



บทที่ 4

### ผลการวิจัย

อัตราการไหลในปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ ตัวแปรภายในซึ่งเกี่ยวข้องกับวัสดุที่นำมาใช้ประกอบปล่องพลังงานแสงอาทิตย์และตัวแปรภายนอกซึ่งเกี่ยวข้องกับความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ อุณหภูมิแวดล้อมและลักษณะของสภาพแวดล้อม เนื่องจากขอบเขตของการศึกษาความเข้มแสงอยู่ในช่วง  $0-3,000 \text{ w/m}^2$  ซึ่งความเข้มแสงจากดวงอาทิตย์อยู่ในช่วง  $0-1,000 \text{ w/m}^2$  เพราะฉะนั้นจะต้องสร้างแหล่งกำเนิดแสงที่ให้ความเข้มแสงมากกว่า  $1,000 \text{ w/m}^2$  ซึ่งการที่จะทำให้ความเข้มแสงสูงขนาดนี้จะต้องนำแสงแต่ละหลอดมารวมกันและให้ได้ความเข้มแสงที่สม่ำเสมอบนพื้นที่รับแสง  $0.5 \times 2$  ตารางเมตร จากการทดสอบพบว่า หลอดไฟ veto 10 หลอด ให้ความเข้มแสงในช่วงนี้ได้ โดยการทดสอบในช่วงแรกจะเป็นการทดสอบหาการกระจายความเข้มแสงจากหลอดไฟ 1 หลอด จากนั้นนำค่าการกระจายความเข้มแสงที่ได้ไปคำนวณหาการกระจายความเข้มแสงจากหลอดไฟ 10 หลอด และทดสอบค่าการกระจายความเข้มแสงที่ได้จากการคำนวณด้วยการทดลองเปรียบเทียบ 1 ค่า หลังจากนั้นทำการทดลองภายในและภายนอกห้องปฏิบัติการเพื่อหาค่าอัตราการไหลในปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ที่ไม่ติดตั้งและติดตั้งปล่องอากาศแนวตั้ง

#### ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอัตราการไหลในปล่องพลังงานแสงอาทิตย์

ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับอัตราการไหลในปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเกิดขึ้นโดยการพาความร้อนโดยธรรมชาติ มี 2 ส่วน คือ

1. ตัวแปรภายในซึ่งเกี่ยวข้องกับคุณลักษณะของปล่องพลังงานแสงอาทิตย์
  2. ตัวแปรภายนอกหรือตัวแปรแวดล้อม
1. ตัวแปรภายในซึ่งเกี่ยวข้องกับคุณลักษณะของปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ มี
    - 1.1 คุณลักษณะของแผ่นดูดรังสี ซึ่งเกี่ยวข้องกับค่า transmittivity และ absorbtivity
    - 1.2 คุณลักษณะของแผ่นฉนวนไฟเบอร์กลาส ซึ่งเกี่ยวข้องกับค่า การนำความร้อนของแผ่นฉนวน และความหนาของแผ่นฉนวนที่ใช้
    - 1.3 คุณลักษณะของแผ่นกระจก ซึ่งเกี่ยวข้องกับค่า reflectivity
    - 1.4 ขนาดของปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับความยาว, ความกว้าง, ความสูงและขนาดช่องอากาศ

## 2. ตัวแปรภายนอกหรือตัวแปรแวดล้อม มี

2.1 ความเข้มแสงของดวงอาทิตย์

2.2 อุณหภูมิอากาศแวดล้อม

2.3 ลักษณะของสภาพแวดล้อม เช่น ความเร็วลมที่พัดผ่านปล่องพลังงานแสงอาทิตย์, สภาพท้องฟ้า

### ผลการทดลองภายในห้องปฏิบัติการ

-หาค่าการกระจายความเข้มแสงจากหลอดไฟ veto 1 หลอด

เนื่องจากขอบเขตของการศึกษาความเข้มแสงอยู่ในช่วง  $0-3,000 \text{ w/m}^2$  ความเข้มแสงจากดวงอาทิตย์อยู่ในช่วง  $0-1,000 \text{ w/m}^2$  ที่ความเข้มแสงมากกว่า  $1,000 \text{ w/m}^2$  ต้องใช้แสงอาทิตย์เทียมที่ได้จากหลอดไฟซึ่งในขั้นแรกจะทำการทดลองหาค่าการกระจายความเข้มแสงจากหลอดไฟ veto 1 หลอด หลอดไฟห่างจากพื้นผิวรับแสง 50, 60, 70, และ 80 เซนติเมตร ผลการทดลองและกราฟการกระจายความเข้มแสงจากหลอดไฟแสดงในภาคผนวก ก และ ข ตารางและรูปกราฟที่ 1- 4

