



บทที่ 4 เจาะลึกพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา

คำถามสำคัญ

1. กระบวนการเปลี่ยนแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้ามีกระบวนการอย่างไร
2. ส่วนประกอบของระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคามืออะไรบ้าง
3. ระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาแบบ On-grid, Off-grid และ Hybrid มีความแตกต่างกันอย่างไร
4. ข้อดีและข้อเสียของการใช้พลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา

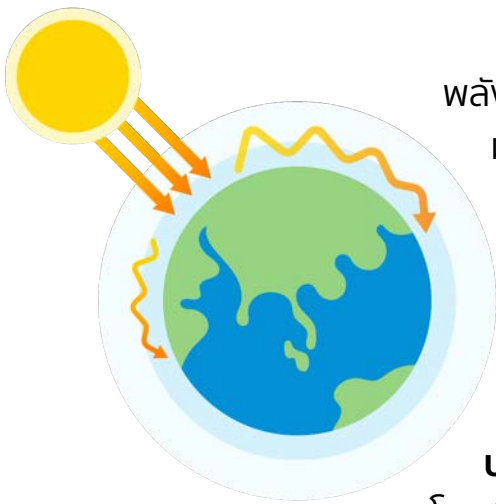
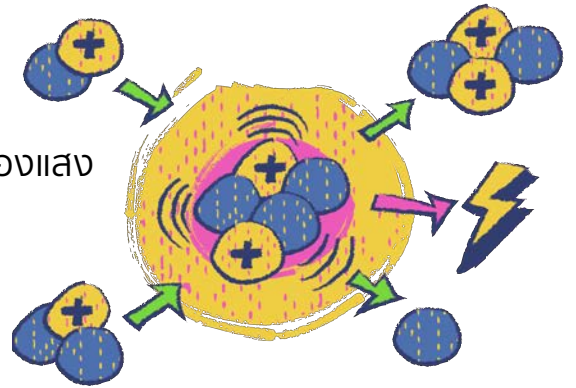
จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เข้าใจหลักการทำงานของแผงโซลาร์เซลล์ที่เปลี่ยนแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า
2. เข้าใจแนวทางการติดตั้งและมาตรการความปลอดภัยในการใช้งานระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา
3. เข้าใจการติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาและคุณสมบัติของแต่ละระบบ
4. เข้าใจผลกระทบและโอกาสจากการใช้พลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา



แสงและพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ เกิดขึ้นได้อย่างไร

แสงและพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ เกิดจากปฏิกิริยาการรวมตัวกันของอะตอมไฮโดรเจนเกิดเป็นอะตอมฮีเลียมและปล่อยพลังงานมหาศาลออกมาในรูปของแสงและความร้อน กระบวนการนี้เรียกว่า
“**ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน (Nuclear Fusion)**”



พลังงานมหาศาลจากดวงอาทิตย์เดินทางผ่านชั้นบรรยากาศต่าง ๆ มายังโลกในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าใช้เวลาประมาณ 8.18 นาที การที่พลังงานเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศโลกมานี้ มีข้อดีคือ ช่วยกรองรังสีอันตรายและลดความเข้มของแสงลง จากค่าเริ่มต้น 1,350 วัตต์ต่อตารางเมตร เหลือประมาณ 1,000 วัตต์ต่อตารางเมตร ที่พื้นผิวโลก

ประโยชน์ของแสงอาทิตย์ที่ส่งมายังพื้นผิวโลก นอกจากจะทำให้โลกมีแสงสว่างและให้ความอบอุ่นแล้วแสงอาทิตย์ยังเป็นแหล่งพลังงานสำคัญที่ช่วยให้พืชสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) เพื่อสร้างอาหารซึ่งเป็นพื้นฐานของการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตบนโลก





ประโยชน์จากแสงอาทิตย์

แสงอาทิตย์ เป็นแหล่งพลังงานธรรมชาติที่สำคัญต่อโลกและชีวิตของเราทุกคน โดยมีบทบาทสำคัญทั้งในด้านสุขภาพ สิ่งแวดล้อม อุตสาหกรรม รวมถึงการผลิตพลังงานไฟฟ้า ประโยชน์ของแสงอาทิตย์ครอบคลุมหลายด้าน เช่น

☀️💕 ส่งเสริมสุขภาพและร่างกาย โดยแสงแดดช่วยให้ร่างกายสังเคราะห์วิตามินดี ซึ่งจำเป็นต่อกระดูกและระบบภูมิคุ้มกัน นอกจากนี้ยังช่วยปรับสมดุลอารมณ์และลดความเสี่ยงของภาวะซึมเศร้า

☀️🧑 ส่งเสริมสุขภาพจิต การรับแสงแดดที่เหมาะสมช่วยให้ร่างกายหลั่งสารเซโรโทนิน (Serotonin) ซึ่งมีส่วนช่วยให้เรารู้สึกสดชื่นและมีความสุข

🌱🔋 ใช้เป็นพลังงานสะอาด พลังงานแสงอาทิตย์สามารถนำมาใช้ผลิตไฟฟ้าผ่านแผงโซลาร์เซลล์ ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

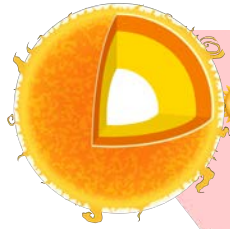
⬇️💰 ลดค่าใช้จ่าย การใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ในชีวิตประจำวัน เช่น เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถช่วยลดค่าไฟฟ้าได้

🌾☀️ การเกษตรและธรรมชาติ แสงอาทิตย์เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง ช่วยเพิ่มผลผลิตและทำให้ระบบนิเวศสมดุล



