

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ
ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา (SOLAR ROOFTOP)
ขนาดไม่น้อยกว่า 1 เมกกะวัตต์ ของโรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา

1. คุณลักษณะทั่วไป

1.1 สามารถผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ได้ไม่น้อยกว่า 1,000 กิโลวัตต์ (KW) ติดตั้งพร้อมใช้งาน โดยติดตั้งบนหลังคาอาคารภายในโรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ดังนี้ อาคารผู้ป่วยนอกและอำนวยการ (OPD) 7 ชั้น , อาคาร 60 ปี อายุกรรม 8 ชั้น , อาคารการไฟฟ้า 9 ชั้น , อาคารกุมารเวชกรรม 10 ชั้น ,อาคารผู้ป่วยใน 8 ชั้น

1.2 ออกแบบและติดตั้งตามมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

1.2.1 มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2564 (Thai Electrical Code 2021, วสท. 022001-22)

1.2.2 มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา พ.ศ. 2565 (Solar Rooftop Power Supply Installations 2022, วสท. 022013-22)

1.2.3 มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัยพิมพ์ครั้งที่ 3 พฤษภาคม 2559 วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

1.2.4 มาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่า พ.ศ. 2565 (Lightning Protection Standard 2022, วสท. 022014-22)

1.3 การออกแบบและติดตั้ง แผงโซลาร์เซลล์และวัสดุ ผู้ขายต้องคำนึงถึงความเสี่ยงที่อาจเกิดจากน้ำหนักของอุปกรณ์แรงลมและต้องดำเนินการให้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรมโยธา โดยมีสามัญวิศวกรโยธาลงนามรับรอง กรณีหลังคาเกิดการชำรุดรั่วซึมจากการติดตั้ง Solar Rooftop ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้ขายและต้องดำเนินการแก้ไขให้กลับสภาพเดิมโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่ม

1.4 การออกแบบและการติดตั้งโซลาร์เซลล์ และอุปกรณ์ทางไฟฟ้าผู้ขายต้องดำเนินการให้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรมไฟฟ้า โดยมีสามัญวิศวกรไฟฟ้าลงนามรับรอง

1.5 ผู้ขายต้องออกแบบ รูป รายการ การติดตั้งระบบ Solar Rooftop โดยให้มีรายละเอียดแสดง (บัญชีแสดงรายการวัสดุอุปกรณ์ที่ระบุ ยี่ห้อ รุ่น พร้อม Catalog ของวัสดุอุปกรณ์ที่แสดงคุณสมบัติตามเงื่อนไขข้อกำหนด) โดยยื่นพร้อมเสนอราคาเพื่อประกอบการพิจารณา

2. คุณลักษณะเฉพาะ

2.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 กรณีเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากโรงงานภายในประเทศไทย จะต้องได้รับมาตรฐาน มอก.2580 เล่ม 2-2555 หรือฉบับล่าสุดที่ประกาศใช้งาน

2.1.2 กรณีเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากโรงงานต่างประเทศ ต้องได้รับมาตรฐาน IEC 61215 / IEC 61730 หรือฉบับล่าสุดที่ประกาศใช้งาน

2.1.3 กรณีเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน IEC จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากโรงงานที่อยู่ใน List Tier 1 จากประกาศของหน่วยงานกลางที่เป็นผู้จัดลำดับ เช่น BloombergNEF หรือ Module Maker List ภายในปีนั้น หรือฉบับล่าสุดที่ประกาศของหน่วยงานกลางที่เป็นผู้จัดลำดับ เช่น BloombersNEF หรือ Module Maker List เป็นต้น

2.1.4 ในกรณีแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เสนอเป็นสินค้าที่อยู่ในทะเบียน Made in Thailand (MIT) โรงพยาบาลฯ ทรงไว้ซึ่งสิทธิที่จะพิจารณาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีพิกัดกำลังไฟฟ้า Output สูงสุดไม่น้อยกว่าที่เงื่อนไขและขอบเขตของงานกำหนดไว้

2.1.5 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ที่เสนอต้องเป็นชนิด Mono Crystalline Silicon มีกำลังไฟฟ้า Output สูงสุดไม่น้อยกว่า 450Wpต่อแผง

2.1.6 ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด Open Circuit Voltage (Voc) ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องไม่น้อยกว่า 41V

2.1.7 ค่าแรงดันไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Power Voltage) ไม่น้อยกว่า 35V

2.1.8 ค่ากระแสไฟฟ้าวงจรปิด Short Circuit Current (Isc) ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องไม่น้อยกว่า 11A

2.1.9 มีค่าประสิทธิภาพของแผง (Module Efficiency) ต้องไม่น้อยกว่า 21%

2.1.10 ค่าความคลาดเคลื่อนกำลัง (Power Tolerance) 0 ถึง +3% หรือดีกว่า

2.1.11 โครงสร้างด้านหลังของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องติดตั้งกล่องต่อสายไฟฟ้า (Junction Box) ที่มีการปิดผนึก หรือมีฝาปิดล็อกอย่างมั่นคง สามารถทนต่อสภาพอากาศและสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารได้ดีด้วยตามมาตรฐานการป้องกัน IP65

2.1.12 กรอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Frame) ทำจาก Anodized Aluminum Alloy หรือวัสดุปลอดสนิมทนทานต่อสภาพอากาศ และมีความมั่นคงแข็งแรง

2.1.13 Cable Connector ต้องเป็นชนิดที่ถูกออกแบบสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์โดยเฉพาะ และได้รับมาตรฐานระดับการป้องกันน้ำชนิด MC4 หรือชนิดอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า

2.1.14 แผ่นกระจกของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องผลิตจากวัสดุกระจกนิรภัย Tempered Glass ความหนาไม่น้อยกว่า 3.2 mm. หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติดีกว่า และทนทานต่อแสง UV

2.1.15 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องมีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้ารวมไม่น้อยกว่าที่กำหนดไว้ในขอบเขตงาน โดยคำนวณจากค่ากำลังผลิตไฟฟ้าสูงสุด (Pmp)

2.1.16 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกแผงที่นำมาติดตั้งต้องเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ไม่มีตำหนิ หรือจุดบกพร่องใดๆ รวมทั้งไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน

2.1.17 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องได้รับการรับรองคุณภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่น้อยกว่า 12 ปี และรับประกันกำลังการผลิตไฟฟ้าจะต้องไม่น้อยกว่า 80% ภายใน 25 ปี

2.2 โครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างฯ ต้องเป็นอลูมิเนียมเกรด 6005-T5 หรือโลหะปลอดสนิม ที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า

