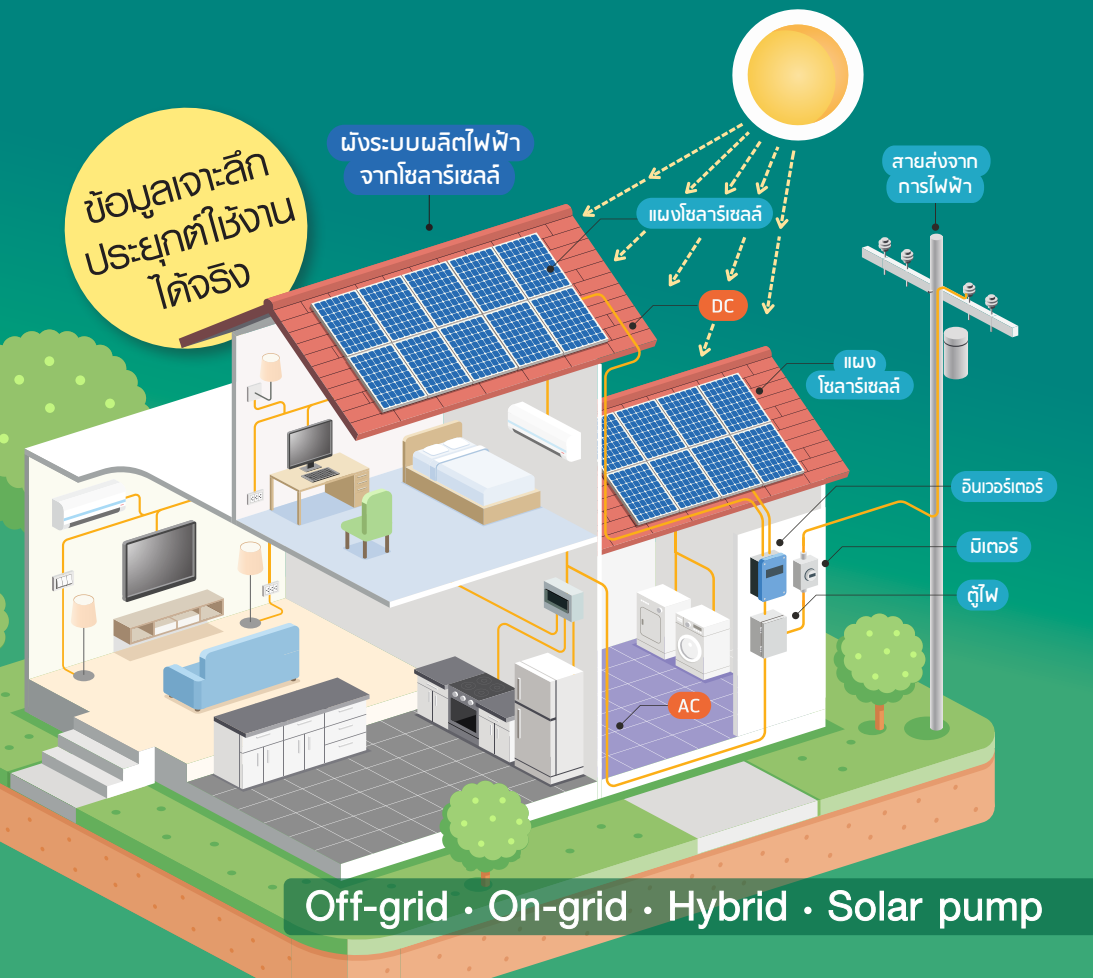




โซลาร์เซลล์ 101



ปลอดภัยสูงสุดด้วย **SolarEdge New SE90K**
ความปลอดภัยสูงสุดของระบบ Solar ในบ้านของคุณ



Safe voltage <30 seconds

Solar Inverter ที่มาพร้อมฟังก์ชัน **Rapid Shutdown**
เพื่อเพิ่มความปลอดภัยสูงสุดให้แก่ชีวิตและทรัพย์สินของคุณ

Rapid Shutdown คือความสามารถของอินเวอร์เตอร์ ในการลดแรงดันสูงบน PV Array เหลือเพียง 80 Volt ภายใน 30 วินาที
เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินส่งผลให้อินเวอร์เตอร์ไม่สามารถผลิตไฟได้ตามปกติ
และยังเป็นฟังก์ชันที่ถูกบังคับใช้ในหลายรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกา ตามมาตรฐาน NEC2017

solaredge

ผู้นำเข้าและจัดจำหน่ายรายแรกในประเทศไทย

บริษัท เอสจีที อินโนเวชัน จำกัด

85/162 หมู่ 4 ต.คลองเกลือ อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120

☎ 02-574-6409 ต่อ 406

🌐 SGTInnovation

🌐 sgtinnovation.co.th



Solar Mounting Solutions





Integration Solar Solution

"Your Solar buddy"

Follow US  

Home | About Us | Products | Reference | Contact Us



เพราะเราเห็นคุณ...ว่า

"เงินออกได้ เมื่อแดดมา"

CHIKO เราสนับสนุนธุรกิจโซลาร์เซลล์ของคุณ

We deliver "Solar Mounting Solution"

Delivery thru Thailand
การจัดส่งทั่วประเทศ



Our Factory โรงงานของเรา

Welcome to **AEC Distribution (Thailand) Co.,LTD.**

Chiko Solar มีหน้าที่ช่วยงานในการออกแบบและติดตั้งระบบผลิต พลังงานไฟฟ้า การดำเนินการติดตั้ง ระบบ พลังงานไฟฟ้าโดย ของเราทั้งหมด ภายใต้ชื่อ Chiko Solar "Integration Solar Solution"

สำนักงาน : กรุงเทพมหานคร

**"Supplied 2,000MW all over the World
and 400MW Rooftop in Thailand"**



Contact

Hotline 086-3764363

ID line : gomen.man

Website : www.chikosolarthai.com



โซลาร์เซลล์ 101

ผู้เขียน เอลิมพล สัตยาวิฑูรังศ์

บรรณาธิการ วดีน เพิ่มทรัพย์

ออกแบบปก ธนกฤต เกียรติศักดิ์กุล

จัดรูปเล่ม อภิขิญา สุทธิประภา

ISBN : 978-616-204-790-9

978-616-204-803-6 (E-book)

ราคา : 249 บาท

ข้อมูลบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

เอลิมพล สัตยาวิฑูรังศ์.

