# การทดลองสมรรถนะของโซล่าเซลล์ที่แสงอาทิตย์ความเข้มข้นสูง

EXPERIMENTAL PERFORMANCE ASSESSMENT OF SOLAR CELLS USING HIGHLY CONCENTRATED SOLAR ENERGY


**พลพีร์ คงพินิจ**

PONLAPEE KONGPINIT

**ศิวกร วงศ์ช่วยสุข**

SIVAKORN WONGCHUAYSUK


ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกลเกษตรและอาหาร

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2565


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# การทดลองสมรรถนะของโซล่าเซลล์ที่แสงอาทิตย์ความเข้มข้นสูง

EXPERIMENTAL PERFORMANCE ASSESSMENT OF SOLAR CELLS USING HIGHLY CONCENTRATED SOLAR ENERGY


พลพีร์ คงพินิจ

PONLAPEE KONGPINIT

ศิวกร วงศ์ช่วยสุข

SIVAKORN WONGCHUAYSUK


ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกลเกษตรและอาหาร

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2565


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# EXPERIMENTAL PERFORMANCE ASSESSMENT OF SOLAR CELLS USING HIGHLY CONCENTRATED SOLAR ENERGY

PONLAPEE KONGPINIT
SIVAKORN WONGCHUAYSUK

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF ENGINEERING IN AGRICULTURAL ENGINEERING
DEPARTMENT OF ENGINEERING
KING MONGKUT’S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
PRINCE OF CHUMPHON
2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2023
DEPARTMENT OF ENGINEERING
KING MONGKUT’S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
PRINCE OF CHUMPHON
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์**
**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**
**วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร**
**ใบรับรองปริญญานิพนธ์**

---------------------------------------------

| | |
|---|---|
| **หัวข้อปริญญานิพนธ์** | การทดลองสมรรถนะของโซล่าเซลล์ที่แสงอาทิตย์ความเข้มข้นสูง |
| PROJECT TITLE | Experimental performance assessment of Solar cells using highly concentrated solar energy |
| **ชื่อนักศึกษา** | นายพลพีร์ คงพินิจ **รหัสประจำตัว** 62201119 |
| | นายศิวกร วงศ์ช่วยสุข **รหัสประจำตัว** 62201121 |
| **ปริญญา** | วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต |
| **สาขาวิชา** | วิศวกรรมเครื่องกลเกษตรและอาหาร |
| **อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์** | ผศ.ดร.ศรีรัตน์ ช่วยบุญ |

| **คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์** | | | **ลายมือชื่อ** |
|---|---|---|---|
| ผศ.ดร.ปราโมทย์ | กุศล | กรรมการสอบ | |
| ผศ.ดร.นารถระพี | นาคะวัจนะ | กรรมการสอบ | |
| รศ.ดร. ปัญญา | แดงวิไลลักษณ์ | กรรมการสอบ | |
| ดร.วิสิทธิ์ | เอกวานิช | กรรมการสอบ | |
| ผศ.ดร.ศรีรัตน์ | ช่วยบุญ | อาจารย์ที่ปรึกษา | |

**วัน/เดือน/ปี ที่สอบ** วันที่ 11 มิถุนายน พ.ศ. 2566เวลา 11.00 น.
**สถานที่สอบ** ณ ห้องประชุมออนไลน์

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงศ์ รัตนเดช)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์
วันที่ 11 มิถุนายน พ.ศ. 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ชื่อนักศึกษา** นายพลพีร์ คงพินิจ **รหัสประจำตัว** 62201119
นายศิวกร วงศ์ช่วยสุข **รหัสประจำตัว** 62201121
**ปริญญา** วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
**สาขาวิชา** วิศวกรรมเครื่องกลเกษตรและอาหาร
**อาจารย์ที่ปรึกษา ปริญญานิพนธ์** ผศ.ดร.ศรีรัตน์ ช่วยบุญ

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการทดลองเกี่ยวกับประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ที่มีการรวมความเข้มของรังสีที่สะท้อนจากเฮลิโอสแตท แสงที่สะท้อนจะผ่านการรวมแสงของเลนส์เฟรสเนล ความเข้มแสงที่ผ่านการรวมแสงจะตกกระทบบนพื้นผิวของแผงโซล่าเซลล์ โดยจะทดลองเปรียบเทียบกันระหว่างโซล่าเซลล์ที่แสงอาทิตย์ที่ความเข้มข้นสูงและโซล่าเซลล์ที่แสงอาทิตย์ที่ความเข้มข้นปกติ พิจารณาจากเพาเวอร์เอาต์พุตและพลังงานความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นผิวของโซล่าเซลล์ ซึ่งผลการทดลองพบว่าเพาเวอร์เอาต์พุต และความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบของโซล่าเซลล์ที่แสงอาทิตย์ที่ความเข้มข้นสูงและโซล่าเซลล์ที่แสงอาทิตย์ที่ความเข้มข้นปกติมีความแตกต่างกัน สิ่งสำคัญที่เป็นผลให้เพาเวอร์เอาต์พุต และความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์เพิ่มหรือลดลงมีอยู่หลายปัจจัย เช่น สภาพอากาศ ระยะห่างระหว่างเลนส์รวมแสงถึงโซล่าเซลล์ อุณหภูมิบนพื้นผิวของโซล่าเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | |
|---|---|---|
| **Project Title** | Experimental performance assessment of Solar cells using highly concentrated solar energy | |
| **Student** | Mr. Ponlapee Kongpinit | **Student ID** 62201119 |
| | Mr. Sivakorn Wongchuaysuk | **Student ID** 62201121 |
| **Degree** | Bachelor of Engineering | |
| **Program** | Agricultural Engineering | |
| **Project Advisor** | Assoc.Prof.Dr. Srirat Chuayboon | |

# ABSTRACT


This research is a study on the power efficiency of solar cells, combined with the intensity of radiation reflected by solar cells. Reflective light passes through a concentration lens. The intensity of the light passing through the suit drops to the surface of the solar panel. The experiment compares high-concentration solar cells with normal-concentration solar cells. Considering the output power and energy, the intensity of solar radiation on the surface of solar cells. Research results show that the strength and intensity of solar radiation in high-concentration and normal concentration solar cells are different. There are major factors that increase or decrease the power and intensity of solar radiation, including weather conditions, distance from lenses, including sunlight with solar cells, surface temperature on solar cells.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้มีการเรียบเรียงคความรู้และโครงงานวิจัยซึ่งเกี่ยวข้องกับการทดลองสมรรถนะของโซล่าเซลล์ที่แสงอาทิตย์ความเข้มข้นสูงสำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก ผศ.ดร.ศรีรัตน์ ช่วยบุญ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำติดตาม ให้แนวคิดตลอดซึ่งความรู้ต่างๆ ตลอดจนขั้นตอนและวิธีการในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณครูคณาจารย์ทุกท่าน ที่คอยชี้แนะ สอนสั่งตลอดคณะผู้จัดทำจนสำเร็จการศึกษา

ขอขอบคุณ บิดาแลมารดา ผู้มีพระคุณและเป็นที่เคารพรัก ที่คอยให้การสนับสนุนและกำลังใจและอบรมสั่งสอนแก่คณะผู้จัดทำเสมอคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ นักศึกษาที่คอยช่วยเหลือแนะนำและสนับสนุนในทุกๆ ด้าน รวมถึงกำลังใจซึ่งทำให้โครงงานชิ้นนี้ลุล่วง คณะผู้จัดทำหวังว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะมีประโยชน์ไม่มากก็น้อยต่อผู้ที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับสมรรถนะของโซล่าเซลล์ที่แสงอาทิตย์ความเข้มข้นสูง คุณค่าความรู้จากการเรียบเรียงปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ คณะผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นายพลพีร์ คงพินิจ
นายศิวกร วงศ์ช่วยสุข
11 มิถุนายน 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | I |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | II |
| กิตติกรรมประกาศ | III |
| สารบัญ | IV |
| สารบัญรูป | VI |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 ที่มาและความสำคัญ | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน | 1 |
| 1.3 ขอบเขตของโครงงาน | 1 |
| 1.4 ขั้นตอนการดำเนินการ | 2 |
| 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 2 |
| บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 3 |
| 2.1 ดวงอาทิตย์ | 3 |
| 2.1.1 พลังงานแสงอาทิตย์ | 3 |
| 2.1.2 พลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย | 3 |
| 2.1.3 สเปกตรัมของแสงอาทิตย์ | 4 |
| 2.1.4 รังสีหรือการแผ่รังสี | 6 |
| 2.2 การผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ | 8 |
| 2.3 เซลล์สุริยะหรือเซลล์แสงอาทิตย์ | 10 |
| 2.3.1 ประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์ | 11 |
| 2.3.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ | 12 |
| 2.4 อินเวอร์เตอร์ | 13 |
| 2.5 แบตเตอร์รี่ | 14 |
| 2.6 เทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าด้วยระบบรวมแสงอาทิตย์ | 15 |
| บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง | 17 |
| 3.1 บล็อกไดอะแกรม | 17 |
| 3.1.1 บล็อกไดอะแกรมระบบการทดลองสมรรถนะของโซล่าเซลล์ที่แสงอาทิตย์ที่ความเข้มข้นสูง | 17 |
| 3.1.2 บล็อกไดอะแกรมระบบการทดลองสมรรถนะของโซล่าเซลล์ที่แสงอาทิตย์ที่ความเข้มข้นปกติ | 18 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|---|---|
| 3.2 วัสดุและอุปกรณ์ | 18 |
| 3.3 วิธีการทดลอง | 22 |
| 3.3.1 วิธีการทดลองระยะห่างระหว่างเลนส์รวมแสงกับโซล่าเซลล์ในการทดลองการรวมแสง | 22 |
| 3.3.2 วิธีการทดลองสมรรถนะของโซล่าเซลล์ที่แสงอาทิตย์ความเข้มข้นสูง | 23 |
| 3.3.3 วิธีการทดลองสมรรถนะของโซล่าเซลล์ที่แสงอาทิตย์ความเข้มข้นปกติ | 24 |
| บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล | 25 |
| 4.1 ผลการทดลอง | 25 |
| 4.1.1 ผลการทดลองแสดงการเปรียบเทียบค่าความสัมพันธ์ของการทดลองรวมแสงของการทดลองในวันที่ 21 พฤษภาคม 2566 | 25 |
| 4.1.2 ผลการทดลองแสดงการเปรียบเทียบค่าความสัมพันธ์ของการทดลองรวมแสงของการทดลองในวันที่ 24 พฤษภาคม 2566 | 28 |
| 4.1.3 ผลการทดลองแสดงการเปรียบเทียบค่าความสัมพันธ์ของการทดลองรวมแสงของการทดลองในวันที่ 25 พฤษภาคม 2566 | 30 |
| 4.1.4 ผลการทดลองแสดงการเปรียบเทียบค่าความสัมพันธ์ของการทดลองรวมแสงของการทดลองในวันที่ 26 พฤษภาคม 2566 | 32 |
| 4.1.5 ผลการทดลองแสดงการเปรียบเทียบค่าความสัมพันธ์ของการทดลองรวมแสงของการทดลองในวันที่ 29 พฤษภาคม 2566 | 35 |
| 4.1.6 ผลการทดลองแสดงการเปรียบเทียบค่าความสัมพันธ์ของการทดลองรวมแสงของการทดลองในวันที่ 02 มิถุนายน 2566 | 37 |
| บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ | 41 |
| 5.1 สรุปผลการทดลอง | 41 |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ | 42 |
| เอกสารอ้างอิง | 43 |
| ภาคผนวก | 45 |
| ภาคผนวก ก ข้อมูลทางเทคนิค | 45 |
| ภาคผนวก ข ตารางบันทึกผล | 51 |
| ประวัติผู้จัดทำ | 67 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป


| รูปที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2.1 | โรงผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย | 4 |
| 2.2 | พลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย | 4 |
| 2.3 | สเปกตรัมของแสงอาทิตย์ | 5 |
| 2.4 | การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์สู่พื้นผิวโลก | 5 |
| 2.5 | รังสีแสงอาทิตย์ | 7 |
| 2.6 | มุมอะซิมุท มุมอัลติจูด มุมเซนิท | 8 |
| 2.7 | ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (แบบจ่ายโหลดโดยตรง) | 8 |
| 2.8 | ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (ทำงานร่วมกับแบตเตอรี่) | 9 |
| 2.9 | ระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า | 9 |
| 2.10 | ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน | 10 |
| 2.11 | กลุ่มผลึกซิลิคอน | 10 |
| 2.12 | แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบโมโนคริสตัลไลน์ (Monocrystalline) | 11 |
| 2.13 | แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบฟิล์ม (Film) | 12 |
| 2.14 | แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน (Li-ion) | 14 |
| 2.15 | แบตเตอรี่ตะกั่วกรด (Lead acid) | 14 |
| 2.16 | รางพาราโบลา เฟรสเนลแบบเส้นตรง ตัวรับศูนย์กลาง และจานสเตอร์ลิง | 15 |
| 3.1 | บล็อกไดอะแกรมระบบโซล่าเซลล์ความเข้มแสงสูง | 17 |
| 3.2 | บล็อกไดอะแกรมระบบโซล่าเซลล์ความเข้มแสงปกติ | 18 |
| 3.3 | แผงโซล่าเซลล์ | 18 |
| 3.4 | เฮลิโอสแตท | 19 |
| 3.5 | เลนส์รวมแสง (Fresnel lens) | 19 |
| 3.6 | วัตต์มิเตอร์ (Watt meter) | 20 |
| 3.7 | โซล่าชาร์จเจอร์ | 20 |
| 3.8 | แบตเตอรี่ | 21 |
| 3.9 | อินเวอร์เตอร์ | 21 |
| 3.10 | หลอดไฟ 75W | 21 |
| 3.11 | เครื่องวัดความเข้มแสง (TENMARS TM-208) | 22 |
| 3.12 | เครื่องวัดอุณหภูมิอินฟราเรด Benetech GM900 | 22 |
| 3.13 | การทดลองสมรรถนะของโซล่าเซลล์ที่แสงอาทิตย์ความเข้มข้นสูง | 23 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)


| รูปที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 3.14 | การทดลองสมรรถนะโซล่าเซลล์แบบความเข้มแสงแบบปกติ | 24 |
| 4.1 | กราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง เพาเวอร์เอาต์พุตกับค่าความเข้มแสง ที่เวลาใดๆ | 26 |
| 4.2 | กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเพาเวอร์เอาต์พุตกับอุณหภูมิบนแผงโซล่าเซลล์ที่เวลาใดๆ | 27 |
| 4.3 | กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบค่าความเข้มแสงขาเข้ากับค่าประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ที่เวลาใดๆ | 27 |
| 4.4 | กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเพาเวอร์เอาต์พุตกับค่าความเข้มแสง (รังสีตรง) ที่เวลาใดๆ | 28 |
| 4.5 | กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเพาเวอร์เอาต์พุตกับอุณหภูมิบนแผงโซล่าเซลล์ที่เวลาใดๆ | 29 |
| 4.6 | กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบค่าความเข้มแสงขาเข้ากับค่าประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ที่เวลาใดๆ | 30 |
| 4.7 | กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง เพาเวอร์เอาต์พุตกับค่าความเข้มแสง (รังสีตรง) ที่เวลาใดๆ | 31 |
| 4.8 | กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเพาเวอร์เอาต์พุตกับอุณหภูมิบนแผงโซล่าเซลล์ที่เวลาใดๆ | 31 |
| 4.9 | กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบค่าความเข้มแสงขาเข้ากับค่าประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ที่เวลาใดๆ | 32 |
| 4.10 | กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเพาเวอร์เอาต์พุตกับค่าความเข้มแสง (รังสีตรง) ที่เวลาใดๆ | 33 |
| 4.11 | กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเพาเวอร์เอาต์พุตกับอุณหภูมิบนแผงโซล่าเซลล์ที่เวลาใดๆ | 34 |
| 4.12 | กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบค่าความเข้มแสงขาเข้ากับค่าประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ที่เวลาใดๆ | 35 |
| 4.13 | กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเพาเวอร์เอาต์พุตกับค่าความเข้มแสง (รังสีตรง) ที่เวลาใดๆ | 36 |
| 4.14 | กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเพาเวอร์เอาต์พุตกับอุณหภูมิบนแผงโซล่าเซลล์ที่เวลาใดๆ | 36 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป (ต่อ)


| รูปที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 4.15 | กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบค่าความเข้มแสงขาเข้ากับค่าประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ที่เวลาใดๆ | 37 |
| 4.16 | กราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเพาเวอร์เอาต์พุตกับค่าความเข้มแสง ที่เวลาใดๆ | 38 |
| 4.17 | กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเพาเวอร์เอาต์พุตกับอุณหภูมิบนแผงโซล่าเซลล์ที่เวลาใดๆ | 39 |
| 4.18 | กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบค่าความเข้มแสงขาเข้ากับค่าประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ที่เวลาใดๆ | 39 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ที่มาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ในปัจจุบันเทคโนโลยีที่มีความทันสมัย ซึ่งทำให้เกิดความต้องการพลังงานเป็นอย่างมาก โดยส่วนใหญ่พลังงานผลิตจากฟอสซิล ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม จึงได้เกิดพลังงานที่สามารถหมุนเวียนและเป็นพลังงานที่สะอาด นั่นคือพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นการผลิตไฟฟ้าที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ขั้นตอนการผลิตพลังงานนั่นไม่ซับซ้อน โดยใช้แผงโซล่าเซลล์เป็นอุปกรณ์หลักในการผลิตไฟฟ้า โซล่าเซลล์นั่นผลิตไฟฟ้าจากการเปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งจากการศึกษาการผลิตไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์นั่นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย โดยปัจจัยหลัก คือ แสงแดดหรือรังสีแสงอาทิตย์ตกกระทบ และพื้นที่แผงโซล่าเซลล์

แสงแดดหรือรังสีแสงอาทิตย์ตกกระทบเป็นปัจจัยหลักของการผลิตพลังงานไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์ จึงได้เกิดการวิจัยนี้ขึ้น โดยใช้เลนส์เฟรสเนลในการโฟกัสแสงไปยังแผงโซล่าเซลล์ เมื่อติดตั้ง และทดสอบตามสภาวะแวดล้อมจริง ค่ารังสีอาทิตย์ และอุณหภูมิ ซึ่งจะทำการทดลองเพื่อหาความแตกต่างระหว่างการใช้เลนส์รวมแสงและไม่ใช้เลนส์รวมแสง จากการวัดค่าประสิทธิภาพรวมและสมรรถนะของระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงไป

โครงสร้างของเลนส์เฟรสเนล เป็นอุปกรณ์ที่มีลักษณะเป็นแบบแบนหรือโค้ง ผลิตจากพลาสติกอะคริลิก เนื่องจากขึ้นรูปได้ดีกว่าอีกทั้งยังเคลือบสารป้องกันการเสื่อมสภาพของพลาสติกจากแสงและความร้อน โครงสร้างภายในของเลนส์จะมีลักษณะเป็นร่อง ร่องเหล่านี้จะทำหน้าที่เป็นพื้นผิวการหักเหของแสงและโฟกัสแสงไปยังแผงโซล่าเซลล์

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 ออกแบบและสร้างเครื่องโซล่าเซลล์ โครงสร้างของเลนส์รวมแสง และม่านบังแสง

1.2.2 เพื่อทำการทดลองประสิทธิภาพการรับพลังงานแสงอาทิตย์ของแผงโซล่าเซลล์ระหว่างใช้เลนส์รวมแสงและ ไม่มีเลนส์รวมแสง (Fresnel lens)

## 1.3 สมมติฐานของโครงงาน

1.3.1 กล่าวถึงการตอบปัญหาล่วงหน้า จากวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยอ้างอิงหลักการทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1.4.1 การทดลองว่าการเก็บพลังงานของโซล่าเซลล์ระหว่างแบบการใช้เลนส์รวมแสงและแบบปกติ

1.4.2 ความคลาดเคลื่อนของประสิทธิภาพในแต่ละสภาพอากาศ

1.4.3 ตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อเครื่องโซล่าเซลล์กับเลนส์รวมแสงและม่านบังแสง เช่น ระยะห่างระหว่างเครื่องโซล่าเซลล์กับเลนส์รวมแสงและม่านบังแสง เป็นต้น

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 องค์ความรู้ที่ได้รับทางวิศวกรรมศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับเครื่องโซล่าเซลล์

1.5.2 เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้

1.5.3 ได้รับเครื่องโซล่าเซลล์

## 1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.6.1 ศึกษาการทำงานของโซล่าเซลล์และเลนส์รวมแสง

1.6.2 ออกแบบและสร้างเครื่องโซล่าเซลล์และโครงสร้างเลนส์รวมแสง

1.6.3 ทดสอบเพื่อวัดพลังงานจากเครื่องโซล่าเซลล์ระหว่างใช้เลนส์รวมแสงและแบบปกติ

1.6.4 วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการทดลอง

1.6.5 จัดทำรูปเล่นวิทยานิพนธ์

## 1.7 แผนการดำเนินงาน

**ตารางที่ 1.1** ระยะเวลาในการดำเนินโครงงาน

| แผนการดำเนินงาน | ส.ค | ก.ย | ต.ค | พ.ย | ธ.ค | ม.ค | ก.พ | มี.ค | พ.ค |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโซล่าเซลล์ เลนส์รวมแสงและอื่นๆ | ↔ | ↔ | | | | | | | |
| ออกแบบและสร้างเครื่องโซล่าเซลล์ โครงสร้างเลนส์รวมแสง | | ↔ | | | | | | | |
| ทดสอบเพื่อวัดพลังงานจากเครื่องโซล่าเซลล์ระหว่างใช้เลนส์รวมแสงและแบบปกติ | | | ↔ | ↔ | ↔ | ↔ | | | |
| วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการทดลอง | | | | | | ↔ | | | |
| จัดทำรูปเล่นวิทยานิพนธ์ | | | | | | | ↔ | ↔ | ↔ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์ (Sun) เป็นดาวฤกษ์สีเหลือง มีอายุอยู่ประมาณ 5,000 ล้านปี นักวิชาการได้ศึกษาสเปกตรัมของแสงอาทิตย์ พบว่า ดวงอาทิตย์มีธาตุที่สำคัญ คือ ไฮโดรเจน 71 % ฮีเลียม 27 % ออกซิเจน และอื่นๆ อีก 2 % ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานในระบบสุริยะ ดวงอาทิตย์มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1,092,000 กิโลเมตร (109 เท่าของโลก) มีมวล 332,943 เท่าของโลกและมีความหนาแน่น เฉลี่ย 1,408 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดวงอาทิตย์หมุนรอบตัวเอง 1 รอบ ที่เส้นศูนย์สูตรในเวลา 25.04 วัน อุณหภูมิที่พื้นผิวประมาณ 6000 เคลวิน

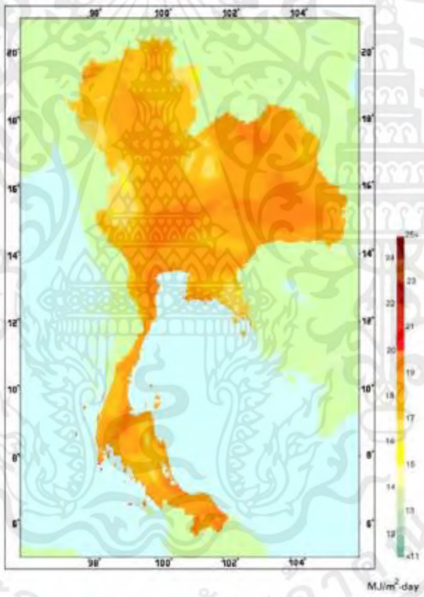
2.1.1 พลังงานแสงอาทิตย์ สิ่งสำคัญต่อการกำเนิดพลังงานนั่นคือ ดวงอาทิตย์ ถือเป็นจุดกำเนิดพลังงานทดแทนหรือพลังงานหมุนเวียนอื่นๆ เช่น พลังงานลม และพลังงานน้ำ เป็นต้น [1] พลังงานแสงอาทิตย์กับสิ่งมีชีวิตนั่นล้วนมีความสำคัญต่อกันเป็นเวลานานหลายล้านปี ตั้งแต่สิ่งมีชีวิตโบราณหรือพืชพรรณต่างๆ ที่สามารถสังเคราะห์แสงได้ สิ่งมีชีวิตดึกดำบรรพ์นั่นได้วิวัฒนาการตนเอง คือ การนำพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์เปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี และสะสมพลังงานไว้ในเซลล์และทับถมมาเป็นเวลานาน จนทำให้เกิดเชื้อเพลิงที่เรารู้จักกันในชื่อ “เชื้อเพลิงฟอสซิล” เช่นน้ำมันและถ่านหิน ที่มนุษย์ใช้ในปัจจุบัน [2],[3] พลังงานแสงอาทิตย์จะมีแสงและความร้อนที่แผ่รังสีมาจากดวงอาทิตย์ พลังงานแสงอาทิตย์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ พลังงานที่เกิดจากแสงและพลังงานที่เกิดจากความร้อน

2.1.2 พลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย การริเริ่มรณรงค์เรื่องสภาวะโลกร้อน โดยเริ่มต้นจากการลดปริมาณการปล่อยก๊าซที่เป็นมลพิษต่างๆ อีกทั้งลดการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ กระทรวงพลังงานกล่าวถึงโครงการที่จะนำพลังงานทดแทนมาใช้แทนการใช้เชื้อเพลิงที่ก่อให้เกิดมลพิษ หลังจากกระทรวงพลังงานมีนโยบายในการใช้พลังงานทดแทน ทำให้ปัจจุบันมีการจ่ายไฟฟ้าเข้าระบบประมาณ 329 เมกะวัตต์ [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 2.1** โรงผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย

ในประเทศไทย ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ในบริเวณต่างๆ โดยเฉลี่ยทั้งปีสามารถแสดงได้ด้วยรูปที่ 2.1 พบว่าบริเวณที่มีศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์สูงคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



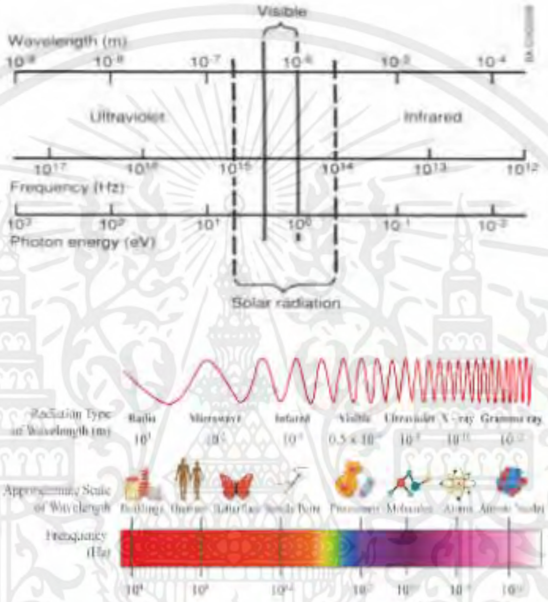
**รูปที่ 2.2** พลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย (เฉลี่ยรายวัน/ปี)

