

Supported by:

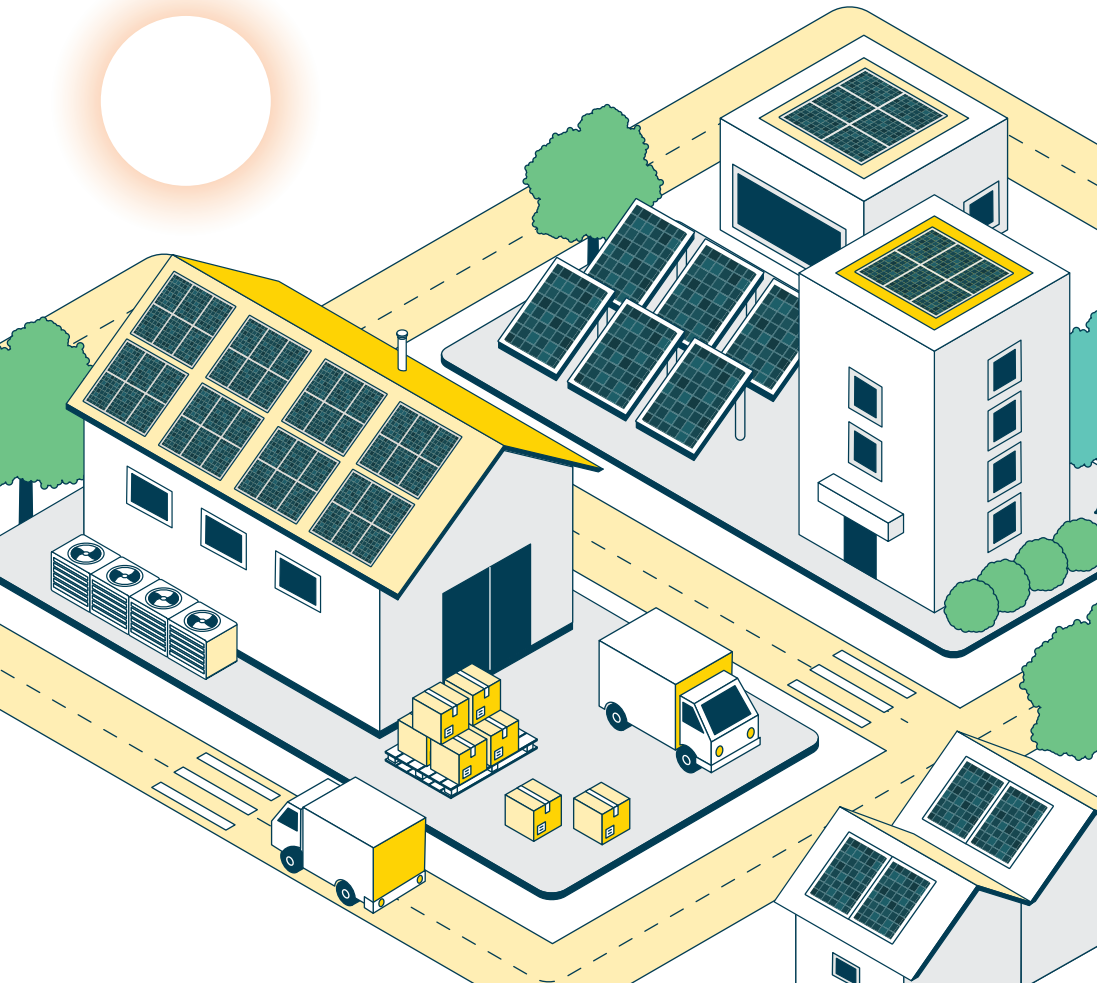


on the basis of a decision
by the German Bundestag



BANGKOK SOLAR CITY GUIDEBOOK

คู่มือการติดตั้งโซลาร์บนหลังคา
สำหรับอุตสาหกรรม





Bangkok Solar City

กรุงเทพมหานครมุ่งมั่นพัฒนาสู่การเป็น **“มหานครแห่งโซลาร์”** ด้วยแผนพัฒนาที่ครอบคลุมทั้งภาคประชาชน ภาคธุรกิจ และหน่วยงานภาครัฐ แผนการนี้มุ่งลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ส่งเสริม พลังงานสะอาด และสร้างสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนสำหรับคนกรุงเทพฯ

โดยได้จัดทำ **“คู่มือการติดตั้งโซลาร์บนหลังคา (Solar Rooftop Guidebook)”** เล่มที่ 1 สำหรับบ้านเรือน ที่อยู่อาศัย และอาคารขนาดเล็ก และเล่มที่ 2 สำหรับอุตสาหกรรม เพื่อให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจติดตั้งโซลาร์

สนับสนุนโดย :



จัดทำโดย :



ผู้เขียน : อทิเมท เทียมสอาด

ออกแบบปกและรูปเล่ม : the ist design

ปีที่จัดทำ : 2568

สารบัญ

บทนำ

สิ่งที่ต้องพิจารณาก่อนติดตั้งระบบโซลาร์ระดับอุตสาหกรรม	4
ติดตั้งระบบโซลาร์ได้ประโยชน์อย่างไร ลงทุนเท่าไร	5
ขั้นตอนที่ต้องดำเนินการในการติดตั้งระบบโซลาร์แบบออนกริดระดับอุตสาหกรรม	6

บทที่ 1 : ความเข้าใจเกี่ยวกับโซลาร์

ภาพรวมระบบโซลาร์ในระดับอุตสาหกรรม	8
ส่วนประกอบของระบบโซลาร์แบบออนกริด	
• แผงโซลาร์เซลล์	10
• อินเวอร์เตอร์	11
• มิเตอร์วัดการผลิต (Revenue Meter)	12
• มิเตอร์วัดคุณภาพไฟฟ้า (Power Quality Meter)	12
• อุปกรณ์วัดสภาพอากาศ	13
• ระบบเฝ้าระวัง (Monitoring System)	13

บทที่ 2 : ขั้นตอนการพิจารณาและติดตั้งระบบโซลาร์ระดับอุตสาหกรรม

ขั้นตอนการพิจารณาและติดตั้งระบบโซลาร์ระดับอุตสาหกรรม	15
ติดตั้งระบบโซลาร์แบบรับเหมาหรือสัญญาซื้อขายไฟ	16
ประเมินกำลังติดตั้ง	
• ขนาดที่เหมาะสม	17
• การคำนวณพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า	18
ประเมินความคุ้มค่าจากการติดตั้ง	
• ประเมินความคุ้มค่าจากการติดตั้งแบบง่าย	20
• ประเมินความคุ้มค่าจากการติดตั้งแบบละเอียด	21
• ประเมินความคุ้มค่าจากการติดตั้งแบบเตอรี	24
แนวทางในการเลือกผู้รับเหมามาติดตั้งระบบโซลาร์	26
รายละเอียดในการสำรวจ	27
ตรวจสอบข้อเสนอราคาและเงื่อนไขการชำระเงินก่อนลงนามสัญญา	
• สำหรับรูปแบบรับเหมา	28
• สำหรับรูปแบบสัญญาซื้อขายไฟ	30

เครื่องมือทางการเงิน	32
มาตรฐานการออกแบบ การเลือกอุปกรณ์ และความปลอดภัย	
• มาตรฐานการออกแบบและเลือกอุปกรณ์	33
• มาตรฐานความปลอดภัยในระบบโซลาร์	33
• มาตรฐานที่ต่างออกไปในระบบโซลาร์รูปแบบต่างๆ	34
รายการขออนุญาตที่เกี่ยวข้องกับระบบโซลาร์ระดับอุตสาหกรรม	35
การกำกับดูแลการก่อสร้างและการส่งมอบ	
• ตัวอย่างงานโดยสังเขปในการติดตั้งระบบโซลาร์ในระดับอุตสาหกรรมขนาดไม่เกิน 1MW	36
• สิ่งที่ต้องทำหรือกำกับให้ผู้ติดตั้งปฏิบัติระหว่างการก่อสร้าง	37
• รายการที่ควรทำตอนตรวจรับงาน	38
การดูแลและบำรุงรักษา	
• การตรวจสอบประสิทธิภาพการผลิตโดยทั่วไป	39
• การตรวจสอบและแก้ไขปัญหา	40
• การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	41

บทที่ 3 : การขออนุญาต

รายการขออนุญาตที่เกี่ยวข้องกับระบบโซลาร์ที่ขนาดต่าง ๆ	43
• การขอใบอนุญาต อ.1	44
• การขออนุญาตไฟ	45
• การขอใบอนุญาตให้ผลิตพลังงานควบคุม (พค.2)	46
• การขอใบอนุญาตประกอบกิจการไฟฟ้า	47

บทที่ 4 :แนวทางการเลือกอุปกรณ์และผู้รับเหมา

แนวทางการเลือกผู้รับเหมา	49
แนวทางการเลือกอุปกรณ์แผงโซลาร์	50
แนวทางการเลือกอุปกรณ์อินเวอร์เตอร์	54
แนวทางการเลือกอุปกรณ์อื่นๆ	58

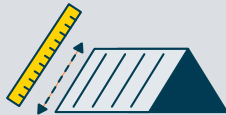
บทสรุป	60
--------	----

สิ่งที่ต้องพิจารณา ก่อนติดตั้งระบบโซลาร์ระดับอุตสาหกรรม

ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยเทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์ (ในคู่มือนี้จะเรียกสั้น ๆ ว่าระบบโซลาร์) เป็นการนำแสงอาทิตย์มาผลิตไฟฟ้าใช้ในบ้านเรือน อาคาร หรือโรงงาน ช่วยประหยัดค่าไฟอีกทั้งยังเป็นพลังงานที่สะอาด จึงถือเป็นการช่วยบรรเทาภาวะโลกร้อนอีกด้วย

แม้จะมีข้อดีหลากหลาย แต่ระบบโซลาร์ยังมีข้อจำกัดบางประการ และไม่ใช่ว่าการติดตั้งระบบโซลาร์จะเหมาะสมกับทุกครัวเรือน ผู้ที่เหมาะสมต้องมีความพร้อมในหลายด้าน อาทิ พื้นที่หลังคาที่เหมาะสม พฤติกรรมการใช้ไฟ รูปแบบสัญญาการติดตั้งระบบโซลาร์ ทุนทรัพย์ ตลอดจนความพร้อมที่จะรับภาระผูกพันกับระบบเป็นระยะเวลาหลายปี ในคู่มือนี้จะมีการแจกแจงสิ่งที่จะต้องพิจารณาก่อนติดตั้งโดยละเอียด

รายการที่ต้องพิจารณา ว่าเราเหมาะกับการติดตั้งระบบโซลาร์หรือไม่ สำหรับผู้ติดตั้งระดับอุตสาหกรรม



พื้นที่หลังคาเหมาะสม

- พื้นที่หลังคาเพียงพอ
- ไม่มีเงาบดบัง
- ฝุ่นไม่จับตัวไว



พฤติกรรมการใช้ไฟ

- มีการใช้ไฟเวลากลางวัน
- ไม่หยุดเสาร์-อาทิตย์
- ไม่มีแผนปิดตัวในเร็ว ๆ นี้

Turnkey Private PPA



รูปแบบสัญญา ทุนทรัพย์

- ลงทุนเอง (สัญญา Turnkey)
- ผู้อื่นลงทุนให้ (Private PPA)
- หากลงทุนเอง ทุนทรัพย์เพียงพอหรือไม่



พร้อมรับภาระผูกพัน

- พร้อมดูแลบำรุงรักษา
- ย้ายที่ตั้งหรือปรับเปลี่ยนธุรกิจยากขึ้น เพราะมีข้อผูกมัดต้องใช้ไฟตลอด

ติดตั้งระบบโซลาร์ ได้ประโยชน์อย่างไร ลงทุนเท่าไร



คำนวณว่าเราเหมาะกับ
ขนาดติดตั้งเท่าใด

การติดตั้งระบบโซลาร์ขนาดใหญ่จะช่วยลดต้นทุนการผลิต ส่งผลให้ทางเลือกในการลงทุนเพิ่มขึ้น ผู้สนใจติดตั้งระบบโซลาร์อาจเลือกติดตั้งภายใต้เงื่อนไขแบบรับเหมาติดตั้งระบบ (Turn-key) หรือแบบสัญญาซื้อขายไฟระยะยาว (Private PPA) โดยเงื่อนไขทั้งสองกรณีมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป ตามตารางด้านล่างนี้



เงื่อนไข
การติดตั้ง

รูปแบบรับเหมา (Turn-key)

ว่าจ้างผู้รับเหมาให้ติดตั้งระบบโซลาร์ และโอนกรรมสิทธิ์ระบบโซลาร์ให้ผู้ว่าจ้าง

รูปแบบสัญญาซื้อขายไฟ (Private PPA)

บริษัทติดตั้งระบบโซลาร์ให้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย แต่ผู้ว่าจ้างไม่ใช่เจ้าของ และต้องซื้อไฟจากผู้ลงทุน แต่เป็นอัตราที่ถูกกว่าค่าไฟทั่วไป



ข้อดีและ
ข้อเสีย

ข้อดี

- ผลประหยัดสูง
- ไม่มีสัญญาเป็นภาระผูกพัน

ข้อเสีย

- เงินลงทุนสูง

ข้อดี

- ไม่ต้องลงทุนเอง
- ไม่ต้องดูแลระบบเอง

ข้อเสีย

- มีข้อผูกมัดจากสัญญาขายไฟระยะยาว
- ผลประหยัดรวมน้อยกว่า



ทุน

ตัวอย่างระบบ 1.0 MW

ลงทุน : 21.5 ลบ.
ผลประหยัดปีแรก : 4.4 ลบ.
ผลประหยัด 15 ปี : 63.4 ลบ.
ระยะเวลาคืนทุน : 4.71 ปี

ตัวอย่างระบบ 1.0 MW

ลงทุน : 0.0 ลบ.
ผลประหยัดปีแรก : 1.3 ลบ.
ผลประหยัด 15 ปี : 19.0 ลบ.
ระยะเวลาคืนทุน : 0.0 ปี



ภาระผูกพัน

- ต้องดูแลระบบเอง
- การลงทุนจะไม่คุ้มค่า หากใช้ไม่ถึงจุดคุ้มทุนแต่มีเหตุต้องเปลี่ยนหลังคา หรือย้ายสถานที่

- ต้องซื้อไฟฟ้าจากผู้ลงทุนตลอดอายุสัญญา อาจเป็นอุปสรรคต่อการปรับแผนธุรกิจ
- ผู้ลงทุนดูแลระบบให้ทั้งหมด

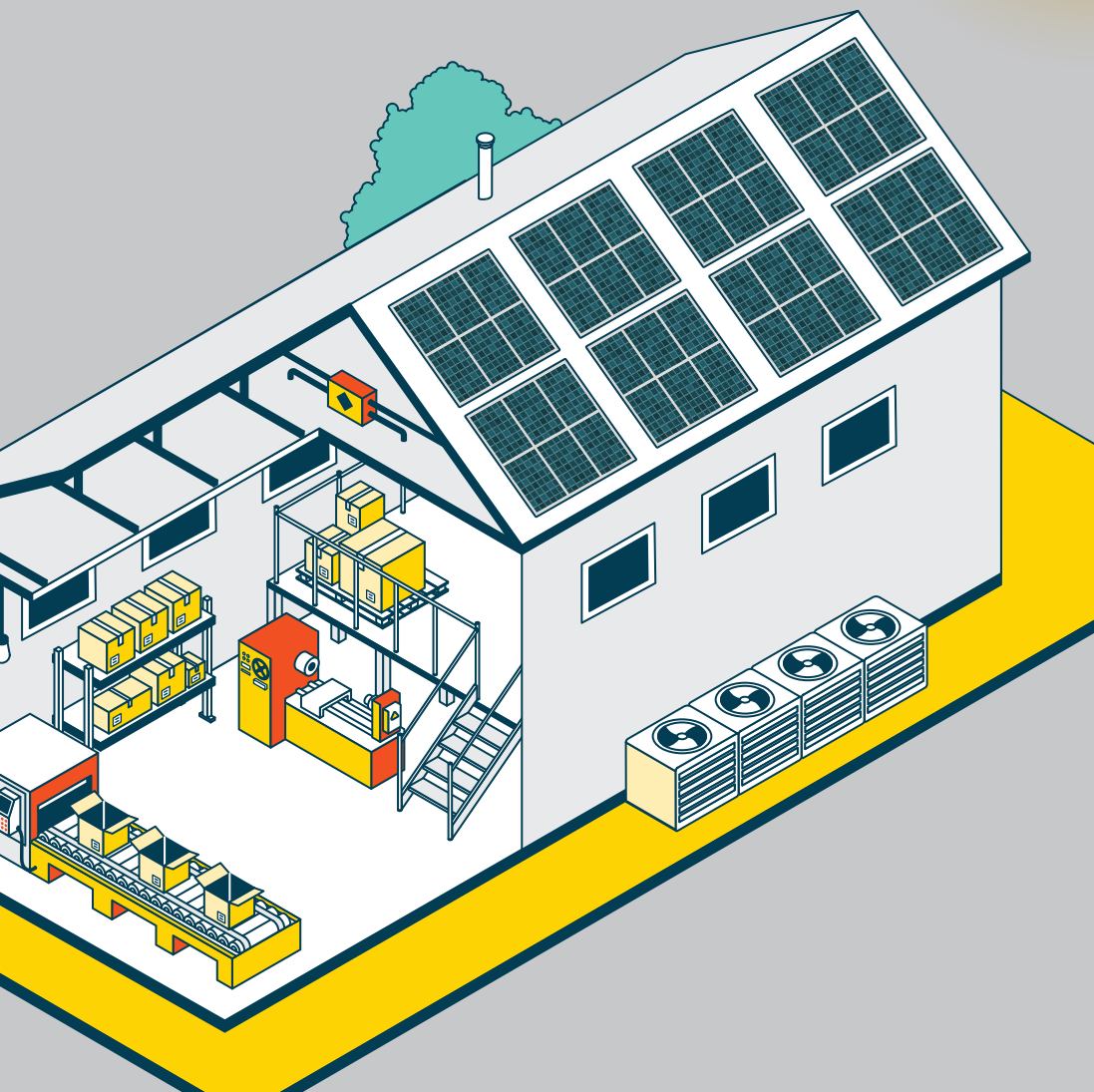
ขั้นตอนที่ต้องดำเนินการในการติดตั้งระบบโซลาร์แบบออนกริดระดับอุตสาหกรรม

