

## ขอบเขตของงาน(Terms of Reference:TOR)

### ประกวดราคา ซื่อครุภัณฑ์ไฟฟ้าและพลังงาน

#### 1. ความเป็นมา

ในปี พ.ศ. 2554 ในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ จะได้มีการจัดประชุมวิชาการและนิทรรศการ ทรัพยากรไทย: 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 แหล่งการเรียนการสอนให้กับนักศึกษาในมหาวิทยาลัยได้เรียนรู้ได้ดีสืบต่อไป

ทั้งนี้เนื่องจากเป็นโครงการพระราชดำริฯ จึงจำเป็นต้องทูลเกล้าถวายการดำเนินงานเพื่อสมพระเกียรติต่อไป

#### 2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อใช้เป็นแหล่งเรียนรู้เรื่องพลังทดแทนทางการเกษตร ต้นแบบพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมสำหรับนักศึกษาแผนกวิชาช่างกลเกษตรและและสาขาต่างๆ ในมหาวิทยาลัย

2.2 เพื่อใช้สำหรับศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพลังงานทดแทนเพื่อการเกษตร ในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชหนองระเวียง ในกิจกรรมปกปักพันธุกรรมพืชและกิจกรรมสร้างจิตสำนึก

2.3 เพื่อใช้ผลิตไฟฟ้าพลังงานทดแทนสำหรับบริเวณพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืช ในอาคารระบบประปาอาคารหอสูง อาคารนิทรรศการ 18 หลัง อาคารจอดรถฉุกเฉิน อาคารบริการห้องน้ำ และอาคารอื่นๆ ในพื้นที่ โดยมีขนาดกำลังสูงสุด 8,000 วัตต์

2.4 เพื่อใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบปั๊มจ่ายน้ำเพื่อการเกษตรในสวนสมุนไพรในเวลากลางวัน และใช้ระบบแสงสว่างในเวลากลางคืน เส้นทางนิทรรศการพื้นที่กิจกรรมสร้างจิตสำนึกและในกิจกรรมปกปักพันธุกรรมพืช โดยมีกำลังผลิตสูงสุดรวมไม่น้อยกว่า 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 ผู้เสนอราคาจะต้องเป็นผู้มีผลงาน และแนบหนังสือรับรองผลงานด้านติดตั้งระบบพลังงานทดแทนแบบเซลล์แสงอาทิตย์และแบบพลังงานลม ในสัญญาหนึ่งไม่น้อยกว่า 1.5 ล้านบาท และจะต้องเป็นผลงานที่ได้ดำเนินการแล้วเสร็จครบถ้วนตามสัญญาและได้รับมอบงานแล้ว

### 4. รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

เป็นไปตามรายละเอียดที่มหาวิทยาลัยฯ ได้ดำเนินการกำหนดไว้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ตามเอกสารแนบ โดยขอรับรายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์ได้ที่ แผนงานพัสดุ ฝ่ายพัสดุและออกแบบ กองกลาง สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 744 ถนนสุรนารายณ์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 หรือ สอบถามได้ทางหมายเลขโทรศัพท์ 044 -242978-9 ต่อ 2280-2 ในวันและเวลาราชการ

### 5. ระยะเวลาดำเนินการประกวดราคา

ระหว่างเดือน เมษายน ถึง สิงหาคม 2554

### 6. ระยะเวลาส่งมอบครุภัณฑ์

กำหนดระยะเวลาดำเนินงานทั้งหมดแล้วเสร็จเรียบร้อย ภายใน 60 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

### 7. วงเงินในการจัดทา

ครุภัณฑ์ไฟฟ้าและพลังงาน วงเงินงบประมาณสูงสุด 3,000,000 บาท

## 8. แบบรูปรายการและคุณลักษณะเฉพาะ

### คุณลักษณะเฉพาะ(ตามเอกสารแนบ1)

#### สรุปจำนวน

ครุภัณฑ์พร้อมติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อใช้สำหรับช่วยผลิตไฟฟ้าเชื่อมต่อระบบเข้ากับระบบจำหน่าย โดยมีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าของระบบพลังงานแสงอาทิตย์สูงสุดไม่น้อยกว่า 8,000 วัตต์ และระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ผสมกับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานลมเป็นแบบไม่เชื่อมต่อสายส่ง (Stand alone power system) มีกำลังผลิตสูงสุดรวมไม่น้อยกว่า 3,000 วัตต์ ราคารวม 3,000,000 บาท