2.2.2 ส่วนประกอบโครงสร้างฯ ต้องสามารถถอดออกเป็นชิ้นส่วนและประกอบได้อย่างสะดวก

2.2.3 วัสดุ อุปกรณ์จับยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับโครงสร้าง และอุปกรณ์จับยึดชุดโครงสร้าง กับโครงสร้างหลังคาสถานที่ติดตั้ง จะต้องมีลักษณะที่เหมาะสม

2.2.4 ฐานรากรองรับโครงสร้างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องสามารถรับน้ำหนักแผงเซลล์ได้

2.2.5 ในกรณีที่ติดตั้งฐานรองรับตามแผนที่ออกแบบไว้ไม่ได้ต้องมีการดัดแปลงหรือแก้ไขที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถดำเนินการติดตั้งจนแล้วเสร็จได้อย่างสมบูรณ์ตามหลักมาตรฐานวิศวกรรม หากมีการดัดแปลงหรือเปลี่ยนแปลงจากข้อกำหนดเดิมจะต้องมีการแจ้งคณะกรรมการตรวจรับเพื่อทราบและพิจารณาอนุมัติ

2.2.6 ผู้เสนอราคาจะต้องมาสำรวจพื้นที่ติดตั้งเพื่อให้ทราบชนิดของหลังคาที่จะติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ เพื่อจะสามารถนำเสนอชนิดของอุปกรณ์จับยึดแผงโซลาร์เซลล์กับหลังคาได้ถูกต้อง ตามและประเภทหลังคาในแต่ละจุดติดตั้ง

2.3 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าฯ ชนิดต่อร่วมกับระบบไฟฟ้า (Grid Connected Inverter) มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

2.3.1 เป็นเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าฯ ขนาดไม่น้อยกว่า 90kW

2.3.2 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีรายชื่อผลทดสอบเป็นไปตามข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบโครงการไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)

2.3.3 เป็นยี่ห้อและรุ่นที่ได้รับการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 61727 Photovoltaic (PV) system – Characteristics of the utility interface และมาตรฐาน IEC 62116 Test procedure of islanding prevention measures for utility – Interconnected photovoltaic inverters โดยต้องแนบเอกสารรายงานผลการทดสอบจากศูนย์ทดสอบในระดับสากล เช่น TUV หรือ BV ประกอบการขออนุมัติใช้วัสดุอุปกรณ์

2.3.4 ประสิทธิภาพ weighted efficiency (European or CEC) ไม่น้อยกว่า 98%

2.3.5 มีเซ็นเซอร์ตรวจจับความร้อน (Built-in Thermal sensor) เพื่อตรวจจับการเดินสายไฟและการต่อสายไฟที่ผิดพลาด

2.3.6 การรองรับพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงขาเข้า (DC Input) มีคุณสมบัติดังนี้

2.3.6.1 รองรับแรงดันขาเข้าสูงสุด (Max. DC Input Voltage) ได้ไม่ต่ำกว่า 1000 Vdc

2.3.6.2 รองรับกระแสไฟฟ้าขาเข้าสูงสุด (Max. Input Current) ได้ไม่ต่ำกว่า 48 Adc

2.3.6.3 Nighttime Power Consumption ไม่เกิน 12Watt

2.3.7 มีอุปกรณ์ความปลอดภัย พลังงานไฟฟ้ากระแสตรงขาเข้า (DC Safety Unit) มีคุณสมบัติดังนี้

2.3.7.1 มีฟังก์ชันการค้นหาสายสตริงที่มีไฟรั่ว หรือตำแหน่งที่สาย PV แตกฉีกขาดและมีไฟรั่ว (Locating the Leaking String)

2.3.7.2 มีอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกด้านกระแสตรง (DC Surge protector) ประเภท Type II

2.3.7.3 อุปกรณ์ฟิวส์กระแสตรง (DC Fuse) ต้องรองรับกระแสได้ไม่น้อยกว่า 20 แอมป์

2.3.7.4 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า มีระบบช่วยลดการเสื่อมประสิทธิภาพของแผง (PID Rectifier) เพื่อรักษาระดับการผลิตค่าพลังงานสูงสุด

2.3.8 พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับขาออก (AC Output) มีคุณสมบัติดังนี้

2.3.8.1 กำลังไฟฟ้าจริงกระแสสลับด้านขาออก (Rated AC Active Output Power) มีขนาดไม่น้อยกว่า 90,000 W

2.3.8.2 สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าขาออกสูงสุด (Max Rated Output Current) ไม่น้อยกว่า 145 Aac

2.3.8.3 สามารถใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้าประเภท WYE: TN-C, TN-S, TN-C-S, TT, IT และ Delta: IT ได้เป็นอย่างดี

2.3.8.4 มีพิกัดค่าความถี่ของสัญญาณไฟฟ้า (AC Frequency) เท่ากับ 50Hz

2.3.8.5 มีค่าฮาร์โมนิกส์ Harmonic distortion ไม่มากกว่า 3%

2.3.8.6 มีระบบ Arc Fault Protection ที่ผู้ใช้งานสามารถปรับตั้งค่าได้ด้วยตนเอง

2.3.8.7 มี AC Surge Protection ประเภท Type II

2.3.9 สภาพแวดล้อมในการทำงาน

2.3.9.1 สามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิ (Operating temperature range) -20°C ถึง +60°C

2.3.9.2 ระบบระบายอากาศแบบพัดลมผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนตัวใหม่ได้ง่ายเมื่อเกิดปัญหา

2.3.9.3 ระดับการป้องกันฝุ่น และน้ำ (Ingress Protection Ratings) IP65 หรือดีกว่า

2.3.10 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า ควรสามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต ได้โดยผ่านสาย LAN ที่ต่อเข้ากับตัวเครื่องโดยตรง โดยไม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์เพิ่มเติม

2.3.11 สามารถดูสถานะการทำงานและตั้งค่าอุปกรณ์ผ่าน Mobile Application ได้อย่างน้อยดังนี้

a. สามารถแสดงค่า Software Version ได้

b. สามารถแสดงค่าสถานะทางไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Status) เช่น แรงดัน, ยานความถี่, กระแส ได้

c. ตั้งค่าการเชื่อมต่อด้วย LAN IP ได้

d. ตั้งค่าการเชื่อมต่อด้วย RS485 ได้

2.3.12 มีระบบป้องกันจากความผิดปกติของระบบไฟฟ้า Overvoltage และ Over Frequency Protection

- a. Over/Under voltage
- b. Over/Under frequency
- c. Anti-Islanding (ตามข้อกำหนดของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือการไฟฟ้านครหลวง)