-การคำนวณหาค่าการกระจายความเข้มแสงหลอดไฟ veto 10 หลอด

นำค่าการกระจายความเข้มแสงของหลอดไฟ 1 หลอด ที่ได้มาทำการหาแนวทางในการจัดวางหลอดไฟให้ได้ความเข้มแสงที่สม่ำเสมอเพื่อเป็นแหล่งกำเนิดให้กับปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีขนาดพื้นที่รับแสง  $0.5 \times 2$  ตารางเมตร ได้ออกแบบโดยใช้หลอดไฟ 10 หลอด การกระจายความเข้มแสงจากหลอดไฟ 10 หลอดที่ได้จากการคำนวณ ผลการทดลองแสดงในภาคผนวก ก และ ข ตารางและรูปกราฟที่ 5-8

-ผลการคำนวณการจัดวางหลอดไฟ 10 หลอด เพื่อเป็นแหล่งกำเนิดพลังงานให้กับปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีพื้นที่รับแสง  $0.5 \times 2$  ตารางเมตร

ที่ระยะหลอดไฟห่างจากพื้นผิวรับแสงของปล่อง 50 เซนติเมตร ความเข้มแสง =  $2,877 \text{ w/m}^2$

ที่ระยะหลอดไฟห่างจากพื้นผิวรับแสงของปล่อง 60 เซนติเมตร ความเข้มแสง =  $2,508 \text{ w/m}^2$

ที่ระยะหลอดไฟห่างจากพื้นผิวรับแสงของปล่อง 70 เซนติเมตร ความเข้มแสง =  $2,237 \text{ w/m}^2$

ที่ระยะหลอดไฟห่างจากพื้นผิวรับแสงของปล่อง 80 เซนติเมตร ความเข้มแสง =  $1,955 \text{ w/m}^2$

-ผลการทดลองหาค่าการกระจายความเข้มแสงจากหลอดไฟ veto 10 หลอด ที่ระยะหลอดไฟห่างจากพื้นผิวรับแสงของปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ 80 เซนติเมตร

ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบค่าการกระจายความเข้มแสงจากหลอดไฟที่ได้จากการทดลองและการคำนวณ โดยทำการทดลองที่ระยะ 80 เซนติเมตร ผลการทดลองแสดงในภาคผนวก ก และ ข ตารางและรูปกราฟที่ 9

-ผลการทดลองวัดค่าความเข้มแสงบนพื้นที่รับแสงของปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ 0.5 x2 ตารางเมตร โดยหลอดไฟอยู่ห่างจากพื้นผิวรับแสง 80 เซนติเมตร ได้ค่าความเข้มแสง  $1,778 \text{ w/m}^2$  โดยค่าความเข้มแสงจากการคำนวณเท่ากับ  $1,955 \text{ w/m}^2$

1.4 ผลการทดลองเพื่อหาค่าอัตราการไหลของอากาศในปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ภายในห้องปฏิบัติการ

ทำการทดลองเพื่อหาค่าอัตราการไหลของอากาศในปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ภายในห้องปฏิบัติการ โดยการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ชุด คือ ปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ที่ไม่ติดตั้งปล่องอากาศแนวตั้ง และปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งปล่องอากาศแนวตั้งเพิ่มเข้าไป โดยในแต่ละชุดนั้นใช้แสงจากหลอดไฟเป็นแหล่งให้พลังงานกับปล่องพลังงานแสงอาทิตย์และทดลองที่ระยะหลอดไฟห่างจากพื้นผิวรับแสงของปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ 50, 60, 70, และ 80 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยวัดค่าอุณหภูมิอากาศแวดล้อม, อุณหภูมิแผ่นดูดรังสี, อุณหภูมิอากาศภายในช่องอากาศ, อุณหภูมิอากาศที่ออกจากปล่อง, ความเร็วของอากาศที่บริเวณทางเข้าปล่องจากนั้นนำค่าต่างๆ ที่วัดได้ไปคำนวณค่าอัตราการไหลของอากาศในปล่องพลังงานแสงอาทิตย์และนำค่าไปเปรียบเทียบกับค่าอัตราการไหลจากการคำนวณเชิงตัวเลข ผลการทดลองแสดงในภาคผนวก ก และ ข ตารางและรูปกราฟที่ 10-17

