การเลือกใช้โซล่าเซลล์ที่มีประสิทธิภาพให้เหมาะสมกับการใช้งานในภูมิประเทศเขตร้อนชื้น

A Selection of the highest Effective Solar Cell Technology For Using in Tropical Regions

อรรณพ จุนไพจิตร

AUNNOP JUNPAIJIT

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน (บัณฑิตศึกษา)
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2558

การเลือกใช้โซล่าเซลล์ที่มีประสิทธิภาพให้เหมาะสมกับการใช้งานในภูมิประเทศเขตร้อนชื้น

A Selection of the highest Effective Solar Cell Technology For Using in Tropical Regions

อรรณพ จุนไพจิตร

AUNNOP JUNPAIJIT

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน (บัณฑิตศึกษา)
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อการค้นคว้าอิสระ การเลือกใช้โซล่าเซลล์ที่มีประสิทธิภาพให้เหมาะสมกับการใช้งานในภูมิประเทศเขตร้อนชื้น

ชื่อ นามสกุล อรรณพ จุนไพจิตร

ชื่อปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. ดร.สุรเชษฐ เดชฟุ้ง

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระได้ให้ความเห็นชอบการค้นคว้าอิสระฉบับนี้แล้ว

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ มีนคร)

.....กรรมการ

(ดร.ณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล)

.....กรรมการ

(ดร.ปริญญ์ บุญกนิษฐ)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.สุรเชษฐ เดชฟุ้ง)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อนุมัติให้นับการค้นคว้าอิสระฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน (บัณฑิตศึกษา) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิโรจน์ ฤทธิ์ทอง)

วันที่ ..... เดือน..... พ.ศ. .....

ชื่อการค้นคว้าอิสระ การเลือกใช้โซล่าเซลล์ที่มีประสิทธิภาพให้เหมาะสมกับการใช้งานในภูมิประเทศเขตร้อนชื้น
ชื่อ นามสกุล อรรณพ จุนไพจิตร
ชื่อปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา และคณะ วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน (บัณฑิตศึกษา) คณะวิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2558

บทคัดย่อ

ธุรกิจโซล่าเซลล์เติบโตอย่างมากในปีที่ผ่านมาจนถึงปีนี้ และกำลังเป็นที่สนใจกับการผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้เองหรือเพื่อจำหน่ายให้กับการไฟฟ้า แต่ประสิทธิภาพโซล่าเซลล์ที่มีจำหน่ายในประเทศไทยมีความแตกต่างกัน ปัจจุบันนี้มีการใช้งานโซล่าเซลล์ในอุตสาหกรรม ในชุมชนและบ้านพักอาศัย หลายยี่ห้อ แต่ว่ายังไม่เคยมีการศึกษาตรวจสอบและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของโซล่าเซลล์ งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาโซล่าเซลล์ที่มีจำหน่ายในประเทศไทย 3 ยี่ห้อ และศึกษาพื้นที่ความเข้มแสงในประเทศไทย ทำการติดตั้งและทดสอบโดยใช้การวัดค่าและจดบันทึกแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้ากำลังไฟฟ้า อุณหภูมิที่แผ่นของโซลล่าเซลล์แต่ละยี่ห้อโดยพร้อมกันกลางแจ้ง และตรวจสอบปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์เมื่อมีอุณหภูมิสูง ประสิทธิภาพโซล่าเซลล์ในเวลาฟ้าสลัวหรือสภาพอากาศที่มีฝนตก ทำการรวบรวมค่าเฉลี่ยและใช้เทคนิคควบคุมกระบวนการทางสถิติประเภทแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสมมาเป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยในการจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรงจากแผงผู้ผลิต A จ่ายได้ 85.78 W จากแผงผู้ผลิต B จ่ายได้ 81.19 W จากแผงผู้ผลิต C จ่ายได้ 95.65 W และในการวัดอุณหภูมิที่แผ่น จากแผงผู้ผลิต A วัดได้ 53.88 ^{0}C จากแผงผู้ผลิต B วัดได้ 53.68 ^{0}C จากแผงผู้ผลิต C วัดได้ 52.79 ^{0}C การวิเคราะห์ผลการทดลองพบว่าแผ่นจากผู้ผลิต C ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด และอุณหภูมที่แผ่นต่ำที่สุด และเหมาะที่จะใช้กับภูมิประเทศของประเทศไทย ผลจากการวิจัยนี้เพื่อเป็นส่วนประกอบในการตัดสินใจเลือกใช้โซล่าเซลล์ให้เหมาะสมกับภูมิประเทศได้ง่ายขึ้น

คำสำคัญ : โซล่าเซลล์, ประสิทธิภาพโซล่าเซลล์, โซลารูฟ, เลือกใช้โซล่าเซลล์

Independent Study title A Selection of the highest Effective Solar Cell Technology For Using in Tropical Regions
Author Aunnop Junpaijit
Degree Master of Engineering
Major program Sustainable Industrial Management Engineering (Graduate School)
Academic Year 2015

ABSTRACT

Now is a great time to be an entrepreneur as there are many solar business opportunities to develop. The market for solar products is growing quickly over last year so now this market is helping people get the most from the sun. The market and can be a great source of ideas for usage in the home and with your business. To measure efficiency of the solar energy in Thailand we have installed and tested the solar cell to detect and record the voltage, electric current, electric power, temperature on the solar cell outdoors and check factors related to efficiency of the solar cell when high temperature and efficiency of the solar cell in various weather conditions. The following is the summary of average Wattage and used the Cumulative Sum Control Chart techniques. The Resulting research shows the direct current electric supply below: Solar cell “A” current distribute 85.78 W Solar cell “B” current distribute 81.19 W Solar cell “C” current distribute 95.65 W The temperature on the solar cell can be seen below: Solar cell “A” is 53.88 ℃ Solar cell “B” is 53.68 ℃ Solar cell “C” is 52.79 ℃ Summary of result is the solar cell “C” has highest electric power and the least temperature and this solar cell “C” suitable for use in Thailand. This research results is only relevant when deciding which solar cell to select

Keywords: Solar cells, Efficiency solar cells, Solar Roof, Solar cells use

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของดร.สุรเชษฐ เดชฟุ้ง อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ และผู้ช่วยศาสตร์จารย์สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ ดร.ปริญญ์ บุญกนิษฐ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาโดยตลอด

ขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ มีนคร และดร.ณัฐวรพล รัชสิริวชิรบุล ที่สละเวลามาเป็นประธานและกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ พร้อมทั้งให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์

ขอบพระคุณเจ้าของสถานที่ในความร่วมมือชุมชนในอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี บ้านลุงแกละโฮมสเตย์ที่เอื้อเฟื้อที่พัก และคุณนุกูล สุขประเสริฐ ที่ช่วยขนย้ายและติดตั้งโซล่าเซลล์ ให้ข้อมูลและช่วยทดสอบทำให้งานวิจัยบรรลุผลสำเร็จและเกิดประโยชน์สูงสุด

ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

อรรณพ จุนไพจิตร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(ก)
Abstract	(ข)
กิตติกรรมประกาศ	(ค)
สารบัญ	(ง)
สารบัญตาราง	(ฉ)
สารบัญภาพ	(ช)
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	5
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	5
1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับ	5
บทที่ 2 การศึกษาค้นคว้าและการทบทวนวรรณกรรม	6
2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	6
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	29
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัยและกระบวนการทดสอบ	31
3.1 ขั้นตอนการทดสอบ	31
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองและเก็บข้อมูล	32
3.3 การเก็บข้อมูลและรวบรวมผลการทดสอบ	34
3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล	35
3.5 สรุปผลการทดสอบ	35
บทที่ 4 ผลการทดลอง	36
บทที่ 5 การอภิปรายผล	46
บทที่ 6 สรุปผล	48

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 7 การนำไปใช้งาน	49
7.1 การนำไปใช้ประโยชน์เชิงธุรกิจ	49
7.2 งบประมาณการลงทุนและระยะเวลาคุ้มทุน	50
เอกสารอ้างอิง	62
ภาคผนวก	66
ภาคผนวก ก เอกสารตีพิมพ์	67
ภาคผนวก ข หนังสือตอบรับการตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการ	75
ภาคผนวก ค แนวทางขั้นตอนการทดสอบเพื่อเลือกใช้โซล่าเซลล์ที่ดีที่สุด	76
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	82

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1.1	ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษทางอากาศจากการใช้พลังงาน	4
2.1	แสดงผลการเปรียบเทียบความเข้มรังสีดวงอาทิตย์จากแผนที่ฯ กับค่าที่ได้จากสถานีวัด	24
2.2	แสดงการเปรียบเทียบความเข้มรังสีรวมของประเทศไทยกับประเทศอื่นๆ	26
4.1	ข้อมูลที่ทำการวัดและจดบันทึกค่า	36
4.2	ตารางการเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้ากับอุณหภูมิ	37
4.3	ตารางการเปรียบเทียบแรงเคลื่อนไฟฟ้ากับอุณหภูมิ	37
4.4	ตารางการเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้ากับอุณหภูมิ	38
4.5	ตารางเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยที่แผ่น	44
5.1	ตารางเปรียบเทียบอุณหภูมิที่แผ่น	46
5.2	ตารางเปรียบเทียบแรงเคลื่อนไฟฟ้ากับอุณหภูมิ	47
7.1	ตารางการประเมินต้นทุนระบบไฟฟ้าแสงอาทิตย์แบบ GRID TIE	51
7.2	ตารางการประเมินต้นทุนระบบไฟฟ้าแสงอาทิตย์แบบ OFF GRID	51
7.3	ตารางการคำนวณค่าใช้จ่ายเบื่องต้นสำหรับลงทุนติดตั้งโซล่าเซลล์	52
7.4	ตะรางรายระเอียดข้อมูลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันและระยะเวลาคืนทุน SOLAR ROOF TOP ขนาด 1Kw	53
7.5	ตารางรายระเอียดข้อมูลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันและระยะเวลาคืนทุน SOLAR ROOF TOP ขนาด 5Kw	54
7.6	ตารางรายระเอียดข้อมูลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันและระยะเวลาคืนทุน SOLAR ROOF TOP ขนาด 200 Kw	55
7.7	ตารางรายระเอียดข้อมูลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันและระยะเวลาคืนทุน SOLAR ฟาร์ม ขนาด 1MKw	56
7.8	ตารางค่าเฉลี่ยกำลังไฟฟ้าที่ได้จากการทดลอง	57

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1.1	กราฟข้อมูลสถิติการใช้ไฟฟ้าในประเทศไทยการไฟฟ้านครหลวง	1
1.2	กราฟข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงผลิตไฟฟ้าในประเทศไทย	2
1.3	กราฟข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงอื่นๆผลิตไฟฟ้า	3
2.1	ภาพแร่ควอทซ์	7
2.2	ภาพขั้นตอนการหลอมซิลิคอน	8
2.3	ภาพซิลิคอนที่เย็นตัวลง	9
2.4	ซิลิกอนแบบ N - Type และ P – Type	10
2.5	เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำประเภทซิลิคอน แบบผลึกเดี่ยว แบบผลึกรวม และแบบอะมอร์ฟัส	10
2.6	ส่วนประกอบของเซลล์แสงอาทิตย์	11
2.7	ขบวนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ แบบผลึกเดี่ยว (Single Crystalline	12
2.8	ขบวนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ แบบผลึกรวม (Poly Crystalline)	13
2.9	ขบวนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Amorphous Si Solar Cell (Film Substrate)	14
2.10	แผงโซล่าเซลล์ โมโนคริสตัลไลน์ (mono-Si)	15
2.11	แผงโซล่าเซลล์ โพลีคริสตัลไลน์ (p-Si)	16
2.12	แผงโซล่าเซลล์ชนิด ฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cells)	17
2.13	หลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ 1	19
2.14	หลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ 2	19
2.15	ไดอะแกรมการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ	20
2.16	ไดอะแกรมการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย	21
2.17	ไดอะแกรมการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน	21
2.18	แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยความเข้มรังสีดวงอาทิตย์	22
2.19	ไพรานอมิเตอร์ ไพรานอมิเตอร์วัดรังสีกระจาย	22
2.20	เครื่องบันทึกแดด (Sunshine Recorder)	23

สารบัญภาพ (ต่อ)

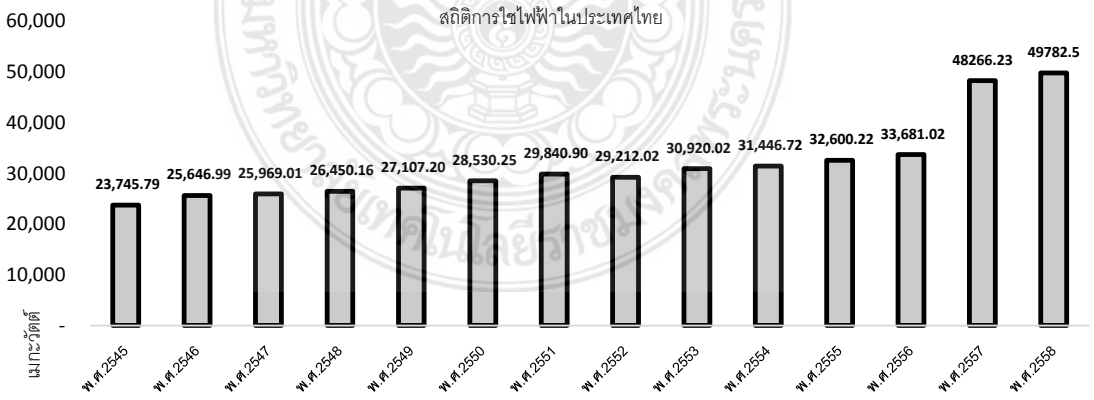
ภาพ		หน้า
2.21	แผนที่ความเข้มแสงโลก	26
2.22	แผนที่แสดงความเข้มรังสีรวมรายวันเฉลี่ยต่อเดือนของเดือนต่างๆ	28
3.1	แผนผังการเก็บข้อมูลในการทดลอง	33
3.2	การติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ในการทดสอบ	34
3.3	ทิศทางตำแหน่งการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์	34
4.1	กราฟค่าต่างๆที่วัดได้ของแผ่น A	38
4.2	กราฟค่าต่างๆที่วัดได้ของแผ่น B	39
4.3	กราฟค่าต่างๆที่วัดได้ของแผ่น C	39
4.4	กราฟเปรียบเทียบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้ทั้ง 3 แผ่น	40
4.5	กราฟเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ทั้ง 3 แผ่น	40
4.6	กราฟเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่วัดได้ทั้ง 3 แผ่น	41
4.7	กราฟความเข้มแสงวันที่ทำการทดสอบ	41
4.8	กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยที่แผ่น	42
4.9	กราฟเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้ากับอุณหภูมิเฉลี่ยที่แผ่น A	42
4.10	กราฟเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้ากับอุณหภูมิเฉลี่ยที่แผ่น B	43
4.11	กราฟเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้ากับอุณหภูมิเฉลี่ยที่แผ่น C	43
4.12	กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยที่แผ่น	44
7.1	การใช้ pump แบบเครื่องยนต์สูบน้ำตามริมแม่น้ำ 1	58
7.2	การใช้ pump แบบเครื่องยนต์สูบน้ำตามริมแม่น้ำ 2	58
7.3	แผนที่การเดินทางเข้าไปติดตั้งโซล่าเซลล์ 1	59
7.4	แผนที่การเดินทางเข้าไปติดตั้งโซล่าเซลล์ 2	59
7.5	บ้านที่ทำการติดตั้ง	60
7.6	โซล่าเซลที่ทำการติดตั้ง	60
7.7	การเข้าสายไฟฟ้า	60
7.8	การวัดค่าที่หลังจากเข้าสาย	60
7.9	การทดลอง pump น้ำ	61
7.10	ใช้ Timer ควบคุมแบบ 24 ชั่วโมง	61
7.11	การวัดอุณหภูมิที่แผ่น 1	61
7.12	การวัดอุณหภูมิที่แผ่น 2	61

บทที่ 1

บทนำ

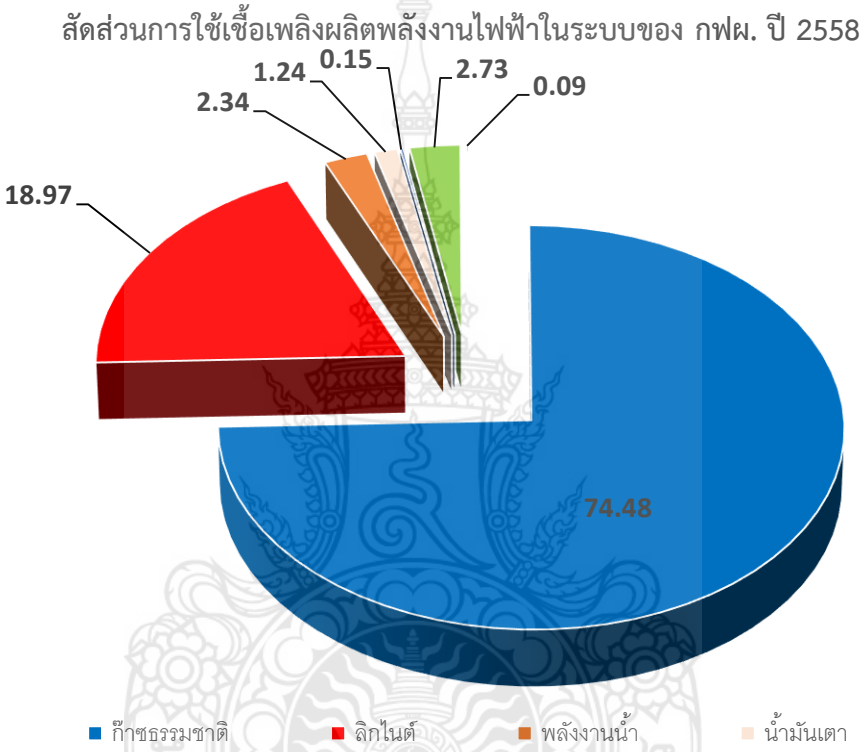
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ไฟฟ้าเป็นปัจจัยที่สำคัญในการดำเนินชีวิตและการดำเนินกิจกรรมทางเศรษฐกิจ ที่ผ่านมาประเทศไทยมีอัตราการเติบโตของรายได้ประชาชาติเฉลี่ย ปีละประมาณ 4% และมีอัตราการเจริญเติบโตของการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยปีละ ประมาณ 4.2% การมีไฟฟ้าใช้อย่างทั่วถึงเพียงพอช่วยพัฒนาเศรษฐกิจ ขณะเดียวกันความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจก็ทำให้ความต้องการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทำให้เกิดความกังวลว่าไฟฟ้าจะมีเพียงพอเพื่อรองรับกับการเติบโตทางเศรษฐกิจหรือไม่ อย่างไรก็ตามยังคงมีความเสี่ยงจากความไม่แน่นอนในด้านเชื้อเพลิง ความสามารถในการสร้างโรงไฟฟ้าเพิ่ม ความต้องการไฟฟ้าในอนาคตที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น รวมทั้งความสามารถในการพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ไฟฟ้า ภาครัฐมีบทบาทในการลดความเสี่ยงได้หลายแนวทาง คือ สร้างความชัดเจนถึงการเพิ่มสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติในการผลิตไฟฟ้าในอนาคต ผลักดันการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้าอย่างจริงจัง ผลิตไฟฟ้าให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อให้ประเทศไทยมีพลังงานไฟฟ้าที่เพียงพอ ในราคาที่เหมาะสมและมีความยั่งยืนระยะยาว จากภาพ 1.1 จะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยเพิ่มขึ้นทุกๆปี โดยประมาณปีละ 3-4 %



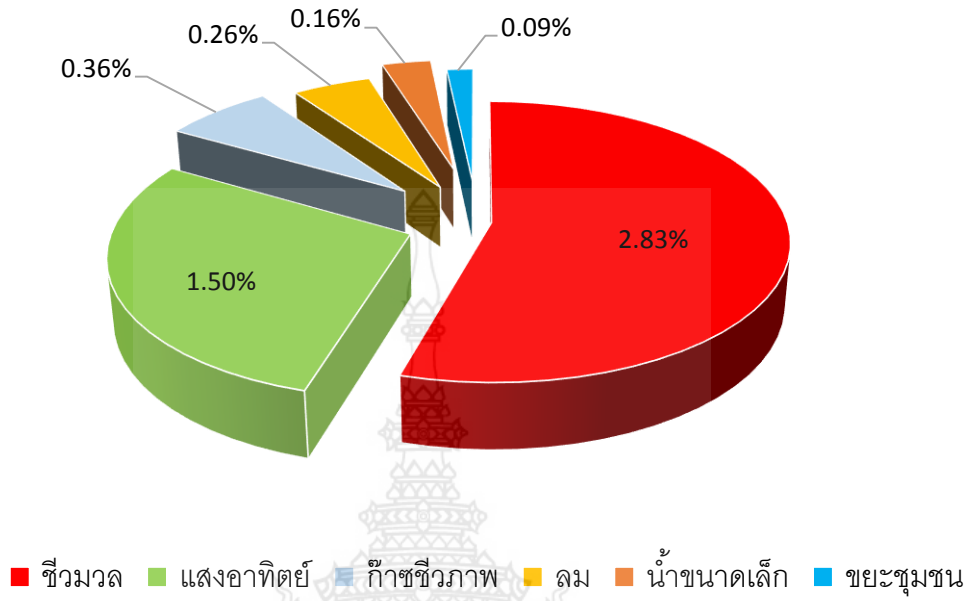
ภาพ 1.1 กราฟข้อมูลสถิติการใช้ไฟฟ้าในประเทศไทยการไฟฟ้านครหลวง
ที่มา: ข้อมูลจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (2557)

ไฟฟ้ามีความจำเป็นต่อเศรษฐกิจและสังคมพลังงานที่เราใช้อยู่ในปัจจุบัน อาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ พลังงานสิ้นเปลือง และพลังงานหมุนเวียน โดยพลังงานสิ้นเปลือง คือ พลังงานที่ใช้แล้วหมดไป ซึ่งรวมถึงถ่านหิน หินน้ำมัน ทรายน้ำมัน น้ำมันดิบ น้ำมันเชื้อเพลิง และก๊าซธรรมชาติ ส่วนพลังงานหมุนเวียน หมายความรวมถึง พลังงานที่ได้จากไม้ ฟืน แกลบ กากอ้อย ชีวะมวล น้ำ แสงอาทิตย์ ลมและคลื่น



ภาพ 1.2 กราฟข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงผลิตไฟฟ้าในประเทศไทย
ที่มา : ข้อมูลจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (2557)

จากปัจจัยข้างต้น ทำให้ประเทศไทยจำเป็นต้องพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศสูงถึง 60%เพื่อผลิตไฟฟ้า จากภาพ 1.2 แสดงให้เห็นการผลิตไฟฟ้าในประเทศไทยใช้เชื้อเพลิงจาก ฟอสซิลสูงถึง 94.84% ส่วนที่เหลืออีก 5.2% นั้นใช้พลังงานทดแทน และในส่วนของ 5.2 % ของพลังงานที่ใช้แบ่งตามสัดส่วนดังภาพ1.3 คือ การใช้ก๊าซชีวะมวล 2.83 % การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ 1.50 % การใช้ก๊าซชีวภาพ 0.36 % การใช้ลม 0.26 % การใช้พลังน้ำขนาดเล็ก 0.16 % การใช้ขยะชุมชน 0.09 % ดังนั้นรัฐบาลจึงจัดทำแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2558-2579 ของกระทรวงพลังงาน โดยการใช้พลังงานทดแทนให้มากขึ้นและลดการใช้พลังงานจากฟอสซิล การใช้ลมผลิตไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น 56.24 % การใช้ขยะผลิตไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น 30.05%การใช้แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น 16.46 %



ภาพ 1.3 กราฟข้อมูลการใช้เชื้อเพลิงอื่นๆผลิตไฟฟ้า
ที่มา : ข้อมูลจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (2557)

ด้วยปัจจุบันที่ภาวะน้ำมันอันเป็นแหล่งพลังงานหลักของโลก มีราคาสูงขึ้นทุกวัน ในขณะที่การใช้งานนั้นก็ไม่มีทีท่าว่าจะลดลงแต่อย่างใด มีแต่ความต้องการปริมาณน้ำมันที่สูงขึ้น ทั้งการใช้งานเพื่อการค้าการอยู่อาศัย เป็นแหล่งพลังงานต่าง ๆ ซึ่งกระทรวงพลังงาน การคาดการณ์การใช้พลังงานฟอสซิลไว้ว่าเราสามารถใช้ถ่านหินต่อ ไปได้อีก 220 ปีก๊าซธรรมชาติมีเหลือใช้ได้ 64 ปี น้ำมันนั้นมีเหลือใช้อีกเพียง 42 ปี เท่านั้น สถานการณ์เช่นนี้ทำให้ประเทศต่าง ๆ ต้องมุ่งศึกษาและใช้พลังงานทดแทนแบบใหม่ เพื่อทดแทนการใช้น้ำมัน ที่มีการคาดการณ์กันว่าอาจจะมีโอกาสหมดไปจากโลกในอีกไม่กี่ปีข้างหน้า พลังงานทางเลือกต่าง ๆ จึงถูกนำมาส่งเสริมให้มีการใช้กันมากขึ้น หนึ่งในนั้นก็คือ พลังงานจากแสงอาทิตย์ ด้วยกระแสการตื่นตัวกับสภาวะโลกร้อน ที่ต้องการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประกอบกับประเทศไทยต้องการลดการพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ ทางรัฐบาลจึงได้มอบหมายให้กระทรวงพลังงาน จัดทำแผนการพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก ทดแทนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลอย่างน้อยให้ได้ 25% ภายใน 10 ปี (2555-2564) เพื่อกำหนดกรอบและทิศทางการพัฒนาพลังงานทดแทนของประเทศขึ้นมาอันจะเป็น

ตาราง 1.1 ข้อมูลปริมาณการปล่อยมลพิษทางอากาศจากการใช้พลังงาน

ปริมาณการปล่อยมลพิษทางอากาศจากการใช้พลังงานจำแนกตามชนิดปี 2551

หน่วย : 1,000 ตัน

สาขา	CO2	CO	NOx	CH4	SO2
ขนส่ง	52,379	514	237	20	11
ไฟฟ้า	83,370	68	261	7	353
อุตสาหกรรมการผลิต	45,023	200	219	5	295
บ้านและธุรกิจการค้า	6,389	2,484	35	52	0

ที่มา: ข้อมูลจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย(2557)

การช่วยลดการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศได้ทางหนึ่ง และช่วยกระจายความเสี่ยงในการจัดหาเชื้อเพลิงเพื่อการผลิตไฟฟ้ามากขึ้นกระทรวงพลังงานได้คาดการณ์ความต้องการใช้พลังงานของประเทศในปี 2564 จะมีความต้องการถึง 99,838 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ จากปัจจุบัน 71,728 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ขณะที่แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าหรือพีดีพี 2010 ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 (2555-2573) กำหนดให้มีสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนต่างๆ ไว้ถึง 9,481 เมกะวัตต์ เมื่อสิ้นปี 2573 โดยเฉพาะการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ที่มีการตั้งเป้าหมายไว้ถึง 2,000 เมกะวัตต์ ภายในปี 2564 จากปัจจุบันที่มีการจ่ายไฟฟ้าเข้าระบบแล้วกว่า 336 เมกะวัตต์ ทางภาครัฐจึงได้พยายามส่งเสริมให้ภาคเอกชนสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ด้วยการสนับสนุนทางด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นมาตรการด้านภาษีและการให้สิทธิประโยชน์ต่างๆ เพื่อสร้างแรงจูงใจในการลงทุน เช่น การสนับสนุนข้อมูลทางวิชาการ การยกเว้นภาษีนำเข้าวัตถุดิบผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์ การสนับสนุนการกู้ยืมเงินทุนและเงินหมุนเวียนผ่านสถาบันการเงิน เป็นต้น ส่งผลให้ช่วงที่ผ่านมา มีเอกชนให้ความสนใจยื่นเสนอขายไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ถึง 3,393 เมกะวัตต์ อย่างไรก็ตาม จากที่มีผู้สนใจลงทุนโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เป็นจำนวนมาก เกินกว่าเป้าหมายที่รับซื้อ 2,000 เมกะวัตต์ กระทรวงพลังงานจึงได้หยุดการรับซื้อไฟฟ้าที่ให้ Adder 8 บาทต่อหน่วย ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2553 เป็นต้นมา และปรับลด Adder ลงมาเหลือเพียง 6.50 บาทต่อหน่วย เป็นระยะเวลา 10 ปีแทน เนื่องจากต้นทุนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ปรับตัวลดลง โครงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา (โซลารูฟท็อป) ให้ขยายเวลากำหนดการจ่ายไฟฟ้าเข้าระบบเชิงพาณิชย์สำหรับโครงการที่ผูกพันกับภาครัฐแล้ว 130.64 เมกะวัตต์ จากเดิมกำหนดไว้ภายในเดือนธันวาคม 2556 เป็นภายในสิ้นเดือนธันวาคม 2557 นอกจากนี้ยังเปิดรับซื้อไฟฟ้าเพิ่มสำหรับประเภทโครงการขนาดเล็กสำหรับที่พักอาศัยขนาดไม่เกิน 10 กิโลวัตต์อีก 69.36 เมกะวัตต์ เพื่อให้ครบเป้าหมาย 200 เมกะวัตต์ โดยกำหนดจ่ายไฟฟ้าเข้าระบบเชิงพาณิชย์ภายในสิ้นเดือนธันวาคม 2558 การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เป็นที่นิยมเนื่องจาก พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานจากธรรมชาติ ที่มีความสะอาดปราศจากมลพิษ การติดตั้งไม่ยุ่งยากซับซ้อนและใช้ไม่มีวันหมด ธุรกิจเกี่ยวกับโซลล่าเซลล์จึงเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะแผงรับแสงอาทิตย์หรือแผงโซล่าเซลล์มีทั้งผลิตในประเทศและนำเข้าจากต่างประเทศโดยเฉพาะส่วนที่นำเข้าจากต่างประเทศมีราคาถูกลงเรื่อยๆเนื่องจากการแข่งขันทางธุรกิจทำให้ในประเทศไทยมีการจำหน่ายแผงโซล่าเซลล์หลายยี่ห้อ

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นเป็นที่แน่ชัดว่าในอนาคตจะมีการติดตั้งและทำธุรกิจโซล่าเซลล์กันอย่างแพร่หลายและแนวโน้มการเติบโตจากพลังงานทดแทนชนิดนี้ประมาณ 30% ต่อปีซึ่งสูงมาก ทำให้การแข่งขันในการทำธุรกิจประเภทนี้สูง การแข่งขันสูงการผลิตและการนำเข้าโซล่าเซลล์ย่อมสูงขึ้นตามลำดับ และเพื่อนำไปใช้ในการบริหารจัดการพลังงาน ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตร้อนชื้นในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ การคำนึงถึงคุณภาพและประสิทธิภาพโซล่าเซลล์ในแต่ละยี่ห้อที่มีขายทั้งในส่วนชุมชนและการเกษตรกรรมให้เป็นไปตามมาตรฐานอุตสาหกรรมไทยจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1.เพื่อศึกษาวิธีหาประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ที่มีจำหน่ายในประเทศไทย

1.2.2.นำผลการศึกษามาเป็นแนวทางในการเลือกใช้โซล่าเซลล์ให้เหมาะสมในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ศึกษาการทำงานและชนิดของโซล่าเซลล์

