



การออกแบบและติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์ เพื่อลดค่าไฟฟ้าสำหรับช่างไฟฟ้าและบุคคลทั่วไป



บรรยายโดย

รศ.ดร.กาญจน์ เกิดชื่น

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มทร.อีสาน

สามัญวิศวกรไฟฟ้า

โทร&ไลน์ 081-7003242

23-24 มีนาคม 2566

ศูนย์วิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยขอนแก่น ณ จังหวัดอุดรธานี

RMUTI

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มทร.อีสาน นครราชสีมา

IAPER



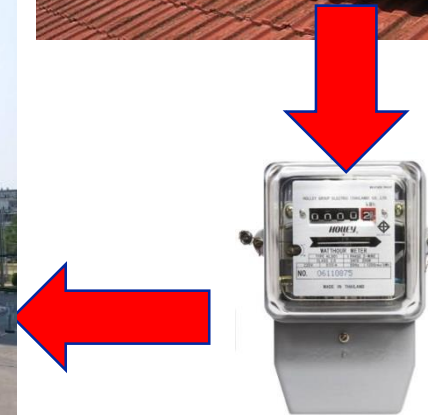
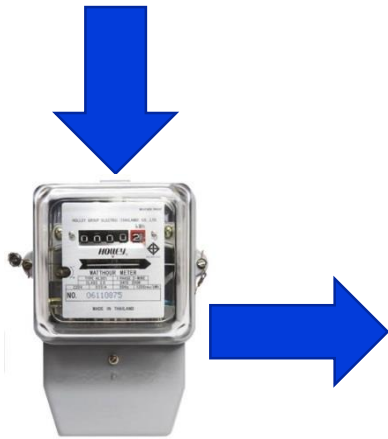
จุดประสงค์การบริการวิชาการ

- เพื่อส่งเสริมให้เกิดการใช้พลังงานหมุนเวียนในสังคม
- เพื่อส่งเสริมให้ผู้ให้บริการติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์มีความเข้าใจเพิ่มเติมมากขึ้น
- เพื่อให้ผู้ต้องการติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์เข้าใจระบบและการปฏิบัติการติดตั้งระบบ



บทนำ

PEA



kWp ???

RMUTI

IAPER

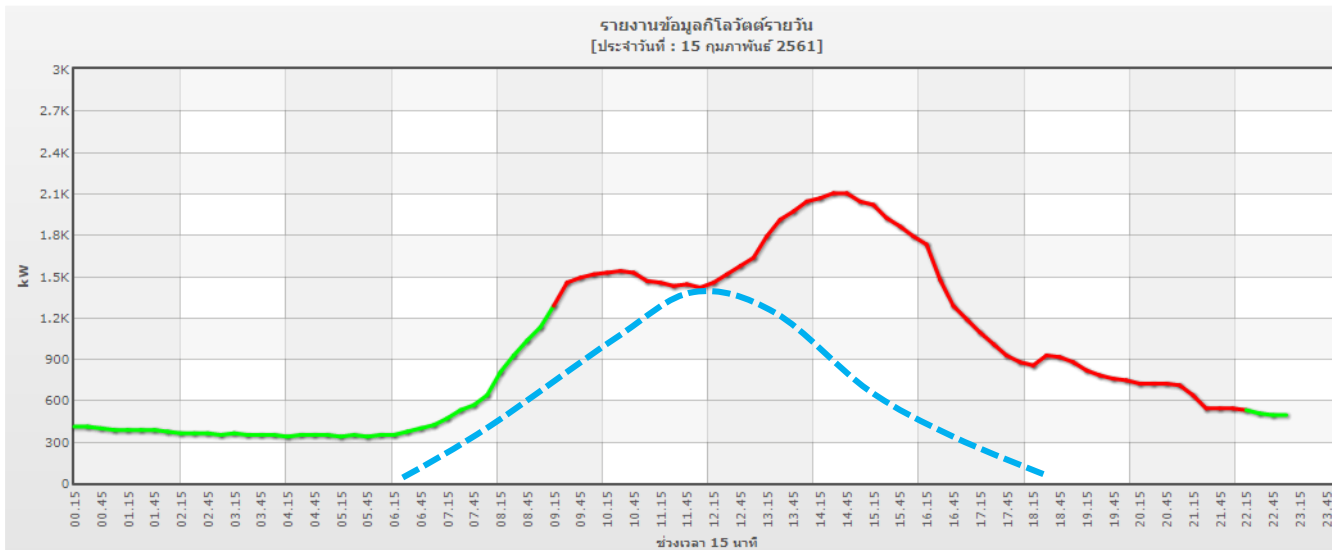


ปริมาณและการใช้พลังงานไฟฟ้า



kWp ???

ไม่มีการใช้ไฟกลางวัน ???





ปริมาณและการใช้พลังงานไฟฟ้า



RMUTI

Kaan Kerdchuen

5

IAPER

Intelligent Power and Energy Research

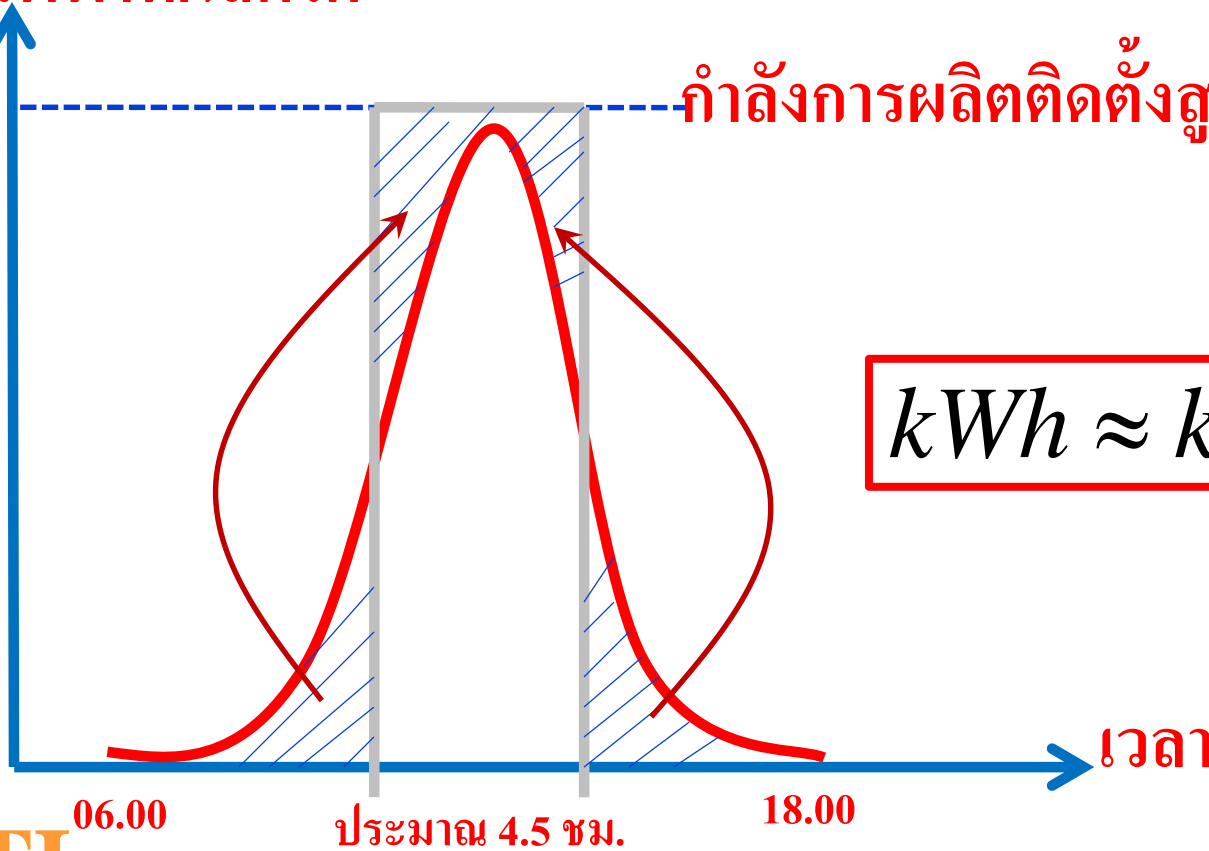


พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้

กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้

kWp

กำลังการผลิตติดตั้งสูงสุด



RMUTI

IAPER



ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดได้

- ค่าไฟฟ้าบ้านเราประมาณ 4.7 บาท/หน่วย
- ดังนั้นค่าไฟฟ้าที่จะลดได้ประมาณ

Energy Cost Reduction per Month

$$\approx kW \times 4.5h \times 4.7\text{Baht} \times 30\text{Day}$$

$$\approx 10kW \times 4.5h \times 4.7\text{Baht} \times 30\text{Day} = 6,345 \text{ Baht}$$