ผลการทดลองหาค่าอัตราการไหลของอากาศภายในช่องปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ที่ไม่ติดตั้งปล่องอากาศแนวตั้ง แสดงในภาคผนวก ก และ ข ตารางและรูปกราฟที่ 10 - 13 และรูปกราฟที่ 1 โดยทดลองที่ความเข้มแสง  $1,955$  ,  $2,237$  ,  $2,508$  และ  $2,877 \text{ w/m}^2$  วัดอุณหภูมิอากาศแวดล้อมได้  $29.0$ ,  $31.0$ ,  $32.2$ ,  $30.4^\circ\text{C}$  อุณหภูมิเฉลี่ยของแผ่นดูดรังสีที่วัดได้  $131.6$ ,  $136.0$ ,  $147.0$ ,  $153.2^\circ\text{C}$  อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศในปล่องที่วัดได้  $64.0$ ,  $65.7$ ,  $71.8$ ,  $70.4^\circ\text{C}$  อุณหภูมิของอากาศบริเวณทางออกปล่องที่วัดได้  $71.0$ ,  $75.1$ ,  $86.9$ ,  $83.6^\circ\text{C}$  ความเร็วของอากาศที่บริเวณทางเข้าปล่องที่วัดได้  $0.402$ ,  $0.424$ ,  $0.426$ ,  $0.417 \text{ m/s}$  การคำนวณค่าอัตราการไหลจากสูตร  $\dot{m} = \rho V A$

ได้ค่าอัตราการไหลของอากาศ 0.017, 0.017, 0.017, 0.017 kg/s การคำนวณค่าอัตราการไหลของอากาศจากอุณหภูมิของอากาศที่บริเวณทางออกปล่องโดยใช้สูตร  $\dot{m} = \rho_0 * Q_0$  โดย  $Q_0$  คำนวณจากสมการที่ 8 ได้ค่าอัตราการไหล 0.017, 0.07, 0.018, 0.018 kg/s และค่าอัตราการไหลจากการคำนวณเชิงตัวเลข 0.014, 0.015, 0.01, 0.016 kg/s ตามลำดับ

ผลการทดลองหาค่าอัตราการไหลของอากาศภายในปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งปล่องอากาศแนวตั้งแสดงในภาคผนวก ก และ ข ตารางและรูปกราฟที่ 14 - 17 รูปกราฟที่ 2 โดยการทดลองความเข้มแสงอยู่ในช่วง 1,955, 2,237, 2,508 และ 2,877  $w/m^2$  อุณหภูมิของอากาศแวดล้อมที่วัดได้ 30.2, 31.3, 29.4, 29.4 °C อุณหภูมิเฉลี่ยของแผ่นดูดรังสีที่วัดได้ 130.0, 135.9, 44.8, 151.3 °C อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศในปล่องที่วัดได้ 60.2, 63.0, 64.2, 66.3 °C อุณหภูมิของอากาศบริเวณทางออกปล่องที่วัดได้อยู่ 65.5, 69.8, 71.6, 73.7 °C อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศในปล่องแนวตั้งที่วัดได้อยู่ 66.1, 70.2, 71.4, 74.9 °C อุณหภูมิอากาศบริเวณทางออกปล่องแนวตั้งที่วัดได้ 62.9, 66.4, 67.8, 69.8 °C ความเร็วที่บริเวณทางเข้าปล่องที่วัดได้ 0.524, 0.506, 0.560, 0.554 m/s การคำนวณอัตราการไหลจากสูตร  $\dot{m} = \rho V A$  ได้ค่าอัตราการไหลของอากาศในปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ 0.021, 0.021, 0.023, 0.023 kg/s การคำนวณค่าอัตราการไหลจากอุณหภูมิของอากาศที่บริเวณทางออกปล่องได้ค่าอัตราการไหลของอากาศในปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ 0.019, 0.020, 0.021, 0.022 kg/s และค่าอัตราการไหลของอากาศจากการคำนวณเชิงตัวเลข 0.015, 0.016, 0.017, 0.017 kg/s ตามลำดับ

#### ผลการทดลองภายนอกห้องปฏิบัติการ

1. ผลการทดลองเพื่อหาค่าอัตราการไหลในปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ ภายนอกห้องปฏิบัติการ

ทำการทดลองเพื่อหาค่าอัตราการไหลในปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ภายนอกห้องปฏิบัติการโดยใช้แสงอาทิตย์เป็นแหล่งให้พลังงานกับปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ชุด เช่นเดียวกับการทดลองภายในห้องปฏิบัติการ ผลการทดลองแสดงในภาคผนวก ก และ ข ตารางและรูปกราฟที่ 18-25

ผลการทดลองหาค่าอัตราการไหลของอากาศภายในปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ที่ไม่ติดตั้งปล่องอากาศแนวตั้ง โดยใช้แสงจากดวงอาทิตย์เป็นแหล่งให้พลังงานกับปล่อง แสดงในภาคผนวก ก และ ข ตารางและรูปกราฟที่ 18 -21 และรูปกราฟที่ 1 การทดลองนี้ ทดลองในวันที่ 31