1.3.2 ศึกษาวิธีการทดสอบโซล่าเซลล์ในมาตรฐานอุตสาหกรรมไทย

1.3.3 ทดสอบและเปรียบเทียบคุณภาพโซล่าเซลล์ที่ผลิตในประเทศ หรือต่างประเทศที่มีจำหน่ายในประเทศไทย อย่างน้อย 3 ยี่ห้อ

1.3.4 ได้โซล่าเซลล์ที่เหมาะสมที่สุดจากการทดสอบในข้อ 1.3.3 เพื่อประกอบการพิจารณาเลือกใช้โซล่าเซลล์ ในประเทศเขตร้อนชื้นอย่างเช่นประเทศไทย

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับ

1.4.1 รู้ถึงวิธีการและประโยชน์ของการผลิตไฟฟ้าโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์โดยตรงและในระบบจำหน่าย ระดับชุมชนและระดับครัวเรือน

1.4.2 ได้ทราบถึงผลกระทบของการผลิตไฟฟ้าโดยใช้พลังงานอื่นๆ และความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม สภาพเศรษฐกิจ และสภาพสังคมของชุมชน

1.4.3 รู้ถึงวิธีการทดสอบและการเลือกใช้โซล่าเซลล์ในการทำธุรกิจผลิตไฟฟ้าอย่างยั่งยืน

บทที่ 2

การศึกษาค้นคว้าและการทบทวนวรรณกรรม

งานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลต่างๆ ทั้งแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบของโซล่าเซลล์ การหาประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ทั้งในระดับธุรกิจอุตสาหกรรมผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ ครัวเรือนและในระดับชุมชน นอกจากนี้เนื้อหาในบทที่ 2 นี้จะเป็นการสร้างความรู้ความเข้าใจเพื่อนำไปสู่การ สร้างกรอบแนวคิดการวิจัยและนำไปใช้ในการอภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งการใช้กระบวนการความร้อน (Thermal Process) โดยการใช้อุปกรณ์รวมแสงและการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) สำหรับโรงผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์สามารถแบ่ง ประเภทได้เป็น 2 ประเภทหลักๆ คือ 1) โรงผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ผลิตไฟฟ้าโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์หลักในการผลิตไฟฟ้า 2) โรงผลิตไฟฟ้าความร้อนแสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าใช้การรวบรวมความร้อนจากแสงอาทิตย์ มาบนตัวกลาง เช่น น้ำ หรือน้ำมัน แล้วนำน้ำหรือ น้ำมันที่ร้อน ไปหมุนกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในการผลิตไฟฟ้า โรงผลิตไฟฟ้าจากความร้อนแสงอาทิตย์สามารถแบ่งประเภทได้เป็น 3 ประเภทหลักๆ ตามกระบวนการผลิตความร้อน (รวบรวมความร้อน) ให้กับตัวกลางก่อนนำ ไปหมุนกังหันเพื่อผลิตไฟฟ้า ดังนี้ Parabolic Trough & Parabolic Dish: ระบบรางพาราโบลิค และระบบจานพาราโบลิค Solar Tower: ระบบหอคอย Combined Cycle: ระบบความร้อนร่วม

ในการวิจัยนี้ได้ทำการมุ่งเน้นไปทางการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์เป็นหลักเพื่อให้เกิดประโยชน์ในการผลิตไฟฟ้า สำหรับโรงไฟฟ้าขนาดเล็ก สำหรับเกษตรกรและชุมชน

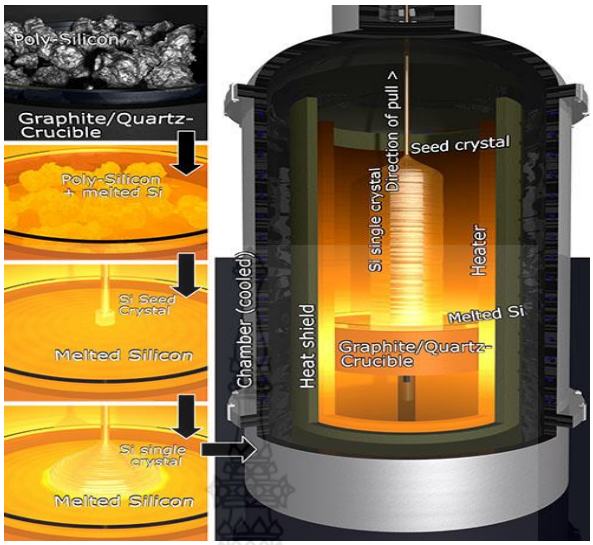
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เริ่มจากที่มาของโซลาเซลล์ และวิธีการผลิตโซลาเซลล์ แรกเริ่มพบโดย Willoughby Smith (1828-1891) ชาวอังกฤษในปี 1873 เป็นก้าวสำคัญที่เขาพบว่า เมื่อมีแสงตกกระทบซีลีเนียม (Selenium) ทำให้ค่าความต้านทานของซีลีเนียมลดลงในขณะที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านคือซีลีเนียมโดนแสงจะนำไฟฟ้าดีขึ้นผลการค้นพบนี้ทำให้นักวิทยาศาสตร์สนใจเรื่อของ Photoelectric Effect มากขึ้นเรื่อยๆสิบปีต่อมาก็ทำโซลาเซลล์จากซีลีเนียมได้แต่ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานจาแสงอาทิตย์เป็นไฟฟ้าได้ไม่มากไปกว่า 2% ต่อมานักวิทยาศาสตร์ก็พบว่าธาตุกึ่งตัวนำ ชื่อซิลิกอน (Silicon) ก็ให้ผลในทำนองเดียวกันเป็นที่น่าพอใจ มีการพัฒนาการใช้ Si เป็นหลักในการผลิตโซลาเซลล์ PV มาจาก Photovoltaic Photo = แสง Voltaic = แรงเคลื่อนไฟฟ้า

ซิลิกอนนับเป็นธาตุที่มีมากเป็นอันดับสองในโลก (เป็นรองออกซิเจน) ว่ากันว่าโลกใบนี้มี Si อยู่ถึง 27.7% ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของซิลิกา SiO2 แต่การนำ Si ออกจาก SiO2 ต้องเอาหินเขี้ยวหนุมาน (หรือทรายในบางกรณี) ไปเผากับคาร์บอน (C) เพื่อให้ได้ Si บริสุทธิ์ ในขบวนการใช้ Si เป็นองค์ประกอบสำคัญเพื่อทำ PV ต้องทำให้ Si มีความบริสุทธิ์สูงมากถึง 99.999999% ซิลิกอน (Si) ที่บริสุทธิ์นี้ถูกหลอมแล้วให้ตกผลึกอย่างช้าๆกรรมวิธีนี้มีศัพท์เรียกอันนึ่งว่า Czochralski process ซิลิคอนเป็นธาตุเบาที่มีคุณสมบัติกึ่งโลหะตามปกติในธรรมชาติพบว่าซิลิคอนจะรวมกบออกซิเจนและอะตอมของธาตุอื่นๆ เกิดเป็นซิลิเกต (Silicates) พบได้ในชั้นเปลือกโลกมาก กว่าร้อยละ 26 โดยที่ซิลิกา (silica : SiO2) เองนั้นก็เป็นซิลิเกตชนิดหนึ่ง แต่มีเพียงอะตอมของ ซลิคอน และออกซิเจนเป็นส่วนประกอบเท่านั้น ซิลิกา หรือ ทราย ที่รู้จักกันทั่วไปคือ ควอทซ์ หรือ ควอทไซต์ ซึ่งนำมาใช้ผลิตเป็น Si metal สาหรับใช้ในอุตสาหกรรมผลิตอะลูมิเนียม และอุตสาหกรรม เคมีภัณฑ์ทั้งนี้การพิจารณาสัดส่วนของซิลิคอนที่ผสมอยู่ในเนื้อวัสดุเป็นหลักจะสามารถแบ่งประเภท ของซลิคอนและประโยชน์จะนำไปใช้ได้แก่

ภาพ 2.1 ภาพแร่ควอทซ์
ที่มา:การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย(2554)

เฟอโรซิลิคอน Ferrosilicon (Si > ร้อยละ 50) เหมาะสำหรับการนำไปใช้ ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเหล็ก เพื่อเพิ่มความแข็งแกร่งให้กับเนื้อโลหะ ตลอดจนความทนทานสำหรับใช้ในด้านงานโครงสร้าง Silicon (regular:Si ร้อยละ 97) เป็นเกรดที่เหมาะสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมโดยทั่วไป Semiconductor (Hyperpure: Si ร้อยละ 99.97) ซิลิคอนความบริสุทธิ์สูงนี้เหมาะสำหรับงานด้านอิเล็กทรอนิกส์การผลิตสารกึ่งตัวนำ และเซลล์แสงอาทิตย์



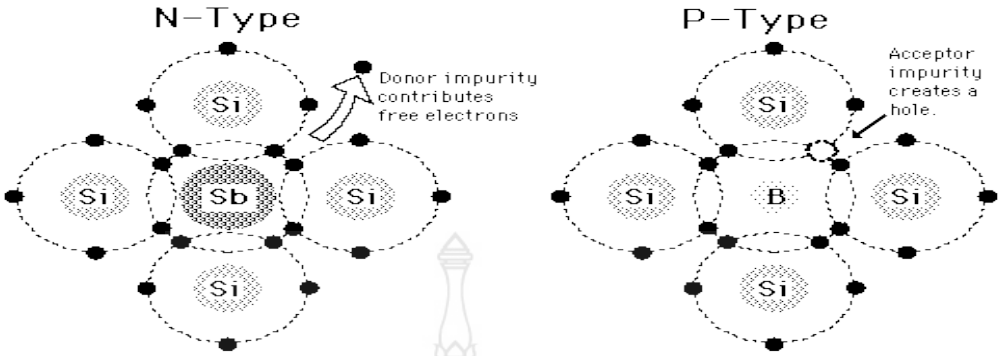
ภาพ 2.2 ภาพขั้นตอนการหลอม ซิลิคอน
ที่มา: การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย(2554)

การตกผลึกอีกอย่างหนึ่ง คือปล่อยให้ Si เหลวเย็นตัวในเบ้า ใช้เวลาไม่นาน ใช้พลังงานน้อยกว่า แต่ Si ตกผลึกปนเปไปหมด ผลึกเรียงตัวกันเป็นกลุ่มๆ อย่างนี้จะเรียกว่า Poly crystalline Silicon หรือ Multi crystalline Silicon ยังมีการทำผลึก Si อีกอย่าง แต่เดี๋ยวนี้ไม่ค่อนนิยมทำกัน วิธีที่ว่าคือการดึง Si เหลวขึ้นมาเป็นฟิล์มบางๆ เรียกกรรมวิธีนี้ว่า EFG ย่อมาจาก Edge-defined film-fed Growth เมื่อได้ผลึก Si มาแล้วทั้งสองกรณี ก็นำมาเฉือนให้เป็นแผ่นบางๆ เรียกว่า Waferใช้หน้าตัดเป็นพื้นที่รับแสง ดังนั้นยิ่งเฉือนบางก็ยิ่งได้เนื้อที่มาก แต่ในทางปฏิบัติจะบางมากได้ราวๆ 150 ไมครอนจากนั้นก็จะทำการ Doping คือการใส่ Impurity ลงไปสองอย่างเพื่อให้เกิด P-N junction โดปด้วยโบรอน (B) เป็น Positive charge โดปด้วยฟอสฟอรัส (P) เป็น Negative charge หลังขั้นตอนนี้ นำ wafer ที่ได้ไปสกรีนขั้วลบ (ด้านบน)ด้วยโลหะเงิน เป็นเส้นเล็กๆนำไฟฟ้าได้ เส้นใหญ่ไปจะบังแสงหมด ขั้วบวก(ด้านล่าง)เป็นโลหะเต็มพื้นที่ นำเวเฟอร์นี้ไปเรียงคว่ำหน้าบนกระจก ต่อเชื่อมแต่ละเซลล์เข้าด้วยกัน ทำขั้วไฟฟ้า บวก-ลบ ปิดทับด้านหลังด้วย EVA (Ethyl Vinyl Acetate) ภายใต้สภาวะสุญญากาศปราศจากความชื้นที่ว่ามาเป็น PV ชนิด Crystalline ซึ่งจะให้ประสิทธิภาพประมาณ 12-13 % ในเนื้อที่ 1 ตร.ม.ให้พลังงานไฟฟ้า 120-130 watts ที่ STC-Standard Test Conditions (ความเข้มแสง =1000 watts/sq.m Cell temperature = 25 Deg Celcius Air mass = 1.5) ยุคหลังมานี้มีเทคนิคการผลิตแผง PV อีกอย่างที่เรียกว่า Amorphous Silicon วิธีนี้อาศัยการจับตัวของ Si บนวัตถุเช่นกระจกโลหะหรือพลาสติคบางๆ วัตถุดิบจะมีซิลิกอนมาในรูปของก๊าซ เรียกก๊าซไซเลน (Silane gas - SiH4) PV ชนิด Amorphous ถูกพัฒนาขึ้นมากในญี่ปุ่นด้วยเหตุที่ผลิตได้เร็วทันความต้องการของโลก ต้นทุนการผลิตต่ำกว่า เพราะไม่ต้องยุ่งยากในการหลอม Si และทำให้บริสุทธิ์

ภาพ 2.3 ภาพซิลิคอนที่เย็นตัวลง
ที่มา: การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (2554)

2.1.1 การเลือกชนิดของโซล่าเซลล์

โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ โครงสร้างที่นิยมมากที่สุด ได้แก่ รอยต่อพีเอ็นของสารกึ่งตัวนำ สารกึ่งตัวนำที่ราคาถูกที่สุดและมีมากที่สุดบนโลกคือซิลิคอนจึงถูกนำมาสร้างเซลล์แสงอาทิตย์โดยนำซิลิคอนมาถลุงและผ่านขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว จนกระทั่งทำให้เป็นผลึกจากนั้นนำมาผ่านกระบวนการแพร่ซึมสารเจือปนเพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็นโดยเมื่อเติมสารเจือฟอสฟอรัสจะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น เพราะนำไฟฟ้าด้วยอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบ และเมื่อเติมสารเจือโบรอน จะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดพี เพราะนำไฟฟ้าด้วยโฮลซึ่งมีประจุบวก ดังนั้น เมื่อนำสารกึ่งตัวนำชนิดพีและเอ็นมาต่อกัน จะเกิดรอยต่อพีเอ็นขึ้น โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิคอน อาจมีรูปร่างเป็นแผ่นวงกลมหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส ความหนา 200-400 ไมครอน (0.2-0.4 มม.) ผิวด้านรับแสงจะมีชั้นแพร่ซึมที่มีการนำไฟฟ้าขั้วไฟฟ้าด้านหน้าที่รับแสงจะมีลักษณะคล้ายก้างปลาเพื่อให้ได้พื้นที่รับแสงมากที่สุดส่วนขั้วไฟฟ้าด้านหลังเป็นขั้วโลหะเต็มพื้นผิว

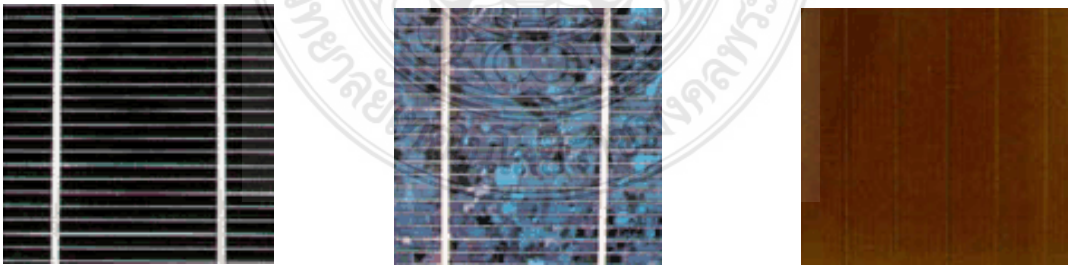


ภาพ 2.4 ซิลิกอนแบบ N - Type และ P – Type
ที่มา: การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย(2554)

ประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์ในปัจจุบัน จะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1) กลุ่มเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำประเภทซิลิคอน จะแบ่งตามลักษณะของผลึกที่เกิดขึ้น คือ แบบที่เป็น รูปผลึก (Crystal) และแบบที่ไม่เป็นรูปผลึก (Amorphous) แบบที่เป็นรูปผลึกจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอน (Single Crystalline Silicon Solar Cell) และชนิดผลึกรวมซิลิคอน (Poly Crystalline Silicon Solar Cell) แบบที่ไม่เป็นรูปผลึก คือ ชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous Silicon Solar Cell)

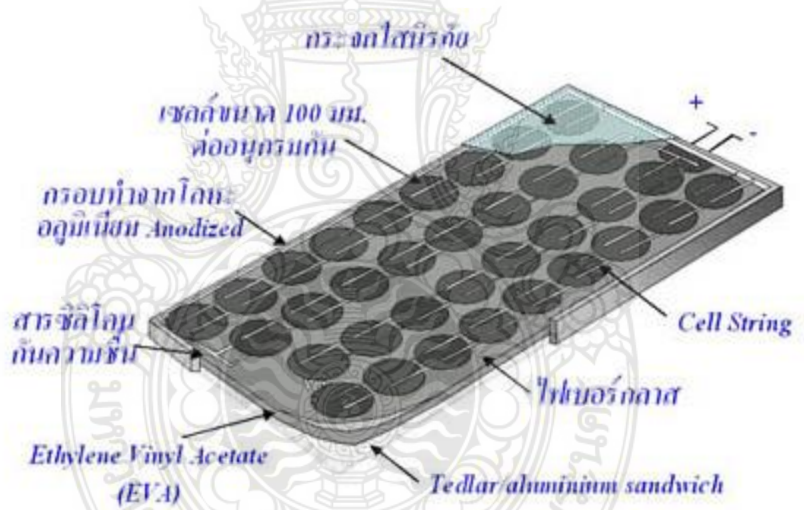
2) กลุ่มเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารประกอบที่ไม่ใช่ซิลิคอน ซึ่งประเภทนี้ จะเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพสูงถึง 25% ขึ้นไป แต่มีราคาสูงมาก ไม่นิยมนำมาใช้บนพื้นโลก จึงใช้งานสำหรับดาวเทียมและระบบรวมแสงเป็นส่วนใหญ่ แต่การพัฒนาขบวนการผลิตสมัยใหม่จะทำให้มีราคาถูกลง และนำมาใช้มากขึ้นในอนาคต (ปัจจุบันนำมาใช้เพียง 7 % ของปริมาณที่มีใช้ทั้งหมด)



ภาพ 2.5 เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำประเภทซิลิคอนแบบผลึกเดี่ยว
แบบผลึกรวมแบบอะมอร์ฟัส
ที่มา: เทคโนโลยี่เซลล์แสงอาทิตย์ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย(2554)

2.1.2 ส่วนประกอบของเซลล์แสงอาทิตย์

แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นจากเซลล์แสงอาทิตย์เพียงเซลล์เดียวจะมีค่าต่ำมาก การนำมาใช้งานจะต้องนำเซลล์หลาย ๆ เซลล์ มาต่อกันแบบอนุกรมเพื่อเพิ่มค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้สูงขึ้น เซลล์ที่นำมาต่อกันในจำนวนและขนาดที่เหมาะสมเรียกว่า แผงเซลล์แสง อาทิตย์ (Solar Module หรือ Solar Panel) การทำเซลล์แสงอาทิตย์ให้เป็นแผงก็เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้งาน ด้านหน้าของแผงเซลล์ประกอบด้วย แผ่นกระจกที่ มีส่วนผสมของเหล็กต่ำ ซึ่งมีคุณสมบัติในการยอมให้แสงผ่านได้ดี และยังเป็นเกราะป้องกันแผ่นเซลล์ด้วย แผงเซลล์จะต้องมีการ ป้องกันความชื้นที่ดีมาก เพราะจะต้องอยู่กลางแดดกลางฝนเป็นเวลายาวนาน ในการประกอบจะต้องใช้วัสดุที่มีความคงทนและป้อง กันความชื้นที่ดี เช่น ซิลิโคนและ อีวีเอ (Ethereal Vinyl Acetate) เป็นต้น เพื่อเป็นการป้องกันแผ่นกระจกด้านบนของแผงเซลล์ จึง ต้องมีการทำกรอบด้วยวัสดุที่มีความแข็งแรง แต่บางครั้งก็ไม่มีความจำเป็น ถ้ามีการเสริมความแข็งแรงของแผ่นกระจกให้เพียงพอ ซึ่งก็สามารถทดแทนการทำกรอบได้เช่นกัน ดังนั้นแผงเซลล์จึงมีลักษณะเป็นแผ่นเรียบ (laminate) ซึ่งสะดวกในการติดตั้ง

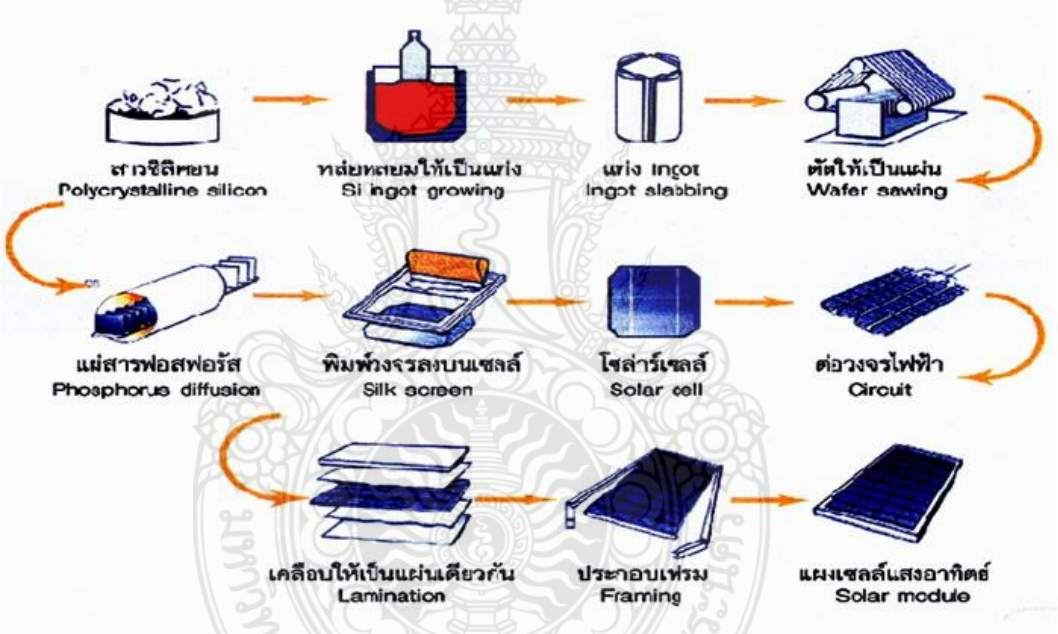


ภาพ 2.6 ส่วนประกอบของเซลล์แสงอาทิตย์
ที่มา: การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย(2554)

2.1.3 การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว

หรือที่รู้จักกันในชื่อ Mono-Crystalline การเตรียมสารซิลิคอนชนิดนี้ เริ่มต้นจากนำสารซิลิคอนซึ่งผ่านการทำให้เป็นก้อนที่มีความบริสุทธิ์สูงมาก (99.999%) มาหลอมละลายในเตา Induction Furnace ที่อุณหภูมิสูงถึง 1,500 องศาเซลเซียส เพื่อทำการสร้างแท่งผลึกเดี่ยวขนาดใหญ่ (เส้นผ่านศูนย์กลาง 6-8 นิ้ว) พร้อมกับใส่สารเจือปน Boron เพื่อทำให้เกิด P-type แล้วทำให้เกิดการเย็นตัวจับตัว

กันเป็นผลึกด้วย Seed ซึ่งจะตกผลึกมีขนาดหน้าตัดใหญ่ แล้วค่อยๆ ดึงแท่งผลึกนี้ขึ้นจากเตาหลอม ด้วยเทคโนโลยีการดึงผลึก จะได้แท่งผลึกยาวเป็นรูปทรงกระบอกคุณภาพของผลึกเดี่ยวจะสำคัญมากต่อคุณสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์ จากนั้นนำแท่งผลึกมาตัดให้เป็นแผ่นบาง ๆ ด้วยลวดตัดเพชร (Wire Cut) เรียกว่า เวเฟอร์ ซึ่งจะได้แผ่นผลึกมีความหนาประมาณ 300 ไมโครเมตร และขัดความเรียบของผิว จากนั้นก็จะนำไปเจือสารที่จำเป็นในการทำให้เกิดเป็น p-n junction ขึ้นบนแผ่นเวเฟอร์ ด้วยวิธีการ Diffusion ที่อุณหภูมิระดับ 1,000 องศาเซลเซียสจากนั้นนำไปทำขั้วไฟฟ้าเพื่อนำกระแสไฟออกใช้ ที่ผิวบนจะเป็นขั้วลบ ส่วนผิวล่างเป็นขั้วบวก ขั้นตอนสุดท้ายจะเป็นการเคลือบฟิล์มผิวหน้าเพื่อป้องกันการสะท้อนแสงให้น้อยที่สุด จะได้เซลล์ที่พร้อมใช้งาน หลังจากนั้นก็นำไปประกอบเข้าแผงโดยใช้กระจกเป็นเกราะป้องกันแผ่นเซลล์ใช้ซิลิโคนและอีวีเอ (Ethelele Vinyl Acetate) ช่วยป้องกันความชื้น ในการใช้งานจริงจะนำเซลล์แต่ละเซลล์มาต่ออนุกรมกันเพื่อเพิ่มแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้ได้ตามต้องการ

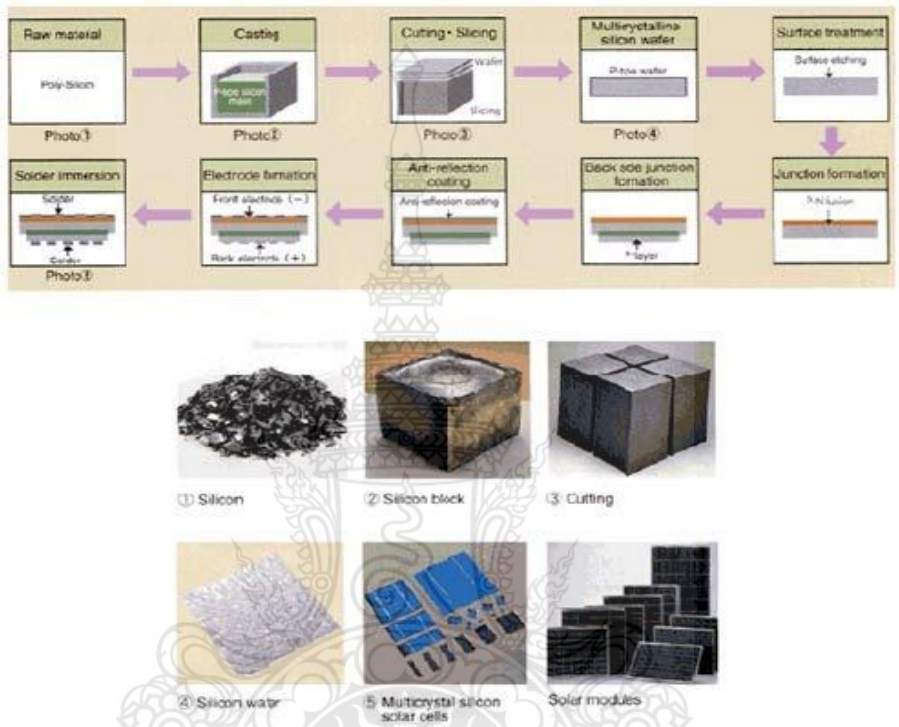


ภาพ 2.7 ขบวนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ แบบผลึกเดี่ยว (Single Crystalline)
ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย(2554)

2.1.4การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกรวม

การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์โดยวิธีนี้ จะมีค่าใช้จ่ายที่ถูกกว่าวิธีแรก คือการทำแผ่นเซลล์ จะใช้วิธีการหลอมสารซิลิคอนให้ละลายพร้อมกับใส่สารเจือปน Boron เพื่อทำให้เกิด P-type แล้วเทลงในแบบพิมพ์ เมื่อสารละลายซิลิคอนแข็งตัวก็จะได้เป็นแท่งซิลิคอนแบบผลึกรวม (ตกผลึกไม่พร้อมกัน) จากนั้นนำไปตัดเป็นแผ่นเช่นเดียวกับแบบผลึกเดี่ยวความแตกต่างระหว่างแบบผลึกเดี่ยวและแบบผลึกรวมสังเกตได้จากผิวผลึก ถ้ามีโทนสีที่แตกต่างกันซึ่งเกิดจากผลึกเล็กq หลายผลึกในแผ่นเซลล์จะเป็นแบบผลึกรวม ในขณะที่

แบบผลึกเดี่ยวจะเห็นเป็นผลึกเนื้อเดียว คือ มีสีเดียวตลอดทั้งแผ่น ส่วนกรรมวิธีการผลิตเซลล์ที่เหลือจะเหมือนกัน เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกรวม (Poly Crystalline) จะให้ประสิทธิภาพต่ำกว่าแบบผลึกเดี่ยวประมาณ 2-3 % อย่างไรก็ตามเซลล์ทั้ง 2 ชนิด มีข้อเสียในการผลิต คือ แตกหักง่าย

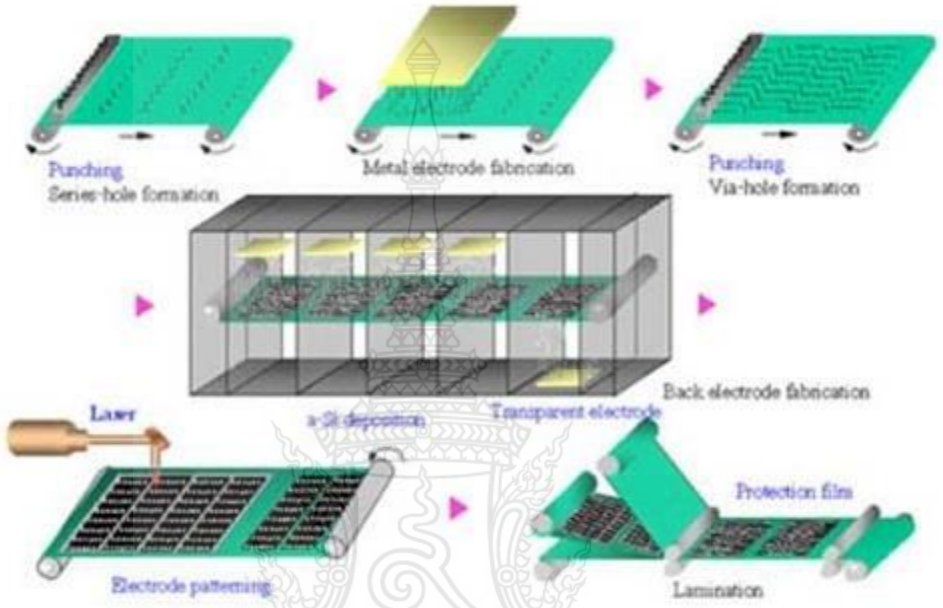


ภาพ 2.8 ขบวนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ แบบผลึกรวม (Poly Crystalline)
ที่มา :การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (2554)

