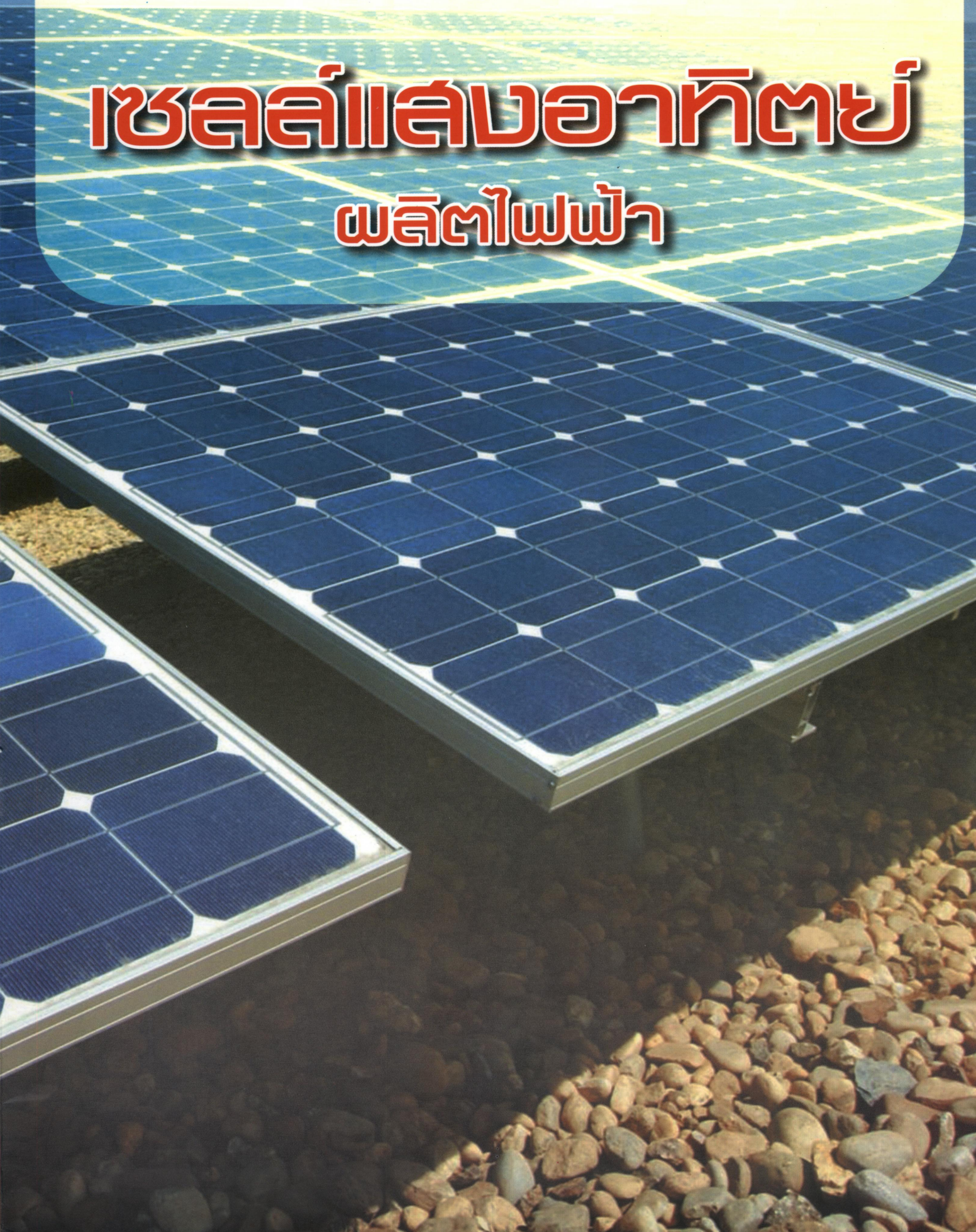
กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

เซลล์แสงอาทิตย์
ผลิตไฟฟ้า



สารบัญ

บทนำ	2
1. เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์	3
2. เซลล์แสงอาทิตย์คืออะไร	3
3. ชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์	5
4. รูปแบบการประยุกต์ระบบเซลล์แสงอาทิตย์	7
5. การพิจารณาเลือกอุปกรณ์ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์	12
6. ข้อมูลเบื้องต้นทางเทคนิคที่ควรรู้	13
7. การประยุกต์ใช้งานระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์	14
8. ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ ดำเนินการโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน	14
เอกสารอ้างอิง	16

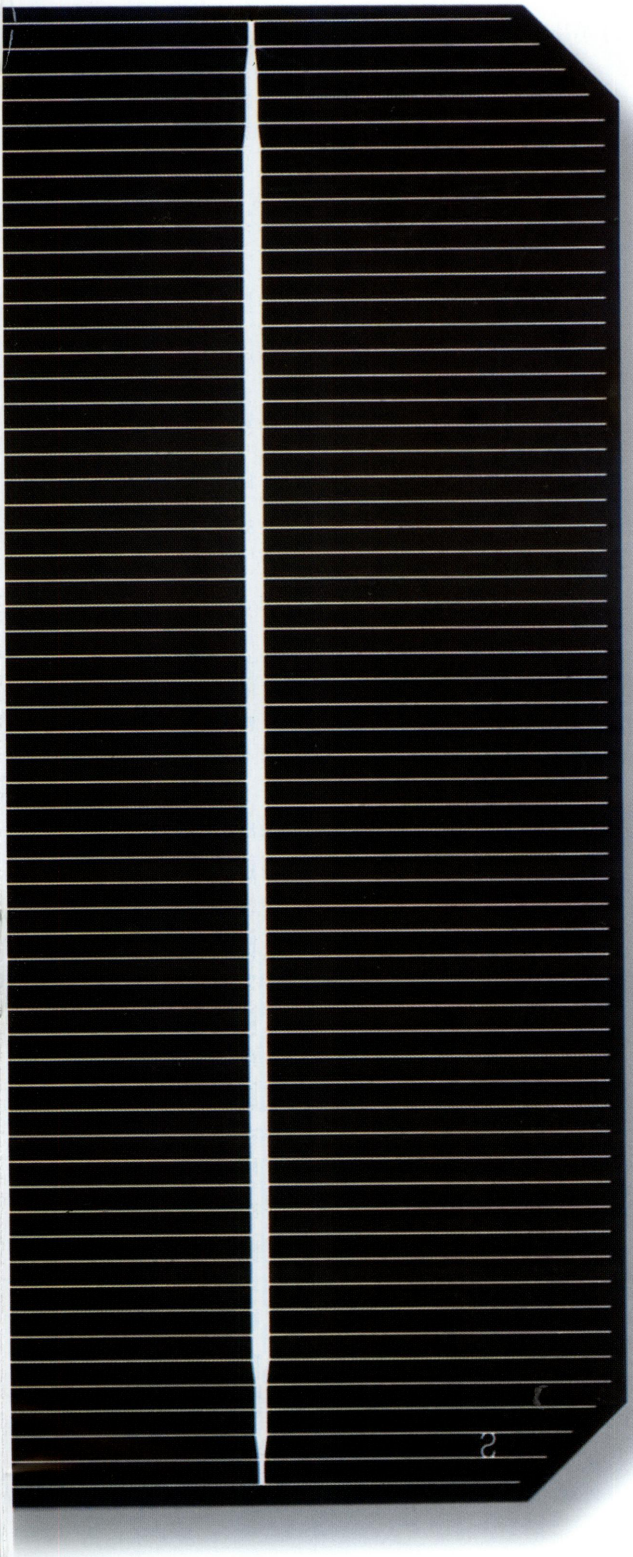
บทนำ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตใกล้เส้นศูนย์สูตรได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ย 18.2 MJ/m^2-day การพัฒนาเทคโนโลยีด้านพลังงานอาทิตย์และการประยุกต์ใช้งานจึงมีความเหมาะสมมาก เซลล์แสงอาทิตย์หรือโซลาร์เซลล์ เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่นับวันจะมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากสภาวะเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิล เช่นน้ำมันและก๊าซธรรมชาติเข้าสู่จุดวิกฤตเนื่องจากอัตราการบริโภคพลังงานที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบันอยู่ในค่าที่เกินสมดุลเมื่อเทียบกับการเกิดเชื้อเพลิงขึ้นตามธรรมชาติ การใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทยเริ่มตั้งแต่ พ.ศ. 2525 ด้วยการนำเข้า การพัฒนาผลิตเองใน ประเทศและส่งเสริมการใช้งานดำเนินการโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานและหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

