

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร  
รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

โครงการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนในหน่วยงานภาครัฐ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร  
ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา Solar rooftop ขนาดกำลังติดตั้งไม่น้อยกว่า ๓๒๕ KWp  
มีรายละเอียดดังนี้

- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV Panel) จำนวน ๑,๐๑๖ แผง
- โครงสร้างรองรับและอุปกรณ์ประกอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Rack & Stack - PV Array Mounting Options and Accessories) ๓ ระบบ
- อุปกรณ์ประกอบสำหรับระบบป้องกัน (Protection System and Accessories) ๓ ระบบ
- อินเวอร์เตอร์สำหรับเชื่อมต่อกับระบบจำหน่าย (On - Grid Inverter) ๓ ระบบ
- ระบบตรวจวัด บันทึกข้อมูล ประมวลผลและแสดงผลการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Monitoring Systems) ๓ ระบบ
- ระบบน้ำสะอาดสำหรับการทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Clean Solar PV) ๓ ระบบ

**๑. แผงเซลล์แสงอาทิตย์** มีรายละเอียดดังนี้

๑.๑ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกรวม เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในประเทศไทยจากผู้ประกอบการที่มีใบอนุญาตประกอบกิจการ รง. ๔ หรือเอกสารการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (กนอ.) รับรอง และเป็นโรงงานที่ได้รับมาตรฐานระบบบริหารคุณภาพ ISO ๙๐๐๑ : ๒๐๑๕, TIS ๑๘๐๐๑:๒๕๕๔, OHSAS ๑๘๐๐๑ : ๒๐๐๗

๑.๒ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกแผงต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันทั้งระบบ และต้องระบุเครื่องหมายการค้า รุ่น และค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเหมือนกัน

๑.๓ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกแผงที่นำมาประกอบภายในระบบจะต้องเป็นของใหม่ ไม่ผ่านการใช้งานมาก่อนและไม่มีรอยตำหนิ

๑.๔ แผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละแผงจะต้องมีการติดตั้ง ๓ Schottky Bypass Diode และเป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์รุ่น ๔ บัสบาร์

๑.๕ กรอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Frame) ต้องทำมาจากวัสดุที่เป็นโลหะแข็ง ไม่เป็นสนิม ทนทานต่อสภาพแวดล้อม และภูมิอากาศได้ดี

๑.๖ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งขั้วต่อสาย(Terminal box) ที่มีการปิดผนึก และติดตั้งสายไฟมาพร้อมแผงเซลล์ฯ อย่างมั่นคง แข็งแรง หรือติดตั้งกล่องต่อสายไฟฟ้า (Junction box) ที่มีขั้วต่อสายไฟที่ติดตั้งภายในกล่องอย่างมั่นคง แข็งแรง และมีฝาปิดล๊อคกล่องสามารถป้องกันฝุ่นและละอองน้ำได้ มีการป้องกัน ๔ ชั้นและมีระดับการป้องกัน IP๖๗ หรือดีกว่า

๑.๗ แผงเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ต่อแผงมีคุณสมบัติ ที่สภาวะ Standard test condition (STC = Irradiance of ๑,๐๐๐ W/m<sup>๒</sup>, spectrum AM ๑.๕ and cell temperature ๒๕°C.) ดังนี้

- Maximum Power (Pmax/W) ไม่น้อยกว่า ๓๒๐ Wp
- Operating Voltage (Vmp/V) ไม่น้อยกว่า ๓๗.๔๐ V

.....กรรมการ  
.....กรรมการ  
.....กรรมการ

.....กรรมการ  
.....กรรมการ  
.....กรรมการ

.....กรรมการ  
.....กรรมการ  
.....กรรมการและเลขานุการ

- Operating Current (Imp/A) ไม่น้อยกว่า ๘.๕๕ A
- Open - Circuit Voltage (Voc/V) ไม่น้อยกว่า ๔๕ V
- Short - Circuit Current (Isc/A) ไม่เกิน ๙.๕๐ A
- Module Efficiency (%) ไม่น้อยกว่า ๑๖.๓๐
- Maximum System Voltage (V) เท่ากับ ๑,๐๐๐ VDC (IEC)
- Maximum System Voltage (V) เท่ากับ ๖๐๐ VDC (UL)
- Maximum Power Tolerance (W) ไม่เกิน  $\pm 3$

๑.๘ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ประกอบด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ไม่น้อยกว่า ๗๒ เซลล์ และแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีน้ำหนักไม่เกิน ๒๓ กิโลกรัม

๑.๙ เป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐานและเงื่อนไขการทดสอบตามมาตรฐาน มอก.๑๘๔๓ - ๒๕๕๓ (IEC ๖๑๒๑๕), มอก.๒๕๘๐ - ๒๕๕๕ (IEC๖๑๗๓๐) และมีเอกสารรับรองจากผู้ผลิตแสดงอย่างชัดเจน

๑.๑๐ ภายในแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องมีการผนึกด้วยสารกันความชื้น Ethylene Vinyl Acetate (EVA) หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า ด้านหน้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ปิดทับด้วยกระจกใสชนิด Tempered Glass หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่าและทนต่อแสง UV

๑.๑๑ ด้านหลังของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งกล่องต่อสายไฟฟ้า (Junction box) หรือหัวต่อสาย (Terminal box) ที่มีการปิดผนึกหรือที่มีการปิดผนึกหรือฝาปิดล้อย่างมั่นคง สามารถทนต่อสภาพอากาศและสภาวะแวดล้อมได้ดี และต้องมีวัสดุป้องกันการซึมของน้ำ ภายในกล่องต่อสายไฟต้องมีหัวต่อสายไฟที่ติดตั้งภายในกล่องอย่างมั่นคง แข็งแรง ทนทานต่อสภาวะการใช้งานภายนอกอาคารและมีอายุการใช้งานเทียบเท่ากับแผงเซลล์แสงอาทิตย์

๑.๑๒ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องได้รับการรับรองคุณภาพไม่น้อยกว่า ๑๐ ปี (Product Warranty) และรับประกันกำลังการผลิตไฟฟ้าไม่น้อยกว่าร้อยละ ๘๐ ในช่วงเวลา ๒๕ ปี โดยให้ผู้เสนอราคาแนบการรับประกันดังกล่าวมายื่น ณ วันยื่นข้อเสนอราคา