2.1.5 Amorphous silicon

เซลล์แสงอาทิตย์แบบอะมอร์ฟัส เซลล์แสงอาทิตย์แบบอะมอร์ฟัสมีวิธีการผลิตที่ต่างจากแบบผลึกโดยสิ้นเชิง โดยจะเป็นลักษณะของแผ่นฟิล์มบางไม่ใช่เวเฟอร์ ดังรูปที่ 2.9 แสดงให้เห็นขั้นตอนการผลิต เราจะสร้างแผ่นฟิล์มบางของซิลิคอนบนแผ่นฐานรองโดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า CVD (Chemical Vapor Deposition) ซึ่งจะมีระบบนำก๊าซที่มีซิลิคอนติดอยู่ เช่น ก๊าซไซเลน (SiH4) ผ่านเข้าไปในท่อสูญญากาศ และตรงบริเวณที่วางแผ่นฐานรองก็จะมีการกระตุ้น เช่น โดยพลาสมาเพื่อส่งพลังงานให้ซิลิคอนแยกตัวออกจากก๊าซเข้าไปจับตัวกันบนแผ่นฐานรอง ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเป็นแก้ว สเตนเลส หรือพลาสติก ที่ได้ทำการเคลือบชั้นตัวนำโปร่งแสงไว้ก่อน โดยมีอุณหภูมิบนแผ่นฐานรองประมาณ 200-300 องศาเซลเซียส ซิลิคอนจะทับถมสะสมบนแผ่นเกิดเป็นอะมอร์ฟัสซิลิคอน ในขั้นตอนนี้หากใส่ก๊าซที่มีโบรอน เช่น B2H6 เข้าไปด้วย เราก็จะได้แผ่นฟิล์มที่เป็นอะมอร์ฟัสซิลิคอนชนิด p และถ้าใส่ก๊าซที่มี

ฟอสเฟต เช่น PH3 ก็จะได้แผ่นฟิล์มที่เป็นอะมอร์ฟัสซิลิคอนชนิด n ซึ่งจะเห็นได้ว่า ด้วยวิธีนี้สามารถควบคุมการไหลของก๊าซเพื่อสร้างให้เกิดชั้นของ pin อะมอร์ฟัสซิลิคอนขึ้นได้อย่างค่อนข้างง่ายดาย หลังจากได้ pin แล้ว ก็จะสร้างส่วนของขั้วไฟฟ้าให้เสร็จเป็นเซลล์แสงอาทิตย์



ภาพ 2.9 ขบวนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Amorphous Si Solar Cell (Film Substrate)
ที่มา: การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (2554)

เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำชนิดอื่นๆ เช่น แกลเลี่ยม อาร์เซไนด์, แคดเมียม เทลเลอไรด์ และ คอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ เป็นต้น ซึ่งจะมีทั้งชนิดผลึกเดี่ยว (Single Crystalline) และผลึกรวม (Polycrystalline) เซลล์แสงอาทิตย์ประเภทนี้จะมีราคาค่อนข้างสูงกว่า 2 ชนิดข้างต้น และมีประสิทธิภาพสูงถึง 20-35 % โดยส่วนใหญ่จะนำไปใช้กับกิจการด้านอวกาศ

2.1.6 ข้อดีและข้อเสียของโซล่าเซลล์แต่ละชนิด

เป็นที่ทราบกันว่าโซลล่าเซลล์แผ่งออกเป็น 3 ชนิดดังที่ได้กล่าวมาแล้วดังนั้นลำดับต่อไปเป็นการเปรียบเทียบแผงโซล่าเซลล์ทั้ง 3 ชนิด ดังต่อไปนี้

1) แผงโซล่าเซลล์ ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ (Monocrystalline Silicon Solar Cells)

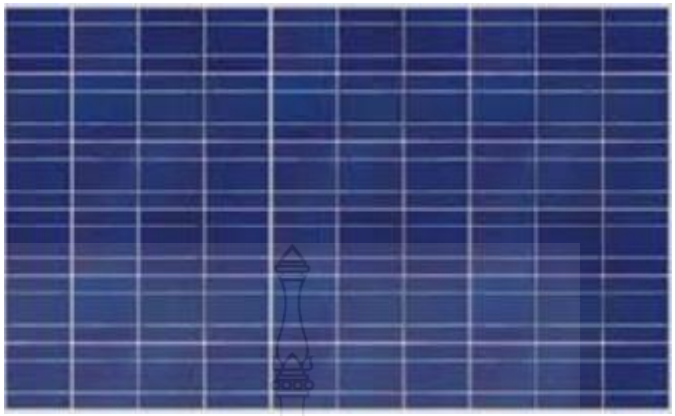
ภาพ 2.10 แผงโซล่าเซลล์ โมโนคริสตัลไลน์ (mono-Si)
ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (2554)

ข้อดี

- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะผลิตมาจาก ซิลิคอนเกรดดีที่สุด โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 15-18%
- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่สูงสุด เพราะว่าให้กำลังสูงจึงต้องการพื้นที่น้อยที่สุดในการติดตั้งแผงโซลล่าเซลล์ชนิดนี้ โมโนคริสตัลไลน์ สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เกือบ 4 เท่า ของชนิด ฟิล์มบางหรือ thin film
- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ มีอายุการใช้งานยาวนานที่สุด โดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 25 ปีขึ้นไป แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ ผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากว่าชนิด โพลีคริสตัลไลน์ เมื่ออยู่ในภาวะแสงน้อย

ข้อเสีย

- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ เป็นชนิดที่มีราคาแพงที่สุด ในบางครั้งการติดตั้งด้วย แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ หรือชนิด thin film อาจมีความคุ้มค่ามากกว่า ถ้าหาก แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ มีความสกปรกหรือถูกบังแสงในบางส่วนของแผง อาจทำให้วงจรหรือ inverter ไหม้ได้ เพราะอาจจะทำให้เกิดโวลต์สูงเกินไป



ภาพ 2.11 แผงโซล่าเซลล์ โพลีคริสตัลไลน์ (p-Si)
ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย(2554)

2) แผงโซล่าเซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ (Polycrystalline Silicon Solar Cells)
ข้อดี

- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีขั้นตอนกระบวนการผลิตที่ง่าย ไม่ซับซ้อน จึง ใช้ปริมาณซิลิคอน ในการผลิตน้อยกว่า เมื่อเทียบกับ ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ ทำให้มีราคาถูกกว่า
- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพในการใช้งาน ในที่อุณหภูมิสูง ดีกว่า ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ เล็กน้อย
- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีราคาถูกกว่าเมื่อเทียบกับ ชนิด โมโนคริสตัลไลน์

ข้อเสีย

- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 13-16% ซึ่งต่ำกว่า เมื่อเทียบกับชนิด โมโนคริสตัลไลน์เล็กน้อย
- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่ต่ำกว่า ชนิด โมโนคริสตัลไลน์
- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีสีน้ำเงิน ทำให้บางครั้งอาจดูไม่สวยงาม เมื่อเทียบกับ ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ และชนิด thin film ที่มีสีเข้ม เข้ากับสิ่งแวดล้อม เช่น หลังคาบ้านได้ดีกว่า

ภาพ 2.12 แผงโซล่าเซลล์ชนิด ฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cells)
ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย(2554)

3) แผงโซล่าเซลล์ชนิด ฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cells)
ข้อดี

- แผงโซล่าเซลล์ ชนิดฟิล์มบาง มีราคาถูกกว่า เพราะสามารถผลิตจำนวนมากได้ง่ายกว่า ชนิดผลึกซิลิคอนในที่อากาศร้อนมากๆ แผงโซล่าเซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง มีผลกระทบน้อยกว่าไม่มีปัญหาเรื่องเมื่อแผงสกปรกแล้วจะทำให้วงจรไหม้ถ้าคุณมีที่เหลือเฟือ แผงโซล่าเซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง ก็เป็นทางเลือกที่ดี

ข้อเสีย

- แผงโซล่าเซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง มีประสิทธิภาพต่ำ ประมาณ 5-8 %
- แผงโซล่าเซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่ต่ำสิ้นเปลืองค่าโครงสร้างและอุปกรณ์อื่นๆ เช่น สายไฟไม่เหมาะนำมาใช้ตามหลังคาบ้าน เพราะมีพื้นที่จำกัดการรับประกันสั้นกว่าชนิด ผลึกซิลิคอน
- ประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์ จึงไม่ใช่สิ่งแรกที่เราต้องคำนึงถึง แต่อาจเป็นเรื่องของราคาต้นทุน ความคุ้มค่าในการลงทุนหรือจุดคืนทุน ประสิทธิภาพต่อพื้นที่ และขนาดพื้นที่ที่คุณมีอยู่ต่างหากที่จะต้องมาก่อน

2.1.7 สรุปการเปรียบเทียบชนิดของแผงโซล่าเซลล์

จากการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของแผงโซล่าเซลล์แต่ละชนิดสรุปได้ว่า

(1) แผงโซล่าเซลล์ ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ (Monocrystalline Silicon Solar Cells) มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 15-20% สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เกือบ 4 เท่า ของชนิด ฟิล์มบางหรือ thin filmแต่แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ เป็นชนิดที่มีราคาแพงที่สุด

(2) แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ (Polycrystalline Silicon Solar Cells)แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีขั้นตอนกระบวนการผลิตที่ง่าย ไม่ซับซ้อน จึง ใช้ปริมาณซิลิคอน ในการผลิตน้อย

กว่าเมื่อเทียบกับชนิด โมโนคริสตัลไลน์ แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพในการใช้งานในที่อุณหภูมิสูงดีกว่า ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ มีราคาถูกกว่าเมื่อเทียบกับ ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ และเป็นที่นิยมในท้องตลาดอย่างมาก

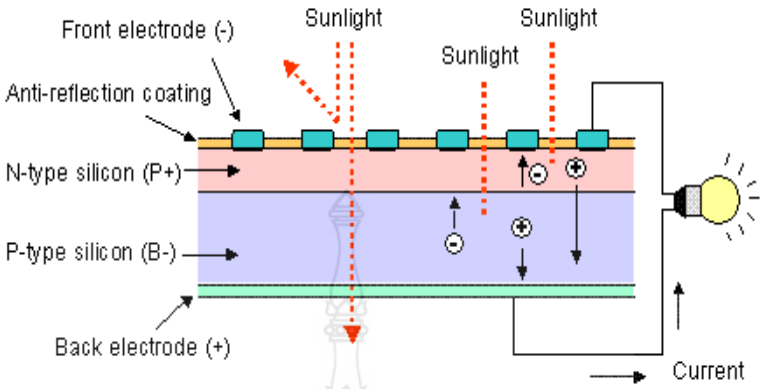
(3) แผงโซล่าเซลล์ชนิด ฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cells) มีราคาถูกกว่า เพราะสามารถผลิตจำนวนมากได้ง่ายกว่า ชนิดผลึกซิลิคอนในที่อากาศร้อนมากๆ แผงโซล่าเซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง มีผลกระทบน้อยกว่าไม่มีปัญหาเรื่องเมื่อแผงสกปรกแล้วจะทำให้วงจรไหม้ถ้ามีพื้นที่ทีจะติดตังมากแผงโซล่าเซลล์ชนิดฟิล์มบาง ก็เป็นทางเลือกที่ดี แต่แผงโซล่าเซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง มีประสิทธิภาพต่ำมีค่าความสิ้นเปลืองในการติดตั้งสูงมีการรับประกันอายุการใช้งานสั้นกว่าอีก 2 ชนิดข้างต้น ด้านประสิทธิภาพของ แผงโซล่าเซลล์ ชนิดฟิล์มบางนั้น มีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 7-13% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาทำเป็นฟิล์มฉาบ แต่สำหรับบ้านเรือนโดยทั่วไปแล้ว มีเพียงประมาณ 5% เท่านั้นที่ใช้แผงโซล่าเซลล์ที่เป็นแบบชนิดฟิล์มบางจึงทำให้งานวิจัยนี้เลือกใช้แผงโซล่าเซลล์ชนิดแผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ (Polycrystalline Silicon Solar Cells) เนื่องมีประสิทธิภาพสูงใกล้เคียงกับชนิด โมโนคริสตัลไลน์ (Monocrystalline Silicon Solar Cells) แต่ราคาถูกกว่ามากใช้งานที่อุณหภูมิสูงได้ดีกว่าในทุกวันนี้ เกือบ 90% ของแผงโซล่าเซลล์ นั้นทำมาจาก ซิลิคอน (Silicon) และ 95% ของแผงโซล่าเซลล์ที่มีใช้ตามบ้านเรือนนั้นและโซล่าฟาร์ม เป็นซิลิคอนที่อยู่ในรูปของ ผลึกซิลิคอน หรือ crystalline Silicon เนื่องจากมีราคาถูกกว่า ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ และใช้งานในที่มีอุณหภูมิสูงได้ดีกว่าเป็นที่นิยมและติดตั้งง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน จึงเหมาะสมกับประเทศเขตร้อนชื้นอย่างประเทศไทย

2.1.8 การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์

เป็นขบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นกระแสไฟฟ้าได้โดยตรงโดยเมื่อแสงซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและมีพลังงานกระทบกับสารกึ่งตัวนำจะเกิดการถ่ายทอพลังงานระหว่างกันพลังงานจากแสงจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า (อิเลคตรอน) ขึ้นในสารกึ่งตัวนำ จึงสามารถต่อกระแสไฟฟ้าไปใช้งานได้สารกึ่งตัวนำชนิดPและชนิดN สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์(Intrinsic Semiconductor) จะมีสภาพการนำ ไฟฟ้าที่ไม่ดี เพราะอิเล็กตรอนวงนอกจะจับตัวรวมกัน โดยใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน เพื่อให้เกิดภาวะเสถียร เสมือนมีอิเล็กตรอนวงนอก 8 ตัวจึงไม่เหมาะต่อการใช้งานดังนั้นในทางปฏิบัติจึงมีการเติมสารอื่นเข้าไปเพื่อให้เกิดสภาพนำไฟฟ้าที่ดีกว่าเดิมเหมาะกับการใช้งาน โดยการเติมสารหรือที่เรียกกันทับศัพท์ว่า การโดป(Doping) สารนั้นจะมีได้2ลักษณะคือ

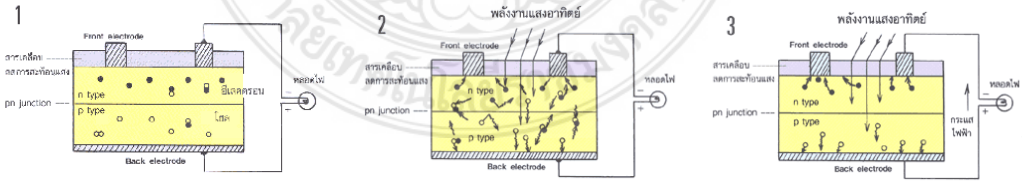
1) เติมสารที่มีอิเล็กตรอนวงนอก 3 ตัว เช่น อลูมิเนียม หรือแกลเลียม ลงไป ทำ ให้เกิดสภาวะขาดอิเล็กตรอนคือจะมีที่ว่างของอิเล็กตรอนซึ่งเรียกว่า โฮล (Hole) มากกว่าจำนวนอิเล็กตรอนอิสระ ด้วยเหตุที่โฮลมีสภาพเป็นประจุไฟฟ้าบวกและเป็นพาหะส่วนใหญ่ของสารส่วนอิเล็กตรอนจะเป็นพาหะส่วนน้อย เราจึงเรียกสารกึ่งตัวนำ ประเภทนี้ว่า สารกึ่งตัวนำ ชนิด P (P-type Semiconductor)

2) เติมสารที่มีอิเล็กตรอนวงนอก 5 ตัว เช่น สารหนู หรือฟอสฟอรัส ลงไป ทำ ให้เกิดสภาวะมีอิเล็กตรอนอิสระมากกว่าจำนวนของโฮล ด้วยเหตุที่อิเล็กตรอนมีประจุไฟฟ้าลบและเป็นพาหะส่วนใหญ่ส่วนโฮลเป็นพาหะส่วนน้อยของสารเราจึงเรียกว่าเป็น สารกึ่งตัวนำ ชนิด N (N-type Semiconductor)



ภาพ 2.13 หลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ 1
ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย(2554)

(1) n - type ซิลิคอน ซึ่งอยู่ด้านหน้าของเซลล์ คือ สารกึ่งตัวนำที่ได้การโดปปิ้งด้วยสารฟอสฟอรัส มีคุณสมบัติเป็นตัวให้อิเล็กตรอนเมื่อรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ p - type ซิลิคอน คือสารกึ่งตัวนำที่ได้การโดปปิ้งด้วยสารโบรอน ทำให้โครงสร้างของอะตอมสูญเสียอิเล็กตรอน เมื่อรับพลังงานจากแสงอาทิตย์จะทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอน เมื่อนำซิลิคอนทั้ง 2 ชนิด มาประกบต่อกันด้วย p - n junction จึงทำให้เกิดเป็น " เซลล์แสงอาทิตย์ " ในสภาวะที่ยังไม่มีแสงแดด n - type ซิลิคอนซึ่งอยู่ด้านหน้าของเซลล์ ส่วนประกอบส่วนใหญ่พร้อมจะให้อิเล็กตรอน แต่ก็ยังมี โฮลปะปนอยู่บ้างเล็กน้อย ด้านหน้าของ n - type จะมีแถบโลหะเรียกว่า Front Electrode ทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอน ส่วน p - type ซิลิคอนซึ่งอยู่ด้านหลังของเซลล์ โครงสร้างส่วนใหญ่เป็นโฮล แต่ยังคงมีอิเล็กตรอนปะปนบ้างเล็กน้อย ด้านหลังของ p - type ซิลิคอนจะมีแถบโลหะเรียกว่า Back Electrode ทำหน้าที่เป็นตัวรวบรวม โฮล



ภาพ 2.14 หลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ 2
ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (2554)

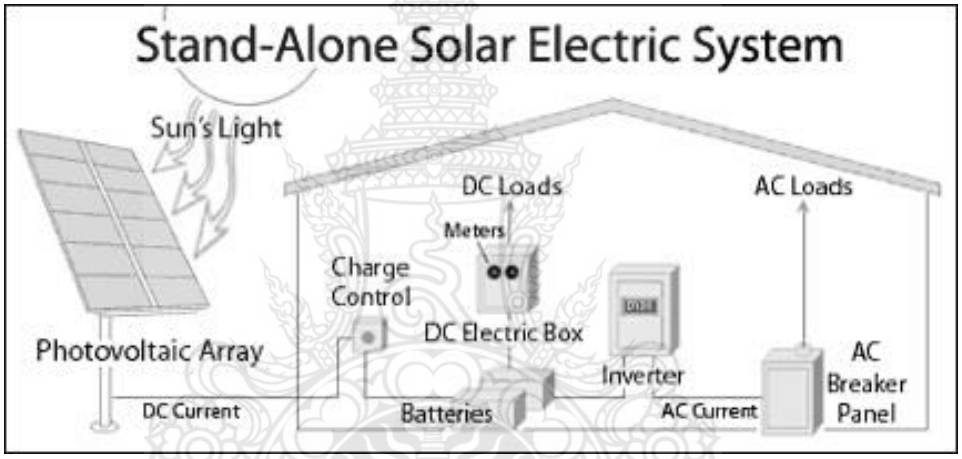
(2) เมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบ แสงอาทิตย์จะถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอนและโฮล ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว เมื่อพลังสูงพอทั้งอิเล็กตรอนและโฮลจะวิ่งเข้าหาเพื่อจับคู่กัน อิเล็กตรอนจะวิ่งไปยังชั้น

n - type และโฮลจะวิ่งไปยังชั้น p type

(3) อิเล็กตรอนวิ่งไปรวมกันที่ Front Electrode และโฮลวิ่งไปรวมกันที่ Back Electrode เมื่อมีการต่อวงจรไฟฟ้าจาก Front Electrode และ Back Elec trode ให้ครบวงจร ก็จะเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น เนื่องจากทั้งอิเล็กตรอนและโฮลจะวิ่งเพื่อจับคู่กัน

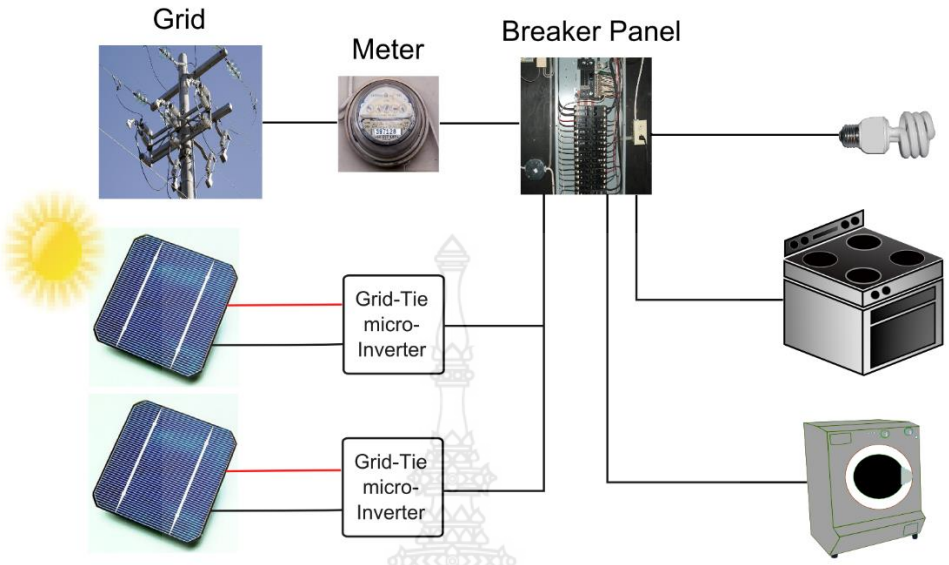
การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ แบ่งออกเป็น 3 ระบบ คือ

- การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (PV Standalone system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ได้รับการออกแบบสำหรับใช้งานในพื้นที่ชนบทที่ไม่มีระบบสายส่งไฟฟ้า อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ และอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแบบอิสระ



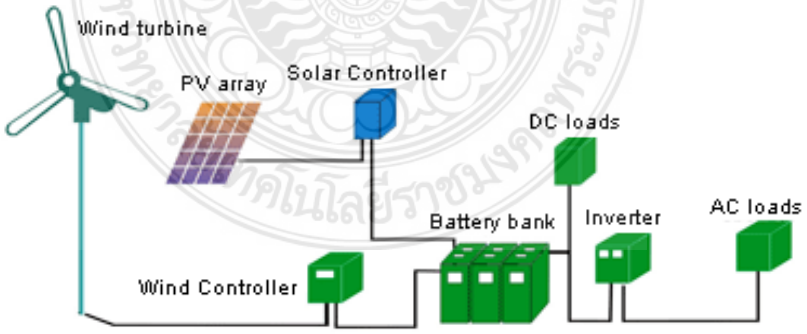
ภาพ 2.15 ไดอะแกรมการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ
ที่มา: กระทรวงพลังงาน (2553)

- การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV Grid connected system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ เข้าสู่ระบบสายส่งไฟฟ้าโดยตรง ใช้ผลิตไฟฟ้าในเขตเมือง หรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าถึง อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า



ภาพ 2.16 ไดอะแกรมการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย
ที่มา : กระทรวงพลังงาน (2553)

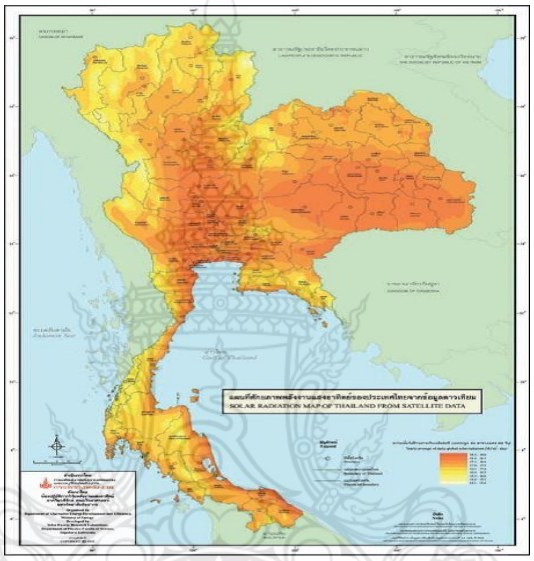
- การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน (PV Hybrid system)เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับทำงานร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าอื่นๆ เช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลม และเครื่องยนต์ดีเซล ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลม และไฟฟ้าพลังน้ำ เป็นต้นโดยรูปแบบระบบจะขึ้นอยู่กับการออกแบบตามวัตถุประสงค์โครงการเป็นกรณีเฉพาะ



ภาพ 2.17 ไดอะแกรมการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน
ที่มา : กระทรวงพลังงาน (2553)

2.1.9 ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย

การกระจายของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ได้รับอิทธิพลสำคัญจากฤดูกาลและสภาพภูมิอากาศต่างๆ โดยได้รับรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดระหว่างเดือนเมษายนและพฤษภาคมรังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปี 5 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ตาราง เมตร-วัน (kWh/m2 /day) แสดงว่าประเทศไทยมีศักยภาพ พลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูง ในประเทศไทยแสงอาทิตย์ส่วนใหญ่เป็นรังสีกระจาย เนื่องจากมีสภาพอากาศมีเมฆมาก ดังนั้น ระบบผลิตไฟฟ้าจากความร้อนแสงอาทิตย์จึงไม่เหมาะกับประเทศไทย แต่ระบบผลิต ไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์จะเหมาะสมกว่า



ภาพ 2.18 แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยความเข้มรังสดวงอาทิตย์ราวันต่อปี
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2542)

ภาพ 2.19 ไพรานอมิเตอร์ ไพรานอมิเตอร์วัดรังสีกระจาย
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2556)

ในการที่จะวัดรังสีกระจายในแนวราบสามารถทำได้โดยใช้ไพรานอมิเตอร์ชนิดเดียวกับที่ใช้วัดรังสีรวม แต่จะต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้บังรังสีตรงไม่ให้รังสีตรงตกลงบนตัวรับรังสี อุปกรณ์บังรังสีตรงที่สำคัญมี 2 ชนิดคือ

1) จานเงา (Shading Disc) 2.แหวนเงา (Shading Ring)

ไพร์เฮลิโอมิเตอร์ (Pyrheliometer) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดรังสีตรง มีชุดขับเคลื่อนตามดวงอาทิตย์เพื่อที่จะให้ผิวรับรังสีตั้งฉากกับลำแสงตลอดเวลา ผิวรับรัง สีติดอยู่ส่วนท้ายของท่อที่ให้แสงเข้า

ภาพ 2.20 เครื่องบันทึกแดด (Sunshine Recorder)
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2556)

- เครื่องบันทึกแดด (Sunshine Recorder)

เครื่องบันทึกแดดชนิดนี้ประกอบด้วยลูกแก้วทรงกลมขัดผิวมันเรียบโดยที่แกนของลูกแก้วจะขนานกับแกนของโลกทรงกลมแก้วจะรวมรังสีให้ตกกระทบบนกระดาษพิเศษซึ่งมีช่วงเวลากำกับเมื่อดวงอาทิตย์เปลี่ยนตำแหน่งจุดรวมแสงบนกระดาษก็จะเปลี่ยนตำแหน่งไปด้วยรังสีดวงอาทิตย์นอกจากจะมีค่าเปลี่ยนแปลงตำแหน่งและทางเดินของดวงอาทิตย์ตามเวลาในรอบปีแล้ว ยังขึ้นอยู่กับภูมิประเทศด้วย ดังปรากฏตามแผนที่ความเข้มรังสีรวมรายวันเฉลี่ยต่อเดือนของเดือนต่างๆ จะเห็นว่ารังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นที่ทั่วประเทศมีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่และตามฤดูกาลในรอบปี โดยในช่วงเดือน ม.ค.-ก.พ. ภาคใต้ฝั่งตะวันตกจะได้รับรังสีดวงอาทิตย์ค่อนข้างสูง ส่วนภาคใต้ฝั่งตะวันออก ยังคงได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือทำให้ท้องฟ้ามีเมฆและฝน รังสีดวงอาทิตย์ที่รับจึงมีค่าต่ำ กว่าภาคใต้ฝั่งตะวันตก สำหรับในภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ถึงแม้ท้องฟ้าส่วนใหญ่ จะแจ่มใส (clear sky) จากผลการเปรียบเทียบพบว่าค่าที่ได้จากแผนที่ใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการวัด โดยมีความแตกต่างใน รูปของ root mean square difference RMSD = 7.3% ซึ่งถือว่าความละเอียดถูกต้องของ

แผนที่ดังกล่าว อยู่ในเกณฑ์ดีจากแผนที่ความเข้มรังสีอาทิตย์จะทำให้ทราบศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทยซึ่งจะเห็นได้ว่าบริเวณที่มีความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูงแผ่เป็นบริเวณกว้างตอนล่างของภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของจังหวัดนครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ ร้อยเอ็ด ยโสธร อุบลราชธานี และตอนบนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดอุดรธานี นอกจากนี้ยังมีบริเวณที่มีศักยภาพสูงในพื้นที่บางส่วนของภาคกลางที่จังหวัด สุพรรณบุรี ชัยนาท อยุธยา และลพบุรี สำหรับเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เทียบกับพื้นที่ทั้งหมดของประเทศที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์ในระดับต่างๆ แสดงไว้ในตาราง 2.1 และแสดงความเข้ม รังสีรวมของประเทศเปรียบเทียบกับของประเทศอื่นๆ ตาราง 2.2 จะเห็นได้ว่าครึ่งหนึ่งพื้นที่ของประเทศไทยได้รับรังสีดวง อาทิตย์มากกว่า 17 MJ/m2 -day ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับ ค่อนข้างสูง

ตาราง 2.1 แสดงผลการเปรียบเทียบความเข้มรังสีดวงอาทิตย์จาดแผนที่ฯกับค่าที่ได้จากสถานีวัด

สถานี	**จังหวัด**	**H(map) MJ/m²**	**H(measurement) MJ/m²**	**Difference (%)**
1	กรุงเทพมหานคร	17.9	17.5	2.2
2	กาญจนบุรี(กรมอุตุนิยมวิทยา)	18.0	18.4	2.0
3	กาญจนบุรี(ทองผาภูมิ)	17.1	17.3	0.8
4	ขอนแก่น	17.9	18.5	3.0
5	ชลบุรี	17.3	17.9	3.2
6	ชุมพร	17.5	17.5	0.1
7	เชียงราย	17.0	17.1	0.6
8	เชียงใหม่	17.2	18.0	4.8
9	ดอยอินทนนท์(แม่กลาง)	17.0	16.8	0.8
10	ดอยอินทนนท์(เรดาร์)	17.0	16.1	5.3
11	ดอยอินทนนท์(สำนักงาน)	17.0	15.4	9.1
12	ตรัง	16.9	17.9	5.8
13	ตราด	17.2	17.1	0.3
14	ตาก	16.7	16.5	1.3
15	นครพนม	17.4	17.4	0.5
16	นครราชสีมา	18.1	18.1	0.1
17	นครสวรรค์	18.3	17.9	2.2

ตาราง 2.1 (ต่อ)

