

## ขอบเขตของงาน(Terms of Reference : TOR) ประกวดราคา ซื้อครุภัณฑ์ชุดระบบพลังงานทดแทน

### 1. ความเป็นมา

ในปี พ.ศ. 2554 ในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ฯ จะได้มีการจัดประชุมวิชาการและนิทรรศการ ทรรศการไทย : ก้าวสู่โลกกว้างอย่างมั่นใจ ขึ้นโดยที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับพิจารณาให้เป็นหน่วยงานรับเป็นเจ้าภาพจัดงานในครั้งนี้ เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมในการดำเนินงานของการเป็นเจ้าภาพการจัดงาน ที่จะมีหน่วยงานที่สนองพระราชดำริ ไม่น้อยกว่า 81 หน่วยงาน ในกระทรวงต่างๆ สถาบันการศึกษา โรงเรียนในโครงการสวนพฤกษศาสตร์ โรงเรียนไม่น้อยกว่า 1,170 แห่ง หน่วยงานภาคเอกชนต่างๆ รวมทั้งมีประชาชน นักเรียน นักศึกษา เจ้าหน้าที่เข้าร่วมดำเนินงานเป็นจำนวนประมาณ 200,000 คน ซึ่งมีสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ เช่น อาคารรับรอง อาคารประชุมวิชาการ อาคารพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา อาคาร 18 หน่วยงาน อาคารประปาบาดาล และอาคารหอสูง เป็นต้น ซึ่งจะทำให้การบริการผู้เข้าเยี่ยมชมในระหว่างการจัดงาน และหลังการจัดงานต่อไป อาคารต่างๆ เหล่านี้จำเป็นต้องใช้พลังงานไฟฟ้า จำนวนมาก หากมีระบบไฟฟ้าจากพลังงานธรรมชาติ มาทดแทนได้บางส่วนจะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้จำนวนมาก ดังนั้นจึงควรมีครุภัณฑ์ชุดพลังงานทดแทนเท่าที่จำเป็นสำหรับใช้งานทดแทนพลังงานไฟฟ้าดังกล่าว และยังสามารถใช้เป็นแหล่งศึกษาตัวอย่างให้กับองค์กรต่างๆ แหล่งการเรียนรู้การสอนให้กับนักศึกษาในมหาวิทยาลัยได้เรียนรู้ได้สืบต่อไป

ทั้งนี้เนื่องจากเป็นโครงการพระราชดำริฯ จึงจำเป็นต้องทูลเกล้าถวายการดำเนินงานเพื่อสมพระเกียรติต่อไป

### 2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อใช้เป็นแหล่งเรียนรู้เรื่องพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมสำหรับนักศึกษาในมหาวิทยาลัย
- 2.2 เพื่อใช้สำหรับศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพลังงานทดแทน ในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชหนองระเวียง
- 2.3 เพื่อใช้ผลิตไฟฟ้าพลังงานทดแทนสำหรับอาคารรับรอง อาคารพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา โดยมีขนาดกำลังสูงสุด 8,500 วัตต์
- 2.4 เพื่อใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบประปาบาดาล ในเวลากลางวัน และระบบแสงสว่างในเวลากลางคืนมีกำลังผลิตสูงสุดรวมไม่น้อยกว่า 3,000 วัตต์

### 3. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

- 3.1 ผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาซื้อโดยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์
- 3.2 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ที่ถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานของทางราชการ และได้แจ้งเวียนชื่อแล้ว หรือไม่เป็นผู้ที่ได้รับผลของการสั่งให้นิติบุคคลหรือบุคคลเป็นผู้ทำงานตามระเบียบของทางราชการ
- 3.3 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้เสนอราคารายอื่น และ/หรือต้องไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันระหว่างผู้เสนอราคากับผู้ให้บริการตลาดกลางอิเล็กทรอนิกส์ ณ วันประกาศประกวดราคาซื้อโดยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรม

- 3.4 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกันซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้เสนอราคาได้มีคำสั่งให้สละสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นที่ว่านั้น
- 3.5 ผู้เสนอราคาต้องมีรายชื่อในบัญชีผู้รับเอกสารประกวดราคาซื้อด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์กับทางมหาวิทยาลัยฯ
- 3.6 ผู้เสนอราคาต้องผ่านการคัดเลือกผู้มีคุณสมบัติเบื้องต้นในการซื้อของมหาวิทยาลัยฯ
- 3.7 ผู้เสนอราคาจะต้องเป็นผู้มีผลงาน และแนบหนังสือรับรองผลงานด้านติดตั้งระบบพลังงานทดแทนแบบเซลล์แสงอาทิตย์และแบบพลังงานลม ในสัญญาหนึ่งไม่น้อยกว่า 1.5 ล้านบาท และจะต้องเป็นผลงานที่ได้ดำเนินการแล้วเสร็จครบถ้วนตามสัญญาและได้รับมอบงานแล้ว

#### 4. รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

เป็นไปตามรายละเอียดที่มหาวิทยาลัยฯ ได้ดำเนินการกำหนดไว้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ตามเอกสารแนบ โดยขอรับรายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์ได้ที่ ฝ่ายพัสดุ กองกลาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน 744 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 หรือสอบถามได้ทางหมายเลขโทรศัพท์ 044-242-978-9 ต่อ 2280 ในวันและเวลาราชการ เป็นไปตาม

#### 5. ระยะเวลาดำเนินการประกวดราคา

ระหว่างเดือนมีนาคม ถึง พฤษภาคม 2554

#### 6. ระยะเวลาส่งมอบครุภัณฑ์

กำหนดระยะเวลาดำเนินงานทั้งหมดแล้วเสร็จเรียบร้อยแล้ว ภายใน 60 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

#### 7. วงเงินในการจัดหา

ครุภัณฑ์ชุดระบบพลังงานทดแทน วงเงินงบประมาณสูงสุด 3,000,000 บาท (สามล้านบาทถ้วน)

#### 8. แบบรูปรายการและคุณลักษณะเฉพาะ

##### คุณลักษณะเฉพาะ(ตามเอกสารแนบ1) สรุปจำนวน

ครุภัณฑ์พร้อมติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อใช้สำหรับช่วยผลิตไฟฟ้าเชื่อมต่อบริเวณเข้ากับระบบจำหน่าย โดยมีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าของระบบพลังงานแสงอาทิตย์สูงสุดไม่น้อยกว่า 8,500 วัตต์ และระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ผสมกับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานลมเป็นแบบไม่เชื่อมต่อสายส่ง (Stand alone power system) มีกำลังผลิตสูงสุดรวมไม่น้อยกว่า 3,000 วัตต์

##### เงื่อนไข

ผู้ผ่านการพิจารณาต้องทำการติดตั้งตามที่กำหนดดังนี้

1. กำหนดระยะเวลาดำเนินงานทั้งหมดแล้วเสร็จเรียบร้อยแล้ว ภายใน 60 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา
2. ติดตั้งบริเวณส่วนหน้าพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืช สถานที่จัดงานทรัพยากรไทย: ก้าวสู่โลกกว้างอย่างมั่นใจ ในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) ต.หนองระเวียง อ.เมือง จ.นครราชสีมา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา

## คุณลักษณะเฉพาะ (Specification)

ครุภัณฑ์ชุดระบบพลังงานทดแทน มีรายละเอียดดังนี้

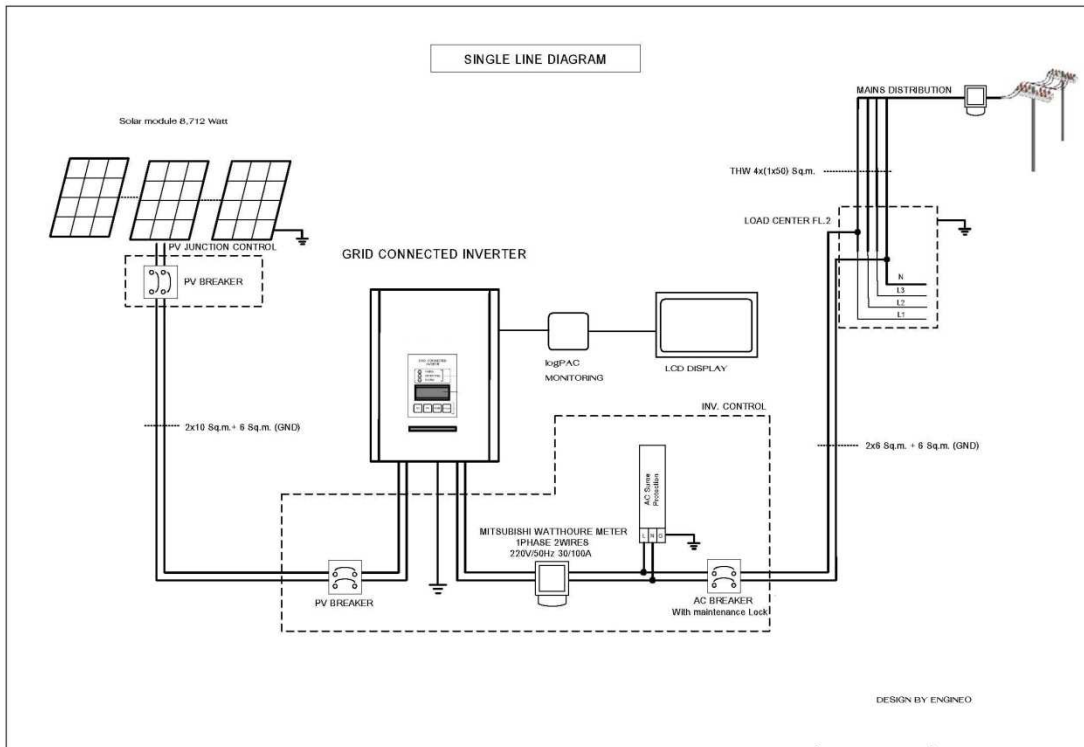
### 1 หลักและวิธีการ

ชุดพลังงานทดแทนจากแสงอาทิตย์และลมขนาด 11,500 วัตต์ มีส่วนประกอบคือ มีชุดระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดเชื่อมต่อสายส่ง พร้อมติดตั้งสมบูร์น ขนาดกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 8,500 วัตต์ และมีชุดระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ผสมกับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานลมเป็นแบบไม่เชื่อมต่อสายส่ง พร้อมติดตั้งสมบูร์น มีกำลังผลิตสูงสุดรวมไม่น้อยกว่า 3,000 วัตต์ มีคู่มือการใช้และบำรุงรักษา 1 ชุด มีเครื่องมือสำหรับซ่อมบำรุงรักษา 1 ชุด รับประกันผลิตภัณฑ์ไม่ต่ำกว่า 1 ปี ให้จัดอบรมสาธิตและศึกษาดูงานยังสถานที่จริงที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและที่มีการติดตั้งแล้วของระบบผลิตภัณฑ์ให้ผู้ควบคุมใช้งานไม่ต่ำกว่า 1 ครั้งอยู่ในระหว่างสัญญา สถานที่ติดตั้งชุดพลังงานทดแทนทั้งหมด บริเวณ ขอบบ่อเศรษฐกิจพอเพียง ในงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ พื้นที่ปกป้องพันธุกรรมพืช (อพ.สธ.) บ้านมาบะค่า ต.หนองระเวียง อ.เมือง จ.นครราชสีมา โดยมีรายละเอียดประกอบดังนี้

2.1 มีชุดระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดเชื่อมต่อสายส่ง พร้อมติดตั้งสมบูร์น ขนาดกำลังไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 8,500 วัตต์ ซึ่งมีไดอะแกรมลักษณะระบบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่เชื่อมต่อกับระบบสายส่ง มีลักษณะการทำงานคือประกอบด้วยแผงโซล่าเซลล์ทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้ากระแสตรงเมื่อได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ และจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่เครื่องแปลงไฟฟ้าชนิดเชื่อมต่อสายส่งโดยเฉพาะมีขนาด 1 Phase 230V, 60/50 Hz. เพื่อนำไฟฟ้าที่ผลิตได้ไปใช้สำหรับช่วยลดค่าไฟฟ้าให้กับหน่วยงาน ดังไดอะแกรมแสดงลักษณะเบื้องต้นของระบบดังแสดงในรูปที่ 1

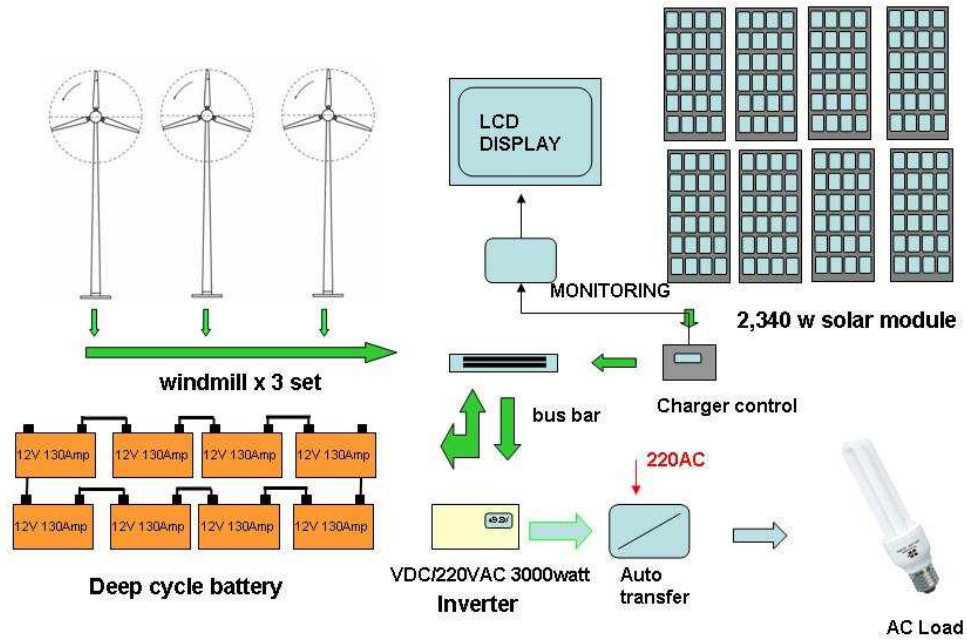
2.2 มีชุดระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ผสมกับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานลมเป็นแบบไม่เชื่อมต่อสายส่ง (Stand alone power system) พร้อมติดตั้งสมบูร์น มีกำลังผลิตสูงสุดรวมไม่น้อยกว่า 3,000 วัตต์ ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตร่วมกับพลังงานลม โดยไม่เชื่อมต่อกับสายส่งมีลักษณะการทำงานคือ ประกอบด้วยแผงโซล่าเซลล์ทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้ากระแสตรงเมื่อได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ และไฟฟ้าที่ได้ผ่านอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่เพื่อประจุกระแสไฟฟ้าเก็บไว้ในชุดแบตเตอรี่ ในขณะที่เดียวกันไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานลมจะถูกชาร์จเข้าสู่แบตเตอรี่ชุดเดียวกัน และจากแบตเตอรี่ไฟฟ้ากระแสตรงจะถูกต่อผ่านอุปกรณ์แปลงระบบไฟฟ้าหรืออินเวอร์เตอร์ ชนิด Stand alone inverter เปลี่ยนเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ชนิด 1 Phase 220V 50Hz เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับภาระไฟฟ้าต่อไป ดังไดอะแกรมแสดงลักษณะเบื้องต้นของระบบในรูปที่ 2