2.1.3 สเปกตรัมของแสงอาทิตย์ พลังงานแสงอาทิตย์จะมีระดับพลังงานที่แตกต่างกัน แสงในส่วนที่มองเห็นได้ของสเปกตรัมแสงสีแดงจะมีพลังงานต่ำที่สุดและแสงสีม่วงพลังงานที่สูงสุด ในช่วงอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet radiation) ที่ทำให้ผิวเป็นสีแทนจะมีพลังงานมากกว่าช่วงพลังงานที่สามารถมองเห็นได้ (Visible light) และแสงในช่วงอินฟราเรด (Infrared radiation) จะทำ

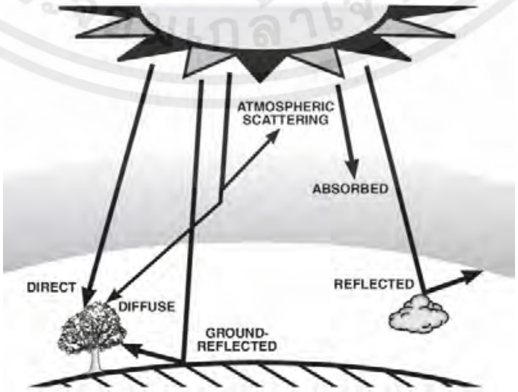
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้รู้สึกร้อนจะมีพลังงานน้อยกว่าช่วงพลังงานสามารถที่มองเห็นได้ ความยาวคลื่น (Wavelength) คือระยะทางระหว่างส่วนที่ซ้ำกันของคลื่น แสดงในรูปที่ 2.3

พลังงานที่ดวงอาทิตย์ปล่อยพลังงานออกมาเป็นรูปแบบของสเปกตรัมจะอยู่ในช่วง $2 \times 10^{-7}$ถึง $4 \times 10^{-6}$ เมตร ซึ่งจะอยู่ในช่วงของแสงที่สามารถมองเห็นได้ โลกได้รับพลังงานความร้อนที่แผ่มา เฉลี่ย 1,367 วัตต์ต่อตารางเมตร ด้านนอกของชั้นบรรยากาศโลกชั้นบรรยากาศดูดซับและสะท้อนการแผ่รังสีนี้ ดังแสดงในรูปที่ 2.4 โดยรังสีส่วนใหญ่เป็นรังสีเอกซ์และรังสีอัลตราไวโอเลต




**รูปที่ 2.3** สเปกตรัมของแสงอาทิตย์




**รูปที่ 2.4** การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์สู่พื้นผิวโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 รังสีหรือการแผ่รังสี

รังสีแสงอาทิตย์ (Solar Radiation) เป็นพลังงานที่ดวงอาทิตย์ส่งออกมาในรูปแบบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 2.5 การแผ่รังสีโดยตรงจนถึงพื้นโลกโดยไม่มีการกระจายเรียกว่ารังสีตรง (Direct radiation) $\mathrm{I_{Direct}}$ การแผ่รังสีที่เคลื่อนที่สะท้อนกับชั้นนอกบรรยากาศเช่น เมฆ เรียกว่า รังสีกระจาย (Diffuse radiation) $\mathrm{I_{Diffuse}}$ การแผ่รังสีโลกรวม (Global radiation) คือผลรวมของรังสีกระจายและรังสี การแผ่รังสีสามารถมาในรูปของรังสีอินฟราเรดหรือรังสีอัลตราไวโอเลต

$$\mathrm{I_{Total}} = \mathrm{I_{Direct}}(\cos\theta_z) + \mathrm{I_{Diffuse}} \tag{2.1}$$

อัตราส่วนรวมของรังสีอาทิตย์ (Concentration ratio, C) การสะท้อนของรังสีอาทิตย์ จะขึ้นอยู่กับตัวกลางระหว่างตัวดูดรังสี ผิวสะท้อนรังสี และมุมรับรังสี [4] โดยพิจารณาจากพื้นที่ของเลนส์และพื้นที่รับแสง

$$\mathrm{C} = \frac{\mathrm{A_{lens}}}{\mathrm{A_{recieve}}} \tag{2.2}$$

พลังงานความของเข้มแสงขาเข้าที่โซล่าเซลล์ได้รับ (Qin) สามารถคำนวณได้จาก

$$\mathrm{Q_{in}} = \mathrm{I_{Direct}}\mathrm{A_{recieve}} \tag{2.3}$$

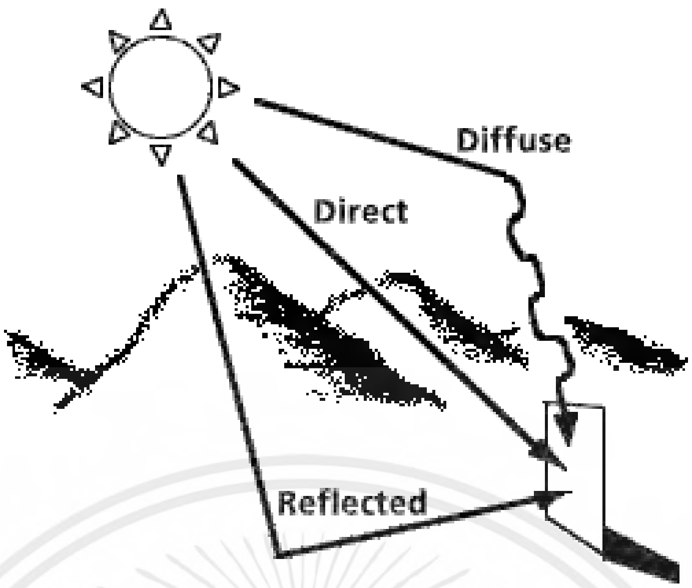
ประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ (Efficiency, $\eta$) พิจารณาจากกำลังไฟฟ้าที่โซล่าเซลล์ผลิตได้และพลังงานของความเข้มแสงที่ได้รับ

$$\text{Efficiency } (\eta) = \frac{\text{Power output}}{\mathrm{Q_{in}}} \tag{2.4}$$

มุมเดคลิเนชั่น (Declination Angle, $\delta$ ) คือ มุมระหว่างแนวลำแสงอาทิตย์เมื่อเที่ยงสุริยะกับระนาบศูนย์สูตร มุมเดคลิเนชั่นมีค่าเปลี่ยนไปทุกวันระหว่าง -23.45 องศา ถึง 23.45 องศา

$$\delta = 23.45\sin\big(360 \times \big((248 + n)/365\big)\big) \tag{2.5}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.5** รังสีแสงอาทิตย์

มุมอัลติจูด (Solar Altitude, $\alpha$) คือมุมระหว่างพื้นราบกับแนวลำแสงอาทิตย์ มุมอัลติจูดดวงอาทิตย์ที่เวลาใดๆ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\sin\alpha = \cos\phi\cos\delta\cos\omega + \sin\phi\sin\delta \qquad (2.6)$$

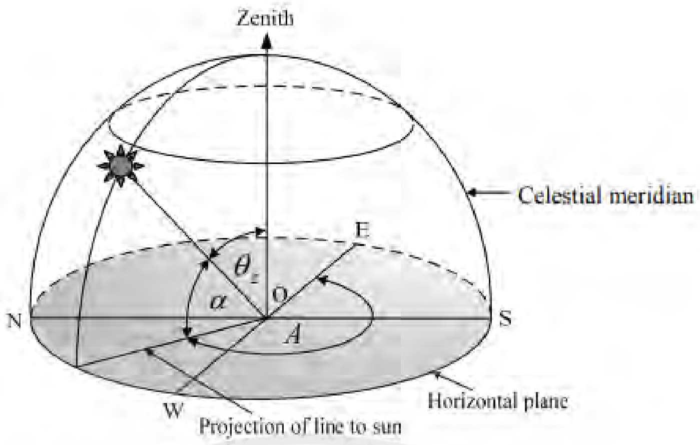
มุมอะซิมุธ (Azimuth, $\psi$) มุมระหว่างทิศใต้กับทิศทางการหันหน้าของแผงรับแสง มีค่าอยู่ในช่วง180 องศาถึง 180 องศา โดยจะมีค่าเป็นศูนย์เมื่อหันไปทางทิศใต้ กำหนดให้เป็นบวกเมื่อหันไปทางทิศตะวันตก และเป็นลบเมื่อหันไปทางทิศตะวันออก

$$\sin\psi = \frac{\cos\delta \cdot \sin\omega}{\cos\gamma} \qquad (2.7)$$

มุมเซนิท (Zenith, $\theta_z$) เป็นมุมระหว่างแนวดิ่งกระทำกับแนวรังสีจากดวงอาทิตย์ มุมเซนิทจะมีค่าระหว่าง 0-90 องศา คำนวณได้จาก

$$\theta_z = 90 - \alpha \qquad (2.8)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

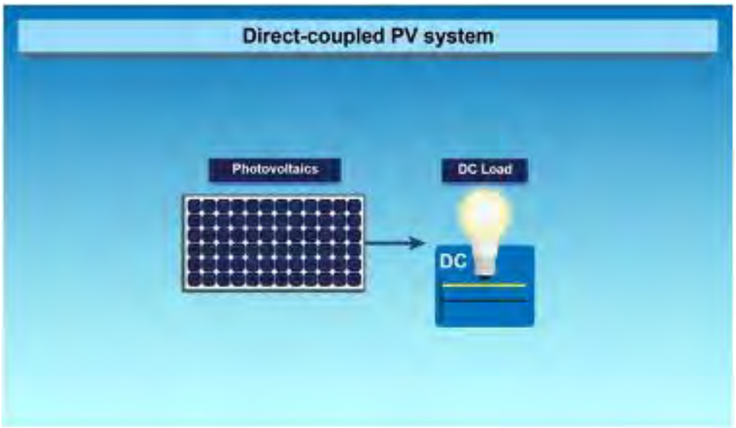



**รูปที่ 2.6** มุมอะซิมุท มุมอัลติจูด และมุมเซนิท

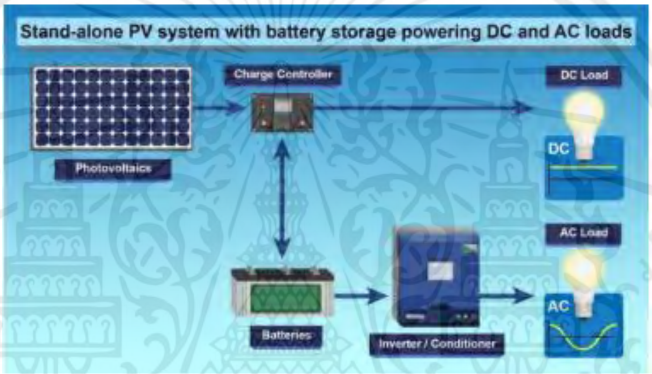
**2.2 การผลิตไฟฟ้าด้วยโซล่าเซลล์**

ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยโซล่าเซลล์ที่ใช้กันในปัจจุบัน คือ 1.) ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยโซล่าเซลล์แบบอิสระ (Stand alone system) อุปกรณ์ของระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงโซล่าเซลล์ต่อตรงเข้ากับโหลดไฟฟ้าและอีกรูปแบบหนึ่งคือ การนำมาต่อให้ได้แรงดันตามความต้องการของอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ คำนึงจากกำลังไฟฟ้าที่ต้องการใช้งานของโหลด แสดงในรูปที่ 2.7 ในขณะเดียวกันแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากอุปกรณ์ควบคุมประจุสามารถนำไปใช้งานได้โดยการต่อกับโหลดไฟฟ้ากระแสตรง 2.) ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าของโซล่าเซลล์แบบต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าต่างๆ (Grid connected system) โดยจะมีอุปกรณ์ของระบบ คือ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ที่นำมาต่อให้ได้แรงดันตามความต้องการของอินเวอร์เตอร์ โดยเชื่อมต่อกับเบรกเกอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกำลังไฟฟ้าตามความใช้งานของโหลด ซึ่งแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้สามารถนำไปใช้งานโดยตรง ด้วยการต่อกับโหลดไฟฟ้ากระแสตรง หรือแปลงผันกระแสไฟฟ้า 3) ระบบผสมผสานในการผลิตกระแสไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ (Hybrid system) ระบบออกแบบเพื่อการผลิตไฟฟ้ากับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าชนิดอื่น ๆ โดยอุปกรณ์ที่มีในระบบประกอบด้วย เริ่มต้นที่แผงโซล่าเซลล์ที่ต่อให้ได้แรงดันที่เพียงพอกับความต้องการของอุปกรณ์แปลงผันแบบผสมผสาน อีกทั้งระบบสามารถเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.9

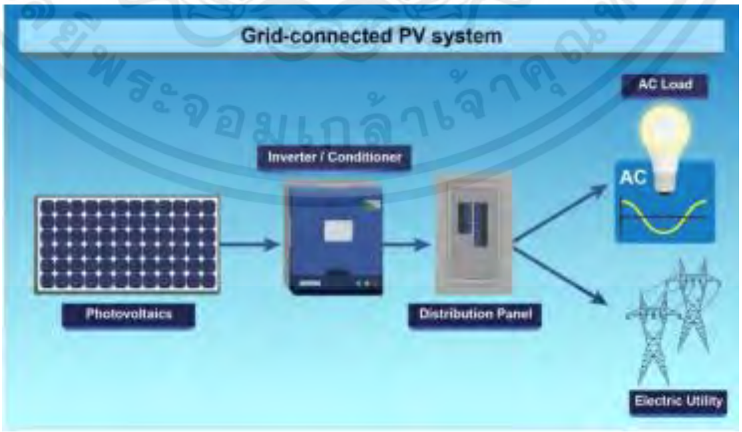
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่** 2.7 การผลิตไฟฟ้าด้วยโซล่าเซลล์แบบอิสระ

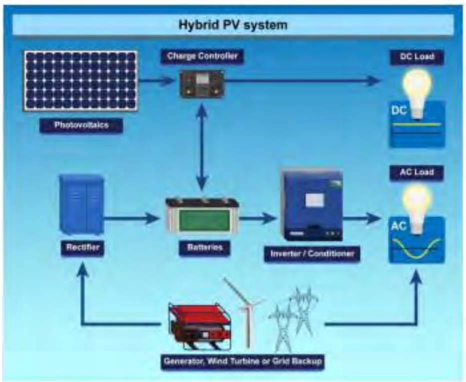



**รูปที่** 2.8 การผลิตกระแสไฟฟ้าโซล่าเซลล์แบบอิสระ (ทำงานร่วมกับแบตเตอรี่)




**รูปที่** 2.9 การผลิตไฟฟ้าโซล่าเซลล์แบบอุปกรณ์จำหน่ายกระแสไฟฟ้า

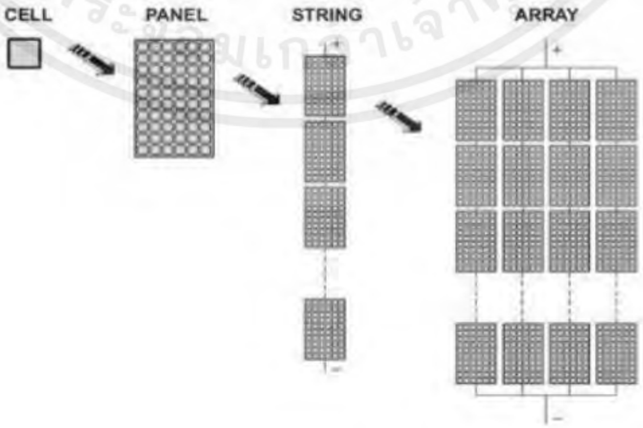
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 2.10** ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน

**2.3 เซลล์สุริยะหรือเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell)**

อุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยนรูปพลังงานแสงหรือความเข้มแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการนำสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิกอน ด้วยการผลิตเป็นแผ่นเซลล์ ทันทีที่แสงหรือความเข้มแสงกระทบบนแผ่นเซลล์ รังสีที่มีอนุภาคอยู่เรียกว่า โปรตอน (Proton) จะถ่ายเทพลังงานให้อิเล็กตรอนภายในของสารกึ่งตัวนำดังกล่าวทำให้เกิดพลังงานเพียงพอที่จะออกมาจากแรงดึงดูดของอะตอมและสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ จากนั้นอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ ทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรง แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นจากเซลล์แสงอาทิตย์เพียงเซลล์เดียวจะมีค่าต่ำ เป็นเหตุผลที่จะนำมานำเซลล์หลายเซลล์มาต่อกันเพื่อเพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้น เซลล์ที่นำมาต่อกันในจำนวนและขนาดที่เหมาะสมเรียกว่า แผงโซล่าเซลล์ การนำพาเนลมาต่อแบบอนุกรมกันเรียกว่า สตริง (String) สตริงมาต่อแบบขนานกันจะเรียกว่าอาร์เรย์ (Array) แสดงในรูปที่ 2.10



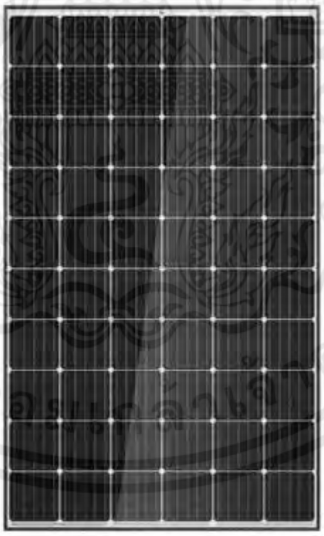

**รูปที่ 2.11** กลุ่มผลึกซิลิคอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์

โดยในท้องตลาดมีเทคโนโลยีของโซล่าเซลล์มีอยู่ 3 ประเภท คือ โมโนคริสตัลไลน์ (Monocrystalline) โพลีคริสตัลไลน์ (Polycrystalline) และฟิล์ม (Film)

1.) โมโนคริสตัลไลน์ (Monocrystalline) มีชนิดผลึกเดี่ยวซิลิกอน (Single Crystalline Silicon Solar Cell) และชนิดผลึกรวมซิลิกอน (Polycrystalline Silicon) มีราคาต้นทุนของวัสดุที่สูงกว่าโซล่าเซลล์ชนิดผลึกเดี่ยวและโซล่าเซลล์แสงชนิดผลึกรวม โซล่าเซลล์ชนิดผลึกเดี่ยวมีประสิทธิภาพอยู่ที่ 14 - 22 โซล่าเซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์จะมีประสิทธิภาพอยู่ที่ 13 - 20 โซล่าเซลล์แบบโมโนคริสตัลไลน์มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.11 ข้อดีของโซล่าเซลล์แบบโมโนคริสตัลไลน์คือประหยัดพื้นที่ เนื่องจากแผงชนิดนี้ผลิตพลังงานสูงสุด จึงใช้พื้นที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับชนิดอื่น โซล่าเซลล์แบบโมโนคริสตัลไลน์ ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากถึง 4 เท่าของการผลิตไฟฟ้าเป็นโซล่าเซลล์แบบฟิล์ม (กรณีพื้นที่เท่ากัน) แบบโมโนคริสตัลไลน์จะมีอายุการใช้งานนาน อีกทั้งแบบโมโนคริสตัลไลน์จะมีแนวโน้มที่จะทำงานได้ดีกว่าแบบโพลีคริสตัลไลน์ โซล่าเซลล์แบบโมโนคริสตัลไลน์นั้นมีราคาแพงกว่าโซล่าเซลล์แบบโพลีคริสตัลไลน์และแบบฟิล์ม



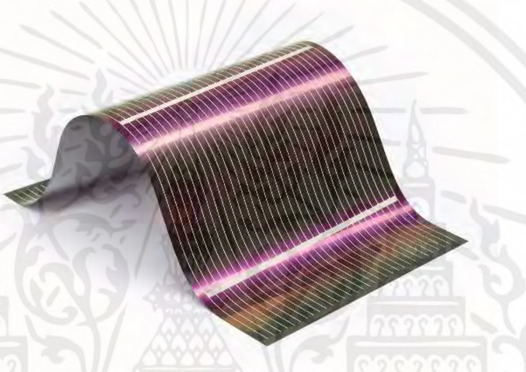
**รูปที่ 2.12** โมโนคริสตัลไลน์ (Monocrystalline)

2.) โพลีคริสตัลไลน์ (Polycrystalline) ผลิตจากซิลิกอนแบบเดียวกับโมโนคริสตัลไลน์ แต่จะมีความบริสุทธิ์น้อยกว่า โซล่าเซลล์โพลีคริสตัลไลน์จะมีประสิทธิภาพต่ำกว่าเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีเพิ่มเติมของโซล่าเซลล์แบบโพลีคริสตัลไลน์ คือ สามารถผลิตได้ง่ายและมีต้นทุนน้อยกว่า รวมไปถึงปริมาณของเสียในกระบวนการที่น้อยกว่า

3.) ฟิล์ม (Film) กระบวนการผลิตนั้นจะแตกต่างกับโซล่าเซลล์แบบโมโนคริสตัลไลน์และแบบโพลีคริสตัลไลน์ โดยเริ่มจากฟิล์มที่มีซิลิคอนจะถูกพ่นจนทำให้กลายเป็นแผงโซล่าเซลล์ ดังแสดงในรูปที่ 2.12 ข้อดี คือ การผลิตจำนวนมากนั้นทำได้ง่าย ทำให้มีราคาถูกกว่าการผลิตกว่าโซล่าเซลล์ที่ใช้ผลึก รวมถึงใช้วัสดุในการผลิตน้อยในการผลิตแผง ทำงานได้ดีในพื้นที่ที่มีแสงน้อย แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบฟิล์มมีข้อเสีย คือ ในกระบวนการผลิตแผงเซลล์นั่นก่อเกิดมลพิษมากกว่าแบบอื่น และใช้เวลานานในการติดตั้ง



**รูปที่ 2.13** ฟิล์ม (Film)

2.3.2 ปัจจัยที่กระทบต่อประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์

สิ่งที่สำคัญที่ทำให้โซล่าเซลล์นั่นมีประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้า จะมีความแตกต่างกันจากพื้นที่ในการติดตั้ง ชนิดของแผงโซล่าเซลล์ และอื่นๆ

1.) ประเภทของโซล่าเซลล์ แผงโซล่าแบบโมโนคริสตัลไลน์ทำจากซิลิคอนที่มีความบริสุทธิ์สูงสุด ทำให้มีประสิทธิภาพที่สุด

2.) การติดตั้งแผง เป็นหนึ่งตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพ โดยทั่วไปในประเทศไทยจะติดตั้งให้ระนาบแผงเซลล์แสงอาทิตย์หันไปทางทิศใต้ หากมีการติดตั้งผิดพลาดจะเป็นให้กระแสไฟฟ้าที่โซล่าจะผลิตนั่นลดลง [5]

3.) ความเข้มแสง หากความเข้มของแสงสูง กระแสไฟฟ้าที่โซล่าเซลล์ผลิตได้นั่นจะสูงขึ้นเช่นกัน [6] แต่กลับกันหากแรงดันไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ผลิตได้นั่นจะเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.) อุณหภูมิ กระแสไฟฟ้าจะไม่เป็นผลต่ออุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง แต่ถ้าหากแรงดันไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้นั้นลดลง อุณหภูมิสูงขึ้น แผงโซล่าเซลล์แสงอาทิตย์ที่มาตรฐานจะกำหนดอุณหภูมิไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส [8]

5.) วัสดุประกอบแผง วัสดุที่นำมาผลิตแผงโซล่าเซลล์ เช่น กระจก การเลือกใช้วัสดุหรือกระจกที่นำมาใช้งานนั่น ไม่ควรมีการสะท้อนแสงหรือความเข้มแสง

6.) วัตถุหรือสิ่งที่ปกคลุมแผงโซล่าเซลล์ ระบบการผลิตไฟฟ้าของโซล่าเซลล์นั่นถูกออกแบบให้มีความเหมาะสมกับแรงดันไว้ และระบบทั้งหมดจะทำการต่อวงจรแบบอนุกรม ถ้าหากมีเงาบดบังแสงหรือมีเมฆปกคลุมเพียงแค่หนึ่งแผงก็จะทำให้แผงโซล่าเซลล์นั่นหยุดการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ [9]

7.) อายุการใช้งาน การเสื่อมประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์นั้นจะลดลงตามอายุการใช้งาน โดยปกติแล้ว แผงโซล่าเซลล์นั่นจะมีการเสื่อมสภาพลงตามระยะเวลาการใช้งาน

### 2.4 อินเวอร์เตอร์

การทำงานของอินเวอร์เตอร์ เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าจากกระแสตรง (DC) เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เนื่องจากเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านเรือนใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ ด้านขาเข้าของอินเวอร์เตอร์นั้นจะต่อกับโหลดกระแสตรง เช่น ต่อตรงกับแบตเตอรี่ หรือ อาร์เรย์เซลล์แสงอาทิตย์ ด้านขาออกจ่ายไฟ AC ให้กับโหลด ชนิดของอินเวอร์เตอร์ สามารถแบ่งได้ 2 ส่วนคือ

1.) แบ่งตามรูปแบบแรงดันไฟฟ้าขาเข้า

1.1) ชนิดกริดไทร์ เป็นอุปกรณ์ที่แปลงผันกระแสไฟฟ้าจากกระแสไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากแผงโซล่าเซลล์จะถูกแปลงเป็นกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ อินเวอร์เตอร์ชนิดกริดไทร์จะมีหน้าที่จ่ายไฟฟ้าให้กับโหลดโดยตรง

1.2) ชนิดแบตเตอรี่ ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้รับจากแบตเตอรี่จะถูกแปลงผันเป็นกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ

2.) แบ่งตามรูปแบบแรงดันไฟฟ้าขาออก โดยจะมีรูปแบบของสัญญาณเอาต์พุตหลักๆ อยู่ 3 แบบ

2.1) แบบคลื่นสี่เหลี่ยม (Square wave) โดยส่วนใหญ่เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทหลอดไฟ อีกทั้งยังมีราคาถูก

2.2) แบบคลื่นไซน์ (Pure sine wave) สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ได้ทุกอย่าง แต่กลับมีราคาสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3) แบบคลื่นไซน์ดัดแปลง (Modified sine wave) ชนิดนี้ไม่นิยมนำมาใช้และไม่ควรนำใช้งานได้กับอุปกรณ์ภายในบ้าน ได้แต่กลับมีข้อดี คือ ราคาถูก