๑.๑๓ ต้องมีสำเนารับรอง (Certificate) ระบุการได้รับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ตามข้อ ๑.๙ โดยระบุใน Catalogue หรือมีเอกสารรับรองจากผู้ผลิตแสดงอย่างชัดเจน ยื่น ณ วันยื่นข้อเสนอราคา

๑.๑๔ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องเป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตในประเทศไทยและมีโรงงานตั้งอยู่ในประเทศไทย โดยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ดังกล่าว ต้องมีกระบวนการการผลิต และมีการประกอบเชื่อมต่อวงจรและเคลือบสารป้องกันความชื้น ตามกรรมวิธีที่ได้มาตรฐานประกอบกันเป็นแผงเซลล์สำเร็จรูปแล้วในประเทศไทย มาไม่น้อยกว่า ๓ ปี ทั้งนี้ผู้เสนอราคาจะต้องแสดงเอกสารใบ รง.๔ มาประกอบเพื่อการพิจารณา ด้วย

๑.๑๕ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่นำมาใช้ ผลิตจากโรงงานผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ภายในประเทศ และเป็นกิจการของคนไทย โดยแนบเอกสารรับรองผู้ผลิต ยื่น ณ วันยื่นข้อเสนอราคา

๑.๑๖ ผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการเท่านั้น และต้องมีหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายแนบ ณ วันยื่นข้อเสนอราคา

.....ประธานกรรมการ  
.....กรรมการ  
.....กรรมการ

.....กรรมการ  
.....กรรมการ  
.....กรรมการ

.....กรรมการ  
.....กรรมการ  
.....กรรมการและเลขานุการ

## ๒. โครงสร้างรองรับและอุปกรณ์ประกอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีรายละเอียดดังนี้

๒.๑ วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องเป็นเหล็กเคลือบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot dip galvanizing) ตามมาตรฐาน ASTM๑๒๓ หรือ BS (EN) ISO ๑๔๖๑ หรือ วัสดุสแตนเลส (Stainless steel) เกรด AISI ๓๑๖, ๓๑๖L, ๓๑๖Ti, ๓๑๗ หรือเกรดอื่นๆ ที่เทียบเท่าหรือดีกว่าหรือเป็นอลูมิเนียมเกรด ๖๐๐๕-T๕ หรือโลหะปลอดสนิม ที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า

๒.๒ ส่วนประกอบโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องสามารถถอดออกเป็นชิ้นส่วนและประกอบ ได้อย่างสะดวกและวางมุมกับแนวระนาบเป็นมุมเอียงเมื่อติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์แล้วสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้สูงสุด

๒.๓ วัสดุ อุปกรณ์จับยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ กับโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และอุปกรณ์จับยึดชุดโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ กับโครงสร้างหลังคาสถานที่ติดตั้งจะต้องมีขนาดที่เหมาะสม และเป็นวัสดุที่ทำจาก สแตนเลส (Stainless steel) หรือเป็นอลูมิเนียมเกรด ๖๐๐๕-T๕ หรือโลหะปลอดสนิมที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า

๒.๔ โครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องสามารถติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้อย่างมั่นคง แข็งแรง และประกอบยึดกับโครงสร้างหลังคาได้อย่างมั่นคงสามารถรับน้ำหนักและสามารถต้านทานแรงลมปะทะไม่น้อยกว่าความเร็วสูงสุดของพายุโซนร้อน (Tropical storm) ตามประกาศของกรมอุตุนิยมวิทยาได้อย่างปลอดภัย หรือสามารถต้านทานแรงลมปะทะตามข้อกำหนดของประเทศบัญญัติหรือตามระเบียบที่เกี่ยวข้องของหน่วยงานในพื้นที่ และน้ำหนักของโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องไม่สร้างความเสียหายต่อความแข็งแรงของโครงสร้างหลังคาและอาคารที่ติดตั้ง

## ๓. อุปกรณ์ประกอบสำหรับระบบป้องกัน(Protection System and Accessories)

### ๓.๑ อุปกรณ์ป้องกัน มีรายละเอียดดังนี้

๓.๑.๑ อุปกรณ์ควบคุมการตัด – ต่อดวงจรด้านไฟฟ้ากระแสตรง

๓.๑.๒ DC Fuse สำหรับป้องกันชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีรายละเอียดดังนี้

- ชนิด Fuse สำหรับโซลาเซลล์ ไม่น้อยกว่า ๑,๐๐๐ V
- ตั้ว DC Fuse มีระดับป้องกันน้ำและฝุ่นละออง ไม่น้อยกว่าระดับ IP๖๕
- ติดตั้งฟิวส์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Fuse) และฟิวส์กระแส
- ไฟฟ้า (Rated current) ไม่น้อยกว่า ๑.๒๕ เท่าของฟิวส์
- กระแสลัดวงจร (Isc) ที่สภาวะ STC ของชุดแผงเซลล์

๓.๑.๓ อุปกรณ์ควบคุมการตัด-ต่อดวงจรด้านไฟฟ้ากระแสสลับ AC circuit breaker สำหรับป้องกันและปลดวงจรอินเวอร์เตอร์ มีรายละเอียดดังนี้

๓.๑.๔ เป็นชนิด Molded case circuit breaker, MCCB ชนิด ๓ phase ๔๐๐V ๕๐Hz เทียบเท่าหรือดีกว่า

๓.๑.๕ เป็นผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน IEC ๖๐๘๙๘ หรือ IEC ๖๐๙๔๗ หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า

๓.๑.๖ ฟิวส์กระแสลัดวงจร Icu ตามผลการคำนวณแต่ต้องไม่น้อยกว่า ๑๐ kA และมีฟิวส์กระแส Ampere trip, AT ไม่น้อยกว่า ๑.๒๕ เท่าของฟิวส์กระแสจ่ายออกสูงสุด ที่ Unity power factor ของอินเวอร์เตอร์

.....ประธานกรรมการ  
 .....กรรมการ  
 .....กรรมการ

.....กรรมการ  
 .....กรรมการ  
 .....กรรมการ

.....กรรมการ  
 .....กรรมการ  
 .....กรรมการและเลขานุการ

๓.๑.๗ ติดตั้งอยู่ภายในตู้สำหรับอุปกรณ์โดยเฉพาะ

๓.๑.๘ อุปกรณ์ควบคุมการตัด-ต่อวงจรด้านไฟฟ้ากระแสสลับ AC circuit breaker สำหรับป้องกันและปิด-เปิดวงจรเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าของอินเวอร์เตอร์กับแผงจ่ายไฟฟ้าหลัก มีรายละเอียดดังนี้

