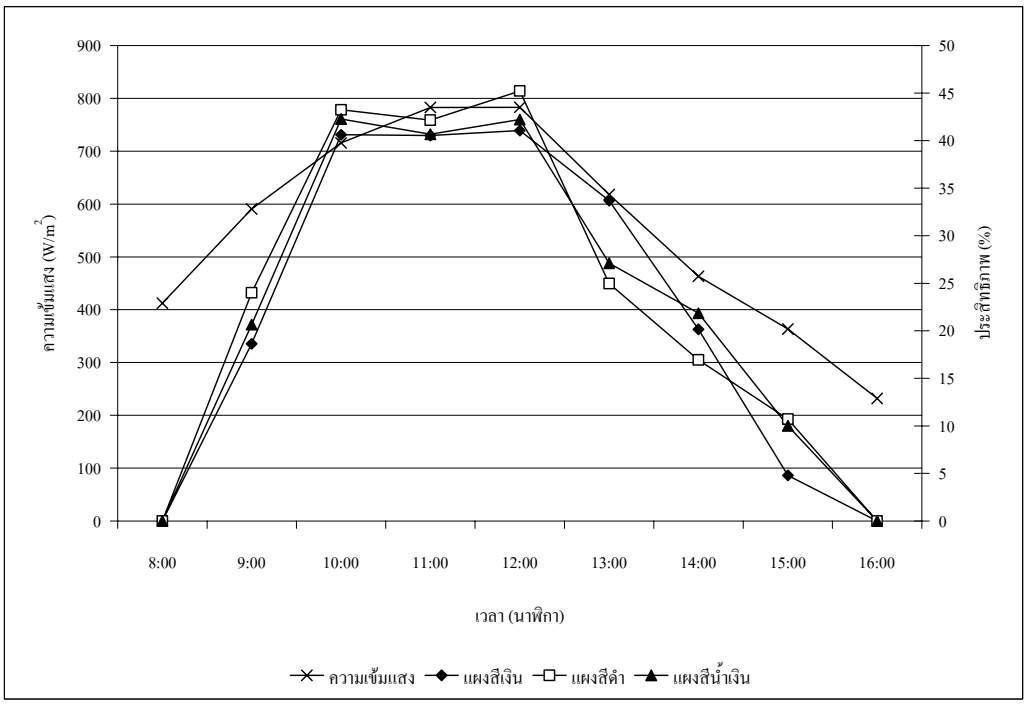

รูปที่ 4.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสง อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเทียบกับเวลา ที่แผงสีต่างๆ สัดส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำ 1:15 วันที่ 3 ธันวาคม 2549 ตั้งแต่เวลา 8.00-16.00 น.



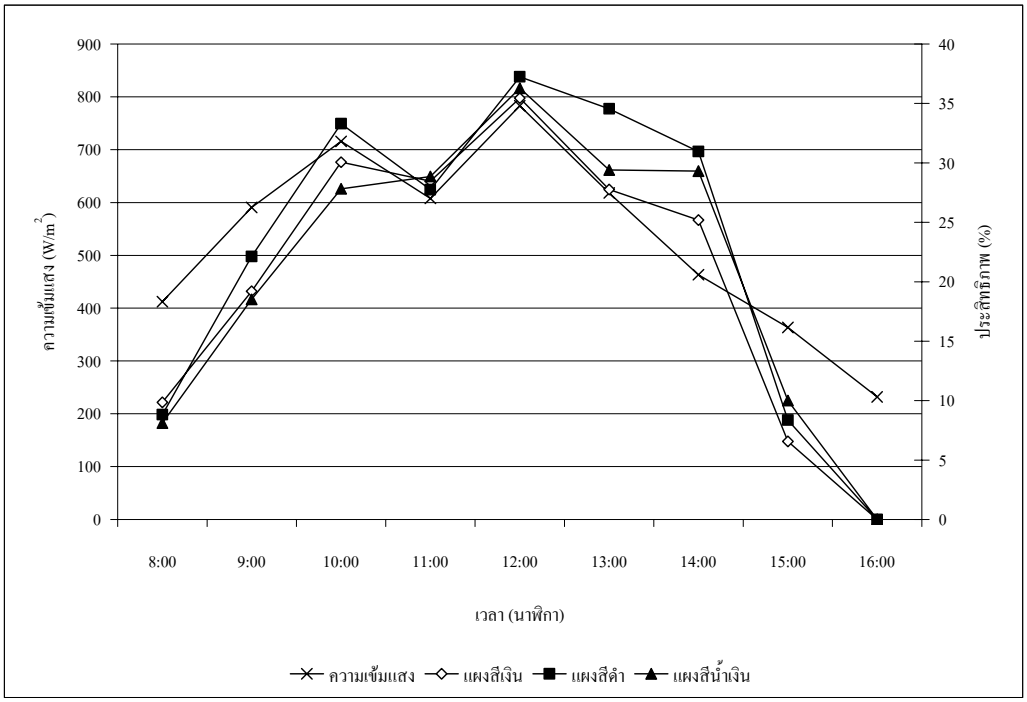

รูปที่ 4.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและอัตราการไหลเทียบกับเวลา ที่แผงสีต่างๆ สัดส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำ 1:15 วันที่ 2 ธันวาคม 2549 ตั้งแต่เวลา 8.00-16.00 น.