เอกสารชุดนี้เป็นเอกสารเผยแพร่กึ่งวิชาการจัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการส่งเสริมและเผยแพร่ให้ความรู้แก่ประชาชนและผู้สนใจทั่วไปเกี่ยวกับเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ ทั้งทางด้านการพัฒนาเทคโนโลยี ชนิดและรูปแบบ การติดตั้งและการเลือกอุปกรณ์ระบบ ตลอดจนการประยุกต์ใช้งาน เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลในระดับทั่วไป และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารนี้มีประโยชน์ต่อผู้อ่านในส่วนของการรู้จักและเข้าใจเซลล์แสงอาทิตย์และการใช้งานเพิ่มมากขึ้น เป็นการสร้างฐานความรู้รองรับการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทยที่จะมีแพร่หลายและเพิ่มมากขึ้นในอนาคตอันใกล้

สำนักพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้า



1. เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์

• พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับอาคารและแสงสว่าง เช่น Daylight, Solar in Architecture

• พลังงานแสงอาทิตย์ทางด้านความร้อน (Solar Thermal) เช่น อบแห้ง น้ำร้อน อากาศร้อน

• พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการผลิตไฟฟ้า (Solar Electricity) คือ เซลล์แสงอาทิตย์ และไฟฟ้าจากระบบรวมแสงอาทิตย์

ปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์บนพื้นโลกของประเทศไทย เฉลี่ย 18.2 MJ/ m^2/day หรือประมาณ 5 kWh/ m^2/day

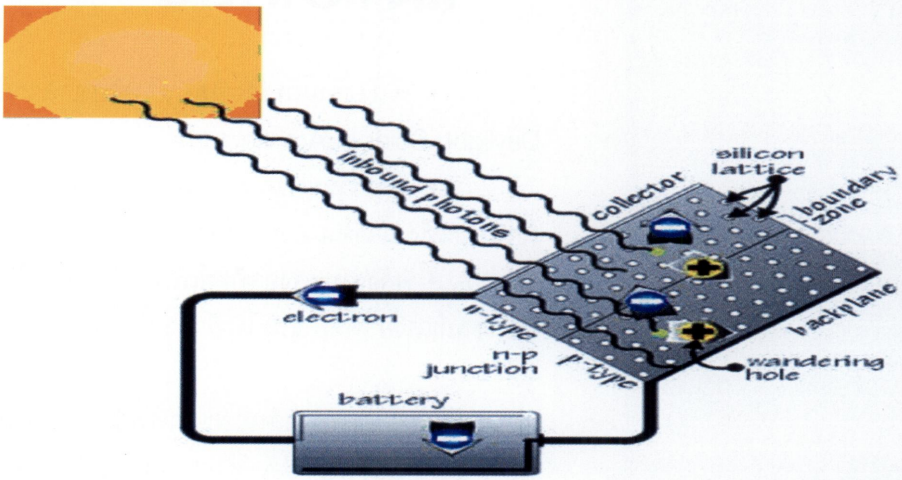
2. เซลล์แสงอาทิตย์คืออะไร

เซลล์แสงอาทิตย์ หรือโซลาร์เซลล์คืออุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ (Semiconductor Device) ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าด้วยปรากฏการณ์โฟโตโวลตาอิก (Photovoltaic Effect) ถูกค้นพบทฤษฎีเพื่ออธิบายโดย Alexandre Edmond Becquerel ในปี ค.ศ.1839 ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่แสงหรือโฟตอนมีอันตรกิริยากับอิเล็กตรอนของวัสดุสารกึ่งตัวนำ ที่ได้รับแสงจนกระทั่งอิเล็กตรอนวงนอกสุดของวัสดุสารกึ่งตัวนำมีพลังงานมากพอที่จะทำให้หลุดจากวงโคจรได้

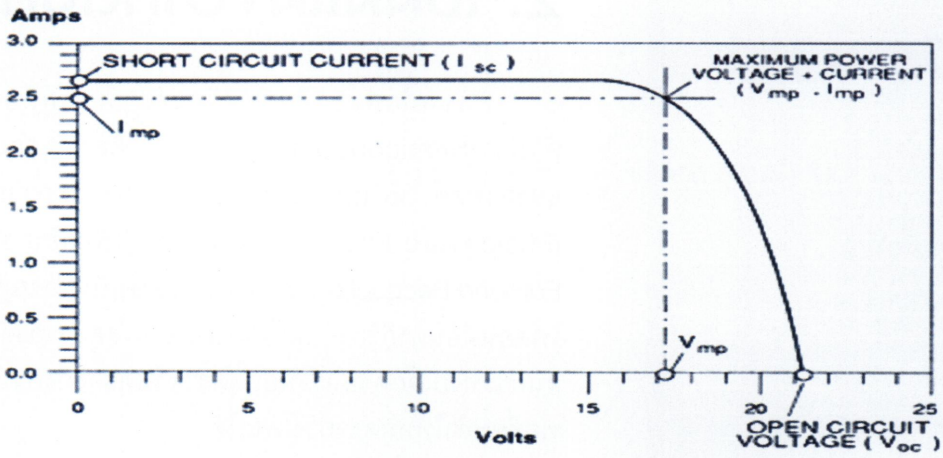
ปรากฏการณ์โฟโตโวลตาอิกของเซลล์แสงอาทิตย์ สามารถอธิบายได้ว่าเมื่อโฟตอนตกกระทบแผงเซลล์แสงอาทิตย์แล้ว พลังงานจากโฟตอนจะกระตุ้นให้อิเล็กตรอนวงนอกสุดซึ่งมีประจุเป็นลบหลุดจากวงโคจรเคลื่อนที่ไปรวมตัวกันที่บริเวณรอยต่อด้านเอ็น (N-Type) ส่วนช่องว่างที่อิเล็กตรอนหลุดออกไป (Hold) ทำหน้าที่คล้ายประจุ

บวกจะเคลื่อนที่มายังรอยต่อด้านพี (P-Type) เมื่อมีการต่อครบวงจรจะเกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนหรือกระแสไฟฟ้านั่นเอง ดังแสดงในรูปที่ 2.1

