

ใบความรู้ที่3..... เรื่อง ...การสำรวจหน้างานและการออกแบบระบบ.... (รายละเอียดเนื้อหาสาระการเรียนรู้)

3.1 การสำรวจหน้างานและประเมินพื้นที่ (Site Survey)

3.1.1 การวัดพื้นที่และตรวจสอบความแข็งแรงของโครงสร้างหลังคาถังก่อนติดตั้ง

ก่อนการติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์ ช่างติดตั้งจำเป็นต้องตรวจสอบโครงสร้างโยธาของหลังคาอย่างละเอียดเพื่อความปลอดภัยตลอดอายุการใช้งาน 25 ปี โดยมีหัวข้อหลักดังนี้:

- **การตรวจสอบประเภทและวัสดุหลังคา:** หลังคาแต่ละประเภท เช่น กระเบื้องลอนคู่, กระเบื้องซีแพคโมเนีย, หรือหลังคาเหล็กเมทัลชีท จะใช้ชุดขายึดโครงสร้าง (Mounting Kits) ที่แตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง
- **การประเมินโครงสร้างและระยะแป (Purlin):** ต้องตรวจสอบว่าโครงหลังคาทำจากเหล็กกล่อง เหล็กตัวซี หรือไม้ และมีระยะห่างของแปเท่าใด เพื่อวางแผนการยึดขาแอล (L-Foot) หรือขาหนีบ (Metal Sheet Clamps) ให้ตรงตามตำแหน่งโครงสร้างหลัก ไม่ยึดกับแผ่นหลังคาเปล่า ๆ
- **การคำนวณน้ำหนักบรรทุกคงที่เพิ่ม (Added Dead Load):** แผงโซลาร์เซลล์รวมโครงสร้างอลูมิเนียมจะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นประมาณ 15 ถึง 20 กิโลกรัมต่อตารางเมตร โครงหลังคาที่ดีต้องมีความแข็งแรง ไม่มีรอยร้าว ไม่แอ่นตัว และไม่มีสนิมกัดกร่อนรุนแรง หากเป็นอาคารเก่าต้องได้รับการประเมินและเซ็นรับรองจากวิศวกรโยธาก่อน

3.1.2 การประเมินทิศทางแดด มุมเอียง (Tilt Angle) และมุมทิศ (Azimuth) ในประเทศไทย

การปรับตำแหน่งแผงให้รับรังสีดวงอาทิตย์ได้มากที่สุด มีพารามิเตอร์สำคัญ 2 ค่าคือ:

- **มุมทิศ (Azimuth Angle):** คือมุมในแนวราบตามทิศตะวันตก-ตะวันออก-เหนือ-ใต้ สำหรับประเทศไทยซึ่งตั้งอยู่ในภูมิภาคเหนือเส้นศูนย์สูตร (Latitude ประมาณ 5°N - 20°N) ดวงอาทิตย์จะอ้อมได้เป็นเวลาส่วนใหญ่ของปี ดังนั้น ทิศทางการหันแผงที่ดีที่สุดคือ ทิศใต้ (Azimuth = 180°)
- **มุมเอียง (Tilt Angle):** คือมุมที่แผงทำกับพื้นราบ เพื่อให้แสงแดดตกตั้งฉากกับหน้าแผงมากที่สุด มุมเอียงที่เหมาะสมในประเทศไทยจะแปรผันตามพิกัดละติจูดของพื้นที่ติดตั้ง โดยทั่วไปจะอยู่ที่ 10° ถึง 15° การติดตั้งเอียงไม่น้อยกว่า 10° ยังช่วยให้น้ำฝนสามารถชะล้างฝุ่นและสิ่งสกปรกออกจากหน้าแผงได้เองตามธรรมชาติ (Self-cleaning)

3.1.3 การวิเคราะห์ผลกระทบและการหลีกเลี่ยงปัญหาเงาบัง (Shading Analysis)

- **อันตรายของเงาบัง:** เงาที่ทอดทับแผงโซลาร์เซลล์เพียงบางส่วน (Partial Shading) จากต้นไม้ อาคารข้างเคียง เสาอากาศ หรือแม้แต่ปล่องระบายอากาศ จะทำให้เซลล์บริเวณนั้นกลายเป็นความต้านทานไฟฟ้า ขวางทางเดินกระแสของเซลล์อื่นในสตริง และเกิดความร้อนสะสมจนเป็น Hotspot ซึ่งอาจทำให้แผงไหม้ได้
- **การสำรวจและแก้ไข:** ช่างติดตั้งต้องใช้เครื่องมือ เช่น กล้องตาปลา (SunsEye) หรือแอปพลิเคชันจำลองทิศทางเงาเพื่อดูแนวเงาที่จะเกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาของปี หากหลีกเลี่ยงไม่ได้ ควรออกแบบแยกสตริง (Multi-MPPT), ใช้ไมโครอินเวอร์เตอร์ (Micro Inverter) หรือติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพอย่าง Optimizer เพื่อแยกการทำงานของแผงที่โดนเงาไม่ให้ดึงประสิทธิภาพของแผงอื่นตกรไปด้วย

3.2 การคำนวณและออกแบบระบบ (System Design & Calculations)

3.2.1 การคำนวณภาระโหลดไฟฟ้าและพฤติกรรมการใช้ไฟของผู้ใช้

การออกแบบขนาดระบบโซลาร์เซลล์ (กิโลวัตต์) ที่คุ้มค่าที่สุด โดยเฉพาะระบบ On-Grid ต้องวิเคราะห์จาก พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าในเวลากลางวัน (Daytime Load Profile) เพื่อป้องกันปัญหากระแสไฟย้อนกลับและการคืนทุนช้า:

