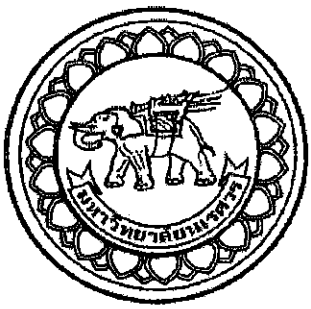


# การประเมินศักยภาพระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ในเขตภาคเหนือตอนล่าง

**An Assessment of Solar Home System in Lower Northern Region**

นายคณาธิป แก้วกุลศรี รหัส 47363767

นายธนานนท์ หาญวัฒนาศิริ รหัส 47361605

i 5080897 e.2

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ.....30 พ.ค. 2551.....
เลขทะเบียน.....05100028.....
เลขเรียกหนังสือ.....
มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปร.
ค127ก.
2550

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2550

# ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

| | | | |
|---|---|---|---|
| **หัวข้อโครงงาน** | การประเมินศักยภาพระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ในเขตภาคเหนือตอนล่าง | | |
| **ผู้ดำเนินโครงงาน** | นายคณาธิป | แก้วกุลศรี | รหัส 47363767 |
| | นายธนานนท์ | หาญวัฒนาศิริ | รหัส 47361605 |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มแม่น | | |
| **สาขาวิชา** | วิศวกรรมไฟฟ้า | | |
| **ภาควิชา** | วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ | | |
| **ปีการศึกษา** | 2550 | | |

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ประธานกรรมการ
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มแม่น )

.....กรรมการ
( ดร.ประพิธาร์ ธนารักษ์ )

.....กรรมการ
( อาจารย์ปิยดนัย ภาชนะพรรณ์ )

| | |
|---|---|
| **หัวข้อโครงงาน** | การประเมินศักยภาพระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ในเขตภาคเหนือตอนล่าง |
| **ผู้ดำเนินโครงงาน** | นายคณาธิป แก้วกุลศรี รหัส 47363767 |
| | นายธนานนท์ หาญวัฒนาศิริ รหัส 47361605 |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มแม่น |
| **สาขา** | วิศวกรรมไฟฟ้า |
| **ภาควิชา** | วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ |
| **ปีการศึกษา** | 2550 |

## บทคัดย่อ


โครงงานนี้เป็นการประเมินศักยภาพระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ในเขตภาคเหนือตอนล่าง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ ให้มีประสิทธิภาพและสามารถใช้ประโยชน์ได้สูงสุด

การประเมินโดยให้ประชาชนที่ใช้ระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ตอบแบบสอบถาม โดยการสุ่มตัวอย่างเพื่อออกไปสำรวจยัง 6 จังหวัดได้แก่ จังหวัดพิษณุโลก จังหวัดกำแพงเพชร จังหวัดสุโขทัย จังหวัดอุตรดิตถ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ จังหวัดพิจิตร โดยผลที่ได้จากการประเมินพบว่า อุปกรณ์ที่เสียหายมากได้แก่ เครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้า เนื่องจากการติดตั้งอยู่ในบริเวณที่แสงอาทิตย์ส่องถึง ทำให้เกิดความร้อนที่เครื่องควบคุมการประจุส่งผลให้เครื่องทำงานหนักขึ้น แนวทางการแก้ไข คือ ตรวจสอบว่าเครื่องควบคุมการประจุถูกติดตั้งไว้หนาแน่นหรือไม่ ตรวจสอบไม่ให้มีสายไฟหลวม ควรเปิดฝาเครื่องออกมาตรวจสอบทำความสะอาดหลังจากตรวจสอบเสร็จเรียบร้อย และวัดแรงดันไฟขาออกจากเครื่องควบคุมประจุไฟฟ้า (Vชาร์ต) โดยต้องทำการวัดในช่วงกลางวันที่มีแสงแดดส่องแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ตั้งค่าเครื่องวัดไว้ที่ 20โวลต์ DC ค่าที่วัดได้ควรมากกว่า 13.5 โวลต์ และควรตั้งเครื่องควบคุมการประจุไว้ในที่ร่ม อากาศถ่ายเทได้ดีและไม่อยู่ใกล้ความร้อน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าประชาชนต้องการใช้ไฟฟ้ามากขึ้น แต่เนื่องจากระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ให้พลังงานไฟฟ้าในปริมาณที่จำกัด ทำให้ไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของประชาชน จึงควรหาแนวทางที่ทำให้ประชาชนสามารถใช้ไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น เช่น เพิ่มแผงเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่ให้ใหญ่ขึ้น หรือปรับปรุงระบบให้สามารถมีการใช้งานได้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

| | | | |
|---|---|---|---|
| Project | An Assessment of Solar Home System in Lower Northern Region. | | |
| Name | Mr. Kanatip | Kaewkulsri | ID. 47363767 |
| | Mr. Thananon | Hanwattanasiri | ID. 47361605 |
| Project Advisor | Assistant Professor Suchart Yammen, Ph.D. | | |
| Major | Electrical Engineering | | |
| Department | Electrical and Computer Engineering | | |
| Academic Year | 2007 | | |


## ABSTRACT

This project presents an assessment of Solar Home System in Lower Northern Region of Thailand. The object of this project is to develop the efficiency of Solar Home System for maximize its utilization.

The assessment has done by given the questionnaire to people who have Solar Home System .The data were analyzed and presented trouble shooting of the Solar Home System in 6 provinces as follows Phitsanulok, Kamphaengphet, Sukothai, Uttaradit, Phetchaboon and Phichit. The result showed that the most damage equipment is Charge Controller because it was setup in sunlight shining, made the equipment work hard. The right method to solve this problem is to set the equipment in room where air flows continuously and check the electricity line as well as check the lid and it cleans. Also voltage should be checked at 20 Volts dc or the minimum rate is 13.5 Volts. The meter sets at 20 volts dc. The value at a temple should get more than 13.5 volts.

From the data analysis, increasing electricity demand of the people is not meet the limited electricity production from the Solar Home System. The solution of this problem is to install more solar cell or increase size of battery. Should make people trend can go up the electricity adding by add the solar cell and he battery for good efficiency goes up.

# กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำโครงงานขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาและคณะอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ที่กรุณาให้คำแนะนำวิธีการและการแก้ปัญหาในการทำโครงงาน ขอขอบคุณวิทยาลัยพลังงานทดแทนที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ใช้ในการทำโครงงาน ขอขอบคุณการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต2 ภาคเหนือ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลที่นำมาใช้ในโครงงาน พร้อมทั้งขอบคุณอีกหลายต่อหลายท่านที่ช่วยเหลือจนโครงงานนี้สำเร็จลุล่วง ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ
คณาธิป แก้วกุลศรี
ธนานนท์ หาญวัฒนาศิริ

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....ข

กิตติกรรมประกาศ .....ค

สารบัญ .....ง

สารบัญตาราง .....ฉ

สารบัญรูป .....ช

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน ..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน ..... 1

1.3 ขอบข่ายของโครงงาน ..... 2

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน ..... 2

1.5 กิจกรรมการดำเนินงาน ..... 2

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ ..... 3

1.7 งบประมาณที่ใช้ ..... 3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี

2.1 พลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย ..... 4

2.2 การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ..... 4

2.3 อุปกรณ์สำคัญของระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อบ้านพักอาศัย ..... 5

2.4 ขั้นตอนการทำงานของระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ..... 20

2.5 จุดเด่นของระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อบ้านพักอาศัย ..... 21

บทที่ 3 การศึกษาและการออกแบบการประเมิน

3.1 การรวบรวมข้อมูล ..... 22

3.2 รูปแบบ/อุปกรณ์ที่ดำเนินการติดตั้ง ..... 22

3.3 การคัดเลือกหมู่บ้าน ..... 23

# สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 ผลจากการสอบถาม ..... 25

4.2 ผลการทดลองกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ..... 29

บทที่ 5 บทสรุป

5.1 สรุปผล ..... 39

5.2 ประเมินผลและข้อเสนอแนะ ..... 39

5.3 ปัญหา ข้อเสนอแนะ และแนวทางแก้ไข ..... 40

เอกสารอ้างอิง ..... 41

ภาคผนวก ..... 42

ภาคผนวก ก. แบบสอบถาม ..... 43

ภาคผนวก ข. แบบแปลนระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ ..... 55

ภาคผนวก ค. ภาพการทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ..... 59

ประวัติผู้เขียนโครงงาน ..... 64

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | หน้า |
|---|---|
| 2.1 ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ | 7 |
| 2.2 ช่องว่างพลังงานของซิลิกอนกับอุณหภูมิ | 12 |
| 3.1 รายละเอียดของอุปกรณ์ที่จะดำเนินการติดตั้ง | 23 |
| 3.2 จำนวนครัวเรือนที่ได้รับการติดตั้งระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ | 23 |
| 4.1 ค่าแรงดันและกระแสที่วัดได้จากการทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ | 30 |

# สารบัญรูป


| รูปที่ | หน้า |
|---|---|
| 2.1 แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดปีของประเทศไทย | 4 |
| 2.2 ลักษณะทั่วไปและการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ | 6 |
| 2.3 เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำมาจากซิลิคอน | 6 |
| 2.4 เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำมาจากสารประกอบ | 7 |
| 2.5 สรุปการจำแนกประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์ | 7 |
| 2.6 กราฟคุณสมบัติกระแส-แรงดันไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ | 8 |
| 2.7 I-V Curve กรณีเมื่อค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์คงที่และอุณหภูมิเซลล์เพิ่มขึ้น | 10 |
| 2.8 I-V Curve กรณีเมื่ออุณหภูมิเซลล์คงที่และค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ลดลง | 10 |
| 2.9 การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์แบบอยู่กับที่ | 14 |
| 2.10 การติดตังแผงโซลาร์เซลล์ติดตามแบบอิเควเตอร์ | 15 |
| 2.11 การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ตามดวงอาทิตย์แบบอซิมุธ | 15 |
| 2.12 การเปรียบเทียบทิศทางโดยการบังให้เกิดเงา | 16 |
| 2.13 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า | 16 |
| 2.14 เครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้า | 18 |
| 2.15 แบตเตอรี่ที่ใช้ในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ | 18 |
| 2.16 เซลล์ไฟฟ้าแบบง่าย | 19 |
| 2.17 ระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์แบบใช้ภาระทางไฟฟ้าเป็นแบบกระแสตรง | 21 |
| 2.18 ระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์แบบใช้ภาระทางไฟฟ้าเป็นแบบกระแสสลับ | 21 |
| 3.1 รูปแบบการติดตั้งระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ | 22 |
| 4.1 แผนภูมิอุปกรณ์ที่เสียหายของจังหวัดพิษณุโลก | 25 |
| 4.2 แผนภูมิอุปกรณ์ที่เสียหายของจังหวัดกำแพงเพชร | 25 |
| 4.3 แผนภูมิอุปกรณ์ที่เสียหายของจังหวัดสุโขทัย | 26 |
| 4.4 แผนภูมิอุปกรณ์ที่เสียหายของจังหวัดอุตรดิตถ์ | 26 |
| 4.5 แผนภูมิอุปกรณ์ที่เสียหายของจังหวัดเพชรบูรณ์ | 27 |
| 4.6 แผนภูมิอุปกรณ์ที่เสียหายของจังหวัดพิจิตร | 27 |
| 4.7 สรุปผลอุปกรณ์ที่ได้รับความเสียหาย | 28 |
| 4.8 คุณลักษณะของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ | 29 |

# สารบัญรูป(ต่อ)


| รูปที่ | หน้า |
|---|---|
| 4.9 กราฟความสัมพันธ์ของ I-V curve ที่ G = 744.56 $W/m^2$ | 37 |
| 4.10 กราฟความสัมพันธ์ของ I-V curve ที่ G = 132075 $W/m^2$ | 37 |
| 4.11 กราฟความสัมพันธ์ของ I-V curve ที่ G = 292.44 $W/m^2$ | 38 |

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

รัฐบาลมีนโยบาย ส่งเสริมให้ประชาชนในประเทศมีไฟฟ้าใช้อย่างทั่วถึง โดยให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ดำเนินการขยายเขตให้บริการไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันสามารถให้บริการไฟฟ้าครอบคลุมพื้นที่กว่า 99 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลืออีก 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นหมู่บ้านที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ประมาณ 540 หมู่บ้าน ซึ่งอยู่ในภาคเหนือของประเทศไทยถึง 90 เปอร์เซ็นต์ และ กระจายอยู่ทั่วประเทศ 10 เปอร์เซ็นต์ โดยหมู่บ้านเหล่านั้นตั้งอยู่ในพื้นที่เขตป่าสงวน เขตพื้นที่หวงห้าม และพื้นที่ห่างไกล เช่น ภูเขา เป็นต้น การขยายเขตบริการโดยวิธีปักเสาพาดสายนั้นทำได้ยาก เนื่องจากปัญหาหลายประการ เช่นขั้นตอนการขออนุญาตเช่าพื้นที่ใช้ระยะเวลานาน และผลตอบแทนทางด้านการเงินยังไม่คุ้มค่า แต่ระบบเซลล์แสงอาทิตย์สามารถติดตั้งได้ทุกพื้นที่ที่มีแสงอาทิตย์ อีกทั้งยังง่ายต่อการขนส่ง ง่ายต่อการติดตั้ง และยังเป็นการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน ซึ่งเป็นพลังงานที่สะอาด ดังนั้นระบบเซลล์แสงอาทิตย์จึงเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับพื้นที่ที่ไม่มีไฟฟ้าดังกล่าว แต่เนื่องจากการศึกษาที่ผ่านมานั้นโครงการด้านเซลล์แสงอาทิตย์ยังไม่ได้รับความสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากเมื่อประชาชนมีไฟฟ้าใช้ในระยะหนึ่งแล้วจะมีความต้องการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังขาดความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องเมื่อเกิดปัญหา ไม่สามารถแก้ไขได้ ส่งผลให้เกิดความเสียหายในที่สุด ด้วยเหตุนี้การสำรวจและประเมินศักยภาพระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ไม่ได้ใช้งานในเขตภาคเหนือตอนล่างทั้ง 9 จังหวัด ซึ่งประกอบด้วย จังหวัดพิษณุโลก พิจิตร นครสวรรค์ อุตรดิตถ์ กำแพงเพชร เพชรบูรณ์ ตาก อุทัยธานี และสุโขทัย เพื่อนำมาพัฒนาเป็นระบบไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับเครื่องยนต์การเกษตร จะสามารถทำให้เกิดการใช้ประโยชน์อย่างสูงและยั่งยืน

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 รวบรวมข้อมูล ศึกษาและเปรียบเทียบ ข้อกำหนดของระบบเซลล์แสงอาทิตย์

1.2.2 เพื่อสำรวจและประเมินศักยภาพของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ไม่ได้ใช้งานในเขตภาคเหนือตอนล่าง ภายใต้โครงการบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ของรัฐบาล

## 1.3 ขอบข่ายของโครงงาน

1.3.1 สำรวจศักยภาพระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ไม่ได้ใช้งาน ภายใต้โครงการบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ รวมถึงระบบเซลล์แสงอาทิตย์อื่นๆ ที่เกิดความเสียหายและไม่สามารถใช้งานได้ในเขตภาคเหนือตอนล่าง (9จังหวัด)

1.3.2 ศึกษารายละเอียดของอุปกรณ์หลักของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ดังนี้

1. เซลล์แสงอาทิตย์
2. อุปกรณ์ควบคุมการประจุไฟฟ้า
3. แบตเตอรี่
4. เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

## 1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาข้อมูล สำรวจเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.4.2 วางแผนงานการสำรวจ และเก็บข้อมูล

1.4.3 วิเคราะห์และแปรผลข้อมูล

1.4.4 สรุปผลการสำรวจ เผยแพร่ และจัดการทำรายงาน

## 1.5 กิจกรรมการดำเนินงาน

| การดำเนินงาน | ปี 2550 | | | | | | | | ปี 2551 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | เดือน | | | | | | | | เดือน | | | |
| | พ.ค. | มิ.ย. | ก.ค. | ส.ค. | ก.ย. | ต.ค. | พ.ย. | ธ.ค. | ม.ค. | ก.พ. | มี.ค. | เม.ย. |
| 1.วางแผนการประเมินศักยภาพระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ | ← | → | | | | | | | | | | |
| 2.สำรวจระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ | | | ← | | | | | → | | | | |
| 3.ประเมินศักยภาพในการใช้งานระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ | | | | | | | | ← | | | → | |
| 4.สรุปผลการประเมิน | | | | | | | | | | | ← | → |

## 1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจไปทำแผนพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ที่ไม่ได้ใช้งานให้เป็นระบบผลิตไฟฟ้าให้มีประโยชน์สูงสุด

1.6.2 ประชาชนในเขตภาคเหนือตอนล่างมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับด้านเซลล์แสงอาทิตย์และพลังงานทดแทนมากขึ้น เนื่องจากมีส่วนร่วมในการสำรวจ โดยเฉพาะกลุ่มผู้นำชุมชน หรือ กลุ่ม อบต.

1.6.3 เกิดเครือข่ายพลังงานทดแทนในเขตภาคเหนือตอนล่าง

## 1.7 งบประมาณที่ใช้

| | | |
|---|---|---|
| - ค่าเอกสารและจัดทำรูปเล่ม | 500 | บาท |
| - ค่าวัสดุและอุปกรณ์ | 1,000 | บาท |
| - ค่าดำเนินการทำโครงงาน | 5,000 | บาท |
| รวม | 6,500 | บาท |

# บทที่ 2
# หลักการและทฤษฎี

## 2.1 พลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย

จากแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย (พ.ศ.2542) โดยกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานและคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยได้รับรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดระหว่างเดือนเมษายน และพฤษภาคม โดยมีค่าอยู่ในช่วง 20 ถึง 24 $MJ/m^2$ - day โดยพื้นที่ที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดเฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ครอบคลุมบางส่วนของจังหวัดนครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีษะเกษ ร้อยเอ็ด ยโสธร อุบลราชธานี และอุดรธานี และบางส่วนของภาคกลางที่จังหวัดสุพรรณบุรี ชัยนาท อยุธยา และลพบุรี โดยได้รับรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปี 19 ถึง 20 $MJ/m^2$ - day คิดเป็น 14.3 % ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศ และ 50.2 % ของพื้นที่ทั้งหมดได้รับรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปี ในช่วง 18-19 $MJ/m^2$ - day จากการคำนวณรังสีรวมของดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีของพื้นที่ทั่วประเทศไทยพบว่ามีค่าเท่ากับ 18.2 $MJ/m^2$ - day จากผลที่ได้นี้แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูง

**รูปที่2.1** แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยตลอดปีของประเทศไทย
ที่มา (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน 2542:82)

## 2.2 การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์

มนุษย์รู้จักการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในชีวิตประจำวันมาตั้งแต่ในอดีต เช่น การตากแห้งเพื่อถนอมอาหาร การตากผ้า การตากแห้งของผลไม้ เมล็ด และใบพืช การฆ่าเชื้อโรค การทำนาเกลือ เป็นต้น ซึ่งก็ล้วนแต่เป็นการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์โดยตรง ในปัจจุบันสามารถจำแนกการประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ได้ 2 รูปแบบ คือ การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปของไฟฟ้า

และการประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปของความร้อน สำหรับคู่มือฉบับนี้นำเสนอเฉพาะการประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปของไฟฟ้า เท่านั้น

การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปของไฟฟ้ามีอุปกรณ์ที่เรียกว่า เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cells) เป็นตัวกลางในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเซลล์แสงอาทิตย์เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างจากสารกึ่งตัวนำสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ทันทีเมื่อได้รับรังสีดวงอาทิตย์ ไฟฟ้าที่ผลิตได้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง

เซลล์แสงอาทิตย์ค้นพบครั้งแรกในปี ค.ศ. 1954 (พ.ศ.2497) โดยแชปปิน ฟูลเลอร์ และ เพียสัน แห่งเบลล์เทลโลโฟน (Bell Telephone) โดยทั้ง 3 คน ค้นพบเทคโนโลยีการสร้างรอยต่อ พี–เอ็น (P – N) แบบใหม่ โดยการแพร่สารเข้าไปในผลึกของซิลิคอน จนได้เซลล์แสงอาทิตย์อันแรกของโลกซึ่งมีประสิทธิภาพ 6% ปัจจุบันเซลล์แสงอาทิตย์ถูกพัฒนาขึ้นจนประสิทธิภาพสูงกว่า 15 % ซึ่งในระยะแรกเซลล์แสงอาทิตย์จะผลิตมาเพื่อใช้สำหรับโครงการด้านอวกาศเท่านั้น ต่อมาจึงได้มีการนำเอาแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้บนพื้นโลกมากขึ้น