**2.5 แบตเตอรี่**

เป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่เป็นการเก็บพลังงาน แบตเตอรี่ที่เหมาะสำหรับใช้ร่วมกับโซล่าเซลล์ ชนิดของแบตเตอรี่ มีดังนี้

2.5.1 แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน (Li-ion) นิยมใช้อุปกรณ์ที่มนุษย์ใช้อยู่ในชีวิตประจำวัน เช่น คอมพิวเตอร์แบบพกพา หรือโทรศัพท์มือถือ เป็นต้น แต่ในครัวเรือนแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนกลับไม่ได้ถูกนำมาใช้เพราะราคาแบตเตอรี่ในปัจจุบันนั่นค่อนข้างสูง แต่แบตเตอรี่ชนิดนี้กลับสามารถใช้งานได้นานเพราะมีความจุของพลังงานสูง

**รูปที่ 2.14** แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน (Li-ion)

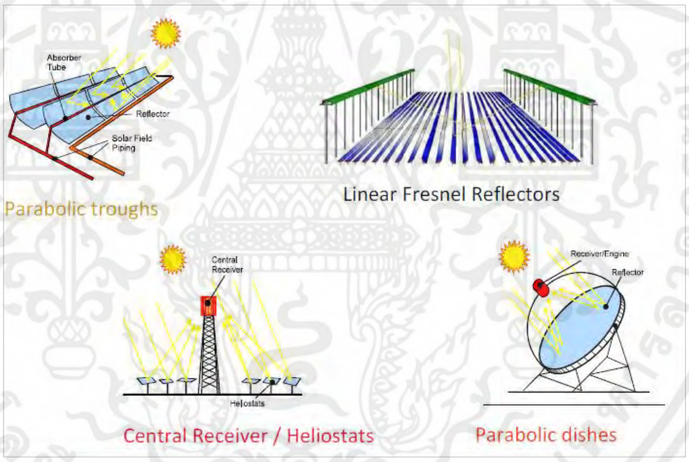
2.5.2 แบตเตอรี่ตะกั่วกรด (Lead acid) เป็นแบตเตอรี่ที่นิยมใช้ในระบบพลังงานแสงอาทิตย์มากที่สุด อายุ การใช้งานตั้งแต่ 2 ถึง 10 ปี การติดตั้งแบตเตอรี่ชนิดนี้ ต้องติดตั้งในสถานที่มีการระบายอากาศเพียงพอ

**รูปที่ 2.15** แบตเตอรี่ตะกั่วกรด (Lead acid)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 การผลิตกระแสไฟฟ้าชนิดรวมแสงอาทิตย์

สำหรับการเปลี่ยนรูปพลังงานจากดวงอาทิตย์นั่นมีอีกหลากหลายรูปแบบ เช่น การนำพลังงานจากดวงอาทิตย์เปลี่ยนไปอยู่ในรูปแบบของความร้อนและนำไปผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าต่อไป ด้วยการรวมแสง ความเข้มแสง และความร้อน ไปเก็บในของเหลวที่นำความร้อนหรือของเหลวที่สามารถเก็บความร้อนได้สูง จากนั้นจึงนำไปใช้ในหมุนกังหันเพื่อใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า มีข้อดี คือ สามารถผลิตไฟฟ้าได้ทุกช่วงเวลารวมไปถึงเวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์ ด้วยการใช้ของเหลวที่สามารถเก็บความร้อนความร้อนหรือนำความร้อน อีกทั้งยังสามารถเก็บไว้ด้วย [10], [11] การเปลี่ยนรูปพลังงานที่ได้รับจากดวงอาทิตย์เป็นพลังงานความร้อนที่มีนำกระจกหรือเลนส์ เพื่อรวมความเข้มแสงที่เดินทางลงพื้นโลก การผลิตกระแสไฟฟ้าชนิดรวมความเข้มแสงโดยส่วนใหญ่จะมีการแบ่ง ซึ่งจะพิจารณาตามลักษณะของการรวมความเข้มแสง เช่น ระบบรวมความเข้มแสงแบบตามแนว และ ระบบรวมความเข้มแสงเป็นจุดศูนย์กลาง ดังแสดงในรูปที่ 2.16




**รูปที่ 2.16** การผลิตกระแสไฟฟ้าแบบรวมแสงอาทิตย์ชนิดต่างๆ

2.6.1 แบบรางพาราโบลา วัตถุสะท้อนหรือวัตถุที่สามารถกักความร้อนได้ รวมไปถึงโครงสร้างที่รองรับ เริ่มจ้นจากการรวมความเข้มแสงหรือแสงไปยังวัตถุที่สามารถกักเก็บความร้อนได้ วัตถุดังกล่าวจะกักเก็บพลังงานไว้ โดยวัสดุของวัตถุนั่นจะสามารถถ่ายเทความร้อนได้ดี และส่งผ่านของเหลวที่นำความร้อนไปยังอุปกรณ์ที่เก็บพลังงานหรืออุปกรณ์ที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าอื่นๆ การผลิตกระแสไฟฟ้าชนิดรวมแสงอาทิตย์ชนิดนี้ติดตั้งครั้งแรกที่ประเทศสเปนใน ปี พ.ศ.2543 ภายใต้โครงการโรงไฟฟ้าของ Andasol ซึ่งสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 0.18 เทระวัตต์ต่อชั่วโมง [12]

2.6.2 แบบเฟรสเนลแบบเส้นตรง วัตถุที่ถูกติดตั้งตามแนวยาว และจะมีวัตถุที่สามารถสะท้อนแสงติดตั้งไว้ด้านบน เริ่มจากแสงที่สะท้อนจากวัตถุสะท้อนแสงกลับมายังวัตถุรับแสง การผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสไฟฟ้าชนิดรวมแสงอาทิตย์ชนิดนี้ใช้ต้นทุนถูกกว่า และมีการสิ้นเปลืองพื้นที่การติดตั้ง เนื่องจากตัวสะท้อนแสงนั่นมีจำนวนมากกว่าวัตถุที่ใช้รับแสง ปัจจุบันการผลิตกระแสไฟฟ้าชนิดรวมแสงอาทิตย์ชนิดนี้มีการติดตั้งเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศสเปน ทำการติดตั้งเทคโนโลยีนี้ใน ปี พ.ศ.2555 สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ถึง 49 จิกะวัตต์ต่อชั่วโมง [13]

2.6.3 การรวมความเข้มแสงแบบจุดศูนย์กลาง ระบบการรวมความเข้มแสงชนิดนี้จะมีการติดตั้งวัตถุสะท้อนแสงเพื่อสะท้อนแสงไปยังวัตถุรับแสงไปยังที่สูง วัตถุรับแสงจะถูกติดตั้งไว้บนหอคอยหรือตึกสูง โดยวัตถุรับแสงดังกล่าวจะเก็บความร้อนที่ได้รับจากวัตถุสะท้อนไว้ และส่งต่อไปยังส่วนการผลิตไฟฟ้าต่อไป การรวมความเข้มแสงแบบจุดศูนย์กลางนี้สามารถกักเก็บความร้อนได้ดีกว่าระบบรวมความเข้มแสงแบบตามแนว โดยประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าที่ระบบการรวมแสงชนิดนี้จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่วัตถุรับแสงที่ถูกติดตั้งไว้บนหอคอย จากการติดตั้งของบริษัท SEANER ประเทศสเปนสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ดีมาก [14]

2.6.4 แบบจานสเตอร์ลิง การรวมแสงชนิดนี้ จะมีจานดาวเทียมเพื่อเป็นวัตถุที่จะสะท้อนแสงหรือความเข้มแสงไปยังวัตถุรับแสงและส่งต่อไปยังเครื่องจักรสเตอร์ลิง ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงความร้อนที่ได้รับมาจากวัตถุรับแสงนั่นให้เป็นกระแสไฟฟ้า มีการติดตั้งในประเทศสหรัฐอเมริกา รัฐแคลิฟอร์เนีย ปี พ.ศ.2555 ใช้จานทั้งหมด 20,000 ชุด ทำให้มีกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าในปริมาณ 800 เมกะวัตต์ [15]

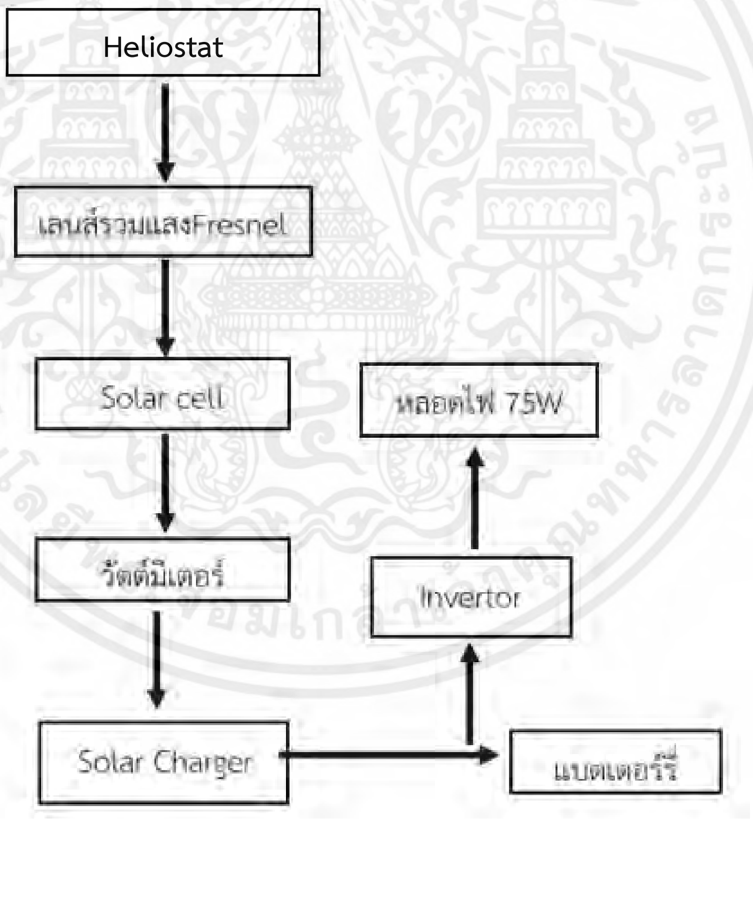
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงวัสดุและอุปกรณ์ในการทดลองสมรรถนะของโซล่าเซลล์ที่แสงอาทิตย์ความเข้มข้นสูงและการทดลองสมรรถนะของโซล่าเซลล์ที่แสงอาทิตย์ความเข้มข้นแบบปกติ ผู้จัดทำโครงงานจึงขออธิบายรายละเอียดการทำงานดังนี้

### 3.1 บล็อกไดอะแกรม

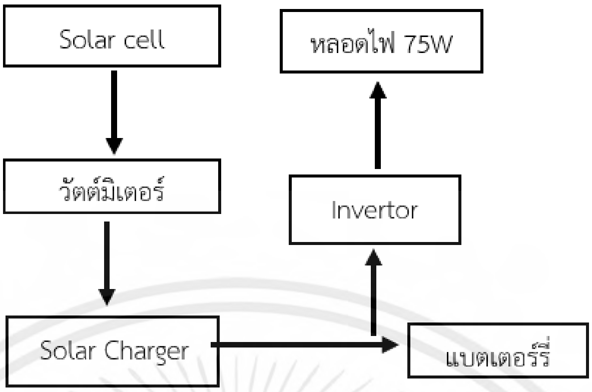
3.1.1 บล็อกไดอะแกรมระบบการทดลองสมรรถนะของโซล่าเซลล์ที่แสงอาทิตย์ความเข้มข้นสูง




**รูปที่ 3.1** ไดอะแกรม การทดลองสมรรถนะของโซล่าเซลล์ที่แสงอาทิตย์ความเข็มข้นสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 บล็อกไดอะแกรมระบบการทดลองสมรรถนะของโซล่าเซลล์ที่แสงอาทิตย์ที่ความเข้มข้นปกติ




**รูปที่ 3.2** ไดอะแกรมระบบการทดลองสมรรถนะของโซล่าเซลล์ที่แสงอาทิตย์ที่ความเข้มข้นปกติ

จากรูปที่ 3.1 และ 3.2 นั้นอธิบายถึงการทำงานและหน้าที่ของอุปกรณ์ที่ใช้เก็บค่าของการทดลองสมรรถนะของโซล่าเซลล์ที่แสงอาทิตย์ความเข้มข้นสูงและการทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพที่ได้กับโซล่าเซลล์แบบรวมแสงซึ่งเหมือนกับแบบรวมแสง แตกต่างกันที่ไม่มีการรวมแสง

## 3.2 วัสดุและอุปกรณ์

3.2.1 โซล่าเซลล์ (Solar cell) ใช้รับความเข้มแสงที่ได้รับเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นการเอาเซลล์หลายๆ ตัวมาต่อเรียงกันเป็นแผ่นเดียวกันเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าได้ทันที ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้คือไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ชุดการทดลองจะใช้โซล่าเซลล์จำนวน 1 แผง เพื่อเก็บผล มีขนาดความกว้าง 1.2 เมตร ความยาว 0.54 เมตร (Poly-crystalline Module 60W 17.2V 4A)

**รูปที่ 3.3** แสดงแผงโซล่าเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 เฮลิโอสแตท (Heliostat) เป็นอุปกรณ์ทำหน้ารับและสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ (ความเข้มแสง) ให้ส่องไปที่เลนส์รวมแสง (มีความกว้าง 2.2 เมตร ความยาว 2.2 เมตร ความสูงจากฐาน 2.7 เมตร และติดตั้งกระจกเงาขนาด 1.1 เมตร มีความหนา 6 มิลลิเมตร จำนวน 4 แผ่น)

**รูปที่ 3.4** เฮลิโอแตท

3.2.3 เลนส์เฟรสเนล (Fresnel) ผลิตจากวัสดุชนิดอะคริลิคหรือแก้ว ทำหน้าที่คล้ายแว่นขยาย เป็นการรวมแสงที่กระจายบนพื้นโลกให้กลายเป็นลำแสงที่เกิดจากการรวมแสง (จุดโฟกัสที่ 1.2 M) เพื่อรวมแสงไปยังผิวหน้าของโซล่าเซลล์ ตัวเลนส์เฟรสเนลมีขนาดความกว้าง 1.4 เมตร ความยาว 1.05 เมตร ความหนา 3 มิลลิเมตร

**รูปที่ 3.5** เลนส์รวมแสง (Fresnel lens)

3.2.4 วัตต์มิเตอร์ (Watt meter) คือ เครื่องมือวัดค่าเพาเวอร์เอาต์พุตคือค่าวัตต์ (W) (Module 130A)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 3.6** วัตต์มิเตอร์ (Watt meter)

3.2.5 โซล่าชาร์จเจอร์ (Solar Charger) ใช้ควบคุมการชาร์จพลังงานที่ได้เข้าสู่แบตเตอรี่ เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติและหน้าที่ในการควบคุมการชาร์จไฟที่สามารถผลิตได้เข้าสู่แบตเตอร์รี่ เพื่อเก็บไว้ใช้ภายหลัง (Module 20A 12V/24V Auto)

**รูปที่ 3.7** โซล่าชาร์จเจอร์

3.2.6 แบตเตอรี่ (Battery) เป็นอุปกรณ์ที่หน้าที่เก็บพลังงานประด้วยเซลล์ไฟฟ้าเคมีหนึ่งหน่วยเซลล์หรือมากกว่าหนึ่ง อาศัยการการแปลงพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยใช้เซลล์กัลวานิก (Galvanic cell) ที่ขั้วบวกขั้วลบพร้อมทั้งสารละลายอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte) ในแบตเตอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 3.8** แบตเตอรี่

3.2.7 อินเวอร์เตอร์ (Inverter) คือ อุปกรณ์ทางไฟฟ้าสำหรับการแปลงกระแสงไฟฟ้า เพาเวอร์เอาต์พุตคือ ค่าวัตต์ (W) ที่ได้จากกระผลิตไฟฟ้าที่เป็นกระแสตรง (DC) ให้เป็นกระแสสลับ (AC)

**รูปที่ 3.9** อินเวอร์เตอร์

3.2.8 หลอดไฟ 75W (LED) อุปกรณ์ทำหน้าที่ให้แสงสว่าง

**รูปที่ 3.10** หลอดไฟ 75W

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.9 เครื่องวัดความเข้มแสง (TENMARS TM-208) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเก็บค่าความเข้มแสงของพื้นที่ขณะที่ทำการทดลอง เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ผลในการทดลอง

**รูปที่ 3.11** เครื่องวัดความเข็มแสง (TENMARS TM-208)

3.2.10 เครื่องวัดอุณหภูมิอินฟราเรด Benetech GM900 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิบนแผงโซล่าเซลล์

**รูปที่ 3.12** เครื่องยิงอินฟราเรด

**3.3 วิธีการทดลองสมรรถนะของโซล่าเซลล์ความเข้มแสงสูง**

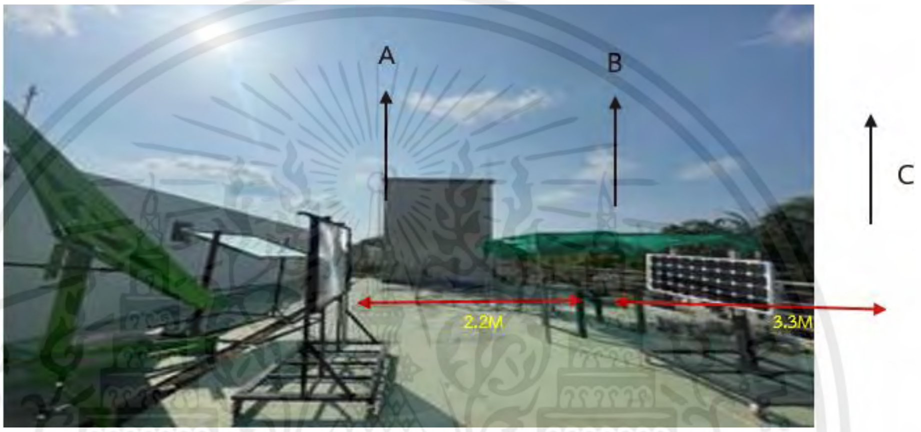
3.3.1 วิธีการทดลองระยะห่างระหว่างเลนส์รวมแสงกับโซล่าเซลล์ในการทดลองการรวมแสง

ทดลองระยะห่างระหว่างเลนส์รวมแสงกับโซล่าเซลล์ โดยเลนส์รวมแสงมีจุดโฟกัส ที่ 1.2 เมตร ที่เวลาเดียวกันคือ 12.00 นาฬิกา จึงทำการทดลองระยะดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ระยะห่างจากเลนส์รวมแสงกับโซล่าเซลล์ ที่ระยะ 2 เมตร
2. ระยะห่างจากเลนส์รวมแสงกับโซล่าเซลล์ ที่ระยะ 2.5 เมตร
3. ระยะห่างจากเลนส์รวมแสงกับโซล่าเซลล์ ที่ระยะ 3 เมตร
4. ระยะห่างจากเลนส์รวมแสงกับโซล่าเซลล์ ที่ระยะ 3.3 เมตร
5. ระยะห่างจากเลนส์รวมแสงกับโซล่าเซลล์ ที่ระยะ 3.5 เมตร

3.3.2 วิธีการทดลองสมรรถนะของโซล่าเซลล์ที่แสงอาทิตย์ความเข้มแสงสูง




**รูปที่ 3.13** แสดงลักษณะการทดลองสมรรถนะของโซล่าเซลล์ที่แสงอาทิตย์ความเข็มข้นสูง โดยใช้เลนส์เฟรสเนล

การทดลองสมรรถนะของโซล่าเซลล์ที่แสงอาทิตย์ความเข็มข้นสูงโดยใช้เลนส์เฟรสเนล ดังแสดงในรูปที่ 3.13 มีวิธีการทดลองดังต่อไปนี้

1. จัดสถานที่โดยการฟิกระยะของชุดการทดลอง โดยระยะห่างของเฮลิโอสแตทและเลนส์รวมแสงเฟรสเนล มีระยะห่าง 2.2 เมตรและระยะห่างระหว่างเลนส์รวมแสงและแผงโซล่าเซลล์มีระยะห่าง 3.3 เมตร (เป็นระยะที่ลำแสงจากการรวมแสงสัมผัสกับโซล่าเซลล์ทั่วทั้งแผ่น)

2. คอยปรับเฮลิโอสแตทเพื่อสะท้อนแสงไปยังเลนส์รวมแสงเฟรสเนลเพื่อทำการรวมแสงและส่องไปยังโซล่าเซลล์ที่ระยะห่าง 3.3 เมตร

3. อ่านค่าและเก็บบันทึกข้อมูล ซึ่งมีค่าความเข้ม เพาเวอร์เอาต์พุต คือ กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (วัตต์) อุณหภูมิบนแผงโซล่าเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 วิธีการทดลองสมรรถนะโซล่าเซลล์แบบความเข้มแสงแบบปกติ

**รูปที่ 3.14** แสดงการทดลองสมรรถนะโซล่าเซลล์แบบความเข้มแสงแบบปกติ

การทดลองสมรรถนะโซล่าเซลล์แบบความเข้มแสงแบบปกติ ดังแสดงในรูปที่ 3.14 มีวิธีการทดลองดังต่อไปนี้

1. ติดตั้งโซล่าเซลล์แบบแนวตั้ง 90 องศา

2. ทำการอ่านและเก็บบันทึกข้อมูล ซึ่งมีค่าความเข้มแสง เพาเวอร์เอาต์พุต (วัตต์) อุณหภูมิบนแผงโซล่าเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# ผลการทดลอง

### 4.1 ผลการทดลอง

ผลการทดลองสมรรถนะแสงอาทิตย์ที่ความเข้มข้นสูงซึ่งเปรียบกับการทดลองสมรรถนะแสงอาทิตย์ที่ความเข้มข้นปกติเพื่อหาประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นของการทดลองความเข้มแสงสูงโดยแสดงโดยกราฟอธิบายความสัมพันธ์ของความเข้มแสง (รังสีตรง) ที่มีผลต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าของโซล่าเซลล์และความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ที่ส่งผลกับประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์ที่สามารถผลิตได้ในแต่ละวันของการทดลองที่เวลา 10.00 - 15.00 นาฬิกา โดยแสดงค่าทุกๆ 15 นาที (ตารางแสดงผลการทดลองอยู่ใน ภาคผนวก ข.) และสรุปค่า

ผลการทดลองระยะห่างระหว่างเลนส์รวมแสงกับโซล่าเซลล์ที่ระยะต่างๆในการรับแสงจากเลนส์เฟรสเนลพบว่ามีผลดังนี้ (ตารางแสดงผลอยู่ในภาคผนวกข.)