ระบบโซลาร์เป็นระบบที่มีมูลค่าสูง จึงต้องมีการพิจารณาการติดตั้งอย่างรอบคอบ และต้องทำความเข้าใจขั้นตอนที่ซับซ้อนโดยจะมีคำอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมในคู่มือฉบับนี้ ทั้งนี้ ลำดับการพิจารณาและการติดตั้งโดยสังเขปมีดังต่อไปนี้



บทที่ 1

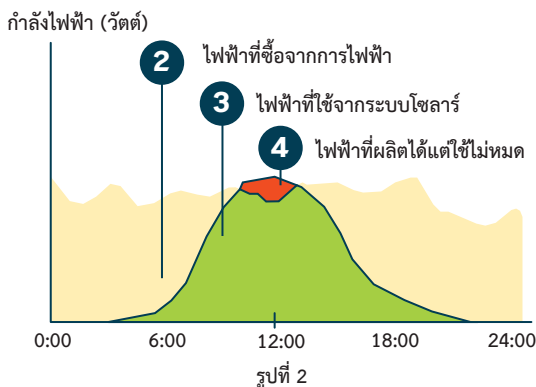
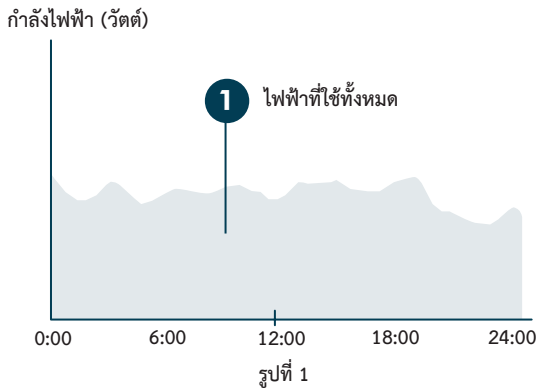
ทำความเข้าใจการทำงานของ ระบบโซลาร์



ภาพรวมระบบโซลาร์ ในระดับอุตสาหกรรม

โรงงานหรือสถานประกอบการโดยทั่วไปมีการใช้ไฟฟ้าในการดำเนินงานมหาศาล ในกรณีที่ไม่ได้ติดตั้งระบบโซลาร์ ผู้ประกอบการจะต้องซื้อไฟฟ้าทั้งหมดจากการไฟฟ้า (รูปที่ 1) ซึ่งอัตราค่าไฟขึ้นอยู่กับประเภทมิเตอร์⁽¹⁾ การติดตั้งระบบโซลาร์จะช่วยลดสัดส่วนการซื้อไฟจากการไฟฟ้าลดลง (รูปที่ 2) เนื่องจากการใช้ไฟฟ้าจากระบบโซลาร์ทดแทน (รูปที่ 3) แต่หากระบบโซลาร์ผลิตไฟฟ้ามากเกินไปปริมาณการใช้งานก็จะสูญเสียพลังงานส่วนนั้นไป (รูปที่ 4)

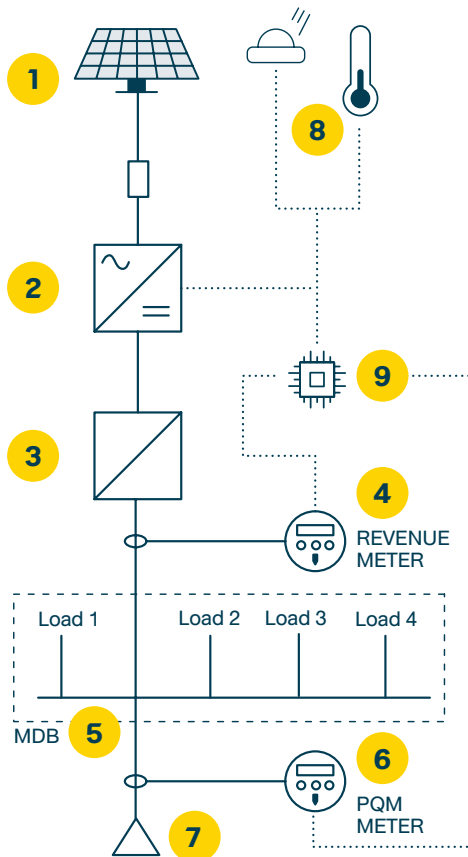
ด้วยเหตุนี้ หากโรงงานมีการใช้ไฟตอนกลางวันในปริมาณมากและคงที่ จะช่วยให้ระบบโซลาร์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ แต่หากเป็นโรงงานที่ไม่ใช้ไฟตอนกลางวัน พักเที่ยง หรือหยุดวันเสาร์อาทิตย์ อาจมีสัดส่วนไฟฟ้าที่ผลิตได้แต่ไม่ได้ใช้ประโยชน์เกิดขึ้น ส่งผลให้ระบบโซลาร์ที่ติดตั้งไว้เสียโอกาสที่จะช่วยโรงงานหรือสถานประกอบการประหยัดค่าไฟ



⁽¹⁾ สามารถศึกษาอัตราค่าไฟได้จาก

ส่วนประกอบของระบบโซลาร์ แบบออนกริด

ภาพรวม



ส่วนประกอบที่ควรทำความเข้าใจ
สำหรับระบบโซลาร์ขนาดอุตสาหกรรม
มีดังต่อไปนี้

1. แผงโซลาร์เซลล์: ผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์
2. อินเวอร์เตอร์: แปลงไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์เป็นไฟฟ้ากระแสสลับพร้อมใช้งาน
3. ระบบป้องกัน: ตัดหรือต่อระบบโซลาร์ออกจากระบบไฟและป้องกันไฟเกิน
4. มิเตอร์วัดการผลิต: วัดปริมาณไฟฟ้าที่ระบบโซลาร์ผลิตได้
5. วงจรกระจายไฟฟ้า: ควบคุมระบบไฟฟ้าและเป็นจุดเชื่อมต่อระบบโซลาร์
6. มิเตอร์วัดคุณภาพไฟฟ้า: วัดปริมาณทางไฟฟ้า ณ จุดเชื่อมต่อการไฟฟ้า
7. จุดเชื่อมต่อการไฟฟ้า: จุดเชื่อมต่อเพื่อรับไฟจากการไฟฟ้า
8. อุปกรณ์วัดสภาพอากาศ: วัดความเข้มแสงและอุณหภูมิ
9. ระบบเฝ้าระวัง: อ่านค่าจากอุปกรณ์และส่งเข้าระบบเพื่อแสดงผล

แผงโซลาร์เซลล์

แผงโซลาร์เซลล์ (Solar panel) สามารถรับและเปลี่ยนแสงแดดให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงได้ สิ่งที่เราควรรู้เกี่ยวกับแผงโซลาร์ คือ ประเภท ประสิทธิภาพ และการรับประกันของแผง

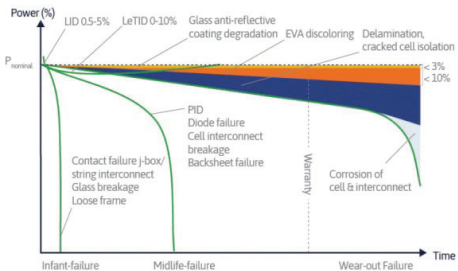
ประเภทของแผงโซลาร์เซลล์

แผงโซลาร์เซลล์มีหลายประเภท ไม่ว่าจะเป็นแผงอะมอร์ฟิส แผงโพลีคริสตัลไลน์ หรือแผงโมโนคริสตัลไลน์ ปัจจุบันแผงโมโนคริสตัลไลน์เป็นที่นิยมในตลาด เนื่องจากมีกำลังการผลิตสูงเมื่อเทียบกับราคา

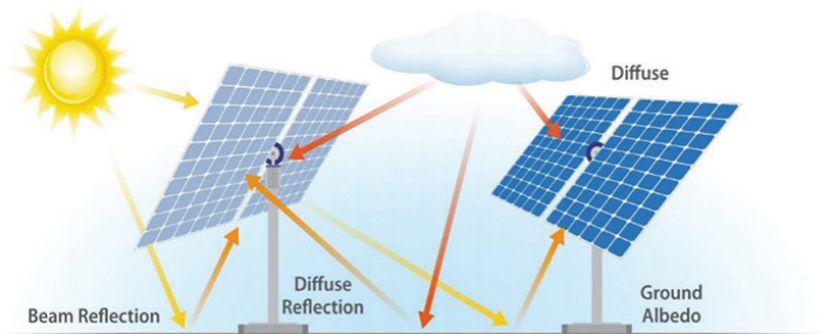
แผงโมโนคริสตัลไลน์แต่ละรุ่นใช้เทคโนโลยีแตกต่างกัน เช่น เทคโนโลยี ฮาล์ฟคัท (half-cut) ช่วยลดปัญหาเงาบัง เทคโนโลยีไบเพเซียล ที่ทำให้แผงโซลาร์รับแสงแดดได้ทั้งสองด้าน เหมาะสำหรับการติดตั้งบนพื้นเรียบ หรือเทคโนโลยีเอ็นไทป์ (N-Type) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ช่วยให้ประสิทธิภาพการผลิตดีขึ้น และลดอัตราการเสื่อมสภาพของแผง

ประสิทธิภาพและการรับประกันของแผงโซลาร์เซลล์

ประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์เสื่อมสภาพตามกาลเวลา หากแต่คาดการณ์ได้จากการคำนวณผลตอบแทน การรับประกันประสิทธิภาพโดยผู้ผลิตจึงเป็นเรื่องสำคัญ มิฉะนั้น หากแผงเสื่อมสภาพเร็วกว่าที่คำนวณไว้ ผลตอบแทนย่อมไม่สูงตามคาด และอาจมีปัญหาด้านความปลอดภัยอีกด้วย



การเสื่อมประสิทธิภาพของแผง

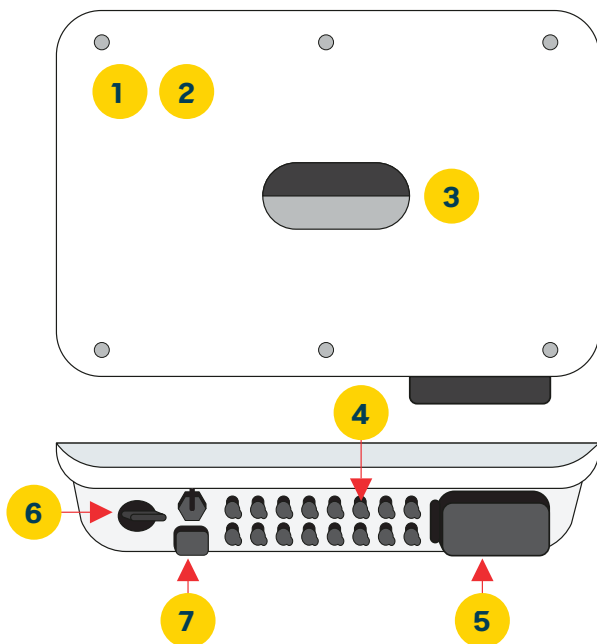


หลักการใช้แสงสะท้อน ของไบเพเซียล

อินเวอร์เตอร์

แผงโซลาร์เซลล์ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง แต่เครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องจักรส่วนใหญ่ล้วนแต่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับในการทำงาน ดังนั้นอินเวอร์เตอร์จึงมีหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าจากกระแสตรงเป็นกระแสสลับเพื่อให้เราใช้งานได้ นอกจากนี้อินเวอร์เตอร์ยังมีหน้าที่สำคัญอีกหลายประการอีกด้วย

ส่วนประกอบของอินเวอร์เตอร์ และหน้าที่ของส่วนประกอบ

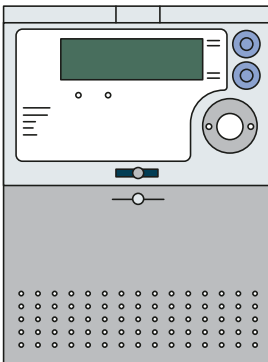


1. เซนเซอร์ตรวจวัดปริมาณทางไฟฟ้า ทำหน้าที่ตรวจวัดปริมาณต่างๆ และแสดงผล
2. สมองกลควบคุมคุณภาพไฟฟ้า ทำหน้าที่ปรับคุณภาพไฟฟ้าให้เหมาะสม
3. หน้าจอ และไฟ LED เป็นหน้าจอหรือไฟบอกค่าหรือสถานะการทำงานของอินเวอร์เตอร์
4. DC Input เป็นช่องสำหรับรับไฟฟ้ากระแสตรงจากระบบโซลาร์
5. AC Output เป็นช่องจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบเพื่อนำออกไปใช้งาน
6. On-Off Switch ใช้เปิดและปิด โดยปกติสวิตช์จะอยู่ที่ Power on แม้ในตอนกลางคืน
7. Communication Port เชื่อมต่อ Wifi และส่งค่าขึ้นระบบเฝ้าระวัง

มิเตอร์วัดการผลิต (Revenue Meter)

เป็นอุปกรณ์สำคัญในการวัดปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบโซลาร์เซลล์ ในระบบโซลาร์ระดับอุตสาหกรรม การตรวจสอบผลผลิตของระบบโซลาร์อย่างสม่ำเสมอเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อสังเกตประสิทธิภาพการทำงาน ในกรณีที่พบสัญญาณซื้อขายไฟ ปริมาณหน่วยไฟฟ้าที่แสดงผลนี้เป็นส่วนสำคัญในการคำนวณค่าไฟ ดังนั้นมิเตอร์ที่ใช้ต้องมีความแม่นยำและความเสถียรสูง

ตัวอย่างมิเตอร์วัดไฟ

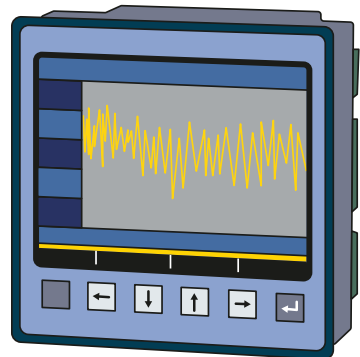


- ✓ ความแม่นยำ คลาส 0.5
- ✓ แยกไฟออนและออฟพีค
- ✓ มีหน่วยความจำย้อนหลัง

มิเตอร์วัดคุณภาพไฟฟ้า (Power Quality Meter)

เป็นอุปกรณ์ตรวจสอบคุณภาพไฟฟ้า ณ จุดเชื่อมต่อกับระบบของการไฟฟ้า โดยปกติมิเตอร์นี้จะทำงานควบคู่กับระบบ Zero export หรือระบบป้องกันไฟไหลย้อน ในระบบขนาดใหญ่จะทำงานควบคู่กับระบบ Protection Relay ด้วย เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดของการไฟฟ้า

ตัวอย่างมิเตอร์วัดคุณภาพไฟฟ้า



- ✓ ความแม่นยำ คลาส 0.5
- ✓ วัดปริมาณทางไฟฟ้า
- ✓ วัดความถี่



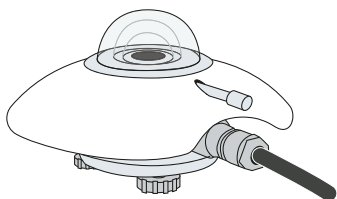
TIPS

การติดตั้งระบบโซลาร์ภายใต้เงื่อนไขสัญญาซื้อขายไฟระหว่างเอกชน (Private PPA) ในบางกรณีต้องมีการแยกหน่วยไฟฟ้าที่ผลิตจากระบบโซลาร์เป็นไฟฟ้าที่ผลิตได้ในช่วงออนพีคกับช่วงออฟพีค เนื่องจากราคาไฟฟ้าทั้งสองช่วงไม่เท่ากัน ผู้ขายไฟฟ้าจะจำแนกปริมาณหน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้จากช่วงออนพีคและออฟพีคจากมิเตอร์ดังกล่าว และนำมาคูณกับอัตราค่าไฟตามทีตกลงกันได้

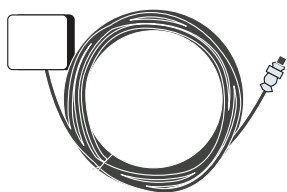
อุปกรณ์ วัดสภาพอากาศ

อุปกรณ์วัดสภาพอากาศมีส่วนประกอบสำคัญ คือ ตัววัดความเข้มแสง (Pyranometer) และตัววัดอุณหภูมิแผง (Module Temperature Sensor) ทั้งสองส่วนมีความสำคัญต่อการประเมินประสิทธิภาพของระบบผลิตไฟฟ้า ซึ่งการประเมินระบบดังกล่าวต้องตรวจสอบปริมาณแสงอาทิตย์ที่ส่องถึงแผงโซลาร์ นอกจากนี้อุณหภูมิของแผงก็มีผลต่อประสิทธิภาพเช่นกัน เพราะประสิทธิภาพในการทำงานของแผงโซลาร์จะลดลงเล็กน้อยหากแผงมีอุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส

ตัวอย่างอุปกรณ์วัดสภาพอากาศ



ตัววัดค่าแสง

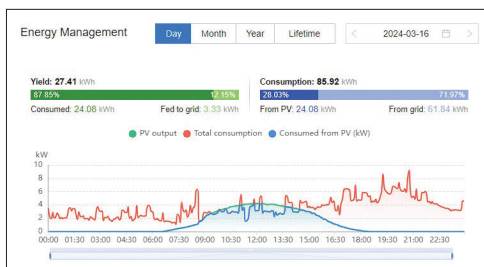


ตัววัดอุณหภูมิแผง

ระบบเฝ้าระวัง (Monitoring System)