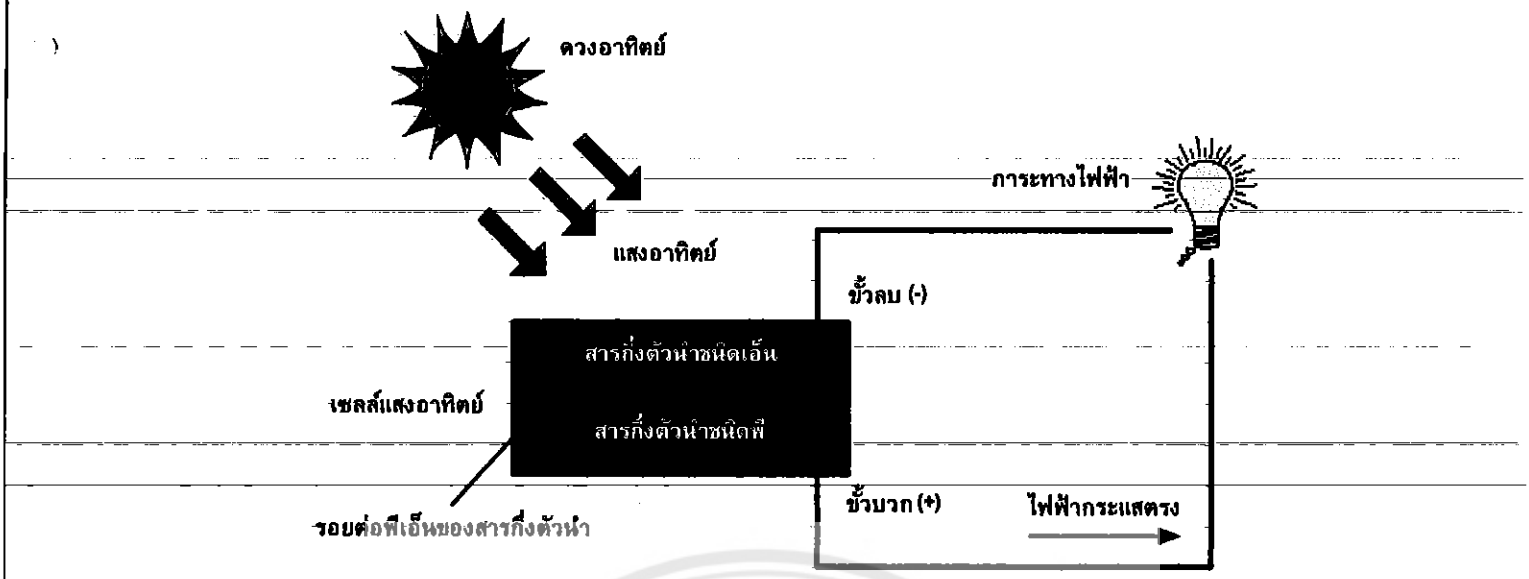
## 2.3 อุปกรณ์สำคัญของระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อบ้านพักอาศัย

### 2.3.1 เซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์คือ สารกึ่งตัวนำ (semiconductor)ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์ให้ไปเป็นไฟฟ้าได้ โดยไฟฟ้าที่ได้นั้นจะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง เซลล์แสงอาทิตย์โดยทั่วไปประกอบไปด้วยรอยต่อของสารกึ่งตัวนำ ซึ่งส่วนใหญ่คือซิลิกอนที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน เรียกรอยต่อนี้ว่ารอยต่อพีเอ็น (P-N Junction) ทำหน้าที่สร้างสนามไฟฟ้าภายในเซลล์แสงอาทิตย์

เมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์ จะเกิดพาหะทางไฟฟ้าขึ้นสองชนิดคือ อิเล็กตรอน (ประจุลบ) และ โฮล (ประจุบวก) สนามไฟฟ้าที่บริเวณรอยต่อพีเอ็นจะแยกอิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นให้ไหลไปทางขั้วลบและ แยกโฮลให้ไหลไปทางขั้วบวก มีผลทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าแบบกระแสตรงขึ้นที่ขั้วทั้งสอง ดังนั้นเมื่อเราต่อขั้วดังกล่าวเข้ากับภาระทางไฟฟ้า (เครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสตรง) ก็จะเกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าขึ้นภายในวงจร ดังรูปที่ 2.14

เซลล์แสงอาทิตย์โดยทั่วไปจะให้แรงดันไฟฟ้าประมาณ 0.5 โวลต์ ที่สภาวะวงจรเปิดและไม่มีภาระทางไฟฟ้า ส่วนค่ากระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์จะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพและ ขนาดของเซลล์แสงอาทิตย์ (พื้นที่หน้าตัด) และยังขึ้นอยู่กับค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นผิวของเซลล์แสงอาทิตย์ ตัวอย่างเช่น เซลล์แสงอาทิตย์จากโรงงานขนาดพื้นที่หน้าตัด 160 ตารางเซนติเมตร จะสามารถผลิตไฟฟ้าได้สูงสุดประมาณ 2 วัตต์ ที่สภาวะความเข้มแสงอาทิตย์ประมาณ 1,000 วัตต์ต่อตารางเมตร และเมื่อความเข้มแสงอาทิตย์ลดต่ำลงเหลือประมาณ 400 วัตต์ต่อตารางเมตร เซลล์แสงอาทิตย์นี้ก็จะผลิตไฟฟ้าได้เพียงประมาณ 0.8 วัตต์ [12]




**รูปที่2.2** ลักษณะทั่วไปและการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์

**ประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์**

เซลล์แสงอาทิตย์สามารถจำแนกตามวัสดุที่นำมาผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ได้ 2 ประเภท คือ เซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตมาจากซิลิคอน (Silicon) และเซลล์แสงอาทิตย์ที่สร้างจากสารประกอบ

**เซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตจากซิลิคอน (Silicon)**

เซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตมาจากธาตุซิลิคอนแบ่งตามลักษณะของรูปผลึกได้เป็น 3 รูปแบบ คือ แบบผลึกเดี่ยว (Single Crystalline) แบบผลึกผสม (Poly-Crystalline) และแบบอสัณฐาน (Amorphous) ซึ่งบางครั้งอาจเรียกว่า เซลล์แสงอาทิตย์แบบฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cell) เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอนแสดงดังในรูปที่ 2.3

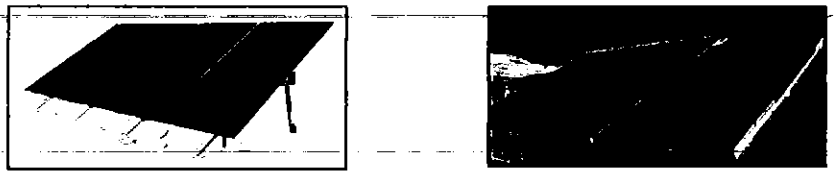
ก ข ค

**รูปที่2.3** เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำมาจากซิลิคอน (ก.แบบผลึกเดี่ยว ข.แบบผลึกรวม ค.แบบอสัณฐาน)

**เซลล์แสงอาทิตย์ที่สร้างจากสารประกอบ**

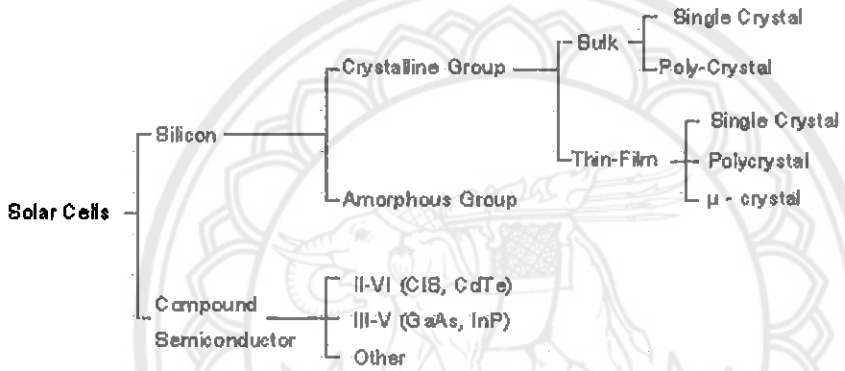
เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำมาจากสารประกอบคือเซลล์แสงอาทิตย์ที่นำธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปนำมาผลิตเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ เช่นเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตมาจากสารประกอบ แกลเลี่ยมอาเซไนด์ (GaAs)

แคดเมียมเทลเลอไรด์ (CdTe) คอปเปอร์อินเดียมไดอาเซไนด์ (CIS) เป็นต้น ซึ่งมีทั้งแบบผลึกเดี่ยว และผลึกรวม ส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพสูง ข้อเสียของเซลล์ชนิดนี้คือ มีราคาแพง บางชนิดทำจากสารที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม และยังมีปัญหาเรื่องอายุการใช้งาน



ก ข

**รูปที่2.4** เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำมาจากสารประกอบ ก. คอปเปอร์อินเดียมไดอาร์เซไนด์ CIS ข. แคดเมียมเทลเลอไรด์ CdTe



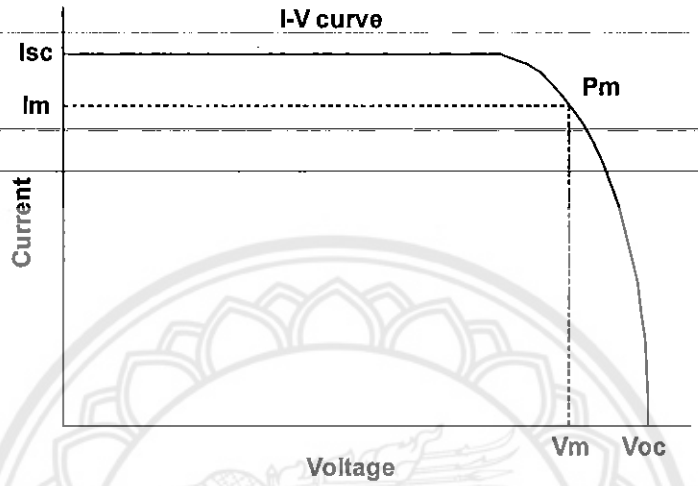

**รูปที่2.5** สรุปการจำแนกประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์

**ตารางที่2.1** ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์

| | ประสิทธิภาพ(%) | พลังงานในการผลิต | ราคา | วัตถุดิบ | ความเชื่อถือ | สิ่งแวดล้อม |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ผลึกเดี่ยวซิลิคอน | 15-24 | Bad | Bad | Good | Very good | Very good |
| โพลิซิลิคอน | 10 – 17 | Good | Good | Good | Good | Very Good |
| อะมอร์ฟัสซิลิคอน | 8 –13 | Very Good | Very Good | Very Good | Good | Very Good |
| GaAs | 18 - 30 | Bad | Very Bad | Bad | Very Good | Bad |
| CdS/CdTe | 10-15 | Good | Good | Bad | Good | Bad |
| CdS/CuInSe$_2$ | 10-15 | NA | NA | Bad | Good | Bad |

**คุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์**

คุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์สามารถอธิบายได้โดยใช้กราฟแสดงคุณสมบัติกระแส-แรงดันไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ (I-V curve) ลักษณะของ I-V curve ไม่ว่าจะเป็นของเซลล์ (cell) โมดูล (module) แอร์เรย์ (array) จะมีลักษณะที่คล้ายกัน




รูปที่2.6 กราฟคุณสมบัติกระแส-แรงดันไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์

I-V Curve สามารถอธิบายคุณสมบัติต่างๆ ของเซลล์แสงอาทิตย์ได้ดังนี้

• ค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุด ($I_m$) คือ ค่ากระแสไฟฟ้าที่จุดกำลังไฟฟ้าสูงสุดของเซลล์แสงอาทิตย์ในขณะที่ต่ออยู่กับภาระทางไฟฟ้า

• ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด ($V_m$) คือ ค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุดกำลังไฟฟ้าสูงสุดของเซลล์แสงอาทิตย์ในขณะที่ต่ออยู่กับภาระทางไฟฟ้า

• ค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจร ($I_{sc}$) คือ ค่ากระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ในขณะที่เกิดการลัดวงจร

• ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด ($V_{oc}$) คือ ค่าแรงดันไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ในขณะที่ไม่มีภาระทางไฟฟ้า

• ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด ($P_m$) คือ ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่เซลล์แสงอาทิตย์จ่ายออกมาในขณะที่มีภาระทางไฟฟ้า

• ค่าฟิวแฟคเตอร์ (Fill Factor, F.F) คือ ค่าอัตราส่วนของกำลังไฟฟ้าสูงสุดต่อผลคูณระหว่างค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจรกับแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังต่อไปนี้

$$F.F = \frac{P_m}{I_{sc} \times V_{oc}} = \frac{I_m \times V_m}{I_{sc} \times V_{oc}} \quad (2.1)$$

เซลล์แสงอาทิตย์ที่ดีควรมีค่าฟิวแฟคเตอร์มากกว่า 0.7 ขึ้นไป เพื่อที่จะให้จุดทำงานมีค่าใกล้เคียงกับจุดกำลังไฟฟ้าสูงสุด

• **ประสิทธิภาพสูงสุด ($\eta_m$)** คือ ค่าอัตราส่วนกำลังไฟฟ้าสูงสุดต่อพลังงานที่ได้รับของเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งหาค่าได้จากสมการ

$$\eta_m = [P_m / A_m G_T] \times 100\% \quad (2.2)$$

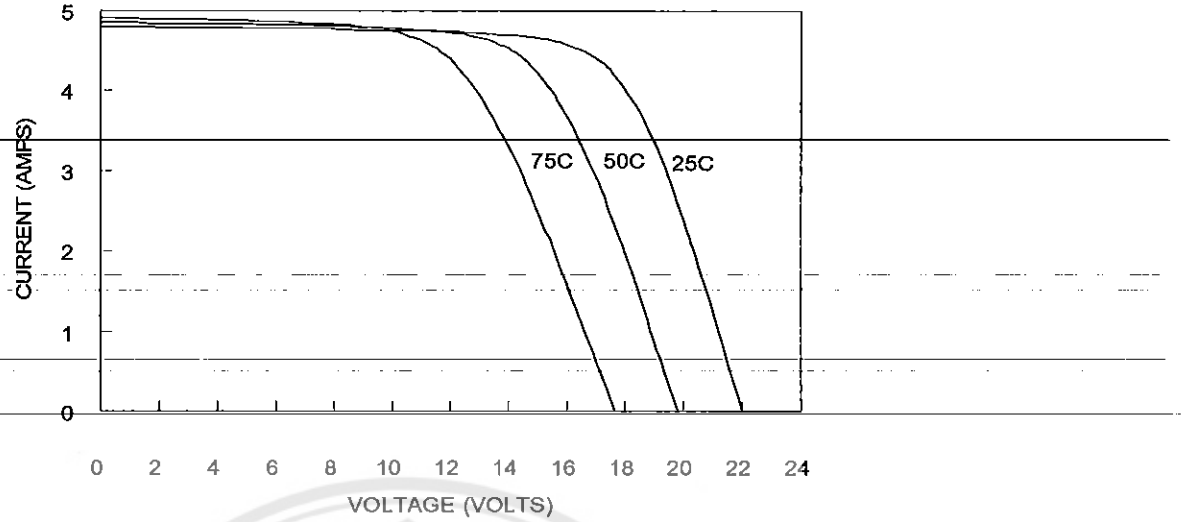
เมื่อ $A_m$ คือ พื้นที่รับแสงของเซลล์แสงอาทิตย์ ($m^2$)

$G_T$ คือ ค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ ($W/m^2$)

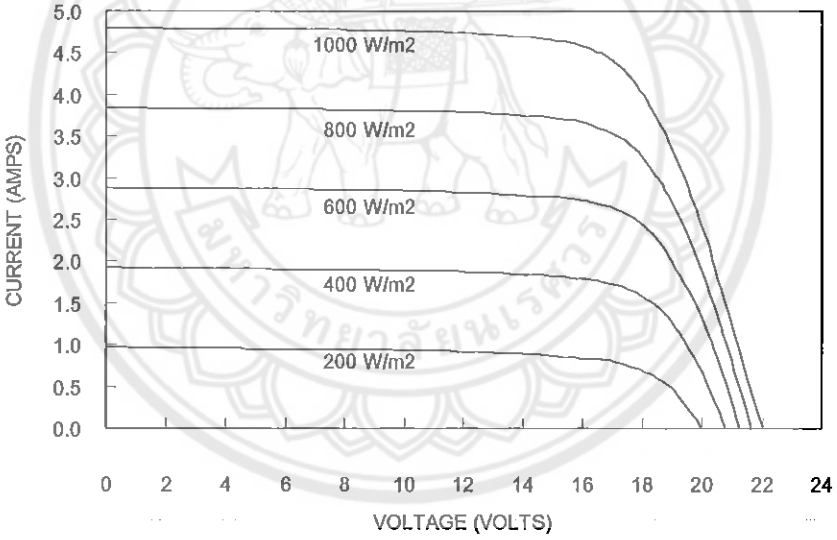
ในกรณีที่รูปกราฟ I-V Curve นี้เปลี่ยนแกนไปอยู่ใน Quadrant ที่สองหรือสี่ (ค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้าเป็นลบ) จะหมายความว่าเกิดการสูญเสียกำลังไฟฟ้า ซึ่งสาเหตุอาจเกิดจากการที่เซลล์มีอุณหภูมิสูงมาก และใกล้ที่จะเสียหาย ดังนั้นจึงนิยมติดตั้ง bypass diode ไว้ที่แผงเซลล์เพื่อป้องกันการเกิดแรงดันไหลย้อนกลับเข้าเซลล์แสงอาทิตย์

โดยปกติการทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อรับรองคุณภาพจะกระทำที่เงื่อนไขเฉพาะเรียกว่า Standard Testing Condition (STC) ซึ่งเงื่อนไขดังกล่าวการทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติทางไฟฟ้าจะต้องภายใต้เงื่อนไข ของค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ 1,000 $W/m^2$ ที่ค่ามวลอากาศ 1.5 และ อุณหภูมิเซลล์ 25 °C

สำหรับเซลล์แสงอาทิตย์แล้วจะมีลักษณะเฉพาะที่น่าสนใจคือ กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จะเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอเมื่อความเข้มรังสีดวงอาทิตย์เพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลต่อ I-V Curve ของเซลล์แสงอาทิตย์ที่สภาวะความเข้มรังสีดวงอาทิตย์คงที่ กับที่สภาวะอุณหภูมิแตกต่างกันแสดงดังรูปที่ 2.16 และ 2.17 กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิกอนจะตกลงเมื่ออุณหภูมิเซลล์สูงขึ้น ส่วนค่ากระแสนั้นจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในขณะที่ค่าแรงดันไฟฟ้าจะตกลงอย่างมาก ซึ่งโดยปกติกำลังไฟฟ้าจะตกลงไปประมาณ 0.4 – 0.6 เปอร์เซ็นต์ต่อองศาเซลเซียส




**รูปที่2.7** I-V Curve กรณีเมื่อค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์คงที่และอุณหภูมิเซลล์เพิ่มขึ้น




**รูปที่2.8** I-V Curve กรณีเมื่ออุณหภูมิเซลล์คงที่และค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ลดลง

**ผลของอุณหภูมิต่อกระแสไฟฟ้าลัดวงจรและแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด**

จากที่ได้กล่าวไปในหัวข้อที่ผ่านมาถึงผลของอุณหภูมิเซลล์ว่าส่งผลกระทบโดยตรงกับคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ ในหัวข้อนี้จะได้ทำการอธิบายรายละเอียดของผลกระทบดังกล่าว

• **ผลของอุณหภูมิต่อกระแสไฟฟ้าลัดวงจร**

กระแสไฟฟ้าลัดวงจรสามารถเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังสมการ

$$I_{sc} = \eta_e (1-r)(1-e^{-\alpha}) q n_{ph}(E_g) \qquad (2.3)$$

เมื่อ $\eta_e$ คือ ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนคู่อิเล็กตรอน – โฮลให้เป็นกระแสไฟฟ้า

r คือ สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงที่ผิวด้านรับแสงของเซลล์

$\alpha$ คือ สัมประสิทธิ์การดูดกลืนของเซลล์แสงอาทิตย์ ($cm^{-1}$)

l คือ ระยะทางที่โฟตอนในแสงอาทิตย์ที่สารกึ่งตัวนำซึ่งมีช่องว่างพลังงานเท่ากับสามารถดูดกลืนได้ photon/$cm^2$.sec

$e^{-\alpha}$ คือ สัดส่วนของโฟตอนที่ทะลุผ่านเซลล์ต่อโฟตอนที่ตกกระทบทั้งหมด

$E_g$ คือ ช่องว่างพลังงานของสารกึ่งตัวนำ (eV)

เมื่อพิจารณาช่องว่างพลังงานของสารกึ่งตัวนำจะพบว่าช่องว่างพลังงานจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นและจะมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิดังสมการ

$$E_g(T) = E_{go} - \frac{\gamma T^2}{T+\beta} \qquad (2.4)$$

เมื่อ $E_{go}$ คือ ช่องว่างพลังงานของสารกึ่งตัวนำที่ศูนย์องศาสัมบูรณ์มีค่าเท่ากับ 1.16 eV

$E_g(T)$ คือ ช่องว่างพลังงานของสารกึ่งตัวนำที่อุณหภูมิใดๆ (eV)

$\gamma$ คือ ค่าคงที่เฉพาะสารกึ่งตัวนำใดๆ สำหรับซิลิกอน = $7.02 \times 10^{-4}$ eV/K

