

## การออกแบบติดตั้งระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริด ณ โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ไชลาทรเพชร

### On-Grid Solar Power Systems Design and Installation at Solar Triphetch Solar Power Plant

#### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริด บทความนี้ได้อธิบายถึงการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริด ภายในโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ไทรเพชร ที่ต้องการกำลังผลิตไฟฟ้าภายในโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ไทรเพชร ที่กำลังไฟฟ้า 9.5 MW ในพื้นที่ 200 ไร่ ใช้แผงโซลาร์เซลล์โพลีคริสตัลไลน์ ผลิตได้ต่อแผงเท่ากับ 250 W ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด 30.2 V กระแสไฟฟ้าสูงสุด 8.30 A ได้ขนาดการผลิตจากพลังงานแสงอาทิตย์เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น 48,000 แผง ผลการออกแบบและติดตั้งเป็นไปตามเป้าประสงค์

**คำสำคัญ:** โซลาร์เซลล์ พลังงานแสงอาทิตย์ ออกแบบและติดตั้ง

#### Abstract

This paper is presented the design and installation of on-grid solar power systems. This paper described the design and installation of on-grid solar power systems inside the Solar Triphetch power plant. This generated electricity within 9.5 MW in an area of 200 Rai and used polycrystalline solar panels, equal to 250 W, the maximum voltage and current of 30.2 V and 8.30 A, respectively. Therefore, the size of the solar energy was 48,000 panels. The results of design and installation are according to the objective goal.

**Keywords:** Solar Energy, Design and Installation, On-grid

#### 1. ข้อมูลทั่วไป

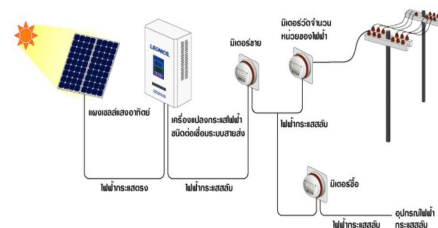
ในปัจจุบัน โลกกำลังเผชิญกับปัญหาวิกฤติพลังงาน และทรัพยากรธรรมชาติที่ลดน้อยลงซึ่งเกิดจากปัจจัยต่างๆ เช่นการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การขยายตัวของเมือง การเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นต้น จากการปฏิวัติอุตสาหกรรมในช่วงพ.ศ. 2550 ที่มีการนำเอาเชื้อเพลิงประเภทถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติมาใช้เพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างมากมาย และขยายวงกว้างออกไปทั่วโลก ในขณะที่แหล่งพลังงานต่างๆ โดยเฉพาะแหล่งพลังงานที่มาจากซากดึกดำบรรพ์ นั้นมีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งมีการทำนายว่าพลังงานเหล่านี้จะหมดไปในอนาคตอันใกล้ในอีก 30-40 ปี ข้างหน้านี้ จึงส่งผลให้เกิดความตระหนัก และตื่นตัวกับ

สถานการณ์ที่พลังงานลดน้อยลง ดังนั้นจึงมีความพยายามในการค้นหาพลังงานทดแทน ที่ใช้ได้อย่างไม่มีวันหมด เช่น พลังงานน้ำ พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์ นำมาใช้ เพื่อเป็นทดแทนทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ซึ่งใช้แล้วหมดไป เพื่อให้เกิดความยั่งยืน มั่นคง ด้านพลังงาน

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานสะอาด ไม่มีมลพิษ จึงเหมาะกับการนำมาใช้ ประกอบมีโครงการเกี่ยวกับการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ใหม่ๆ เกิดขึ้นอย่างมากมาย อย่างเช่น โซลาร์ฟาร์ม ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น โครงการมาจากการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ จึงเป็นโครงการที่น่าสนใจ สำหรับการนำมาศึกษา ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพลังงานทางเลือกแบบใหม่ๆ ซึ่งมีประโยชน์ [1]

