บทที่ 5

บทสรุป

จากบทที่ 4 หลังจากทำการทดสอบวัดค่าความเข้มแสงอาทิตย์เปรียบเทียบกันระหว่างเครื่อง ต้นแบบกับเครื่องที่สร้างขึ้น แล้วนำข้อมูลไปวาดกราฟ (รูปที่ 4-8 และรูปที่ 4-9) จะเห็นความสัมพันธ์ของกราฟที่ได้จากเครื่องวัดทั้งสองได้อย่างชัดเจนว่ามีความใกล้เคียงกันมาก ยิ่งไปกว่านั้น เพื่อเป็นการยืนยันความสามารถของเครื่องวัดที่สร้างขึ้น ผู้ดำเนินโครงงานจึงใช้หลักการทางสถิติมาวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว หลักการทางสถิติที่ถูกนำมาใช้วิเคราะห์ในที่นี้คือ "ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์" (Correlation Coefficient: r) ซึ่งจะขอกล่าวอธิบายดังนี้

5.1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

สหสัมพันธ์มี 2 แบบ คือ สหสัมพันธ์ทางบวกและสหสัมพันธ์ทางลบ สหสัมพันธ์ทางบวก หมายถึง เมื่อตัวแปรตัวหนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้น อีกตัวแปรมีค่าเพิ่มขึ้นตาม ส่วนสหสัมพันธ์ทางลบ หมายถึง เมื่อตัวแปรตัวหนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้น อีกตัวแปรจะมีค่าลดลง

5.1.1 การแปลความหมายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ r เป็นตัววัดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในเชิงเส้นตรง ค่า r บอกถึงระดับความสัมพันธ์ว่ามากหรือน้อย ในกรณีพิจารณาค่า r ของตัวแปร x และ y

ถ้า $r = 0$ หมายความว่า แม้จะทราบค่า x ก็ไม่ช่วยให้ทราบเกี่ยวกับค่า y ดีขึ้น เพราะตัวแปรไม่เกี่ยวข้องกันในรูปแบบเส้นตรง

ถ้า $r \approx 0.3$ หมายความว่า ตัวแปร x และ y มีความสัมพันธ์กันอย่างอ่อน ๆ

ถ้า $r \approx 0.6$ หมายความว่า ตัวแปร x และ y มีความเกี่ยวข้องกันมากขึ้น

ถ้า $r \to 1$ หมายความว่า ตัวแปร x และ y มีความเกี่ยวข้องกันมากขึ้น ความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงระหว่างตัวแปรก็ยิ่งมากขึ้น

ถ้า $r = 1$ เรียกว่า "สหสัมพันธ์อย่างสมบูรณ์" โดยจุดทั้งหมดจะตกบนแนวเส้นตรงพอดี ตัวแปรจึงมีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงอย่างแท้จริง

กล่าวโดยสรุป คือ $-1 \le r \le 1$ เสมอ และเป็นค่าที่ไม่มีหน่วย ขนาดของค่า r บ่งบอกถึงระดับความสัมพันธ์ว่าสูงต่ำเพียงใด โดยที่ขนาดของค่าไม่ขึ้นกับหน่วยวัดของตัวแปร

5.1.2 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

เมื่อรวบรวมข้อมูลของตัวแปร x และ y มาจำนวน n คู่ คือ $(x_1, y_1),(x_2, y_2),\ldots,(x_n, y_n)$ ก็จะคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากข้อมูลได้ตามสูตรดังนี้

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}} \qquad (5\text{-}1)$$

เมื่อ r = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

$\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูล x

$\bar{y}$ = ค่าเฉลี่ยของข้อมูล y

ในปัจจุบัน ค่า r สามารถถูกคำนวณได้โดยง่ายด้วยซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ (Computer software) เช่น โปรแกรม Microsoft EXCEL ซึ่งจะมีคำสั่ง Correlation ให้เลือกใช้ [22]

จากข้อมูลในตารางที่ 4-2 และตารางที่ 4-3 จะได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.998 และ 0.997 ตามลำดับ

จากหัวข้อที่ 5.1.1 จึงแปลความหมายของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้ ว่าข้อมูลทั้งสองมีความเกี่ยวข้องกันอย่างมาก นั่นคือเครื่องวัดที่สร้างขึ้นสามารถวัดค่าได้ใกล้เคียงมากกับค่าที่ได้จากเครื่องวัดต้นแบบ

5.2 สรุปผล

จากการดำเนินโครงงาน สามารถสรุปคุณสมบัติของเครื่องวัดที่สร้างขึ้นได้ดังนี้

1) สามารถวัดความเข้มแสงอาทิตย์ได้ค่าใกล้เคียงมากกับค่าที่วัดได้จากเครื่องวัดต้นแบบ
2) แสดงผลเป็นตัวเลขได้สูงสุด 4 หลัก ในหน่วย W/m^2
3) สามารถแสดงค่าได้ตั้งแต่ 0 – 1999 W/m^2
4) ในกรณีที่เกิดความคลาดเคลื่อนสูง สามารถปรับค่าใหม่เทียบเครื่องต้นแบบได้ โดยทำการปรับค่าความต้านทานที่จุดปรับเทียบในเครื่องวัด

5.3 ประเมินผล

จากการดำเนินโครงงาน สามารถประเมินผลเครื่องวัดที่สร้างขึ้นได้ดังนี้

1) **เครื่องวัดที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้จริง**
2) **มีขนาดกะทัดรัด สามารถพกพาได้สะดวก**
3) อำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ในการอ่านค่า เนื่องจากแสดงผลเป็นตัวเลข
4) ราคาถูกกว่าเครื่องวัดความเข้มแสงอาทิตย์ที่ใช้งานกันอยู่ในปัจจุบัน (Solar Integrator มีราคา 15,000 – 20,000 บาท ในขณะที่เครื่องวัดที่สร้างขึ้นมีราคาต้นทุนประมาณ 900 บาท)

5.4 ปัญหา ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข

1) เส้นโค้งคุณลักษณะของเซลล์แสงอาทิตย์ที่นำมาใช้ในโครงงาน แตกต่างจากกราฟของเซลล์อุดมคติอย่างมาก โดยเฉพาะที่ย่านที่ไกลจากกระแสลัดวงจร ทำให้ค่าที่วัดได้มีการคลาดเคลื่อนในบางช่วง
2) ขณะที่ความเข้มแสงเปลี่ยนแปลง ค่าที่ได้จากเครื่องวัดที่สร้างขึ้น มีการปรับเปลี่ยนขึ้นลงช้ากว่าเครื่องต้นแบบ ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้มีค่าความไวต่อความเข้มแสงต่ำกว่าหัววัดของเครื่องต้นแบบ
3) อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แต่ละตัวที่ใช้ในการสร้างวงจรขยาย มีค่าความคลาดเคลื่อน ซึ่งจะส่งผลโดยเพิ่มค่าความคลาดเคลื่อนของค่าวัดได้
4) ประสิทธิภาพในการวัดค่าสามารถเพิ่มขึ้นได้ หากเลือกใช้อุปกรณ์ อาทิเช่น เซลล์แสงอาทิตย์ ตัวต้านทานปรับค่า ออปแอมป์ เป็นต้น ที่มีประสิทธิภาพหรือมีความละเอียดสูงขึ้น แต่นั่นก็หมายถึงการทำให้ราคาต้นทุนสูงขึ้นด้วยเช่นกัน