2.3 รายการวัสดุอุปกรณ์และระบบการติดตั้งมีรายละเอียดประกอบ ดัง หมวด ข้อ ก ข ค ง จ ฉ และ ช ดังต่อไปนี้



รูปที่ 1 ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เชื่อมต่อกับระบบผลิตไฟฟ้าสายส่ง

windmill & Solar hybrid system



รูปที่ 2 ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานร่วมระหว่างพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมไม่เชื่อมต่อกับสายส่ง

## ก. รายละเอียดเฉพาะของอุปกรณ์ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ชุดผลิตเพื่อเชื่อมต่อสายส่งกำลังผลิตไม่น้อยกว่า 8,500 วัตต์ มีดังนี้

### ก.1 มีแผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีรายละเอียด ดังนี้

ก.1.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกแผงต้องระบุเครื่องหมายการค้า รุ่น และค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด มีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าสูงสุดไม่ต่ำกว่า 120 W<sub>p</sub> ต่อแผง ที่ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ 1,000 W/m<sup>2</sup> อุณหภูมิแผงเซลล์ฯ 25 °C, Air mass 1.5 มีค่า Maximum system voltage ไม่น้อยกว่า 600 V<sub>dc</sub> เป็นแผงเซลล์ฯ ที่มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61215 หรือ IEC 61646 โดยระบุใน Catalogue หรือมีเอกสารรับรองจากผู้ผลิตแสดงอย่างชัดเจน แผ่นเซลล์ฯ ทุกแผ่นที่นำมาประกอบภายในแผงเซลล์ฯ จะต้องไม่มีรอยตำหนิอันเนื่องมาจากความบกพร่องในการผลิต มีค่า Temperature coefficient of power ไม่เกิน -0.5%/°C หรือมีค่า Temperature coefficient of Voc ไม่เกิน -0.15 V/°C

ก.1.2 มีกรอบแผงเซลล์ฯ (Frame) ที่แข็งแรงไม่เป็นสนิมและทนทานต่อสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศได้ดี ด้านหลังของแผงเซลล์ฯ ต้องติดตั้งขั้วต่อสาย (Terminal box) ที่มีการปิดผนึกหรือกล่องต่อสายไฟฟ้า (Junction box) หรือมีฝาที่ปิดล็อกได้อย่างมั่นคง สามารถทนต่อสภาพอากาศและสภาวะแวดล้อมได้ดีและต้องมีวัสดุป้องกันน้ำซึมเข้า ภายในกล่องต่อสายไฟต้องมีขั้วต่อสายไฟที่มั่นคงแข็งแรง ทนทานต่อสภาวะการใช้งานภายนอกอาคารได้และมีอายุการใช้งานเทียบเท่าแผงเซลล์ฯ

ก.1.3 ต้องมี Integrated bypass diode ต่ออยู่ในกล่องต่อสายไฟ (Junction box) หรือขั้วต่อสาย (Terminal box) หรือติดตั้งอยู่ในแผงเซลล์ฯ โดยระบุข้อมูลใน Catalogue หรือมีเอกสารรับรองจากผู้ผลิตอย่างชัดเจน วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ยึดชุดแผงเซลล์ฯ ต้องเป็นวัสดุที่ทำจากสแตนเลส

ก.1.4 โรงงานผู้ผลิตแผงโซลาร์เซลล์ต้องได้รับรองมาตรฐานอุตสาหกรรม ISO 9001 และ ISO 14001

### ก.2 มีโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 1 ชุด ต่อระบบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ก.2.1 มีเสาของชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ฯ เป็นเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว หรือวัสดุอื่นที่มีความแข็งแรงที่เทียบเท่าหรือดีกว่า มีวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ฯ ต้องเป็นเหล็ก หรือเป็นวัสดุอื่นที่มีความมั่นคง แข็งแรงเทียบเท่าหรือดีกว่า มีชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ฯ วางท่ามุมกับแนวระนาบเป็นมุมเอียงประมาณ 20 องศา

ก.2.2 มีวัสดุอุปกรณ์ ที่ใช้ยึดแผงเซลล์ฯ และใช้ยึดชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ฯ จะต้องมีขนาดที่เหมาะสมและเป็นวัสดุที่ทำจากสแตนเลส

### ก.3 มีอินเวอร์เตอร์ จำนวน 3 เครื่อง ซึ่งแต่ละเครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

ก.3.1 เป็นชนิดเชื่อมต่อสายส่ง Grid Connected Inverter, 1 Phase 2 wires ขนาดกำลังแต่ละเครื่องไม่น้อยกว่า 5,500 วัตต์ สามารถรับแรงดันสูงสุดของกำลังผลิตแผงโซลาร์เซลล์ ไม่น้อยกว่า 6,000 วัตต์ มีแรงดันไฟฟ้าขาเข้า Nominal input voltage เป็นชนิด 350 V มีระบบควบคุมการชาร์จเป็นแบบ MPPT มีแรงดันไฟฟ้าขาออก Nominal output voltage เป็นชนิด 184-264 V<sub>a</sub> ความถี่ของระบบอยู่ในช่วง 47-50 Hz,

ก.3.2 เป็นอินเวอร์เตอร์ชนิดไม่มีหม้อแปลง (Transformer) ภายใน มีประสิทธิภาพ ไม่น้อยกว่า 95 % มีระบบป้องกัน Over load, Short circuit, Over input voltage และ มีระบบตัดไฟเมื่อไฟฟ้าดับ ตัวเครื่องมีระบบแสดงผลกำลังผลิตไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์เป็นแบบ Digital ชนิด Real time

**ก.4 มีอุปกรณ์ป้องกันคลื่นไฟฟ้ากระชอก (Surge protector) จำนวน 1 เครื่อง ต่อระบบ**  
มีรายละเอียดดังนี้

ก.4.1 เป็นชนิดที่ใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 1 phase 220 V, 50 Hz. มีพิกัดแรงดันไฟฟ้าใช้งานระหว่าง 190-260 V หรือดีกว่า สามารถป้องกันคลื่นไฟฟ้ากระชอกแบบ Transient และแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำในสายตัวนำเนื่องจากฟ้าผ่า ที่กระแสไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 15 kA ที่รูปคลื่นมาตรฐาน 8/20  $\mu$ Sec

