

ข้อกำหนดขอบเขตของงาน (Terms of Reference : TOR)

งานจ้างติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ณ ศูนย์ฝึกกีฬาเรือพายราชนาวิ สมาคมกีฬาเรือพายแห่งประเทศไทย

1. ความเป็นมา

บริษัท เอ็มอีเอ สมาร์ทเอนเนอร์ยีโซลูชันส์ จำกัด (MEAei) มีความประสงค์จะจ้างติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาสำหรับใช้งาน ณ ศูนย์ฝึกกีฬาเรือพายราชนาวิ สมาคมกีฬาเรือพายแห่งประเทศไทย จำนวน 1 งาน ขนาดกำลังผลิตติดตั้งไม่น้อยกว่า 102.48 kWp วงเงินรวมภาษีมูลค่าเพิ่ม 2,700,000.00 บาท (สองล้านเจ็ดแสนบาทถ้วน) โดยมีรายละเอียดสาระสำคัญของขอบเขตของงาน (TOR) และรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ ดังต่อไปนี้

2. ขอบเขตของงาน

งานจ้างติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาสำหรับใช้งาน ณ ศูนย์ฝึกกีฬาเรือพายราชนาวิ สมาคมกีฬาเรือพายแห่งประเทศไทย จำนวน 1 งาน โดยมีรายละเอียดตามเงื่อนไข ข้อกำหนด และข้อปฏิบัติต่าง ๆ ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการติดตั้ง ให้ครบถ้วนตามที่ปรากฏในแบบและรายละเอียดต่างๆ ของสัญญาทุกประการ โดยมีรายละเอียดขอบเขตงาน ดังนี้

2.1 ออกแบบ จัดหา และติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์และชุดโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ตามมาตรฐานสำหรับใช้งานศูนย์ฝึกกีฬาเรือพายราชนาวิ สมาคมกีฬาเรือพายแห่งประเทศไทย โดยมีขนาดกำลังการผลิตติดตั้งไม่น้อยกว่า 102.48 kWp พร้อมเชื่อมต่อกับระบบกับโครงข่ายไฟฟ้าท้องถิ่น

2.2 ตรวจสอบความสมบูรณ์ของโครงสร้างหลังคาและอาคารเพื่อตรวจสอบการรับน้ำหนักแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้ปลอดภัย โดยมีวิศวกรที่มีใบอนุญาตฯ เช่น รับรอง (ระดับตามความสามารถในการรับรอนั้นๆ) พร้อมรายการคำนวณทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง หากพบว่าพื้นที่หลังคาหรือโครงสร้างไม่สามารถติดตั้งได้ตามปกติ ให้ผู้รับจ้างแจ้งต่อ MEAei ทราบ พร้อมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขเบื้องต้น เพื่อให้ MEAei พิจารณา

2.3 เชื่อมต่อระบบการแสดงผลข้อมูลของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์จากอินเวอร์เตอร์และเครื่องวัดต่างๆ ในแพลตฟอร์มของผู้ผลิตอุปกรณ์นั้นๆ ที่สามารถเรียกใช้งานได้ ผ่านระบบเครือข่าย Internet และ/หรือ ระบบเครือข่ายไร้สายและระบบเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

2.4 ออกแบบ จัดหา และติดตั้งอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ชุดอุปกรณ์สายช่วยชีวิต ชุดบันไดขึ้น-ลงหลังคา และงานระบบน้ำประปา สำหรับบำรุงรักษาระบบ โดยจะต้องมีการคำนวณการรับแรงของโครงสร้างหลังคาและอาคาร เพื่อตรวจสอบการรับน้ำหนักของบันไดขึ้น-ลงหลังคาให้ปลอดภัย โดยมีวิศวกรที่มีใบอนุญาตฯ เช่น รับรอง (ระดับตามความสามารถในการรับรอนั้นๆ) พร้อมรายการการคำนวณทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง

2.5 จัดทำเอกสารคู่มือการใช้งานและรายงานส่งมอบงาน (Delivery Work Document) ของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์อย่างน้อย 4 ชุดพร้อมจัดอบรมการใช้งานแก่ผู้ใช้งาน ผู้ดูแลและMEAeiอย่างน้อย 5 คน

2.6 ดำเนินการด้านเอกสาร เช่น อ.1 พค.2 ขออนุญาตและงานขออนุญาตต่าง ๆ ที่จำเป็นกับการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

3. คุณสมบัติของผู้ยื่นเสนอราคา

- 3.1 ต้องเป็น นิติบุคคล ผู้ที่มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาจ้าง ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว
- 3.2 ต้องมีผลงานที่เกี่ยวข้อง ในการออกแบบ จัดซื้อพร้อมติดตั้ง ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ผู้ยื่นเสนอราคาเป็นผู้ขายหรือผู้รับจ้างโดยตรงกับเจ้าของโครงการที่เป็นหน่วยงานราชการ องค์กรเทศบาล รัฐวิสาหกิจ หรือเอกชนที่เชื่อถือได้สำหรับงานจัดซื้อพร้อมติดตั้งหรืองานจ้างนั้น ๆ มิใช่ผู้ขายช่วง มูลค่างานตั้งแต่ 1,350,000.00 บาท (รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม) ขึ้นไปต่อ 1 สัญญา โดยผลงานดังกล่าวจะต้องแล้วเสร็จครบถ้วนตามสัญญา พร้อมกับแนบหนังสือรับรองผลงาน และกรณีที่ผลงานดังกล่าวเป็นการรับจ้างทำงานให้ผู้อื่นจ้างซึ่งเป็นเอกชนให้แนบสำเนาสัญญาด้วย
- 3.3 มีความสามารถตามกฎหมาย
- 3.4 ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
- 3.5 ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ
- 3.6 ไม่เป็นนิติบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง
- 3.7 ไม่เป็นนิติบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วน ผู้จัดการ กรรมการ ผู้จัดการ ผู้บริหาร และผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจกรรมของนิติบุคคลนั้นด้วย
- 3.8 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา
- 3.9 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่ MEAei ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้
- 3.10 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์ความคุ้มกันเช่นนั้น
- 3.11 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e-GP) ของกรมบัญชีกลาง
- 3.12 ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องยื่นเอกสารแสดงคุณสมบัติ ดังนี้
 - 1) ห้างหุ้นส่วนสามัญหรือห้างหุ้นส่วนจำกัด ให้ยื่นสำเนาหนังสือรับรองการจดทะเบียนนิติบุคคลซึ่งออกให้ไม่เกิน 90 วัน นับถึงวันยื่นซองเสนอราคา บัญชีรายชื่อหุ้นส่วนผู้จัดการ ผู้มีอำนาจควบคุม (ถ้ามี) พร้อมทั้งรับรองสำเนาถูกต้อง
 - 2) บริษัทจำกัดหรือบริษัทมหาชนจำกัด ให้ยื่นสำเนาหนังสือรับรองการจดทะเบียนนิติบุคคลซึ่งออกให้ไม่เกิน 90 วัน นับถึงวันยื่นซองเสนอราคา หนังสือบริคณห์สนธิ บัญชีรายชื่อกรรมการผู้จัดการ ผู้มีอำนาจควบคุม (ถ้ามี) และบัญชีรายชื่อผู้ถือหุ้นรายใหญ่ (ถ้ามี) พร้อมทั้งรับรองสำเนาถูกต้อง
 - 3) ในกรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นผู้ยื่นข้อเสนอร่วมกันในฐานะเป็นผู้ร่วมค้า ให้ยื่นสำเนาสัญญาของการเข้าร่วมค้า สำเนาบัตรประจำตัวประชาชนของผู้ร่วมค้า และในกรณีที่ผู้เข้าร่วมค้าฝ่ายใดเป็นบุคคลธรรมดาที่มีได้ถือสัญชาติไทย ก็ให้ยื่นสำเนาหนังสือเดินทาง หรือถ้าผู้ร่วมค้าฝ่ายใดเป็นนิติบุคคลให้ยื่นเอกสารตามที่ระบุไว้ใน 1) หรือ 2)กรณีที่ข้อตกลงการเข้าร่วมค้า กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก กิจการร่วมค่านั้นต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมค้าหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการร่วมค้าที่ยื่นข้อเสนอ

สำหรับข้อตกลงการเข้าร่วมค่าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ผู้เข้าร่วม
ค้าทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน หรือหนังสือเชิญชวน

4) สำเนาใบทะเบียนพาณิชย์ (ถ้ามี) พร้อมรับรองสำเนาถูกต้อง

5) สำเนาใบทะเบียนภาษีมูลค่าเพิ่ม (ภ.พ.20) พร้อมรับรองสำเนาถูกต้อง

4. หลักฐานการยื่นข้อเสนอและการเสนอราคา

4.1 เป็นไปตามเอกสารประกวดราคาจ้างด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ (e-bidding) ขอสงวนสิทธิ์ที่จะ
ไม่รับพิจารณา หากผู้ยื่นข้อเสนอทำการยื่นเอกสารไม่ครบถ้วน