- สามารถนำไปประมาณการคืนทุนได้



การลงทุนโครงการโดยประมาณ

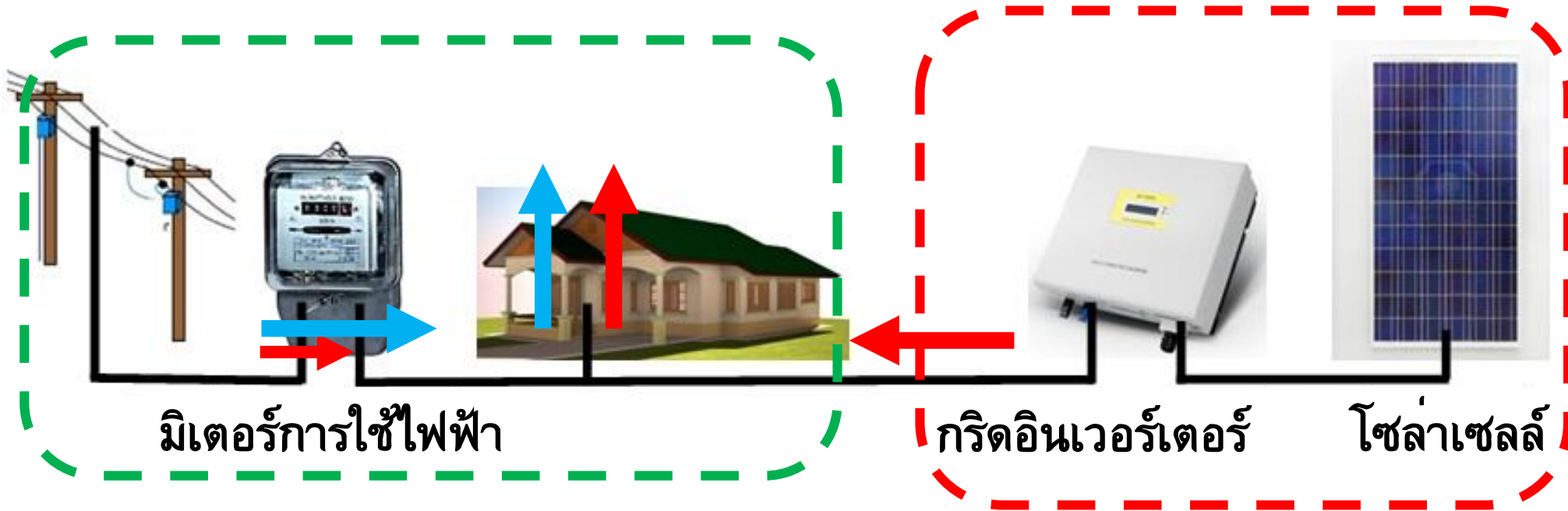
ขนาด (kW)	พื้นที่หลังคา (แผง/ตร.ม.)	ผลิตไฟฟ้าได้ต่อเดือนประมาณ (หน่วย, kWh)	ลดค่าไฟฟ้าต่อเดือนได้ประมาณ (บาท)	งบประมาณรวมค่าติดตั้ง (บาท)	ระยะเวลาดำเนินทุนประมาณ (ปี)
1.6	4/8	243	972	70,000	5-6
3	7/14	425	1,700	100,000	4-5
5	12/24	729	2,916	150,000	4-5
10	22/44	1,336	5,346	260,000	3-4
100	222/444	13,486	53,946	2,300,000	3-4
1,000	2,222/4,444	134,986	539,946	21,000,000	3-4

เป็นราคาสำหรับผู้รับจ้างและเจ้าของงานอยู่ได้ ถือว่าเหมาะสม ณ ปีนี้



การออกแบบระบบโซลาร์เซลล์เชื่อมต่อสายส่ง

❖ ภาพรวมของระบบ





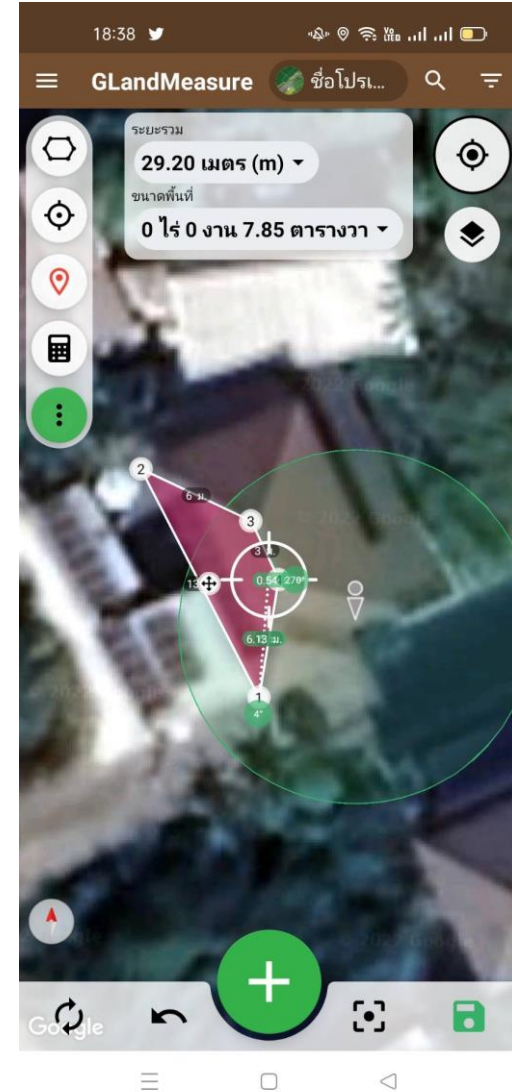
ลำดับขั้นการดำเนินการ การออกแบบ และติดตั้ง (ของช่าง)

- ขอรทราบปริมาณ และลักษณะการใช้ไฟฟ้าของผู้สนใจ
- ขอรทราบปริมาณพื้นที่หลังคา และ GPS Location
- ออกแบบระบบโซลาร์เซลล์ชนิดเชื่อมต่อกำลัง (Grid connected)
- ติดตั้งระบบ
- การดำเนินการด้านเอกสาร เพื่อการอนุญาตจากหน่วยงานราชการ



พื้นที่หลังคาและลักษณะหลังคา

- เพื่อหาความสามารถในการติดตั้งแผง PV
- รูปแบบการยึดแผง
- 1 ตร.วา = 4 ตร.ม.
- 2 ตร.ม. ได้ 400Wp

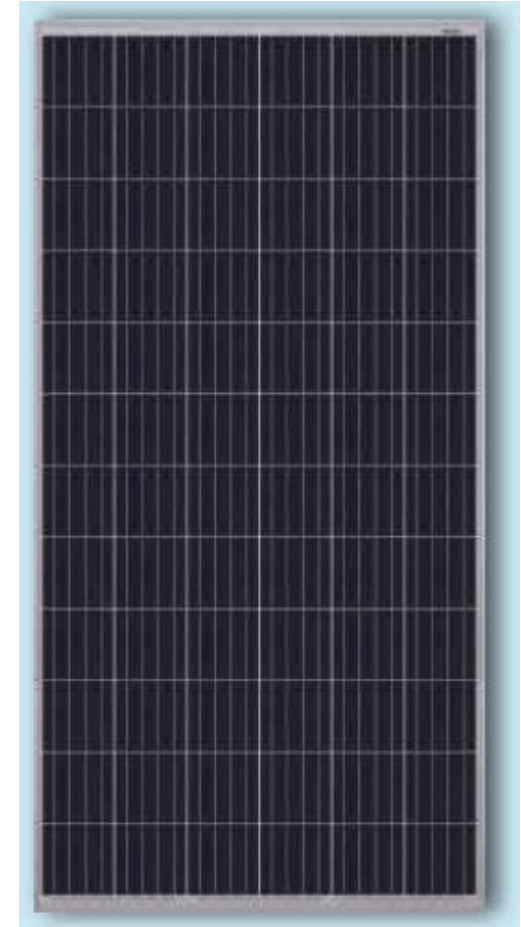




การออกแบบระบบโซลาร์เซลล์เชื่อมต่อสายส่ง

- ❖ จำนวนแผงตามความต้องการ
- ❖ แรงดันไปกำหนดจำนวนแผงที่อนุกรมกัน
- ❖ กระแสไฟฟ้าไปกำหนดขนาดสายไฟ

TYPE	JAP6-72-305/4BB
Rated Maximum Power at STC (W)	305
Open Circuit Voltage (Voc/V)	45.37
Maximum Power Voltage (Vmp/V)	36.88
Short Circuit Current (Isc/A)	8.81
Maximum Power Current (Imp/A)	8.27
Module Efficiency [%]	15.73





