รายการประกอบแบบ ติดตั้งระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

เวที สังคีตศาลาบูรพาภิรมย์

วิทยาลัยนาฏศิลปจันทบุรี ตำบลวัดใหม่ อำเภอเมืองจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี

1. ขอบเขตของงาน

1.1. ผู้รับจ้างเป็นผู้จัดหาวัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ติดตั้ง ตลอดจนเครื่องมือเครื่องใช้อื่นๆที่จำเป็น รวมทั้งวิศวกรไฟฟ้าและช่างไฟฟ้าที่ชำนาญการเฉพาะงาน ซึ่งวิศวกรไฟฟ้าจะต้องมีใบประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมและช่างไฟฟ้าจะต้องได้รับหนังสือรับรองความรู้ความสามารถ ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมการพัฒนาฝีมือแรงงานในสาขาช่างไฟฟ้าภายในอาคาร เพื่อให้งานติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และอื่นๆตามที่ระบุไว้ในแบบให้แล้วเสร็จสมบูรณ์และใช้งานได้ดี และเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายต่างๆทั้งหมด ประกอบด้วยอุปกรณ์อย่างน้อย ดังนี้

- งานแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นผนึกซิลิกอน ประเภทโฟโตโวลตาอิค ชนิดติดตั้งบนพื้นดินหรือแบบติดตั้งบนหลังคาที่มีขนาดรวม (พิกัด กำลังงานสูงสุด) ไม่น้อยกว่า ตามที่ระบุในแบบ
- งานอินเวอร์เตอร์ชนิดเชื่อมต่อเข้ากับโครงข่ายระบบไฟฟ้า (Grid Connection Inverter) ขนาดไม่น้อยกว่าตามที่ระบุในแบบ พร้อม อุปกรณ์ประกอบ
- งานตู้จ่ายไฟ (SOLAR CELL CABINET)
- งานสายไฟ, ท่อร้อยสาย และอุปกรณ์ประกอบการติดตั้งจนกระทั่งพร้อมใช้งาน
- งานโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV Module) แบบติดตั้งบนหลังคา
- งานชุดอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายไฟไหลย้อนเข้าสู่ระบบโครงข่ายไฟฟ้า (Zero Export Controller)

1.2 ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้ติดตาม เร่งรัด อำนวยความสะดวก จัดเตรียมเอกสารและประสานงานกับการ การไฟฟ้านครหลวง หรือ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

1.3 ในกรณีที่ต้องเพิ่มเติมอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อให้ถูกต้องตามข้อบังคับหรือคำสั่งของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น เจ้าหน้าที่การไฟฟ้าท้องถิ่น, เทศบาล, อบต,อื่นๆ ฯลฯ หรือตามข้อตกลงและรายงานของ EIA., สผ๔ ให้ผู้รับจ้างดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้องตามคำสั่งนั้นๆ โดยถือว่าอยู่ ในงานที่ผู้รับจ้างต้องทำ

1.4 ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการให้เป็นไปตามเงื่อนไข ข้อกำหนด หรือระเบียบที่เกี่ยวข้องเพื่อให้มั่นใจได้ว่าระบบสามารถผลิตไฟฟ้าด้วย พลังงานแสงอาทิตย์และเชื่อมต่อกับระบบโครงข่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคหรือการไฟฟ้านครหลวงได้

2. การดำเนินการ

2.1 ในการดำเนินการงานระบบไฟฟ้าต่างๆ ตลอดจนรายละเอียดวัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ผู้รับจ้างยึดถือรายการประกอบแบบงานวิศวกรรม ไฟฟ้าที่ปรากฏไว้ในแบบนี้เป็นหลักปฏิบัติและดำเนินการ

2.2 ในกรณีที่แบบและรายการประกอบขัดแย้งหรือไม่ตรงกันหรืออาจจะตีความเป็นอย่างอื่นได้ ผู้รับจ้างจะต้องสอบถามวิศวกรผู้ออกแบบ ของผู้ว่าจ้างให้เข้าใจชัดเจนก่อนเสนอราคา มิฉะนั้นแล้วจะยึดถือประโยชน์ของผู้ว่าจ้างเป็นสำคัญ

2.3 ผู้รับจ้างจะต้องคอยติดตามงานทางด้านก่อสร้างระบบอื่นๆ เช่น โครงสร้าง ประปา สถาปัตยกรรม ฯลฯ ตลอดเวลาเพื่อให้การติดตั้ง อุปกรณ์ไฟฟ้าได้สอดคล้องกัน หากผู้รับจ้างเพิกเฉยละเลยเป็นเหตุให้ต้องกระทำในภายหลังอันก่อให้เกิดความเสียหาย ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบทั้งหมด