4.2 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องยื่นเอกสารอย่างน้อยดังต่อไปนี้ เพื่อประกอบการพิจารณา โดยยื่นมาพร้อมกับการยื่น
ข้อเสนอและการเสนอราคาผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยวิธีอิเล็กทรอนิกส์ MEAei ขอสงวนสิทธิ์ที่จะไม่รับ
พิจารณา หากผู้ขายยื่นเอกสารไม่ครบถ้วน

4.2.1 หนังสือรับรองผลงาน และในกรณีที่ผลงานดังกล่าวเป็นการรับจ้างทำงานให้ผู้ว่าจ้างซึ่งเป็นเอกชนให้
ยื่นสำเนาสัญญาด้วย ตามข้อ 3.2

4.2.2 บัญชีรายการก่อสร้าง/ติดตั้งหรือใบแจ้งปริมาณงานและราคา (Bill of Quantities :BOQ) ซึ่งจะต้อง
แสดงรายการ วัสดุอุปกรณ์ ค่าแรงงาน ภาษีประเภทต่างๆ รวมทั้งกำไรไว้ด้วย

4.2.3 ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องเสนอรายการของอุปกรณ์ที่เสนอตาม ภาคผนวก ก. โดยจะต้องแจ้งชื่อผลิตภัณฑ์
รุ่น พร้อมแนบเอกสารบรรยายคุณลักษณะ (Specification) หรือ Catalogue ของอุปกรณ์/ระบบ
และตารางเปรียบเทียบคุณลักษณะ ให้ครบถ้วนและเพียงพอต่อการพิจารณา โดยมีหัวข้อ
ในการพิจารณา ดังนี้

- 1) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV Module)
- 2) ชุดโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์
- 3) อินเวอร์เตอร์ชนิดต่อร่วมกับระบบไฟฟ้า (Grid Connected Inverter)
- 4) สายไฟกระแสตรง (DC Cable)
- 5) อุปกรณ์ป้องกันและปลดวงจรด้านไฟฟ้ากระแสตรง (DC Circuit Breaker)
- 6) อุปกรณ์ป้องกันและปลดวงจรด้านไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Circuit Breaker)
- 7) สายไฟกระแสสลับ (AC Cable)
- 8) เครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบดิจิตอล (Digital Power Meter)
- 9) สถานีวัดสภาพอากาศ (Weather Station)

4.3 ในการเสนอราคาผู้ยื่นข้อเสนอต้องกรอกบัญชีแสดงการคำนวณราคาค่าก่อสร้าง/ติดตั้ง (BOQ) โดยกรอก
ปริมาณวัสดุให้ครบถ้วน รายการวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ระบุไว้ในหมวดต่างๆ ในบัญชีแสดงการคำนวณราคา ค่า
ก่อสร้าง/ติดตั้งที่ให้ไว้เป็นรายการเบื้องต้น ที่ให้ผู้ยื่นข้อเสนอกรอกราคา ผู้ยื่นข้อเสนอสามารถกรอกรายการ อื่นๆ ที่
ปรากฏไว้ในแบบหรือเงื่อนไขต่างๆ แต่มิได้ระบุไว้ในบัญชีดังกล่าวในหมวดนั้น ๆ หรือหมวดเบ็ดเตล็ด ในกรณีที่ไม่ได้
เสนอมา ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบในการก่อสร้าง/ติดตั้งให้เป็นไปตามรูปแบบและเงื่อนไขต่างๆ ของสัญญา

4.4 ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องดำเนินการตรวจสอบ และศึกษารายละเอียด และข้อกำหนดต่างๆ ให้ครบถ้วน
ก่อนเสนอราคา เพื่อให้ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ ตามวัตถุประสงค์ หากมี
วัสดุอุปกรณ์ส่วนที่เพิ่มเติมนอกเหนือจากนี้ เพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ให้อยู่ในความ
รับผิดชอบของผู้รับจ้าง

4.5 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องคำนวณหาปริมาณงาน และจะต้องรับผิดชอบในความผิดพลาดของปริมาณงานที่เสนอ หากมีข้อสงสัยในปริมาณงาน ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องตรวจสอบและประเมินตามข้อกำหนดขอบเขตงานนี้ ซึ่งผู้ยื่นข้อเสนอ จะนำมาเป็นข้ออ้างในการขอเบิกค่าใช้จ่ายจาก MEAei อีกไม่ได้ เว้นในกรณีที่มีการแก้ไขงานหรือเปลี่ยนแปลง รายละเอียดในแบบ MEAei สงวนสิทธิ์ที่จะพิจารณาจ่ายให้หรือหักคืนจากผู้รับจ้าง

4.6 ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องทำการศึกษารายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์ รายละเอียดการติดตั้ง และข้อกำหนดอื่น ๆ ให้ครบถ้วน ตาม ภาควจนวก.ก. ก่อนดำเนินการจัดหาวัสดุอุปกรณ์หรือทำการติดตั้ง

4.7 ราคาที่เสนอจะต้องเสนอกำหนดยื่นราคาไม่น้อยกว่า 60 วัน นับตั้งแต่วันเสนอราคา โดยภายในกำหนด ยื่นราคาผู้ยื่นข้อเสนอต้องรับผิดชอบราคาที่ตนได้เสนอไว้และจะถอนการเสนอราคามีได้

5. หลักเกณฑ์การพิจารณา

5.1 เป็นไปตามหัวข้อหลักเกณฑ์และสิทธิในการพิจารณาของเอกสารประกวดราคางานจ้างติดตั้งระบบผลิต พลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ณ ศูนย์ฝึกกีฬาเรือพายราชนาวิ สมาคมกีฬาเรือพายแห่งประเทศไทย ด้วยวิธี ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ (e-bidding) อ้างอิงตามพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 และระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ.2560

5.2 การพิจารณาผู้ชนะการยื่นข้อเสนอ MEAei จะพิจารณาจาก หลักเกณฑ์ราคาของผู้เสนอราคาเรียงที่เสนอ ราคาต่ำสุด และมีรายละเอียดเฉพาะครุภัณฑ์ถูกต้องตามข้อกำหนด MEAei

6. หลักประกันสัญญา

ผู้ชนะการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์จะต้องวางหลักประกันสัญญาเป็นจำนวนเงินเท่ากับร้อยละ 10 ของราคา ค่าจ้างตามสัญญารวมภาษีมูลค่าเพิ่ม และเป็นจำนวนเต็ม ให้ MEAei ยึดถือไว้ตลอดระยะเวลาผูกพันตามสัญญา

7. ข้อกำหนดการส่งของและปริมาณงาน

กำหนดส่งมอบงานจ้างติดตั้ง ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาสำหรับ ใช้งานภายในพื้นที่ จำนวน 1 งาน ขนาดกำลังผลิตติดตั้งไม่น้อยกว่าขนาด 102.48 kWp ให้แล้วเสร็จตามกำหนด โดย ระบบและอุปกรณ์ต้องสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและเต็มประสิทธิภาพ และให้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์ พร้อมทั้งอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ต้องครบถ้วนตามสัญญา ให้แล้วเสร็จ ภายใน 120 วัน นับถัดจากวันลงนาม ในสัญญาโดยการส่งมอบงานจะทำการส่งมอบจำนวนทั้งหมด 4 งวด เมื่อผ่านการตรวจรับงานจาก MEAei แล้ว และ ได้รับเอกสารที่เกี่ยวข้องที่กำหนดไว้ตามสัญญาครบถ้วน จึงจะถือว่าเสร็จสมบูรณ์ โดยแบ่งงวดงานออกเป็น 4 งวด ดังนี้

- งวดที่ 1 ส่งมอบแผนปฏิบัติงานโครงการ รายงานผลการสำรวจวิเคราะห์ปริมาณการผลิตไฟฟ้า รายการวัสดุ อุปกรณ์ที่ได้รับการอนุมัติ และตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ และรายชื่อผู้ปฏิบัติงาน แฝงผังบุคลากร พร้อมด้วยใบอนุญาตการประกอบวิชาชีพต่างๆ ที่จำเป็น ภายใน 15 วัน นับถัดจากวันลงนาม ในสัญญา
- งวดที่ 2 ส่งมอบแบบติดตั้ง (Shop Drawing) รายการคำนวณอุปกรณ์ ได้แก่ แฝงเซลล์แสงอาทิตย์ และ อินเวอร์เตอร์ชนิดต่อร่วมกับระบบไฟฟ้า และส่งมอบอุปกรณ์หลักสำหรับการติดตั้งระบบทั้งหมด พร้อมเอกสารการยื่นขออนุญาต หรือเอกสารอื่นที่เกี่ยวข้อง ภายใน 50 วัน นับถัดจากวันลงนาม ในสัญญา
- งวดที่ 3 ส่งมอบงานติดตั้งพร้อมอุปกรณ์ทั้งหมด พร้อมใช้งานได้โดยสมบูรณ์ภายใน 90 วัน นับถัดจาก วันลงนามในสัญญา

- งวดที่ 4 ส่งมอบงานการทดสอบการเดินระบบ (Commissioning Test) และยื่นขออนุญาตขนานระบบกับโครงข่ายไฟฟ้าท้องถิ่น พร้อมส่งมอบคู่มือการใช้งานภายใน 120 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