#### เงื่อนไข

ผู้ผ่านการประกวดต้องทำการติดตั้งตามที่กำหนดดังนี้

1. กำหนดระยะเวลาดำเนินงานทั้งหมดแล้วเสร็จเรียบร้อย ภายใน 60 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา
2. ติดตั้งบริเวณส่วนหน้าพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืช 1,000 ไร่ สถานที่จัดงานทรัพยากรไทย: ก้าวสู่โลกกว้างอย่างมั่นใจ ในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) ต. หนองระเวียง อ.เมือง จ.นครราชสีมา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา

## คุณลักษณะเฉพาะ (Specification)

**ครุภัณฑ์ชุดระบบพลังงานทดแทน** มีรายละเอียดดังนี้

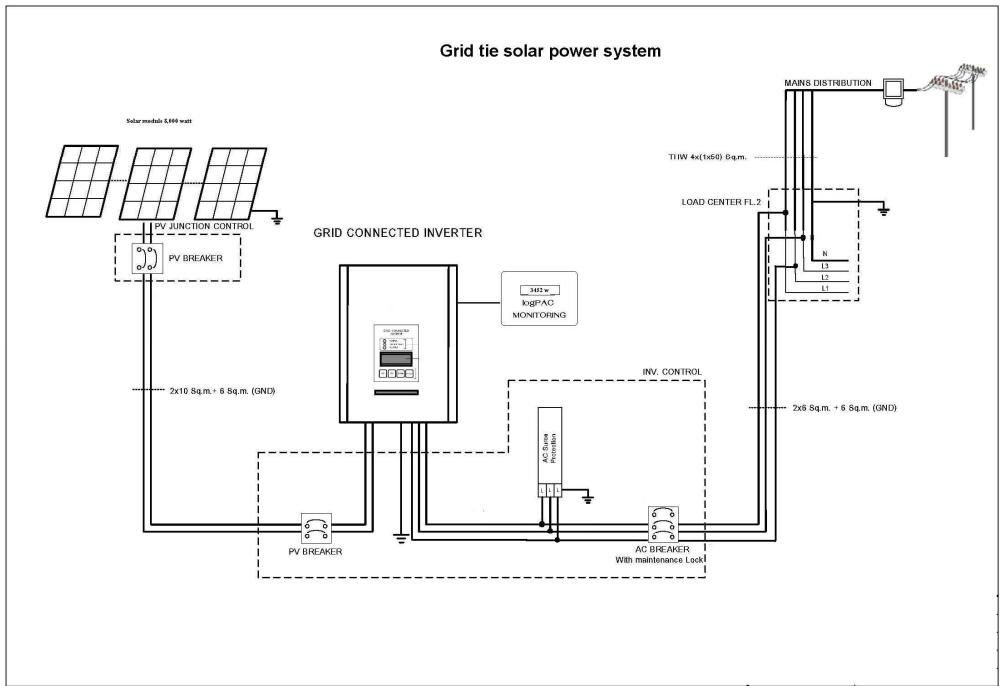
ชุดพลังงานทดแทนจากแสงอาทิตย์และลมขนาด 11,000 วัตต์ มีส่วนประกอบคือ มีชุดระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดเชื่อมต่อสายส่ง พร้อมติดตั้งสมบูรณ์ ขนาดกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 8,000 วัตต์ และมีชุดระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ผสมกับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานลมเป็นแบบไม่เชื่อมต่อสายส่ง พร้อมติดตั้งสมบูรณ์ มีกำลังผลิตสูงสุดรวมไม่น้อยกว่า 3,000 วัตต์ มีคู่มือการใช้และบำรุงรักษา 1 ชุด มีเครื่องมือสำหรับซ่อมบำรุงรักษา 1 ชุด รับประกันผลิตภัณฑ์ไม่ต่ำกว่า 2 ปี และมีวิศวกรที่มีความชำนาญด้านพลังงานทดแทนควบคุมดูแลตลอดการติดตั้งระบบ ให้จัดอบรมสาธิตและศึกษาดูงานยังสถานที่จริงที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและที่มีการติดตั้งแล้วของระบบผลิตภัณฑ์ให้ผู้ควบคุมใช้งานไม่ต่ำกว่า 1 ครั้งอยู่ในระหว่างสัญญา สถานที่ติดตั้งชุดพลังงานทั้งหมด บริเวณขอบบ่อเศรษฐกิจพอเพียง ในงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ พื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืช (อพ.สธ.) บ้านมาบมะค่า ต.หนองระเวียง อ.เมือง จ.นครราชสีมา