2.4 ในกรณีที่จำเป็นต้องเจาะผนังหรือกำแพง หรือโครงสร้างส่วนใดๆ อันอาจจะก่อให้เกิดความเสียหายหรือมีผลต่อความมั่นคงแข็งแรงทาง โครงสร้าง ในการนี้ผู้รับจ้างจะต้องได้รับอนุมัติจากวิศวกรของผู้ว่าจ้างทุกครั้ง

2.5 ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งป้ายชื่อแสดงวงจร อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ โดยป้ายชื่อทำด้วยแผ่นพลาสติกหรือแผ่นอลูมิเนียม สลักตัวอักษรให้มีขนาดเหมาะสมและชัดเจน

2.6 หลังจากติดตั้งงานระบบไฟฟ้าผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และได้ทดสอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้รับจ้างจะต้องรับประกันอุปกรณ์ ไฟฟ้าและการติดตั้ง หากเกิดการชำรุดเสียหายอันเนื่องมาจากคุณภาพไม่ดีหรือติดตั้งไม่สมบูรณ์ในระยะเวลา 2 ปีนับจากวันตรวจรับมอบงาน (ในระยะเวลารับประกันดังกล่าว ต้องรับผิดชอบในการบำรุงรักษาปีละ 2 ครั้ง โดยผู้รับจ้างจะต้องทำการซ่อมแซม แก้ไขหรือเปลี่ยนให้ใหม่ให้เรียบร้อย และเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายเองทั้งหมด)

2.7 เมื่องานติดตั้งระบบไฟฟ้าต่างๆ แล้วเสร็จเรียบร้อย ให้ผู้รับจ้างจัดทำหรือจัดหาสมุดคู่มือ (MANUAL BOOK) ของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 5 ชุด พร้อมทำการจัดการ ฝึกอบรมการใช้งานและดูแลบำรุงรักษา และส่งมอบให้ผู้ว่าจ้างฯ ก่อนการตรวจรับ งานพร้อมแบบแสดงรายละเอียดที่ติดตั้งจริง (AS-BUILT DRAWING) และ WIRING DIAGRAM อีก 5 ชุด

3. วัสดุและอุปกรณ์

3.1 ผู้รับจ้างจะต้องออกแบบ พร้อมจัดหาติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดินหรือแบบติดตั้งบนหลังคา ซึ่งหัวข้อที่ต้องมีรายการคำนวณรายละเอียดการติดตั้งระบบและ Shop drawing ต้องมีการลงนามรับรองความถูกต้องโดยวิศวกรผู้ได้รับใบอนุญาต ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม ตาม พ.ร.บ.วิศวกร 2542 ประกอบด้วย

- รูปแบบและรายการคำนวณโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์
- แบบแสดงรายละเอียดงานไฟฟ้าของระบบฯ พร้อมระบบ Grounding

- ประเมินค่าพลังงานไฟฟ้าที่คาดว่าผลิตได้ เป็นรายชั่วโมง รายวัน รายเดือนและรายปี ค่าความสูญเสียของระบบฯ โดยใช้โปรแกรมจำลองที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล
- เอกสารแสดงการออกแบบด้านการบังเงา (Shading Simulation)

3.2 ผู้รับจ้างจะต้องแนบแค็ตตาล็อก คุณลักษณะเฉพาะและเอกสารแสดงรายละเอียดข้อมูลทางด้านเทคนิคของอุปกรณ์ฯ มาให้วิศวกรผู้ออก แบบหรือผู้ควบคุมงานของผู้ว่าจ้างเพื่อตรวจสอบ และอนุมัติก่อนนำไปดำเนินการติดตั้ง

3.3 วัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือเครื่องประกอบทั้งหมดที่จะนำมาติดตั้งจะต้องเป็นของใหม่มีสภาพดีสมบูรณ์ และไม่เคยใช้งานมาก่อน เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัทที่น่าเชื่อถือได้

3.4 หากต้องการเพิ่มอุปกรณ์บางอย่างเพื่อให้ระบบสมบูรณ์นั้น สามารถทำได้โดยราคาที่ให้ไปเหมาะสม แล้วถ้ามีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม ผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมด

4. เงื่อนไขการรับประกัน

- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ รับประกัน Output ไม่น้อยกว่า 90% รับประกัน 10 ปี และไม่น้อยกว่า 80% รับประกัน 25 ปี
- เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า รับประกัน ไม่น้อยกว่า 10 ปี
- โครงสร้างรองรับแผง รับประกัน ไม่น้อยกว่า 10 ปี
- อุปกรณ์อื่นๆ และระบบไฟฟ้า รับประกัน ไม่น้อยกว่า 2 ปี
- บริการเข้าตรวจสอบการทำงานของระบบและทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกๆ 6 เดือน เป็นเวลา 2 ปี
- หากมีข้อผิดพลาดของระบบโซลาเซลล์ ผู้รับจ้างจะต้องเข้ามาดำเนินการแก้ไขภายใน 15 วัน และแก้ไขให้แล้วเสร็จภายในระยะเวลา 30 วันนับจากวันที่ได้รับแจ้งจากทางวิทยาลัยนาฏศิลปจันทบุรี