๓.๑.๙ เป็นชนิด Molded case circuit breaker, MCCB ชนิด ๓ phase ๔๐๐V ๕๐Hz เทียบเท่าหรือดีกว่า

๓.๑.๑๐ เป็นผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน IEC ๖๐๘๙๘ หรือ IEC ๖๐๙๔๗ หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า

๓.๑.๑๑ พิกัดกระแสลัดวงจร Icu ตามผลการคำนวณหรือไม่น้อยกว่าพิกัดกระแสลัดวงจรของ main circuit breaker ของแผงควบคุมไฟฟ้าหลัก แต่ต้องไม่น้อยกว่า ๑๐ kA และมีพิกัดกระแส Ampere trip, AT ไม่น้อยกว่า ๑.๒๕ เท่าของพิกัดกระแสจ่ายออกสูงสุด ที่ Unity power factor ของอินเวอร์เตอร์

๓.๑.๑๒ ติดตั้งอยู่ภายในตู้แผงจ่ายไฟฟ้าหลัก (main load center) หรือ MDB (main distribution board) ตามความเหมาะสมในการออกแบบเพื่อประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งาน

### ๓.๒ สายไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

๓.๒.๑ เป็นสายไฟชนิด Photovoltaic wire ที่สามารถทนอุณหภูมิไม่น้อยกว่า ๘๐°C หรือเป็นสายไฟฟ้าชนิด ๐.๖/๑ KV CV ตามมาตรฐาน IEC ๖๐๕๐๒ หรือสายชนิดอื่นที่มีคุณสมบัติดีกว่า

๓.๒.๑ ด้านไฟฟ้ากระแสตรง มีขนาดทนกระแสสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า ๑.๒๕ เท่าของกระแสลัดวงจรของชุดแผงเซลล์ฯ (Isc) ที่สภาวะ STC

๓.๒.๒ ด้านไฟฟ้ากระแสสลับ มีขนาดทนกระแสสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า ๑.๒๕ เท่าของ กระแสไฟฟ้าสูงสุดของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

### ๓.๓ ท่อร้อยสายไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

๓.๓.๑ กรณีเป็นท่อ Polyethylene ต้องเป็นท่อชนิดความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene Pipe, HDPE) ชั้นคุณภาพ PN.๖ หรือดีกว่า และเป็นผลิตภัณฑ์ได้รับการรับรอง มอก.๙๘๒-๒๕๕๖

๓.๓.๒ กรณีเป็นท่อโลหะ ในการติดตั้งภายในอาคารต้องเป็นท่อโลหะร้อยสายไฟฟ้าชนิด EMT หรือดีกว่า ส่วนการติดตั้งภายนอกอาคารต้องเป็นท่อโลหะร้อยสายไฟฟ้าชนิด IMC หรือดีกว่า

### ๓.๔ กล่องรวมสาย (DC Junction Box) มีรายละเอียดดังนี้

๓.๔.๑ เป็นกล่องโลหะหรือกล่องพลาสติกแข็ง ชนิดใช้งานกลางแจ้ง (Outdoor type)

๓.๔.๒ สามารถป้องกันสิ่งรบกวนตาม Ingress Protection (IP) ที่ระดับ IP๖๕ หรือดีกว่า

๓.๔.๓ ต้องติดตั้งขั้วต่อสายไฟฟ้าภายในกล่องรวมสายอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ เป็นระเบียบ แข็งแรง และปลอดภัย

.....ประธานกรรมการ  
.....กรรมการ  
.....กรรมการ

.....กรรมการ  
.....กรรมการ  
.....กรรมการ

.....กรรมการ  
.....กรรมการ  
.....กรรมการและเลขานุการ

### ๓.๕ อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ากระชอกทางด้านกระแสตรง (DC Line Surge Protector)

มีรายละเอียดดังนี้

๓.๕.๑ ออกแบบเพื่อใช้กับไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับ PV โดยเฉพาะ

๓.๕.๒ มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน EN ๕๐๕๓๙-๑๑ หรือเทียบเท่า

๓.๕.๓ ติดตั้งในลักษณะต่อขนานทางด้านไฟฟ้ากระแสตรงจากแผงเซลล์

แสงอาทิตย์ ก่อนเข้าอินเวอร์เตอร์ชนิดต่อกับระบบจำหน่าย โดยให้มีการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ากระชอกทางด้านกระแสตรงไม่น้อยกว่า ๑ ชุด โดยติดตั้งในกล่องรวมสาย หากกรณีต้องติดตั้งภายนอก กล่องรวมสายจะต้องบรรจุในตู้โลหะ หรือโอโลหะที่มีลักษณะทนไฟ และมีฝาปิดตู้อย่างมิดชิด

๓.๕.๔ ชิ้นส่วนอุปกรณ์ภายในที่มีหน้าที่รับ Surge หรือไฟฟ้ากระชอกเป็น Metal Oxide Varistor (MOV) เท่านั้น และชิ้นส่วนนี้ต้องบรรจุภายในโลหะที่แข็งแรง Metal Housing. สามารถติดตั้งได้บนราง DIN ๓๕ mm.

### ๓.๖ อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ากระชอกทางด้านกระแสสลับ (AC Line Surge Protector)

จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุดต่อระบบ มีรายละเอียดดังนี้

๓.๖.๑ สำหรับใช้กับระบบไฟฟ้า ๓ phase ๔๐๐V ๕๐Hz

๓.๖.๒ มีคุณสมบัติสามารถป้องกัน (Mode of protection) ต้องสามารถป้องกันไฟฟ้ากระชอกระหว่าง phase กับ phase (L-L), phase กับ ground (L-G), phase กับ neutral (L-N)

๓.๖.๓ ผลิตจากโรงงานมาตรฐาน และผลิตรทดสอบเป็นไปตามมาตรฐาน

ANSI/IEEE ๖๒.๔๑-๑๙๙๑, ANSI/IEEE ๖๒.๔๑.๑-๒๐๐๒ และ IEC ๖๑๖๔๓-๑-๒๐๐๒-๐๑

### ๔. อินเวอร์เตอร์สำหรับเชื่อมต่อกับระบบจำหน่าย (On - Grid Inverter)

๔.๑ เป็นอินเวอร์เตอร์ชนิด Transformerless ขนาดไม่น้อยกว่า ๒๐ kw

๔.๒ เป็นอินเวอร์เตอร์ที่ถูกออกแบบให้สามารถเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้า (Grid connected Inverter) ได้โดยตรง