โดยมีรายละเอียดประกอบดังนี้

2.1 มีชุดระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดเชื่อมต่อสายส่ง พร้อมติดตั้งสมบูรณ์ ขนาดกำลังไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 8,000 วัตต์ ซึ่งมีไดอะแกรมลักษณะระบบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่เชื่อมต่อกับระบบสายส่ง มีลักษณะการทำงานคือประกอบด้วยแผงโซลาร์เซลล์ทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้ากระแสตรงเมื่อได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ และจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ เครื่องแปลงไฟฟ้าชนิดเชื่อมต่อสายส่งจำนวน 1 เครื่องหรือมากกว่า เป็นอินเวอร์เตอร์เชื่อมต่อสายส่งโดยเฉพาะสามารถเชื่อมต่อกำลังไฟฟ้าชนิด 3 Phase -360V 50/60 Hz. ได้มีขนาดสามารถรองรับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ได้ไม่น้อยกว่า 10,000 วัตต์ เพื่อนำไฟฟ้าที่ผลิตได้ไปใช้สำหรับช่วยลดค่าไฟฟ้าให้กับหน่วยงานดังไดอะแกรมแสดงลักษณะเบื้องต้นของระบบดังแสดงในรูปที่ 1

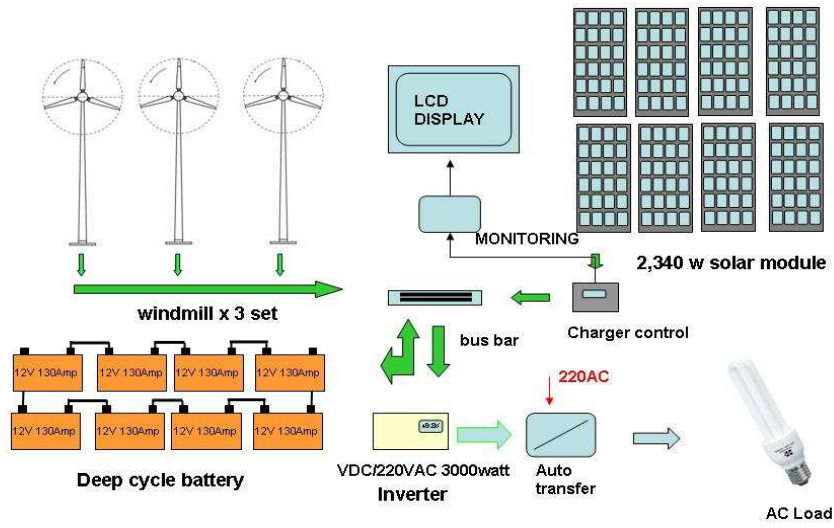
2.2 มีชุดระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ผสมกับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานลมเป็นแบบไม่เชื่อมต่อสายส่ง (Stand alone power system) พร้อมติดตั้งสมบูรณ์ มีกำลังผลิตสูงสุดรวมไม่น้อยกว่า 3,000 วัตต์ ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตร่วมกับพลังงานลม โดยไม่เชื่อมต่อกับสายส่งมีลักษณะการทำงานคือ ประกอบด้วยแผงโซลาร์เซลล์ทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้ากระแสตรงเมื่อได้รับพลังงานแสงอาทิตย์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

2.3 รายการวัสดุอุปกรณ์และระบบการติดตั้งมีรายละเอียดประกอบ ดัง หมวด ข้อ ก, ข, ค และ ง ดังต่อไปนี้



รูปที่ 1 ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เชื่อมต่อบนระบบผลิตไฟฟ้าสายส่ง

windmill & Solar hybrid system



รูปที่ 2 ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานร่วมระหว่างพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลมไม่เชื่อมต่อบนสายส่ง

ก. รายละเอียดเฉพาะของอุปกรณ์ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ชุดผลิตเพื่อเชื่อมต่อสายส่งกำลังผลิตไม่น้อยกว่า 8,000 วัตต์ มีดังนี้