การออกแบบระบบโซลาร์เซลล์เชื่อมต่อสายส่ง

- ❖ ขนาดอินเวอร์เตอร์ตามต้องการ
- ❖ แรงดันด้านอินพุต DC
- ❖ MPPT



Input

Max. Input Voltage ¹	1,100 V
Max. Current per MPPT	22 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	30 A
Start Voltage	200 V
MPPT Operating Voltage Range ²	200 V ~ 1,000 V
Rated Input Voltage	600 V @380 Vac / 400 Vac; 720 V @480 Vac
Number of MPP trackers	6
Max. number of inputs	12

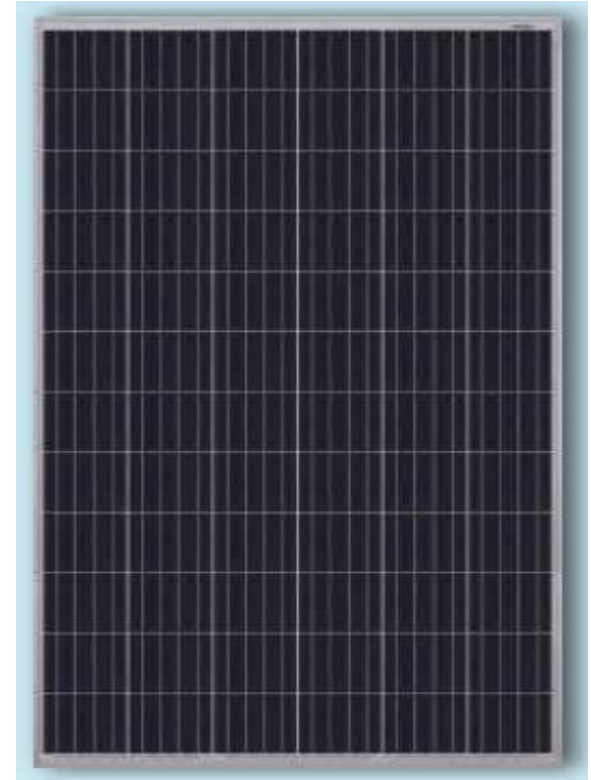
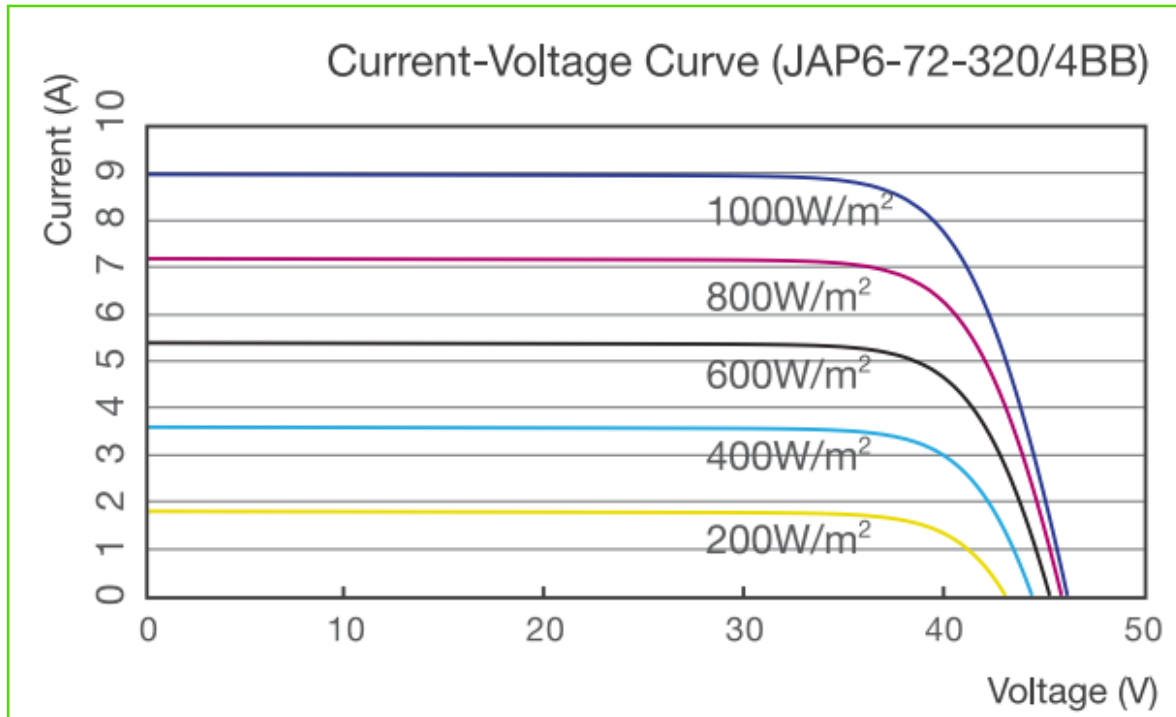
Output

Rated AC Active Power	60,000 W
Max. AC Apparent Power	66,000 VA
Max. AC Active Power (cos ϕ =1)	66,000 W
Rated Output Voltage	220 V / 380 V, 230 V / 400 V, default 3W + N + PE; 3W + PE optional in settings; 277 V / 480 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz



อุปกรณ์ป้องกันในระบบ PV

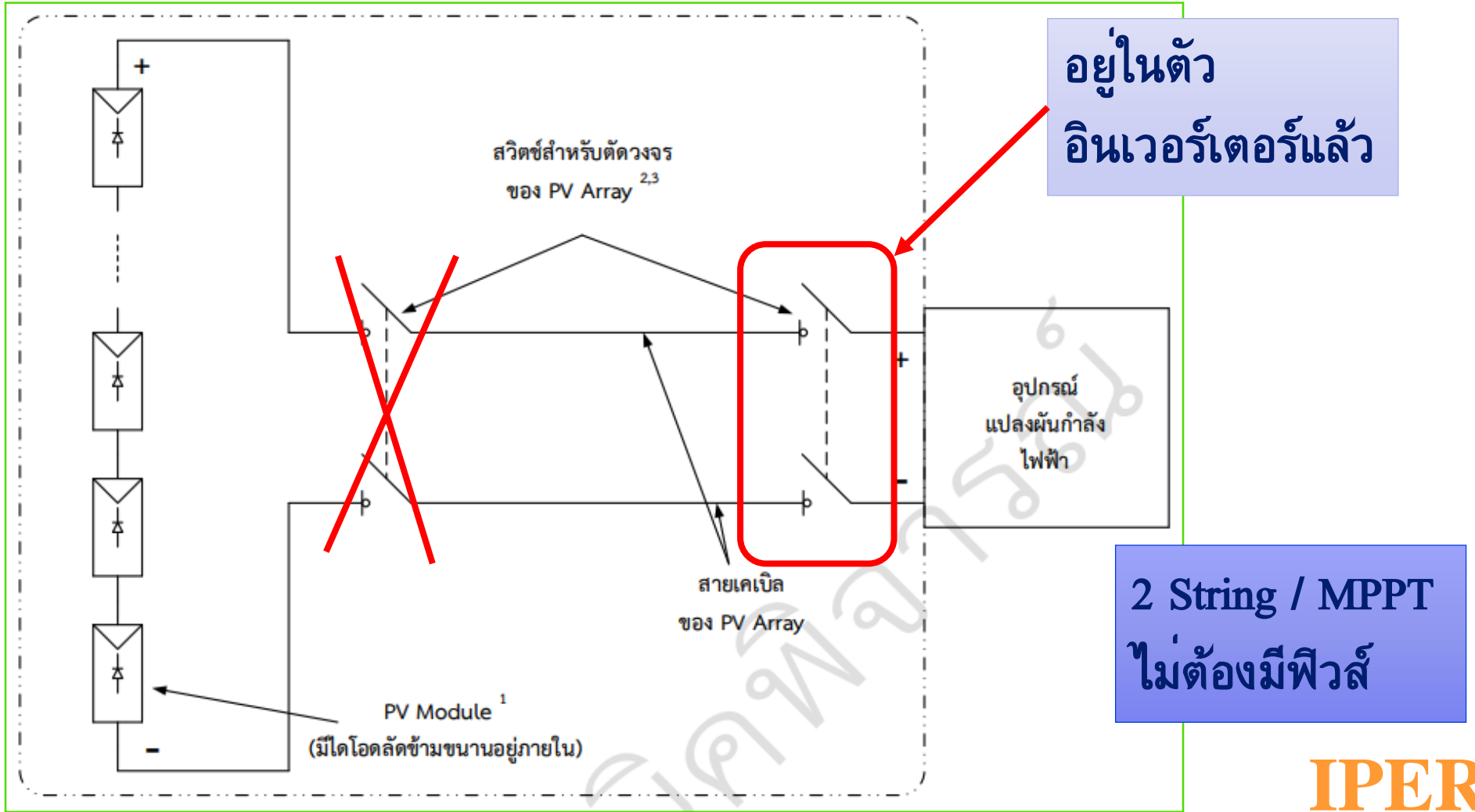
- ❖ AC เหมือนระบบไฟฟ้าที่เราคุ้นเคย
- ❖ DC ???