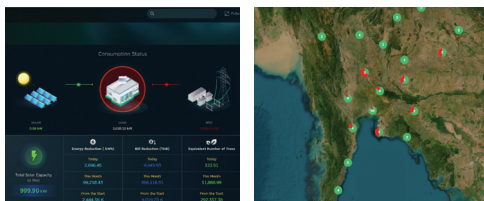
ระบบเฝ้าระวัง คือ ระบบตรวจสอบการผลิตและปัญหาต่าง ๆ ของอุปกรณ์ทุกชิ้นได้โดยการนำค่าจากอุปกรณ์ส่วนต่าง ๆ มาประมวลผลในระบบคอมพิวเตอร์ แม้ว่าอินเวอร์เตอร์ส่วนใหญ่จะมาพร้อมกับระบบเฝ้าระวัง แต่อาจไม่เพียงพอต่อการใช้งาน และมีความเป็นไปได้ที่จะต้องว่าจ้างผู้ติดตั้งระบบเฝ้าระวังมาติดตั้งระบบให้เพิ่มเติมตามความต้องการ

ตัวอย่างระบบเฝ้าระวังที่มาพร้อมอินเวอร์เตอร์



- ✓ แสดงการผลิต
- ✓ แสดงผลประหยัด
- ✓ แสดงสถานะอุปกรณ์
- ✓ วิเคราะห์ข้อมูลดิบ

ตัวอย่างระบบเฝ้าระวังที่จ้างติดตั้งเพิ่ม



- ✓ ต้องการเชื่อมกับระบบโรงงาน
- ✓ ต้องการบริหารหลายสาขา
- ✓ ทำงานร่วมกับแหล่งผลิตอื่นๆ
- ✓ ต้องการแสดงผลแบบสวยงาม

บทที่ 2

ขั้นตอน การพิจารณาและติดตั้ง ระบบโซลาร์ระดับ อุตสาหกรรม



ขั้นตอนการพิจารณาและติดตั้ง ระบบโซลาร์ระดับอุตสาหกรรม

ขั้นตอนการพิจารณาและติดตั้งระบบโซลาร์ระดับอุตสาหกรรม หรือ C&I มีส่วนที่แตกต่างเล็กน้อย
ระหว่างการติดตั้งแบบ EPC และ Private PPA โดยมีรายละเอียดดังนี้



1
เลือกการติดตั้ง
แบบรับเหมา
หรือสัญญาซื้อขายไฟ



2
ประเมิน
กำลังติดตั้ง



3
ประเมิน
ความคุ้มค่า



6
ตรวจสอบข้อเสนอ
หรือเงื่อนไขสัญญา



5
การสำรวจ



4
การเลือก
ผู้รับเหมาติดตั้ง



7
เครื่องมือ
ทางการเงิน



8
มาตรฐานและ
ความปลอดภัย



9
รายการใบอนุญาต



11
การดูแลและ
บำรุงรักษา



10
การกำกับดูแลการก่อสร้าง
และการตรวจรับงาน

ติดตั้งระบบโซลาร์แบบรับเหมา หรือสัญญาซื้อขายไฟ

ผู้สนใจติดตั้งระบบโซลาร์ขนาดใหญ่หรือมีกำลังการใช้ไฟสูงมีสองทางเลือกในการติดตั้งระบบโซลาร์ คือ ติดตั้งผ่านรูปแบบรับเหมา หรือติดตั้งผ่านรูปแบบสัญญาซื้อขายไฟ ทั้งสองทางเลือกมีจุดเด่นที่ต่างกัน การพิจารณาความเหมาะสมจึงต้องพิจารณาหลายปัจจัย เช่น หากเรามีเงินก้อน และไม่มีแผนการลงทุนอื่นใด อาจพิจารณาติดตั้งรูปแบบรับเหมา เพราะจะได้รับประโยชน์จากการประหยัดไฟเต็มประสิทธิภาพ แต่หากเรามีแผนการลงทุนอื่น และไม่ต้องการจ่ายเงินก้อน อาจพิจารณาติดตั้งรูปแบบสัญญาซื้อขายไฟ ซึ่งจะช่วยประหยัดค่าไฟได้โดยไม่ต้องเสียเงินลงทุนเอง เพียงแต่จะได้รับประโยชน์จากผลประหยัดได้ไม่เต็มที่ เพราะต้องจ่ายค่าไฟฟ้าให้แก่ผู้ลงทุนติดตั้ง ส่วนประเด็นอื่นที่ต้องพิจารณาสามารถดูได้จากตารางด้านล่างนี้

ติดตั้งรูปแบบรับเหมา

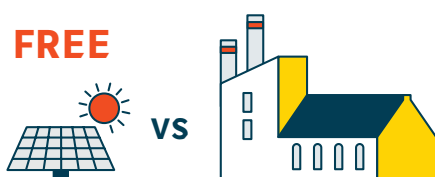


- ✓ ลงทุนเองทั้งหมด
- ✓ ประหยัดไฟเต็มที่
- ✓ เป็นเจ้าของระบบ
- ✓ ดูแลรักษาเอง

เหมาะสำหรับ

- เหมาะสำหรับผู้ที่ไม่มีเงินก้อนและไม่มีแผนใช้เงินก้อนนั้นลงทุน
- เหมาะสำหรับผู้ที่มีความพร้อมด้านบุคลากรที่สามารถดูแลระบบได้
- เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการความคล่องตัว หรือมีแผนย้ายที่ตั้งสถานประกอบการ

ติดตั้งรูปแบบซื้อขายไฟ



FREE

- ✓ ไม่เสียเงินลงทุน
- ✓ แบ่งผลประหยัดกับผู้ลงทุน
- ✓ ไม่ได้เป็นเจ้าของระบบ
- ✓ ไม่ต้องดูแลรักษาเอง

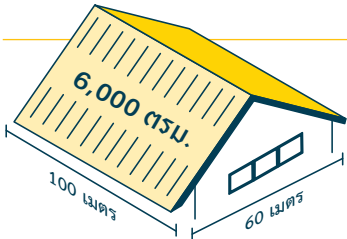
เหมาะสำหรับ

- เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการเก็บเงินก้อนไว้ลงทุนในด้านอื่น ๆ
- เหมาะสำหรับผู้ที่ไม่ต้องการรับภาระดูแลรักษาระบบโซลาร์
- เหมาะสำหรับผู้ที่มีแผนการใช้ไฟชัดเจน และไม่มีแผนย้ายที่ตั้งสถานประกอบการ

ประเมินกำลังติดตั้ง

ขนาดที่เหมาะสม

หลังจากเลือกรูปแบบที่ต้องการติดตั้งแล้ว ประเด็นที่ต้องพิจารณาถัดมา คือ ขนาดที่เหมาะสมของระบบ โดยพิจารณา 3 ประเด็นหลัก คือ พื้นที่หลังคา พฤติกรรมการใช้ไฟ และงบประมาณของผู้ใช้ไฟ ทั้งนี้ ผู้รับเหมาส่วนใหญ่มักให้คำแนะนำเกี่ยวกับขนาดการติดตั้งด้วยเช่นกัน



พื้นที่หลังคา

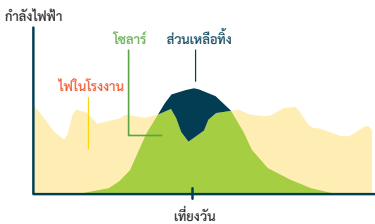
พื้นที่ 7 ตารางเมตร ติดตั้งได้ 1 kW

เช่น หลังคากว้าง 60 เมตร ยาว 100 เมตร

มีพื้นที่รวม 6,000 ตารางเมตร

ติดตั้งได้ประมาณ $6000/7 = 857\text{kW}$

พฤติกรรมการใช้ไฟ



ติดตั้งให้ผลิตพอดีกับการใช้ไฟ

ติดตั้งขนาดที่เหมาะสมกับการใช้ไฟช่วงกลางวัน โดยสามารถประเมินได้ 2 วิธีหลัก ดังนี้

1. ประเมินด้วยใบเสร็จค่าไฟ
2. วิเคราะห์ข้อมูลการใช้ไฟฟ้า



งบประมาณที่มี

ราคาเฉลี่ยวัตต์ละ 20 บาท

ราคาการติดตั้งระบบโซลาร์ขนาดใหญ่หรือ 200 kW ขึ้นไปอาจมีราคาอยู่ที่ 15-25 บาทต่อวัตต์ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับสภาพหน้างาน เช่น หากต้องปรับปรุงหลังคา อาจมีค่าก่อสร้างเพิ่มขึ้น



TIPS

ในกรณีที่สภาพหน้างานมีความซับซ้อน ค่าติดตั้งจะสูงตามไปด้วย เช่น ถ้ามีการปรับปรุงหลังคา ก่อนการติดตั้งระบบโซลาร์ ค่าจ้างผู้รับเหมาย่อมแพงขึ้น ในขณะเดียวกัน หากเป็นรูปแบบสัญญาซื้อขายไฟ ผู้ใช้งานอาจได้รับข้อเสนอที่ไม่น่าสนใจ หรือส่วนลดค่าไฟที่น้อยลง เนื่องจากผู้ลงทุนต้องเสียค่าก่อสร้างมากขึ้น

การคำนวณพฤติกรรม การใช้ไฟฟ้า

ในขั้นตอนการประเมินกำลังติดตั้ง ผู้ใช้งานควรทำความเข้าใจโดยละเอียด เพื่อจะได้ตรวจสอบสิ่งที่ผู้รับเหมาเสนอ เพราะการติดตั้งขนาดที่ไม่เหมาะสมอาจส่งผลต่อความคุ้มค่าในการลงทุน เราสามารถประเมินกำลังติดตั้งได้ด้วยพฤติกรรมการใช้ไฟ 2 วิธี ทั้งแบบง่ายและแบบละเอียด ดังนี้

วิธีการคำนวณแบบง่ายโดยการตรวจสอบการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในแต่ละเดือน

หาค่าใช้ไฟ
12 เดือน
ย้อนหลัง

ประเภทการใช้ไฟฟ้า (ตามฤดูกาล)	หน่วย	อัตราค่าไฟฟ้า	รวม
การใช้ไฟฟ้าในฤดูร้อน	125,711.71 kWh	150,000 บาท/หน่วย	18,856,756.50 บาท
การใช้ไฟฟ้าในฤดูฝน	20,073.04 kWh	150,000 บาท/หน่วย	3,010,956.00 บาท
การใช้ไฟฟ้าในฤดูหนาว	2,222.22 kWh	150,000 บาท/หน่วย	333,333.00 บาท
รวมค่าไฟฟ้า	148,006.97 kWh		22,201,045.50 บาท

x 12

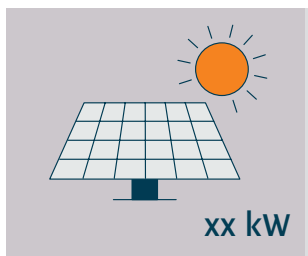
เฉลี่ยค่า
กำลังไฟฟ้า
สูงสุด

บิลประจำเดือน 06/64

จำนวน On Peak	150,000 หน่วย
จำนวน Off Peak	155,000 หน่วย
จำนวน On Peak	946 กิโลวัตต์
จำนวน Off Peak	876 กิโลวัตต์
จำนวน	944 กิโลวัตต์

เฉลี่ยกิโลวัตต์ Peak 12 เดือน
นำกิโลวัตต์ Peak ทั้ง 12 เดือน
มารวมกันและหาร 12

เลือกกำลัง
ติดตั้งพอดี



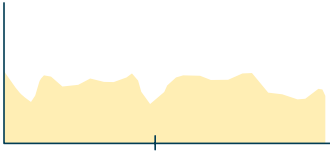
เฉลี่ยได้เท่าไร
ติดตั้งประมาณนั้น
และสามารถติดตั้งเพิ่มเติม
ได้ตามความเหมาะสมของ
พื้นที่หลังคา



- การใช้ไฟส่งผลต่อความคุ้มค่า หากการใช้ไฟไม่สอดคล้องกับการผลิตย่อมส่งผลต่อความคุ้มค่า ทั้งนี้ มีข้อควรระวังดังต่อไปนี้
- กำลังไฟฟ้าสูงสุดนั้นเกิดในช่วงกลางวัน
 - การใช้ไฟในช่วงกลางวันสูงและต่อเนื่อง
 - มีแผนใช้ไฟในระยะยาวจนเลยจุดคุ้มทุน หากมีแผนจะเลิกกิจการหรือย้ายโรงงาน อาจไม่คุ้มค่าที่จะลงทุน

วิธีการคำนวณแบบละเอียดโดยการวิเคราะห์การใช้ไฟราย 1 ชั่วโมง ตลอดปี เทียบกับผลจำลองการผลิตไฟ

ข้อมูล Load Profile*



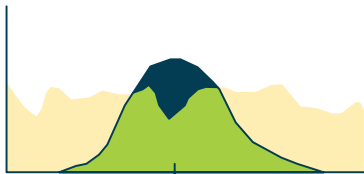
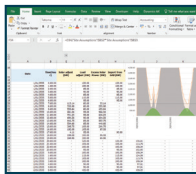
ดูได้จากข้อมูลย้อนหลังที่มิเตอร์โรงงาน บันทึกไว้ หรือวัดใหม่เพื่อเก็บสะสมค่าการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคสามารถดึงข้อมูลจากระบบของการไฟฟ้าได้

ข้อมูลจำลองการผลิตจาก PVSyst



โปรแกรม PVSyst สามารถประมาณปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ใน 1 ปี เป็นรายชั่วโมง โดยใช้ข้อมูลสถานที่ รูปแบบหลังคา และข้อมูลเชิงเทคนิคของระบบโซลาร์

เปรียบเทียบการผลิตและข้อมูลการใช้ไฟฟ้า



เปรียบเทียบข้อมูลรายชั่วโมงของการใช้งานและการผลิตใน Excel เพื่อดูปริมาณไฟเหลือใช้ใน 1 ปี

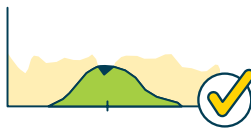
วิเคราะห์หาจุดที่เหมาะสม



Option 1

ติดตั้งขนาดเล็ก ไม่มีไฟฟ้าส่วนเกิน

เปรียบเทียบข้อมูลรายชั่วโมงของการใช้งานและการผลิตใน Excel เพื่อดูปริมาณไฟเหลือใช้ใน 1 ปี



Option 2

ติดตั้งขนาดกลางมีไฟฟ้าส่วนเกินเล็กน้อย



Option 3

ติดตั้งขนาดใหญ่ มีไฟฟ้าส่วนเกินปริมาณมาก

หมายเหตุ : *Load profile หมายถึงกราฟการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ในระยะเวลาต่าง ๆ ของวัน

การประเมินกำลังติดตั้งจากพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า



ประเมินความคุ้มค่า จากการติดตั้ง

ประเมินความคุ้มค่าจากการติดตั้งแบบง่าย

การประเมินความคุ้มค่าต้องเปรียบเทียบระหว่างการลงทุน ค่าใช้จ่าย และผลประโยชน์ที่ได้รับ โดยการลงทุนประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายตอนก่อสร้าง ค่าที่ปรึกษา และค่าประกันการก่อสร้าง ค่าใช้จ่ายประกอบไปด้วยค่าบำรุงรักษา ซ่อมแซม และการเปลี่ยนอะไหล่ ส่วนผลประโยชน์ที่จะได้รับ คือ เงินที่ประหยัดได้ ประเมินคร่าว ๆ ได้จากตัวอย่างดังต่อไปนี้

ตัวอย่างการประเมินความคุ้มค่าจากการติดตั้งด้วยวิธีอย่างง่าย

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง

20,000,000 บาท

ต่อ 1 MW



ผลประโยชน์ที่ได้รับ

- 1 เมกะวัตต์ ผลิตไฟได้ราว 1,400,000 หน่วย ต่อปี
- 1 หน่วยประหยัดได้ราว 3.6 บาท*
- 1 ปีจึงประหยัดได้ 5,040,000 บาท ต่อ 1 MW

ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบ

250,000 บาท

ต่อ MW ต่อปี

ค่าใช้จ่ายรวม = ค่าติดตั้ง +
ค่าใช้จ่ายเดินระบบ 5 ปี
 $20,000,000 + (5 \times 250,000)$
= 21,250,000



ผลประโยชน์ที่ได้รับ
รวม 5 ปี
 $5,040,000 \times 5$
= 25,200,000

= 5 ปี
คืนทุน

หากพิจารณาค่าใช้จ่ายรวม และ ผลประโยชน์รวมในปีที่ 5 จะเห็นว่า
ผลประโยชน์รวมเยอะกว่าค่าใช้จ่ายรวมแล้ว จึงสรุปได้ว่า
หากคำนวณอย่างง่ายแล้ว ระบบโซลาร์ 1 เมกะวัตต์คืนทุนภายใน 5 ปี



TIPS

หมายเหตุ : *ค่าไฟแต่ละคนไม่เท่ากัน ขึ้นกับว่าเราขึ้นทะเบียนเป็นผู้ใช้ไฟฟ้าชนิดใด 3.6 บาทเป็นการคำนวณผลประหยัดคร่าวๆสำหรับผู้ที่ใช้ไฟฟ้าระดับกิจการขนาดกลาง และขนาดใหญ่ เชื่อมต่อที่ 22kV ชนิด Time of use

ประเมินความคุ้มค่าจากการติดตั้งแบบละเอียด

การประเมินความคุ้มค่าแบบละเอียดอาจต้องใช้เครื่องมือเข้ามาช่วย เช่น โมเดลทางการเงิน และโปรแกรมจำลองระบบพลังงานแสงอาทิตย์อย่าง PVSyst อีกทั้งยังต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่น ๆ อาทิ การเสื่อมสภาพของแผง ดอกเบี้ยเงินกู้ ค่าเงินเฟ้อ หรือแม้แต่ค่าเบี้ยประกันโรงงานที่อาจสูงขึ้นหลังมีการติดตั้งระบบโซลาร์ ในส่วนผลประโยชน์เองอาจต้องวิเคราะห์ให้ละเอียดขึ้น เช่น ผลประหยัดไฟขึ้นกับค่าไฟ ซึ่งขึ้นกับค่า ft ด้วย และยังมีมูลค่าที่ได้รับจากการลดคาร์บอนฟุตพริ้นต์ขององค์กรด้วย

ค่าใช้จ่ายการก่อสร้าง (CAPEX)