5. มาตรฐานอ้างอิง การผลิตวัสดุอุปกรณ์และการติดตั้ง จะต้องสอดคล้องตามมาตรฐานหนึ่งมาตรฐานใดตามที่ระบุดังต่อไปนี้

- International Electrotechnical Commission (IEC)
- International Commission on Illumination (CIE)
- British Standard Specification (BS)
- American Society for Testing of Materials (ASTM)
- National Electrical Manufacturer's Association (NEMA)

- Underwriter's Laboratory Inc. (UL)
- European Conformity. (CE)
- Deutsche Industrienormen (DIN)
- Verband Deutscher Eletrotechniker (VDE)
- Japanese Industrial Standard (JIS)
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของกระทรวงอุตสาหกรรม (มอก.)
- มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ปีล่าสุด (มาตรฐาน ว.ส.ท.)
- มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย : ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา ปีล่าสุด (มาตรฐานว.ส.ท.)

6. การขออนุญาตหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการติดต่อขออนุญาตทั้งหมด รวมทั้งการเตรียมเอกสารที่จำเป็นเพื่อขออนุญาตจากหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การแจ้งการประกอบกิจการพลังงานกับคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน กกพ, ใบอนุญาตให้ผลิตพลังงานควบคุม (พค.2) และการขอขนานระบบไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) หรือการไฟฟ้านครหลวง กฟน. เป็นต้น โดยการติดต่อประสานงานกับหน่วยงาน อื่นที่มีอำนาจในการควบคุมและการตรวจ เพื่อให้ทำการตรวจตามระเบียบที่กำหนดไว้

7. ข้อกำหนดรายละเอียดเฉพาะ

ผู้รับจ้างจะต้องดำเนินการตามข้อกำหนดรายละเอียดเฉพาะ ในการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ และระบบในโครงการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนพื้นดิน หรือแบบติดตั้งบนหลังคา ประกอบด้วย ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดไม่ต่ำกว่าตามระบุไว้ในแบบทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง เมื่อได้รับแสงอาทิตย์ และจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์แปลงผันไฟฟ้าชนิดต่อกับระบบจำหน่าย (Grid connected Inverter) เพื่อเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับและจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับภาระทางไฟฟ้าภายในอาคาร โดยอุปกรณ์แปลงผันไฟฟ้าชนิดต่อกับระบบจำหน่ายต้องสามารถเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้จากระบบ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการประเมินผลการผลิตไฟฟ้า ระบบเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับติดตั้งบนพื้นดิน หรือแบบติดตั้งบนหลังคา ประกอบด้วยวัสดุอุปกรณ์ซึ่งมีคุณสมบัติเบื้องต้นอย่างน้อยตามข้อกำหนด รวมทั้งวัสดุประกอบการติดตั้งอื่นๆ ที่จำเป็นครบถ้วน ซึ่งผู้รับจ้างสามารถนำไปใช้ดำเนินการติดตั้งระบบได้อย่างถูกต้อง เป็นระเบียบและปลอดภัย