$\beta$ คือ ค่าคงที่เฉพาะของสารกึ่งตัวนำใดๆ สำหรับซิลิกอน = 1,108 K

เมื่ออุณหภูมิของสารกึ่งตัวนำเพิ่มขึ้นช่องว่างพลังงานจะลดลงสำหรับซิลิกอนช่องว่างพลังงานจะลดลงประมาณ $2.3 \times 10^{-4}$ eV/K ดังนั้นจำนวนโฟตอนที่มีพลังงานมากกว่าช่องว่างพลังงานจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็นผลให้กระแสไฟฟ้าลัดวงจรมากขึ้น

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าของช่องว่างพลังงานของซิลิก่อนที่อุณหภูมิต่างๆ ซึ่งจะพบว่าช่องว่างพลังงานของซิลิกอนจะเปลี่ยนไปเล็กน้อยขณะที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 25 - 70 ° C ด้วยเหตุนี้กระแสไฟฟ้าลัดวงจรจึงเพิ่มขึ้นเล็กน้อยขณะที่อุณหภูมิเซลล์สูงขึ้น ในทางปฏิบัติอาจจะถือว่าอุณหภูมิไม่มีผลต่อกระแสไฟฟ้าลัดวงจรก็ได้

**ตารางที่2.2** ช่องว่างพลังงานของซิลิกอนกับอุณหภูมิ

| อุณหภูมิ ($^{\circ}$ C) | ช่องว่างพลังงาน (eV) |
|---|---|
| 25 | 1.115 |
| 30 | 1.114 |
| 35 | 1.129 |
| 40 | 1.111 |
| 45 | 1.110 |
| 50 | 1.108 |
| 55 | 1.107 |
| 60 | 1.105 |
| 65 | 1.104 |
| 70 | 1.103 |

- ผลของอุณหภูมิต่อแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด

แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดสามารถเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังสมการ

$$V_{oc} = qN_c N_c A_p \left[ \frac{1}{N_A} \sqrt{\frac{D_n}{\tau_n}} + \frac{1}{N_D} \sqrt{\frac{D_p}{\tau_p}} \right] e^{-E_g / KT} \tag{2.5}$$

โดยที่

$$\sqrt{\tau_n} = \frac{L_n}{\sqrt{D_n}} \tag{2.6}$$

$$\sqrt{\tau_P} = \frac{L_P}{\sqrt{D_p}} \tag{2.7}$$

$$N_c = 2\left[ \frac{2\pi m_e * KT}{h^2} \right]^{3/2} \tag{2.8}$$

$$N_v = 2\left[ \frac{2\pi m * KT}{h^2} \right]^{3/2} \tag{2.9}$$

เมื่อ $N_c$ คือ ความหนาแน่นประสิทธิผลของอิเล็กตรอนสเตทในแถบตัวนำ (Effective density of state conduction band) ($cm^{-3}$)

$N_v$ คือ ความหนาแน่นประสิทธิผลของโฮลสเตทในแถบวาเลนซ์ (Effective density of state in valence band) ($cm^{-3}$)

$D_n$ คือ ค่าคงที่ของการแพร่ของอิเล็กตรอน (Electron diffusion constant) ($cm^2$/sec)

$D_p$ คือ ค่าคงที่ของการแพร่ของโฮล (Hole diffusion constant) ($cm^2$/sec)

$L_n$ คือ ระยะแพร่ของอิเล็กตรอนในสารกึ่งตัวนำชนิดพี (Electron diffusion length) (cm)

$N_D$ คือ ความหนาแน่นของดอนเนอร์ ($cm^3$)

$N_A$ คือ ความหนาแน่นของแอกเซปเตอร์ ($cm^3$)

$A_p$ คือ พื้นที่หน้าตัดของรอยต่อ ($m^2$)

$m_e$ คือ มวลประสิทธิภาพของอิเล็กตรอน (Electron effective mass) (kg)

$m_h$ คือ มวลประสิทธิภาพของโฮล (Hole effective mass) (kg)

h คือ ค่าคงที่ของแพลงค์ (Plank constant) (J-sec)

จำนวนอิเล็กตรอนหรือโฮลในสารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์เป็นไปตามสมการ

$$n_i^2 = N_c N_v e^{-E/kT} \tag{2.10}$$

จากสมการสามารถเขียน $V_{oc}$ ใหม่ได้ดังนี้

$$V_{oc} = qA_p n_i^2 \left[ \frac{D_n}{N_A L_n} / \frac{D_p}{N_D L_p} \right] \tag{2.11}$$

ค่า $n_i^2$ สำหรับซิลิกอนมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิดังสมการ

$$n_i^2 = 1.54 \times 10^{33} T^{33} 10^{-6080/T} \tag{2.12}$$

ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น $n_i$ $L_n$ และ $L_p$ จะเพิ่มขึ้นแต่การเพิ่มของ $n_i$ จะมากกว่าการเพิ่มของ $L_n$ และ $L_p$ ซึ่งเป็นผลให้กระแสอิ่มตัวย้อนกลับเพิ่มขึ้น เมื่อกระแสอิ่มตัวย้อนกลับมากขึ้นค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดจะลดลง

**ผลของอุณหภูมิต่อกำลังไฟฟ้าสูงสุด**

กำลังไฟฟ้าสุงสุดของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิกอนจะลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น สามารถอธิบายด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ดังนี้

$$P_m = P_m(STC)[1 - 0.005(T_{cell} - 25)] \quad (2.13)$$

เมื่อ $P_m$ (STC) คือ กำลังไฟฟ้าสูงสุดของเซลล์แสงอาทิตย์ที่สภาวะมาตรฐาน (W)

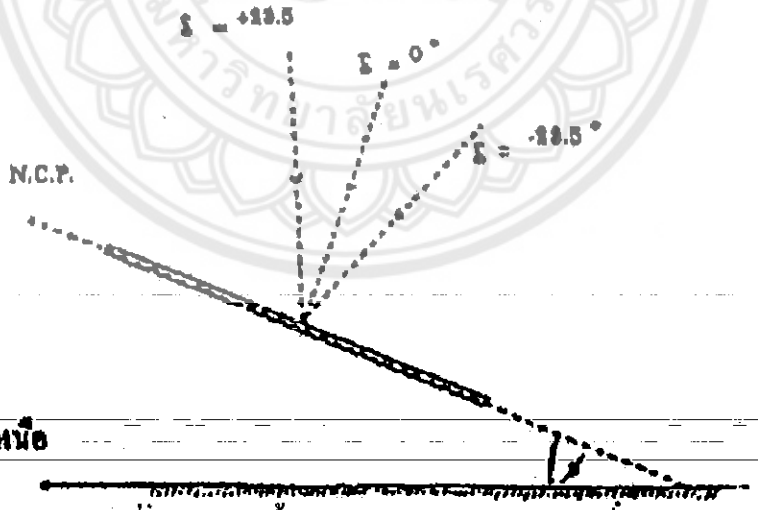
$T_{cell}$ คือ อุณหภูมิของเซลล์ (°C)

ดังนั้นถ้าเซลล์แสงอาทิตย์ที่สภาวะมาตรฐานมีกำลังไฟฟ้าสูงสุด 50 W เมื่อนำมาใช้งานที่อุณหภูมิของเซลล์ 55 °C กำลังไฟฟ้าสูงสุดจะเหลือ 34 W ในกรณีของประสิทธิภาพสูงสุดจะมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิดังสมการ

$$\eta_m = \eta_m(STC)\left[1 - 0.003(T_{cell} - 25)\right] \quad (2.14)$$

**การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่**

การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่นี้ จะต้องให้แกนของแผงนั้นทำมุมเอียงในทิศเหนือ – ใต้ ซึ่งจะเอียงในทิศเหนือ-ใต้ โดยการเอียงนั้นขึ้นอยู่กับว่าพื้นที่นั้นๆอยู่ ณ บริเวณซีกโลกใด ดังรูป2.9



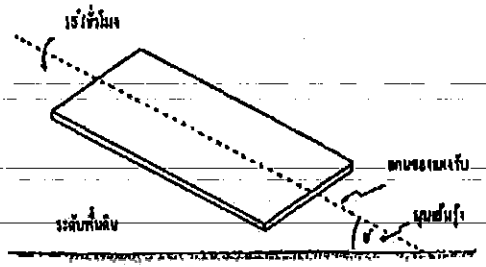

**รูปที่2.9** การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์แบบอยู่กับที่

**การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์**

ระบบนี้ใช้การเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์เป็นตัวกำหนดตำแหน่ง โดยตรวจจับทิศทางของดวงอาทิตย์ว่าอยู่ที่ตำแหน่งใด แล้วก็ทำการเปรียบเทียบตำแหน่งแล้วส่งสัญญาณไปควบคุมแผงให้ติดตามดวงอาทิตย์ ซึ่งในระบบนี้แบบออกได้ 2 ระบบ คือ

**ระบบอิเควเตอร์ (Equatorial Mounting)**

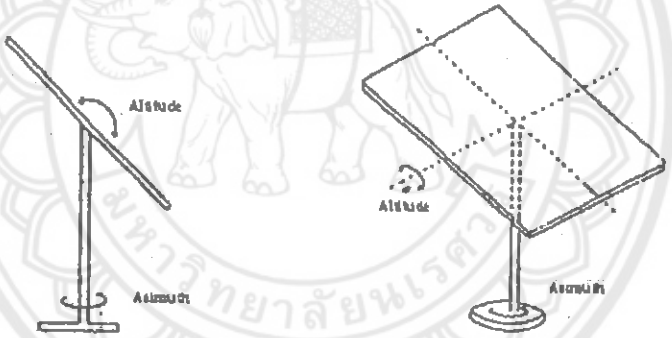
ระบบนี้ แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะหมุนได้เพียง 1 แกน คือจะหมุนรอบๆแกนเหนือใต้ หรือแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะหันออกไปในทิศตะวันออก- ตก ดังรูปที่ 2.10



รูปที่2.10 การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ติดตามแบบอิเควเตอร์

**ระบบอซิมุธ (Azimuth Mounting)**

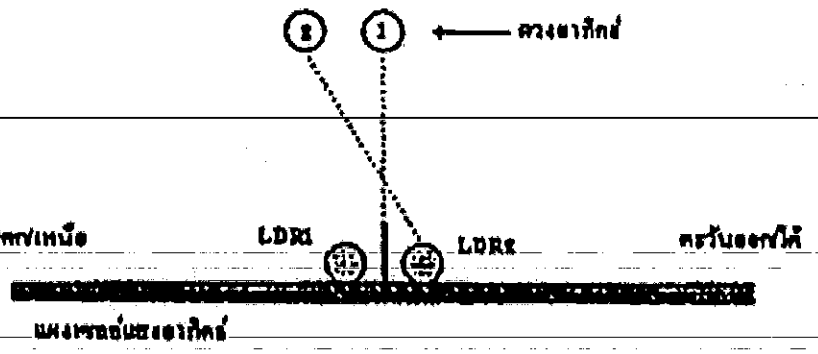
ระบบนี้จะหมุนรอบแกนถึง 2 แกน ซึ่งจะหมุนจากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตกในแต่ละวัน และหมุนในทิศเหนือ-ใต้ ตามการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ในแต่ละฤดูกาล ดังรูป 2.11



รูปที่2.11 การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ตามดวงอาทิตย์แบบอซิมุธ

**วิธีการปรับทิศทางการรับแสง**

วิธีการนี้เป็นวิธีการปรับทิศทางการรับแสงของดวงอาทิตย์ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ให้สามารถรับพลังงานได้สูงสุด โดยหลักการนี้อุปกรณ์ไวแสงที่มีคุณลักษณะเหมือนกัน 2 ตัว วางไว้ด้านข้องของวัตถุทึบแสงทั้งสองด้าน ซึ่งวัตถุทึบแสงวางตั้งฉากกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ดังรูป 11 เพื่ออาศัยความเข้มแสงที่เท่ากันเมื่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำมุมตั้งฉากกับแสงอาทิตย์ ซึ่งนำหลักการนี้เป็นตัวควบคุมการจับทิศทางของดวงอาทิตย์และปรับทิศทางการรับแสงของเซลล์แสงอาทิตย์




**รูปที่2.12** การเปรียบเทียบทิศทางโดยการบังให้เกิดเงา

**2.3.2 อุปกรณ์ควบคุมการอัดประจุแบตเตอรี่และแปลงกระแสไฟฟ้า (DC/AC)**

**2.3.2.1 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter)**

เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับแปลงไฟฟ้ากระแสตรง ให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ต้องใช้เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าคือระบบที่ต้องมีการจ่ายไฟให้กับแหล่งที่ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับ เช่น หม้อหุงข้าวไฟฟ้า ตู้เย็น โทรทัศน์ พัดลม เป็นต้น การใช้เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าช่วยในการแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับจะเกิดการสูญเสียอยู่เสมอ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าได้ถูกพัฒนาให้มีประสิทธิภาพค่อนข้างสูง คือจะอยู่ที่ประมาณร้อยละ 90-95 ซึ่งหมายความว่า ในการแปลงไฟฟ้าอาจมีการสูญเสียเกิดขึ้นเพียงร้อยละ 5-10 เท่านั้น ในการนำเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าไปใช้งานควรติดตั้งเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าในที่ร่มที่มีอุณหภูมิไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส ความชื้นไม่เกินร้อยละ 60 มีการระบายอากาศได้ดีและไม่มีสัตว์จำพวก หนู หรือง มาทำให้เกิดความเสียหาย

**รูปที่2.13** เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

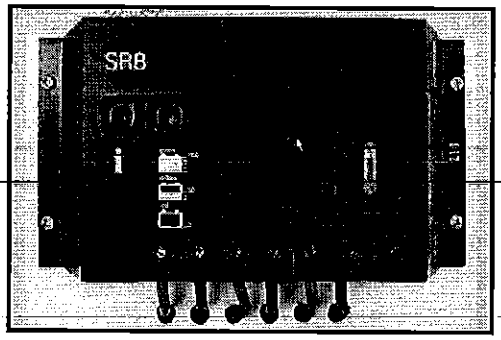
เนื่องจากในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าต่ออยู่กับแบตเตอรี่และอุปกรณ์ไฟฟ้า การเลือกเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าจึงควรพิจารณาดังนี้

- เลือกเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าให้ตรงกับขนาดของแบตเตอรี่ที่ใช้ เช่น 12 V, 24 V 48 V และ 120 V ฯลฯ
- เลือกเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าที่มีขนาดกำลังไฟฟ้า (จำนวนวัตต์) มากกว่าขนาดกำลังไฟฟ้ารวมของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดที่ต้องใช้ในแต่ละครั้ง เช่น หากต้องการนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าประกอบด้วย หลอดไฟฟ้า โทรทัศน์ ในเวลาเดียวกัน ซึ่งมีกำลังไฟฟ้ารวมทั้งหมด 120W ดังนั้น inverter ต้องมีกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 120W จึงจะทำให้สามารถใช้งานได้เพียงพอกับอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาด 120W
- กรณีที่ใช้กับอุปกรณ์ที่มีความเหนี่ยวนำ เช่น มอเตอร์, ปั๊มน้ำ, เครื่องซักผ้าและเตาไมโครเวฟ ฯลฯจะมีไฟกระชากเมื่อเริ่มเดินเครื่อง ดังนั้นต้องพิจารณาขนาดไฟกระชาก (Surge) สูงสุดด้วย

หากจะกล่าวถึงประสิทธิภาพแล้ว พบว่ามีความแตกต่างกันตามอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งาน ในทางปฏิบัติ ประสิทธิภาพของเครื่องสูงสุดอยู่ที่ 60-80% ของขนาดเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า โดยตัวเครื่องเองต้องใช้กำลังไฟฟ้าในการเดินเครื่องด้วย จึงทำให้เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าขนาดใหญ่เมื่อนำไปใช้กับอุปกรณ์ที่มีกำลังไฟฟ้าต่ำมากๆ จะมีประสิทธิภาพต่ำ เช่น เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า 1 kW ใช้งานกับวิทยุขนาด 20 W อาจต้องใช้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ 30-40 W ทีเดียว

**2.3.2.2 เครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้า**

เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ (Charge) และควบคุมการคายประจุของแบตเตอรี่ (Discharge) ซึ่งเครื่องควบคุมการประจุแบตเตอรี่มีอยู่หลายประเภทและมีระบบการทำงานหลายแบบอย่างเช่นเครื่องควบคุมการประจุแบตเตอรี่ที่มีคุณภาพก็จะมีระบบการทำงานหลากหลาย เช่น มีระบบควบคุมให้การประจุเร็วเมื่อแบตเตอรี่ไม่มีไฟหรือไฟอ่อน (Boost Charge) และตัดการประจุเมื่อแบตเตอรี่เต็มหรือแรงดันแบตเตอรี่สูงจนถึงระดับที่ตั้งเอาไว้ อีกทั้งยังมีการควบคุมแรงดันของแบตเตอรี่ (Float Charge) ในจุดที่ตั้งเอาไว้ มีระบบควบคุมอุณหภูมิของแบตเตอรี่ (Temperature Compensation) เพื่อให้แน่ใจว่าแบตเตอรี่เต็มจริงก่อนที่ระบบจะทำการตัดการประจุเมื่อแรงดันสูงขึ้น นอกจากระบบการ Charge แล้วเครื่องควบคุมการประจุแบตเตอรี่ที่มีคุณภาพดีจะต้องมีระบบป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ เช่น มีระบบป้องกันการใช้ภาระทางไฟฟ้ามากเกิน (Over Load) ระบบป้องกันการลัดวงจร (Shot Circled) ระบบป้องกันเมื่ออุณหภูมิของตัวเครื่องสูงเกินไป (Over temperature Protection) เป็นต้น



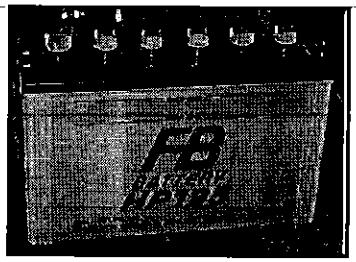

**รูปที่2.14** เครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้า

**2.3.2.3** แบตเตอรี่

ในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แบตเตอรี่ (battery) หมายถึงอุปกรณ์อย่างหนึ่งที่ใช้เก็บพลังงาน และนำมาใช้ได้ในรูปของไฟฟ้า แบตเตอรี่นั้นประกอบด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าเคมี เช่น เซลล์กัลป์วานิก หรือเซลล์เชื้อเพลิงอย่างน้อย 1 เซลล์

เชื่อกันว่าหลักฐานชิ้นแรกสุดที่เป็นไปได้ว่าจะเป็นแบตเตอรี่ในประวัติศาสตร์โลก คือ วัตถุที่เรียกว่าแบตเตอรี่แบกแดด (Baghdad Battery) คาดว่ามีอายุในช่วง 250 ปีก่อนคริสตกาล ถึงคริสตศักราช 640 สำหรับพัฒนาการของแบตเตอรี่ในยุคใหม่นั้น เริ่มต้นที่ ที่พัฒนาขึ้นโดยนักฟิสิกส์ชาวอิตาลี นามว่า อาเลสซานโดร โวลตา เมื่อ ค.ศ. 1800 ปัจจุบันนี้อุตสาหกรรมแบตเตอรี่ทั่วโลก สามารถสร้างรายได้จากการขายปีละ 4.8 หมื่นล้านดอลลาร์เลยทีเดียว

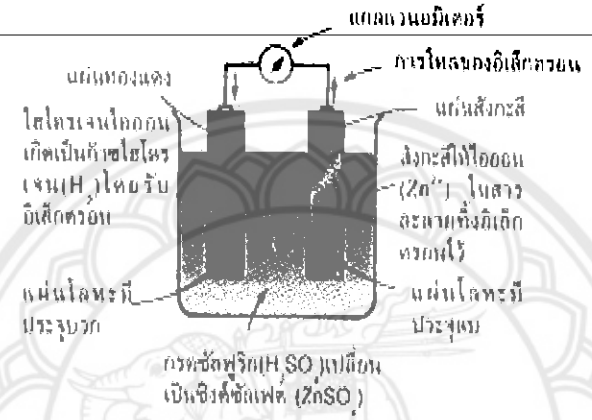
แบตเตอรี่ในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ทำหน้าที่เก็บสะสมไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตได้ในเวลากลางวัน แต่ในขณะที่ความเข้มของแสงไม่เพียงพอเช่น เวลาฝนตก หรือเวลากลางคืน แบตเตอรี่จะจ่ายไฟฟ้าที่เก็บสะสมไว้ให้กับภาระทางไฟฟ้าต่าง ๆ โดยผ่านอุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์แปลงไฟฟ้า (Inverter) ในกรณีที่ภาระทางไฟฟ้าเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่เสียหายง่ายที่สุดมีอายุการใช้งานเพียงแค่ 2 - 3 ปีแต่ถ้าหากบำรุงรักษาเอาใจใส่ อาจจะสามารถใช้งานได้ถึง 5 ปี



