



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

ระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งบนหลังคา Solar Rooftop System

โดย

นาย ธนกร	ทรัพย์บุญมี	6203200002
นาย ศุภชัย	อินทร์ศิริ	6203200005

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาสหกิจศึกษา

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษา 3 ปีการศึกษา 2563

หัวข้อโครงการ

ระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งบนหลังคา
Solar Rooftop System

รายชื่อผู้จัดทำ

นาย ธนกร

ทรัพย์บุญมี

6203200002

นาย ศุภช

อินทร์ศิริ

6203200005

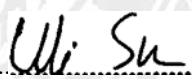
ภาควิชา

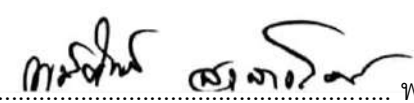
วิศวกรรมไฟฟ้า

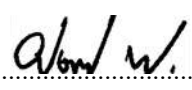
อาจารย์ที่ปรึกษาผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิภาวัลย์ นาคทรัพย์

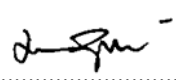
อนุมัติให้โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2563

คณะกรรมการสอบโครงการ

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิภาวัลย์ นาคทรัพย์)

..... พนักงานที่ปรึกษา
(คุณพงษ์ศักดิ์ สาลังโคตร)

..... กรรมการกลาง
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยงยุทธ นาราชกุล)

..... ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มารุจ ลิ้มปะวัฒน์นะ)

จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2563

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิภาวัลย์ นาคทรัพย์

ตามที่คณะผู้จัดทำ นาย ธนกร ทรัพย์บุญมี และ นาย ศุภช อินทร์ศิริ นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ระหว่างวันที่ 17 พฤษภาคม พ.ศ. 2564 ถึงวันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ. 2564 ในตำแหน่ง ช่างเทคนิค แผนกซ่อมบำรุง ณ บริษัท เบญจมิตรบรรจุภัณฑ์ จำกัด และได้รับมอบหมายจากพนักงานที่ปรึกษาให้ศึกษาและทำรายงานเรื่อง “ระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งบนหลังคา (Solar Rooftop System)”

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้ว คณะผู้จัดทำ นายธนกร ทรัพย์บุญมี และ นาย ศุภช อินทร์ศิริ จึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

นาย ธนกร ทรัพย์บุญมี

นาย ศุภช อินทร์ศิริ

นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

การที่คณะผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท เบญจมิตรบรรจุกณ์ท์ จำกัด ตั้งแต่วันที่ 17 พฤษภาคม พ.ศ. 2564 ถึงวันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ. 2564 ส่งผลให้คณะผู้จัดทำได้รับความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนและการปฏิบัติงานในอนาคตเกี่ยวกับการปฏิบัติงานใน ตำแหน่ง ช่างเทคนิค ณ บริษัท เบญจมิตรบรรจุกณ์ท์ จำกัด ได้สอน ได้เรียนรู้งาน และปัญหาที่พบในการทำงานในแผนกต่างๆ จึง ขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ และสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

- 1) คุณ ธงชัย นิมวชิระสุนทร (President)
- 2) คุณ ยุทธนา จันตุ (Engineering Manager)
- 3) คุณ พงษ์ศักดิ์ สาลางโคตร (Engineering Chief)
- 4) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิชาวัลย์ นาคทรัพย์ (อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา)

และบุคคลท่านอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจในชีวิตการทำงานจริง ซึ่งผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำ

นาย ธนกร ทรัพย์บุญมี

นาย ศุภช อินทร์ศิริ

1 กันยายน 2564

หัวข้อโครงการ	ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งบนหลังคา Solar Rooftop System		
หน่วยกิต	5 หน่วยกิต		
โดย	นาย ธนกร	ทรัพย์บุญมี	รหัส 6203200002
	นาย ศุภชัย	อินทร์ศิริ	รหัส 6203200005
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. วิภาวัลย์ นาคทรัพย์		
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี (วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต)		
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า		
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์		
ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา	3/2563		

บทคัดย่อ

โครงการสหกิจศึกษานี้นำเสนอการใช้ไฟฟ้าด้วยระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์และวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการประหยัดพลังงานลดค่าไฟฟ้าภายในโรงงาน ซึ่งจากการศึกษาระบบโซลาร์เซลล์ ระหว่างการปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษามหาวิทยาลัยสยามร่วมกับ บริษัท เบญจมิตรบรรจุภัณฑ์ จำกัด พบว่ามีปัญหาในการใช้พลังงานการใช้ไฟฟ้าสูงซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์ทั้งเหล็กและพลาสติก จึงต้องการลดต้นทุนในการผลิตในส่วนนี้โดยการติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์

คณะผู้จัดทำได้ทำการรวบรวมปัญหาดังแต่เดือน 17 พฤษภาคม พ.ศ. 2564 ถึงวันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ. 2564 และเปรียบเทียบเวลาการใช้ไฟฟ้าภายในโรงงาน เพื่อนำมาคำนวณการการใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือนที่ใช้เวลามากที่สุดในระยะเวลา 3 เดือน มาทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ PDCA ทำให้ทราบถึงปัญหาของการหยุดกระบวนการผลิตได้อย่างตรงจุด สามารถแก้ไขปัญหได้อย่างรวดเร็ว และการลดการเกิดปัญหาเดิมซ้ำ และสามารถนำไปขยายผลเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตอื่นๆ และตามนโยบายของบริษัท

คำสำคัญ: พลังงานหมุนเวียน/เซลล์แสงอาทิตย์/ระบบ PDCA

Project Title: Solar Rooftop System
Credits: 5 Units
By: Mr. Tanakorn Supboonmee 6203200002
Mr. Suphat Insiri 6203200005
Advisor: Asst. Prof. Wipavan Narksarp
Degree: Bachelor of Engineering
Major: Electrical Engineering
Faculty: Engineering
Semester/Year: 3/2020

Abstract

This cooperative education project presented the application of renewable energy with the photovoltaic power generation system and analyzed problems and solutions to save energy and reduce electricity costs within the factory. From the study of the solar cell system during the work in the cooperative education project of Siam University with the Benjamit Packaging Co., Ltd., it was found that there was a problem in high power consumption, which was a result of both steel and plastic packaging production processes. Therefore, the method to reduce the cost of production by installing a solar cell system had been used.

The organizers gathered the problems from May 17 to August 28, 2021 and compared electricity consumption in the factory to calculate the electricity usage in each month. It took the most time in 3 months to analyze by using the PDCA quality management cycle. It should be shown that the problem of stopping the production process directly can fix problems quickly and reduce recurring problems. Moreover, it can be extended for use in other production processes and according to the company's policy.

Keywords: Renewable Energy/Solar Cell/PDCA Cycle

Approved by
.....

สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่งรายงาน	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
สารบัญ	จ
สารบัญรูป	ช
สารบัญตาราง	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.1 แผงโซลาร์เซลล์ (Solar panel หรือ Photovoltaics)	3
2.2 อินเวอร์เตอร์ (Solar Inverter)	10
2.3 ตู้ MDB	14
2.4 ทฤษฎี PDCA	19
2.5 ประโยชน์ของ PDCA	20
บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน	
3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ	21
3.2 ลักษณะการประกอบการและการให้บริการหลักขององค์กร	21
3.3 รูปแบบการจัดการองค์การและการบริหารงาน	22
3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย	22
3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา	22
3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	22
3.7 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน	23

สารบัญ (ต่อ)

3.8 อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้	23
3.9 แผนผังการติดตั้งโซล่าเซลล์	24
3.10 ขั้นตอนการติดตั้งระบบโซล่าเซลล์	25
บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ	
4.1 รวบรวมข้อมูลในระบบโซล่าเซลล์	32
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน	39
5.2 ประโยชน์ด้านสังคม	39
5.3 ประโยชน์ด้านการทำงาน	39
5.4 ปัญหาในการปฏิบัติงาน	39
5.5 การแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน	40
5.6 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน	40
บรรณานุกรม	41
ภาคผนวก	42
ภาคผนวก ก สเปคเครื่องงานระบบโซล่าเซลล์ที่เลือกใช้	43
ภาคผนวก ข การนิเทศงานสหกิจศึกษา	48
ภาคผนวก ค การสอบโครงการสหกิจศึกษา	50
ภาคผนวก ง การตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการ โดยใช้โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์	52
ประวัติผู้จัดทำ	54

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แผงโซล่าเซลล์โมโนคริสตัลไลน์	4
รูปที่ 2.2 แผงโซล่าเซลล์โพลีคริสตัลไลน์	5
รูปที่ 2.3 แผงโซล่าเซลล์ชนิด ฟิล์มบาง	6
รูปที่ 2.4 ภาพจำลองการต่อใช้งานระบบออฟกริด	7
รูปที่ 2.5 ภาพจำลองการต่อใช้งานระบบออนกริด	9
รูปที่ 2.6 ภาพจำลองการต่อใช้งานระบบไฮบริดส์	10
รูปที่ 2.7 Central Solar Inverter	11
รูปที่ 2.8 String Solar Inverter	11
รูปที่ 2.9 Solar Inverter	12
รูปที่ 2.10 Solar MicroInverter	13
รูปที่ 2.11 Off Grid Solar Inverter	13
รูปที่ 2.12 Hybrid Solar Inverter	14
รูปที่ 2.13 ตู้ MDB	15
รูปที่ 2.14 โครงตู้ (Enclosure)	15
รูปที่ 2.15 บัสบาร์ (Busbar)	16
รูปที่ 2.16 ACB เซอร์กิต เบรกเกอร์ (Circuit Breaker)	17
รูปที่ 2.17 เครื่องวัดไฟฟ้า (Meter)	17
รูปที่ 2.18 CT (Current Transformer)	18
รูปที่ 2.19 Selector Switch	18
รูปที่ 2.20 Pilot Lamp	18
รูปที่ 2.21 Fuse	18

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ 3.1 ที่ตั้งบริษัทของสถานประกอบการ	21
รูปที่ 3.2 แผงผังการติดตั้งโซลาร์เซลล์ในโรงงาน	24
รูปที่ 3.3 Support แผงโซลาร์เซลล์	25
รูปที่ 3.4 แผงโซลาร์เซลล์	25
รูปที่ 3.5 ทำการต่อสายไฟที่ออกจากแผงโซลาร์เซลล์	26
รูปที่ 3.6 ทำการร้อยสายไฟเข้ารางไฟ	26
รูปที่ 3.7 ทำการพาดสาย DC และ สาย Ground	27
รูปที่ 3.8 ต่อสาย DC เข้า Invertor	27
รูปที่ 3.9 ติดตั้งรางเดินสายไฟไปยัง ตู้ MDB	28
รูปที่ 3.10 ร้อยสาย AC และ สาย Ground เข้า ตู้ MDB	28
รูปที่ 3.11 ต่อสาย AC 3 เฟส เข้าเซอร์กิต เบรกเกอร์	29
รูปที่ 3.12 ต่อสาย AC 3 เฟส ไปเข้ารางสายไฟ	29
รูปที่ 3.13 เดินรางไฟร้อยสาย AC 3 เฟส	30
รูปที่ 3.14 เดินสาย AC 3 เฟสเข้าตู้ MBD	30
รูปที่ 3.15 จุดต่อ Ground ลงดิน	31
รูปที่ 4.1 กราฟแสดงปริมาณการผลิตไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ก่อนติดตั้งและหลัง	34
รูปที่ 4.2 กราฟแสดงปริมาณการผลิตไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ในแต่ละเดือน ของปี 2564	36
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงการผลิตไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์แต่ละเดือนใน ปี 2564	38

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการ	23
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลศักยภาพแสงอาทิตย์	32
ตารางที่ 4.2 ประเมินระบบด้านเทคนิคและด้านเศรษฐศาสตร์	33
ตารางที่ 4.3 ตารางการบันทึกค่ากำลังไฟที่ผลิตได้ในแต่ละวันของปี 2564	35
ตารางที่ 4.4 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ในแต่ละเดือน ของปี 2564 คิดเป็นเงิน	37



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องจากภาวะเศรษฐกิจที่ชะลอตัวและตลาดการส่งออกของผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์ภายในประเทศไทยมีขีดยอดน้อยลง ทำให้บริษัทบรรจุภัณฑ์ได้น้อยลง แต่เนื่องจากต้นทุนด้านแรงงานยังคงเท่าเดิมและเพิ่มขึ้นในทุกๆปี ทำให้ผลกำไรค่อยๆน้อยลง เป็นผลกับทางบริษัท หากสามารถลดค่าไฟฟ้าและลดค่าซ่อมบำรุงหรือการซื้ออะไหล่อุปกรณ์ในการซ่อมเครื่องจักร จะสามารถลดต้นทุนได้