ตัวอย่างการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ในชีวิตประจำวัน

 <p>การคมนาคม</p>	<p>ทางทะเล แสงไฟประภาคาร แสงไฟของทุ่นลอยน้ำ</p> <p>ทางบก ไฟสัญญาณข้างถนน ไฟสัญญาณพื้นถนน ไฟสัญญาณให้รถไฟ โคมไฟบนทางด่วน โทรศัพทท์ฉุกเฉินบนทางด่วน กล้องวิดีโอข้างถนน พัดลมระบายอากาศที่หน้าต่าง/หลังคารถยนต์</p> <p>ทางอากาศ ดวงไฟลิ่งกีดขวางในที่สูง ดวงไฟนำร่องขึ้นลง</p>
<p>การสื่อสาร</p>	<p>สถานีถ่ายทอดวิทยุโทรทัศน์บนภูเขาสูง เครื่องวัดพยากรณ์อากาศ กล้องตรวจความปลอดภัยที่เขื่อน โทรศัพทท์มือถือ โทรศัพทท์ทหาร โทรศัพทท์ทั่วไป</p>
 <p>การป้องกันการสึกกร่อน</p> <p>อุปกรณ์นอกอาคาร</p>	<p>ท่อน้ำมัน ท่อก๊าซ สะพานเหล็ก เชื้อนก้นคลื่น แสงไฟท่อก๊าซ</p> <p>โคมไฟถนน โคมไฟสนามหญ้า โคมไฟประตูรั้ว โคมไฟป้ายรถเมล์ โคมไฟตู้โทรศัพทท์ โคมไฟป้ายประกาศ โคมไฟป้ายลิฟท์ โคมไฟหอนาฬิกา หอนาฬิกา เครื่องขยายเสียง บีม์สูบน้ำ ประตูรั้วไฟฟ้า ประตูบ้านไฟฟ้า โคมไฟติดผนังอาคารเสริมงานสถาปัตยกรรม โคมไฟติดตั้งที่หลังคาสระว่ายน้ำ โคมไฟติดตั้งที่หลังคาสนามกีฬา</p>
 <p>การอวกาศ</p>	<p>ดาวเทียม สถานีอวกาศ ยานอวกาศเดินทางไกล</p>
<p>การปศุสัตว์</p>	<p>รั้วไฟฟ้าป้องกันสัตว์หนี บีม์น้ำดื่มน้ำใช้ แสงไฟจับกบจับแมลงต่าง ๆ</p>
 <p>การประมง</p>	<p>เครื่องกระตุ้นการแพร่พันธุ์สัตว์น้ำในทะเลด้วยเสียงและแสงไฟ โคมไฟล่อปลาในทะเล โคมไฟหาปลาในทะเล ห้องเย็นเก็บสัตว์ทะเล เป่าลมลงบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อกระตุ้น การแพร่พันธุ์</p>
 <p>การเกษตรกรรม</p>	<p>บีม์สูบน้ำ แสงไฟกรีดยางพารา บ้านชาวสวนยาง ทุ่นไล่การ้องไล่นก ห้องอบ/เป่าพืชให้แห้ง เครื่องนวดข้าวกลางทุ่งนา การชลประทาน ระบบฉีดพ่นน้ำ</p>
 <p>การวัดและรักษา สภาพแวดล้อม</p>	<p>เครื่องวัดอุณหภูมิน้ำทะเล เครื่องวัดความเค็มน้ำทะเล เครื่องวัดความเร็วน้ำทะเล เครื่องวัดความสูงคลื่นทะเล เครื่องวัดฝุ่นในอากาศ เครื่องวัดระดับเสียง/ควีน เครื่องวัดละอองเกสรดอกไม้ (ป้องกันโรคภูมิแพ้) เป่าลมลงบ่อน้ำ/คลอง</p>
 <p>การแพทย์</p>	<p>ตู้เย็นเก็บยาและวัคซีน โคมไฟสถานีอนามัย วิทยุสื่อสาร</p>
 <p>การบินเหิง</p>	<p>เรือมอเตอร์ โคมไฟแคมป์ วิทยุสื่อสาร โทรศัพทท์ โคมไฟบ้านพักตากอากาศ เครื่องบิน เครื่องร่อน รถยนต์ไฟฟ้า ของเล่นไฟฟ้า รถไฟฟ้าสนามกอล์ฟ หมวกติดพัดลม</p>
 <p>ระบบไฟฟ้า</p>	<p>ต่อเข้าระบบของการไฟฟ้า หมู่บ้านห่างไกล โรงเรียนห่างไกล สถานีอนามัยห่างไกล</p>
 <p>ภายในอาคาร</p>	<p>เครื่องคิดเลข นาฬิกาข้อมือ ของเล่น ประตู-หน้าต่างผลิตไฟฟ้าได้ พัดลมระบายอากาศที่หน้าต่าง</p>
<p>ติดตั้งบนหลังคาบ้าน</p>	<p>จ่ายไฟฟ้าให้บ้าน หลอดไฟ ตู้เย็น โทรศัพทท์ เครื่องปรับอากาศ</p>



ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ ในประเทศไทย

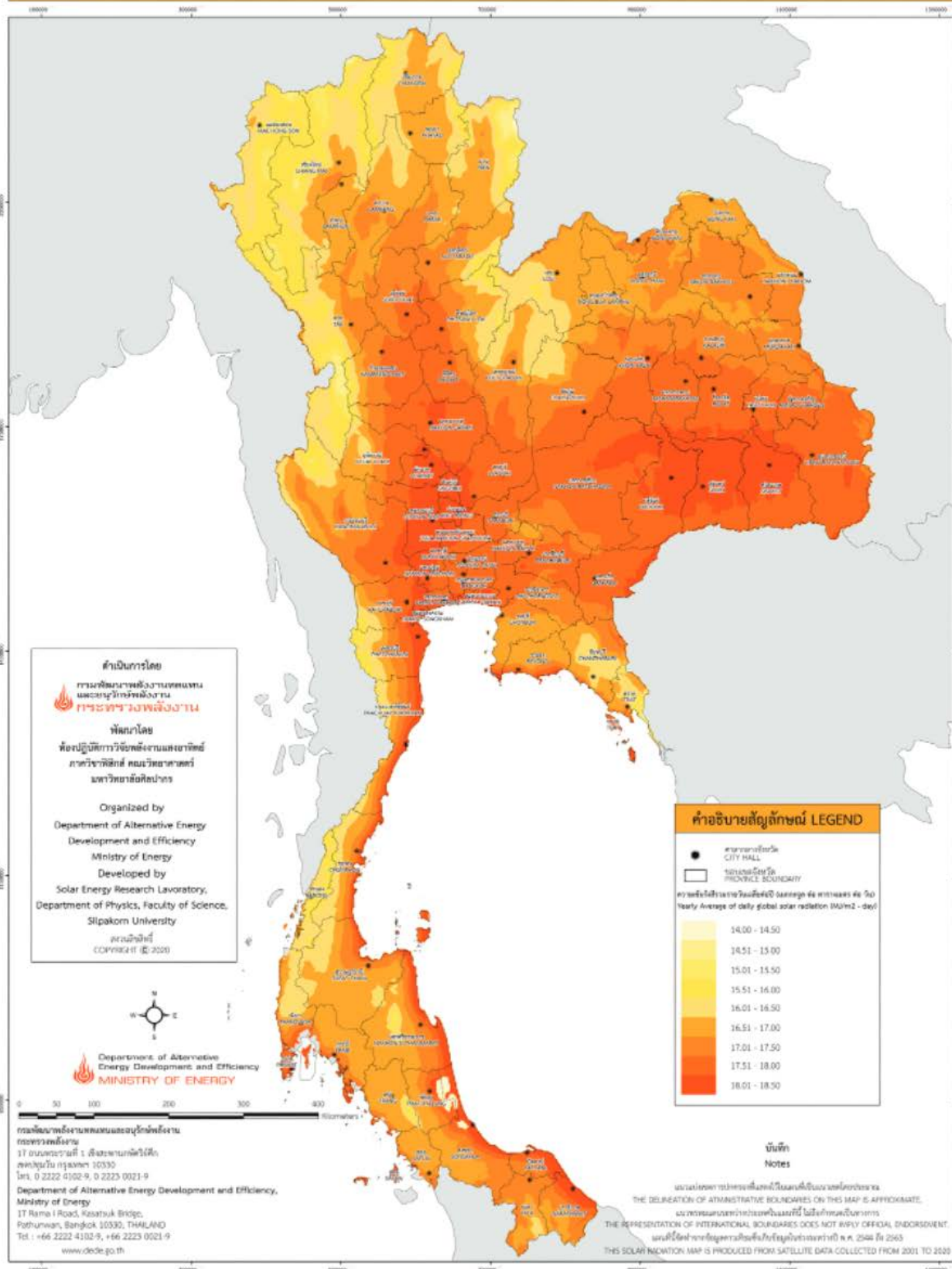
แสงอาทิตย์ที่แผ่ลงมายังพื้นโลกเป็นแหล่งพลังงานธรรมชาติที่สำคัญ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์สามารถวิเคราะห์และสร้างแผนที่ความเข้มของรังสีอาทิตย์ได้ โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ร่วมกับห้องปฏิบัติการวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ในปี พ.ศ. 2549 ได้วิเคราะห์ศักยภาพในการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในระดับสูง พบว่าพื้นที่ที่มีศักยภาพจะกระจายตัวอยู่ในหลายภูมิภาค เช่น บริเวณตอนล่างของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของจังหวัดนครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ ร้อยเอ็ด ยโสธร และอุบลราชธานี รวมถึงตอนบนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในเขต จังหวัดอุดรธานี และยังพบพื้นที่ที่มีศักยภาพสูงใน ภาคกลาง เช่น จังหวัดสุพรรณบุรี ชัยนาท อัญญา และลพบุรี ซึ่งพื้นที่เหล่านี้ได้รับรังสีอาทิตย์สูงตลอดทั้งปี