**ก.1 มีแผงเซลล์แสงอาทิตย์** มีรายละเอียด ดังนี้

ก.1.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกแผงต้องระบุเครื่องหมายการค้า รุ่น และค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด มีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าสูงสุดไม่ต่ำกว่า 120 Wp ต่อแผง ที่ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ 1,000 W./m<sup>2</sup> อุณหภูมิแผงเซลล์ฯ 25 °C, Air mass 1.5 มีค่า Maximum system voltage ไม่น้อยกว่า 600 Vdc. แผงเซลล์ฯ ทุกแผ่นที่นำมาประกอบภายในแผงเซลล์ฯ จะต้องไม่มีรอยตำหนิเนื่องมาจากความบกพร่องในการผลิต 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 ต่ออยู่ภายในกล่องต่อสายไฟ (Junction box) หรือขั้วต่อสาย (Terminal box) หรือติดตั้งอยู่ในแผงเซลล์ฯ โดยระบุข้อมูลใน Catalogue หรือมีเอกสารรับรองจากผู้ผลิตอย่างชัดเจน วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ยึดชุดแผงเซลล์ฯ ต้องเป็นวัสดุที่ทำจากสแตนเลส

ก.1.4 โรงงานผู้ผลิตแผงโซลาร์เซลล์ต้องได้รับรองมาตรฐานอุตสาหกรรม ISO 9001 และ ISO 14001

ก.1.4.5 แผงเซลล์ฯ มีมาตรฐาน IEC 61215 หรือ IEC 61646 โดยมีหลักฐานแสดงโดยชัดเจน

**ก.2 มีโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 1 ชุด ต่อระบบ**

มีรายละเอียดดังนี้

ก.2.1 มีเสาของชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ฯ เป็นเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว หรือวัสดุอื่นที่มีความแข็งแรงที่เทียบเท่าหรือดีกว่า มีวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ฯ ต้องเป็นเหล็ก หรือเป็นวัสดุอื่นที่มีความมั่นคง แข็งแรงเทียบเท่าหรือดีกว่า มีชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ฯ วางทำมุมกับแนวระนาบเป็นมุมเอียงประมาณ 15-20 องศา

ก.2.2 มีวัสดุอุปกรณ์ ที่ใช้ยึดแผงเซลล์ฯ และใช้ยึดชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ฯ จะต้องมีขนาดที่เหมาะสมและเป็นวัสดุที่ทำจากสแตนเลส

### **ก.3 มีอินเวอร์เตอร์ชนิดเชื่อมต่อสายส่ง มีรายละเอียดดังนี้**

ก.3.1 เป็นชนิดเชื่อมต่อสายส่ง Grid Connected Inverter, มีขนาด 3 Phase – 360V 50/60 Hz. 1 เครื่องหรือมากกว่า 1 เครื่องแต่ สามารถรองรับระบบผลิตไฟฟ้ารวมไม่น้อยกว่า 10 กิโลวัตต์ สามารถรับแรงดันสูงสุดของกำลังผลิตแผงโซลาร์เซลล์ ไม่น้อยกว่า 11 กิโลวัตต์ มีแรงดันไฟฟ้าขาเข้า Nominal input voltage ไม่น้อยกว่า 200 V มีระบบควบคุมการชาร์จเป็นแบบ MPPT มีแรงดันไฟฟ้าขาออก Nominal output voltage เป็นชนิด 184-264 V<sub>a</sub> ความถี่ของระบบอยู่ในช่วง 47-50 Hz,

ก.3.2. เป็นอินเวอร์เตอร์ชนิดมีหม้อแปลงหรือไม่มีหม้อแปลง(Transformer)ภายใน มีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า 93 % มีระบบป้องกัน Over load, Short circuit, Over input voltage และมีระบบตัดไฟเมื่อไฟฟ้าดับ ตัวเครื่องมีระบบแสดงผลกำลังผลิตไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์เป็นแบบ Digital ชนิด Real time

ก.3.3 เป็นอินเวอร์เตอร์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน IEC 61727 หรือที่การไฟฟ้าภูมิภาคให้การยอมรับ

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

ก.4.1 เป็นชนิดที่ใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 3 phase 360 V., 50 Hz. 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 C62.41-1991 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

### **ก.5 มีระบบติดตามผล (Monitoring system) จำนวน 1 ชุด 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 และติดตั้งฟิวส์ขนาดพิกัดกระแสไฟฟ้า ต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของพิกัดกระแสสูงสุด (Imp) ของชุดแผงเซลล์ฯ ใช้ติดตั้งสำหรับการตัด-ต่อวงจรไฟฟ้าระหว่างชุดแผงเซลล์ฯ กับอุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ โดยติดตั้งภายในโรงคลุมอุปกรณ์

### ก.6.2 Circuit Breaker จำนวน 1 หน่วย มีรายละเอียดคือ

เป็นชนิด Molded case circuit breaker, MCCB. จำนวนขั้วต่อสาย 3 poles เป็นชนิดใช้กับระบบไฟฟ้า 3 Phase 360-380 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 ของอินเวอร์เตอร์กับ แผงควบคุมไฟฟ้าหลัก (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. เป็นชนิดใช้กับระบบไฟฟ้า 3 Phase 360-380 V. 50 Hz มีพิกัดกระแส Icu 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