- ❖ กระแสลัดวงจรไม่เกิน 9A
- ❖ อุปกรณ์ป้องกัน?

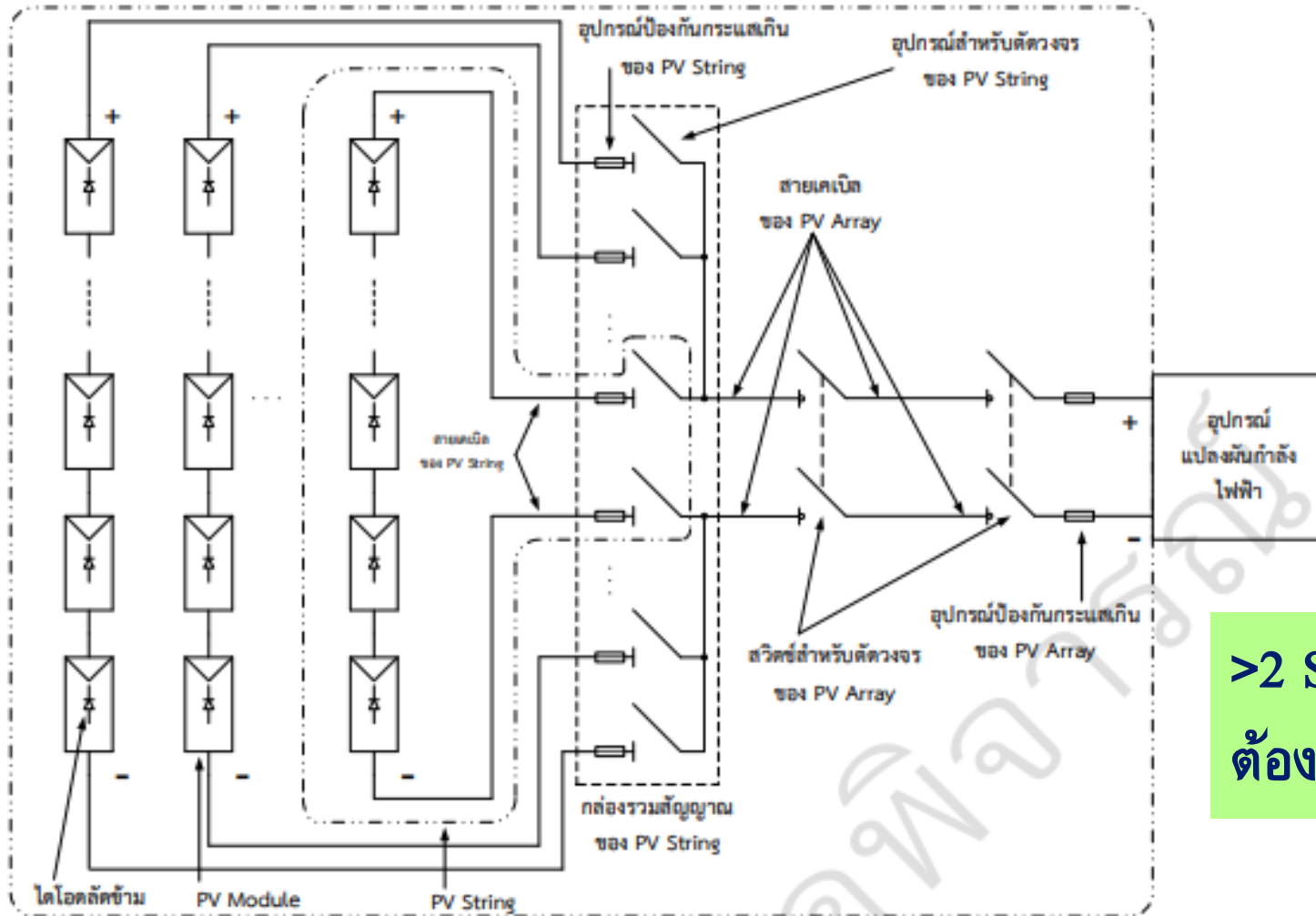


อุปกรณ์ป้องกันในระบบ PV





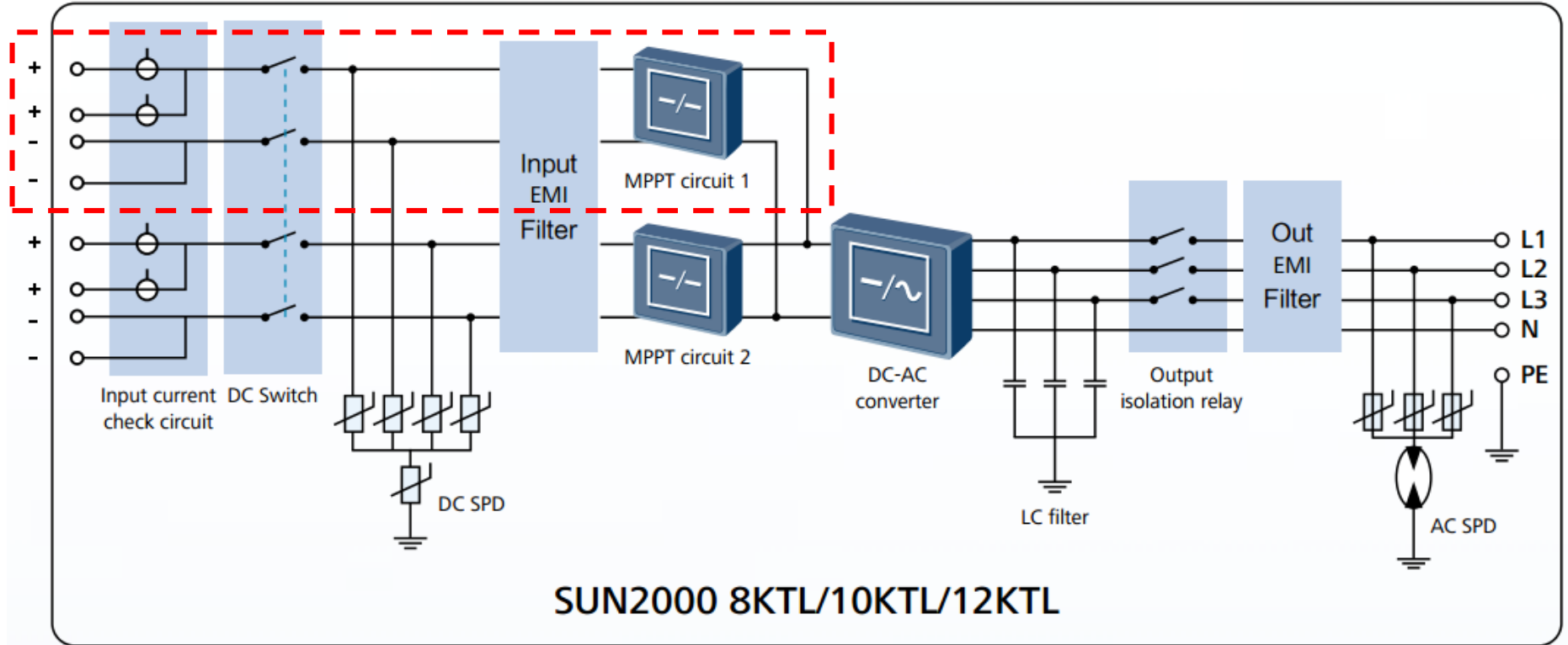
อุปกรณ์ป้องกันในระบบ PV



>2 String / MPPT
ต้องมีฟิวส์



อุปกรณ์ป้องกันในระบบ PV

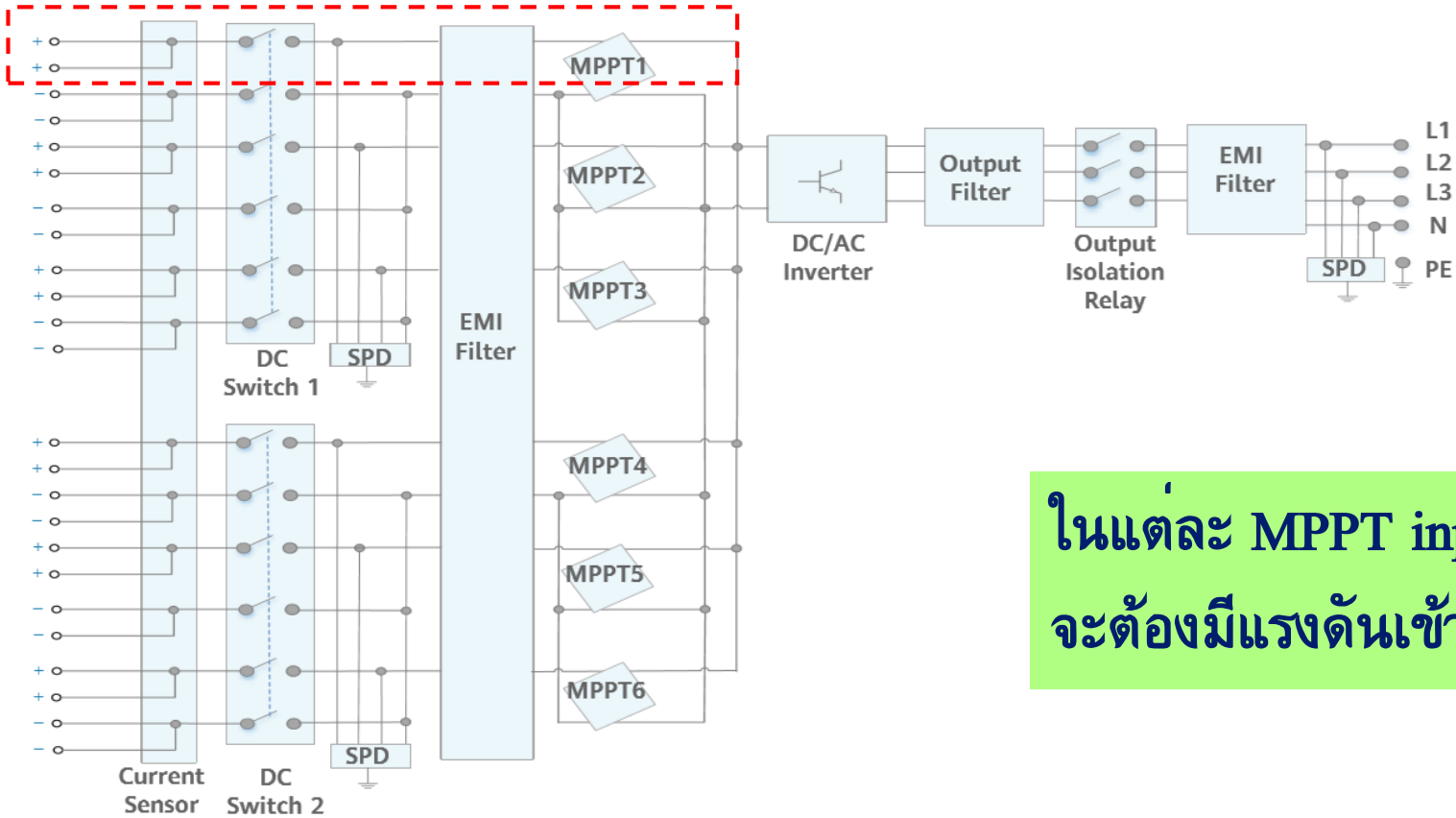


ฟิวส์ และ SPD มีมาตรฐานในหลายๆยี่ห้อ ต่อสาย DC AC ก็ใช้ได้



MPPT และการต่อวงจร

Circuit Diagram



SUN2000-60KTL-M0

ในแต่ละ MPPT input
จะต้องมีแรงดันเข้าเท่ากัน



การดำเนินการด้านเอกสาร (กรณีขายไฟ)

- กฟภ. (แผนพลังงานทดแทน ตั้งอยู่การไฟฟ้าเขต ปัจจุบันออนไลน์)
<https://ppim.pea.co.th/project/solar/detail/62885d055bdc7f264c5edcdd>
 - Single Line Diagram และวิศวกรไฟฟ้ารับรองแบบและการติดตั้ง
 - สเปคแผง และอินเวอร์เตอร์
 - เอกสารเจ้าของอาคาร
 - **ได้เอกสารสัญญาการซื้อขายพลังงานไฟฟ้า**
- สำนักงานท้องถิ่น อบต. หรือ เทศบาล