**รูปที่2.15** แบตเตอรี่ที่ใช้ในระบบเซลล์แสงอาทิตย์

แบตเตอรี่ในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถที่จะนำไปใช้กับแบตเตอรี่ของรถยนต์ได้ เนื่องจากมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน คือ แบตเตอรี่รถยนต์จะพยายามจ่ายกระแสไฟฟ้าสูงๆ ในระยะเวลาสั้น ๆ ในขณะสต๊าทเครื่องยนต์ ส่วนแบตเตอรี่ในระบบเซลล์แสงอาทิตย์จะจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ละน้อยๆ และมีระยะเวลาที่ยาวนาน อย่างสม่ำเสมอ

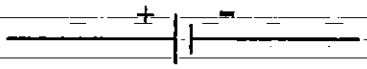
**โครงสร้างแบตเตอรี่**




**รูปที่2.16** เซลล์ไฟฟ้าแบบง่าย

จากรูป จะมีแท่งโลหะ 2 แท่ง ทำหน้าที่เป็นขั้วไฟฟ้าจุ่มอยู่ในน้ำยาอิเลคโทรไลท์ ปฏิกิริยาทางเคมีจะทำให้ขั้วไฟฟ้าอันหนึ่ง จะสูญเสียอิเล็กตรอนไปทำให้เกิดเป็นขั้วบวก และอีกขั้วหนึ่งที่ได้รับอิเลคตรอนก็จะเป็นขั้วลบทำให้ขั้วทั้งสองเกิดความแตกต่างของศักดิ์ไฟฟ้าขึ้นทำให้มีแรงดันไฟฟ้าเกิดขึ้น

**สัญลักษณ์ของเซลล์ไฟฟ้า คือ**




ถ้านำเซลล์ไฟฟ้าหลาย ๆ ตัวมาต่อเข้าด้วยกัน แบบอนุกรมก็จะทำให้ได้แรงดันไฟฟ้ามากขึ้น เรียกว่า แบตเตอรี่

เซลล์ไฟฟ้าแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ

1. เซลล์ปฐมภูมิ (Primary Cell) คือ เซลล์ที่หลังจากที่เกิดปฏิกิริยาจนได้แรงดันไฟฟ้าแล้วเมื่อนำไปใช้งาน พลังงานไฟฟ้าจะหมดไปไม่สามารถนำมาใช้ได้อีก เช่น ถ่านไฟฉาย

2. เซลล์ทุติยภูมิ (Secondary Cell) คือ เซลล์ที่เมื่อใช้พลังงานไปหมดแล้วสามารถใช้ไฟฟ้าป้อนกลับเพื่อเปลี่ยนกริยาเคมีกลับไปดังเดิมได้ เช่น แบตเตอรี่

**แบตเตอรี่และเซลทุติยภูมิ**

**เซลล์ไฟฟ้าแบบทุติยภูมิ**

เซลล์ไฟฟ้าแบบทุติยภูมิ หมายถึง ไฟฟ้าชนิดที่เมื่อใช้พลังงานไฟฟ้าจากเซลล์ออกไปแล้ง สามารถจ่ายไฟฟ้าเข้ามาในเซลล์เพื่อให้เซลล์มีคุณสมบัติเหมือนเดิมได้อีกด้วย ก็จำพวกแบตเตอรี่รถยนต์ หรือ แบตเตอรี่แบบอังคาไลน์ หรือแบตเตอรี่ชนิดที่ใช้กับเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ บางชนิดซึ่งเมื่อเราใช้ไฟหมดแล้วสามารถอัดไฟ (Charge) เข้ามาใหม่ได้ได้เซลล์ไฟฟ้าแบบทุติยภูมิมีชื่อเรียกหลายชื่อ เช่น STOORGE, CELL, ACCUMLATOR,หรือ BATTERY เป็นต้น

**แบตเตอรี่ชนิดกรดตะกั่ว (LEAD-ACID BATTERY)**

แบตเตอรี่ชนิดนี้คือ แบตเตอรี่ที่เราเห็นทั่วไป เช่น แบตเตอรี่รถยนต์ แผ่นธาตุขั้วบวกและลบด้วยตะกั่ว และแช่ลงในกรดกำมะถัน สามารถอัดไฟใหม่ได้เมื่อใช้ไปแล้วภายในมีหลายๆ เซลล์ต่ออนุกรมกันปกติแต่ละเซลล์มีแรงดันออกมา = 2 V ถ้าต่ออนุกรมกัน 6 เซลล์ก็จะได้ 12 V เป็นต้น โครงสร้างประไปด้วยแผ่นธาตุทำด้วยตะกั่วบริสุทธิ์เป็นขั้วลบและแผ่นธาตุของตะกั่วไดอ็อกไซด์เป็นขั้วบวก ตัวที่เป็นอิเล็กโตรไลท์คือกรดซัลฟูริก ($H_2SO_4$ ) ถ้ามีการบำรุงรักษาให้ดีแล้วจะมีอายุการใช้งานประมาณ 5 ปีลักษณะภายนอกและโครงสร้างภายใน

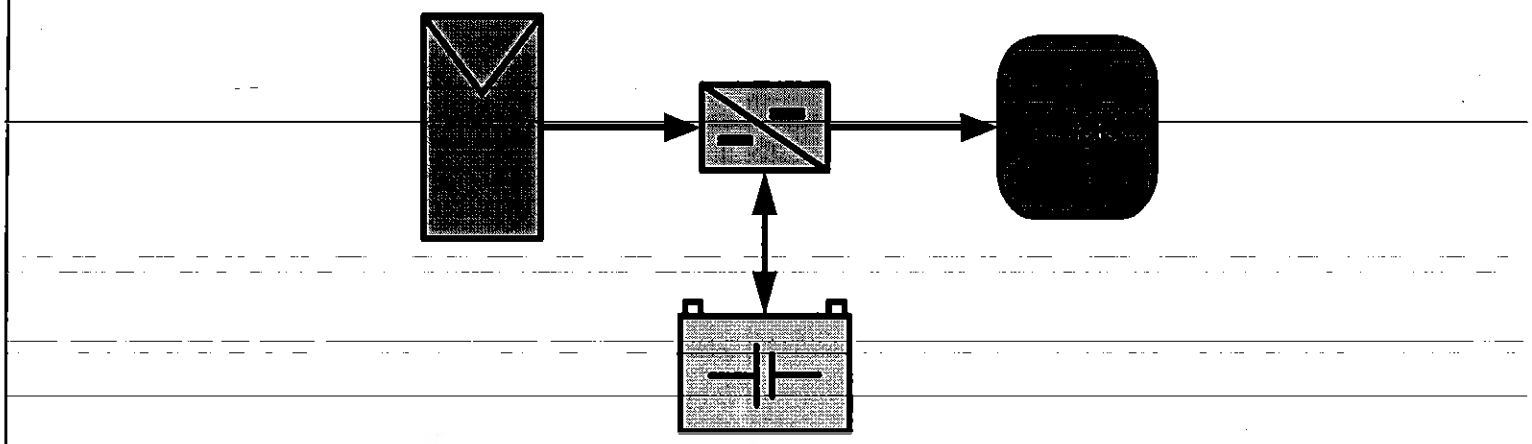
**ความจุของแบตเตอรี่**

คือความสามารถของแบตเตอรี่ที่จะเก็บประจุไฟฟ้าไว้ในรูปของแอมแปร์ –ชั่วโมง (Ampare houes) ตัวอย่างเช่น แบตเตอรี่ขนาด 100 A-hr หมายถึง แบตเตอรี่ที่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้า 12.5 V ได้ใน 8 ชั่วโมง (12.5 A x 8.hr = 100 A-hr)ปดติอัตราการจ่ายกระแสของแบตเตอรี่ตามปกติจะเทียบกับ 8 ชั่วโมงเสมอ

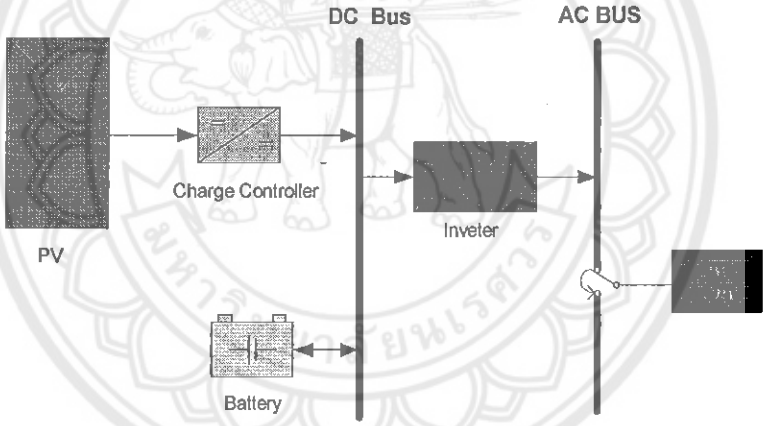
## 2.4 ขั้นตอนการทำงานของระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

1. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าจากดวงอาทิตย์ ไฟฟ้าที่ได้จะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง
2. ไฟฟ้าที่ผลิตจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะถูกเก็บไว้โดยการประจุกระแสไฟฟ้าลงบนแบตเตอรี่ผ่านอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่
3. อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ ทำหน้าที่
- ควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าลงบนแบตเตอรี่
- ตัดการประจุกระแสไฟฟ้า เมื่อแบตเตอรี่เต็ม
- ตัดการจ่ายกระแสไฟฟ้า เมื่อแบตเตอรี่ใกล้หมด

4. แบตเตอรี่จ่ายกระแสไฟฟ้ากระแสตรง โดยผ่านอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่และแปลงกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะแปลงเป็นกระแสสลับให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการใช้



**รูปที่2.17** ระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์แบบใช้ภาระทางไฟฟ้าเป็นแบบกระแสตรง




**รูปที่2.18** ระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์แบบใช้ภาระทางไฟฟ้าเป็นแบบกระแสสลับ

## 2.5 จุดเด่นของระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับบ้านพักอาศัย

1. ลงทุนครั้งเดียว ไม่ต้องเสียค่าไฟฟ้ายาวนานกว่า 25 ปี
2. ติดตั้ง ใช้งาน เคลื่อนย้ายง่ายและรวดเร็ว
3. ไม่มีค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาแผงเซลล์แสงอาทิตย์
4. สามารถเพิ่ม – ลด ขนาดของระบบได้ตามความต้องการ
5. ไม่มีเสียงรบกวนขณะทำงาน ไม่มีมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม
6. ได้รับการออกแบบให้สามารถทำงานในทุกสภาวะอากาศ โดยเฉพาะภูมิประเทศที่มีอากาศร้อนชื้นแบบประเทศไทย
7. ไม่มีค่าใช้จ่ายในด้านเชื้อเพลิง

# บทที่ 3
# การศึกษาและการออกแบบการประเมิน

## 3.1 การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลของระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ในเขตภาคเหนือตอนล่างทำการเก็บข้อมูลโดยให้ประชาชนที่ใช้ระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ทำการตอบแบบสอบถาม แล้วนำแบบสอบถามที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยที่ระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์มีงบประมาณที่ใช้ในการทำโครงการทั้งระบบ (ประมาณ 30,000 ครัวเรือน) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ค่าอุปกรณ์และติดตั้งระบบ 815,529,918.29 บาท

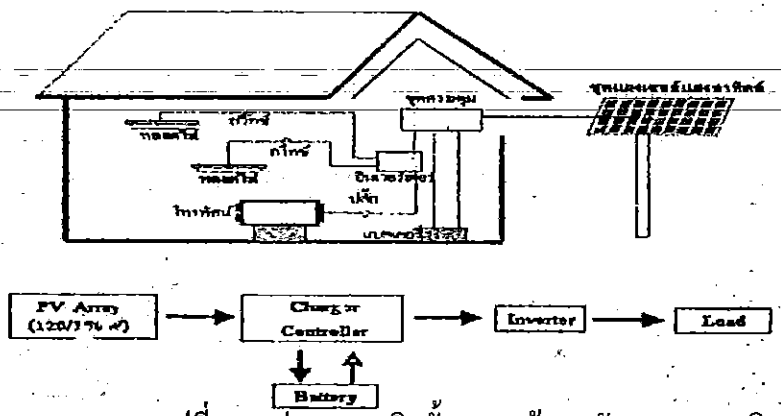
- ค่าอุปกรณ์สำรอง 1,575,100.00 บาท
- ค่าอบรม 3,722,121.00 บาท
- ค่าติดตามผลการใช้งาน 16,172,859.00 บาท

การรับประกันอุปกรณ์ โดยผู้รับจ้างต้องรับประกันอุปกรณ์ที่ติดตั้งต่างๆดังนี้

- แผงเซลล์แสงอาทิตย์และโครงสร้างรองรับ รับประกัน 5 ปี
- อินเวอร์เตอร์และอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ รับประกัน 3 ปี
- แบตเตอรี่ รับประกัน 2 ปี
- งานและอุปกรณ์ที่นอกเหนือจากนี้ รับประกับ 2 ปี

## 3.2 รูปแบบ/อุปกรณ์ที่ดำเนินการติดตั้ง

รูปแบบการติดตั้งสามารถแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 3.1 ในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะติดตั้งบนโครงสร้างที่แยกออกมาจากตัวบ้าน เนื่องจากโครงสร้างของหลังคาบ้านเรือนในชนบทที่อยู่ห่างไกล ส่วนใหญ่จะมีสภาพไม่แข็งแรง และไม่เอื้ออำนวยให้สามารถรับแสงอาทิตย์ได้ตลอดทั้งวัน โดยมีเงินลงทุนต่อระบบเป็นเงิน 25,000 บาท




**รูปที่3.1** รูปแบบการติดตั้งระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์

**ตารางที่3.1** รายละเอียดของอุปกรณ์ที่จะดำเนินการติดตั้ง

| รายละเอียดอุปกรณ์ | จำนวน |
|---|---|
| 1. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาดไม่น้อยกว่า 120 Wp | 1 แผง |
| 2. ชุดรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ | 1 ชุด |
| 3. ชุดควบคุมแบตเตอรี่ / อินเวอร์เตอร์ | 1 ชุด |
| 4. แบตเตอรี่ ขนาดไม่น้อยกว่า 125 Ah | 1 ลูก |
| 5. หลอดไฟฟ้าขนาด 10 W | 2 หลอด |
| 6. เต้ารับไฟฟ้า | 1 ชุด |

## 3.3 การคัดเลือกหมู่บ้าน

หมู่บ้านที่จะจัดเข้าโครงการจะต้องเป็นหมู่บ้านที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ห่างไกลไม่มีไฟฟ้าใช้ ไม่สามารถขยายเขตระบบจำหน่ายด้วยวิธีการปักเสาพาดสายได้ และไม่ซ้ำซ้อนกับแผนงานขยายเขตด้วยวิธีปกติของ กฟภ. โดยรายชื่อของครัวเรือนที่ไม่มีไฟฟ้าใช้จะได้มาจากการสำรวจของการปกครองส่วนท้องถิ่น และการสำรวจ กฟภ. เมื่อได้รายชื่อทั้งหมดแล้วจะนำมาพิจารณาเพื่อคัดเลือกครัวเรือนที่มีคุณสมบัติตรงกับเป้าหมาย โดยจำนวนครัวเรือนที่ได้รับการติดตั้งในแต่ละจังหวัด แสดงดังตาราง

**ตารางที่3.2** จำนวนครัวเรือนที่ได้รับการติดตั้งระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์

| จังหวัดที่ตั้ง | จำนวนครัวเรือน | ติดตั้งแล้วเสร็จ | รอการติดตั้ง | ข้อมูล ณ. วันที่ |
|---|---|---|---|---|
| 1. สิงห์บุรี | 179 | 189 (100.00%) | 0 (0.00%) | 29 มิถุนายน 2548 |
| 2. กำแพงเพชร | 1,090 | 1,207 (100.00%) | 0 (0.00%) | 29 มิถุนายน 2548 |
| 3. ลพบุรี | 1,395 | 1,208 (100.00%) | 45 (0.00%) | 29 มิถุนายน 2548 |
| 4. สุโขทัย | 1,401 | 1,935 (100.00%) | 0 (0.00%) | 29 มิถุนายน 2548 |
| 5. ตาก | 14,325 | 14,372 (0.00%) | 0 (0.00%) | 29 มิถุนายน 2548 |
| 6. อุทัยธานี | 1,869 | 1,425 (100.00%) | 0 (0.00%) | 29 มิถุนายน 2548 |
| 7. พิษณุโลก | 2,564 | 2,740 (100.00%) | 0 (0.00%) | 29 มิถุนายน 2548 |
| 8. ชัยนาท | 508 | 830 (100.00%) | 92 (0.00%) | 29 มิถุนายน 2548 |
| 9. นครสวรรค์ | 1,269 | 2,081 (100.00%) | 79 (0.00%) | 29 มิถุนายน 2548 |
| 10. น่าน | 820 | 1,026 (100.00%) | 0 (0.00%) | 29 มิถุนายน 2548 |
| 11. พิจิตร | 1,076 | 1,120 (100.00%) | 0 (0.00%) | 29 มิถุนายน 2548 |
| 12. เพชรบูรณ์ | 2,899 | 2,717 (100.00%) | 0 (0.00%) | 29 มิถุนายน 2548 |
| 13. แพร่ | 416 | 818 (100.00%) | 0 (0.00%) | 29 มิถุนายน 2548 |

**ตารางที่3.2** จำนวนครัวเรือนที่ได้รับการติดตั้งระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์(ต่อ)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 14. อุตรดิตถ์ | 384 | 444 (100.00%) | 0 (0.00%) | 29 มิถุนายน 2548 |
| รวมทั้งสิ้น | 30,195 | 32,112(106.35%) | 216 (0.72%) | |

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ 05100028

# บทที่ 4

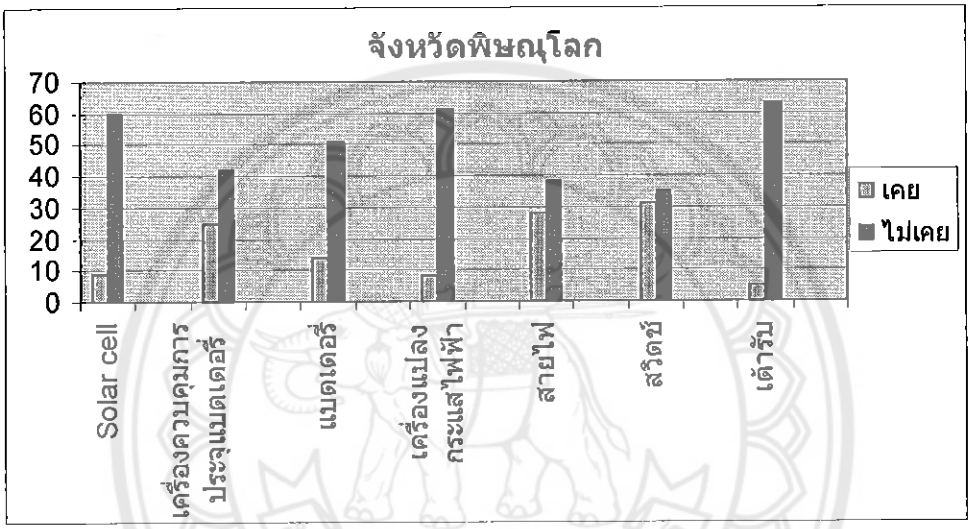
ว 5080897 ค.2
ปร.
คาวจ.
2552

# ผลการทดลอง

## 4.1 ผลจากการสอบถาม

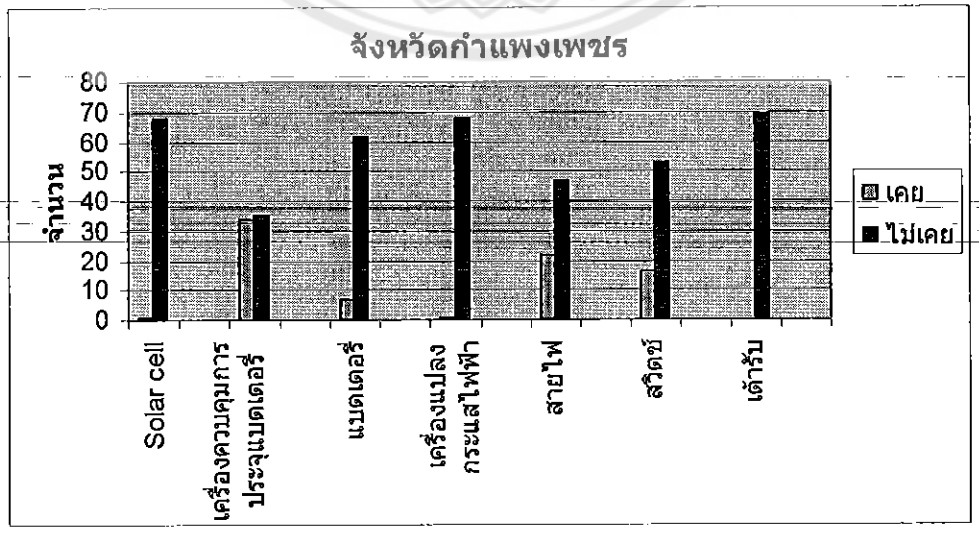
จากการสุ่มพื้นที่ต่างๆที่ได้ออกไปสอบถามจากชาวบ้านในบริเวณต่างๆ ว่าอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ นั้นมีชิ้นไหนที่เคยเสียหายบ้าง ซึ่งได้ข้อสรุปดังนี้