มีนาคม ,17-18 เมษายน และ 1 พฤษภาคม 2538 เวลาที่ทำการทดลอง 9.00-16.00 นาฬิกา จาก การทดลองความเข้มแสงที่วัดได้ 373, 430, 577, 641, 752, 847, 948  $w/m^2$  อุณหภูมิของอากาศ บริเวณทางเข้าปล่องที่วัดได้ 35.6, 34.3, 33.0, 33.7, 35.6, 34.9, 34.1 $^{\circ}C$  อุณหภูมิเฉลี่ยของแผ่นดูด รังสีที่วัดได้ 77.1, 60.8, 70.6, 71.3, 84.2, 85.0, 89.7 $^{\circ}C$  อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศในปล่องที่วัดได้ 52.9, 46.5, 50.4, 51.4, 55.5, 56.7, 60.3, 64.0 $^{\circ}C$  อุณหภูมิของอากาศบริเวณทางออกปล่องที่วัด 53.1, 45.4, 47.9, 51.9, 56.8, 57.7, 59.1 $^{\circ}C$  ความเร็วของอากาศที่บริเวณทางเข้าปล่องวัดได้ 0.274, 0.309, 0.288, 0.278, 0.291, 0.284, 0.293 m/s การคำนวณค่าอัตราการไหลจากสูตร  $m = pVA$  ได้ค่าอัตราการไหลของอากาศ 0.011, 0.013, 0.012, 0.011, 0.012, 0.011, 0.012 kg/s การ คำนวณค่าอัตราการไหลของอากาศจากอุณหภูมิอากาศบริเวณทางออกปล่อง ได้ค่าอัตราการไหล ของอากาศ 0.012, 0.010, 0.011, 0.012, 0.03, 0.013, 0.014 kg/s และค่าอัตราการไหลของอากาศ จากการคำนวณเชิงตัวเลข 0.008, 0.009, 0.010, 0.010, 0.010, 0.011, 0.011 kg/s ตามลำดับ