1. ระยะห่างจากเลนส์รวมแสงกับโซล่าเซลล์ ที่ระยะ 2 เมตร พบว่าแสงจากการรวมแสงส่องไปยังโซล่าเซลล์โดยมีลักษณะ เป็นจุดตรงกลางแผ่น ที่ให้มีอุณหภูมิที่สูงเฉพาะจุด

2. ระยะห่างจากเลนส์รวมแสงกับโซล่าเซลล์ ที่ระยะ 2.5 เมตร พบว่าลำแสงจากการรวมแสงที่กระทบโซลล่าเซลล์ มีลักษณะเป็นจุดตรงกลางแผ่นเช่นเดียวกับ 2 เมตร แต่มีขนาดที่กว้างกว่าโดยมีค่าอุณหภูมิที่น้อยกว่า

3. ระยะห่างจากเลนส์รวมแสงกับโซล่าเซลล์ ที่ระยะ 3 เมตร พบว่าลำแสงจากการรวมแสงมีขนาดที่กว้างจนเกือบทั่วทั้งแผ่นโซล่าเซลล์และอุณหภูมิมีค่าน้อยกว่า ระยะที่ 2, 2.5 เมตร

4. ระยะห่างจากเลนส์รวมแสงกับโซล่าเซลล์ ที่ระยะ 3.3 เมตร พบว่าลำแสงที่ได้จากการรวมแสงมีความกว้างที่พอดีกับขนาดของโซล่าเซลล์และอุณหภูมิเท่ากันทั่วทั้งแผ่น

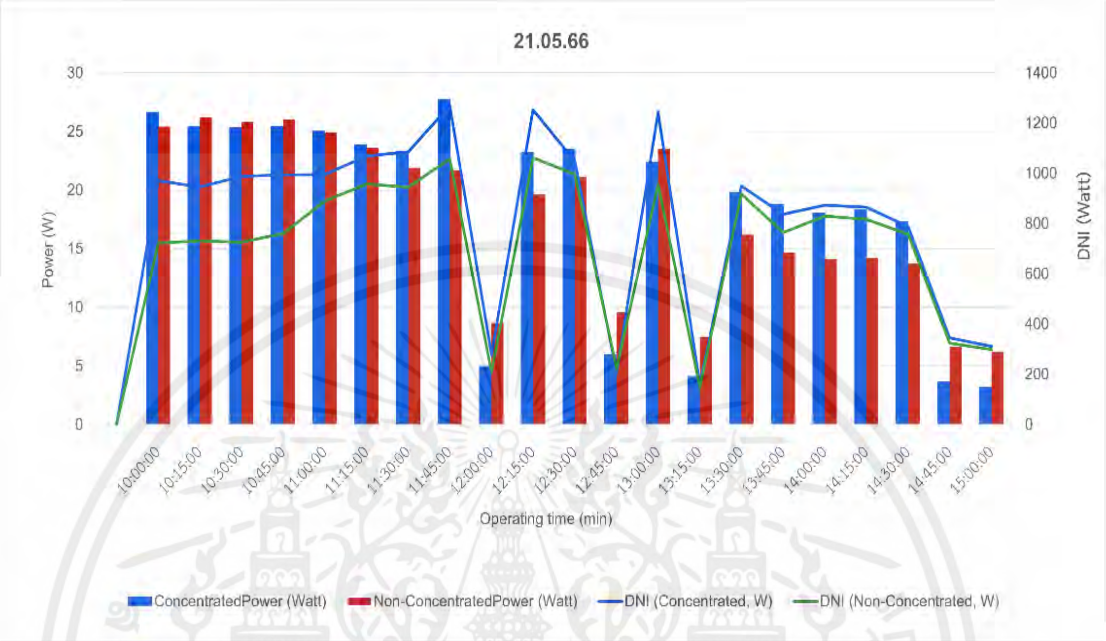
5.ระยะห่างจากเลนส์รวมแสงกับโซล่าเซลล์ ที่ระยะ 3.5 เมตร พบว่าลำแสงจากการรวมแสงมีขนาดที่กว้างกว่าโซลล่าเซลล์ทำให้ค่าความเข้มแสงที่ได้จากการรวมแสงสูญเสียไป

4.1.1 ผลการทดลองแสดงการเปรียบเทียบค่าความสัมพันธ์ของการทดลองรวมแสงของการทดลองในวันที่ 21 พฤษภาคม 2566

จากรูปที่ 4.1 ผลการทดลองมีการเปรียบเทียบค่าความเข้มแสง (รังสีตรง) กับเพาเวอร์เอาต์พุต ในเวลา 10.00 - 15.00 นาฬิกา ซึ่งแสดงค่าทุก 15 นาที พบว่าค่าความเข้มแสง (รังสีตรง) ของการทดลองความเข้มแสงสูงสามารถรับความเข้มแสง (รังสีตรง) ได้มากกว่าแบบความเข้มแสงปกติและยังพบว่าค่าเพาเวอร์เอาต์พุตในบางช่วงเวลาของความเข้มแสงสูงไม่สอดคล้องกับความเข้มที่ได้รับ โดยช่วงค่าที่เก็บได้ของแบบความเข้มแสงสูงมีค่าความเข้มแสง (รังสีตรง) ที่เก็บได้มีค่าอยู่ที่ 160 – 1270 วัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

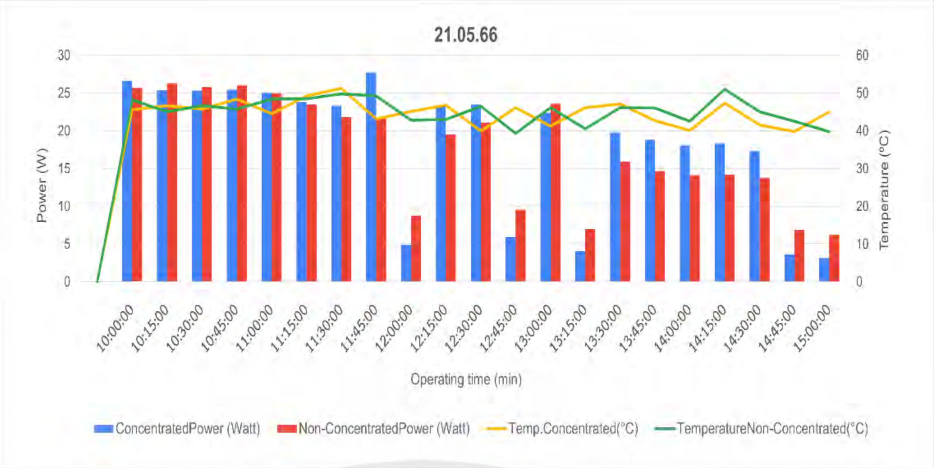
และค่าเพาเวอร์เอาต์พุตอยู่ที่ 3.17 – 27.70 วัตต์ และแบบความเข้มแสงปกติมีค่าช่วงความเข้มแสงที่เก็บได้มีค่าอยู่ที่ 148 – 1062 วัตต์ และค่าเพาเวอร์เอาต์พุตอยู่ที่ 6.20 - 26.20 วัตต์




**รูปที่ 4.1** แสดงค่าเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเพาเวอร์เอาต์พุต (วัตต์) กับค่าความเข้มแสง (รังสีตรง) (วัตต์) ที่เวลาใดๆ

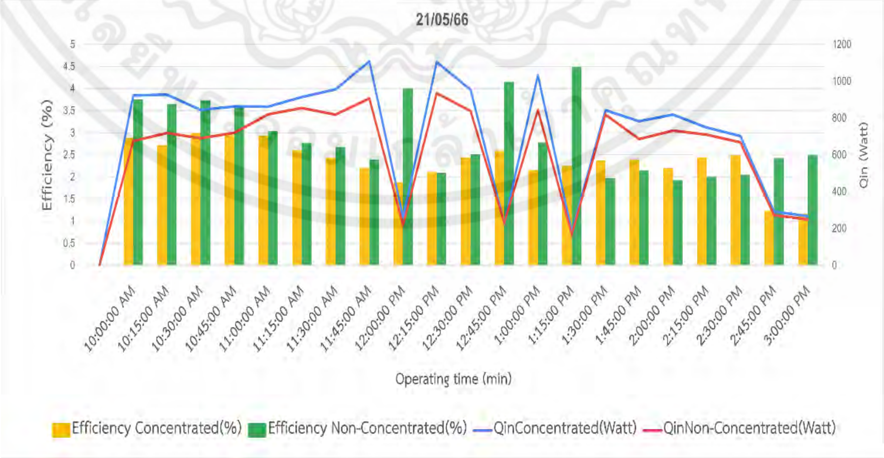
รูปที่ 4.2 ผลการทดลองเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) กับค่าเพาเวอร์เอาต์พุต ในเวลา 10.00 - 15.00 นาฬิกา ซึ่งแสดงค่าทุก 15 นาที พบว่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ของแผงโซล่าเซลล์นั้นมีผลต่อค่าเพาเวอร์เอาต์พุต จากรูปแสดงให้เห็นว่าแผงโซล่าเซลล์นั้นเกิดการสะสมความร้อนจากการรับความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ จากค่าความเข้มแสงที่ได้รับทำให้ให้อุณหภูมิของแผงแบบความเข้มข้นสูงมีอุณหภูมิที่สูงกว่าและเป็นผลให้ประสิทธิภาพที่ได้น้อยลง โดยช่วงค่าที่เก็บได้ของแบบความเข้มแสงสูงมีค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ที่เก็บได้มีค่าอยู่ที่ 39.8 - 51.2 องศา และค่าเพาเวอร์เอาต์พุตอยู่ที่ 3.10 – 27.70 วัตต์ และแบบความเข้มแสงปกติมีค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) อยู่ที่ 39.3 – 51.0 องศา และค่าเพาเวอร์เอาต์พุตอยู่ที่ 6.2 - 26.20 วัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.2** แสดงค่าเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเพาเวอร์เอาต์พุต (วัตต์) กับอุณหภูมิบนแผงโซล่าเซลล์ (องศาเซลเซียส) ที่เวลาใดๆ

รูปที่ 4.3 ผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มแสงขาเข้า (Qin) กับค่าประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์) ในเวลา 10.00 - 15.00 นาฬิกา ซึ่งแสดงค่าทุก 15 นาที พบว่าค่าความเข้มแสงขาเข้า (Qin) ที่ได้รับของการทดลองแบบความเข้มข้นสูงมากกว่าแบบความเข้มแสงปกติตลอดการทดลองแต่ค่าประสิทธิในบางช่วงเวลามีค่าน้อยซึ่งเป็นผลจากอุณหภูมิที่โซล่าเซลล์ได้รับจากการรวมแสงโดยช่วงค่าที่เก็บได้ของแบบความเข้มแสงสูงมีค่าความเข้มแสงขาเข้า (Qin) สูงสุดที่เก็บได้มีค่าอยู่ที่ 260.92 – 1107.62 วัตต์ และค่าประสิทธิภาพอยู่ที่ 1.16 - 2.99 เปอร์เซ็นต์ และแบบความเข้มแสงปกติมีค่าความเข้มแสงต่อพื้นที่ (Qin) อยู่ที่ 167 – 907.41 วัตต์ และค่าประสิทธิภาพอยู่ที่ 1.93 – 4.48 เปอร์เซ็นต์

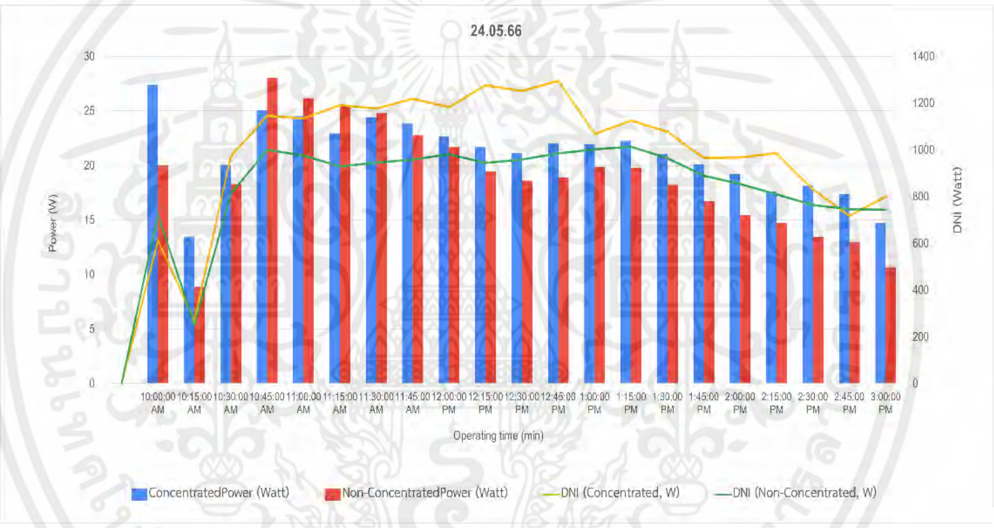



**รูปที่ 4.3** แสดงค่าเปรียบเทียบค่าความเข้มแสงขาเข้า ($Q_{in}$, วัตต์) กับค่าประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์) ของโซล่าเซลล์ที่เวลาใดๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการทดลองแสดงการเปรียบเทียบค่าความสัมพันธ์ของการทดลองรวมแสงของการทดลองในวันที่ 24 พฤษภาคม 2566

จากรูปที่ 4.4 ผลการทดลองมีการเปรียบเทียบค่าความเข้มแสง (รังสีตรง) กับเพาเวอร์เอาต์พุต ในเวลา 10.00 - 15.00 นาฬิกา ซึ่งแสดงค่าทุก 15 นาที พบว่าค่าความเข้มแสง (รังสีตรง) ของการทดลองความเข้มแสงสูงสามารถรับความเข้มแสง (รังสีตรง) ได้มากกว่าแบบความเข้มแสงปกติและยังพบว่าค่าเพาเวอร์เอาต์พุตในช่วงเวลา 10.45 - 11.30 นาฬิกา ของความเข้มแสงสูงไม่สอดคล้องกับเพาเวอร์เอาต์พุตที่ได้รับ โดยช่วงค่าที่เก็บได้ของแบบความเข้มแสงสูงมีค่าความเข้มแสง (รังสีตรง) ที่เก็บได้มีค่าอยู่ที่ 270 - 1295 วัตต์ และค่าเพาเวอร์เอาต์พุตอยู่ที่ 13.42 - 27.39 วัตต์ และแบบความเข้มแสงปกติมีค่าช่วงความเข้มแสงที่เก็บได้อยู่ที่ 250 – 1013 วัตต์ และค่าเพาเวอร์เอาต์พุตอยู่ที่ 8.85 – 28.01 วัตต์

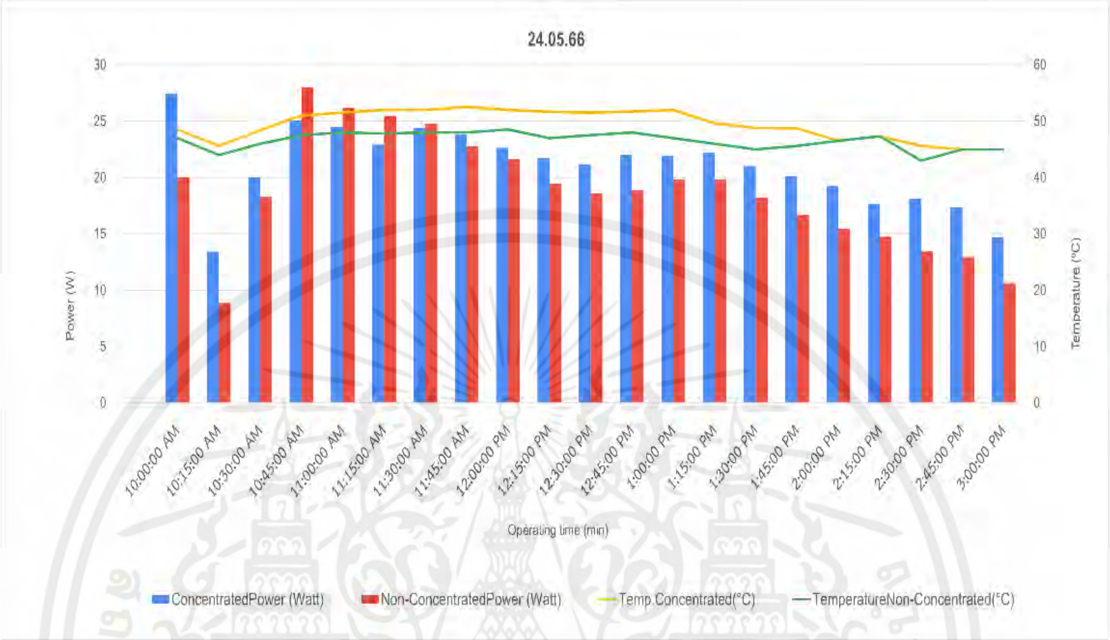



**รูปที่ 4.4** แสดงค่าเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเพาเวอร์เอาต์พุต (วัตต์) กับค่าความเข้มแสง (รังสีตรง) (วัตต์) ที่เวลาใดๆ

รูปที่ 4.5 ผลการทดลองเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) กับค่าเพาเวอร์เอาต์พุต ในเวลา 10.00 - 15.00 นาฬิกา ซึ่งแสดงค่าทุก 15 นาที พบว่าค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ของการทดลองความเข้มแสงสูงมีอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) สูงมากกว่าแบบความเข้มแสงปกติ และยังพบว่าค่าเพาเวอร์เอาต์พุตในช่วงเวลา 10.45 -11.30 นาฬิกา ของความเข้มแสงสูงไม่สอดคล้องกับเพาเวอร์เอาต์พุตที่ได้รับเนื่องจากมีอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทำให้อุณหภูมิของแผงแบบความเข้มข้นสูงมีอุณหภูมิที่สูงกว่าและเป็นผลให้ประสิทธิภาพที่ได้น้อยลง โดยช่วงค่าที่เก็บได้ของแบบความเข้มแสงสูงมีค่าอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

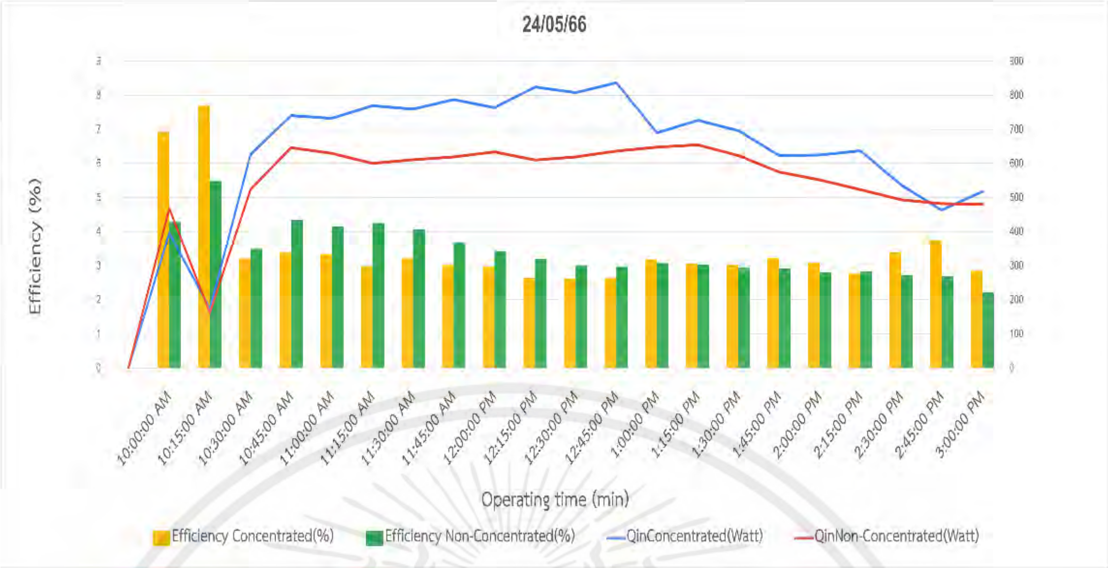
(องศาเซลเซียส) ที่เก็บได้มีค่าอยู่ที่ 45 - 52.50 องศา และค่าเพาเวอร์เอาต์พุตอยู่ที่ 13.42 – 27.39 วัตต์ และแบบความเข้มแสงปกติมีค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) อยู่ที่ 43.00 – 48.5 องศา และค่าเพาเวอร์เอาต์พุตอยู่ที่ 8.85 – 28.01 วัตต์




**รูปที่ 4.5** แสดงค่าเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเพาเวอร์เอาต์พุต (วัตต์) กับอุณหภูมิบนแผงโซล่าเซลล์ (องศาเซลเซียส) ที่เวลาใดๆ

รูปที่ 4.6 ผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มแสงขาเข้า (Qin) กับค่าประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์) ในเวลา 10.00 - 15.00 นาฬิกา ซึ่งแสดงค่าทุก 15 นาที พบว่าค่าความเข้มแสงขาเข้า (Qin) ที่ได้รับของการทดลองแบบความเข้มข้นสูงมากกว่าแบบความเข้มแสงปกติตลอดการทดลองแต่ค่าประสิทธิภาพในบางเวลา 10.30 นาฬิกา ค่าประสิทธิภาพไม่สอดคล้องกันกับค่าความเข้มแสงขาเข้ามีผลมาจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นตามความเข้มแสงขาเข้า โดยช่วงค่าที่เก็บได้ของแบบความเข้มแสงสูงมีค่าความเข้มแสงขาเข้า (Qin) สูงสุดที่เก็บได้มีค่าอยู่ที่ 174 - 836 วัตต์ และค่าประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์) อยู่ที่ 2.62 - 7.69 เปอร์เซ็นต์ และแบบความเข้มแสงปกติมีค่าความเข้มแสงต่อพื้นที่ (Qin) อยู่ที่ 161.46 – 654 วัตต์ และค่าประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์) อยู่ที่ 2.22 - 5.48 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

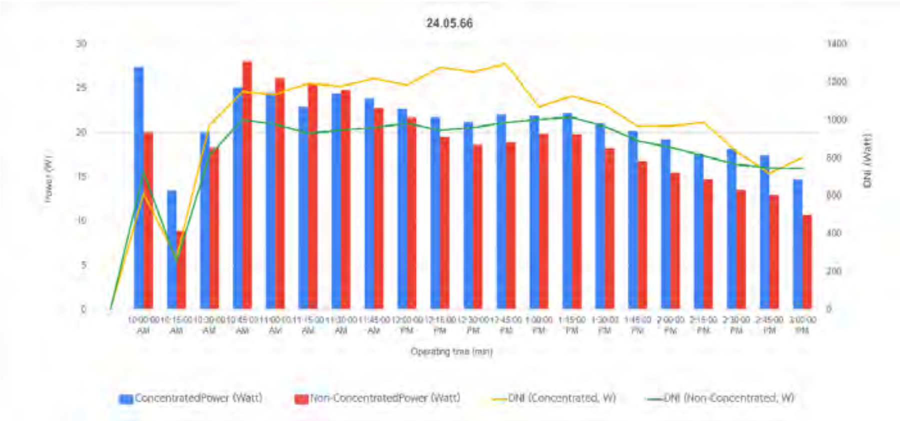



**รูปที่ 4.6** แสดงค่าเปรียบเทียบค่าความเข้มแสงขาเข้า ($Q_{in}$, วัตต์) กับค่าประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์) ของโซล่าเซลล์ที่เวลาใดๆ

4.1.3 ผลการทดลองแสดงการเปรียบเทียบค่าความสัมพันธ์ของการทดลองรวมแสงของการทดลองในวันที่ 25 พฤษภาคม 2566

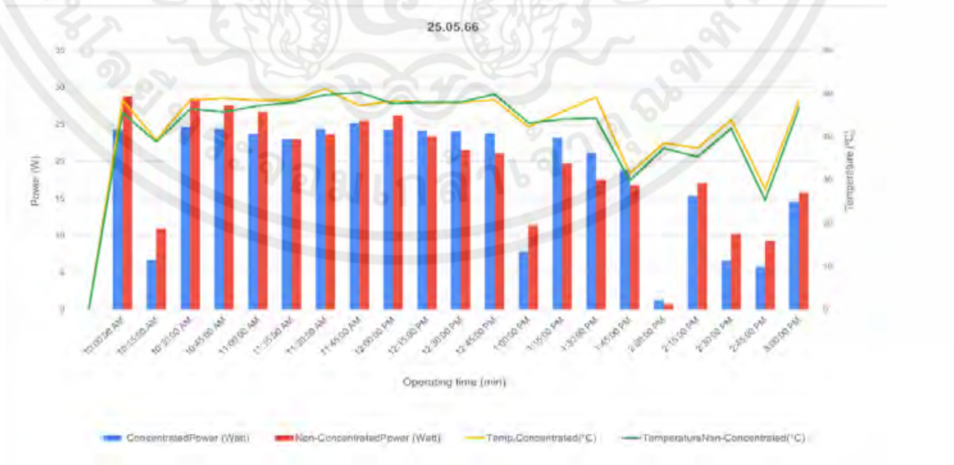
จากรูปที่ 4.7 ผลการทดลองมีการเปรียบเทียบค่าความเข้มแสง (รังสีตรง) กับเพาเวอร์เอาต์พุต ในเวลา 10.00 - 15.00 นาฬิกา ซึ่งแสดงค่าทุก 15 นาที พบว่าค่าความเข้มแสง (รังสีตรง) ของการทดลองความเข้มแสงสูงสามารถรับความเข้มแสง (รังสีตรง) ได้มากกว่าแบบความเข้มแสงปกติ ในช่วงเวลา 10.30 – 11.00 นาฬิกา เพาเวอร์เอาต์พุตไม่สอดคลองกันกับค่าความเข้มแสง โดยช่วงค่าที่เก็บได้ของแบบความเข้มแสงสูงมีค่าความเข้มแสง (รังสีตรง) ที่เก็บได้มีค่าอยู่ที่ 214 - 1391 วัตต์ และค่าเพาเวอร์เอาต์พุตอยู่ที่ 1.26 – 25.18 วัตต์ และแบบความเข้มแสงปกติมีค่าช่วงความเข้มแสงที่เก็บได้อยู่ที่ 250 - 1013 วัตต์ และค่าเพาเวอร์เอาต์พุตอยู่ที่ 8.85 – 28.01 วัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.7** แสดงค่าเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง เพาเวอร์เอาต์พุต (วัตต์) กับค่าความเข้มแสง (รังสีตรง) (วัตต์) ที่เวลาใดๆ

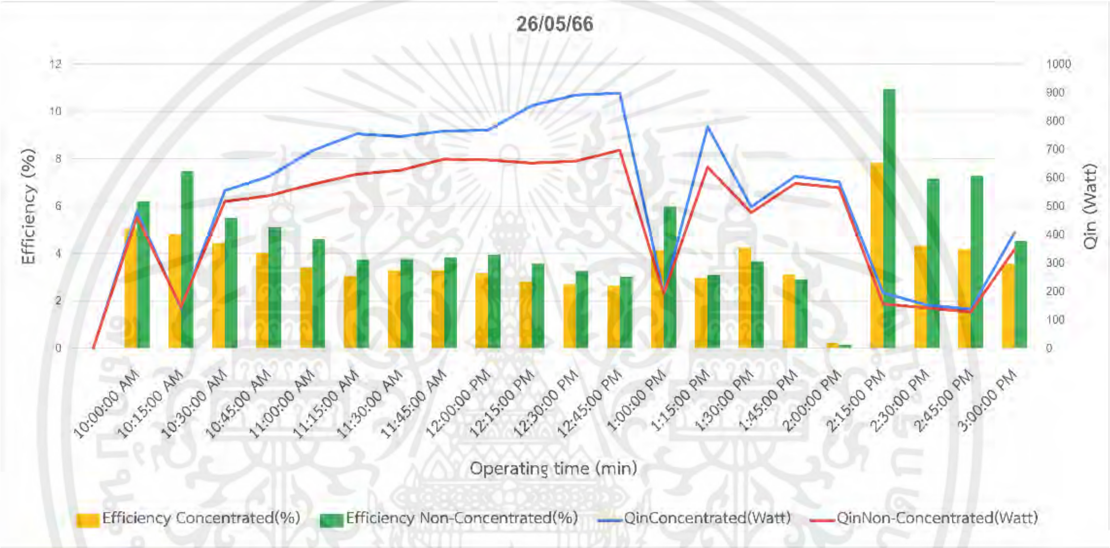
รูปที่ 4.8 ผลการทดลองเปรียบเทียบอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) กับค่าเพาเวอร์เอาต์พุต ในเวลา 10.00 - 15.00 นาฬิกา ซึ่งแสดงค่าทุก 15 นาที พบว่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ของการทดลองความเข้มแสงสูงมีอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) สูงมากกว่าแบบความเข้มแสงปกติ ในช่วงเวลา 10.30 - 11.00 พบว่าค่าช่วงนี้แสดงอุณหภูมิของแผงที่เพิ่มสูงขึ้น จึงสามารถสรุปได้ว่า อุณหภูมิเป็นผลให้กำลังไฟฟ้าที่ได้จากโซล่าเซลล์ลดลง โดยช่วงค่าที่เก็บได้ของแบบความเข้มแสงสูงมีค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ที่เก็บได้มีค่าอยู่ที่ 27.90 – 51.10 องศา และค่าเพาเวอร์เอาต์พุตอยู่ที่ 1.26 – 24.62 วัตต์ และแบบความเข้มแสงปกติมีค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) อยู่ที่ 25.3 – 50.2 องศา และค่าเพาเวอร์เอาต์พุตอยู่ที่ 0.78 - 28.74 วัตต์




**รูปที่ 4.8** แสดงค่าเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเพาเวอร์เอาต์พุต (วัตต์) กับอุณหภูมิบนแผงโซล่าเซลล์ (องศาเซลเซียส) ที่เวลาใดๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.9 ผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มแสงขาเข้า (Qin) กับค่าประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์) ในเวลา 10.00 - 15.00 นาฬิกา ซึ่งแสดงค่าทุก 15 นาที พบว่าค่าความเข้มแสงขาเข้า (Qin) ที่ได้รับของการทดลองแบบความเข้มข้นสูงมากกว่าแบบความเข้มแสงปกติตลอดการทดลอง โดยช่วงเวลา 10.00 – 11.00 นาฬิกา ค่าประสิทธิภาพที่ได้ไม่เป็นไปตามค่าความเข้มแสงขาเข้าที่เพิ่มขึ้น โดยช่วงค่าที่เก็บได้ของแบบความเข้มแสงสูงมีค่าความเข้มแสงขาเข้า (Qin) สูงสุดที่เก็บได้มีค่าอยู่ที่ 138.21 – 898.36 วัตต์ และค่าประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์) อยู่ที่ 0.21 – 7.82 เปอร์เซ็นต์ และแบบความเข้มแสงปกติมีค่าความเข้มแสงต่อพื้นที่ (Qin) อยู่ที่ 127.88 – 697.51 วัตต์ และค่าประสิทธิภาพอยู่ที่ 0.14 - 10.95 เปอร์เซ็นต์