ก.4.2 มีคุณสมบัติการป้องกันหรือระบุ Mode of protection ต้องสามารถป้องกัน Phase กับ Ground (L-G), Neutral กับ Ground(N-G). Phase กับ Neutral(L-N) มีหลอดไฟสัญญาณ LED หรือจอ LCD แสดงสถานภาพการทำงานในสภาวะปกติและสภาวะผิดปกติ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติ หรือผลิตตามมาตรฐาน ANSI/IEEE หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

**ก.5 มีระบบติดตามผล (Monitoring system) จำนวน 1 ชุด ต่อระบบ** มีรายละเอียดดังนี้

ก.5.1 เป็นอุปกรณ์ที่มีการใช้งานสอดคล้องกับอินเวอร์เตอร์เชื่อมต่อสายส่ง ทั้งแรงดันและขนาดกำลังผลิตของอินเวอร์เตอร์ มีช่องสามารถเชื่อมต่อระบบเข้ากับคอมพิวเตอร์ มีหน่วยความจำภายในไม่น้อยกว่า 1.5 Gbyte มีระบบแสดงผลแสดงค่าทางไฟฟ้าแบบ Digital

ก.5.2 มีระบบเตือนเมื่ออินเวอร์เตอร์ทำงานผิดปกติ มีโปรแกรมแสดงผล สามารถเชื่อมต่อเพื่อแสดงผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ มีฟังก์ชันสามารถเชื่อมต่อกับระบบเน็ตเวิร์คได้ และมีระดับป้องกันอุปกรณ์ IP 20

**ก.6 อุปกรณ์ควบคุมการตัด-ต่อวงจรไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด ต่อระบบ** ประกอบด้วย

**ก.6.1 Safety Switch** จำนวน 1 หน่วย มีรายละเอียดคือ มีคุณสมบัติตาม NEMA Type 1 หรือดีกว่า โครงสร้างห่อหุ้มเป็นกล่องโลหะ มีฝาปิดด้านหน้าที่สามารถป้องกันการเปิดฝา เมื่อคันโยกสวิตช์อยู่ตำแหน่ง ON เป็นชนิด 1 Phase 2 Fusible type และติดตั้งฟิวส์ขนาดพิกัดกระแสไฟฟ้าต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของพิกัดกระแสสูงสุด (Imp) ของชุดแผงเซลล์ฯ ใช้ติดตั้งสำหรับการตัด-ต่อวงจรไฟฟ้าระหว่างชุดแผงเซลล์ฯ กับอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ โดยติดตั้งภายในโรงคลุมอุปกรณ์

**ก.6.2 Main Circuit Breaker** จำนวน 1 หน่วย มีรายละเอียดคือ เป็นชนิด Molded case circuit breaker, MCCB. จำนวนขั้วต่อสาย 2 poles เป็นชนิดใช้กับระบบไฟฟ้า 1 Phase 220-240 V. 50 Hz มีพิกัดกระแสลัดวงจร (Icu) ไม่น้อยกว่า 10 kA. และมีพิกัดกระแส Ampere trip (AT) ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของพิกัดกระแสจ่ายออกสูงสุดของอินเวอร์เตอร์ มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 898 หรือ IEC 947-2 ใช้ติดตั้งสำหรับตัด-ต่อวงจรไฟฟ้าระหว่าง Output ของอินเวอร์เตอร์กับแผงควบคุมไฟฟ้าหลัก (Main load center,MLC) ติดตั้งอยู่ภายในกล่องโลหะชนิดใช้สำหรับงานระบบไฟฟ้า และติดตั้งอยู่ภายในโรงคลุมอุปกรณ์

**ก.7 มีแผงควบคุมไฟฟ้าหลัก (Main load center, MLC. หรือ Consumer unit) จำนวน 1 หน่วย** มีรายละเอียดดังนี้

ก.7.1 เป็นกล่องโลหะสำหรับ Main load center โดยเฉพาะ เป็นผลิตภัณฑ์ Model เดียวกันกับ Miniature circuit breaker ที่ใช้ติดตั้ง สามารถใช้ติดตั้ง Circuit breaker หลัก และ Circuit breaker ย่อย ได้ครบตามจำนวนที่ต้องใช้งานในระบบทั้งหมด

ก.7.2 ติดตั้ง Circuit breaker หลัก จำนวน 1 หน่วย มีรายละเอียดคือ เป็นชนิด Miniature circuit breaker(MCB) จำนวนขั้วต่อสาย 1 Pole หรือ 2 Poles เป็นชนิดใช้กับระบบไฟฟ้า 1 Phase 220-240 V. 50 Hz มีพิกัดกระแส  $I_{cu}$  ไม่น้อยกว่า 5 kA. และพิกัดกระแสไฟฟ้า AT ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของพิกัดค่ากระแสสูงสุดด้านจ่ายออกของอินเวอร์เตอร์ มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 898 หรือ IEC 947-2 ใช้สำหรับตัด-ต่อวงจรไฟฟ้าระหว่าง Main circuit breaker, MCCB. กับชุด Circuit breaker ย่อย ตามข้อ ก.9.3.3

ก.7.3 การติดตั้งชุด Circuit breaker ย่อย มีรายละเอียดคือ เป็นชนิด Miniature circuit breaker, MCBs. จำนวนขั้วต่อสาย 1 Pole หรือ 2 Poles เป็นชนิดใช้กับระบบไฟฟ้า 1 Phase 220-240 V. 50 Hz มีพิกัดกระแส  $I_{cu}$  ไม่น้อยกว่า 3.5 kA. พิกัดกระแสไฟฟ้า AT ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของกระแสไหลผ่านวงจร มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 898 หรือ IEC 947-2 ใช้สำหรับตัด-ต่อวงจรไฟฟ้าระหว่าง Main circuit breaker กับแผงควบคุมไฟฟ้าหลัก ของอาคาร หรืออาคารย่อย หรือ กลุ่มอาคารย่อยที่กำหนด

ก.7.4 ให้ติดตั้งอย่างมั่นคงและปลอดภัย ภายในอาคารที่กำหนดให้เป็นศูนย์กลางการจ่ายกระแสไฟฟ้า มี Sticker หรือตัวอักษรบนแผงควบคุม แสดงตำแหน่ง ON และ OFF ของ Circuit Breaker และแสดงชื่อของอาคารที่ Circuit breaker ย่อยแต่ละตัวควบคุมตัด-ต่อวงจรไฟฟ้าอย่างครบถ้วน

ก.7.5 ติดตั้งชุด มิเตอร์เพื่อแสดงผลค่าการผลิตไฟฟ้าสะสมของระบบ ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ต้องมีคุณภาพได้รับมาตรฐาน IEC และ มาตรฐานอุตสาหกรรม

## ก.8 มีการต่อเชื่อมแผงโซลาร์เซลล์ และการเดินสายไฟระบบดังนี้

ก.8.1 มีการเชื่อมต่อแผงโซลาร์เซลล์ของแต่ละชุดก่อนที่จะนำมาขนานกันต้องต่ออุปกรณ์ป้องกันการย้อนกลับของกระแสไฟของแต่ละชุดเช่น Power diode ขนาดไม่น้อยกว่า 25 แอมป์

