

ใบความรู้ที่1..... เรื่อง ...พื้นฐานพลังงานแสงอาทิตย์และความปลอดภัย (รายละเอียดเนื้อหาสาระการเรียนรู้)

.....

1.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์

1.1.1 หลักการแปลงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า

การแปลงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าอาศัย **ปรากฏการณ์โฟโตโวลตาอิก (Photovoltaic Effect)** ซึ่งเกิดขึ้นในระดับโครงสร้างอะตอมของสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) เช่น ซิลิคอน (Silicon) มีกลไกการทำงานดังนี้:

- **โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์:** แผ่นซิลิคอนจะถูกโด๊ป (Doping) ให้มี 2 ชั้นหลัก คือ
 - **N-Type (Negative):** โด๊ปด้วยสารฟอสฟอรัส ทำให้มีอิเล็กตรอนอิสระ (Free Electrons) เกินอยู่
 - **P-Type (Positive):** โด๊ปด้วยสารโบรอน ทำให้เกิดช่องว่างที่ขาดอิเล็กตรอน เรียกว่า "โฮล" (Holes)
 - บริเวณรอยต่อระหว่างสารทั้งสองจะเรียกว่า **P-N Junction** ซึ่งจะสร้างสนามไฟฟ้าภายในขึ้นมา
- **การเกิดกระแสไฟฟ้า:** เมื่ออนุภาคของแสงที่เรียกว่า **โฟตอน (Photon)** ตกกระทบกับแผ่นซิลิคอนและมีพลังงานสูงกว่าแถบพลังงานห้าม (Bandgap Energy) มันจะถ่ายเทพลังงานให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากพันธะ กลายเป็นอิเล็กตรอนอิสระและโฮล
- **การเคลื่อนที่ของประจุ:** สนามไฟฟ้าที่รอยต่อ P-N Junction จะผลักให้อิเล็กตรอนอิสระวิ่งไปรวมกันที่ฝั่ง N-Type และผลักโฮลไปฝั่ง P-Type เมื่อเราต่อวงจรไฟฟ้าภายนอกเข้ากับขั้วโลหะด้านบนและด้านล่าง อิเล็กตรอนจะไหลผ่านภายนอกเกิดเป็น **ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current: DC)**

1.1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า

1. **ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ (Solar Irradiance):** วัดในหน่วยวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m²) ยิ่งความเข้มแสงสูง กระแสไฟฟ้า (I) ที่ผลิตได้จะยิ่งสูงขึ้นเป็นเชิงเส้นตรง
2. **อุณหภูมิของเซลล์ (Cell Temperature):** แผงโซลาร์เซลล์เกิดความร้อน โดยทั่วไปผู้ผลิตจะทดสอบที่อุณหภูมิมาตรฐาน (STC) คือ 25°C หากอุณหภูมิของแผงสูงขึ้น แรงดันไฟฟ้า (V) จะลดลง ส่งผลให้กำลังไฟฟ้ารวม (P) ลดลงตามค่า **Temperature Coefficient** (มักลดลงประมาณ 0.3% ถึง 0.4% ต่อทุกๆ 1°C ที่เพิ่มขึ้น)
3. **มุมเอียงและทิศทางการติดตั้ง (Tilt Angle & Azimuth):** สำหรับประเทศไทยซึ่งอยู่เหนือเส้นศูนย์สูตร ทิศทางที่ดีที่สุดคือ **ทิศใต้** เพื่อรับแสงตลอดทั้งปี โดยมุมเอียงที่เหมาะสมจะอยู่ที่ประมาณ 10° ถึง 15° เพื่อให้สอดคล้องกับตำแหน่งของดวงอาทิตย์และช่วยให้แรงลม/น้ำฝนชะล้างฝุ่นได้เอง
4. **เงาบัง (Shading):** การเกิดเงาบังเพียงบางส่วน (Partial Shading) บนแผงโซลาร์เซลล์ แม้จะบังแค่เซลล์เดียว แต่อาจทำให้อัตราการไหลของกระแสไฟฟ้าในสตริง (String) นั้นลดลงอย่างรุนแรง และอาจเกิดความร้อนสะสมเฉพาะจุดจนกลายเป็น **Hotspot** ที่ทำให้แผงเสียหายได้

1.2 รูปแบบของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

1.2.1 ระบบเชื่อมต่อสายส่ง (On-Grid System)