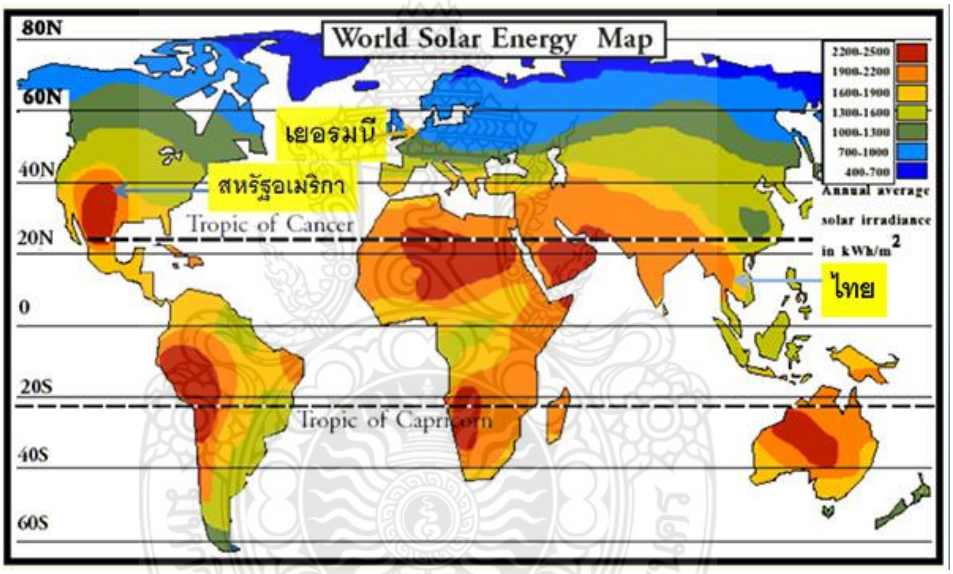
สถานี	จังหวัด	H(map) MJ/m²	H(measurement) MJ/m²	Difference (%)
18	นราธิวาส	18.8	18.6	1.0
19	น่าน	17.2	17.3	0.3
20	ประจวบคีรีขันธ์	18.7	18.5	1.1
21	ปราจีนบุรี	17.9	17.6	1.7
22	พิษณุโลก	17.9	18.2	1.8
23	เพชรบูรณ์	17.6	17.8	1.1
24	แพร่	17.1	17.6	2.9
25	ภูเก็ต	17.9	19.1	6.7
26	แม่สะเรียง	16.8	16.8	0.0
27	แม่ฮ่องสอน	17.0	16.3	4.5
28	ร้อยเอ็ด	18.1	18.9	4.3
29	ระนอง	15.8	16.0	1.0
30	ลพบุรี	17.9	18.4	2.7
31	เลย	17.1	16.8	1.6
32	สงขลา	17.1	17.7	3.3
33	สระแก้ว	18.2	16.8	7.5
34	สุราษฎร์ธานี(เกาะสมุย)	18.2	18.7	2.8
35	สุราษฎร์ธานี(พุนพิน)	17.4	17.7	1.6
36	สุรินทร์	18.5	18.0	2.5
37	หนองคาย	17.5	18.5	5.7
38	อุบลราชธานี	18.1	18.2	0.4
	RMSE (%)		7.30%	

ที่มา : คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน กระทรวงพลังงาน (2542)

ตาราง 2.2 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มรังสีรวมของประเทศไทยกับประเทศอื่นๆ

ประเทศ	ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์รวมรายวันเฉลี่ยต่อปี (MJ/m²-day)
อังกฤษ	8.95
ไอร์แลนด์	9.95
ญี่ปุ่น	13.0
สหรัฐอเมริกา	19.0
ออสเตรเลีย	19.6
อินเดีย	20.3
ไทย	18.0

ที่มา : คู่มือพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทน กระทรวงพลังงาน (2556)

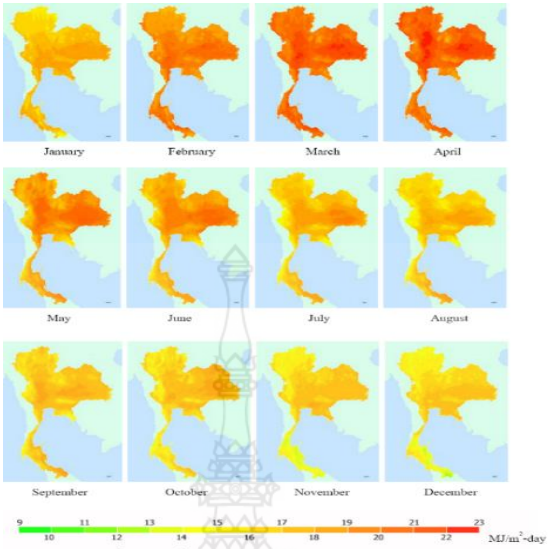


ภาพ 2.21 แผนที่ความเข้มแสงโลก
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2542)

สีที่ใช้ระบายบนแผนที่ทั้งหมดมีอยู่ 7 แถบสี มีโทนสีน้ำตาลเข้ม อ่อน แล้วไล่มาเขียวอ่อน เขียวเข้ม จนถึงสีฟ้าอ่อน และสีฟ้าเข้มบริเวณที่ระบายด้วยสีน้ำตาลเข้ม คือบริเวณที่มีพลังงานแสงแดดเข้มที่สุดโดยคิดเฉลี่ยตลอดทั้งปี ในขณะที่ระบายด้วยสีฟ้าเข้มจะได้รับพลังงานน้อยที่สุด ดูบริเวณพื้นที่ประเทศไทยปรากฏว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยมีความเข้มของพลังงานแสงอาทิตย์มากเป็นอันดับสองของโลก ในขณะที่ในภาคใต้ของประเทศไทยได้รับพลังงานแสงอาทิตย์มากเป็นอันดับที่สี่ (อาจเพราะมีฝนตกมาก) ในขณะที่ประเทศเยอรมนี (ซึ่งผลิตกระแสไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์มากที่สุดในโลก) มีความเข้มของแสงแดด

น้อยกว่าประเทศไทยคืออยู่ในกลุ่มที่ 4 และ 5 สหรัฐอเมริกามีพื้นที่บางส่วนที่มีความเข้มข้นของพลังงานแสงอาทิตย์อยู่ในระดับสูงที่สุดของโลก

จากแผนที่ดังกล่าว พบว่า ส่วนใหญ่ของพื้นที่ในประเทศออสเตรเลีย ได้รับพลังงานตลอดทั้งปีประมาณ 2,300 หน่วย (หรือ kilowatt hour) ในขณะที่ประเทศนิวซีแลนด์ ได้รับประมาณ 1,200 หน่วยต่อปี สำหรับพื้นที่ของประเทศอื่นๆ เช่น เยอรมนี ซึ่งติดแผงโซลาเซลล์มากที่สุดในโลก ได้รับพลังงานเพียง 1,250 หน่วยต่อปีต่อตาราเมตรเท่านั้นสำหรับประเทศไทย โดยเฉลี่ยได้รับน้อยกว่าออสเตรเลีย แต่มากกว่าเยอรมนี และนิวซีแลนด์ ส่วนในประเทศไทยจำแนกเป็นรายจังหวัด พบว่า บริเวณภาคอีสานในบริเวณจังหวัดนครราชสีมาและใกล้เคียงจะได้รับพลังงานมากที่สุดประมาณ 2,200 หน่วยต่อปีต่อตารางเมตร ในขณะที่ในพื้นที่ภาคใต้บาพื้นที่ได้รับมากที่สุดประมาณ 1,800 หน่วยต่อปีต่อตารางเมตร ส่วนที่เหลือก็ได้รับน้อยกว่า (ประมาณ1,700 หน่วยต่อตารางเมตรต่อปี) จากข้อมูลในโครงการพลังงานแสงอาทิตย์แห่งชาติ[1] ในออสเตรเลีย พบว่า แผงโซลาเซลล์ที่มีขนาด 1 กิโลวัตต์ต้องใช้พื้นที่ จำนวน 6.354 ตารางเมตร (ขนาด 1.65x0.99 เมตร จำนวน 4 แผ่น) ความก้าวหน้าของบางประเทศ ในปี 2555 เยอรมนีถูกจัดเป็นประเทศที่มีพลังงานแสงแดดอยู่ในอันดับที่ 4 และ 5 ของโลก แต่ก็สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงแดดได้ถึง 28,500 ล้านหน่วย หรือประมาณ 18% ของที่ประเทศไทยใช้ ในการประชุมสมัชชาวิชาการคุ้มครองผู้บริโภค มีคนตั้งข้อกังวล 3 ประการคือ (1) การทำแผงโซลาเซลล์ต้องใช้พื้นที่เยอะมาก (2) ต้นทุนการผลิตยังแพง หน่วยละ 10 บาท และ (3) เป็นเทคโนโลยีที่ต้องนำเข้าจาต่างประเทศ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประสาท มีแต้ม ได้กล่าวไว้ว่า ประเทศไทยควรส่งเสริมการวิจัยเพื่อพัฒนาแผงโซลาเซลล์เป็นของตนเอง และในเรื่องพลังงาน สิ่งที่ต้องคำนึงถึงมากๆ ก็คือชนิดของเชื้อเพลิงว่า มันก่อให้เกิดมลพิษต่อโลกและชุมชนหรือไม่ รวมถึงการกระจายรายได้ และในเรื่องต้นทุนที่แพงขึ้น งานวิจัยของมหาวิทยาลัย Duke ในบางรัฐของสหรัฐอเมริกาพบว่า ปัจจุบันต้นทุนไฟฟ้าจากแสงแดดมีราคาถูกกว่าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แล้ว และจะถูกลงไปอีกเรื่อยๆ ในขณะที่ต้นทุนนิวเคลียร์จะยิ่งแพงขึ้น ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแสงแดดมีจำนวนเท่ากับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่เดินเครื่องเต็มที่ถึง 22 โรง ตลาดแผงโซลาเซลล์ในสหรัฐอเมริกามีการเติบโตถึง 76% เมื่อเทียบกับปี 2554 ในขณะที่ต้นทุนการผลิตกลับลดลงถึง 27% ในรัฐ Maryland ลดลงถึง 33%ทางที่ดีที่สุดก็คือการทำบนหลังคาบ้าน ในประเทศสเปนมีกฎหมายออกมาใหม่ว่า ศูนย์การค้าใหม่ทุกแห่งต้องติดแผงโซลาเซลล์ โรงพยาบาลทุกโรงต้องมีแผงต้มน้ำร้อนด้วยแสงแดดบนหลังคา



ภาพ 2.22 แผนที่แผนที่แสดงความเข้มรังสีรวมรายวันเฉลี่ยต่อเดือนของเดือนต่างๆ
ที่มา : กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2542)

2.1.10 การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับธุรกิจผลิตไฟฟ้า ครัวเรือนและชุมชน

กระทรวงพลังงานได้คาดการณ์ความต้องการใช้พลังงานของประเทศในปี 2564 จะมีความต้องการถึง 99,838 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ จากปัจจุบัน 71,728 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ขณะที่แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าหรือพีดีพี 2010 ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3 (2555-2573) กำหนดให้มีสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนต่างๆ ไว้ถึง 9,481 เมกะวัตต์ เมื่อสิ้นปี 2573 โดยเฉพาะการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ ที่มีการตั้งเป้าหมายไว้ถึง 2,000 เมกะวัตต์ ภายในปี 2564 จากปัจจุบันที่มีการจ่ายไฟฟ้าเข้าระบบแล้วกว่า 336 เมกะวัตต์ ศักยภาพการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยมีค่อนข้างมากตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ด้วยภูมิประเทศที่อยู่ในเส้นศูนย์สูตร ทำให้ได้รับพลังงานแสงอาทิตย์โดยเฉลี่ยทั้งปีสูงกว่าเขตอื่นๆ ของโลก ซึ่งการศึกษาจากข้อมูลดาวเทียมประกอบการตรวจวัดภาคพื้นดินของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) พบว่าพื้นที่ที่มีศักยภาพด้านพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย ซึ่งมีความเข้มรังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปีประมาณ 18.2 เมกะจูลต่อตารางเมตร ส่วนใหญ่อยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น ร้อยเอ็ด ศรีสะเกษ อุบลราชธานี และอุดรธานี และบางส่วนอยู่ในพื้นที่ภาคกลางตอนล่าง เช่น สระบุรี ลพบุรีและพระนครศรีอยุธยา เป็นต้น ซึ่งส่งผลให้ประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ได้ถึง 10,000 เมกะวัตต์

จากศักยภาพดังกล่าว ทางภาครัฐจึงได้พยายามส่งเสริมให้ภาคเอกชนสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ด้วยการสนับสนุนทางด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นมาตรการด้านภาษีและการให้สิทธิประโยชน์ต่างๆ เพื่อสร้างแรงจูงใจในการลงทุน เช่น การสนับสนุนข้อมูลทางวิชาการ การยกเว้นภาษีนำเข้าวัตถุดิบผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์ การสนับสนุนการกู้ยืมเงินทุนและเงินหมุนเวียนผ่านสถาบันการเงิน เป็นต้น

ส่งผลให้ช่วงที่ผ่านมา มีเอกชนให้ความสนใจยื่นเสนอขายไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ถึง 3,393 เมกะวัตต์ อย่างไรก็ตาม จากที่มีผู้สนใจลงทุนโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เป็นจำนวนมาก เกินกว่าเป้าหมายที่รับซื้อ 2,000 เมกะวัตต์ กระทรวงพลังงานจึงได้หยุดการรับซื้อไฟฟ้าที่ให้ Adder 8 บาทต่อหน่วย ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2553 เป็นต้นมา และปรับลด Adder ลงมาเหลือเพียง 6.50 บาทต่อหน่วย เป็นระยะเวลา 10 ปีแทน เนื่องจากต้นทุนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ปรับตัวลดลง รวมถึงการปรับปรุงรูปแบบการสนับสนุนการรับซื้อไฟฟ้าในรูปแบบใหม่ที่เรียกว่า Feed-in Tariff ที่ให้ราคาคงที่ ประมาณ 6.80 บาทต่อหน่วย ตลอดอายุสัมปทานต่อไป สำหรับผู้ประกอบการที่สนใจจะเข้ามาลงทุนทำโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ควรจะต้องมีความพร้อมในหลายๆ ด้าน เช่น การมีที่ดินมากพอในการสร้างโรงไฟฟ้า เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ 1 เมกะวัตต์นั้น ต้องใช้พื้นที่ในการตั้งแผงโซลาเซลล์ถึง 15 ไร่ รวมทั้งยังต้องศึกษาสภาพพื้นที่ในการสร้างโรงไฟฟ้าว่ามีความเหมาะสมมากน้อยแค่ไหน นอกจากนี้ เทคโนโลยีที่ใช้ในการก่อสร้างก็มีความสำคัญไม่แพ้กัน เพราะแผงโซลาเซลล์จะมีอายุราวๆ 25 ปี ทำให้ค่าดูแลและบำรุงรักษาในแต่ละปีค่อนข้างสูง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประเทศไทยได้เริ่มมีการใช้งานจากเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อปี พ.ศ. 2519 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ได้ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521 จากการวิจัยที่ไดทำการศึกษามาการวิจัยมีความสอดคล้องกันโดยมีวัตถุประสงค์คล้ายๆคือหาประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์แต่วิธีการต่างๆกันไป เช่นในการวิจัยในปี 2530 ของ Ward Jewell และ R.Ramakumar ได้สร้างแบบจำลอง เพื่อทำนายผลจากการเกิดบังเงาโดยใช้ข้อมูลความเร็วและทิศทางลมประกอบการศึกษาแสดงว่าการบังเงาโดยเมฆต่อกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโซล่าเซลล์ในช่วง 1 – 2 นาทีแรก จะทำให้อัตรากำลังไฟฟ้าลดลงมากกว่าในช่วงนาทีถัดไปที่ยังมีการบังเงาอยู่ ซึ่งเป็นผลให้ ในปี 2545 อุมารินทร์ แสงพานิช ได้ทำการการศึกษาคุณภาพกำลังไฟฟ้าของระบบโซล่าเซลล์ที่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงอาทิตย์ ได้ผลการทดลองออกมาคล้ายๆกัน แต่คุณอุมารินทร์ แสงพานิช ได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมในส่วน แรงดันกระเพื่อม เพาเวอร์แฟคเตอร์ และ ฮาร์มอนิก ที่จุดเชื่อมต่อระบบ ที่เป็นผลจากการเปลียนแปลงความเข้มแสงอาทิตย์ในสภาวะทำงานจริงและ ในปี 2531 Public Services Company of Oklahoma(PSO) ได้ทำงานวิจัยในส่วนระดับแรงดันที่เกดขึ้นเมื่อมีระบบโซล่าเซลล์แบบเชื่อมต่อสายจำหน่ายแบบกระจาย ใช้แบบจำลองร่วมกับผลที่ได้จากการเก็บข้อมูลทุกนาทีจากระบบ พบว่าการเปลี่ยนแปลงของเมฆในพื้นที่ที่มีการติดตั้งระบบโซล่าเซลล์เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายจำนวนมากจะทำให้ระบบจำหน่ายมีระดับแรงดันไฟฟ้าที่ไม่เสถียร ฉะนั้นจำเป็นต้องมีระบบป้องกันและตัวควบคุมแรงดัน งานวิจัยนี้คล้ายๆกับงานวิจัยของ นายณัฐพล วงศ์เยาว์ ทำการศึกษาผลกระทบต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยโซล่าเซลล์แบบเชื่อมต่อระบบจำหน่ายเนื่องจากปัจจัยจากเมฆ ซึ่งเป็นงานวิจัยแรกในประเทศไทยที่ศึกษาอิทธิผลของการเปลียนแปลงความเข้มแสง และได้ทำการศึกษาความแตกต่างของความเข้มแสงในพื้นที่เดียวกัน ได้ผลการวิเคราะห์ว่าบนพื้นที่เดียวกันและต่างกันมีโอกาสที่ความเข้มแสงจะต่างกันแสดงให้เห็น

ว่าการหาประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ควรจะทำการทดสอบในสภาวะแสงจริงซึ่งยืนยันได้จากงานวิจัยในปี 2538 ของ นายบัณฑูร เวียงมูล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.ทำการวิจัย ระบบทดสอบโซล่าเซลล์กลางแจ้งมาตรฐานออสเตรเลีย AS 2915-1987 ซึ่งทำการทดสอบแผงโซล่าเซลล์ ในสภาวะแสงจริงเปรียบเทียบกับในสภาวะแสงเทียมได้ผลการทดสอบว่า ได้ค่ากำลังเฉลี่ยสูงสุดจากการทดสอบภายใต้แสงอาทิตย์เทียมต่ำกว่าการทดสอบกลางแจ้งถึง 8 % และต่ำกว่าค่ากำลังไฟฟ้าที่ระบุที่แผ่นโดยผู้ผลิต จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าวยังไม่เคยมีใครทำการทดสอบและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์พร้อมกัน 3 ยี่ห้อในสภาวะแสงจริงซึ่งวิธีนี้จะเป็นแนวทางการเลือกใช้โซล่าเซลล์ที่มีประสิทธิภาพให้เหมาะสมกับการใช้งานในภูมิประเทศเขตร้อนชื้นซึ่งเหมาะสำหรับผู้ที่จะทำธุรกิจโซล่าฟาร์ม โซล่ารูฟท็อป

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัยและกระบวนการทดสอบ

การดำเนินงานวิจัยนี้จะทำการทดสอบประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์ทั้งหมด 3 ยี่ห้อเพื่อเปรียบเทียบและหาแผ่นที่ดีที่สุดและเหมาสมกับภูมิประเทศ ภายใต้สภาวะแสงอาทิตย์จริง ระบบของโซล่าเซลล์ที่ทำการทดสอบนี้ต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าในอาคาร การทดลองภายใต้แสงอาทิตย์จริงไม่สามารถควบคุมความเข้มของแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบลงบนแผงโซล่าเซลล์ได้ จึงทำให้ผู้วิจัยต้องทำการจดบันทึกค่าต่างๆที่ได้มาอย่างละเอียด เพื่อใช้ประกอบในการวิเคราะห์ผลโดยทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการผลิตกระแสไฟฟ้าของแต่ละยี่ห้อและทำการสรุปผลการทดลอง ซึ่งการดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็นหัวข้อดังนี้

3.1 ขั้นตอนการทดสอบและเก็บข้อมูลในสภาวะทำงานจริงภายใต้แสงอาทิตย์จริง

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

3.3 เก็บข้อมูลและรวบรวมผลการทดสอบ

3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5 สรุปผลการทดสอบ

3.1 ขั้นตอนการทดสอบและเก็บข้อมูลในสภาวะทำงานจริงภายใต้แสงอาทิตย์จริง

ระบบโซล่าเซลล์ที่ทำการทดสอบมีขนาดกำลังผลิตรวม 750 Wp โดยแต่ละยี่ห้อมีกำลังผลิต 250 Wp และใช้ อินเวอร์เตอร์ของชาร์ป 1.5 KW และระบบนี้เชื่อมต่อเข้ากับสายส่งไฟฟ้าของการไฟฟ้า ดังภาพ3.1

3.1.1 ขั้นตอนการติดตั้งและทดลอง

การทดลองนี้ทำการวัดการทำงานของแผงโซล่าเซลล์ภายใต้แสงอาทิตย์จริงระบบโซล่าเซลล์เชื่อมต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าในอาคารไม่สามารถคุมสภาวะต่างๆให้คงที่ได้ดังนั้นจะต้องทำการวัดและบันทึกค่าอย่างละเอียดและจะต้องมีนาฬิกาบอกเวลาอยู่ในที่ทำการเก็บข้อมูลด้วยและใช้เครื่องมือวัดแบบเดียวกันรุ่นเดียวกันให้ใกล้เคียงกันมากที่สุด เพื่อให้ได้ค่าที่เป็นการวัดที่สภาวะเดียวกัน เนื่องจากการทดลองนี้เป็นการหาประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ของทั้ง 3 ยี่ห้อจึงต้องใช้เวลาเก็บข้อมูลตลอดทั้งวันตั้งแต่ 9 : 00 น. ถึง 17 : 00 น.เพื่อให้มีการเปลียนแปลงความเข็มแสงอาทิตย์ในเวลาทำการทดลอง มากที่สุด ขั้นตอนในการทดสอบมีดังนี้

ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ทั้ง 3 ยี่ห้อ ดังภาพ 3.2 ให้ทำมุม 15 องศา ขนานกับภูมิประเทศไปทางทิศใต้ตามภาพการเดินทางของแสงในภาพ 3.3

ติดตั้งเครื่องมือวัด ต่างๆ เก็บข้อมูลค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ความเข้มแสง อุณหภูมิที่แผ่นทุกๆ10นาทีตลอดช่วงการทดลองเนื่องจากช่างเวลาในการทดลองนั้นอยู่ในช่วงปลายหน้าฝนซึ่งบางเวลาท้องฟ้าแจ่มใสและบางเวลามีเมฆหนาก่อนที่ฝนจะตก

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองและเก็บข้อมูล

3.2.1 แผงโซล่าเซลล์

ใช้แผงโซล่าเซลล์ 3 ยี่ห้อใช้ชื่อเป็น แผ่น A แผ่น B แผ่น C ตามลำดับ การเลือกชนิดของโซล่าเซลล์ที่ใช้ในการทดลองนั้นใช้เครื่องมือเชิงสถิติโดยสอบถามร้านค้าที่จำหน่ายแผงโซล่าเซลล์ 5 ร้านค้าและสอบถามผู้ใช้ที่ติดตั้งโซล่าเซลล์ผลิตไฟฟ้า 10 ราย จาก 2 สถานที่ คือที่แก่งกระจาน จังหวัด เพชรบุรี และหมู่บ้านจัดสรร ลาดพร้าว 80 กรุงเทพฯ แล้วการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสีย จากร้านค้า และจากผู้ที่ใช้งานอยู่

จากการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของแผงโซล่าเซลล์แต่ละชนิดสรุปได้ว่า 1.แผงโซล่าเซลล์ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ (Monocrystalline Silicon Solar Cells) มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 15-20% สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เกือบ 4 เท่า ของชนิด ฟิล์มบางหรือ thin filmแต่แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ เป็นชนิดที่มีราคาแพงที่สุด 2.แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ (Polycrystalline Silicon Solar Cells)แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีขั้นตอนกระบวนการผลิตที่ง่าย ไม่ซับซ้อน จึง ใช้ปริมาณซิลิคอน ในการผลิตน้อยกว่าเมื่อเทียบกับชนิด โมโนคริสตัลไลน์ แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพในการใช้งาน ในที่อุณหภูมิสูงดีกว่า ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ มีราคาถูกกว่าเมื่อเทียบกับ ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ และเป็นที่นิยมในท้องตลาดอย่างมาก 3.แผงโซล่าเซลล์ชนิด ฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cells) มีราคาถูกกว่า เพราะสามารถผลิตจำนวนมากได้ง่ายกว่า ชนิดผลึกซิลิคอนในที่อากาศร้อนมากๆ แผงโซล่าเซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง มีผลกระทบน้อยกว่าไม่มีปัญหาเรื่องเมื่อแผงสกปรกแล้วจะทำให้วงจรไหม้ถ้าคุณมีที่เหลือเฟือแผงโซล่าเซลล์ชนิด ฟิล์มบาง ก็เป็นทางเลือกที่ดี แต่แผงโซล่าเซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง มีประสิทธิภาพต่ำมีค่าความสิ้นเปลืองในการติดตั้งสูงมีการรับประกันอายุการใช้งานสั้นกว่าอีก 2 ชนิดข้างต้น ด้านประสิทธิภาพของ แผงโซล่าเซลล์ ชนิดฟิล์มบางนั้น มีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 7-13% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาทำเป็นฟิล์มฉาบ แต่สำหรับบ้านเรือนโดยทั่วไปแล้ว มีเพียงประมาณ 5% เท่านั้นที่ใช้แผงโซล่าเซลล์ที่เป็นแบบชนิดฟิล์มบาง

จึงทำให้งานวิจัยนี้ได้ทำการเลือกใช้แผงโซล่าเซลล์ในการทดสอบเป็นแบบชนิด ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ (Polycrystalline Silicon Solar Cells) ที่มีขนาด 250 Wp 24 volt และจากสถิติการใช้แผงโซล่าเซลล์ตามชุมชนและบ้านที่อยู่อาศัยส่วนใหญ่นิยมใช้แผงโซล่าเซลล์ชนิดนี้เนื่องจากการติดตั้งไม่ยุ่งยากและมีราคาถูกซึ่งส่วนใหญ่ผู้ที่ติดตั้งโซล่าเซลล์คำนึงถึงมูลค่าการลงทุนและจุดคุ้มทุนเป็นหลักและมีประสิทธิภาพสูงใกล้เคียงกับชนิด โมโนคริสตัลไลน์ (Monocrystalline Silicon Solar Cells) แต่ราคาถูกกว่ามากใช้งานที่อุณหภูมิสูงได้ดีกว่า ในทุกวันนี้ เกือบ 90% ของแผงโซล่าเซลล์ นั้นทำมาจาก ซิลิคอน (Silicon) และ 95% ของแผงโซล่าเซลล์ ที่มีใช้ตามบ้านเรือนนั้นและโซล่าฟาร์ม เป็นซิลิคอนที่อยู่ในรูป

ของ ผลึกซิลิคอน หรือ crystalline Silicon เนื่องจากมีราคาถูกกว่า ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ และใช้งานในที่มีอุณหภูมิสูงได้ดีกว่าเป็นที่นิยมและติดตั้งง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน จึงเหมาะสมกับประเทศเขตร้อนชื้นอย่างประเทศไทย

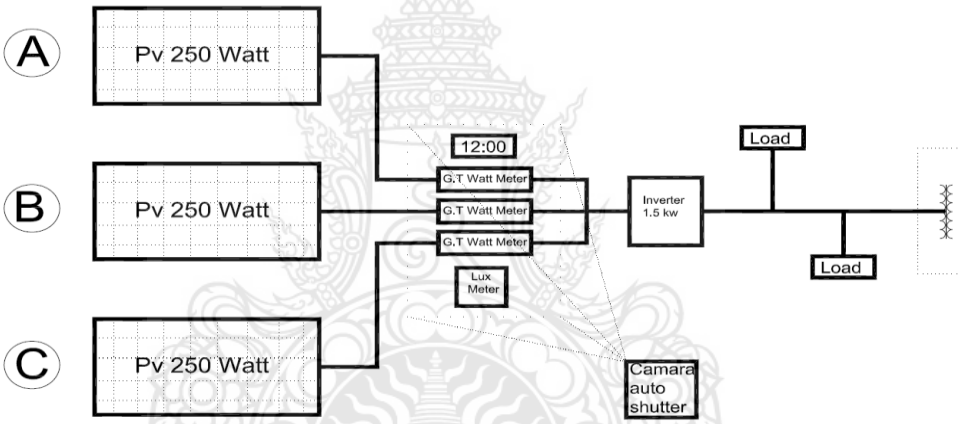
3.2.2 G.T.Watt Meter and Power Analyzer สามารถวัด กำลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้าได้พร้อมกัน

3.2.3 เครื่องวัดความเข้มแสง (Lux Meter)

3.2.4 เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับเก็บข้อมูล (ซอฟต์แวร์ Microsolf Excel) และเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเฉลี่ย และทำแผนภูมิต่างๆ

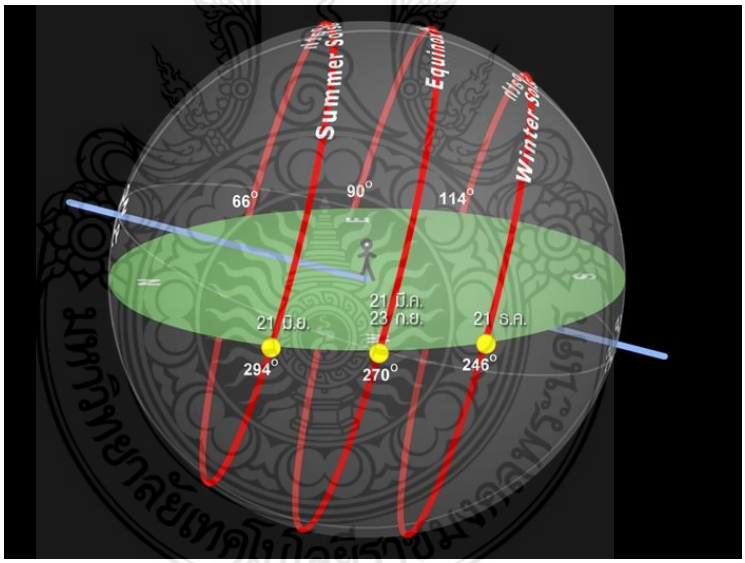
3.2.5 Thermometer แบบเลเซอร์เฉพาะจุด สำหรับวัดอุณหภูมิที่แผ่นแต่ละแผ่น

3.2.6 กล้องถ่ายรูป



ภาพ 3.1 แผนผังการเก็บข้อมูลในการทดลอง

ภาพ 3.2 การติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ในการทดสอบ



ภาพ 3.3 ทิศทางตำแหน่งการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

3.3 เก็บข้อมูลและรวบรวมผลการทดสอบ

การเก็บข้อมูลและรวบรวมผลในการทำการทดสอบ ทำการจัดข้อมูลก่อนหลังตามเวลาที่ทำการทดสอบตั้งแต่เวลา 9:00น.ถึง 17:00น.ในซอฟต์แวร์ Microsoft Excel จัดทำเป็นตารางข้อมูลเปรียบเทียบและรวบรวมค่าเฉลี่ยที่ได้ จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่าต่างๆที่ได้จากแผงโซล่าเซลล์ทั้ง 3

3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 วิเคราะห์ปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ได้จากโซล่าเซลล์แต่ละยี่ห้อแล้วทำการเปรียบเทียบเพื่อหาโซล่าเซลล์ที่ดีที่สุดในการทดสอบ

3.4.2 ได้ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของความเข้มและอุณหภูมิจากแสงอาทิตย์ในธรรมชาติ

3.4.3 วิเคราะห์คุณภาพกำลังไฟฟ้า แรงเคลื่อนไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าเมื่อสภาพแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงไปโดยเปรียบเทียบกันในแต่ละยี่ห้อ