ทั้งนี้ หากผู้รับจ้างส่งมอบงานล่าช้ากว่าระยะเวลาที่กำหนดในแต่ละงวด MEAei จะไม่นำมาพิจารณาในการคิดค่าปรับแต่ละงวด แต่หากครบกำหนดส่งมอบงานตามสัญญาแล้ว ผู้รับจ้างยังไม่ส่งมอบงานให้แล้วเสร็จ ผู้รับจ้างจะต้องชำระค่าปรับให้แก่ MEAei ตามข้อกำหนดค่าปรับ ในข้อ 9

8. ข้อกำหนดการจ่ายเงิน

MEAei จะจ่ายค่าจ้างซึ่งได้รวมภาษีมูลค่าเพิ่มตลอดจนภาษีอากรอื่น ๆ และค่าใช้จ่ายทั้งปวง โดยกำหนดการจ่ายเงินแบ่งการชำระเงินออกเป็น 4 งวด ดังนี้

- งวดที่ 1 จำนวนเงินร้อยละ 10 ของมูลค่าตามสัญญา เมื่อส่งมอบงานของงวดที่ 1 ครบถ้วนถูกต้อง และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุแล้ว
- งวดที่ 2 จำนวนเงินร้อยละ 40 ของมูลค่าตามสัญญา เมื่อส่งมอบงานของงวดที่ 2 ครบถ้วนถูกต้อง และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุแล้ว
- งวดที่ 3 จำนวนเงินร้อยละ 40 ของมูลค่าตามสัญญา เมื่อส่งมอบงานของงวดที่ 3 ครบถ้วนถูกต้อง และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุแล้ว
- งวดที่ 4 จำนวนเงินร้อยละ 10 ของมูลค่าตามสัญญา เมื่อส่งมอบงานของงวดที่ 4 ครบถ้วนถูกต้อง และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุแล้ว

9. ค่าปรับ

9.1 หากผู้รับจ้างไม่สามารถส่งมอบงานได้ตามเวลาที่กำหนด ผู้รับจ้างจะต้องชำระค่าปรับให้แก่ MEAei เป็นรายวันในอัตราร้อยละ 0.1 ของราคางานจ้าง แต่จะต้องไม่ต่ำกว่าวันละ 100 บาท นับถัดจากวันที่ครบกำหนดตามสัญญา จนถึงวันที่ผู้รับจ้างส่งมอบงานให้แก่ MEAei จนถูกต้องครบถ้วนหรือจนวันบอกเลิกสัญญาแล้วแต่กรณี

9.2 ในกรณีที่ผู้รับจ้างไม่ปฏิบัติตามสัญญาข้อใดข้อหนึ่งด้วยเหตุใด ๆ ก็ตาม จนเป็นเหตุให้เกิดค่าปรับ ค่าเสียหาย หรือค่าใช้จ่ายแก่ MEAei ผู้รับจ้างต้องชดเชยค่าปรับ ค่าเสียหาย หรือค่าใช้จ่ายดังกล่าวให้แก่ MEAei โดยสิ้นเชิง นับถัดจากวันที่ได้รับแจ้งเป็นหนังสือจาก MEAei หากผู้รับจ้างไม่ชดเชยให้ถูกต้องครบถ้วน MEAei มีสิทธิที่จะหักเอาจากจำนวนเงินค่าจ้างที่ต้องชำระ หรือจากเงินประกันผลงานของผู้รับจ้าง หรือบังคับจากหลักประกันการปฏิบัติตามสัญญาทันที

9.3 หากค่าปรับ ค่าเสียหาย หรือค่าใช้จ่ายที่บังคับจากเงินค่าจ้างที่ต้องชำระ เงินประกันผลงาน หรือหลักประกันการปฏิบัติตามสัญญาแล้วยังไม่เพียงพอ ผู้รับจ้างยินยอมชำระส่วนที่เหลือที่ยังขาดอยู่จนครบถ้วนตามจำนวนค่าปรับ ค่าเสียหาย หรือค่าใช้จ่ายนั้น นับถัดจากวันที่ได้รับแจ้งเป็นหนังสือจาก MEAei

10. การบอกเลิกสัญญา

หากปรากฏว่าผู้รับจ้างไม่สามารถปฏิบัติตามสัญญาหรือข้อตกลงได้ และจะต้องมีการปรับตามสัญญาหรือข้อตกลงนั้น หากจำนวนเงินค่าปรับจะเกินร้อยละ 10 ของวงเงินค่าพัสดุหรือค่าจ้าง MEAei จะดำเนินการบอกเลิกสัญญาหรือข้อตกลง เว้นแต่ผู้รับจ้างจะได้ยินยอมเสียค่าปรับให้แก่ MEAei โดยไม่มีเงื่อนไขใด ๆ ทั้งสิ้น

11. การรับประกัน

11.1 ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันคุณภาพวัสดุอุปกรณ์และงานติดตั้ง เป็นระยะเวลา 2 ปี นับถัดจากวันที่ผู้รับจ้างส่งมอบงานครบถ้วนถูกต้อง และ MEAei ตรวจสอบมอบพัสดุถูกต้องตามสัญญา ภายในกำหนดระยะเวลารับประกันคุณภาพ หากเกิดชำรุด บกพร่อง หรือขัดข้อง อันเนื่องมาจากการใช้งานตามปกติ หรือเมื่อนำไปใช้แล้วมีคุณสมบัติไม่ถูกต้อง ผู้รับจ้างจะต้องจัดการซ่อมแซม หรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพที่ใช้การได้ดีดังเดิม หรือนำสิ่งของมาเปลี่ยนให้ใหม่แล้วแต่ MEAei จะเห็นสมควรภายใน 15 วัน นับแต่วันที่ได้รับแจ้งจาก MEAei โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น และผู้รับจ้างต้องยอมรับผิดชอบในค่าใช้จ่ายอื่นใดที่เพิ่มขึ้น ตลอดจนค่าใช้จ่ายในการติดตั้งใหม่ และ/หรือ รื้อถอนสิ่งของ (ถ้ามี) อันเนื่องมาจากการชำรุดบกพร่องด้วย

11.2 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบการทำงาน (MA) ระบบโปรแกรมต่างๆ กำหนดอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง และคอยดูแลระบบให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน รวมถึงควรให้คำปรึกษาในการใช้งานระบบ เป็นระยะเวลา 2 ปี นับตั้งแต่ส่งมอบงานกับทาง MEAei

11.3 ผู้รับจ้างจะต้องตรวจสอบและบำรุงรักษาตลอดระยะเวลารับประกัน 2 ปี พร้อมซ่อมแซม / แก้ไข อุปกรณ์และงานระบบทั้งหมด ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดีอยู่เสมอ ตลอดระยะเวลาดังกล่าวด้วยค่าใช้จ่ายของผู้รับจ้างเอง โดยต้องจัดทำรายงานซึ่งมีรายละเอียดตามรอบการบำรุงรักษาอย่างน้อย ดังนี้

- | | |
|--|---------------|
| - ล้างทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ | 6 เดือน/ครั้ง |
| - ตรวจสอบสถานะและประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ | 6 เดือน/ครั้ง |
| - ตรวจสอบการทำงานของระบบ Communication System | 6 เดือน/ครั้ง |
| - Back Up ข้อมูลของระบบ | 6 เดือน/ครั้ง |

ทั้งนี้ ผู้รับจ้างจะต้องยอมขยายระยะเวลารับประกันคุณภาพ หรือความชำรุด บกพร่อง หรือขัดข้องของสิ่งของนี้ออกไปอีกเท่ากับระยะเวลาที่เสียไปในการซ่อมแซม แก้ไข หรือนำสิ่งของมาเปลี่ยนให้ใหม่ โดยนับตั้งแต่วันที่ผู้รับจ้างได้รับแจ้งเหตุชำรุด บกพร่องหรือขัดข้องดังกล่าวจาก MEAei จนถึงวันที่ MEAei ได้รับมอบสิ่งของ ดังกล่าวในสภาพที่ซ่อมแซม หรือแก้ไขให้ใช้การได้ดีดังเดิมคืนจากผู้รับจ้าง หรือผู้รับจ้างนำสิ่งของมาเปลี่ยนให้ใหม่แล้วแต่กรณี หากการตรวจสอบแก้ไขไม่แล้วเสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด ผู้รับจ้างจะต้องนำอุปกรณ์สำรองมาให้ใช้งานก่อนจนกว่า จะแก้ไขอุปกรณ์นั้นให้สามารถทำงานได้ตามปกติ หากไม่มาแก้ไขภายในกำหนด MEAei จะเป็นฝ่ายดำเนินการซ่อมเองโดยคิดค่าใช้จ่ายจากผู้รับจ้าง โดยมีสิทธิหักเงินค้ำประกัน และสงวนสิทธิในการเรียกร้องค่าเสียหายในวงเงินค้ำประกัน

12. ข้อกำหนดการปฏิบัติงาน

12.1 ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำแผนการปฏิบัติงาน รายงานผลการสำรวจและการวิเคราะห์ปริมาณการผลิตไฟฟ้าและตำแหน่งติดตั้ง และรายชื่อผู้ปฏิบัติงานทั้งหมด ให้ MEAei พิจารณาภายใน 15 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