เซลล์แสงอาทิตย์สามารถแสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้าด้วยค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้า (I-V Curve) ดังแสดงในรูปที่ 2.2 โดยกระแสไฟฟ้า (I) ซึ่งแทนด้วยเส้นกราฟในแกน Y จะมีค่าสูงสุด เมื่อเซลล์แสงอาทิตย์ถูกต่อแบบลัดวงจรเรียกว่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจร (Short Circuit Current, Isc) และแรงดันไฟฟ้า (V) แทนด้วยเส้นกราฟในแกน X จะมีค่าสูงสุดเมื่อเซลล์แสงอาทิตย์ถูกต่อแบบไม่ครบวงจรทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรมีค่าเป็นศูนย์ เรียกว่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (Open Circuit Voltage, Voc) ส่วนค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Power, Pmp) หมายถึง ผลคูณของกระแสกับแรงดันที่มีค่าสูงสุด



รูปที่ 2.1 ปรากฏการณ์โฟโตโวตาอิกและ P-N Junction
(แหล่งข้อมูล : www.solarnet.org)



รูปที่ 2.2 กระแส-แรงดันไฟฟ้า (I-V Curve) ของเซลล์แสงอาทิตย์
(แหล่งข้อมูล: http://www.daviddarling.info/encyclopedia/I/AE_I-V_curve.html)

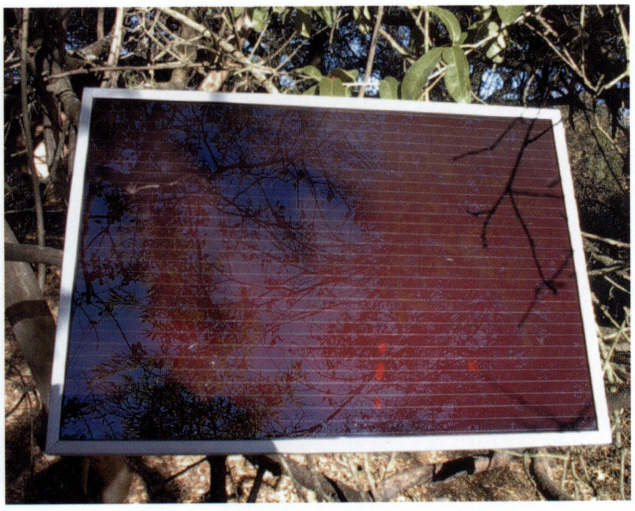
I-V Curve มาตรฐานที่ใช้สำหรับหากำลังผลิตไฟฟ้าสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์นั้น ต้องทำการทดสอบที่สภาวะมาตรฐาน คือที่ความเข้มแสง 1,000 W/m^2 อุณหภูมิของแผงเซลล์คงที่ 25 °C และมีสเปกตรัมของแสงที่ Air Mass = 1.5

3. ชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์

เทคโนโลยีของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้งานบนพื้นโลก มากกว่าร้อยละ 90 เป็นชนิดซิลิกอน ทั้งแบบผลึกเดี่ยว (Single-Crystalline) แบบหลายผลึก (Multi-Crystalline) และแบบอะมอร์ฟัส (Amorphous) นอกจากนี้ยังมีเทคโนโลยีอื่นๆ อีก ได้แก่ CIS, CIGS, และ CdTe เป็นต้น

นับตั้งแต่ Bell Lab's ได้พัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Single-Crystalline Silicon ขึ้นเมื่อปี ค.ศ.1954 (รูปที่ 3.1) เพื่อใช้งานในยานอวกาศ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีราคาสูง จึงได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์มาเรื่อยๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดราคา จนกระทั่งช่วงปี ค.ศ. 1970 ได้มีการพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบาง (Thin Film) ตามรูปที่ 3.2 ขึ้นมาใช้ เพื่อลดราคาและสามารถตอบสนองช่วงสเปกตรัมของแสงที่กว้างขึ้น หลังจากนั้นก็มีการพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดต่างๆ อย่างต่อเนื่องและประมาณปี ค.ศ. 1985 ได้มีการพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Multi-Crystalline Silicon ตามรูปที่ 3.3 ซึ่งเป็นเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกชนิดหนึ่งเพื่อเป็นการลดราคาของเซลล์แสงอาทิตย์ลง จึงทำให้เกิดการใช้งานระบบเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มมากขึ้นด้วยการใช้เทคโนโลยีเซลล์ประเภทนี้ นอกจากนั้นเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางก็ได้มีการพัฒนาสารที่ใช้สำหรับการเคลือบฟิล์มชนิดต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ตัวอย่างเช่น เซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Cadmium Telluride (CdTe), Copper Indium Diselenide (CIS), Copper Indium Gallium Diselenide (CIGS) และ Gallium Arsenide (GaAs) และ Indium Phosphide (InP) และได้มีการพัฒนานำเซลล์สองชนิดมาพัฒนาร่วมกัน เช่น Multijunction Concentrators ทั้งชนิด 2-junction, 3-junction and GaInP/GaAs/Ge เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและนำไปใช้ร่วมกับ Concentrating Photovoltaic (CPV) ดังแสดงในรูปที่ 3.4 เป็นต้น และยังมีการพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์รูปแบบอื่นๆ เพื่อการนำไปใช้งานร่วมกับการก่อสร้างต่างๆ เพื่อความสวยงามอีกด้วยเช่น Dye Sensitize (รูปที่ 3.5) หรือ Organic Cells (รูปที่ 3.6) เป็นต้น รูปที่ 3.7 แสดงให้เห็นถึงวิวัฒนาการของการพัฒนาเทคโนโลยีของเซลล์แสงอาทิตย์และประสิทธิภาพของเซลล์ที่ได้จากการผลิตด้วยเทคโนโลยีแบบต่างๆ ที่กล่าวมา

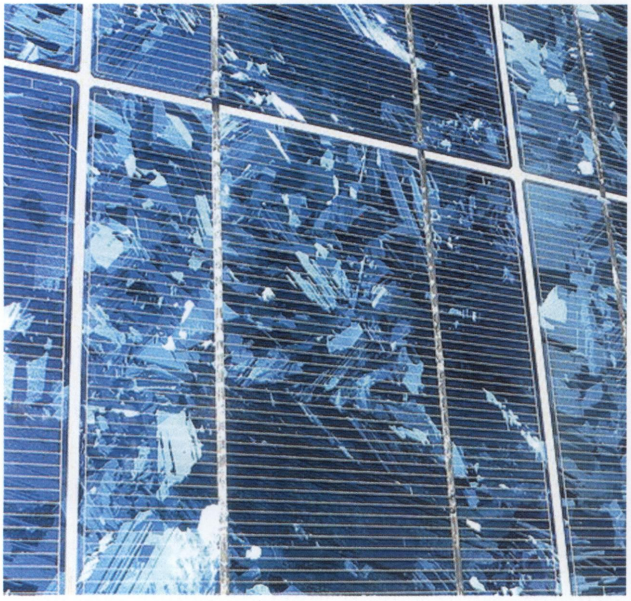
รูปที่ 3.1 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Single-Crystalline Silicon



รูปที่ 3.2 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบาง (Amorphous Silicon)

(แหล่งข้อมูล: http://www.coolstoke.co.uk/news/images/news/27_1.jpg)

(แหล่งข้อมูล: http://www.solartechtechnologies.com/Images/thortonpanel.gif)