โซลาร์เซลล์ 101

--กรุงเทพฯ : โปรวิชั่น, 2564. 240 หน้า.

1. พลังงานแสงอาทิตย์. I. ชื่อเรื่อง.

621.47

ชื่อและเครื่องหมายการค้าอื่นๆ ที่อ้างอิงในหนังสือฉบับนี้ และในเนื้อหาหรือสื่อบันทึกข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง (ถ้ามี) เป็นสิทธิโดยชอบด้วยกฎหมายของเจ้าของแต่ละราย บริษัท โปรวิชั่น จำกัด มิได้อ้างความเป็นเจ้าของ ตัวแทน หรือมีส่วนเกี่ยวข้องแต่อย่างใด นอกจากนี้ทางบริษัทได้ใช้ความพยายามอย่างเต็มที่ในการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาที่จะทำได้ แต่มิได้ยอมรับหรือรับประกันความถูกต้องหรือทันสมัยของข้อมูลต่างๆ ในทุกกรณี ผู้อ่านพึงใช้วิจารณญาณของตนเอง หากพบข้อผิดพลาดหรือสงสัยใดๆ โปรดแจ้งที่อีเมล editor@provision.co.th เพื่อที่ทางบริษัทจะได้ตรวจสอบและแก้ไขตามความเหมาะสมในการพิมพ์ครั้งต่อไป รวมทั้งประกาศให้ทราบผ่านทางเว็บไซต์ www.provision.co.th/update ด้วย

สงวนสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยบริษัท โปรวิชั่น จำกัด ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ไปทำซ้ำ ดัดแปลงหรือเผยแพร่ต่อสาธารณชนไม่ว่ารูปแบบใดๆ นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้าจากทางบริษัทเท่านั้น ชื่อผลิตภัณฑ์และเครื่องหมายการค้าต่างๆ ที่อ้างถึงเป็นสิทธิโดยชอบด้วยกฎหมายของบริษัทนั้นๆ

PROVISION

จัดพิมพ์โดย : บริษัท โปรวิชั่น จำกัด

11/8 ซอยแจ้งวัฒนะ 14 แขวงทุ่งสองห้อง
เขตหลักสี่ กทม. 10210 โทร: 0-2077-4058

ผู้ก่อตั้ง/ประธานกรรมการ วดีน เพิ่มทรัพย์
กรรมการบริหาร วงศ์ประชา จันทร์สมวงศ์

อนิรุทธิ์ รัชตะวราห์
ประธานงานกอง บก. นนทพร ตันติเยี่ยมสกุล

ติดต่อสั่งซื้อหนังสือ

✉ sales@provision.co.th

โทร. 0-2077-4058 หรือ 08-1928-5299

🌐 www.dplusshop.com f dplusshop

ติดต่อโฆษณาและการตลาด

✉ marketing@provision.co.th

สอบถามปัญหา/ติดต่อกอง บก.

✉ editor@provision.co.th

ติดตามข่าวสาร

🌐 www.provision.co.th, www.dplusguide.com

f provision1991, dplusguide

🐦 @Provision1991, @dplusguide

📺 provision1991, dplusguide

🗣️ @dplusguide

จัดจำหน่ายโดย :

บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

1858/87-90 ถ.เทพรัตน

แขวงบางนาใต้ เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260

โทร. 0-2826-8000 FAX: 0-2826-8999

ที่ปรึกษากฎหมาย : คุณไพพลย์ อมรภิญญเกียรติ

สำนักงานกฎหมาย P&P LAW FIRM

โทร. 0-2651-2121

พิมพ์ที่ : บริษัท พิมพ์ดี จำกัด

นายเสริม พูนพนิช ผู้พิมพ์ผู้โฆษณา พ.ศ. 2564

INTRODUCTION

เนื่องจากในปัจจุบันโซลาร์เซลล์มีราคาถูกลงเป็นอย่างมาก จึงมีผู้ให้ความสนใจนำไปใช้งานกันอย่างแพร่หลาย แต่หนังสือหรือตำราที่อธิบายถึงวิธีการประยุกต์ใช้งานโซลาร์เซลล์ในรูปแบบต่างๆ นั้น ยังหาได้ยากอยู่ในปัจจุบัน จึงทำให้ผู้ที่ต้องการจะใช้งานโซลาร์เซลล์ต้องศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลต่างๆ เอง ซึ่งอาจจะทำให้ไม่ได้ข้อมูลอย่างที่ตนเองอยากรู้ ทางผู้เขียนจึงได้รวบรวมข้อมูลเบื้องต้นที่ผู้ใช้งานต้องทราบ รวมถึงทั้งวิธีการประยุกต์ใช้งานโซลาร์เซลล์ในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้ง่ายที่จะนำไปปฏิบัติได้จริง

หนังสือเล่มนี้เป็นตำราเล่มที่สองที่ทางผู้เขียนได้จัดทำขึ้น โดยในเล่มแรกเนื้อหาจะลึกลงไปในการออกแบบติดตั้งโซลาร์เซลล์บนหลังคาเพื่อการเชื่อมต่อกับโครงข่ายไฟฟ้า แต่เนื้อหาในหนังสือเล่มนี้ จะเน้นให้ความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นในการนำโซลาร์เซลล์ไปประยุกต์ใช้งานในรูปแบบต่างๆ ซึ่งเหมาะสมอย่างยิ่งกับประชาชนทั่วไป ที่มีความสนใจจะนำโซลาร์เซลล์มาใช้งานให้เกิดประโยชน์ โดยผู้เขียนพยายามเน้นการเขียนให้อ่านทำความเข้าใจได้โดยไม่ยากจนเกินไป และสามารถนำไปใช้งานได้จริง ส่วนการออกแบบระบบขั้นสูงที่ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจพื้นฐาน ผู้สนใจสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ในตำราเล่มแรกของผู้เขียนพร้อมบทเรียนวิดีโอ Online ที่อธิบายเนื้อหาครบทุกบทอย่างละเอียด (เพิ่มเพื่อนใน QR code ด้านล่างสำหรับรายละเอียดเพิ่มเติม)