1. **รวบรวมข้อมูลจากบิลค่าไฟ:** ตรวจสอบหน่วยการใช้ไฟฟ้ารวม พิกัดมิเตอร์ (เช่น 1 เฟส 15(45)A หรือ 3 เฟส 30(100)A) และพิจารณาเลือกใช้มิเตอร์แบบ TOU (Time of Use) หากเน้นใช้ไฟกลางวัน
2. **ประเมินโหลดกลางวัน:** นับจำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เปิดทำงานต่อเนื่องช่วงเวลา 09.00 น. - 15.00 น. เช่น เครื่องปรับอากาศ, เครื่องจักร, หรือปั๊มน้ำ

กำลังไฟฟ้าของโหลดรวม (kW) = 1,000 × 6 ชั่วโมง Σ (วัตต์ของอุปกรณ์ × จำนวน × ชั่วโมงการทำงานจริง)

3.2.2 การออกแบบจำนวนแผงต่อสตริง (PV Array Sizing) ให้สอดคล้องกับอินเวอร์เตอร์

เมื่อได้ขนาดกำลังผลิตรวมของระบบแล้ว ต้องนำมาจัดสตริงโดยคำนวณเทียบกับสเปคอินเวอร์เตอร์ (ตามหลักการในหน่วยที่ 2) มีสูตรการตรวจสอบดังนี้:

- จำนวนแผงสูงสุดต่อสตริง (Nmax):

$N_{max} = V_{oc}$ ของแผงที่อุณหภูมิสูงสุดแรงดันเริ่มทำงานของอินเวอร์เตอร์ (Max. DC Input Voltage)

- จำนวนแผงต่ำสุดต่อสตริง (Nmin):

$N_{min} = V_{mp}$ ของแผงที่อุณหภูมิสูงสุดแรงดันเริ่มทำงานของอินเวอร์เตอร์ (Start-up Voltage)

3.2.3 การคำนวณขนาดสายไฟ (Cable Sizing) และขนาดเบรกเกอร์ตามมาตรฐาน

ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย (วสท.):

- สายไฟฝั่ง DC (PV-Cable / Solar Cable): เป็นสายทองแดงเคลือบฉนวน 2 ชั้น ทนความร้อนสูง (XLPE)
 - การทนกระแสของสายไฟ (Iz) ต้องไม่น้อยกว่า $1.25 \times I_{sc}$ ของแผง (หรือ $1.56 \times I_{sc}$)
 - ต้องคำนวณ แรงดันตกในสาย (Voltage Drop) ไม่ให้เกิน 1% ถึง 2% สำหรับฝั่ง DC
- การเลือกขนาดเบรกเกอร์ (Circuit Breaker):
 - ฝั่ง DC: พิกัดกระแสเบรกเกอร์ $\geq 1.25 \times I_{sc}$ และพิกัดแรงดันต้องมากกว่า V_{oc} รวมของสตริง
 - ฝั่ง AC: พิกัดกระแสเบรกเกอร์ $\geq 1.25 \times \text{Rated AC Current}$ ของอินเวอร์เตอร์

3.3 การเขียนแบบและการจัดทำเอกสาร (Drafting & Documentation)

3.3.1 การเขียนแบบจัดวางตำแหน่งแผง (PV Layout Design)

การเขียนแบบ Layout ช่วยให้ช่างทราบพื้นที่ติดตั้งจริงและคำนวณระยะอุปกรณ์จับยึดได้ถูกต้อง มีหลักการดังนี้:

- ระยะเผื่อขอบหลังคา (Setback Distance): ต้องเว้นระยะห่างจากขอบหลังคา (Roof Edge) ทุกด้านอย่างน้อย 30 ถึง 50 เซนติเมตร เพื่อป้องกันแรงยกจากลมพายุ (Wind Load) ที่รุนแรงบริเวณขอบหลังคา
- ช่องทางเดินซ่อมบำรุง (Maintenance Walkway): หากติดตั้งแผงเป็นกลุ่มก้อนขนาดใหญ่ ต้องเว้นช่องว่างกว้างประมาณ 40 ถึง 60 เซนติเมตร เป็นทางเดินสำหรับช่างขึ้นไปทำความสะอาดแผงหรือตรวจสอบบำรุงความปลอดภัย

3.3.2 การอ่านและเขียนไดอะแกรมเส้นเดียว (Single Line Diagram) เบื้องต้น

Single Line Diagram (SLD) คือแบบโครงสร้างวงจรไฟฟ้าที่ใช้เส้นเดี่ยวแทนสายไฟระบุเส้นทางไหลของพลังงานและการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ทั้งหมดในระบบ เพื่อยืนยันขออนุญาตกับการไฟฟ้า (MEA/PEA) มีสัญลักษณ์สำคัญที่ช่างต้องเข้าใจ เช่น:

- สัญลักษณ์แผงโซลาร์เซลล์ (PV Array) พร้อมระบุจำนวนการต่ออนุกรม/ขนาน
- สัญลักษณ์อุปกรณ์ตัดตอนและป้องกัน: DC Fuse, DC Breaker, DC/AC SPD, AC Breaker, และ RCBO
- จุดเชื่อมต่อเชื่อมโยง (Grid Connection Point) สู่ตู้หลัก MDB หรือ Consumer Unit ของบ้าน