**รูปที่ 4.9** แสดงค่าเปรียบเทียบค่าความเข้มแสงขาเข้า ($Q_{in}$, วัตต์) กับค่าประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์) ของโซล่าเซลล์ที่เวลาใดๆ

4.1.4 ผลการทดลองแสดงการเปรียบเทียบค่าความสัมพันธ์ของการทดลองรวมแสงของการทดลองในวันที่ 26 พฤษภาคม 2566

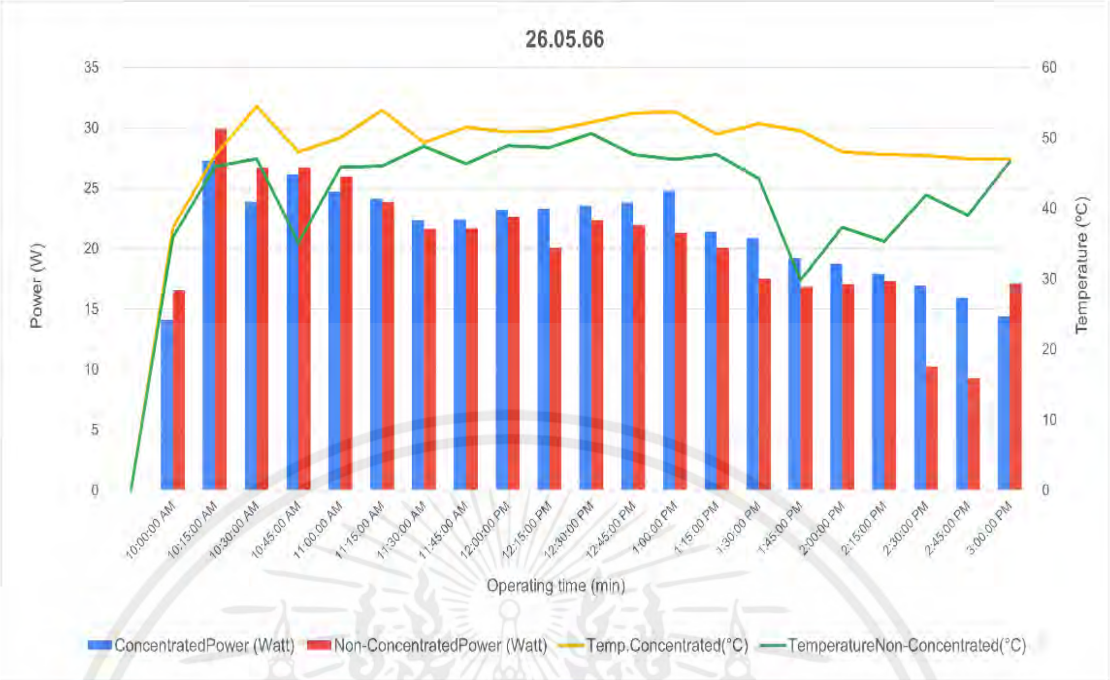
จากรูปที่ 4.10 ผลการทดลองมีการเปรียบเทียบค่าความเข้มแสง (รังสีตรง) กับเพาเวอร์เอาต์พุต ในเวลา 10.00 - 15.00 นาฬิกา ซึ่งแสดงค่าทุก 15 นาที พบว่าค่าความเข็มแสง (รังสีตรง) ของการทดลองความเข้มแสงสูงสามารถรับความเข้มแสง (รังสีตรง) ได้มากกว่าแบบความเข้มแสงปกติเป็นแบบนี้ตลอดทั้งโดยพบว่าทุกครั้งที่ค่าความเข้มแสงเพิ่มขึ้นพลังงานที่ได้ของแบบความเข้มข้นสูงจะมีประสิทธิภาพน้อยกว่าแบบความเข้มปกติ โดยช่วงค่าที่เก็บได้ของแบบความเข้มแสงสูงมีค่าความเข้มแสง (รังสีตรง) ที่เก็บได้มีค่าอยู่ที่ 328 - 1420 วัตต์ และค่าเพาเวอร์เอาต์พุตอยู่ที่ 14.08 - 27.26 วัตต์ และแบบความเข้มแสงปกติมีค่าช่วงความเข้มแสงที่เก็บได้อยู่ที่ 296 - 1074 วัตต์ และค่าเพาเวอร์เอาต์พุตอยู่ที่ 9.30 - 29.88 วัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ 4.10** แสดงค่าเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง เพาเวอร์เอาต์พุต (วัตต์) กับค่าความเข้มแสง (รังสีตรง) (วัตต์) ที่เวลาใดๆ

รูปที่ 4.11 ผลการทดลองเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) กับค่าเพาเวอร์เอาต์พุตในเวลา 10.00 - 15.00 นาฬิกา ซึ่งแสดงค่าทุก 15 นาที พบว่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ของการทดลองความเข้มแสงสูงมีอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) สูงกว่าแบบความเข้มแสงปกติ อีกทั้งพบว่าช่วงเวลาที่อุณหภูมิส่งผลกระทบต่อการผลิตไฟฟ้าที่ไม่สอดคล้องกับค่ารังสีที่ได้รับคือ 10.15 - 11.00 นาฬิกา ซึ่งมาจากอุณหภูมิที่พุ่งสูงขึ้นอย่ารวดเร็ว จึงเป็นที่มาของค่าเพาเวอร์เอาต์พุตน้อยลง โดยช่วงค่าที่เก็บได้ของแบบความเข้มแสงสูงมีค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ที่เก็บได้มีค่าอยู่ที่ 37.20 - 53.9 องศา และค่าเพาเวอร์เอาต์พุตอยู่ที่ 14.08 - 27.26 วัตต์ และแบบความเข้มแสงปกติมีค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) อยู่ที่ 29.8 - 50 องศา และค่าเพาเวอร์เอาต์พุตอยู่ที่ 9.30 - 29.88 วัตต์

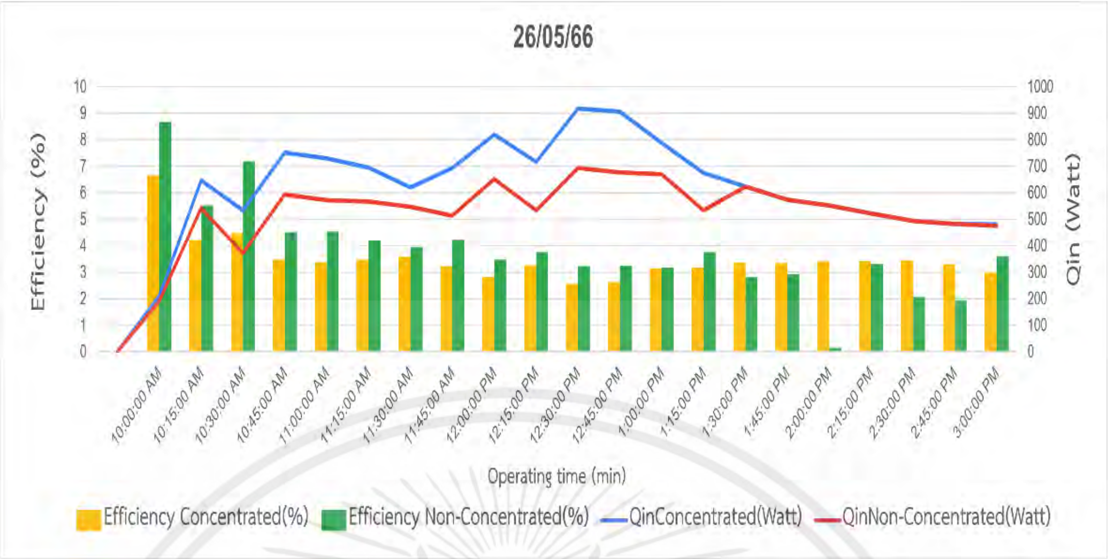
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.11** แสดงค่าเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเพาเวอร์เอาต์พุต (วัตต์) กับอุณหภูมิบนแผงโซล่าเซลล์ (องศาเซลเซียส) ที่เวลาใดๆ

รูปที่ 4.12 ผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มแสงขาเข้า (Qin) กับค่าประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์) ในเวลา 10.00 - 15.00 นาฬิกา ซึ่งแสดงค่าทุก 15 นาที พบว่าค่าความเข้มแสงขาเข้า (Qin) ที่ได้รับของการทดลองแบบความเข้มข้นสูงมากกว่าแบบความเข้มแสงปกติตลอดการทดลองจนกระทั้งถึงเวลา 13.30 นาฬิกา พบว่าค่าความเข้มแสงขาเข้ามีค่าเท่ากันแต่ประสิทธิภาพที่ได้มีความแตกต่างกัน จึงสามารถสรุปได้ชัดว่า อุณหภูมิเป็นที่มาของค่าประสิทธิภาพที่ลดลงโดยช่วงค่าที่เก็บได้ของแบบความเข้มแสงสูงมีค่าความเข้มแสงขาเข้า (Qin) สูงสุดที่เก็บได้มีค่าอยู่ที่ 211.84 - 917 วัตต์ และค่าประสิทธิภาพอยู่ที่ 2.57 - 6.65 เปอร์เซ็นต์ และแบบความเข้มแสงปกติมีค่าความเข้มแสงต่อพื้นที่ (Qin) อยู่ที่ 191.17 - 693.63 วัตต์ และค่าประสิทธิภาพอยู่ที่ 1.93 - 8.67 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

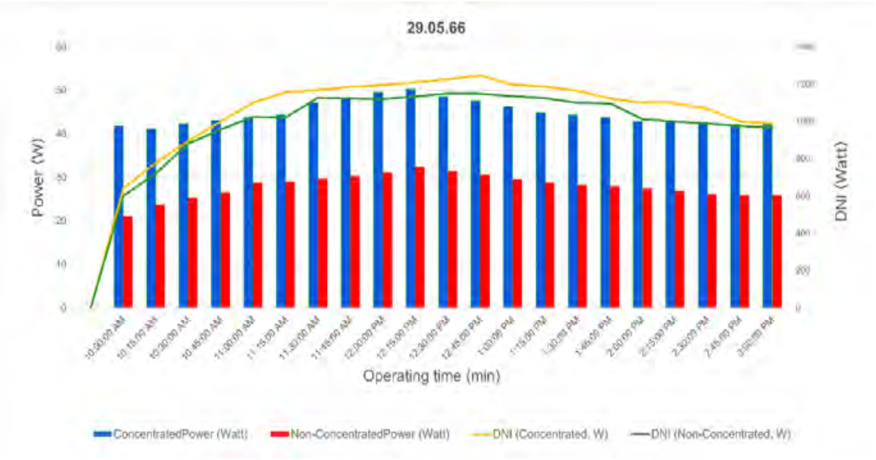



**รูปที่ 4.12** แสดงค่าเปรียบเทียบค่าความเข้มแสงขาเข้า ($Q_{in}$, วัตต์) กับค่าประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์) ของโซล่าเซลล์ที่เวลาใดๆ

4.1.5 ผลการทดลองแสดงการเปรียบเทียบค่าความสัมพันธ์ของการทดลองรวมแสงของการทดลองในวันที่ 29 พฤษภาคม 2566

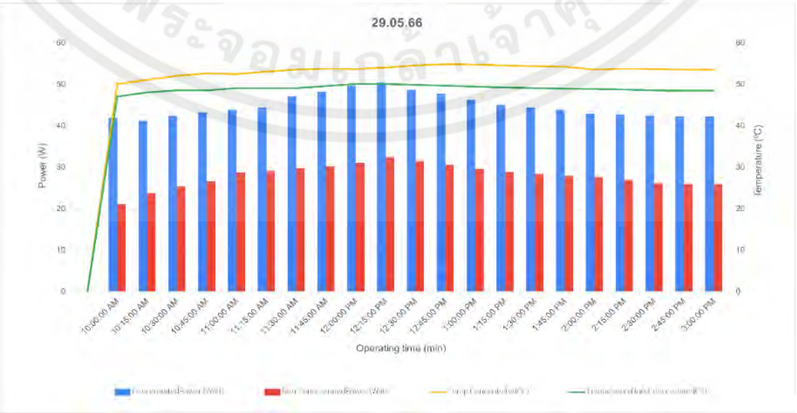
จากรูปที่ 4.13 ผลการทดลองมีการเปรียบเทียบค่าความเข้มแสง (รังสีตรง) กับเพาเวอร์เอาต์พุต ในเวลา 10.00 - 15.00 นาฬิกา ซึ่งแสดงค่าทุก 15 นาที พบว่าค่าความเข้มแสง (รังสีตรง) ของการทดลองความเข้มแสงสูงสามารถรับความเข้มแสง (รังสีตรง) ได้มากกว่าแบบความเข้มแสงปกติเป็นแบบนี้ตลอดทั้งวันพบว่าเวลา 10.00 - 15 นาฬิกา ค่าความเข้มแสงมีค่าเพิ่มขึ้น และหลังจากนั้นค่าความเข้มแสงจะลดลงตามลำดับ และค่าเพาเวอร์อินพุตที่ได้มีความสอดคล้องและเป็นไปตามรังสีของดวงอาทิตย์ที่ได้รับ โดยช่วงค่าที่เก็บได้ของแบบความเข้มแสงสูงมีค่าความเข้มแสง (รังสีตรง) ที่เก็บได้มีค่าอยู่ที่ 641 - 1248 วัตต์ และค่าเพาเวอร์เอาต์พุตอยู่ที่ 41.18 - 50.35 วัตต์ และแบบความเข้มแสงปกติมีค่าช่วงความเข้มแสงที่เก็บได้อยู่ที่ 600 - 1150 วัตต์  และค่าเพาเวอร์เอาต์พุตอยู่ที่ 21.04 - 32.39 วัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.13** แสดงค่าเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเพาเวอร์เอาต์พุต (วัตต์) กับค่าความเข้มแสง (รังสีตรง) (วัตต์) ที่เวลาใดๆ

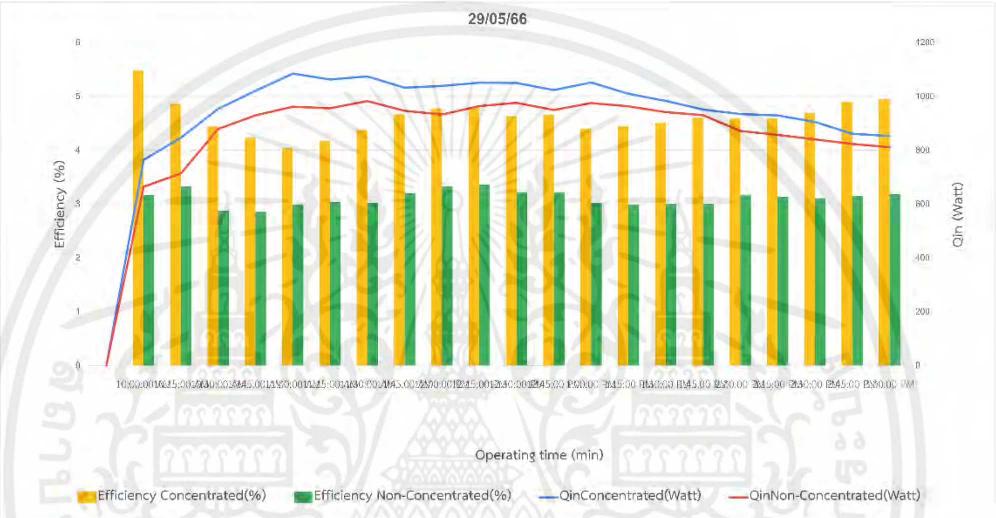
รูปที่ 4.14 ผลการทดลองเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) กับค่าเพาเวอร์เอาต์พุต ในเวลา 10.00 - 15.00 นาฬิกา ซึ่งแสดงค่าทุก 15 นาที พบว่าในสภาพอากาศลมพัดตลอดทั้งวันและค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ของการทดลองความเข้มแสงสูงมีอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) สูงมากกว่าแบบความเข้มแสงปกติโดยพบว่า ลมจากสภาพอากาศช่วยพาความร้อนของโซล่าเซลล์ออกมีผลทำให้เมื่ออุณหภูมิเย็นลงทำให้กำลังไฟฟ้าของโซล่าเซลล์ดีขึ้น โดยช่วงค่าที่เก็บได้ของแบบความเข้มแสงสูงมีค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ที่เก็บได้มีค่าอยู่ที่ 50 - 54.8 องศา และค่าเพาเวอร์เอาต์พุตอยู่ที่ 41.18 - 50.35 วัตต์ และแบบความเข้มแสงปกติมีค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) อยู่ที่ 47.0 - 50.0 องศา และค่าเพาเวอร์เอาต์พุตอยู่ที่ 21.04 - 32.39 วัตต์




**รูปที่ 4.14** แสดงค่าเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเพาเวอร์เอาต์พุต (วัตต์) กับอุณหภูมิบนแผงโซล่าเซลล์ (องศาเซลเซียส) ที่เวลาใดๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.15 ผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มแสงขาเข้า (Qin) กับค่าประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์) ในเวลา 10.00 - 15.00 นาฬิกา ซึ่งแสดงค่าทุก 15 นาที พบว่าค่าความเข้มแสงขาเข้า (Qin) ที่ได้รับของการทดลองแบบความเข้มข้นสูงมากกว่าแบบความเข้มแสงปกติตลอดการทดลองและค่าประสิทธิภาพสอดคล้องกับค่าความเข้มแสงขาเข้า โดยช่วงค่าที่เก็บได้ของแบบความเข้มแสงสูงมีค่าความเข้มแสงขาเข้า (Qin) สูงสุดที่เก็บได้มีค่าอยู่ที่ 763.38 - 1084 วัตต์ และค่าประสิทธิภาพอยู่ที่ 4.04-5.48 เปอร์เซ็นต์ และแบบความเข้มแสงปกติมีค่าความเข้มแสงต่อพื้นที่ (Qin) อยู่ที่ 663.92 - 982.97 วัตต์ และค่าประสิทธิภาพอยู่ที่ 2.85 - 3.36 เปอร์เซ็นต์

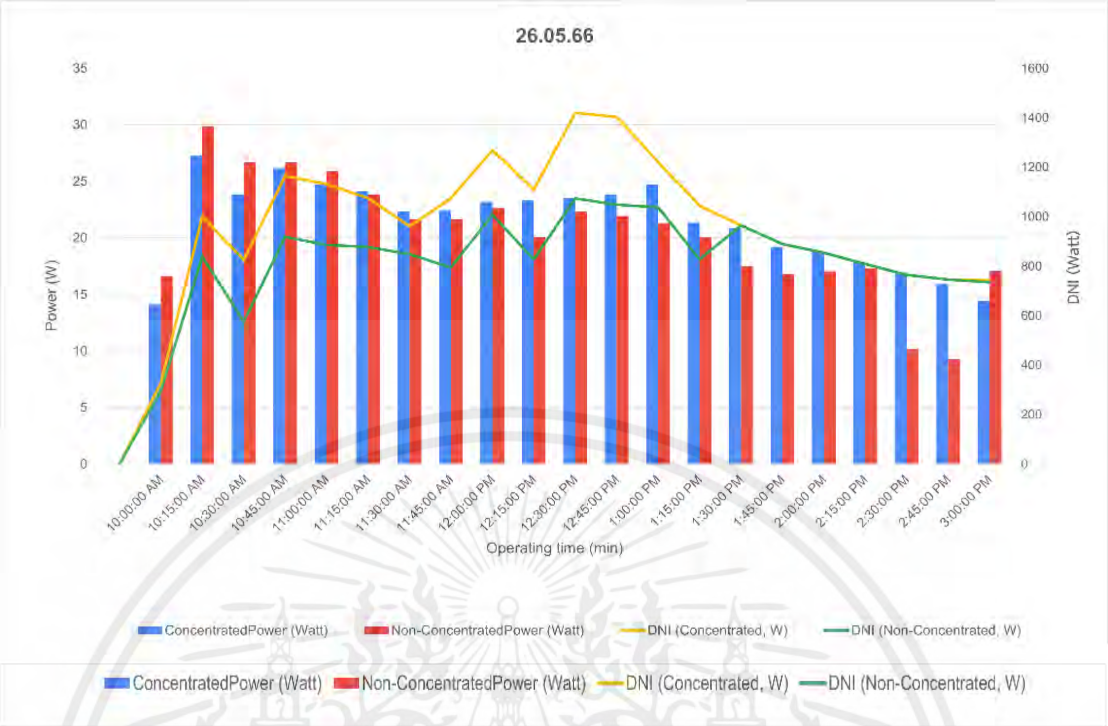



**รูปที่ 4.15** แสดงค่าเปรียบเทียบค่าความเข้มแสงขาเข้า ($Q_{in}$, วัตต์) กับค่าประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์) ของโซล่าเซลล์ที่เวลาใดๆ

4.1.6 ผลการทดลองแสดงการเปรียบเทียบค่าความสัมพันธ์ของการทดลองรวมแสงของการทดลองในวันที่ 02 มิถุนายน 2566

จากรูปที่ 4.16 ผลการทดลองมีการเปรียบเทียบค่าความเข้มแสง (รังสีตรง) กับเพาเวอร์เอาต์พุต ในเวลา 10.00 - 15.00 นาฬิกา ซึ่งแสดงค่าทุก 15 นาที พบว่าค่าความเข้มแสง (รังสีตรง) ของการทดลองความเข้มแสงสูงสามารถรับความเข้มแสง (รังสีตรง) ได้มากกว่าแบบความเข้มแสงปกติและมีความไม่สอดคล้องกันของค่าความเข้มแสงที่ได้รับของแบบความเข้มข้นสูง และเพาเวอร์เอาต์พุตที่ได้ ซึ่งเป็นผลจากความเข็มแสงสูงทึ่งมาพร้อมกับอุณหภูมิที่สูงเช่นกัน จึงเป็นผลให้ค่าประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าไม่สอดคล้องกันจากนั้นหลังจาก 14.00 นาฬิกา เป็นต้นไปมีฝนตกจึงไม่มีค่าที่สามารถเก็บได้ โดยช่วงค่าที่เก็บได้ของแบบความเข้มแสงสูงมีค่าความเข้มแสง (รังสีตรง) ที่เก็บได้มีค่าอยู่ที่ 0 - 1248 วัตต์ และค่าเพาเวอร์เอาต์พุตอยู่ที่ 0.36 - 30.50 วัตต์ และแบบความเข้มแสงปกติมีค่าช่วงความเข้มแสงที่เก็บได้อยู่ที่ 600 - 1150 วัตต์ และค่าเพาเวอร์เอาต์พุตอยู่ที่ 0.53 - 48.27 วัตต์

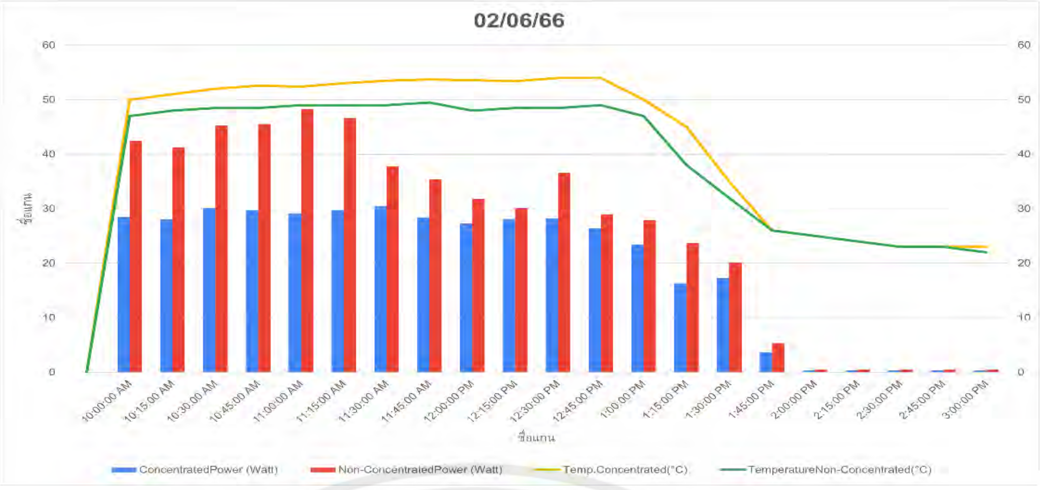
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



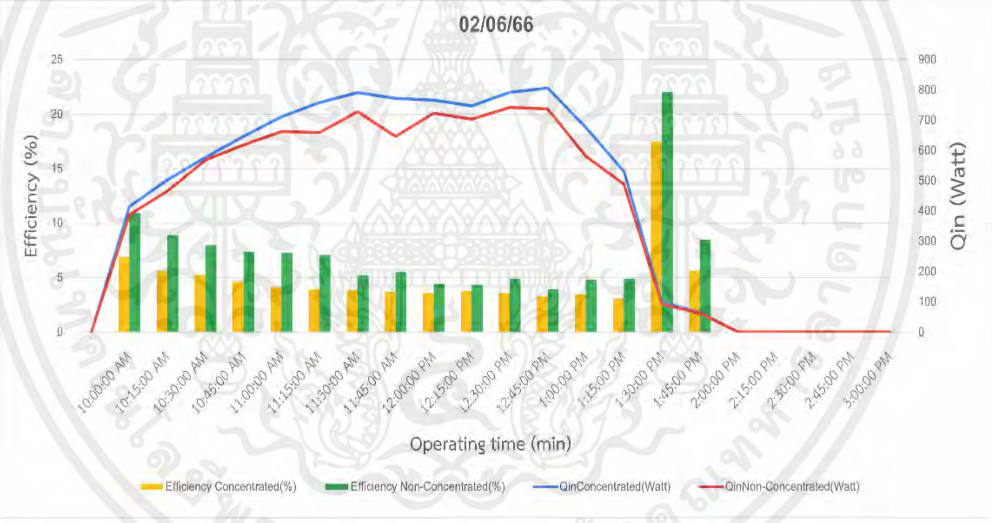

**รูปที่ 4.16** แสดงค่าเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง เพาเวอร์เอาต์พุต (วัตต์) กับค่าความเข้มแสง (รังสีตรง) (วัตต์) ที่เวลาใดๆ