สุดท้ายนี้ทางผู้เขียนขอขอบคุณ คุณวศิน เพิ่มทรัพย์ และกองบรรณาธิการทุกคน ที่ช่วยในการเรียบเรียงและปรับปรุงเนื้อหาพร้อมทำภาพประกอบเพิ่มเติมบางส่วน จนทำให้หนังสือเล่มนี้ออกมาเป็นคู่มืออ้างอิงขนาดย่อมๆ ของผู้ต้องการใช้งานโซลาร์เซลล์ได้เป็นอย่างดี



(เฉลิมพล สัตยาวุฒิพงศ์)



เฉลิมพล สัตยาวุฒิพงศ์

ประวัติการศึกษา

- ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย : โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า
- ระดับปริญญาตรี : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ระดับปริญญาโท : ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

การทำงาน

ที่ปรึกษาด้านระบบโซลาร์เซลล์ บริษัท ชันโนล่า เทคโนโลยี จำกัด

ผลงานที่ผ่านมา

คู่มือการติดตั้งโซลาร์เซลล์บนหลังคาเพื่อการเชื่อมต่อกับโครงข่ายไฟฟ้า พร้อมบทเรียน VDO online (สนใจหนังสือและบทเรียน VDO online ติดต่อผ่านไลน์ @sunolar)





บริษัท ชันโนล่า เทคโนโลยี จำกัด

รับให้คำปรึกษา จัดอบรม และออกแบบพร้อมติดตั้ง
โซลาร์เซลล์เพื่อการประหยัดพลังงานทุกชนิด





TABLE OF CONTENTS

CHAPTER

01.

พื้นฐานของโซลาร์เซลล์

โซลาร์เซลล์คืออะไร และทำงานได้อย่างไร ?	12	5. ใช้แบตเตอรี่ของระบบ โซลาร์เซลล์สำรองไฟทั้งบ้าน เหมือน UPS ได้หรือไม่	23
ความเป็นมา	15	6. ใช้แบตเตอรี่สำรองไฟ ทั้งบ้านโดยไม่ติดโซลาร์เซลล์ ได้หรือไม่?	25
แนวโน้มความนิยม	16	7. ติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์ แล้วกี่ปีถึงจะคุ้ม?	25
การใช้งานในเมืองไทย	17	8. ติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์แล้ว หากไม่ติดตั้งแบตเตอรี่ ไฟที่ผลิตได้เกินจะอย่างไร?	28
Q & A ขัปัญหาหัวใจ เรื่องโซลาร์เซลล์	19	9. ติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์ ขนาดเท่าไรจึงจะคุ้มทุน เร็วที่สุด?	29
1. การทำงานของโซลาร์เซลล์ และกรณีเงาบัง	19	10. ติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์ สำหรับการสูบน้ำ	31
2. ตามสเป็คคือค่าสูงสุด ที่ผลิตได้จริงต้องเผื่อ	20		
3. ต้นทุนที่แพงที่สุดอาจไม่ใช่ แผงโซลาร์เซลล์แต่เป็น แบตเตอรี่	21		
4. ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ ต้องเผื่อการเสื่อมสภาพ ตามอายุใช้งานด้วย	22		



CHAPTER

02.

อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ในระบบโซลาร์เซลล์

1. แผงโซลาร์เซลล์	34
ประเภทของแผงโซลาร์เซลล์	34
คุณสมบัติทางไฟฟ้า ของแผงโซลาร์เซลล์	39
การพัฒนาแผงโซลาร์เซลล์ แบบต่างๆ	42
แผงโซลาร์เซลล์ชนิด Half cell	42
แผงโซลาร์เซลล์ชนิด Bi-facial	46
เทคโนโลยีของแผงโซลาร์เซลล์ สมัยใหม่ที่น่าสนใจ	49
กระเบื้องหลังคาโซลาร์เซลล์	49
โซลาร์เซลล์ชนิดโปร่งแสง	53
2. อินเวอร์เตอร์ (Inverter)	54
ประเภทของอินเวอร์เตอร์	54
1. ออนกริด อินเวอร์เตอร์ (On-grid inverter)	54
2. ออฟกริด อินเวอร์เตอร์ (Off-grid inverter)	56

3. ไฮบริด อินเวอร์เตอร์ (Hybrid inverter)	58
String Inverter, Power Optimizer และ Micro Inverter	60
String Inverter	60
Power Optimizer เพิ่มประสิทธิภาพของแผง โซลาร์เซลล์แบบเรียลไทม์	61
Micro inverter	66
คุณสมบัติทางไฟฟ้า ของอินเวอร์เตอร์	71
3. อุปกรณ์รองรับแผง (PV mounting)	75
4. ตัวควบคุมการประจุแบตเตอรี่ (Charge Controller)	78
ประเภทของตัวควบคุม การประจุแบตเตอรี่	78
คุณสมบัติทางไฟฟ้าของตัว ควบคุมการประจุแบตเตอรี่	81
5. แบตเตอรี่	85
ประเภทของแบตเตอรี่	85
แบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-กรด (Lead-acid battery)	85
แบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออน ฟอสเฟต (LiFePO ₄)	86
คุณสมบัติทางไฟฟ้าของ แบตเตอรี่	87
อุปกรณ์ทางไฟฟ้าอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง	90

CHAPTER

03.

การประยุกต์ใช้งานโซลาร์เซลล์ ในแบบต่างๆ

1. แบบ On-grid
และไม่มีแบตเตอรี่ 98
2. แบบ Off-grid ที่มีแบตเตอรี่ 100
3. แบบ On-grid ที่มีแบตเตอรี่
ด้วย (ระบบ Hybrid) 102

CHAPTER

04.