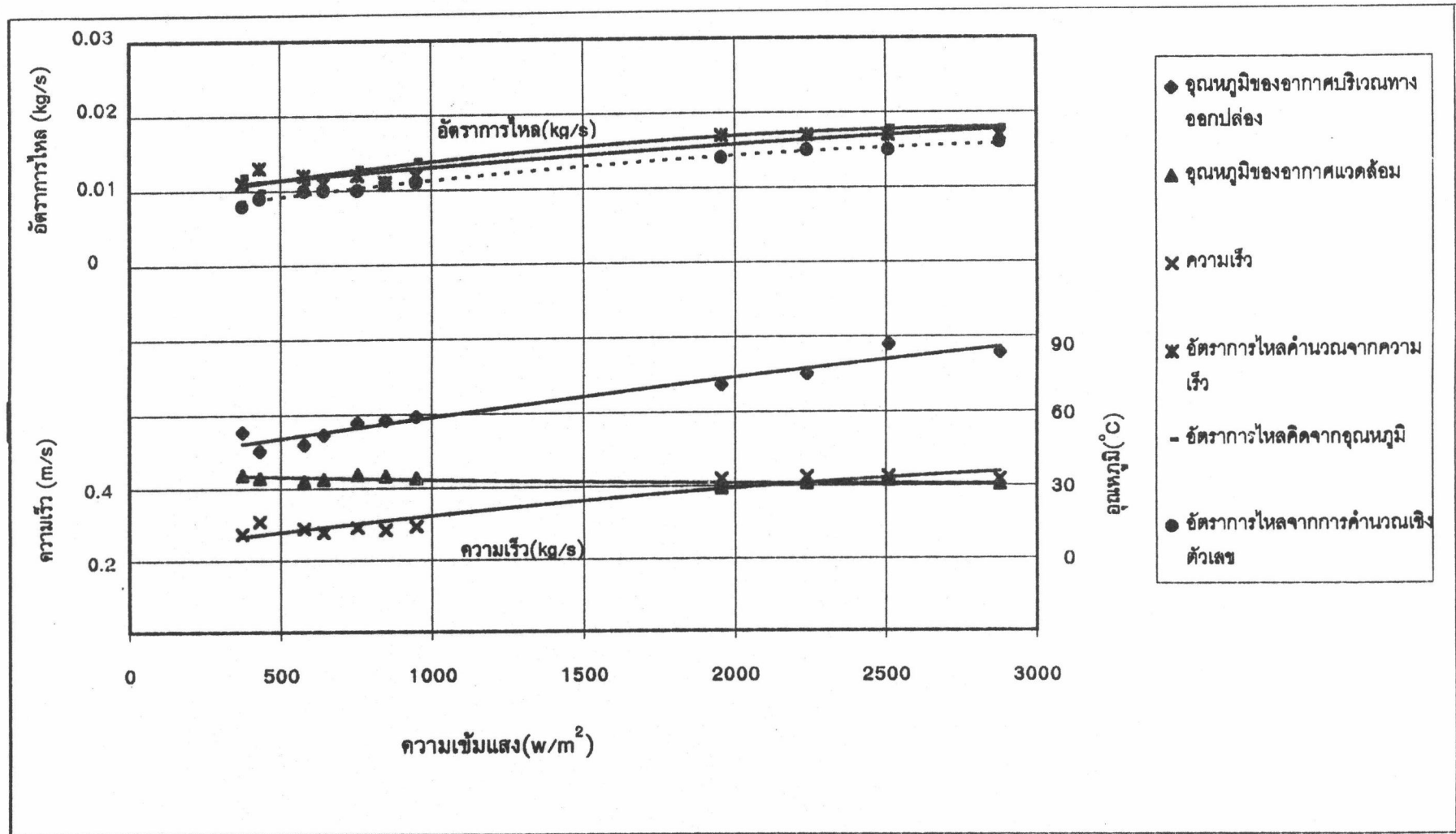
ผลการทดลองหาอัตราการไหลของอากาศ ภายในปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้ง ปล่องอากาศแนวตั้ง โดยใช้แสงจากดวงอาทิตย์ เป็นแหล่งให้พลังงานกับปล่อง แสดงในภาค ผผนวก ก และ ข ตารางและรูปกราฟที่ 22 - 24 และรูปกราฟที่ 2 การทดลองนี้ทดลองในวันที่ 26, 30 และ 31 พฤษภาคม 2538 เวลาที่ทำการทดลอง 9.00 - 16.00 นาฬิกา ความเข้มแสงที่วัดได้ 271, 372, 554, 653, 758, 865  $w/m^2$  อุณหภูมิของอากาศที่บริเวณทางเข้าปล่องที่วัดได้ 34.9, 32.4, 34.2, 33.2, 34.1, 34.3 $^{\circ}C$  อุณหภูมิของแผ่นดูด รังสีที่วัดได้ 72.9, 72.7, 81.1, 76.8, 82.1, 76.8 $^{\circ}C$  อุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศในปล่องที่วัดได้ 49.9, 48.2, 52.1, 50.3, 52.9, 52.8 $^{\circ}C$  อุณหภูมิของ อากาศบริเวณทางออกปล่องที่วัดได้ 53.2, 51.1, 55.4, 53.0, 55.3, 57.3 $^{\circ}C$  อุณหภูมิเฉลี่ยของ อากาศในปล่องแนวตั้งที่วัดได้ 52.9, 51.5, 56.0, 53.8, 57.4, 54.5 $^{\circ}C$  อุณหภูมิของอากาศทางออก ปล่องแนวตั้งที่วัดได้ 53.1, 52.0, 56.0, 53.6, 56.1, 53.8 $^{\circ}C$  ความเร็วของอากาศที่บริเวณทางเข้า ปล่องที่วัดได้ 0.413, 0.436, 0.412, 0.399, 0.392, 0.333 m/s. การคำนวณอัตราการไหลจากสูตร  $m = pVA$  ได้ค่าอัตราการไหลของอากาศ = 0.017, 0.018, 0.017, 0.016, 0.016, 0.013 kg/s การ คำนวณค่าอัตราการไหลจากอุณหภูมิอากาศบริเวณทางออกปล่อง ได้ค่าอัตราการไหลของอากาศ 0.013, 0.04, 0.015, 0.014, 0.015, 0.04 kg/s. และค่าอัตราการไหลของอากาศจากการคำนวณเชิง ตัวเลข 0.008, 0.009, 0.010, 0.011, 0.011, 0.012 kg/s.ตามลำดับ

ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับอัตราการไหลของอากาศในปล่องพลังงานแสงอาทิตย์