รูปที่ 4.17 ผลการทดลองเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) กับค่าเพาเวอร์เอาต์พุตในเวลา 10.00 - 15.00 นาฬิกา ซึ่งแสดงค่าทุก 15 นาที พบว่าในสภาพอากาศลมพัดตลอดทั้งวันและค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ของการทดลองความเข้มแสงสูงมีอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) สูงมากกว่าแบบความเข้มแสงที่ปกติซึ่งค่าพลังงานที่ได้ไม่เป็นไปตามความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นเป็นผลจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นผลของกำลังไฟฟ้าที่ได้จึงลดลงจากผลกระทบนี้ โดยช่วงค่าที่เก็บได้ของแบบความเข้มแสงสูงมีค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ที่เก็บได้มีค่าอยู่ที่ 23.0 - 54.0 องศา และค่าเพาเวอร์เอาต์พุตอยู่ที่ 0.36 - 30.50 วัตต์ และแบบความเข้มแสงปกติมีค่าอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) อยู่ที่ 22.0 - 49.50 องศา และค่าเพาเวอร์เอาต์พุตอยู่ที่ 0.53 - 48.27 วัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.17** แสดงค่าเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างเพาเวอร์เอาต์พุต (วัตต์) กับอุณหภูมิบนแผงโซล่าเซลล์ (องศาเซลเซียส) ที่เวลาใดๆ




**รูปที่ 4.18** แสดงค่าเปรียบเทียบค่าความเข้มแสงขาเข้า ($Q_{in}$, วัตต์) กับค่าประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์) ของโซล่าเซลล์ที่เวลาใดๆ

รูปที่ 4.18 ผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มแสงขาเข้า (Qin) กับค่าประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์) ในเวลา 10.00 - 15.00 นาฬิกา ซึ่งแสดงค่าทุก 15 นาที พบว่าค่าความเข้มแสงขาเข้า (Qin) ที่ได้รับของการทดลองแบบความเข้มข้นสูงมากกว่าแบบความเข้มแสงปกติตลอดการทดลองและค่าประสิทธิภาพสอดคล้องกับค่าความเข้มแสงขาเข้า จากค่าประสิทธิภาพในการทดลองของแบบความเข้มแสงสูงมีค่าน้อยกว่า เพราะจากการที่ความเข้มแสงขาเข้าที่เยอะมีผลให้เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิบนแผง ทำให้แผงมีการสะสมความร้อนส่งผลให้พลังงานที่ได้ลดน้อยลงตามไปด้วยจึงไม่ไปตามค่าความเข้มแสงขาเข้าที่ได้รับมา โดยช่วงค่าที่เก็บได้ของแบบความเข้มแสงสูงมีค่าความเข้มแสงขาเข้า (Qin) สูงสุดที่เก็บได้มีค่าอยู่ที่ 0 - 806.01 วัตต์ และค่าประสิทธิภาพอยู่ที่ 0.0 - 17.48 เปอร์เซ็นต์ และแบบความเข้มแสงปกติมีค่าความเข้มแสงต่อพื้นที่ (Qin) อยู่ที่ 0 - 742 วัตต์ และ ค่าประสิทธิภาพอยู่ที่ 0 - 21.99 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุปผล

### 5.1 สรุปผลการทดลอง

1.) ผลการทดลองของการทดลองสมรรถนะความเข้มแสงของวันที่ 21/05/66 พบว่า

- การทดลองความเข้มแสงสูง มีค่ารังสีความเข้มแสงขาเข้าสูงสุดอยู่ที่ 1107.2 วัตต์ และค่าประสิทธิภาพสูงสุดอยู่ที่ 2.99 เปอร์เซ็นต์
- การทดลองความเข้มแสงปกติ มีค่ารังสีความเข้มแสงขาเข้าสูงสุดอยู่ที่ 907.41 วัตต์ และค่าประสิทธิภาพสูงสุดอยู่ที่ 4.48 เปอร์เซ็นต์

2.) ผลการทดลองของการทดลองสมรรถนะความเข้มแสงของวันที่ 24/05/66 พบว่า

- การทดลองความเข้มแสงสูง มีค่ารังสีความเข้มแสงขาเข้าสูงสุดอยู่ที่ 836 วัตต์ และค่าประสิทธิภาพสูงสุดอยู่ที่ 7.69 เปอร์เซ็นต์
- การทดลองความเข้มแสงปกติ มีค่ารังสีความเข้มแสงขาเข้าสูงสุดอยู่ที่ 654 วัตต์ และค่าประสิทธิภาพสูงสุดอยู่ที่ 5.48 เปอร์เซ็นต์

3.) ผลการทดลองของการทดลองสมรรถนะความเข้มแสงของวันที่ 25/05/66 พบว่า

- การทดลองความเข้มแสงสูง มีค่ารังสีความเข้มแสงขาเข้าสูงสุดอยู่ที่ 898.36 วัตต์ และค่าประสิทธิภาพสูงสุดอยู่ที่ 7.82 เปอร์เซ็นต์
- การทดลองความเข้มแสงปกติ มีค่ารังสีความเข้มแสงขาเข้าสูงสุดอยู่ที่ 697.51 วัตต์ และค่าประสิทธิภาพสูงสุดอยู่ที่ 10.95 เปอร์เซ็นต์

4.) ผลการทดลองของการทดลองสมรรถนะความเข้มแสงของวันที่ 26/05/66 พบว่า

- การทดลองความเข้มแสงสูง มีค่ารังสีความเข้มแสงขาเข้าสูงสุดอยู่ที่ 917 วัตต์ และค่าประสิทธิภาพสูงสุดอยู่ที่ 6.65 เปอร์เซ็นต์
- การทดลองความเข้มแสงปกติ มีค่ารังสีความเข้มแสงขาเข้าสูงสุดอยู่ที่ 693.63 วัตต์ และค่าประสิทธิภาพสูงสุดอยู่ที่ 8.67 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.) ผลการทดลองของการทดลองสมรรถนะความเข้มแสงของวันที่ 29/05/66 พบว่า

- การทดลองความเข้มแสงสูง มีค่ารังสีความเข้มแสงขาเข้าสูงสุดอยู่ที่ 1084 วัตต์ และค่าประสิทธิภาพสูงสุดอยู่ที่ 5.48 เปอร์เซ็นต์

- การทดลองความเข้มแสงปกติ มีค่ารังสีความเข้มแสงขาเข้าสูงสุดอยู่ที่ 982.97 วัตต์ และค่าประสิทธิภาพสูงสุดอยู่ที่ 3.36 เปอร์เซ็นต์

6.) ผลการทดลองของการทดลองสมรรถนะความเข้มแสงของวันที่ 02/06/66 พบว่า

- การทดลองความเข้มแสงสูง มีค่ารังสีความเข้มแสงขาเข้าสูงสุดอยู่ที่ 806.01 วัตต์ และค่าประสิทธิภาพสูงสุดอยู่ที่ 17.48 เปอร์เซ็นต์

- การทดลองความเข้มแสงปกติ มีค่ารังสีความเข้มแสงขาเข้าสูงสุดอยู่ที่ 742 วัตต์ และค่าประสิทธิภาพสูงสุดอยู่ที่ 21.99 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลองพบว่า การทดลองสมรรถนะแสงอาทิตย์ความเข้มข้นสูงโดยใช้เลนส์เฟรสเนลการทดลองแบบความเข้มข้นสูงสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้จริง แต่จากการทดลองมีประสิทธิภาพน้อยกว่าแบบความเข้มข้นปกติอยู่ที่ 8.01 ต่อ 9.15 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากผลของระยะรับแสงและอุณหภูมิสะสมของแผงโซล่าเซลล์

**5.2 ข้อเสนอแนะ**

1.) ขนาดของโซล่าเซลล์ที่เล็กลงมาใช้ในการทดลองนี้จะแก้ปัญหาเรื่องระยะได้

2.) ควรมีดาต้าล็อกเกอร์เพื่อลดความคลาดเคลื่อน

3.) หากต้องการพลังงานสูงสุดควรมีตัวระบายความร้อนของแผงโซล่าเซลล์จะช่วยให้เพิ่มประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง

[1] A. R. Jha. (2010). **Solar Cell Technology and Applications**. Boca Raton: Taylor & Francis Group

[2] M. J. Y. Tayebjee, D. R. McCamey, and T. W. Schmidt, “Beyond Shockley–Queisser: **Molecular Approaches to High-Efficiency Photovoltaics**,” J. Phys. Chem. Lett., vol. 6, no. 12, pp. 2367–2378, 2015.

[3] Pinto ES, Serra LM, Lazaro A. **Energy communities approach applied to optimize polygeneration systems** in residential buildings: case study in Zaragoza, Spain. Sustain Cities Soc 2022; 82:103885.

[4] Duffie, J.A. & Beckman, W.A. (2013). **Solar engineering of thermal processes**. John Wiley & Sons

[5] D. Chemisana; and Chr. Lamnatou. (2014, April). **Photovoltaic-green roofs: Experimental evaluation of system performance**. Applied Energy. 119: 246-256.

[6] Gunawan, A; Hiralal, P; Amaratunga, G.A. J; Tan, K.T; and Elmes, S. (2014, June). The effect of building integration on the temperature and performance of photovoltaic modules. **In The 2014 IEEE 40th Photovoltaic Specialist Conference (PVSC)**. pp. 0776-0781.

[7] Jayasekara, N; and Wolfs, P. (2010, December). Analysis of power quality impact of high penetration PV in residential feeders. **In The 20th Australasian Universities Power Engineering Conference (AUPEC)**. pp. 1-8

[8] Chattariya Sirisamphanwong; and Nipon Ketjoy. (2012, February). Impact of spectral irradiance distribution on the outdoor performance of photovoltaic system under Thai climatic conditions. **Renewable Energy**. 38(1): 69-74

[9] คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. (2556). การรับซื้อไฟฟ้าจากการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา. สืบค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2559, จาก http://www.erc.or.th

[10] Moreno, L. E. G. (2011). Concentrated Solar Power (CSP) in DESERTEC - Analysis of Technologies to Secure and Affordable Energy Supply. Paper presented at **the**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**6th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems**.

[11] Gil, A., Medrano, M., Martorell, I., Lázaro, A., Dolado, P., Zalba, B., & Cabeza, L. F. (2010). State of the Art on High Temperature Thermal Energy Storage for Power Generation. Part 1- Concepts, Materials and Modellization. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 14(1), 31-55

[12] International Energy Agency (IEA). (2005). **The Parabolic Trough Power Plants** Andasol 1 to 3. The Largest Solar Power Plants in the World - Technology Premiere in Europe

[13] SOLAR, N. (2009). **Puerto Errado 2 in Spain**. Retrieved 23 July, 2015, from http://www.novatecsolar.com/56-1-PE-2.html

[14] SENER Ingeniería y Sistemas. (2007). **First Commercial Moten Salt Central Reveiver Plant 17 MW**, 15 hrs Storage, 6500 hrs/yr. NREL CSP Technology Workshop.

[15] Power-Technology Team. (2015). **Victorville Solar Power Generating Station**, California, United States of America. Retrieved 23 July, 2015, from http://www.power-technology.com/projects/victorville/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ก.
# ข้อมูลทางเทคนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**1. ข้อมูลทางเทคนิคของโซล่าเซลล์ (Solar cell)**

| | |
|---|---|
| Rated peak power | 60 W |
| Voltage at maximum power | 17.4 V |
| Current at maximum power | 4 A |
| Open circuit voltage | 21.6 V |
| Short circuit current | 4.6 A |

**รูปที่ ก.1** แผงโซล่าเซลล์

**2. ข้อมูลทางเทคนิคของหลอดไฟ (Light bulb)**

PAE-9975 (75W)

| | |
|---|---|
| อัตราแรงดันไฟ | AC 220 V ~ 50 Hz |
| อัตราการใช้พลังงาน | 75 W |
| ขนาด | 20 x 10 ซม. |
| รุ่นแบบขั้ว | E27 |
| Short circuit current | 4.6 A |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ ก.2** หลอดไฟ

**3. ข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องวัดความเข้มแสง (UV Light meter)**

TENMARS TM-208

| | |
|---|---|
| Resolution | 0.01, 0.1, 1 W/m2 |
| Wavelength | 400~1100 nm |
| Accuracy | 0.01, 0.1, 1 W/m2 |
| Frequency range | 400~1100 nm |
| Total Weight | 1,200 g |
| Power Supply | 9V battery |
| Battery life | 100 hr. |
| Sample Time | 4 tims per second |
| USB datalogger | 45,000 records |
| Sensor probe | 80(L) X 55(W) X 25(H)mm |
| Data Output | USB PC serial interface |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ ก.3 เครื่องวัดความเข้มแสง (UV Light meter)**

**4. ข้อมูลทางเทคนิคของอินเวอร์เตอร์ (Inverter)**

| | |
|---|---|
| Output Voltage | 220 VAC |
| Output frequency | 50 Hz +/- 2 Hz |
| Output waveform | modified sine wave |
| Input voltage range | 10.0-15.0 V / 20.0-28.0 V DC |
| Low battery alarm | 10.4-11.0 V / 19.0-21.0 V |
| Low battery shutdown point | 9.7-10.3 V / 17.0-18.0 V |
| High battery shutdown point | 14.5-15.5 V / 28.0-30.0 V |
| Continues AC output power | 400 W |
| Maximum AC output power | 800W |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**รูปที่ ก.4** อินเวอร์เตอร์ (Inverter)

**5. ข้อมูลทางเทคนิคของวัตต์มิเตอร์ (Watt meter)**

| | |
|---|---|
| Resistance | 0.0010 Ω |
| Rated voltage | 4.0 V–60 V |
| Size | 8.3 ซม. X 4.7 ซม. X 2 ซม. |
| Input voltage range | 10.0-15.0 V / 20.0-28.0 V DC |
| หน้าจอแสดงผล | 1602 STN LCD |

**รูปที่ ก.5** วัตต์มิเตอร์ (Watt meter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**6. ข้อมูลทางเทคนิคของ โซล่าชาร์จเจอร์ (Solar Charge Controller)**

KONEZE STC-C20

| | |
|---|---|
| model | EPIP20-H, 12/24V, 20A |
| Rated Voltage | 12 V/24 V |
| Rated Current | 20 A |
| Weight | 9.70 oz (275g) |

**รูปที่ ก.6** โซล่าชาร์จเจอร์ (Solar Charge Controller)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ข

# ตารางบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ข.1** แสดงผลการทดลองระยะการรวมแสงของเลนส์และโซล่าเซลล์ ในวันที่ 21/05/66 กำหนดเวลา 12.00–12.05 น. แสดงผลทุก 1 นาที (ระยะโฟกัสของการรวมแสงของเลนส์เฟรสเนลที่ระยะ 1.2 เมตร)

| โซล่าเซลล์ความเข้มข้นสูง | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ระยะ (m) | แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) | กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์) | กำลังไฟฟ้า (วัตต์) | ความเข้มแสงออกจากเลนส์ (วัดจากด้านหน้าของเลนส์) (วัตต์ต่อตารางเมตร) | | | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียล) | มุมอัลติจูด (องศา) | มุมเซนิท (องศา) | อัตราส่วนรวมรังสี | พื้นที่เลนส์ (ตารางเมตร) | พื้นที่แผง (ตารางเมตร) | พลังงานขาเข้า (Qin) (วัตต์) | ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า (เปอร์เซ็นต์) |
| | | | | รังสีตรง | รังสีกระจาย | รังสีรวม | | | | | | | | |
| 2 | 12.68 | 1.32 | 16.7 | 1465 | 800 | 2265 | 55.30 | 77.72 | 12.28 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 946.16 | 1.77 |
| 2.5 | 12.00 | 1.59 | 19.1 | 1416 | 721 | 2137 | 54.50 | 77.72 | 12.28 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 914.51 | 2.09 |
| 3 | 13.00 | 2.00 | 26.0 | 1374 | 567 | 1941 | 51.50 | 77.72 | 12.28 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 887.38 | 2.93 |
| 3.3 | 13.66 | 2.27 | 31.0 | 1269 | 456 | 1725 | 49.50 | 77.72 | 12.28 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 819.57 | 3.78 |
| 3.5 | 13.26 | 2.24 | 29.7 | 1041 | 271 | 1312 | 48.00 | 77.72 | 12.28 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 672.32 | 4.42 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ข.2** แสดงค่าการทดลองโซล่าเซลล์ความเข้มแสงสูง ในวันที่ 21/05/66

**โซล่าเซลล์ความเข้มข้นสูง (วันที่ 21.05.66)**

| เวลา | แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) | กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์) | กำลังไฟฟ้า (วัตต์) | ความเข้มแสงออกจากเลนส์ (วัดจากด้านหน้าของเลนส์) (วัตต์ต่อตารางเมตร) | | | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียล) | มุมอัลติจูด (องศา) | มุมเซนิท (องศา) | อัตราส่วนรวมรังสี | พื้นที่เลนส์ (ตารางเมตร) | พื้นที่แผง (ตารางเมตร) | พลังงานขาเข้า (Qin) (วัตต์) | ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า (เปอร์เซ็นต์) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | รังสีตรง | รังสีกระจาย | รังสีรวม | | | | | | | | |
| **10:00 น.** | 12.61 | 2.11 | 26.60 | 970 | 460 | 1430 | 47.50 | 53.32 | 36.68 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 626.46 | 4.25 |
| **10:15 น.** | 12.76 | 1.99 | 25.30 | 946 | 490 | 1436 | 45.60 | 58.77 | 31.23 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 610.96 | 4.14 |
| **10:30 น.** | 12.59 | 2.01 | 25.30 | 988 | 320 | 1308 | 46.60 | 62.18 | 27.82 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 638.09 | 3.96 |
| **10:45 น.** | 12.58 | 2.02 | 25.40 | 993 | 343 | 1336 | 45.70 | 65.54 | 24.46 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 641.32 | 3.96 |
| **11:00 น.** | 12.57 | 1.99 | 25.30 | 995 | 339 | 1334 | 48.40 | 68.49 | 21.51 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 642.61 | 3.94 |
| **11:15 น.** | 12.54 | 1.90 | 23.80 | 1069 | 346 | 1415 | 44.50 | 41.67 | 48.33 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 690.40 | 3.45 |
| **11:30 น.** | 12.53 | 1.86 | 23.30 | 1085 | 396 | 1481 | 49.20 | 74.65 | 15.35 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 700.74 | 3.33 |
| **11:45 น.** | 12.59 | 2.20 | 24.40 | 1270 | 445 | 1715 | 51.20 | 77.31 | 12.69 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 820.22 | 2.97 |
| **12:00 น.** | 12.27 | 0.40 | 4.90 | 178 | 126 | 304 | 43.10 | 79.39 | 10.61 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 114.96 | 4.26 |
| **12:15 น.** | 12.70 | 1.83 | 23.20 | 1252 | 456 | 1708 | 45.10 | 80.5 | 9.50 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 808.59 | 2.87 |
| **12:30 น.** | 12.68 | 1.85 | 23.30 | 1048 | 430 | 1478 | 46.80 | 80.31 | 9.69 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 676.84 | 3.44 |
| **12:45 น.** | 12.13 | 0.49 | 5.90 | 205 | 148 | 353 | 39.90 | 78.89 | 11.11 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 132.40 | 4.46 |
| **13:00 น.** | 12.50 | 1..79 | 22.30 | 1242 | 359 | 1601 | 46.10 | 76.61 | 13.39 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 802.13 | 2.78 |
| **13:15 น.** | 12.28 | 0.33 | 4.10 | 160 | 122 | 282 | 41.20 | 73.85 | 16.15 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 103.33 | 3.97 |
| **13:30 น.** | 12.52 | 1.58 | 20.00 | 949 | 355 | 1304 | 46.10 | 70.8 | 19.20 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 612.90 | 3.26 |
| **13:45 น.** | 12.45 | 1.51 | 18.70 | 837 | 376 | 1213 | 47.10 | 67.59 | 22.41 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 540.57 | 3.46 |
| **14:00 น.** | 12.55 | 1.44 | 18.00 | 873 | 394 | 1267 | 42.70 | 64.27 | 25.73 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 563.82 | 3.19 |
| **14:15 น.** | 12.54 | 1.46 | 18.30 | 865 | 293 | 1158 | 40.10 | 60.89 | 29.11 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 558.65 | 3.28 |
| **14:30 น.** | 12.34 | 1.40 | 17.50 | 704 | 300 | 1004 | 47.30 | 57.47 | 32.53 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 508.92 | 3.44 |
| **14:45 น.** | 12.14 | 0.30 | 3.60 | 145 | 107 | 252 | 41.50 | 54.01 | 35.99 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 222.81 | 1.62 |
| **15:00 น.** | 12.18 | 0.26 | 3.10 | 153 | 102 | 255 | 39.80 | 50.53 | 39.47 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 200.86 | 1.54 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ข.3** แสดงค่าการทดลองโซล่าเซลล์ความเข้มแสงสูง ในวันที่ 24/05/66

| โซล่าเซลล์ความเข้มข้นสูง (วันที่ 24.05.66) | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| เวลา | แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) | กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์) | กำลังไฟฟ้า (วัตต์) | ความเข้มแสงออกจากเลนส์ (วัดจากด้านหน้าของเลนส์) (วัตต์ต่อตารางเมตร) | | | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียล) | มุมอัลติจูด (องศา) | มุมเซนิท (องศา) | อัตราส่วนรวมรังสี | พื้นที่เลนส์ (ตารางเมตร) | พื้นที่แผง (ตารางเมตร) | พลังงานขาเข้า (Qin) (วัตต์) | ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า (เปอร์เซ็นต์) |
| | | | | รังสีตรง | รังสีกระจาย | รังสีรวม | | | | | | | | |
| **10:00 น.** | 12.68 | 2.16 | 27.4 | 612 | 530 | 1142 | 48.50 | 55.15 | 34.85 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 395.25 | 0.07 |
| **10:15 น.** | 1.04 | 12.90 | 13.4 | 270 | 200 | 470 | 45.60 | 58.58 | 31.42 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 174.38 | 0.08 |
| **10:30 น.** | 13.25 | 1.51 | 20.0 | 970 | 497 | 1467 | 48.40 | 61.96 | 28.04 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 626.46 | 0.03 |
| **10:45 น.** | 12.52 | 2.00 | 25.0 | 1146 | 494 | 1640 | 51.00 | 65.29 | 24.71 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 740.13 | 0.03 |
| **11:00 น.** | 12.75 | 1.92 | 24.5 | 1134 | 490 | 1624 | 51.50 | 68.53 | 21.47 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 732.38 | 0.03 |
| **11:15 น.** | 13.10 | 1.75 | 22.9 | 1191 | 413 | 1604 | 52.00 | 71.64 | 18.36 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 769.20 | 0.03 |
| **11:30 น.** | 12.64 | 1.93 | 24.4 | 1176 | 430 | 1606 | 52.00 | 74.53 | 15.47 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 759.51 | 0.03 |
| **11:45 น.** | 12.61 | 1.89 | 23.8 | 1218 | 489 | 1707 | 52.50 | 77.07 | 12.93 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 786.63 | 0.03 |
| **12:00 น.** | 12.58 | 1.80 | 22.6 | 1182 | 370 | 1552 | 52.00 | 79 | 11.00 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 763.38 | 0.03 |
| **12:15 น.** | 12.47 | 1.74 | 21.7 | 1276 | 350 | 1626 | 51.67 | 79.96 | 10.04 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 824.09 | 0.03 |
| **12:30 น.** | 12.51 | 1.69 | 21.1 | 1251 | 417 | 1668 | 51.50 | 79.67 | 10.33 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 807.95 | 0.03 |
| **12:45 น.** | 12.44 | 1.77 | 22.0 | 1295 | 400 | 1695 | 51.70 | 78.23 | 11.77 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 836.36 | 0.03 |
| **13:00 น.** | 12.52 | 1.75 | 21.9 | 1067 | 390 | 1457 | 52.00 | 75.99 | 14.01 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 689.11 | 0.03 |
| **13:15 น.** | 12.48 | 1.78 | 22.2 | 1125 | 383 | 1508 | 49.60 | 73.27 | 16.73 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 726.57 | 0.03 |
| **13:30 น.** | 12.51 | 1.68 | 21.0 | 1077 | 390 | 1467 | 48.80 | 70.27 | 19.73 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 695.57 | 0.03 |
| **13:45 น.** | 12.49 | 1.61 | 20.1 | 965 | 368 | 1333 | 48.70 | 67.09 | 22.91 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 623.24 | 0.03 |
| **14:00 น.** | 12.40 | 1.55 | 19.2 | 967 | 331 | 1298 | 46.50 | 63.81 | 26.19 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 624.53 | 0.03 |
| **14:15 น.** | 12.33 | 1.43 | 17.6 | 986 | 285 | 1271 | 47.30 | 60.45 | 29.55 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 636.80 | 0.03 |
| **14:30 น.** | 12.42 | 1.46 | 18.1 | 831 | 283 | 1114 | 45.60 | 57.05 | 32.95 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 536.69 | 0.03 |
| **14:45 น.** | 12.32 | 1.41 | 17.4 | 717 | 380 | 1097 | 45.00 | 53.61 | 36.39 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 463.07 | 0.04 |
| **15:00 น.** | 12.27 | 1.20 | 14.7 | 801 | 310 | 1111 | 45.00 | 50.51 | 39.49 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 517.32 | 0.03 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ข.4** แสดงค่าการทดลองโซล่าเซลล์ความเข้มแสงสูง ในวันที่ 25/05/66