การใช้โซลาร์เซลล์ ในแบบ On-grid

- ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของสถานที่
ที่จะติดตั้งในช่วงเวลากลางวัน 106
- วิธีที่ 1 ประเมินการใช้
ไฟฟ้าจริงจากอุปกรณ์ไฟฟ้า
ที่เปิดใช้งาน 106
- วิธีที่ 2 ประเมินการใช้ไฟฟ้า
จากใบแจ้งค่าไฟฟ้า 109
- วิธีที่ 3 ประเมินการใช้ไฟฟ้า
โดยจดบันทึกจากมิเตอร์
กำลังไฟฟ้า 118

วิธีที่ 4 ประเมินจากตาราง

Load Profile 124

ประเมินหาจุดคุ้มทุน ของการติดตั้งโซลาร์เซลล์ 127

1. ประเมินราคาค่าใช้จ่าย
ทั้งโครงการ 127
2. ประเมินการผลผลิตไฟฟ้า
จากโซลาร์เซลล์ 131
- การคำนวณหาจุดคุ้มทุน 135

CHAPTER

05.

การใช้งานโซลาร์เซลล์ ในแบบ Off-grid

การประเมินพลังงานไฟฟ้า
ที่ต้องการใช้งาน 140

ตัวอย่าง : การเลือกใช้อุปกรณ์
ในระบบ Off-grid 142

1. แผงโซลาร์เซลล์ 142
2. Charge Controller 144
3. แบตเตอรี่ 147
- หลักการในการคำนวณหา
ขนาดแบตเตอรี่ 149
4. Off-grid อินเวอร์เตอร์ 152

ตัวอย่าง : การออกแบบคอมไฟ
โซลาร์เซลล์ขนาด 20W
โดยเปิดใช้งาน 10 ชม. 161



CHAPTER

07.

ใช้โซลาร์เซลล์กับระบบปั๊มน้ำ

CHAPTER

06.

การใช้งานโซลาร์เซลล์ ในแบบ Hybrid

การประยุกต์ใช้งาน ไฮบริด อินเวอร์เตอร์	168
ใช้สำหรับสถานที่ที่ไม่มีไฟฟ้า	168
ใช้เพื่อช่วยประหยัดค่าไฟฟ้า	170
ใช้เพื่อเป็นแหล่งพลังงานสำรอง	171
วิธีเลือกใช้งาน Hybrid inverter	172
ตัวอย่าง	173
อุปกรณ์ที่เลือกใช้งาน	174
1. Hybrid inverter ขนาด 3.6 kW	174
2. แบตเตอรี่	174
3. แผงโซลาร์เซลล์	176
4. แผงควบคุมและ อุปกรณ์ป้องกัน	179
ผลสรุป	180

ประเภทของระบบปั๊มน้ำ	184
1. ปั๊มน้ำระดับพื้นดิน (Surface Pump)	184
2. ปั๊มน้ำระดับต่ำกว่า พื้นผิวดินหรือปั๊มจมน้ำ (Submersible Pump)	187
สิ่งที่ควรรู้ก่อนการเลือก ใช้งานปั๊มน้ำ	190
การคำนวณหาขนาดปั๊มน้ำ	193
ค่าทางเทคนิคในเอกสาร ของปั๊มน้ำ	194
ตัวอย่างที่ 1	197
ตัวอย่างที่ 2	199
การใช้โซลาร์เซลล์กับปั๊มน้ำ	203
อินเวอร์เตอร์สำหรับปั๊มน้ำ ที่ใช้โซลาร์เซลล์	205
การเลือกใช้ปั๊มน้ำสำหรับ ระบบโซลาร์เซลล์	208
เลือกใช้ปั๊มน้ำโซลาร์เซลล์ จากข้อมูลทางเทคนิค	210
เลือกขนาดแผงโซลาร์เซลล์ ให้เหมาะกับปั๊มน้ำ	212



CHAPTER

08.

ข้อควรรู้และแนวทางการติดตั้งโซลาร์เซลล์บนหลังคา

- | | |
|--|-----|
| 1. การประมาณจำนวนแผงหรือกำลังการผลิตไฟฟ้าตามขนาดหลังคา | 216 |
| 2. ทิศที่เหมาะสมในการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ | 220 |
| 3. องศาในการติดตั้งแผง | 222 |
| 4. สิ่งที่ต้องหลีกเลี่ยงในการติดตั้งโซลาร์เซลล์ | 225 |
| เงาบัง (shading) | 225 |
| ฝุ่นละอองและคราบสกปรก | 226 |

ภาคผนวก

ขั้นตอนการขอติดตั้งระบบไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์

- | | |
|--|-----|
| ขั้นตอนการขอติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ | 228 |
| แผนผังขั้นตอนการขอติดตั้งโซลาร์เซลล์ | 232 |
| อัตราค่าไฟฟ้าจำแนกตามกิจการ | 233 |





CHAPTER

01

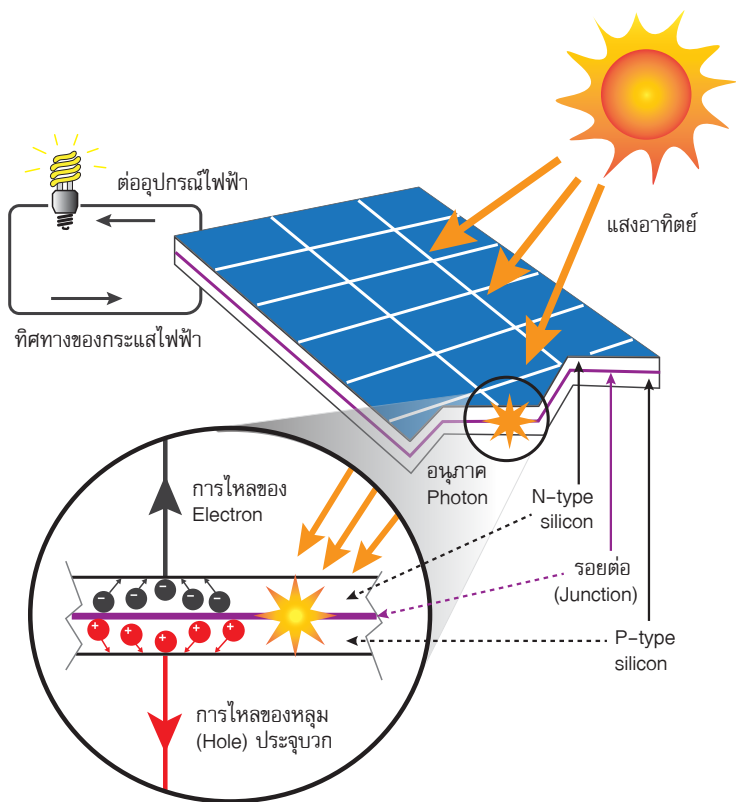
พื้นฐานของ โซลาร์เซลล์

“บทนี้จะอธิบายถึงภาพรวมของระบบโซลาร์เซลล์ และคำถามคำตอบที่พบบ่อย เพื่อเป็นทางลัดสำหรับผู้ที่ต้องการเข้าถึงประเด็นหลักๆ ที่สงสัยได้อย่างรวดเร็ว”