ก.8.2 มีการเดินสายวงจรไฟฟ้าภายในตู้ต้องเป็นระเบียบ สวยงาม กำหนดให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด VCT หุ้มฉนวน PVC มีคุณสมบัติใช้งานแรงดัน 750 V 70°C และได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. 11-2531 หรือสายไฟฟ้าชนิดอื่นที่ดีกว่า ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 6 mm<sup>2</sup> และต้องสามารถทนกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ไหลผ่านสายไม่น้อยกว่า 1.25 เท่า ได้อย่างปลอดภัย การต่อสายต้องยึดด้วยสกรูบน Terminal box ที่ติดตั้งอย่างเป็นระเบียบ แข็งแรงและปลอดภัย

ก.8.3 การเดินสายจากแผงโซลาร์เซลล์เพื่อเข้าระบบเชื่อมต่อสายส่ง ให้ใช้สายไม่น้อยกว่า 6 mm<sup>2</sup> เดินสายในท่อ PVC หรือ ท่อโลหะมีความเรียบร้อยและสวยงาม

## ก.9 มีโรงเรือนคลุมอุปกรณ์ จำนวน 1 หลัง

โรงคลุมอุปกรณ์มีลักษณะวัสดุทำจากโลหะหรือวัสดุอื่นที่มีความแข็งแรงคงทนขนาดไม่น้อยกว่า 2 x 6 เมตร ใช้วัสดุโครงเหล็กมีหลังคาเฉียงหรือแผงโซลาร์เซลล์เพื่อรักษาอุปกรณ์ควบคุมประมวลผลภายในมีเครื่องปรับอากาศชนิดใช้พลังงานในตัวเอง มีช่องประตูและหน้าต่าง ที่นั่งทำงานผู้ควบคุม ทั้งโรงคลุมสามารถทำการเคลื่อนย้ายได้

## ข. รายละเอียดเฉพาะของอุปกรณ์ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานลมแบบไม่เชื่อมต่อสายส่ง ขนาดกำลังผลิตไฟฟารวมไม่น้อยกว่า 3,000 วัตต์ มีดังนี้

เป็นระบบการทำงานร่วมของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ และระบบผลิตไฟฟ้าที่ได้จากลม เพื่อที่จะนำไฟฟ้าที่ได้ทั้งสองอย่างนำมาชาร์จจนแบตเตอรี่และนำพลังงานจากแบตเตอรี่แปลงนำมาใช้ไฟฟ้าสำหรับแสงสว่างในเวลากลางคืน มีรายละเอียดของอุปกรณ์ ดังนี้

## ข.1 มีแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียด ดังนี้

ข.1.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์แผงโซลาร์เซลล์ต้องเป็นชนิด crystalline มีขนาดต่อแผงไม่น้อยกว่า 130 วัตต์ที่ค่าความเข้มแสงอาทิตย์  $1,000 \text{ W./m}^2$  อุณหภูมิแผงเซลล์  $25^\circ\text{C}$  Air mass 1.5 ทุกแผงต้องระบุเครื่องหมายการค้า รุ่น และค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเหมือนกัน และชุดแผงเซลล์ฯ ต้องมีขนาดกำลังไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 2,300 Wp ต่อระบบ โดยคิดรวมกันตามจำนวนแผงเซลล์ฯ ต่อระบบ มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่สภาวะ Standard test condition(STC) ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด ( $V_{oc}$ ) ของแผงเซลล์ฯ ไม่น้อยกว่า 20 V. แรงดันไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้าสูงสุด ( $V_{mp}$ ) ไม่น้อยกว่า 17.0 V. มีค่า Maximum system voltage ไม่น้อยกว่า  $600 V_{dc}$  มีค่า Temperature coefficient of power ไม่เกิน  $-0.5\%/^\circ\text{C}$  หรือมีค่า Temperature coefficient of  $V_{oc}$  ไม่เกิน  $-0.15 \text{ V}/^\circ\text{C}$  มีกรอบแผงเซลล์ฯ (Frame) ที่แข็งแรงไม่เป็นสนิมและทนทานต่อสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศได้ดี ด้านหลังของแผงเซลล์ฯ ต้องติดตั้งขั้วต่อสาย (Terminal box) ที่มีการปิดผนึก หรือกล่องต่อสายไฟฟ้า (Junction box) หรือมีฝาที่ปิดล็อกได้อย่างมั่นคง สามารถทนต่อสภาพอากาศและสภาวะแวดล้อมได้ดีและต้องมีวัสดุป้องกันน้ำซึมเข้าภายในกล่องต่อสายไฟต้องมีขั้วต่อสายไฟที่มั่นคงแข็งแรง ทนทานต่อสภาวะการใช้งานภายนอกอาคารได้และมีอายุการใช้งานเทียบเท่าแผงเซลล์ฯ มีวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ยึดชุดแผงเซลล์ฯ ต้องเป็นวัสดุที่ทำจากสแตนเลส เป็นแผงเซลล์ฯ ที่มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 61215 Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval โดยระบุใน Catalogue หรือมีเอกสารรับรองจากผู้ผลิตแสดงอย่างชัดเจน

ข.1.2 แผ่นเซลล์แสงอาทิตย์เป็นแบบ Square cell หรือ Pseudo square cell หรือ Rectangular cell หรือถ้าเป็นแบบ Round cell จะต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแต่ละเซลล์ไม่น้อยกว่า 12 เซนติเมตร

ข.1.3 แผ่นเซลล์ฯ ทุกแผ่นที่นำมาประกอบภายในแผงเซลล์ฯ จะต้องไม่มีรอยตำหนิอันเนื่องมาจากความบกพร่องในการผลิต ภายในแผงเซลล์ฯ จะต้องมีการผนึกด้วย Ethylene vinyl acetate (EVA) ป้องกันความชื้นเข้าสู่แผ่นเซลล์ฯ ด้านหน้าแผงเซลล์ฯ ปิดทับด้วยกระจกใสหรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติที่ดีกว่าหรือเทียบเท่า ด้านหลังผนึกด้วยแผ่นโพลีเมอร์ที่มีคุณสมบัติเหนียวยากต่อการฉีกขาด โดยผ่านการเคลือบให้เป็นชั้นเดียวกัน ต้องมี Integrated bypass diode ต่ออยู่ในกล่องต่อสายไฟ (Junction box) หรือขั้วต่อสาย (Terminal box) หรือติดตั้งอยู่ในแผงเซลล์ฯ โดยระบุข้อมูลใน Catalogue หรือมีเอกสารรับรองจากผู้ผลิตอย่างชัดเจน

## ข.2 มีโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 1 ชุด ต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ข.2.1 มี เสาของชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ฯ เป็นเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว หรือวัสดุอื่นที่มีความแข็งแรงที่เทียบเท่าหรือดีกว่า วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ฯ ต้องเป็นเหล็ก หรือเป็นวัสดุอื่นที่มีความมั่นคง แข็งแรงเทียบเท่าหรือดีกว่า มีชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ฯ วางทำมุมกับแนวระนาบเป็นมุมเอียงประมาณ 20 องศา

ข.2.2 วัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ยึดแผงเซลล์ฯ และใช้ยึดชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ฯ จะต้องมีขนาดที่เหมาะสมและเป็นวัสดุที่ทำจากสแตนเลส