5 เหตุผลที่พลังงานแสงอาทิตย์มีความสำคัญ

- 1 เป็นพลังงานสะอาด ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม**
 - ✓ พลังงานแสงอาทิตย์ไม่ปล่อย **ก๊าซเรือนกระจก** เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ซึ่งเป็นสาเหตุของ **ภาวะโลกร้อน**
 - ✓ ไม่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศเหมือนโรงไฟฟ้าถ่านหิน
- 2 เป็นพลังงานที่ไม่มีวันหมด**
 - ✓ ดวงอาทิตย์ส่องแสงทุกวัน ☀️ ต่างจากน้ำมันและถ่านหินที่มีจำกัด
 - ✓ สามารถใช้ได้ทุกที่บนโลก โดยเฉพาะประเทศไทยที่มีแสงแดดแรง
- 3 ช่วยลดค่าไฟฟ้าและประหยัดพลังงาน**
 - ✓ การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาบ้าน สามารถผลิตไฟฟ้าใช้เองได้
 - ✓ ในระยะยาวช่วยให้ครอบครัวจ่ายค่าไฟน้อยลง
- 4 ใช้ได้กับหลายสิ่งในชีวิตประจำวัน**
 - ✓ รถยนต์พลังงานแสงอาทิตย์ ช่วยลดการใช้ น้ำมัน
 - ✓ สามารถใช้ได้กับเครื่องคิดเลข และไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์
 - ✓ ใช้ผลิต ไฟฟ้าให้โรงเรียน โรงพยาบาล และหมู่บ้านในที่ห่างไกล
- 5 เป็นพลังงานแห่งอนาคตของโลก**
 - ✓ การใช้พลังงานสะอาดจะช่วย **รักษาสิ่งแวดล้อม** ให้โลกของเราน่าอยู่มากขึ้น



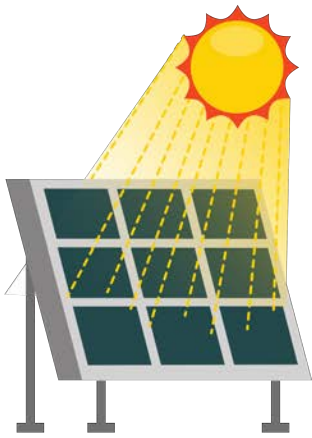
แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยจากข้อมูลดาวเทียม ปี 2563
 SOLAR RADIATION MAP OF THAILAND FROM SATELLITE DATA 2020



ที่มา แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยจากข้อมูลดาวเทียม ปี พ.ศ. 2563, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน, ออนไลน์ <https://gis.dede.go.th/gallery-map-view.aspx?p=93>



เทคโนโลยีเปลี่ยนแสงอาทิตย์ เป็นพลังงาน



เทคโนโลยีการเปลี่ยนแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานไฟฟ้าด้วยโซลาร์เซลล์(Photovoltaic Technology) โซลาร์เซลล์เป็นเทคโนโลยีที่แปลงพลังงานจากแสงอาทิตย์โดยตรงเป็นพลังงานไฟฟ้าผ่านกระบวนการทางกายภาพและเคมี โดยใช้วัสดุสารกึ่งตัวนำหรือเรียกว่า เซมิคอนดักเตอร์ (Semiconductor)

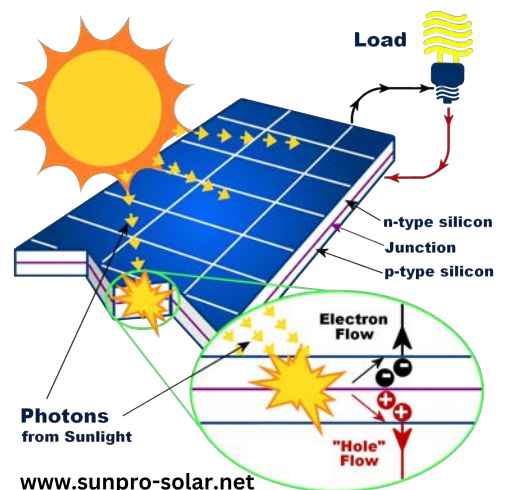
โซลาร์เซลล์

(Solar Cell) สร้างขึ้นเพื่อเป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ด้วยสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน หลักการทำงานของโซลาร์เซลล์เป็นกระบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นกระแสไฟฟ้า โดยเมื่อแสงซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตกกระทบกับสารกึ่งตัวนำ จะเกิดการถ่ายทอดพลังงานระหว่างกัน ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า (อิเล็กตรอน)

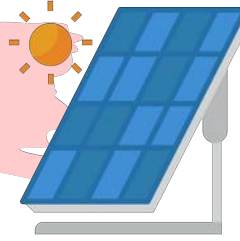
ส่วนประกอบภายในแผงโซลาร์เซลล์ประกอบด้วยชั้นของสารกึ่งตัวนำ 2 ชนิด ได้แก่

1. ซิลิคอนชนิด n - type ซึ่งอยู่ด้านหน้ารับแสงอาทิตย์พร้อมที่จะให้อิเล็กตรอน และด้านหน้าของซิลิคอนชนิด n - type จะมีแถบโลหะเรียกว่า Front Electrode ทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอน
2. ซิลิคอนชนิด p - type ที่อยู่ด้านหลังของเซลล์พร้อมที่จะทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอนและมีแถบโลหะเรียกว่า Back Electrode ทำหน้าที่เป็นตัวรวบรวมโฮล หรือเรียกว่า หลุมอิเล็กตรอน

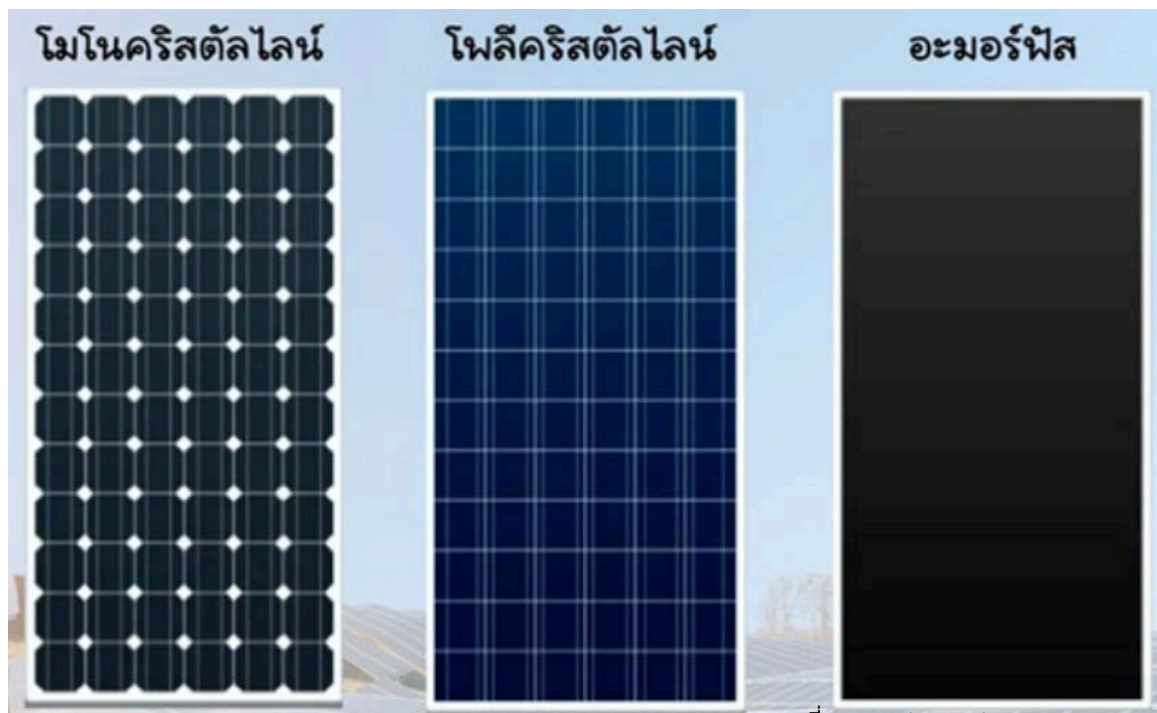
เมื่อมีการต่อวงจรไฟฟ้าจาก Front Electrode และ Back Electrode ให้ครบวงจร ก็จะเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น เนื่องจากทั้งอิเล็กตรอน และโฮลจะวิ่งเพื่อจับคู่กัน