2.3.13 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า มีความสามารถในการสื่อสารข้อมูลด้วยการเชื่อมต่อผ่าน port มาตรฐานเป็นอย่างน้อยดังนี้

- a. RS485 ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- b. Ethernet (LAN) ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

2.3.14 มีอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอก (Surge protector) ที่ port RS485

2.3.15 ระบบแสดงผลและรายงานผลการทำงาน (Monitoring System) สามารถตรวจสอบได้ว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ใดไม่ส่งค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (PV Module Voltage) เข้ามายังขาเข้าของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (DC Input Inverters) ได้พร้อมกับส่ง E-Mail แจ้งเตือนเจ้าของระบบได้โดยอัตโนมัติ

2.3.16 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า, ระบบติดตามจุดที่ให้กำลังผลิตสูงสุด ระบบติดตามประเมนผล และ อุปกรณ์ประกอบเพื่อเชื่อมต่อกับอินเวอร์เตอร์ ที่สามารถรองรับการเชื่อมต่อกับระบบ Fire Alarm Control (Fire Fighter Gateway) ต้องมาจากผู้ผลิตเดียวกัน

2.3.17 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการรับประกัน (Warranty) จากผู้ผลิตไม่น้อยกว่า 12 ปี จากเจ้าของผลิตภัณฑ์ และมีหนังสือรับรองจากผู้แทนจำหน่ายอย่างถูกต้อง

2.3.18 ผลิตภัณฑ์ต้องมีศูนย์บริการบำรุงรักษา (Maintenance & Service Center) ในประเทศไทย และมีการสำรองอะไหล่ โดยต้องได้รับการแต่งตั้งจากบริษัทผู้ผลิต

2.4 เครื่องมือเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน (Power Optimizer) มีคุณสมบัติดังนี้

- (1) มีระบบติดตามจุดที่ให้กำลังผลิตสูงสุด (MPPT; Maximum Power Point Tracking) อย่างน้อย 1 MPPT ต่อ 2 แผงเซลล์แสงอาทิตย์
- (2) รองรับแรงดันขาเข้าสูงสุด (Maximum input Voltage) ไม่น้อยกว่า 125 Vdc
- (3) รองรับพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงขาเข้า สูงสุด ไม่น้อยกว่า 1100 วัตต์
- (4) ระบบความปลอดภัย แรงดันขาออก จะลดลงเหลือ 1 ± 0.1 Vdc เมื่อปิดเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า หรือเมื่อปลดสายไฟที่เชื่อมต่อกับเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า
- (5) สามารถรองรับพลังงานสูงสุดต่อสตริงไม่น้อยกว่า 15,000 วัตต์ (Maximum power per string)

2.5 อุปกรณ์ควบคุมการตัดต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรงต่อระบบ มีคุณสมบัติอย่างน้อยหรือดีกว่าดังนี้

- (1) กรณีเป็น Safety Switch มีคุณสมบัติอย่างน้อยหรือดีกว่าดังนี้
 - เป็นชนิด Fusible Type 1 Phase 2 Wires หรือชนิดอื่นที่ดีกว่า
 - โครงสร้างเป็นโลหะ มีฝาปิดป้องกันการเปิดเมื่อคันโยกสวิตช์ อยู่ตำแหน่ง ON
 - ติดตั้งฟิวส์ชนิดไฟฟ้ากระแสตรง (DC Fuse) และพิกัดกระแสไฟฟ้า (Rated current) ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของพิกัดกระแสลัดวงจร (Isc) ที่สภาวะ STC ของชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์
- (2) กรณีเป็น Circuit Breaker มีคุณสมบัติอย่างน้อยหรือดีกว่าดังนี้
 - เป็นชนิด PV Miniature circuit breaker, PV MCB
 - เป็นผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน IEC 60898 หรือ IEC 60947-2 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า
 - รองรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ไม่น้อยกว่า 900 Vdc หรือดีกว่า

- พิกัดกระแส Ampere trip, AT ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของพิกัดกระแสลัดวงจร (Isc) ที่สภาวะ STC ของชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์
- (3) กรณีเป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งมาพร้อมกับอุปกรณ์แปลงผันไฟฟ้า (Inverter) มีคุณสมบัติอย่างน้อยหรือดีกว่าดังนี้
 - รองรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ไม่น้อยกว่า 900 Vdc หรือดีกว่า
 - พิกัดกระแสไฟฟ้า ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของพิกัดกระแสลัดวงจร (Isc) ที่สภาวะ STC ของชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์

2.6 อุปกรณ์ควบคุมการตัดต่อวงจรไฟฟ้ากระแสสลับต่อระบบ มีคุณสมบัติอย่างน้อยหรือดีกว่าดังนี้

- (1) เป็นชนิด Molded case circuit breaker, MCCB
- (2) เป็นผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน IEC 60898 หรือ IEC 60947-2 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า
- (3) พิกัดกระแส (Ampere trip: AT) ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของค่ากระแสที่พิกัดกำลังจ่ายออกสูงสุด (Rate power ที่ PF. = 1) ของอุปกรณ์แปลงผันไฟฟ้า

2.7 สายไฟฟ้าด้านไฟฟ้ากระแสตรง มีคุณสมบัติอย่างน้อยหรือดีกว่าดังนี้

- (1) สายไฟฟ้าชนิด CV 0.6/1 KV.
- (2) เป็นสายไฟชนิด Photovoltaic Cable มีคุณสมบัติทนต่อรังสีอัลตราไวโอเลต (UV Resistant) และมีฉนวนแบบ Cross – Linked
- (3) มีขนาดทนกระแสสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของพิกัดกระแสลัดวงจร (Isc) ที่สภาวะ STC ของชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์
- (4) เป็นสายไฟที่ไม่มีองค์ประกอบของก๊าซฮาโลเจน (Halogen Free)
- (5) มีคุณสมบัติหน่วงเหนี่ยวการลุกลามของไฟ (Flame Retardant)
- (6) มีค่า Temperature Range -40 ถึง 90 องศาเซลเซียส
- (7) มีค่า Max permissible Voltage ระหว่างตัวนำไม่น้อยกว่า 1000 Vdc.
- (8) การต่อสายไฟจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้ใช้ MC4 หรือวิธีที่ดีกว่า