3.5 สรุปผลการทดสอบ

3.5.1 โดยการนำข้อมูลที่ได้จัดเรียงตามเวลา

3.5.2 นำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ยที่วัดได้

3.5.3 นำข้อมูลมาทำเป็นกราฟเปรียบเทียบ

3.5.4 นำกราฟมาทำการอภิปรายผลต่อไป

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในการวิจัยได้ทำการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ทั้ง 3 ยี่ห้อและติดตั้งเครื่องมือวัด แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า ข้ากับระบบและต่อโซล่าเซลทั้ง 3 ชุดเข้ากับชุด inverter ขนาด 1.5 kw แบบออนกริด ต่อเข้ากับเมนไฟฟ้าภายในบ้านลักษณะใช้งานจริง ในขณะที่แผงโซล่าเซลล์ทำงานทำการจดบันทึกข้อมูลของการใช้แผงโซล่าเซลแต่ละชุด โดยเก็บข้อมูลทุกๆ 10 นาทีในช่วงเวลา 9:00น.-17:00 น. ผลที่ได้ดังตาราง 4.1

ตาราง 4.1 ข้อมูลที่ทำการวัดและจดบันทึกค่า

แรงเคลื่อนไฟฟ้า(	9:00																17:00	ค่าเฉลี่ย
แผ่นผู้ผลิต A	31.7	31.2	30	30.7	31.4	29.3	32.8	29.3	29.7	28.4	28.4	28.2	28.6	28.2	28.4	28.2	28.8	**29.607**
แผ่นผู้ผลิต B	30.1	30.3	29.3	30.3	31.3	28.9	32.5	28.2	28.6	27.3	27.6	28.1	28.5	28.7	28.4	28.8	29.2	**29.191**
แผ่นผู้ผลิต C	32.3	31.6	31.5	31.5	31.1	31.2	31.2	30.2	30.3	29.9	29.9	28.6	28.4	28.6	28.8	29.2	29.3	**30.209**

กระแสไฟฟ้า(A)	9:00																17:00	ค่าเฉลี่ย
แผ่นผู้ผลิต A	1.41	4.32	3.42	3.31	4.71	3.68	1.53	5.53	4.82	5.24	3.92	0.82	0.87	0.82	0.71	0.66	0.55	**2.725**
แผ่นผู้ผลิต B	1.31	4.56	3.75	3.41	5.23	3.31	1.25	5.37	4.57	5.12	3.81	0.75	0.52	0.52	0.42	0.46	0.47	**2.637**
แผ่นผู้ผลิต C	1.55	4.16	3.68	3.77	4.53	4.82	2.43	5.33	5.11	5.31	4.01	0.61	0.41	0.42	0.44	0.41	0.51	**2.794**

กำลังไฟฟ้า(W)	9:00																17:00	ค่าเฉลี่ย
แผ่นผู้ผลิต A	65.2	134	114	110	142	155	46.7	166	139	153	113	31.1	25.1	17.3	16.5	15.8	15.5	**85.783**
แผ่นผู้ผลิต B	61.5	122	114	108	142	154	40.5	164	125	150	102	25.3	15.6	15.2	17.5	13.9	13.4	**81.394**
แผ่นผู้ผลิต C	74.9	135	115	119	155	156	74.2	167	144	165	119	46.5	28.7	24.1	21.6	20.7	20.1	**93.288**

อุณหภูมิ ที่แผ่น((	9:00																17:00	ค่าเฉลี่ย
แผ่นผู้ผลิต A	45.1	48.2	51.7	54.3	55.1	53.6	45.9	66.6	65.6	64.1	60.3	55.8	53.4	52.4	48.7	48.2	47.1	**53.888**
แผ่นผู้ผลิต B	46.5	48.2	51.8	52.1	54.5	52.7	46.6	66.6	65.1	63.6	60.1	54.9	54.7	53.1	48.2	47.8	46.2	**53.688**
แผ่นผู้ผลิต C	48.3	48	51.3	52.2	53.4	52.8	42.4	65.6	64.7	62.7	59.7	55.2	51.7	50.8	47.1	46.1	45.5	**52.794**

ตาราง 4.2 ตารางการเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้ากับอุณหภูมิ

เวลา(TIME)	9:00																	17:00	ค่าเฉลี่ย
กำลังไฟฟ้า (W) แผ่	65.2	134	114	110	142	155	46.7	166	139	153	113	31.1	25.1	17.3	16.5	15.8	15.5		**85.783**
อุณหภูมิที่แผ่น (C')	45.1	48.2	51.7	54.3	55.1	53.6	45.9	66.6	65.6	64.1	60.3	55.8	53.4	52.4	48.7	48.2	47.1		**53.888**

เวลา(TIME)	9:00																	17:00	ค่าเฉลี่ย
กำลังไฟฟ้า (W) แผ่	61.5	122	114	108	142	154	40.5	164	125	150	102	25.3	15.6	15.2	17.5	13.9	13.4		**81.394**
อุณหภูมิที่แผ่น (C')	46.5	48.2	51.8	52.1	54.5	52.7	46.6	66.6	65.1	63.6	60.1	54.9	54.7	53.1	48.2	47.8	46.2		**53.688**

เวลา(TIME)	9:00																	17:00	ค่าเฉลี่ย
กำลังไฟฟ้า (W) แผ่	74.9	135	115	119	155	156	74.2	167	144	165	119	46.5	28.7	24.1	21.6	20.7	20.1		**93.288**
อุณหภูมิที่แผ่น (C')	48.3	48	51.3	52.2	53.4	52.8	42.4	65.6	64.7	62.7	59.7	55.2	51.7	50.8	47.1	46.1	45.5		**52.794**

ตาราง 4.3 ตารางการเปรียบเทียบแรงเคลื่อนไฟฟ้ากับอุณหภูมิ

เวลา(TIME)	9:00																	17:00	ค่าเฉลี่ย
แรงเคลื่อนไฟฟ้า(V)	31.7	31.2	30	30.7	31.4	29.3	32.8	29.3	29.7	28.4	28.4	28.2	28.6	28.2	28.4	28.2	28.8		**29.607**
อุณหภูมิที่แผ่น (C')	45.1	48.2	51.7	54.3	55.1	53.6	45.9	66.6	65.6	64.1	60.3	55.8	53.4	52.4	48.7	48.2	47.1		**53.888**

เวลา(TIME)	9:00																	17:00	ค่าเฉลี่ย
แรงเคลื่อนไฟฟ้า(V)	30.1	30.3	29.3	30.3	31.3	28.9	32.5	28.2	28.6	27.3	27.6	28.1	28.5	28.7	28.4	28.8	29.2		**29.191**
อุณหภูมิที่แผ่น (C')	46.5	48.2	51.8	52.1	54.5	52.7	46.6	66.6	65.1	63.6	60.1	54.9	54.7	53.1	48.2	47.8	46.2		**53.688**

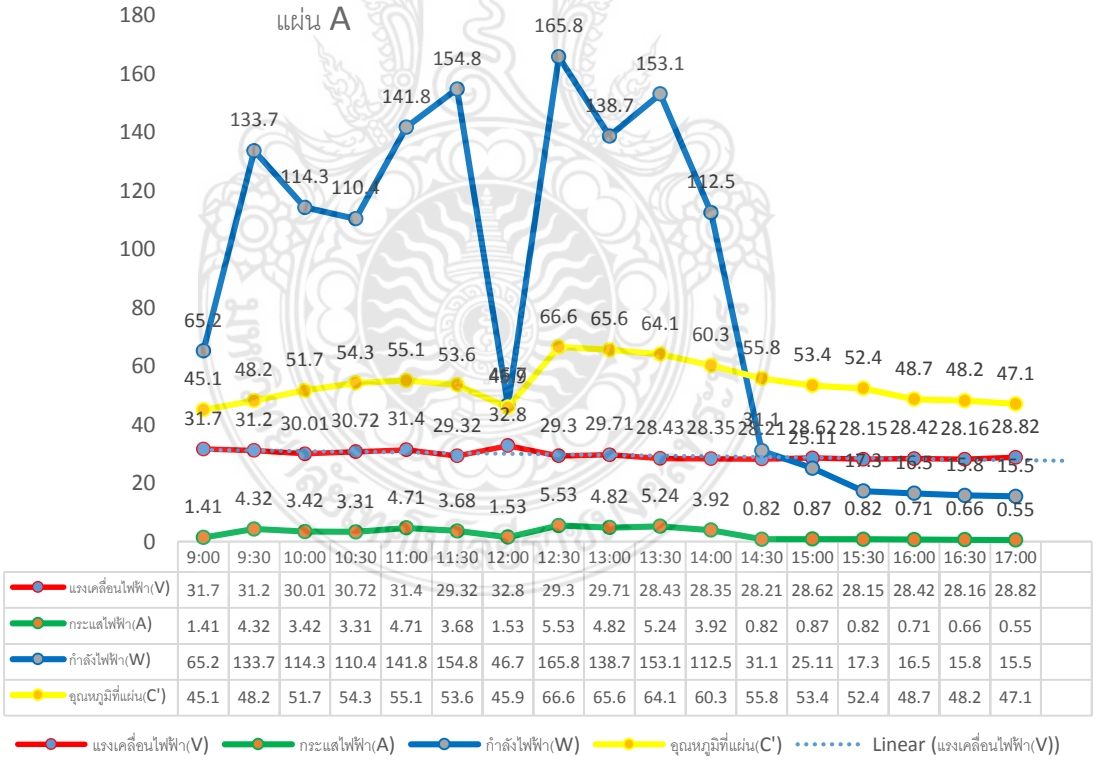
เวลา(TIME)	9:00																	17:00	ค่าเฉลี่ย
แรงเคลื่อนไฟฟ้า(V)	32.3	31.6	31.5	31.5	31.1	31.2	31.2	30.2	30.3	29.9	29.9	28.6	28.4	28.6	28.8	29.2	29.3		**30.209**
อุณหภูมิที่แผ่น (C')	48.3	48	51.3	52.2	53.4	52.8	42.4	65.6	64.7	62.7	59.7	55.2	51.7	50.8	47.1	46.1	45.5		**52.794**

ตาราง 4.4 ตารางการเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้ากับอุณหภูมิ

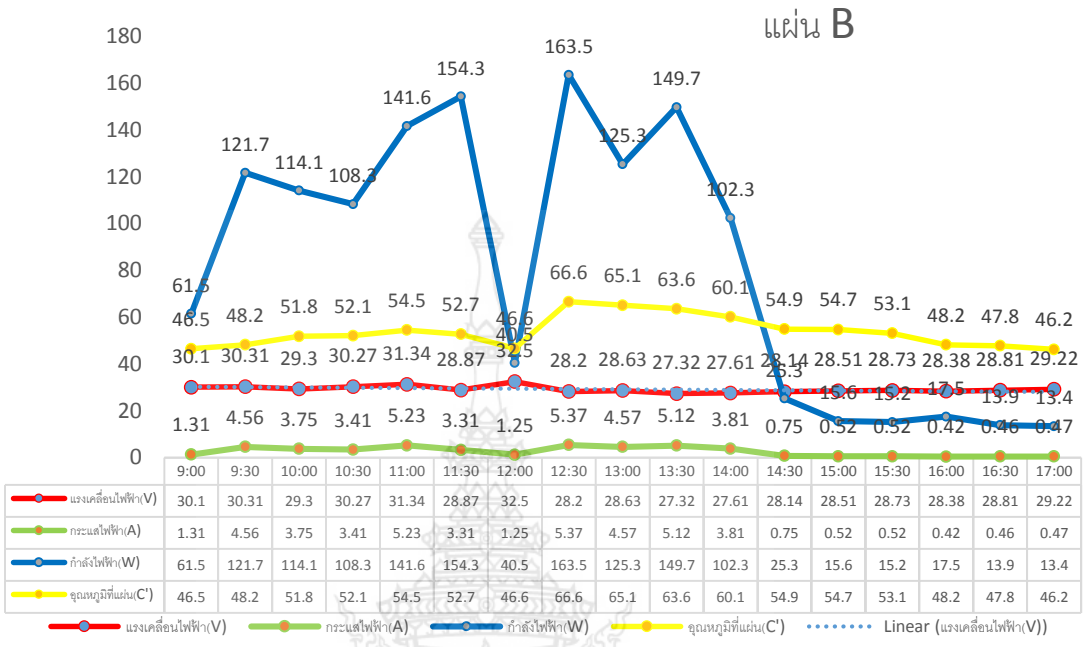
เวลา(TIME)	9:00																	17:00	ค่าเฉลี่ย
กระแสไฟฟ้า(A) แผ่น	1.41	4.32	3.42	3.31	4.71	3.68	1.53	5.53	4.82	5.24	3.92	0.82	0.87	0.82	0.71	0.66	0.55	**2.725**
อุณหภูมิที่แผ่น (C')	45.1	48.2	51.7	54.3	55.1	53.6	45.9	66.6	65.6	64.1	60.3	55.8	53.4	52.4	48.7	48.2	47.1	**53.888**

เวลา(TIME)	9:00																	17:00	ค่าเฉลี่ย
กระแสไฟฟ้า(A) แผ่น	1.31	4.56	3.75	3.41	5.23	3.31	1.25	5.37	4.57	5.12	3.81	0.75	0.52	0.52	0.42	0.46	0.47	**2.637**
อุณหภูมิที่แผ่น (C')	46.5	48.2	51.8	52.1	54.5	52.7	46.6	66.6	65.1	63.6	60.1	54.9	54.7	53.1	48.2	47.8	46.2	**53.688**

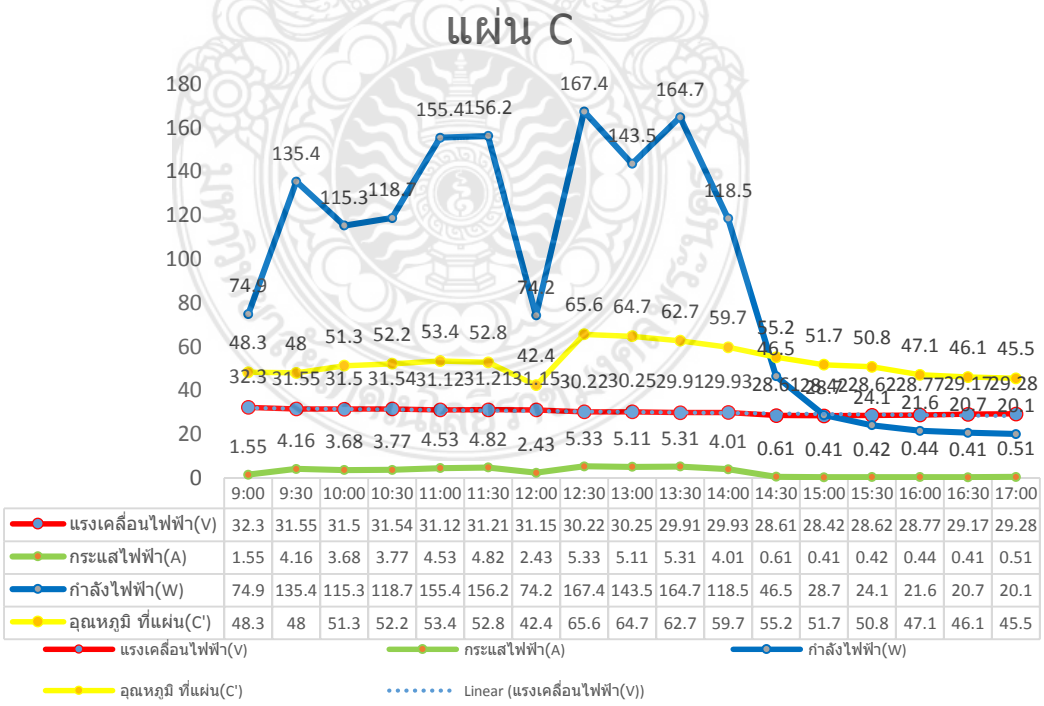
เวลา(TIME)	9:00																	17:00	ค่าเฉลี่ย
กระแสไฟฟ้า(A) แผ่น	1.55	4.16	3.68	3.77	4.53	4.82	2.43	5.33	5.11	5.31	4.01	0.61	0.41	0.42	0.44	0.41	0.51	**2.794**
อุณหภูมิที่แผ่น (C')	48.3	48	51.3	52.2	53.4	52.8	42.4	65.6	64.7	62.7	59.7	55.2	51.7	50.8	47.1	46.1	45.5	**52.794**



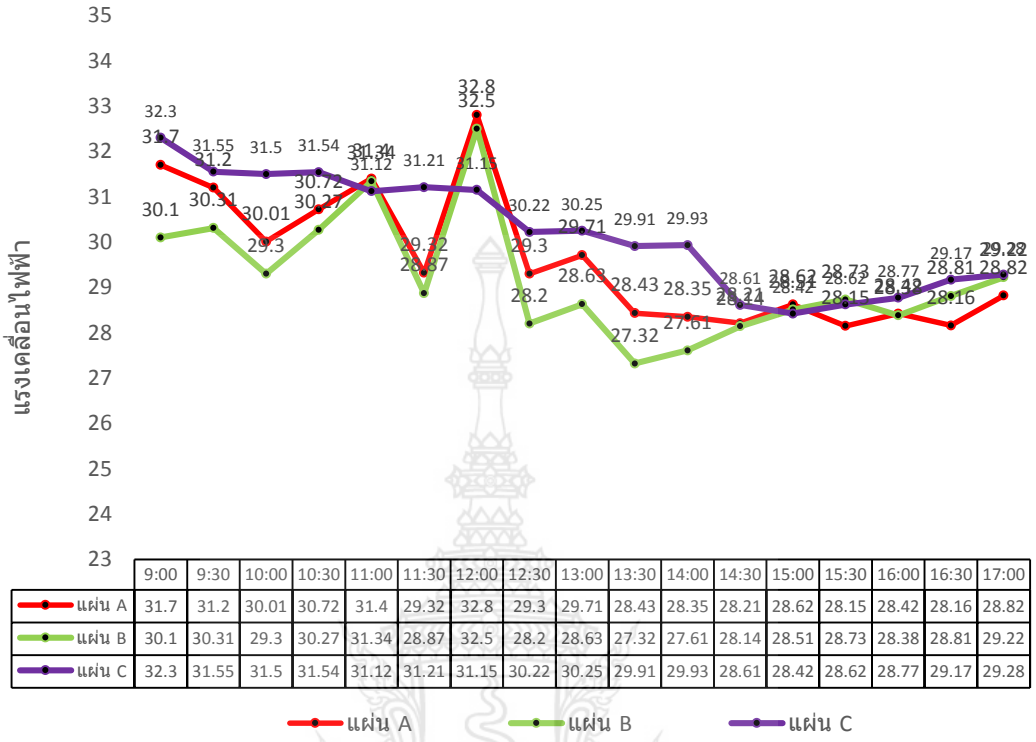
ภาพ 4.1 กราฟค่าต่างๆที่วัดได้ของแผ่น A



ภาพ 4.2 กราฟค่าต่างๆที่วัดได้ของแผ่น B

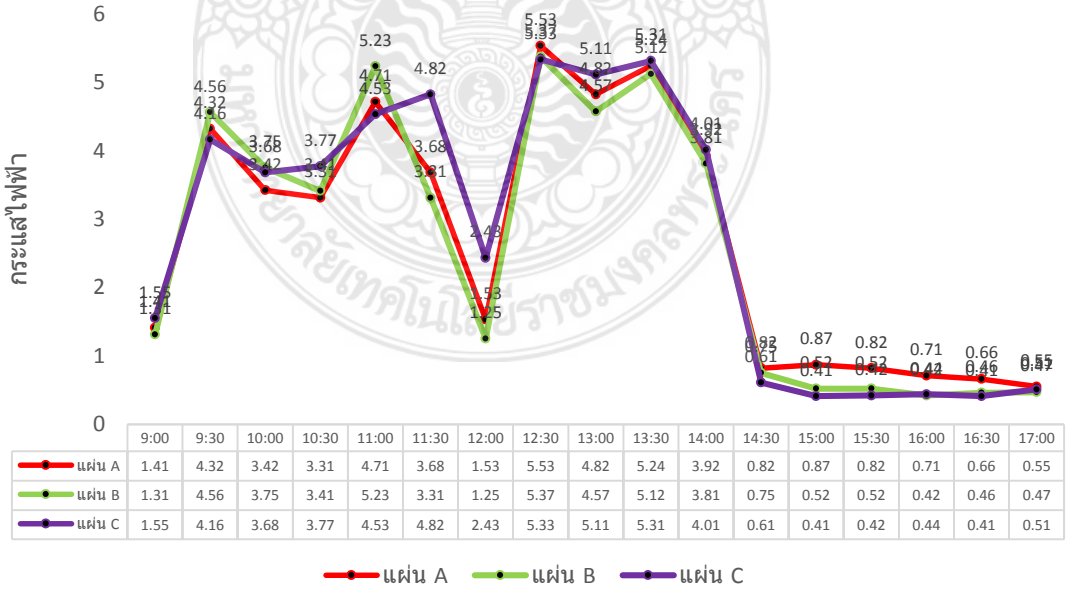


ภาพ 4.3 กราฟค่าต่างๆที่วัดได้ของแผ่น C



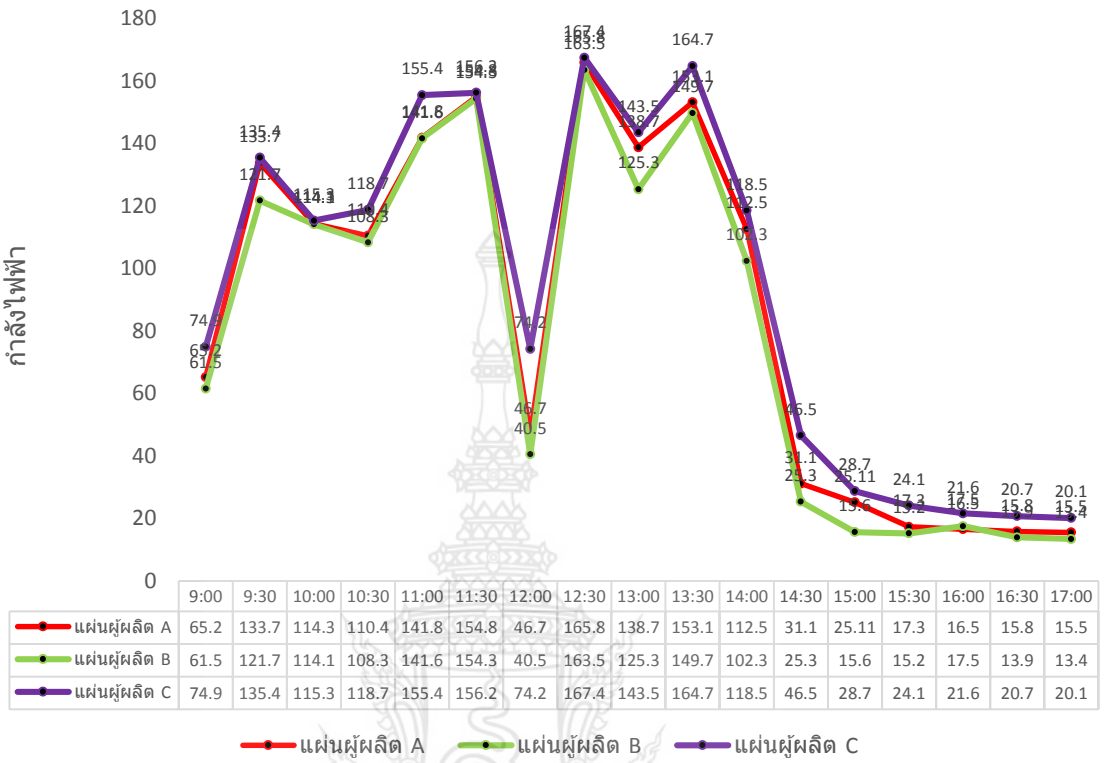
	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00
แผ่น A	31.7	31.2	30.01	30.72	31.4	29.32	32.8	29.3	29.71	28.43	28.35	28.21	28.62	28.15	28.42	28.16	28.82
แผ่น B	30.1	30.31	29.3	30.27	31.34	28.87	32.5	28.2	28.63	27.32	27.61	28.14	28.51	28.73	28.38	28.81	29.22
แผ่น C	32.3	31.55	31.5	31.54	31.12	31.21	31.15	30.22	30.25	29.91	29.93	28.61	28.42	28.62	28.77	29.17	29.28

ภาพ 4.4 กราฟเปรียบเทียบแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้ทั้ง 3 แผ่น



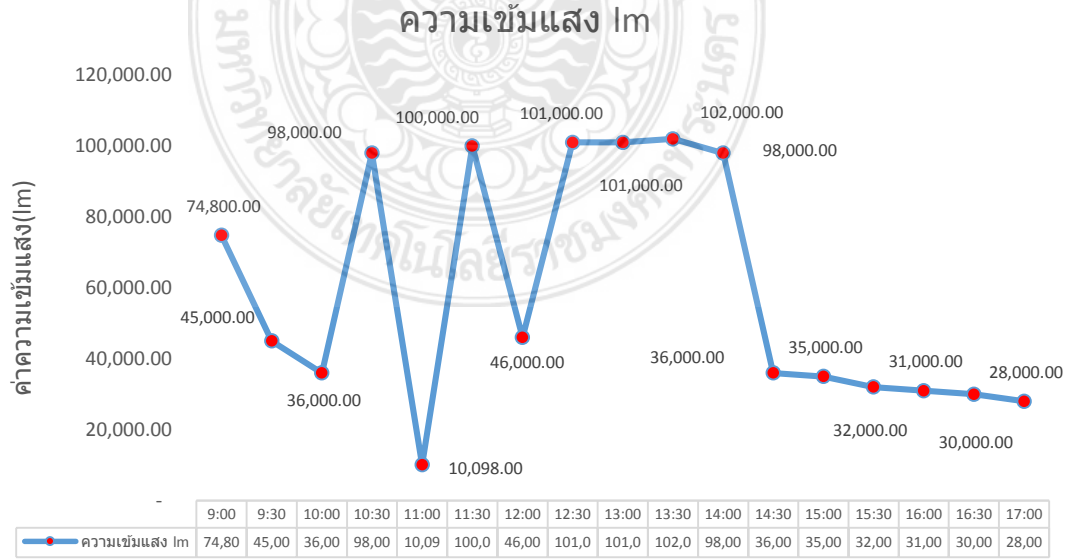
	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00
แผ่น A	1.41	4.32	3.42	3.31	4.71	3.68	1.53	5.53	4.82	5.24	3.92	0.82	0.87	0.82	0.71	0.66	0.55
แผ่น B	1.31	4.56	3.75	3.41	5.23	3.31	1.25	5.37	4.57	5.12	3.81	0.75	0.52	0.52	0.42	0.46	0.47
แผ่น C	1.55	4.16	3.68	3.77	4.53	4.82	2.43	5.33	5.11	5.31	4.01	0.61	0.41	0.42	0.44	0.41	0.51

ภาพ 4.5 กราฟเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ทั้ง 3 แผ่น



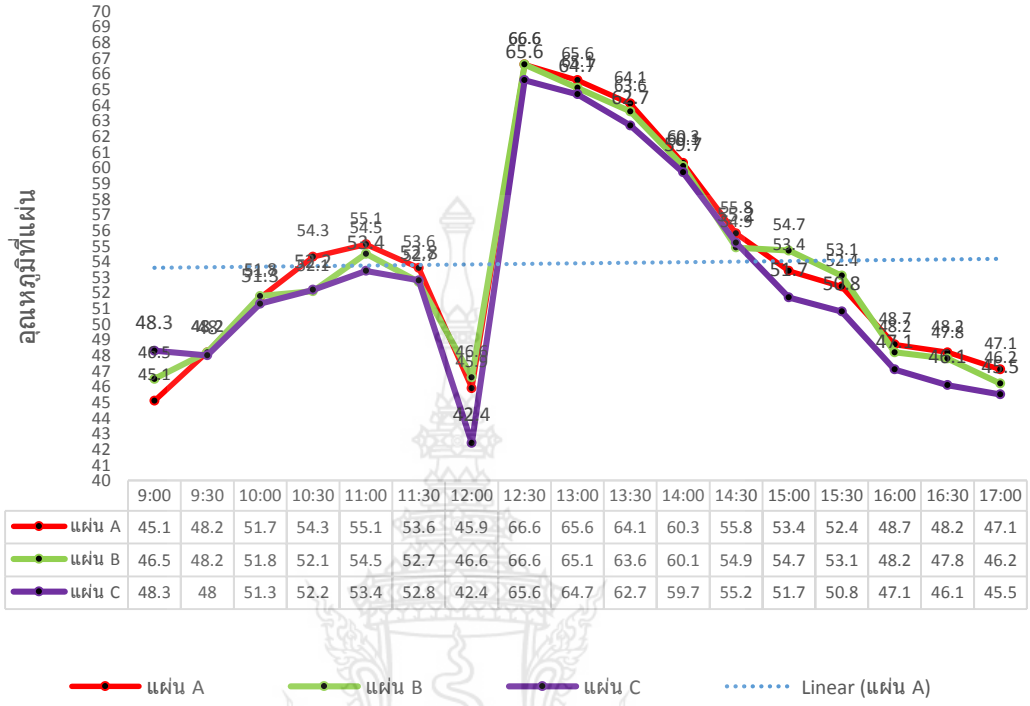
	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00
แผ่นผู้ผลิต A	65.2	133.7	114.3	110.4	141.8	154.8	46.7	165.8	138.7	153.1	112.5	31.1	25.11	17.3	16.5	15.8	15.5
แผ่นผู้ผลิต B	61.5	121.7	114.1	108.3	141.6	154.3	40.5	163.5	125.3	149.7	102.3	25.3	15.6	15.2	17.5	13.9	13.4
แผ่นผู้ผลิต C	74.9	135.4	115.3	118.7	155.4	156.2	74.2	167.4	143.5	164.7	118.5	46.5	28.7	24.1	21.6	20.7	20.1

ภาพ 4.6 กราฟเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่วัดได้ทั้ง 3 แผ่น



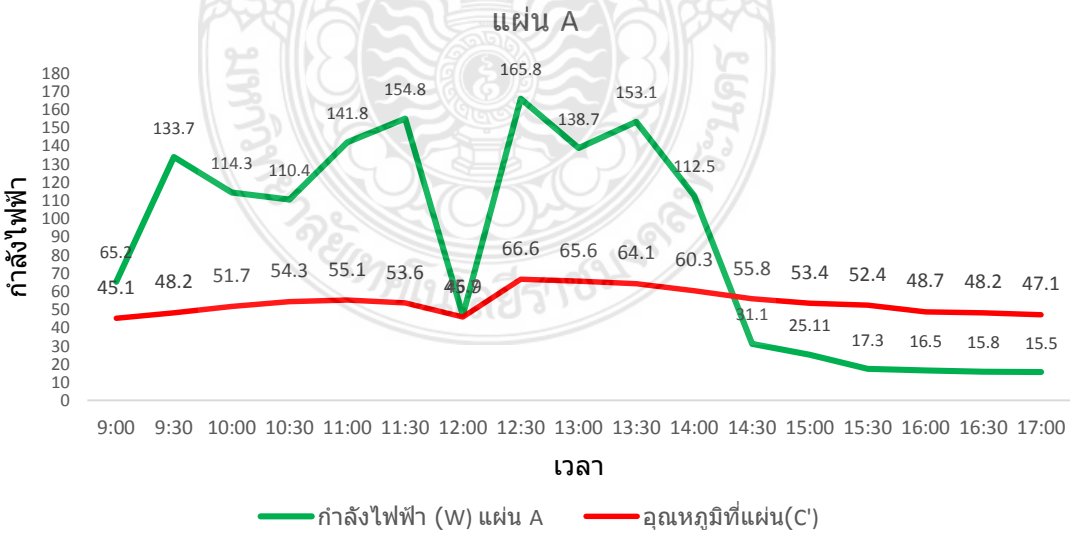
	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00
ความเข้มแสง lm	74,80	45,00	36,00	98,00	10,09	100,0	46,00	101,0	101,0	102,0	98,00	36,00	35,00	32,00	31,00	30,00	28,00