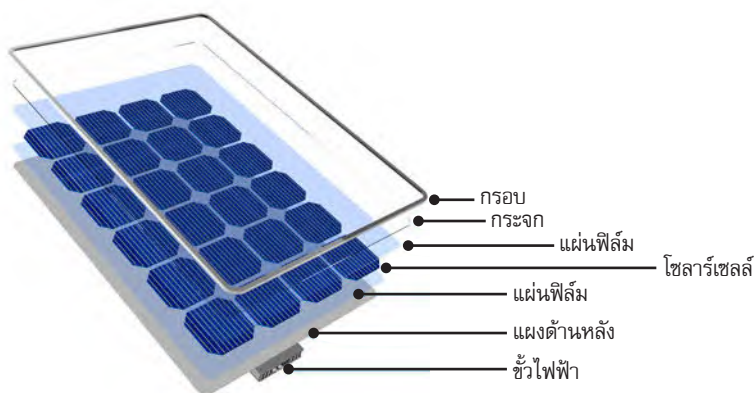
โซลาร์เซลล์คืออะไรและทำงานได้อย่างไร ?

โซลาร์เซลล์ (Solar Cell) หรือเซลล์แสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์แปลงพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบให้กลายเป็นกระแสไฟฟ้าเพื่อนำไปใช้ได้ ผลิตได้จากธาตุหลายอย่าง แต่ปัจจุบันนี้แบบที่นิยมใช้กันแพร่หลายที่สุดจะผลิตจากผลึกสารกึ่งตัวนำของซิลิคอน (Silicon Semiconductor) ซึ่งเป็นวัสดุเช่นเดียวกับทรานซิสเตอร์ (Transistors) และวงจรรวม (Integrated Circuit หรือ IC) ที่เราใช้กันในอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปนั่นเอง

ในการผลิตแผงโซลาร์เซลล์ จะใช้ผลึกซิลิคอนที่ทำเป็นแผ่นหรือชั้นบาง ๆ (layer) มาประกบกัน แต่ละชั้นจะมีสารเจือปนที่แตกต่างกัน ลักษณะคล้ายกับการผลิตวงจรรวมทรานซิสเตอร์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำหรือเซมิคอนดักเตอร์ (semiconductor ที่ใช้กันในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป) โดยแบบหนึ่งจะมีประจุไฟฟ้าเกิน ส่วนอีกแบบหนึ่งจะมีประจุไฟฟ้าขาด ทำให้เกิดความไม่สมดุลย์ทางไฟฟ้าขึ้น แต่ต่างกันตรงที่ว่าในวงจรรวมทรานซิสเตอร์เมื่อมีสัญญาณไฟฟ้าอ่อน ๆ มากกระตุ้นก็จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ ส่วนในโซลาร์เซลล์เมื่อมีแสงซึ่งมีอนุภาคโฟตอนตกกระทบก็จะเกิดความไม่สมดุลทางไฟฟ้าระหว่างชั้นเซลล์ ทำให้มีความต่างศักย์เกิดขึ้น ซึ่งเมื่อต่อสายจากขั้วไฟฟ้าออกไปก็จะมีอิเล็กตรอนวิ่ง ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านให้นำไปใช้งานได้เช่นเดียวกัน กระบวนการนี้เรียกว่า Photovoltaic effect ซึ่งเป็นการแปลงพลังงานจากแสง (photon) เป็นไฟฟ้า (electron) นั่นเอง

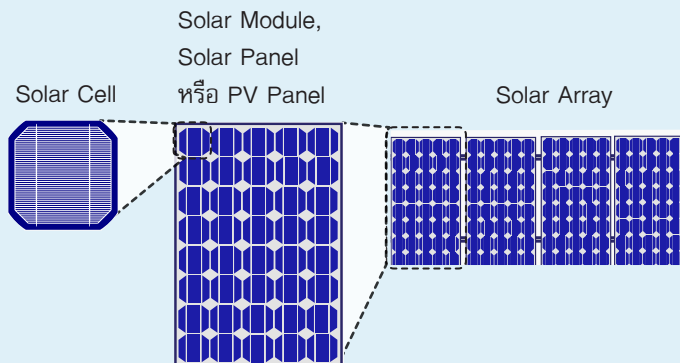


รูปที่ 1-1 หลักการทำงานของโซลาร์เซลล์



รูปที่ 1-2 โครงสร้างของแผงโซลาร์เซลล์ (Solar Panel)