เนื่องด้วยบริษัทมีนโยบายประจำปีคือการลดต้นทุน และผลักดันให้บริษัทใช้พลังงานสะอาดจากพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อความเสถียรภาพกระแสไฟฟ้าในการดำเนินงานของเครื่องจักรในสายการผลิตเพื่อเพิ่มกำไรให้กับบริษัทและสู้กับสภาวะเศรษฐกิจที่ชะลอตัว

จากข้อมูลดังกล่าว คณะผู้จัดทำรายงานโครงการสหกิจศึกษา จึงได้ทำการรวบรวมปัญหาการใช้ไฟฟ้าของกระบวนการผลิตของบริษัท และเปรียบเทียบการใช้ไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์เพื่อมาทดแทนไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าขณะเวลากระบวนการผลิต เพื่อนำปัญหาการใช้ไฟฟ้าของกระบวนการผลิตที่ใช้เวลามากที่สุด มาทำการวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ PDCA ทำให้ทราบถึงข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของแต่ละเดือนเพื่อนำมาเป็นข้อมูลเปรียบเทียบว่าในการติดตั้งระบบไฟฟ้าแผงโซลาร์เซลล์นั้นได้ทดแทนการใช้ไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้ามากน้อยอย่างไรเพื่อทำสถิติและสามารถนำไปขยายผลเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตอื่นๆ ที่มีการใช้งานเครื่องจักร เพื่อลดปัญหาการหยุดกระบวนการผลิตและลดต้นทุนตามนโยบายของบริษัท ซึ่งคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานโครงการสหกิจศึกษา เล่มนี้จะเป็นแนวเพื่อลดต้นทุนทางด้านค่าไฟฟ้าภายในนิคมอุตสาหกรรม ต่อๆ ไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อการจัดการระบบไฟฟ้าของบริษัท

1.2.2 เพื่อลดต้นทุนการจ่ายค่าไฟฟ้าในอนาคตลดการหยุดกระบวนการผลิต

1.2.3 เพื่อใช้งานพลังงานสะอาดเพื่อสิ่งแวดล้อม

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1.3.1 ติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์
- 1.3.2 วิเคราะห์ระยะการคืนทุนให้กับบริษัท
- 1.3.3 คำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่โซลาร์เซลล์ผลิตออกมาได้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ลดต้นทุนค่าไฟฟ้าของบริษัท
- 1.4.2 ได้ใช้งานพลังงานสะอาดเพื่อสิ่งแวดล้อมให้เกิดประโยชน์
- 1.4.3 ได้ศึกษาระบบโซลาร์เซลล์



บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 แผงโซลาร์เซลล์ (Solar panel หรือ Photovoltaics)

คือ การนำเอา โซลาร์เซลล์ จำนวนหลายๆเซลล์ มาต่อวงจรรวมกัน อยู่ในแผงเดียวกัน เพื่อที่จะทำให้สามารถผลิตและจ่ายกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้น โดยไฟฟ้าที่ได้นั้นเป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC)

2.1.1 ประเภทของแผงโซลาร์เซลล์

โมโนคริสตัลไลน์ (Monocrystalline Silicon Solar Cells)

ทำมาจาก ผลึกซิลิคอนเชิงเดี่ยว (mono-Si) หรือบางทีก็เรียกว่า single crystalline (single-Si) วิธีสังเกตง่ายๆ คือ แต่ละเซลล์จะมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมตัดมุมทั้งสี่มุม และมีสีเข้ม

ข้อดี

-มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะผลิตมาจาก ซิลิคอนเกรดดีที่สุด โดยมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานแสง เป็นกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 15-20%

-มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่สูงกว่าแบบ Poly เพราะทำให้กำลังสูงจึงต้องการพื้นที่น้อยที่สุดในการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ชนิดนี้ โมโนคริสตัลไลน์ สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เกือบ 4 เท่า ของชนิดฟิล์มบางหรือ thin film

-มีอายุการใช้งานยาวนานที่สุด โดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 25 ปีขึ้นไป

-ผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าชนิด โพลีคริสตัลไลน์ เมื่ออยู่ในภาวะแสงน้อย

ข้อเสีย

-มีราคาแพงที่สุด ในบางครั้งการติดตั้งด้วย แผงโซลาร์เซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ หรือชนิด thin film อาจมีความคุ้มค่ามากกว่า

-ถ้าหาก แผงโซลาร์เซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ มีความสกปรกหรือถูกบัง แสงในบางส่วนของแผง อาจทำให้วงจรหรือ inverter ไหม้ได้ เพราะอาจจะทำให้เกิดโวลต์สูงเกินไป



รูปที่ 2.1 แผงโซลาร์เซลล์โมโนคริสตัลไลน์

โพลีคริสตัลไลน์ (Polycrystalline Silicon Solar Cells)

ทำมาจากผลึกซิลิคอน โดยทั่วไปเรียกว่า โพลีคริสตัลไลน์ (polycrystalline, p-Si) แต่บางครั้งก็เรียกว่า มัลติ-คริสตัลไลน์ (multi-crystalline, mc-Si) โดยในกระบวนการผลิต สามารถที่จะนำเอา ซิลิคอนเหลว มาเทใส่โมลด์ที่เป็นสี่เหลี่ยมได้เลย ก่อนที่จะนำมาตัดเป็นแผ่นบางอีกที จึงทำให้เซลล์แต่ละเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ไม่มีการตัดมุม สีของแผงจะออก น้ำเงิน ไม่เข้มมาก

ข้อดี

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

ข้อเสีย

- มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานแสง เป็นกระแสไฟฟ้าโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 13-16% ซึ่งต่ำกว่าเมื่อเทียบกับชนิด โมโนคริสตัลไลน์
- มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่ต่ำกว่า ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ ในกรณี ถ้าแสงมีความเข้มข้น
- แผงมีสีน้ำเงิน ทำให้บางครั้งอาจดูไม่สวยงาม เมื่อเทียบกับ ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ และชนิด thin film ที่มีสีเข้ม เข้ากับสิ่งแวดล้อม เช่น หลังคาบ้านได้ดีกว่า



รูปที่ 2.2 แผงโซล่าเซลล์โพลีคริสตัลไลน์

แผงโซล่าเซลล์ชนิด ฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cells)

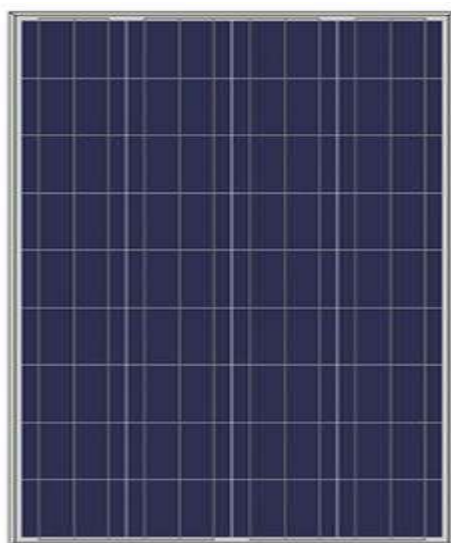
คือ การนำเอาสารที่สามารถแปลงพลังงานจากแสงเป็นกระแสไฟฟ้า มาฉาบเป็นฟิล์มหรือชั้นบางๆ ซ้อนกันหลายๆชั้น จึงเรียก โซล่าเซลล์ชนิดนี้ว่า ฟิล์มบาง หรือ thin film แผ่นชนิดนี้มีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 7-13% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาทำเป็นฟิล์มฉาบ แต่สำหรับบ้านเรือนโดยทั่วไปแล้ว มีเพียงประมาณ 5% เท่านั้น ที่ใช้ แผงโซล่าเซลล์ ที่เป็นแบบชนิดฟิล์มบาง

ข้อดี

- มีราคาถูกกว่า เพราะสามารถผลิตจำนวนมากได้ง่ายกว่า ชนิดผลึกซิลิคอน
- ในที่อากาศร้อนมากๆ แผงโซล่าเซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง มีผลกระทบน้อยกว่า
- ไม่มีปัญหาเรื่อง เมื่อแผงสกปรกแล้วจะทำให้วงจรไหม้
- ถ้ามีที่เหลือ แผงโซล่าเซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง ก็เป็นทางเลือกที่ดี

ข้อเสีย

- มีประสิทธิภาพต่ำ
- มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่ต่ำ
- สิ้นเปลืองค่าโครงสร้างและอุปกรณ์อื่นๆ เช่น สายไฟ
- ไม่เหมาะนำมาใช้ตามหลังคาบ้าน เพราะมีพื้นที่จำกัด
- การรับประกันสั้นกว่าชนิด ผลึกซิลิคอน



รูปที่ 2.3 แผงโซลาร์เซลล์ชนิด ฟิล์มบาง

2.1.2 รูปแบบการใช้งานของการนำโซลาร์เซลล์ไปผลิตไฟฟ้าใช้งาน

ระบบออฟกริด (Off Grid) หรือ แบบอิสระ (Stand Alone)

คือ ระบบปิด ที่ผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ โดยไม่ได้เชื่อมต่อกับระบบไฟของการไฟฟ้านครหลวง หรือ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เลย ระบบนี้เหมาะกับสถานที่ไฟฟ้าเข้าไม่ถึง ไม่คุ้มที่จะเดินลากสายไฟยาวๆ เข้ามาใช้เนื่องจากต้นทุนสูง

หลักการทำงาน

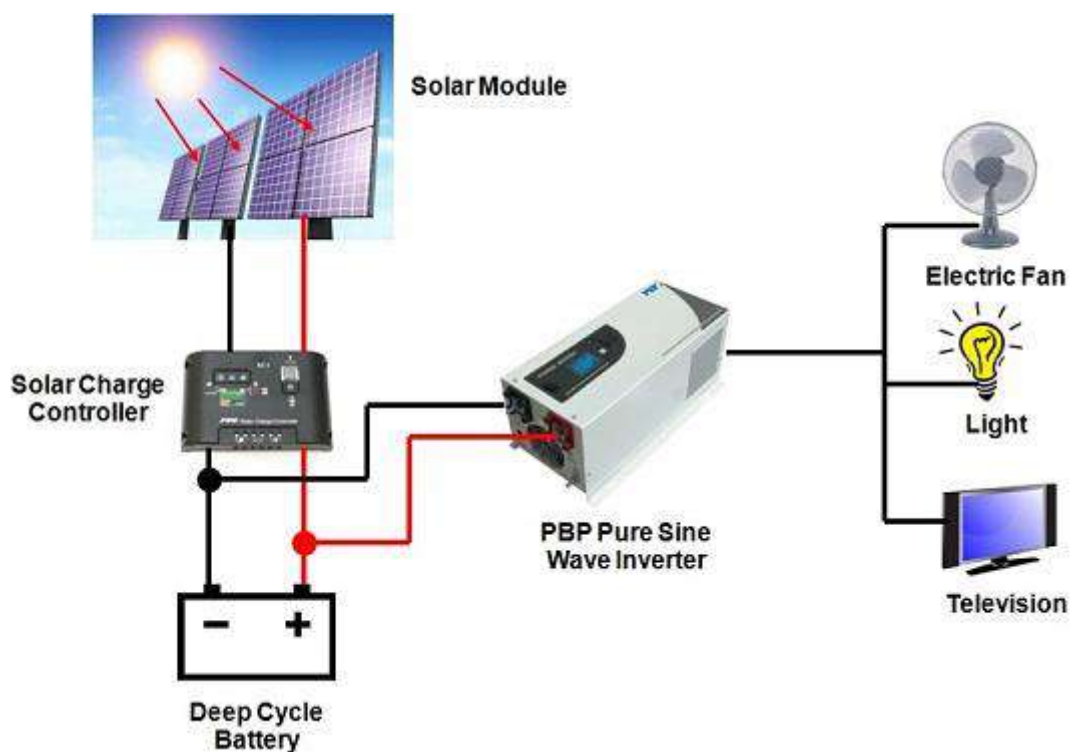
คือการนำกระแสไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ มาชาร์จเข้าแบตเตอรี่ แล้วจึงนำไฟฟ้าที่ได้มาใช้งาน ซึ่งก็สามารถเลือกที่จะนำจ่ายไฟ ให้กับอุปกรณ์ ที่ใช้ไฟ AC ทั้งนี้ข้อดีของการที่มีแบตเตอรี่คือ สามารถเก็บประจุไฟฟ้าไว้ใช้งานได้กรณีที่ไม่มีแสงอาทิตย์ หรือสามารถใช้ไฟฟ้าในเวลากลางคืนได้ เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งานภายในบ้านเราเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ AC (Alternating Current) แต่ไฟฟ้าที่ได้จากแผง Solar Cell เป็นไฟฟ้ากระแสตรง DC (Direct Current) ดังนั้น ก่อนนำไปใช้งานจึงต้องนำมาแปลงมาเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเสียก่อน โดยนำมาต่อเข้ากับอุปกรณ์ที่เรียกว่า อินเวอร์เตอร์ (Inverter) ซึ่งกำลังไฟฟ้าที่ได้ก็จะมีสูญเสียจากการแปลงฯ ทำให้ลดทอน ประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าลงไป