 - แบบหลังคา + วิศว.โยธารับรองความแข็งแรง
 - เอกสารเจ้าของอาคาร
 - **สำเนาการรับแจ้งเพื่อทราบ หรือได้ อ.1. (กรณีเกิน 160 ตร.ม.) เพื่อนำส่ง กฟภ.**
- กฟพ. เขต (ยื่นออนไลน์ <https://cleanenergyforlife.net/login>)
 - Single Line Diagram และวิศวกรไฟฟ้ารับรองออกแบบและการติดตั้ง
 - สเปคแผง อินเวอร์เตอร์ และรูปภาพการติดตั้ง 80%
 - **ใบสัญญาการซื้อขายไฟ กฟภ.+ สำเนาการรับแจ้งเพื่อทราบ หรือใบ อ.1**
 - เอกสารเจ้าของอาคาร



เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง

- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ยื่นออนไลน์เพื่อขายไฟ:

<https://ppim.pea.co.th/project/solar/detail/62885d055bdc7f264c5edcdd>

- กกพ. ยื่นเอกสารออนไลน์ที่: <https://cleanenergyforlife.net/login>

- PEA inverter list (ค้นหาที่ google)

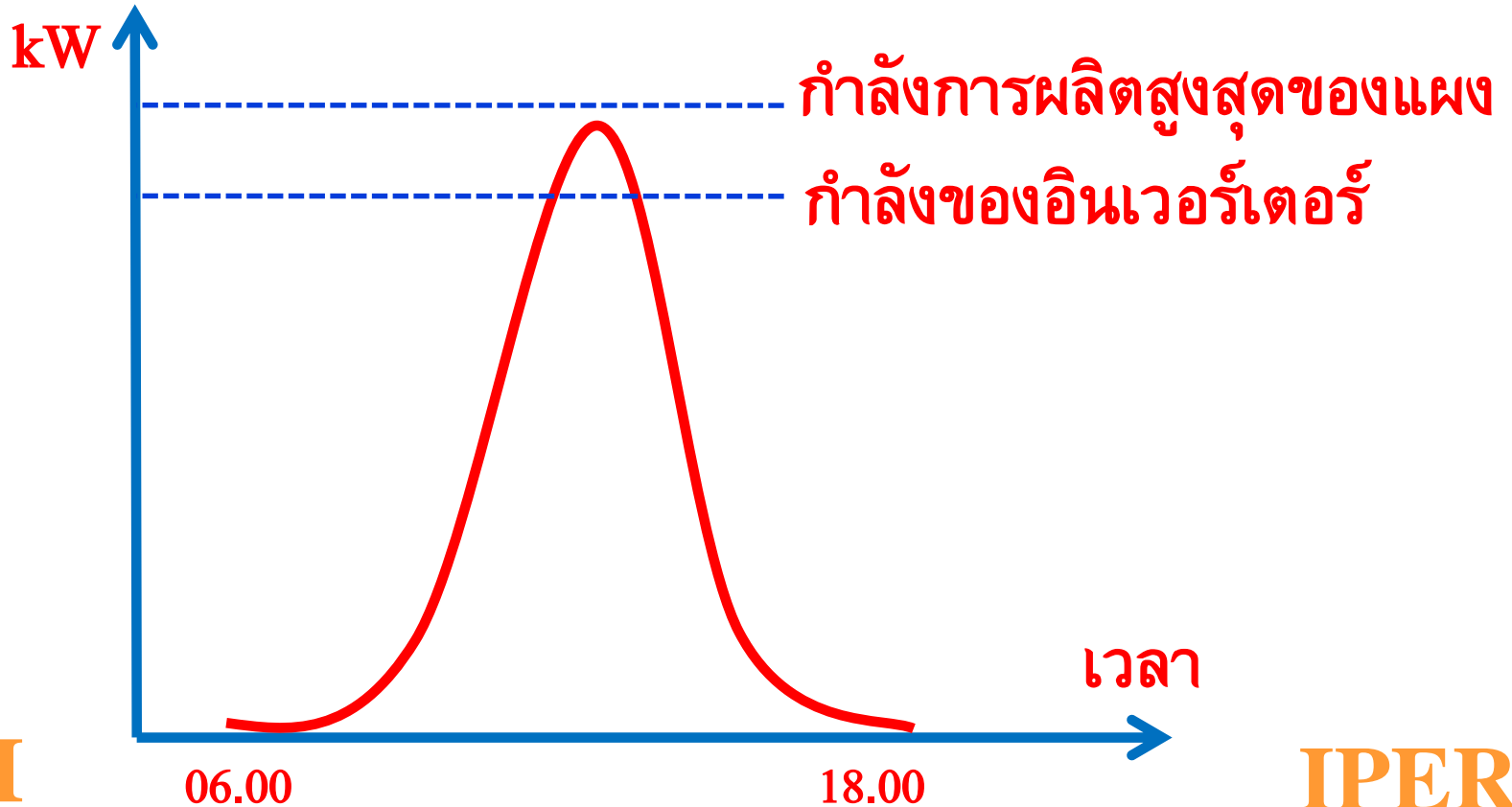
- MEA inverter list (ค้นหาที่ google)