- 1. ค่าก่อสร้างระบบโซลาร์
- 2. ค่าประกันการก่อสร้าง
- 3. ค่าปรับปรุงระบบเดิม
- 4. ค่าที่ปรึกษา

ค่าใช้จ่ายระหว่างการใช้งาน ระบบ (OPEX)

- 1. ค่าบำรุงรักษาและซ่อมแซม
- 2. ค่าประกันโรงงานที่เพิ่มขึ้นหลังติดตั้งระบบโซลาร์

ต้นทุนทางการเงิน

- 1. ดอกเบี้ยเงินกู้

ข้อมูลระบบที่จะติดตั้ง

- 1. กำลังติดตั้ง
- 2. จุดติดตั้ง
- 3. สเปกของระบบโซลาร์*

ผลจำลอง PVSyst

ตั้งค่า PVSyst โดยผู้ชำนาญ

ผลประโยชน์ที่ได้รับ

- 1. ผลประหยัดไฟ
- 2. คาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่ลดได้
- 3. ลดภาษีเงินได้จาก BOI**
(เงื่อนไขของ BOI อาจมีการเปลี่ยนแปลง)



TIPS

หมายเหตุ :

*การเสื่อมสภาพของระบบโซลาร์ : อ่านต่อหน้า 22

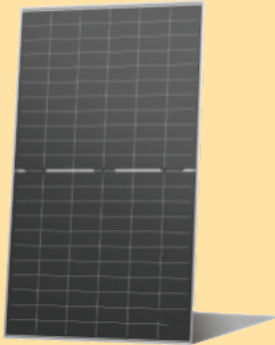
**ลดหย่อนภาษีจากโครงการของ BOI : อ่านต่อหน้า 23



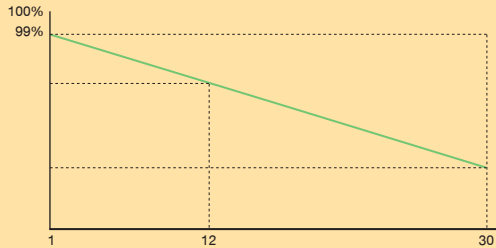
คำนวณระยะ
เวลาคืนทุน



แผงโซลาร์มีอัตราการเสื่อมสภาพประมาณ 1-2% ในปีแรก และราว 0.4% ในปีถัด ๆ ไป ตามที่ระบุในสเปกของแผงโซลาร์แต่ละยี่ห้อ (รูปสเปกแผง)



695-720 Watt
BIFACIAL MODULE
N-type



12 Year
Product Warranty

30 Year
Linear Power
Warranty

1%
First-year
Degradation

0.4%
Annual Degradation
Over 30 Years

▲
การเสื่อมสภาพ
ปีแรก

▲
การเสื่อมสภาพ
ปีถัด ๆ มา

หากผลการประเมินด้วยโปรแกรม PVsyst ชี้ว่าในปีที่ 1 ระบบสามารถผลิตไฟได้ 1,455,555 หน่วย (เลขสมมติ) อนุมานได้ว่าในปีที่ 2 จะสามารถผลิตได้ลดลง 1% หรือคิดเป็น 1,426,444 หน่วย ปีถัดไปลดลงไปปีละ 0.4% อัตราการเสื่อมสภาพนี้ส่งผลกับผลการประหยัดไฟที่เราได้รับ

ปีที่ 1 : 1,455,555 หน่วย



ปีที่ 2 : 1,440,999 หน่วย ↓ -1%



ปีที่ 3 : 1,435,177 หน่วย ↓ -0.4%



ปีที่ 14 : 1,373,033 หน่วย ↓ -0.4%



ปีที่ 15 : 1,367,518 หน่วย ↓ -0.4%



TIPS

การติดตั้งระบบโซลาร์ในสถานประกอบการนับเป็นหนึ่งในโครงการปรับปรุงประสิทธิภาพที่เข้าข่ายมาตรการส่งเสริมการลงทุนของสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) ซึ่งผู้ลงทุนจะได้รับประโยชน์ดังต่อไปนี้
(เงื่อนไขของ BOI อาจมีการเปลี่ยนแปลง สามารถตรวจสอบกับ BOI ได้)

1. ได้รับการยกเว้นภาษีนำเข้าอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับโครงการปรับปรุงประสิทธิภาพ (ยกเว้น ภาษีนำเข้าแผง อินเวอร์เตอร์ และอื่น ๆ)
2. ได้รับการยกเว้นภาษีเงินได้เป็นระยะเวลา 3 ปี โดยเงินที่ได้รับการยกเว้นมีมูลค่าไม่เกิน 50% ของเงินลงทุน

ตัวอย่าง

ติดตั้งระบบโซลาร์ 1 MW มูลค่าการลงทุนรวม 20 ล้านบาท หากเข้าร่วมมาตรการของ BOI จะสามารถนำ 50% ของ 20 ล้านบาท หรือเท่ากับ 10 ล้านบาท ปลอดหย่อนภาษีเงินได้นิติบุคคลได้เต็มจำนวน เท่ากับว่าใน 3 ปีแรก ผู้ประกอบการมีรายได้เพิ่มขึ้น 10 ล้านบาท

**บีโอไอขยายขอบข่าย
มาตรการปรับปรุงประสิทธิภาพ**
เพิ่มศักยภาพการลงทุนทั้งภาคผลิตและการบริการ

ขึ้นทาลง ภายใ
มติที่ประชุมที่ประชุมปี 2565
ลดหย่อนภาษีเงินได้
กำไร 3 ปี (โดยคำนวณจากกำไรสุทธิ)

1. ด้านการประหยัดพลังงาน
การใช้พลังงานทดแทน
หรือการผลิตพลังงานด้วยพลังงานทดแทน
NEW ปรับเปลี่ยนเครื่องจักร
เพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซ
เรือนกระจกตามสัดส่วนที่กำหนด
★ ปรับเปลี่ยนเครื่องจักร
ไปสู่เทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อลดการใช้พลังงาน
★ ปรับเปลี่ยนเครื่องจักร
เพื่อให้เกิดการนำพลังงานทดแทนมาใช้
★ ปรับเปลี่ยนเครื่องจักร
เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
4. ด้านการยกระดับไปสู่มาตรฐาน
เพื่อความยั่งยืนในระดับสากล
(Sustainability Certification) เช่น
★ มาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตร
ที่ดี (GAP)
★ มาตรฐาน FSC, PEFCs
★ ISO 22000, ISO 14061 (SFM)
5. ด้านการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เช่น
★ การนำซอฟต์แวร์ โปรแกรม
หรือระบบสารสนเทศมาใช้ภายใน
องค์กร

สนับสนุนให้ "ผู้ประกอบการที่ดำเนินการอยู่เดิม" ไม่ว่าจะได้รับหรือไม่ได้รับการส่งเสริมก็ตาม
มีการลงทุนปรับเปลี่ยนเครื่องจักรเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตและบริการ

เงินลงทุน ขั้นต่ำ 1 ล้านบาท ยกเว้น SMEs เงินลงทุนขั้นต่ำ เพียง 500,000 บาท	ยกเว้น ภาษีเงินได้นิติบุคคล 3 ปี วงเงิน 50% ของเงินลงทุน เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพ	ยกเว้นอากร ขาเข้าเครื่องจักร
---	---	--

รายละเอียดเพิ่มเติม :

https://www.boi.go.th/un/production_efficiency2

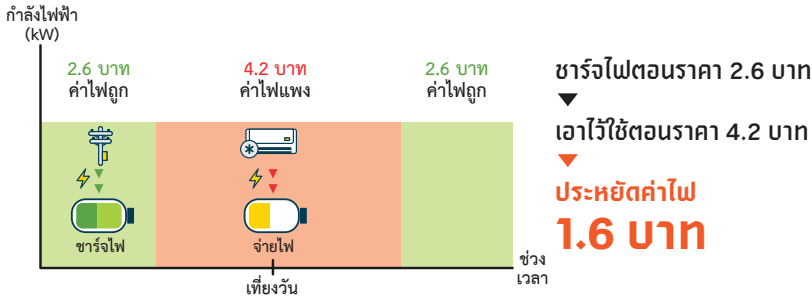
หรือ สแกน QR Code



ประเมินความคุ้มค่าจากการติดตั้งแบตเตอรี่

การติดตั้งแบตเตอรี่ก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้ใช้ในระดับอุตสาหกรรมได้ 4 รูปแบบ ทั้งนี้ ความคุ้มค่าขึ้นอยู่กับการใช้ไฟของแต่ละสถานประกอบการ โดยสามารถจำแนกประโยชน์ทั้ง 4 รูปแบบ ได้ดังนี้

ชาร์จไฟตอนค่าไฟถูก ใช้ตอนแพง (Energy Arbitrage)



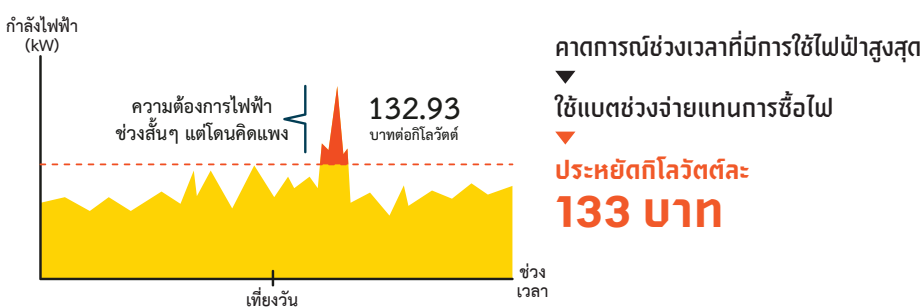
หลักการ : ค่าไฟของผู้ประกอบการแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา ผู้ประกอบการสามารถเลือกชาร์จแบตเตอรี่ช่วงที่ค่าไฟถูก เพื่อเก็บไว้ใช้ตอนค่าไฟแพงได้ โดยหากใช้แบตเตอรี่ขนาด 1 MWH จะสร้างผลประหยัดได้ประมาณ 1,250 บาท ต่อวัน

ผลประหยัดต่อปี : 450,000 บาทต่อปี ต่อ 1 MWH

ข้อควรระวัง : ระยะเวลาคืนทุนนาน ควรพิจารณาพร้อมกับประโยชน์ด้านอื่นด้วย

ระยะเวลาคืนทุน : 25-30 ปี

ใช้ลดค่าความต้องการไฟสูงสุด



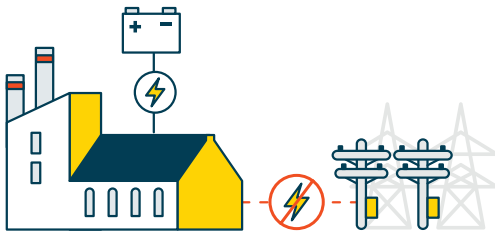
หลักการ : ผู้ประกอบการบางรายมีความต้องการใช้ไฟสูงในช่วงสั้น ๆ ของทุกวัน ซึ่งส่วนนี้เป็นส่วนที่การไฟฟ้าคิดค่าไฟค่อนข้างสูง หากใช้แบตเตอรี่ช่วยจ่ายไฟเพื่อลดความต้องการส่วนนี้ได้ ก็จะช่วยบรรเทาภาระค่าไฟได้

ผลประหยัดต่อปี : 700,000 บาทต่อปี ต่อ 1 MWH (แบต C-Rate 0.5)

ข้อควรระวัง : ต้องมีพฤติกรรมการใช้ไฟที่คาดเดาได้

ระยะเวลาคืนทุน : 15-20 ปี

ใช้สำรองเมื่อไฟดับ



ไฟจากการไฟฟ้าดับโดยไม่ทันตั้งตัว

▼
แบตเตอรี่จ่ายอุปกรณ์สำคัญทันที

▼
**หลีกเลี่ยงความเสียหาย
และค่าเสียโอกาส**

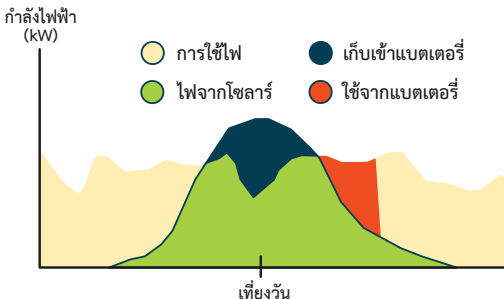
หลักการ : ผู้ประกอบการอาจได้รับความเสียหายเมื่อไฟดับ เช่น ไฟดับแล้วทำให้ไลน์การผลิตเสียหาย อาจสมารถเป็นมูลค่ามหาศาลได้

ผลประโยชน์ต่อปี : ขึ้นกับรูปแบบธุรกิจและความถี่ของไฟดับ

ข้อควรระวัง : การป้องกันไฟดับ ต้องมีการออกแบบอย่างถี่ถ้วน

ระยะเวลาคืนทุน : ขึ้นกับรูปแบบธุรกิจและความถี่ของไฟดับ

ใช้เก็บไฟฟ้าส่วนเกินจากระบบโซลาร์



หลักการ : ผู้ใช้ไฟอาจเลือกติดตั้งระบบโซลาร์ที่มีขนาดเกินความต้องการใช้ไฟ และเก็บส่วนเกินสำรองไว้ในแบตเตอรี่เพื่อใช้ในเวลาที่โซลาร์ไม่ได้ผลิตไฟฟ้า การใช้โซลาร์คู่กับแบตเตอรี่มีต้นทุนต่ำกว่าการซื้อไฟจากการไฟฟ้าในหลายกรณี

มีไฟโซลาร์ส่วนเกินที่ไม่ได้ใช้งาน

▼
เก็บไฟส่วนเกินเข้าแบตเตอรี่

▼
**นำมาใช้ตอนที่ไฟโซลาร์
ไม่ผลิต**

ผลประโยชน์ต่อปี : ขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการใช้ไฟ ขนาดของระบบโซลาร์ และแบตเตอรี่

ข้อควรระวัง : หากแบตเตอรี่ที่มีขนาดใหญ่เกินไปอาจไม่คุ้มค่า

ระยะเวลาคืนทุน : 7-20 ปี ขึ้นกับพฤติกรรมการใช้ไฟ และขนาดของโซลาร์และแบตเตอรี่

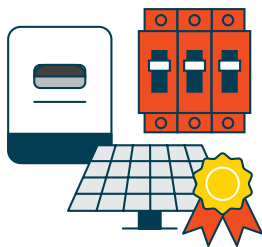
แนวทาง ในการเลือกผู้รับเหมา มาติดตั้งระบบ โซลาร์

ความน่าเชื่อถือ



- ✓ ทุนจดทะเบียน
- ✓ ขอดู ภพ. 20 (กรณีเป็นรายเล็ก)
- ✓ ตรวจสอบผลงานที่ผ่านมา

คุณภาพของอุปกรณ์



- ✓ อุปกรณ์เป็นไปตามมาตรฐาน*
- ✓ ขึ้นทะเบียนกับ กฟผ. และ กฟน.**
- ✓ ยี่ห้อแผงและอินเวอร์เตอร์ที่น่าเชื่อถือ

หมายเหตุ :

* ตรวจสอบมาตรฐานอุปกรณ์ได้ที่หน้า

** อ่านข้อมูลการขึ้นทะเบียนของอุปกรณ์เพิ่มเติมได้ที่ เว็บไซต์
กฟผ.: <https://smartlist.pea.co.th/> และ กฟน.: <https://www.mea.or.th/other-services/electricity-producers/product-registration>

เมื่อพิจารณาขนาดกำลังติดตั้งเบื้องต้นที่ต้องการแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การเจรจากับผู้รับเหมาเพื่อรับข้อเสนอราคา โดยผู้รับเหมามักจะเข้ามาสำรวจพื้นที่ก่อนการเสนอราคา ดังนั้นขนาดกำลังติดตั้งที่พิจารณาไว้อาจเปลี่ยนแปลงได้ ทั้งนี้ควรตรวจสอบอย่างถี่ถ้วนในแง่มุมต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ความครบถ้วนของข้อเสนอ



- ✓ มีขอบเขตงานครบถ้วน (ดู Tips)
- ✓ มีราคาและข้อเสนอที่เหมาะสม
- ✓ มีรับประกันงานติดตั้งและอุปกรณ์
- ✓ มีการบำรุงรักษา



TIPS

ควรขอรับข้อเสนอราคาจากผู้รับเหมาอย่างน้อย 3 ราย เพื่อประกอบการพิจารณาเปรียบเทียบผู้รับเหมาแต่ละราย เพื่อให้ได้รูปแบบการติดตั้งที่ต้องการ



เปรียบเทียบ
ผู้รับเหมา

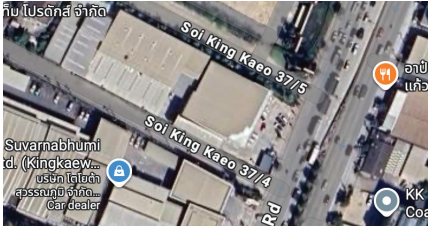


รูปแบบสัญญา
ซื้อขายไฟ

รายละเอียด ในการสำรวจ

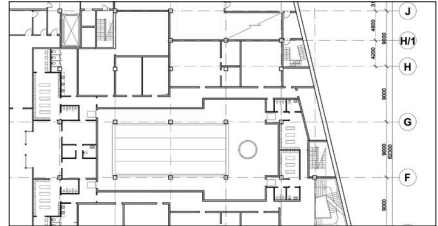
ผู้รับเหมาส่วนใหญ่จะเข้ามาสำรวจหน้างาน เพื่อพิจารณาการติดตั้งก่อนที่จะเสนอราคา แม้ว่าผู้รับเหมาจะเป็นผู้สำรวจเก็บรายละเอียด แต่เราควรทำความเข้าใจรายละเอียดต่างๆ เพื่อตรวจสอบข้อเสนอบนของผู้รับเหมาอีกครั้งด้วย