ประเภทของโซลาร์เซลล์



1 โซลาร์เซลล์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอน (Monocrystalline Silicon Solar Cells) ผลิตจากซิลิคอนที่มีความบริสุทธิ์สูง ผ่านกระบวนการทำให้เกิดผลึกที่แกนกลาง (Czochralski process) มีประสิทธิภาพการผลิตได้ไฟฟ้าสูงเฉลี่ยอยู่ที่ 15-20% มีอายุการใช้งานประมาณ 25 ปี ประสิทธิภาพลดลงเมื่ออุณหภูมิในพื้นที่ใช้งานสูงหรือเกิดการถ่ายเทความร้อนไม่ดี



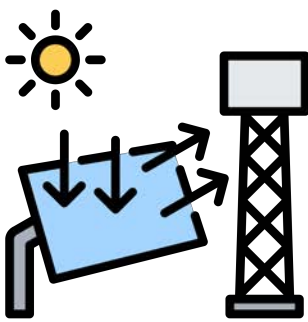
2 โซลาร์เซลล์ชนิดผลึกหลายชั้นหรือโพลีซิลิคอน (Polycrystalline Silicon Solar Cells) ผลิตโดยการหลอมซิลิคอนแล้วเทลงในแม่พิมพ์สี่เหลี่ยม มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าโซลาร์เซลล์ชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอน ประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานเฉลี่ยอยู่ที่ 13-16% สามารถทำงานได้ดีในสภาวะอุณหภูมิสูง แต่อายุการใช้งานจะสั้น

3 โซลาร์เซลล์ชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous Silicon Thin-Film Solar Cells) ผลิตจากซิลิคอนในรูปแบบที่ไม่มีโครงสร้างผลึก (Amorphous) เหมาะสำหรับการใช้งานที่ต้องการความยืดหยุ่น และเหมาะสำหรับการติดตั้งบนพื้นผิวที่ไม่แข็งแรง เช่น หลังคาที่รับน้ำหนักได้จำกัด หรือพื้นผิวโค้ง สามารถผลิตเป็นแผ่นฟิล์มโปร่งแสง (Transparent Thin-Film) ใช้ในกระจกหน้าต่างหรืออาคาร ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานต่ำและเสื่อมสภาพเร็ว

4 โซลาร์เซลล์ชนิดผลึกแกเลียมอาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide Solar Cells) ผลิตจากแกเลียมอาร์เซไนด์ (GaAs) ซึ่งเป็นสารประกอบกึ่งตัวนำ (Semiconductor) ที่มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าและแสงที่โดดเด่น เหมาะสำหรับการใช้งานในสภาพแวดล้อมที่ต้องการความทนทาน เช่น อุตสาหกรรมอวกาศ ดาวเทียม มีประสิทธิภาพการแปลงพลังงานสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 25-30% หรือมากกว่านั้น

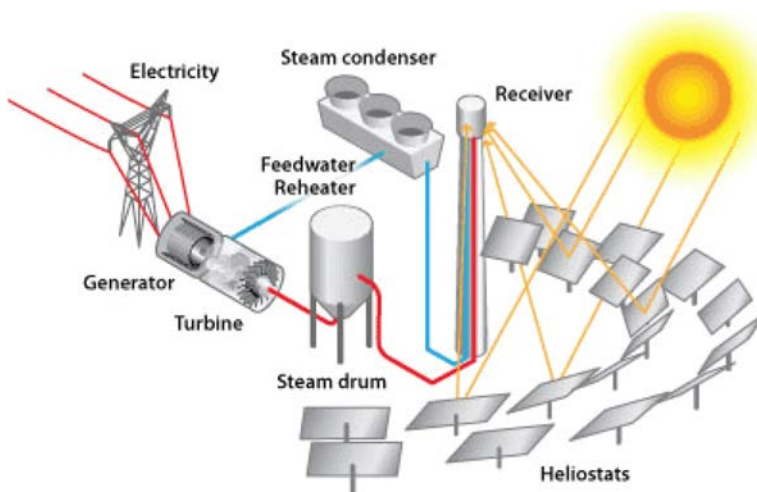


แผนโซลาร์เซลล์บนดาวเทียมในอวกาศ
ที่มา: www.sunpro-solar.net



เทคโนโลยีการแปลงพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า (Solar Thermal Electric Technology) เป็นการเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานความร้อนก่อนนำไปผลิตเป็นพลังงานกลและพลังงานไฟฟ้า เริ่มต้นด้วยการรวบรวมแสงอาทิตย์โดยใช้อุปกรณ์สะสมแสง เช่น กระจกพาราโบลา (Parabolic Trough) ที่จะรวมแสงไปยังท่อรับพลังงาน หรือกระจกแบน (Heliostats) ที่สะท้อนแสงไปยังจุดรับพลังงานบนหอคอยพลังงาน (Solar Power Tower)

แสงอาทิตย์จะทำให้ของเหลวร้อนขึ้นแล้วถูกส่งไปยังหม้อต้มน้ำเพื่อผลิตไอน้ำที่มีความดันสูงเพื่อไปขับเคลื่อนกังหันไอน้ำ (Steam Turbine) ซึ่งเชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

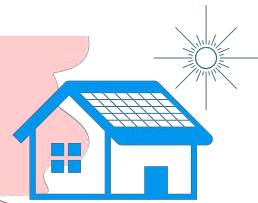


พลังความร้อนจากแสงอาทิตย์ระบบหอคอยรวมแสง
ที่มา: <https://www.energy.gov>



โรงไฟฟ้าพลังความร้อนจากแสงอาทิตย์ระบบหอคอยรวมแสงที่ใหญ่ที่สุดในโลก
ปัจจุบันตั้งอยู่ที่ประเทศสเปน
ที่มา : http://en.wikipedia.org/wiki/PS20_solar_power_plant

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับพลังงานแสง อาทิตย์บนหลังคา (Solar Rooftop)



ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์บนหลังคา แบ่งออกได้ 3 ระบบ ระบบออนกริด (On-Grid) ระบบออฟกริด (Off-Grid) และระบบไฮบริด (Hybrid) ทั้ง 3 ระบบ มีความแตกต่างกันออกไปทั้งในเรื่องวิธีการทำงาน ประสิทธิภาพ รวมถึงความคุ้มค่าในการติดตั้ง แต่อย่างไรก็ตามในทั้ง 3 ระบบนี้ใช้แผงโซลาร์เซลล์รับพลังงานจากแสงอาทิตย์เพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า เรามาดูรายละเอียดของแต่ละระบบกัน