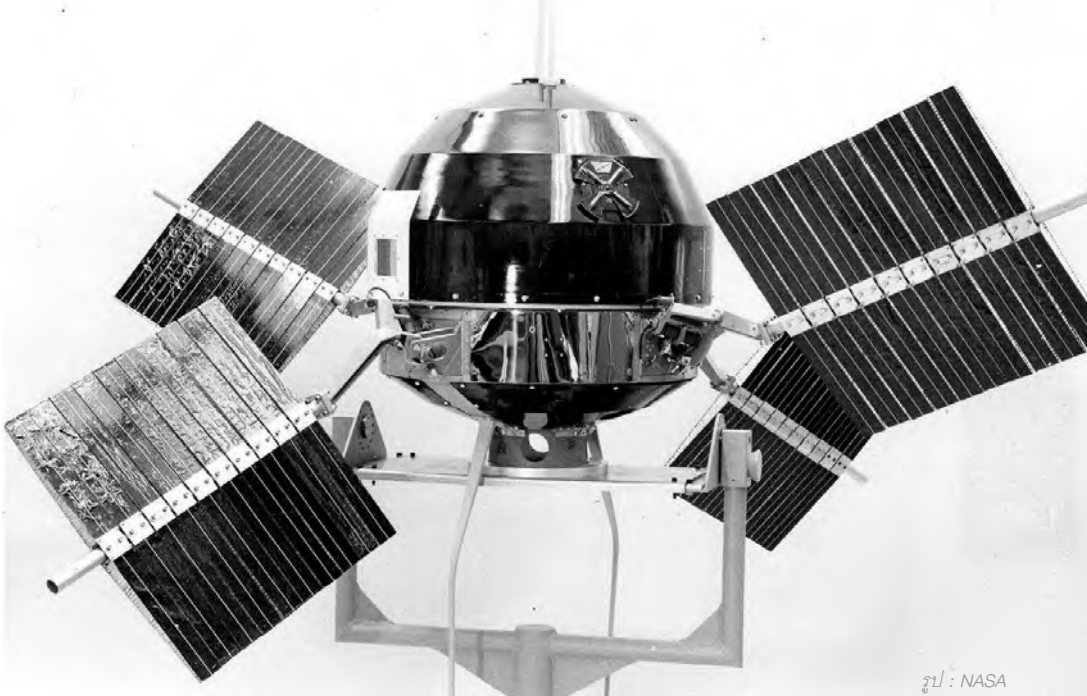
Solar Cell, Panel และ Array



รูปที่ 1-3 Solar Cell, Solar Panel และ Solar Array

ในกระบวนการผลิตโซลาร์เซลล์ และรวมถึงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป ผลึกของซิลิคอนจะถูกทำให้ไม่บริสุทธิ์หรือมีสารเจือปน (เรียกว่าการ Dope) โดยการเติมธาตุในกลุ่ม 3 และ 5 ของตารางธาตุ เช่น Boron หรือ Phosphorous ซึ่งจะได้ผลึกซิลิคอน (P-Type และ N-type) ที่มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าต่างกันตามลำดับ เมื่อนำมาต่อเชื่อมกันด้วยกรรมวิธีการแพร่สารระหว่างผลึกทำให้ระหว่างรอยต่อมีสภาวะที่เป็นกลาง (Depletion Region) ก็จะเกิดเป็นวงจรทรานซิสเตอร์ขึ้น 1 ชุดต่อ 1 การเชื่อมต่อ หรือในกรณีของโซลาร์เซลล์ ก็จะได้ตัวเซลล์ที่จะรับแสงอาทิตย์ขึ้นมา 1 ชุดหรือ 1 เซลล์เช่นเดียวกัน

ในการใช้งานจริงจะนำ Solar Cell ที่ได้นี้หลายๆ ชิ้นมาประกอบโดยเชื่อมต่อกันในแบบอนุกรม เพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นสูงถึงระดับที่ต้องการ เช่น ปกติ 1 cell มีแรงดัน 0.5 Volt เมื่อนำหลายๆ cell มาต่อกัน เช่น 24 cell ใน 1 แผงก็จะได้แรงดัน $24 \times 0.5 = 12 \text{ volt}$ จากนั้นจึงนำหลายๆ แผงมาเชื่อมต่อกันให้ได้แรงดันไฟฟ้าสูงถึงระดับที่ต้องการ เช่น ใช้ 20 แผงก็จะได้แรงดันรวม $12 \times 20 = 240 \text{ volt}$ เรียกว่าเป็น Solar Array ตามรูป 1-3



รูป : NASA

รูปที่ 1-4 แผงโซลาร์เซลล์ที่ใช้ในดาวเทียม Explorer 6 ของ NASA (1959)

ความเป็นมา

ปรากฏการณ์ Photovoltaic ที่แปลงแสงเป็นไฟฟ้าซึ่งเป็นแนวคิดของโซลาร์เซลล์มีมากกว่า 100 ปีแล้ว แต่เนื่องจากกระบวนการผลิตให้ได้จำนวนมากยังทำได้ยาก จึงไม่ได้มีการนำมาใช้จริง จนกระทั่งถึงยุคบุกเบิกอวกาศในราวปี 1960 ซึ่งเริ่มมีการผลิตทรานซิสเตอร์จากสารกึ่งตัวนำ จึงมีการเอาเทคโนโลยีเดียวกันมาใช้ในการผลิตโซลาร์เซลล์ก็เริ่มกลายมาเป็นแหล่งพลังงานหลักให้กับดาวเทียมต่อเนื่องมาจนถึงสถานีอวกาศในปัจจุบัน เพราะมันมีน้ำหนักเบา (ไม่ต้องบรรทุกเชื้อเพลิงขึ้นไปด้วย) และสามารถสร้างพลังงานต่อเนื่องได้มากและนานเพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากแสงอาทิตย์ในอวกาศที่แรงกว่าบนพื้นผิวโลก รวมทั้งการที่อุตสาหกรรมอวกาศสามารถลงทุนในอุปกรณ์ที่ราคาแพงมากได้ หากทำงานได้ตามที่ต้องการ ประมาณกันว่าในยุคแรกเริ่มนั้นพลังงานจากโซลาร์เซลล์ที่ใช้กับดาวเทียมอาจมีต้นทุนสูงถึง 100,000 ดอลลาร์ (กว่าสามล้านบาท) ต่อกิโลวัตต์ ซึ่งแพงกว่าในปัจจุบันประมาณ 100 เท่า



แนวโน้มความนิยม

นับจากจุดเริ่มต้นในยุค 1960 การใช้งานโซลาร์เซลล์เริ่มแพร่หลายขึ้น พร้อมๆ ต้นทุนการผลิตที่ลดต่ำลง เนื่องจากความก้าวหน้าด้านการผลิตอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำหรือเซมิคอนดักเตอร์ ในปัจจุบันแผงโซลาร์เซลล์ส่วนมากยังผลิตจากธาตุซิลิคอน เช่นเดียวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั้งหลาย โดยมีเทคโนโลยีใหม่บางประเภทที่เพิ่มสารอื่น เช่น แคดเมียม เข้าไปเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ แต่ก็ยังไม่เป็นที่นิยมแพร่หลายเท่ากับแผงที่ทำจากซิลิคอน (และยังอาจสร้างปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมเวลาจะกำจัดแผงที่หมดอายุ เพราะแคดเมียมเป็นโลหะที่มีความเป็นพิษสูง)