7.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cells) มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- ผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นชนิดผลึกซิลิกอน (Crystalline silicon) ต้องมีพิกัดกำลังไฟฟ้า Output ไม่น้อยกว่า 600 วัตต์ต่อแผง ที่มีเงื่อนไขการทดสอบมาตรฐาน (Standard Test Condition: STC) ความเข้มแสงอาทิตย์ (Irradiation Condition) 1,000 W/m2, อุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ประมาณ 25°C , Air Mass 1.5 และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐานอุสาหกรรม มอก.หรือได้รับมาตรฐาน IEC
- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องผ่านการทดสอบความปลอดภัยตามมาตรฐาน IEC.หรือ มอก โดยมีรายงานผลการทดสอบที่ออกโดยหน่วยงานหรือสถาบันทดสอบที่เป็นกลาง
- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่นำมาประกอบภายในแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกเซลล์จะต้องไม่มีตำหนิอันเนื่องมาจากความบกพร่องในการผลิต ภายในแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องถูกเคลือบด้วยสารกันความชื้น ETHYLENE VINYL ACETATE (EVA) หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า
- กรอบของเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องเป็น Anodized Aluminum หรือโลหะอื่นที่สามารถป้องกันการเกิดสนิมและความแข็งแรงไม่น้อยกว่าสารดังกล่าว
- ด้านหน้าต้องปิดทับด้วยกระจกนิรภัย (TEMPERED GLASS) คุณสมบัติของกระจก ต้องมีความแข็งแกร่ง ทนทานต่อการกระแทกและมีประสิทธิภาพในการส่งผ่านแสง
- ผิวหน้ากระจกด้านในต้องได้รับการเคลือบสารป้องกันการสะท้อนกลับของแสง และเพื่อให้แสงกระจายกลับไปยังเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้า
- ด้านหลังของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งกล่องรวมสายไฟ (Junction Box) หรือขั้วต่อสาย (Terminal Box) โดยสามารถใช้งานได้ในทุกสภาพอากาศ มีระดับการป้องกันไม่น้อยกว่า IP66 ทนต่อสภาวะการใช้งานภายนอกอาคาร
- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องมีประสิทธิภาพ (Module Efficiency) ไม่น้อยกว่า 17% ที่มาตรฐาน STC (Standard Test Condition) และด้านหลังของแผงเซลล์ฯ ติดตั้งกล่องรวมสายไฟ (Junction box) หรือขั้วต่อสาย (Terminal Box) ที่มั่นคงแข็งแรงทนต่อสภาพอากาศและสภาวะแวดล้อมได้ดีและป้องกันการซึมของน้ำด้วยมาตรฐานป้องกันไม่น้อยกว่า IP66 ทนต่อสภาวะการใช้งานภายนอกอาคาร และอายุการใช้งานยาวนาน
- ต้องมี Integrated Bypass Diode ต่ออยู่ในกล่องรวมสายไฟ (Junction Box or Terminal Box) หรือติดตั้งอยู่ภายในแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อช่วยในการไหลเวียนของกระแสไฟตามปกติ กรณีเกิดเงาบังทับเซลล์ใดเซลล์หนึ่ง (Hot spot)
- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกชุดจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกัน รุ่นการผลิตเดียวกัน และมีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเหมือนกันทุกแผง

- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องมีหนังสือรับรองคุณภาพแผงเซลล์ไม่น้อยกว่า 10 ปี (Product warranty) รับประกันการผลิตพลังงานไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 90% ที่มาตรฐาน STC (Standard Test Condition) และมีหนังสือยืนยันการรับประกันกำลังผลิตไฟฟ้าจะต้องไม่น้อยกว่า 80% (Linear performance warranty) ในช่วงตลอดอายุการใช้งาน 25 ปี ตามมาตรฐานผู้ผลิต โดยมีหนังสือรับประกันจากบริษัทผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยที่ต้องได้รับการแต่งตั้งจากผู้ผลิตอย่างเป็นทางการในขอบเขตของการประกันคุณภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์

7.2 โครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์อาทิตย์ มีรายละเอียดอย่างน้อยดังนี้

- โครงสร้างรองรับแผงเซลล์อาทิตย์ ต้องใช้วัสดุที่เป็นเหล็กเคลือบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot-Dip Galvanized) หรือ เหล็กไร้สนิม หรือ วัสดุอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า ซึ่งเป็นวัสดุอุปกรณ์ที่ออกแบบสำหรับใช้กับการติดตั้งชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยเฉพาะและผลิตสำเร็จจากโรงงาน สามารถถอดออกเป็นชิ้นส่วนย่อยๆและประกอบได้อย่างสะดวก
- อุปกรณ์จับยึดเป็นอุปกรณ์สำเร็จรูป เช่น fitting, hardware Bolt และ Nut ทำจาก Stainless steel grade 304 หรือโลหะปลอดสนิมหรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า ซึ่งเป็นวัสดุอุปกรณ์ที่ออกแบบสำหรับใช้กับการติดตั้งชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยเฉพาะและผลิตสำเร็จจากโรงงาน สามารถถอดออกเป็นชิ้นส่วนย่อยๆ และประกอบได้อย่างสะดวก
- ชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องออกแบบให้มีขนาดที่เหมาะสม มีความมั่นคงแข็งแรง และน้ำหนักของโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์อาทิตย์จะต้องไม่สร้างความเสียหายต่อความแข็งแรงของโครงสร้างของหลังคาและอาคารที่ติดตั้ง
- ชุดโครงสร้างรองรับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องต่อสายดินตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย มาตรฐาน วสท และมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา มาตรฐาน วสท และตามคำแนะนำของผู้ผลิตในการออกแบบชุดโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์
- กำหนดให้ชุดโครงสร้าง หลังจากติดตั้งชุดแผงเซลล์ฯ ต้องสามารถรับน้ำหนักและสามารถต้านแรงลมปะทะได้อย่างปลอดภัย
- โครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องสามารถรับน้ำหนักแผงเซลล์ได้ โดยแนบรายการคำนวณออกแบบตามหลักวิศวกรรมศาสตร์ ต้องมีการลงนามรับรองความถูกต้องโดยวิศวกรผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม ตาม พ.ร.บ. วิศวกร 2542

7.3 อุปกรณ์แปลงผันไฟฟ้าชนิดต่อกับระบบจำหน่าย (Grid Connected Inverter)