| โซล่าเซลล์ความเข้มข้นสูง (วันที่ 25.05.66) | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| เวลา | แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) | กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์) | กำลังไฟฟ้า (วัตต์) | ความเข้มแสงออกจากเลนส์ (วัดจากด้านหน้าของเลนส์) (วัตต์ต่อตารางเมตร) | | | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียล) | มุมอัลติจูด (องศา) | มุมเซนิท (องศา) | อัตราส่วนรวมรังสี | พื้นที่เลนส์ (ตารางเมตร) | พื้นที่แผง (ตารางเมตร) | พลังงานขาเข้า (Qin) (วัตต์) | ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า (เปอร์เซ็นต์) |
| | | | | รังสีตรง | รังสีกระจาย | รังสีรวม | | | | | | | | |
| **10:00 น.** | 12.81 | 1.90 | 24.3 | 746 | 430 | 1176 | 48.40 | 55.1 | 34.90 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 481.80 | 5.05 |
| **10:15 น.** | 12.27 | 0.55 | 6.7 | 216 | 176 | 392 | 39.20 | 58.51 | 31.49 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 139.50 | 4.84 |
| **10:30 น.** | 12.69 | 1.94 | 24.6 | 859 | 452 | 1311 | 48.50 | 61.89 | 28.11 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 554.78 | 4.44 |
| **10:45 น.** | 12.59 | 1.94 | 24.4 | 936 | 479 | 1415 | 48.90 | 65.2 | 24.80 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 604.51 | 4.04 |
| **11:00 น.** | 13.64 | 1.74 | 23.7 | 1078 | 486 | 1564 | 48.40 | 68.43 | 21.57 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 696.22 | 3.41 |
| **11:15 น.** | 13.37 | 1.72 | 23.0 | 1168 | 503 | 1671 | 48.40 | 71.52 | 18.48 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 754.34 | 3.05 |
| **11:30 น.** | 12.71 | 1.92 | 24.4 | 1154 | 458 | 1612 | 51.10 | 74.4 | 15.60 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 745.30 | 3.27 |
| **11:45 น.** | 12.59 | 2.00 | 25.2 | 1184 | 503 | 1687 | 47.10 | 76.92 | 13.08 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 764.67 | 3.29 |
| **12:00 น.** | 12.45 | 1.95 | 24.3 | 1189 | 332 | 1521 | 48.30 | 78.82 | 11.18 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 767.90 | 3.16 |
| **12:15 น.** | 12.62 | 1.91 | 24.1 | 1323 | 500 | 1823 | 47.90 | 79.77 | 10.23 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 854.45 | 2.82 |
| **12:30 น.** | 12.78 | 1.88 | 24.0 | 1380 | 450 | 1830 | 47.9 | 79.5 | 10.50 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 891.26 | 2.70 |
| **12:45 น.** | 12.52 | 1.90 | 23.8 | 1391 | 371 | 1762 | 48.5 | 78.09 | 11.91 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 898.36 | 2.65 |
| **13:00 น.** | 0.65 | 12.12 | 7.9 | 294 | 200 | 494 | 42.3 | 75.88 | 14.12 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 189.88 | 4.15 |
| **13:15 น.** | 12.48 | 1.86 | 23.2 | 1207 | 422 | 1629 | 45.7 | 73.19 | 16.81 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 779.53 | 2.98 |
| **13:30 น.** | 10.50 | 2.01 | 21.1 | 770.0 | 359 | 1129 | 49.2 | 70.2 | 19.80 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 497.30 | 4.24 |
| **13:45 น.** | 12.43 | 1.52 | 18.9 | 938 | 352 | 1290 | 31.5 | 67.04 | 22.96 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 605.80 | 3.12 |
| **14:00 น.** | 0.08 | 15.7 | 1.3 | 907 | 371 | 1278 | 38.5 | 63.77 | 26.23 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 585.78 | 0.21 |
| **14:15 น.** | 12.24 | 1.25 | 15.3 | 303 | 271 | 574 | 37.4 | 60.43 | 29.57 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 195.69 | 7.82 |
| **14:30 น.** | 0.93 | 7.10 | 6.6 | 236 | 175 | 411 | 43.9 | 57.03 | 32.97 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 152.42 | 4.33 |
| **14:45 น.** | 11.84 | 0.49 | 5.8 | 214 | 184 | 398 | 27.9 | 53.6 | 36.40 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 138.21 | 4.20 |
| **15:00 น.** | 12.18 | 1.19 | 14.5 | 630 | 630 | 1260 | 48.2 | 50.15 | 39.85 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 406.88 | 3.56 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ข.5** แสดงค่าการทดลองโซล่าเซลล์ความเข้มแสงสูง ในวันที่ 26/05/66

| โซล่าเซลล์ความเข้มข้นสูง (วันที่ 26.05.66) | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| เวลา | แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) | กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์) | กำลังไฟฟ้า (วัตต์) | ความเข้มแสงออกจากเลนส์ (วัดจากด้านหน้าของเลนส์) (วัตต์ต่อตารางเมตร) | | | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียล) | มุมอัลติจูด (องศา) | มุมเซนิท (องศา) | อัตราส่วนรวมรังสี | พื้นที่เลนส์ (ตารางเมตร) | พื้นที่แผง (ตารางเมตร) | พลังงานขาเข้า (Qin) (วัตต์) | ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า (เปอร์เซ็นต์) |
| | | | | รังสีตรง | รังสีกระจาย | รังสีรวม | | | | | | | | |
| **10:00 น.** | 12.14 | 1.16 | 14.1 | 328 | 136 | 464 | 37.2 | 55.04 | 34.96 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 211.84 | 6.65 |
| **10:15 น.** | 12.74 | 2.14 | 27.3 | 1001 | 571 | 1572 | 47.5 | 58.44 | 31.56 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 646.49 | 4.22 |
| **10:30 น.** | 13.31 | 1.79 | 23.8 | 825 | 451 | 1276 | 54.5 | 61.81 | 28.19 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 532.82 | 4.47 |
| **10:45 น.** | 13.01 | 2.01 | 26.2 | 1164 | 524 | 1688 | 48.0 | 65.12 | 24.88 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 751.76 | 3.48 |
| **11:00 น.** | 12.54 | 1.97 | 24.7 | 1131 | 477 | 1608 | 50.0 | 68.33 | 21.67 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 730.45 | 3.38 |
| **11:15 น.** | 12.49 | 1.93 | 24.1 | 1075 | 737 | 1812 | 53.9 | 71.41 | 18.59 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 694.28 | 3.47 |
| **11:30 น.** | 12.47 | 1.79 | 22.3 | 961 | 389 | 1350 | 49.3 | 74.27 | 15.73 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 620.65 | 3.60 |
| **11:45 น.** | 12.44 | 1.80 | 22.4 | 1074 | 337 | 1411 | 51.5 | 76.76 | 13.24 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 693.63 | 3.23 |
| **12:00 น.** | 12.46 | 1.86 | 23.2 | 1269 | 456 | 1725 | 50.8 | 78.65 | 11.35 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 819.57 | 2.83 |
| **12:15 น.** | 12.40 | 1.88 | 23.3 | 1109 | 468 | 1577 | 51.0 | 79.59 | 10.41 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 716.24 | 3.25 |
| **12:30 น.** | 12.45 | 1.89 | 23.5 | 1420 | 488 | 1908 | 52.2 | 79.33 | 10.67 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 917.09 | 2.57 |
| **12:45 น.** | 12.46 | 1.91 | 23.8 | 1403 | 445 | 1848 | 53.5 | 77.95 | 12.05 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 906.11 | 2.63 |
| **13:00 น.** | 12.50 | 1.98 | 24.8 | 1221 | 457 | 1678 | 53.7 | 75.77 | 14.23 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 788.57 | 3.14 |
| **13:15 น.** | 12.43 | 1.72 | 21.4 | 1044 | 368 | 1412 | 50.5 | 73.1 | 16.90 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 674.26 | 3.17 |
| **13:30 น.** | 12.20 | 1.71 | 20.9 | 964.0 | 382 | 1346 | 52.0 | 70.14 | 19.86 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 622.59 | 3.35 |
| **13:45 น.** | 12.00 | 1.60 | 19.2 | 889 | 323 | 1212 | 51.0 | 67 | 23.00 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 574.15 | 3.34 |
| **14:00 น.** | 12.50 | 1.5 | 18.8 | 854 | 320 | 1174 | 48.0 | 63.74 | 26.26 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 551.55 | 3.40 |
| **14:15 น.** | 12.10 | 1.48 | 17.9 | 809 | 283 | 1092 | 47.6 | 60.4 | 29.60 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 522.48 | 3.43 |
| **14:30 น.** | 12.10 | 1.40 | 16.9 | 764 | 241 | 1005 | 47.5 | 57.02 | 32.98 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 493.42 | 3.43 |
| **14:45 น.** | 12.08 | 1.32 | 15.9 | 746 | 263 | 1009 | 47.0 | 53.6 | 36.40 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 481.80 | 3.31 |
| **15:00 น.** | 12.00 | 1.20 | 14.4 | 744 | 246 | 990 | 47.0 | 50.15 | 39.85 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 480.50 | 3.00 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ข.6** แสดงค่าการทดลองโซล่าเซลล์ความเข้มแสงสูง ในวันที่ 29/05/66

| โซล่าเซลล์ความเข้มข้นสูง (วันที่ 29.05.66) | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| เวลา | แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) | กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์) | กำลังไฟฟ้า (วัตต์) | ความเข้มแสงออกจากเลนส์ (วัดจากด้านหน้าของเลนส์) (วัตต์ต่อตารางเมตร) | | | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียล) | มุมอัลติจูด (องศา) | มุมเซนิท (องศา) | อัตราส่วนรวมรังสี | พื้นที่เลนส์ (ตารางเมตร) | พื้นที่แผง (ตารางเมตร) | พลังงานขาเข้า (Qin) (วัตต์) | ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า (เปอร์เซ็นต์) |
| | | | | รังสีตรง | รังสีกระจาย | รังสีรวม | | | | | | | | |
| **10:00 น.** | 13.06 | 2.18 | 41.85 | 641 | 541 | 1182 | 50.00 | 54.58 | 35.42 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 413.98 | 10.11 |
| **10:15 น.** | 13.03 | 2.15 | 41.18 | 778 | 533 | 1311 | 51.00 | 57.95 | 32.05 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 502.46 | 8.20 |
| **10:30 น.** | 13.17 | 2.19 | 42.40 | 894 | 582 | 1476 | 52.00 | 61.26 | 28.74 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 577.38 | 7.34 |
| **10:45 น.** | 13.28 | 2.21 | 43.14 | 1000 | 580 | 1580 | 52.60 | 64.51 | 25.49 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 645.84 | 6.68 |
| **11:00 น.** | 13.30 | 2.24 | 43.79 | 1101 | 578 | 1679 | 52.40 | 67.65 | 22.35 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 711.07 | 6.16 |
| **11:15 น.** | 13.41 | 2.25 | 44.35 | 1157 | 489 | 1646 | 53.00 | 70.65 | 19.35 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 747.24 | 5.94 |
| **11:30 น.** | 13.63 | 2.35 | 47.08 | 1169 | 494 | 1663 | 53.50 | 73.40 | 16.60 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 754.99 | 6.24 |
| **11:45 น.** | 13.66 | 2.40 | 48.19 | 1186 | 413 | 1599 | 53.70 | 75.79 | 14.21 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 765.97 | 6.29 |
| **12:00 น.** | 13.88 | 2.43 | 49.58 | 1195 | 413 | 1608 | 53.60 | 77.58 | 12.42 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 771.78 | 6.42 |
| **12:15 น.** | 13.98 | 2.45 | 50.35 | 1210 | 417 | 1627 | 54.00 | 78.50 | 11.50 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 781.47 | 6.44 |
| **12:30 น.** | 13.84 | 2.39 | 48.62 | 1226 | 400 | 1626 | 54.50 | 78.34 | 11.66 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 791.80 | 6.14 |
| **12:45 น.** | 13.68 | 2.37 | 47.66 | 1248 | 337 | 1585 | 54.80 | 77.14 | 12.86 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 806.01 | 5.91 |
| **13:00 น.** | 13.50 | 2.33 | 46.24 | 1198 | 430 | 1628 | 54.70 | 75.15 | 14.85 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 773.72 | 5.98 |
| **13:15 น.** | 13.35 | 2.29 | 44.94 | 1187 | 376 | 1563 | 54.50 | 72.63 | 17.37 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 766.61 | 5.86 |
| **13:30 น.** | 13.34 | 2.26 | 44.32 | 1164 | 358 | 1522 | 54.30 | 69.80 | 20.20 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 751.76 | 5.90 |
| **13:45 น.** | 13.30 | 2.24 | 43.79 | 1124 | 349 | 1473 | 54.20 | 66.75 | 23.25 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 725.92 | 6.03 |
| **14:00 น.** | 13.20 | 2.21 | 42.88 | 1100 | 347 | 1447 | 53.50 | 63.57 | 26.43 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 710.42 | 6.04 |
| **14:15 น.** | 13.19 | 2.20 | 42.66 | 1098 | 341 | 1439 | 53.70 | 60.31 | 29.69 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 709.13 | 6.02 |
| **14:30 น.** | 13.18 | 2.19 | 42.43 | 1068 | 334 | 1402 | 53.60 | 56.98 | 33.02 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 689.76 | 6.15 |
| **14:45 น.** | 13.18 | 2.18 | 42.24 | 1000 | 333 | 1333 | 53.50 | 53.60 | 36.40 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 645.84 | 6.54 |
| **15:00 น.** | 13.18 | 2.18 | 42.24 | 989 | 332 | 1321 | 53.40 | 50.20 | 39.80 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 638.74 | 6.61 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ข.7** แสดงค่าการทดลองโซล่าเซลล์ความเข้มแสงสูง ในวันที่ 02/06/66

| โซล่าเซลล์ความเข้มข้นสูง (วันที่ 02.06.66) | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| เวลา | แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) | กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์) | กำลังไฟฟ้า (วัตต์) | ความเข้มแสงออกจากเลนส์ (วัดจากด้านหน้าของเลนส์) (วัตต์ต่อตารางเมตร) | | | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียล) | มุมอัลติจูด (องศา) | มุมเซนิท (องศา) | อัตราส่วนรวมรังสี | พื้นที่เลนส์ (ตารางเมตร) | พื้นที่แผง (ตารางเมตร) | พลังงานขาเข้า (Qin) (วัตต์) | ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า (เปอร์เซ็นต์) |
| | | | | รังสีตรง | รังสีกระจาย | รังสีรวม | | | | | | | | |
| **10:00 น.** | 13.06 | 2.18 | 28.47 | 641 | 541 | 1182 | 50.00 | 54.58 | 35.42 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 413.98 | 6.88 |
| **10:15 น.** | 13.03 | 2.15 | 28.01 | 778 | 533 | 1311 | 51.00 | 57.95 | 32.05 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 502.46 | 5.58 |
| **10:30 น.** | 13.17 | 2.29 | 30.16 | 894 | 582 | 1476 | 52.00 | 61.26 | 28.74 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 577.38 | 5.22 |
| **10:45 น.** | 12.93 | 2.30 | 29.74 | 1000 | 712 | 1712 | 52.60 | 64.51 | 25.49 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 645.84 | 4.60 |
| **11:00 น.** | 13.56 | 2.15 | 29.15 | 1101 | 578 | 1679 | 52.40 | 67.65 | 22.35 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 711.07 | 4.10 |
| **11:15 น.** | 13.21 | 2.25 | 29.72 | 1173 | 546 | 1719 | 53.00 | 70.65 | 19.35 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 757.57 | 3.92 |
| **11:30 น.** | 12.98 | 2.35 | 30.50 | 1225 | 494 | 1719 | 53.50 | 73.40 | 16.60 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 791.15 | 3.86 |
| **11:45 น.** | 12.68 | 2.24 | 28.40 | 1195 | 413 | 1608 | 53.70 | 75.79 | 14.21 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 771.78 | 3.68 |
| **12:00 น.** | 12.66 | 2.16 | 27.35 | 1186 | 382 | 1568 | 53.60 | 77.58 | 12.42 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 765.97 | 3.57 |
| **12:15 น.** | 12.89 | 2.18 | 28.10 | 1156 | 410 | 1566 | 53.40 | 78.50 | 11.50 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 746.59 | 3.76 |
| **12:30 น.** | 12.84 | 2.20 | 28.25 | 1226 | 400 | 1626 | 54.00 | 78.34 | 11.66 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 791.80 | 3.57 |
| **12:45 น.** | 12.59 | 2.10 | 26.44 | 1248 | 337 | 1585 | 54.00 | 77.14 | 12.86 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 806.01 | 3.28 |
| **13:00 น.** | 12.68 | 1.85 | 23.46 | 1047 | 430 | 1477 | 50.00 | 75.15 | 14.85 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 676.19 | 3.47 |
| **13:15 น.** | 12.35 | 1.32 | 16.30 | 821 | 376 | 1197 | 45.00 | 72.63 | 17.37 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 530.23 | 3.07 |
| **13:30 น.** | 12.34 | 1.40 | 17.28 | 153 | 102 | 255 | 35.00 | 69.80 | 20.20 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 98.81 | 17.48 |
| **13:45 น.** | 12.14 | 0.30 | 3.64 | 100 | 53 | 153 | 26.00 | 66.75 | 23.25 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 64.58 | 5.64 |
| **14:00 น.** | 12.18 | 0.03 | 0.37 | 0 | 0 | 0 | 25.00 | 63.57 | 26.43 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 0.00 | 0.00 |
| **14:15 น.** | 12.01 | 0.03 | 0.36 | 0 | 0 | 0 | 24.00 | 60.31 | 29.69 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 0.00 | 0.00 |
| **14:30 น.** | 12.00 | 0.03 | 0.36 | 0 | 0 | 0 | 23.00 | 56.98 | 33.02 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 0.00 | 0.00 |
| **14:45 น.** | 12.00 | 0.03 | 0.36 | 0 | 0 | 0 | 23.00 | 53.60 | 36.40 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 0.00 | 0.00 |
| **15:00 น.** | 12.00 | 0.03 | 0.36 | 0 | 0 | 0 | 23.00 | 50.20 | 39.80 | 2.28 | 1.47 | 0.65 | 0.00 | 0.00 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ข.8** แสดงค่าการทดลองโซล่าเซลล์ความเข้มแสงปกติ ในวันที่ 21/05/66

| โซล่าเซลล์ความเข้มข้นปกติ (วันที่ 21.05.66) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| เวลา | แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) | กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์) | กำลังไฟฟ้า (วัตต์) | ความเข้มแสงออกจากเลนส์ (วัดจากด้านหน้าของเลนส์) (วัตต์ต่อตารางเมตร) | | | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียล) | มุมอัลติจูด (องศา) | มุมเซนิท (องศา) | พื้นที่แผง (ตารางเมตร) | พลังงานขาเข้า (Qin) (วัตต์) | ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า (เปอร์เซ็นต์) |
| | | | | รังสีตรง | รังสีกระจาย | รังสีรวม | | | | | | |
| **10:00 น.** | 12.95 | 1.98 | 25.40 | 722 | 324 | 1046 | 48.20 | 53.32 | 36.68 | 0.65 | 466.30 | 5.45 |
| **10:15 น.** | 13.00 | 2.02 | 26.20 | 731 | 382 | 1113 | 45.00 | 58.77 | 31.23 | 0.65 | 472.11 | 5.55 |
| **10:30 น.** | 13.16 | 1.96 | 25.80 | 725 | 344 | 1069 | 46.60 | 62.18 | 27.82 | 0.65 | 468.23 | 5.51 |
| **10:45 น.** | 13.14 | 1.98 | 26.00 | 761 | 354 | 1115 | 45.70 | 65.54 | 24.46 | 0.65 | 491.48 | 5.29 |
| **11:00 น.** | 13.11 | 1.90 | 24.90 | 889 | 380 | 1269 | 48.40 | 68.49 | 21.51 | 0.65 | 574.15 | 4.34 |
| **11:15 น.** | 13.06 | 1.80 | 23.60 | 957 | 366 | 1323 | 48.50 | 41.67 | 48.33 | 0.65 | 618.07 | 3.82 |
| **11:30 น.** | 13.00 | 1.68 | 21.90 | 944 | 323 | 1267 | 49.80 | 74.65 | 15.35 | 0.65 | 609.67 | 3.59 |
| **11:45 น.** | 12.97 | 1.67 | 21.70 | 1057 | 348 | 1405 | 49.20 | 77.31 | 12.69 | 0.65 | 682.65 | 3.18 |
| **12:00 น.** | 13.09 | 0.67 | 8.70 | 209 | 127 | 336 | 42.80 | 79.39 | 10.61 | 0.65 | 134.98 | 6.45 |
| **12:15 น.** | 13.21 | 1.48 | 19.60 | 1062 | 387 | 1449 | 43.00 | 80.5 | 9.5 | 0.65 | 685.88 | 2.86 |
| **12:30 น.** | 13.25 | 1.59 | 21.10 | 996 | 301 | 1297 | 46.50 | 80.31 | 9.69 | 0.65 | 643.26 | 3.28 |
| **12:45 น.** | 13.06 | 0.73 | 9.60 | 223 | 135 | 358 | 39.30 | 78.89 | 11.11 | 0.65 | 144.02 | 6.67 |
| **13:00 น.** | 13.08 | 1.80 | 23.50 | 956 | 351 | 1307 | 46.10 | 76.61 | 13.39 | 0.65 | 617.42 | 3.81 |
| **13:15 น.** | 12.02 | 0.58 | 7.50 | 209 | 111 | 320 | 40.50 | 73.85 | 16.15 | 0.65 | 134.98 | 5.56 |
| **13:30 น.** | 13.14 | 1.21 | 16.20 | 917 | 351 | 1268 | 46.10 | 70.8 | 19.2 | 0.65 | 592.24 | 2.74 |
| **13:45 น.** | 13.20 | 1.11 | 14.70 | 764 | 298 | 1062 | 46.00 | 67.59 | 22.41 | 0.65 | 493.42 | 2.98 |
| **14:00 น.** | 13.07 | 1.08 | 14.10 | 830 | 303 | 1133 | 42.50 | 64.27 | 25.73 | 0.65 | 536.05 | 2.63 |
| **14:15 น.** | 13.13 | 1.08 | 14.20 | 817 | 281 | 1098 | 51.00 | 60.89 | 29.11 | 0.65 | 527.65 | 2.69 |
| **14:30 น.** | 13.09 | 1.05 | 13.70 | 757 | 278 | 1035 | 45.00 | 57.47 | 32.53 | 0.65 | 488.90 | 2.80 |
| **14:45 น.** | 12.91 | 0.53 | 6.60 | 732 | 262 | 994 | 42.50 | 54.01 | 35.99 | 0.65 | 209.25 | 3.15 |
| **15:00 น.** | 12.91 | 0.48 | 6.20 | 724 | 255 | 979 | 39.80 | 50.53 | 39.47 | 0.65 | 192.46 | 3.22 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ข.9** แสดงค่าการทดลองโซล่าเซลล์ความเข้มแสงปกติ ในวันที่ 24/05/66

| โซล่าเซลล์ความเข้มข้นปกติ (วันที่ 24.05.66) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| เวลา | แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) | กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์) | กำลังไฟฟ้า (วัตต์) | ความเข้มแสงออกจากเลนส์ (วัดจากด้านหน้าของเลนส์) (วัตต์ต่อตารางเมตร) | | | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียล) | มุมอัลติจูด (องศา) | มุมเซนิท (องศา) | พื้นที่แผง (ตารางเมตร) | พลังงานขาเข้า (Qin) (วัตต์) | ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า (เปอร์เซ็นต์) |
| | | | | รังสีตรง | รังสีกระจาย | รังสีรวม | | | | | | |
| **10:00 น.** | 12.91 | 1.55 | 20.00 | 724 | 559 | 1283 | 47.00 | 55.2 | 34.85 | 0.65 | 467.59 | 4.28 |
| **10:15 น.** | 12.13 | 0.73 | 8.70 | 250 | 168 | 418 | 44.00 | 58.6 | 31.42 | 0.65 | 161.46 | 5.48 |
| **10:30 น.** | 12.43 | 1.47 | 18.20 | 811 | 333 | 1144 | 46.00 | 62.0 | 28.04 | 0.65 | 523.78 | 3.49 |
| **10:45 น.** | 13.34 | 2.10 | 28.10 | 1000 | 368 | 1368 | 47.50 | 65.3 | 24.71 | 0.65 | 645.84 | 4.34 |
| **11:00 น.** | 13.41 | 1.95 | 26.20 | 975 | 349 | 1324 | 48.00 | 68.5 | 21.47 | 0.65 | 629.69 | 4.15 |
| **11:15 น.** | 14.31 | 1.78 | 25.40 | 929 | 289 | 1218 | 47.81 | 71.6 | 18.36 | 0.65 | 599.99 | 4.25 |
| **11:30 น.** | 13.04 | 1.90 | 24.80 | 945 | 353 | 1298 | 48.00 | 74.5 | 15.47 | 0.65 | 610.32 | 4.06 |
| **11:45 น.** | 13.32 | 1.71 | 22.80 | 958 | 353 | 1311 | 48.00 | 77.1 | 12.93 | 0.65 | 618.71 | 3.68 |
| **12:00 น.** | 13.13 | 1.65 | 21.60 | 981 | 350 | 1331 | 48.50 | 79.0 | 11.00 | 0.65 | 633.57 | 3.42 |
| **12:15 น.** | 13.23 | 1.47 | 19.70 | 944 | 306 | 1250 | 47.00 | 80.0 | 10.04 | 0.65 | 609.67 | 3.19 |
| **12:30 น.** | 13.28 | 1.40 | 18.60 | 958 | 360 | 1318 | 47.50 | 79.7 | 10.33 | 0.65 | 618.71 | 3.00 |
| **12:45 น.** | 13.21 | 1.43 | 18.90 | 985 | 491 | 1476 | 48.00 | 78.2 | 11.77 | 0.65 | 636.15 | 2.97 |
| **13:00 น.** | 13.32 | 1.49 | 19.90 | 1002 | 315 | 1317 | 47.00 | 76.0 | 14.01 | 0.65 | 647.13 | 3.07 |
| **13:15 น.** | 13.28 | 1.49 | 19.90 | 1013 | 375 | 1388 | 46.00 | 73.3 | 16.73 | 0.65 | 654.24 | 3.02 |
| **13:30 น.** | 13.20 | 1.38 | 18.20 | 964 | 382 | 1346 | 45.00 | 70.3 | 19.73 | 0.65 | 622.59 | 2.93 |
| **13:45 น.** | 13.27 | 1.26 | 16.80 | 889 | 323 | 1212 | 45.60 | 67.1 | 22.91 | 0.65 | 574.15 | 2.91 |
| **14:00 น.** | 13.21 | 1.17 | 15.50 | 854 | 320 | 1174 | 46.50 | 63.8 | 26.19 | 0.65 | 551.55 | 2.80 |
| **14:15 น.** | 13.04 | 1.13 | 14.70 | 809 | 283 | 1092 | 47.30 | 60.5 | 29.55 | 0.65 | 522.48 | 2.82 |
| **14:30 น.** | 13.07 | 1.03 | 13.40 | 764 | 241 | 1005 | 43.00 | 57.1 | 32.95 | 0.65 | 493.42 | 2.73 |
| **14:45 น.** | 13.20 | 0.98 | 13.00 | 746 | 263 | 1009 | 45.00 | 53.6 | 36.39 | 0.65 | 481.80 | 2.68 |
| **15:00 น.** | 13.16 | 0.81 | 10.70 | 744 | 246 | 990 | 45.00 | 50.5 | 39.49 | 0.65 | 480.50 | 2.22 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ข.10** แสดงค่าการทดลองโซล่าเซลล์ความเข้มแสงปกติ ในวันที่  25/05/66