2.8 สายไฟฟ้าด้านไฟฟ้ากระแสสลับ มีคุณสมบัติอย่างน้อยหรือดีกว่าดังนี้

- (1) เป็นสายไฟฟ้าชนิด 450/750 V 70°C 60227 IEC 01 (THW) ตามมาตรฐาน TIS 11 Part 3- 2553 หรือสายชนิดอื่นที่มีคุณสมบัติดีกว่า
- (2) ด้านกระแสสลับ มีขนาดทนกระแสสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของกระแสไฟฟ้าสูงสุดของเครื่องแปลงผันกระแสไฟฟ้า

2.9 ท่อร้อยสายไฟฟ้า มีคุณสมบัติอย่างน้อยหรือดีกว่าดังนี้

- (1) กรณีเป็นท่อ Polyethylene ต้องเป็นท่อชนิดความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene Pipe, HDPE) ชั้นคุณภาพ PN 8 หรือดีกว่า และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรอง มอก. 982
- (2) กรณีเป็นท่อโลหะ ต้องเป็นชนิดท่อโลหะร้อยสายไฟฟ้า IMC หรือดีกว่า ข้อต่อให้เป็นอุปกรณ์ชนิดกันน้ำ
- (3) กรณีเดินภายในฝ้า ต้องเป็นท่อโลหะอ่อน หรือดีกว่า

2.10 ตู้ไฟฟ้า มีคุณสมบัติอย่างน้อยหรือดีกว่าดังนี้

- (1) วัสดุทำจากแผ่นเหล็ก แผ่นขาวคุณภาพสูง หรือเหล็ก Electro-Galvanized หรือเหล็ก Aluminum-zinc โดยมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มม. หรือดีกว่า
 - (2) มีการเคลือบผิว พ่นด้วยสีฝุ่น
 - (3) เป็นชนิดยึดติดผนัง มีกุญแจล็อก
 - (4) ค่าระดับการป้องกันไม่น้อยกว่า IP44
 - (5) ติดตั้งเครื่องวัดการใช้ไฟฟ้าแบบดิจิทัล อุปกรณ์ควบคุมการตัดต่อวงจรไฟฟ้า และอื่นๆ
- ภายในตู้ไฟฟ้าได้ทั้งหมดอย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม

2.11 เครื่องวัดการใช้ไฟฟ้าแบบดิจิทัล (Digital power meter) มีหน้าจอแสดงผล และสามารถสื่อสารค่าทางไฟฟ้าที่สำคัญได้

2.12 Surge Protection for Photovoltaic

อุปกรณ์ Surge Protection for Photovoltaic มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- (1) อุปกรณ์ Surge Protection for Photovoltaic ตามมาตรฐาน EN 61643-11 หรือเทียบเท่า
- (2) อุปกรณ์ Surge Protection for Photovoltaic ต้องเป็นชนิด Class II
- (3) อุปกรณ์ Surge Protection for Photovoltaic ติดตั้งที่ตู้ (DC Combiner Box or Array Box)
- (4) พิกัดป้องกันกระแสกระชอก Class II (Nominal Discharge Current : $I_n = 20\text{kA}$ (8/20 μs)) และ (Maximum Discharge Current : $I_{\text{max}} = 40\text{kA}$ (8/20 μs))
- (5) อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ากระชอกมีค่า Voltage protection level น้อยกว่า 3.8 kV

2.13 สายดิน

ต้องออกแบบและติดตั้งระบบสายดินให้เพียงพอสำหรับระบบฯ ประกอบไปด้วย ground rods โดยเชื่อมต่อไปยังโครงสร้างรองรับโมดูลฯ ตลอดทั้งพื้นที่ ขนาดสายไม่น้อยกว่า 10 ตร.มม. เพื่อให้ค่าความต้านทานอย่างน้อย 5.0 โอห์ม (Ohm)

2.14 ระบบบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

โดยอุปกรณ์ของระบบ Solar Monitoring มีรายละเอียดและคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- (1) ชุดตู้ไฟฟ้า หรือ ตู้ Solar Monitoring System มีรายละเอียดดังนี้

ก่อนประกอบหรือติดตั้งตู้ Solar Monitoring ผู้เสนอราคาต้องส่งแบบ Shop Drawing Panel Layout แสดงรูปด้านหน้า, ด้านข้าง, ด้านหลัง, ด้านล่าง, แบบภายในตู้, แบบตำแหน่งสายไฟฟ้าเข้า-ออก และรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ทุกชนิดตามรายการที่ระบุในแบบ ให้ผู้ซื้อพิจารณาอนุมัติก่อนทุกครั้ง โดยมีรายละเอียดจำนวน 1 ชุด ภายหลังจากลงนามในสัญญา 15 วัน ดังนี้

- Single Line Diagram
- Wiring Diagram
- รายการ, คุณลักษณะ, Catalog ของอุปกรณ์ที่ใช้ เช่น Circuit Breaker, IPC, UPS อุปกรณ์แปลงสัญญาณ, Ethernet Switch และอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

- แบบสำหรับผลิตตู้, แบบด้านหน้า, ด้านข้าง, ด้านหลัง, ด้านบน, ด้านล่างของตู้, แบบการจัดวางอุปกรณ์ภายในตู้ เช่น Circuit Breaker, อุปกรณ์ภายใน Low Voltage Compartment และตำแหน่งช่องเข้าสาย
- แบบ Name Plate
- แบบและเอกสารอื่นๆ ที่จำเป็นเพื่อให้การผลิตตู้ได้ตามมาตรฐาน

(1.1) ต้องมีอุปกรณ์ Industrial IoT PC (IPC) สำหรับอ่านค่าและรับส่งข้อมูลของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาไปยัง Cloud Server โดยมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- (1.1.1) ต้องสามารถรองรับการทำงานผ่านโพรโตคอล Modbus TCP/RTU หรือ MQTT ได้
- (1.1.2) ต้องมีช่อง Ethernet (LAN) Port อย่างน้อย 1 ช่อง
- (1.1.3) ต้องรองรับ Gigabit Network Connection 10/100/1000 Mbps
- (1.1.4) ต้องสามารถเชื่อมต่อ WiFi ได้
- (1.1.5) ต้องมีช่อง Display Port VGA หรือ HDMI อย่างน้อย 1 ช่อง
- (1.1.6) ต้องมีช่อง USB Port อย่างน้อย 2 ช่อง
- (1.1.7) ต้องมีช่อง COM Port RS232 หรือ RS485 อย่างน้อย 1 ช่อง
- (1.1.8) ต้องสามารถเปิดเครื่องโดยอัตโนมัติหรือ Reboot System ได้หลัง Power Outage
- (1.1.9) ต้องสามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ -5/+50 องศา
- (1.1.10) ต้องสามารถทำงานได้ที่ความชื้น 20%~80%