รูปที่ 4.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและอัตราการไหลเทียบกับเวลา ที่แผงสีต่างๆ สัดส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำ 1:15 วันที่ 3 ธันวาคม 2549 ตั้งแต่เวลา 8.00-16.00 น.




รูปที่ 4.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและประสิทธิภาพเทียบกับเวลา ที่แผงสีต่างๆ สัดส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำ 1:15 วันที่ 2 ธันวาคม 2549 ตั้งแต่เวลา 8.00-16.00 น.




รูปที่ 4.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและประสิทธิภาพเทียบกับเวลา ที่แผงสีต่างๆ สัดส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำ 1:15 วันที่ 3 ธันวาคม 2549 ตั้งแต่เวลา 8.00-16.00 น.

จากรูปที่ 4.13 – 4.18 พบว่าสีของแผงเก็บรังสีมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิน้ำ อัตราการไหลและประสิทธิภาพ

ในรูปที่ 4.13 – 4.14 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและอุณหภูมิน้ำ โดยที่แผงเก็บรังสีมีสีแตกต่างกันในวันที่ 2 และ 3 ธันวาคม 2549 พบว่าแผงสีดำเป็นแผงที่ทำให้อุณหภูมิของน้ำภายในถังเก็บสูงกว่าแผงอื่นๆ รองลงมาคือ สีน้ำเงิน และสีเงินตามลำดับ

ในรูปที่ 4.15 – 4.16 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและอัตราการไหล โดยที่แผงเก็บรังสีมีสีแตกต่างกันในวันที่ 2 ธันวาคม 2549 พบว่าแผงสีน้ำเงินเป็นแผงที่ทำให้อัตราการไหลของน้ำภายในถังเก็บสูงกว่าแผงอื่นๆ รองลงมาคือ สีดำ และสีเงินตามลำดับ ส่วนในวันที่ 3 ธันวาคม 2549 นั้นพบว่าแผงสีดำเป็นแผงที่ทำให้อัตราการไหลของน้ำภายในถังเก็บสูงกว่าแผงอื่นๆ รองลงมาคือ สีน้ำเงิน และสีเงินตามลำดับ

ในรูปที่ 4.5 – 4.6 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและประสิทธิภาพ โดยที่แผงเก็บรังสีมีสีแตกต่างกันในวันที่ 2 และ 3 ธันวาคม 2549 พบว่าแผงสีดำเป็นแผงที่ทำให้ประสิทธิภาพชั่วขณะสูงกว่าแผงอื่นๆ รองลงมาคือ สีน้ำเงิน และสีเงินตามลำดับ

## 4.2 สรุปผลการทดลองระบบทำความร้อน

(1) ความเข้มแสง

ความเข้มของแสงอาทิตย์มีผลโดยตรงต่ออุณหภูมิน้ำขาออกแผงเก็บรังสี อัตราการไหล และประสิทธิภาพชั่วขณะของระบบ เมื่อความเข้มของแสงอาทิตย์เพิ่มขึ้น การได้รับพลังงานของแผงเก็บรังสีก็เพิ่มขึ้นด้วย พลังงานที่ได้ถูกถ่ายเทให้กับน้ำในแผงเก็บรังสี ทำให้อุณหภูมิน้ำเพิ่มขึ้นความหนาแน่นลดลงและไหลเข้าสู่ถังเก็บที่อยู่ด้านบนซึ่งทำให้อุณหภูมิน้ำขาออกและอัตราการไหลที่วัดได้มีค่าสูงขึ้น และเนื่องจากประสิทธิภาพชั่วขณะของระบบขึ้นกับอัตราการไหลและอุณหภูมิน้ำที่เพิ่มขึ้นเมื่อผ่านแผงเก็บรังสีประสิทธิภาพชั่วขณะของระบบจึงเพิ่มขึ้นด้วย และหากความเข้มแสงอาทิตย์ลดลง อุณหภูมิน้ำขาออก อัตราการไหล และประสิทธิภาพชั่วขณะของระบบ จะลดลงด้วยเช่นกัน

(2) อุณหภูมิบรรยากาศ

อุณหภูมิบรรยากาศมีอิทธิพลต่ออุณหภูมิน้ำขาออกแผงเก็บรังสี และอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำในถังเก็บ แต่ผลอุณหภูมิบรรยากาศจะปรากฏเห็นได้ชัดเมื่อของความเข้มแสงอาทิตย์ค่อนข้างคงที่

(3) อัตราส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำภายในถังเก็บ

อัตราส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำภายในถังเก็บมีผลต่ออุณหภูมิสูงสุดที่ได้ เมื่อขนาดของถังเก็บน้ำต่อพื้นที่ของแผงเก็บรังสีต่ำ อุณหภูมิน้ำและประสิทธิภาพรายวันของระบบที่ได้จะสูงกว่าอุณหภูมิน้ำและประสิทธิภาพรายวันที่มีอัตราส่วนพื้นที่แผงต่อปริมาตรน้ำภายในถังเก็บมีค่าสูง