12.2 ก่อนติดตั้งผู้รับจ้างต้องขออนุมัติรายการวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดให้ MEAei เห็นชอบก่อนจึงจะสามารถติดตั้งได้

12.3 ผู้รับจ้างต้องมีผู้ควบคุมงานที่เป็นวิศวกรไฟฟ้า ระดับภาคีวิศวกร หรือสูงกว่า ที่ได้รับอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมได้ตามกฎหมาย จำนวนอย่างน้อย 1 คน เป็นผู้ควบคุมการปฏิบัติงานของผู้รับจ้างตลอดระยะเวลาตามสัญญา

12.4 ผู้รับจ้างจะต้องปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัย มอก.18001

12.5 ผู้รับจ้างจะต้องทำความสะอาดบริเวณปฏิบัติงานทุกวันและต้องระมัดระวังรักษาความปลอดภัยทั้งด้านอัคคีภัยอันเกี่ยวข้องกับทรัพย์สินทั้งปวง อีกทั้งบุคคลต่าง ๆ ที่เข้าไปในบริเวณปฏิบัติงาน ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบเต็มที่เกี่ยวกับเหตุการณ์เสียหายต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน ผู้รับจ้างจะต้องมีเครื่องมือพร้อมอุปกรณ์ดับเพลิงอย่างเพียงพออีกทั้งดูแลสถานที่ปฏิบัติงานให้สะอาดเรียบร้อยและอยู่ในสภาพที่ปลอดภัยตลอดเวลา

12.6 MEAei มีสิทธิ์ที่จะขอเปลี่ยนตัวบุคลากรผู้ปฏิบัติงานตลอดระยะเวลาการดำเนินการ หากพบว่าบุคคลนั้น มีคุณสมบัติไม่เหมาะสม แต่ทั้งนี้บุคลากรที่จะเข้ามาดำเนินงานแทนจะต้องเป็นผู้ที่มีคุณสมบัติที่ดีกว่าหรือเทียบเท่า และต้องเป็นผู้ที่ MEAei พิจารณาเห็นชอบ

12.7 ก่อนเข้าดำเนินการ ผู้รับจ้างต้องทำหนังสือขออนุญาตเข้าดำเนินการโดยระบุชื่อบุคลากรและเวลาที่จะเข้ามาดำเนินการไม่น้อยกว่า 5 วันทำการพร้อมแนบสำเนาบัตรประชาชน โดยผู้รับจ้างสามารถปฏิบัติงานได้ตั้งแต่วันจันทร์-เสาร์ เวลา 09.00-18.00 น. หากต้องการปฏิบัติงานนอกเหนือจากเวลาที่กำหนด ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ MEAei ทราบล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 5 วันทำการ และเมื่อได้รับอนุญาตแล้วจึงสามารถปฏิบัติงานได้ และผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานนอกเหนือจากเวลาที่กำหนด

12.8 หากผู้รับจ้างต้องการดับไฟฟ้าเพื่อปฏิบัติงาน ผู้รับจ้างต้องแจ้งให้ MEAei ทราบก่อนวันดำเนินการอย่างน้อย 5 วันทำการ และเมื่อได้รับอนุญาตแล้วจึงสามารถปฏิบัติงานได้ทั้งนี้ช่วงเวลาที่สามารถขอตัดไฟฟ้าได้ คือ จันทร์ - เสาร์ เวลา 10.30-17.00 น. หากต้องการปฏิบัติงานนอกเหนือจากเวลาที่กำหนด ผู้รับจ้างจะต้องแจ้งให้ MEAei ทราบล่วงหน้าไม่น้อยกว่า 5 วันทำการ และเมื่อได้รับอนุญาตแล้วจึงสามารถปฏิบัติงานได้ และผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายอันเนื่องจากการดับไฟด้วย เช่น ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (ถ้ามี)

12.9 ผู้รับจ้างจะต้องพยายามทำงานให้เรียบร้อยและสิ้นสະเทือนน้อยที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้ เพื่อมิให้เกิดความเดือดร้อนและผลกระทบต่อผู้ที่ปฏิบัติงานในอาคาร ขอสงวนสิทธิ์ที่จะสั่งให้ผู้รับจ้างทำการแก้ไขปัญหาเรื่องเสียงและการสิ้นสະเทือนให้อยู่ในระดับที่ต้องการได้โดยค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบทั้งสิ้น

12.10 ผู้รับจ้างจะต้องดูแลและรักษาความปลอดภัยของเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์เอง หากเกิดความเสียหายหรือสูญหาย MEAei จะไม่รับผิดชอบทั้งสิ้น

12.11 ความเสียหายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับบุคคลหรือทรัพย์สินของผู้รับจ้างหรือผู้อื่น เนื่องจากการทำงานของพนักงานของผู้รับจ้าง ผู้รับจ้างต้องชดใช้ค่าเสียหายให้เสร็จสิ้นโดยด่วน มิฉะนั้น MEAei จะระงับการจ่ายเงินให้ผู้ขายจนกว่าผู้รับจ้างได้ชดใช้ค่าเสียหายเสร็จสิ้นแล้ว

12.12 ผู้รับจ้างจะต้องจัดเตรียมระบบแสงสว่างและเต้ารับไฟฟ้าชั่วคราว ให้เพียงพอในระหว่างที่มีการปฏิบัติงาน

12.13 การติดตั้งระบบไฟฟ้าจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ปี พ.ศ. 2564 และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา ปี พ.ศ. 2565 ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ หรือล่าสุด หากมาตรฐานดังกล่าวไม่ได้กำหนดไว้ให้ใช้มาตรฐานสากลแทน และเพื่อให้การติดตั้งและการติดตั้งเป็นไปโดยถูกต้องตามแบบและตรงความมุ่งหมาย สิ่งใดที่ผู้รับจ้างสงสัยต้องสอบถามจากผู้ควบคุมงานของ MEAei ก่อนลงมือดำเนินการเสมอ

13. การทดสอบ และคู่มือการใช้งานก่อนการส่งมอบงาน

ก่อนส่งมอบงานจะต้องส่งเอกสารและคู่มือ ดังนี้

13.1 รายงานผลการทดสอบและกระบวนการทดสอบการใช้งาน (Commissioning Test) ของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ตามมาตรฐาน วสท.

13.2 คู่มือการใช้งานและคู่มือบำรุงรักษาอุปกรณ์ทั้งหมด ใช้เป็นภาษาไทย/อังกฤษ จำนวน 3 ชุดและบันทึกลง Flash Drive (USB 3.0 หรือสูงกว่า) จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชุด และบันทึกลง Portable SSD ขนาดไม่น้อยกว่า 128 GB จำนวน 1 ชุด

13.3 คู่มือการใช้งานระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

13.4 คู่มือการดึงค่าจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบ เช่น Meter, Inverter เป็นต้น

13.5 แบบบันทึกการติดตั้งจริง (As-built drawing) เป็นเอกสารขนาด A3 และไฟล์ AutoCAD ของระบบอย่างละเอียด บันทึกลง Flash Drive (USB 3.0 หรือสูงกว่า) จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชุดในข้อ 13.2 หลังจากการทำการติดตั้งระบบแล้วเสร็จ

14. รายละเอียดงานแจ้งขออนุญาตการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการจัดเตรียมเอกสาร และยื่นขออนุญาตขานระบบกับโครงข่ายไฟฟ้าท้องถิ่น โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ออกค่าใช้จ่ายในการดำเนินการเองทั้งหมด และหากมีความต้องการขอเข้าพื้นที่เพื่อตรวจสอบการติดตั้งของระบบ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาเจ้าหน้าที่เพื่อให้คำแนะนำในวันที่เข้าสำรวจ

15. ผู้รับผิดชอบโครงการ

ฝ่ายพัฒนาโครงการ บริษัท เอ็มอีเอ สมาร์ทเอนเนอร์ยีโซลูชันส์ จำกัด (MEA Smart Energy Solutions Co., Ltd) ชั้น 5 การไฟฟ้านครหลวงเพลินจิต 30 ซอยชิดลม ถนนเพลินจิต แขวงลุมพินี เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330 เบอร์ติดต่อ หมายเลขโทรศัพท์ 02-256-3000 ต่อ 4488

ภาคผนวก ก.