#### 2. หลักการ

การติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์ แบบออนกริด เป็นระบบโซลาร์เซลล์ แบบต่อเข้ากับระบบสายส่งของการไฟฟ้า การผลิตไฟฟ้าระบบนี้จะมีแผงโซลาร์เซลล์สำหรับสร้างกำลังไฟฟ้าจ่ายไฟให้กับอินเวอร์เตอร์ ทำการแปลงผันจากไฟฟ้ากระแสตรง เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ต่อออกไปใช้กับระบบไฟฟ้าภายในบ้าน ร่วมกับระบบไฟจากการไฟฟ้าได้ จะเป็นระบบที่เหมาะสมสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้า ในเวลากลางวัน เนื่องจากเป็นระบบที่ไม่ได้มีการติดตั้งแบตเตอรี่ไว้เก็บพลังงานไว้ในตอนกลางคืน และก่อนที่จะใช้ไฟฟ้าที่ผลิตออกมาจากโซลาร์เซลล์แสงอาทิตย์ จะต้องผ่านเครื่องอินเวอร์เตอร์ออกมา เพื่อทำการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสตรง เปลี่ยนมาเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ เพื่อใช้ในเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในสำนักงานที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในตอนกลางวันได้ร่วมกับไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่งจ่ายให้ โดยที่ไม่ต้องทำการสลับไฟฟ้าและไม่ต้องใช้แบตเตอรี่ สามารถแสดงลักษณะของระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้โซลาร์เซลล์ระบบออนกริดได้(2-3) ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้โซลาร์เซลล์แบบออนกริด

### 3. การออกแบบ

การออกแบบระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์โทรเพชร เป็นการการคำนวณโหลดเป็นการคำนวณการผลิตไฟฟ้าภายในโรงไฟฟ้าโทรเพชร โดยมีความต้องการผลิตไฟฟ้าภายในโรงไฟฟ้าโทรเพชร อยู่ที่ 9.5 เมกะวัตต์ พร้อมการติดตั้งระบบ โดยมีพื้นที่ 200 ไร่ เพื่อที่จะได้เลือกใช้แผงโซลาร์เซลล์ได้ถูกต้องตามขนาดและปริมาณของโรงไฟฟ้าโทรเพชร โดยสามารถแสดงการคำนวณปริมาณของโหลดได้ดังนี้

โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์โทรเพชร ต้องการผลิตไฟฟ้าขนาด 9.5 MW โดยใช้แผงโซลาร์เซลล์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ การคำนวณปริมาณและหาขนาดการใช้ของแผงโซลาร์เซลล์ว่า ใช้แผ่นโซลาร์เซลล์ที่มีขนาดการผลิตจากพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้มากเท่าไร และใช้ประมาณจำนวนกี่แผ่น และใช้ Inverter ทั้งหมดกี่เครื่อง สามารถคำนวณได้ดังนี้

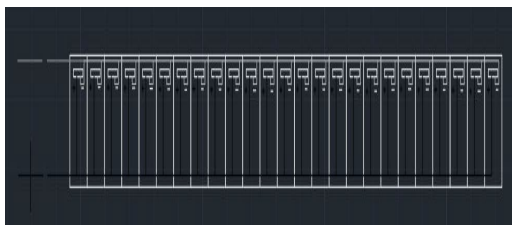
แผงโซลาร์เซลล์ที่ใช้ 1 แผง มีกำลังผลิตสูงสุด 250 W ค่าแรงดันไฟฟ้า 30.2 V กระแสไฟฟ้า 8.30 A

**ขั้นที่ 1** หาจำนวนแผงโซลาร์เซลล์ที่ต้องการ โดย 1 แผง ผลิตได้ 250 W กำลังการผลิตของโรงไฟฟ้า 9.5 MW

จะใช้จำนวน  $9.5\text{MW} / 250\text{ W} = 38,000$  แผ่น คิดอัตราขาดเซช ประมาณ 25 % จึงต้องใช้แผงโซลาร์เซลล์ เพิ่มอีก 10,000 แผง รวมจำนวนแผงที่ต้องใช้เป็น 48,000 แผง