ระบบออนกริด (On-Grid) เป็นเทคโนโลยีผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ทำงานร่วมกับระบบไฟฟ้าจากการไฟฟ้า ในช่วงเวลาที่มีแสงแดดไฟฟ้าจะถูกผลิตจากแผงโซลาร์เซลล์ (Solar Panel) ในรูปของไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และผ่านขั้นตอนการแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ด้วยอุปกรณ์อินเวอร์เตอร์ (Inverter) ก่อนส่งต่อไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้าหรือโหลดภายในอาคารหรือบ้านพักอาศัย สำหรับในช่วงเวลาที่ไม่มีแสงแดดจะสลับไปใช้พลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้า โดยอัตโนมัติเพื่อให้สามารถจ่ายไฟให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง



ข้อจำกัด ระบบไม่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลากลางคืนหรือตอนที่ไม่มีแสงแดด และในกรณีที่พลังงานจากโซลาร์เซลล์ไม่เพียงพอระบบจำเป็นต้องดึงพลังงานจากการไฟฟ้ามาชดเชย

ด้วยความสามารถในการช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าและการติดตั้งที่สามารถปรับให้เข้ากับหลากหลายรูปแบบของอาคารหรือธุรกิจ ระบบโซลาร์เซลล์แบบออนกริดจึงถือเป็นทางเลือกที่น่าสนใจในยุคที่พลังงานหมุนเวียนได้รับความสำคัญอย่างยิ่ง

ระบบออฟกริด (Off-grid / Stand Alone)

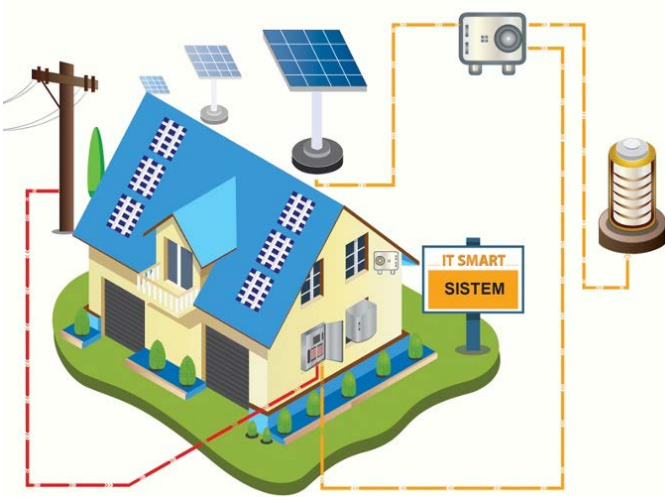
เป็นระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ที่ไม่พึ่งพาไฟฟ้าจากการไฟฟ้า โดยระบบนี้ประกอบด้วยแผงโซลาร์เซลล์ (Solar Panel) อุปกรณ์ชาร์จประจุ (Solar Charger) และแบตเตอรี่ (Battery) ซึ่งทำหน้าที่กักเก็บพลังงานไว้สำหรับใช้งานในช่วงเวลาที่ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ หลักการทำงานของระบบเริ่มจาก แผงโซลาร์เซลล์จะผลิตไฟฟ้ากระแสตรง (DC) จากนั้นไฟฟ้าจะถูกส่งผ่านไปยังแบตเตอรี่ การใช้ไฟฟ้าสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Load) ไฟฟ้าสามารถส่งตรงจากแบตเตอรี่ใช้งานได้ทันที แต่หากเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดกระแสสลับ (AC Load) ไฟฟ้าจะต้องผ่านอุปกรณ์อินเวอร์เตอร์ (Inverter) เพื่อแปลงไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นกระแสสลับก่อนนำไปใช้งานทำให้ระบบนี้สามารถรองรับการใช้งานได้หลากหลายและเหมาะสมกับพื้นที่ ที่ขาดการเข้าถึงระบบไฟฟ้าจากการไฟฟ้าหลัก



ข้อจำกัด การออกแบบต้องคำนึงถึงขนาดของแผงโซลาร์เซลล์ อุปกรณ์ชาร์จเจอร์ แบตเตอรี่ และอินเวอร์เตอร์ ให้เหมาะสมกับความต้องการใช้ไฟฟ้า หากการออกแบบไม่เหมาะสมอาจส่งผลให้ไฟฟ้าไม่เพียงพอสำหรับการใช้งาน

ระบบออฟกริดเป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการผลิตไฟฟ้าในพื้นที่ห่างไกลและช่วยลดการพึ่งพาระบบไฟฟ้าภายนอก

ระบบไฮบริด (Hybrid Solar system)

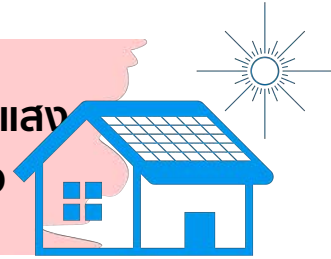


เป็นระบบพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ที่พัฒนาเพื่อรวมข้อดีของระบบ ออนกริด (On-grid) และออฟกริด (Off-grid) เข้าด้วยกัน ระบบนี้เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการลดค่าไฟฟ้าทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน พร้อมทั้งต้องการพลังงานสำรองในกรณีฉุกเฉิน

ข้อจำกัด นี้ต้นทุนการติดตั้งสูงเนื่องจากจำเป็นต้องใช้แบตเตอรี่ในการเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ระบบโซลาร์เซลล์แบบไฮบริดจึงเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการความยืดหยุ่นและความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้าแม้จะมีต้นทุนการลงทุนสูง

แต่ก็เป็นตัวเลือกที่น่าสนใจสำหรับผู้ที่ยังมองหาความยั่งยืนและอิสระทางพลังงานในระยะยาว

ส่วนประกอบของระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา มีอะไรบ้าง



1. แผงโซลาร์เซลล์ (Solar Panels) เป็นส่วนสำคัญ ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC) โดยแผงโซลาร์เซลล์จะติดตั้งบนหลังคาหรือพื้นที่ ที่ได้รับแสงอาทิตย์มากที่สุด เพื่อให้ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าคงที่

2. อินเวอร์เตอร์ (Inverter) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เพื่อให้สามารถใช้งานได้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านหรืออาคาร ระบบอินเวอร์เตอร์มีทั้งแบบเชื่อมต่อและไม่เชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้า

3. ระบบการเชื่อมต่อกับระบบของการไฟฟ้า (Grid Connection) เป็นระบบที่ใช้เพื่อการเชื่อมต่อเข้ากับระบบของการไฟฟ้าเพื่อส่งไฟฟ้าจากการไฟฟ้าเข้าบ้านในเวลาที่ไฟฟ้าไม่เพียงพอต่อการใช้งาน หรือเพื่อขายไฟฟ้าคืนให้การไฟฟ้า

4. โครงสร้างรองรับแผงโซลาร์เซลล์ (Mounting Structures) คืออุปกรณ์ที่ติดตั้งออกมาเพื่อรองรับแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาหรือพื้นที่ติดตั้ง โดยต้องมีความแข็งแรง ทนทานต่อสภาวะแวดล้อมและต้องสามารถปรับมุมของแผงให้เหมาะสมได้