(4) สีของแผงเก็บรังสี

สีของแผงเก็บรังสีมีผลต่ออุณหภูมิของน้ำและประสิทธิภาพ เนื่องจากแต่ละสีมีค่าการดูดกลืนแสงที่แตกต่างกัน จึงส่งผลให้แผงเก็บรังสีที่มีสีแตกต่างกันนั้น ทำให้อุณหภูมิน้ำและประสิทธิภาพแตกต่างกัน ทั้งนี้สีที่ค่าการดูดกลืนสีสูงจะทำให้อุณหภูมิน้ำและประสิทธิภาพมีค่าสูงตามไปด้วย ส่วนสีที่มีค่าการดูดกลืนสีต่ำก็จะทำให้อุณหภูมิน้ำและประสิทธิภาพต่ำตามไปด้วยเช่นกัน สีที่มีค่าการดูดกลืนสีสูงสุดไปหาต่ำสุดคือ สีดำ สีน้ำเงิน สีแดง สีเหลือง และสีเงิน ตามลำดับ เมื่อนำค่าประสิทธิภาพของแผงสีต่างๆ เทียบกับแผงสีเงิน ผลที่ได้คือค่าประสิทธิภาพของแผงสีดำมากกว่าแผงสีเงิน 9.6 % ประสิทธิภาพของแผงสีน้ำเงินมากกว่าแผงสีเงิน 7.6 % ประสิทธิภาพของแผงสีแดงมากกว่าแผงสีเงิน 3.0 % และประสิทธิภาพของแผงสีเหลืองมากกว่าแผงสีเงิน 1.2 %

## 4.3 ผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของระบบทำความร้อน

ผลจากการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยอ้างอิงตามสมมติฐานเบื้องต้น สามารถสรุปผลได้ดังนี้

ค่าใช้จ่ายด้านเงินลงทุนรายปีเท่ากับ 355.94 บาท

มูลค่าซากรายปีเท่ากับ 9.047 บาท

ค่าซ่อมบำรุงรายปีเท่ากับ 125 บาท

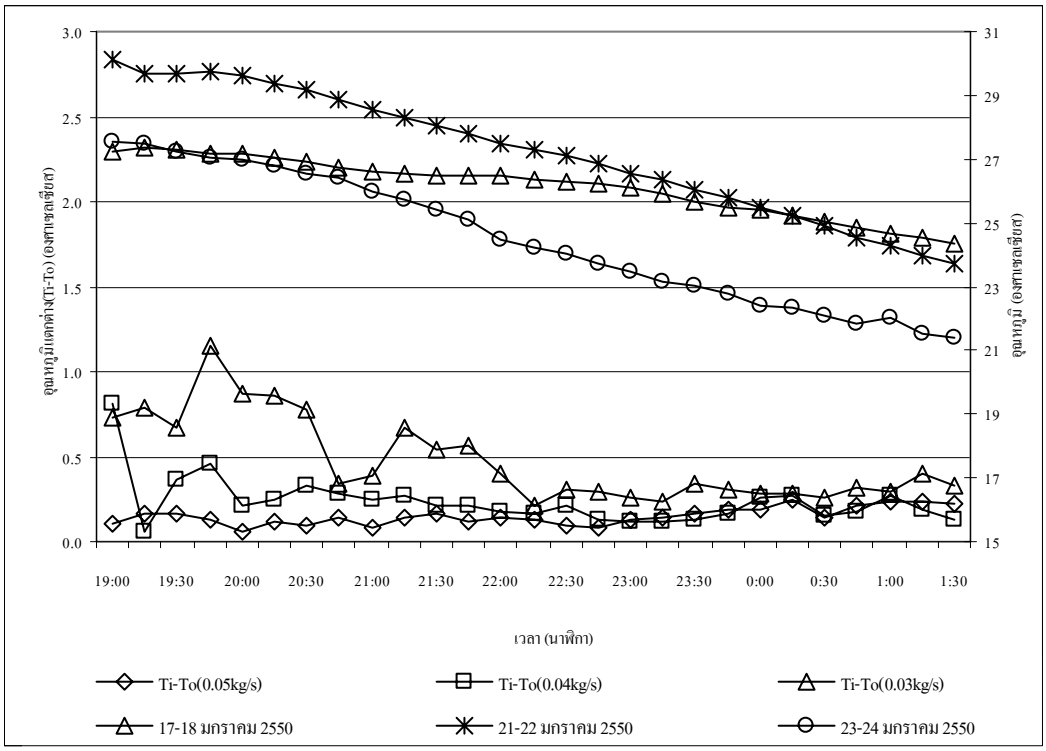
และค่าใช้จ่ายทั้งหมดรายปีเท่ากับ 471.89 บาท

เมื่อวิเคราะห์ต้นทุนต่อลิตรน้ำร้อน พบว่ามีค่าใช้จ่ายเท่ากับ 0.026 บาท ( 2.6 สตางค์)