ตำแหน่ง GPS



นำ GPS ไปใช้วิเคราะห์ใน PVSyst และวางผังติดตั้งแผง

สถานที่ตั้งห้องอินเวอร์เตอร์



กำหนดจุดก่อสร้างห้องอินเวอร์เตอร์ และตู้ไฟ

ลักษณะหลังคาและเงาตบบัง



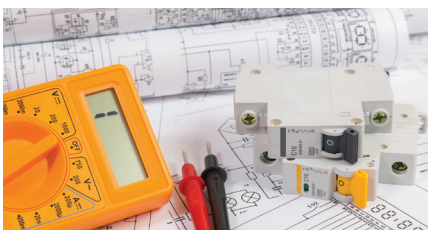
ตรวจสอบลักษณะหลังคา เงาตบบัง ทิศทาง และพื้นที่หลังคา

ใบอนุญาตเดิมของโรงงาน



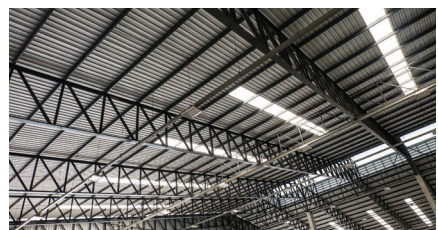
ตรวจสอบความถูกต้องการขออนุญาตต่อเติมอาคารที่ผ่านมา หากอาคารมีการละเมิดกฎหมาย อาจมีความยุ่งยากในการขออนุญาตใหม่

ระบบไฟ สื่อสารและจุดเชื่อมต่อ



ตรวจสอบจุดเชื่อมต่อ ผังระบบไฟฟ้าเดิม และระบบสื่อสารเดิม เพื่อออกแบบให้สอดคล้องกัน

โครงสร้างหลังคาเดิม



สำรวจความพร้อมของโครงสร้าง หลังคาเดิมสำหรับการติดตั้ง หากไม่พร้อม ต้องบอกค่าเสริมหลังคา

ตรวจสอบข้อเสนอราคาและเงื่อนไขการชำระเงิน ก่อนลงนามสัญญา

สำหรับรูปแบบรับเหมา

หลังจากการสำรวจและสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม ผู้รับเหมาจะยื่นข้อเสนอสำหรับการติดตั้งระบบโซลาร์ เราต้องตรวจสอบข้อเสนอมให้ถี่ถ้วน และเรียงลำดับตามความสำคัญดังรายการต่อไปนี้

หัวข้อ

รายละเอียดที่ควรมีในข้อเสนอสัญญา

ขอบเขตการปฏิบัติงาน	มีการระบุขอบเขตปฏิบัติงานครบถ้วนตั้งแต่การออกแบบ ขอบใบอนุญาต ก่อสร้าง บริหารโครงการ กำกับความปลอดภัย ตรวจสอบ ประสิทธิภาพระบบ อบรมการดูแลระบบ และการบำรุงรักษา
ราคา	ผู้รับเหมาควรแนบ Bill of Quality (BOQ) หรือรายการวัสดุและค่าแรง เพื่อให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาปรับเพิ่ม ปรับลด หรือปรับเปลี่ยนยี่ห้ออุปกรณ์ตามความเหมาะสม และสอบถามว่าราคาใน BOQ นั้นสมเหตุสมผล โดยราคารวมของระบบควรอยู่ที่ประมาณ 15-25 บาท ต่อวัตต์
เงื่อนไขการชำระเงิน	เงื่อนไขการชำระเงินที่เป็นประโยชน์ที่สุด คือ การชำระ 100% หลังตรวจรับระบบ ทั้งนี้ ผู้ว่าจ้างได้ย่อมได้เปรียบในกรณีนี้ จึงยากที่จะมีผู้รับเหมาที่ยอมรับเงื่อนไขดังกล่าวได้ เงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับทั้งสองฝ่ายควรมีรูปแบบ ดังนี้ 1. ค่ามัดจำ 10% 2. อุปกรณ์ทั้งหมดถึงหน้างาน 40% 3. ตรวจสอบงานก่อสร้าง 40% 4. ครบระยะเวลารับประกันก่อสร้าง 10%
รายการเอกสารส่งมอบ	มีรายการเอกสารส่งมอบชัดเจน เช่น รายงานตรวจรับงาน คู่มือการใช้งาน หนึ่งสัปดาห์รับประกันแบบ As-Built หรือแบบที่ถูกอัปเดตให้ตรงกับของที่ติดตั้งจริงแล้ว

หัวข้อ

รายละเอียดที่ควรมีในข้อเสนอและสัญญา

มาตรการกำกับการก่อสร้าง

กำหนดระยะเวลาก่อสร้างที่ชัดเจน ค่าปรับในกรณีส่งมอบงานล่าช้า มีผู้ดูแลงานก่อสร้าง รายงานประจำวัน และผู้ดูแลความปลอดภัย

การรับประกันงานติดตั้ง

รับประกันงานติดตั้งไม่ต่ำกว่า 2 ปี และควรมีการวางหลักประกันหรือเงินประกันผลงาน

การรับประกันอุปกรณ์หลัก

- รับประกันอินเวอร์เตอร์ 10 ปี ขึ้นไป
- รับประกันประสิทธิภาพแผงโซลาร์ 25 ปี ขึ้นไป
- รับประกันเบรคเกอร์ สายไฟ ท่อร้อยสายไฟ

การติดตั้งอุปกรณ์วัดประสิทธิภาพ

มีการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับวัดประสิทธิภาพของระบบในรูปของ Performance Ratio (PR) โดยจะต้องมีการติดตั้งมิเตอร์วัดหน่วยไฟที่ผลิตได้ เช่น เซนเซอร์แสง (Pyranometer) และเซนเซอร์วัดอุณหภูมิแผง รวมถึงระบบที่คำนวณประสิทธิภาพของระบบโซลาร์ได้แบบเรียลไทม์

การรับประกันประสิทธิภาพระบบ

มีการรับประกันประสิทธิภาพของระบบไม่ต่ำกว่า 2 ปี มีกลไกค่าปรับในกรณีที่ระบบผลิตไม่ได้ตามที่รับประกันไว้

บริการบำรุงรักษาฟรีไม่ต่ำกว่า 2 ปี

บำรุงรักษาระบบให้ฟรีเป็นระยะเวลา 2 ปีขึ้นไป

สำหรับรูปแบบสัญญาซื้อขายไฟ

หลังจากการสำรวจและสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม ผู้รับเหมาจะยื่นข้อเสนอสำหรับการติดตั้งระบบโซลาร์ เราต้องตรวจสอบข้อเสนอให้ถี่ถ้วน และเรียงลำดับตามความสำคัญดังรายการต่อไปนี้

หัวข้อ

รายละเอียดที่ควรมีในข้อเสนอและสัญญา

ขอบเขตการปฏิบัติงาน

มีการระบุขอบเขตปฏิบัติงานครบถ้วนตั้งแต่การออกแบบ ขอบอนุญาตก่อสร้าง บริหารโครงการ กำกับความปลอดภัย ตรวจสอบ ประสิทธิภาพระบบ อบรมการดูแลระบบ และการบำรุงรักษา

ราคา

ข้อเสนอส่วนลดค่าไฟที่เหมาะสม โดยทั่วไปส่วนลดค่าไฟจะแปรผกผันกับต้นทุนก่อสร้างต่อวัตต์ของระบบโซลาร์ ตัวอย่างเช่น โรงงาน A และโรงงาน B ติดตั้งระบบโซลาร์ขนาดเท่ากัน แต่โรงงาน B ได้ส่วนลดน้อยกว่า เพราะมีงานเสริมโครงสร้างเพิ่มเข้ามา ส่งผลให้ต้นทุนก่อสร้างสูงขึ้น ข้อเสนอส่วนลดจึงลดน้อยลงไปด้วย ทั้งนี้ ส่วนลดค่าไฟโดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 25-40% (สำหรับงานก่อสร้างที่ไม่ซับซ้อน)

อายุสัญญาและการโอนทรัพย์สิน

สัญญาซื้อขายไฟต้องมีกรอบระยะเวลาที่ชัดเจน และมีการโอนทรัพย์สินให้เป็นของผู้ใช้ไฟเมื่อครบกำหนดสัญญา ทั้งนี้ อาจมีเงื่อนไข อาทิ การห้ามผู้ใช้ไฟเล็กใช้ไฟฟ้า หรือห้ามย้ายสถานประกอบการ หากย้ายอาจมีค่าปรับหรือค่าดำเนินการย้ายระบบโซลาร์ไปยังที่ใหม่

รายการเอกสารส่งมอบ

มีรายการเอกสารส่งมอบชัดเจน เช่น รายงานตรวจรับงาน คู่มือการใช้งาน หนังสือรับประกันแบบ As-Built ใบอนุญาตที่เกี่ยวข้อง และการจัดอบรมแนวทางการดูแลบำรุงรักษาระบบ

มาตรการกำกับ การก่อสร้าง

กำหนดระยะเวลาก่อสร้างที่ชัดเจน ค่าปรับในกรณีส่งมอบงานล่าช้า มีผู้ดูแลงานก่อสร้าง รายงานประจำวันและผู้ดูแลความปลอดภัย

หัวข้อ

การติดตั้งอุปกรณ์วัดประสิทธิภาพ

รายละเอียดที่ควรมีในข้อเสนอและสัญญา

มีการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับวัดประสิทธิภาพของระบบในรูปแบบของ Performance Ratio (PR) โดยจะต้องมีการติดตั้งมิเตอร์วัดหน่วยไฟที่ผลิตได้ เซนเซอร์แสง (Pyranometer) และเซนเซอร์วัดอุณหภูมิแผง รวมถึงระบบที่คำนวณประสิทธิภาพของระบบโซลาร์ได้แบบเรียลไทม์

การรับประกันประสิทธิภาพระบบ

มีการรับประกันประสิทธิภาพของระบบไม่ต่ำกว่า 2 ปี มีกลไกค่าปรับในกรณีที่ระบบผลิตไม่ได้ตามที่รับประกันไว้



TIPS

ในบางกรณี ผู้ขายไฟอาจมีเงื่อนไขสัญญาเป็นข้อกำหนดขั้นต่ำในการซื้อไฟ หากเราซื้อไฟ (ใช้ไฟ) ไม่ถึงปริมาณที่ผู้ขายกำหนด อาจเกิดค่าปรับได้

เครื่องมือทางการเงิน

การติดตั้งระบบโซลาร์ในโรงงานหรือกิจการขนาดใหญ่ สามารถลงทุนได้ทั้งหมด 2 แบบ คือ ลงทุนด้วยเงินก้อน หรือลงทุนด้วยการกู้ บางกรณีผู้ประกอบการอาจไม่ใช้เงินก้อนในการลงทุนติดตั้งระบบโซลาร์ แม้ว่ากิจการจะมีกระแสเงินสดเพียงพอ แต่เลือกใช้เงินก้อนนี้ไปลงทุนเพื่อผลตอบแทนที่สูงกว่าดอกเบี้ยเงินกู้ ดังนั้นการกู้เงินมาติดตั้งระบบโซลาร์อาจเป็นทางเลือกที่คุ้มค่าและให้ผลตอบแทนที่ดีกว่า ทั้งนี้ หากทั้ง 2 ทางเลือกไม่ตอบโจทย์ อาจพิจารณารูปแบบสัญญาซื้อขายไฟได้

เงินสด



ข้อดี

ไม่มีดอกเบี้ยเงินกู้ เหมาะสำหรับผู้ประกอบการที่มีกระแสเงินสดเพียงพอ และไม่มีแผนลงทุนในอนาคต

ข้อเสีย

กระแสเงินสดอาจเสียสภาพคล่อง และเสียโอกาสลงทุนต่อยอดธุรกิจ

เงินกู้



ข้อดี

กระแสเงินสดไม่เสียสภาพคล่อง สามารถนำเงินไปต่อยอดธุรกิจ และชำระค่างวด ซึ่งอาจคุ้มค่ากว่าในกรณีที่มิได้แผนธุรกิจที่ดี

ข้อเสีย

มีดอกเบี้ย และในบางกรณีอาจหาแหล่งกู้ได้ยาก

วิธีการ

ติดต่อธนาคารเพื่อขอสินเชื่อธุรกิจ

สัญญาซื้อขายไฟ



ข้อดี

ไม่ต้องเสียเงินในการลงทุน มีเงินก้อนและเครดิตการกู้ไปต่อยอดทางธุรกิจที่หลากหลาย

ข้อเสีย

มีข้อผูกมัดกับสัญญาซื้อขายไฟ จึงไม่สามารถหยุดดำเนินการ หรือย้ายที่ตั้งสถานประกอบการได้

วิธีการ

ติดต่อบริษัทติดตั้งระบบโซลาร์ขนาดใหญ่เพื่อให้เข้ามาประเมินและนำเสนอ Package Private PPA

มาตรฐานการออกแบบ การเลือกอุปกรณ์ และความปลอดภัย

มาตรฐานการออกแบบและเลือกอุปกรณ์

การออกแบบ ติดตั้ง และการเลือกอุปกรณ์ควรอ้างอิงจากมาตรฐาน วสท. และมาตรฐานสากลสำหรับอุปกรณ์แต่ละประเภท และปฏิบัติตามมาตรฐานการเชื่อมต่อการไฟฟ้าไฟฟ้า นอกจากนี้ผู้ออกแบบและควบคุมการก่อสร้างจะต้องมีใบประกอบวิชาชีพ นับเป็นการรับรองมาตรฐานการออกแบบไปในตัว

ผู้ออกแบบ มีใบประกอบวิชาชีพ



- ขนาดอาคารที่ต่างกันต้องใช้วิศวกรโยธาในระดับต่างกัน
- ขนาดกำลังไฟฟ้าที่ต่างกันต้องใช้วิศวกรไฟฟ้าระดับต่างกัน

ออกแบบ ตามมาตรฐาน



- มาตรฐานระบบไฟฟ้าตาม วสท.
- มาตรฐานการเชื่อมต่อไฟฟ้า
- รายการอินเวอร์เตอร์ที่ขึ้นทะเบียน

เลือกอุปกรณ์สมราคา เป็นที่นิยม



- มาตรฐานที่กำหนดสำหรับอุปกรณ์แต่ละประเภท*
- อุปกรณ์หลักเป็นที่นิยม 5 อันดับแรกในไทย
- มีรับประกัน

หมายเหตุ : *ตรวจสอบมาตรฐานอุปกรณ์ยี่ห้อที่แนะนำได้ในบทที่ 4

มาตรฐานความปลอดภัยในระบบโซลาร์

มาตรฐานกำกับความปลอดภัยของระบบโซลาร์มีหลายมิติ นับตั้งแต่การกำกับโดยมาตรฐาน วสท. มาตรฐานการเชื่อมต่อไฟฟ้าของการไฟฟ้า กฎกระทรวง และมาตรฐานสากลของแผงโซลาร์เอง ตัวอย่างเช่น

ตัวอย่างความปลอดภัยที่ถูกกำหนดอยู่ในมาตรฐานต่างๆ



มาตรฐาน วสท.

- อินเวอร์เตอร์ต้องมีระบบตรึงจับไฟฟ้ารั่วจากวงจรของแผง
- หากติดตั้งเกิน 250kW ขึ้นไป ต้องมีการติดตั้ง Rapid shutdown หรือ Optimizer เพื่อตัดต่อวงจรในกรณีที่มีไฟรั่ว เพื่อให้นักดับเพลิงสามารถดับไฟได้อย่างปลอดภัย



กฎกระทรวง

- การก่อสร้างโรงมหรสพ ต้องมีการติดตั้งสายไฟในท่อโลหะเพื่อป้องกันการลามไฟ
- การก่อสร้างในบิมน้ำมัน ต้องติดตั้งหลักดินให้ห่างจากโครงสร้างอาคารเพื่อหลีกเลี่ยงไฟฟ้าสถิตย์



มาตรฐานสากล

ของแผงโซลาร์ IEC61730

- ป้องกันเหตุไฟไหม้โดยการกำหนดชนิดวัสดุและการออกแบบส่วนต่าง ๆ ของแผง
- ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรและไฟฟ้าสถิตย์โดยการกำหนดค่าความเป็นฉนวนและการออกแบบของแผง

มาตรฐานที่ต่างออกไปในระบบโซลาร์รูปแบบต่างๆ

การก่อสร้างแต่ละแบบในอาคารหรือรูปแบบต่างๆจะมีข้อกังวลแตกต่างกันไป ยกตัวอย่างเช่น การติดตั้งบนหลังคาของอาคารที่มีผู้อยู่อาศัยจะต้องกังวลเรื่องมาตรฐานความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับอัคคีภัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งบนหลังคาของโรงพยาบาลต่างๆ

โซลาร์บนพื้น



- ความปลอดภัยพื้นฐานเหมือนระบบอื่นๆ
- ฐานรากแข็งแรงพอ
- โครงสร้างรองรับแรงลม

โซลาร์บนหลังคา



- มาตรฐาน วสท. บังคับให้มี Rapid shutdown
- อินเวอร์เตอร์ต้องมี Arc fault detection
- มีราวค้ำยันกันตกเวลาขึ้นที่สูง

โซลาร์บนน้ำ



- ออกแบบตัวยึดให้มีความเหมาะสมกับระดับน้ำ
- ออกแบบท่อนและแผงให้เหมาะกับคลื่นและลม
- ออกแบบให้ปลอดภัยต่อสัตว์น้ำในแหล่งน้ำ

โซลาร์ในบิมน้ำมัน



- ความปลอดภัยพื้นฐาน เหมือนระบบอื่นๆ
- กฎกระทรวง กำหนดความปลอดภัยในระบบไฟฟ้า หลักดินต้องห่างจากโครงสร้างอาคาร

โซลาร์ในโรงมหรสพ



- ความปลอดภัยพื้นฐานเหมือนระบบอื่นๆ
- ต้องเดินสายไฟในท่อร้อยสายไฟที่เป็นโลหะ ไม่ลามไฟ

รายการขออนุญาต ที่เกี่ยวข้องกับระบบโซลาร์ระดับอุตสาหกรรม

การติดตั้งโซลาร์ขนาดใหญ่ต้องการขออนุญาตและมีข้อกำหนดที่ต้องอ้างอิงจากหลายหน่วยงาน ซึ่งมีความแตกต่างกันไปตามแต่ละขนาด ดังรายละเอียดด้านล่างนี้

การขออนุญาต อ.1

- รายละเอียด : ขออนุญาตดัดแปลงอาคารแจ้งสำนักงานเขตในกรณีพื้นที่ติดตั้งเกิน 160 ตรม. หรือน้ำหนักเกิน 20 กก. ต่อ ตรม.
- หน่วยงาน : สำนักงานเขต

การขออนุญาต พค. 2

- รายละเอียด : เมื่อติดตั้งเกิน 200kW ต้องขอใบอนุญาตให้ผลิตพลังงานควบคุมกำลังติดตั้ง อ้างอิงจากขนาดอินเวอร์เตอร์
- หน่วยงาน : กภพ

การขออนุญาตไฟฟ้า

- รายละเอียด : ขออนุญาตไฟฟ้าในกรณีที่มีการเชื่อมต่อกับระบบของการไฟฟ้า ปฏิบัติตาม Grid Code ที่ประกาศโดยการไฟฟ้าขนาดกำลังติดตั้งที่ต่างกันมีรายละเอียดเทคนิคแตกต่างกันออกไป เช่น อาจต้องมีการติดตั้งมิเตอร์วัดคุณภาพไฟฟ้า ติดตั้งระบบรีเลย์โพรเทคชั่น หรือติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมระยะไกลเชื่อมต่อการไฟฟ้า อินเวอร์เตอร์ต้องได้รับการขึ้นทะเบียนใน กพน. และ กฟผ.