ในช่วง 5-10 ปีที่ผ่านมา ราคาของแผงโซลาร์เซลล์และอุปกรณ์ประกอบที่เกี่ยวข้องในระบบได้ลดต่ำลงมากเนื่องจากความนิยมแพร่หลาย และการผลิตที่ส่วนใหญ่มาจากประเทศจีน ทำให้สามารถนำมาติดตั้งใช้งานตามบ้านเรือนได้ในราคาที่ไม่สูงเกินเอื้อม และมีระยะเวลาในการคืนทุนที่เหมาะสม ไม่นานเกินไป เช่น จาก 10 ปี

เหลือแค่ 5 ปี เป็นต้น ประกอบกับกระแสของการใช้พลังงานทดแทนไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่เกิดขึ้นหลายครั้ง ได้ทำให้การนำพลังงานจากธรรมชาติ (เรียกอีกอย่างว่าเป็น “พลังงานหมุนเวียน” หรือ sustainable energy) เช่น พลังงานจากลม กระแสน้ำ รวมถึงแสงอาทิตย์ เป็นที่สนใจและได้รับการส่งเสริมโดยรัฐบาลในหลายประเทศ มีทั้งในรูปแบบของการให้เงินอุดหนุนโดยตรง การให้เครดิตภาษี หรือบังคับด้วยกฎหมายเกณฑ์ต่าง ๆ เช่น บ้านที่สร้างใหม่ในบางรัฐของอเมริกามีกฎบังคับว่าจะต้องติดตั้งโซลาร์เซลล์เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับใช้เองส่วนหนึ่งด้วย เป็นต้น

การใช้งานในเมืองไทย

ในเมืองไทยเริ่มมีการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์มานานมากเกินกว่า 10 ปีมาแล้ว แต่เนื่องจากราคายังสูงอยู่มากจึงทำกันในวงจำกัดจนกระทั่งในช่วง 4-5 ปีหลังที่ราคาของแผงโซลาร์เซลล์และอุปกรณ์ประกอบ รวมถึงเทคโนโลยีใหม่ๆ ของแบตเตอรี่ ลดต่ำลงมาก ทำให้ความนิยมใช้งานแพร่หลายเพิ่มขึ้นมากตามไปด้วย



ตั้งแต่มีการระบาดของ COVID-19 ในประเทศไทยตั้งแต่ต้นปี 2020 ที่ผ่านมามีหลาย ๆ คนต้องเปลี่ยนไปทำงานจากที่บ้านหรือ Work From Home (WFH) จึงทำให้ค่าไฟฟ้าตามบ้านของแต่ละคน โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ใช้กับเครื่องปรับอากาศ เพิ่มขึ้นอย่างน่าตกใจ ทำให้มีคนหันมาสนใจติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์เพื่อลดค่าไฟฟ้ากันมากขึ้นในช่วงปีที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน

นอกจากนี้ยังเริ่มมีการติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์ขนาดใหญ่ที่มีกำลังผลิตหลายร้อยกิโลวัตต์หรือถึงระดับเมกะวัตต์ โดยใช้พื้นที่หลังคาของอาคารขนาดใหญ่ เช่น ห้างสรรพสินค้า โรงงาน ในการติดตั้งเพื่อผลิตไฟฟ้าใช้เอง โดยมีทั้งที่เจ้าของพื้นที่เป็นคนลงทุนเอง และใช้วิธีร่วมทุนหรือให้ใช้พื้นที่หลังคาติดตั้ง แต่ลงทุนโดยบริษัทที่ทำธุรกิจด้านพลังงานโดยเฉพาะ และซื้อไฟที่ผลิตจากโซลาร์เซลล์บนหลังคาของตนเองกลับคืน

ความนิยมแพร่หลายของการใช้โซลาร์เซลล์ในประเทศไทยทำให้เกิดความต้องการช่างและวิศวกรที่มีความรู้ด้านนี้เพิ่มขึ้นอย่างมาก นอกจากนี้เจ้าของโครงการ ตั้งแต่อาคารขนาดใหญ่ไปจนถึงเจ้าของบ้านพักอาศัยทั่วไป ก็เริ่มสนใจหาความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีของโซลาร์เซลล์ว่าจะนำมาใช้กับอาคารบ้านเรือนของตนเองได้อย่างไรให้ถูกหลักวิชาการ และเกิดประสิทธิภาพสูงสุดในวงเงินลงทุนที่ไม่มากเกินไป



Q & A ปัญหาหัวใจเรื่องโซลาร์เซลล์



ก่อนจะเข้าเรื่องรายละเอียดต่างๆ ในบทความต่อไป ขอสรุปคำถามที่พบบ่อยและคำตอบ โดยอ้างอิงถึงคำอธิบายในบทอื่นของเล่มนี้ เป็นแนวทางสำหรับคนที่อยากได้คำตอบแบบด่วนทันใจ

1 | การทำงานของโซลาร์เซลล์และกรณีเงาบัง

แผงโซลาร์เซลล์จะทำงานคล้ายกับแบตเตอรี่หรือถ่านไฟฉายตรงที่จ่ายไฟออกมาได้ (เมื่อมีแสงส่องกระทบ) และเพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้า (โวลต์) ที่สูงขึ้นถึงระดับเหมาะสม จึงต้องมีการนำแผงมาต่ออนุกรมกันคล้ายๆ กับแบตเตอรี่ (เรียกว่าต่อเป็นสาย “สาย” หรือ *string*) แต่การต่อแบบนี้มีข้อเสียคือ ถ้าแผงใดแผงหนึ่ง (หรือเพียงบางส่วน) ถูกเงาบัง หรือมีคราบสกปรกมากจนจ่ายไฟไม่ได้ ก็เหมือนแบตเตอรี่เสียบางก้อน ทำให้โซลาร์เซลล์ที่ต่อกันทั้งชุดพลอยจ่ายไฟได้ไม่เต็มตามที่ตามไปด้วย เรื่องนี้นับว่าเป็นปัญหาใหญ่ของการติดตั้งโซลาร์เซลล์ ดังนั้นจึงมีการพัฒนาระบบต่างๆ ขึ้นเพื่อแก้ปัญหานี้ เช่น Power Optimizer และ Micro Inverter เพื่อแยกแต่ละแผงให้ทำการผลิตกระแสไฟฟ้าได้โดยเป็นอิสระจากกัน และได้รับผลกระทบจากเงาบังน้อยที่สุด