## 4.4 ผลการทดลองการทำความเย็นโดยใช้น้ำเป็นตัวกลาง

### 4.4.1ผลของอัตราการไหลต่ออุณหภูมิน้ำขาออกของแผงทำความเย็น

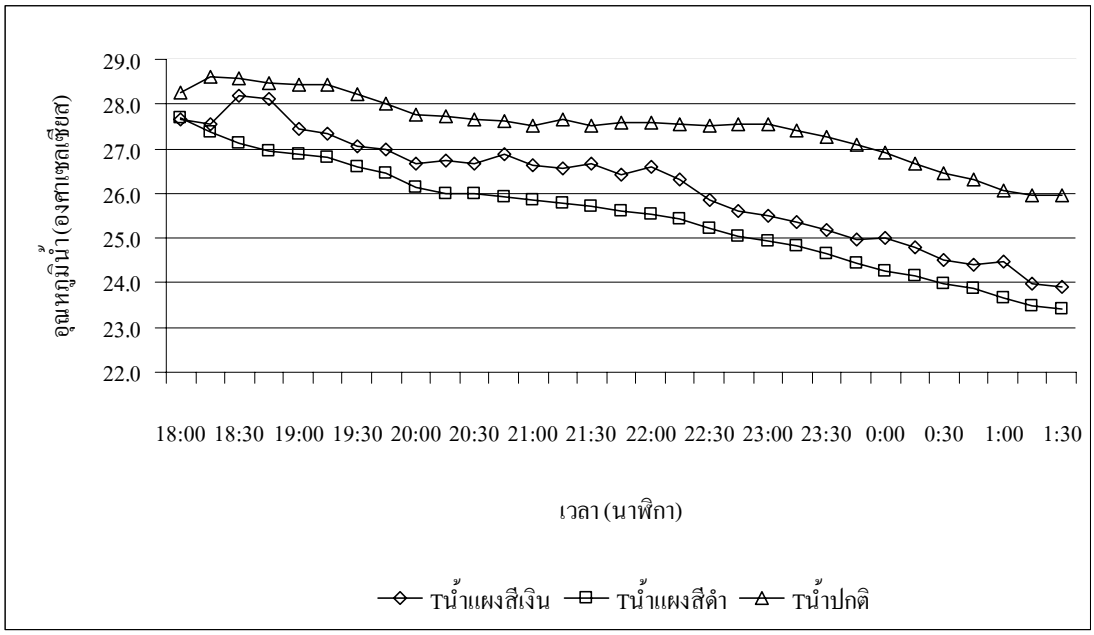
จากรูปที่ 4.19 แสดงผลการทดลองในวันที่17-18 มกราคม 2550 มีอัตราการไหล 0.03 kg/s ในวันที่ 21-22 มกราคม 2550 มีอัตราการไหล 0.04 kg/s และ23-24 มกราคม 2550 มีอัตราการไหล 0.05 kg/s ปริมาณน้ำที่ใช้ 36 ลิตร โดยวันที่ทำการทดลองพบว่า อุณหภูมิภายนอก และความชื้นสัมพัทธ์มีค่าใกล้เคียงกัน จากการทดลองพบว่าค่าอุณหภูมิขาออกของเครื่องที่มีอัตราการไหล 0.05 kg/s มีค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิขาออกและขาเข้าแผงเฉลี่ย 0.48 $^{\circ}$C และเมื่ออัตราการไหล 0.04 kg/s และ0.03 kg/s มีค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิขาออกและขาเข้าแผงเฉลี่ย 0.24 $^{\circ}$C และ 0.15 $^{\circ}$C ตามลำดับ เนื่องจากภาระความร้อนขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของน้ำ



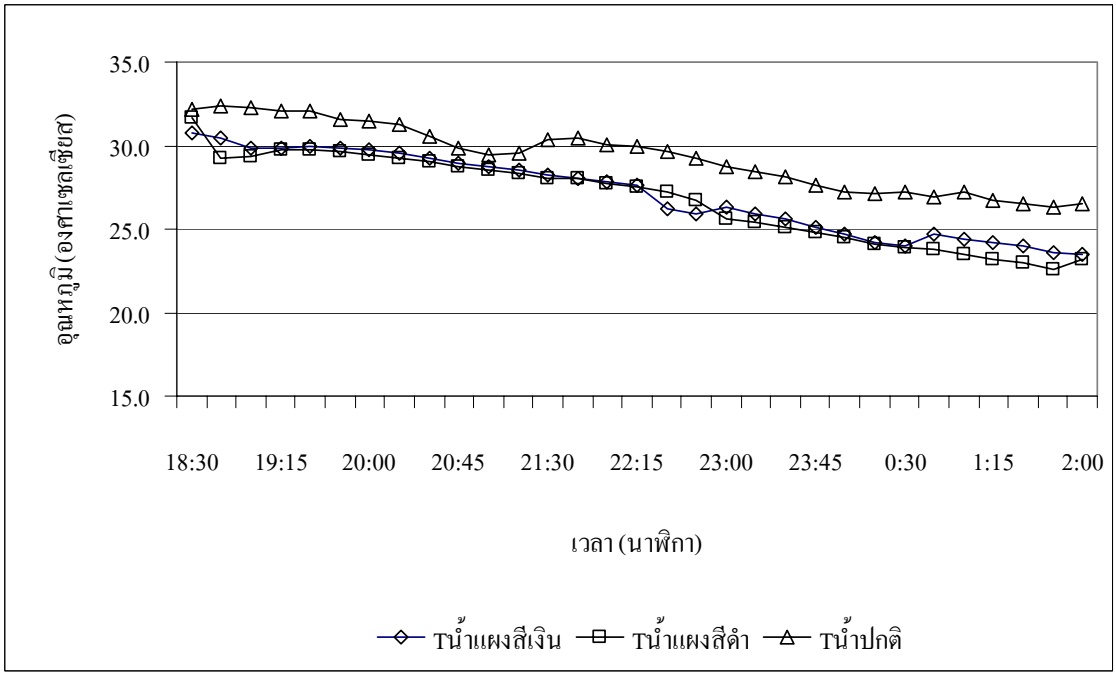

รูปที่ 4.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำขาเข้าและขาออกของแผงทำความเย็นที่มีอัตราการไหลต่างๆ