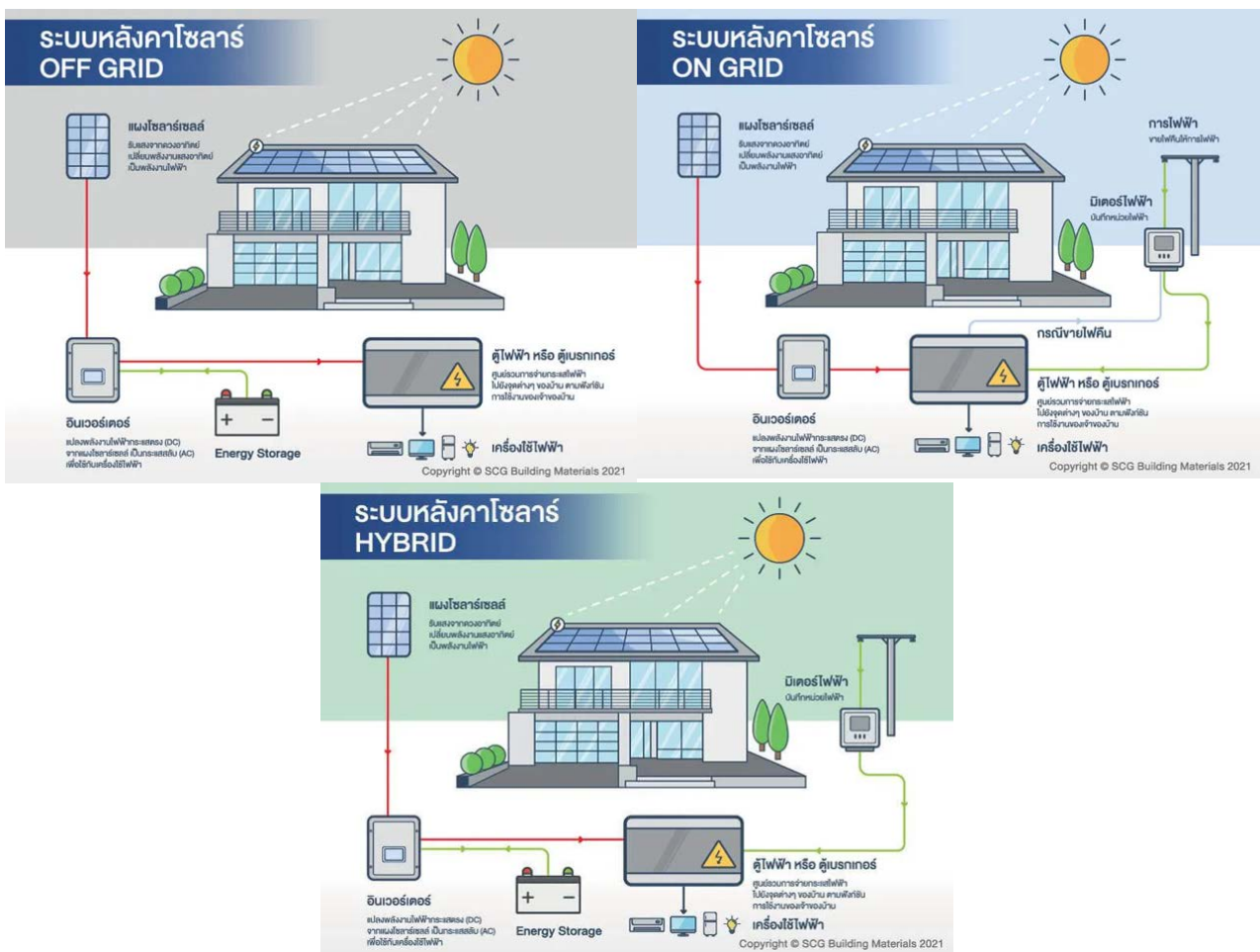
5. แบตเตอรี่ (Battery) (ในกรณีที่ใช้ระบบ Off-grid หรือ Hybrid) ทำหน้าที่กักเก็บพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้งานในช่วงเวลาที่ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้

6. อุปกรณ์ควบคุมการชาร์จ (Charge Controller) (ในกรณีระบบที่ใช้แบตเตอรี่) เป็นอุปกรณ์ที่ควบคุมการชาร์จพลังงานเข้าแบตเตอรี่เพื่อป้องกันการชาร์จเกิน (Overcharging) หรือการคายประจุเกิน (Over-discharging) ซึ่งอาจทำให้แบตเตอรี่เสียหาย ควรตรวจสอบและดูแลรักษาตามคำแนะนำของผู้ผลิตหากมีปัญหาควรดำเนินการแก้ไขหรือหาช่างเทคนิคตามความเหมาะสม

7. มิเตอร์ไฟฟ้า (Net Meter) (ในกรณีระบบ On-grid หรือ Hybrid) เป็นอุปกรณ์สำหรับวัดพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตและใช้ภายในบ้าน รวมถึงพลังงานส่วนเกินที่ขายให้การไฟฟ้า

8. สายไฟและอุปกรณ์เชื่อมต่อ (Cables and Connectors) ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างแผงโซลาร์เซลล์ อินเวอร์เตอร์ แบตเตอรี่ รวมถึงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ในระบบที่เกี่ยวข้อง การดูแลรักษา ตรวจสอบสายไฟและการเชื่อมต่อในระบบเพื่อดูว่ามีการชำรุดหรือเสื่อมสภาพหรือถ้าพบปัญหาใด ๆ ควรทำการซ่อมแซมทันที

9. ระบบป้องกันไฟฟ้าเกินและลัดวงจร (Protection Devices) และฟกควบคุม ในระบบนี้ประกอบไปด้วย ฟิวส์ (Fuse) เบรกเกอร์ (Circuit Breaker) และอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าเกิน (Surge Protector) และระบบควบคุมอื่นเพื่อให้การผลิตและใช้ไฟฟ้าปลอดภัย

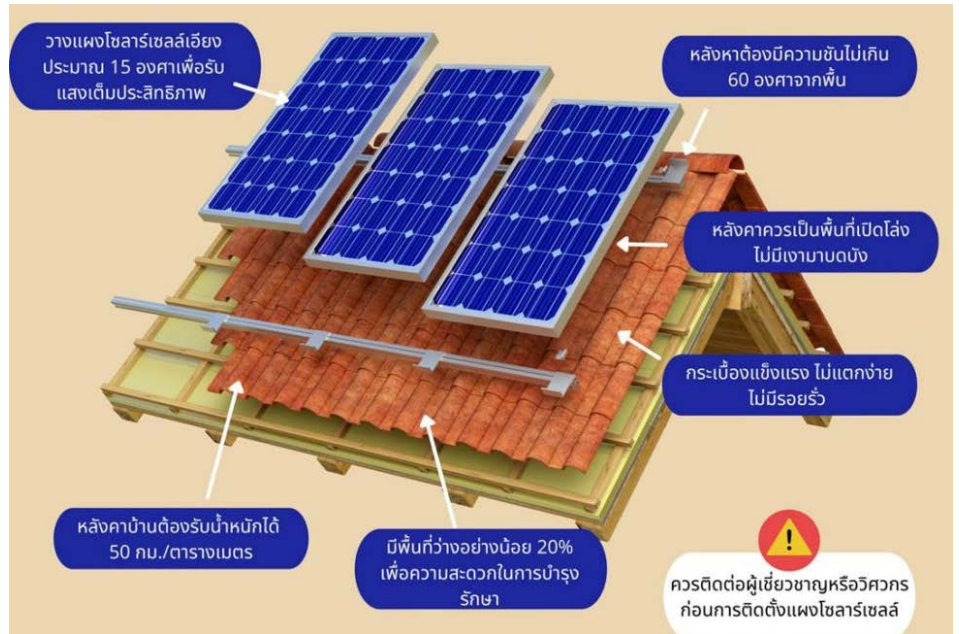


ส่วนประกอบเบื้องต้นของระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา ในรูปแบบต่างๆ
 ที่มา: www.scgsmartliving.com

ข้อควรพิจารณาในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

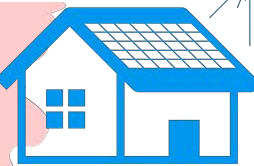
- 1. สภาพของหลังคาหรือพื้นที่ติดตั้ง** ต้องมีความแข็งแรงและทนทานเพียงพอเพื่อรองรับน้ำหนักของแผงโซลาร์เซลล์และโครงสร้างรองรับและอุปกรณ์ต่าง ๆ
- 2. ตำแหน่งและทิศทาง** หลังคาหรือพื้นที่ติดตั้งควรอยู่ในตำแหน่งที่ได้รับแสงแดดอย่างเพียงพอตลอดทั้งวัน
- 3. มุมและทิศทางในการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์** การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ต้องปรับมุมของแผงให้เอียงให้แผงรับแสงแดดได้มากที่สุดตามภูมิศาสตร์ของประเทศ

การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาจะต้องวางแผนและพิจารณาในขั้นตอนเหล่านี้ อย่างรอบคอบซึ่งจะช่วยให้การติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคามีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสูงสุด



ที่มา: <https://erdi.cmu.ac.th/?p=3160>

การติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์บนหลังคา ติดต่อหน่วยงานใดบ้าง



การติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์บนหลังคา (Solar PV Rooftop) จำเป็นต้องดำเนินการขออนุญาตกับ **3 หน่วยงานหลัก** เพื่อให้เป็นไปตามกฎหมายและข้อบังคับที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบไปด้วย

ติดต่อขอการติดตั้ง ณ ที่ทำการท้องถิ่น

การติดตั้งโซลาร์เซลล์บนหลังคาจะต้องได้รับการประเมินพื้นที่ติดตั้งผ่านการตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรง ก่อนที่จะติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ตามหลักวิศวกรโยธา โดยไม่เข้าข่ายดัดแปลงอาคารประกอบด้วยเอกสารแบบ แพลนแสดงแผนผังและโครงสร้างหลังคา โครงสร้างรองรับแผงโซลาร์เซลล์รายละเอียดการติดตั้งและเอกสารอื่นๆ



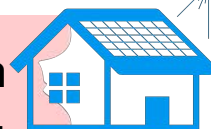


ติดต่อขอติดตั้งกับสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน ตามระเบียบของ คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (กกพ.) สำหรับการติดตั้งระบบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา (Solar Rooftop) ที่มีกำลังการผลิตติดตั้งต่ำกว่า 1,000 kVA เจ้าของโครงการไม่จำเป็นต้องขอใบอนุญาตประกอบกิจการพลังงาน แต่ต้องดำเนินการยื่นแบบแจ้งการประกอบกิจการพลังงานที่ได้รับการยกเว้น ต่อสำนักงาน กกพ. เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดของกฎหมายด้านพลังงาน แต่หากมากกว่านี้ต้องยื่นขอเป็นใบอนุญาตประกอบกิจการพลังงานตามกฎหมาย

ขออนุญาตติดตั้งกับการไฟฟ้านครหลวงหรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จะต้องยื่นเรื่องขอติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อขอติดตั้งและขออนุญาตมี 2 กรณี
กรณีที่ 1 เพื่อใช้ภายในบ้าน อาคารเพียงอย่างเดียว
กรณีที่ 2 เพื่อใช้ภายในบ้าน อาคาร และขายส่วนที่เหลือให้การไฟฟ้า



ความปลอดภัยการใช้งานระบบผลิตพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาบ้าน



การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างมากในประเทศไทย เนื่องจากเป็นทางเลือกที่ช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า อย่างไรก็ตามความปลอดภัยของระบบเป็นสิ่งสำคัญที่ไม่ควรมองข้าม ในการติดตั้งควรคำนึงถึงความปลอดภัยต่าง ๆ ได้แก่

- 1. ต้องมีการติดตั้งระบบป้องกันการเกิดไฟดูด (Electric shock)** เพื่อป้องกันไฟดูดจากการสัมผัสโดยตรง (Direct Contact) และการสัมผัสทางอ้อม (Indirect Contact) ด้วยการต่อลงดิน (Earthing)
- 2. การติดตั้งระบบป้องกันไฟฟ้ากระแสบก** ซึ่งอาจเกิดจาก การลัดวงจร ความผิดปกติของระบบไฟฟ้า และการเพิ่มขึ้นของกระแสไฟฟ้าจากการเชื่อมต่อวงจรหลายวงจรโดยไม่สมดุล

3. การติดตั้งระบบการแจ้งเตือนความผิดปกติของดิน (Protection against earth faults) เพื่อเตือนเมื่อเกิดปัญหาไฟฟ้ารั่วหรือฉนวนในระบบพลังงานแสงอาทิตย์มีความผิดพลาด เป็นการป้องกันความเสียหายต่อระบบและเพิ่มความปลอดภัยในการใช้งาน

4. การติดตั้งระบบป้องกันผลกระทบจากฟ้าผ่าและแรงดันเกิน (Protection Against Effect of Lightning and Overvoltage) ซึ่งประกอบด้วยระบบป้องกันฟ้าผ่าภายนอก และระบบป้องกันฟ้าผ่าภายใน

5. ระบบหยุดทำงานฉุกเฉิน (Rapid shutdown) เป็นระบบรักษาความปลอดภัยในกรณีฉุกเฉิน เช่น ไฟไหม้หรือความร้อนสูง อุปกรณ์นี้จะลดแรงดันไฟฟ้าภายในสายเคเบิลเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินให้ผู้ควบคุมสามารถกดปุ่มหยุดทำงานฉุกเฉินเพื่อให้ระบบตัดไฟและลดแรงดันจากนั้นสามารถฉีดน้ำดับเพลิงได้อย่างปลอดภัย

การติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาควรดำเนินการโดยผู้ให้บริการที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ทำให้การติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาเป็นตัวเลือกที่ปลอดภัยและเชื่อถือได้สำหรับการผลิตพลังงานสะอาด

การติดตั้งระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา มีประโยชน์อย่างไร

ระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา นับว่าเป็นวิธีที่ช่วยลดการใช้พลังงานจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไป เช่น ถ่านหินและน้ำมัน พร้อมทั้งช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืน เรามาดูกันว่าประโยชน์ของพลังงานแสงอาทิตย์ต่อตัวเรา ต่อสังคม ต่อสิ่งแวดล้อมเรามีอะไรบ้าง



1. ประโยชน์ต่อเจ้าของบ้านหรืออาคาร

- ลดค่าไฟฟ้าและสร้างรายได้ หากมีการเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้า (On-grid System) พลังงานส่วนเกินที่ผลิตได้สามารถขายคืนให้การไฟฟ้า ซึ่งช่วยเพิ่มรายได้ให้กับเจ้าของอาคาร
- ช่วยลดความร้อนในอาคาร แผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาสามารถช่วยลดความร้อนที่เข้าสู่ตัวบ้านหรืออาคาร ทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานน้อยลง



2. ประโยชน์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

- ลดการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล
- ลดมลพิษและแก้ปัญหามลภาวะโลกร้อน ระบบนี้ไม่มีการปลดปล่อยมลพิษในกระบวนการผลิตไฟฟ้า
- ช่วยลดความต้องการใช้ไฟฟ้าในช่วงพีค (Cut Peak) เป็นการช่วยลดภาระของระบบไฟฟ้าในประเทศ
- ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม เป็นการปลูกฝังทัศนคติที่ดีในการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมให้แก่สมาชิกในบ้านและสังคม
- เพิ่มความมั่นคงด้านพลังงาน เป็นการกระจายการผลิตไฟฟ้าไปยังแต่ละพื้นที่ช่วยลดการพึ่งพาโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่ ลดการก่อสร้างระบบสายส่งไฟฟ้า และลดการสูญเสียพลังงานในสายส่ง

ชวนคิด.....

คล้ายข้อสงสัยกับ 3 คำถามในใจที่ไม่รู้
จะถามใคร เรามีคำตอบให้.....