ภาพ 4.7 กราฟความเข้มแสงวันที่ทำการทดสอบ

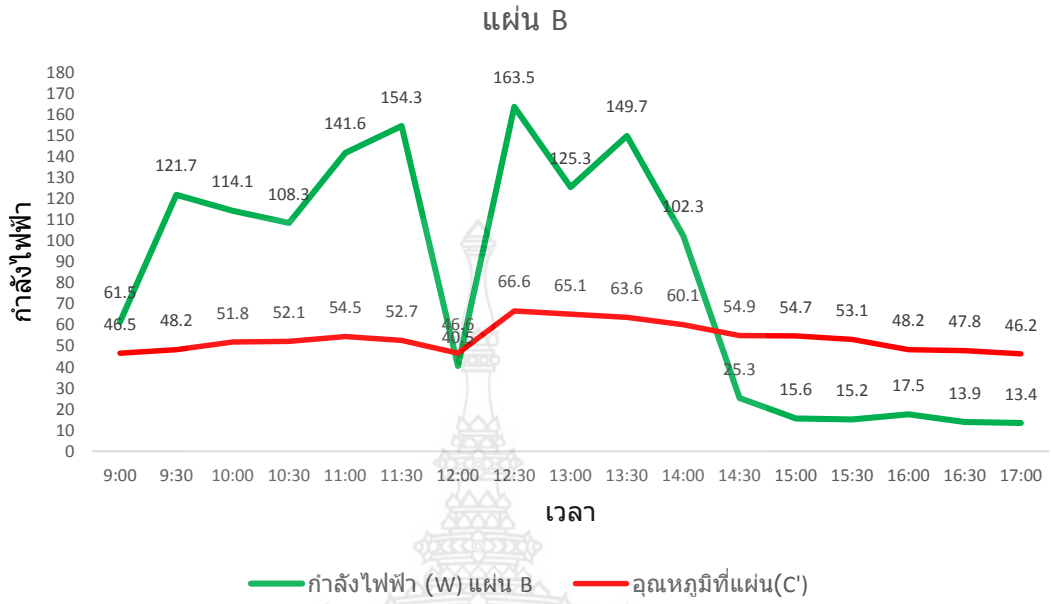


	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00
แผ่น A	45.1	48.2	51.7	54.3	55.1	53.6	45.9	66.6	65.6	64.1	60.3	55.8	53.4	52.4	48.7	48.2	47.1
แผ่น B	46.5	48.2	51.8	52.1	54.5	52.7	46.6	66.6	65.1	63.6	60.1	54.9	54.7	53.1	48.2	47.8	46.2
แผ่น C	48.3	48	51.3	52.2	53.4	52.8	42.4	65.6	64.7	62.7	59.7	55.2	51.7	50.8	47.1	46.1	45.5

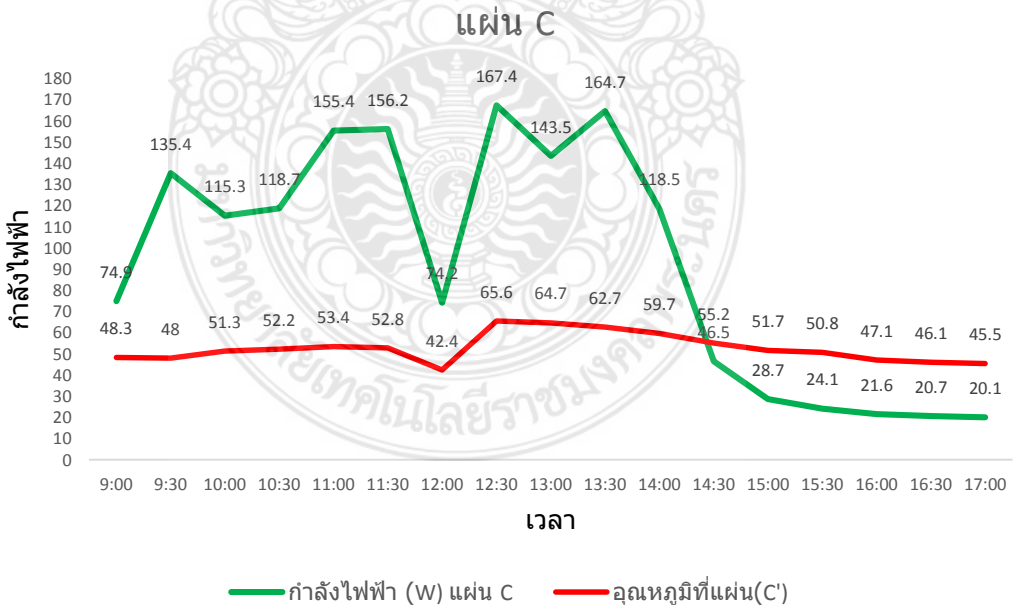
ภาพ 4.8 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยที่แผ่น



ภาพ 4.9 กราฟเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้ากับอุณหภูมิเฉลี่ยที่แผ่น A



ภาพ 4.10 กราฟเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้ากับอุณหภูมิเฉลี่ยที่แผ่น B



ภาพ 4.11 กราฟเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้ากับอุณหภูมิเฉลี่ยที่แผ่น C

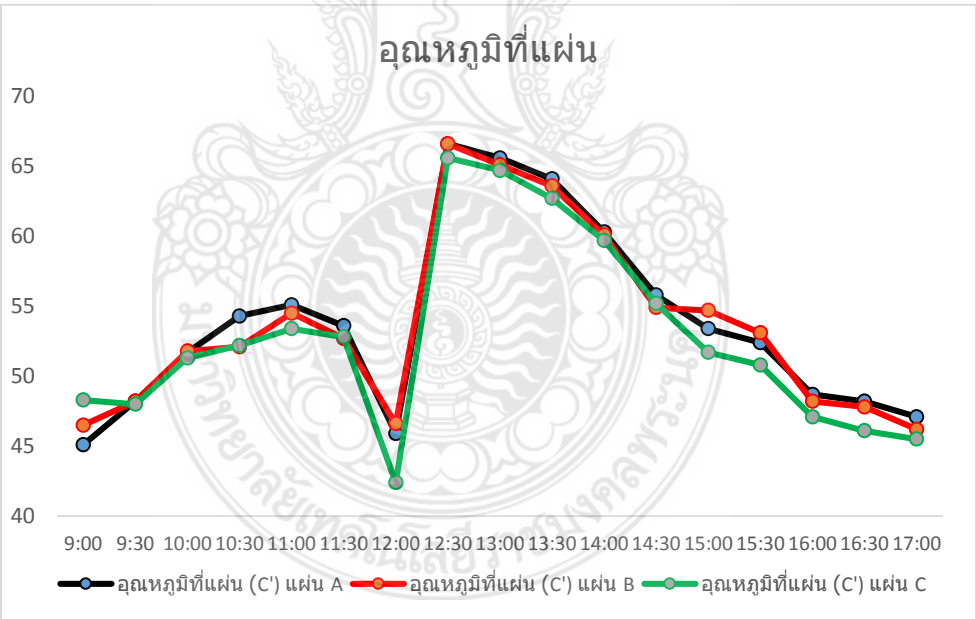
ตาราง 4.5 ตารางเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยที่แผ่น

ตารางเปรียบเทียบ อุณหภูมิที่แผ่น

เวลา(TIME)	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	ค่าเฉลี่ย
อุณหภูมิที่แผ่น (C') แผ่น A	45.1	48.2	51.7	54.3	55.1	53.6	45.9	66.6	65.6	64.1	60.3	55.8	53.4	52.4	48.7	48.2	47.1	**53.888**

เวลา(TIME)	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	ค่าเฉลี่ย
อุณหภูมิที่แผ่น (C') แผ่น B	46.5	48.2	51.8	52.1	54.5	52.7	46.6	66.6	65.1	63.6	60.1	54.9	54.7	53.1	48.2	47.8	46.2	**53.688**

เวลา(TIME)	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	ค่าเฉลี่ย
อุณหภูมิที่แผ่น (C') แผ่น C	48.3	48	51.3	52.2	53.4	52.8	42.4	65.6	64.7	62.7	59.7	55.2	51.7	50.8	47.1	46.1	45.5	**52.794**



ภาพ 4.12 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิเฉลี่ยที่แผ่น

จากผลการวิจัยได้นำข้อมูลทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ยของแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์แต่ละยี่ห้อและสรุปออกมาเป็นดังนี้จากตาราง 4.1 ในการจ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสตรงจากแผง A จ่ายได้ 29.60 V จากแผง B จ่ายได้ 29.19 V จากแผง C จ่ายได้ 30.20 V จาก

ตาราง 4.1 ในการจ่ายกระแสไฟฟ้ากระแสตรงจากแผง A จ่ายได้ 2.72 A จากแผง B จ่ายได้ 2.63 A จากแผง C จ่ายได้ 3.02 A จากตาราง 4.1 ในการจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรงจากแผง A จ่ายได้ 85.78W จากแผง B จ่ายได้ 81.19 W จากแผง C จ่ายได้ 95.65 W จากตาราง 4.1ในการวัดอุณหภูมิที่แผ่นจากแผง A วัดได้ 53.88 ^{0}C จากแผง B วัดได้ 53.68 ^{0}C จากแผง C วัดได้ 52.79 ^{0}C ดังนั้นเมื่อพิจารณาผลโดยรวมแผงโซล่าเซลล์จากผู้ผลิต C เป็นแผงที่เหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่นี้มากที่สุดเนื่องจากสามารถให้แรงดันไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่จ่ายออกมาสูงกว่าจากผู้ผลิตอีก2 ยี่ห้อ และเมื่อเทียบกับความเข้มแสงที่ทำการทดสอบกลางแจ้งสภาพอากาศในช่วงเช้า 9.00 น.ถึง 11.30 น.เป็นช่วงเวลาที่ท้องฟ้าแจ่มใสและก่อนที่จะทีเมฆฝนในเวลา 15.30 น. ณ วันที่ทำการทดลองในเวลาที่ฟ้ามืดครึ้ม พบว่า แผ่นจากผู้ผลิต C ยังให้แรงดันไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าสูงกว่าอีก 2 ยี่ห้อ จากกราฟเวลา 12.00 น. มีเมฆเคลื่อนเข้ามาบังตรงที่ตั้งแผงพอดีจึงทำให้ค่าทุกอย่างลดลงทั้งหมดแต่แผ่นจากผู้ผลิต C ยังให้กำลังไฟฟ้าสูงที่สุดอยู่ จึงทำให้แผงโซล่าเซลล์จากผู้ผลิต C จึงเหมาะที่จะเลือกใช้

บทที่ 5

อภิปรายผล

กระแสไฟเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มของแสง เมื่อความเข้มของแสงสูงกระแสที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะสูงขึ้นในขณะที่แรงดันไฟฟ้าหรือโวลต์แทบจะไม่แปรไปตามความเข้มของแสงมาก ความเข้มของแสงที่ใช้วัดเป็นมาตรฐานคือความเข้มของแสงที่วัดบนพื้นโลกในสภาพปลอดโปร่งปราศจากเมฆหมอกและวัดที่ระดับน้ำทะเลในสภาพที่แสงอาทิตย์ตั้งฉากกับพื้นโลก ความเข้มของแสงจะมีค่าเท่ากับ 100 Mw ต่อตารางเซ็นติเมตร หรือ 1000 W ต่อตารางเมตรโดยประมาณ กระแสไฟจะไม่แปรตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป ส่วนกำลังไฟฟ้าที่ได้จากแผ่นขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงอาทิตย์ ในขณะที่แรงดันไฟฟ้า จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วทุกๆ 1 ^{0}C ที่เพิ่มขึ้น จะทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลง 0.5% เมื่อแรงดันไฟฟ้าลดลงทำให้กำลังไฟฟ้าลดลงไปด้วย และในกรณีของแผงโซล่าเซลล์มาตรฐานที่ใช้กำหนดประสิทธิภาพของแผงแสงอาทิตย์ คือ ณ อุณหภูมิ 25 ^{0}C ซึ่งเป็นค่าที่ทำการทดสอบในห้องแลบ แต่ในการใช้งานจริงนั้น ภูมิประเทศของประเทศไทยซึ่งอยู่ในเขตร้อนชื้นอุณหภูมิที่แผ่นเวลาใช้งานจะสูงกว่าการทดสอบในห้องแลบ ดังนั้นการวัดประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ไม่ได้ขึ้นอยู่ที่ความเข้มของแสงที่มีปัจจัยที่เกิดขึ้นจากเมฆบังเพียงอย่างเดียว ในขณะที่ไม่มีเมฆบังความเข้มแสงตามสภาพอากาศปลอดโปร่งจะทำให้ประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ในการผลิตกำลังไฟฟ้าสูงสุดแต่ในขณะเดียวกันความร้อนที่แผ่นสูงขึ้นทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลงและยังทำให้กำลังไฟฟ้าลดลงด้วย

ตาราง 5.1 ตารางเปรียบเทียบอุณหภูมิที่แผ่นและค่าเฉลี่ยอุณหภูมิที่แผ่น

เวลา(TIME)	**ค่าเฉลี่ย**
อุณหภูมิที่แผ่น (C') แผ่น A	53.888
อุณหภูมิที่แผ่น (C') แผ่น B	53.688
อุณหภูมิที่แผ่น (C') แผ่น C	52.794

ตาราง 5.2 ตารางเปรียบเทียบแรงเคลื่อนไฟฟ้ากับอุณหภูมิ

แรงเคลื่อนไฟฟ้า (V)	9:00	9:30
แผ่นผู้ผลิต A	31.7	31.2

อุณหภูมิ ที่แผ่น (°C)	9:00	9:30
แผ่นผู้ผลิต A	45.1	48.2

จะเห็นว่าในเวลา 9:00 วัดได้ 31.7 V วัดอุณหภูมิได้ 45.1 °C ในเวลา 9:30 วัดได้ 31.2 V วัดอุณหภูมิได้ 48.2 °C อุณหภูมิต่างกัน 3.1 °C ดังนั้นอุณหภูมิเพิ่มขึ้นทุกๆ 1 °C แรงดันไฟฟ้าจะลดลง 0.5% จึงได้ค่า ดังนี้ 3.1 x 0.5% =1.55 % ดังนั้นลองนำค่าแรงดันไฟฟ้าตอน 9:00 น คูณกับแรงดันที่ลดลง 1.55 % = 0.49135 นำค่าที่ได้หักลบกับแรงดันที่วัดได้ตอน 9:00 น จะได้ค่าเท่ากับ 31.7 - 0.49135 เท่ากับ 31.208 ซึ่งตรงกับค่าที่วัดได้ตอน 9:30 น. ก่อนที่จะเลือกใช้แผงโซล่าเซลล์จะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของแผงที่ระบุไว้ในแผงแต่ละชนิดด้วยว่าใช้มาตรฐานอะไรเช่นแผงชนิดหนึ่งระบุว่า ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ 80 วัตต์ ที่ความเข้มแสง 1,200 W ต่อตารางเมตร ณ อุณหภูมิ 20 ^{0}C ขณะที่อีกชนิดหนึ่งระบุว่าให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ 75 วัตต์ ที่ความเข้มแสง 1,000 W ต่อตารางเมตร และอุณหภูมิมาตรฐาน 25 ^{0}C แล้ว จะพบว่าแผงที่ระบุว่าให้กำลังไฟฟ้า 80 W จะให้กำลังไฟฟ้าต่ำกว่าผู้ที่จะใช้แผงจึงต้องคำนึงถึงข้อกำหนดเหล่านี้ในการเลือกใช้แผงแต่ละชนิดด้วยข้อนี้สำคัญมากเกี่ยวข้องกับความสามารถในการผลิตกระแสไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์ของแต่ละชนิด และแหล่งพื้นที่ในการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์เพราะเกิดความเข้าใจผิดเป็นอย่างมากเกี่ยวกับการเลือกใช้ชนิดของแผงโซล่าเซลล์

บทที่ 6

สรุปผล

จากข้อมูลของมาตรฐานอุตสาหกรรมพบว่าในปัจจุบันมีโซล่าเซลล์ที่ผลิตและจำหน่ายในประเทศไทยได้การรับรองมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) เพียงแค่ 4 บริษัทเท่านั้นและได้ทำการศึกษาค้นคว้าวิธีการทดสอบหาประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ ในฐานข้อมูลของมาตรฐานอุตสาหกรรม ปรากฏว่าการทดสอบประสิทธิภาพแผงโซล่าเซลล์นั้นทำการทดสอบในห้องแลบในสภาวะแสงเทียมไม่ได้ทำการทดสอบภายใต้แสงจริงสภาวะแวดล้อมจริงภูมิประเทศที่จะติดตั้งจริง ทำให้การทดสอประสิทธิภาพแผงโซล่าเซลล์ในประเทศไทย เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดจะต้องผ่านให้ได้ แต่ไม่ได้ระบุว่าโซล่าเซลล์ที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดควรเป็นอย่างไรทำ ให้โซล่าเซลล์ที่มีจำหน่ายในตลาดทีประสิทธิภาพใกล้เคียงกันและใกล้เคียงกับที่ระบุไว้ที่แผ่น ทำให้ยากต่อการตัดสินใจที่จะเลือกใช้ และในการทดสอบตามมาตรฐานอุตสาหกรรมนั้นไม่สามารถทำการเปรียบเทียบกับยี่ห้ออื่นๆว่ายี่ห้อไหนมีประสิทธิภาพดีที่สุดได้ แต่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ต้องการสิ่งที่ดีที่สุด

ในการวิจัยนี่ได้ทำการทำการทดสอบแผงโซล่าเซลล์เพียง 3 ยี่ห้อเท่านั้น แต่ในตลาดแผงโซล่าเซลล์นั้นมีมากกว่า 10 ยี่ห้อ ถ้าผู้ที่จะทำโซล่าฟาร์มหรือโซล่ารูฟท็อป ทำการเลือกใช้แผงโซล่าเซลล์ตามแนวทางวิจัยนี้จะทำให้การตัดสินใจเลือกแผงโซล่าเซลล์ทีมีประสิทธิภาพทีดีที่สุดได้ตามความต้องการและคุ้มค่าในระยะยาว

บทที่ 7

การนำไปใช้งาน

7.1 การนำไปใช้ประโยชน์เชิงธุรกิจ

ธุรกิจโซลาเซลล์ หรือการผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ กำลังเป็นธุรกิจที่ได้รับความนิยมในประเทศไทยอยู่ในขณะนี้ และกลับมาเป็นที่นิยม เมื่อคณะรักษาความสงบแห่งชาติ (คสช.) เข้ามาแก้ปัญหา ส่งผลให้ผู้ประกอบการเริ่มมีความหวังกับการทำธุรกิจโซลาเซลล์อีกครั้ง ที่ผ่านมาปัญหาโซลาเซลล์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องมาหลายรัฐบาล ตั้งแต่ปี 2550 รัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ กำหนดเป้าหมายไว้ 500 เมกะวัตต์ เมื่อขายไฟฟ้าเข้าระบบปกติ จะได้รับเงินประมาณ 3 บาทต่อหน่วย นอกจากนี้รัฐบาลยังกำหนดให้เงินส่วนเพิ่มในการรับซื้อไฟฟ้า (แอดเดอร์) อีกในอัตรา 8 บาทต่อหน่วย ดังนั้น ทำให้ผู้ประกอบการที่ขายไฟฟ้าแสงอาทิตย์เข้าระบบจะได้รับเงินประมาณ 11 บาทต่อหน่วย แต่เนื่องจากต้นทุนการผลิตในช่วงนั้นยังมีราคาสูง เพราะต้องนำเข้าแผงโซลาเซลล์จากต่างประเทศ แต่ระยะเวลาต่อมา เมื่อเทคโนโลยีในต่างประเทศเริ่มพัฒนาขึ้นและเกิดความนิยมในหลายประเทศ เพราะเป็นพลังงานทดแทนที่สะอาด และช่วยลดการนำเข้าเชื้อเพลิง ในการผลิตไฟฟ้าจากต่างประเทศลงได้ ทำให้ต้นทุนเทคโนโลยีแผงโซลาเซลล์ของโลกเริ่มลดลง เป็นเหตุให้ผู้ประกอบการมาขอผลิตไฟฟ้าขายเข้าระบบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) กันจำนวนมาก รวมทั้งรัฐบาลในยุคนั้นมีนโยบายจะปรับลดแอดเดอร์ลง ทำให้ผู้ประกอบการยิ่งเร่งขอสัญญากันเพิ่มขึ้น จากความนิยมดังกล่าว ผลักดันให้รัฐบาล ปี 2553 ต้องประกาศเพิ่มเป้าหมายการผลิตไฟฟ้าแสงอาทิตย์จาก 500 เมกะวัตต์ เป็น 2,000 เมกะวัตต์ แต่ขณะเดียวกันก็ปรับลดแอดเดอร์ลงมาเหลือ 6.50 บาทต่อหน่วย ซึ่งเป็นช่วงเวลาเดียวกันกับการเกิดการปรับเปลี่ยนผลประโยชน์ในรูปแบบใหม่ คือ "เกิดการซื้อขายสัญญาการผลิตไฟฟ้า"จนเมื่อปี 2556 ยิ่งเกิดการยื่นขอทำสัญญาผลิตไฟฟ้าแสงอาทิตย์กันมากขึ้น จนทำให้รัฐบาลตัดสินใจประกาศเพิ่มเป้าหมายรับซื้อไฟฟ้าแสงอาทิตย์จาก 2,000 เมกะวัตต์ เป็น 3,000 เมกะวัตต์ โดยส่วนที่เพิ่มอีก 1,000 เมกะวัตต์นั้น จะเน้นการผลิตไฟฟ้าบนหลังคา (โซลารูฟท็อป) ซึ่งแบ่งให้กลุ่มบ้านเรือนที่อยู่อาศัยและโรงงานรวม 200 เมกะวัตต์ และอีก 800 เมกะวัตต์ให้โควตากับกลุ่มสหกรณ์ชุมชน

ดังนั้นในปี 2558 และปี 2559 จะเป็นปีทองของธุรกิจโซลาเซลล์ที่มีโอกาสเติบโตสูงมาก นอกจากนี้รัฐบาลยังมุ่งเน้นการส่งเสริมพลังงานทดแทนโดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์ ดังนั้น มีความเป็นไปได้สูงที่กระทรวงพลังงานจะปรับเพิ่มเป้าหมายการรับซื้อไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์จาก 4,500-5,000 เมกะวัตต์ ภายใน 10 ปีข้างหน้าด้วย ปัจจุบันเยอรมันมีการผลิตไฟฟ้าจากโซลาเซลล์ถึง 3 หมื่นเมกะวัตต์ โดยแบ่งเป็นแบบโซลารูฟท็อป 80% และโซลาฟาร์ม 20% ขณะที่ไทยปัจจุบันผลิตได้กว่า 1,300-1,400 เมกะวัตต์เท่านั้น ซึ่งยังมีศักยภาพเพิ่มได้อีกมากในอนาคต

7.2 งบประมาณการลงทุนและระยะเวลาคุ้มทุน

การผลิตไฟฟ้าโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์จะผลิตได้มากหรือน้อยเพียงใดขึ้นกับปริมาณความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ซึ่งกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ได้จัดทำขึ้นในปี 2542 โดยมหาวิทยาลัยศิลปากร ผลการวิจัยปรากฏว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยได้รับรังสีอาทิตย์ (ความเข้มแสง) สูงสุดระหว่างเดือนเมษายนและพฤษภาคม ซึ่งข้อมูลนี้ได้รับการสนับสนุนจากโซล่าฟาร์มที่ประสบความสำเร็จหลายๆที่ที่มีข้อมูลตรงกันโดยมีค่าอยู่ในช่วง 5.54 ถึง 6.65 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อวัน ดังนั้นหากระบบทำงานเต็มประสิทธิภาพจะได้กำลังไฟฟ้าทั้งหมดแต่โดยเฉลี่ยทั่วประเทศแล้วมีค่าเท่ากับ 5.04 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อตารางเมตร-วัน ยกตัวอย่างการคำนวณระบบ 3.6 kw ได้ดังนี้ 3.6 x 5.04 = 18.144 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมงต่อวัน นั่นคือ ในระบบ 3.6kw จะผลิตไฟได้ 18.14 หน่วย แต่ในความเป็นจริงจากข้อมูลโซล่าฟาร์มที่ประสบความสำเร็จ พบว่าระบบไม่สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ เนื่องจากสูญเสียพลังงานที่ควรจะได้ไปกับความร้อนและการติดตั้งระบบที่ไม่ถูกต้องนักทำให้เกิดความร้อนขึ้นในจุดเชื่อมต่อพลังงานที่สูญเสียไปจากการทำงานของอินเวอเตอร์และจุดอื่นๆ โดย Performance ratio (PR) เฉลี่ยอยู่ที่ 0.8 นั่นคือ ระบบสูญเสียพลังงานที่ควรจะผลิตได้ไปถึง 20 % จากปัจจัยดังกล่าว ทำให้ ระบบ 3.6kw ที่ควรผลิตไฟฟ้าได้เฉลี่ยต่อวันคือ 18.14 หน่วย จึงผลิตได้เพียง 80% หรือ 14.51 หน่วยเท่านั้นขึ้นอยู่กับฝีมือของผู้ติดตั้งว่าจะจัดการความสูญเสียของระบบนี้ไปได้อย่างไร แต่จากการทดสอบและการสอบถามผู้ที่เคยติดตั้งไปแล้วพบกว่าการผลิตไฟฟ้าไม่ต่ำกว่าเป้าหมายเฉลี่ยที่คำนวณไว้ข้างต้น หากเราผลิตไฟได้ 14.51 หน่วยต่อวัน หากขายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าเราจะผลิตไฟฟ้าขายได้ 14.51 x 5.66 = 82.120 บาทต่อวัน นั่นคือเราผลิตไฟฟ้าขายได้เดือนละ 2,463.6 บาทหรือปีละ 29,563 บาทโดยต้นทุนค่าใช้จ่ายอุปกรณ์พร้อมติดตั้งอยู่ที่ 210,000 บาท ดังนั้นจุดคุ้มทุนของระบบ 3.6kw = 210,000 /29,563 = 7.3 ปี หมายความว่า เมื่อครบ 7.3 ปี จะได้ระบบผลิตไฟฟ้าที่ติดอยู่ที่บ้านท่านฟรี มีมูลค่ากว่า 210,000 บาท และจะได้เงินจากการผลิตไฟฟ้าเพื่อขายคืนการไฟฟ้าอีก 17.7 ปี (ทำสัญญาขายให้การไฟฟ้า 25ปี) นั่นคือ 29,563 x 17.7 = 523,265 บาท แต่ทั้งนี้ต้องหักค่าเสื่อมประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์ออกเพราะแผงโซล่าเซลล์มีประสิทธิภาพต่ำลง 0.5 % ต่อปีหรือเมื่อครบ 25 ปีแล้วแผงจะผลิตไฟฟ้าได้ลดลงจากเดิมเฉลี่ย 12.5% นั่นเองจะขายไฟได้น้อยลง = 523,265 x 12.5/100 = 65,408 บาท หรือจะขายไฟฟ้าได้หลังจากที่คืนทุนแล้ว 523,265 – 65,408 = 457,857 บาท ดังนั้นหากลงทุนระบบ 3.6kw จะสามารถคืนทุนได้ระยะเวลาประมาณ 7 ปี และสร้างกำไรจากการขายไฟให้กับการไฟฟ้าได้อีก 457,857 บาท อายุการใช้งานของแผงโซล่าเซลล์ มีอายุการใช้งานมากกว่า 30 ปี ดังนั้นเมื่อถึงเวลาที่หมดสัญญาขายไฟให้กับการไฟฟ้า ก็สามารถนำไฟฟ้าที่ผลิตได้มาใช้ในครัวเรือนต่อไป

ข้อกำหนดของคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงานระบุว่า บ้านที่อยู่อาศัยขนาดกำลังการผลิตติดตั้งต้องไม่เกิน 10 กิโลวัตต์ (1 หมื่นวัตต์) ดังนั้นหากใครต้องการลงทุนโซลารูฟท็อปว่าต้องติดตั้งไม่เกินกี่แผงคิดง่ายๆ คือ 1 แผงคิดเป็นประมาณ 300 วัตต์ ดังนั้นการติดตั้งต้องไม่เกิน 33 แผง ซึ่งปัจจุบันที่บ้านของเขาติดตั้งตามโควตาสูงสุดที่กำหนดคือ กว่า 30 แผง

ตาราง 7.1 ภาพตารางการประเมินต้นทุนระบบไฟฟ้าแสงอาทิตย์แบบ GRID TIE

ประเมินต้นทุนระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ GRID TIE

ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรง		รวม	หมายเหตุ
				ราคาต่อหน่วย	ราคารวม	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม		
1	GRIDTIE INVERTER 1500W	1	SET	18,600	18,600	1,500	1,500	20,100	
2	โซล่าเซลล์ 300 W	4	SET	7,600	30,400	200	800	31,200	คิดประสิทธิภาพที่ 80% ของกำลังไฟสูงสุด
3	SUPPORT&HANGING	1	LOT	3,000	3,000	3,000	3,000	6,000	
4	MCB&WIRING	1	LOT	3,000	3,000	3,000	3,000	6,000	
	TOTAL				55,000		8,300	63,300	

ต้นทุน ระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิต ขนาด 1500 W 63,300

ต้นทุน ระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิต ขนาด 1000 W 52,600

ต้นทุน ระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิต ขนาด 1 W 52

ตาราง 7.2 ภาพตารางการประเมินต้นทุนระบบไฟฟ้าแสงอาทิตย์แบบ OFF GRID

ประเมินต้นทุนระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ระบบ OFF GRID

ที่	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ		ค่าแรง		รวม	หมายเหตุ
				ราคาต่อหน่วย	ราคารวม	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม		
1	INVERTER 1500W	1	SET	3,800	3,800	1,500	1,500	5,300	แบบ MODIFY SINE WAVE
2	โซล่าเซลล์ 300 W	4	SET	7,600	30,400	200	800	31,200	
3	Solar Charge Controller	1	SET	3,200	3,200	200	200	3,400	
4	Battery Deep Cycle 125A	2	SET	5,200	10,400	200	400	10,800	
5	SUPPORT&HANGING	1	LOT	3,000	3,000	3,000	3,000	6,000	
6	MCB&WIRING	1	LOT	3,000	3,000	3,000	3,000	6,000	
	TOTAL				53,800		8,900	62,700	

ใช้กับกำลังไฟฟ้า 500 W ใช้งานได้ 8 ชั่วโมง

คิดที่ การใช้งาน 70% ของแบตเตอรี่

ต้นทุน ระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตแบบ ออฟกริด ขนาด 1500 W 62,700

ตาราง 7.3 ภาพตารางการคำนวณค่าใช้จ่ายเบื้องต้นสำหรับลงทุนติดตั้งโซล่าเซลล์

ROOFTOP PV Fact Sheet			
1.เงินลงทุนในระบบ	63,000 บาท/kw_p		
2.ขนาดพื้นที่ที่ต้องการอย่างน้อย	7 m^2 / kw_p		
3.น้ำหนักของแผง	83 kg / kw_p (12kg/m^2)		
4.พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้เฉลี่ยต่อ 1 kw_p ของแผง	1,300 kWh / kW_p / y(หน่วยต่อปี) หรือ 108kWh / kW_p/m (หน่วยต่อเดือน)		
5.การสนับสนุน	บ้านอยู่อาศัย	อาคารธุรกิจขนาดเล็ก	อาคารธุรกิจขนาดกลาง-ใหญ่/โรงงาน
อัตราค่าไฟ Feed InTariff(บาท/หน่วย)	5.66	5.66	5.66
ค่าไฟฟ้าที่ได้รับ(บาท/kw_p / ปี)	7,358	7,358	7,358