ข้อดี

-เป็นระบบที่ไม่ต้องจ่ายไฟจากการไฟฟ้าหลวงเลย สามารถผลิตไฟฟ้าใช้เองได้

ข้อเสีย

-งบประมาณสูง เพราะต้องใช้แบตเตอรี่ มาใช้ในการเก็บไฟและต้องคำนวณการใช้ไฟให้ถูกต้อง เพื่อให้การใช้ไฟฟ้าได้ต่อเนื่องตลอดเวลา



รูปที่ 2.4 ภาพจำลองการต่อใช้งานระบบออฟกริด

ระบบออนกริด (On Grid) หรือ แบบเชื่อมต่ออิงกับระบบไฟการไฟฟ้า

คือการผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ โดยการเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ไปเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ด้วยอุปกรณ์ Inverter จากนั้นก็เชื่อมระบบเข้ากับการไฟฟ้านครหลวง หรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งข้อดีคือเราสามารถนำกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ขายให้กับการไฟฟ้าฯ (ตาม

โครงการขายไฟให้การไฟฟ้า) หรือนำไฟฟ้าที่ได้มาใช้งานเองเพื่อลดค่าไฟฟ้า หากผลิตกระแสไฟไม่พอใช้ อุปกรณ์ควบคุมก็จะนำไฟฟ้าจากระบบของการไฟฟ้ามาใช้งานทดแทนทันที

หลักการทำงาน

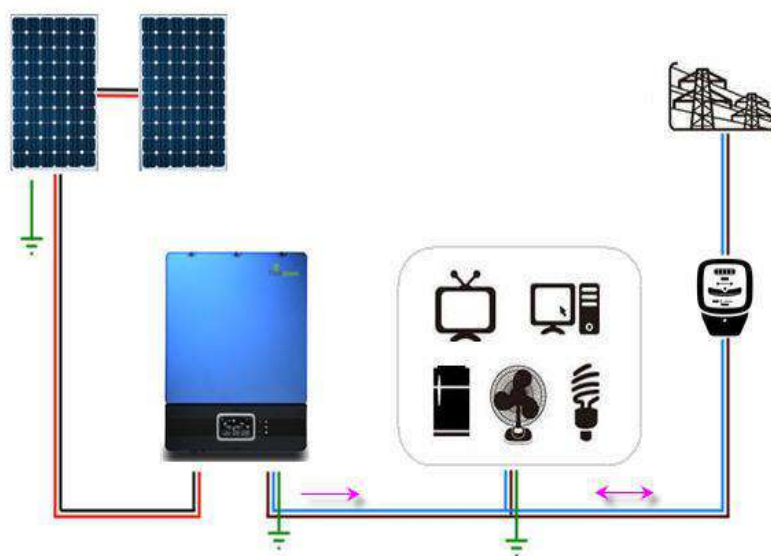
การติดตั้งแบบนี้ เพื่อลดค่าไฟฟ้า โดยเมื่อมีการใช้ไฟ มากกว่าที่ผลิตเองจากโซลาร์เซลล์ ตัวอุปกรณ์ Grid Tie Inverter ที่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ ก็จะทำหน้าที่ดึงกระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้ามาใช้งานโดยอัตโนมัติ ดังนั้นก็จะทำให้ลดค่าไฟฟ้าลงได้และไม่มีข้อจำกัดเรื่องกำลังไฟไม่พอ เพราะดึงจากการไฟฟ้ามาชดเชย แต่การติดตั้งแบบนี้ต้องได้รับการอนุญาตจาก การไฟฟ้าฯ ก่อน แต่ข้อเสียของระบบนี้คือช่วงที่ไม่มีแสงอาทิตย์หรือเวลากลางคืน ก็จะไม่มีการผลิตกระแสไฟฟ้าออกมาซึ่งช่วงนี้ก็ต้องดึงพลังงานไฟฟ้ามาจากระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ

ข้อดี

สามารถลดค่าไฟฟ้า หรือใช้ไฟฟ้าฟรี (หากใช้แผงโซลาร์เซลล์จำนวนมาก) เนื่องจากผลิตไฟฟ้าได้เองในตอนกลางวัน ใช้ไฟฟ้าฟรี ลดค่าไฟฟ้าได้ สำหรับผู้ประกอบการติดตั้งระบบไฟขนาดใหญ่ สามารถขายไฟคืนให้การไฟฟ้าได้ โดยติดต่อการไฟฟ้า จะต้องสมัครทำสัญญา และยื่นเอกสาร ตามข้อกำหนดของการไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ข้อเสีย

กรณีที่ไฟจากการไฟฟ้าดับ ระบบโซลาร์เซลล์ยังจ่ายไฟปกติ แต่กริดไทน์อินเวอร์เตอร์จะหยุดทำงาน โดยไม่จ่ายไฟเข้าสายส่ง เพื่อป้องกันไฟฟ้าดูดเจ้าหน้าที่การไฟฟ้า ซึ่งกำลังทำการซ่อมระบบสายไฟฟ้า การใช้งานระบบนี้ ส่วนใหญ่จะใช้ในพื้นที่ที่มีไฟฟ้าเข้าถึงแล้ว ใช้เพื่อช่วยลดค่าไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี ซึ่งทางผู้ที่ต้องการติดตั้ง ต้องมีพื้นที่ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ และรู้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในตอนกลางวัน โดยดูจากหน่วยการใช้ไฟฟ้า ที่เสียค่าไฟฟ้าแต่ละเดือน เพื่อออกแบบกำลังการผลิตระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ หาขนาดกริดไทน์อินเวอร์เตอร์ และจำนวนแผงโซลาร์เซลล์



รูปที่ 2.5 ภาพจำลองการต่อใช้งานระบบออนกริด

ระบบไฮบริดส์ (Hybrid) หรือแบบผสม

เป็นระบบที่นำเอา ระบบออนกริด และ ออฟกริด มารวมกันคือจะมีระบบแบตเตอรี่ มาสำรองพลังงาน ใช้งานในเวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์ และสำหรับกรณีที่เมื่อมีแสงอาทิตย์แล้วผลิตกระแสไฟฟ้าได้หากกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้มีมากกว่าที่นำมาใช้งาน ระบบก็นำกระแสไฟฟ้านั้นชาร์จเข้าแบตเตอรี่ เพื่อนำมาใช้งานได้ต่อไป พอถึงเวลากลางคืนที่ผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ไม่ได้ ระบบก็จะไปนำเอากระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่มาใช้ก่อน หากยังไม่เพียงพอ ระบบก็จะไปดึงไฟฟ้ามาจากระบบจำหน่ายมาชดเชยอีกทีหนึ่ง

หลักการทำงาน

เมื่อแผงโซล่าเซลล์ได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ ก็แปลงเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง (DC) แล้วส่งต่อมายัง ไฮบริดส์ อินเวอร์เตอร์ ซึ่งไฮบริดส์ อินเวอร์เตอร์ก็แปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ซึ่งก็จะเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟของการไฟฟ้าฯ และอีกขั้วหนึ่งก็ต่อเข้ากับแบตเตอรี่ และอีกขั้วหนึ่งก็ต่อไฟฟ้าไปใช้งานต่างๆ ในเวลากลางวันเมื่อผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ ระบบก็จะนำไฟฟ้าที่ผลิตได้มาจ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าของเรา แต่หากกระแสไฟฟ้าที่เราผลิตได้ไม่เพียงพอ ก็จะไปดึงไฟจากแบตเตอรี่ หรือการไฟฟ้ามาใช้งานได้ โดยอัตโนมัติ (ซึ่งเราสามารถตั้งค่าได้ที่ตัว ไฮบริดส์ อินเวอร์เตอร์) หรือหากเราผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์มากกว่าที่เราใช้งานระบบก็นำกระแสไฟฟ้านี้ไปชาร์จแบตเตอรี่เพื่อสำรองไฟฟ้าใช้งานต่อไป ในเวลากลางคืนที่เราไม่สามารถผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ได้ ที่ตัวไฮบริดส์ อินเวอร์เตอร์ สามารถตั้งค่าได้ว่าจะเอาไฟจากแบตเตอรี่มาใช้งานก่อนจนหมดแล้วค่อยนำไฟฟ้าจากระบบของการไฟฟ้ามาใช้งาน ซึ่งทำให้เราประหยัดค่าไฟฟ้าลง

ได้ และหรือบางท่านอาจกลัวว่าแบตเตอรี่จะเสื่อมเร็วเกินไป ก็สามารถตั้งค่าให้ใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าเป็นอันดับแรกก่อน หากระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าขัดข้องจึงไปนำไฟฟ้าจากแบตเตอรี่มาใช้งาน ก็ได้

ข้อดี

ระบบทำงานได้ทั้งแบบ on-grid และ off-grid สามารถเปลี่ยนแหล่งไฟฟ้าได้เองตามสถานการณ์ ช่วยรักษาความเสถียรของระบบไฟฟ้า และใช้ไฟได้เองภายในกรณีไฟจากการไฟฟ้าดับ

ข้อเสีย

อินเวอร์เตอร์ชนิดนี้มีให้เลือกน้อยมาก และยังไม่ได้รับการยอมรับจากการไฟฟ้า (กฟผ.) เลยไม่สามารถขนานไฟฟ้ากับกริดได้ ไม่สามารถขายไฟคืน กฟผ. ได้ ต้องใช้อุปกรณ์มากเช่นเดียวกับ off-grid ซึ่งทำให้ระบบโดยรวมแพง และไม่คุ้มค่า



รูปที่ 2.6 ภาพจำลองการต่อใช้งานระบบไฮบริดส์

2.2 อินเวอร์เตอร์ (Solar Inverter)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับแปลงไฟฟ้า DC ที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ ให้กลายเป็นไฟฟ้า AC เพื่อให้สามารถใช้งานกับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ได้

2.2.1 ชนิดของอินเวอร์เตอร์

Central Solar Inverter

เป็นอินเวอร์เตอร์ขนาดใหญ่ที่ใช้สำหรับโซลาร์เซลล์ระบบออนกริด โดยมีขนาดให้เลือกใช้ตั้งแต่ 100 - 2,500 กิโลวัตต์ นิยมนำไปใช้ในโซลาร์ฟาร์ม หรือ PV Plant ขนาดใหญ่ที่มีการติดตั้งกำลังการผลิตที่หลาย ๆ เมกกะวัตต์ แต่มีข้อเสีย คือ หากตัวอินเวอร์เตอร์เสียเพียง 1 ตัว ก็จะทำให้กำลังการผลิตไฟฟ้าทั้งระบบลดลงเป็นอย่างมาก



รูปที่ 2.7 Central Solar Inverter

String Solar Inverter

เป็นอินเวอร์เตอร์ขนาดเล็กที่ใช้สำหรับโซล่าเซลล์ระบบออนกริด โดยมีขนาดให้เลือกใช้ตั้งแต่ 2 - 60 กิโลวัตต์ เป็นอินเวอร์เตอร์ชนิดนี้นิยมนำมาใช้กันภายในบ้าน สำนักงาน โรงงาน และอาคารอื่นๆ โดยทั่วไป



รูปที่ 2.8 String Solar Inverter

Solar Inverter

แบบมี Power Optimizer Inverter เป็นอินเวอร์เตอร์ที่ใช้สำหรับโซลาร์เซลล์ระบบออนกริด ที่ถูกพัฒนาให้มีประสิทธิภาพการทำงานที่สูงขึ้น โดยการเพิ่มอุปกรณ์ Power Optimizer ไปติดตั้งไว้ที่แผงโซลาร์เซลล์ในแต่ละแผง เพื่อช่วยปรับแต่งค่าแรงดันไฟฟ้า DC ที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ให้มีความเหมาะสมขึ้นก่อน จากนั้นจึงส่งต่อมาที่อินเวอร์เตอร์เพื่อแปลงเป็นไฟฟ้า AC แล้วนำไปใช้งานต่อไป



รูปที่ 2.9 Solar Inverter

Solar MicroInverter

เป็นอินเวอร์เตอร์ที่สามารถนำมาใช้ได้กับทั้งระบบออนกริด และออฟกริด โดยความพิเศษของอินเวอร์เตอร์ชนิดนี้คือ มันถูกออกแบบมาให้มีขนาดเล็กมาก สามารถนำไปติดตั้งที่แผงโซลาร์เซลล์เพื่อใช้งานได้เลย โดยสามารถใช้งานได้ 1 ตัวต่อ 1 แผง , 1 ตัวต่อ 2 แผง หรือ 1 ตัวต่อ 4 แผง ขึ้นอยู่กับแต่ละตัวที่ทางแบรนด์ผลิตออกมา ซึ่งเอาท์พุทที่ออกมาจากอินเวอร์เตอร์ชนิดนี้จะ เป็นไฟฟ้าแบบ AC ที่สามารถนำไปต่อใช้งานต่อได้เลย