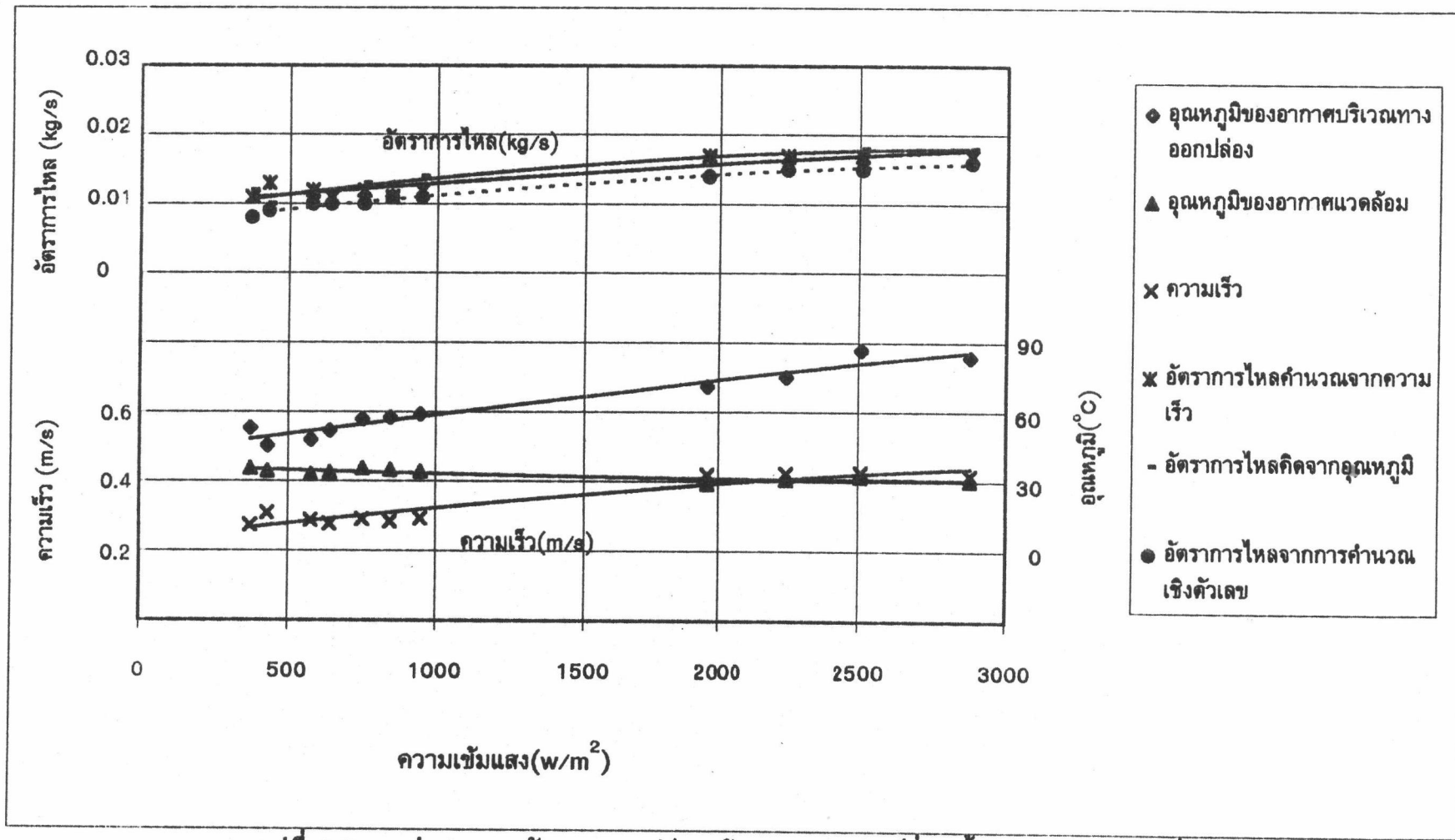
จากการทดลอง นำค่าความเข้มแสงและอัตราการไหลของอากาศในปล่องพลังงานแสงอาทิตย์มาเขียนกราฟ พบว่า ปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ที่ไม่ติดตั้งและติดตั้งปล่องอากาศแนวตั้ง เมื่อความเข้มแสงที่ตกลงบนแผ่นรับแสงของปล่องพลังงานแสงอาทิตย์มากขึ้น ทำให้ค่าอัตราการไหลในปล่องพลังงานแสงอาทิตย์มากขึ้นด้วยและที่ความเข้มแสงเดียวกัน การติดตั้งปล่องอากาศแนวตั้งเพิ่มเข้าไปมีผลทำให้อัตราการไหลของอากาศในปล่องพลังงานแสงอาทิตย์เพิ่มขึ้นด้วย

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแผ่นดูดรังสี กับความเข้มแสง อัตราไหลของอากาศ และสัมประสิทธิ์การสูญเสียความร้อนด้านบน