- <http://www.rmuti.ac.th/user/kaan.ke/solarcellbook.pdf>



อื่นๆ

- ❖ กำลังของแผงมากกว่ากำลังอินเวอร์เตอร์ได้ แต่กำลังการผลิตจะถูกตัด
- ❖ สนใจที่แรงดันต้องไม่เกินแรงดันที่อินเวอร์เตอร์รับได้





อื่นๆ

❖ อุปกรณ์ต่อสายที่ช่างไฟฟ้าทั่วไปยังไม่เคยเจอ คือ MC4





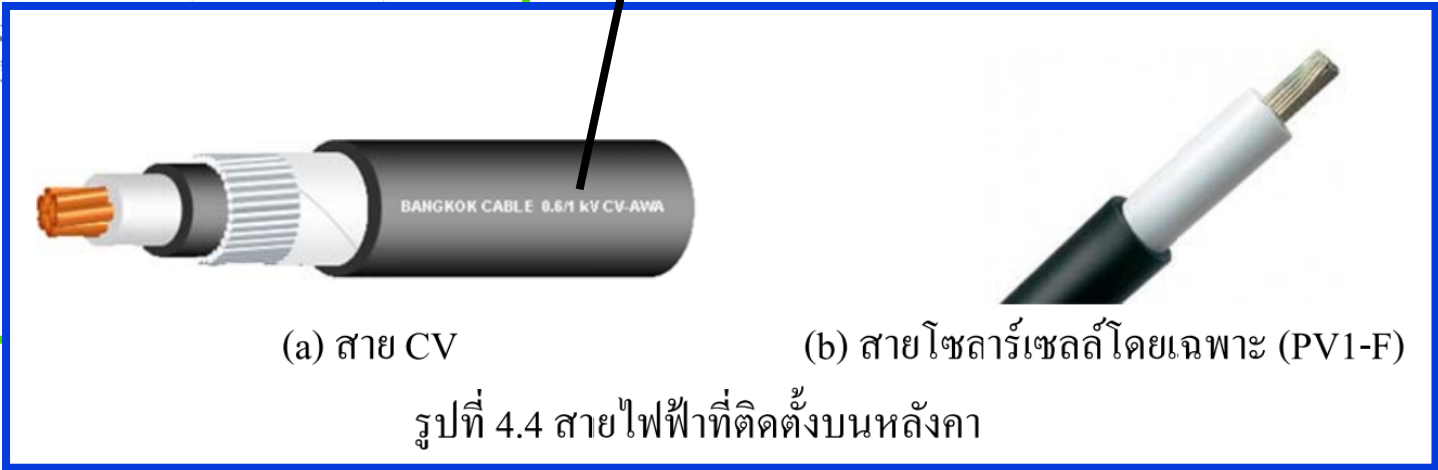
อื่นๆ

❖ อินเวอร์เตอร์มีการออกแบบแรงดัน DC 1500V แล้ว

ดังนั้น สาย แผง และอุปกรณ์ประกอบ ต้องออกแบบเหมาะกับ 1500Vdc ด้วย



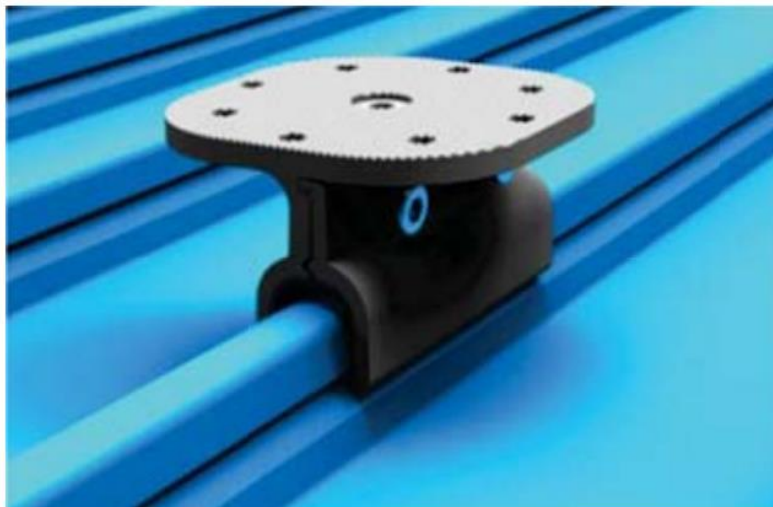
$$600V \times 1.414 \times 2 = 1,696.8$$