๔.๓ เป็นอินเวอร์เตอร์ที่ถูกออกแบบสำหรับเชื่อมต่อโครงข่ายไฟฟ้า (Grid-Connected Inverter) ได้โดยตรงเท่านั้น โดยได้รับการตรวจสอบขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์อินเวอร์เตอร์และยอมรับจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ปี ๒๕๕๙

๔.๔ อินเวอร์เตอร์แบบ String Inverter ต้องเป็นชนิด ๓ phases และมี MPP Tracker ไม่ต่ำกว่า ๒ชุด

๔.๕ มีคุณสมบัติกระแสไฟฟ้า ด้าน DC ดังนี้

- แรงดัน (MPP voltage range) รองรับแรงดันขาเข้าช่วงต่ำได้ไม่ต่ำกว่า ๓๐๐ V และรองรับ แรงดันขาเข้าช่วงสูง ไม่เกิน ๑,๐๐๐ V

- ค่าสูงสุดของกระแสเข้า (Max Input Current) ไม่ต่ำกว่า ๒๖ A

๔.๖ มีคุณสมบัติกระแสไฟฟ้า ด้าน AC ดังนี้

- พิกัดกำลังไฟฟ้า(AC apparent power) มีขนาดไม่น้อยกว่า ๒๐ KVA

- พิกัดกระแสไฟฟ้าขาออก (Max Rated Output Current) ไม่น้อยกว่า ๒๙ A

- มีค่า Power factor มากกว่า ๐.๘ ที่กำลังไฟฟ้าสูงสุด (Power Factor at rate power)

.....ประธานกรรมการ  
 .....กรรมการ  
 .....กรรมการ

.....กรรมการ  
 .....กรรมการ  
 .....กรรมการ

.....กรรมการ  
 .....กรรมการ  
 .....กรรมการและเลขานุการ

- มีความสามารถในการปรับค่า Power factor ได้ตั้งแต่ ๐.๘ Over excite ถึง ๐.๘ Under excite

- พิกัดค่าความถี่ของสัญญาณไฟฟ้า (Rated Frequency) เท่ากับ ๕๐ Hz

#### ๔.๗ สภาพแวดล้อมในการทำงาน

- Operating Temperature : - ๒๕° c ถึง ๖๐°c

- Maximum permission value for relative Humidity : ๐ - ๙๕ % RH

- มีระบบระบายอากาศ

๔.๘ ประสิทธิภาพสูงสุด (Max. Efficiency) ไม่น้อยกว่าร้อยละ ๙๘.๐

๔.๙ มีระบบติดตามจุดที่ให้กำลังผลิตสูงสุด (Maximum Power Point Tracking)

๔.๑๐ มีระบบป้องกันจากความผิดปกติของระบบไฟฟ้าอย่างน้อยดังนี้

- Over / Under voltage

- Over / Under frequency

- มี DC Switch ติดตั้งมาเรียบร้อย

๔.๑๑ อินเวอร์เตอร์ ต้องมีความสามารถในการเชื่อมต่อผ่าน port มาตรฐาน RS ๔๘๕

ไม่น้อยกว่า ๑ ชุด หรือ Ethernet (LAN) ไม่น้อยกว่า ๑ ชุด

๔.๑๒ รับประกันไม่น้อยกว่า ๕ ปี

๔.๑๓ ผลิตภัณฑ์ต้องมีศูนย์บริการบำรุงรักษา (Maintenance & Service Center)

ในประเทศไทย

๔.๑๔ เป็นผลิตภัณฑ์อินเวอร์เตอร์ที่มีรายชื่อผลทดสอบเป็นไปตามข้อกำหนดการ

เชื่อมต่อระบบ โครงการไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และการไฟฟ้านครหลวง

### ๕. ระบบตรวจวัด บันทึกข้อมูล ประมวลผลและแสดงผลการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ มีรายละเอียดดังนี้

#### ๕.๑ เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

๕.๑.๑ DC Current Sensor สามารถตรวจวัดได้อย่างน้อยทุก ๆ MPPT ของอินเวอร์เตอร์ที่ใช้ในระบบ ค่า accuracy ต้องดีกว่าร้อยละ ๑% of the reading

๕.๑.๒ DC Voltage Sensor สามารถตรวจวัดได้อย่างน้อยทุก ๆ อินเวอร์เตอร์ที่ใช้ในระบบ ค่า accuracy ต้องดีกว่าร้อยละ ๑% of the reading

๕.๑.๓ เครื่องมือวัดการใช้พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับแบบดิจิทัล (Digital AC Power Meter) สำหรับใช้วัดกำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบฯ จะต้องติดตั้งพร้อมอินเวอร์เตอร์แต่ละตัวที่จ่ายให้อาคาร จำนวน ๑ ชุด/อินเวอร์เตอร์ และสำหรับใช้วัดการใช้พลังงานของอาคาร จำนวน ๑ ชุด/อาคาร สามารถวัดการใช้พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับรวมทั้งค่าทางไฟฟ้าอื่น ๆ แบบ Real time โดยอ่านข้อมูลที่วัดได้ทั้งหน้าจอแสดงผลและสามารถส่งข้อมูลที่วัดไปยังระบบบันทึกข้อมูลและแสดงผลการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์โดยผ่านระบบสื่อสารข้อมูล พร้อมอุปกรณ์ประกอบการติดตั้ง มีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

.....ประธานกรรมการ  
.....กรรมการ  
.....กรรมการ

.....กรรมการ  
.....กรรมการ  
.....กรรมการ

.....กรรมการ  
.....กรรมการ  
.....กรรมการและเลขานุการ

- ความแม่นยำในการวัดไม่น้อยกว่า ๐.๕% ของค่าที่อ่าน
- Voltage : Line to Neutral per Phase, ๓ Phase Line to Line and Min/Max
- Power : kW, kVAR, kVA Per Phase and Total ๓ Phase
- Power factor : Per Phase and Total ๓ Phase
- Frequency : ๕๕-๖๕ Hz
- Energy : kWh, kVAh, kVARh Per Phase and Total ๓ Phase
- Demand: Max, Demand
- Nominal Input Voltage : Direct to ๔๐๐V Line to Line
- Input current : suitable for ๕ A CT secondary rating
- Overload : ๑๐A max continuous (๕๐A for ๑ second)
- Sensing/Masurement : ๑ sec. update
- Programmable : Both CT and PT ratio
- Burden : Not more than ๖ VA
- Display : LCD or LED display