- **ลักษณะการทำงาน:** เป็นระบบที่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า (MEA หรือ PEA) ระบบนี้จะผลิตไฟฟ้าเพื่อใช้งานร่วมกับไฟจากการไฟฟ้า โดยไม่มีการต่อรวมกับแบตเตอรี่
- **อุปกรณ์หลัก:** แผงโซลาร์เซลล์, อินเวอร์เตอร์ชนิดเชื่อมต่อสายส่ง (Grid-Tied Inverter), อุปกรณ์ป้องกัน (Combiner Box), และมีเตอร์ไฟฟ้าแบบดิจิทัล
- **ข้อดี:** ค่าใช้จ่ายเริ่มต้นต่ำที่สุด ประสิทธิภาพสูง ไม่ต้องบำรุงรักษาแบตเตอรี่ สามารถขายไฟคืนได้ (หากเข้าร่วมโครงการ)
- **ข้อจำกัด:** หากไฟจากการไฟฟ้าดับ ระบบโซลาร์เซลล์จะดับตามทันที เพื่อความปลอดภัยของช่างซ่อมบำรุงของการไฟฟ้า (Anti-Islanding Protection)

1.2.2 ระบบอิสระแบบไม่พึ่งพาโครงข่าย (Off-Grid System)

- **ลักษณะการทำงาน:** เป็นระบบที่แยกตัวเป็นอิสระโดยเด็ดขาด ไม่มีการเชื่อมต่อไฟฟ้ากับการไฟฟ้า เหมาะสำหรับพื้นที่ห่างไกลที่สายส่งเข้าไม่ถึง
- **อุปกรณ์หลัก:** แผงโซลาร์เซลล์, เครื่องควบคุมการชาร์จ (Solar Charge Controller), แบตเตอรี่ (Battery Bank), และอินเวอร์เตอร์ชนิดอิสระ (Off-Grid Inverter)
- **ข้อดี:** มีไฟฟ้าใช้ในพื้นที่ทุรกันดาร พึ่งพาตนเองได้ 100%
- **ข้อจำกัด:** ต้นทุนสูงจากราคาแบตเตอรี่ และหากในวันที่มีเมฆมากหรือฝนตกต่อเนื่อง ไฟฟ้าอาจไม่เพียงพอต่อการใช้งาน

1.2.3 ระบบผสมผสาน (Hybrid System) และการประยุกต์ใช้งาน

- **ลักษณะการทำงาน:** เป็นการนำข้อดีของระบบ On-Grid และ Off-Grid มารวมกัน โดยเชื่อมต่อทั้งระบบสายส่งของการไฟฟ้าและมีระบบแบตเตอรี่สำรองพลังงานไว้ด้วย
- **โหมดการทำงานอัจฉริยะ:** * ในช่วงกลางวัน นำไฟจากแผงมาจ่ายโหลดและชาร์จลงแบตเตอรี่
 - หากไฟแผงไม่พอ จะดึงจากแบตเตอรี่หรือไฟหลวงมาช่วย
 - **เมื่อไฟหลวงดับ** ระบบจะตัดเข้าโหมดสำรองไฟ (Backup Mode) จ่ายไฟให้โหลดสำคัญ (Critical Loads) ได้ต่อเนื่องโดยไม่หยุดชะงัก
- **การประยุกต์ใช้งาน:** นิยมใช้ในอาคารที่ต้องการความเสถียรของไฟฟ้าสูง เช่น โรงพยาบาล, ศูนย์ข้อมูล (Data Center), หรือบ้านพักอาศัยที่ค่าไฟแพงในช่วงเวลากลางคืน (TOU Tariff)

1.3 ความปลอดภัยในงานติดตั้งและงานไฟฟ้า

1.3.1 อันตรายและข้อควรระวังจากไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และกระแสสลับ (AC)

ในระบบโซลาร์เซลล์ ช่างติดตั้งต้องเผชิญหน้ากับทั้งไฟฟ้า DC (จากหน้าแผงถึงอินเวอร์เตอร์) และ AC (จากอินเวอร์เตอร์ไปตู้ไฟหลัก) ซึ่งมีพฤติกรรมและความอันตรายต่างกันดังนี้:

ลักษณะอันตราย	ไฟฟ้ากระแสตรง (DC)	ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC)
การอาร์ก (Arcing)	รุนแรงและดับยากมาก เนื่องจากแรงดันและกระแสที่ ไม่มีจุดตัดผ่านศูนย์ (Zero-Crossing) ทำให้อากาศแตกตัวเป็นทางเดินไฟต่อเนื่อง เสี่ยงต่อการเกิดอัคคีภัยสูง	เกิดการอาร์กเช่นกัน แต่ดับได้ง่ายกว่าเพราะกระแสไฟฟ้ามีรอบสัญญาณที่ตัดผ่านแรงดัน 0 โวลต์ ตลอดเวลา (50Hz)
ผลต่อร่างกายมนุษย์	ทำให้กล้ามเนื้อหดตัวอย่างรุนแรงในลักษณะ "เกาะแน่นยึดติด" (Continuous Contraction) ทำให้ผู้ถูกดูดไม่สามารถปล่อยมือออกจากสายไฟได้เอง	กระตุ้นกระตุกกล้ามเนื้อด้วยความถี่ ทำให้หัวใจเกิดการเต้นพริ้วระรัว (Ventricular Fibrillation) และหยุดเต้นได้ง่ายกว่าที่แรงดันเท่ากัน
อุปกรณ์ตัดตอน	ต้องใช้ DC Breaker และ DC Fuses ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ ห้ามนำอุปกรณ์ AC มาใช้แทนเด็ดขาด	ใช้ AC Breaker, อุปกรณ์ป้องกันไฟรั่ว (RCD/RCBO) ตามมาตรฐานทั่วไป

1.3.2 กฎความปลอดภัยในการทำงานบนที่สูง (Working at Height) และจุดยึดเกี่ยว

งานติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ส่วนใหญ่เป็นงานบนหลังคา ซึ่งถือเป็นงานบนที่สูงตามกฎหมายแรงงาน (สูงเกิน 2 เมตรขึ้นไป) มีข้อปฏิบัติดังนี้:

1. **การตรวจสอบพื้นที่:** ก่อนขึ้นปฏิบัติงาน ต้องประเมินโครงสร้างหลังคาว่าไม่ผุพัง ไม่มีกระเบื้องร้าว และไม่มียางไฟฟ้าสูงพาดผ่านในระยะอันตราย
2. **ระบบยึดกันตก (Fall Arrest Systems):** * ต้องติดตั้ง **สายช่วยชีวิต (Life Line)** ที่ทำจากลวดสลิงหรือเชือกถักใยที่มีแรงดึงสูงยึดไว้กับโครงสร้างอาคารที่แข็งแรง

- ผู้ปฏิบัติงานต้องสวมใส่ **เข็มขัดนิรภัยชนิดเต็มตัว (Full-Body Harness)** เท่านั้น (ห้ามใช้เข็มขัดรัดเอวธรรมดา)
- 3. **จุดยึดเกี่ยว (Anchor Point):** ต้องสามารถรับแรงกระชากจากการตกได้อย่างน้อย 22.2 กิโลนิวตัน (ประมาณ 2,200 กิโลกรัม) ต่อคน
- 4. **กฎระยะตกปลอดภัย (Clear Fall Distance):** ต้องคำนวณความยาวของเชือกเซฟตี้ (Lanyard) และระยะยืดของตัวดูดซับแรงกระแทก (Energy Absorber) เพื่อให้มั่นใจว่าหากพลัดตก ร่างกายจะไม่กระแทกพื้นด้านล่าง

1.3.3 การเลือกและใช้งานอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) สำหรับช่างโซล่าเซลล์
ช่างติดตั้งโซล่าเซลล์ต้องใช้อุปกรณ์ PPE เฉพาะทาง ดังนี้:

- **หมวกนิรภัย (Safety Helmet):** Class E (Electrical) ที่สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้สูงถึง 20,000 โวลต์ และต้องมีสายรัดคางแบบ 4 จุดเพื่อไม่ให้หมวกหลุดเมื่อพลัดตก
- **ถุงมือกันไฟฟ้า (Insulating Gloves):** สวมใส่ถุงมืออย่างฉนวนไฟฟ้าที่ผ่านการทดสอบแรงดันตามมาตรฐาน IEC 60903 (เลือก Class ให้เหมาะสมกับแรงดันทำงาน เช่น Class 0 สำหรับแรงดันไม่เกิน 1,000V) และต้องสวมทับด้วยถุงมือหนังเพื่อป้องกันรอยขีดข่วนหรือฉีกขาด
- **รองเท้านิรภัย (Safety Shoes):** รองเท้าหัวคอมโพสิต (Composite Toe) แทนหัวเหล็ก เพื่อป้องกันการนำไฟฟ้า และมีพื้นรองเท้าที่เป็นฉนวนกันลื่นและกันตะปูแทงทะลุ
- **แว่นตานิรภัย (Safety Glasses):** ป้องกันรังสี UV จากแสงแดด และป้องกันเศษโลหะจากการเจาะยึดโครงสร้างราง (Mounting)