- จังหวัดพิษณุโลก



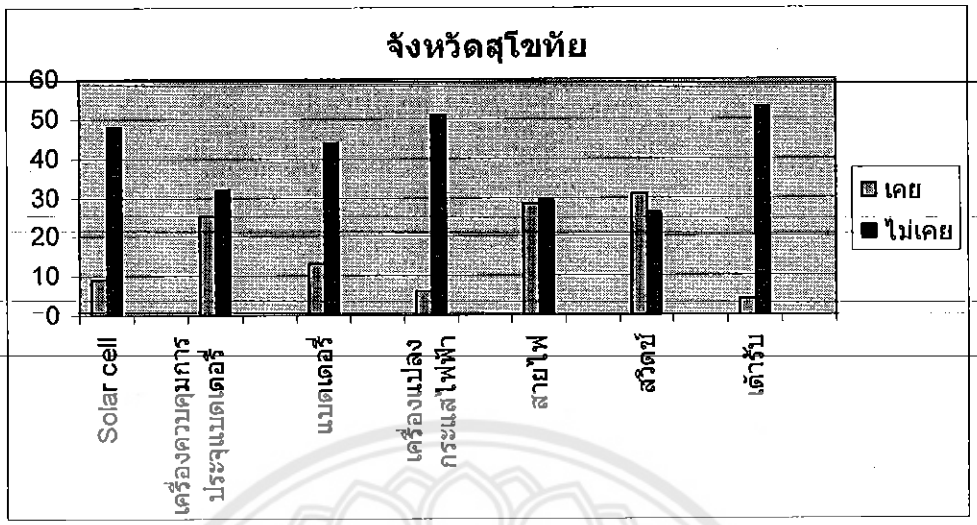

รูปที่ 4.1 อุปกรณ์ที่เสียหายของจังหวัดพิษณุโลก

- จังหวัดกำแพงเพชร



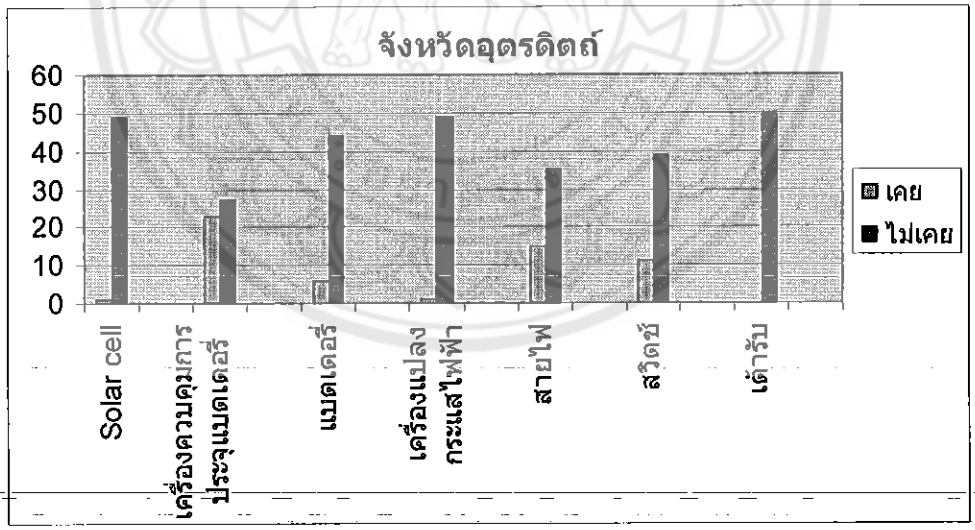

รูปที่ 4.2 อุปกรณ์ที่เสียหายของจังหวัดกำแพงเพชร

- จังหวัดสุโขทัย



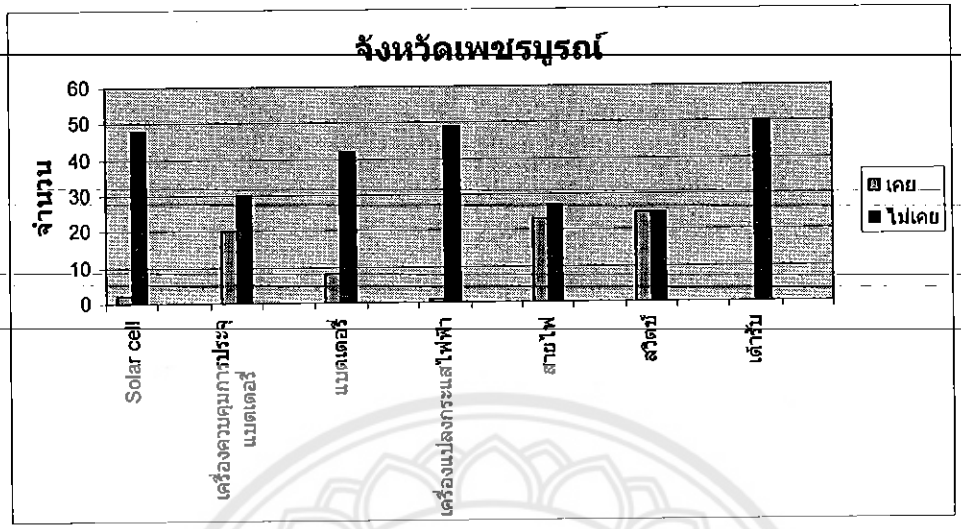

รูปที่ 4.3 อุปกรณ์ที่เสียหายของจังหวัดสุโขทัย

- จังหวัดอุตรดิตถ์



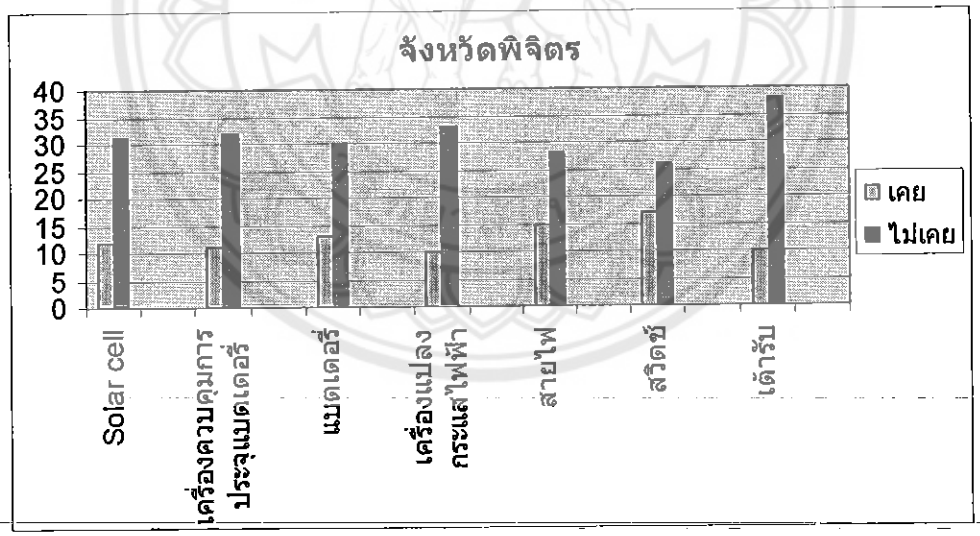

**รูปที่ 4.4 อุปกรณ์ที่เสียหายของจังหวัดอุตรดิตถ์**

- จังหวัดเพชรบูรณ์



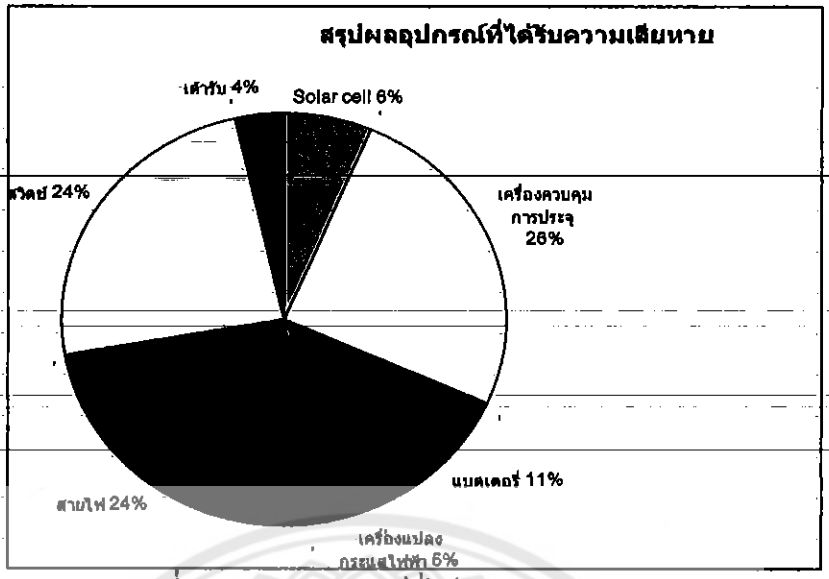

รูปที่ 4.5 อุปกรณ์ที่เสียหายของจังหวัดเพชรบูรณ์

- จังหวัดพิจิตร




**รูปที่ 4.6** อุปกรณ์ที่เสียหายของจังหวัดพิจิตร

จากรูปเป็นกราฟแสดงอุปกรณ์ที่ได้รับความเสียหายที่ได้ออกไปสำรวจมาซึ่งจะเห็นได้ว่าอุปกรณ์ในแต่ละจังหวัดที่ได้รับความเสียหายนั้นไม่ค่อยเหมือนกันเท่าไร แต่ก็มีอุปกรณ์บางตัวที่เคยมีปัญหาในทุกจังหวัดที่ออกไปสำรวจนั่นซึ่งเป็นดังกราฟที่แสดงต่อไปนี้




**รูปที่ 4.7** สรุปผลอุปกรณ์ที่ได้รับความเสียหาย

จากกราฟสรุปผลอุปกรณ์ที่ได้รับความเสียหายพบว่าอุปกรณ์ที่เสียหายมากได้แก่ เครื่องควบคุมการประจุ สายไฟ และสวิตช์

- เครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้า ได้รับความเสียหายเนื่องจากการติดตั้งอยู่ในบริเวณที่แสงอาทิตย์ส่องถึง ทำให้เกิดความร้อนที่เครื่องควบคุมการประจุส่งผลให้เครื่องทำงานหนักขึ้น แก้ไขโดย ควรติดตั้งเครื่องควบคุมการประจุไว้ในที่ร่ม ไม่อยู่ใกล้ความร้อน และอากาศถ่ายเทได้ดี

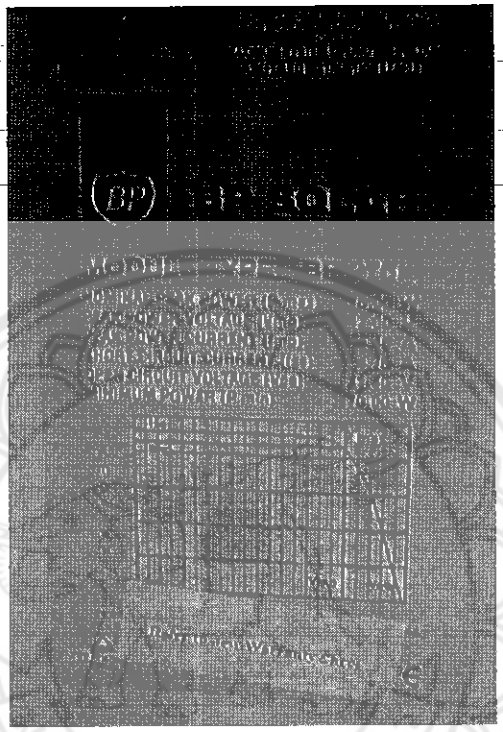
- สายไฟ ได้รับความเสียหายเนื่องจากบ้านที่ได้รับการติดตั้งระบบนั้นอยู่ติดกับพื้นดิน จึงทำให้มีพวกสัตว์ต่างๆสามารถเข้ามาได้ แล้วกัดสายไฟในบ้าน

- สวิตช์ ได้รับความเสียหายเนื่องจากผู้ใช้งาน โดยใช้โดยแบบไม่ระมัดระวังหรือบางทีได้มีการนำอุปกรณ์อื่นมากดเพื่อ เปิด – ปิด จึงทำให้สวิตช์เกิดความเสียหายได้

- แบตเตอรี่ ได้รับความเสียหายเนื่องจากการติดตั้งอยู่ในบริเวณที่แสงอาทิตย์ส่องถึง ทำให้เกิดความร้อนที่แบตเตอรี่ส่งผลให้เครื่องทำงานหนักขึ้น แก้ไขโดย ควรติดตั้งแบตเตอรี่ไว้ในที่ร่ม ไม่อยู่ใกล้ความร้อน และอากาศถ่ายเทได้ดี

## 4.2 ผลการทดลองกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์

คุณลักษณะของแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นดังรูป



**รูปที่ 4.8** คุณลักษณะของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

จากการที่ได้ไปวัดค่ามาผลที่ได้เป็นดังตารางต่อไปนี้

| เวลา | G ($W/m^2$) | อุณหภูมิ (°C) | R (โอมห์) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | | 2.4 | | 5 | | 7.7 | | 10.8 | | 13.1 | | 16 | | 18.3 | | 20.8 | | 22.7 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| 14.10 | 3.81 | 34.7 | 3.62 | 0 | 4.5 | 2.4 | 3.2 | 13.44 | 2.1 | 16.29 | 1.7 | 16.92 | 1.3 | 17.41 | 1.15 | 17.61 | 1 | 17.77 | 0.92 | 17.84 | 0.8 | 17.99 |
| | | | 25.3 | | 27.7 | | 30.6 | | 32.5 | | 34.4 | | 36.1 | | 134.4 | | 256.6 | | 1064 | | 1968 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| | | | 0.72 | 18.02 | 0.66 | 18.05 | 0.6 | 18.06 | 0.58 | 18.07 | 0.52 | 18.10 | .65 | 18.12 | 0.13 | 18.54 | 0.07 | 18.54 | .0018 | 18.59 | .001 | 18.59 |
| เวลา | G ($W/m^2$) | อุณหภูมิ (°C) | R (โอมห์) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1 | | 2.4 | | 5 | | 7.7 | | 10.8 | | 13.1 | | 16 | | 18.3 | | 20.8 | | 22.7 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| 14.20 | 3.87 | 36.4 | 3.5 | 0 | 3.5 | 2.5 | 3.2 | 13.05 | 1.95 | 16.1 | 1.62 | 16.7 | 1.3 | 17.2 | 1.1 | 17.49 | 1 | 17.67 | 0.88 | 17.81 | 0.8 | 17.9 |
| | | | 25.3 | | 27.7 | | 30.6 | | 32.5 | | 34.4 | | 36.1 | | 134.4 | | 256.6 | | 1064 | | 1968 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| | | | 0.72 | 18.01 | 0.65 | 18.1 | 0.60 | 18.13 | 0.55 | 18.06 | 0.525 | 18.06 | 0.5 | 18.11 | 0.14 | 18.53 | 0.007 | 18.55 | 0.02 | 18.66 | 0.01 | 18.71 |
| เวลา | G ($W/m^2$) | อุณหภูมิ (°C) | R (โอมห์) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1 | | 2.4 | | 5 | | 7.7 | | 10.8 | | 13.1 | | 16 | | 18.3 | | 20.8 | | 22.7 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| 14.30 | 3.83 | 37.2 | 3.6 | 0.6 | 3.5 | 2.39 | 3.25 | 12.96 | 2 | 16.15 | 1.52 | 16.36 | 1.3 | 17.13 | 1.1 | 17.44 | 0.98 | 17.63 | 0.87 | 17.76 | 0.8 | 17.70 |
| | | | 25.3 | | 27.7 | | 30.6 | | 32.5 | | 34.4 | | 36.1 | | 134.4 | | 256.6 | | 1064 | | 1968 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| | | | 0.7 | 17.80 | 0.65 | 17.87 | 0.60 | 17.95 | 0.56 | 18.00 | 0.52 | 18.02 | 0.50 | 18.05 | 0.14 | 18.53 | 0.07 | 18.64 | 0.02 | 18 | 0.01 | 18.75 |
| เวลา | G ($W/m^2$) | อุณหภูมิ (°C) | R (โอมห์) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1 | | 2.4 | | 5 | | 7.7 | | 10.8 | | 13.1 | | 16 | | 18.3 | | 20.8 | | 22.7 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| 14.40 | 3.76 | 36.9 | 3.3 | 0.6 | 3.3 | 2.3 | 3.1 | 12.84 | 2 | 16.14 | 1.58 | 16.81 | 1.3 | 17.19 | 1.12 | 17.46 | 0.98 | 17.64 | 0.87 | 17.78 | 0.8 | 17.77 |
| | | | 25.3 | | 27.7 | | 30.6 | | 32.5 | | 34.4 | | 36.1 | | 134.4 | | 256.6 | | 1064 | | 1968 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| | | | 0.72 | 17.88 | 0.65 | 17.96 | 0.6 | 18.03 | 0.56 | 18.09 | 0.53 | 18.15 | 0.5 | 18.2 | 0.14 | 18.65 | 0.07 | 18.7 | 0.02 | 18.8 | 0.17 | 18.8 |

**ตารางที่ 4.1 ค่าแรงดันและกระแสที่วัดได้จากการทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์**

| เวลา | G (W/m²) | อุณหภูมิ (°C) | R (โอมห์) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | | 2.4 | | 5 | | 7.7 | | 10.8 | | 13.1 | | 16 | | 18.3 | | 20.8 | | 22.7 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| 14.50 | 3.58 | 36.9 | 3.3 | 0.52 | 3.3 | 4 | 3.1 | 12.65 | 2.2 | 15.75 | 1.65 | 16.74 | 1.35 | 17.21 | 1.15 | 17.47 | 0.98 | 17.7 | 0.93 | 17.64 | 0.8 | 17.82 |
| | | | 25.3 | | 27.7 | | 30.6 | | 32.5 | | 34.4 | | 36.1 | | 134.4 | | 256.6 | | 1064 | | 1968 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| | | | 0.72 | 17.93 | 0.66 | 18.00 | 0.6 | 18.06 | 0.56 | 18.11 | 0.53 | 18.14 | 0.5 | 18.16 | 0.15 | 18.54 | 0.07 | 18.68 | 0.02 | 17.79 | 0.01 | 18.79 |
| เวลา | G (W/m²) | อุณหภูมิ (°C) | R (โอมห์) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1 | | 2.4 | | 5 | | 7.7 | | 10.8 | | 13.1 | | 16 | | 18.3 | | 20.8 | | 22.7 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| 15.00 | 3.61 | 36.0 | 3.3 | 0.57 | 3.3 | 4 | 2.95 | 12.2 | 2.1 | 15.87 | 1.62 | 16.68 | 1.3 | 17.11 | 1.1 | 17.35 | 0.97 | 17.59 | 0.87 | 17.60 | 0.79 | 17.69 |
| | | | 25.3 | | 27.7 | | 30.6 | | 32.5 | | 34.4 | | 36.1 | | 134.4 | | 256.6 | | 1064 | | 1968 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| | | | 0.71 | 17.81 | 0.64 | 17.9 | 0.59 | 17.98 | 0.55 | 18.03 | 0.52 | 18.07 | 0.5 | 18.11 | 0.15 | 18.51 | 0.07 | 18.68 | 0.02 | 18.75 | 0.01 | 18.77 |
| เวลา | G (W/m²) | อุณหภูมิ (°C) | R (โอมห์) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1 | | 2.4 | | 5 | | 7.7 | | 10.8 | | 13.1 | | 16 | | 18.3 | | 20.8 | | 22.7 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| 15.10 | 3.3 | 37.0 | 0.81 | 0.15 | 0.8 | 1.7 | 0.795 | 3.3 | 0.795 | 6.3 | 0.795 | 8.0 | 0.80 | 10.5 | 0.8 | 12.5 | 0.8 | 14 | 0.8 | 15.8 | 0.7 | 16.8 |
| | | | 25.3 | | 27.7 | | 30.6 | | 32.5 | | 34.4 | | 36.1 | | 134.4 | | 256.6 | | 1064 | | 1968 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| | | | 0.72 | 18 | 0.65 | 18.3 | 0.6 | 18.34 | 0.57 | 18.42 | 0.54 | 18.42 | 0.45 | 16.19 | 0.15 | 17.42 | 0.07 | 17.61 | 0.02 | 17.8 | 0.01 | 17.85 |
| เวลา | G (W/m²) | อุณหภูมิ (°C) | R (โอมห์) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1 | | 2.4 | | 5 | | 7.7 | | 10.8 | | 13.1 | | 16 | | 18.3 | | 20.8 | | 22.7 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| 15.20 | 0.69 | 35.9 | 0.7 | 0.14 | 0.7 | 1.5 | 0.7 | 3 | 0.69 | 5.2 | 0.69 | 7 | 0.68 | 8.88 | 0.67 | 10.4 | 0.66 | 11.9 | 0.64 | 13 | 0.62 | 15.85 |
| | | | 25.3 | | 27.7 | | 30.6 | | 32.5 | | 34.4 | | 36.1 | | 134.4 | | 256.6 | | 1064 | | 1968 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| | | | 0.58 | 14.68 | 0.54 | 15.17 | 0.52 | 15.48 | 0.49 | 15.77 | 0.47 | 15.96 | 0.44 | 16.15 | 0.15 | 17.52 | 0.07 | 17.77 | 0.02 | 17.97 | 0.01 | 18.01 |