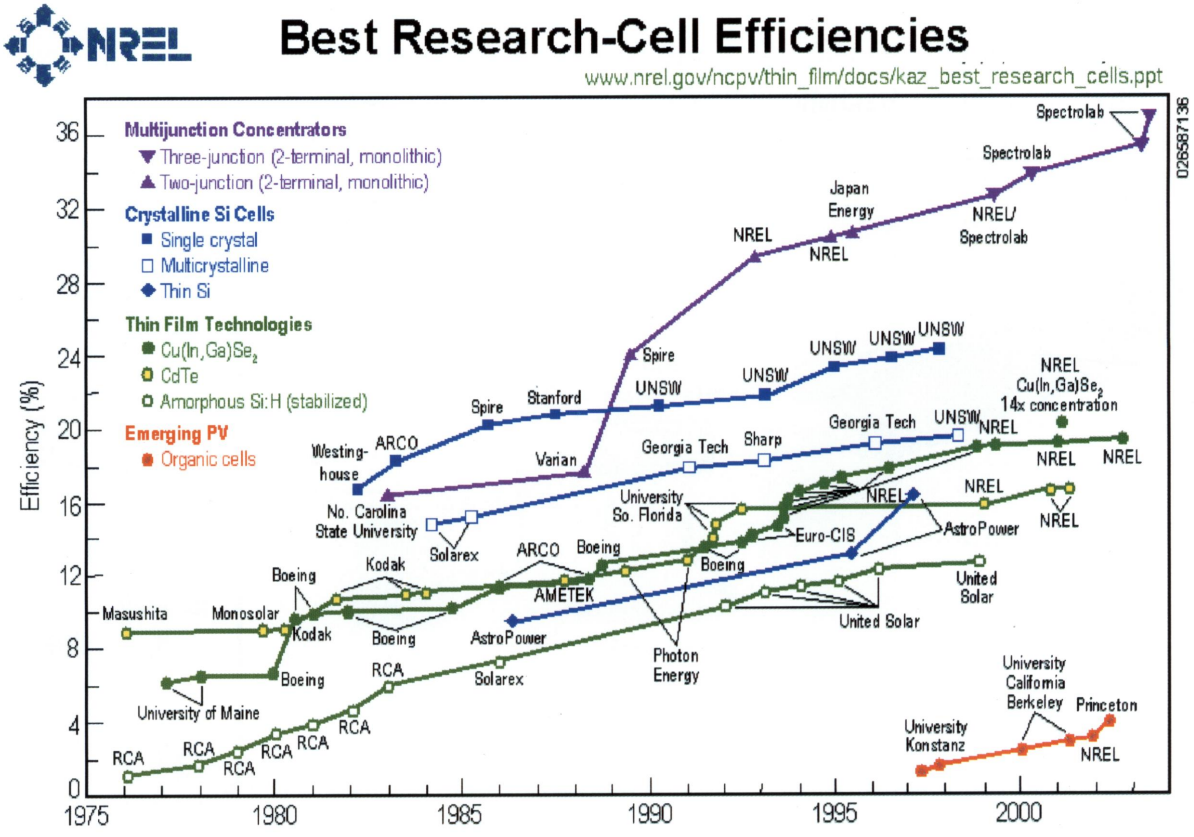
รูปที่ 3.3 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Multi-Crystalline Silicon

รูปที่ 3.4 Concentrating Photovoltaic (CPV)

(แหล่งข้อมูล: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Polycristalline-silicon-wafer_20060626_568.jpg)
(แหล่งข้อมูล: www.reuk.co.uk/Concentrating-Solar-Voltaics.htm)

รูปที่ 3.5 เซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Dye Sensitized

รูปที่ 3.6 Organic Cells



รูปที่ 3.7 การพัฒนาของเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดต่าง ๆ และประสิทธิภาพของเซลล์
(แหล่งข้อมูล: www.nrel.gov/ncpv/thin_film/docs/kaz_best_research_cells.ppt)

4. รูปแบบการประยุกต์ระบบเซลล์แสงอาทิตย์

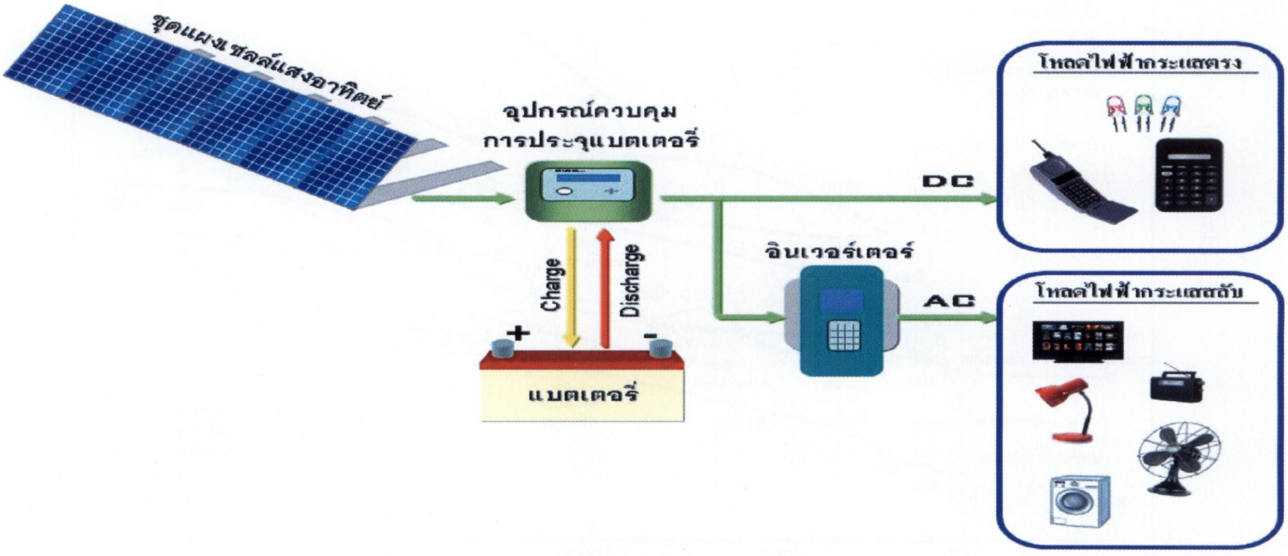
การประยุกต์ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ได้มีการจำแนกตามรายงานขององค์การพลังงานระหว่างประเทศ (IEA-PVPS) โดยแบ่งตามลักษณะการติดตั้งใช้งานซึ่งมีอยู่ 3 รูปแบบ คือ แบบไม่เชื่อมต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้า(Off-Grid) แบบเชื่อมต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้า (Grid-Connected) และแบบผสมผสาน (Hybrid) เช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับกังหันลมและ/หรือพลังน้ำ เป็นต้น โดยมีลักษณะการใช้งานและอุปกรณ์แตกต่างกัน ซึ่งความแตกต่างที่ชัดเจนคือ ระบบแบบเชื่อมต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้าเป็นระบบอยู่ในเขตเมืองที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าเข้าถึง ส่วนระบบแบบไม่เชื่อมต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้าเป็นระบบอยู่ในเขตพื้นที่ห่างไกลจากระบบจำหน่ายไฟฟ้า เช่นเดียวกันกับระบบแบบผสมผสานซึ่งส่วนใหญ่ถูกติดตั้งใช้งานในพื้นที่นอกเขตเมืองที่ไม่มีไฟฟ้าจากการไฟฟ้าเข้าถึง