**4.4.2 ผลของอุณหภูมิน้ำที่อุณหภูมิอากาศกับอุณหภูมิที่ได้จากการทดลองของแผงต่างสี**

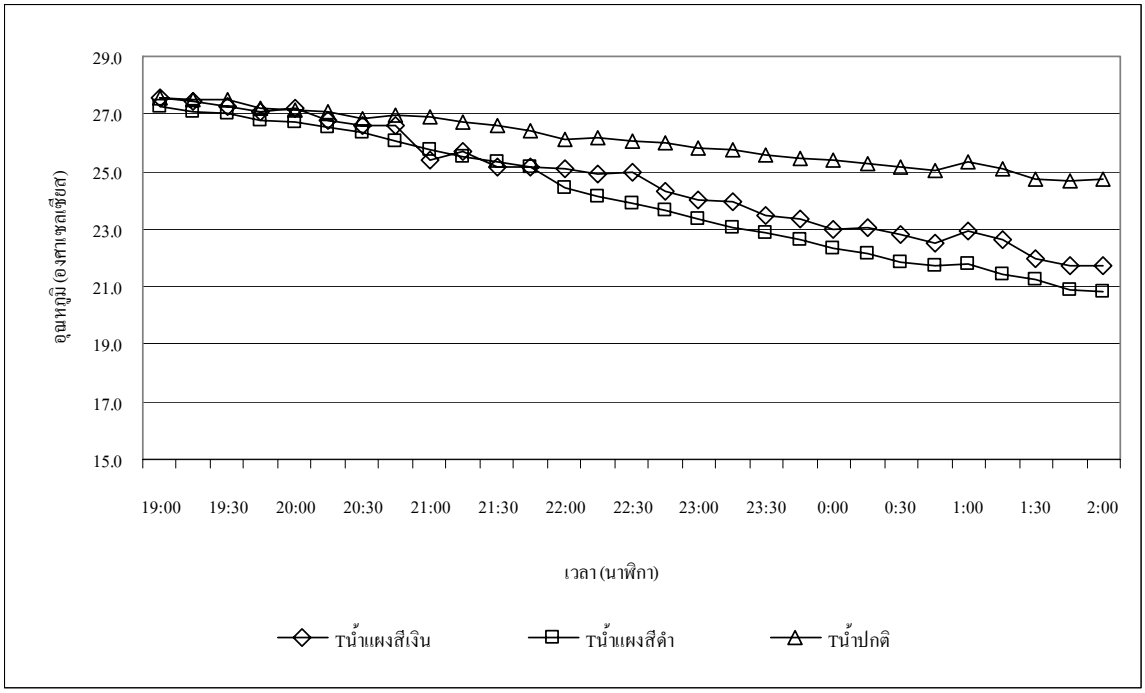
รูปที่ 4.20, 4.21 และ4.22 แสดงผลการทดลองของวันที่ในวันที่17-18 มกราคม 2550 มีอัตราการไหล 0.03 kg/s วันที่ 21-22 มกราคม 2550 มีอัตราการไหล 0.04 kg/s และวันที่ 23-24 มกราคม 2550 มีอัตราการไหล 0.05 kg/s ปริมาณน้ำที่ใช้ 36 ลิตร พบว่าอุณหภูมิที่ได้จากแผงที่มีสีดำมีค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิเริ่มต้นและอุณหภูมิสุดท้ายมากกว่าแผงที่ไม่ได้มีการทาสี เมื่อพิจารณาที่อัตราการไหลต่างกันพบว่ามีแนวโน้มที่คล้ายกัน เนื่องจากสีดำมีความสามารถที่จะถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่าสังกะสีธรรมดา




รูปที่ 4.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาที่แผงสีต่างๆ ที่อัตราการไหล 0.05 kg/s วันที่ 17-18 มกราคม 2550