- Grid Connected Inverter ชนิด 3 Phase ที่สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าต่อเนื่องขนาดพิกัดรวมไม่น้อยกว่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดของระบบผลิตไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งของแต่ละอาคาร และไม่น้อยกว่าที่แบบระบุไว้
- Grid Connected Inverter เป็นอินเวอร์เตอร์ที่ถูกออกแบบให้สามารถเชื่อมต่อร่วมกับระบบไฟฟ้า (Grid Connected) โดยตรง
- Grid Connected Inverter ดังกล่าวต้องผ่านการขึ้นทะเบียนและสามารถใช้ในระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ตามประกาศของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคหรือการไฟฟ้านครหลวง “รายชื่อยี่ห้อ/รุ่น/ชนิดอินเวอร์เตอร์ที่ผ่านการทดสอบตามข้อกำหนดสำหรับอินเวอร์เตอร์ที่ใช้ในระบบผลิตไฟฟ้าประเภทเชื่อมต่อกับโครงข่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคหรือการไฟฟ้านครหลวง” ฉบับล่าสุด
- Grid Connected Inverter เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีระดับการป้องกันไม่น้อยกว่า IP65
- Grid Connected Inverter ต้องมีความสามารถในการเชื่อมต่อสื่อสารข้อมูลทางไฟฟ้า (INTERFACE) แบบ WLAN/Ethernet LAN และ USB Socket และ Data logger & Webserver และ RS485 และ RJ45 Socket เป็นอุปกรณ์มาตรฐานติดตั้งมาจากโรงงานผู้ผลิต
- มีอุปกรณ์ป้องกันความเสียหาย Reverse polarity Protection และ Surge Protection ติดตั้งอยู่ภายในอินเวอร์เตอร์
- มีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินด้าน DC และ AC
- Grid Connected Inverter จะต้องได้รับประกันอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 10 ปี โดยต้องแนบหนังสือรับประกันคุณภาพพร้อมรับรองจากบริษัทผู้ผลิตโดยตรงหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยที่ต้องได้รับการแต่งตั้งจากผู้ผลิตอย่างเป็นทางการในขอบเขตของการประกันคุณภาพอินเวอร์เตอร์

7.4 คุณสมบัติตู้จ่ายไฟหลัก SOLAR CELL CABINET

- โครงสร้างของตู้สวิตช์บอร์ดในแบบ MODULARIZED DESING SELF-SUPPORTING METAL STRUCTURE แผ่นเหล็กที่มาประกอบตู้ต้องหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. และจะต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมมาอย่างดี พร้อมพ่นสีชนิดอบแห้ง
- ตู้สวิตช์บอร์ดแรงต่ำจะต้องสามารถป้องกันไม่ให้แมลงหรือสัตว์เล็กอื่นๆ เข้าไปภายในตู้ และจะต้องมีช่องระบายความร้อนภายในตู้ได้อย่างพอเพียงด้วย

- MAIN CIRCUIT BREAKER จะต้องเป็น MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER 3 POLE มี RATING และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ตามที่ระบุไว้ในแบบ
- BRANCH CIRCUIT BREAKER จะต้องเป็น MOLDED CASE CIRCUIT BREAKER FIXED TYPEมี RATING ตามที่ระบุไว้ในแบบ
- BUS BAR ต้องทำด้วยทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% และมีขนาดใหญ่พอเมือ FULL LOAD โดยไม่ทำให้มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเกิน 60 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับอุณหภูมิเฉลี่ยภายนอกตู้และ INSULATION BLOCKS ต้องมีความแข็งแรงพอที่จะยึด BUS BAR ในขณะที่ SHORT CIRCUIT STRESS ตามที่ระบุไว้ในแบบ
- METERING ทั้งหมดตามที่ระบุไว้ในแบบกำหนดให้ใช้เป็นชนิดติดตั้งบนตู้สวิตช์บอร์ดและมี ACCURACY CLASS อย่างต่ำ 1.5%
- ขนาดของตู้สวิตช์บอร์ดแรงต่ำและตู้มิเตอร์ไฟฟ้าตามที่ระบุไว้ในแบบให้ถือว่าเป็นขนาดขั้นต่ำหรือโดยประมาณเท่านั้น หากสวิตช์ตัดตอนและอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ที่ใช้มีขนาดใหญ่กว่าและต้องขยายขนาดตู้ให้ใหญ่ขึ้น ให้ถือว่าอยู่ในงานและราคาที่เหมาะสมแล้วโดยไม่มีการเพิ่มราคาจากที่เสนอราคาไว้
- ผู้ผลิตจะต้องมีวิศวกรไฟฟ้าแขนงไฟฟ้ากำลังที่มีใบอนุญาตให้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมเป็นผู้รับผิดชอบควบคุมการผลิต และการติดตั้งตั้งแผงสวิตช์ฯ
- ป้ายชื่อและตำแหน่งการใช้งานของอุปกรณ์ทุกชนิดที่ผู้ปฏิบัติงานต้องทราบ
- ที่ฝาตู้ด้านที่เข้าปฏิบัติการให้ทำเป็น Diagram แสดงหน้าที่ และความสัมพันธ์ของอุปกรณ์ต่างๆ เป็นผัง Single Line Diagram
- การจัดเตรียมคู่มือการใช้งาน, คู่มือการดูแลและบำรุงรักษาและคู่มือแสดงชิ้นส่วนรายละเอียดของตู้เมนสวิตช์บอร์ดแรงต่ำ