รูปที่ 2.10 Solar MicroInverter

Off Grid Solar Inverter

เป็นอินเวอร์เตอร์ที่ใช้กับโซลาร์เซลล์ระบบออฟกริดที่สามารถใช้แปลงไฟฟ้า DC ที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ให้เป็นไฟฟ้า AC แล้วนำไปต่อใช้งานได้เลย โดยไม่จำเป็นต้องต่อเชื่อมกับระบบจำหน่ายไฟของทางการไฟฟ้า ซึ่งส่วนใหญ่ระบบนี้จำเป็นต้องใช้งานร่วมกับแบตเตอรี่ และ ชาร์จเจอร์ เพื่อทำหน้าที่เก็บสำรองพลังงานไฟฟ้าไว้ในภายหลังได้



รูปที่ 2.11 Off Grid Solar Inverter

Hybrid Solar Inverter

เป็นอินเวอร์เตอร์ที่นำพีเจอาร์ของทั้งระบบออนกริด และออฟกริดมาใช้งานรวมกันได้ ถือได้ว่าเป็นอินเวอร์เตอร์ที่มีความยืดหยุ่นและใช้งานได้สะดวกมาก



รูปที่ 2.12 Hybrid Solar Inverter

2.3 ตู้ MDB

คือ ตู้ควบคุมระบบไฟฟ้าหลัก นิยมใช้ในอาคารที่มีขนาดกลาง และอาคารขนาดใหญ่ รวมไปถึงโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้ไฟในปริมาณมาก โดยภายในตู้สวิตช์บอร์ด MDB จะประกอบไปด้วยแผงจ่ายไฟฟ้าขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นแผงแรกที่ได้รับไฟฟ้าเข้ามาจากหม้อแปลงจำหน่ายไฟฟ้า จากนั้นจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังแผงย่อยส่วนต่าง ๆ ภายในอาคารนั้น ๆ มีหน้าที่ควบคุมการจ่ายและรับไฟฟ้าจากระบบการไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือหม้อแปลงไฟฟ้าที่เข้ามาภายในอาคาร รวมถึงป้องกันความเสียหายต่าง ๆ ที่เกิดจากความผิดปกติของระบบไฟฟ้า เช่น ไฟฟ้าลัดวงจร แรงดันไฟฟ้าเกิน แรงดันไฟฟ้าตก กระแสไฟฟ้ารั่วลงดิน



รูปที่ 2.13 ตู้ MDB

2.3.1 อุปกรณ์ ภายในตู้ MDB

1. โครงตู้สวิตช์บอร์ด (Enclosure) เป็นส่วนประกอบหลักซึ่งทำหน้าที่ยึดตัวอุปกรณ์ต่าง ๆ ไว้ภายในตู้ ป้องกันสิ่งต่าง ๆ ที่อาจทำให้เกิดความเสียหายให้กับอุปกรณ์ภายในได้ รวมถึงป้องกันไม่ให้ผู้ใช้งานสัมผัสส่วนที่มีกระแสไฟภายในตู้ วัสดุที่ใช้ประกอบโครงตู้ขึ้นทำขึ้นจากโลหะแผ่นนำมาประกอบขึ้นเป็นโครง ซึ่งฝาตู้สามารถเปิดได้ตามการออกแบบ และการใช้งานของผู้ใช้เป็นหลัก รวมถึงต้องมีความแข็งแรง ทนทานจากแรงกระทำ ทนทานต่อการกัดกร่อน ทนต่อสภาพแวดล้อมและสภาพอากาศ รวมถึงความผิดปกติที่อาจจะเกิดขึ้นในระบบ



รูปที่ 2.14 โครงตู้ (Enclosure)

2. บัสบาร์ (Busbar) เป็นโลหะตัวนำไฟฟ้าทำมาจากทองแดง ทองเหลือง อลูมิเนียม โดยสถานีตู้ไฟฟ้า หรือ แผงสวิตช์ ทำหน้าที่รับและจ่ายกระแสไฟฟ้า การเลือกใช้บัสบาร์ควรพิจารณาคุณสมบัติ ดังนี้ ควรมีความต้านทานต่ำ มีความแข็งแรงทางกลสูงโดยเฉพาะด้านแรงดึง แรงอัด และแรงฉีก มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนและแรงกระทำสูง ความต้านทานของพื้นผิวต่ำ สามารถตัดและตัดต่อได้สะดวก โดยบัสบาร์ที่นิยมใช้ทั่วไปจะเป็นแบบ Flat ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า



รูปที่ 2.15 บัสบาร์ (Busbar)

3. เซอร์กิต เบรกเกอร์ (Circuit Breaker) เป็นอุปกรณ์ที่ไว้ป้องกันด้านความปลอดภัย ในกรณีเกิดความผิดปกติภายในระบบ โดยเซอร์กิตเบรกเกอร์จะทำหน้าที่ตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อมีกระแสไหลผ่านเกินกว่าค่าที่กำหนด หรือเกิดไฟฟ้าลัดวงจร การเลือกใช้ใช้งานเซอร์กิตเบรกเกอร์ ควรเลือกให้เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ว่าจะเป็น ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ควรเลือกความกว้าง ความยาว ความสูง ให้พอดีกับตู้เพื่อให้ติดตั้งได้อย่างเป็นระเบียบและสวยงาม รวมถึงควรพิจารณาค่าต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น การตัดกระแสลัดวงจร (IC) ค่าพิกัดกระแส (AT) ค่าพิกัดกระแสโครงสร้าง (AF) ระยะเวลาในการตัดวงจร (Time) ขนาดพิกัดไฟรั่ว (IΔN) ให้เหมาะสมกับความต้องการใช้งาน



รูปที่ 2.16 ACB เซอร์กิต เบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

4. เครื่องวัดไฟฟ้า (Meter) เป็นเครื่องวัดพื้นฐานที่ใช้ในตู้ MDB โดยทั่วไปประกอบด้วย โวลต์มิเตอร์ ใช้วัดแรงดันไฟฟ้าภายในวงจร ซึ่งพิกัดแรงดันของโวลต์มิเตอร์คือ 0-500V และแอมมิเตอร์ใช้วัดปริมาณ กระแสไฟฟ้าในวงจร กระแสของแอมมิเตอร์จะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนเคอร์เรนส์ทรานฟอเมอร์ (Current Transformer) โดยโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ จะใช้งานร่วมกับซีเล็คเตอร์สวิตช์ (Selector Switch) และหากตู้ MDB มีขนาดใหญ่จะมีอุปกรณ์เพิ่มเติมขึ้นอยู่กับการออกแบบ เช่น เพาเวอร์แฟคเตอร์ มิเตอร์ (P.F. Meter), วัตต์มิเตอร์ (Watt Meter), หรือวาร์มิเตอร์ (Varmeter)



รูปที่ 2.17 เครื่องวัดไฟฟ้า (Meter)

5. อุปกรณ์ประกอบ (Accessories) การใช้งานตู้ MDB ควรมีอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ เพิ่มเติมเพื่อความสะดวก และความปลอดภัยในการใช้งาน เช่น CT (Current Transformer) ใช้ต่อร่วมกับแอมป์มิเตอร์เพื่อใช้วัดค่าพิกัดกระแสแต่ละเฟส, Selector Switch ใช้ร่วมกับโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ เพื่อวัดแรงดันและกระแสในแต่ละเฟส และควบคุมทิศทางของกระแสไฟฟ้าให้ได้ตามทิศทางที่ต้องการ, Pilot Lamp หลอดไฟแสดงสถานะ เพื่อแสดงให้ทราบว่าตู้ MDB มีการทำงานอยู่หรือไม่, Fuse เป็นหลอดแก้วใช้ป้องกันการลัดวงจรเครื่องวัดไฟฟ้า รวมถึงตัดกระแสไฟออกจากวงจรเพื่อป้องกันการอุปกรณ์เสียหาย



รูปที่ 2.18 CT (Current Transformer)



รูปที่ 2.19 Selector Switch



รูปที่ 2.20 Pilot Lamp



รูปที่ 2.21 Fuse

2.4 ทฤษฎี PDCA

PDCA คือ วงจรการบริหารงานคุณภาพ ย่อมาจาก 4 คำ ได้แก่ Plan (วางแผน), Do (ปฏิบัติ), Check (ตรวจสอบ) และ Act (การดำเนินการให้เหมาะสม) ซึ่งวงจร PDCA สามารถประยุกต์ใช้ได้กับทุกๆ เรื่อง นับตั้งแต่กิจกรรมส่วนตัว เช่น การปรุงอาหาร การเดินทางไปทำงานในแต่ละวัน การตั้งเป้าหมายชีวิต และการดำเนินงานในระดับบริษัท ซึ่งรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

2.4.1 P = Plan (ขั้นตอนการวางแผน)

ขั้นตอนการวางแผนครอบคลุมถึงการกำหนดกรอบหัวข้อที่ต้องการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง ซึ่งรวมถึงการพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน ฯลฯ พร้อมกับพิจารณาว่ามีความจำเป็นต้องใช้ข้อมูลใดบ้างเพื่อการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงนั้น โดยระบุวิธีการเก็บข้อมูลและกำหนดทางเลือกในการปรับปรุงให้ชัดเจน ซึ่งการวางแผนจะช่วยให้กิจการสามารถคาดการณ์สิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคต และช่วยลดความสูญเสียต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ ทั้งในด้านแรงงาน วัตถุดิบ ชั่วโมงการทำงาน เงิน และเวลา

2.4.2 D = Do ขั้นตอนการปฏิบัติ (ขั้นตอนการปฏิบัติ)

ขั้นตอนการปฏิบัติ คือ การลงมือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตามทางเลือกที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนการวางแผน ซึ่งในขั้นตอนนี้ต้องมีการตรวจสอบระหว่างการปฏิบัติด้วยว่าได้ดำเนินไปในทิศทางที่ตั้งใจหรือไม่ เพื่อทำการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้เป็นไปตามแผนการที่ได้วางไว้

2.4.3 C = Check (ขั้นตอนการตรวจสอบ)

ขั้นตอนการตรวจสอบ คือ การประเมินผลที่ได้รับจากการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง เพื่อให้ทราบว่า ในขั้นตอนการปฏิบัติงานสามารถบรรลุเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ แต่สิ่งสำคัญก็คือ ต้องรู้ว่าจะตรวจสอบอะไรบ้างและบ่อยครั้งแค่ไหน เพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบเป็นประโยชน์สำหรับขั้นตอนถัดไป

2.4.4 A = Action ขั้นตอนการดำเนินงานให้เหมาะสม (ขั้นตอนการดำเนินงานให้เหมาะสม)

ขั้นตอนการดำเนินงานให้เหมาะสมจะพิจารณาผลที่ได้จากการตรวจสอบ ซึ่งมีอยู่ 2 กรณี คือ ผลที่เกิดขึ้นเป็นไปตามแผนที่วางไว้ หรือไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ หากเป็นกรณีแรก ก็ให้นำแนวทางหรือกระบวนการปฏิบัตินั้นมาจัดทำเป็นมาตรฐาน พร้อมทั้งหาวิธีการที่จะปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นไปอีก ซึ่งอาจหมายถึงสามารถบรรลุเป้าหมายได้เร็วกว่าเดิม หรือเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าเดิม หรือทำให้

คุณภาพดียิ่งขึ้นก็ได้แต่ถ้าหากเป็นกรณีที่สอง คือ ผลที่ได้ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ตามแผนที่วางไว้ ควรนำข้อมูลที่รวบรวมไว้มาวิเคราะห์และพิจารณาว่าควรจะดำเนินการอย่างไร เช่น มองหาทางเลือกใหม่ที่อาจจะเป็นไปได้ ใช้ความพยายามให้มากขึ้นกว่าเดิม ขอความช่วยเหลือจากผู้รู้ หรือเปลี่ยนเป้าหมายใหม่ เป็นต้น

2.5 ประโยชน์ของ PDCA

2.5.1 การวางแผนงานก่อนการปฏิบัติงาน จะทำให้เกิดความพร้อมเมื่อได้ปฏิบัติงานจริงการวางแผนงานควรวางให้ครบ 4 ขั้นตอนดังนี้

2.5.1.1 ขั้นการศึกษา คือ การวางแผนศึกษาข้อมูล วิธีการ ความต้องการของตลาด ข้อมูลด้านวัตถุดิบ ด้านทรัพยากรที่มีอยู่หรือเงินทุน

2.5.1.2 ขั้นเตรียมงาน คือ การวางแผนการเตรียมงานด้านสถานที่ การออกแบบผลิตภัณฑ์ ความพร้อมของพนักงาน อุปกรณ์ เครื่องจักร วัตถุดิบ