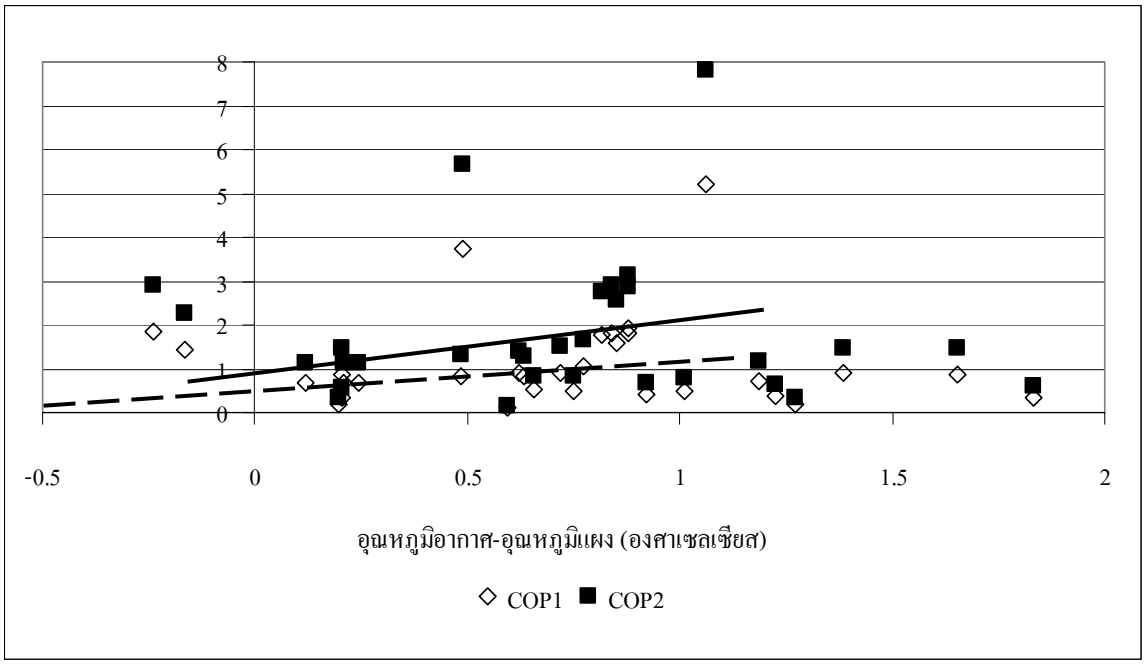

รูปที่ 4.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาที่แผงสีต่างๆ ที่อัตราการไหล 0.04 kg/s วันที่ 21-22 มกราคม 2550



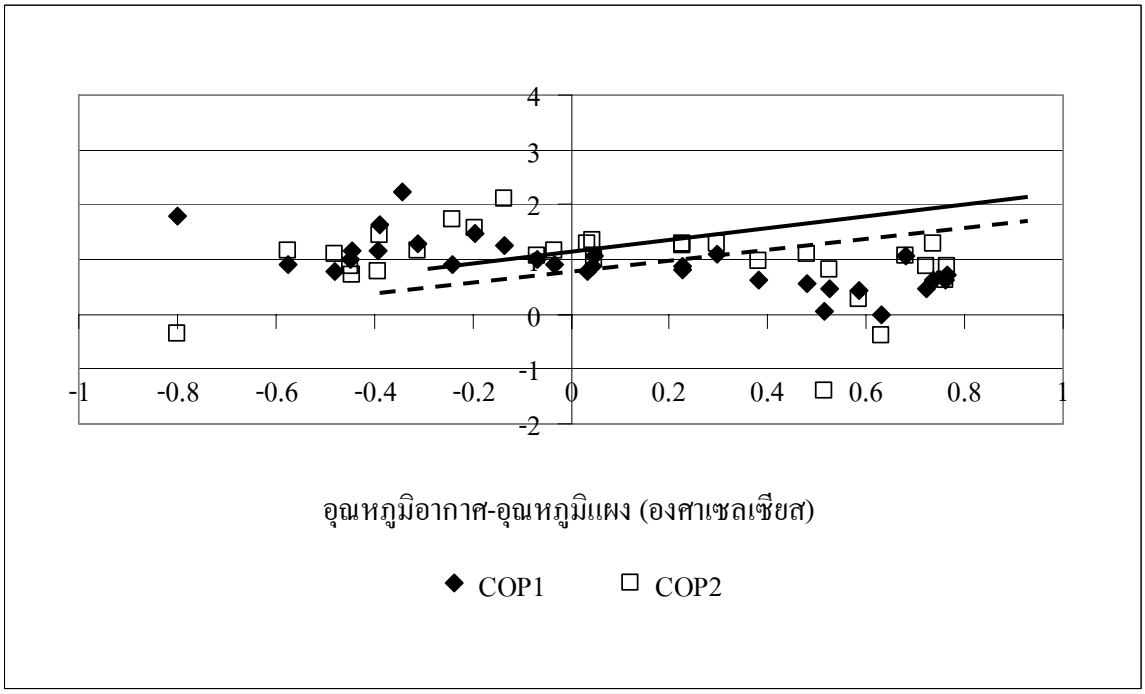

รูปที่ 4.22กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำกับเวลาที่แผงสีต่างๆ ที่อัตราการไหล 0.03 kg/s วันที่ 23-24 มกราคม 2550