### ข.3 มีอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

ข.3.1 มีคุณสมบัติสามารถป้องกัน Over charge battery มีคุณสมบัติสามารถป้องกัน Lightning surge มีพิกัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสด้านขาเข้า(Input) ที่สามารถใช้ได้กับแรงดันไฟฟ้าสูงสุด ( $V_{mp}$ ) และกระแสจ่ายออกสูงสุด ( $I_{mp}$ ) ของชุดแผงเซลล์ฯ ที่สภาวะ STC. มีอุปกรณ์หรือวงจรป้องกันความเสียหายเนื่องจากกระแสไฟฟ้าย้อนกลับจากชุดแบตเตอรี่ เมื่อด้าน Input อยู่ในสถานะเปิดวงจร (Open circuit)

ข.3.2 มีแรงดันไฟฟ้าขาออก (Output voltage) สามารถประจุไฟฟ้าเข้าชุดแบตเตอรี่ได้ และระดับค่าแรงดันประจุปกติ Nominal voltage เหมือนกับแรงดันขาเข้าปกติ Nominal input voltage ของอินเวอร์เตอร์ใน และสามารถรับแรงดันขาเข้าของแผงโซลาร์เซลล์ได้ไม่ต่ำกว่า 150 โวลท์ มีระบบปรับกระแสหรือแรงดันการประจุโดยอัตโนมัติตามสถานะพลังงานของแบตเตอรี่ เช่น Boost charge หรือ Bulk charge, Float charge เป็นต้น

ข.3.3 ระบบชาร์จเป็นแบบ MPPT ( Maximum power point tracking) มีหน้าจอแบบ LCD หรือแบบอื่นที่สามารถแสดงข้อมูลแบบตัวเลข ประกอบด้วย ค่าพลังงานไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่แบบสะสม (Accumulated DC kWh) ค่าแรงดันไฟฟ้าชั่วขณะ (Real time DC Volt) และค่ากระแสไฟฟ้าชั่วขณะ (Real time DC Ampere) ในขณะอุปกรณ์ทำงานประจุแบตเตอรี่ และมีระบบเก็บข้อมูลสามารถดูข้อมูลย้อนหลังได้ไม่น้อยกว่า 30 วัน

### ข.4 มีอุปกรณ์แสดงผลย่อยและจัดการควบคุมระบบ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

สามารถแสดงผลการทำงานของระบบเป็น Digital ทั้ง สถานะของแบตเตอรี่ และกำลังการชาร์จของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ มีระบบประมวลผลด้วย Microprocessor ไม่น้อยกว่า 16 MHz สามารถส่งข้อมูลแสดงผลเข้ากับระบบคอมพิวเตอร์ได้

### ข.5 มีระบบคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กประมวลผลข้อมูล มีส่วนประกอบดังนี้

ระบบประมวลผลไม่น้อยกว่า 2.6 GHz หน่วยความจำชั่วคราวไม่น้อยกว่า 4 GB DDR3 RAM up to 4GB มีช่องต่อ USB 2.0 Port (2 Front 4 Rear) มีความจำการเก็บข้อมูลไม่น้อยกว่า 300 GByte ระบบปฏิบัติการบน Windows XP หรือ 2007 หรือ apple ที่มีระบบปฏิบัติการที่สอดคล้องกับการทำงานของอุปกรณ์ที่เสนอ

### ข.6 มีอินเวอร์เตอร์ จำนวน 1 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

ข.6.1 เป็นชนิดอิสระ Stand Alone Inverter, 1 Phase 2 wires แรงดันไฟฟ้าขาเข้า Nominal input voltage เป็นชนิด 24  $V_{dc}$  หรือ 48  $V_{dc}$ . มีแรงดันไฟฟ้าขาออก Nominal output voltage เป็นชนิด 220  $V_{a.c.}$  50 Hz Output voltage regulation ไม่เกิน 5% ที่ Steady state load มีฮาร์โมนิกส์ของแรงดัน Total harmonic distortion (THDV) ไม่เกิน 4% เมื่อจ่ายภาระไฟฟ้าที่ 0.8 Lagging power factor

ข.6.2 มีพิกัดขนาดจ่ายกำลังไฟฟ้าต่อเนื่อง(Continuous power) ไม่น้อยกว่า 3 kVA หรือ ไม่น้อยกว่า 3 kW. (ที่ Unity power factor) มีMaximum surge power ไม่น้อยกว่า 2 เท่าของพิกัดกำลังไฟฟ้าต่อเนื่อง มีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า 90 % ที่พิกัดกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Full load) และประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า 90 % เมื่อจ่ายกำลังไฟฟ้า 50% ของพิกัดกำลังไฟฟ้าสูงสุด ที่ภาระไฟฟ้าชนิด Unity power factor มีระบบป้องกัน Over load, Short circuit, Over input voltage และ Under input voltage

## ข.7 มีอุปกรณ์ป้องกันคลื่นไฟฟ้ากระชอก (Surge protector) จำนวน 1 เครื่อง ต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ข.7.1 เป็นชนิดที่ใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 1 phase 220 V<sub>ac</sub> 50Hz. พิกัดแรงดันไฟฟ้าใช้งานระหว่าง 190-260 V<sub>ac</sub> หรือดีกว่า สามารถป้องกันคลื่นไฟฟ้ากระชอกแบบ Transient และแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำในสายตัวนำเนื่องจากฟ้าผ่า ที่กระแสไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 15 kA ที่รูปคลื่นมาตรฐาน 8/20 μSec มีคุณสมบัติการป้องกันหรือระบุ Mode of protection ต้องสามารถป้องกัน Phase กับ Ground(L-G), Neutral กับ Ground(N-G). Phase กับ Neutral(L-N)

ข.7.2 มีหลอดไฟสัญญาณ LED หรือจอ LCD แสดงสถานภาพการทำงานในสภาวะปกติและสภาวะผิดปกติ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติ หรือผลิตตามมาตรฐาน ANSI/IEEE หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

## ข.8 มีแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

ข.8.1 เป็นแบบตะกั่วกรดที่ใช้กับระบบแผงโซลาร์เซลล์โดยเฉพาะ (Deep cycle battery) ตามมาตรฐาน DIN Equivalent และแรงดันขั้วปกติ Nominal voltage 2 V/Cell ขนาด 12 โวลต์ ไม่น้อยกว่า 130 แอมป์ต่อลูก

ข.8.2 จำนวนแบตเตอรี่มีไม่น้อยกว่า 10 ลูกหรือมีขนาดความจุพลังงานไฟฟ้ารวมไม่น้อยกว่า 15 kWh ที่อัตราการคายประจุ 100 ชั่วโมง (Capacity at C100) มีตัวถังแบตเตอรี่ (Container) ผลิตจากวัสดุที่ทนทานต่อแรงกระแทกและทนสภาพกรด (High grade acid resistance) และสามารถมองเห็นระดับน้ำกรดที่อยู่ภายในแบตเตอรี่ได้ชัดเจน

ข.8.3 มีชุดขาตั้งรองรับชุดแบตเตอรี่ที่ทำด้วยวัสดุที่ทนทานแข็งแรงต่อสภาพแวดล้อม มีการเชื่อมต่อแบตเตอรี่แต่ละลูกต้องใช้สายมีขนาดไม่น้อยกว่า 50 mm<sup>2</sup>. มีระบบการเชื่อมต่อแบตเตอรี่เป็นแบบ 24 โวลต์ หรือ 48 โวลต์ โดยต้องมีศูนย์รวมในการเชื่อมต่อแบตเตอรี่ (DC busbar) โดยอุปกรณ์ดังกล่าวต้องทำมาจากวัสดุทองแดงหรือมีค่าการนำไฟฟ้าที่ดีกว่าและอยู่ในกล่องที่แข็งแรงและง่ายต่อการเชื่อมต่อหรือการนำไปใช้