- หน่วยงาน : กพน./กฟผ.

- ลิงก์ที่เกี่ยวข้อง :



Grid Code
ของ กพน.



Grid Code
ของ กฟผ.



รายชื่อ
อินเวอร์เตอร์ที่ขึ้น
ทะเบียน กพน.



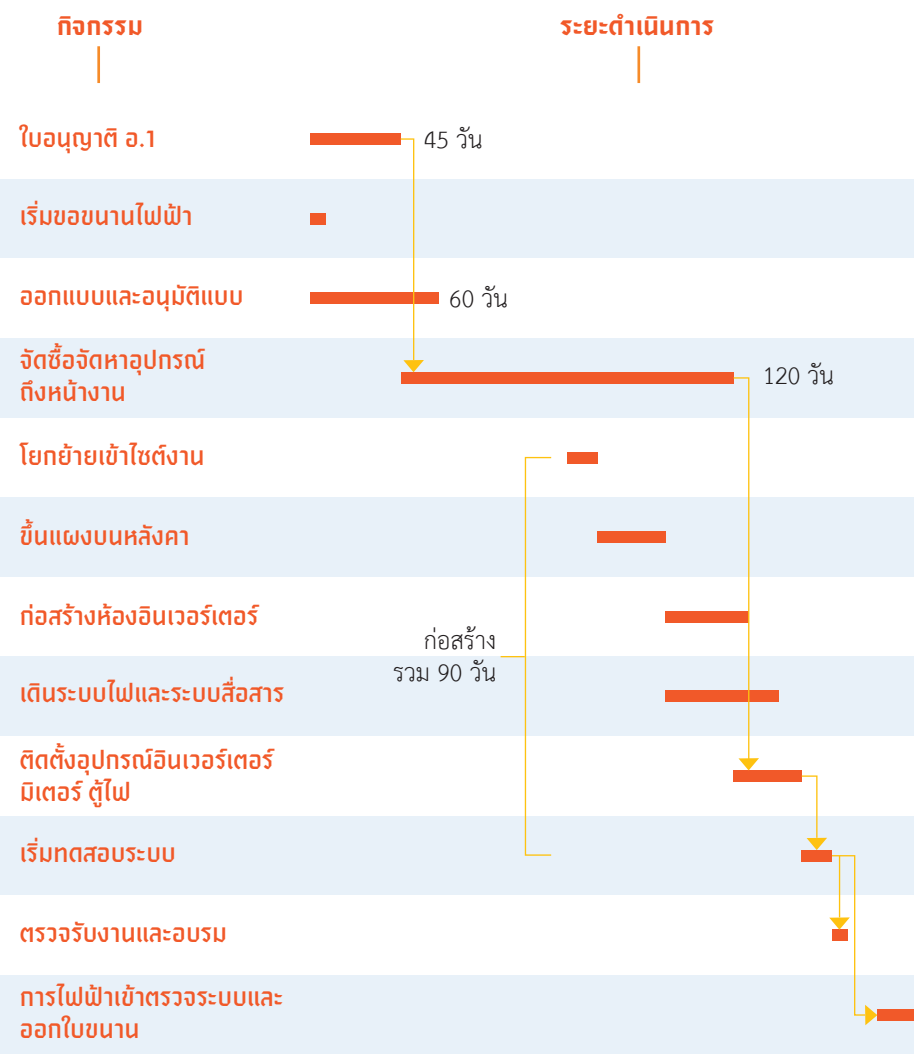
รายชื่อ
อินเวอร์เตอร์ที่ขึ้น
ทะเบียน กฟผ.

การขออนุญาตประกอบกิจการผลิตไฟฟ้า

- รายละเอียด : กรณีติดตั้งเกิน 1,000kW ต้องขอรับใบอนุญาตประกอบกิจการไฟฟ้า
- หน่วยงาน : กภพ

การกำกับดูแลการก่อสร้าง และการส่งมอบ

ตัวอย่างงานโดยสังเขปในการติดตั้งระบบโซลาร์
ในระดับอุตสาหกรรมขนาดไม่เกิน 1MW



→ เส้นแสดงความเกี่ยวข้องของงานแต่ละส่วนงานก่อนหน้าต้องเสร็จสมบูรณ์ก่อน จึงจะเริ่มงานถัดไปได้

สิ่งที่ควรทำหรือกำชับ ให้ผู้ติดตั้งปฏิบัติระหว่างการก่อสร้าง

รายงานการก่อสร้าง



รายงานประจำสัปดาห์และรายเดือนเกี่ยวกับ
ความคืบหน้าและติดตามปัญหา

กำกับมาตรฐานความปลอดภัย



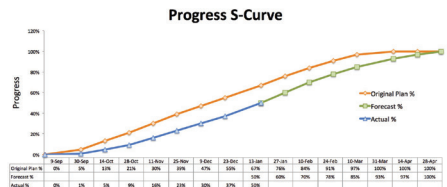
การขึ้นที่สูง การปฏิบัติงานไฟฟ้า
และอุปกรณ์ PPE*

ตรวจสอบอุปกรณ์ที่ได้รับ



ตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์
ของอุปกรณ์ที่หน้างาน

ตรวจสอบงวดเกี่ยวกับมูลค่า BOQ



ตรวจสอบความคืบหน้าของงาน
ก่อนชำระค่างวด

หมายเหตุ: *Personal Protection Equipment (PPE) หรืออุปกรณ์เพื่อความปลอดภัย

รายการที่ควรทำตอนตรวจรับงาน

ตรวจเทียบกับที่ออกแบบ



ตรวจหน้างาน เปรียบเทียบกับแบบ หากไม่ตรง
หาหรือและแก้ไข หรืออัปเดตแบบ

ตรวจสอบประสิทธิภาพ การทำงานของระบบ (PR)

$$PR = \frac{\text{Output E}}{\text{Total E}}$$

ทดสอบประสิทธิภาพของระบบด้วยค่า PR
ผลการทดสอบควรสูงกว่าค่าที่ออกแบบไว้

ตรวจสอบทางไฟฟ้า กายภาพ และความร้อน



วัดค่าทางไฟฟ้า ตรวจสอบท่อร้อยสายไฟ
ใช้กล่องและตู้ไฟ ความร้อนตรวจจุดเชื่อมต่อ

ตรวจสอบ เอกสารที่ส่งมอบ



ตรวจสอบความครบถ้วนสมบูรณ์
ของรายการงานและเอกสารทั้งหมด



รายการตรวจ
รับงาน

การดูแล และบำรุงรักษา

หลังจากติดตั้งระบบโซลาร์แล้ว ผู้ใช้ควรมอบหมายวิศวกรหรือช่างผู้ให้บริการดูแลและบำรุงรักษาระบบ ประสิทธิภาพและความปลอดภัย ในกรณีการติดตั้งแบบสัญญาซื้อขายไฟ แม้ผู้ลงทุนจะเป็นผู้ดูแลระบบอยู่แล้ว ผู้ใช้ควรมอบหมายให้วิศวกรร่วมตรวจสอบเพื่อความปลอดภัย การดูแลและบำรุงรักษาแบ่งเป็น 3 มิติหลัก คือ การตรวจสอบประสิทธิภาพการผลิตโดยทั่วไป การตรวจสอบและแก้ไขปัญหา และการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

การตรวจสอบประสิทธิภาพการผลิตโดยทั่วไป

การตรวจสอบประสิทธิภาพการผลิตสามารถทำได้โดยการตรวจสอบจากระบบเฝ้าระวังที่มาพร้อมกับอินเวอร์เตอร์ หรือระบบเฝ้าระวังที่ผู้รับเหมาติดตั้งให้เพิ่มก็ได้ โดยแบ่งเป็นการดูประสิทธิภาพ หรือตัวชี้วัดที่เรียกว่า Performance Ratio (PR) และการสังเกตหน่วยไฟที่ใช้ไม่หมด เพื่อปรับเปลี่ยนพฤติกรรมให้สอดคล้องกับการใช้งานระบบได้อย่างคุ้มค่า

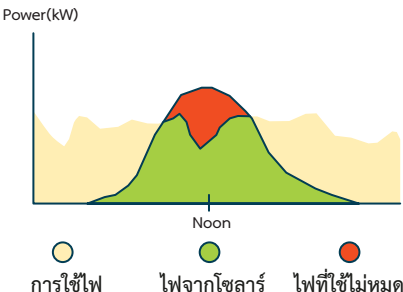
Performance Ratio (PR)



$$PR = \frac{\text{พลังงานที่ผลิตได้}}{\text{ค่าแสง x กำลังติดตั้ง}}$$

PR คือ ตัวชี้วัดสากลในการวัดประสิทธิภาพของระบบโซลาร์โดยปกติจะต้องคอยตรวจสอบว่าระบบมีค่า PR เป็นไปตามที่ออกแบบไว้หรือไม่ ค่า PR นั้นสามารถคำนวณได้จากค่าพลังงานที่ผลิตได้หารด้วยค่าแสงและกำลังติดตั้งของระบบ

หน่วยไฟที่ใช้ไม่หมด (Curtailed Energy)



ในหลายกรณีกิจกรรมการใช้ไฟในสถานประกอบการอาจไม่สอดคล้องกับปริมาณพลังงานที่ระบบโซลาร์ผลิตได้ จึงก่อให้เกิดค่าเสียโอกาสจากหน่วยไฟที่ระบบผลิตได้แต่ใช้ไม่หมด หน่วยไฟส่วนเกินนี้สามารถถูกตรวจสอบได้ด้วยระบบเฝ้าระวังจากกราฟการผลิตและการใช้ไฟฟ้า

การตรวจสอบและแก้ไขปัญหา

ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบมักแสดงออกมาหลากหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นระบบหยุดทำงาน ระบบเฝ้าระวัง มีการแจ้งเตือน ประสิทธิภาพการผลิตต่ำ ความร้อน หรือรูปแบบอื่น ๆ ผู้ใช้อาจตรวจสอบและแก้ไขปัญหบางประเภทได้เบื้องต้น แต่บางครั้งอาจต้องพึ่งผู้เชี่ยวชาญ โดยตัวอย่างของปัญหา วิธีการตรวจสอบ และแก้ไขมีดังต่อไปนี้

ตัวอย่างปัญหา



ปัญหาจากปัจจัยภายนอก

- แรงดันไฟฟ้าจากการไฟฟ้าสูง ทำให้อินเวอร์เตอร์ปิดการทำงาน เพื่อความปลอดภัยในการผลิตไฟ
- ไฟจากไฟฟ้าขัดข้อง ระบบจึงผลิตไฟไม่ได้
- อินเทอร์เน็ตไม่มีสัญญาณ จึงอ่านข้อมูลไม่ได้



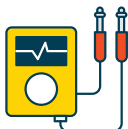
ปัญหาจากระบบ

- สายไฟขาดหรือค่าฉนวนต่ำทำให้ไฟรั่ว
- ไฟผลิตเกินขนาดที่ออกแบบทำให้ระบบตัดไฟ
- ความบกพร่องของแผงหรืออินเวอร์เตอร์
- มีเงาบังแผงโซลาร์

ตัวอย่างวิธีตรวจสอบและแก้ไข



ตรวจสอบฟิวส์และความต้านทานสายไฟในแต่ละจุดเปลี่ยนอุปกรณ์ที่มีปัญหา



ตรวจสอบโวลต์และการผลิตของแผง แจ้งเคลมกับเจ้าของผลิตภัณฑ์หากสเปกไม่ตรงตามที่ตกลง



อ่านค่าแจ้งเตือนในระบบเฝ้าระวังและหาวิธีแก้ไขในคู่มืออินเวอร์เตอร์



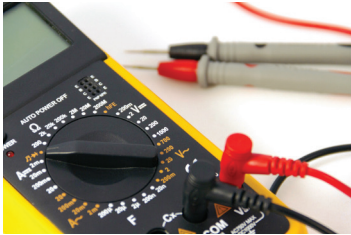
ตรวจสอบเงาบังบนหลังคาในแต่ละช่วงเวลาและฤดูที่ต่างกัน ขจัดเงาบัง เช่น ใบไม้ ขึ้นกต้นไม้ หรือย้ายที่ตั้งแผงออกจากเงาของอาคาร



ใช้กล้องความร้อนตรวจสอบแผงและจุดเชื่อมต่อสายไฟต่าง แจ้งเคลมในกรณีที่พบความผิดปกติ จุดต่อสายไฟจุดใดร้อน ดับไฟและขันนอตให้แน่น

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive maintenance) คือ การตรวจสอบระบบตามรายการและระยะเวลาที่กำหนดไว้ เพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพหรือเหตุสุดวิสัยก่อนจะเกิดขึ้นจริง โดยมีรายการตรวจสอบโดยสังเขปดังแผนภาพด้านล่างนี้ ทั้งนี้ สามารถสแกน QR Code เพื่อศึกษารายการการบำรุงรักษาของระบบโซลาร์ระดับอุตสาหกรรมเพิ่มเติมได้



ตรวจสอบปริมาณทางไฟฟ้า

วัดแรงดันกระแส และค่าความต้านทาน
แต่ละจุด ตั้งแต่แผงบนหลังคาถึงจุดเชื่อมต่อ
การไฟฟ้า



ตรวจสอบทางกายภาพและทำความสะอาด

ตรวจสอบตู้ไฟ ตู้สื่อสาร และ อินเวอร์เตอร์
ทำความสะอาดส่วนประกอบดังกล่าว ตลอดจน
ทำความสะอาดแผงโซลาร์บนหลังคา



ตรวจสอบจุดความร้อน

ใช้กล้องความร้อนตรวจสอบหาจุดร้อน
ซึ่งจุดร้อนแสดงถึงจุดเชื่อมต่อหลวมและ
อาจก่อให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร



การสอบเทียบเซนเซอร์

ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัด
เช่น ไพรานอมิเตอร์และมิเตอร์วัดไฟโดย
การสอบเทียบอุปกรณ์เพื่อความแม่นยำ



รายการ
การบำรุงรักษา

บทที่ 3

การขออนุญาต



รายการขออนุญาตที่เกี่ยวข้องกับ ระบบโซลาร์ขนาดต่าง ๆ

ระบบโซลาร์แต่ละขนาดมีระเบียบและข้อกำหนดในการขออนุญาตที่แตกต่างกันดังตารางต่อไปนี้

ขนาดกำลังติดตั้ง ของระบบโซลาร์	ตัดแปลง อาคาร	ใบอนุญาต ขานไฟ	ใบ พค.2 กำลังผลิตตู้ขนาด อินเวอร์เตอร์	ใบอนุญาต ประกอบกิจการ ผลิตไฟฟ้า
0 ถึง 200 kw พื้นที่ติดตั้งไม่เกิน 160 ตร.ม. หรือ น้ำหนักไม่เกิน 20 กก. ต่อ ตร.ม.	แจ้งเพื่อทราบ			
0 ถึง 200 kw พื้นที่ติดตั้งเกิน 160 ตร.ม. หรือ น้ำหนักเกิน 20 กก. ต่อ ตร.ม.				
เกิน 200 แต่ไม่ถึง 1000 kw				
1000kw ขึ้นไป (กรณีติดตั้งบนพื้น ต้องทำ COP)				

ข้อมูล ณ วันที่ 26 เมษายน 2568 ทั้งนี้ กฎระเบียบเปลี่ยนแปลงได้เสมอ หากต้องการรายละเอียดที่ครบถ้วน สามารถสอบถาม
หน่วยงานที่รับผิดชอบได้โดยตรง



TIPS

สอบถามเกี่ยวกับใบอนุญาตได้ที่ กทพ. 1204 หรือ 02-207-3599

การขอใบอนุญาต อ.1



ขั้นตอน : ขั้นตอนการยื่นขอใบ อ.1 เริ่มจากการออกแบบและคำนวณพื้นที่หลังคา โดยวิศวกรโยธาต้องเป็นผู้ลงนามรับรองแบบและควบคุมงาน วิศวกรระดับภาคีสามารถลงนามรับรองแบบอาคารที่สูงไม่เกิน 3 ชั้น ระดับสามัญสามารถลงนามรับรองแบบอาคารที่สูงกว่า 3 ชั้นได้ แต่หากพื้นที่ติดตั้งมากกว่า 10,000 ตารางเมตร วิศวกรระดับวุฒิจึงเป็นผู้ลงนามรับรองแบบ จากนั้นเตรียมเอกสารให้ครบถ้วนเพื่อยื่นสำนักงานเขต (โดยส่วนใหญ่จะเป็นการมอบอำนาจให้ผู้รับเหมาไปดำเนินการแทน) เมื่อสำนักงานเขตตรวจสอและออกใบ อ.1 ให้ จึงจะถือว่าเริ่มดำเนินโครงการได้อย่างถูกต้อง