ก.7.3 การติดตั้งชุด Circuit breaker ย่อย มีรายละเอียดคือ เป็นชนิด Miniature circuit breaker, MCBs. เป็นชนิดใช้กับระบบไฟฟ้า 3 Phase 360-380 V. 50 Hz มีพิกัดกระแส Icu ไม่น้อยกว่า 3.5 kA. พิกัดกระแสไฟฟ้า AT ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของกระแสโหลดผ่านวงจร มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน IEC 898 หรือ IEC 947-2 ใช้สำหรับตัด-ต่อวงจรไฟฟ้าระหว่าง Main circuit breaker กับแผงควบคุมไฟฟ้าหลัก ของอาคาร หรืออาคารย่อย หรือกลุ่มอาคารย่อยที่กำหนด

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 และมาตรฐานอุตสาหกรรม



## 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 sq.mm. และต้องสามารถทนกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ไหลผ่านสายไม่น้อยกว่า 1.25 เท่า ได้อย่างปลอดภัย การต่อสายต้องยึดด้วยสกรูบน Terminal box ที่ติดตั้งอย่างเป็นระเบียบ แข็งแรงและปลอดภัย

ก.8.3 การเดินสายจากแผงโซลาร์เซลล์เพื่อเข้าระบบเชื่อมต่อสายส่ง ให้ใช้สายไม่น้อยกว่า 6 sq.mm. เดินสายในท่อ PVC หรือ ท่อโลหะมีความเรียบร้อยและสวยงาม

## ก.9 มีโรงเรือนคลุมอุปกรณ์ จำนวน 1 หลัง

โรงคลุมอุปกรณ์มีลักษณะวัสดุทำจากโลหะหรือวัสดุอื่นที่มีความแข็งแรงทนทาน ขนาดไม่น้อยกว่า 2x6 เมตร ใช้วัสดุโครงเหล็กมีหลังคาเฉียงหรือแผงโซลาร์เซลล์เพื่อสำหรับรักษาอุปกรณ์ควบคุมประมวลผลภายในมี มีช่องประตูและหน้าต่าง และมีเครื่องปรับอากาศขนาดไม่น้อยกว่า 9,000 BTU ประหยัดไฟเบอร์ 5 จำนวน 1 เครื่อง และมีที่นั่งสำหรับผู้ควบคุม ทั้งโรงเรือนสามารถทำการเคลื่อนย้ายได้

## ข. รายละเอียดเฉพาะของอุปกรณ์ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานลมแบบไม่เชื่อมต่อสายส่ง ขนาดกำลังผลิตไฟฟ้ารวมไม่น้อยกว่า 3,000 วัตต์ มีดังนี้

เป็นระบบการทำงานร่วมของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ และระบบผลิตไฟฟ้าที่ได้จากลม เพื่อที่จะนำไฟฟ้าที่ได้ทั้งสองอย่างนำมาชาร์ตลงแบตเตอรี่และนำพลังงานจากแบตเตอรี่แปลงนำมาใช้ไฟฟ้าสำหรับแสงสว่างในเวลากลางคืน มีรายละเอียดของอุปกรณ์ ดังนี้

### ข.1 มีแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียด ดังนี้

#### ก.1 มีแผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีรายละเอียด ดังนี้

ข.1.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกแผงต้องระบุเครื่องหมายการค้า รุ่น และค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด มีขนาดกำลังผลิตไฟฟ้าสูงสุดไม่ต่ำกว่า 120 Wp ต่อแผง ที่ค่าความเข้มแสงอาทิตย์ 1,000 W./m<sup>2</sup> อุณหภูมิแผงเซลล์ฯ 25 °C, Air mass 1.5 มีค่า Maximum system voltage ไม่น้อยกว่า 600 Vdc. 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

ข.1.2 มีกรอบแผงเซลล์ฯ (Frame) ที่แข็งแรงไม่เป็นสนิมและทนทานต่อสภาพแวดล้อม และสภาพภูมิอากาศได้ดี ด้านหลังของแผงเซลล์ฯ ต้องติดตั้งขั้วต่อสาย (Terminal box) ที่มีการปิดผนึกหรือกล่องต่อสายไฟฟ้า (Junction box) หรือมีฝาที่ปิดล็อกได้อย่างมั่นคง สามารถทนต่อสภาพอากาศ