**ตารางที่ 4.1** ค่าแรงดันและกระแสที่วัดได้จากการทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (ต่อ)

| เวลา | G (W/m²) | อุณหภูมิ (°C) | R (โอมห์) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | | 2.4 | | 5 | | 7.7 | | 10.8 | | 13.1 | | 16 | | 18.3 | | 20.8 | | 22.7 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| 15.30 | 0.9 | 35 | 0.85 | 0.16 | 0.84 | 1.78 | 0.82 | 3.44 | 0.81 | 6.12 | 0.79 | 8.45 | 0.78 | 10.16 | 0.76 | 11.82 | 0.73 | 13.31 | 0.69 | 14.21 | 0.66 | 14.82 |
| | | | 25.3 | | 27.7 | | 30.6 | | 32.5 | | 34.4 | | 36.1 | | 134.4 | | 256.6 | | 1064 | | 1968 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| | | | 0.62 | 15.59 | 0.57 | 15.87 | 0.53 | 16.16 | 0.5 | 16.34 | 0.48 | 16.5 | 0.46 | 16.65 | 0.13 | 17.91 | 0.07 | 18.14 | 0.02 | 18.31 | .01 | 18.34 |

ตารางที่ 4.1 ค่าแรงดันและกระแสที่วัดได้จากการทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (ต่อ)

| เวลา | G (W/m²) | อุณหภูมิ (°C) | R (โอมห์) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | | 2.4 | | 5 | | 7.7 | | 10.8 | | 13.1 | | 16 | | 18.3 | | 20.8 | | 22.7 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| 10.10 | 1.83 | 29.2 | 2.05 | 0.33 | 2.1 | 5.27 | 2 | 8.32 | 1.8 | 14.9 | 1.6 | 16.37 | 1.4 | 17.18 | 1.2 | 17.63 | 1 | 18.01 | 0.94 | 17.97 | 0.81 | 18.15 |
| | | | 25.3 | | 27.7 | | 30.6 | | 32.5 | | 34.4 | | 36.1 | | 134.4 | | 256.6 | | 1064 | | 1968 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| | | | 0.73 | 18.28 | 0.67 | 18.38 | 0.6 | 18.48 | 0.58 | 18.51 | 0.54 | 18.59 | 0.51 | 18.66 | 0.14 | 19.20 | 0.07 | 19.26 | 0.02 | 19.35 | 0.01 | 19.37 |
| เวลา | G (W/m²) | อุณหภูมิ (°C) | R (โอมห์) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1 | | 2.4 | | 5 | | 7.7 | | 10.8 | | 13.1 | | 16 | | 18.3 | | 20.8 | | 22.7 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| 10.20 | 1.76 | 28.7 | 2 | 0.28 | 1.9 | 4.21 | 1.9 | 7.89 | 1.8 | 13.97 | 1.55 | 16.22 | 1.3 | 17.12 | 1.15 | 17.51 | 1 | 17.89 | 0.92 | 17.91 | 0.81 | 18.13 |
| | | | 25.3 | | 27.7 | | 30.6 | | 32.5 | | 34.4 | | 36.1 | | 134.4 | | 256.6 | | 1064 | | 1968 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| | | | 0.73 | 18.27 | 0.66 | 18.41 | 0.61 | 18.50 | 0.58 | 18.57 | 0.54 | 18.63 | 0.52 | 18.68 | 0.14 | 19.25 | 0.07 | 19.31 | 0.02 | 19.41 | 0.01 | 19.43 |
| เวลา | G (W/m²) | อุณหภูมิ (°C) | R (โอมห์) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1 | | 2.4 | | 5 | | 7.7 | | 10.8 | | 13.1 | | 16 | | 18.3 | | 20.8 | | 22.7 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| 10.30 | 1.45 | 29.6 | 1.6 | 0.25 | 1.6 | 3.44 | 1.55 | 7.22 | 1.5 | 12.29 | 1.4 | 15.07 | 1.25 | 16.37 | 1.1 | 17.05 | 17.57 | 0.82 | 0.82 | 17.69 | 0.79 | 17.77 |
| | | | 25.3 | | 27.7 | | 30.6 | | 32.5 | | 34.4 | | 36.1 | | 134.4 | | 256.6 | | 1064 | | 1968 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| | | | 0.71 | 17.97 | 0.68 | 18.08 | 0.6 | 18.21 | 0.56 | 18.28 | 0.53 | 18.34 | 0.5 | 18.42 | 0.14 | 19.05 | 0.07 | 19.16 | 0.02 | 19.28 | 0.01 | 19.30 |
| เวลา | G (W/m²) | อุณหภูมิ (°C) | R (โอมห์) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1 | | 2.4 | | 5 | | 7.7 | | 10.8 | | 13.1 | | 16 | | 18.3 | | 20.8 | | 22.7 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| 10.40 | 1.52 | 28.4 | 1.75 | 0.271 | 1.7 | 3.77 | 1.65 | 8.59 | 1.6 | 3.15 | 1.5 | 15.75 | 1.3 | 16.79 | 1.1 | 17.35 | 0.98 | 17.57 | 0.84 | 17.92 | 0.8 | 17.99 |
| | | | 25.3 | | 27.7 | | 30.6 | | 32.5 | | 34.4 | | 36.1 | | 134.4 | | 256.6 | | 1064 | | 1968 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| | | | 0.7 | 18.2 | 0.66 | 18.3 | 0.6 | 18.41 | 0.57 | 18.47 | 0.52 | 18.56 | 0.5 | 18.59 | 0.15 | 19.22 | 0.07 | 19.25 | 0.02 | 19.36 | 0.01 | 19.37 |

**ตารางที่ 4.1** ค่าแรงดันและกระแสที่วัดได้จากการทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (ต่อ)

| เวลา | G (W/m²) | อุณหภูมิ (°C) | R (โอมห์) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | | 2.4 | | 5 | | 7.7 | | 10.8 | | 13.1 | | 16 | | 18.3 | | 20.8 | | 22.7 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| 10.50 | 1.39 | 28.9 | 1.5 | 0.25 | 1.5 | 1.16 | 1.5 | 6.06 | 1.4 | 11.58 | 1.1 | 13.99 | 1.25 | 15.76 | 1.1 | 16.76 | 0.95 | 17.23 | 0.86 | 17.43 | 0.79 | 17.63 |
| | | | 25.3 | | 27.7 | | 30.6 | | 32.5 | | 34.4 | | 36.1 | | 134.4 | | 256.6 | | 1064 | | 1968 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| | | | 0.69 | 17.88 | 0.64 | 18.00 | 0.6 | 18.12 | 0.56 | 18.21 | 0.55 | 18.28 | 0.5 | 18.37 | 0.14 | 18.94 | 0.07 | 19.04 | 0.02 | 19.23 | 0.01 | 19.25 |
| เวลา | G (W/m²) | อุณหภูมิ (°C) | R (โอมห์) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1 | | 2.4 | | 5 | | 7.7 | | 10.8 | | 13.1 | | 16 | | 18.3 | | 20.8 | | 22.7 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| 11.00 | 1.47 | 30.1 | 1.7 | 0.27 | 1.65 | 3.84 | 1.6 | 7.5 | 1.6 | 12.22 | 1.5 | 15.18 | 1.38 | 16.67 | 1.1 | 17.27 | 0.97 | 17.66 | 0.88 | 17.79 | 0.8 | 17.6 |
| | | | 25.3 | | 27.7 | | 30.6 | | 32.5 | | 34.4 | | 36.1 | | 134.4 | | 256.6 | | 1064 | | 1968 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| | | | 0.72 | 18.15 | 0.65 | 18.33 | 0.61 | 18.39 | 0.57 | 18.47 | 0.54 | 18.53 | 0.5 | 18.61 | 0.15 | 19.25 | 0.07 | 19.36 | 0.02 | 19.42 | 0.01 | 19.44 |
| เวลา | G (W/m²) | อุณหภูมิ (°C) | R (โอมห์) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1 | | 2.4 | | 5 | | 7.7 | | 10.8 | | 13.1 | | 16 | | 18.3 | | 20.8 | | 22.7 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| 11.10 | 2.09 | 30.4 | 2.25 | 0.31 | 2.2 | 3.75 | 2.15 | 8.92 | 2 | 15 | 1.62 | 16.55 | 1.32 | 17.36 | 1.15 | 17.75 | 1 | 17.99 | 0.93 | 17.97 | 0.82 | 18.17 |
| | | | 25.3 | | 27.7 | | 30.6 | | 32.5 | | 34.4 | | 36.1 | | 134.4 | | 256.6 | | 1064 | | 1968 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| | | | 0.52 | 18.32 | 0.67 | 18.42 | 0.61 | 18.51 | 0.58 | 18.55 | 0.55 | 18.59 | 0.51 | 18.64 | 0.15 | 19.09 | 0.07 | 19.23 | 0.02 | 19.34 | 0.01 | 19.35 |
| เวลา | G (W/m²) | อุณหภูมิ (°C) | R (โอมห์) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1 | | 2.4 | | 5 | | 7.7 | | 10.8 | | 13.1 | | 16 | | 18.3 | | 20.8 | | 22.7 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| 11.20 | 1.94 | 30.9 | 2.1 | 0.33 | 2 | 5.41 | 2 | 8.45 | 1.8 | 14.82 | 1.6 | 16.33 | 1.5 | 17.05 | 1.1 | 17.52 | 1 | 17.72 | 0.88 | 17.79 | 0.8 | 17.92 |
| | | | 25.3 | | 27.7 | | 30.6 | | 32.5 | | 34.4 | | 36.1 | | 134.4 | | 256.6 | | 1064 | | 1968 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| | | | 0.75 | 18.05 | 0.65 | 18.17 | 0.6 | 18.28 | 0.57 | 18.32 | 0.54 | 18.37 | 0.5 | 18.42 | 0.14 | 18.89 | 0.07 | 19.02 | 0.02 | 19.12 | 0.01 | 19.14 |

**ตารางที่ 4.1** ค่าแรงดันและกระแสที่วัดได้จากการทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (ต่อ)

| เวลา | G (W/m²) | อุณหภูมิ (°C) | R (โอมห์) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | | 2.4 | | 5 | | 7.7 | | 10.8 | | 13.1 | | 16 | | 18.3 | | 20.8 | | 22.7 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| 11.30 | 1.52 | 29.0 | 1.7 | 0.261 | 1.62 | 3.567 | 1.5 | 6.7 | 1.38 | 11.99 | 1.3 | 14.9 | 1.3 | 16.25 | 1.1 | 17.04 | 0.92 | 17.55 | 0.86 | 17.56 | 0.79 | 17.72 |
| | | | 25.3 | | 27.7 | | 30.6 | | 32.5 | | 34.4 | | 36.1 | | 134.4 | | 256.6 | | 1064 | | 1968 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| | | | 0.72 | 17.80 | 0.65 | 18.04 | 0.59 | 18.14 | 0.56 | 18.20 | 0.53 | 18.27 | 0.5 | 18.33 | 0.14 | 18.96 | 0.07 | 19.05 | 0.02 | 19.14 | 0.01 | 19.16 |
| เวลา | G (W/m²) | อุณหภูมิ (°C) | R (โอมห์) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1 | | 2.4 | | 5 | | 7.7 | | 10.8 | | 13.1 | | 16 | | 18.3 | | 20.8 | | 22.7 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| 11.40 | 1.44 | 31.0 | 1.69 | 0.16 | 1.65 | 3.64 | 1.6 | 6.84 | 1.38 | 12.54 | 1.45 | 15.38 | 1.25 | 15.54 | 1.1 | 17.14 | 0.96 | 17.55 | 0.86 | 17.66 | 0.8 | 17.82 |
| | | | 25.3 | | 27.7 | | 30.6 | | 32.5 | | 34.4 | | 36.1 | | 134.4 | | 256.6 | | 1064 | | 1968 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| | | | 0.7 | 18.01 | 0.64 | 18.14 | 0.6 | 18.24 | 0.56 | 18.31 | 0.52 | 18.39 | 0.49 | 18.45 | 0.14 | 19.06 | 0.07 | 19.14 | 0.02 | 19.25 | 0.01 | 19.27 |
| เวลา | G (W/m²) | อุณหภูมิ (°C) | R (โอมห์) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1 | | 2.4 | | 5 | | 7.7 | | 10.8 | | 13.1 | | 16 | | 18.3 | | 20.8 | | 22.7 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| 11.50 | 1.87 | 29.4 | 2.4 | 0.39 | 2.4 | 2.88 | 2.3 | 9.59 | 2.1 | 15.15 | 1.6 | 17.08 | 1.35 | 17.64 | 1.15 | 17.96 | 0.99 | 18.24 | 0.9 | 18.24 | 0.82 | 18.37 |
| | | | 25.3 | | 27.7 | | 30.6 | | 32.5 | | 34.4 | | 36.1 | | 134.4 | | 256.6 | | 1064 | | 1968 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| | | | 0.75 | 18.51 | 0.67 | 18.60 | 0.6 | 18.69 | 0.55 | 18.72 | 0.54 | 18.78 | 0.51 | 18.83 | 0.14 | 19.25 | 0.07 | 19.36 | 0.02 | 19.18 | 0.01 | 19.47 |
| เวลา | G (W/m²) | อุณหภูมิ (°C) | R (โอมห์) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1 | | 2.4 | | 5 | | 7.7 | | 10.8 | | 13.1 | | 16 | | 18.3 | | 20.8 | | 22.7 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| 12.00 | 2.28 | 29.5 | 2.5 | 0.39 | 2.4 | 3.3 | 2.35 | 10.0 | 2.05 | 15.37 | 1.6 | 16.90 | 1.35 | 17.44 | 1.15 | 17.77 | 1 | 18.01 | 0.84 | 18.13 | 0.82 | 18.16 |
| | | | 25.3 | | 27.7 | | 30.6 | | 32.5 | | 34.4 | | 36.1 | | 134.4 | | 256.6 | | 1064 | | 1968 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| | | | 0.72 | 18.31 | 0.66 | 18.39 | 0.61 | 18.46 | 0.56 | 18.53 | 0.54 | 18.55 | 0.51 | 18.58 | 0.15 | 18.98 | 0.07 | 19.09 | 0.02 | 19.18 | 0.01 | 19.19 |

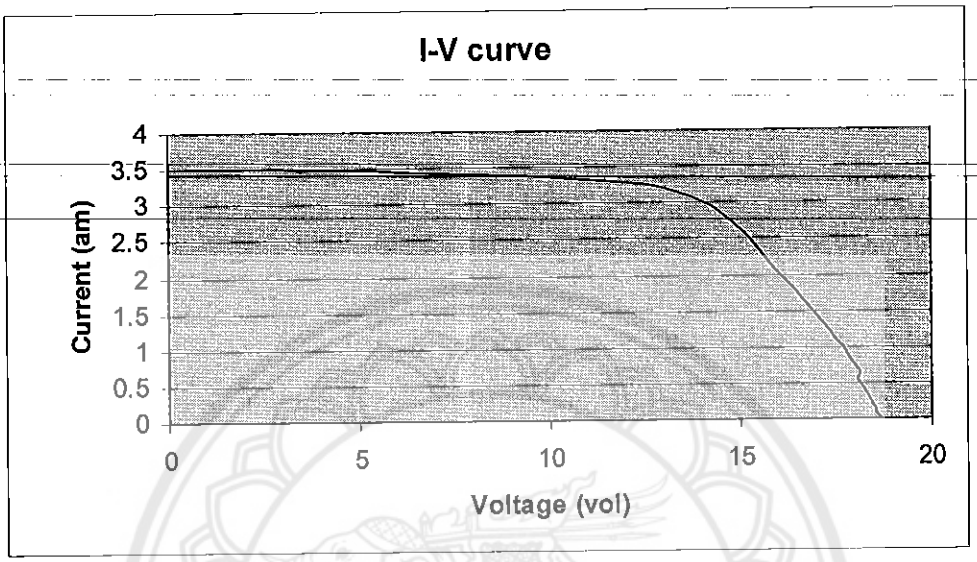
**ตารางที่ 4.1** ค่าแรงดันและกระแสที่วัดได้จากการทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (ต่อ)

| เวลา | G (W/m$^2$) | อุณหภูมิ (°C) | R (โอมห์) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | | 2.4 | | 5 | | 7.7 | | 10.8 | | 13.1 | | 16 | | 18.3 | | 20.8 | | 22.7 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| 12.10 | 1.67 | 32.3 | 1.75 | 0.27 | 1.75 | 2.17 | 1.7 | 7.07 | 1.6 | 15.27 | 1.5 | 15.57 | 1.25 | 16.61 | 1.1 | 17.17 | 0.95 | 17.55 | 0.85 | 17.78 | 0.8 | 17.95 |
| | | | 25.3 | | 27.7 | | 30.6 | | 32.5 | | 34.4 | | 36.1 | | 134.4 | | 256.6 | | 1064 | | 1968 | |
| | | | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V | I | V |
| | | | 0.7 | 18.08 | 0.66 | 18.21 | 0.6 | 18.24 | 0.57 | 18.33 | 0.52 | 18.45 | 0.5 | 18.47 | 0.15 | 19.08 | 0.07 | 19.18 | 0.02 | 19.26 | 0.01 | 19.28 |

**ตารางที่ 4.1** ค่าแรงดันและกระแสที่วัดได้จากการทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ **(ต่อ)**

ผลที่ได้จากการทดลอง เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นกราฟของ I-V curve ในสภาวะต่างๆ เพื่อแสดงให้เห็นกำลังไฟฟ้า (Power) ขณะที่ปรับตัวต้านทานปรับค่าได้ไปยังค่าต่างๆ ยังตัวอย่างต่อไปนี้

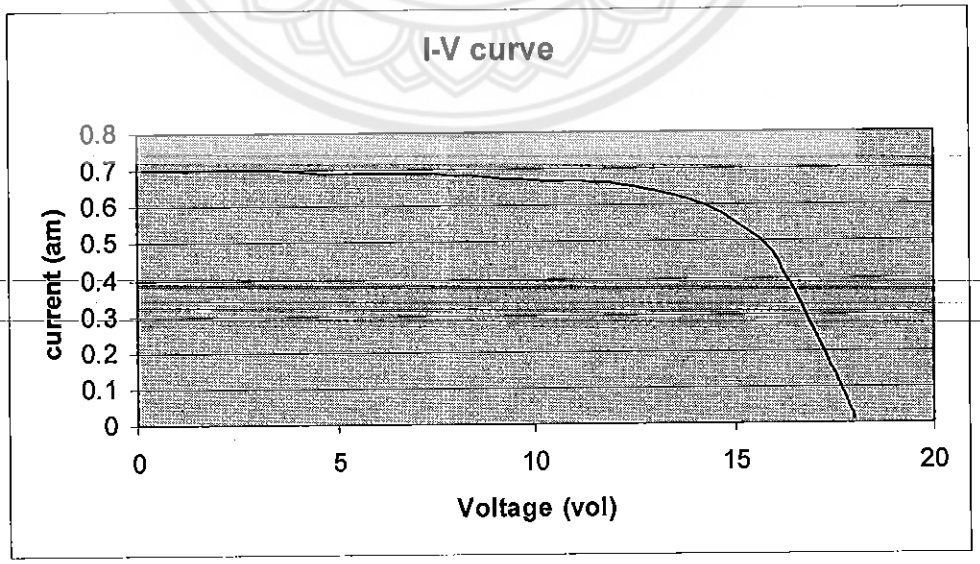
- กราฟวันที่ 28/04/50 เวลา 14.20 G = 744.56 W/m$^2$ อุณหภูมิ 36.4 °C




**รูปที่ 4.9** กราฟความสัมพันธ์ของ I-V curve ที่ G = 744.56 W/m$^2$

- กราฟวันที่ 28/04/50 เวลา 15.20 G = 132.75 W/m$^2$ อุณหภูมิ 35.9 °C

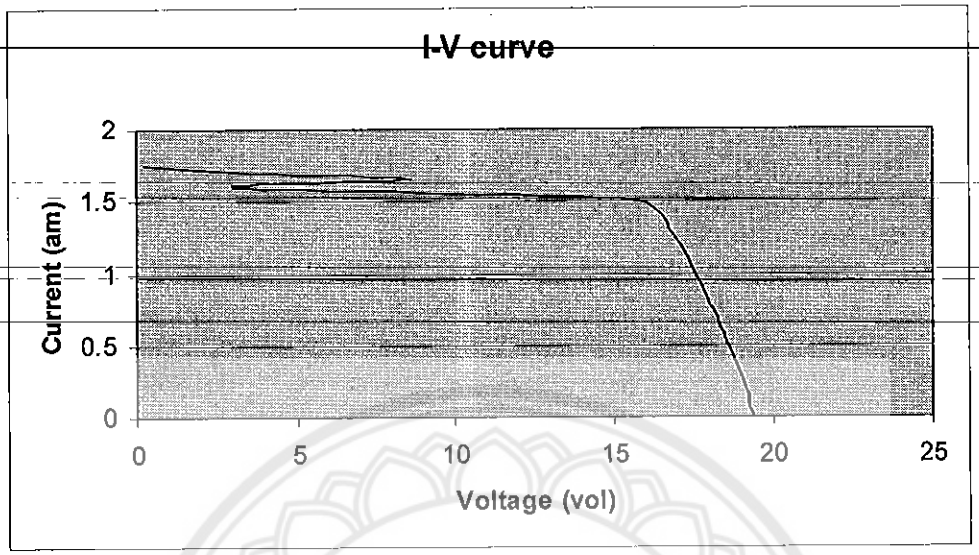
(หมายเหตุ ค่าความเข้มแสง(G) ที่ได้เกิดในขณะที่มีเมฆมาบังแสงอาทิตย์)