อื่นๆ

❖ อุปกรณ์จับยึดแผงโซลาร์เซลล์



(a) แบบไม่ต้องเจาะเพราะหลังคาหนีบได้



(b) หลังคาที่ต้องเจาะ



อื่นๆ

❖ อุปกรณ์จับยึดแผงโซลาร์เซลล์



รูปที่ 4.2 การติดตั้งบนหลังคาแบบกระเบื้องซีเมนต์

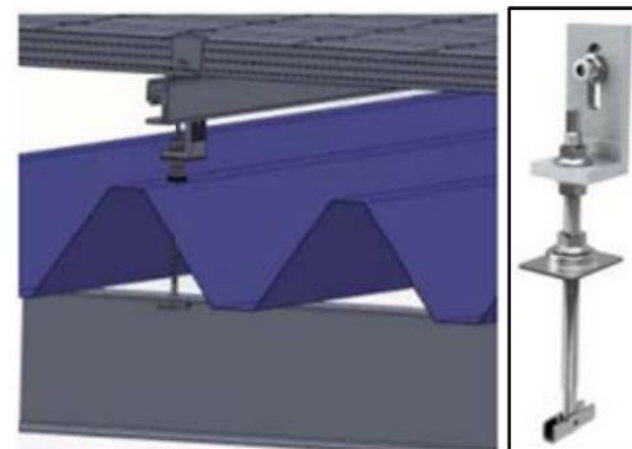


อื่นๆ

❖ อุปกรณ์จับยึดแผงโซลาร์เซลล์



(a) ติดตั้งบนแป้นไม้หรือเหล็กหนา



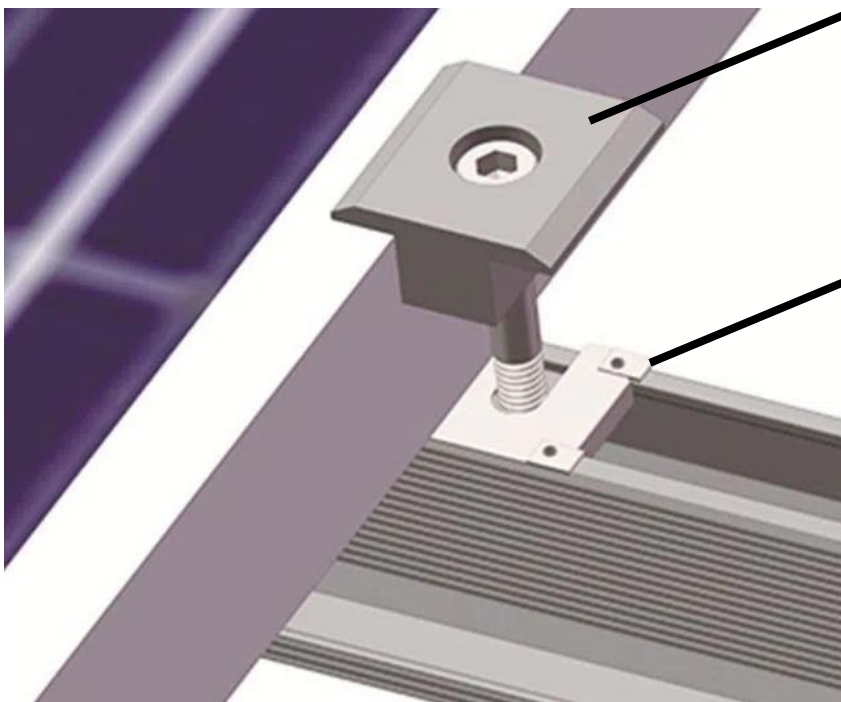
(b) ติดตั้งบนแปเหล็กบาง

รูปที่ 4.3 การติดตั้งบนกระเบื้องลอนคู่



อื่นๆ

❖ อุปกรณ์จับยึดแผงโซลาร์เซลล์



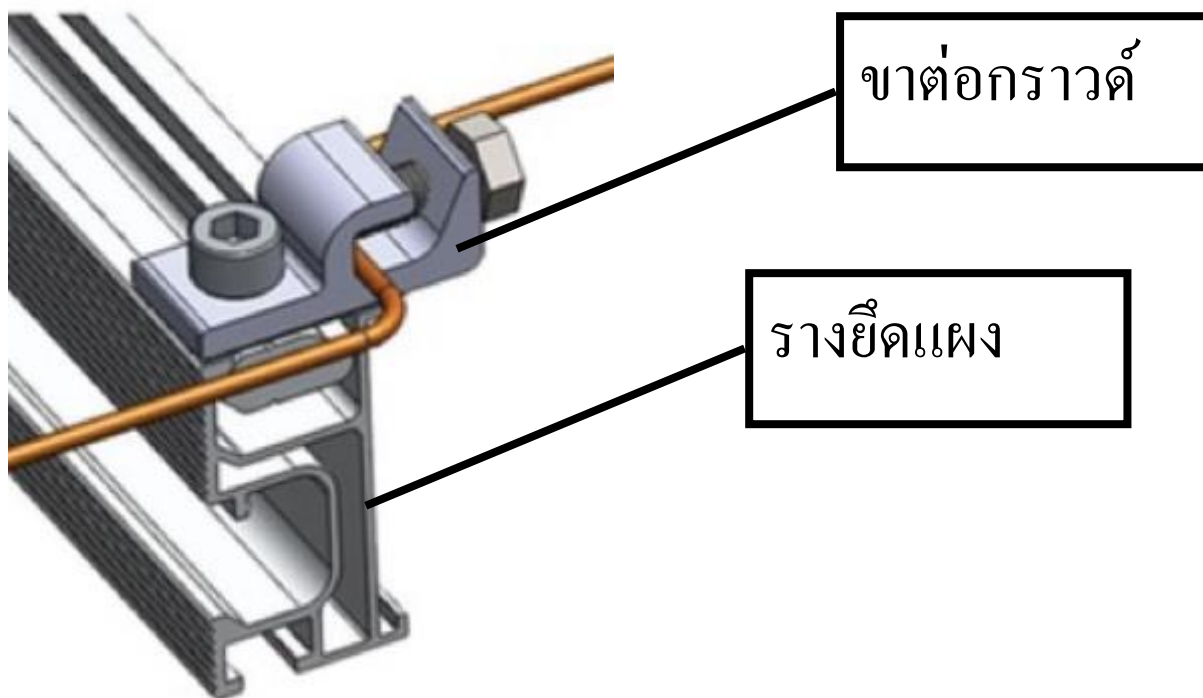
มึคแคลมป์

กราวด์เพลท



อื่นๆ

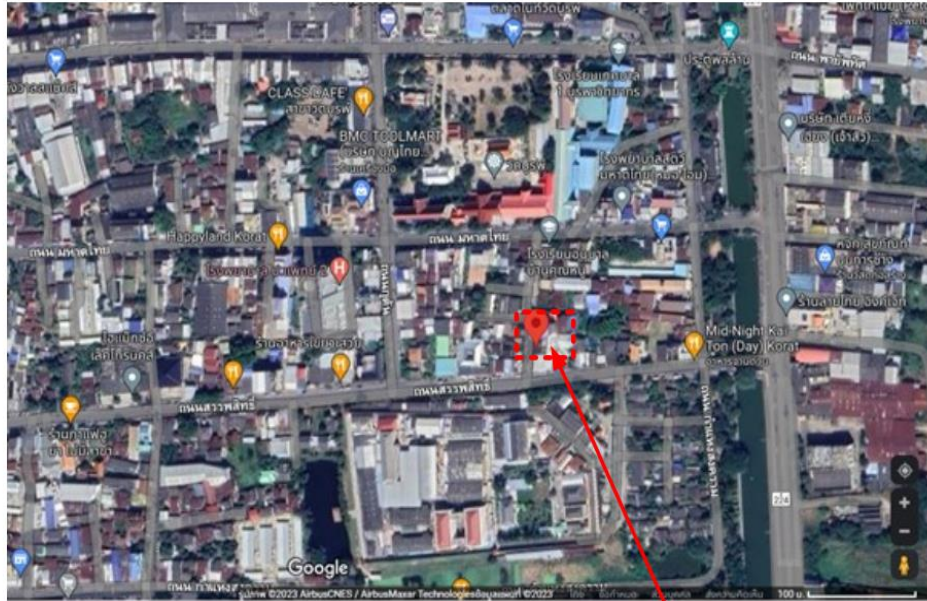
❖ อุปกรณ์จับยึดแผงโซลาร์เซลล์





ตัวอย่างการดำเนินการออกแบบ

Solar PV Rooftop 11.20kWp [Redacted] ต.มหาศาลไทย ต.ในเมือง อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 GPS: 14.9733329,102.1101058



Building for Solar PV Rooftop Installation

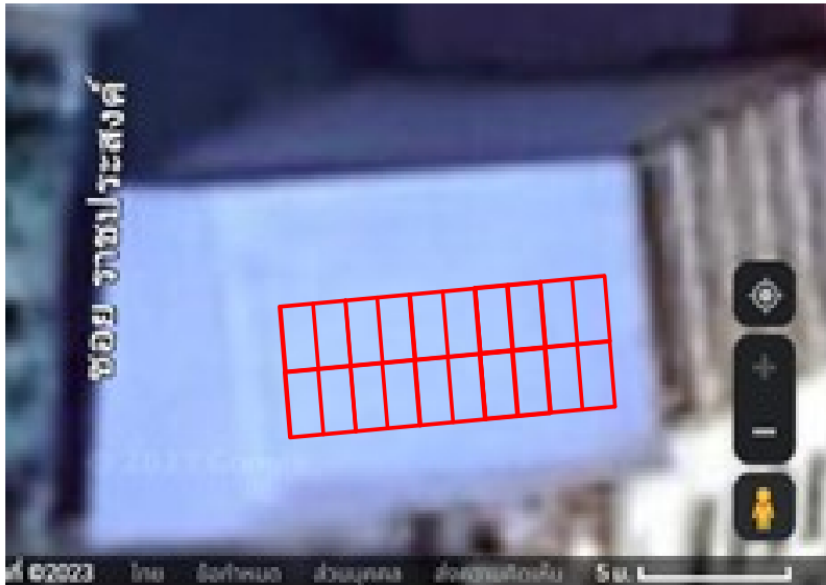


ตัวอย่างการดำเนินการออกแบบ

Solar PV Rooftop 11.20kWp



อ.มหาศไทย ต.โนนเมือง อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 GPS: 14.9733329,102.1101058