**4.4.3 สมรรถนะในการทำความเย็นของระบบ**

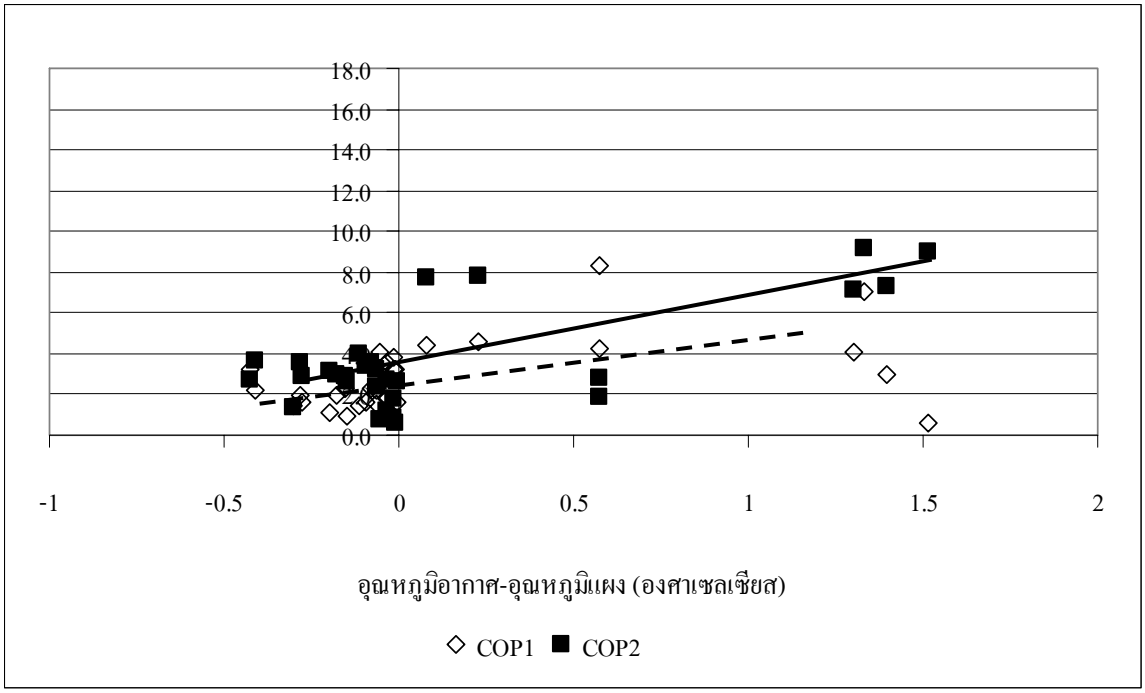
รูปที่ 4.23 ,4.24 และ 4.25 แสดงสมรรถนะการทำความเย็นของระบบ (COP) ที่ทำการทดลองในวันที่17-18 มกราคม 2550 มีอัตราการไหล 0.03 kg/s วันที่ 21-22 มกราคม 2550 มีอัตราการไหล 0.04 kg/s และ วันที่ 23-24 มกราคม 2550 มีอัตราการไหล 0.05 kg/s ปริมาณน้ำที่ใช้ 36 ลิตร ที่ปริมาณน้ำที่ 36 ลิตร มีอัตราการไหลและสีของแผงที่แตกต่างกัน โดยที่ในแต่ละช่วงการทดลองมีค่าอุณหภูมิอากาศและค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ใกล้เคียงกัน




รูปที่ 4.23 กราฟแสดงผลการทดลองในวันที่ 17-18 มกราคม 2550 ที่อัตราการไหล 0.05 kg/s




รูปที่ 4.24 กราฟแสดงผลการทดลองในวันที่ 21-22 มกราคม 2550 ที่อัตราการไหล 0.04 kg/s




รูปที่ 4.25 กราฟแสดงผลการทดลองในวันที่ 21-22 มกราคม 2550 ที่อัตราการไหล 0.03 kg/s

จากกราฟแสดงผลของการทดลองของเครื่องทำความเย็น โดยที่แผงมีสีดำและแผงไม่ได้ทาสี พบว่าค่าสมรรถนะ (COP) ของเครื่องที่ทำได้นั้นมีความแตกต่างกัน โดยใช้เส้นแนวโน้ม ในการพิจารณา โดยที่เส้นตรงจะเป็นค่าสมรรถนะของแผงสีดำ และเส้นปะจะเป็นค่าสมรรถนะของแผงที่ไม่ได้ทาสี ในวันที่ 17-18 มกราคม 2550 มีอัตราการไหล 0.03 kg/s ค่าสมการเส้นตรงของแผงที่ไม่ได้ทาสีได้คือ $y = 0.556x + 0.664$ และแผงทาสีดำได้ค่าสมการเส้นตรงคือ $y = 1.045x + 0.955$ แสดงให้เห็นว่าเมื่อค่าอุณหภูมิของแผงและอุณหภูมิของอากาศเท่ากันจะทำให้ ค่าสมรรถนะของแผงไม่ได้ทาสีเท่ากับ 0.644 และค่าสมรรถนะของแผงสีดำมีค่าเท่ากับ 0.955 ในวันที่ 21-22 มกราคม 2550 อัตราการไหล 0.04 kg/s ค่าสมการเส้นตรงของแผงที่ไม่ได้ทาสีได้คือ $y = 0.288 + 0.826$ และแผงสีดำได้ค่าสมการเส้นตรงคือ $y = 0.642x + 1.178$ แสดงให้เห็นว่าเมื่อค่าอุณหภูมิของแผงและอุณหภูมิของอากาศเท่ากันจะทำให้ ค่าสมรรถนะของแผงที่ไม่ได้ทาสีเท่ากับ 0.826 และค่าสมรรถนะของแผงสีดำมีค่าเท่ากับ 1.178 และในวันที่ 23-24 มกราคม 2550 ได้ทำการทดลองที่อัตราการไหล 0.03 kg/s พบว่าค่าสมการของแผงที่ไม่ได้ทาสีคือ $y = 2.222x + 2.278$ และแผงทาสีดำได้ค่าสมการเส้นตรงคือ $y = 3.275x + 3.665$ แสดงให้เห็นว่าเมื่อค่าอุณหภูมิของแผงและอุณหภูมิของอากาศเท่ากันจะทำให้ ค่าสมรรถนะที่ได้ของแผงที่ไม่ได้ทาสีเท่ากับ 2.278 และค่าสมรรถนะของแผงทาสีดำมีค่าเท่ากับ 3.665 เมื่อพิจารณาค่าสมรรถนะของวันที่มีอัตราการไหลที่แตกต่างกันแล้ว พบว่าค่าสมรรถนะของเครื่องที่มีค่ามากที่สุดคืออัตราการไหล 0.03 kg/s ต่อมาคือ 0.04 kg/s และ 0.05 kg/s ตามลำดับ