รายละเอียดการติดตั้งและคุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์ (TOR) งานจ้างติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ณ ศูนย์ฝึกกีฬาเรือพายราชนาวิ สมาคมกีฬาเรือพายแห่งประเทศไทย

1. สภาพแวดล้อมสำหรับการติดตั้ง

หากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นของข้อกำหนดนี้ วัสดุอุปกรณ์ที่เสนอต้องเหมาะสมสำหรับการติดตั้งใช้งาน
ของประเทศไทย โดยมีสภาพแวดล้อมดังนี้

- 1.1 ความสูงเฉลี่ยระดับน้ำทะเล
- 1.2 อุณหภูมิแวดล้อมสูงสุด 40 °C
- 1.3 อุณหภูมิแวดล้อมเฉลี่ยตลอดปี 30 °C
- 1.4 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 79%
- 1.5 ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ยตลอดปี 94%

2. มาตรฐานอ้างอิง

หากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่นของข้อกำหนดนี้ วัสดุอุปกรณ์ที่เสนอนั้นต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง
ฉบับปรับปรุงครั้งล่าสุด ต่อไปนี้

- 2.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)
- 2.2 International Electrotechnical Commission (IEC)
- 2.3 Underwriters Laboratories (UL)
- 2.4 American National Standard Institute (ANSI)
- 2.5 The National Electric Code (NEC)
- 2.6 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)
- 2.7 British Standard Specification (BS)
- 2.8 American Society for Testing of Material (ASTM)
- 2.9 National Electrical Manufacturer's Association (NEMA)
- 2.10 Japanese Industrial Standard (JIS)
- 2.11 Conformite European Mark (CE Mark)

ในกรณีเกิดการขัดแย้งระหว่างมาตรฐานสากลกับมาตรฐานในประเทศให้ยึดถือมาตรฐานในประเทศ
เป็นหลัก

3. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV Module)

3.1 ขนาดพิกัดกำลังผลิตไฟฟ้าที่ติดตั้งสูงสุดรวมทั้งหมด ที่ติดตั้งอยู่บนหลังคาอาคารศูนย์ฝึกกีฬาเรือพายราชนาวิ
สมาคมกีฬาเรือพายแห่งประเทศไทย ต้องมีขนาดกำลังการผลิตติดตั้งรวมไม่น้อยกว่า 102.48 kWp เมื่อทดสอบ
ที่สภาวะ Standard Test Condition (STC) ที่ค่าความเข้มแสง 1,000 W/m² ณ อุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 25 °C,
Air Mass = 1.5

3.2 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกแผงจะต้องมีขนาดพิกัดกำลังผลิตไฟฟ้าสูงสุดเท่ากันแต่ต้องไม่น้อยกว่า 600 W เป็นเครื่องหมายการค้าและรุ่นเดียวกัน

3.3 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เสนอราคา เป็นชนิดผลึกซิลิคอนแบบ Half-Cell Mono Crystalline ที่ต้องได้รับการรับรองตามมาตรฐาน มอก. 61215 หรือ IEC 61215

3.4 คุณสมบัติทางไฟฟ้าเมื่อทดสอบที่สภาวะ STC และคุณสมบัติทางกล อย่างน้อย ดังนี้

- 1) Module efficiency ไม่น้อยกว่า 21.00 %
- 2) Output power tolerance 0 ~ +5 %
- 3) Temperature coefficient of power $-0.35 \text{ \%}/^{\circ}\text{C}$
- 4) Maximum system open circuit voltage ไม่มากกว่า 1,500 Vdc ที่อุณหภูมิโดยรอบ 25°C
- 5) Maximum over current protection rating ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของพิกัดกระแสลัดวงจร

3.5 ด้านหลังของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ติดตั้งกล่องต่อสายไฟฟ้า (Junction Box) หรือขั้วต่อสาย (Terminal Box) มีระดับการป้องกันไม่น้อยกว่า IP65 ที่มีการปิดผนึกหรือมีฝาที่ปิดล็อกได้อย่างมั่นคง สามารถทนต่อสภาพอากาศและสภาวะแวดล้อมได้ดี และต้องมีวัสดุป้องกันการซึมของน้ำ ภายในกล่องต่อสายไฟต้องมีขั้วต่อสายไฟที่มั่นคงแข็งแรง ทนทานต่อสภาวะการใช้งานภายนอกอาคารได้ และมีอายุการใช้งานเทียบเท่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และมี PV Connector Cable Type MC4 หรือดีกว่า

3.6 ต้องมี Bypass Diodes ต่อวงจรอยู่ในกล่องต่อสายไฟ (Junction box) หรือขั้วต่อสาย (Terminal box) หรือติดตั้งโดยปกปิดส่วนที่นำไฟฟ้าอย่างมิดชิด โดยระบุข้อมูลใน Catalogue หรือมีเอกสารรับรองจากผู้ผลิตอย่างชัดเจน

3.7 ภายในแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องมีการผนึกด้วยสารกันความชื้น Ethylene Vinyl Acetate (EVA) หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า ด้านหน้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ปิดทับด้วยกระจกใสชนิด Tempered Glass หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่าและทนต่อแสง UV

3.8 กรอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องทำจากวัสดุที่ทำจากโลหะปลอดสนิม มีความมั่นคงแข็งแรง เหมาะสำหรับการติดตั้งบนหลังคาอาคาร และขอบของกรอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะต้องไม่สูงเกินไป โดยเมื่อทดสอบหน้าที่แผงทำมุมเอียง เอียงเท่ากับมุมเอียงที่ออกแบบติดตั้งน้ำจะต้องไม่ซังที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ มิฉะนั้นจะไม่ได้มีการพิจารณา

3.9 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เสนอราคาจะต้องได้รับการรับรองคุณภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่น้อยกว่า 25 ปี และรับประกันกำลังการผลิตไฟฟ้าจะไม่น้อยกว่า 80% ภายใน 25 ปี จากเจ้าของผลิตภัณฑ์

4. ชุดโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์

4.1 วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งหมด รวมทั้งอุปกรณ์ประกอบทั้งหมด เช่น Fitting, Hardware, Mounting, Bolt และ Nut ทำจาก Aluminum หรือ Stainless Steel Grade 304 หรือวัสดุที่ไม่เป็นสนิมตามคำแนะนำของผู้ผลิต ซึ่งเป็นวัสดุอุปกรณ์ที่ออกแบบสำหรับใช้กับการติดตั้งชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยเฉพาะ และผลิตสำเร็จจากโรงงาน

4.2 ต้องมีขนาดที่เหมาะสม มีความมั่นคงแข็งแรง สามารถทนต่อแรงลมปะทะของบริเวณพื้นที่ที่ติดตั้งได้ และน้ำหนักของโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องไม่สร้างความเสียหายต่อความแข็งแรงของโครงสร้างของหลังคาและอาคารที่ติดตั้ง

4.3 สามารถถอดและประกอบได้อย่างสะดวก และวางทำมุมกับแนวระนาบเป็นมุมเอียง เมื่อติดตั้งชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์แล้วสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้สูงที่สุด หรือตามที่ MEAei กำหนด โดยให้แนบผลการคำนวณเปรียบเทียบระหว่างมุมที่ติดตั้งกับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ให้ MEAei พิจารณาก่อนดำเนินการติดตั้ง โดยเมื่อติดตั้งบนหลังคาแล้วเมื่อฝนตกจะต้องไม่มีน้ำซังบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์

4.4 การติดตั้งโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับโครงสร้างโลหะของอาคารและแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีความแตกต่างกัน ต้องมีการป้องกันการฟุ้งกร่อนทางไฟฟ้าเคมี โดยใช้วัสดุคั่น (Stand-off Material) เช่น แหวนรอง ไนลอน หรือฉนวนยาง เป็นต้น

4.5 โครงสร้างต้องสามารถติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้อย่างมั่นคง แข็งแรง รับน้ำหนักและสามารถต้านทานแรงลมปะทะไม่น้อยกว่าความเร็วสูงสุดของพายุโซนร้อน (Tropical Storm) ตามประกาศของกรมอุตุนิยมวิทยาได้อย่างปลอดภัย หรือสามารถต้านทานแรงลมปะทะตาม ข้อกำหนดของเทศบัญญัติหรือตามระเบียบที่เกี่ยวข้องของหน่วยงานในพื้นที่ (ถ้ามี) และคำนึงถึงความปลอดภัยในการรับน้ำหนักของเซลล์แสงอาทิตย์โดยให้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม โดยสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบได้ตามความเหมาะสมของพื้นที่ พร้อมแนบรายการคำนวณออกแบบตามหลักวิศวกรรม พร้อมวิศวกรโยธาลงนาม ระดับตามความสามารถในการรับรองนั้นๆ

5. อินเวอร์เตอร์ชนิดต่อร่วมกับระบบไฟฟ้า (Grid Connected Inverter) สำหรับระบบ Solar PV

5.1 เป็นอินเวอร์เตอร์ชนิด String Inverter แบบไร้หม้อแปลง (Transformerless) ใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส 4 สาย ขนาดแรงดัน 230/400 V, ความถี่ 50 Hz

5.2 ขนาดพิกัดอินเวอร์เตอร์แต่ละเครื่องสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าต่อเนื่อง และขนาดพิกัดกำลังการผลิตติดตั้งของอินเวอร์เตอร์ขนาดไม่น้อยกว่า 40 kW ต่อชุด และขนาดรวมไม่น้อยกว่า 100 kW