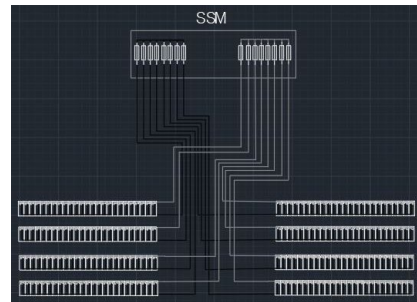
**ขั้นที่ 2** หาจำนวนอินเวอร์เตอร์ที่ต้องการ โดยใช้อินเวอร์เตอร์ขนาด 1000 kW จะต้องการใช้อินเวอร์เตอร์ 1 เครื่องต่อ แผงโซลาร์เซลล์จำนวน  $1000\text{ kW} / 250\text{ W} = 4,000$  แผง คิดค่าสูญเสียอยู่ที่ 12%-20% ของอินเวอร์เตอร์ 1 ตัว (อินเวอร์เตอร์ 1 ตัว จะผลิตได้อยู่ที่ 80%-88%) อินเวอร์เตอร์ 1 ตัวสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ที่ 800 kW ดังนั้นความต้องการในการใช้อินเวอร์เตอร์คือ  $9.5\text{ MW} / 800\text{ kW}$  ประมาณ 12 เครื่อง

**ขั้นที่ 3** หาจำนวนสตริง ใน 1 สตริง จะมีจำนวนแผงโซลาร์เซลล์ 25 แผง โดยจะวางเรียงบนโครงเหล็กจำนวน 25 แผง โดยต่อแบบอนุกรม จะต้องใช้สตริงทั้งหมด  $4000 / 25 = 160$  สตริง ต่ออินเวอร์เตอร์ 1 เครื่อง ดังรูปที่ 2



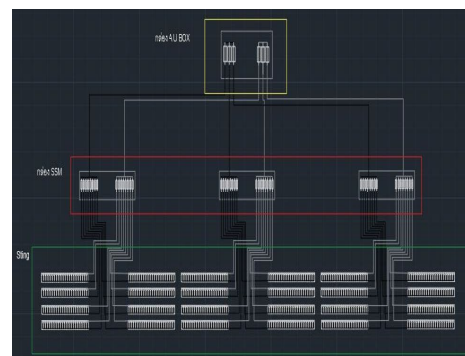
รูปที่ 2 แสดงสตริง ใน 1 สตริงมี 25 แผงโซลาร์เซลล์ต่อแบบอนุกรม

**ขั้นที่ 4** หาจำนวนกล่อง SSM โดยกล่อง SSM 1 กล่อง จะมีฟิวส์ 16 ตัว แบ่งเป็น ขั้วบวก 8 ตัวและขั้วลบ 8 ตัว กล่อง SSM 1 กล่องควบคุมแผงโซลาร์เซลล์ได้ 200 แผง กล่อง SSM จะใช้เท่ากับแผงโซลาร์เซลล์ของอินเวอร์เตอร์ 1 เครื่อง ดังนั้นจะใช้ กล่องSSM ทั้งหมด  $4000 / 200$  เท่ากับ 20 กล่อง SSM ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงกล่อง SSM ใน 1 กล่องSSMจะควบคุมแผงโซลาร์เซลล์ จำนวน 200 แผง

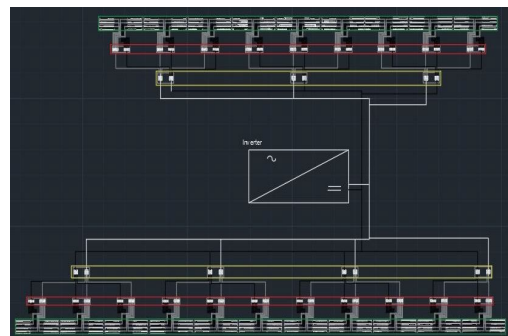
**ขั้นที่ 5** หาจำนวนกล่อง AJ Box กล่อง AJ Box 1 กล่อง จะควบคุม 3 SSM และอินเวอร์เตอร์ 1 เครื่อง ดังนั้นจะต้องอินเวอร์เตอร์ 1 เครื่อง จะต้องใช้กล่อง AJ Box ทั้งหมด  $4000 / 600$  เท่ากับ 7 กล่อง ดังรูปที่ 4



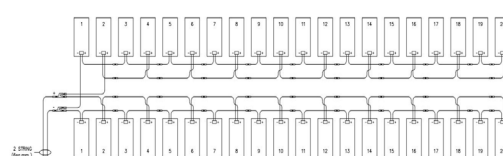
รูปที่ 4 แสดงกล่อง AJ Box ใน 1 กล่อง AJ Box จะมีกล่อง