จากการทดลองนำค่าอุณหภูมิแผ่นดูดรังสี, ความเข้มแสง, อัตราการไหลของอากาศและสัมประสิทธิ์การสูญเสียความร้อนด้านบนมาเขียนกราฟพบว่า ปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ที่ไม่ติดตั้งและติดตั้งปล่องอากาศแนวตั้ง เมื่อความเข้มแสงที่ตกลงบนปล่องพลังงานแสงอาทิตย์มากขึ้นทำให้อุณหภูมิของแผ่นดูดรังสี เพิ่มขึ้น สัมประสิทธิ์การสูญเสียความร้อนด้านบนเพิ่มขึ้นและมีผลทำให้อัตราการไหลของอากาศในปล่องพลังงานแสงอาทิตย์เพิ่มขึ้นด้วย ดังแสดงในรูปกราฟที่ 4.3 และ 4.4

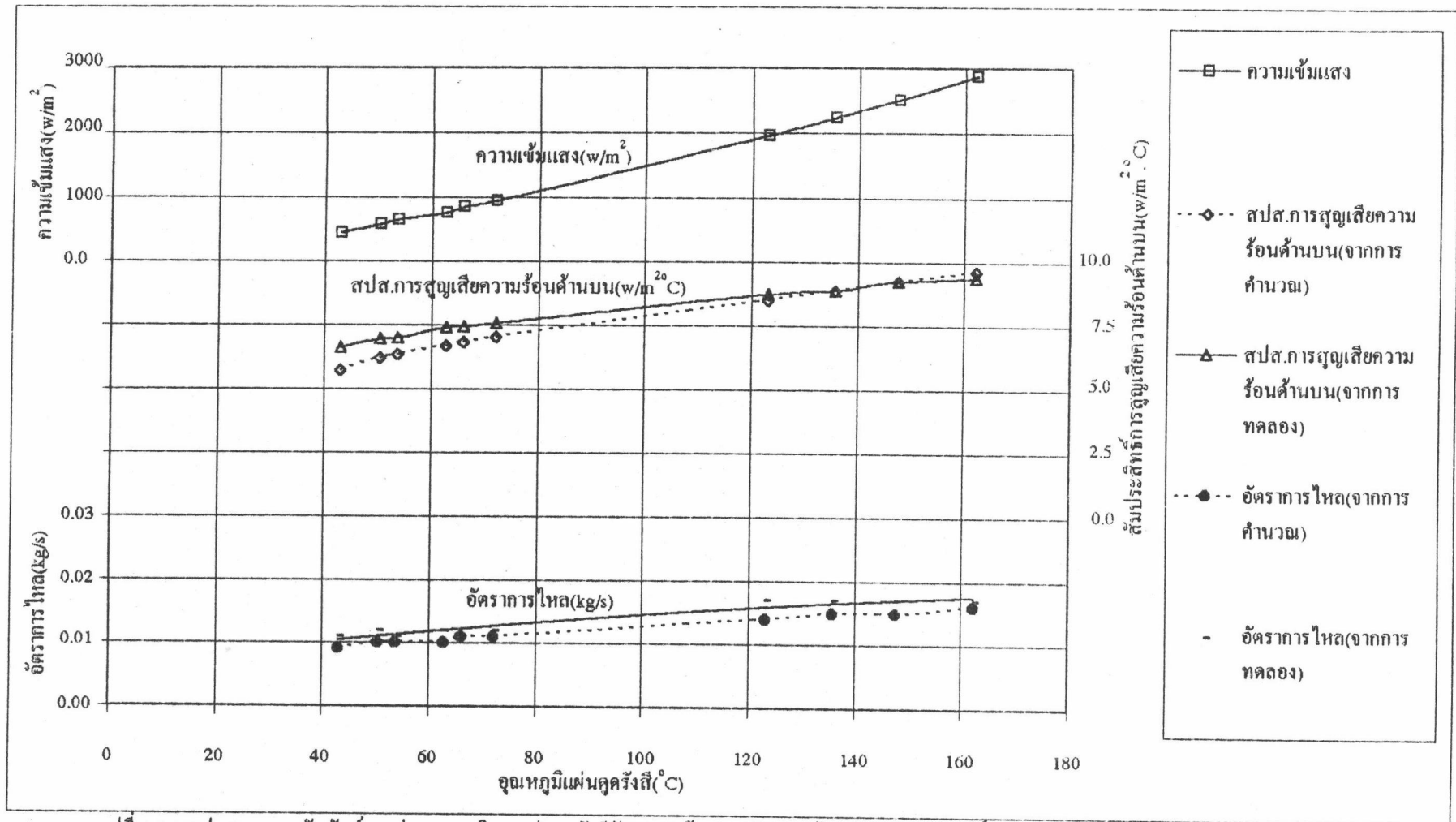


รูปที่ 4.1 กราฟแสดงคุณลักษณะของปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ที่ไม่ติดตั้งปล่องอากาศแนวตั้ง ที่ความเข้มแสงต่างๆ