4.1 รูปแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (System Configuration)

4.1.1 แบบไม่เชื่อมต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้า (Off-Grid)

ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบไม่เชื่อมต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้า (รูปที่ 4.1) เป็นระบบที่ประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก คือ ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Photovoltaic Array) ทำหน้าที่ผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC) เพื่อประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่โดยผ่านการควบคุมการประจุไฟฟ้าด้วยอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ (Charge Controller) ส่วน

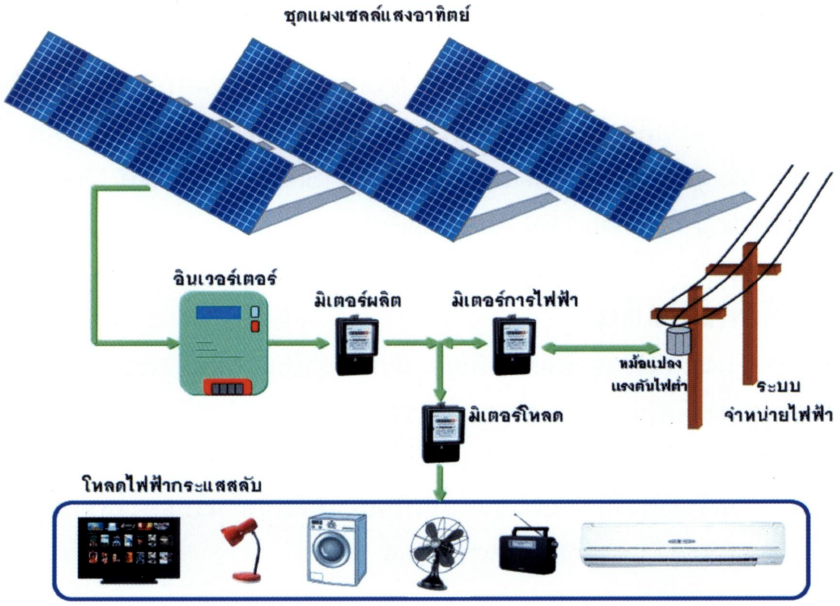
การใช้ประโยชน์ไฟฟ้าที่เก็บไว้ในแบตเตอรี่นั้น สามารถใช้กับโหลดหรือภาระทางไฟฟ้าได้ 2 แบบ คือ โหลดไฟฟ้ากระแสตรง (DC Load) และโหลดไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Load) กรณีโหลดไฟฟ้ากระแสตรงสามารถต่อใช้งานจากอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ได้โดยตรง ส่วนกรณีโหลดไฟฟ้ากระแสสลับต้องต่อผ่านอินเวอร์เตอร์ ซึ่งเป็นตัวแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC)



รูปที่ 4.1 ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบไม่เชื่อมต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้า

4.1.2 แบบเชื่อมต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้า (Grid-Connected)

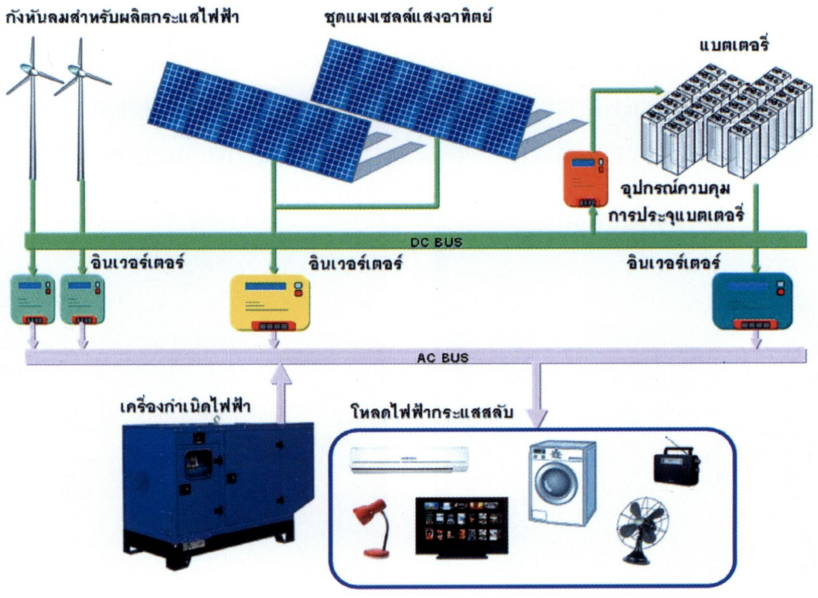
ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้าเป็นระบบที่ถูกออกแบบให้ทำงานเมื่อมีไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายเท่านั้น และเมื่อระบบเกิดความผิดปกติหรือระบบจำหน่ายไฟฟ้าเกิดขัดข้องระบบเซลล์แสงอาทิตย์จะหยุดการจ่ายไฟฟ้าทันที รูปที่ 4.2 แสดงรูปแบบของระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้า ประกอบด้วยชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ทำหน้าที่ผลิตกระแสไฟฟ้าซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ผ่านไปยังอินเวอร์เตอร์เพื่อแปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) โดยสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับที่อินเวอร์เตอร์สร้างขึ้นมานั้นจะมีลักษณะรูปคลื่นทางไฟฟ้าเป็นฟังก์ชั่นซายน์อย่างแท้จริง (Pure Sine) โดยมีขนาดของแรงดันไฟฟ้า 220-240 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์ และต้องมีลักษณะเฟส (Phase) ที่เข้ากันได้ (Synchronize) กับระบบของการไฟฟ้า กรณีที่โหลดภายในบ้านมีการใช้งานน้อยกว่าปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบ ส่วนที่ผลิตเกินขึ้นมานั้นก็จะถูกจ่ายเข้าไปในระบบจำหน่ายไฟฟ้า และในกรณีที่โหลดภายในบ้านมีการใช้งานมากกว่าปริมาณไฟฟ้าที่ระบบผลิตได้ก็จะมีการดึงพลังงานไฟฟ้าบางส่วนจากการไฟฟ้าเข้ามาเสริมการใช้งานอย่างอัตโนมัติ



รูปที่ 4.2 ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้า

4.1.3 แบบผสมผสาน (Hybrid System)

ระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสานส่วนใหญ่ถูกติดตั้งใช้งานในพื้นที่ห่างไกลที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าซึ่งอาจเป็นลักษณะแบบรวมศูนย์ (Centralize) รวมถึงพื้นที่ที่มีศักยภาพในการใช้พลังงานสะอาดอื่น ๆ ด้วย เช่น พลังงานลมและพลังงานน้ำ เป็นต้น ในรูปที่ 4.3 แสดงตัวอย่างการผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสานระหว่างชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์กังหันลมเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า และเครื่องยนต์ดีเซล โดยมีชุดแบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์เก็บและสำรองไฟฟ้า การเชื่อมต่อโหลดสามารถเชื่อมต่อในระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC Bus) หรือในระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Bus) ซึ่งในกรณีเชื่อมต่อทางด้านระบบไฟฟ้ากระแสตรงจะมีโหลดไฟฟ้าเป็นชุดแบตเตอรี่สำรองไฟ ส่วนการเชื่อมต่อทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับต้องผ่านอินเวอร์เตอร์ โดยมีโหลดเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสสลับทั่วไป