7.5 อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ (Surge Protection Device)

7.5.1 ข้อกำหนดทั่วไป

- ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จจากฟ้าผ่าและแรงดันเสิร์จจากการสับปลดวงจรในระบบไฟฟ้าเพื่อป้องกันความเสียหายต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ภายในอาคาร
- อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (SURGE PROTECTION DEVICE) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน IEC หรือมาตรฐานอื่นที่เชื่อถือได้

- การดำเนินการติดตั้งให้เป็นไปตามกฎการเดินสายและติดตั้งของการไฟฟ้านครหลวงหรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หรือ มาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้าของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.)
- อุปกรณ์ที่นำมาติดตั้งจะต้องเป็นของใหม่และไม่เคยถูกนำไปใช้งานมาก่อน

7.5.2 ข้อกำหนดทางด้านเทคนิค

- SPD1 FOR SOLAR CELL CABINET อุปกรณ์ ป้องกันแรงดันเสิร์จ (Surge Protection Device) ทดสอบตามมาตรฐาน IEC หรือมาตรฐานอื่นที่เชื่อถือได้

7.5.3 มีอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ากระโชก PV Surge Protector ควบคุมการตัด ต่อวงจรด้านไฟฟ้ากระแสตรง DC ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- อุปกรณ์ Surge Protection for Photovoltaic ตามมาตรฐาน EN หรือมาตรฐานอื่นที่เชื่อถือได้
- อุปกรณ์ Surge Protection for Photovoltaic ติดตั้งที่ตู้ (DC Combiner Box or Array Box) หรือติดตั้งมากับเครื่องแปลงไฟฟ้า
- Arc Fault Circuit Interrupter (AFCI) กระแสตรง ต้องติดตั้งที่ด้านกระแสตรงของอินเวอร์เตอร์และเป็นไปตามมาตรฐานสากล

7.6 **เครื่องวัดและอุปกรณ์**

7.6.1 รีเลย์ป้องกัน Phase Failure Relay เป็นรีเลย์ชนิด Solid State ชนิด 3 เฟส 4 สาย 400/230 โวลท์กรณีที่ใช้งานกับระบบของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และ 240/416 โวลท์ กรณีที่ใช้งานกับระบบของการไฟฟ้านครหลวง ที่ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ ซึ่งจะทำงานเมื่อแรงดันไฟฟ้าระหว่างเฟสแตกต่างกัน โดยสามารถตั้งจุดที่ทำงานได้ รีเลย์ต้องเป็นแบบ Tropicalized มี Auxiliary Contacts จำนวนพอเพียงสำหรับการใช้งาน

7.6.2 Current Transformer (CT) ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน IEC หรือ UL โดยมี SECONDARY CURRENT A5 และ ACCURACY ตามมาตรฐาน IEC หรือเทียบเท่า

7.6.3 AMMETER ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน IEC หรือ UL หรือเทียบเท่า PRIMARY CURRENT RATING เป็นแบบใช้ต่อกับCURRENT TRANSFORMER ชนิด A5 SECONDARY RATED CURRENT, ACCURACY CLASS 1.5 หรือเทียบเท่า

7.6.4 AMMETER SELECTOR SWITCH (AS) เป็นชนิดเลือกได้ 4 ตำแหน่ง เพื่อวัดกระแสไฟฟ้าได้ทั้ง 3 เฟส และมีจังหวะปิด โดยทนกระแสไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่า 10 แอมแปร์

7.6.5 VOLTMETER ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน IEC หรือ UL หรือเทียบเท่า สามารถต่อใช้งานได้โดยตรงมีสเกลอ่านได้ 0.500 V หรือตามแบบมีค่า ACCURACY CLASS 1.5 หรือเทียบเท่า

7.6.6 VOLTMETER SELECTOR SWITCH (VS) เป็นชนิดเลือกได้ 7 ตำแหน่ง สำหรับไฟ 3 เฟส 4 สาย เพื่อวัดได้ทั้ง 3 เฟส และกับเส้นศูนย์ ทั้งมีจังหวะปิดด้วย

7.6.7 มิเตอร์วัดไฟฟ้า (Kilowatt-hour Meter: kWh) (ถ้ามีระบุในแบบ) มีคุณสมบัติอย่างต่อไปนี้