2.5.1.3 ขั้นดำเนินงาน คือ การวางแผนแนวทางการปฏิบัติงานของแต่ละส่วนแต่ละฝ่าย เช่น ฝ่ายผลิต ฝ่ายขาย

2.5.1.4 ขั้นการประเมินผล คือ การวางแผนหรือเตรียมการประเมินผลงานอย่างเป็นระบบ เช่น ประเมินจากยอดการจำหน่าย ประเมินจากการติชมของลูกค้า เพื่อให้ผลที่ได้จากการประเมินเกิดการเที่ยงตรง

2.5.2 การปฏิบัติตามแผนงาน ทำให้ทราบขั้นตอน วิธีการ และสามารถเตรียมงานล่วงหน้าหรือทราบอุปสรรคล่วงหน้าด้วย ดังนั้น การปฏิบัติงานก็จะเกิดความราบรื่น และเรียนร้อย นำไปสู่เป้าหมายที่ได้กำหนดไว้

2.5.3 การตรวจสอบ ให้ได้ผลที่เที่ยงตรงเชื่อถือได้ ประกอบด้วย

2.5.3.1 ตรวจสอบจากเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้

2.5.3.2 มีเครื่องมือที่เชื่อถือได้

2.5.3.3 มีเกณฑ์การตรวจสอบที่ชัดเจน

2.5.3.4 มีกำหนดเวลาการตรวจที่แน่นอน

2.5.3.5 บุคลากรที่ทำการตรวจสอบต้องได้รับการยอมรับจากทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เมื่อการตรวจสอบได้รับการยอมรับ การปฏิบัติงานขั้นต่อไปก็ดำเนินงานต่อไปได้

2.5.4 การปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนใดก็ตาม เมื่อมีการปรับปรุงแก้ไขคุณภาพก็เกิดขึ้น ดังนั้น วงจร PDAC จึงเรียกว่า วงจรบริหารงานคุณภาพ

รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

ตั้งอยู่เลขที่ 111 หมู่ที่ 5 ถนน พุทธรณทลสาย 4 ตำบล กระทุ่มล้ม อำเภอสสามพราน นครปฐม
73220



รูปที่ 3.1 ที่ตั้งบริษัทของสถานประกอบการ

3.2 ลักษณะการประกอบการและการให้บริการหลักขององค์กร

บริษัท เบญจมิตรการพิมพ์โลหะภัณฑ์ จำกัด ก่อตั้งขึ้นในปีพุทธศักราช 2525 ตลอดระยะเวลา 20 ปี บริษัทได้สะสมประสบการณ์ทางด้านการพิมพ์ การขึ้นรูปโลหะและการผลิตกระป๋องเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า ปัจจุบัน บริษัทฯ ผลิตบรรจุภัณฑ์จากแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกหลากหลายรูปร่าง และขนาด เช่น ทรงกลม สี่เหลี่ยม หกเหลี่ยม และอื่นๆ ตัวอย่างสินค้าโดยละเอียดแสดงไว้ในรายการสินค้าของบริษัท โรงงานของบริษัทตั้งอยู่บนเนื้อที่ขนาดสี่ไร่ ติดกับถนนเพชรเกษม ทำให้สะดวกในการขนส่งสินค้าในเขตกรุงเทพ และปริมณฑล

ใน พ.ศ. 2542 บริษัทฯได้เพิ่มสายการผลิตประเภทบรรจุภัณฑ์พลาสติก โดยที่บริษัทฯ เน้นไปที่เทคโนโลยีการฉีดพลาสติกแบบทึบวอลล์ และการพิมพ์พลาสติกด้วยระบบออฟเซต ซึ่งเป็นอีก

หนึ่งทางเลือกสำหรับบรรจุกู้ภัณฑ์ท่องเที่ยวประจำปี ของขวัญพิเศษเนื่องในโอกาสต่าง ๆ และยังมีกิจกรรมเพื่อสังคมเช่น กิจกรรมปลูกป่าชายเลน กิจกรรมจิตอาสาต่างๆ

3.3 รูปแบบการจัดการองค์การและการบริหารงาน

1. คุณยุทธนา จันตุ	Engineering Manager
2. คุณพงษ์ศักดิ์ สาละงโคตร	Engineering Chief
3. คุณอุทัย คงคำสิงห์	Electrical Engineer
4. คุณนพเก้า อรรถกสิกิจ	Electrical Engineer
5. คุณวิชาญ อันตั้ง	Electrical Engineer
6. คุณภาณุวัฒน์ ชุ่มวิจิตร	Electrical Engineer
7. คุณธงชัย สารางโครต	Electrical Engineer

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

3.4.1 ตำแหน่งที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

นาย ธนกร ทรัพย์บุญมี	Electrical Engineer
นาย ศุภช อินทร์ศิริ	Electrical Engineer

3.4.2 ลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย คือ ตรวจสอบเครื่องจักรประจำวัน PM

(Preventive Maintenance) ตามแผนงาน งานแจ้งซ่อมจากทุกส่วนงาน งานอื่นๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

3.5.1 ชื่อพนักงานที่ปรึกษา นาย นพเก้า อรรถกสิกิจ

3.5.2 ตำแหน่งพนักงาน Electrical Engineer

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

3.6.1 ระยะเวลาในการดำเนินงานตั้งแต่วันที่ 17 พฤษภาคม ถึงวันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ. 2564

3.6.2 ระยะเวลาในการปฏิบัติสหกิจศึกษา เวลา 08.00 – 17.00 น. หยุดตามปฏิทินบริษัท กำหนดโดยอิงตามลูกค้า

3.7 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน

3.7.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการ

ลำดับ	ขั้นตอนการ ดำเนินการ	พฤษภาคม 2563			มิถุนายน 2563				กรกฎาคม 2563				สิงหาคม 2563		
1	ศึกษาการทำงาน														
2	รวบรวมปัญหาการ หยุดกระบวนการ ผลิต														
3	ยื่นเสนอโครงการ														
4	อนุมัติโครงการ														
5	ดำเนินการ														
6	ติดตามผลการ ดำเนินงาน														
7	สรุปผล														
8	ขยายผลทำแผน PM														
9	จัดทำรูปเล่ม โครงการ														

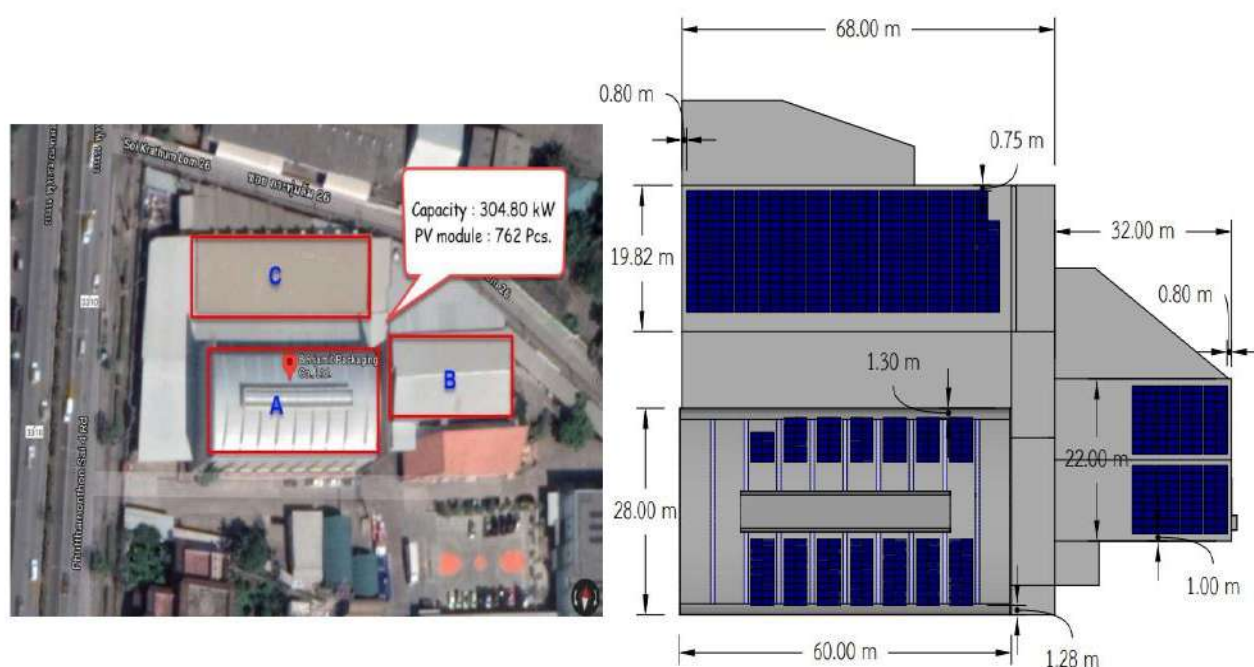
3.8 อุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้

3.8.1 คอมพิวเตอร์

3.8.2 โปรแกรม Excel

3.9 แผนผังการติดตั้งโซล่าเซลล์

การติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ ติดตั้งทั้งหมด 762 แผง และสามารถผลิตไฟฟ้าได้ 304.8 kW ซึ่งจะส่งผลให้ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้าได้



รูปที่ 3.2 แผนผังการติดตั้งโซล่าเซลล์ในโรงงาน

3.10 ขั้นตอนการติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์



รูปที่ 3.3 Support แผงโซลาร์เซลล์

3.10.1 จากรูปที่ 3.3 ได้ทำการติดตั้ง Support แผงโซลาร์เซลล์เพื่อจะทำการวางแผงโซลาร์เซลล์



รูปที่ 3.4 แผงโซลาร์เซลล์

3.10.2 จากรูป 3.4 ทำการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์



รูปที่ 3.5 ทำการต่อสายไฟที่ออกจากแผงโซลาร์เซลล์

3.10.3 จากรูปที่ 3.5 ทำการต่อสาย DC ออกจากแผงโซลาร์เซลล์เข้ารางไฟ



รูปที่ 3.6 ทำการร้อยสายไฟเข้ารางไฟ

3.10.4 จากรูปที่ 3.6 ทำการร้อยสาย DC เข้ารางไฟ พร้อมกับสาย Ground



รูปที่ 3.7 ทำการพาดสาย DC และ สาย Ground

3.10.5 จากรูปที่ 3.7 ทำการพาดสาย DC และ สาย Ground เพื่อเข้า Invertor



รูปที่ 3.8 ต่อสาย DC เข้า Invertor

3.10.6 จากรูปที่ 3.8 ทำการต่อสาย DC ที่เดินจากแผงโซลาร์เซลล์ผ่านรางไฟ มาเข้า Invertor



รูปที่ 3.9 ติดตั้งรางเดินสายไฟไปยัง ตู้ MDB

3.10.7 จากรูปที่ 3.9 ทำการติดตั้งรางเดินสายไฟ แล้วเดินสาย AC ซึ่งออกจาก Invertor และ สาย Ground ไปยัง ตู้ MDB ของระบบโซลาร์เซลล์



รูปที่ 3.10 ร้อยสาย AC และ สาย Ground เข้า ตู้ MDB

3.10.8 จากรูปที่ 3.10 ทำการร้อยสาย AC 3 เฟส และ สาย Ground เข้าตู้ MDB



รูปที่ 3.11 ต่อสาย AC 3 เฟส เข้าเซอร์กิต เบรกเกอร์

3.10.9 จากรูปที่ 3.11 ทำการเข้าสาย AC 3 เฟส กับเซอร์กิตเบรกเกอร์ของ MDB ของระบบ โซล่าเซลล์



รูปที่ 3.12 ต่อสาย AC 3 เฟส ไปเข้ารางสายไฟ

3.10.10 จากรูปที่ 3.12 ต่อสาย AC 3 เฟส ออกจากเซอร์กิตเบรกเกอร์ เข้ารางสายไฟเพื่อไป ต่อยัง ตู้ MDB ของโรงงาน



รูปที่ 3.13 เดินรางไฟร้อยสาย AC 3 เฟส

3.10.11 จากรูปที่ 3.13 ทำการติดตั้งรางสายไฟเหนือห้องตู้ MDB และเดินสาย AC 3 เฟส จากตู้ MBD ของระบบโซล่าเซลล์ไปยังตู้ MDB ของโรงงาน



รูปที่ 3.14 เดินสาย AC 3 เฟสเข้าตู้ MBD

3.10.12 จากรูปที่ 3.14 ทำการเดินสาย AC 3 เฟส พร้อมทั้ง สาย Ground จากตู้ MBD ของฝั่งระบบโซล่าเซลล์ ไปยังตู้ MDB ของโรงงาน



รูปที่ 3.15 จุดต่อ Ground ลงดิน

3.10.13 จากรูปที่ 3.15 ทำการติดตั้งจุดต่อ Ground ของระบบโซล่าเซลล์ทั้งหมดในโรงงาน