SSM 3 กล่อง 24 Sting จะควบคุมแผงโซลาร์เซลล์ เป็นจำนวน 600 แผง

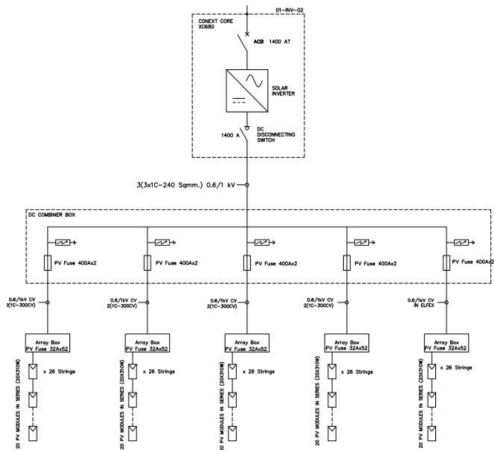
**ขั้นที่ 6** กล่อง AJ Box 1 กล่อง มีฟิวส์ 6 ตัว แบ่งเป็น ขั้วบวก 3 ตัว และขั้วลบ 3 ตัว และใน 1 กล่อง AJ Box จะควบคุมกล่อง SSM 3 กล่อง ที่จะต่อเข้ามาในกล่อง AJ Box 1 กล่อง



รูปที่ 5 แสดงการต่ออุปกรณ์อินเวอร์เตอร์กับ กล่อง AJ Box และกล่อง SSM ที่ควบคุมสตริงของแผงโซลาร์เซลล์



รูปที่ 6 แสดงภาพระบบการต่อแผงโซลาร์เซลล์เข้ากับระบบ

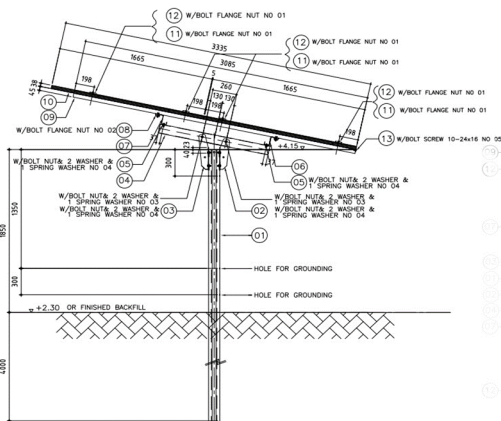


รูปที่ 7 แสดงระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ของโรงไฟฟ้าไทรเพชร

#### 4. การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์

##### 4.1 โครงสร้างสำหรับวางแผ่นโซลาร์เซลล์

การติดตั้งเริ่มจากการออกแบบโครงสร้างที่จะจัดวางแผงโซลาร์เซลล์ตามจำนวนที่ออกแบบในพื้นที่นั้นๆ ต้องมีการตรวจสอบว่าความสูงของพื้นสูงเท่าไร และมีขนาดพื้นที่นั้นๆเท่าไร เพื่อที่จะออกแบบโครงสร้างที่วางของแผงโซลาร์เซลล์ ตามขนาดและจำนวนของแผ่นโซลาร์เซลล์ ที่ออกแบบ จากรูปที่นำมาแสดงเป็นการออกแบบโครงสร้างการวางแผงโซลาร์เซลล์ ในพื้นที่ 200 ไร่ ขึ้นมาและควรเอียงรับแสงอาทิตย์ ประมาณ 12-15 องศา เพื่อจะได้รับแสงอาทิตย์ได้ตลอดทั้งวัน ดังรูปที่ 8

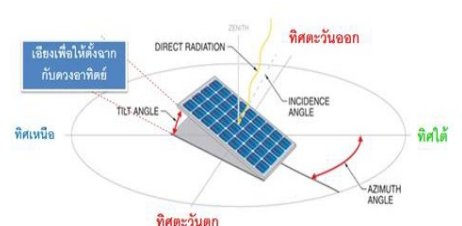


รูปที่ 8 แสดงโครงสร้างที่ใช้วางแผงโซลาร์เซลล์

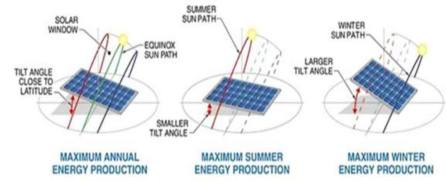
##### 4.2 การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์และมุมในการวาง

การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์นั้น จะต้องทราบถึงทิศทางการหันแผงโซลาร์เซลล์และมุมรับแสงของแผงโซลาร์เซลล์ที่เหมาะสมก่อนการติดตั้ง มุมอะซิมูท (Azimuth) คือมุมที่ใช้สำหรับบอกทิศทางการหันหน้าของ คนหรือวัตถุเพื่อใช้ในการบอกทิศทาง เช่น ทิศเหนือ ทิศใต้ทิศตะวันออก และทิศตะวันตกโดยมุมอะซิมูทจะมีค่า เริ่มต้น ที่องศา ที่ทิศเหนือและมีค่าเพิ่มขึ้นตามเข็มนาฬิกา ดังรูปที่ 9

### มุมตกกระทบรังสีแสงอาทิตย์



รูปที่ 9 แสดงการเอียงเพื่อให้ได้รับพลังงานแสงอาทิตย์มากที่สุด การติดตั้งที่โซลาร์เซลล์หันไปทางด้านรับแสงและมุมรับแสงอื่นๆ ที่ไม่ได้หันไปทางด้านรับแสงจากทิศใต้ และมุมรับแสง 12-15 องศา ถือว่าไม่เหมาะสมในประเทศไทย อาจทำให้สูญเสียพลังงานสะสมตลอดทั้งปีไป อย่างน่าเสียดาย โดยสามารถคำนวณหาประสิทธิภาพของการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ในทิศต่างๆ และมุมรับแสงที่องศาต่างๆ ดังรูปที่ 10



### มุมที่ดีที่สุด ในแต่ละฤดูจะแตกต่างกัน

รูปที่ 10 แสดงการเอียงด้วยมุมที่ดีที่สุดคือ 12-15 องศา

#### 5. ผลการติดตั้งและผลการทดสอบระบบ

##### 5.1 ผลการติดตั้ง

การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ เพื่อให้ตรวจสอบได้ง่าย เพื่อประเมินถึงกำลังไฟฟ้าสูงสุดจากการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ เพื่อให้ได้ข้อมูลในการประเมินผลที่ใกล้เคียงที่สุด และเพื่อประหยัดพื้นที่ จึงนำแผงโซลาร์เซลล์ มาตั้งเรียงเป็นแนวตั้งหน้ากระดานทีละ 1 ชุด และใน 1 ชุดจะแบ่งเป็น 2 แถว บน-ล่างจะมี แถวบน 2 String และ แถวล่าง 2 String ต่อขนานกัน เป็น 1 ชุด จะเรียงแบบนี้ทั้งซ้ายและขวา รวมกัน 480 ชุดและจะเว้นช่องไว้สำหรับเดินตรวจหรือไว้สำหรับซ่อมบำรุงได้ง่าย ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 แสดงแผงโซลาร์เซลล์ของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์โซลาร์ ไทรเพชร

การติดตั้งกล่อง SSM เป็นติดตั้งกล่องที่รับไฟมาจากสตริงแล้วมาขนานกัน เพื่อที่จะส่งต่อไปที่กล่อง AJ Box เพื่อเข้า disconnect switch ในกล่องจะมี ระบบป้องกันโดยจะผ่านฟิวส์ 16A ของแต่ละสตริง ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 การติดตั้งกล่องSSM

การติดตั้งกล่องAJ Box จะติดตั้งทางด้าน DC ภายในตู้จะประกอบด้วยอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินอาจเป็นฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์รวมทั้งอุปกรณ์ป้องกัน เพื่อที่จะป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายมาก ดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 การติดตั้งกล่อง AJ Box

## 5.2 ผลการทดสอบระบบ

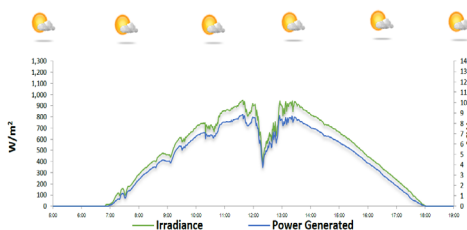
จากผลการทดสอบการจ่ายกำลัง ไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าพบว่าสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าไปได้ 9.649 kWh สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กำลังไฟฟ้าที่ส่งไปให้กับการไฟฟ้า