## ข.9 มีแผงควบคุมไฟฟ้าหลัก (Load center) จำนวน 1 หน่วย มีรายละเอียดดังนี้

ข.9.1 เป็นกล่องทำด้วยโลหะหรือพลาสติกแข็ง ชนิดสำหรับใช้ติดตั้ง Circuit breaker ในระบบไฟฟ้า

ข.9.2 ต้องเป็นชนิดใช้กับระบบไฟฟ้า 1 Phase 2 poles 220-240 V. 50 Hz มีพิกัดกระแสไฟฟ้า AT ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของพิกัดกระแสไหลสูงสุดที่ไหลผ่าน ต้องติดตั้งอยู่ในห้องควบคุมตัด-ต่อวงจรไฟฟ้า และอยู่ในตำแหน่งที่สามารถใช้งาน บำรุงรักษาได้อย่างสะดวก

ข.9.3 มีระบบสลับไฟฟ้าอัตโนมัติ (Automatic transfer switch) โดยไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานแสงอาทิตย์จะถูกจ่ายให้กับระบบแสงสว่างภายในอาคาร หากระบบเก็บประจุของพลังงานดังกล่าวไม่เพียงพอกับความต้องการของการใช้งาน ระบบสามารถใช้ไฟฟ้าจากไฟฟ้าปกติได้โดยการสลับไฟฟ้าจะเป็นไปอย่างอัตโนมัติ

### ข.10 ข้อกำหนดของกังหันลมผลิตไฟฟ้า จำนวน 3 หน่วย มีรายละเอียดดังนี้

ข.10.1 เป็นกังหันลมแบบชนิดเหมาะสำหรับการทำงานที่สภาวะลมต่ำ เป็นชนิดทำงานแกนนอน มีขนาดกำลังผลิต 250 วัตต์ที่ความเร็วลม 7 เมตรต่อวินาที มีจำนวนใบกังหันลม 3 ใบ โดยวัสดุใบทำจากไฟเบอร์กลาส ใบกังหันลมเริ่มหมุนที่ความเร็วลม 3 เมตรต่อวินาที มีระบบบังคับทิศทางการทำงานโดยมีหางเสือ มีระบบป้องกันความปลอดภัย ที่ความเร็วลมเกิน 16 เมตรต่อวินาที

ข.10.2 มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นแบบ Permanent magnet alternator เป็นระบบที่เหมาะสม กับระบบผลิตไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานแสงอาทิตย์ และสามารถชาร์จเข้าระบบแบตเตอรี่เดียวกันกับระบบผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ มีระบบควบคุมการชาร์จประจุ สอดคล้องกับระบบแบตเตอรี่ มีระบบ Dummy load สำหรับป้องกันการทำงานสภาวะผิดปกติ

ข.10.3 มีเสากังหันลมทำจากโลหะ สูง 9 เมตร มีความแข็งแรง ผู้รับจ้างส่งแบบและต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้จ้างก่อนทำการติดตั้งกังหันลม

### ข.11 การติดตั้งระบบ มีรายละเอียดดังนี้

ข.11.1 มีการเชื่อมต่อแผงโซลาร์เซลล์ของแต่ละชุดก่อนที่จะนำมาขนานกันต้องต่ออุปกรณ์ป้องกันการย้อนกลับของกระแสไฟของแต่ละชุดเช่น Power diode ขนาดไม่น้อยกว่า 25 แอมป์

ข.11.2 มีการเดินสายวงจรไฟฟ้าภายในตู้ต้องเป็นระเบียบ สวยงาม กำหนดให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด VCT หุ้มฉนวน PVC มีคุณสมบัติใช้งานแรงดัน 750V 70 °C และได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. หรือสายไฟฟ้าชนิดอื่นที่ดีกว่า ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 6 mm<sup>2</sup> และต้องสามารถทนกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ไหลผ่านสายไม่น้อยกว่า 1.25 เท่า ได้อย่างปลอดภัย การต่อสายต้องยึดด้วยสกรูบน Terminal box ที่ติดตั้งอย่างเป็นระเบียบ แข็งแรงและปลอดภัย

ข.11.3 มีการเดินสายจากแผงโซลาร์เซลล์เพื่อเข้าระบบเชื่อมต่อสายส่ง ต้องใช้สายไม่น้อยกว่า 6 mm<sup>2</sup> เดินสายในท่อ PVC หรือ ท่อโลหะมีความเรียบร้อยและสวยงาม

ข.11.4 มีการติดตั้งแบตเตอรี่และอุปกรณ์ต่างๆ ให้ติดตั้งอยู่ในโรงคลุมอุปกรณ์เดียวกับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เชื่อมต่อสายส่ง

### ค. การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งระบบเชื่อมต่อสายส่งและไม่เชื่อมต่อสายส่ง มีรายละเอียดดังนี้

ให้ผู้ขายดำเนินการขอติดตั้งระบบกับส่วนราชการหรือกระทรวงที่เกี่ยวข้องให้แล้วเสร็จก่อนจึงดำเนินการติดตั้ง ณ พื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชฯ(อพ.สธ.)หนองระเวียง อ.เมือง จังหวัดนครราชสีมา ให้แล้วเสร็จสมบูรณ์ทุกประการ โดยมีรายละเอียดในการดำเนินงาน ดังนี้

**ค.1** การติดตั้งชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ฯ กำหนดให้ติดตั้งชุดแผงเซลล์ฯหันด้านหน้ารับแสงอาทิตย์ไปทางทิศใต้ และวางเอียงทำมุมกับแนวระนาบทิศเหนือ-ใต้ ประมาณ 20 องศา ตำแหน่งที่ติดตั้งต้องอยู่ในที่โล่งไม่เกิดการบังเงาเนื่องจากต้นไม้ อาคารหรือสิ่งกีดขวางอื่นใดบนแผงเซลล์ฯ ตั้งแต่เช้า ถึงช่วงเย็น และต้องปรับระดับพื้นดินบริเวณใต้ชุดแผงเซลล์ฯ ให้เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศ โดยให้อยู่ในดุลพินิจของผู้ควบคุมงานของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

**ค.2** วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ยึดแผงเซลล์ฯ และที่ใช้ยึดชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ฯ จะต้องมีความเหมาะสมและเป็นวัสดุที่ทำจากสแตนเลส และผู้รับจ้างต้องดำเนินการเชื่อม Bolt และ Nut ทุกตัว เฉพาะที่ใช้สำหรับยึดแผงเซลล์ฯ กับโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ฯ ให้ Bolt และ Nut ยึดติดกันจนไม่สามารถใช้ประแจคลายออกได้ โดยใช้ลวดเชื่อมไฟฟ้าหรือใช้กาวชนิดที่สามารถรับแรงบิดได้ไม่น้อยกว่า 2 ตัน