## ๕.๒ อุปกรณ์แสดงผล

๕.๒.๑ ข้อมูลที่ประมวลผลแล้วจะต้องแสดงผลการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ในบริเวณ โถงทางเข้าอาคาร อาคารละ ๑ จุด และห้องควบคุมกลาง ๑ จุด รวมทั้งหมด ๔ จุดโดยผู้เสนอราคา จะต้องติดตั้งจอแสดงผลและเดินสายสัญญาณผ่านระบบเครือข่าย Internet และ Ethernet ของมหาวิทยาลัย ฯ ดังแสดงตามไดอะแกรม

๕.๒.๒ จอแสดงผลปริมาณการผลิตไฟฟ้า เป็นแบบ Smart TV พร้อมอุปกรณ์ จับยึดแขวน หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า ๔๒ นิ้ว มีความละเอียดหน้าจอระดับ HD ขึ้นไป มีขั้วต่อแบบ HDMI Input

## ๕.๓ การบันทึกผลและแสดงผลการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

๕.๓.๑ อ่านค่าและแสดงผล แบบ Real time สามารถแสดงผลการนำข้อมูลที่ อ่านได้คำนวณหาประสิทธิภาพของชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ปริมาณการลดการปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> สัดส่วนการใช้พลังงานของระบบผลิตฯ แต่ละอาคาร ฯลฯ แบบ Real time ทั้งรูปแบบตัวเลขและกราฟต่าง ๆ และสามารถเรียกดูย้อนหลังได้

๕.๓.๒ แสดงค่าสูงสุด-ต่ำสุด ค่าเฉลี่ยเป็นรายวัน, รายเดือน, รายปี และตามช่วงเวลาที่เลือกได้

๕.๓.๓ แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละอาคาร และพลังงานไฟฟ้า ที่ผลิตได้จากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ติดตั้งอยู่แต่ละอาคาร รวมถึงพลังงานไฟฟ้ารวมที่ระบบผลิตได้ เช่น Voltage, Current, Frequency, Power Factor, kWh, kVAR และค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า โดยจะต้องสามารถป้อนอัตราค่าไฟฟ้าแบบต่าง ๆ ได้โดยแสดงค่าเป็นเวลาปัจจุบันได้ รายวัน, รายเดือน, รายปี

๕.๓.๔ ผลประหยัดและปริมาณการลดก๊าซ CO<sub>2</sub> สามารถแสดงผลเป็นเวลาปัจจุบันได้

.....ประธานกรรมการ  
 .....กรรมการ  
 .....กรรมการ

.....กรรมการ  
 .....กรรมการ  
 .....กรรมการ

.....กรรมการ  
 .....กรรมการ  
 .....กรรมการและเลขานุการ

๕.๓.๕ สามารถจัดเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติทุก ๆ ๕ นาที หรือตามทีมวิทยาลัย ๆ กำหนด และสามารถเก็บข้อมูลทั้งหมดได้ไม่น้อยกว่า ๒ ปี

๕.๓.๖ สามารถตั้งสัญญาณแจ้งเตือน (Alarm) เมื่อมีเหตุการณ์ใด ๆ ผิดปกติและบันทึกการแจ้งเตือนตามเหตุการณ์นั้น ๆ

๕.๓.๗ สามารถบันทึกและส่งออกข้อมูลที่ได้จากการวัดและคำนวณในรูปแบบของ Microsoft Excel โดยอัตโนมัติ

**๖. ระบบน้ำสะอาดสำหรับการทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์**

ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

- ปัมพ์อัตโนมัติขนาด ๐.๗๕ แรงม้า ใช้กับระบบไฟฟ้า ๑ เฟส ๒๒๐ - ๒๕๐ โวลต์ ๕๐ เฮิร์ตจำนวน
- ระบบท่อน้ำประปาแบบพีวีซีขนาด ๑/๒ นิ้ว คุณภาพชั้น ๑๓.๕ พร้อมอุปกรณ์
- ระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ตัดตอน สำหรับปัมพ์อัตโนมัติ
- สายยางใส่ขนาด ๑/๒ นิ้ว ยาว ๑๐๐ เมตร
- อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ

**ข้อกำหนดการติดตั้งและการทดสอบระบบเซลล์แสงอาทิตย์**

๑. ผู้ดำเนินการติดตั้งต้องสำรวจพื้นที่จริง และออกแบบรายละเอียดการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ โดยให้รายละเอียดการติดตั้งระบบและการจัดทำ Shop drawing รายการคำนวณที่เกี่ยวข้อง รวมทั้ง บัญชีแสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ที่ระบุยี่ห้อ พร้อม catalog ของวัสดุ และอุปกรณ์ที่แสดงคุณสมบัติตามเงื่อนไขที่กำหนด รวมทั้งเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

๒. การออกแบบรายละเอียดการติดตั้งระบบและการจัดทำ Shop drawing รายการคำนวณที่เกี่ยวข้อง ผู้เสนอราคาต้องดำเนินการและลงนามรับรองความถูกต้องโดยวิศวกรผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมจากสภาวิศวกร

๓. ก่อนการติดตั้งผู้รับจ้างต้องดำเนินการทดสอบคุณสมบัติแผงเซลล์แสงอาทิตย์จำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ ๑ ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ส่งมอบทั้งหมด ณ โรงงานที่ผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน IEC ๖๑๒๑๕ หรือ IEC ๖๑๖๔๖ โดยมีหัวข้อการทดสอบคือ Visual inspection, Maximum power determination และ Insulation test โดยค่าใช้จ่ายในการทดสอบให้ผู้รับจ้างเป็นผู้รับผิดชอบ หากในการทดสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์เกิดการชำรุด เสียหาย ผู้รับจ้างต้องดำเนินการจัดหาแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาทดแทนของเดิมที่ชำรุด ทั้งนี้ผู้รับจ้างจะต้องจัดหายานพาหนะรับ-ส่ง คณะกรรมการตรวจรับ หรือ ผู้ที่ได้รับมอบหมาย ไปร่วมทดสอบในวันดังกล่าวด้วย