บทที่ 4

ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ

จากการสำรวจพบว่า บริษัท เบญจมิตรบรรจุภัณฑ์ จำกัด ทางโรงงานโดยเฉพาะฝั่งโรงพลาสติก มีค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างสูง สำหรับการผลิตซึ่งใน 1 ปีมีค่าใช้จ่ายประมาณ 19 ล้านบาท ทางโรงงานจึงติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า จากที่เคยใช้ไฟฟ้าปีละประมาณ 5,400,000 kWh ส่วนใหญ่จะใช้ในการกระบวนการฉีดพลาสติก เพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายของบริษัทที่ต้องการลดการใช้ไฟฟ้าในโรงงาน จึงทำการวิเคราะห์ว่าหลังจากติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ไปแล้วสามารถผลิตไฟฟ้าออกมาได้เท่าไร และประหยัดไปเท่าไร ระยะเวลาทุนกี่ปี โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

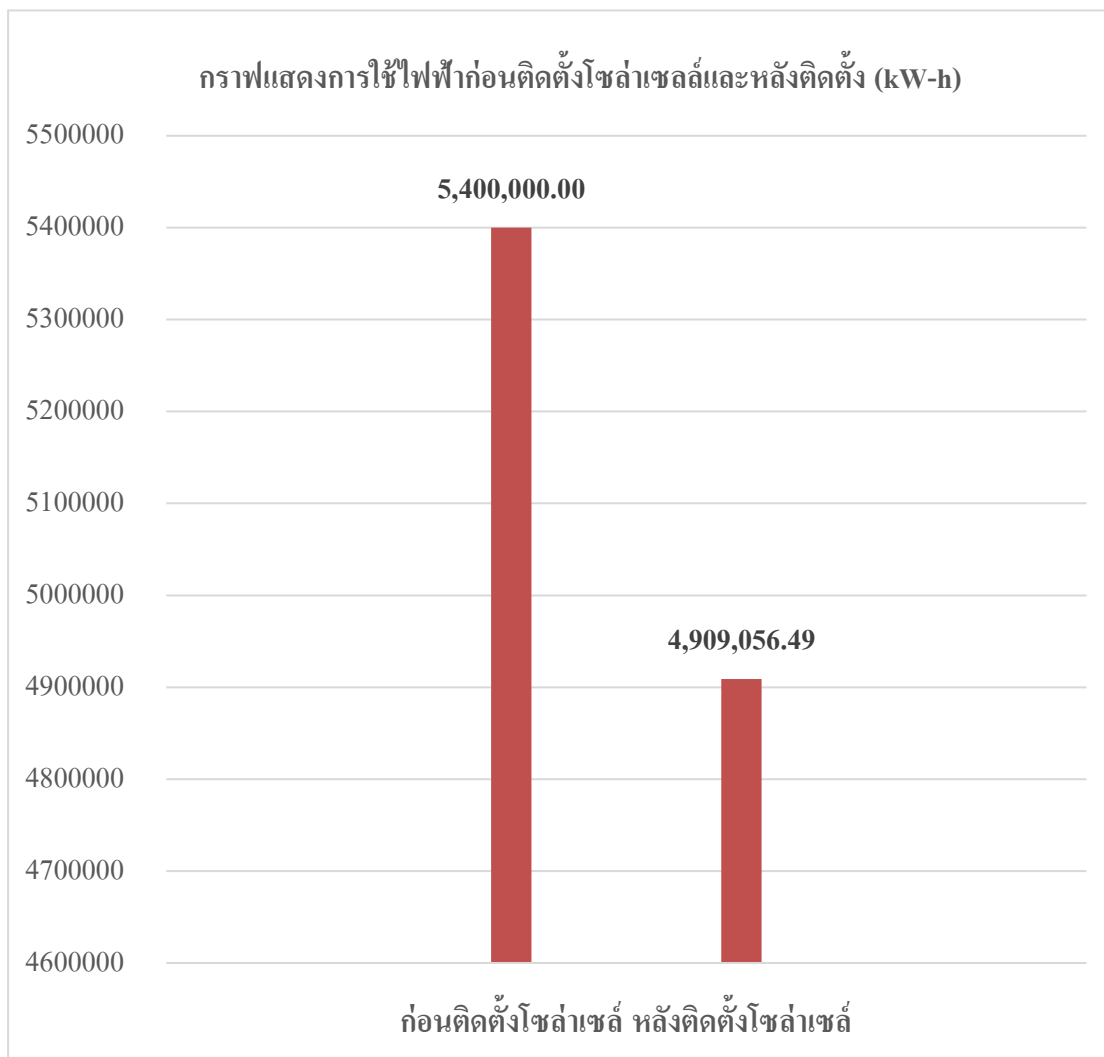
4.1 รวบรวมข้อมูลในระบบโซลาร์เซลล์

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลศักยภาพแสงอาทิตย์

ข้อมูลศักยภาพแสงอาทิตย์	
รังสีดวงอาทิตย์ในพื้นที่	
รังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ย ($\text{kWh/m}^2\text{-day}$) D_{sun}	5.5
จำนวนชั่วโมงที่มีแสงอาทิตย์ (Hr) T_{sun}	5.5
กำลังงานต่อตารางเมตร (kW/m^2) $P_{\text{sun/m}^2}$	1
แผงเซลล์แสงอาทิตย์	
ประสิทธิภาพของแผง (Module Efficient) EFF_{pv}	20.17%
กำลังไฟฟ้าสูงสุด (kW)	0.2017

ตารางที่ 4.2 ประเมินระบบด้านเทคนิคและด้านเศรษฐศาสตร์

ประเมินระบบด้านเทคนิคและด้านเศรษฐศาสตร์	
ประสิทธิภาพแผงในการติดตั้ง (ความสูญเสียของแผงเมื่อคิดความคลาดเคลื่อนของกำลังไฟฟ้า และความสกปรก) (INS_{pv})	90.00%
(ประสิทธิภาพแผงเมื่อคิดอุณหภูมิที่ตัวแผง) (CC_{pv}) ประสิทธิภาพของแผงจะลดลง 0.39% เมื่ออุณหภูมิของแผงสูงกว่า 25 °C คิดอุณหภูมิแผงที่ 50 °C จะเกิดการสูญเสีย 9.75%)	90.25%
ประสิทธิภาพเมื่อคิดความสูญเสียในสายไฟฟ้า (COP_{pv})	97.00%
ประสิทธิภาพอินเวอร์เตอร์ (INS_{pv})	98.50%
ประสิทธิภาพการแปลงพลังงาน DC เป็น AC $EFF_{DC2AC} = (INS_{pv})(CC_{pv})(COP_{pv})(EFF_{inv})$	77.61%
ความยาวแผง (m)	2.03
ความกว้างแผง (m)	1.01
พื้นที่แผง (m^2)	2.050
จำนวนแผง	762
พื้นที่แผงทั้งหมด (m^2)	1562.33
จำนวนพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อชั่วโมง (kWh/ชั่วโมง) $kWh_{pv} = (AREA_{pv})(EFF_{pv})(EFF_{DC2AC})$	244.55
จำนวนพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อวัน (kWh/วัน) $kWh_{pv} = (AREA_{pv})(D_{sun})(EFF_{pv})(EFF_{DC2AC})$	1,345.05
จำนวนพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อปี (kWh/ปี) $kWh_{pv} = (AREA_{pv})(D_{sun})(365)(EFF_{pv})(EFF_{DC2AC})$	490,943.51
ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยปี 2562 (บาท/kWh)	3.70
คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ (บาท)	1,816,490.97
เงินลงทุน (บาท)	9,120,000.00
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	5.2



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงปริมาณการผลิตไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์ก่อนติดตั้งและหลัง

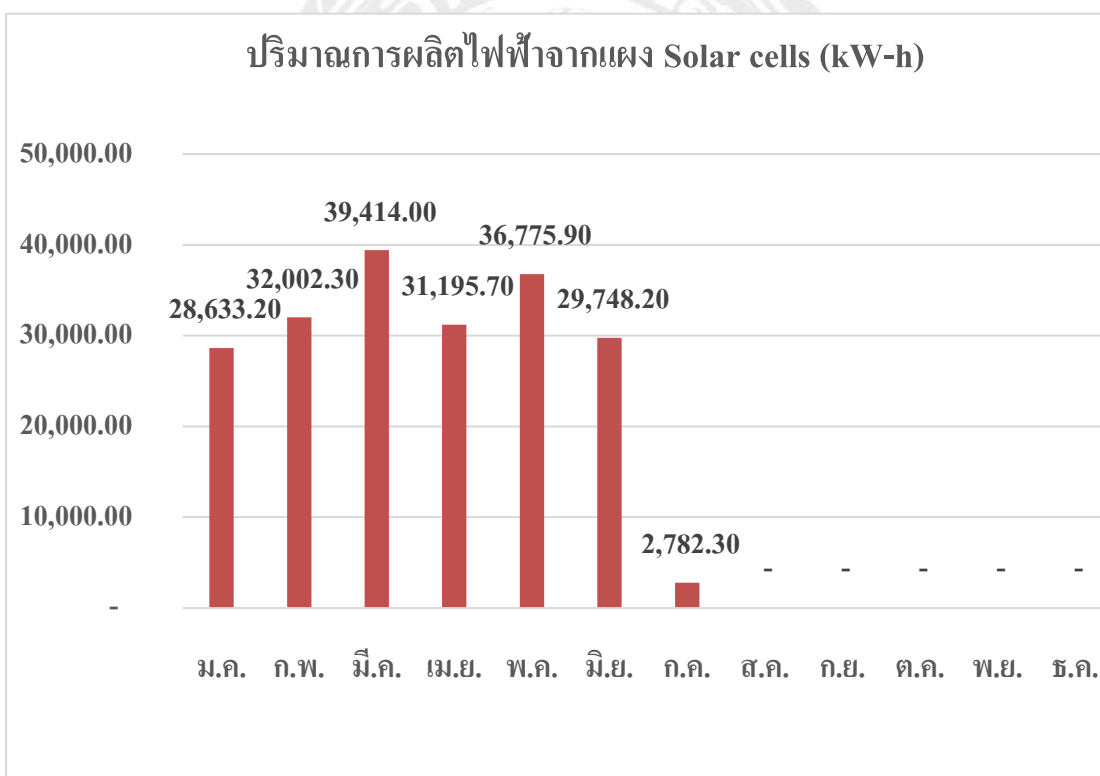
ตารางที่ 4.3 ตารางการบันทึกค่ากำลังไฟที่ผลิตได้ในแต่ละวันของปี 2564

วันที่	Power (kW-h)						
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.
1	180.8	1023	1288.2	1319.6	195.3	6	
2	190.1	1015.8	1282.5	1783.4		1670	
3	180.1	1115.6		1247.1	1477.8	77.2	
4	122.4	1167.6	1374.6	1485.1	1225	1623	
5	1224.4	1183	1447	492.9	1422.2	1606	
6	1074	1042.5	1549	750.8	857.8	1623.1	
7	925.4	373.6	1513.7	1385.2	1193	1341.3	918.3
8	1206.1	1005.9	1342.5	1248.1	1177.1	1256.5	103.8
9	1197.9	593.6	1051.8	1152.9	1568.3	1101.8	877.6
10	1189.4	1201.8	1219.7	792.9	1404.9	1161.9	27.9
11	1015	1220.4	1168.1	192.5	1182.7	1142.8	
12	1228	1115.1	1188.6	203.3	1581.2	961.3	
13	1267.7	1014.3	1219.3	198.1	1425.3	895.8	
14	1217.1	1121.1	1031.4	173.8	1621.4	930	
15	1081.8	1138.5	1282	197.6	948.1	699.9	
16	1181.8	1149.8	1337.2	1675.8	1516.4	953.6	
17	795.1	585.7	1168.2	1459.5	1506	1220	
18	1165.9	1232.2	1298	1226.6	1468	1697.5	
19	1158.3	1415.2	1437.9	1274.6	1613.2	1674	
20	1134.5	1481.1	1352	1328.2	1282.5	1383.8	
21	1083.2	1392.2	1417.7	910.4	1420.3		
22	1047.6	921.9	406.1	1124.7	1570.6	1059.4	
23	972.2	1362.3	1411.2	1583.9	1608.9	1256	776.4
24	1103.5	1427.6	1336.4	1553.7	1607.7	1341.5	2.9

ต่อจากตารางที่ 4.3 ตารางการบันทึกค่ากำลังไฟที่ผลิตได้ในแต่ละวันของปี 2564

25	896	1381.9	1426.9	1206.4	1207.3	1295.2	
26	897.2	1496.5	1466.7	1208.4	311.5	1258.6	75.4
27	715.9	1434.3	1511.8	867.6	249.8	507.1	
28	988.4	1389.8	1620.3	1236	1069.9	4.9	
29	1051		1503.5	940.7	110.8		
30	1142.4		1290	975.9	1486.3		
31			1471.7		1466.6		
SUM	28633.2	32002.3	39414	31195.7	36775.9	29748.2	2782.3