## 4.5 สรุปผลการทดลองเครื่องทำน้ำเย็น

(1) อัตราการไหล

อัตราการไหล มีผลกับความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของน้ำขาเข้าและขาออกของแผงทำความเย็น พบว่าเมื่ออัตราการไหลมากมีผลให้ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของน้ำขาเข้าและขาออกของแผงทำความเย็นมีค่ามาก ในทางตรงกันข้ามหากอัตราการไหลมีค่าน้อย ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของน้ำขาเข้าและขาออกของแผงทำความเย็นมีค่าน้อยตามไปด้วย เนื่องจากภาระความร้อนขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของน้ำ อย่างไรก็ตามค่าอัตราการไหลของน้ำมีผลน้อยมากกับอุณหภูมิของน้ำในถังเก็บน้ำเนื่องจากที่ค่าอัตราการไหลที่เร็ว จำนวนรอบในการหมุนเวียนของน้ำก็จะมากทำให้ค่าอุณหภูมิเมื่อสิ้นสุดการทดลองแล้วก็มีค่าที่ใกล้เคียงการทดลองที่มีค่าอัตราการไหลของน้ำที่ช้า และพบว่าอัตรากรไหลที่แตกต่างกันค่าสมรรถนะของเครื่องทำน้ำเย็นจะมีค่าที่แตกต่างกัน เมื่อค่าอัตราการไหล่ำจะทำให้ค่าสมรรถนะของเครื่องทำน้ำเย็นมีค่ามาก และเมื่อค่าอัตราการไหลสูงค่าสมรรถนะของน้ำก็จะมีค่าที่ลดลงตามลำดับ เนื่องมาจากอัตราการไหลต่ำมีผลให้การหมุนเวียนของน้ำในเครื่องมีน้อยจำนวนรอบของปั๊มที่ทำงานน้อยส่งผลให้ค่าสมรรถนะของเครื่องมีค่ามาก และเมื่อค่าอัตราการไหลสูงจำนวนรอบในการทำงานของปั๊มจะมีค่าที่มาก ทำให้ค่าสมรรถนะของเครื่องทำความเย็นมีค่าที่ลดลงมาด้วย

(2) สีของแผงทำความเย็น

จากการทดลองพบว่า สีของแผงทำความเย็นมีผลต่อค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของน้ำขาเข้าและขาออก แผงที่ทาสีดำให้ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของน้ำขาเข้าและขาออกมากกว่าแผงที่มิได้ทาสี เนื่องจากสีดำมีความสามารถที่จะถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่าสังกะสีธรรมดา

ค่าที่ใกล้เคียงการทดลองที่มีค่าอัตราการไหลของน้ำที่ต่ำ และเมื่อทำการทดลองเครื่องที่มีแผงสีที่แตกต่างกัน พบว่าอุณหภูมิที่ได้จากแผงที่มีสีดำมีค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิเริ่มต้นและอุณหภูมิสุดท้ายมากกว่าแผงที่ไม่ได้ทาสี เมื่อพิจารณาที่อัตราการไหลที่แตกต่างกันก็มีค่าที่มีแนวโน้มที่คล้ายกัน เนื่องจากสีดำมีความสามารถที่จะถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่าสังกะสีธรรมดา และเมื่อพิจารณาค่าสมรรถนะของเครื่อง พบว่าที่อัตรากรไหลที่แตกต่างกันค่าสมรรถนะของเครื่องทำน้ำเย็นจะมีค่าที่แตกต่างกัน เมื่อค่าอัตราการไหลที่ต่ำจะทำให้ค่าสมรรถนะของเครื่องทำน้ำเย็นมีค่าสูง และเมื่อค่าอัตราการไหลของน้ำที่สูงค่าสมรรถนะของน้ำก็จะมีค่าที่ลดลงตามลำดับ เนื่องมาจากในการหมุนเวียนของน้ำในเครื่องที่มีอัตราการไหลที่ต่ำ การทำงานของปั๊มมีจำนวนรอบในการทำงานที่น้อยจึงส่งผลให้สมรรถนะของเครื่องมีค่าสูง และเมื่อค่าอัตราการไหลที่สูง จำนวนรอบในการทำงานของปั๊มก็จะมีค่าที่มากทำให้ค่าสมรรถนะของเครื่องทำความเย็นมีค่าที่ลดลง

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการทดลองควรมีการติดตั้งและใช้งานจริงกับระบบน้ำในครัวเรือน
2. ควรมีการเพิ่มสีของแผงในการทดลองหรือชนิดของสีที่ต่างกันเช่น สีน้ำ สีสเปรย์
3. ควรทำการทดลองกับสังกะสีที่ทำสีสำเร็จรูปมาแล้ว