๔. การติดตั้งแผงเซลล์ฯ ต้องให้ด้านรับแสงอาทิตย์ของแผงเซลล์ หันไปทางทิศใต้หรือทิศใกล้เคียงทิศใต้ที่สามารถยอมรับได้และวางเอียงทำมุมกับแนวระนาบทิศเหนือ-ใต้ ประมาณ ๑๐-๒๐ องศาหรือตามแนวลาดเอียงของหลังคาอาคารเป้าหมาย ตำแหน่งติดตั้งแผงเซลล์ฯ ต้องอยู่ในพื้นที่โล่งและไม่เกิดการบังเงาบนแผงเซลล์ฯ ที่อาจก่อให้เกิด Hot Spot โดยผู้ดำเนินการติดตั้งต้องแนบเอกสารแสดง Shading Simulation

.....ประธานกรรมการ	.....กรรมการ	.....กรรมการ
.....กรรมการ	.....กรรมการ	.....กรรมการ
.....กรรมการ	.....กรรมการ	.....กรรมการและเลขานุการ



๕. การติดตั้งแผงเซลล์ฯ บนหลังคากรณีติดตั้งบนวัสดุหลังคา จะต้องมียุ้งว่างระหว่างพื้นผิวหลังคาส่วนที่สูงที่สุดกับส่วนที่ต่ำที่สุดของแผงเซลล์ฯ ไม่น้อยกว่า ๑๐ เซนติเมตร และกรณีติดตั้งบนคาน้ำของอาคารจะต้องมียุ้งว่างระหว่างพื้นผิวดาดฟ้ากับส่วนที่ต่ำที่สุดของแผงเซลล์ฯ ไม่น้อยกว่า ๕๐ เซนติเมตร

๖. การต่อวงจรชุดแผงเซลล์ฯ ต้องเป็นไปตามหลักวิชาการโดยอ้างอิงตามมาตรฐาน มอก. ๒๕๗๒ และติดตั้งทางไฟฟ้า-ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าพลังแสงอาทิตย์ หรือตามมาตรฐาน

IEC ๖๐๓๖๔-๗-๗๑๒ Requirements for special installations or locations - Solar photovoltaic (PV) Power supply systems หรือตามคู่มือแนะนำการติดตั้งแผงเซลล์ฯ ของผู้ผลิต (ถ้ามี)

๗. การเดินสายไฟระหว่างแผงเซลล์ฯ ให้ใช้สายไฟฟ้าที่ติดตั้งมาพร้อมกับ Terminal box ของแผงเซลล์ฯ และต่อวงจรให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ

๘. ชุดแผงเซลล์ อุปกรณ์ของระบบ ฯ ทุกรายการที่มีโครงสร้างเป็นโลหะและหรือ อุปกรณ์ที่ระบุให้ มีการต่อสายดินจะต้องต่อวงจรสายดินให้ครบถ้วน โดยให้ดำเนินการตามหลักวิชาการ หรืออ้างอิงตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๕๖

๙. การกำหนดขนาดสายไฟฟ้า ต้องมีพิกัดทนกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า ๑.๒๕ เท่าของกระแสสูงสุดผ่านวงจรและมีค่าแรงดันสูญเสียในสายไฟฟ้า (Voltage drop) ไม่เกินข้อกำหนดดังนี้

- ด้านระบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC Side) กำหนดให้ขนาดสายไฟฟ้าจากชุดแผงเซลล์ฯ แต่ละสาขา (PV string) ถึงอินเวอร์เตอร์ มีแรงดันไฟฟ้าสูญเสียในสายไม่เกินร้อยละ ๓ ที่พิกัดจ่ายกระแสไฟฟ้าสูงสุด (Imp) ของชุดแผงเซลล์ฯ โดยเทียบกับค่าแรงดันสูง (Vmp) ของชุดแผงเซลล์ฯ ที่สภาวะ STC.

- ด้านระบบไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Side) กำหนดให้ขนาดสายไฟฟ้าจาก Output ของอุปกรณ์แปลงผันไฟฟ้าถึงจุดเชื่อมต่อกับสายไฟระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า มีแรงดันไฟฟ้าสูญเสียในสายไม่เกินร้อยละ ๓ โดยเทียบกับค่าแรงดันไฟฟ้าด้าน (Output) ตามพิกัดที่ (Unity power factor)

๑๐. กรณีเดินสายในท่อร้อยสายไฟฟ้า ให้ใช้ท่อร้อยสายไฟฟ้าชนิด HDPE หรือดีกว่า สำหรับสายไฟฟ้าภายนอกอาคารและใช้ท่อโลหะชนิด EMT หรือดีกว่า สำหรับสายไฟฟ้าภายในอาคาร

๑๑. การติดตั้งอุปกรณ์ประกอบระบบทุกรายการต้องเป็นระเบียบ สามารถใช้งานหรือตรวจสอบได้สะดวก การต่อสายไฟฟ้าของระบบต้องยึดด้วยขั้วต่อสายทางไฟฟ้าที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ

๑๒. วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างจริง (As Built) หากมีปริมาณวัสดุน้อยกว่ารายการตามบัญชีแสดงปริมาณงาน ราคาวัสดุก่อสร้างและค่าแรงงาน ผู้เสนอราคาจะต้องยินยอมให้ผู้ว่าจ้างปรับลดราคาลง

๑๓. ผู้เสนอราคาต้องติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพแวดล้อม เช่น Ambient Sensor, Module Temperature Sensor, Pyranometer เป็นต้น

๑๔. ผู้เสนอราคาต้องติดตั้งระบบติดตามผลระยะไกล (Remote monitoring system) โดยติดตั้ง จำนวน ๑ ชุด โดยติดตั้งที่บริเวณอาคารที่ทางมหาวิทยาลัยฯ จัดไว้ให้

๑๕. ผู้เสนอราคาต้องทำการตรวจสอบระบบโซลาร์เซลล์ทั้งระบบหลังการติดตั้ง โดยเสนอแผนการบำรุงรักษาตามกำหนดระยะเวลา ๒ ปี อันได้แก่