**รูปที่ 4.10** กราฟความสัมพันธ์ของ I-V curve ที่ G = 132.75 W/m$^2$

- กราฟวันที่ 30/04/50 เวลา 10.40 G = 292.44 W/m$^2$ อุณหภูมิ 28.4 °C

(หมายเหตุ ค่าความเข้มแสง(G) ที่ได้เกิดในขณะที่ฝนกำลังจะตกทั้งวัน)




รูปที่ 4.11 กราฟความสัมพันธ์ของ I-V curve ที่ G = 292.44 W/m$^2$

จากผลที่แสดงดังกราฟนั้นสามารถสรุปได้ว่า ค่าของความเข้มแสง(G) จะแปรผันตรงกับกระแสไฟฟ้า (I) นั่นคือ ช่วงเวลาที่มีค่าความเข้มแสงมากจะส่งผลทำให้ได้กระแสไฟฟ้าที่แผงสามารถผลิตได้มากตาม ในทางตรงข้ามหากช่วงที่ความเข้มแสงมีน้อยก็จะทำให้กระแสที่ผลิตออกมามีค่าน้อยตาม ค่าของความต่างศักดิ์ (V) จะแปรผกผันกับค่าของความต้านทาน (R) แต่จะไม่แปรผันตามค่าของความเข้มแสง (G)

# บทที่ 5
# บทสรุป

## 5.1 สรุปผล

จากการดำเนินการศึกษาและการทำโครงงานได้สรุปดังนี้

5.1.1 การใช้งานระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์สามารถใช้งานได้ดีในช่วงแรก แต่เมื่อเวลาผ่านไปประสิทธิภาพของการใช้งานจะลดลงเพราะเมื่อใช้งานระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เป็นเวลานานแล้ว เกิดความเสียหายกับตัวอุปกรณ์ของระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์

5.1.2 ระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์จะใช้งานได้ไม่เต็มที่เมื่อเกิดความเสียหายกับตัวอุปกรณ์ภายในระบบ จากการสำรวจอุปกรณ์ที่พบว่าเสียหายมากได้แก่ เครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้า สายไฟ และสวิตช์

## 5.2 ประเมินผลและข้อเสนอแนะ

จากผลการดำเนินงานโครงงาน ได้ผลดังนี้

5.2.1 การใช้งานระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ให้เกิดประโยชน์สูงสุดผู้ใช้งานระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ต้องหมั่นดูแลรักษาอุปกรณ์ของระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้อุปกรณ์สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2.2 จากการที่ประเมินออกมานั้น ประชาชนต้องการไฟฟ้าเพิ่ม แต่เนื่องจากขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตไฟได้ในปริมาณที่จำกัด จึงทำให้ไม่เพียงพอต่อความต้องการ

5.2.3 แนวทางการบำรุงรักษาระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ที่ดีคือการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เช่น แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ให้ตรวจสอบการยึดของแผง ต้องแข็งแรงและมั่นคง ถ้าหลวมต้องขันให้แน่น กระจกที่ผิวหน้าต้องไม่แตกถ้าแตกต้องเปลี่ยนแผงใหม่ ไม่ให้มีร่มเงาบังแผง ถ้ามีให้จัดการเคลื่อนย้ายสิ่งที่บดบังออก

5.2.4 จากแบบสอบถามพบว่าเครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้า ขนาดกระแส 10 A แรงดัน 12 V เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับความเสียหายมากที่สุด แนวทางการแก้ไข คือ ตรวจสอบว่าเครื่องควบคุมการประจุถูกติดตั้งไว้หนาแน่นหรือไม่ ตรวจสอบไม่ให้มีสายไฟหลวม ให้เปิดฝาเครื่องออกมาตรวจสอบและทำความสะอาดหลังจากตรวจสอบเสร็จเรียบร้อย และวัดแรงดันไฟขาออกจากเครื่องควบคุมประจุไฟฟ้า (Vชาร์ต) โดยต้องทำการวัดในช่วงกลางวันที่มีแสงแดดส่องแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องวัดตั้งค่าไว้ที่ 20V DC ค่าที่วัดได้ควรมากกว่า 13.5 โวลต์

## 5.3 ปัญหา ข้อเสนอแนะ และแนวทางแก้ไข

5.3.1 เนื่องจากประชาชนที่ใช้ระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์มีความต้องการใช้ไฟฟ้าที่มากกว่าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตได้ จึงควรหาแนวทางที่ทำให้ประชาชนสามารถใช้ไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น เช่น เพิ่มแผงเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่ให้ใหญ่ขึ้น หรือปรับปรุงระบบให้สามารถมีการใช้งานได้มีประสิทธิภาพดีขึ้น เป็นต้น

# เอกสารอ้างอิง

[1] วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร. **"คู่มือการฝึกอบรมการประยุกต์ใช้เซลล์แสงอาทิตย์."** [Slide]. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร. 2548.

[2] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. **"เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์"**. [Online] Available : Http://www.egat.co.th/re/solarcell/solarcell.htm/. 2549.

[3] ชาย ชีวะเกตุ. "การผลิตไฟฟ้าโดยเซลล์แสงอาทิตย์". [Online] Available : Http://www.eppo.go.th/vrs/VRS49-09-Solar.html/. 2549.

[4] สุชาติ แซ่ซื่อ , ผศ.ศิริวัฒน์ โพธิเวชกุล. **"แผงโซลาร์เซลล์ระบบติดตามดวงอาทิตย์". รวมบทความวิชาการม**หาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, หน้า 1146 – 1151

[5] ดร.ประพิธาร์ ธนารักษ์ และคณะ. "บ้านพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็ก". [Online] Available : Http://www.nu.ac.th/nu_journal/pdf/journal/11(2)19-27.pdf./ 2549.

[6] R.A. Perez, The Complete Battery Book, TAB Book Nnc.; Blue Ridge Summit, PA, 1985

[7] มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์. "พลังงานแสงอาทิตย์". [Online] Available : Http://science.uru.ac.th/pro_doc/doc/11.doc/. 2550.

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก.

## แบบสอบถาม

**แบบสอบถามการสำรวจผู้ใช้งานระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar home systems)**

แบบสอบถามเลขที่ ..... วัน/เดือน/ปี .....

ชื่อหมู่บ้าน ..... ตำบล ..... จังหวัด .....

**1. ข้อมูลส่วนบุคคล**

1.1 ชื่อผู้ตอบแบบสอบถาม

นาย/นาง/นางสาว ..... นามสกุล .....

1.2 เพศผู้ตอบคำถาม ☐ ชาย ☐ หญิง

1.3 อายุผู้ตอบคำถาม

[1] อายุต่ำกว่า 18 ปี ☐

[2] 18-25 ☐

[3] 26-35 ☐

[4] 36-45 ☐

[5] 46-55 ☐

[6] สูงกว่า 55 ☐

1.4 อาชีพ

[1] เกษตรกรรม ☐

[2] รับจ้าง ☐

[3] ข้าราชการ ☐

[4] ค้าขาย ☐

[5] อื่นๆ (โปรดระบุ) ☐ .....

1.5 ระดับการศึกษาของผู้ตอบคำถาม

[1] ประถมศึกษา ☐

[2] มัธยมศึกษาตอนต้น/ปวช. ☐

[3] มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวส. ☐

[4] ปริญญาตรี ☐

[5] สูงกว่าปริญญาตรี ☐

1.6 ลักษณะของบ้านพักอาศัย

☐ บ้านไม้ ☐ บ้านปูน

☐ เต็นท์ ☐ อาคาร

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ) .....

1.7 จำนวนผู้อาศัยภายในบ้านผู้ตอบคำถาม .....คน

| อายุ | ชาย | หญิง | รวม |
|---|---|---|---|
| 1-20 ปี | | | |
| 20-24 ปี | | | |
| 45 ปีขึ้นไป | | | |
| รวม | | | |

1.8 แหล่งสำคัญที่สร้างรายได้ให้กับผู้ตอบคำถาม

| ที่ | ประเภท | มีรายได้ | ไม่มีรายได้ |
|---|---|---|---|
| 1 | การเกษตร | | |
| 2 | มีรายได้ประจำ (เงินเดือน/ค่าจ้าง) | | |
| 3 | เงินบำนาญ | | |
| 4 | ธุรกิจส่วนตัว | | |
| 5 | การขายของตามข้างทาง | | |
| 6 | รับจ้างรายวัน | | |
| 7 | รับเงินจากญาติพี่น้อง หรือ บุตร-หลาน | | |

1.9 รายได้ต่อปีของครอบครัว ..... บาท/ปี

**2. ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าและการใช้เชื้อเพลิงในบ้าน**

2.1 คุณใช้เชื้อเพลิงอะไรในการทำอาหาร

| ที่ | ชนิด | มาก | ปานกลาง | น้อย |
|---|---|---|---|---|
| 1 | ถ่าน | | | |
| 2 | ฟางข้าว หรือ มูลสัตว์ | | | |
| 3 | ไม้ฟืน | | | |
| 4 | แก๊ส | | | |
| 5 | อื่นๆ | | | |

ปริมาณการใช้พลังงานต่อเดือน

| ชนิด | ประมาณต่อเดือน | ราคาต่อหน่วย | ราคาต่อเดือน |
|---|---|---|---|
| ถ่านหิน | Kg | | |
| ไฟจากฟืนไม้ | Kg | | |
| ถ่าน | Kg | | |
| น้ำมันก๊าด | Liters | | |
| น้ำมันดีเซล | Liters | | |
| น้ำมันเบนซิน | Liters | | |
| ฟาง/มูลสัตว์ | Kg | | |
| ขี้เลื่อย | Kg | | |
| แกลบ | Kg | | |
| อื่นๆ | | | |

2.2 อะไรที่คุณใช้สำหรับแสงสว่างก่อนมีไฟฟ้าจากระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์

| ที่ | ประเภท | ใช้ | ไม่ใช้ |
|---|---|---|---|
| 1 | เทียน | | |
| 2 | ตะเกียง | | |
| 3 | ไม้ฟืน | | |
| 4 | อื่นๆ | | |

2.3 คุณมีแผนที่จะซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้าในอนาคตอันใกล้นี้หรือไม่

[1] มี ☐ [2] ไม่มี ☐

2.4 ถ้ามี คุณต้องการเครื่องใช้ไฟฟ้าอะไรเพิ่ม

| ชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้า | จำนวน | กำลังไฟฟ้า [W] |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

**3. ทัศนคติของแหล่งพลังงานไฟฟ้าต่อผู้ตอบแบบสอบถาม**

3.1 ทัศนคติต่อแหล่งพลังงานไฟฟ้าแต่ละชนิด

5 = ดีมาก 4 = ดี 3 = พอใช้ 2 = แย่ 1 = แย่มาก

| ชนิด | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
|---|---|---|---|---|---|
| ไฟฟ้าจากสายส่งของการไฟฟ้า | | | | | |
| ไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ | | | | | |
| ไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า | | | | | |

3.2 ระบบผลิตไฟฟ้าจากแหล่งใดที่คุณอยากใช้มากที่สุด

[1] ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ☐

[2] เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากน้ำมันดีเซลและจากน้ำมันอื่นๆ ☐

[3] ไฟฟ้าจากสายส่งของการไฟฟ้า ☐

[4] ไม่ชอบแหล่งพลังงานไฟฟ้าใดเลย ☐

[5] อื่นๆ ..... ☐

3.3 ทำไมคุณชอบแหล่งผลิตไฟฟ้านั้น

[1] น่าใช้ ☐

[2] เสถียรภาพสูง ☐

[3] สามารถใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าได้ทุกชนิด ☐

[4] ราคาถูก ☐

[5] ไม่ใช้อะไรเลย ☐

[6] อื่นๆ ☐ .....

**4. ระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์**

4.1 คุณรู้จักบ้านพลังงานแสงอาทิตย์มากแค่ไหน

| รายการ | รู้จัก | ไม่รู้จัก |
|---|---|---|
| บ้านพลังงานแสงอาทิตย์ทำงานอย่างไร | | |
| รู้จักวิธีการดูแลรักษาและใช้งานระบบ | | |
| รู้จักวิธีการต่อใช้งานเครื่องใช้ | | |

4.2 เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใดที่สามารถใช้งานในระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ได้

.....

.....

4.3 คุณใช้ไฟฟ้าจากบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ได้กี่ชั่วโมงต่อวัน .....ชั่วโมง

4.4 คุณรู้จักวิธีการดูแลรักษาระดับน้ำกลั่นในแบตเตอรี่ของระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์หรือไม่

[1] รู้จัก ☐ [2] ไม่รู้จัก ☐

4.5 ใครเป็นคนทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์

[1] สมาชิกในครอบครัว ☐

[2] ช่างเทคนิคบริการ ☐

[3] ไม่มีคนดูแล ☐

4.6 มีวิธีการทำความสะอาดอย่างไร

.....

.....

4.7 ทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์บ่อยแค่ไหน

[1] มากกว่า 1 ครั้งต่อเดือน ☐

[2] 1 ครั้งต่อเดือน ☐

[3] 1 ครั้งในทุกๆ 2 เดือน ☐

[4] 1 ครั้งในทุกๆ 3 เดือน ☐

[5] 1 ครั้งในทุกๆ 6 เดือน ☐

[6] ไม่เคยทำความสะอาดเลย ☐

4.8 อุปกรณ์ประกอบร่วมในระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์อุปกรณ์ใดเคยเกิดความเสียหาย

| ส่วนประกอบ | เคยเกิด | ไม่เคยเกิด | จำนวน | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|
| เซลล์แสงอาทิตย์ | | | | |
| เครื่องควบคุมการประจุแบตเตอรี่ | | | | |
| แบตเตอรี่ | | | | |
| เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า | | | | |
| สายไฟ | | | | |
| สวิตช์ | | | | |
| เต้ารับ | | | | |

4.9 คุณเคยรู้ปัญหาที่เกิดหรือไม่

[1] ไม่รู้ ☐ [2] รู้ ☐

4.10 คุณเคยทำรายงานความเสียหายที่เกิดขึ้นกับผู้รับผิดชอบหรือไม่

[1] เคย ☐ [2] ไม่เคย ☐

4.11 คุณเคยแก้ปัญหาเหล่านั้นหรือไม่

[1] เคย ☐ [2] ไม่เคย ☐

4.12 ใครเป็นคนรับผิดชอบในการแก้ปัญหาระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์

[1] สมาชิกในครอบครัว ☐

[2] ช่างเทคนิคบริการ ☐

[3] ไม่มีคนดูแล ☐

4.13 คุณเคยที่จะทดลองแก้ปัญหาด้วยตัวคุณเองหรือไม่

[1] เคย ☐ [2] ไม่เคย ☐

4.14 คุณเคยแก้ปัญหาด้วยตัวเองได้หรือไม่

[1] ได้ ☐ [2] ไม่ได้ ☐

4.15 ถ้าได้ ปัญหาอะไรที่คุณแก้ไขได้

.....

.....

4.16 คุณทราบหรือไม่ว่าใครเป็นเจ้าของระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งอยู่ที่บ้านคุณ

[1] บ้าน ☐

[2] รัฐบาล ☐

[3] บริษัท ☐

[4] อื่นๆ ☐

4.17 เครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือนผู้ตอบแบบสอบถาม

1 ☐ หลอดไส้ ขนาด.....W จำนวน.....หลอด

2 ☐ หลอดฟลูออเรสเซนส์ ขนาด.....W จำนวน.....หลอด

3 ☐ หลอดตะเกียบ ขนาด.....W จำนวน.....หลอด

4 ☐ หม้อหุงข้าว ขนาด.....W จำนวน.....เครื่อง

5 ☐ พัดลม ขนาด.....W จำนวน.....เครื่อง

6 ☐ เตารีด ขนาด.....W จำนวน.....เครื่อง

7 ☐ กระติกน้ำร้อน ขนาด.....W จำนวน.....เครื่อง

8 ☐ วิทยุ ขนาด.....W จำนวน.....เครื่อง

9 ☐ โทรทัศน์ ขนาด.....W จำนวน.....เครื่อง

10☐ ตู้เย็น ขนาด.....W จำนวน.....เครื่อง

11☐ อื่นๆ (โปรดระบุ)

..... ขนาด.....W จำนวน.....เครื่อง

..... ขนาด.....W จำนวน.....เครื่อง

รวมทั้งสิ้น ขนาด.....W จำนวน.....เครื่อง

4.18 ช่วงเวลาการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า

| ชนิด | จำนวน | เวลาใช้งานต่อวัน | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| อื่นๆ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**5. ความพึงพอใจต่อระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์**

5.1 ความพึงพอใจต่อระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์

☐ มาก ☐ ปานกลาง ☐ น้อย

โปรดอธิบาย

.....

.....

.....

5.2 ไฟฟ้าที่ระบบผลิตได้เพียงพอกับความต้องการของท่านหรือไม่

☐ เพียงพอ ☐ ไม่เพียงพอ

โปรดอธิบาย

.....

.....

.....

5.3 คุณต้องการอะไรจากระบบเพิ่มขึ้น

☐ ไม่มี

☐ ต้องการเพิ่มชั่วโมงการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า

☐ อื่นๆ (โปรดระบุ)

.....

.....

.....

5.4 ถ้ามีการเดินสายส่งเข้ามาในหมู่บ้าน ท่านยังใช้ไฟฟ้าจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์หรือไม่

☐ ไม่ใช้

☐ ใช้ระบบเดิม เพราะ

.....

☐ ใช้ทั้ง 2 ระบบ เพราะ

.....

5.5 ท่านจ่ายเงินในการใช้งานระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์หรือไม่

☐ จ่าย .....บาท ต่อเดือน ☐ ไม่จ่าย

5.6 ถ้าจ่ายมีวิธีการอย่างไร

.....

.....

**6. แนวทางการพัฒนาระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นระบบผลิตกระแสไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างเซลล์แสงอาทิตย์กับเครื่องยนต์การเกษตร**

6.1 ถ้ามีการปรับปรุงระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์ให้สามารถใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าได้มากขึ้น ระยะเวลาการใช้งานนานขึ้น คุณจะปรับปรุงหรือไม่

☐ ปรับปรุง ☐ ไม่ปรับปรุง

6.2 ถ้าปรับปรุง คุณยินดีที่จะจ่ายเงินหรือไม่

☐ ยินดี ☐ ไม่ยินดี

6.3 ถ้ายินดี คุณเต็มใจจ่ายเท่าไร

ประมาณ .....บาท

6.4 ถ้ามีการนำเซลล์แสงอาทิตย์ไปรวมกับเซลล์แสงอาทิตย์ของบ้านหลังอื่นๆ เพื่อผลิตไฟฟ้าร่วมกัน และคุณสามารถใช้ไฟฟ้าได้มากขึ้นคุณเต็มใจทำหรือไม่

☐ เต็มใจ เพราะ

.....

.....

☐ ไม่เต็มใจ เพราะ

.....

.....

6.5 ครอบครัวคุณมีเครื่องยนต์การเกษตรหรือเครื่องจักรอื่นๆหรือไม่

☐ มี ☐ ไม่มี

6.6 ถ้ามี ประกอบด้วย

| ลำดับที่ | ชนิด | มี | ไม่มี | แรงม้า | จำนวน |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | เครื่องยนต์การเกษตร | | | | |
| 2 | เครื่องจักร | | | | |
| 3 | รถไถ | | | | |
| อื่นๆ | | | | | |
| | | | | | |

6.7 ครอบครัวคุณมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือไม่

☐ มี ☐ ไม่มี

6.8 ถ้ามี คุณเคยใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตไฟฟ้าหรือไม่

☐ เคย ☐ ไม่เคย

6.9 ถ้าเคยคุณมีวิธีการใช้อย่างไร

.....

.....

.....