ระยะเวลา : ตั้งแต่เริ่มยื่นเอกสารจนได้รับใบ อ.1 ควรใช้เวลาไม่เกิน 45 วัน เว้นแต่สำนักงานเขตจะมีการแก้ไขรายละเอียด

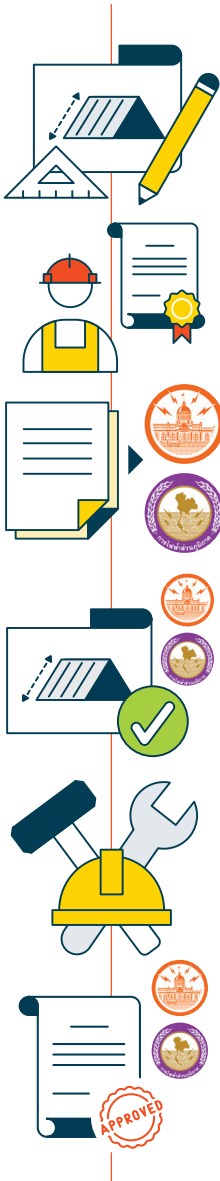
ค่าใช้จ่าย : 10 บาท

หน่วยงานและช่องทางติดต่อ : สำนักเขตของสถานที่ก่อสร้าง

รายละเอียดเพิ่มเติม : สามารถศึกษาเว็บไซต์ของ กกพ. ซึ่งได้มีการรวบรวมรายการเอกสารที่ต้องใช้ประกอบเพื่อยื่นขอใบ อ.1 ไว้แล้วในลิงค์ <https://www.erc.or.th/th/request-permission/> หรือ สแกน QR Code



การขออนานไฟ



ออกแบบ และคำนวณ

วิศวกร รับรอง

ยื่นขอ ขานานไฟจาก การไฟฟ้า

การไฟฟ้า อนุมัติแบบ

ก่อสร้าง

การไฟฟ้า ตรวจและ อนุมัติขานาน

ขั้นตอน : การขออนานไฟ คือ การขอเชื่อมระบบโซลาร์เข้ากับระบบไฟของการไฟฟ้า (กฟน. หรือ กฟภ.) โดยผู้ยื่นขอจะต้องยื่นแบบทางไฟฟ้า พร้อมเอกสารอื่นที่เกี่ยวข้องให้การไฟฟ้าตรวจสอบความสอดคล้องตาม Grid Code หรือ ข้อกำหนดของการไฟฟ้า รวมถึงอินเวอร์เตอร์ที่ใช้เป็นอินเวอร์เตอร์ที่ผ่านการทดสอบของ กฟน. และ กฟน. และขึ้นทะเบียนกับการไฟฟ้า มาแล้วหรือไม่ หากพิจารณาแล้วถูกต้อง การไฟฟ้าจึงจะอนุมัติแบบ หลังจากก่อสร้างเสร็จ จะต้องเชิญการไฟฟ้าเข้ามาตรวจระบบโซลาร์ เมื่อตรวจผ่านแล้ว การไฟฟ้าจึงจะออกใบขานานให้ และอนุญาตให้เปิดระบบโซลาร์ได้ การไฟฟ้า จะมีการยื่นข้อมูลให้ กกพ. พิจารณายกเว้น ไม่ต้องขอรับใบอนุญาตการประกอบกิจการไฟฟ้า

ค่าใช้จ่าย : เริ่มต้น 8,700 บาท สำหรับกฟภ. และ 2,000 บาท สำหรับกฟน. (ไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม)

หน่วยงานและช่องทางติดต่อ : กฟน. และ กฟภ. ของเขตที่ตั้ง

รายละเอียดเพิ่มเติม ติดตามสถานะ หรือยื่นขออนานไฟ:

กฟภ. : <https://ppim.pea.co.th:4433/app/project/parallel/DG-SELF>

กฟน. : <https://www.mea.or.th/other-services/electricity-producers/generator-parallelng>

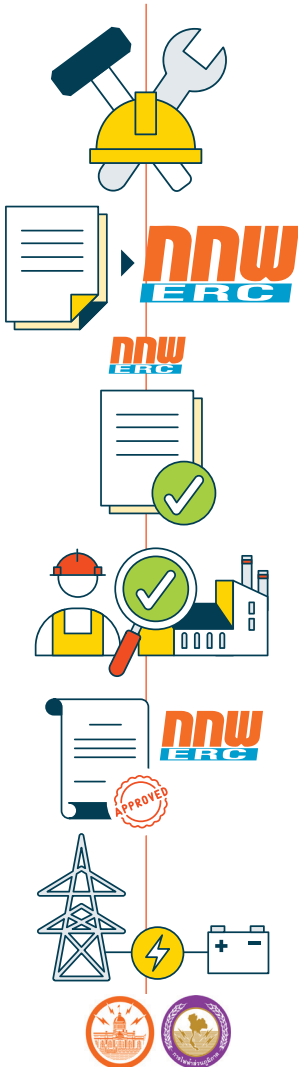


กฟภ.



กฟน.

การขอใบอนุญาต ให้ผลิตพลังงานควบคุม (พค.2)



ก่อสร้าง

ยื่นขอ พ.ค. 2

กกพ. พิจารณา อนุมัติ

พพ.* ตรวจ หน้างาน

กกพ. อนุมัติ พค.2

การไฟฟ้า อนุญาต ให้ขนานไฟ

ขั้นตอน : ระบบโซลาร์ที่มีกำลังติดตั้ง (กำลังของอินเวอร์เตอร์) เกิน 200 กิโลวัตต์ จะต้องขอใบ พค.2 ก่อนที่จะมีการอนุญาตให้ขนานไฟเข้ากับระบบไฟฟ้าของ กฟผ. และ กฟน. โดยจะต้องยื่นเอกสารให้ กกพ. เพื่อขอใบ พค.2 ก่อน กกพ. จะพิจารณา และส่งให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ตรวจสอบ หลังจากตรวจสอบแล้ว กกพ. จะแจ้งผลการอนุมัติในเว็บไซต์ของ กกพ.

ค่าใช้จ่าย : ไม่มีค่าใช้จ่าย

หน่วยงานและช่องทางติดต่อ : กกพ.
โทร 02-207-3599 หรือ 1204

รายละเอียดเพิ่มเติม :

<https://www.erc.or.th/th/produce-regulated-energy/> หรือ สแกน QR Code



การขอใบอนุญาต ประกอบกิจการไฟฟ้า



ขั้นตอน : สำหรับระบบโซลาร์ที่มีกำลังติดตั้ง (กำลังของอินเวอร์เตอร์) เกิน 1,000 กิโลวัตต์ จะต้องขอใบอนุญาตประกอบกิจการไฟฟ้าก่อนการดำเนินการผลิตไฟฟ้า อย่างถูกต้อง ทั้งนี้ ก่อนยื่นขอใบอนุญาตดังกล่าว ต้องได้รับใบอนุญาตที่เกี่ยวข้องครบถ้วน ไม่ว่าจะเป็นใบ อ.1 ใบ พค.2 และผลทดสอบขนานไฟฟ้า เมื่อได้รับใบอนุญาตครบแล้ว สามารถยื่นขอใบอนุญาตประกอบกิจการไฟฟ้าได้ หลังจากที่ได้ กกพ. ตรวจสอบและออกหนังสือแจ้งเริ่มประกอบกิจการไฟฟ้าแล้ว จึงจะสามารถเริ่มการผลิตไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง

ค่าใช้จ่าย : 3 บาทต่อ 1 kVA (สามารถดูที่กำลังผลิตรวมของอินเวอร์เตอร์ได้ โดยปกติแล้ว 1kVA เท่ากับ 1 กิโลวัตต์ของอินเวอร์เตอร์)

หน่วยงานและช่องทางติดต่อ : กกพ. โทร 02-207-3599 หรือ 1204

รายละเอียดเพิ่มเติม :

<https://www.erc.or.th/th/electrical-operations-notice>
หรือ สแกน QR Code

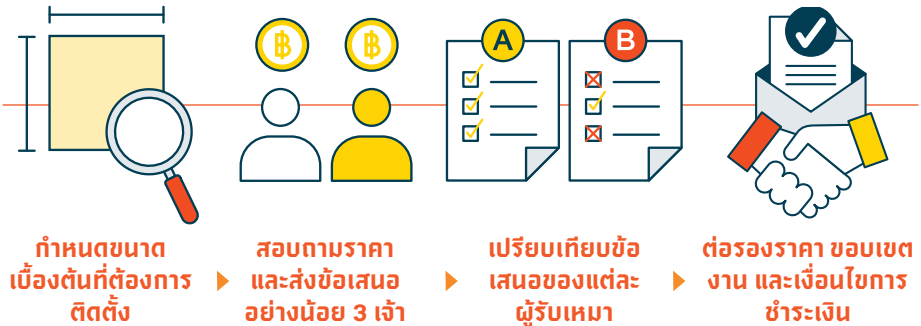




บทที่ 4

แนวทางการเลือก อุปกรณ์และ ผู้รับเหมา

แนวทางการเลือกผู้รับเหมา



การพิจารณาเลือกผู้รับเหมาสามารถทำได้โดยการเปรียบเทียบแบบรายต่อราย โดยเริ่มจากการกำหนดขนาดเบื้องต้นที่ต้องการติดตั้ง เพื่อให้ผู้รับเหมาเข้ามาสำรวจหน้างานและเสนอราคา จากนั้นเปรียบเทียบข้อเสนองของผู้รับเหมาแต่ละราย ซึ่งไม่ใช่แค่การเปรียบเทียบราคา แต่รวมทุกมิติ ตั้งแต่ความน่าเชื่อถือ ราคา อุปกรณ์ที่เลือกใช้ ตลอดจนบริการหลังการขาย ขั้นตอนสุดท้าย คือ การเจรจาต่อรองราคา รวมถึงเงื่อนไขการชำระเงิน ก่อนตกลงทำสัญญา



TIPS

ลองนำวิธีนี้ไปใช้เปรียบเทียบผู้รับเหมา เน้นความสำคัญตามต้องการ และลองให้คะแนนข้อเสนองของผู้รับเหมาแต่ละราย หรืออาจใช้เอกสารนี้เป็นรายการขอบเขตของงานที่ต้องการให้ผู้รับเหมารับผิดชอบก็ได้

1. สอบถามรายละเอียดจากผู้รับเหมาให้ครบถ้วนตามวิธีนี้
2. เน้นความสำคัญตามต้องการ เช่น หากให้ความสำคัญกับราคา ให้เพิ่มการพิจารณาราคาที่เสนอเป็นพิเศษ
3. เปรียบเทียบคะแนนรวมของผู้รับเหมาแต่ละราย พิจารณารายที่ได้คะแนนสูงที่สุด



เปรียบเทียบผู้รับเหมา



รูปแบบสัญญาซื้อขายไฟ

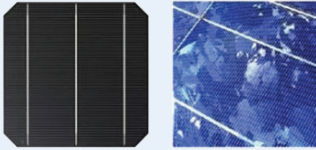
แนวทางการเลือกแผงโซลาร์

การเลือกยี่ห้อและรุ่นของแผงโซลาร์เซลล์ควรคำนึงถึงชนิด รูปแบบ คุณสมบัติ ราคา ความน่าเชื่อถือของผู้ผลิต และการรับประกันเป็นสำคัญ ข้อเสนอแนะมีดังนี้

มิติในการเปรียบเทียบ

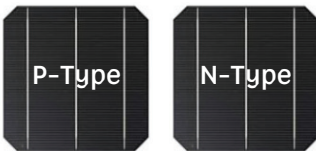
ข้อเสนอแนะ

ชนิดแผง



ชนิดแผง Poly หรือ Monocrystalline

ใช้แผงชนิด Monocrystalline เนื่องจากแผงประเภทนี้มีประสิทธิภาพสูงกว่าอายุการใช้งานนาน และปัจจุบันราคาไม่สูงกว่าแผงชนิด Polycrystalline มากนัก



ชนิดแผง Mono P-Type หรือ N-Type

เลือกได้ทั้งคู่ แผง N-Type Monocrystalline เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่พัฒนาเพื่อชะลอการเสื่อมสภาพของแผงให้ช้าลงและมีประสิทธิภาพดีขึ้น ปัจจุบันราคาสูงกว่าแบบ P-Type แต่ทั้งสองแบบใช้งานได้ดีเยี่ยม

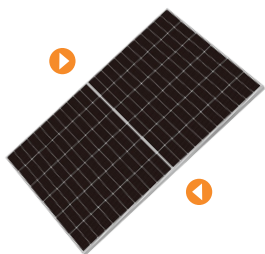
รูปแบบ



เป็น Half-Cut ใหม่

เลือกที่เป็น Half-Cut เพราะเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยลดการสูญเสียพลังงานจากการที่เซลล์บางแผ่นทำงานได้ไม่เต็มที่ หรือถูกเงาบดบัง การใช้เทคโนโลยี Half-Cut จะช่วยให้ด้านของแผงที่ไม่โดนเงาบดบังยังสามารถทำงานได้

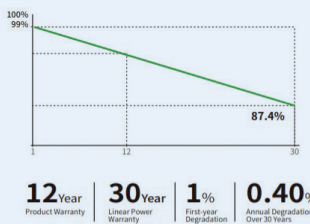
มิติในการเปรียบเทียบ



แผงแบบ Bi-Facial

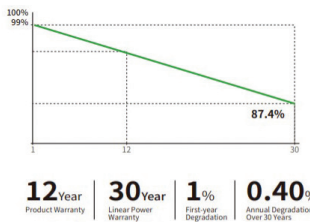
ข้อแนะนำ

ไม่จำเป็น เนื่องจากแผงโซลาร์แบบ Bi-Facial คือ เทคโนโลยีที่ทำให้รับแสงจากด้านหลังได้ ซึ่งจะช่วยให้ประสิทธิภาพการผลิต หากติดตั้งแผงโซลาร์บนหลังคา ด้านหลังจะไม่ได้รับแสงอยู่แล้ว แต่หากติดตั้งบนดาดฟ้า อาจพิจารณาใช้แผงโซลาร์แบบ Bi-Facial



ประสิทธิภาพแผง

ไม่ค่อยสำคัญ แผงโซลาร์ที่มีประสิทธิภาพจะใช้พื้นที่ติดตั้งน้อย แต่ปัจจุบันแผงโซลาร์ในตลาดมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน จึงไม่จำเป็นต้องเลือกที่ประสิทธิภาพดีแต่แพง ควรพิจารณาราคาต่อวัตต์เป็นหลัก เว้นแต่มีปัญหาเรื่องพื้นที่ติดตั้ง

Degradation
(การเสื่อมสภาพ)

ยิ่งต่ำยิ่งดี โดยทั่วไปแผงโซลาร์จะเสื่อมสภาพลงทุกปี คุณสมบัติของแผงจะระบุไว้ชัดเจนว่ามีอัตราการเสื่อมสภาพเป็นอย่างไร และผู้ผลิตมีบริการรับประกันการเสื่อมสภาพอย่างไร ดังนั้น ควรเลือกแผงโซลาร์ที่มีอัตราการเสื่อมสภาพต่ำ

TEMPERATURE RATINGS	
NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of P _{MAX}	-0.34% / °C

Temperature
coefficient

ยิ่งดีดลบน้อยยิ่งดี แผงโซลาร์ทำงานได้ดีที่อุณหภูมิ 25°C อุณหภูมิที่สูงขึ้นจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการผลิตไฟ ยิ่งประเทศไทยมีอากาศร้อน ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิสูง ตัวแปรนี้จึงมีผลเป็นอย่างมาก

มิติในการเปรียบเทียบ

ข้อแนะนำ

ราคา



THB/w
ราคาต่อวัตต์
(กรณีหาซื้อเอง)

ยิ่งต่ำยิ่งดี ในกรณีที่เลือกซื้อแผงโซลาร์ด้วยตัวเอง การเปรียบเทียบราคาไม่ควรเทียบราคาสุทธิของแผง แต่ควรเทียบราคาต่อวัตต์ คำนวณได้โดยนำราคาเต็มหารด้วยกำลังติดตั้ง เช่น แผง 550W ราคา 2,080 บาท ราคาจะอยู่ที่ 3.78 บาทต่อวัตต์ (2,080 หาร 550)

รับประกัน



การรับประกัน

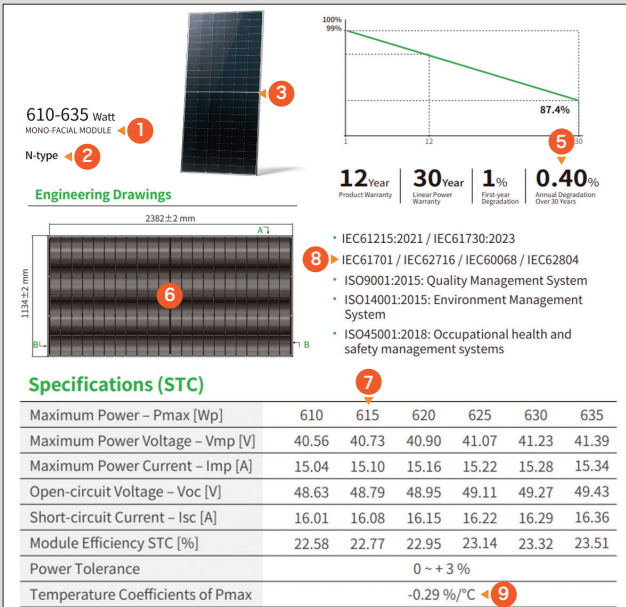
ประสิทธิภาพ 25 ปีและสินค้า 10 ปีขึ้นไป สอบถามผู้รับเหมาหรือผู้ผลิตเกี่ยวกับเงื่อนไขการรับประกัน ควรมีการรับประกันสินค้าเกินจุดคุ้มทุน และมีการรับประกันประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 25 ปี