- ทางไฟฟ้า ประกอบด้วย Watt, Voltage, Current, Frequency, Harmonic และ insulation test. ของอุปกรณ์ ตู้Main, String, Array, Grounding, Inverter, AC Combine, DC Combine เป็นต้น

- ทางกายภาพ ประกอบด้วย ระยะเวลา, ค่าการชันแน่นของจุดยึดอุปกรณ์, รอยรั่วหลังคา, การผิตรูของอุปกรณ์, การฉีกขาดของสายไฟ, ขั้วหัวต่อ(MC๔) เป็นต้น

.....ประธานกรรมการ  
.....กรรมการ  
.....กรรมการ

.....กรรมการ  
.....กรรมการ  
.....กรรมการ

.....กรรมการ  
.....กรรมการ  
.....กรรมการและเลขานุการ

๑๖. ผู้เสนอราคาต้องจัดเก็บอินเวอร์เตอร์ ในอาคารที่ติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์ เพื่อป้องกันฝุ่นละอองจากภายนอก

๑๗. ผู้เสนอราคาต้องจัดสร้างทางเดินบนหลังคา เพื่อความสะดวกในการซ่อมบำรุง

๑๘. ผู้เสนอราคาต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าย้อนกลับขึ้นสายส่ง ตามมาตรฐานที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำหนด

๑๙. ผู้เสนอราคาต้องสนับสนุนเอกสารที่เกี่ยวข้องในการอนุญาตเชื่อมต่อบริษัทผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์กับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคให้แล้วเสร็จ และให้มีวิศวกรผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมจากสภาวิศวกร

๒๐. ผู้เสนอราคาต้องดำเนินการทดสอบการทำงานของระบบให้เป็นไปตามเงื่อนไขข้อกำหนด/ระเบียบที่เกี่ยวข้อง เพื่อแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถทำงานได้ โดยให้มีเครื่องมือแสดงข้อมูลทางไฟฟ้าขณะที่ระบบทำงานเป็น Real time เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และความถี่ เป็นต้น

๒๑. การติดตั้งอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ ให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิตและมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย:ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา

๒๒. แนวทางในการออกแบบเพื่อการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาแสดงในเอกสารแนบ (ผลิตภัณฑ์ที่ระบุในแบบเป็นเพียงอุปกรณ์ที่ใช้ในการจำลองโปรแกรมเท่านั้น) โดยผู้รับจ้างสามารถปรับเปลี่ยนวิธีการติดตั้งได้ตามความเหมาะสมและดุลยพินิจของมหาวิทยาลัยฯ

### ขอบเขตความรับผิดชอบ และการตรวจสอบรายการและข้อกำหนด

#### ที่ผู้เสนอราคาแนบประกอบการพิจารณา

๑. ผู้เสนอราคาต้องตรวจสอบรายการและข้อกำหนดต่าง ๆ จนเข้าใจถึงเงื่อนไขต่าง ๆ โดยละเอียด

๒. ผู้เสนอราคาต้องจัดหารายละเอียดของวัสดุ อุปกรณ์เสนอ รายละเอียดวัสดุ อุปกรณ์แต่ละอย่างให้เสนอแยกกัน โดยวัสดุ อุปกรณ์เสนอที่นำเสนอมust เป็นสินค้าที่ผลิตในประเทศไทยในสัดส่วนไม่น้อยกว่าร้อยละ ๘๐ เปอร์เซ็นต์ ตามบัญชีแสดงปริมาณงาน เพื่อเป็นการส่งเสริมกิจการภายในประเทศ พร้อมทั้งแนบเอกสารพร้อมแบบหลักฐานผู้ประกอบการ และเอกสารสนับสนุน แคตตาล็อก หรือ เอกสาร Cut sheet ของสินค้า โดยมีเครื่องหมายชื่อก รุ่น ขนาด และจัดทำตารางเปรียบเทียบเรียงลำดับให้เข้าใจง่าย เพื่อประกอบการพิจารณา

๓. ผู้เสนอราคาต้องให้เจ้าหน้าที่ วิศวกรผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมจากสภาวิศวกรของบริษัทที่รับผิดชอบการออกแบบระบบ ตรวจสอบพื้นที่การติดตั้งตามเวลาที่หน่วยงานกำหนดและแสดงเอกสารที่ได้รับหมายให้เป็นผู้รับผิดชอบ

.....ประธานกรรมการ  
.....กรรมการ  
.....กรรมการ

.....กรรมการ  
.....กรรมการ  
.....กรรมการ

.....กรรมการ  
.....กรรมการ  
.....กรรมการและเลขานุการ

๔. ผู้เสนอราคาต้องส่งแบบการติดตั้งระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วยแบบรายละเอียดการติดตั้ง, single line diagram แบบพลังงานแสงอาทิตย์และอุปกรณ์ประกอบทั้งหมดที่รับรองจากเจ้าหน้าที่วิศวกรที่เข้าสำรวจพื้นที่เพื่อประกอบการพิจารณา

๕. ผู้เสนอราคาต้องแสดงเอกสารแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตสินค้า เพื่อประกอบการพิจารณา

### การรับประกันคุณภาพและการบำรุงรักษา

๑. ผู้เสนอราคาต้องรับประกันผลงาน อุปกรณ์ประกอบระบบทั้งหมดและมีการบริการหลังการส่งมอบผลงานและติดตั้ง ไม่น้อยกว่า ๑ ปี สำหรับวัสดุ อุปกรณ์ และระบบเซลล์แสงอาทิตย์ฯ ตามที่ระบุไว้ในข้อ ๓ หากเกิดการชำรุด เสียหายและระบบขัดข้อง ผู้เสนอราคาต้องดำเนินการแก้ไข ซ่อมแซมหรือเปลี่ยน ณ สถานที่ติดตั้ง ให้สามารถใช้งานได้ตามปกติ ภายใน ๗ วัน นับจากวันที่แจ้งให้ทราบ

๒. ผู้เสนอราคาต้องจัดเตรียมช่างผู้เชี่ยวชาญไว้สำหรับตรวจ ซ่อมแซมและบำรุงรักษา อุปกรณ์ทุกส่วนในระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ฯ ให้อุปกรณ์อยู่ในสภาพดี สามารถใช้งานได้เสมอและปราศจากข้อบกพร่อง ตลอดระยะเวลารับประกัน โดยเสนอแผนการบำรุงรักษาระบบกับมหาวิทยาลัยฯ