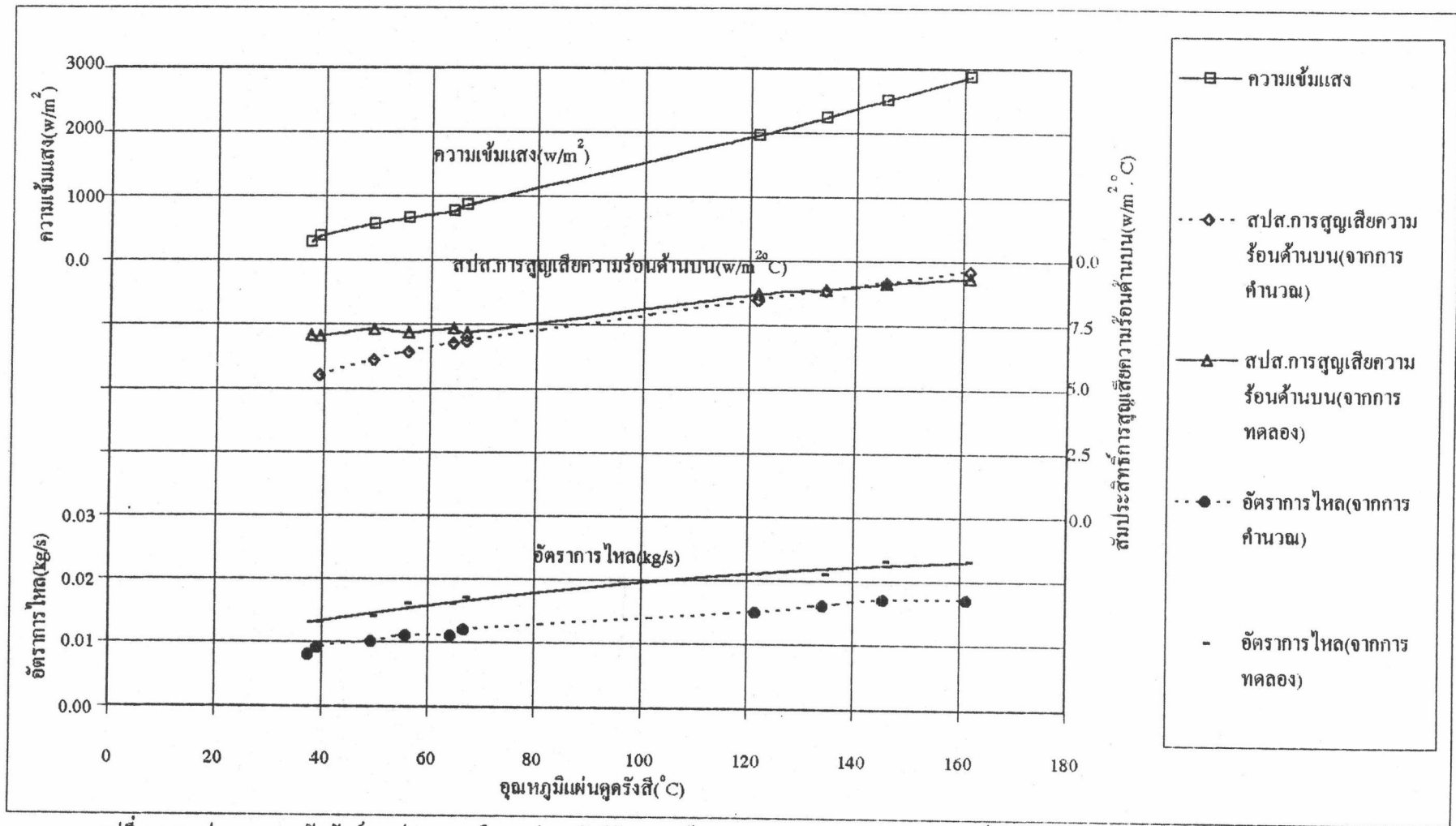


รูปที่ 4.2 กราฟแสดงคุณลักษณะของปล่องหลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งปล่องอากาศแนวตั้งที่ความเข้มแสงต่างๆ





รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของแผ่นสุร่งสีกับความเข้มแสง, อัตราการไหล และสัมประสิทธิ์การสูญเสียความร้อนด้านบนของปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ที่ไม่ติดตั้งปล่องอากาศแนวตั้ง



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของแผ่นสุริยะกับความเข้มแสง, อัตราการไหล และสัมประสิทธิ์การสูญเสียความร้อนด้านบนของปล่องพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งปล่องอากาศแนวตั้ง