(1.2) ต้องมีอุปกรณ์สำรองไฟฟ้า UPS โดยมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- (1.2.1) ต้องมีขนาดอย่างน้อย 700VA
- (1.2.2) ต้องมี LED Indicator แสดง Status การทำงาน
- (1.2.3) ต้องมี Output Power Socket อย่างน้อย 2 ช่อง
- (1.2.4) ต้องมี Output Transfer Time ไม่ช้ากว่า 10ms

(1.3) ต้องมีอุปกรณ์แปลงสัญญาณ Protocol จาก Modbus RTU เป็น Modbus TCP โดยมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- (1.3.1) ต้องสามารถแปลงสัญญาณ Protocol จาก Modbus RTU (RS232 และ RS485) เป็น Modbus TCP (Ethernet) ได้
- (1.3.2) ต้องมีช่องสำหรับ RS232 RS485 และ Ethernet อย่างน้อยชนิดละ 1 ช่อง
- (1.3.3) ต้องมีปุ่ม Reset/Reload ระบบ
- (1.3.4) ต้องมี Protection
- (1.3.5) ต้องสามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ -5/+50 องศา

(1.4) ต้องมีอุปกรณ์เน็ตเวิร์กสวิตช์ (Ethernet Switch) โดยมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- (1.4.1) ต้องรองรับอย่างน้อย Network Connection 10/100 Mbps
- (1.4.2) ต้องมีช่องสำหรับ Ethernet อย่างน้อย 5 ช่อง
- (1.4.3) ต้องมีมาตรฐานการป้องกันน้ำและฝุ่น หรือ ค่า IP อย่างน้อย 40
- (1.4.4) ต้องสามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ -5/+50 องศา
- (1.4.5) ต้องสามารถทำงานได้ที่ความชื้น 20%~80%

(1.5) ต้องมีอุปกรณ์การป้องกันและปลดวงจรระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (Circuit Breaker) โดยมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- (1.5.1) ต้องเป็นชนิด Miniature Circuit Breaker , MCB
- (1.5.2) ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน IEC 60898 หรือ IEC 60947-2 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า
- (1.5.3) ต้องมีระดับการป้องกันตามมาตรฐาน IEC ไม่ต่ำกว่า IP20
- (1.5.4) ต้องสามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ -5/+50 องศา

(1.6) ตู้ Solar Monitoring System ต้องมีระดับการป้องกันตามมาตรฐาน IEC ไม่ต่ำกว่า IP31 สำหรับการออกแบบให้มีการติดตั้งภายในอาคารและมีระดับการป้องกันตามมาตรฐาน IEC ไม่ต่ำกว่า IP54 สำหรับการออกแบบให้มีการติดตั้งภายนอกอาคาร

(1.7) หาก ตู้ Solar Monitoring System ติดตั้งภายนอกอาคาร ฝาต้องเป็นแบบกันน้ำ ฝาด้านหน้า 1 ชั้น ฝาพับ มีหลังคา ชั้นนอกทำจากแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ โดยมีด้านหนึ่งยึดด้วย Removable Pin Hidden Hinges ส่วนอีกด้านหนึ่งให้เป็น Screw Lock หรือ Key Lock เพื่อความสะดวกในการเปิด/ปิด ถอดฝาได้ง่ายบานประตูต้องแข็งแรงไม่บิดงอได้ มีซีลยางป้องกันน้ำยัดติครอบฝาทุกด้าน

(1.8) ต้องมีอุปกรณ์สถานีตรวจวัดสภาพอากาศ (Weather Station) ที่มีเอาต์พุตการสื่อสารสัญญาณด้วย Protocol Modbus RTU RS485 เท่านั้น ดังต่อไปนี้

(1.8.1) อุปกรณ์วัดค่าความเข้มรังสีของแสงอาทิตย์ (Pyranometer)

จำนวน 1 ชุด

(1.8.2) Ambient Temperature & Humidity Sensor จำนวน 1 ชุด

(1.8.3) Module Temperature Sensor จำนวน 1 ชุด

(1.8.4) Wind Sensor จำนวน 1 ชุด

(1.8.5) Wind Direction Sensor จำนวน 1 ชุด

(1.9) อุปกรณ์สำหรับจัดเก็บบันทึกข้อมูลจากเครื่องวัดและ Sensor ประมวลผล และระบบสื่อสารข้อมูล เป็นอุปกรณ์สำหรับเก็บบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับระบบการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้จากเครื่องมือวัด และ Sensor ต่างๆ การประมวลผลข้อมูล รวมถึงอุปกรณ์แปลงสัญญาณและอุปกรณ์ควบคุมการติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่างค่าที่ได้จากเครื่องวัดและ Sensor ต่างๆ โดยออกแบบและติดตั้งระบบสื่อสารที่มีความเหมาะสม เพื่อใช้รองรับในการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับแบบดิจิทัล สำหรับใช้วัดการใช้พลังงานในแต่ละอาคารที่ติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ เชื่อมเข้ากับระบบฐานข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนระหว่างพลังงานที่ผลิตได้กับพลังงานที่ใช้จริงทั้งอาคาร และรองรับการทำงานร่วมกับระบบ Utility Management เข้ากับระบบการจัดการอื่นๆได้ โดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสารแบบกว้างที่ใช้เน้นพลังงานต่ำย่านความถี่ 920-925 MHz ให้เป็นไปตามประกาศคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เพื่อเก็บข้อมูลและประมวลผลข้อมูล โดยจะต้องมีคุณสมบัติของอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

(1.9.1) อุปกรณ์แม่ข่ายรับส่งสัญญาณย่านความถี่ 920-925 MHz

1) มีหน่วยประมวลผล CPU Quad-core 1.5 GHz, 64-bit ARM Cortex-A53

2) มีหน่วยความจำ RAM 512 MB DDR4

3) รองรับช่องสัญญาณ Channel อย่างน้อย 8 ช่อง

4) เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานได้ในรูปแบบมาตรฐานความถี่ AS920-925 MHz

5) อุปกรณ์มีอัตรากำลังการส่งสูงสุดไม่เกิน 27dBm

6) รองรับจ่ายไฟผ่านสาย POE

7) ความเร็วในการส่งข้อมูลผ่านสาย LAN 10/100/1000 Mbps

8) รองรับช่องใส่ซิมการ์ดระบบ 3G/4G

9) มีมาตรฐานระดับการป้องกันฝุ่น และน้ำ IP67

10) รองรับการทำงานอุณหภูมิในช่วง -40°C to +70°C

(1.9.2) อุปกรณ์ลูกข่ายรับส่งสัญญาณย่านความถี่ 920-925 MHz

1) เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานได้ในรูปแบบมาตรฐานความถี่ AS920-925 MHz