ความน่าเชื่อถือ



มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

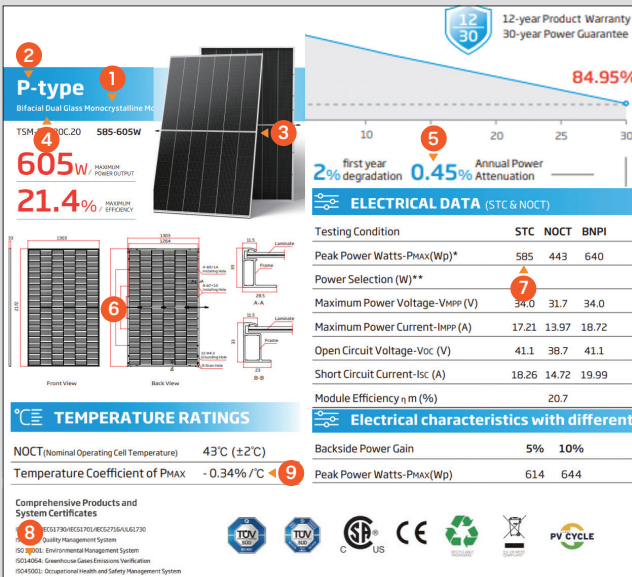
IEC 61215, Tier-1 Bloomberg โดย IEC เป็นมาตรฐานที่ยืนยันว่าแผงได้รับการออกแบบและทดสอบอย่างถูกต้อง ส่วน Tier-1 คือ การจัดอันดับความน่าเชื่อถือทางการเงินของผู้ผลิต นับเป็นตัววัดความน่าเชื่อถือได้ในระดับหนึ่ง



แผงโซลาร์ต่อไปนี้เป็นยี่ห้อ ตัวอย่างที่อยู่ใน Tier-1 Bloomberg และเป็นที่ยอมรับติดอันดับ Top 5 ของโลก ทั้ง 2 ยี่ห้อ มีตัวเลือกแผงโซลาร์หลายรุ่นและเทคโนโลยีให้เลือกสรร โดยมีข้อดีการผลิตยอดเยี่ยม และการดูแลหลังการขายที่ดีและน่าเชื่อถือ

อ่านรายละเอียดสเปคของแผงจาก Datasheet

- ชนิด: Monocrystalline
- ชนิดย่อย: P/N-Type
- Half-Cut
- Bi-Facial
- การเสื่อมสภาพ
- ขนาดของแผง
- กำลังของแผง
- มาตรฐานที่รับรอง
- Temp. Coefficient



รายละเอียดรายชื่อแผง Tier 1



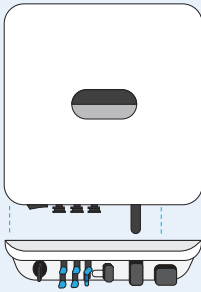
แนวทางการเลือกอินเวอร์เตอร์

การเลือกยี่ห้อและรุ่นของอินเวอร์เตอร์ควรคำนึงถึงชนิดของอินเวอร์เตอร์ รายละเอียดเชิงเทคนิค การรับประกัน และความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์และยี่ห้อ โดยมีข้อแนะนำดังนี้

มิติในการเปรียบเทียบ

ข้อแนะนำ

ชนิดอินเวอร์เตอร์



String หรือ Micro Inverter

มีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน String Inverter 1 เครื่อง สามารถต่อกับแผงโซลาร์ได้หลายแผง ราคาต่อวัตต์จึงถูก อีกทั้งดูแลรักษาได้ง่ายกว่า ส่วน Micro Inverter 1 เครื่อง ต่อกับแผงโซลาร์ได้ 1-4 แผง จึงสามารถดูการทำงานแยกรายแผงได้ และลดการสูญเสียจาก Mismatch lost ได้ดีกว่า Micro inverter เหมาะสำหรับกรณีการติดตั้งระบบขนาดเล็ก หรือมีหลังคาที่หันหลายทิศทาง

สเปค



กำลังผลิต (AC Power Output)

เลือกให้พอกับการใช้งาน ควรติดตั้งให้เพียงพอความต้องการใช้ไฟ โดยไม่ควรต่ำกว่า 80% ของกำลังการผลิต มิฉะนั้นอาจสูญเสียพลังงานที่แผงสามารถผลิตไฟฟ้าได้ปริมาณมากในช่วงกลางวันไปโดยเปล่าประโยชน์



กำลังติดตั้งของแผงที่รับได้ (DC Input)

เลือกให้สูงกว่ากำลังรวมของแผง หากเลือกคุณสมบัติ DC Input ของอินเวอร์เตอร์ต่ำกว่า กำลังรวมของแผงที่ติดตั้ง อินเวอร์เตอร์อาจทำงานได้ไม่มีประสิทธิภาพ หรืออาจใช้ไฟจากแผงได้ไม่เต็มที่

มิติในการเปรียบเทียบ



Voc, Vmp และ Isc, Imp

ข้อแนะนำ

เลือกให้เหมาะสมกับการใช้งาน แผงโซลาร์และอินเวอร์เตอร์ต้องได้รับการออกแบบให้สามารถทำงานด้วยกันได้ ปัจจัยที่กล่าวข้างต้นเป็นตัวแปรสำคัญสำหรับการคำนวณ ทั้งนี้ควรปรึกษาวิศวกรหากต้องการออกแบบเอง



ประสิทธิภาพ (Efficiency)

เลือกที่สูงที่สุด มาตรฐานในการวัดประสิทธิภาพมีอยู่หลายแบบ มาตรฐานที่นิยม คือ Max Efficiency หรือ European weighted efficiency ตรวจสอบให้แน่ชัดว่าเปรียบเทียบมาตรฐานเดียวกันหรือไม่



ระบบการสื่อสาร

การเชื่อมต่อผ่าน WLAN จะมีประสิทธิภาพที่สุดสำหรับการติดตั้งระดับครัวเรือน เนื่องจากสะดวกในการเชื่อมต่อ WIFI ของบ้าน แต่หากต้องปรับใช้กับระบบของโรงงาน อาจพิจารณาอินเวอร์เตอร์มีระบบ RS485 ควบคุมได้ด้วย ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับการใช้งานจริง และในบางกรณีอาจซื้ออุปกรณ์เสริมเพื่อใส่ซิมอินเทอร์เน็ตได้



เฟสไฟฟ้า

1 เฟส หรือ 3 เฟส ขึ้นอยู่กับระบบไฟฟ้าของจุดที่จะเชื่อมต่อ อินเวอร์เตอร์ 1 เฟส ใช้กับระบบไฟ 3 เฟส ได้ แต่อินเวอร์เตอร์ 3 เฟส ใช้กับระบบไฟ 1 เฟสไม่ได้

มีสในการเปรียบเทียบ



แอปพลิเคชัน

ข้อแนะนำ

ควรมีแอปพลิเคชันมาด้วย อินเวอร์เตอร์หลายยี่ห้อที่มีการพัฒนาแอปพลิเคชันให้ผู้ใช้งานเพื่อตรวจสอบผลการผลิต สถานะการทำงานและวิเคราะห์ปัญหาจากการใช้งาน



จำนวน MPPT

ยิ่งเยอะยิ่งดี เหมาะสำหรับหลังคาที่มีหลายทิศ ช่วยลด Mismatch Lost* ในกรณีที่ต้องแผงแยกอนุกรมกัน



รับประกันสินค้า

บริการรับประกันสินค้าอย่างน้อย 10 ปี เพื่อการใช้งานจนถึงระยะเวลาคืนทุน และควรเลือกผู้ผลิตที่มีโรงงานในไทย เพื่อส่งซ่อมหรือเปลี่ยนอะไหล่ได้ภายในระยะเวลาอันสั้น



มาตรฐานและความนิยม

เลือกแบรนด์ที่นิยมและได้รับมาตรฐาน โดยมาตรฐานที่สำคัญคือ ผ่านการทดสอบการเชื่อมต่อโครงข่ายของ MEA, IEC62109 และ IEC61727



รายชื่อทะเบียน กฟน.



รายชื่อทะเบียน กฟภ.

หมายเหตุ : *Mismatch Loss หรือการสูญเสียพลังงานจากความไม่เข้ากัน คือ ปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อแผงโซลาร์เซลล์ในระบบผลิตกระแสไฟฟ้าได้ไม่เท่ากัน อาจเกิดจากหลายปัจจัย เช่น แผงสกปรก ฝุ่นเกาะ ความแตกต่างของแผง หรือแม้แต่เงาที่บังเพียงเล็กน้อย

Grid connection		Output Single phase	
Rated output power	2	3,000 W 3,300 VA	5,000 W ⁵ 5,500 VA ⁷
Max. apparent power		220 Vac / 50 Hz / 240 Vac	
Rated output voltage		50 Hz / 60 Hz	
Rated AC grid frequency		0.8 leading - 0.8 lagging	25 A ⁸
Max. output current	15 A	Yes (via Backup Box-B01)	
Adjustable power factor			
Max. total harmonic distortion			
Backup power output			
Technical Specification	SUN2000 -3KTL-L1	5	SUN2000 -5KTL-L1
Max. efficiency	98.3 %	Efficiency	98.4 %
European weighted efficiency	97.3 %		97.8 %
Recommended max. PV power ²	4,500 Wp	Input (PV)	7,500 Wp
Max. input voltage		600 V ³	
Start-up voltage		100 V	
MPPT operating voltage range		90 V - 560 V ³	
Rated input voltage		360 V	
Max. input current per MPPT		12.5 A	
Max. short-circuit current		18 A	
Number of MPP trackers		2	
Max. number of inputs		2	
		Standard Compliance (more available upon request)	
		EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2	
		98, G99, EN 50549-1, CEI 0-21, VDE-AR-N 4105, AS 4777, C10T11, ABNT, UTE C15-71	
		6 General Data	
		LED indicators, integrated WLAN + FusionSolar APP	
		RS485, WLAN via inverter built-in WLAN module	
		a Smart Dongle-WLAN-FE (Optional); 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (C	

ตัวอย่างการอ่าน คุณสมบัติของอินเวอร์เตอร์

ทั้งสตริงอินเวอร์เตอร์ (String Inverter) (บน) และ ไมโครอินเวอร์เตอร์ (Micro Inverter) (ล่าง) พร้อมทั้งตัวอย่างแอปพลิเคชันไว้สำหรับตรวจสอบสถานะและผลการผลิตของระบบโซลาร์

อ่านรายละเอียด คุณสมบัติของแผงจาก Datasheet

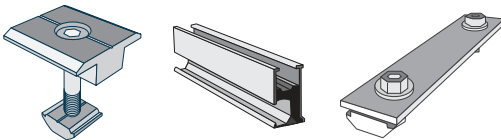
- ชนิด: String หรือ Micro
- AC Power Output
- DC Input
- Vmax, Voper, Isc, Imp
- ประสิทธิภาพ
- ระบบสื่อสาร
- จำนวนเฟสไฟฟ้า
- จำนวน MPPT
- แอปพลิเคชัน
- มาตรฐาน

Technical Specifications	
Model	HMS-1600D-4T
Input Data (DC)	
Commonly used module power (W)	320 to 540 ³
Maximum input voltage (V)	450
MPPT voltage range (V)	16-60
Start-up voltage (V)	22
Maximum input current (A)	4 × 14
Maximum input short circuit current (A)	4 × 25
Number of MPPTs	2
Number of inputs per MPPT	2
Output Data (AC)	
Rated output power (VA)	1600
Rated output current (A)	7.27 6.98 6.67 6.18 7.50
Normal output voltage range (V)	220V/240V 230V/240V 240V/240V 250V/240V 260V/240V
Nominal frequency range (Hz)	50/45-55 or 60/55-65
Power factor (adjustable)	0.8 leading - 0.8 lagging
Total harmonic distortion	< 3%
Maximum units per branch ⁷	4 4 4 3 4 4
Efficiency	
CEC peak efficiency	96.70%
Normal MPPT efficiency	96.50%
Night power consumption (mW)	99.80%
Mechanical Data	
Ambient temperature range (°C)	-40 to +45
Dimensions (W × H × D (mm))	310 × 185 × 40.6
Weight (kg)	4.5
Enclosure rating	Outdoor (IP65) (NEMA 6)
Cooling	Natural convection - No fans
Features	
Communication	Sub-1G
Topology	Centrally located H ² Transformer
Monitoring	5-Miles Cloud ⁹
Compliance	IEC 61727, IEC 62116, IEC 61683, IEC 60068-2-3, IEC 61000-6-1/2/3/4, IEC

แนวทางการเลือกอุปกรณ์อื่นๆ

การเลือกยี่ห้อและรุ่นของอินเวอร์เตอร์ควรคำนึงถึงชนิดของอินเวอร์เตอร์ รายละเอียดเชิงเทคนิค การรับประกัน และความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์และยี่ห้อ โดยมีข้อแนะนำดังนี้

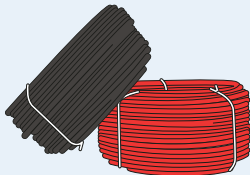
อุปกรณ์



ตัวจับยึด
(Mounting)

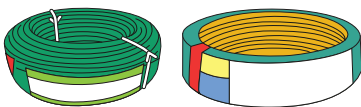
ข้อแนะนำและตัวอย่างแบรนด์

ความหนา และการกันสนิม ความหนาที่นิยมใช้ คือ โลหะที่มีโปรไฟล์หนา 4.2mm ขึ้นไป และใช้วัสดุที่มีการกันสนิมขึ้น เช่น Aluminum Alloy



สายไฟ
DC Cable

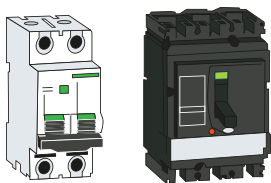
EN50618 Solar DC Cable หรือที่เรียกว่า PV1-F เป็นสายไฟที่ทนแรงดันสูง (1,000-1,500V) โดยปกติจะมีขนาด 4, 6 และ 10 ให้เลือกตามการใช้งาน



สายไฟ
AC Cable

มอก. 11-2553 หรือ IEC60227 ประเภทสายไฟที่นิยม คือ THW และต้องเดินแบบร้อยท่อ (ห้ามฝังดิน) ขนาดสายไฟต้องเหมาะสมกับกระแสไฟที่ผลิตได้ และควรเผื่อขนาดสายไฟให้เหมาะสม

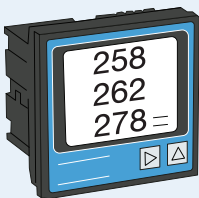
อุปกรณ์



เบรกเกอร์กระแสสลับ
(RCBO หรือ MCB)

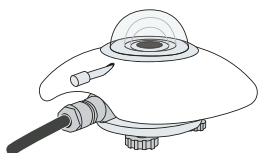
ข้อแนะนำและตัวอย่างแบรนด์

มาตรฐานของ RCBO : IEC61008
มาตรฐานของ MCB : IEC60898 และ
60947-2 เป็นมาตรฐานของเบรกเกอร์ชนิด
RCBO หรือ MCB และ MCCB ตามลำดับ



มิเตอร์วัดไฟ

Class 0.5 ในกรณีที่ติดตั้งระบบระดับ C&I ต้องมั่นใจว่ามีมิเตอร์ที่วัดค่าได้แม่นยำเพียงพอ เพราะต้องใช้ในการคำนวณหลายอย่าง เช่นค่าไฟและค่าปรับ ต้องเลือกมิเตอร์ที่วัดค่าได้ละเอียด เช่น Energy meter Class 0.5



ไพรานอมิเตอร์

Class 1 ในกรณีที่ติดตั้งระบบระดับ C&I ต้องมีการวัดค่าแสงแดดเพื่อนำมาวัดประสิทธิภาพของระบบ การวัดค่าแสงควรต้องเทียบระดับ Class 1 ข้อเสียคือแพง

บทสรุป

สำหรับผู้ผู้อ่านจนจบแล้ว ยังไม่แน่ใจว่าควรเริ่มจากอะไรดี ลองทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้



1.

ประเมินกำลังติดตั้ง ผลประโยชน์และงบประมาณ

ประเมินความพร้อมในการติดตั้งระบบโซลาร์ ทั้งขนาด เงินลงทุน และงบประมาณ เพื่อคำนวณว่า ผลประโยชน์ที่ได้คุ้มค่าหรือไม่ สามารถประเมินเบื้องต้นได้จากเว็บไซต์ใน QR Code ด้านข้าง



2.

ติดต่อผู้รับเหมาให้เข้าสำรวจ ประเมินราคา

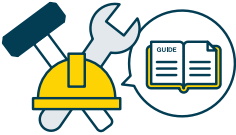
หากประเมินแล้วเห็นว่า งบประมาณและผลประโยชน์ที่ได้คุ้มค่า ลองติดต่อผู้รับเหมาที่น่าเชื่อถือให้เข้ามาประเมินราคา ผู้รับเหมา จะเข้ามาประเมินขนาดติดตั้ง และงบประมาณที่ชัดเจน รวมถึงยื่น ข้อเสนอให้พิจารณา



3.

ตัดสินใจติดตั้งและปฏิบัติตามคู่มือฉบับนี้

พิจารณาข้อเสนออย่างถี่ถ้วน โดยสามารถปฏิบัติตามคำแนะนำและ ขั้นตอนต่าง ๆ ในคู่มือฉบับนี้



แนะนำเว็บไซต์ที่เป็นประโยชน์ สำหรับผู้ที่สนใจในการติดตั้งโซลาร์ Bangkok Solar City มหานครแห่งโซลาร์



ลิงก์เว็บไซต์ : <https://greener.bangkok.go.th/solarcity/>

แพลตฟอร์มศูนย์กลางข้อมูล แนวทาง ข่าวสาร และกิจกรรม เพื่อส่งเสริมการติดตั้งโซลาร์เซลล์ ในกรุงเทพมหานคร แหล่งข้อมูลที่จะช่วยให้คุณ เข้าใจขั้นตอน ประโยชน์ และมาตรฐานการติดตั้ง ได้อย่างครบถ้วน เพื่อก้าวสู่การใช้พลังงานสะอาด อย่างมั่นใจในเมืองของเรา ทั้งนี้ในอนาคตอาจจะมี การปรับเปลี่ยนกฎระเบียบ ข้อบังคับหรือเพิ่มเติม ข้อมูลจากในเล่มคู่มือ ผู้อ่านสามารถติดตามข้อมูล ล่าสุดได้ที่เว็บไซต์นี้

สแกน QR code
เพื่อเข้าสู่เว็บไซต์