นอกจากนั้นปัญหานี้อาจแก้ไขได้ด้วยวิธีการอื่นๆ ประกอบ เช่น ถ้ากลัวว่าจะมีเงาบัง ให้ติดตั้งที่หลังคาชั้นบนหรือดาดฟ้า แทนที่จะติดตั้งที่หลังคาหรือกันสาดชั้นล่าง และเลือกมุมที่โดนเงาต้นไม้หรือบ้านข้างๆ บังแสงน้อยที่สุด หรือถ้าติดตั้งไม่สูงนักก็อาจต้องระวังเศษใบไม้หรือคราบสกปรกมาปกคลุม ถ้าฉีดน้ำล้างเป็นครั้งคราวได้ก็ยิ่งดี

(รายละเอียดเพิ่มเติมอยู่ในบทที่ 2)

2 | ตามสเป็คคือค่าสูงสุด ที่ผลิตได้จริงต้องเพื่อ

แผงโซลาร์เซลล์ไม่ได้ผลิตไฟได้สม่ำเสมอเต็มตามกำลังผลิตที่ระบุในสเป็คตลอดเวลา แต่จะขึ้นกับสภาพแสงแดด และมุมของดวงอาทิตย์ในแต่ละช่วงเวลาของวันก็มีผลให้แสงตกกระทบไม่ตั้งฉากเต็มที่กับแผง ตัวเลขกำลังผลิตตามสเป็คของแผงนั้นคือค่าสูงสุดที่สามารถทำได้ ซึ่งเป็นการวัดในห้องทดลองที่ควบคุมสภาพแวดล้อม เช่น แสงที่ตกกระทบ อุณหภูมิ ฯลฯ แต่หน้างานเวลาติดตั้งจริงต้องเผื่ออีกราวๆ 20% เช่นถ้าติดตั้งระบบที่สเป็คเขียนว่าผลิตไฟได้ 10 กิโลวัตต์ อาจได้กำลังไฟสูงสุดจริง ๆ เฉลี่ยประมาณ 8 กิโลวัตต์เท่านั้น (เช่น ช่วงเที่ยงๆ ที่แดดดีและส่องตั้งฉากกับแผงก็อาจได้กำลังไฟสูงใกล้เคียง 10 kW แต่ถ้าเป็นช่วงเช้าหรือเย็นก็จะต่ำกว่ามาก หรือในทางกลับกันหากต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด 10 กิโลวัตต์ ต้องเผื่อโดยติดตั้งระบบที่มีกำลังผลิตประมาณ $12.5 \text{ กิโลวัตต์ } (12.5 \times 80\% = 10)$ เป็นต้น

(รายละเอียดเพิ่มเติมอยู่ในบทที่ 4)





3 | ต้นทุนที่แพงที่สุดอาจไม่ใช่แผงโซลาร์เซลล์ แต่เป็นแบตเตอรี่

เรามักเข้าใจกันว่าราคาของแผงโซลาร์เซลล์คือส่วนที่แพงที่สุดในการติดตั้ง ซึ่งถ้าเป็นระบบที่มีแต่แผงโซลาร์เซลล์แล้วเชื่อมต่อเข้ากับไฟฟ้าเพื่อลดค่าไฟ โดยไม่มีการชาร์จลงแบตเตอรี่ไว้ใช้ในเวลาที่ไม่มีแสงแดด ก็จะเป็นจริงตามนั้น แต่ถ้าเป็นระบบที่มีการติดตั้งแบตเตอรี่ด้วย ในภาพรวมตลอดอายุการใช้งานแล้ว ค่าแบตเตอรี่อาจจะแพงกว่าค่าแผงโซลาร์เซลล์ เพราะแบตเตอรี่มีอายุใช้งานค่อนข้างสั้น ต้องเปลี่ยนใหม่ทุก ๆ 3-5 ปี ขึ้นกับชนิดของแบตเตอรี่ เช่น ชนิดตะกั่ว-กรด (Lead-acid) หรือ ลิเทียมไอร์ออนฟอสเฟต (LiFePO_4) ในขณะที่แผงโซลาร์เซลล์ติดตั้งครั้งเดียวสามารถใช้งานต่อเนื่องได้ถึง 20-25 ปี ดังนั้นค่าแบตเตอรี่ที่ใช้ตลอด 20-25 ปีจึงอาจต้องคูณด้วย 4-5 เท่าของราคาตอนแรก ทำให้ในภาพรวมแล้วแพงกว่าราคาแผงโซลาร์เซลล์เสียอีก

(รายละเอียดเพิ่มเติมอยู่ในบทที่ 2)



4 | ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ต้องเพื่อ การเสื่อมสภาพตามอายุใช้งานด้วย

แผงโซลาร์เซลล์มีอายุการใช้งานนาน 20-30 ปีก็จริง แต่ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าจะตกลงเรื่อย ๆ รวมตลอดอายุการใช้งานถึงปีท้าย ๆ อาจตกลงไปรวมเกิน 20% ดังนั้นในการติดตั้งให้ได้กำลังไฟฟ้าพอเพียงในระดับที่ต้องการตลอดอายุใช้งาน จึงต้องเผื่อการเสื่อมสภาพและกำลังผลิตไฟฟ้าที่ตกลงในส่วนนี้ไว้ด้วย โดยติดตั้งแผงใหญ่ขึ้นอีก 20-30% ซึ่งมีผลให้อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง เช่น inverter ก็ต้องเผื่อตามให้ใหญ่ขึ้นสอดคล้องกันไปด้วย