ตัวอย่าง	บ้านอยู่อาศัย	อาคารธุรกิจขนาดเล็ก	อาคารธุรกิจขนาดกลาง-ใหญ่/โรงงาน
ติดตั้งระบบ ROOftop PV ขนาด	5 kW_p	200 kW_p	1,000 kW_p
ใช้พื้นที่ติดตั้งอย่างน้อยประมาณ	35 m^2	1,400 m^2	7,000 m^2 (4.375 ไร่)
น้ำหนักแผงรวม	414 kg	16,552 kg (16.5ตัน)	82759 kg(83ตัน)
เงินลงทุน	315,000 บาท	11,970,000 บาท	56,700,000 บาท
พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อปี	6,500 หน่วย/ปี	260,000 หน่วย/ปี	1,300,000 หน่วย/ปี
รายรับจากการจำหน่ายไฟฟ้าต่อปี	36,790 บาท/ปี	1,471,600 บาท/ปี	7,358,000 บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุน	8 ปี 6 เดือน	8 ปี 1 เดือน	7 ปี 7 เดือน

ตาราง 7.3 นี้เป็นการควนวนการลงทุนโซล่า Rooftop ตั้งแต่บ้านที่อยู่อาศัยธรรมดาจนกระทั่งถึงอาคารธุรกิจโรงงานขนาดใหญ่ ซึ่งยังมีปัจจัยในเรื่องการเลือกวัสดุอื่นๆที่จะใช้งานอีกหลายอย่างโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่จะต้องลงทุนสูงคือ แผงโซล่าเซลล์ ซึ่งในปัจจุบันแผงโซล่าเซลล์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดของประเทศไทยมีมากมายหลายชนิด หลายยี่ห้อทั้งนำเข้าและมีโรงงานผลิตเองในประเทศไทย จึงทำให้การตัดสินใจเลือกซื้อแผงโซล่าเซลล์ในจำนวนมากๆนั้นจะต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์เป็นหลักและประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ยังเป็นตัวกำหนดความคุ้มค่าและระยะเวลาคืนทุนอีกด้วยการประมาณราคาดังกล่าวยังไม่ได้คิดค่าบำรุงรักษา

หลังจากทำการทดสอบแล้วได้นำอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบเอาไปให้ความรู้ในสถานที่ที่ไฟฟ้าเข้ายังไม่ถึงโดยการนำโซล่าเซลล์ที่ทำการทดสอบไปติดตั้งสำหรับสูบน้ำสำหรับใช้ในชีวิตประจำวันและทำการเกษตรที่อุทยานแห่งแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งแต่เดิมชาวบ้านในป่าต้นน้ำทำการเกษตรโดยใช้ pump ที่เป็นเครื่องยนต์ สูบน้ำจากแม่น้ำ ลำธาร ซึ่งอยู่ด้านล่างของที่พักอาศัยและที่ที่ทำการเกษตรโดยทำการใช้ pump สูบน้ำ 3 ครั้งใน 1 วัน ใช้น้ำมันวันละ 250 บาท จึงนำโซล่าเซลล์ขนาด 250 w จำนวน 2 แผง จ่ายไฟฟ้าตรงผ่านตู้ control สั่ง pump ทำงานโดยใช้ timer ควบคุมให้ pump ทำงานเป็นเวลา 3 ช่วงโดยไม่ต้องเสียเวลาไป start pump และไม่ต้องเสียค่าน้ำมันโดยใช้เงินลงทุนประมาณ 30,000 บาท จากการใช้น้ำมัน start pump ทุกวัน วันละ 250 บาท ทำให้ใช้เวลาคืนทุน ในเวลา 3 เดือน ซึ่งเป็นที่พอใจแก่ชาวบ้านละแวกนั้นเป็นอย่างมาก ตามภาพ 7.8 ถึง 7.18

ตาราง 7.4 ภาพตารางรายระเอียดข้อมูลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันและระยะเวลาคืนทุน SOLAR ROOF TOP ขนาด 1Kw

ติดตั้งระบบ R00f top PV ขนาด 1 KW				
year	in flow	out flow	net c.f.	ACC NET CF
0		63000.00	63000.00	63000.00
1	7358.00		7,358.00	55642.00
2	7358.00		7,358.00	48284.00
3	7358.00		7,358.00	40926.00
4	7358.00		7,358.00	33568.00
5	7358.00		7,358.00	26210.00
6	7358.00		7,358.00	18852.00
7	7358.00		7,358.00	11494.00
8	7358.00		7,358.00	4136.00
9	7358.00		7,358.00	3222.00
10	7358.00		7,358.00	10580.00
11	7358.00		7,358.00	17,938.00
12	7358.00		7,358.00	25,296.00
13	7358.00		7,358.00	32,654.00
14	7358.00		7,358.00	40,012.00
15	7358.00		7,358.00	47,370.00
16	7358.00		7,358.00	54,728.00
17	7358.00		7,358.00	62,086.00
18	7358.00		7,358.00	69,444.00
19	7358.00		7,358.00	76,802.00
20	7358.00		7,358.00	84,160.00

NPV = 47,214.68
IRR = 9.92%
NFV= 60,438.79

8 = 4136.00
x = 0
9 = 3222.00

$$PB = \frac{x-8}{9-8} = \frac{0-(-4136)}{3222-(-4136)}$$

$$\frac{x-8}{9-8} = \frac{4136}{7358}$$

$$x = 8+ (4136/7358)$$

$$x = 8.56$$

ระยะเวลาคืนทุนของการติดตั้ง SOLAR ROOF TOP ขนาด 1Kw เท่ากับ 8.56 ปี

ตาราง 7.5 ภาพตารางรายระเอียดข้อมูลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันและระยะเวลาคืนทุน SOLAR ROOF TOP ขนาด 5Kw

ติดตั้งระบบ R00f top PV ขนาด 5 KW				
year	in flow	out flow	net c.f.	ACC NET CF
0		315000.00	315000.00	315000.00
1	36,790.00		36,790.00	278210.00
2	36,790.00		36,790.00	241420.00
3	36,790.00		36,790.00	204630.00
4	36,790.00		36,790.00	167840.00
5	36,790.00		36,790.00	131050.00
6	36,790.00		36,790.00	94260.00
7	36,790.00		36,790.00	57470.00
8	36,790.00		36,790.00	20680.00
9	36,790.00		36,790.00	16,110.00
10	36,790.00		36,790.00	52,900.00
11	36,790.00		36,790.00	89,690.00
12	36,790.00		36,790.00	126,480.00
13	36,790.00		36,790.00	163,270.00
14	36,790.00		36,790.00	200,060.00
15	36,790.00		36,790.00	236,850.00
16	36,790.00		36,790.00	273,640.00
17	36,790.00		36,790.00	310,430.00
18	36,790.00		36,790.00	347,220.00
19	36,790.00		36,790.00	384,010.00
20	36,790.00		36,790.00	420,800.00

NPV = 236,073.41
IRR = 9.92%
NFV= 302,193.93

$$PB = \frac{x-8}{9-8} = \frac{0-(-2068)}{16110-(-20680)}$$

$$\frac{x-8}{9-8} = \frac{20680}{36790}$$

$$x = 8+ (20680/36790)$$

$$x = 8.56$$

ระยะเวลาคืนทุนของการติดตั้ง SOLAR ROOF TOP ขนาด 5Kw เท่ากับ 8.56 ปี

ตาราง 7.6 ภาพตารางรายระเอียดข้อมูลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันและระยะเวลาคืนทุน SOLAR ROOF TOP ขนาด 200 Kw

ติดตั้งระบบ R00f top PV ขนาด 200 KW				
year	in flow	out flow	net c.f.	ACC NET CF
0		11970000.00	11970000.00	11970000.00
1	1,471,600.00		1,471,600.00	10498400.00
2	1,471,600.00		1,471,600.00	9026800.00
3	1,471,600.00		1,471,600.00	7555200.00
4	1,471,600.00		1,471,600.00	6083600.00
5	1,471,600.00		1,471,600.00	4612000.00
6	1,471,600.00		1,471,600.00	3140400.00
7	1,471,600.00		1,471,600.00	1668800.00
8	1,471,600.00		1,471,600.00	197200.00
9	1,471,600.00		1,471,600.00	1274400.00
10	1,471,600.00		1,471,600.00	2,746,000.00
11	1,471,600.00		1,471,600.00	4,217,600.00
12	1,471,600.00		1,471,600.00	5,689,200.00
13	1,471,600.00		1,471,600.00	7,160,800.00
14	1,471,600.00		1,471,600.00	8,632,400.00
15	1,471,600.00		1,471,600.00	10,104,000.00
16	1,471,600.00		1,471,600.00	11,575,600.00
17	1,471,600.00		1,471,600.00	13,047,200.00
18	1,471,600.00		1,471,600.00	14,518,800.00
19	1,471,600.00		1,471,600.00	15,990,400.00
20	1,471,600.00		1,471,600.00	17,462,000.00

NPV = 10,072,936.50
IRR = 10.68%
NFV= 12,894,210.33

$$PB = \frac{x-8}{9-8} = \frac{0-(-197200)}{1274400-(-197200)}$$

$$\frac{x-8}{9-8} = \frac{197200}{1471600}$$

$$x = 8+ (197200/1471600)$$

$$x = 8.13$$

ระยะเวลาคืนทุนของการติดตั้ง SOLAR ROOF TOP ขนาด 200Kw เท่ากับ 8.13 ปี

ตาราง 7.7 ภาพตารางรายระเอียดข้อมูลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันและระยะเวลาคืนทุน SOLAR ฟาร์ม ขนาด 1MKw

ติดตั้งระบบโซล่าฟาร์ม ขนาด 1 Mk				
year	in flow	out flow	net c.f.	ACC NET CF
0		56,700,000.00	56700000.00	56700000.00
1	7,358,000.00		7,358,000.00	49342000.00
2	7,358,000.00		7,358,000.00	41984000.00
3	7,358,000.00		7,358,000.00	34626000.00
4	7,358,000.00		7,358,000.00	27268000.00
5	7,358,000.00		7,358,000.00	19910000.00
6	7,358,000.00		7,358,000.00	12552000.00
7	7,358,000.00		7,358,000.00	5194000.00
8	7,358,000.00		7,358,000.00	2164000.00
9	7,358,000.00		7,358,000.00	9,522,000.00
10	7,358,000.00		7,358,000.00	16,880,000.00
11	7,358,000.00		7,358,000.00	24,238,000.00
12	7,358,000.00		7,358,000.00	31,596,000.00
13	7,358,000.00		7,358,000.00	38,954,000.00
14	7,358,000.00		7,358,000.00	46,312,000.00
15	7,358,000.00		7,358,000.00	53,670,000.00
16	7,358,000.00		7,358,000.00	61,028,000.00
17	7,358,000.00		7,358,000.00	68,386,000.00
18	7,358,000.00		7,358,000.00	75,744,000.00
19	7,358,000.00		7,358,000.00	83,102,000.00
20	7,358,000.00		7,358,000.00	90,460,000.00

NPV = 53,514,682.50
IRR = 11.51%
NFV= 68,503,317.96

$$PB = \frac{x-7}{8-7} = \frac{0-(-5194000)}{2164000-(-5194000)}$$

$$\frac{x-7}{8-7} = \frac{5194000}{7358000}$$

$$x = 7+ (5194000/7358000)$$

$$x = 7.71$$

ระยะเวลาคืนทุนของการติดตั้ง SOLAR ฟาร์ม ขนาด 1Mkw เท่ากับ 7.71 ปี

การคำนวณการลงทุนและจุดคุ้มทุนข้างเป็นการคำนวณจากมาตรฐานการผลิตกระแสไฟฟ้าของแผ่นยี่ห้อนั้นๆในท้องตลาดซึ่งค่าเฉลี่ยระบุไว้ที่แผ่นไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ถ้าจะทำการลงทุนในการติดตั้ง โซล่า ROOF TOP หรือโซล่าฟาร์ม ควรจะทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผ่นแต่ละยี่ห้อให้แน่ใจก่อนที่จะตัดสินใจ หรือจะใช้การทดสอบของงานวิจัยนี้เป็นแนวทางในการหาประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์

ตาราง 7.8 ภาพตารางค่าเฉลี่ยกำลังไฟฟ้าที่ได้จากการทดลอง

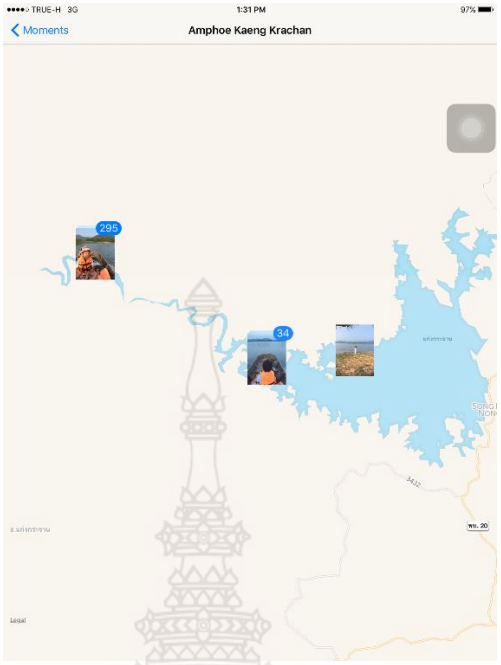
กำลังไฟฟ้า(W)	ค่าเฉลี่ย
แผ่น A	**85.783**
แผ่น B	**81.394**
แผ่น C	**93.288**

ยกตัวอย่างหลังจากได้ผลการทดลองแล้ว มาคำนวณความแตกต่างของประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าของแผ่นโซล่าเซลล์แต่ละแผ่นคือ ถ้าเราให้ แผ่น A B C เป็นโซล่าฟาร์ม ผู้ผลิตไฟฟ้าขนาด 1 MW ผลจากการทดสอบได้จากค่าเฉลี่ยการผลิตกำลังไฟฟ้า C ผลิตได้มากกว่า A B ประมาณ 10% /hr มีค่า = 100kw / hr การไฟฟ้า สนับสนุนค่าไฟ ให้ 5.66 บาท / kw =100 x 5.66 = 566 บาท /hr คิดผลิตไฟฟ้าเพียงวันละ 5 hr จะได้ = 566 x 5 = 2,830 บาทต่อวัน ถ้าในเวลา 1 ปี = 2,830 x 365 = 1,032,950 บาทต่อปี

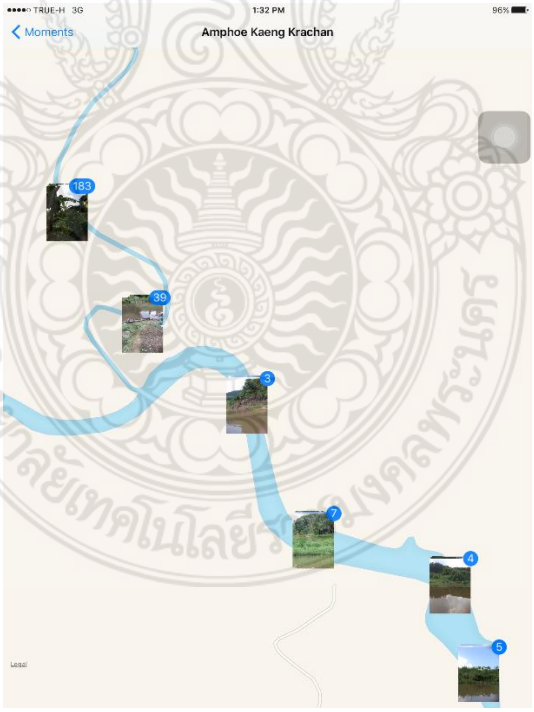
จากการคำนวณแล้วแผ่น C จะขายไฟให้กับการไฟฟ้ามากกว่าแผ่น A และแผ่น C เป็นจำนวนเงินถึง กว่า 1 ล้านบาทต่อปี จะเห็นได้ว่าความแตกต่างของประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของแผ่นโซล่าเซลล์ เพียงเล็กน้อยมีผลต่อมูลค่าที่จะได้รับต่อปี และยังทำให้ระยะเวลาคืนทุนสั้นลงอีกด้วย

ภาพ 7.1 การใช้ pump แบบเครื่องยนต์สูบน้ำตามริมแม่น้ำ 1

ภาพ 7.2 การใช้ pump แบบเครื่องยนต์สูบน้ำตามริมแม่น้ำ 2



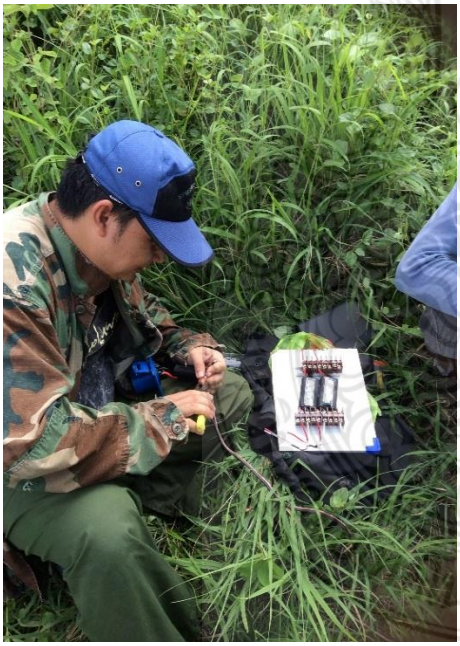
ภาพ 7.3 แผนที่การเดินทางเข้าไปติดตั้งโซล่าเซลล์ 1



ภาพ 7.4 แผนที่การเดินทางเข้าไปติดตั้งโซล่าเซลล์ 2

ภาพ 7.5 บ้านที่ทำการติดตั้ง

ภาพ 7.6 โซล่าเซลที่ทำการติดตั้ง



ภาพ 7.7 การเข้าสายไฟฟ้า

ภาพ 7.8 การวัดค่าที่หลังจากเข้าสาย

ภาพ 7.9 การทดลอง pump น้ำ

ภาพ 7.10 ใช้ Timer ควบคุมแบบ 24 ชั่วโมง

ภาพ 7.11 การวัดอุณหภูมิที่แผ่น 1

ภาพ 7.12 การวัดอุณหภูมิที่แผ่น 2

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน. 2556. **สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://projectwre.eng.chula.ac.th/watercu_eng/sites/default/files/publication/wis.pdf, 7 กันยายน 2558

ไกรสร อัญชลีวรพันธุ์. 2555. **มาตรฐานเซลล์แสงอาทิตย์และอุปกรณ์ประกอบศูนย์ทดสอบผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอีเล็กทรอนิกส์.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.ptec.or.th/new/pdf/knowledge/10.pdf, 7 กันยายน 2558

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.**กราฟและสถิติกำลังการผลิตไฟฟ้า**. 2557. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=77&Itemid=200, 7 กันยายน 2558

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.**ข้อมูลการสำรวจสภาพภูมิประเทศในการติดตั้งโซล่าเซลล์**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.dede.go.th/main.php?filename=index, 17 กันยายน 2558

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2557. **รายงานการใช้พลังงานทดแทนของประเทศไทย**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.webkc.dede.go.th/testmax/node?page=1, 17 กันยายน 2558

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน. **คู่มือเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www4.dede.go.th/dede/fileadmin/usr/bose/document/3_solar_dryers_manual.pdf, 1 กันยายน 2558

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก www.dede.go.th, 30 สิงหาคม 2558

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2554. **รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการปรับปรุงแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์จากภาพถ่ายดาวเทียมสำหรับประเทศไทย**. สำนักพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงานร่วมกับ หน่วยวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2553. **ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก (Greenhouse solar crop dryer)**. สำนักพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ร่วมกับหน่วยวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

จัตตุฤทธิ์ ทองปรอน. 2547. **การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพไฟฟ้าของการเชื่อมต่อระบบแผงโซล่าเซลล์กับระบบจำหน่าย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน). คณะพลังงานและวัสดุ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ณัฐพล วงศ์เยาว์. 2546. **การการศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยโซล่าเซลล์แบบเชื่อมต่อระบบจำหน่ายเนื่องจากปัจจัยจากเมฆ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน). คณะพลังงานและวัสดุ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ไทยโซล่าฟิวเจอร์. 2556. **ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.thaisolarfuture.com, 1 กันยายน 2558

บรรจบ สุขประภาภรณ์. **พลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์และการออกแบบโซลาเซลล์.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก www.ind.cru.in.th/articleind/33.pdf, 17 กันยายน 2558

บัณฑูร เวียงมูล. 2538 .**ระบบทดสอบโซล่าเซลล์กลางแจ้งมาตรฐานออสเตรเลีย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน). คณะพลังงานและวัสดุ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม. 2549. **รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาและการใช้เทคโนโลยีเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย**. บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม. 2549. **รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาและการใช้เทคโนโลยีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย**. บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม. 2549. **รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาและการใช้เทคโนโลยีเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย**.บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้าน พลังงานและสิ่งแวดล้อม. 2549. **รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาและการใช้เทคโนโลยีเครื่องทำ ความเย็นพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Absorption Cooling Technology)**. บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก www.efe.or.th, 30 สิงหาคม 2558

สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก www.boi.go.th, 1 กันยายน 2558

วัฒนพงษ์ รักษ์วิเชียร. 2550. **เทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียน.** วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สามารถ วงษ์ฤทธิ์. 2553. **การวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทยโดยใช้ฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแผนที่ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์.** ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สิริชัย ปัญญาสมาธิ. 2548. **การปรับปรุงประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน). คณะพลังงานและวัสดุ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก www.tgo.or.th, 1 กันยายน 2558

อุมารินทร์ แสงพานิช. 2545. **การศึกษาคุณภาพกำลังไฟฟ้าของระบบโซล่าเซลล์ที่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงอาทิตย์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน). คณะพลังงานและวัสดุ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

Edward C. Kern et al. 1989. **ได้ทำงานวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบของเมฆที่มีผลต่อระบบโซล่าเซลล์แบบเชื่อมต่อระบบจำหน่ายของรัฐMassachusetts**. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก. http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=4310752, 30 สิงหาคม 2558

Public Services Company of Oklahoma (PSO). 1988. **ได้ทำงานวิจัยในส่วนของผลิตอระดับแรงดันที่เกดขึ้นเมื่อมีระบบโซล่าเซลล์แบบเชื่อมต่อสายจำหน่ายแบบกระจาย.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.ieee.org/index.html, 30 สิงหาคม 2558

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Tsuyoshi Hayase et al. 1999. **ศึกษาถึงวิธการประมาณค่าของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากระบบโซล่าเซลล์แบบเชื่อมต่อสายจำหน่าย.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eej.20723/abstract, 30 สิงหาคม 2558

Ward Jewell and R.Ramakumar. 1987. **ระบุผลกระทบต่อระบบโซล่าเซลล์เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสง**.[ออนไลน์] เข้าถึงได้ http://www.ieee.org/index.html, 30 สิงหาคม 2558

Ward T. Jewell. 1990. **วิเคราะห์จำนวนการติดตั้งระบบโซล่าเซลล์แบบเชื่อมต่อสายจำหน่ายในหนึ่งระบบจำหน่าย.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=50805&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fiel5%2F60%2F1859%2F00050805.pdf%3Farnumber%3D50805, 30 สิงหาคม 2558

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก เอกสารตีพิมพ์

ภาคผนวก ข หนังสือตอบรับการตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการ

ภาคผนวก ค แนวทางขั้นตอนการทดสอบเพื่อเลือกใช้โซล่าเซลล์ที่ดีที่สุด

ภาคผนวก ก
เอกสารตีพิมพ์

การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานทางวิศวกรรม
นวัตกรรมและการจัดการอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน ครั้งที่ 4 ประจำปี 2558

การเลือกใช้โซล่าเซลล์ที่มีประสิทธิภาพให้เหมาะสมกับการใช้งาน ในภูมิประเทศเขตร้อนชื้น

A Selection of the highest Effective Solar Cell Technology for Using in Tropical Regions

อรรณพ จุนไพจิตร[1], สุรเชษฐ เดชฟุ้ง[2], สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ[2]

[1] บริษัท เอส .อี. เอ็น. ที.วิศวกรรม จำกัด

e-mail : Aunnop_sent@hotmail.com

[2] สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถนนประชาราษฎร์ 1 เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

บทคัดย่อ

ประสิทธิภาพโซล่าเซลล์ที่มีจำหน่ายในประเทศไทยมีความแตกต่างกันปัจจุบันนี้มีการใช้งานโซล่าเซลล์ในอุตสาหกรรม ในชุมชนและบ้านพักอาศัย มากกว่า 10 ยี่ห้อ แต่ว่ายังไม่เคยมีการศึกษาตรวจสอบและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของโซล่าเซลล์ งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาโซล่าเซลล์ที่มีจำหน่ายในประเทศไทย 3 ยี่ห้อ และศึกษาพื้นที่ความเข้มแสงในประเทศไทย ทำการติดตั้งและทดสอบโดยใช้การวัดค่าและจดบันทึกแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้ากำลังไฟฟ้า อุณหภูมิที่แผ่น ของโซล่าเซลล์แต่ละยี่ห้อกลางแจ้ง และ ตรวจสอบปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์เมื่ออุณหภูมิสูง ประสิทธิภาพโซล่าเซลล์ในเวลาฟ้าสลัวหรือสภาพอากาศที่มีฝนตก ทำการรวบรวมค่าเฉลี่ยและใช้เทคนิคควบคุมกระบวนการทางสถิติประเภทแผนภูมิควบคุมผลรวมสะสม มาเป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ผลการวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ย ในการจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรงจากแผงผู้ผลิต A จ่ายได้ 85.78 W จากแผงผู้ผลิต B จ่ายได้ 81.19 W จากแผงผู้ผลิต C จ่ายได้ 95.65 W และในการวัดอุณหภูมิที่แผ่น จากแผงผู้ผลิต A วัดได้ 53.88 ^{0}C จากแผงผู้ผลิต B วัดได้ 53.68 ^{0}C จากแผงผู้ผลิต C วัดได้ 52.79 ^{0}C การวิเคราะห์ผลการทดลองพบว่าแผ่นจากผู้ผลิต C ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด และอุณหภูมิที่แผ่นต่ำที่สุด และเหมาะที่จะใช้กับภูมิประเทศของประเทศไทย ผลจากการวิจัยนี้เพื่อเป็นส่วนประกอบในการตัดสินใจเลือกใช้โซล่าเซลล์ให้เหมาะสมกับภูมิประเทศได้ง่ายขึ้น

คำสำคัญ (Key word): โซล่าเซลล์ ; ประสิทธิภาพโซล่าเซลล์ ; โซลาร์รูฟ ; เลือกใช้โซล่าเซลล์

อรรณพ จุนไพจิตร

* ผู้ติดต่อหลัก (Corresponding author)

Abstract

Solar cell efficiencies are available in different current accounts are active in the solar industry. In residential communities and more than 10 brands, but has never been a study to examine and compare the performance of solar cells. This research studied the solar cells that are available in all three areas and study in light intensity. Install and test By measuring and recording voltage, current, power, temperature at the plate. Each of the Sol Solar outdoor brands and examines factors related. Efficiency solar cell consists of a high temperature. Solar cell efficiency in the hazy sky or the weather is rainy. Consolidates the statistical process control techniques and the use of control charts cumulative totals. As a tool to help in the analysis. The results showed that average. The direct current power from the panel manufacturer A from panel manufacturers paying 85.78 W 81.19 W B afford panel manufacturer C and 95.65 W afford to measure the temperature at the plate. A panel manufacturers measured 53.88 ^{0}C panel manufacturer B measured 53.68 ^{0}C panel manufacturer C measured at 52.79 ^{0}C analysis results showed that the sheet from the manufacturer C provides maximum power. And the lowest temperature at the plate. And adapted to the geography of the country. The results of this research to a component in the decision to use solar cells to fit the terrain easier

.**Keywords**: Solar cells; Efficiency solar cells; Solar Roof; Solar cells use

1. บทนำ (Introduction)

ไฟฟ้านับเป็นปัจจัยที่สำคัญในการดำเนินชีวิตและการดำเนินกิจกรรมทางเศรษฐกิจในช่วงที่ผ่านมาความต้องการไฟฟ้าของประเทศไทยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทำให้เกิดความกังวลว่าไฟฟ้าจะมีเพียงพอเพื่อรองรับกับการเติบโตทางเศรษฐกิจหรือไม่ อย่างไรก็ตามยังคงมีความเสี่ยงจากความไม่แน่นอนในด้านเชื้อเพลิง ความสามารถในการสร้างโรงไฟฟ้าเพิ่ม ความต้องการไฟฟ้าในอนาคตที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น รวมทั้งความสามารถในการพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ไฟฟ้า ภาครัฐมีบทบาทในการลดความเสี่ยงได้หลายแนวทาง คือ สร้างความชัดเจนถึงการเพิ่มสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติในการผลิตไฟฟ้าในอนาคต ผลักดันการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้าอย่างจริงจัง ผลิตไฟฟ้าให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อให้ประเทศไทยมีพลังงานไฟฟ้าที่เพียงพอ ในราคาที่เหมาะสม และมีความยั่งยืนระยะยาว [1]

ภาพที่1 กราฟข้อมูลสถิติการใช้ไฟฟ้าในประเทศไทยการไฟฟ้านครหลวง

จากปัจจัยข้างต้นทำให้ประเทศไทยจำเป็นต้องพึ่งพาการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศเพื่อผลิตไฟฟ้า รัฐบาลจึงจัดทำแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือกทดแทนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ดังนั้นการผลิตไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมกับภูมิประเทศในเขตร้อนชื้นอย่างประเทศไทย

ศักยภาพการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยค่อนข้างมากด้วยภูมิประเทศที่อยู่ในเส้นศูนย์สูตรทำให้ได้รับพลังงานแสงอาทิตย์โดยเฉลี่ยทั้งปีสูงกว่าเขตอื่นๆของโลก ข้อมูลจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน(พพ.) พบว่าพื้นที่ที่มีศักยภาพด้านพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยจึงมีความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปีประมาณ 18.2 เมกะจูลต่อตารางเมตรส่วนใหญ่อยู่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศและบางส่วนอยู่ในพื้นที่ภาคกลาง ซึ่งส่งผลให้ประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสง อาทิตย์ได้ถึง 10,000 เมกะวัตต์ [4] จึงทำให้การผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เป็นที่นิยมเนื่องจาก พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานจากธรรมชาติ ที่มีความสะอาดปราศจากมลพิษ การการติดตั้งไม่ยุ่งยากซับซ้อนและใช้ไม่มีวันหมด ธุรกิจเกี่ยวกับโซลล่าเซลล์จึงเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะแผงรับแสงอาทิตย์หรือแผงโซล่าเซลล์มีทั้งผลิตในประเทศและนำเข้าจากต่างประเทศโดยเฉพาะส่วนที่นำเข้าจากต่างประเทศมีราคาถูกลงเรื่อยๆ เนื่องจากการแข่งขันทางธุรกิจ ทำให้ในประเทศไทยมีการจำหน่ายแผงโซล่าเซลล์หลายยี่ห้อ