1.3.4 การปฐมพยาบาลเบื้องต้นและการกู้ชีพ (CPR) กรณีไฟฟ้าดูดหรือพลัดตก

กรณีไฟฟ้าดูด (Electrical Shock)

1. **ตัดกระแสไฟโดยเร็วที่สุด:** ปลดเบรกเกอร์ หรือสับสวิตช์ หากทำไม่ได้ ให้ใช้วัตถุที่เป็นฉนวนแห้ง (เช่น ไม้แห้ง ผ้าแห้ง พลาสติกหนา) ผลักหรือฉุดตัวผู้บาดเจ็บออกจากแหล่งไฟฟ้า ห้ามใช้มือเปล่าแตะต้องตัวผู้บาดเจ็บเด็ดขาด
2. **ประเมินอาการ:** เมื่อผู้บาดเจ็บหลุดออกมาในพื้นที่ปลอดภัยแล้ว ให้ตรวจการหายใจและการชีพจรทันที
3. **หากไม่หายใจ/หัวใจหยุดเต้น:** ให้รีบโทรแจ้ง 1669 และทำการกู้ชีพ (CPR) ทันที

ขั้นตอนการปฏิบัติการช่วยฟื้นคืนชีพ (CPR) และการใช้เครื่อง AED

[ผู้บาดเจ็บหมดสติ ไม่หายใจ] -> [โทร 1669 / นำเครื่อง AED มา] -> [เริ่มกดหน้าอก 30 ครั้ง] -> [เป่าปาก 2 ครั้ง (ถ้าทำได้)] -> [ทำต่อเนื่อง/ใช้ AED สแกน]

1. **จัดท่าผู้ป่วย:** นอนหงายบนพื้นแข็ง
2. **ตำแหน่งวางมือ:** วางสันมือข้างหนึ่งไว้ตรง **ครึ่งล่างของกระดูกหน้าอก (บริเวณกึ่งกลางระหว่างหัวนมทั้งสองข้าง)** และนำมืออีกข้างมาประสาน ล็อกนิ้วมือให้แน่น
3. **การกดหน้าอก (Chest Compressions):** * เหยียดแขนทั้งสองข้างให้ตรง ตั้งฉากกับหน้าอกผู้ป่วย โน้มตัวไปข้างหน้า ใช้แรงจากสะโพกกดลงไป
 - **ความลึก:** กดลึกอย่างน้อย 5 เซนติเมตร แต่ไม่เกิน 6 เซนติเมตร
 - **ความเร็ว:** อัตราความเร็ว 100 ถึง 120 ครั้งต่อนาที (ตามจังหวะเพลง "คู่ก็เสี่ยงตาย" หรือ "Stayin' Alive")
 - **การคืนตัว:** ปลดปล่อยหน้าอกคืนตัวจนสุดก่อนการกดครั้งต่อไป ห้ามยกมือออกจากหน้าอกผู้ป่วย
4. **การกดหน้าอกสลับกับการเป่าปาก:** กดหน้าอก 30 ครั้ง สลับกับการเป่าปาก 2 ครั้ง (30:2) หากไม่สะดวกใจในการเป่าปาก ให้ทำการกดหน้าอกต่อเนื่องไปเรื่อยๆ (Hands-Only CPR)
5. **การใช้งานเครื่อง AED (เครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าอัตโนมัติ):** * เปิดเครื่องทันทีที่มาถึง และปฏิบัติตามเสียงคำสั่งของเครื่องอย่างเคร่งครัด

- ติดแผ่นนำไฟฟ้า (Pads) บริเวณใต้กระดูกไหปลาร้าด้านขวา และชายโครงด้านซ้าย
- **สำคัญ:** ห้ามสัมผัสตัวผู้ป่วยในขณะที่เครื่องกำลังวิเคราะห์คลื่นหัวใจ (Analyzing) และตอนที่เครื่องสั่งให้กดปุ่มช็อกจากไฟฟ้า (Shock)