และสภาวะแวดล้อมได้ดีและต้องมีวัสดุป้องกันน้ำซึมเข้า ภายในกล่องต่อสายไฟต้องมีขั้วต่อสายไฟที่มั่นคง แข็งแรง ทนทานต่อสภาวะการใช้งานภายนอกอาคารได้และมีอายุการใช้งานเทียบเท่าแผงเซลล์ฯ

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

ข.1.4 โรงงานผู้ผลิตแผงโซล่าเซลล์ต้องได้รับรองมาตรฐานสากล ISO 9001 และ ISO 14001 และ IEC 61215 หรือ IEC 61646

## **ข.2 มีโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 1 ชุด ต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้**

ข.2.1 มีเสาของชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ฯ เป็นเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว หรือวัสดุอื่นที่มีความแข็งแรงที่เทียบเท่าหรือดีกว่า วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ฯ ต้องเป็นเหล็ก ก หรือเป็นวัสดุอื่นที่มีความมั่นคง แข็งแรงเทียบเท่าหรือดีกว่า มีชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ฯ วางทำมุมกับแนวระนาบเป็นมุมเอียงประมาณ 15- 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 มีพิกัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสต้านขาเข้า (Input) ที่สามารถใช้ได้กับแรงดันไฟฟ้าสูงสุด (Vmp) และกระแสจ่ายออกสูงสุด (Imp) ของชุดแผงเซลล์ฯ ที่สภาวะ STC. มีอุปกรณ์หรือวงจรป้องกันความเสียหายเนื่องจากกระแสไฟฟ้าย้อนกลับจากชุดแบตเตอรี่ เมื่อด้าน Input อยู่ในสถานะเปิดวงจร (Open circuit)

ข.3.2 มีแรงดันไฟฟ้าขาออก (Output voltage) สามารถประจุไฟฟ้าเข้าชุดแบตเตอรี่ ได้ และระดับค่าแรงดันประจุปกติ Nominal voltage เหมือนกับแรงดันขาเข้าปกติ Nominal input voltage ของอินเวอร์เตอร์ในข้อ ข.4.2 และสามารถรับแรงดันขาเข้าของแผงโซล่าเซลล์ได้ไม่ต่ำกว่า 150 โวลต์ มีระบบปรับกระแสหรือแรงดันการประจุโดยอัตโนมัติตามสถานะพลังงานของแบตเตอรี่ เช่น Boost charge หรือ Bulk charge, Float charge เป็นต้น

ข.3.3 ระบบชาร์ตเป็นแบบ MPPT ( Maximum power point tracking) มีหน้าจอแบบ LCD หรือแบบอื่นที่สามารถแสดงข้อมูลแบบตัวเลข ประกอบด้วย ค่าพลังงานไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่แบบสะสม (Accumulated DC kWh) ค่าแรงดันไฟฟ้าชั่วขณะ (Real time DC Volt) และค่ากระแสไฟฟ้าชั่วขณะ (Real time DC Ampere) ในขณะที่อุปกรณ์ทำงานประจุแบตเตอรี่ สามารถจัดเก็บหรือบันทึกข้อมูลการผลิตไฟฟ้าลงในคอมพิวเตอร์ได้

## **ข.4 มีอุปกรณ์แสดงผลย่อยและจัดการควบคุมระบบ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้**

สามารถแสดงผลการทำงานของระบบเป็น Digital ทั้ง สถานะของแบตเตอรี่ และกำลังการชาร์จของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ มีระบบประมวลผลด้วย Microprocessor ไม่น้อยกว่า 16 MHz สามารถส่งข้อมูลแสดงผลเข้ากับระบบคอมพิวเตอร์ได้

#### **ข.5 มีระบบคอมพิวเตอร์ประมวลผลข้อมูล มีส่วนประกอบดังนี้**

ระบบประมวลผลไม่น้อยกว่า 2.6GHz หน่วยความจำชั่วคราวไม่น้อยกว่า 1GB DDR3 RAM up to 4GB มีช่องต่อ USB 2.0 Port (2 Front 4 Rear) มีความจำการเก็บข้อมูลไม่น้อยกว่า 30 GByte ระบบปฏิบัติการบน Windows XP หรือ 2007 หรือระบบปฏิบัติการที่สอดคล้องกับการทำงานของอุปกรณ์ที่เสนอ