**ค.3** อุปกรณ์หลักของระบบฯ ทุกรายการที่มีส่วนประกอบโครงสร้างเป็นโลหะและอุปกรณ์ที่ระบุให้มีสายดิน จะต้องต่อหลักดิน(Grounding equipment) โดยใช้สายไฟฟ้าหุ้มฉนวน PVC ชนิด THW แยกเดี่ยว ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 10 mm<sup>2</sup> ต่อกับ Ground rod ชนิดแท่งโลหะเคลือบทองแดง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว ความยาวไม่น้อยกว่า 5 ฟุต จำนวน 1 อัน จุดต่อสายหลักดินและจุดต่อรวมต้องมีความมั่นคง แข็งแรงตามหลักวิชาการ

**ค.4** การเดินสายต่อวงจรไฟฟ้าระหว่างแผงเซลล์ฯ จะต้องต่อวงจรแบบอนุกรมและก่อนต่อเข้าขานานให้ใช้ Power diode ที่มีค่าไม่น้อยกว่า 25 Amp และให้พิกัดแรงดันไฟฟ้า Output และกระแสไฟฟ้าที่มีค่าเหมาะสมสอดคล้องกับ Nominal input voltage และ Input current ของอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ โดยใช้สายไฟฟ้าที่ติดตั้งมาพร้อม Terminal box ของแผงเซลล์ฯ ต่อวงจรให้เรียบร้อยแข็งแรง หรือใช้สายไฟฟ้าชนิด VCT. หุ้มฉนวน PVC พิกัดแรงดัน 750 V 70 °C และได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. 11-2531 ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 4 mm<sup>2</sup> ต้องจัดเก็บสายไฟฟ้าให้เป็นระเบียบ สวยงามและแสดง Code สีของสายไฟฟ้าอย่างชัดเจน จุดต่อรวมสายไฟของชุดแผงเซลล์ฯ หรือ DC junction box ต้องยึดบนขั้วต่อสายที่มั่นคง แข็งแรงและจัดเก็บอยู่ภายในกล่องพลาสติกหรือกล่องโลหะชนิดใช้งานภายนอกที่สามารถป้องกันฝุ่นและน้ำได้ และติดตั้งอย่างเหมาะสมมั่นคงและแข็งแรง

**ค.5** การเดินสายไฟฟ้าระหว่างจุดต่อรวมสายไฟของชุดแผงเซลล์ฯ หรือ DC junction box กับ Safety switch กำหนดให้ใช้สายไฟฟ้า ชนิด VCT 2 แกน หุ้มฉนวน PVC พิกัดแรงดัน 750 V. 70 °C และได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. ขนาดสายไฟฟ้าต้องสามารถทนกระแสสูงสุดไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของพิกัดกระแส Imp ของชุดแผงเซลล์ฯ และต้องเป็นไปตามเงื่อนไขข้อ ข.24 โดยให้เดินสายภายในท่อพลาสติกอย่างหนาที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. 216-2524 ฝังดินที่ความลึกไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร หรือตามความเหมาะสมที่อยู่ในดุลยพินิจของผู้ควบคุมงานของกรม และสายไฟฟ้าระหว่าง DC junction box กับขั้วต่อสายของ Safety switch ต้องเป็นเส้นเดียวโดยตลอด

**ค.6** การเดินสายไฟฟ้าระหว่างอุปกรณ์ประกอบระบบฯ แต่ละชนิดภายในอาคารโรงคลุมอุปกรณ์ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด THW หรือชนิด VCT ขนาดทนพิกัดกระแสได้ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่า ของกระแสสูงสุดที่ไหลผ่านวงจร โดยต้องจัดสายไฟฟ้าอย่างเป็นระเบียบและเดินสายภายในท่อหรือ Wire way สำหรับงานไฟฟ้าที่มีขนาดเป็นไปตามหลักวิชาการเดินสายไฟฟ้าในท่อหรือ Wire way ที่มีฝาปิด ตำแหน่งเจาะช่องเปิดสำหรับสายไฟเข้าหรือออกจากท่อหรือ Wire way ต้องลบรอยเจาะและอุดปิดด้วยกาวซิลิโคนให้เรียบร้อย

**ค.7** การเดินสายไฟฟ้าระหว่าง Main circuit breaker(MCCB) กับ Main load center(MLC) ภายในอาคารที่กำหนด ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด NYY 2 แกน หุ้มฉนวน PVC พิกัดแรงดัน 750V 70 °C และได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. 11-2531 เดินสายภายในท่อพลาสติกอย่างหนาที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก.

**ค.8** เอกสารคู่มือระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 3 ชุด พร้อมแผ่น CD ROM บันทึกข้อมูลเอกสารคู่มือระบบฯ ในรูปแบบ PDF จำนวน 3 ชุด

## ง. ผู้เสนอราคาต้องปฏิบัติเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

- ง.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาวิศวกรไฟฟ้า แขนงไฟฟ้ากำลัง และวิศวกรโยธา เป็นผู้รับรองแบบและควบคุมการติดตั้ง ที่เป็นวิศวกรรายเดียวกัน
- ง.2 รายการอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน และได้รับความนิยม โดยมีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไป
- ง.3 ระบบที่ติดตั้งแล้วเสร็จ ต้องทำงานได้เป็นอย่างดี
- ง.4 ภายหลังจากติดตั้งหากตรวจสอบพบความไม่เรียบร้อยหรือผิดปกติ จากการติดตั้งหรือการใช้อุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสม ทางผู้รับจ้างยินดีแก้ไขโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

## จ. การติดตั้ง

การติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งตามมาตรฐานการติดตั้งของ วสท. เป็นอย่างน้อย ผู้รับจ้างต้องมีวิศวกรที่เกี่ยวข้องควบคุมการออกแบบและติดตั้ง ตลอดการดำเนินงาน

## ฉ. การรับประกันอุปกรณ์ไฟฟ้า พร้อมด้วยอุปกรณ์อื่น

- ฉ.1 การรับประกันชุดผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ผู้รับจ้างต้องรับประกันการใช้งานจากการใช้งานปกติ อย่างน้อย 3 ปี
- ฉ.2 ผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ผสมกับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานลม ผู้รับจ้างต้องรับประกันการใช้งานจากการใช้งานปกติ อย่างน้อย 3 ปี
- ฉ.3 ผู้รับจ้างต้องรับประกันวัสดุและอุปกรณ์ นอกเหนือจากที่กล่าวมาทั้งหมดอย่างน้อย 1 ปี

## ข. สถานที่ติดตั้งชุดพลังงานทดแทนทั้งหมด

การติดตั้ง ให้ติดตั้งบริเวณส่วนหน้าพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืช สถานที่จัดงานทรัพยากรไทย: ก้าวสู่โลกกว้างอย่างมั่นใจ ในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี(อพ.สธ.) ต.หนองระเวียง อ.เมือง จ.นครราชสีมา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา

คณะกรรมการร่างขอบเขตงาน (TOR) และร่างเอกสารประกวดราคา

..... ประธานกรรมการ ..... กรรมการ  
(ผศ.สุรศักดิ์ โล่ห์วนิชชัย) (ผศ.ดร.ธวัช เกิดชื่น)

..... กรรมการ ..... กรรมการ  
(นายรุ่งเพชร ก่องนอก) (ผศ.วิรัตน์ หวังเขื่อนกลาง)

..... กรรมการและการเลขานุการ  
(นายสังวาลย์ บุตรศรีสวย)

ผู้อนุมัติ ..... รักษาราชการแทนอธิการบดี  
(รองศาสตราจารย์ดร.วินิจ โชติสว่าง) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