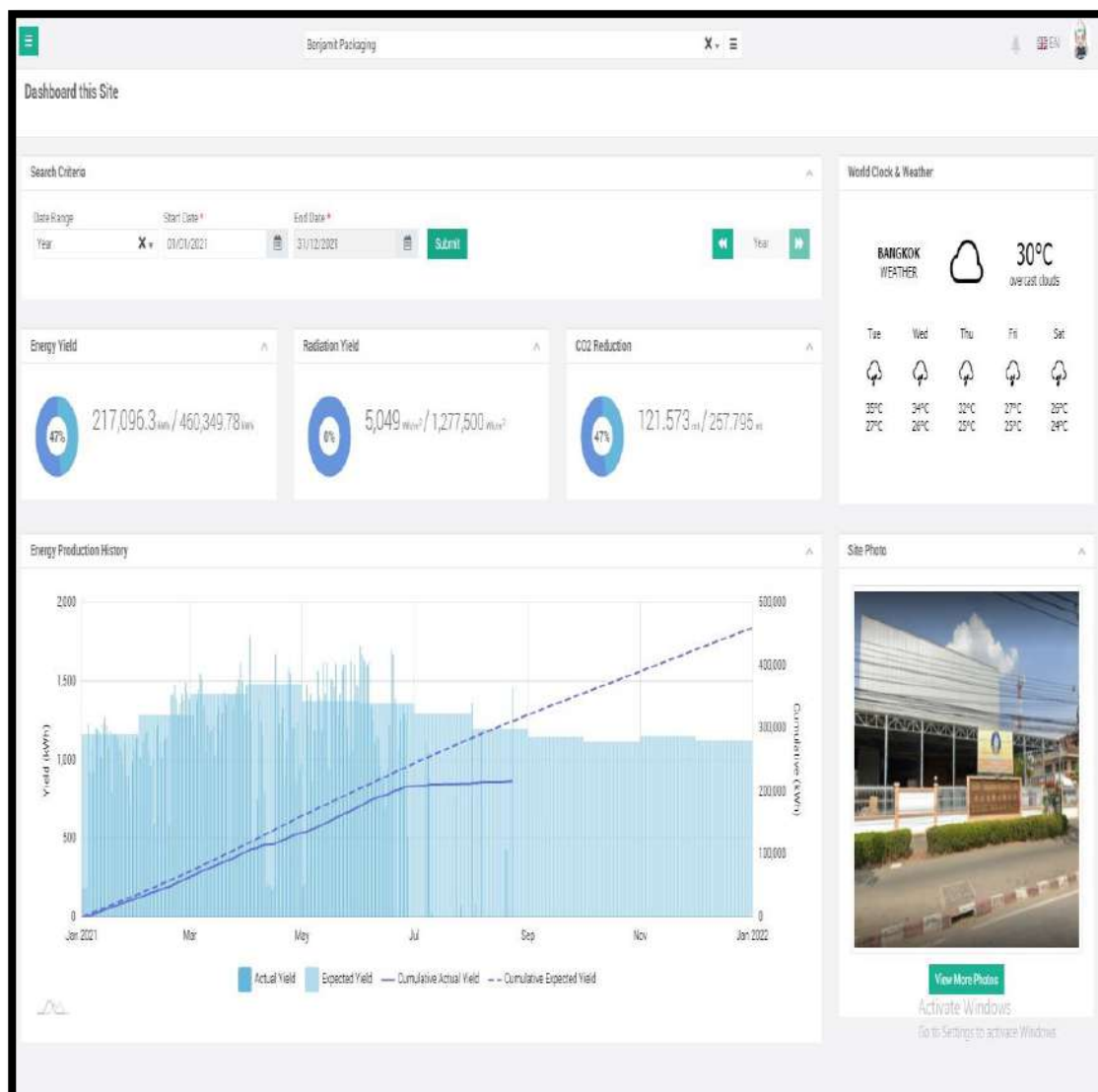
*** แถบสีดำ = ระบบมีปัญหา



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงปริมาณการผลิตไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ในแต่ละเดือน ของปี 2564

ตารางที่ 4.4 ปริมาณการผลิตไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ในแต่ละเดือน ของปี 2564 คิดเป็นเงิน

เดือน	พลังงานไฟฟ้า	บาท
	ปริมาณ (kW-h)	
ม.ค.	28,633.20	103,079.52
ก.พ.	32,002.30	115,208.28
มี.ค.	39,414.00	141,890.40
เม.ย.	31,195.70	112,304.52
พ.ค.	36,775.90	132,393.24
มิ.ย.	29,748.20	107,093.52
ก.ค.	2,782.30	10,016.28
ส.ค.	-	-
ก.ย.	-	-
ต.ค.	-	-
พ.ย.	-	-
ธ.ค.	-	-
SUM	200,551.60	721,985.76



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงการผลิตไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์แต่ละเดือนในปี 2564

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงานที่บริษัท เบญจมิตรบรรจุกัมภ์ จำกัด ตั้งแต่วันที่ 17 พฤษภาคม พ.ศ.2564 ถึงวันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ. 2564 นั้น ส่งผลให้ผู้จัดทำได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีค่ามากมาย โดยได้รับตำแหน่งช่างเทคนิคแผนกซ่อมบำรุง ตามผังแสดงข้อมูลการทำงาน ทำให้ได้ประสบการณ์และทักษะทางปฏิบัติจากการปฏิบัติสหกิจครั้งนี้ได้บูรณาการความรู้ที่ได้จากห้องเรียนไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงซึ่งเป็นประโยชน์ในการปฏิบัติงานในอนาคต

5.2 ประโยชน์ด้านสังคม

- 5.2.1 ได้เรียนรู้ระบบการบริหารองค์กร
- 5.2.2 ได้เรียนรู้การประสานงานกับเพื่อนร่วมงาน
- 5.2.3 ได้เรียนรู้การประสานงานกับแผนกอื่นๆ
- 5.2.4 ได้เรียนรู้หน้าที่ของแต่ละแผนก
- 5.2.5 ได้เรียนรู้การทำงานเป็นทีม
- 5.2.6 ได้เรียนรู้หน้าที่ความรับผิดชอบของตน

5.3 ประโยชน์ด้านการทำงาน

- 5.3.1 ได้ประสบการณ์ใหม่ ที่แตกต่างจากห้องเรียน
- 5.3.2 ได้สัมผัสการทำงานจริง และวิเคราะห์แก้ปัญหา
- 5.3.3 ได้รู้จักขั้นตอนการทำงานของระบบการทำงานของโซล่าเซลล์
- 5.3.4 ได้รู้จักวิธีการบำรุงรักษาแผงโซล่าเซลล์

5.4 ปัญหาในการปฏิบัติงาน

- 5.4.1 แผงโซล่าเซลล์มีความสกปรก
- 5.4.2 ความรู้ไม่เพียงพอ
- 5.4.3 พื้นที่ในการติดตั้งโซล่าเซลล์อยู่บริเวณสูง

5.5 การแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน

- 5.5.1 กำหนดแผนทำความสะอาดแผงโซลาร์เซลล์
- 5.5.2 ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับระบบโซลาร์เซลล์
- 5.5.3 จัดหาอุปกรณ์ความปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงาน

5.6 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน

- 5.4.1 ควรมีการจัดทำเป็นแผนการซ่อมบำรุงประจำปี
- 5.4.2 ควรมีการขยายผลไปโซนอื่นๆ
- 5.4.3 ควรเพิ่มปัญหาการชำรุดแผงโซลาร์เซลล์ในหัวข้อการตรวจเช็คประจำปี



บรรณานุกรม

กาญจนา คุ่มทรัพย์. (ม.ป.ป.). *PDCA*. เข้าถึงได้จาก

<https://sites.google.com/site/pumpkin2555/khwampdca>

บจก.ซันเนอริตี้เทคโนโลยี. (ม.ป.ป.). *Solar Inverter*. เข้าถึงได้จาก

<https://www.sunenergytech.com/article/242>

บริษัท อิมแม้นซ์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด. (2563). *โซล่าเซลล์*. เข้าถึงได้จาก

<https://www.gump.in.th/article/535>

แสงชัย กรู๊ป (สำนักงานใหญ่). (ม.ป.ป.). *MDB*. เข้าถึงได้จาก <https://sangchaigroup.com/what-is-main-distribution-board/>





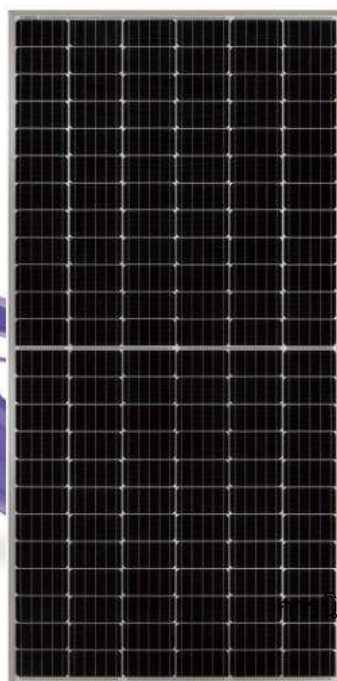


ภาคผนวก ก

สเปคเครื่องงานระบบโซล่าเซลล์ที่เลือกใช้



EN



PEACH BIFI

F2L_O8A / 144 cells

390W – 400W

Mono-Crystalline PV Module

URE Peach module uses URE state-of-the-art cell cutting technology, and advanced module manufacturing experiences.

ภาคผนวก ข

กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ



Key Features



Positive power tolerance
+0 ~ +4.99 watt



100% EL inline inspection
Better module reliability



Half cut cell technology can reduce the internal power loss and improve component overall power. Excellent heat dissipation avoids hot spot production.



Copyright © 2019 URE Corp. All rights reserved

For more information, please visit us at www.urecorp.com

รูปที่ 1 สเปคโซล่าเซลล์



EN

Electric Data

Model-STC		Bifacial Gain			Bifacial Gain		
		F2L39008A	5%	10%	F2L40008A	5%	10%
Maximum Rating Power (Pmax)	[W]	390	409.5	429	400	420	440
Module Efficiency	[%]	19.67	20.65	21.63	20.17	21.18	22.18
Open Circuit Voltage (Voc)	[V]	48.69	49.81	50.93	49.25	50.37	51.49
Maximum Power Voltage	[V]	40.47	41.28	42.06	40.91	41.79	42.66
Short Circuit Current (Isc)	[A]	10.14	10.42	10.7	10.28	10.56	10.84
Maximum Power Current	[A]	9.64	9.92	10.2	9.78	10.06	10.33

*Standard Test Condition (STC): Cell Temperature 25 °C, Irradiance 1000 W/m², AM1.5

*Values without tolerance are typical numbers.

Mechanical Data

Item	Specification
Dimensions	2031(L) ¹ *1010(W) ¹ *30mm(D)
Weight	31 kg
Solar Cell	158.75*79.375mm, 144 monocrystalline, Bi-Facial cell
Front Glass	2.5mm Semi-tempered coated glass
Back Cover	Tempered pattern glass, 2.5mm, with white grid pattern
Junction Box	Protection class IP 67
Frame	Anodized aluminum alloy
Package Configuration	35+35 per Pallet, 770 pcs per 40' HQ container

1: With assembly tolerance of ± 2 mm (± 0.08")

Operating Conditions

Item	Specification
Mechanical Load (Test Load)	5400 Pa acc. to IEC61215
Maximum System Voltage	1500 VDC
Operating Temperature	-40 to 85 °C

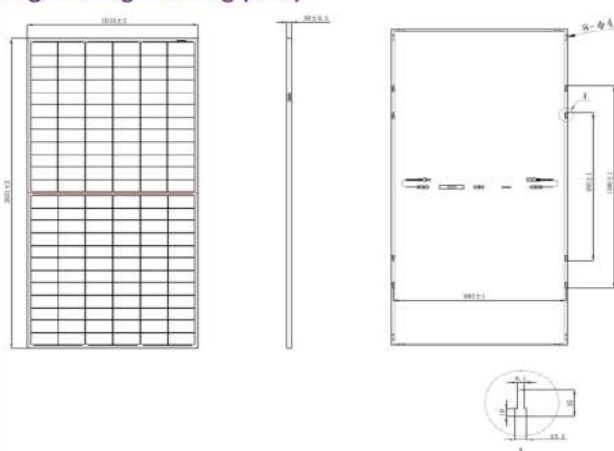
Temperature Characteristics

Item	Specification
Nominal Module Operating Temperature	45 °C ± 2 °C
Temperature Coefficient of Isc	0.024 %/ °C
Temperature Coefficient of Voc	-0.287 %/ °C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.393 %/ °C

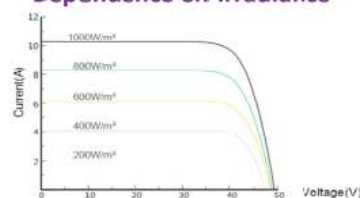
*Nominal module operating temperature (NMOT): Air mass AM 1.5, irradiance 800W/m², temperature 20°C, windspeed 1 m/s.