5.3 เป็นอินเวอร์เตอร์ที่ถูกออกแบบสำหรับเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้า (Grid Connected Inverter) ได้โดยตรง พร้อมอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายไฟไหลย้อนเข้าสู่ระบบโครงข่ายไฟฟ้า (Zero Export Controller) ที่สามารถควบคุมการจ่ายไฟไหลย้อนเข้าสู่ระบบโครงข่ายไฟฟ้า โดยอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายไฟไหลย้อนต้องได้รับการขึ้นทะเบียน และสามารถใช้ในโครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาในเขตพื้นที่ของการไฟฟ้าท้องถิ่นนั้นๆ ฉบับปรับปรุงครั้งล่าสุด (ในกรณีที่ต้องการจ่ายไฟไหลย้อนเข้าสู่ระบบโครงข่ายไฟฟ้า อุปกรณ์ Zero Export Controller ต้องสามารถยกเลิกการควบคุมการจ่ายไฟไหลย้อนเข้าสู่ระบบโครงข่ายไฟฟ้าได้)

5.4 ต้องได้รับรองตามมาตรฐาน IEC 62109-2

5.5 ประสิทธิภาพ Weighted Efficiency (European or CE) ไม่น้อยกว่า 98.0 %

5.6 มีระบบติดตามจุดที่ให้กำลังผลิตสูงสุด (Maximum Power Point Tracker) ไม่น้อยกว่า 4 MPPT แต่ละ MPPT รองรับได้ไม่น้อยกว่า 2 String

5.7 Maximum Operating Temperature ไม่น้อยกว่า 60 °C

5.8 Relative Humidity (Non Condensing) ไม่น้อยกว่า 95 %

5.9 Total Current Harmonic Distortion ไม่มากกว่า 3%

5.10 มีระบบป้องกันตัวอินเวอร์เตอร์อย่างน้อยดังนี้

1) Reverse Polarity

2) Over Current

3) Anti-Islanding ตามข้อกำหนดของการไฟฟ้านครหลวงหรือการไฟฟ้าภูมิภาค

5.11 มีระบบการป้องกันการป้อนกระแสไฟฟ้าผิดพ่วงไฟฟ้ากระแสตรงไหลไม่ให้อันไปยังระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

5.12 มีหลอดไฟหรือจอแสดงสถานะการทำงานของอินเวอร์เตอร์ ได้แก่ สถานะการทำงานปกติ, สถานะการทำงานที่ผิดปกติ, สถานะการเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าในช่วงที่ไม่มีแสงอาทิตย์, สถานะการรอการเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้า

5.13 สามารถวัดและส่งค่าต่าง ๆ ไปยังระบบแสดงผลข้อมูลการใช้พลังงานของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ได้อย่างน้อย ดังนี้

1) ค่าแรงดันและกระแสของไฟฟ้ากระแสตรงแบบ Real time

2) ค่าแรงดันและกระแสของไฟฟ้ากระแสสลับชั่วขณะแบบ Real time

- 3) ค่ากำลังไฟฟ้าขาออกแบบ Real time
- 4) ค่าพลังงานที่ผลิตได้ในแต่ละวัน (Daily kWh)
- 5) ค่าพลังงานรวมที่ผลิตได้ทั้งหมดตั้งแต่เริ่มต้นใช้งาน (Total kWh)

5.14 มีศูนย์บริการอย่างเป็นทางการอยู่ในประเทศไทย

6. สายไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC Cable)

6.1 สายไฟฟ้าตัวนำทองแดงชุบตีบุก ชนิดสายอ่อน (ตัวนำตีเกลียว) ตามมาตรฐาน BS EN 50618 หรือ IEC 62930 ฉบับล่าสุด ที่มีคุณสมบัติต้านเปลวเพลิง ไม่มีส่วนประกอบที่ทำให้เกิดสารฮาโลเจน และปล่อยควันน้อย

6.2 ติดตั้งได้ทั้งภายนอกและภายในอาคาร

6.3 ทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 90 °C

6.4 ทนต่อรังสีอัลตราไวโอเล็ต โอโซน

6.5 ต้องไม่ลามไฟ ตามมาตรฐาน IEC 60332-1-3

6.6 พิกัดแรงดันต้องไม่น้อยกว่า 1.06 เท่าของแรงดันเปิดวงจร (Voc) ของระบบ

6.7 ขนาดพื้นที่หน้าตัดของสายเคเบิลสำหรับเคเบิลของ PV String ต้องพิจารณาตามข้อกำหนดมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย: ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา พ.ศ. 2565 โดยมีเงื่อนไขที่ต้องพิจารณา ดังนี้

- 1) พิกัดป้องกันกระแสเกิน
- 2) ค่ากระแสทำงานปกติสูงสุด
- 3) แรงดันตก และกระแสผิดพลาด

โดยการพิจารณาต้องเลือกใช้ขนาดสายใหญ่ที่สุดที่คำนวณได้จากเงื่อนไขข้างต้น และต้องไม่น้อยกว่าขนาดสายที่ออกจาก Terminal Box ของ PV module

6.8 การพิจารณาผลกระทบด้านแรงดันตกเนื่องจากระยะความยาวของสายเคเบิล รวมถึงแพ็คเกจการปรับค่าวิธีการเดินสาย และอุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างกัน ทางด้านระบบไฟฟ้ากระแสตรง พิจารณาจาก PV Module ที่ใกล้สุดจนถึง Inverter ในสภาวะแรงดันต่ำภายใต้สภาวะที่โหลดสูงสุด แล้วต้องไม่เกิน 3.00%

7. อุปกรณ์ป้องกันและปลดวงจรด้านไฟฟ้ากระแสตรง (DC Circuit Breaker)

7.1 อุปกรณ์ป้องกันและปลดวงจรต้องพัฒนามาสำหรับไฟฟ้ากระแสตรงในระบบ Solar PV โดยเฉพาะ

7.2 สามารถปลดวงจรไฟฟ้าได้โดยไม่ต้องปลดโหลด

7.3 ต้องเป็นแบบกลับซ้ำได้

7.4 มีตัวแสดงสถานะบอกตำแหน่งหรือสภาวะการทำงาน

7.5 มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 60947-2 หรือเทียบเท่า

7.6 ขนาดพิกัดการป้องกันกระแสเกินให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา ปี พ.ศ. 2565 ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

8. อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินด้านไฟฟ้ากระแสตรง (DC Fuse)

8.1 ต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน (DC Fuse) ภายใน PV String ตามข้อกำหนดมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา ปี พ.ศ. 2565 ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ตามคุณสมบัติของอุปกรณ์และรูปแบบการติดตั้งที่เลือกใช้

8.2 ฟิวส์ (Fuse) ต้องเป็นไปตามข้อกำหนด ดังนี้

- 1) เป็นฟิวส์ใช้งานแบบกระแสตรง
- 2) มีฟิวส์แรงดันเท่ากับหรือมากกว่าแรงดันสูงสุดของ PV Array ตามข้อกำหนด
- 3) มีฟิวส์ตัดกระแสผิดพร่องจาก PV Array และแหล่งกำเนิดอื่น ๆ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือระบบไฟฟ้า (ถ้ามี)
- 4) เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60269-6

8.3 ขั้วรับฟิวส์ (Fuse Holders) ต้องเป็นไปตามข้อกำหนด ดังนี้

- 1) มีฟิวส์แรงดันเท่ากับหรือมากกว่าแรงดันสูงสุดของ PV Array ตามข้อกำหนด
- 2) มีฟิวส์กระแสเท่ากับหรือมากกว่าฟิวส์ที่ใช้งาน
- 3) มี IP ที่เหมาะสมกับสถานที่ และต้องไม่น้อยกว่า IP 2X ถึงแม้ว่าฟิวส์จะถูกนำออกไปแล้ว

9. อุปกรณ์ป้องกันเล็จรัดด้านระบบไฟฟ้ากระแสตรง Solar PV (PV Surge Protector)

9.1 ออกแบบสำหรับใช้กับไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับระบบ Solar PV โดยเฉพาะ

9.2 Class I หรือ Class II ให้พิจารณาจากตำแหน่งติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และระบบป้องกันฟ้าผ่าที่ต้องนำมาใช้งาน ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย: ระบบผลิตการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา พ.ศ. 2565 (กรณีที่มีอุปกรณ์ป้องกันฟ้าผ่าที่พิจารณาแล้วรวมอยู่ใน Grid Connected Inverter ไม่จำเป็นต้องติดตั้ง PV Surge Protector เพิ่มเติม)

9.3 สำหรับ Class I จะต้องมีฟิวส์ Maximum Discharge Current 10/350 μ s Withstand ไม่น้อยกว่า 12.5 kA (ต่อขั้ว) และ สำหรับ Class II จะต้องมีฟิวส์ Maximum Discharge Current 8/20 μ s Withstand ไม่น้อยกว่า 5 kA (ต่อขั้ว)

9.4 คุณสมบัติตามมาตรฐาน EN 50539-11 หรือเทียบเท่า

9.5 มีคุณสมบัติการป้องกัน (Mode of protection) : Common mode (+/PE or -/PE) และ Differential mode (+/-)

10. เครื่องตัดวงจรอาร์กฟอลท์กระแสตรง (DC Arc Fault Circuit Interrupter)