๓. ผู้เสนอราคาต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการรับประกันคุณภาพงานจ้าง ในโครงการนี้ เช่น การซ่อมแซมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ การแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ การสำรองอุปกรณ์ การขนส่ง ค่าที่พัก ค่าเดินทางและค่าแรงงาน รวมทั้งค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่อาจเกิดขึ้น

### ระยะเวลาส่งมอบและการชำระเงิน

ภายใน ๑๘๐ วัน นับถัดจากวันทำสัญญา โดยแบ่งการส่งมอบและการชำระเงินเป็นงวด ๆ ดังนี้

งวดที่ ๑ จะจ่ายเงินให้ ๒๐% เมื่อผู้ขายได้ทำการดังนี้

๑.๑ ผู้ขายเสนอแผนการทำงานทั้งหมด

๑.๒ ผู้ขายดำเนินการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา

(Solar Rooftop) พร้อมอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง แล้วเสร็จไม่น้อยกว่า ๒๕%

๑.๓ ผู้ขายจัดทำรายงานฉบับที่ ๑ แล้วเสร็จ

กำหนดแล้วเสร็จ ๔๕ วันนับถัดจากวันทำสัญญา

งวดที่ ๒ จะจ่ายเงินให้ ๓๐% เมื่อผู้ขายได้ทำการดังนี้

๒.๑ ผู้ขายดำเนินการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา

(Solar Rooftop) พร้อมอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง แล้วเสร็จไม่น้อยกว่า ๕๕%

๒.๒ ผู้ขายจัดทำรายงานฉบับที่ ๒ แล้วเสร็จ

กำหนดแล้วเสร็จ ๙๐ วันนับถัดจากวันทำสัญญา

.....ประธานกรรมการ  
.....กรรมการ  
.....กรรมการ

.....กรรมการ  
.....กรรมการ  
.....กรรมการ

.....กรรมการ  
.....กรรมการ  
.....กรรมการและเลขานุการ

งวดที่ ๓ จะจ่ายเงินให้ ๓๐% เมื่อผู้ขายได้ทำการดังนี้

- ๒.๑ ผู้ขายดำเนินการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา (Solar Rooftop) พร้อมอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง แล้วเสร็จไม่น้อยกว่า ๘๕%
- ๒.๒ ผู้ขายจัดทำรายงานฉบับที่ ๓ แล้วเสร็จ กำหนดแล้วเสร็จ ๑๓๕ วันนับจากวันทำสัญญา

งวดที่ ๔ จะจ่ายเงินให้ ๒๐% เมื่อผู้ขายได้ทำการดังนี้

- ๔.๑ ผู้ขายดำเนินการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา (Solar Rooftop) พร้อมอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง แล้วเสร็จทั้งหมด
- ๔.๒ ผู้ขายจัดทำรายงานฉบับที่ ๔ แล้วเสร็จ กำหนดแล้วเสร็จ ๑๘๐ วันนับจากวันทำสัญญา

### สิ่งที่ต้องส่งมอบ

๑. เอกสารประกอบการอบรม ได้แก่

- การออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน ๓ ชุด
- การใช้งานและบำรุงรักษาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน ๓ ชุด

๒. ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาดไม่น้อยกว่า ๓๒๕ kWp

๓. ระบบติดตามผลระยะไกลที่สามารถติดตามการทำงานของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ผ่าน internet ได้ พร้อมการติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อติดตามผล จำนวน ๑ ชุด

๔. แบบแปลนที่รับรองโดยวิศวกร ได้แก่

- ระบบไฟฟ้า ของระบบทั้งหมด จำนวน ๓ ชุด
- โครงสร้างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และผังการต่อระบบทั้งหมดตามหน้างานจริง (as built drawing) จำนวน ๓ ชุด ทั้งในรูปแบบของไฟล์ข้อมูล(.dwg หรือ .skp) และแบบขนาด A๓

๕. เอกสารรับประกันอุปกรณ์หลักสองชนิดคือ แผงโซลาร์เซลล์และอินเวอร์เตอร์

๖. คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาระบบ จำนวน ๓ ชุด

๗. คู่มือการใช้งานของอุปกรณ์และเครื่องมือวัดทุกตัวในระบบ จำนวน ๓ ชุด

๘. คู่มือการใช้งานโปรแกรมระบบวัดระยะไกล จำนวน ๓ ชุด

๙. แผนการบำรุงรักษาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน ๓ ชุด

๑๐. รายงานผลการอบรม

.....ประธานกรรมการ  
.....กรรมการ  
.....กรรมการ

.....กรรมการ  
.....กรรมการ  
.....กรรมการ

.....กรรมการ  
.....กรรมการ  
.....กรรมการและเลขานุการ

## ข้อสงวนสิทธิ์และการรักษาความลับ

ผู้เสนอราคาต้องไม่เปิดเผยข้อมูลที่เป็นความลับโดยเฉพาะข้อมูลจากระบบติดตามผลระยะไกลของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ไม่ว่าทั้งหมดหรือแต่บางส่วนให้แก่บุคคลใดหรือองค์กรใดทราบ เว้นแต่จะเป็นการเปิดเผยข้อมูลที่เป็นความลับให้แก่ลูกจ้างหรือพนักงานของคู่สัญญา ฝ่ายผู้รับข้อมูลที่ต้องเกี่ยวข้องโดยตรงกับข้อมูลที่เป็นความลับนั้น และคู่สัญญาฝ่ายผู้รับข้อมูลจะต้องจัดให้ลูกจ้างหรือพนักงานของคู่สัญญาฝ่ายผู้รับข้อมูลได้ผูกพันและปฏิบัติตามเงื่อนไขในการรักษาข้อมูลที่เป็นความลับด้วย

## เงื่อนไขอื่น ๆ

การลงนามในสัญญาจะกระทำต่อเมื่อมหาวิทยาลัยได้รับอนุมัติงบประมาณจากกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงานแล้ว หากไม่ได้รับการอนุมัติงบประมาณมหาวิทยาลัยจะขอยกเลิกการจัดหาในครั้งนี้

-----

.....ประธานกรรมการ  
 .....กรรมการ  
 .....กรรมการ

.....กรรมการ  
 .....กรรมการ  
 .....กรรมการ

.....กรรมการ  
 .....กรรมการ  
 .....กรรมการและเลขานุการ