*Reduction in efficiency from 1000W/m² to 200W/m² at 25°C: 3 ± 2%.

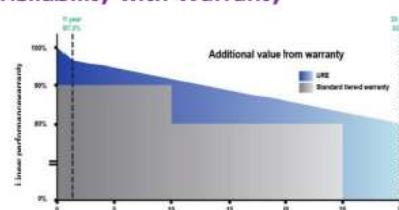
Engineering Drawing (mm)



Dependence on Irradiance



Reliability with Warranty



Output warranty
30
Years

Product Guarantee
15
Years

For more information, please visit us at www.urecorp.com

United Renewable Energy Co., Ltd.

Taipei Office 9F, NO. 295, Sec. 2, Tiding Blvd.,
Neihu Dist., Taipei 11493, Taiwan
Tel : +886-2-2656-2000
Fax : +886-2-2656-0593
e-mail : sales@urecorp.com

Headquarters No. 7, Li-Hsin 3rd Road, Hsinchu Science Park
Hsinchu city 30078, Taiwan
Tel : +886-3-578-0011
Fax : +886-3-578-1255

copyright © 2019 URE Corp. All rights reserved.

URE_1910_Peach390_F2L_O8A_W5v01 (V1)

รูปที่ 2 สเปคโซล่าเซลล์

SG110CX **New**

SUNGROW
Clean power for all

Multi-MPPT String Inverter for 1000 Vdc System



HIGH YIELD

- 9 MPPTs with max. efficiency 98.7%
- Compatible with bifacial module
- Built-in PID recovery function

LOW COST

- Compatible with Al and Cu AC cables
- DC 2 in 1 connection enabled
- Q at night function

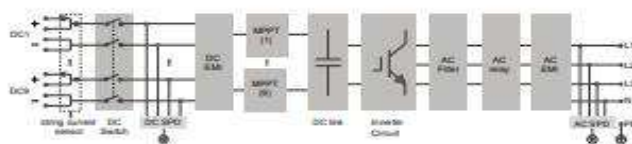
SMART O&M

- Touch free commissioning and remote firmware upgrade
- Online IV curve scan and diagnosis*
- Fuse free design with smart string current monitoring

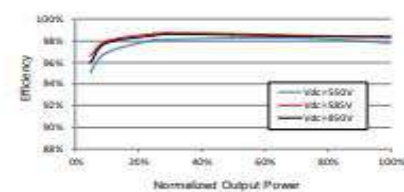
PROVEN SAFETY

- IP66 and C5 protection
- Type II SPD for both DC and AC
- Compliant with global safety and grid code

CIRCUIT DIAGRAM



EFFICIENCY CURVE



© 2019 Sungrow Power Supply Co., Ltd. All rights reserved. Subject to change without notice. Version 1.3

Type designation	SG110CX
Input (DC)	
Max. PV input voltage	1100 V
Min. PV input voltage / Startup input voltage	200 V / 250 V
Nominal PV input voltage	585 V
MPP voltage range	200 ~ 1000 V
MPP voltage range for nominal power	550V ~ 850 V
No. of independent MPP inputs	9
Max. number of PV strings per MPPT	2
Max. PV input current	26 A * 9
Max. current for input connector	30 A
Max. DC short-circuit current	40 A * 9
Output (AC)	
AC output power	110 kVA @ 45 °C / 100 kVA @ 50 °C
Max. AC output current	158.8 A
Nominal AC voltage	3 / N / PE, 400 V
AC voltage range	320 ~ 460 V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 ~ 55 Hz, 60 Hz / 55 ~ 65 Hz
THD	< 3 % (at nominal power)
DC current injection	< 0.5 % In
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading ~ 0.8 lagging
Feed-in phases / connection phases	3 / 3
Efficiency	
Max. efficiency	98.7 %
Euro. efficiency	98.5 %
Protection	
DC reverse connection protection	Yes
AC short circuit protection	Yes
Leakage current protection	Yes
Grid monitoring	Yes
Ground fault monitoring	Yes
DC switch	Yes
AC switch	No
PV String current monitoring	Yes
PID recovery function	Yes
Overvoltage protection	DC Type II / AC Type II
General Data	
Dimensions (W*H*D)	1051*660*362.5 mm
Weight	89 kg
Isolation method	Transformerless
Ingress protection rating	IP66
Night power consumption	< 2W
Operating ambient temperature range	-30 to 60 °C (> 50 °C derating)
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 ~ 100 %
Cooling method	Smart forced air cooling
Max. operating altitude	4000 m (> 3000 m derating)
Display	LED, Bluetooth+APP
Communication	RS485 / Optional: Wi-Fi, Ethernet
DC connection type	MC4 (Max. 6 mm ²)
AC connection type	OT / DT terminal (Max. 240 mm ²)
Compliance	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 410:2018, VDE-AR-N 4120:2018, IEC 61000-6-3, EN 50549, AS/NZS 4777.2:2015, CEI 0-21, VDE 0126-1-1/A1 VFR 2014, UTE C15-712-1:2013, DEWA
Grid Support	Q at night function, LVRT, HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control

*: Only compatible with Sungrow logger and iSolarCloud.





ภาคผนวก ข

การนิเทศงานสหกิจศึกษา

ชื่อและที่ตั้งสถานประกอบการ

บริษัท เบญจมิตรบรรจุภัณฑ์ จำกัด (Benjamit Packaging Co., Ltd.)

ตั้งอยู่เลขที่ 111 หมู่ที่ 5 ถนน พุทธรณีสาย 4 ตำบล กระทุ่มล้ม อำเภอสสามพราน นครปฐม 73220

ชื่ออาจารย์นิเทศสหกิจศึกษา

1.ผศ. ดร. ยงยุทธ นาราชกูร์

2.ผศ. วิภาวัลย์ นาคทรัพย์

3.ผศ. พกิจ สุวัตร

นักศึกษาสหกิจศึกษา

ชื่อ-นามสกุล ธนกร ทรัพย์บุญมี รหัสนักศึกษา 6203200002

ชื่อ-นามสกุล ศุภัช อินทร์ศิริ รหัสนักศึกษา 6203300005

นิเทศงานสหกิจศึกษา ผ่าน program Zoom เนื่องจากสถานการณ์ Covid 19



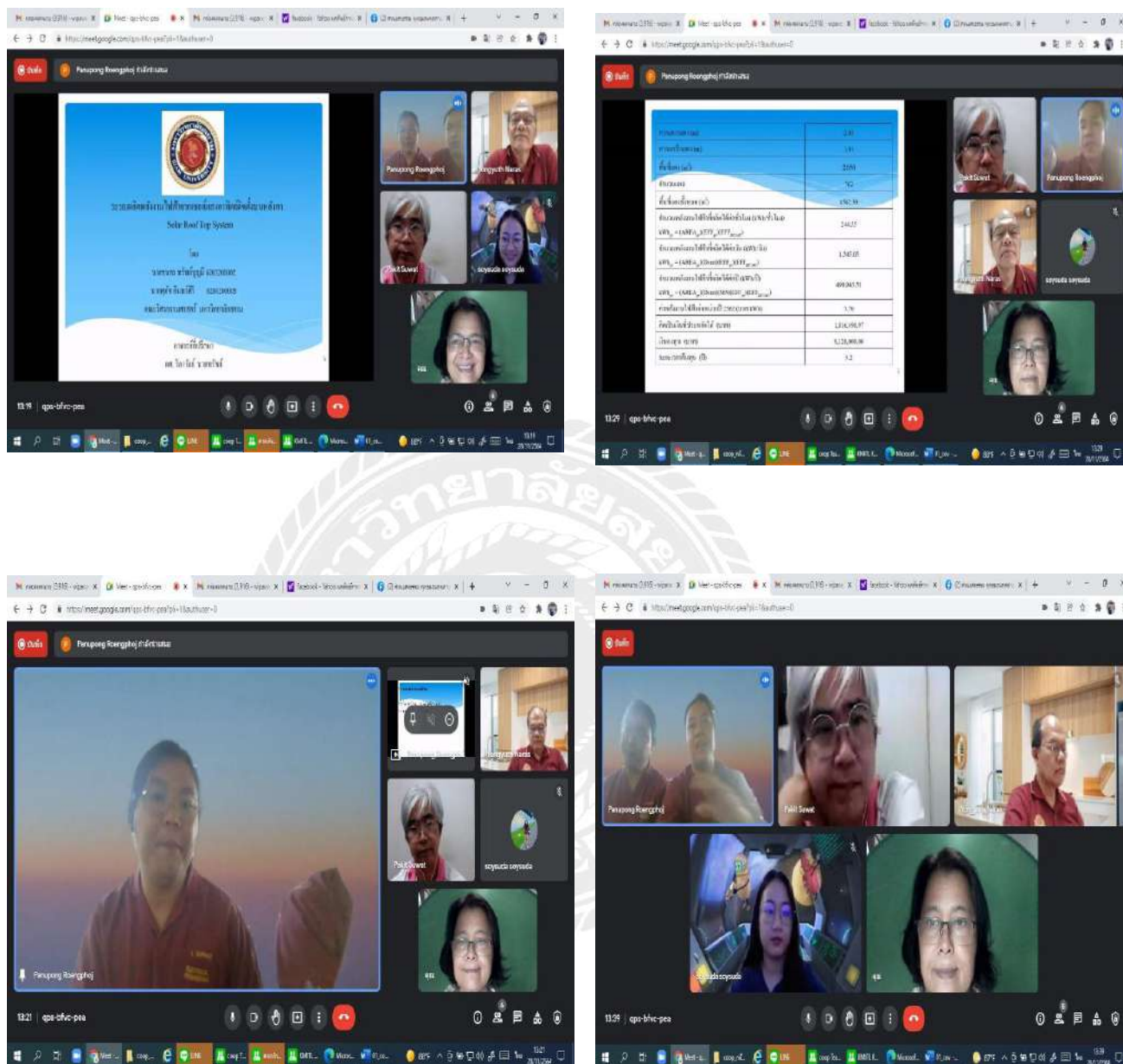
รูปที่ 5 การนิเทศงานผ่านโปรแกรม Zoom



ภาคผนวก ค

การสอบโครงงานสหกิจศึกษา

การสอบโครงงานสหกิจศึกษา ผ่าน program Zoom เนื่องจากสถานการณ์ Covid 19



The seal of Siam University is a circular emblem. It features a central five-tiered umbrella (parasol) surrounded by a wreath. The outer ring of the seal contains the text 'มหาวิทยาลัยสยาม' (Mahavithayalai Siam) in Thai script at the top and 'SIAM UNIVERSITY' in English at the bottom.

ภาคผนวก ง

การตรวจสอบการลอกเลียนวรรณกรรมทางวิชาการโดยใช้โปรแกรมอักขรวิสุทธิ์

Plagiarism Checking Report

Created on Jan 15, 2022 at 18:01 PM

Submission Information

ID	SUBMISSION DATE	SUBMITTED BY	ORGANIZATION	FILENAME	STATUS	SIMILARITY INDEX
2364948	Jan 15, 2022 at 18:01 PM	tanakorn.sup@siam.edu	มหาวิทยาลัยสยาม	solar rooftop.pdf	Completed	0.00 %

Match Overview

NO.	TITLE	AUTHOR(S)	SOURCE	SIMILARITY INDEX
No data available in table				



ประวัติผู้จัดทำ



ชื่อ-นามสกุล นายชนกร ทรัพย์บุญมี
รหัสนักศึกษา 6203200002
เกิด 22 มิถุนายน 2541
ที่อยู่ 483/4 ถนนจรัญสนิทวงศ์ ซอย จรัญสนิทวงศ์
37 แขวงบางขุนศรี เขตบางกอกน้อย
กรุงเทพมหานคร 10700

โทรศัพท์ 090-896-7942

E-mail save3696@gmail.com

ประวัติการศึกษา

ปวช. วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
ปวส. วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์
สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า(วศ.บ.) มหาวิทยาลัยสยาม



ชื่อ-นามสกุล นายศุภัช อินทร์ศิริ
รหัสนักศึกษา 6203200005
เกิด 24 มีนาคม 2539
ที่อยู่ 89/51 ถ.บรมราชชนนี แขวงอรุณอมรินทร์
เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร 10700

โทรศัพท์ 099-461-5624

E-mail suphattg@gmail.com

ประวัติการศึกษา

ปวช. วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
ปวส. วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์
สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า(วศ.บ.) มหาวิทยาลัยสยาม