จากการค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วพบว่ายังไม่เคยมีการศึกษาและตรวจสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของโซล่าเซลล์แต่ละยี่ห้อ ทำให้การใช้งานอาจจะไม่คุ้มค่า งานวิจัยนี้จะทำการศึกษา ทดสอบ และเปรียบเทียบ โซล่าเซลล์กลางแจ้งด้วยแสงอาทิตย์จริง แต่ละยี่ห้อที่มียอดจำหน่ายสูงลำดับต้นๆในประเทศไทย เพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินใจและเกิดความมั่นใจในการติดตั้งในหลายภาคส่วนโดยเฉพาะภาคเกษตรกรรม และทำให้เกิดประโยชน์และลดอัตราการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตกะแสไฟฟ้าได้เป็นจำนวนมากในแต่ละปี

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ดังนี้

บัณฑูร เวียงมูล, [5] ปี 2538 ระบบทดสอบโซล่าเซลล์กลางแจ้งมาตรฐานออสเตรเลีย AS 2915-1987 วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน)ได้ทำการพัฒนาระบบทดสอบและวิธีการทดสอบแผง/โมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ ตามวิธีการทดสอบกลางแจ้งของมาตรฐานออสเตรเลีย 2915-1987 ได้ทำการทดสอบแผงโซล่าเซลล์ Solartron M 75/S47 จำนวน 8 โมดูล แผง NAPS M55 1โมดูลและแผง Eurosolare P510 1โมดูล ทั้งภายใต้แสงอาทิตย์เทียมและกลางแจ้ง ได้ค่ากำลังเฉลี่ยสูงสุดจากการทดสอบใต้แสงอาทิตย์เทียมต่ำกว่าการทดสอบกลางแจ้งประมาณ 8% และต่ำกว่าค่ามาตรฐานของกำลังไฟฟ้าที่ระบุโดยผู้ผลิต

สิริชัย ปัญญาสมาธิ [6] ปี 2548. การปรับปรุงประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน)ทำการศึกษาประสิทธิภาพโดยรวมของระบบแบบผสมผสานระหว่างระบบโฟโตโวลตาอิคกับระบบผลิตน้ำร้อนและทำการออกแบบให้มีการไหลเวียนของระบบผลิตน้ำร้อนแบบอัตโนมัติโดยเน้นให้มีการใช้งานได้จริงและการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้เป็นพลังงานทดแทนพลังงานอื่นๆ

ณัฐพล วงศ์เยาว์ [7] ปี 2546. การการศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยโซล่าเซลล์แบบเชื่อมต่อระบบจำหน่าย เนื่องจากปัจจัยจากเมฆ วิทยานิพนธ์ปริญญาโท(สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน)ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับอิทธิผลของการเปลี่ยนความเข้มของแสงต่อปริมาณทางไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์เป็นครั้งแรกในประเทศไทย ผลวิเคราะห์แสดงว่าบนพื้นที่เดียวกันและต่างพื้นที่กันมีโอกาสที่ความเข้มแสงจะต่างกันได้โดยความเข้มแสงที่ต่างกันไม่เกิน 50 W/m^2 จะมีโอกาสเกิดสูงสุดประมาณ 30%

อุมารินทร์ แสงพานิช [8] ปี 2545. การศึกษาคุณภาพกำลังไฟฟ้าของระบบโซล่าเซลล์ที่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงอาทิตย์ วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน).ได้ทำการศึกษาคุณภาพกำลังไฟฟ้าของระบบโซล่าเซลล์ที่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายในเรื่องแรงดันกระเพื่อม เพาเวอร์แฟคเตอร์ และ ฮาร์มอนิกที่จุดเชื่อมต่อระบบ ที่เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงอาทิตย์ในภาวะการทำงานจริง ผลการวิจัย พบว่าแรงดันไฟฟ้าที่จุดเชื่อมต่อระบบแปรตามค่าความเข้มแสงอาทิตย์และสัมพันธ์กับความรีวในการเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสงอาทิตย์ ซึ่งในสภาวะจริงการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงอาทิตย์โดยภาพรวมแล้วจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆทำให้ช่วงความเข้มแสงอาทิตย์สูงแรงดันไฟฟ้าที่จุดเชื่อมต่อระบบจะเปลี่ยนแปลงน้อยลง เนื่องจากระบบมีขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าที่จุดเชื่อมต่อระบบถูกควบคุมด้วยแรงดันไฟฟ้าของกริด ส่งผลให้แรงดันกระเพื่อมไม่เกินขีดจำกัดมาตรฐานของการไฟฟ้า

จากการศึกษาและค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องตั้งแต่ปี 2538 จนถึงปี 2557 ยังไม่เคยมีการศึกษาและทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ของโซล่าเซลล์ พร้อมๆกันทีละหลายยี่ห้อ ในพื้นที่รับแสงเดียวกันและในเวลาเดียวกัน จากข้อมูลของมาตรฐานอุตสาหกรรมพบว่าปัจจุบันมีโซล่าเซลล์ 4 ยี่ห้อที่ได้มาตรฐาน ม.อ.ก.และได้ทำการศึกษาค้นคว้าการทดสอบประสิทธิภาพโซล่า

เซลล์ในฐานข้อมูลของมาตรฐานอุตสาหกรรมพบว่าการทดสอบโซล่าเซลล์ทำกันในห้องห้องทดลองไม่ได้ทำการทดสอบภายใต้แสงอาทิตย์จริง และไม่ได้ทำการทดสอบทีละหลายยี่ห้อในเวลาเดียวกัน จึงทำให้เกิดงานวิจัยนี้ขึ้นมา

2. วิธีวิจัย (Research Methodology)

รวบรวมข้อมูลและศึกษาการทำงานของระบบโซล่าเซลล์ ทำการคัดเลือกอุปกรณ์ที่มีมาตรฐานการผลิตที่แตกต่างกันที่จำหน่ายในประเทศไทย3ชุดทำการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ ทั้ง 3 ชุดเข้าระบบทำการจดวัดค่า กำลังไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า อุณหภูมิ ความเข้มแสง เทียบกับเวลาคำนวนหาผลต่างของ กำลังไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า อุณหภูมิ ความเข้มแสง ทำการเปรียบเทียบค่าที่จดบัญทึก และการคำนวนผลต่างๆกับค่ามาตรฐานอภิปรายผลและสรุปผลวิจัย

ภาพที่ 1 การติดตั้งเครื่องมือวัด

ภาพที่ 2 ทำการทดสอบเครื่องมือวัด

ภาพที่ 3 สภาพอากาศวันที่ทำการทดสอบท้องฟ้าแจ่มใส **ภาพที่ 4** สภาพอากาศวันที่ 2 ทำการทดสอบมืดสลัวก่อนฝนตก

3. ผลการวิจัย (Results)

ในการวิจัยได้ทำการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ทั้ง 3 ยี่ห้อผู้ผลิตโดยติดตั้งเครื่องมือวัด แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าดังรูปที่ 2 -6 เข้ากับระบบและต่อโซล่าเซลทั้ง 3 ชุดเข้ากับชุด inverter ขนาด 1.5 kw แบบออนกริด ต่อเข้ากับเมนไฟฟ้าภายในบ้านลักษณะใช้งานจริง ในขณะที่แผงโซล่าเซลล์ทำงานทำการจดบันทึกข้อมูลของการใช้แผงโซล่าเซลแต่ละชุด โดยเก็บข้อมูลทุกๆ 10 นาทีในช่วงเวลา 9:00น.-17:00 น.ผลที่ได้ดังรูปที่ 7-11 ดังนี้

จากผลการวิจัยได้นำข้อมูลทั้งหมด มาหาค่าเฉลี่ยของแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์แต่ละยี่ห้อและสรุปออกมาได้ดังนี้ ภาพที่ 7 เปรียบเทียบแรงเคลื่นไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ ในการจ่ายแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสตรงจากแผงผู้ผลิต A จ่ายได้ 29.60 V จากแผงผู้ผลิต B จ่ายได้ 29.19 V จากแผงผู้ผลิต C จ่ายได้ 30.20 V ภาพที่ 8 เปรียบเทียบกระแสไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ ในการจ่ายกระแสไฟฟ้ากระแสตรงจากแผงผู้ผลิต A จ่ายได้ 2.72 A จากแผงผู้ผลิต B จ่ายได้ 2.63 A จากแผงผู้ผลิต C จ่ายได้ 3.02 A ภาพที่ 9 เปรียบเทียบกำลังไฟฟ้า 3 ยี่ห้อ ในการจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรงจากแผงผู้ผลิต A จ่ายได้ 85.78 W

จากแผงผู้ผลิต B จ่ายได้ 81.19 W จากแผงผู้ผลิต C จ่ายได้ 95.65 W และภาพที่ 10 เปรียบเทียบอุณภูมิที่แผ่น 3 ยี่ห้อ ในการวัดอุณหภูมิที่แผ่นจากแผงผู้ผลิต A วัดได้ 53.88 ^{0}C จากแผงผู้ผลิต B วัดได้ 53.68 ^{0}C จากแผงผู้ผลิต C วัดได้ 52.79 ^{0}C ดังนั้นเมื่อพิจารณาผลโดยรวมแผงโซล่าเซลล์จากผู้ผลิต C เป็นแผงที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุดเนื่องจากสามารถให้แรงดันไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่จ่ายออกมาสูงกว่าจากผู้ผลิตอีก 2 ยี่ห้อและเมื่อเทียบกับความเข้มแสงที่ทำการทดสอบกลางแจ้งตามภาพที่ 5 เปรียบเทียบสภาพอากาศในช่วงเช้า 9.00 น. และช่วง 17.00 น. ก่อนที่จะทีเมฆฝนในเวลา 15.30 น.ณ.วันที่ทำการทดลอ ภาพที่ 6 ในเวลาที่ฟ้ามืดครึ้มพบว่าแผ่นจากผู้ผลิต C ยังให้แรงดันไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าสูงกว่าอีก 2 ยี่ห้อ จากภาพที่ 7,8,9,10 เวลา 12.00 น.มีเมฆเคลื่อนเข้ามาบังตรงที่ตั้งแผงพอดีจึงทำให้ค่าทุกอย่างลดลงทั้งหมดแต่แผ่นจากผู้ผลิต C ยังให้กำลังไฟฟ้าสูงที่สุดอยู่ จึงทำให้แผงโซล่าเซลล์ จากผู้ผลิต C จึงเหมาะที่จะเลือกใช้

4. อภิปรายผล (Discussion)

กระแสไฟ(Current)จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มของแสง หมายความว่าเมื่อความเข้มของแสงสูง กระแสที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะสูงขึ้นในขณะที่แรงดันไฟฟ้าหรือโวลต์แทบจะไม่แปรไปตามความเข้มของแสงมากนัก ความเข้มของแสงที่ใช้วัดเป็นมาตรฐานคือความเข้มของแสงที่วัดบนพื้นโลกในสภาพปลอดโปร่งปราศจากเมฆหมอกและวัดที่ระดับน้ำทะเลในสภาพที่แสงอาทิตย์ตั้งฉากกับพื้นโลก ซึ่งความเข้มของแสงจะมีค่าเท่ากับ 100 Mw ต่อตรางเซ็นติเมตร หรือ 1000 W ต่อตรางเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ AM 1.5 (Air Mass 1.5) และถ้าแสงอาทิตย์ทำมุม 60 องศากับพื้นโลกความเข้มของแสงจะมีค่าประมาณ 75 mW ต่อตรางเซ็นติเมตร หรือ 750 W ต่อตรางเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ AM 2 กรณีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะใช้ค่า (AM 1.5) เป็นมาตรฐานในการวัดประสิทธิภาพของแผง กระแสไฟ(Current)จะไม่แปรตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปในขณะที่แรงดันไฟฟ้า(โวลท์) จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วทุกๆ 1 ^{0}C ที่เพิ่มขึ้นจะทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลง 0.5% และในกรณีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาตรฐานที่ใช้กำหนดประสิทธิภาพของแผงแสงอาทิตย์คือ ณ อุณหภูมิ 25 ^{0}C สรุปได้ว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แรงดันไฟฟ้าก็จะลดลงซึ่งมีผลทำให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงแสงอาทิตย์ลดลงด้วยจากข้อกำหนดดังกล่าวข้างต้น

5. สรุปผล (Conclusion)

ดังนั้นเมื่อพิจารณาผลโดยรวม เมื่อเทียบกับความเข้มแสงที่ทำการทดสอบกลางแจ้ง จากรูปที่ 5 แผงโซล่าเซลล์ C เป็นแผงที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุดเนื่องจากสามารถให้แรงดันไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่จ่ายออกมาสูงกว่า อีก 2 ยี่ห้อ และจากรูปที่ 6 ก่อนที่จะมี เมฆฝน ซึ่งเป็นปัจจัยในการชี้วัดแผงโซล่าเซลล์ไหนจะยังคงจ่ายกำลังไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าได้ดีที่สุดจากการทดลองพบว่า ในเวลาที่ฟ้ามืดครึ้ม แผ่น C ยังให้แรงดันไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าสูงกว่าอีก 2 ยี่ห้อ จึงทำให้แผงโซล่าเซลล์ C มีประสิทธิภาพสูงกว่า จึงเหมาะที่จะเลือกใช้

ในการพิจารณาข้อมูลของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละแผงเพื่อการเปรียบเทียบ ผู้ใช้จะต้องใช้ความระวังในการพิจารณาข้อมูลด้วยว่า กำลังไฟฟ้าจริงที่จะได้จากแผงเป็นเท่าไร ภายใต้เงื่อนไขอะไร ซึ่งบ่อยครั้งจะพบว่าแผงบางชนิดระบุตัวเลขแรงดันไฟฟ้าเมื่อปิดวงจร (Voc) ซึ่งเป็นแรงดันไฟฟ้าที่ไม่ได้ต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้าไว้สูง หมายความว่าไม่ใช่แรงดันไฟฟ้าที่จะได้ในเวลาใช้งานหรือระบุตัวเลขของกระแสไฟเมื่อลัดวงจร (I sc) ซึ่งไม่ใช่กระแสไฟที่จะได้ในการใช้งานปกติไว้สูง ซึ่งอาจทำให้เข้าใจผิดได้ เพราะถ้าเอาตัวเลขทั้ง 2 ตัวนี้มาคูณกับกันกำลังไฟฟ้าที่ได้จะสูงมาก แต่นั่นไม่ใช่กำลังไฟฟ้าที่ได้จริงจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เพราะฉะนั้นผู้ใช้ควรจะใช้ตัวเลขของแรงดันไฟฟ้าเมื่อใช้งาน (V mp) หรือเมื่อต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า และ ตัวเลขของกระแสไฟที่วัดได้ที่กำลังสูงสุด (I mp) ซึ่งทั้ง 2 ตัวจะเป็นตัวเลขบ่งชี้ถึงกำลังไฟฟ้าที่จะได้จริงจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์และที่สำคัญซึ่งได้กล่าวมาแล้วคือ ตัวเลขที่ใช้เป็นตัวเลขบ่งชี้ถึงกำลังไฟฟ้าที่จะได้จริงจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ตัวเลขที่ใช้เป็นตัวเลขในมาตรฐานเดียวกันหรือไม่ เช่น ที่ความเข้ม 1,000 วัตต์ต่อตารางเมตร ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสอีกประการหนึ่งที่มีความสำคัญในการนำแผงไปใช้งาน ซึ่งถ้าผู้ใช้ไม่สังเกตให้ดีแล้ว แผงที่นำไปจะใช้งานไม่ได้ คือ แผงแสงอาทิตย์บางประเภทจะระบุว่าให้กำลังสูงมาก เช่น 90 หรือ 100 วัตต์แต่เมื่อไปพิจารณาถึงแรงดัน หรือ โวลท์ ของแผงนั้น อาจจะพบว่าแรงดันของแผงอาจจะไม่ใช่แผงที่ใช้กับอุปกรณ์ระบบ 12 โวลท์ หรือ 24 โวลท์ ตามที่ผู้ใช้ต้องการก็ได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และผู้สนับสนุนในการติดตั้งสำหรับทำวิจัย ซึ่งเป็นส่วนสำคัญให้งานวิจัยนี้สำเร็จด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง (Reference)

[1] สถานการณ์พลังงานของประเทศไทย, กระทรวงพลังงาน ปี 2556 เข้าถึงข้อมูลได้จาก
http://project-wre.eng.chula.ac.th/watercu_eng/sites/default/files/publication/wis.pdf
[2] ดร.ไกรสร อัญชลีวรพันธุ์ มิถุนายน 2555 มาตรฐานเซลล์แสงอาทิตย์และอุปกรณ์ประกอบ ศูนย์ทดสอบผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอีเล็กทรอนิกส์
[3] กราฟและสถิติกำลังการผลิตไฟฟ้า, การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ปี 2557 เข้าถึงข้อมูลได้จาก
http://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=77&Itemid=200
[4] ข้อมูลการสำรวจสภาพภูมิประเทศในการติดตั้งโซล่าเซลล์.กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เข้าถึงข้อมูลได้จาก
http://www.dede.go.th/main.php?filename=index
[5] รายงานการใช้พลังงานทดแทนของประเทศไทยปี2557 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน เข้าถึงข้อมูลได้จาก
http://webkc.dede.go.th/testmax/node?page=1
[6] บัณฑูร เวียงมูล, ปี 2538 ระบบทดสอบโซล่าเซลล์กลางแจ้งมาตรฐานออสเตรเลีย AS 2915-1987 วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน). คณะพลังงานและวัสดุ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
[7] สิริชัย ปัญญาสมาธิ ปี2548. การปรับปรุงประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน). คณะพลังงานและวัสดุ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
[8] ณัฐพล วงศ์เยาว์ ปี2546. การการศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยโซล่าเซลล์แบบเชื่อมต่อระบบจำหน่ายเนื่องจากปัจจัยจากเมฆ วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน). คณะพลังงานและวัสดุ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
[9] อุมารินทร์ แสงพานิช ปี2545. การศึกษาคุณภาพกำลังไฟฟ้าของระบบโซล่าเซลล์ที่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงอาทิตย์ วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน). คณะพลังงานและวัสดุ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
[10] จัตตุฤทธิ์ ทองปรอน ปี2547. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพไฟฟ้าของการเชื่อมต่อระบบแผงโซล่าเซลล์กับระบบจำหน่าย วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน). คณะพลังงานและวัสดุ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ภาคผนวก ข
หนังสือตอบรับการตีพิมพ์ผลงานทางวิชาการ

ที่ วจอ ๑๒๕/๑๔/๒๕๕๘

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม
เพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

๒๓ กันยายน ๒๕๕๘

เรื่อง ตอบรับการตีพิมพ์บทความ ในรายงานการประชุมทางวิชาการ (Proceeding) การประชุมวิชาการและเสนอผลงานทางวิศวกรรม นวัตกรรมและการจัดการอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน ครั้งที่ ๔

เรียน ผู้เขียนบทความวิจัย

เอกสารที่แนบมาด้วย กำหนดการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานทางวิศวกรรม

ตามที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ร่วมกับสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย จัดการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานทางวิศวกรรม นวัตกรรมและการจัดการอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน "Sustainable Industrial Innovation and Management" ภายใต้งานสัมมนา Eco Innovation and Solution ๒๐๑๔ ระหว่างวันที่ ๑-๒ ตุลาคม ๒๕๕๘ ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุม ไบเทค บางนา นั้น

ในการนี้ สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ขอแจ้งให้ทราบว่า บทความเรื่อง การเลือกใช้โซล่าเซลล์ที่มีประสิทธิภาพให้เหมาะสมกับการใช้งานในภูมิประเทศเขตร้อนชื้น (The Selection of Solar Cell Effective to make it Suitable for Using In Tropical Regions) ดังกล่าวได้ผ่านการประเมินจากกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิเรียบร้อยแล้ว ขอให้ท่านเข้าร่วมนำเสนอผลงานทางวิชาการแบบบรรยาย (Oral presentation) ในวันที่ ๒ ตุลาคม ๒๕๕๘ ณ ห้องย่อยที่ ๔ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค บางนา รายละเอียดดังเอกสารที่แนบมานี้

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ)
ประธานคณะกรรมการดำเนินงานจัดประชุมวิชาการ
สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน

สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน
โทร. ๐๒-๘๓๖-๓๐๐๐ ต่อ ๔๑๗๔ (ปฐมพงษ์ จำนงค์พันธ์ ผู้ประสานงาน)

ภาคผนวก ค
แนวทางขั้นตอนการทดสอบเพื่อเลือกใช้โซล่าเซลล์ที่ดีที่สุด

จากงานวิจัยนี้ได้แนวทางในการทดสอบโซล่าเซลล์เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่จะทำโซล่าฟาร์ม หรือโซล่าลูฟท๊อป เนื่องจากแผงโซล่าเซลล์ที่มีผลิตและจำหน่ายในประเทศไทยนั้น แต่ละยี่ห้อมีค่าประสิทธิภาพที่ระบุไว้ที่แผ่นซึ่งค่าต่างๆที่ระบุไว้นั้นใกล้เคียงกันและได้ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานมาแล้วทั้งสิ้น แล้วควรที่จะเลือกใช้ยี่ห้อไหน และจะมีความมั่นใจได้อย่างไรว่ายี่ห้อนั้นนั้นจะมีประสิทธิภาพตามที่ระบุไว้จริง ดังนั้นจึงทำขั้นตอนการทดสอบเพื่อสำหรับเลือกใช้แผงโซล่าเซลล์ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

จากการวิจัยได้ทำการเปรียบเทียบข้อดีละข้อเสียของโซล่าเซลล์แต่ละชนิดไว้แล้วและงานวิจัยนี้ใช้โซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ (Polycrystalline Silicon Solar Cells) ในขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของโซลล่าเซลล์จึงกล่าวถึงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ (Polycrystalline Silicon Solar Cells) เพียงอย่างเดียวเท่านั้นและในปัจจุบันแผงโซล่าเซลล์ชนิดนี้เป็นที่นิยมและมีราคาถูกและเหมาะกับการใช้งานในประเทศไทยที่มีอากาศร้อน อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการทดสอบเพื่อเลือกใช้โซล่าเซลล์มีดังต่อไปนี้

1. แผงโซล่าเซลล์
2. Watt meter
3.เครื่องวัดอุณหภูมิ
4.เครื่องวัดความเข้มแสง
5.นาฬิกาบอกเวลา
6.กล้องถ่ายรูปแบบตั้งเวลาถ่ายได้

ภาพภาคผนวก ค 1 โซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ (Polycrystalline Silicon Solar Cells)

ภาพภาคผนวก ค 2 Watt Meter

สำหรับผู้ที่จะทำโซล่าฟาร์มหรือโซล่าลูฟท๊อปควรเลือกแผงโซล่าเซลล์ในการใช้จริงไม่น้อยกว่า 3 ยี่ห้อซึ่งถ้าใช้ในปริมาณมากสามาถรต่อรองกับตัวแทนจำหน่ายในยี่ห้อนั้นๆขอแผงมาทดสอบก่อนได้ และควรนำแผงโซล่าเซลล์ทดสอบในพื้นที่ที่จะทำการติดตั้งจริงไม่ควรทดสอบในพื้นที่อื่น(จากการวิจัยของคุณณัฐพล วงศ์เยาว์ การศึกษาผลกระทบต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยโซล่าเซลล์แบบเชื่อมต่อระบบจำหน่ายเนื่องจากปัจจัยจากเมฆ ได้ผลวิเคราะห์ออกมาว่าในพื้นที่เดียวกันมีโอกาสที่ความเข้มแสงจะแตกต่างกัน) จึงไม่ควรทำการทดสอบเพื่อเลือกโซล่าเซลล์ในพื้นที่อื่นที่ไม่ใช่พื้นที่ที่จะทำการติดตั้ง จากนั้นทำการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ตามการเดินทางของแสงอาทิตย์ และทำการติดตั้ง Watt Meter ทำการต่อสายให้ความยาวสายเท่าๆกัน ใช้แผงโซล่าเซลล์ทดสอบกี่แผงก็ต้องใช้ Watt Meter เท่าจำนวนแผงที่ทำการทดสอบและ Watt Meter ควรเลือกที่ Serial Number ใกล้เคียงกันเพื่อให้ค่าที่ไม่แตกกันมาก Watt Meter ควรใช้แบบบอกค่าเป็นตัวเลข Digital และอ่านค่า กำลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และแรงเคลื่อนไฟฟ้า ได้ในเวลาเดียวกัน อุปกรณ์เครื่องวัดต่างๆจะใช้ยี่ห้ออะไรก็ได้ไม่จำกัด ขอเพียงแต่ควรเป็นยี่ห้อเดียวกัน เช่น Watt Meter ใช้ยี่ห้อเดียวกันทั้งหมด เครื่องวัดอุณหภูมิใช้ยี่ห้อเดียวกันทั้งหมด Invertor ใช้ยี่ห้อเดียวกันทั้งหมด เพื่อให้ได้ค่าในมาตรฐานเดียวกัน และทำการติดตั้งให้ง่ายแก่การเก็บข้อมูลโดยการถ่ายรูปดังรูปต่อไปนี้

ภาพภาคผนวก ค 1 การติดตั้งเครื่องวัด Watt Meter

และทำการติดตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิตามปริมาณของแผงที่ทำการทดสอบเพื่อเก็บอุณหภูมิที่แผ่นเนื่องจากอุณหภูมิที่แผ่นมีผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานของโซล่าเซลล์ พร้อมติดตั้งเครื่องวัดความเข้มของแสงให้อยู่ในตำแหน่งเดียวกันกับเครื่องวัด Watt Meter และระบบควรต่อเข้ากับโหลดไฟฟ้าโดยการต่อเข้ากับ Battery หรือ Invertor และต่อเข้ากับหลอดไฟที่มีขนาดกำลังไฟฟ้าใกล้เคียงกับแผ่นเพื่อเป็นการกระตุ้นให้แผงทำงานให้เต็มประสิทธิภาพ การทดสอบนี้ต้องการค่าต่างๆที่วัดได้ในพื้นที่เดียวกันและในเวลาเดียวกันเราไม่สามารถทำการจดและวัดด้วยตัวเองได้ทันจึงทำการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆที่ให้ค่าเป็นตัวเลขให้อยู่ใกล้เคียงกันเพื่อทำการถ่ายรูปค่าที่วัดได้ทุกๆ 5 หรือ ทุกๆ10 นาทีตลอดทั้งวันตั้งแต่เวลา 9:00 น. – 17:00 น.ใช้เวลาเก็บข้อมูล 3 วัน ในแต่ละวันให้ทำการจัดเรียงรูปถ่ายเพื่อทำการบันทึกค่าต่างๆที่ได้ลง computer จากนั้นใช้โปรแกรม Microsoft excel ทำการหาค่าเฉลี่ยต่อวันทั้ง 3 วัน สุดท้ายให้ทำการหาค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 3 วัน และทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำการเลือก

ภาพภาคผนวก ค 2 เครื่องวัดความเข้มแสง

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ทำการหาค่าเฉลี่ย ของ กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า แรงเคลื่อนไฟฟ้า และอุณหภูมิที่แผ่น ส่วนใหญ่ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าจะใช้ค่าที่วัดได้เฉลี่ยสูงสุดของกำลังไฟฟ้า และค่าเฉลี่ยสูงสุดของแรงเคลื่อนไฟฟ้า ส่วนอุณหภูมิต้องได้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดเนื่องจากทุกๆอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าลดลงหมายถึงกำลังไฟฟ้าลดลงเช่นเดียวกัน

ภาพภาคผนวก ค 3 เครื่องวัดอุณหภูมิ

วิเคราะห์ข้อมูลออกมาแล้วทำการเลือกแผ่นที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดและทำการเปรียบเทียบกันระหว่างแผ่นว่าแต่ละแผ่นมีประสิทธิภาพแตกต่างกันอย่างไรเช่น แผ่นที่ 1 มีประสิทธิภาพสูงกว่าแผ่นที่ 2 ประมาณ 5% และสูงกว่าแผ่นที่ 3 ประมาณ 8%

ถ้าทำเทียบกับการทำโซล่าฟาร์มขนาด 1 MW ได้ข้อมูลดังนี้ การผลิตกำลังไฟฟ้า แผ่นที่ 1 ผลิตได้มากกว่า แผ่นที่ 2 ประมาณ 5%/hrมีค่า = 50kw /hr การไฟฟ้า สนับสนุนค่าไฟ ให้ 5.66 บาท / kw =50 x 5.66 = 283 บาท / hr คิดผลิตไฟฟ้าเพียงวันละ 5 hr จะได้ = 283 x 5 = 1,415 บาทต่อวัน ถ้าในเวลา 1 ปี = 1,415 x 365 = 516,475 บาทต่อปีการผลิตกำลังไฟฟ้าแผ่นที่ 1 ผลิตได้มากกว่า แผ่นที่ 3 ประมาณ 8%/hrมีค่า = 80kw /hr การไฟฟ้า สนับสนุนค่าไฟ ให้ 5.66 บาท / kw =80 x 5.66 = 452.8 บาท / hr คิดผลิตไฟฟ้าเพียงวันละ 5 hr จะ ได้ = 452.8 x 5 = 2,264 บาทต่อวัน ถ้าในเวลา 1 ปี = 2,264 x 365 = 823,360 บาทต่อปี

จะเห็นได้ว่าค่าความแตกต่างของประสิทธิภาพเพียงไม่กี่เปอรเซ็นกลายเป็นจำนวนเงินต่อปีหลายแสนบาทกับโซล่าฟาร์มขนาด 1 MW แต่ในการทำโซล่าฟาร์มนั้นส่วนใหญ่ทำไม่ต่ำกว่า 4 MW

ในการทดสอบเปรียบเทียบแบบนี้ตัวแทนจำหน่ายเองก็อยากทราบว่าแผงของเค้ามีประสิทธิภาพสู้คู่แข่งได้หรือไม่ ถ้าแผงยี่ห้อไหนได้รับการเลือกใช้เท่ากับว่าเป็นการยืนยันในประสิทธิภาพที่ดีที่สุดอาจทำให้ยอดขายในอนาคตสูงขึ้นตามลำดับ และถ้ายี่ห้อไหนไม่ได้รับการเลือกใช้ก็จะกลับไปพัฒนาวัสดุและขั้นตอนการผลิตใหม่เพื่อให้มีประสิทธิภาพเท่าเทียมกับยี่ห้อที่ได้รับเลือกใช้ ซึ่งในอนาคตจะทำให้การพัฒนาประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์จะมีการแข่งขันกันสูงขึ้นนั้นหมายถึงการยกระดับมาตรฐานประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์ในประเทศให้สูงขึ้นและเป็นที่ยอมรับทั่วโลก และเป็นที่แน่ชัดว่าแสงอาทิตย์ในอนาคตจะเป็นแสงทองในการผลิตพลังงานแบบไม่มีที่สิ้นสุดขึ้นอยู่กับว่าเราจะใช้ประโยชน์จากแสงอาทิตย์ได้มากแค่ไหน

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นามสกุล นายอรรณพ จุนไพจิตร
วัน เดือน ปีเกิด 19 กรกฎาคม 2513
ภูมิลำเนา 58/35 บ้านวิภาวี แขวงจอมพล เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 1090
ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	เทคโนโลยีหมู่บ้านครู	2528
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	เทคโนโลยีหมู่บ้านครู	2533
ปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยรามคำแหง	2555

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน
ที่ปรึกษาโครงการ บริษัทโพร ไนน แมเนจ จำกัด 105/680 หมู่ 1 นวมินทร์ คลองกุ่ม บึงกุ่ม กรุงเทพ