ต้นทุนการติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์แพงจริงไหม

จริง: ในอดีตต้นทุนการติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์ถือว่าค่อนข้างสูงมาก แต่ปัจจุบันราคาของแผงโซลาร์เซลล์และอุปกรณ์ต่างๆ ลดลงเป็นอย่างมาก แต่ก็ยังมีราคาสูงอยู่ แต่ในระยะยาวแล้ว ถือว่าคุ้มค่ามากขึ้น

พลังงานแสงอาทิตย์มีศักยภาพไม่จำกัดจริงหรือไม่



ไม่จริง

แม้ว่าแสงอาทิตย์มีพลังงานส่องมาถึงโลกไม่จำกัด แต่เราก็ไม่สามารถใช้พลังงานแสงอาทิตย์ได้ทั้งหมดเพราะว่า

1

ข้อจำกัดด้านพื้นที่ เราไม่สามารถติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ได้ทุกที่ ที่มีแสงแดด เพราะบางพื้นที่เราต้องเก็บไว้ใช้ทำสิ่งอื่นๆ เช่น ปลุกต้นไม้ หรือสร้างอาคารต่าง ๆ และอีกอย่างคือ แผงโซลาร์เซลล์ ที่อยู่บนหลังคาบ้านหรืออาคารส่วนใหญ่ จะหันตามทิศทางของแสงอาทิตย์ไม่ได้ ทำให้รับแสงแดดได้ไม่เต็มที่

2

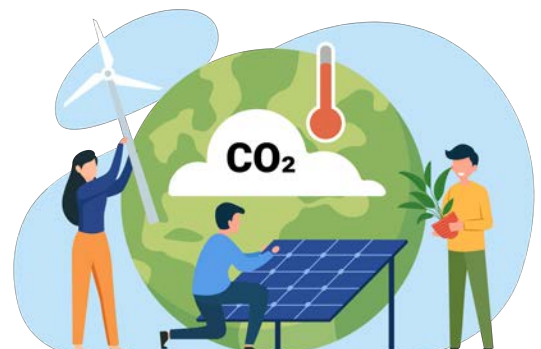
ข้อจำกัดด้านเทคโนโลยีผลิตพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีโซลาร์เซลล์มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าได้สูงสุดเพียง 25% (จากงานวิจัย) สำหรับโซลาร์เซลล์ชนิดผลึกซิลิกอนเดี่ยว

ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้จึงส่งผลให้พลังงานแสงอาทิตย์มีศักยภาพที่จำกัด

โซลาร์เซลล์มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือไม่?

หากพิจารณาเพียงแค่กระบวนการผลิตพลังงานจากโซลาร์เซลล์ก็สามารถบอกได้ว่า **โซลาร์เซลล์ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและยังช่วยลดภาวะโลกร้อนได้** เนื่องจากในกระบวนการผลิตพลังงานไม่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

แต่หากพิจารณาถึง **การผลิตแผงโซลาร์เซลล์ที่ต้องใช้พลังงานในการผลิตจำนวนมาก และมีการทิ้งของเสียจากการผลิต** ก็ตอบได้เลยว่าโซลาร์เซลล์ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แต่หากมีการจัดการอย่างถูกต้องก็เป็นการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมลงได้



สรุปเนื้อหาท้ายบทเรียน

- หลักการทำงานของแสงอาทิตย์และกระบวนการเปลี่ยนแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า แสงและพลังงานจากดวงอาทิตย์เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชันในดวงอาทิตย์ ซึ่งแผ่รังสีมายังโลกในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
- โซลาร์เซลล์ (Solar Cell) ทำหน้าที่แปลงพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าผ่านกระบวนการทางกายภาพและเคมี โดยอิเล็กตรอนในสารกึ่งตัวนำจะถูกกระตุ้นให้เกิดกระแสไฟฟ้า
- ระบบโซลาร์เซลล์จะผลิตไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และแปลงเป็นกระแสสลับ (AC) ผ่านอินเวอร์เตอร์เพื่อนำไปใช้งานภายในบ้านหรืออาคาร
- ส่วนประกอบของระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา
 - แผงโซลาร์เซลล์ (Solar Panels): ทำหน้าที่เปลี่ยนแสงแดดเป็นไฟฟ้า
 - อินเวอร์เตอร์ (Inverter): แปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับ
 - โครงสร้างรองรับ (Mounting Structure): รองรับแผงให้สามารถรับแสงได้สูงสุด
 - แบตเตอรี่ (Battery): เก็บพลังงานเพื่อใช้ในกรณีไม่มีแสงแดด (ใช้ในระบบ Off-grid หรือ Hybrid)
 - มิเตอร์ไฟฟ้า (Net Meter): วัดการผลิตและการใช้พลังงานไฟฟ้า
 - อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า: ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรและไฟกระชาก
- ประเภทของระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา ได้แก่
 - On-grid System: เชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าหลักของการไฟฟ้า ใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้ในช่วงกลางวัน และคืนไฟฟ้าส่วนเกินให้การไฟฟ้า ไม่มีแบตเตอรี่สำรอง
 - Off-grid System: ไม่พึ่งพาระบบไฟฟ้าจากการไฟฟ้าใช้แบตเตอรี่สำรองพลังงานสำหรับการใช้งานในช่วงที่ไม่มีแสงแดดเหมาะกับพื้นที่ห่างไกล
 - Hybrid System: ผสมผสานระหว่าง On-grid และ Off-grid สามารถใช้ไฟจากแผงโซลาร์เซลล์ ไฟฟ้าการไฟฟ้า และแบตเตอรี่สำรองมีความยืดหยุ่นและความมั่นคงด้านพลังงาน
- การติดตั้งและมาตรการความปลอดภัย ต้องพิจารณาต่าง ได้แก่
 - ตำแหน่งและทิศทาง: แผงควรหันไปทางทิศใต้เพื่อรับแสงได้มากที่สุด
 - การป้องกันฟ้าผ่า: ต้องมีการต่อลงดินและติดตั้งฟิวส์ป้องกันไฟฟ้าเกิน
 - ความแข็งแรงของโครงสร้าง: ต้องมั่นใจว่าหลังคารองรับน้ำหนักแผงโซลาร์เซลล์ได้
 - การบำรุงรักษา: ควรทำความสะอาดแผงโซลาร์เซลล์อย่างสม่ำเสมอเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด

ตรวจสอบความรู้พื้นฐานท้ายบท

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วเติมเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคำตอบของข้อความที่ถูกต้อง หรือเครื่องหมาย ✗ ลงในช่องคำตอบของข้อความที่ผิด

1. ___ ระบบโซลาร์เซลล์แบบออนกริดสามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องพึ่งพาไฟฟ้าจากการไฟฟ้า
2. ___ อินเวอร์เตอร์ทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับเพื่อให้เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านสามารถใช้งานได้
3. ___ การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ต้องคำนึงถึงมุมและทิศทางของแสงแดดเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด
4. ___ ระบบโซลาร์เซลล์แบบไฮบริดไม่สามารถสำรองพลังงานไว้ใช้ในช่วงเวลากลางคืน
5. ___ ประเทศไทยมีศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์สูงสุดในภาคใต้
6. ___ การใช้พลังงานแสงอาทิตย์สามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อน
7. ___ ระบบโซลาร์เซลล์แบบออฟกริดต้องมีการเชื่อมต่อการไฟฟ้าตลอดเวลาเพื่อให้สามารถทำงานได้
8. ___ การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ควรดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อความปลอดภัยและประสิทธิภาพของระบบ
9. ___ แผงโซลาร์เซลล์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพแม้ในวันที่มีเมฆมาก
10. ___ การใช้แบตเตอรี่ในระบบพลังงานแสงอาทิตย์ช่วยให้สามารถใช้งานไฟฟ้าได้ในเวลากลางคืน