#### **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<sub>d.c.</sub> หรือ 48 V<sub>d.c.</sub> มีแรงดันไฟฟ้าขาออก Nominal output voltage เป็นชนิด 220 V<sub>a.c.</sub> 50 Hz Output voltage regulation ไม่เกิน 5% ที่ Steady state load มี ฮาร์มอนิกของแรงดัน 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>a.c.</sub> 50 Hz. พิกัดแรงดันไฟฟ้าใช้งานระหว่าง 190-260 V<sub>a.c.</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 แสดงสถานะภาพการทำงานในสภาวะปกติและสภาวะผิดปกติ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติ หรือผลิตตามมาตรฐาน ANSI/IEEE C62.41-1991 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่า

#### **ข.8 มีแบตเตอรี่ จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้**

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

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

ข.8.3 มีชุดขาตั้งรองรับชุดแบตเตอรี่ที่ทำด้วยวัสดุที่ทนทานแข็งแรงต่อสภาพแวดล้อม มีการเชื่อมต่อแบตเตอรี่แต่ละลูกต้องใช้สายมีขนาดไม่น้อยกว่า 50 sqmm. มีระบบการเชื่อมต่อแบตเตอรี่ เป็นแบบ 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 เท่าของพิกัดกระแสโหลดสูงสุดที่ไหลผ่าน ต้องติดตั้งอยู่ในห้องควบคุมตัด-ต่อวงจรไฟฟ้า และอยู่ในตำแหน่งที่สามารถใช้งาน บำรุงรักษาได้อย่างสะดวก

ข.9.3 มีระบบสลับไฟฟ้าอัตโนมัติ (Automatic transfer switch) โดยไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานแสงอาทิตย์จะถูกจ่ายให้กับระบบแสงสว่างภายในอาคาร หากระบบเก็บประจุของพลังงานดังกล่าวไม่เพียงพอกับความต้องการของการทำงาน 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 และสามารถชาร์ตเข้าระบบแบตเตอรี่เดียวกันกับระบบผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ มีระบบควบคุมการชาร์ตประจุ สอดคล้องกับระบบแบตเตอรี่ มีระบบ Dummy load สำหรับป้องกันการทำงานสภาวะผิดปกติ

ข.10.3 มีระบบเบรกกังหันลมแบบเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า เพื่อหยุดกังหันลมก่อนมีพายุหรือลมแรงผิดปกติ เพื่อไม่เกิดความเสียหายต่อกังหันลม

ข.10.4 มีระบบเบรกกังหันลมแบบกลไก ซึ่งหางของกังหันลมต้องสามารถพับอัตโนมัติเมื่อมีลมแรงเกิน 16 เมตรต่อวินาที เพื่อเป็นการลดความเร็วในการหมุนของกังหันลมและช่วยไม่ให้เกิดความเสียหายต่อกังหันลม

ข.10.4 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 750 V. 70 °C และได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. 11-2531 หรือสายไฟฟ้าชนิดอื่นที่ดีกว่า ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 6 sq.mm. และต้องสามารถทนกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ไหลผ่านสายไม่น้อยกว่า 1.25 เท่า ได้อย่างปลอดภัย การต่อสายต้องยึดด้วยสกรูบน Terminal box ที่ติดตั้งอย่างเป็นระเบียบ แข็งแรงและปลอดภัย

ข.11.3 มีการเดินสายจากแผงโซลาร์เซลล์เพื่อเข้าระบบเชื่อมต่อสายส่ง ต้องใช้สายไม่น้อยกว่า 6 sq.mm. เดินสายในท่อ PVC หรือ ท่อโลหะมีความเรียบร้อยและสวยงาม

ข.11.4 มีการติดตั้งแบตเตอรี่และอุปกรณ์ต่างๆ ให้ติดตั้งอยู่ในโรงคลุมอุปกรณ์เดียวกับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เชื่อมต่อสายส่ง

### **ค. การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งระบบเชื่อมต่อสายส่งและไม่เชื่อมต่อสายส่ง มีรายละเอียดดังนี้**

ให้ผู้ขายดำเนินการขอติดตั้งระบบกับส่วนราชการหรือกระทรวงที่เกี่ยวข้องให้แล้วเสร็จก่อนจึงดำเนินการติดตั้ง ให้แล้วเสร็จสมบูรณ์ทุกประการ โดยมีรายละเอียดในการดำเนินงาน ดังนี้