รูปที่ 4.3 ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน

4.2 รูปแบบการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ในการติดตั้งชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV Array Mounting) มีรูปแบบการติดตั้งอยู่หลายแบบ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และเนื้อที่ใช้สอย โดยปกติมีรูปแบบการติดตั้งอยู่ 4 รูปแบบ คือ การติดตั้งบนพื้น (Ground Mounting) การติดตั้งบนหลังคา (Roof Mounting) การติดตั้งบนโครงบังแดด (Shade Structure Mounting) และการติดตั้งโดยเป็นส่วนหนึ่งของอาคาร (Building-Integrated PV Array, BIPV)

4.2.1 การติดตั้งบนพื้นดิน

ลักษณะการติดตั้งชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนพื้นดิน ส่วนใหญ่เป็นการติดตั้งระบบที่มีขนาดใหญ่ซึ่งต้องการขนาดพื้นที่ติดตั้งมากตามขนาดของแผง ทิศในการรับแสงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับประเทศไทยจะหันหน้าไป ทางทิศใต้โดยเอียงทำมุมกับแนวระนาบตามเส้นละติจูดของสถานที่ติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งจะได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยรายปีมากที่สุด ส่วนโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์นั้นเป็นเสาเหล็กมีคานรับแผงและมีการทำฐานรากเพื่อรองรับน้ำหนักทั้งหมดเพื่อไม่ให้เกิดการทรุดตัว ดังตัวอย่างในรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนพื้นดิน

4.2.2 การติดตั้งบนหลังคา

ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์อาจถูกติดตั้งเหนือพื้นผิวหลังคาหรือแนวขนานกับพื้นผิวของหลังคาก็ได้ ดังตัวอย่างในรูปที่ 4.5 โดยมีระยะห่างจากพื้นผิวหลังคาเพื่อการระบายความร้อน และที่สำคัญคือโครงสร้างหลังคาจะต้องสามารถรับน้ำหนักของชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์และคานรองรับได้ ส่วนทิศในการรับแสงนั้นขึ้นอยู่กับมุมของหลังคา

รูปที่ 4.5 ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา

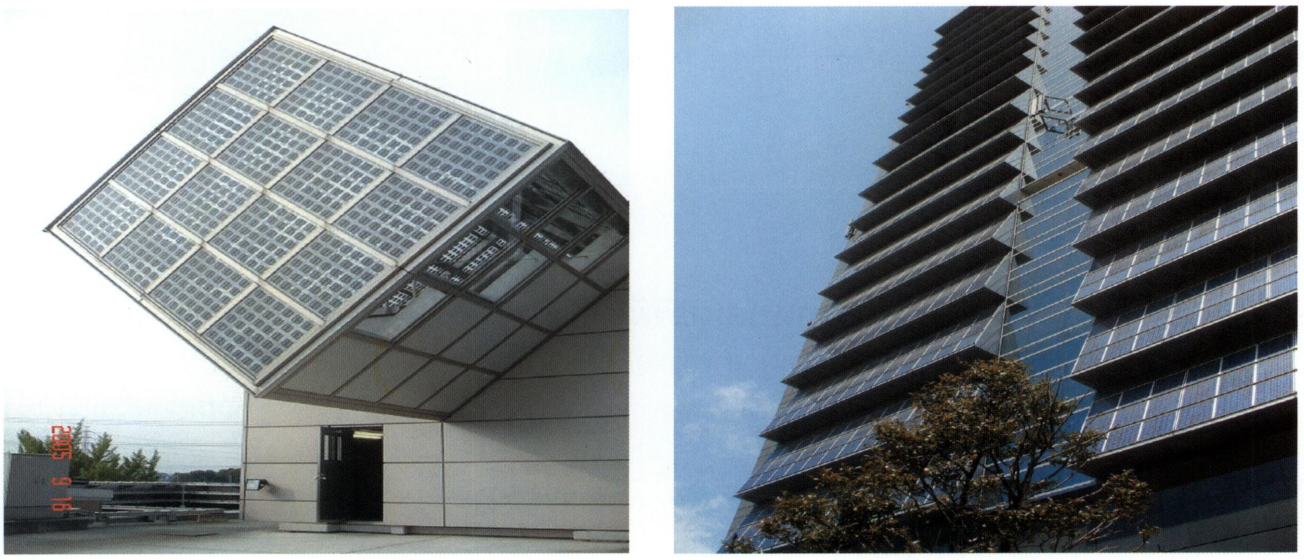
4.2.3 การติดตั้งบนโครงบังแดด

โครงบังแดดอาจถูกออกแบบไว้เป็นที่จอดรถหรือให้ร่มเงาภายในสวนหย่อมก็ได้ ดังตัวอย่างในรูปที่ 4.6 โดยใช้ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นแผ่นบังแสงแดด โครงสร้างบังเงานอกจากจะต้องสามารถรองรับน้ำหนักแผงเซลล์นั้น ยังต้องคำนึงถึงภาระน้ำหนักจากการปะทะของแรงลมด้วย ตลอดจนการเข้าถึงชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อบำรุงรักษา การเดินสายไฟ และการดูแลตัดแต่งต้นไม้ โดยเฉพาะไม้เลื้อยที่ปลูกอยู่ในบริเวณที่ติดตั้งระบบ

รูปที่ 4.6 ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนโครงบังแดด

4.2.4 การติดตั้งโดยเป็นส่วนหนึ่งของอาคาร

การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยให้เป็นส่วนหนึ่งของอาคารนั้น เป็นแนวคิดที่ผสมผสานระหว่างการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์และการออกแบบในทางสถาปัตยกรรมเพื่อให้เกิดความกลมกลืนระหว่างเซลล์แสงอาทิตย์ และตัวอาคาร ดังตัวอย่างในรูปที่ 4.7 นอกเหนือจากสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในทางโครงสร้าง การติดตั้งและทางสถาปัตยกรรมแล้วยังต้องคำนึงถึงความปลอดภัยอีกด้วย



รูปที่ 4.7 ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งเป็นส่วนหนึ่งของอาคาร

5. การพิจารณาเลือกอุปกรณ์ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

5.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์

ข้อควรพิจารณาในการเลือกแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีดังนี้

(1) สมรรถนะทางไฟฟ้า

สมรรถนะทางไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถพิจารณาได้จากคุณลักษณะทางกระแสและแรงดันไฟฟ้า (I-V Characteristic) ดังรูปที่ 2.2 ซึ่งมีพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องได้แก่

- Maximum Power (P_{mp}) ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด
- Current at Maximum Power Point (I_{mp}) ค่ากระแสไฟฟ้าที่จุดกำลังไฟฟ้าสูงสุด
- Voltage at Maximum Power Point (V_{mp}) ค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุดกำลังไฟฟ้าสูงสุด
- Short Circuit Current (I_{sc}) ค่ากระแสไฟฟ้าขณะวงจรลัด
- Open Circuit Voltage (V_{oc}) ค่าแรงดันไฟฟ้าขณะวงจรเปิด

(2) คุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ขนาด น้ำหนักของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นต้น

(3) คุณสมบัติทางกล เช่น วัสดุโครงสร้างแผง การยึดติด เป็นต้น

(4) ความน่าเชื่อถือ (Reliability) โดยพิจารณาผลการทดสอบและการรับรอง Type Approval ตามมาตรฐานที่ยอมรับในระดับสากล เช่น IEC 61215 สำหรับแผงเซลล์ชนิดผลึกซิลิกอน และ IEC 61646 สำหรับแผงเซลล์ชนิดอะมอร์ฟัส เป็นต้น