2) สามารถอ่านค่า Modbus RTU และส่งข้อมูลออกผ่านเครือข่าย AS920-925 MHz

3) มีช่องสัญญาณ RS485 อย่างน้อย 1 ช่อง

4) เชื่อมต่ออุปกรณ์เพื่อตั้งค่าได้ผ่าน Bluetooth หรือ Wi-Fi

5) รองรับ Baud rate 9600 bps

6) มี SD card ในตัวความจุไม่ต่ำกว่า 8 GB

- 7) สามารถตั้งค่าอุปกรณ์ผ่าน Web Browser ในตัวโดยไม่ต้องต่อพ่วงเข้ากับคอมพิวเตอร์
- 8) สามารถทำงานได้ที่ช่วงอุณหภูมิอย่างน้อย -40 ถึง 85 องศาเซลเซียส
- 9) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ไฟกระแสตรง 5-12 VDC
- 10) มีขายึดจับแบบ DIN rail mounting
- 11) เป็นอุปกรณ์ที่มี Approvals NBTC TS1033-2560 และ IEC 60950-1
- 12) เป็นอุปกรณ์ที่มีใบรับประกันสินค้าจากผลิตภัณฑ์ ไม่ต่ำกว่า 3 ปี

(2) Platform ระบบ Monitoring, Operating, Service and Maintenance ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้

(2.1) ต้องสามารถแสดงผลภาพรวมพลังงานในรูปแบบแผนพื้นที่อาคารที่ติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา

(2.2) ต้องสามารถแยกการแสดงผลข้อมูลจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ได้ตามอาคารห้อง หรือตามจุดการติดตั้งของอุปกรณ์

(2.3) ต้องสามารถแสดงผลข้อมูล ค่า Energy Production, Energy Purchased, Energy Consumption, Performance Ratio, Performance Index, Energy Calendar หรือค่าพารามิเตอร์อื่นๆ ที่จำเป็นได้

(2.4) ต้องสามารถแสดง ค่า Environmental Saving ได้

(2.5) ต้องสามารถแสดงผลข้อมูลจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ในรูปแบบค่าข้อมูลในเชิงตัวเลข กราฟ และแผนภูมิ (เช่น แผนภูมิแท่ง แผนภูมิเส้น)

(2.6) ต้องสามารถแสดงผลข้อมูลของอุปกรณ์ Power Meter / TOU Meter ที่มีอยู่ภายในระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาได้แบบ Realtime ด้วยความถี่ไม่ช้าไปกว่า 3 วินาที หรือตามความถี่ที่เร็วที่สุดของอุปกรณ์

(2.7) ต้องสามารถแสดงผลข้อมูลของอุปกรณ์ Inverters ที่มีอยู่ภายในระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาได้

(2.8) ต้องสามารถแสดงผลข้อมูลของอุปกรณ์ Environmental Sensors ที่มีอยู่ภายในระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาได้

(2.9) ต้องมี Function ระบบ Service and Maintenance ที่สามารถให้ผู้ดูแลระบบบันทึกและแสดงข้อมูลและรายละเอียด เช่น ชื่อ / ยี่ห้อ / รุ่น / วันที่ติดตั้ง / ระยะเวลาประกัน / ผู้รับประกัน / ข้อมูลติดต่อผู้รับประกัน / จุดติดตั้งอุปกรณ์ / รอบการซ่อมบำรุง ของอุปกรณ์ต่างๆ ภายในระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา

(2.10) ต้องมี Function ในการกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลจำแนกตามผู้ใช้งานตามสิทธิที่ได้รับ การอนุญาตให้เข้าถึงข้อมูลการแสดงผลนั้นๆ

(2.11) ในกรณีที่การสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ Industrial IoT PC (IPC) และ Cloud server เกิดข้อขัดข้อง เมื่อสามารถเชื่อมต่อได้อีกครั้งจะต้องสามารถตรวจสอบและดึงข้อมูลจาก IPC ในช่วงเวลาที่ข้อมูลขาดหายไปเข้ามาจัดเก็บไว้บน Cloud Server ได้โดยอัตโนมัติ

(2.12) ต้องสามารถรองรับเชื่อมต่อข้อมูล เข้า/ออก จากระบบอื่นได้ เช่น ในรูปแบบ API เพื่อใช้งานร่วมกับซอฟต์แวร์อื่นๆ และสามารถเพิ่ม API อื่นๆ ในการดึงข้อมูลจากระบบตามที่คุณใช้งานร้องขอในส่วนของคุณข้อมูลจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ เช่น ระบบ CCTV ของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

(3) ผู้เสนอราคาต้องรวมการบริการ Cloud Service ให้สามารถบันทึก แสดงผล และทำงานได้ตลอด ระยะเวลาประกัน

2.15 เครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลย้อน

(1) การติดตั้งเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลย้อนต้องเป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อโครงข่ายระบบไฟฟ้า

(2) เครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้าและอุปกรณ์ จะต้องประกอบด้วย Solar MDB , CT , VT , PQM panel เป็นผลิตภัณฑ์ ที่มาจากผู้ผลิตเดียวกัน