วงจร PV จะต้องติดตั้งเครื่องตัดวงจรอาร์กฟอลท์ (AFCI) เพื่อป้องกันการเกิดเพลิงไหม้เนื่องจากความผิดพลาดจากอาร์ค (Arc Fault) โดยอุปกรณ์ตัดวงจร PV ทางด้านกระแสตรงภายในเวลา 2.5 วินาที (ยกเว้น กรณีที่มีฟังก์ชันการตรวจจับและตัดวงจรรวมอยู่ใน Grid Connected Inverter ไม่ต้องติดตั้งเครื่องตัดวงจรอาร์กฟอลท์กระแสตรง)

11. อุปกรณ์ป้องกันและปลดวงจรด้านระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Circuit Breaker)

11.1 เป็นชนิด 3 poles, 3 Phase 230/400 V 50 Hz

11.2 มีฟิวส์กระแสลัดวงจร Icu ตามผลการคำนวณแต่ต้องไม่น้อยกว่า 10 kA และมีฟิวส์กระแส Ampere trip (AT) ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของฟิวส์กระแสจ่ายออกสูงสุดของอุปกรณ์

11.3 มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 60947

12. อุปกรณ์ป้องกันลัดวงจรด้านระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Surge Protector)

- 12.1 ใช้สำหรับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 3 Phase 230/400 V 50 Hz
- 12.2 Class I หรือ Class II หรือ Class I+II ขึ้นอยู่กับตำแหน่งและระบบป้องกันฟ้าผ่าที่นำมาใช้งาน
- 12.3 มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 61643-11 หรือเทียบเท่า
- 12.4 มีคุณสมบัติการป้องกัน (Mode of protection) : Common mode และ Differential mode

13. ตู้อุปกรณ์ไฟฟ้า (AC/DC Combiner Box)

สำหรับตู้อุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นตู้โลหะ (กันน้ำ) ความหนาเหล็กไม่น้อยกว่า 1.5 มม. มีระดับการป้องกันตามมาตรฐาน IEC ไม่ต่ำกว่า IP55

14. ท่อร้อยสายไฟฟ้า (Conduit)

- 14.1 ท่อเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้า ประเภทที่ 1 (EMT Conduit), ประเภทที่ 2 (IMC Conduit), และประเภทที่ 3 (RSC Conduit)
- 14.2 ต้องเป็นชนิดที่ 1 ผิวภายนอกเคลือบสังกะสีและผิวภายในเคลือบอีนาเมล หรือชนิดที่ 2 ผิวภายนอกและผิวภายในเคลือบสังกะสี
- 14.3 ต้องได้รับการรับรองตามมาตรฐาน มอก.770

15. สถานีวัดสภาพอากาศ (Weather Station)

- 15.1 สามารถวัดค่าอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และความเร็วลม สำหรับใช้กับระบบ Solar PV โดยใช้สายสัญญาณเส้นเดียวกัน เพื่อแสดงค่าในโปรแกรมแสดงผลข้อมูลปริมาณการผลิตไฟฟ้า
- 15.2 ติดตั้งชนิดภายนอกอาคาร 1 ชุด
- 15.3 ย่านการวัดค่าอุณหภูมิอากาศ : 0 to 60 °C , Accuracy : ± 0.5°C
- 15.4 ย่านการวัดอุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ : 0 to 80 °C , Accuracy : ± 0.5°C
- 15.5 ย่านการวัดความเร็วลม : 0 to 45 m/s, @ Temp range -40°C to 50°C

16. รางเดินสาย (Wireway)

- 16.1 ตัวรางเดินสาย ข้อต่อและฝาทำด้วยเหล็กกล้าคาร์บอนรีดเย็น สำหรับรางเดินสายที่มีความกว้างน้อยกว่า 200 มม. มีความหนาเหล็กไม่น้อยกว่า 1.2 มม.
- 16.2 ต้องเคลือบกันสนิม ชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot Dip Galvanized) (กรณีใช้ในสถานที่เปียกชื้นและภายนอกอาคาร) หรือ เคลือบพอดเฟตแล้วพ่นทับด้วยสีฝุ่น Epoxy Powder (กรณีใช้งานทั่วไป) โดยมีความหนาของการเคลือบไม่น้อยกว่า 60 ไมครอน
- 16.3 รางเดินสายทุกชนิดที่จัดหาให้ ทำจากโลหะพ่นมีลักษณะเป็นช่องสี่เหลี่ยมมีฝาปิดชนิดถอดออกได้
- 16.4 รางเดินสายจะต้องสามารถเข้ากับข้อต่อรางแบบสวมเข้าและมีสลักเกลียวหรือน็อตติดอยู่กับข้อต่อ เพื่อยึดข้อต่อเข้ากับรางเดินสายไฟ
- 16.5 สลักเกลียว น็อต หรือแหวนที่ใช้ประกอบต้องออกแบบให้เข้ากันตัวรางได้กับตัวราง โดยประกอบไปด้วย สลักเกลียวหัวกลม หัวน็อต แหวนรอง และแหวนสปริง ที่ทำมาจากสแตนเลสหรืออลูมิเนียม ไม่มีวัสดุส่วนใดที่มีความคมที่จะเป็นอันตรายต่อสายไฟฟ้า ทั้งในระหว่างการติดตั้งและหลังการติดตั้ง

16.6 ฝาปิดรางเดินสาย ต้องมีความแข็งแรงไม่มีการโค้งงอ

17. สายไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Cable)

- 17.1 สายไฟทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี ต้องผลิตตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ มอก. 11
- 17.2 สายไฟทองแดงหุ้มฉนวนครอสลิงก์พอลิเอทิลีน ระบบแรงดัน 0.6/1 kV ต้องผลิตตามมาตรฐาน IEC 60502-1
- 17.3 สายไฟฟ้าแรงต่ำต้องเป็นไปตาม มาตรฐานสายไฟฟ้า มอก. 11 - 2553 การกำหนดรหัสสีของสายไฟฟ้า
- เฟส A ใช้ตัวอักษร L1 หรือเป็นสีน้ำตาล
 - เฟส B ใช้ตัวอักษร L2 หรือเป็นสีดำ
 - เฟส C ใช้ตัวอักษร L3 หรือเป็นสีเทา
 - นิวทรัล ใช้ตัวอักษร N หรือเป็นสีฟ้า
 - ดิน ใช้ตัวอักษร G หรือเป็นสีเขียวแถบเหลือง

18. ตัวเชื่อมต่อ (PV Connector)

- 18.1 ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 62852
- 18.2 ต้องป้องกันการสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้า ไม่ว่าจะอยู่ในสถานะต่อไฟ หรือไม่ต่อไฟ
- 18.3 มีพิกัดกระแสเท่ากับหรือมากกว่าความสามารถในการนำกระแสสำหรับวงจรที่อุปกรณ์เหล่านี้ติดตั้งอยู่ (อ้างอิงตามตารางที่ 4.2, มาตรฐาน วสท. 022013-22)
- 18.4 ต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับขนาดเคเบิลที่ใช้ในวงจร
- 18.5 มีพิกัดอุณหภูมิที่เหมาะสมกับสถานที่ที่ทำการติดตั้ง
- 18.6 ถ้าเป็นแบบหลายขั้วต้องมีการระบุขั้ว
- 18.7 ต้องเป็นฉนวนสองชั้น (Class II) สำหรับระบบที่ทำงานภายใต้แรงกดดันสูงกว่าแรงดันต่ำพิเศษ
- 18.8 ถ้าต้องสัมผัสสภาพแวดล้อมภายนอก ต้องเป็นแบบใช้งานภายนอกอาคารที่ทนต่อรังสีอัลตราไวโอเล็ตและต้องมีพิกัด IP ที่เหมาะสมกับสถานที่ใช้งาน
- 18.9 ต้องติดตั้งเพื่อลดความเครียดทางกลที่ตัวเชื่อมต่อ เช่น การรองรับเคเบิลทั้งสองด้านของตัวเชื่อมต่อ ควรใช้อุปกรณ์ที่มีลักษณะเดียวกัน หรือรุ่นเดียวกัน

19. ระบบการต่อลงดิน (Grounding Systems)

19.1 ระบบสายดินและการต่อลงดิน ให้คำนวณออกแบบ ติดตั้ง โดยคำนึงถึงความปลอดภัยและความถูกต้องตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา พ.ศ. 2565 และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2564

19.2 การติดตั้งระบบสายดิน จุดต่อสายต้องใช้วิธีการเชื่อมต่อดด้วยความร้อน (Exothermic Welding) ติดตั้งภายในบ่อพักกราวด์สำเร็จรูป (Ground Pit) หรือตามมาตรฐานการติดตั้งสายดินของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2564

20. รูปแบบการสื่อสารข้อมูล (Data Communication)

ระบบการสื่อสารระหว่างเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าในการสื่อสารข้อมูลด้วยการเชื่อมต่อผ่าน Port มาตรฐานเป็น RS485 หรือ Ethernet (LAN) หรือ Fiber Optic ตามรูปแบบรูปแบบการเชื่อมต่อการสื่อสารมาตรฐานของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าในแต่ละผลิตภัณฑ์ และการติดตั้งให้เป็นไปตามหลักมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

21. เครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบดิจิทัล (Digital Power Meter)

เครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบดิจิทัล (Digital Power Meter) โดยติดตั้งวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารและค่าของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ผลิตได้ โดยสามารถอ่านข้อมูลที่วัดได้ทั้งหน้าจอแสดงผลและสามารถส่งข้อมูลที่วัดค่าได้ไปยังระบบประมวลผล มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

1	Measurement	
	- Voltage	Line to Neutral per Phase, 3-Phase Line to Line
	- Current	Per Phase
	- Power (kVA, kW, kVAR)	Per Phase and Total
	- Power Factor	Per Phase
	- Energy (kWh, kVAh, kVARh)	Total
	- Harmonics	Up to order 31 th
	- Harmonics Distortion	%THD of Voltage and Current
2	Accuracy	
	- Voltage	±0.5%
	- Current	±0.5%
3	Input Range	
	- Voltage	Direct up to 480 V Line to Line nominal
	- Current	suitable for 5 A.
	- Frequency	45-65 Hz
4	Sampling rate	Not more than 64 samples/cycle
5	Display	LCD or LED Display
6	Communication	
	- Port	RS485 or Ethernet Port
	- Protocol	Modbus RTU
7	Standards Compliance	Electromagnetic IEC 61000-4 or equivalent
8	Safety	Measurement Category III , Pollution Degree 2

22. รายละเอียดกำลังผลิตติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

ผู้ขายจะต้องออกแบบ คำนวณรูปแบบการติดตั้งเพื่อให้ได้ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้สูงสุด พร้อมแบบจำลองที่ได้จากโปรแกรมจำลอง (Simulation) ที่เป็นที่ยอมรับทั่วไป เช่น PVsyst, HelioScope, PV*SOL Expert เป็นต้น โดยจัดทำรายละเอียดการติดตั้งพร้อมรายการคำนวณตามรายละเอียดที่กำหนดและมีวิศวกรที่ได้รับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม ระดับวิศวกรตามความสามารถในการรับรองนั้นๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งด้านไฟฟ้าและโยธา ลงนามรับรอง ในแบบขนาดกระดาษ A3 ทุกแผ่น เสนอให้ MEAei เห็นชอบก่อนดำเนินการติดตั้ง

23. รายละเอียดงานติดตั้งอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

23.1 กรณีที่ตู้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าและอินเวอร์เตอร์ ที่ต้องติดตั้งอยู่นอกอาคาร จะต้องทำหลังคา กันสาด ที่มั่นคงแข็งแรง เพื่อป้องกันการถูกแสงแดดและฝนโดยตรง

23.2 สายไฟฟ้าและสายสัญญาณทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้าน ต้องมีหมายเลขและ/หรือตัวอักษรกำกับ (Wire mark) เป็นแบบปลอกสวม ยากแก่การหลุดหาย เช่น Hot printing เป็นต้น

23.3 ในกรณีที่ต้องเดินท่อทะลุผ่านผนัง ฉากกั้น พื้น เพดาน หรือช่องท่อไฟฟ้าภายในอาคารจะต้องมีการป้องกันไฟลุกลามผ่านช่องเปิดสำหรับเดินท่อ โดยช่องเปิดที่เจาะต่าง ๆ จะต้องใส่ Sleeve แล้วอุดช่องว่างท่อด้วยวัสดุ Intumescent, Endothermic หรือเทียบเท่า ที่มีอัตราการทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง เมื่อทดสอบตามมาตรฐาน UL 1479 หรือเทียบเท่า พร้อมดำเนินการแก้ไขช่องเปิดนั้นให้มีสภาพเรียบร้อย สวยงาม และใช้งานได้ดีดังเดิม

23.4 ต้องออกแบบและติดตั้งระบบอุปกรณ์สายช่วยชีวิต (Lifeline System) สำหรับผู้ปฏิบัติงานให้สามารถเข้าถึงเพื่อดำเนินการซ่อมแซมและบำรุงรักษาชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาได้อย่างปลอดภัย

23.5 ต้องออกแบบและติดตั้งชุดบันไดขึ้น-ลงหลังคา และอุปกรณ์กันตก โดยวัสดุทำจากเหล็กชุบกัลวาไนท์หรือดีกว่า สำหรับผู้ปฏิบัติงานให้สามารถเข้าถึงเพื่อดำเนินการซ่อมแซมและบำรุงรักษาชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาได้อย่างปลอดภัย พร้อมรายการคำนวณ ส่งให้ MEAei พิจารณานุมัติก่อนจึงทำการติดตั้ง

23.6 ต้องออกแบบและติดตั้งปั้มน้ำและถังเก็บน้ำประปาเพื่อใช้กับหลังคาของอาคารที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อความสะดวกในการบำรุงรักษา

23.7 ชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องมีการประสานและการต่อลงดิน ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ฉบับล่าสุด หรือตามคำแนะนำของผู้ผลิต รวมถึงพิจารณาการเชื่อมต่อกับระบบป้องกันฟ้าผ่า (ถ้ามี)

23.8 การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับหลังคา จะต้องมียาระยะห่างเพียงพอให้เกิดการไหลเวียนของอากาศเพื่อช่วยการระบายความร้อนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และป้องกันไม่ให้อากาศเกิดการกลั่นตัวหรือเกิดความชื้นด้านหลังแผงเซลล์แสงอาทิตย์

23.9 ผู้ขายจะต้องทำการตรวจสอบและติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า ให้เป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา ปี พ.ศ. 2565 ของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ การป้องกันผลกระทบของฟ้าผ่าและแรงดันเกิน

23.10 บริษัทไฟฟ้าทั้งหมดจะต้องมีการทำป้ายสัญลักษณ์ ป้ายข้อความ ตามบทที่ 6 ของมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย : ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ พร้อมทั้งป้ายบอกรายละเอียดของโครงการเพิ่มเติม ดังนี้

**“สมาคมกีฬาเรือพายแห่งประเทศไทย
เลขที่สัญญา.... ชื่อคู่สัญญา...ปีที่ติดตั้ง พ.ศ..... หมายเลขโทรศัพท์....”**

ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อความภายหลังตามที่ MEAei เห็นสมควร

23.11 ที่สวิตช์ตัดตอน หรือ ตู้อุปกรณ์ป้องกันและปลดวงจรทั้งฝั่งไฟฟ้ากระแสดตรงและไฟฟ้ากระแสสลับ ต้องมีป้ายเตือนข้อความ ดังนี้

“อันตราย ! - ระวังขั้วสายอาจมีไฟฟ้า แม้ว่าจะปลดสวิตช์แล้ว”

23.12 ที่ระบบการเดินสาย (Wiring System) เช่น ท่อร้อยสาย กล่องต่อสาย แผงสวิตช์ เป็นต้น จะต้องมีย้ายข้อความ ดังนี้ (แล้วแต่กรณีที่เกิดขึ้น)

“SOLAR SYSTEM D.C.” หรือ “SOLAR SYSTEM A.C.”

23.13 ที่ตู้เมนจ่ายไฟฟ้า (MDB) หรือตู้โหลดไฟฟ้า (PB) ที่มีไฟฟ้าจาก Solar PV เชื่อมต่อจะต้องมีป้ายเตือน ดังนี้

“คำเตือน ! มีไฟฟ้า 2 ทาง ตัดวงจรจ่ายไฟปกติ และวงจร SOLAR ก่อนทำงานที่แผงจ่ายไฟ”

ภาคผนวก ก.

ภาคผนวก ก. ตารางแสดงรายการวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องเสนอเพื่อพิจารณาตามข้อกำหนดขอบเขตงาน

ลำดับ	หัวข้อตาม TOR	รายการ			
			ยี่ห้อ	รุ่น	อ้างอิง
1	ข้อ 3	แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV Module)			
2	ข้อ 4	ชุดโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์			
3	ข้อ 5	อินเวอร์เตอร์ชนิดต่อร่วมกับระบบไฟฟ้า (Grid Connected Inverter)			
4	ข้อ 6	สายไฟกระแสตรง (DC Cable)			
5	ข้อ 7	อุปกรณ์ป้องกันและปลดวงจรด้านไฟฟ้ากระแสตรง (DC Circuit Breaker)			
6	ข้อ 8	อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินด้านไฟฟ้ากระแสตรง (DC Fuse)			
7	ข้อ 11	อุปกรณ์ป้องกันและปลดวงจรด้านไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Circuit Breaker)			
8	ข้อ 15	สถานีวัดสภาพอากาศ (Weather Station)			
9	ข้อ 17	สายไฟกระแสสลับ (AC Cable)			
10	ข้อ 21	เครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบดิจิทัล (Digital Power Meter)			
11		อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าไหลย้อน (Zero Export Controller)			

หมายเหตุ

- สำหรับอุปกรณ์รายการอื่นๆ ให้ผู้เสนอราคามีหนังสือยืนยันว่าสามารถทำได้ตามข้อกำหนดของ MEAei. ทุกประการ
- รายการตาม หมายเหตุ ข้อ 1. และอุปกรณ์ประกอบการติดตั้ง MEAei. ขอสงวนสิทธิ์อนุมัติวัสดุอุปกรณ์ก่อนดำเนินการติดตั้ง หลังจากทำสัญญาแล้ว