(5) ประสิทธิภาพ ซึ่งคำนวณจากสภาวะมาตรฐาน (Standard Condition) ที่ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ที่ 1,000 วัตต์ต่อตารางเมตร และอุณหภูมิแผง 25 องศาเซลเซียส โดยหาอัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่สภาวะมาตรฐานต่อผลคูณของ 1,000 วัตต์ต่อตารางเมตร กับขนาดพื้นที่แผงเซลล์ฯ ซึ่งแผงที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าจะใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อยกว่าแผงที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่า

(6) Fill Factor (FF) เป็นอัตราส่วนระหว่าง P_{mp} ต่อผลคูณของ V_{oc} กับ I_{sc} ซึ่งเป็นตัวที่บ่งบอกถึงคุณภาพของแผงเซลล์

(7) ราคาและการรับประกัน

5.2 แบตเตอรี่

ข้อควรพิจารณาในการเลือกแบตเตอรี่มีดังนี้

(1) สมรรถนะทางไฟฟ้า โดยพิจารณาจากค่าความจุไฟฟ้า ซึ่งเป็นผลคูณของระยะเวลาในการคายประจุที่อัตราเวลา (Hour-Rate) 20 ชั่วโมง กับค่ากระแสที่จ่ายให้โหลดคงที่ ซึ่งได้จากการทดสอบตามมาตรฐาน โดยค่าความจุไฟฟ้านั้นมีหน่วยเป็น แอมแปร์-ชั่วโมง (Ah)

(2) อายุการใช้งาน และความต้องการการบำรุงรักษา

(3) ลักษณะทางกายภาพ เช่น ขนาด น้ำหนัก เป็นต้น

(4) รูปแบบการต่อใช้งาน ซึ่งจะต้องสัมพันธ์กับอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่

(5) ราคาและการรับประกัน

5.3 อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่

ข้อควรพิจารณาในการเลือกใช้งานอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่มีดังนี้

(1) แรงดันไฟฟ้าของระบบ (Nominal System Operating Voltage) ซึ่งโดยทั่วไปอาจเป็น 12, 24 หรือ 48 โวลต์

(2) กระแสไฟฟ้าสูงสุดที่สามารถรับจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และที่จ่ายให้โหลด

(3) การควบคุมระดับแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่

(4) การป้องกันทางไฟฟ้า

(5) การแสดงสถานะการทำงานและการป้องกัน

(6) ราคาและการรับประกัน

5.4 อินเวอร์เตอร์

ข้อควรพิจารณาในการเลือกใช้งานอินเวอร์เตอร์มีดังนี้

(1) เลือกชนิดของอินเวอร์เตอร์ให้ถูกต้องกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ออกแบบใช้งาน เช่น เป็นระบบแบบอิสระ (Stand-Alone) หรือแบบเชื่อมต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้า (Grid-Connected)

(2) สมรรถนะทางไฟฟ้า เช่น แรงดันไฟฟ้าขาเข้าของอินเวอร์เตอร์ ซึ่งจะต้องสัมพันธ์กับแรงดันไฟฟ้าของระบบ, ประสิทธิภาพ, กระแสไฟฟ้าสูงสุดที่สามารถจ่ายให้โหลด, ลักษณะรูปคลื่นสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นต้น

(3) ข้อกำหนดการต่อเข้ากับระบบ

(4) การป้องกันทางไฟฟ้า

(5) การแสดงสถานภาพการทำงาน

(6) ราคาและการรับประกัน

6. ข้อมูลเบื้องต้นทางเทคนิคที่ควรรู้

• แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิกอนผลึกเดี่ยว (Single Crystalline Silicon, sc-Si) มีประสิทธิภาพ 5-18% (6.7 m^2/kWp – 5.5 m^2/kWp) ชนิดหลายผลึก (Multicrystalline Silicon, mc-Si) มีประสิทธิภาพประมาณ 14% (7.14 m^2/kWp)และแบบฟิล์มบางชนิดอะมอร์ฟัสซิลิกอน (a-Si) ประสิทธิภาพประมาณ 7% (14.28 m^2/kWp) หรือแบบฟิล์มบางชนิด CIS ประสิทธิภาพประมาณ 13% (7.69 m^2/kWp) นอกจากนั้นยังมีแบบฟิล์มบางเชิงพาณิชย์อื่น ๆ เช่น Cadmium Telluride (CdTe) มีประสิทธิภาพประมาณ 16.5% และ Copper-Indium-Gallium-Diselenide (CIGS) ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงถึง 19.9%

• พื้นที่ติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ประมาณ 7-10 ตารางเมตรต่อกิโลวัตต์ สำหรับชนิดผลึก และพื้นที่ประมาณ 15-20 ตารางเมตรต่อกิโลวัตต์ สำหรับชนิดฟิล์มบาง

• แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1 กิโลวัตต์ (kWp) สามารถผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 1,200 กิโลวัตต์ ชั่วโมง/ปี (kWh/yr) หรือประมาณ 3 kWh/kWp/day เทียบเท่ากับการเปิดหลอดไฟขนาด 40 วัตต์ จำนวน 7-8 หลอดในช่วงเวลา 10 ชั่วโมง หรือเครื่องปรับอากาศขนาด 1 ตัน ประมาณ 2.5-3 ชั่วโมง

7. การประยุกต์ใช้งานระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายรูปแบบโดยมีตั้งแต่ขนาดเล็ก จนถึงขนาดใหญ่ สำหรับระบบขนาดเล็กจะมีขนาดกำลังไฟฟ้าต่ำ เช่น เครื่องคิดเลข ไฟฉาย ระบบไฟล่อแมลง ไฟส่องสว่างทางเดินเท้า ระบบไฟถนน และไฟสัญญาณจราจร ระบบสัญญาณนำร่องในทะเลและบนภูเขา ส่วนระบบที่มีขนาดใหญ่ขึ้นมาจะมีขนาดกำลังไฟฟ้าที่สูงขึ้นเช่นระบบไฟฟ้าแสงสว่างแบบอิสระสำหรับครัวเรือนหรือที่เรียกกันว่า Solar Home ระบบสูบน้ำ ระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับหมู่บ้าน และโรงไฟฟ้าที่เชื่อมต่อกับสายส่งของการไฟฟ้า เป็นต้น ดังตัวอย่างในรูปที่ 7.1

รูปที่ 7.1 ตัวอย่างการใช้งานระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

8. ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อการใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ (ดำเนินการโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน "พพ.")