- เป็นชนิดติดตั้งเรียบเสมอผิวตู้ (Semi-flush mounting)
- เป็นแบบ 3 เฟส 4 สาย
- Accuracy Class 2

7.7 วัสดุ อุปกรณ์ประกอบ รายละเอียดอย่างน้อยดังนี้

7.7.1 สายไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

(1) สายไฟฟ้าสำหรับไฟฟ้ากระแสตรง

- เป็นสายไฟชนิด Photovoltaic wire ที่สามารถทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 80°C หรือเป็นประเภท 0.6/1 KV CV ตามมาตรฐาน IEC หรือสายชนิดอื่นที่มีคุณสมบัติที่ดีกว่า
- ขนาดหน้าตัดของสายไฟฟ้าขั้นต่ำสำหรับระบบไฟฟ้ากระแสตรง จะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 4 ตร.มม. ยกเว้นสายไฟที่ติดตั้งอยู่ภายในแผงโซล่าเซลล์ กรณีที่ติดตั้งสายอยู่ภายนอกที่เปิดโล่ง จะต้องเป็นประเภท “UV Resistant Solar Cable” และมีขนาดสูงสุดไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของกระแสลัดวงจรของชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ Isc ที่สภาวะ STC.
- ต้องไม่ลามไฟ ตามมาตรฐาน IEC หรือมาตรฐานอื่นที่เชื่อถือได้

(2) สายไฟฟ้าสำหรับไฟฟ้ากระแสสลับ

- สายไฟฟ้าหุ้มฉนวน ต้องผลิตตามมาตรฐาน มอก. หรือมาตรฐานอื่นที่เชื่อถือได้ และมีขนาด ชนิด ตามที่ระบุในแบบ

7.7.2 รางไฟฟ้าและท่อร้อยสายไฟ มีรายละเอียดดังนี้

(1) กรณีเป็นท่อ Polyethylene ควรเป็นท่อชนิดความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene Pipe, HDPE) ชั้นคุณภาพ PN 6 และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรอง มอก. หรือมาตรฐานอื่นที่เชื่อถือได้

(2) กรณีเป็นท่อโลหะ ควรเป็นชนิดท่อโลหะร้อยสายไฟฟ้า IMC สำหรับท่อเหล็กชุบสังกะสีสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรอง มอก.หรือมาตรฐานอื่นที่เชื่อถือได้

(3) รางเดินสายไฟฟ้าที่ติดตั้งในพื้นที่เปิดโล่ง ภายนอกอาคาร ต้องเป็นประเภทชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot Dip Galvanize) และสามารถเข้าถึงได้จากการติดตั้งต้องมีการจับที่มั่นคง ทุก ระยะ 1.5 เมตร

(4) ตัวเชื่อมต่อ PV connector

- ต้องป้องกันการสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้า ไม่ว่าจะอยู่ในสถานะต่อไฟ หรือไม่ต่อไฟ
- มีพิกัดกระแสเท่ากับหรือมากกว่าความสามารถในการนำกระแสสำหรับวงจรที่อุปกรณ์เหล่านี้ติดตั้งอยู่

7.7.3 ระบบป้องกัน

(1) ฟิวส์และฐานฟิวส์

- ฟิวส์สำหรับระบบคอนโทรล และสำหรับป้องกันเครื่องมือวัดต่างๆ ให้ใช้ฟิวส์ชนิด Cartridge ตามมาตรฐาน IEC หรือมาตรฐานอื่นที่เชื่อถือได้ฐานฟิวส์ใช้ชนิด Flush Mounting สำหรับฟิวส์ที่ติดตั้งกับฝาตู้ และชนิดธรรมดาสำหรับฟิวส์ที่ติดในตู้

(2) Disconnectors Switch หรือ CIRCUIT BREAKER (CB)

- อุปกรณ์ Disconnectors Switch หรือ CIRCUIT BREAKER (CB) แรงดันไม่เกิน 1000VAC หรือ 1500VDC

7.7.4 สายดิน ต้องออกแบบและติดตั้งระบบสายดินให้เพียงพอสำหรับระบบฯ ประกอบไปด้วย ground rods โดยเชื่อมต่อไปยังโครงสร้างรองรับโมดูลฯ ตลอดทั้งพื้นที่ ขนาดสายไม่น้อยกว่า 6 ตร.มม. ทองแดง เพื่อให้ค่าความต้านทานอย่างน้อย 5.0 โอห์ม (Ohm)

8. การติดตั้งและทดสอบ

ก่อนเริ่มงานติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องจัดทำเอกสารขออนุมัติวัสดุ และได้รับอนุมัติจากผู้ว่าจ้างก่อนจึงจะดำเนินการได้ โดยมีรายละเอียดของการติดตั้งตามระบบและติดตั้งดังนี้