| โซล่าเซลล์ความเข้มข้นปกติ (วันที่ 25.05.66) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| เวลา | แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) | กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์) | กำลังไฟฟ้า (วัตต์) | ความเข้มแสงออกจากเลนส์ (วัดจากด้านหน้าของเลนส์) (วัตต์ต่อตารางเมตร) | | | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียล) | มุมอัลติจูด (องศา) | มุมเซนิท (องศา) | พื้นที่แผง (ตารางเมตร) | พลังงานขาเข้า (Qin) (วัตต์) | ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า (เปอร์เซ็นต์) |
| | | | | รังสีตรง | รังสีกระจาย | รังสีรวม | | | | | | |
| **10:00 น.** | 13.43 | 2.14 | 28.74 | 716 | 295 | 1011 | 45.50 | 55.1 | 34.90 | 0.65 | 462.42 | 6.22 |
| **10:15 น.** | 13.43 | 0.81 | 10.88 | 225 | 152 | 377 | 38.80 | 58.51 | 31.49 | 0.65 | 145.31 | 7.49 |
| **10:30 น.** | 13.43 | 2.12 | 28.47 | 800 | 378 | 1178 | 46.40 | 61.89 | 28.11 | 0.65 | 516.67 | 5.51 |
| **10:45 น.** | 13.43 | 2.05 | 27.53 | 832 | 345 | 1177 | 45.70 | 65.2 | 24.80 | 0.65 | 537.34 | 5.12 |
| **11:00 น.** | 13.43 | 1.98 | 26.59 | 894 | 358 | 1252 | 47.10 | 68.43 | 21.57 | 0.65 | 577.38 | 4.61 |
| **11:15 น.** | 13.43 | 1.71 | 22.97 | 949 | 365 | 1314 | 47.90 | 71.52 | 18.48 | 0.65 | 612.90 | 3.75 |
| **11:30 น.** | 13.43 | 1.76 | 23.64 | 970 | 335 | 1305 | 49.70 | 74.4 | 15.60 | 0.65 | 626.46 | 3.77 |
| **11:45 น.** | 13.43 | 1.90 | 25.52 | 1031 | 341 | 1372 | 50.20 | 76.92 | 13.08 | 0.65 | 665.86 | 3.83 |
| **12:00 น.** | 13.43 | 1.95 | 26.19 | 1026 | 298 | 1324 | 47.60 | 78.82 | 11.18 | 0.65 | 662.63 | 3.95 |
| **12:15 น.** | 13.43 | 1.74 | 23.37 | 1010 | 367 | 1377 | 48.00 | 79.77 | 10.23 | 0.65 | 652.30 | 3.58 |
| **12:30 น.** | 13.43 | 1.60 | 21.49 | 1020 | 308 | 1328 | 48.00 | 79.5 | 10.50 | 0.65 | 658.76 | 3.26 |
| **12:45 น.** | 13.25 | 1.59 | 21.07 | 1080 | 357 | 1437 | 49.80 | 78.09 | 11.91 | 0.65 | 697.51 | 3.02 |
| **13:00 น.** | 13.04 | 0.87 | 11.34 | 294 | 174 | 468 | 43.20 | 75.88 | 14.12 | 0.65 | 189.88 | 5.97 |
| **13:15 น.** | 13.25 | 1.49 | 19.74 | 988 | 340 | 1328 | 44.00 | 73.19 | 16.81 | 0.65 | 638.09 | 3.09 |
| **13:30 น.** | 13.16 | 1.33 | 17.50 | 964 | 382 | 1346 | 44.20 | 70.2 | 19.80 | 0.65 | 477.92 | 3.66 |
| **13:45 น.** | 13.13 | 1.28 | 16.81 | 889 | 323 | 1212 | 29.80 | 67.04 | 22.96 | 0.65 | 580.61 | 2.89 |
| **14:00 น.** | 0.08 | 9.80 | 0.78 | 854 | 320 | 1174 | 37.30 | 63.77 | 26.23 | 0.65 | 565.11 | 0.14 |
| **14:15 น.** | 13.11 | 1.30 | 17.04 | 809 | 283 | 1092 | 35.30 | 60.43 | 29.57 | 0.65 | 155.65 | 10.95 |
| **14:30 น.** | 12.75 | 0.80 | 10.20 | 764 | 241 | 1005 | 41.90 | 57.03 | 32.97 | 0.65 | 142.08 | 7.18 |
| **14:45 น.** | 12.74 | 0.73 | 9.30 | 746 | 263 | 1009 | 25.30 | 53.6 | 36.40 | 0.65 | 127.88 | 7.27 |
| **15:00 น.** | 12.95 | 1.22 | 15.80 | 744 | 246 | 990 | 46.60 | 50.15 | 39.85 | 0.65 | 348.75 | 4.53 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ข.11** แสดงค่าการทดลองโซล่าเซลล์ความเข้มแสงปกติ ในวันที่ 26/05/66

| โซล่าเซลล์ความเข้มข้นปกติ (วันที่ 26.05.66) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| เวลา | แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) | กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์) | กำลังไฟฟ้า (วัตต์) | ความเข้มแสงออกจากเลนส์ (วัดจากด้านหน้าของเลนส์) (วัตต์ต่อตารางเมตร) | | | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียล) | มุมอัลติจูด (องศา) | มุมเซนิท (องศา) | พื้นที่แผง (ตารางเมตร) | พลังงานขาเข้า (Qin) (วัตต์) | ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า (เปอร์เซ็นต์) |
| | | | | รังสีตรง | รังสีกระจาย | รังสีรวม | | | | | | |
| **10:00 น.** | 13.16 | 1.26 | 16.6 | 296 | 291 | 587 | 35.9 | 55.04 | 34.96 | 0.65 | 191.17 | 8.67 |
| **10:15 น.** | 13.34 | 2.24 | 29.9 | 839 | 417 | 1256 | 45.9 | 58.44 | 31.56 | 0.65 | 541.86 | 5.51 |
| **10:30 น.** | 13.41 | 1.99 | 26.7 | 576 | 330 | 906 | 47.0 | 61.81 | 28.19 | 0.65 | 372.00 | 7.17 |
| **10:45 น.** | 13.41 | 1.99 | 26.7 | 918 | 428 | 1346 | 35.1 | 65.12 | 24.88 | 0.65 | 592.88 | 4.50 |
| **11:00 น.** | 13.37 | 1.94 | 25.9 | 886 | 347 | 1233 | 45.8 | 68.33 | 21.67 | 0.65 | 572.21 | 4.53 |
| **11:15 น.** | 13.32 | 1.79 | 23.8 | 877 | 334 | 1211 | 46.0 | 71.41 | 18.59 | 0.65 | 566.40 | 4.21 |
| **11:30 น.** | 13.27 | 1.63 | 21.6 | 848 | 388 | 1236 | 48.8 | 74.27 | 15.73 | 0.65 | 547.67 | 3.95 |
| **11:45 น.** | 13.13 | 1.65 | 21.7 | 794 | 390 | 1184 | 46.3 | 76.76 | 13.24 | 0.65 | 512.80 | 4.22 |
| **12:00 น.** | 13.32 | 1.70 | 22.6 | 1008 | 334 | 1342 | 48.9 | 78.65 | 11.35 | 0.65 | 651.01 | 3.48 |
| **12:15 น.** | 13.28 | 1.51 | 20.1 | 827 | 374 | 1201 | 48.6 | 79.59 | 10.41 | 0.65 | 534.11 | 3.75 |
| **12:30 น.** | 13.30 | 1.68 | 22.3 | 1074 | 343 | 1417 | 50.6 | 79.33 | 10.67 | 0.65 | 693.63 | 3.22 |
| **12:45 น.** | 13.28 | 1.65 | 21.9 | 1048 | 314 | 1362 | 47.6 | 77.95 | 12.05 | 0.65 | 676.84 | 3.24 |
| **13:00 น.** | 13.23 | 1.61 | 21.3 | 1037 | 338 | 1375 | 46.9 | 75.77 | 14.23 | 0.65 | 669.74 | 3.18 |
| **13:15 น.** | 13.27 | 1.51 | 20.0 | 827 | 276 | 1103 | 47.6 | 73.10 | 16.90 | 0.65 | 534.11 | 3.75 |
| **13:30 น.** | 13.16 | 1.33 | 17.5 | 964 | 382 | 1346 | 44.2 | 70.14 | 19.86 | 0.65 | 622.59 | 2.81 |
| **13:45 น.** | 13.13 | 1.28 | 16.8 | 889 | 323 | 1212 | 29.8 | 67.00 | 23.00 | 0.65 | 574.15 | 2.93 |
| **14:00 น.** | 0.08 | 9.80 | 0.8 | 854 | 320 | 1174 | 37.3 | 63.74 | 26.26 | 0.65 | 551.55 | 0.14 |
| **14:15 น.** | 13.11 | 1.32 | 17.3 | 809 | 283 | 1092 | 35.3 | 60.40 | 29.60 | 0.65 | 522.48 | 3.31 |
| **14:30 น.** | 12.75 | 0.80 | 10.2 | 764 | 241 | 1005 | 41.9 | 57.02 | 32.98 | 0.65 | 493.42 | 2.07 |
| **14:45 น.** | 12.74 | 0.73 | 9.3 | 746 | 263 | 1009 | 25.3 | 53.60 | 36.40 | 0.65 | 481.80 | 1.93 |
| **15:00 น.** | 12.95 | 1.32 | 17.1 | 744 | 246 | 990 | 46.6 | 50.15 | 39.85 | 0.65 | 474.69 | 3.60 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ข.12** แสดงค่าการทดลองโซล่าเซลล์ความเข้มแสงปกติ ในวันที่ 29/05/66

| โซล่าเซลล์ความเข้มข้นปกติ (วันที่ 29.05.66) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| เวลา | แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) | กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์) | กำลังไฟฟ้า (วัตต์) | ความเข้มแสงออกจากเลนส์ (วัดจากด้านหน้าของเลนส์) (วัตต์ต่อตารางเมตร) | | | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียล) | มุมอัลติจูด (องศา) | มุมเซนิท (องศา) | พื้นที่แผง (ตารางเมตร) | พลังงานขาเข้า (Qin) (วัตต์) | ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า (เปอร์เซ็นต์) |
| | | | | รังสีตรง | รังสีกระจาย | รังสีรวม | | | | | | |
| **10:00 น.** | 13.07 | 1.61 | 21.04 | 600 | 428 | 1028 | 47.00 | 54.58 | 35.42 | 0.65 | 387.50 | 5.43 |
| **10:15 น.** | 13.25 | 1.79 | 23.72 | 721 | 384 | 1105 | 48.00 | 57.95 | 32.05 | 0.65 | 465.65 | 5.09 |
| **10:30 น.** | 13.39 | 1.89 | 25.31 | 880 | 481 | 1361 | 48.50 | 61.26 | 28.74 | 0.65 | 568.34 | 4.45 |
| **10:45 น.** | 13.40 | 1.98 | 26.53 | 957 | 482 | 1439 | 48.50 | 64.51 | 25.49 | 0.65 | 618.07 | 4.29 |
| **11:00 น.** | 13.57 | 2.12 | 28.77 | 1025 | 464 | 1489 | 49.00 | 67.65 | 22.35 | 0.65 | 661.99 | 4.35 |
| **11:15 น.** | 13.55 | 2.14 | 29.00 | 1021 | 459 | 1480 | 49.00 | 70.65 | 19.35 | 0.65 | 659.40 | 4.40 |
| **11:30 น.** | 13.37 | 2.22 | 29.68 | 1127 | 395 | 1522 | 49.00 | 73.40 | 16.60 | 0.65 | 727.86 | 4.08 |
| **11:45 น.** | 13.32 | 2.27 | 30.24 | 1124 | 341 | 1465 | 49.50 | 75.79 | 14.21 | 0.65 | 725.92 | 4.17 |
| **12:00 น.** | 13.28 | 2.34 | 31.08 | 1120 | 324 | 1444 | 50.00 | 77.58 | 12.42 | 0.65 | 723.34 | 4.30 |
| **12:15 น.** | 13.33 | 2.43 | 32.39 | 1134 | 359 | 1493 | 50.00 | 78.50 | 11.50 | 0.65 | 732.38 | 4.42 |
| **12:30 น.** | 13.21 | 2.38 | 31.44 | 1150 | 361 | 1511 | 49.80 | 78.34 | 11.66 | 0.65 | 742.72 | 4.23 |
| **12:45 น.** | 13.18 | 2.32 | 30.58 | 1148 | 322 | 1470 | 49.60 | 77.14 | 12.86 | 0.65 | 741.42 | 4.12 |
| **13:00 น.** | 12.34 | 2.39 | 29.49 | 1135 | 375 | 1510 | 49.40 | 75.15 | 14.85 | 0.65 | 733.03 | 4.02 |
| **13:15 น.** | 12.25 | 2.35 | 28.79 | 1125 | 366 | 1491 | 49.20 | 72.63 | 17.37 | 0.65 | 726.57 | 3.96 |
| **13:30 น.** | 12.25 | 2.31 | 28.30 | 1100 | 358 | 1458 | 49.00 | 69.80 | 20.20 | 0.65 | 710.42 | 3.98 |
| **13:45 น.** | 12.14 | 2.30 | 27.92 | 1097 | 343 | 1440 | 48.90 | 66.75 | 23.25 | 0.65 | 708.49 | 3.94 |
| **14:00 น.** | 12.18 | 2.26 | 27.53 | 1012 | 337 | 1349 | 48.80 | 63.57 | 26.43 | 0.65 | 653.59 | 4.21 |
| **14:15 น.** | 12.10 | 2.22 | 26.86 | 1000 | 327 | 1327 | 48.70 | 60.31 | 29.69 | 0.65 | 645.84 | 4.16 |
| **14:30 น.** | 12.09 | 2.16 | 26.11 | 989 | 312 | 1301 | 48.50 | 56.98 | 33.02 | 0.65 | 638.74 | 4.09 |
| **14:45 น.** | 12.05 | 2.15 | 25.91 | 976 | 299 | 1275 | 48.40 | 53.60 | 36.40 | 0.65 | 630.34 | 4.11 |
| **15:00 น.** | 12.00 | 2.15 | 25.80 | 967 | 289 | 1256 | 48.40 | 50.20 | 39.80 | 0.65 | 624.53 | 4.13 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ข.13** แสดงค่าการทดลองโซล่าเซลล์ความเข้มแสงปกติ ในวันที่ 02/06/66

| โซล่าเซลล์ความเข้มข้นปกติ (วันที่ 02.06.66) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| เวลา | แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) | กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์) | กำลังไฟฟ้า (วัตต์) | ความเข้มแสงออกจากเลนส์ (วัดจากด้านหน้าของเลนส์) (วัตต์ต่อตารางเมตร) | | | อุณหภูมิ (องศาเซลเซียล) | มุมอัลติจูด (องศา) | มุมเซนิท (องศา) | พื้นที่แผง (ตารางเมตร) | พลังงานขาเข้า (Qin) (วัตต์) | ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า (เปอร์เซ็นต์) |
| | | | | รังสีตรง | รังสีกระจาย | รังสีรวม | | | | | | |
| **10:00 น.** | 13.07 | 2.21 | 42.46 | 600 | 428 | 1028 | 47.00 | 54.58 | 35.42 | 0.65 | 387.50 | 10.96 |
| **10:15 น.** | 13.25 | 2.12 | 41.29 | 721 | 384 | 1105 | 48.00 | 57.95 | 32.05 | 0.65 | 465.65 | 8.87 |
| **10:30 น.** | 13.39 | 2.30 | 45.27 | 880 | 481 | 1361 | 48.50 | 61.26 | 28.74 | 0.65 | 568.34 | 7.97 |
| **10:45 น.** | 13.40 | 2.31 | 45.50 | 957 | 482 | 1439 | 48.50 | 64.51 | 25.49 | 0.65 | 618.07 | 7.36 |
| **11:00 น.** | 13.57 | 2.42 | 48.27 | 1025 | 464 | 1489 | 49.00 | 67.65 | 22.35 | 0.65 | 661.99 | 7.29 |
| **11:15 น.** | 13.55 | 2.34 | 46.61 | 1021 | 459 | 1480 | 49.00 | 70.65 | 19.35 | 0.65 | 659.40 | 7.07 |
| **11:30 น.** | 13.37 | 1.92 | 37.74 | 1127 | 395 | 1522 | 49.00 | 73.40 | 16.60 | 0.65 | 727.86 | 5.18 |
| **11:45 น.** | 13.32 | 1.81 | 35.44 | 1000 | 341 | 1341 | 49.50 | 75.79 | 14.21 | 0.65 | 645.84 | 5.49 |
| **12:00 น.** | 13.28 | 1.63 | 31.82 | 1120 | 324 | 1444 | 48.00 | 77.58 | 12.42 | 0.65 | 723.34 | 4.40 |
| **12:15 น.** | 13.33 | 1.54 | 30.18 | 1089 | 359 | 1448 | 48.50 | 78.50 | 11.50 | 0.65 | 703.32 | 4.29 |
| **12:30 น.** | 13.09 | 1.90 | 36.56 | 1150 | 361 | 1511 | 48.50 | 78.34 | 11.66 | 0.65 | 742.72 | 4.92 |
| **12:45 น.** | 13.21 | 1.49 | 28.93 | 1141 | 322 | 1463 | 49.00 | 77.14 | 12.86 | 0.65 | 736.90 | 3.93 |
| **13:00 น.** | 12.34 | 1.54 | 27.94 | 900 | 375 | 1275 | 47.00 | 75.15 | 14.85 | 0.65 | 581.26 | 4.81 |
| **13:15 น.** | 12.25 | 1.32 | 23.77 | 756 | 243 | 999 | 38.00 | 72.63 | 17.37 | 0.65 | 488.26 | 4.87 |
| **13:30 น.** | 12.25 | 1.12 | 20.17 | 142 | 75 | 217 | 32.00 | 69.80 | 20.20 | 0.65 | 91.71 | 21.99 |
| **13:45 น.** | 12.14 | 0.30 | 5.35 | 98 | 32 | 130 | 26.00 | 66.75 | 23.25 | 0.65 | 63.29 | 8.46 |
| **14:00 น.** | 12.18 | 0.03 | 0.54 | 0 | 0 | 0 | 25.00 | 63.57 | 26.43 | 0.65 | 0.00 | 0.00 |
| **14:15 น.** | 12.09 | 0.03 | 0.53 | 0 | 0 | 0 | 24.00 | 60.31 | 29.69 | 0.65 | 0.00 | 0.00 |
| **14:30 น.** | 12.00 | 0.03 | 0.53 | 0 | 0 | 0 | 23.00 | 56.98 | 33.02 | 0.65 | 0.00 | 0.00 |
| **14:45 น.** | 12.00 | 0.03 | 0.53 | 0 | 0 | 0 | 23.00 | 53.60 | 36.40 | 0.65 | 0.00 | 0.00 |
| **15:00 น.** | 12.00 | 0.03 | 0.53 | 0 | 0 | 0 | 22.00 | 50.20 | 39.80 | 0.65 | 0.00 | 0.00 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ข.14** แสดงผลประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า ในวันที่ 21/05/66

| ประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าของการทดลอง วันที่ 21.05.66 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความเข้มแสงอาทิตย์สูงสุด (รังสีตรง) (วัตต์ต่อตารางเมตร) | ความเข้มแสงอาทิตย์ต่ำสุด (รังสีตรง) (วัตต์ต่อตารางเมตร) | กำลังไฟฟ้าสุดสุด (วัตต์) | กำลังไฟฟ้าต่ำสุด (วัตต์) | อุณหภูมิสุดสุด (องศาเซลเซียล) | อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียล) | ประสิทธิภาพสุดสุด (%) | ประสิทธิภาพต่ำสุด (%) |
| **ความเข้มข้นสูง** | 1270 | 160 | 26.60 | 3.10 | 51.20 | 39.80 | 4.46 | 1.54 |
| **ความเข้มข้นปกติ** | 1062 | 209 | 26.20 | 6.20 | 51.00 | 39.30 | 6.67 | 2.63 |

**ตารางที่ ข.15** แสดงผลประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า ในวันที่ 24/05/66

| ประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าของการทดลอง วันที่ 24.05.66 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความเข้มแสงอาทิตย์สูงสุด (รังสีตรง) (วัตต์ต่อตารางเมตร) | ความเข้มแสงอาทิตย์ต่ำสุด (รังสีตรง) (วัตต์ต่อตารางเมตร) | กำลังไฟฟ้าสุดสุด (วัตต์) | กำลังไฟฟ้าต่ำสุด (วัตต์) | อุณหภูมิสุดสุด (องศาเซลเซียล) | อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียล) | ประสิทธิภาพสุดสุด (%) | ประสิทธิภาพต่ำสุด (%) |
| **ความเข้มข้นสูง** | 1295 | 270 | 27.39 | 270 | 52.50 | 45.00 | 7.69 | 2.62 |
| **ความเข้มข้นปกติ** | 1013 | 250 | 28.01 | 8.85 | 48.50 | 43.00 | 5.48 | 2.22 |

**ตารางที่ ข.16** แสดงผลประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า ในวันที่ 25/05/66

| ประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าของการทดลอง วันที่ 25.05.66 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความเข้มแสงอาทิตย์สูงสุด (รังสีตรง) (วัตต์ต่อตารางเมตร) | ความเข้มแสงอาทิตย์ต่ำสุด (รังสีตรง) (วัตต์ต่อตารางเมตร) | กำลังไฟฟ้าสุดสุด (วัตต์) | กำลังไฟฟ้าต่ำสุด (วัตต์) | อุณหภูมิสุดสุด (องศาเซลเซียล) | อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียล) | ประสิทธิภาพสุดสุด (%) | ประสิทธิภาพต่ำสุด (%) |
| **ความเข้มข้นสูง** | 1391 | 214 | 25.18 | 1.26 | 51.10 | 27.90 | 7.82 | 0.21 |
| **ความเข้มข้นปกติ** | 1080 | 198 | 28.74 | 0.78 | 50.20 | 25.30 | 10.95 | 0.14 |

**ตารางที่ ข.17** แสดงผลประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า ในวันที่ 26/05/66

| ประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าของการทดลอง วันที่ 26.05.66 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความเข้มแสงอาทิตย์สูงสุด (รังสีตรง) (วัตต์ต่อตารางเมตร) | ความเข้มแสงอาทิตย์ต่ำสุด (รังสีตรง) (วัตต์ต่อตารางเมตร) | กำลังไฟฟ้าสุดสุด (วัตต์) | กำลังไฟฟ้าต่ำสุด (วัตต์) | อุณหภูมิสุดสุด (องศาเซลเซียล) | อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียล) | ประสิทธิภาพสุดสุด (%) | ประสิทธิภาพต่ำสุด (%) |
| **ความเข้มข้นสูง** | 1420 | 328 | 27.26 | 14.08 | 54.50 | 37.20 | 6.65 | 2.57 |
| **ความเข้มข้นปกติ** | 1074 | 296 | 29.88 | 0.78 | 50.60 | 29.80 | 8.67 | 0.14 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ข.18** แสดงผลประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า ในวันที่ 29/05/66

| ประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าของการทดลอง วันที่ 29.05.66 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความเข้มแสงอาทิตย์สูงสุด (รังสีตรง) (วัตต์ต่อตารางเมตร) | ความเข้มแสงอาทิตย์ต่ำสุด (รังสีตรง) (วัตต์ต่อตารางเมตร) | กำลังไฟฟ้าสูดสุด (วัตต์) | กำลังไฟฟ้าต่ำสุด (วัตต์) | อุณหภูมิสุดสุด (องศาเซลเซียล) | อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียล) | ประสิทธิภาพสุดสุด (%) | ประสิทธิภาพต่ำสุด (%) |
| **ความเข้มข้นสูง** | 1248 | 641 | 50.35 | 41.18 | 54.80 | 50.00 | 10.11 | 5.86 |
| **ความเข้มข้นปกติ** | 1150 | 600 | 32.39 | 21.04 | 50.00 | 47.00 | 5.43 | 3.94 |

**ตารางที่ ข.19** แสดงผลประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า ในวันที่ 02/06/66

| ประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าของการทดลอง วันที่ 02.06.66 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความเข้มแสงอาทิตย์สูงสุด (รังสีตรง) (วัตต์ต่อตารางเมตร) | ความเข้มแสงอาทิตย์ต่ำสุด (รังสีตรง) (วัตต์ต่อตารางเมตร) | กำลังไฟฟ้าสูดสุด (วัตต์) | กำลังไฟฟ้าต่ำสุด (วัตต์) | อุณหภูมิสุดสุด (องศาเซลเซียล) | อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียล) | ประสิทธิภาพสุดสุด (%) | ประสิทธิภาพต่ำสุด (%) |
| **ความเข้มข้นสูง** | 1248 | 0 | 30.50 | 0.36 | 54.00 | 23.00 | 17.48 | 0.00 |
| **ความเข้มข้นปกติ** | 1150 | 0 | 48.27 | 0.53 | 49.50 | 22.00 | 21.99 | 0.00 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ประวัติผู้เขียน

| | |
|---|---|
| ชื่อ-นามสกุล | นายพลพีร์ คงพินิจ |
| วัน เดือน ปีเกิด | วันที่ 13 พฤษภาคม พ.ศ. 2542 |
| ภูมิลำเนา | จังหวัดนครศรีธรรมราช |
| ที่อยู่ | บ้านเลขที่ 53/1 หมู่ 3 ถนนป่ากล้วยสมอชัย ตำบลมะม่วงสองต้น อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80000 |
| E-mail | 62201119@KMITL.AC.TH |


| | |
|---|---|
| ประวัติการศึกษา | - สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทย์-คณิต) ปีการศึกษา 2559 จากโรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา (English Program)<br>- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกลเกษตรและอาหาร) ปีการศึกษา 2565 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร |
| ผลงานและกิจกรรม | - นักศึกษาฝึกงานที่บริษัท S.V. Interglass |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายศิวกร วงศ์ช่วยสุข

วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 14 มกราคม พ.ศ. 2542

ภูมิลำเนา จังหวัด นครศรีธรรมราช

ที่อยู่ บ้านเลขที่ 133 หมู่ 4 ถนนอัครวิถี
ตำบล ขนอม อำเภอ ขนอม
จังหวัด นครศรีธรรมราช 80210

E-mail Sivakornohm@gmail.com


ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทย์-คณิต) ปีการศึกษา 2559 จากโรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา (วิทย์-คณิต) สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกลเกษตรและอาหาร) ปีการศึกษา 2566 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ผลงานและกิจกรรม นักศึกษาฝึกงานที่บริษัท S.V. Interglass

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้