พพ.ได้ดำเนินการจัดทำโครงการจัดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ทั่วประเทศไทย ตั้งแต่ปี 2536-2552 จำนวน ทั้งสิ้น 1,456 แห่ง ขนาดกำลังการผลิตรวม 3,349.49 กิโลวัตต์

- ระบบประจุแบตเตอรี่สำหรับหมู่บ้านชนบท 353 แห่ง รวม 1,025 กิโลวัตต์
- ระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับโรงเรียนชนบท และโรงเรียนชนบทเพื่อขยายกำลังการผลิต 217 แห่ง รวม 946.5 กิโลวัตต์
- ระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับศูนย์การเรียนรู้ชุมชน 157 แห่ง รวม 235.5 กิโลวัตต์
- ระบบสูบน้ำ 66 แห่ง รวม 134 กิโลวัตต์
- ระบบผลิตไฟฟ้าในพื้นที่โครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ 67 แห่ง รวม 275.6 กิโลวัตต์
- ระบบ Mini Grid สำหรับหมู่บ้าน 5 แห่ง รวม 50 กิโลวัตต์

- ระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับสถานีอนามัย 83 แห่ง รวม 166 กิโลวัตต์
- ระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับฐานปฏิบัติการทางทหาร และตำรวจตระเวนชายแดน 415 แห่ง รวม 93.4 กิโลวัตต์
- ระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน 38 แห่ง รวม 100.75 กิโลวัตต์
- ระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับเขตพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ และเขตอุทยานแห่งชาติ 40 แห่ง รวม 120 กิโลวัตต์
- ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า 15 แห่ง รวม 202.2 กิโลวัตต์

สรุปพื้นที่จัดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์จำแนกตามรายภาค ระหว่างปี พ.ศ. 2536-2552

ภาค	จำนวน (แห่ง)	ขนาดติดตั้ง (กิโลวัตต์)
ภาคกลาง	305	494.225
ภาคเหนือ	901	2,078.791
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	73	216.750
ภาคใต้	177	559.725
รวม	**1,456**	**3,349.491**

สรุปปริมาณการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ จำแนกตามชนิดของระบบรายปีที่ติดตั้งระหว่างปี พ.ศ. 2536-2552

ชนิดของระบบ	ปี 2536-2545		ปี 2546		ปี 2547		ปี 2548		ปี 2549		ปี 2550		ปี 2551		ปี 2552	
	จำนวน (แห่ง)	ขนาด (kW)	จำนวน (แห่ง)	ขนาด (kW)	จำนวน (แห่ง)	ขนาด (kW)	จำนวน (แห่ง)	ขนาด (kW)	จำนวน (แห่ง)	ขนาด (kW)	จำนวน (แห่ง)	ขนาด (kW)	จำนวน (แห่ง)	ขนาด (kW)	จำนวน (แห่ง)	ขนาด (kW)
1. ระบบประจุแบตเตอรี่สำหรับหมู่บ้าน	274	788.5	49	147	30	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ในพื้นที่โครงการพระราชดำริ	12	25.731	5	6.675	2	10.5	19	68.76	6	41.00	6	50.00	10	58.00	7	15.00
2.1 ระบบประจุแบตเตอรี่	1 ระบบ	3	1 ระบบ	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.2 ระบบผลิตไฟฟ้า	-	-	-	-	-	-	-	-	5 ระบบ	20.6	-	-	2 ระบบ	6.00	2 ระบบ	3.00
2.3 ระบบแสงสว่างสำหรับครัวเรือน	9 ระบบ	19.881	4 ระบบ	5.175	1 ระบบ	0.75	18 ระบบ	41.76	2 ระบบ	3.52	6 ระบบ	24.00	-	-	-	-
2.4 ระบบแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงานพลับพลาที่ประทับ	-	-	-	-	-	-	14 ระบบ	21	-	-	3 ระบบ	14.50	-	-	-	-
2.5 ระบบแสงสว่างสำหรับถนนสาธารณะ	-	-	-	-	1 ระบบ	9.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.6 ระบบสูบน้ำ	2 ระบบ	2.85	-		-	-	4 ระบบ	6	1 ระบบ	4	3 ระบบ	11.50	9 ระบบ	40.00	6 ระบบ	12.00
2.7 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า	-	-	-	-	-	-	-	-	3 ระบบ	13.4	-	-	2 ระบบ	12.00	-	-
3. ระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับฐานปฏิบัติการทางทหารและตำรวจตระเวนชายแดน	10	2.25	-	-	40	9	40	9	20	4.5	22	4.95	283	63.68	-	-
4. ระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับโรงเรียนชนบทและโรงเรียนชนบทเพื่อขยายกำลังผลิต	27	82.5	23	115	40	200	54	270	11	33.00	22	86.00	20	80.00	20	80.00
5. ระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน	38	100.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6. ระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับศูนย์การเรียนรู้ชุมชน	-	-	-	-	40	60	40	60	16	24.00	21	31.50	20	30.00	20	30.00
7. ระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับสถานีอนามัย	-	-	-	-	-	-	20	40	28	56.00	19	38.00	16	32.00	-	-
8. ระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับเขตพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติและเขตอุทยานแห่งชาติ	-	-	-	-	-	-	-	-	10	30.00	10	30.00	10	30.00	10	30.00
9. ระบบสูบน้ำสำหรับหมู่บ้าน	-	-	65	130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10. ระบบสูบน้ำสำหรับสถานีอนามัย	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4.00					-	-
11. ระบบผลิตไฟฟ้าแบบ Mini Grid สำหรับหมู่บ้าน	-	-	5	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12. ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า	5	100	5	97.2	-	-	-	-	5	5.00	-	-	-	-	-	-
12.1 สพพ. 5 แห่ง	5	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.2 ลิบง	-	-	4	96.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.3 สถานีอนามัย	-	-	1	1	-	-	-	-	5	5.00	-	-	-	-	-	-
	366	1099.731	152	545.875	152	369.5	173	447.760	97	221.500	100	240.450	359	293.675	57	155.00
														รวม	1,456	3,349.49

(กันยายน 2552)

เอกสารอ้างอิง

1) กฤษณพงศ์ กีรติกร, เอกสารการสอนวิชา Solar Cells and Applications, คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
2) ดุสิต เครืองาม, เอกสารเผยแพร่ ชุดสาระน่ารู้เกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน "เซลล์แสงอาทิตย์" ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย พิมพ์ครั้งที่ 1
3) อุทัย บุญญารัตนากุล "การออกแบบ วิเคราะห์ระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ และการบำรุงรักษา" จัดพิมพ์โดย บริษัท บีพีไทยโซล่าร์ คอร์ปอเรชั่น จำกัด ตุลาคม 2536
4) Partain, LD., (1995) Solar Cells and Their Applications, Wiley-Interscience Publication, New York, 567 p
5) Archer, M.D. and Hill, R., (2001) Clean Electricity from Photovoltaics, Imperial College Press, London, 844 p
6) Bailey, R.L. (1980) Solar-Electrics Research and Development, Ann Arbor Science, Michigan, 372 p
7) European Commission, (1996) Photovoltaics in 2010, ECSC-EC-EAEC, Brussels, 142 p
8) Green, M.A., (1995) Silicon Solar Cells Advanced Principles and Practice, Centre for Photovoltaic Devices and Systems, Bridge Printery New South Wales, 366 p
9) Kreith, F. and Kreider, J.F., (1978) Principles of Solar Engineering, McGraw-Hill, 778 p
10) http://shop1.actinicexpress.co.uk/shops/ecogadgets/images/catalog/stingray_torch.jpg
11) www.sk.aoos.org/pws/osc_buoy_weather.html
12) กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, สำนักพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์, ข้อมูลสถานภาพการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, พ.ศ. 2552 กรุงเทพฯ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

สายตรงพลังงาน บริการฉับไว ไขปัญหาตรงจุด

ศูนย์บริการวิชาการด้านพลังงานทดแทน

โทร 0 2223 0021 ถึง 9 ต่อ 1656, 1657

17 เชิงสะพานกษัตริย์ศึก ถนนพระราม 1 เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

http://www.dede.go.th