8.1 สำรวจกำหนดแนว ระดับ ทิศทาง และตำแหน่งติดตั้งของกลุ่มแผงเซลล์แสงอาทิตย์ หรือ “อาเรย์” ให้ได้ตามแบบที่กำหนด

8.2 ก่อนการติดตั้ง ให้ตรวจสอบความถูกต้อง และตรวจสภาพภายนอกของอุปกรณ์ในการติดตั้งหลัก เช่น แผงโซลาร์เซลล์, ชุดอินเวอร์เตอร์, ชนิดเชื่อมต่อเข้ากับโครงข่ายระบบไฟฟ้า (Grid Connection Inverter) ว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน หากมีการชำรุดให้เปลี่ยนใหม่ห้ามไม่ให้นำมาซ่อมแซมใช้งาน

8.3 ประกอบติดตั้งโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ให้เสนอแบบโครงสร้างรองรับแผงและวิธีการติดตั้งให้เหมาะสมกับพื้นที่ที่จะติดตั้งแผง ให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาก่อนดำเนินการ โดยต้องมีความมั่นคงแข็งแรง มีมุมปรับเอียงรับแสงอาทิตย์ได้ตามมาตรฐาน

8.4 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้จับยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และใช้ยึดชุดโครงสร้างจะต้องมีขนาดที่เหมาะสม ผลิตจากวัสดุที่เป็นเหล็กเคลือบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot-Dip Galvanized) หรือ Stainless steel หรือ โลหะปลอดสนิมหรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า กำหนดให้ชุดโครงสร้างฯ

หลังจากติดตั้งชุดแผง เซลล์แสงอาทิตย์ ต้องสามารถรองรับน้ำหนักและสามารถต้านทานต่อแรงลมปะทะอย่างปลอดภัย

8.5 ทำการเชื่อมต่อสายระหว่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เข้ากับจุดเชื่อมต่อสาย เพื่อเตรียมต่อสายเข้ากับชุดอุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้าจากกระแสตรงเป็นกระแสสลับ โดยการต่อวงจรชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ควรเป็นไปตามหลักวิชาการและให้มีการป้องกันเพื่อความปลอดภัยที่ดี

8.6 ติดตั้งชุดอินเวอร์เตอร์ชนิดเชื่อมต่อเข้ากับโครงข่ายระบบไฟฟ้า (Grid Connection Inverter)

8.7 ติดตั้งและเชื่อมต่อสายเมนหลัก (Main Cable) ภายในตู้ควบคุม และเชื่อมต่อสายเข้ากับอุปกรณ์ต่างๆ ให้ครบถ้วน

8.8 การติดตั้งอุปกรณ์ประกอบระบบบทุกรายการ ควรเป็นระเบียบ สวยงาม สามารถใช้งานหรือตรวจสอบได้สะดวก การต่อสายไฟฟ้าของระบบต้องยึดด้วยข้อต่อทางไฟฟ้าที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ มั่นคงแข็งแรงและปลอดภัย

8.9 ทำการตรวจสอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า และอื่นๆ ตามแผนการตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย : ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา มาตรฐาน ว.ส.ท. โดยต้องให้มีวิศวกรผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมลงนามรับรองผลการตรวจสอบ

8.10 ทดสอบการเดินระบบ (Commissioning) สำหรับระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ พร้อมทั้งวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ระบบฯ ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย : ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา มาตรฐาน ว.ส.ท. โดยต้องให้มีวิศวกรผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมลงนามรับรองผลการตรวจสอบ

8.10 ทำการทดสอบประสิทธิภาพของระบบฯ (Performance Test) โดยผู้รับจ้างจะต้องทดสอบประสิทธิภาพของระบบฯ

8.11 ผู้รับจ้างต้องประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการขออนุญาตเชื่อมต่อระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ กับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคหรือการไฟฟ้านครหลวงให้แล้วเสร็จ

8.12 จัดอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ให้แก่ เจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้อง เพื่อให้ความรู้ และสามารถดูแลบำรุงรักษาเบื้องต้นได้ และต้องจัดให้มีคู่มือแนะนำ การใช้งานและการดูแลบำรุงรักษาระบบเบื้องต้น พร้อมทั้งดำเนินการแนะนำผู้รับการติดตั้งทราบขั้นตอนและวิธีปฏิบัติในการเดินเครื่องระบบ การตรวจสอบระบบเบื้องต้น

(ลงชื่อ).....ประธานกรรมการ

(นายวัฒนพล เทียนทอง)

รองผู้อำนวยการวิทยาลัย ฝ่ายบริหาร นโยบายและแผน

(ลงชื่อ).....กรรมการ

(นายกมล แก้วสว่าง)

ครูชำนาญการพิเศษ

(ลงชื่อ).....กรรมการและเลขาฯ

(นางสาวกัญญาภัค รัตนศรี)

นักจัดการงานทั่วไปปฏิบัติการ