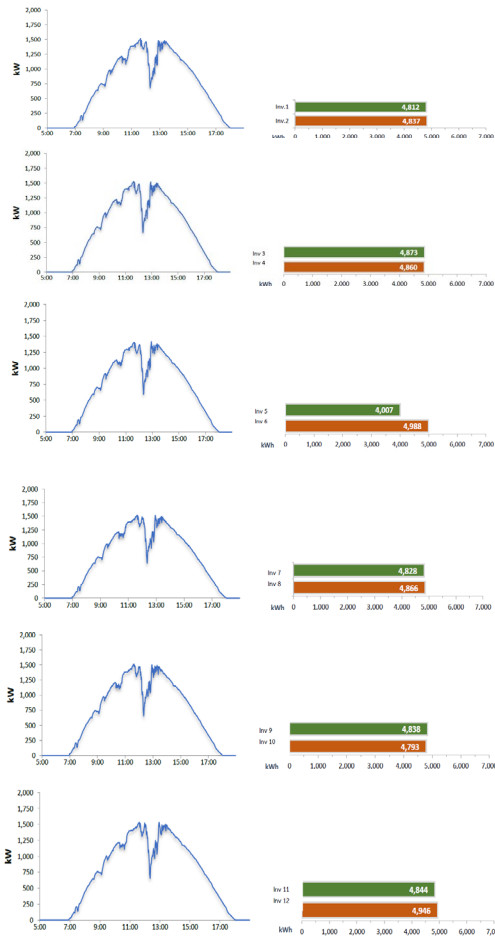
กำลังไฟฟ้าที่ส่งไปให้กับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (PEA) ขนาด 115 kV		
โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ไทรเพชร	9,649	kWh

ผลการได้รับแสงของโซลาร์เซลล์เทียบกับการสร้างพลังงานไฟฟ้าของโซลาร์เซลล์แสดงไว้ดังรูปที่ 14 ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีความสอดคล้องกันระหว่างพลังงานไฟฟ้าที่สร้างขึ้นกับการได้รับแสงของโซลาร์เซลล์ตามช่วงเวลาต่างๆกันในแต่ละวัน

06:00-08:00 08:00-10:00 10:00-12:00 12:00-14:00 14:00-16:00 16:00-18:00



รูปที่ 14 แสดงการสร้างพลังงานไฟฟ้าเทียบกับการได้รับแสงของแผงโซลาร์เซลล์



รูปที่ 15 แสดงการสร้างพลังงานไฟฟ้าของอินเวอร์เตอร์ 1-12 ในช่วงเวลา 6.00-18.00 น.

## 6. อภิปรายผล

ผลจากการคำนวณออกแบบ รวมถึงเทคนิคการติดตั้งทำให้ได้ผลการทดสอบเป็นไปตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ และเป็นผลที่แสดงให้เห็นว่าระบบโซลาร์เซลล์ที่ออกแบบและติดตั้งนี้มีประสิทธิภาพในระดับสูงสามารถสร้างพลังงานไฟฟ้าได้ตามความต้องการและตามเป้าประสงค์ที่ตั้งไว้

## 7. สรุป

การออกแบบและติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์นี้ให้ผลเป็นที่น่าพอใจสามารถที่จะสร้างพลังงานไฟฟ้าได้ตามเป้าประสงค์ที่ตั้งไว้และสอดคล้องกับหลักการออกแบบที่ได้คำนวณไว้แล้ว

## เอกสารอ้างอิง

- [1] กุลวิทย์ บูรณลัจจะ วราพร และคณะวิชาการ, “รายงานสถานภาพการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย,” สำนักงานพลังงานแสงอาทิตย์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 9, 2563.
- [2] วัฒนพงษ์ รัชวิเชียร และคณะ, “การศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์จากสถานีไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์,” 35-48, 2564.
- [3] นภัทร วจินเทพินทร์, “ระบบไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยตนเอง,” 2553.