**ค.1** การติดตั้งชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ฯ กำหนดให้ติดตั้งชุดแผงเซลล์ฯ หันด้านหน้า รับแสงอาทิตย์ไปทางทิศใต้ และวางเอียงทำมุมกับแนวระนาบทิศเหนือ-ใต้ ประมาณ 20 องศา ตำแหน่ง ที่ติดตั้งต้องอยู่ในที่โล่งไม่เกิดการบังเงาเนื่องจากต้นไม้ อาคารหรือสิ่งกีดขวางอื่นใดบนแผงเซลล์ฯ ตั้งแต่เช้า จรดเย็น และต้องปรับระดับพื้นดินบริเวณใต้ชุดแผงเซลล์ฯ ให้เหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศ โดยให้อยู่ในดุลพินิจของผู้ควบคุมงาน

**ค.2** วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ยึดแผงเซลล์ฯ และที่ใช้ยึดชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์ฯ จะต้องมีความเหมาะสมและเป็นวัสดุที่ทำจากสแตนเลส

**ค.3** อุปกรณ์หลักของระบบฯ ทุกรายการที่มีส่วนประกอบโครงสร้างเป็นโลหะและอุปกรณ์ที่ระบุ ให้มีสายดิน จะต้องต่อหลักดิน (Grounding equipment) โดยใช้สายไฟฟ้าหุ้มฉนวน PVC ชนิด THW แกนเดี่ยว ขนาดพื้นที่หน้าตัดไม่น้อยกว่า 10 sq.mm. ต่อกับ Ground rod ชนิดแท่งโลหะเคลือบทองแดง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว ความยาวไม่น้อยกว่า 5 ฟุต จำนวน 1 อัน จุดต่อสายหลักดินและจุดต่อร่วมต้องมีความมั่นคง แข็งแรงตามหลักวิชาการ

**ค.4** การเดินสายต่อวงจรไฟฟ้าระหว่างแผงเซลล์ฯ จะต้องต่อวงจรแบบอนุกรมและก่อนต่อเข้าขานานให้ใช้ Power diode ที่มีค่าไม่น้อยกว่า 25 Am และให้พิกัดแรงดันไฟฟ้า Output และกระแสไฟฟ้ามามีค่าเหมาะสมสอดคล้องกับ 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 sq.mm. ต้องจัดเก็บสายไฟฟ้าให้เป็นระเบียบ สวยงามและแสดง Code สีของสายไฟฟ้าอย่างชัดเจน จุดต่อรวมสายไฟของชุดแผงเซลล์ฯ หรือ DC junction box ต้องยึดบนขั้วต่อสายที่มั่นคง แข็งแรงและจัดเก็บอยู่ในกล่องพลาสติกหรือกล่องโลหะชนิดใช้งานภายนอกที่สามารถป้องกันฝุ่นและน้ำได้ และติดตั้งอย่างเหมาะสมมั่นคงและแข็งแรง

**ค.5** การเดินสายไฟระหว่างจุดต่อรวมสายไฟของชุดแผงเซลล์ฯ หรือ DC junction box กับ Safety switch กำหนดให้ใช้สายไฟฟ้า ชนิด VCT 2 แกน หุ้มฉนวน PVC พิกัดแรงดัน 750 V. 70 °C และได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. 11-2531 ขนาดสายไฟฟ้าต้องสามารถทนกระแสสูงสุดไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของพิกัดกระแส Imp ของชุดแผงเซลล์ฯ และต้องเป็นไปตามเงื่อนไขข้อ ข.24 โดยให้เดินสายภายในท่อพลาสติกอย่างหนาที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน มอก. 216-2524

**ค.6** การเดินสายไฟฟ้าระหว่างอุปกรณ์ประกอบระบบฯ แต่ละชนิดภายในอาคารโรงคลุมอุปกรณ์ ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด THW หรือชนิด VCT ขนาดทนพิกัดกระแสได้ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่า ของกระแสสูงสุดที่ไหลผ่านวงจร โดยต้องจัดสายไฟฟ้าอย่างเป็นระเบียบและเดินสายภายในท่อหรือ Wire way สำหรับงานไฟฟ้าที่มีขนาดเป็นไปตามหลักวิชาการเดินสายไฟฟ้าในท่อหรือ Wire way ที่มีฝาปิด ตำแหน่งเจาะช่องเปิดสำหรับสายไฟเข้าหรือออกจากท่อหรือ Wire way ต้องลบรอยเจาะและอุดปิดด้วย กาวซิลิโคนให้เรียบร้อย

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

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

**การรับประกันงาน 2 ปี นับจากวันตรวจรับการจ้าง**

**คณะกรรมการร่างขอบเขตงาน (TOR) และร่างเอกสารประกวดราคา**

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

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

..... กรรมการและเลขานุการ  
(นายสังวาลย์ บุตรศรีสวย)

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