6.10 ในการใช้งานเครื่องกำเนิดไฟฟ้า คุณเสียค่าน้ำมันเดือนละประมาณ .....บาท

6.11 ถ้ามีการนำระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์มารวมกัน 3-5 หลังคาเรือนผลิตกระแสไฟฟ้ารวมกัน และจำเป็นต้องใช้เครื่องยนต์การเกษตรในการผลิตไฟฟ้าร่วม ทำให้คุณสามารถใช้ไฟฟ้าได้มากขึ้น คุณมีแนวความคิดอย่างไรในการบริหารจัดการ

6.11.1 คุณยินดีที่จะนำเครื่องยนต์การเกษตรของคุณไปร่วมในการผลิตไฟฟ้าหรือไม่

☐ยินดี ☐ไม่ยินดี

6.11.2 ในการนำเครื่องยนต์การเกษตรมาร่วมผลิตไฟฟ้าคุณจะจัดการอย่างไร

☐ ใช้เครื่องยนต์การเกษตรของตัวเองตลอด

☐ ใช้เครื่องยนต์การเกษตรของครัวเรือนอื่นในกลุ่ม

☐ แบ่งวันในการใช้เครื่องยนต์การเกษตรโดยสับเปลี่ยนกันในแต่ละวัน

6.11.3 ค่าใช้จ่ายทางด้านน้ำมันที่เกิดขึ้นคุณยินดีที่จะช่วยกันออกค่าใช้จ่ายทางด้านน้ำมันหรือไม่

☐ ยินดี ☐ ไม่ยินดี

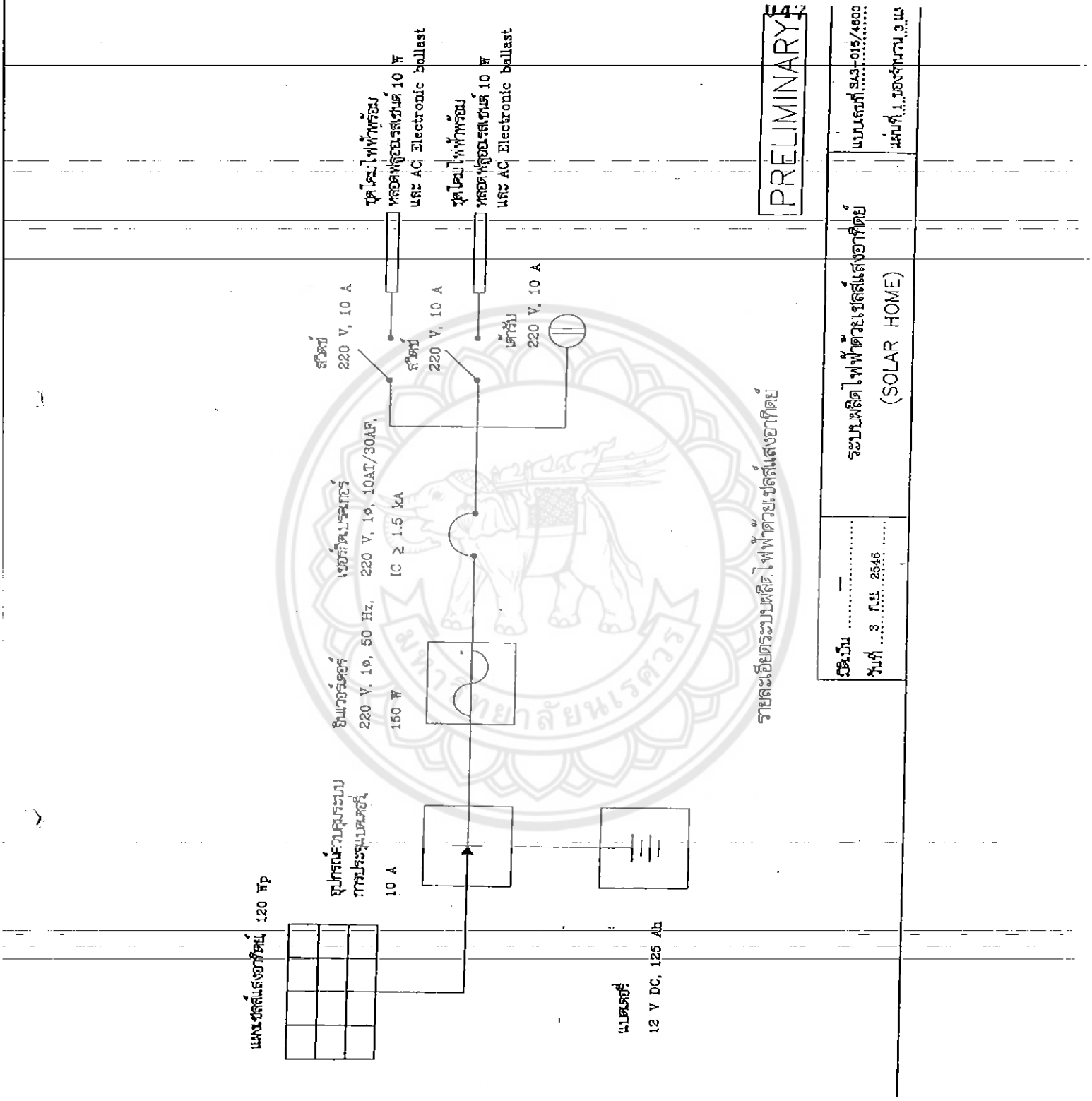
6.12 ถ้ารัฐบาลออกค่าใช้จ่ายให้คุณในการทำงานทั้งหมดคุณยินดีจะรับโครงการหรือไม่

☐ ยินดี ☐ ไม่ยินดี

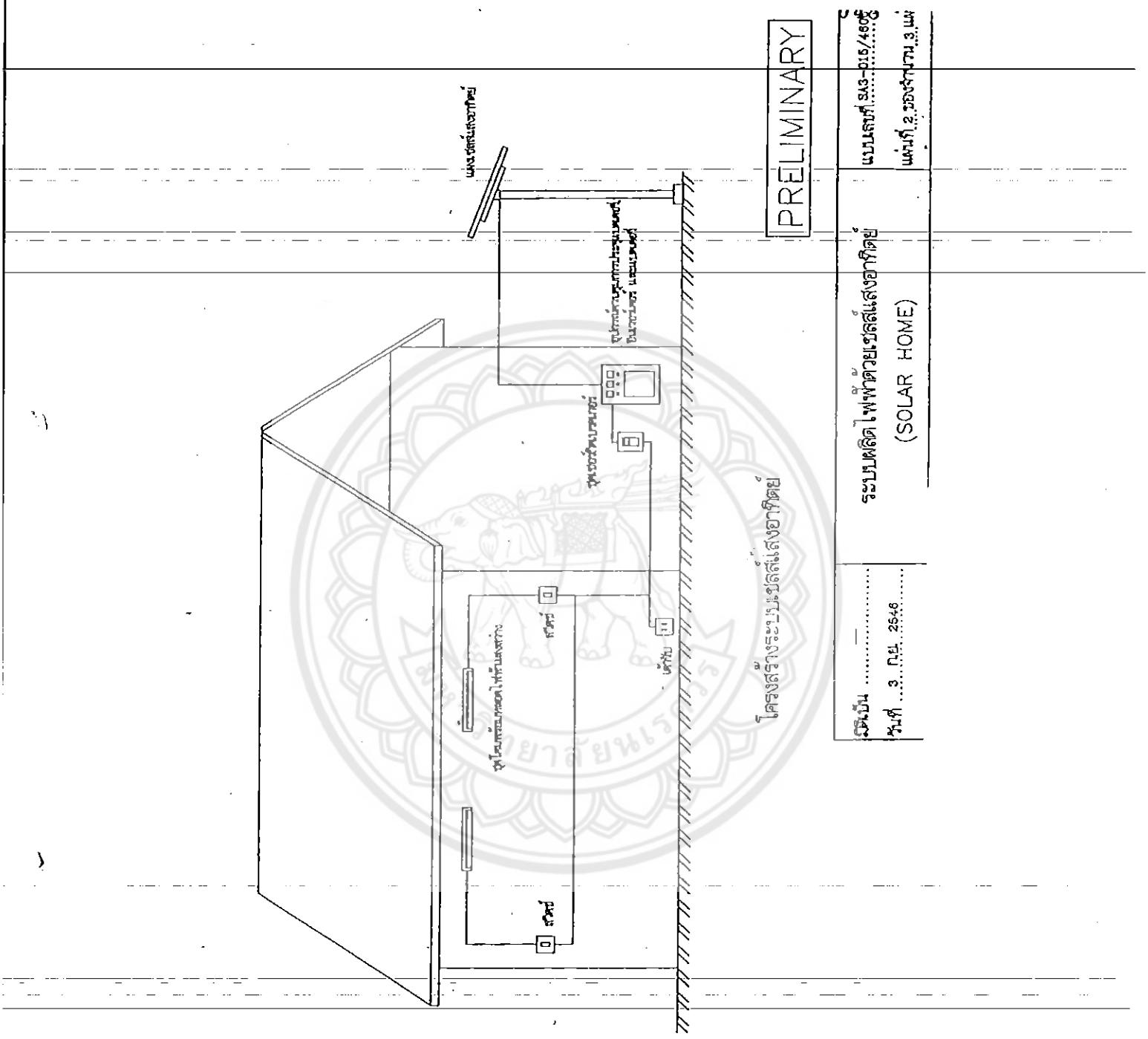
# ภาคผนวก ข.

## แบบแปลนระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์

โครงสร้างของระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์

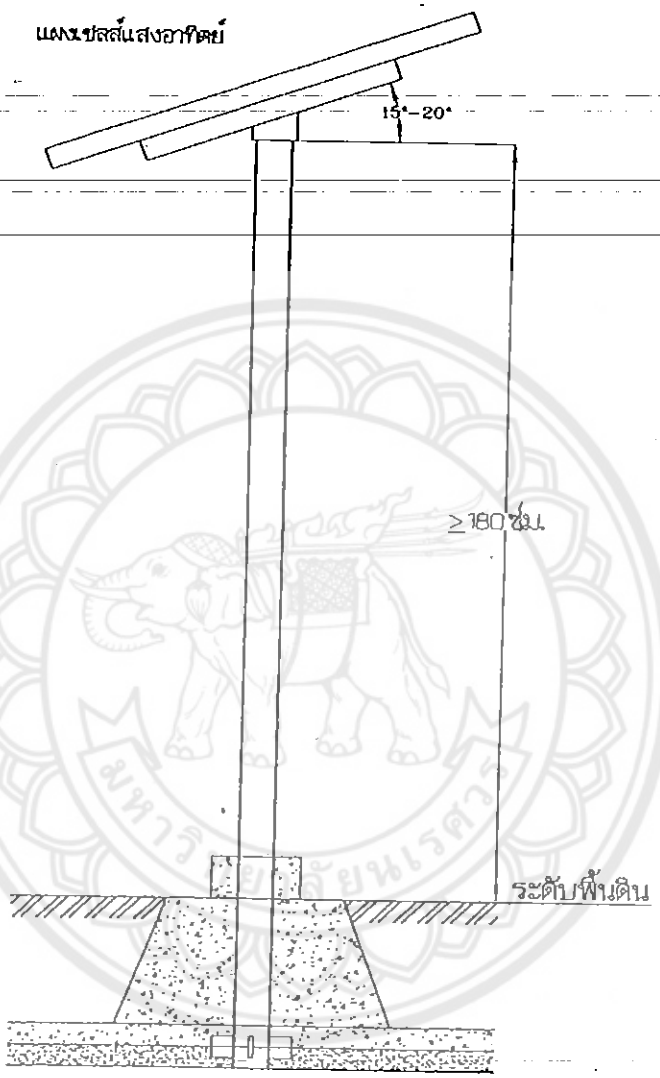


ลักษณะภายนอกของระบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์



ลักษณะการติดตั้งของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้

0




โครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์

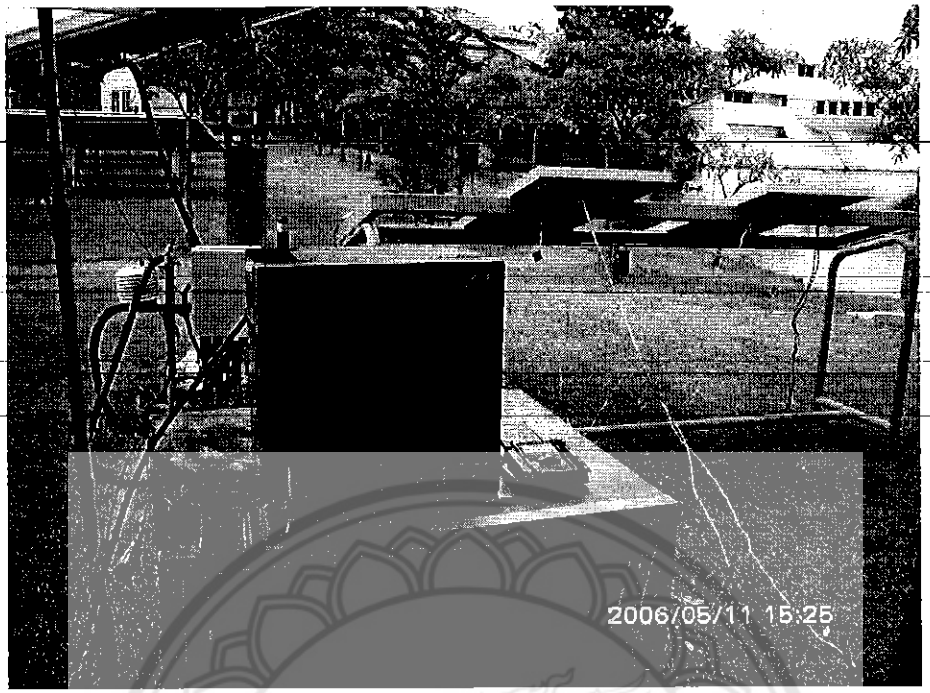
PRELIMINARY

| | | |
|---|---|---|
| ปี พ.ศ. 2546 | ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์<br>(SOLAR HOME) | แบบเลขที่ SA3-015/46002<br>แผ่นที่ 3 ของจำนวน 3 แผ่น |

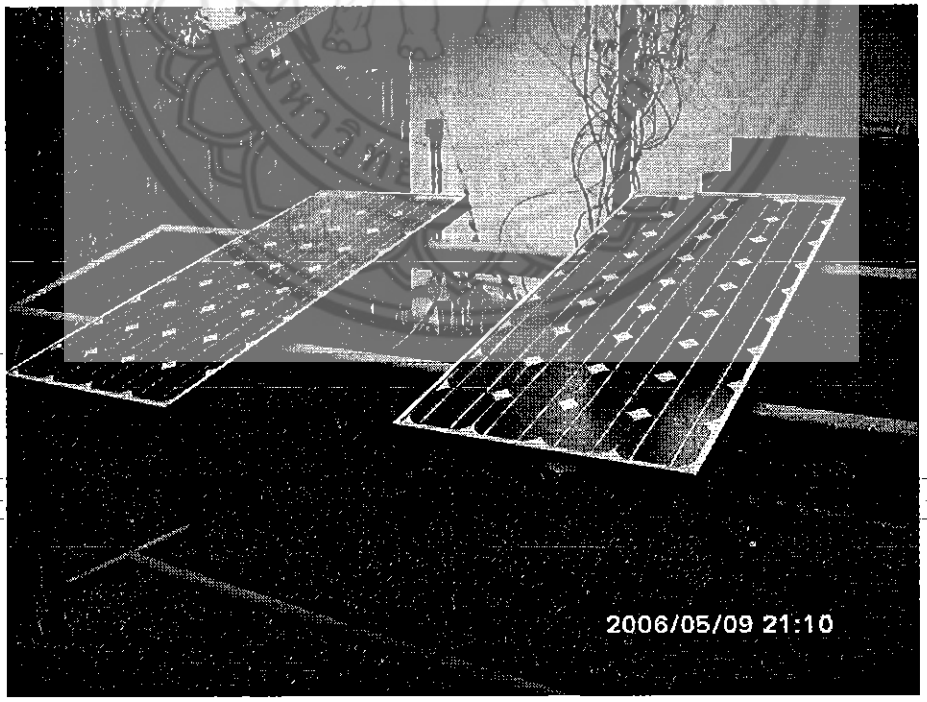
# ภาคผนวก ค.

# ภาพการทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์

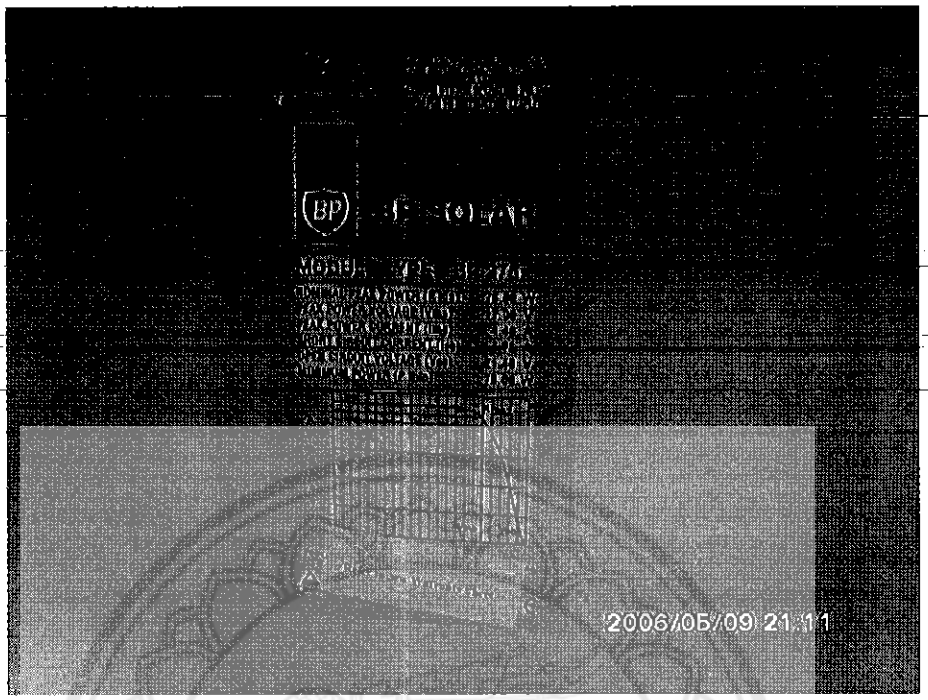
ดาตาร์ล็อกเกอร์ เป็นเครื่องที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลวัดได้จากพารานอมิเตอร์แล้วแสดงผล




แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้เพื่อทำการทดลอง



**คุณลักษณะของแผงเซลล์แสงอาทิตย์**

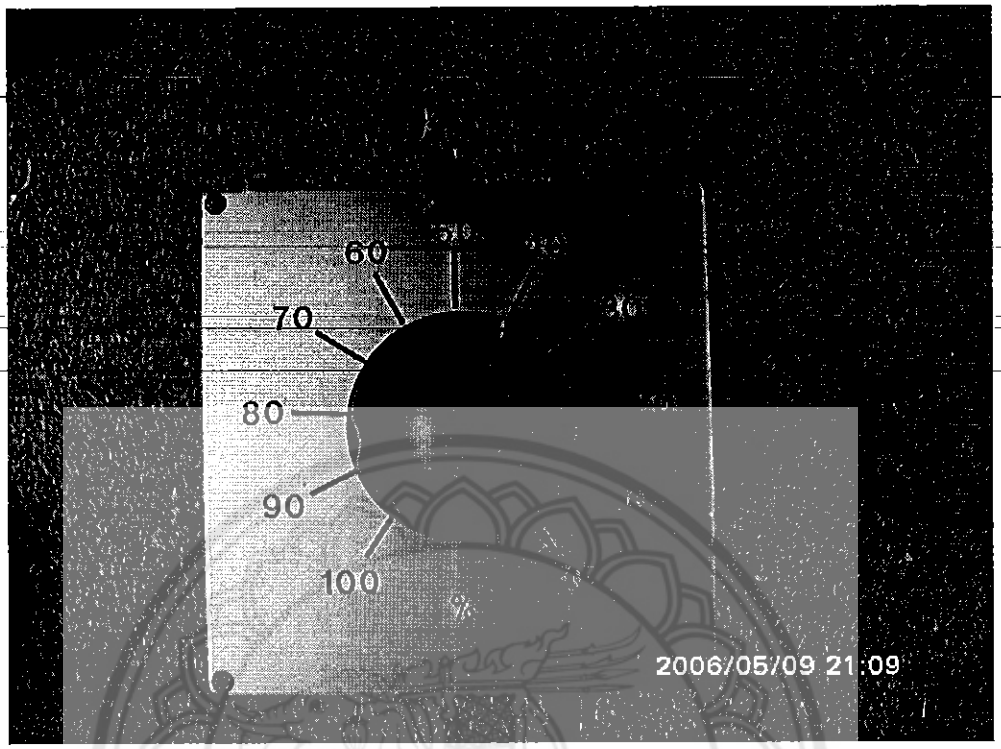



**พารานอมิเตอร์** ใช้เพื่อวัดค่าความเข้มแสง(G)

**ภาพขณะการทดลอง** เพื่อที่จะทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ วิเคราะห์เป็นกราฟของ I-V curve

**ตัวความต้านทาน**ปรับค่าได้

ค่าเสกลต่างที่ใช้เพื่อทำการทดสอบ (0 – 1,800 โอห์ม)




**ภาพขณะทดสอบค่าของอุณหภูมิใต้แผงเซลล์แสดงอาทิตย์**

# ประวัติผู้เขียนโครงงาน

ชื่อ นายคณาธิป แก้วกุลศรี

ภูมิลำเนา 446/1 ย่านศิลาอาสน์ ต.ท่าอิฐ อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ 53000

ประวัติการศึกษา

-จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนอุตรดิตถ์

-ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : joga-bonito_ee@hotmail.com

ชื่อ นายธนานนท์ หาญวัฒนาศิริ

ภูมิลำเนา 82/4 ม.3 ต.นครไทย อ.นครไทย จ.พิษณุโลก 65120

ประวัติการศึกษา

-จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย พิษณุโลก

-ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : mg_spurs@hotmail.com