2.16 ข้อกำหนดการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์

1. การออกแบบติดตั้งแผงเซลล์ฯ ต้องให้ด้านรับแสงอาทิตย์ของแผงเซลล์ หันไปทางทิศใต้หรือทิศใกล้เคียงทิศใต้ที่สามารถยอมรับได้และวางเอียงทำมุมกับแนวระนาบทิศเหนือ-ใต้ ประมาณ 10-20 องศา หรือตามแนวลาดเอียงของหลังคาอาคารเป้าหมาย ตำแหน่งติดตั้งแผงเซลล์ฯ ต้องอยู่ในพื้นที่โล่งและไม่เกิดการบังเงาบนแผงเซลล์ฯ ที่อาจก่อให้เกิด Hot Spot และการติดตั้งชุดแผงเซลล์ฯ ควรมีความมั่นคงแข็งแรงและสามารถดูแลบำรุงรักษาได้
2. การต่อวงจรชุดแผงเซลล์ฯ ต้องเป็นไปตามหลักวิชาการโดยอ้างอิงตามมาตรฐาน มอก. 2572 และติดตั้งทางไฟฟ้า-ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าพลังแสงอาทิตย์ หรือตามมาตรฐาน IEC 60364-7-712 Requirements for special installations or locations - Solar photovoltaic (PV) Power supply systems หรือตามคู่มือแนะนำการติดตั้งแผงเซลล์ฯ ของผู้ผลิต (ถ้ามี)
3. การเดินสายไฟฟ้าระหว่างแผงเซลล์ฯ ให้ใช้สายไฟฟ้าที่ติดตั้งมาพร้อมกับ Terminal box ของแผงเซลล์ฯ และต่อวงจรให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ
4. ชุดแผงเซลล์ฯ อุปกรณ์ของระบบฯ ทุกรายการที่มีโครงสร้างเป็นโลหะและหรืออุปกรณ์ ที่ระบุให้มีการต่อสายดินจะต้องต่อวงจรสายดินให้ครบถ้วน โดยให้ดำเนินการตามหลักวิชาการ หรืออ้างอิงตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2564 ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
5. การกำหนดขนาดสายไฟฟ้า ต้องมีพิกัดทนกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของกระแสสูงสุดผ่านวงจรและมีค่าแรงดันสูญเสียในสายไฟฟ้า (Voltage drop)
6. ด้านระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC Side) กำหนดให้ขนาดสายไฟฟ้าจากชุดแผงเซลล์ฯ แต่ละสาขา (PV string) ถึงอุปกรณ์แปลงผันไฟฟ้า (Inverter) มีแรงดันไฟฟ้าสูญเสียในสายไม่เกินร้อยละ 3 ที่พิกัดจ่ายกระแสไฟฟ้าสูงสุด (Imp) ของชุดแผงเซลล์ฯ ที่สภาวะ STC
7. ด้านระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Side) กำหนดให้ขนาดสายไฟฟ้าจาก Output ของอุปกรณ์แปลงผันไฟฟ้าถึงจุดเชื่อมต่อกับสายไฟระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า มีแรงดันไฟฟ้าสูญเสียในสายไม่เกินร้อยละ 3 โดยเทียบกับค่าแรงดันไฟฟ้าด้าน Output ตามพิกัดที่ Utility power factor
8. กรณีเดินสายในท่อร้อยสายไฟฟ้า ให้ใช้ท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิด HDPE หรือดีกว่า สำหรับสายไฟฟ้าภายนอกอาคารและใช้ท่อโลหะชนิด EMT หรือดีกว่า สำหรับสายไฟฟ้าภายในอาคาร
9. การออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ากระชอกทางด้านกระแสตรง และด้านกระแสสลับ ให้ดำเนินการตามหลักวิชาการ หรืออ้างอิงตามมาตรฐาน IEC 60364-1 หรือมาตรฐานอื่นที่ดีกว่าหรือเทียบเท่า
10. การติดตั้งอุปกรณ์ประกอบระบบทุกรายการต้องเป็นระเบียบ สามารถใช้งานหรือตรวจสอบได้สะดวก การต่อสายไฟฟ้าของระบบต้องยึดด้วยขั้วต่อสายทางไฟฟ้าที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ
11. เมื่อติดตั้งระบบ Solar PV Rooftop แล้วเสร็จผู้ขายต้องทำการตรวจสอบการรั่วซึมที่เกิดจากการติดตั้งและเมื่อเกิดการรั่วซึมผู้ขายต้องทำการแก้ไขให้มีสภาพติดตั้งเดิม
12. เมื่อติดตั้งระบบ Solar PV Rooftop แล้วเสร็จผู้ขายต้องดำเนินการตรวจสอบการติดตั้งระบบถูกต้อง ปลอดภัยตามหลักวิชาการและการใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติถูกต้องตามข้อกำหนด และให้มีเอกสาร ลงนามรับรองผลการตรวจสอบโดยวิศวกรผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมจากสภาวิศวกร
13. ต้องประสานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการอนุญาตเชื่อมต่อบริการ Solar PV Rooftop กับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคให้แล้วเสร็จ และให้มีวิศวกรไฟฟ้าผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมสาขาไฟฟ้ากำลังจากสภาวิศวกร
14. ดำเนินการทดสอบการทำงานของระบบให้เป็นไปตามเงื่อนไขข้อกำหนด/ระเบียบที่เกี่ยวข้อง เพื่อแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถทำงานผลิตไฟฟ้าได้ โดยให้มีเครื่องมือแสดงข้อมูลทางไฟฟ้าขณะที่ระบบทำงานเป็น Real time เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าและความถี่ เป็นต้น

3. เงื่อนไขเฉพาะ

3.1 รับประกันสินค้า รับประกันเซลล์แสงอาทิตย์ (Photovoltaic Panel) และเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Grid connected Inverter) ไม่น้อยกว่า 5 ปี

3.2 ผู้ขายต้องจัดให้มีการเข้าทำการบำรุงรักษา ล้างแผงโซลาร์เซลล์ ตรวจสอบ ทดสอบการทำงานของระบบ ไม่น้อยกว่า 4 ครั้ง/ปี ทุกๆ 3 เดือน (ไม่น้อยกว่า 20 ครั้ง ต่อ 5 ปี)

3.3 ผู้ขายต้องประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการขออนุญาตเชื่อมต่อระบบ Solar Rooftop กับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค รวมถึงข้อกำหนดอื่นใดในการติดตั้งระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา (Solar Rooftop) ขนาดไม่น้อยกว่า 1,000 กิโลวัตต์

3.4 ผู้ขายต้องมีการให้บริการในกรณีฉุกเฉิน โดยต้องรับเข้าตรวจสอบและแก้ปัญหาเบื้องต้นภายใน 48 ชั่วโมง และให้ดำเนินการแก้ไขให้แล้วเสร็จภายใน 7 วันทำการ หากจำเป็นต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ให้ดำเนินการให้แล้วเสร็จภายใน 14 วัน กรณีมีเหตุสุดวิสัยให้ชี้แจงขอผ่อนผันเป็นกรณีไป