ระบบ Solar PV Rooftop ขนาด
20 x 560Wp Mono = 11.20kWp

แผง โซลาร์ Mono 560Wp
ขนาด 1.2 x 2.3 เมตร

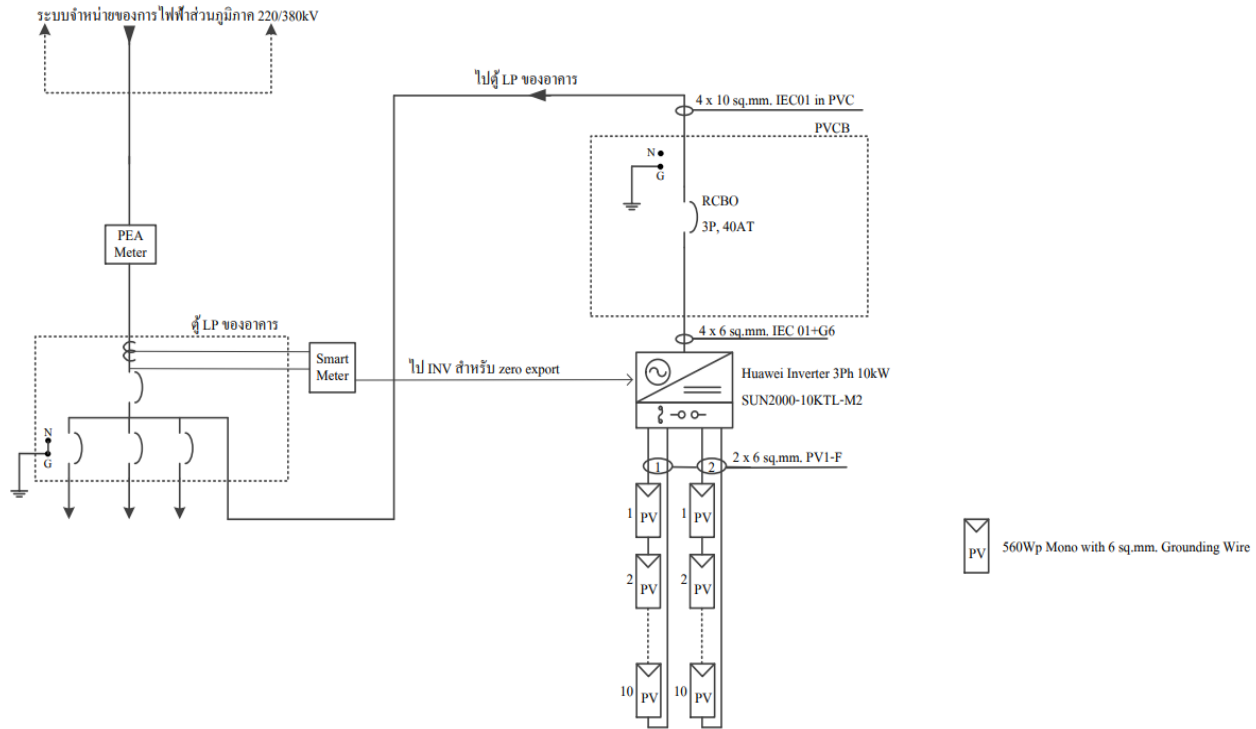
Solar PV Modules Layout



ตัวอย่างการดำเนินการออกแบบ

Solar PV Rooftop 11.20kW

53 อ.มหาทไทย ต.ในเมือง อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 GPS: 14.9733329,102.1101058



Solar PV Rooftop Single Line Diagram



ถาม & ตอบ

RMUTI

Kaan Kerdchuen

IAPER

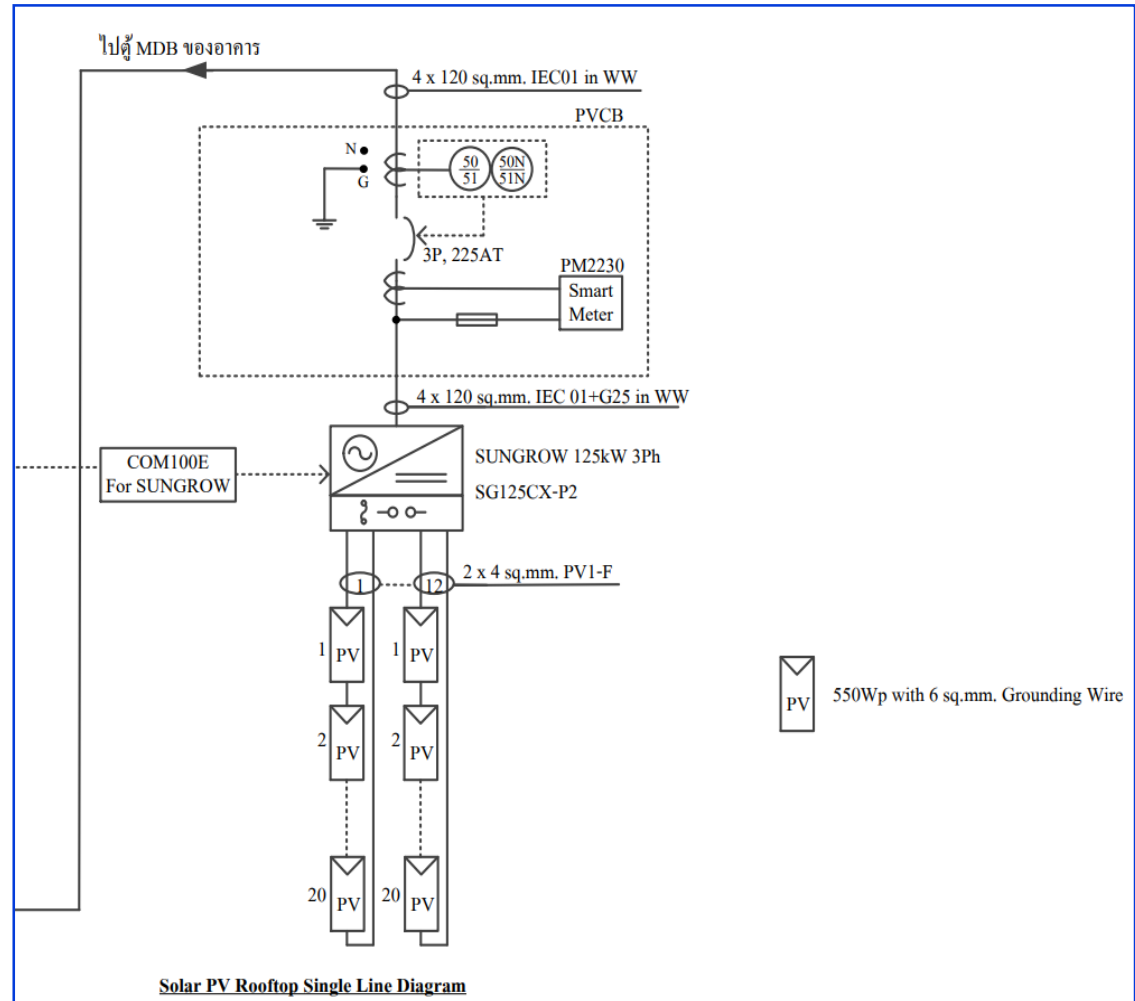
32

Intelligent Power and Energy Research



แบบทดสอบ

❖ ให้ออกแบบระบบ
พร้อมเขียน SLD จากข้อมูล
อินเวอร์เตอร์และแผงที่ส่งให้





ศึกษาผลการออกแบบระบบ PV ด้วย PVsyst

❖ ศึกษาดูผลการรันผลของโปรแกรม PVsyst

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
January	157.5	23.42	186.0	180.9	779.2	765.6	14.05	13.80
February	154.8	25.23	173.3	168.9	718.6	706.1	13.91	13.67
March	181.0	26.42	190.0	185.1	778.5	764.8	13.74	13.50
April	177.6	26.79	175.2	170.0	721.9	709.1	13.82	13.58
May	168.3	26.66	158.4	153.1	664.4	652.7	14.07	13.82
June	150.6	26.15	139.4	134.4	591.2	580.5	14.22	13.96
July	150.7	25.82	141.2	136.4	601.3	590.2	14.28	14.02
August	144.8	25.69	140.7	136.1	592.8	581.8	14.13	13.87
September	139.2	25.40	141.3	137.0	594.5	583.5	14.11	13.85
October	144.2	24.32	155.8	151.3	657.9	646.0	14.17	13.91
November	144.6	22.88	167.0	162.4	706.6	694.0	14.19	13.94
December	151.3	22.03	181.9	176.8	768.4	755.0	14.17	13.92
Year	1864.6	25.06	1950.2	1892.3	8175.3	8029.3	14.06	13.81

Legends: GlobHor Horizontal global irradiation
T Amb Ambient Temperature
GlobInc Global incident in coll. plane
GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
EArray Effective energy at the output of the array
E_Grid Energy injected into grid
EffArrR Effic. Eout array / rough area
EffSysR Effic. Eout system / rough area



ขนาดสายเมนและสายดิน

(1) ตารางแสดงขนาดสายไฟฟ้าตามขนาดของเมนสวิตช์

ลำดับที่	ขนาดเครื่องวัดฯ (แอมแปร์)	เฟส	ขนาดสูงสุดของเมน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายเมนและ (สายต่อหลักดิน) * ตร.มม.			ขนาดท่อนิว(มม.)		แรงดันไฟฟ้าของสายเมน (โวลต์)
				สายเมนในอากาศ	สายแบบหุ้มฉนวน มีเปลือกดินเกาะผนัง	สายเมนในท่อ	สาย THW.	สาย NYY.	
1	5 (15)	1	16	4** (10)	6**(10)	4,10*** (10)	3/4 (20)	1 1/4 (32)	300
2	15 (45)	1	50	10** (10)	16**(10)	16 (10)	1 (25)	1 1/2 (40)	300
3	30 (100)	1	100	25** (10)	-	50 (16)	1 1/2 (40)	2 (50)	300
4	50 (150)	1	125	35** (10)	-	70 (25)	1 1/2 (40)	2 (50)	750
5	15 (45)	3	50	10** (10)	-	16 (10)	1 1/4 (32)	2 (50)	750
6	30 (100)	3	100	25** (10)	-	50 (16)	2 (50)	2 1/2 (65)	750
7	50 (150)	3	125	35** (10)	-	70 (25)	2 (50)	2 1/2 (65)	750
8	200	3	250	95** (25)	-	185 (35)	3 (80)	3 1/2 (90)	750
9	400	3	500	240** (50)	-	500 (70)	5 (125)	6 (150)	750



Thank you for your attentions

RMUTI

Kaan Kerdchuen

36

IAPER

Intelligent Power and Energy Research