..... ประธานกรรมการ
(นายยรรยงพศวัต มาตย์คำมี)
ตำแหน่ง นายช่างเทคนิคชำนาญงาน

..... กรรมการ
(นายรติพันธ์ วงศ์วัยรักษ์)
ตำแหน่ง วิศวกรไฟฟ้า

..... กรรมการ
(นายขจรศักดิ์ เจริญศักดิ์)
ตำแหน่ง วิศวกรโยธา

**ตารางประเมินจัดซื้อระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์
ที่ติดตั้งบนหลังคา พร้อมติดตั้ง**

เกณฑ์การให้คะแนนมาตรฐานการออกแบบระบบ 20%				
1	เกณฑ์คุณภาพในการคัดเลือก	0	1	2
	1.1 ออกแบบระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ถูกต้อง ครบถ้วน มีความปลอดภัย ตามมาตรฐานที่กำหนดในคุณลักษณะเฉพาะ	แสดงรายละเอียดไม่ครบทุกหัวข้อตามที่กำหนด	แสดงรายละเอียดครบทุกหัวข้อแต่ไม่ครบถ้วนตามมาตรฐาน	แสดงรายละเอียดครบทุกหัวข้อและถูกต้องตามมาตรฐาน
	1.2 มีวิศวกรระดับไม่ต่ำกว่าสามัญวิศวกรรับรองการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาในด้านไฟฟ้าและด้านโยธา	ไม่มีวิศวกรรับรอง	มีวิศวกรรับรองไม่ครบ	มีวิศวกรรับรองครบ
	1.3 ไดอะแกรมของระบบและส่วนแสดงผล	แสดงรายละเอียดไม่ครบทุกหัวข้อตามที่กำหนด	แสดงรายละเอียดครบทุกหัวข้อแต่ไม่ครบถ้วนตามมาตรฐาน	แสดงรายละเอียดครบทุกหัวข้อและถูกต้องตามมาตรฐาน
	1.4 รายการอุปกรณ์หลักและรายละเอียดการทำงานและการรับข้อมูลกับระบบ Monitoring	แสดงรายละเอียดไม่ครบทุกหัวข้อตามที่กำหนด	แสดงรายละเอียดครบทุกหัวข้อแต่ไม่ครบถ้วนตามมาตรฐาน	แสดงรายละเอียดครบทุกหัวข้อและถูกต้องตามมาตรฐาน

เกณฑ์การให้คะแนน รายละเอียดคุณลักษณะทางเทคนิคของวัสดุอุปกรณ์ 30%						
2	เกณฑ์คุณภาพในการคัดเลือก	0	1	2	3	4
	2.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Photo-voltaic Panel)	เสนอ รายละเอียด คุณลักษณะ	เสนอ รายละเอียด คุณลักษณะ	เสนอ รายละเอียด คุณลักษณะ	เสนอ รายละเอียด คุณลักษณะ	เสนอ รายละเอียด คุณลักษณะ
	2.2 โครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์	ทางเทคนิค ของวัสดุ	ทางเทคนิค ของวัสดุ	ทางเทคนิค ของวัสดุ	ทางเทคนิค ของวัสดุ	ทางเทคนิค ของวัสดุ
	2.3 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Grid-Connected Inverter)	อุปกรณ์ ครบถ้วนทุก ข้อ แต่มี	อุปกรณ์ ครบถ้วนทุก ข้อและมี	อุปกรณ์ ครบถ้วนทุก ข้อและมี	อุปกรณ์ ครบถ้วนทุก ข้อและมี	อุปกรณ์ ครบถ้วนทุก ข้อและมี
	2.4 ระบบติดตามประเมินผล (Monitoring System)	คุณสมบัติต่ำกว่าที่กำหนด ไม่ครบ	คุณสมบัติเท่ากับที่กำหนด	คุณสมบัติที่สูงกว่าที่กำหนด	คุณสมบัติที่สูงกว่าที่กำหนด	คุณสมบัติที่สูงกว่าที่กำหนด
	2.5 วัสดุ อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ได้แก่ Circuit breaker, อุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่า (Surge Protection) , สายไฟฟ้า , สายไฟฟ้าสื่อสาร (Communication Cable) , ท่อร้อยสายไฟฟ้า , กล่องรวมสาย (DC Junction Box)	ทุกรายการ	ทุกรายการ	2 รายการ	3 รายการ	ทุกรายการ

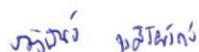
เกณฑ์การให้คะแนน กำลังการผลิตกระแสไฟฟ้า 15 %						
3	เกณฑ์คุณภาพในการคัดเลือก	0	1	2	3	4
	3.1 กำลังการผลิตกระแสไฟฟ้า	เสนอความสามารถของกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้า < 1,000 Kw	เสนอความสามารถของกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้า ระหว่าง 1,000 Kw ถึง 1,100 Kw	เสนอความสามารถของกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้า มากกว่า 1,200 Kw	เสนอความสามารถของกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้า มากกว่า 1,300 Kw	เสนอความสามารถของกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้า มากกว่า 1,400 Kw ขึ้นไป
	3.2 ประสบการณ์ในการออกแบบติดตั้งระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา (Solar Rooftop) โดยแบบเอกสาร	มีประสบการณ์ออกแบติดตั้ง < 1 ปี	มีประสบการณ์ออกแบติดตั้ง 1-2 ปี	มีประสบการณ์ออกแบติดตั้ง 3-4ปี	มีประสบการณ์ออกแบติดตั้ง 5-6ปี	ตั้งแต่ 7 ปีขึ้นไป

เกณฑ์การให้คะแนน บริการหลังการขาย 20%						
4	เกณฑ์คุณภาพในการคัดเลือก	0	1	2	3	4
	4.1 แผนการบำรุงรักษาในช่วงการรับประกัน	เสนอการบำรุงรักษา น้อยกว่า 4 เดือน/ครั้ง	เสนอการบำรุงรักษา 3 เดือน/ครั้ง	เสนอการบำรุงรักษา 2 เดือน/ครั้ง	เสนอการบำรุงรักษา 1 เดือน/ครั้ง	เสนอการบำรุงรักษา ประจำวัน และ 1 เดือน / ครั้ง
	4.2 การรับประกันแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Photo voltaic Panel)	เสนอการรับประกัน น้อยกว่า 8 ปี	เสนอการรับประกัน มากกว่า 11 ปี	เสนอการรับประกัน มากกว่า 14 ปี	เสนอการรับประกัน มากกว่า 17 ปี	เสนอการรับประกัน มากกว่า 20 ปี และ รับประกัน โดยตรงจาก โรงงานผลิต
	4.3 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Grid Connected Inverter)	เสนอการรับประกัน 0-4 ปี	เสนอการรับประกัน 5-8 ปี	เสนอการรับประกัน 9-12 ปี	เสนอการรับประกัน 13-15 ปี	รับประกัน มากกว่า 15 ปี และ รับประกัน โดยตรงจาก โรงงานผลิต
เกณฑ์การให้คะแนน เกณฑ์ราคา 15 %						
5	เกณฑ์คุณภาพในการคัดเลือก					
	5.1 เกณฑ์ราคา	ระบบ e-GP คำนวณให้				



(นายยรรยงพศวัต มาตย์คำมี)

ประธานกรรมการ



(นายรติพันธ์ วงศ์วัยรักษ์)

กรรมการ



(นายชงศ์ศักดิ์ เจริญศักดิ์)

กรรมการ