

เอกสารแนบที่ 1: ข้อกำหนดรายละเอียดและความต้องการด้านเทคนิคเฉพาะและงานที่ต้องส่งมอบ

การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา ขนาดกำลังติดตั้งรวมไม่น้อยกว่า 300 กิโลวัตต์ บนพื้นที่หลังคาของอาคารต่างๆ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จังหวัดลำปาง

แผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีข้อกำหนด ดังนี้

1. รายละเอียดทั่วไปแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV Module) ขนาดกำลังการผลิตติดตั้งรวม ไม่น้อยกว่า 300 กิโลวัตต์
2. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ในกลุ่มเทคโนโลยีชนิดเป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Mono-crystalline หรือ Poly-crystalline
3. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดมีกรอบ (Frame) ทุกแผงต้องระบุเครื่องหมายการค้า รุ่น และค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากัน และค่ากำลังสูงสุดต่อแผงจะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 320 วัตต์ ต้องมีพิกัดกำลังไฟฟ้าเอาต์พุต สูงสุดไม่น้อยกว่า 320 วัตต์ (Wp) ต่อแผง ที่เงื่อนไขทดสอบมาตรฐาน (Standard Test Conditions: STC) ความเข้มของแสงอาทิตย์ (Irradiance Condition) 1,000 W/m² อุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 25 °C
4. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกแผง ต้องได้รับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.1843-2553 และ มอก.2580-2555 ต้องมีเครื่องหมายการค้า รุ่น และค่าพิกัดกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่เหมือนกัน และขนาดกำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อระบบหลังจากการทดสอบ ทั้งนี้จะต้องแสดงเอกสารหลักฐานมาพร้อมกับเอกสารการเสนอราคา เพื่อประกอบการพิจารณาด้วย
5. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ผลิตจากโรงงานที่ได้รับการรับรอง ระบบบริหารคุณภาพมาตรฐาน ISO อนุกรม 9001:2008 และ ระบบการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมมาตรฐานสากล ISO 14001:2004 14001 พร้อมใบอนุญาตประกอบกิจการโรงงาน (รง.4) ประกอบกิจการ ผลิตและประกอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ได้แจ้งประกอบกิจการโรงงาน และเริ่มประกอบกิจการโรงงาน ทั้งนี้ผู้ประสงค์จะเสนอราคาจะต้องแนบหลักฐานแสดง ใบ รง.4 ประกอบกิจการผลิตและประกอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ด้วย
6. มีเอกสารการข้อกำหนดการติดตั้งมาตรฐาน (PV standard installation instruction manual)
7. เสนอราคาขาย เป็น แผ่น (Quote price per “Modules”) ตามขนาด (PV module dimension) เนื่องด้วยข้อกำหนดเรื่องพื้นที่หลังคาที่จำกัด ตามเกณฑ์การติดตั้งของโครงการ ให้เลือกใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ Crystalline ชนิด poly-Si ต้องมีกำลังผลิตสูงสุด (PV power output > 320 watt/module) แต่ละแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ไม่ต่ำกว่า/ไม่น้อยกว่า 320 วัตต์ต่อแผง
8. มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่สภาวะ Standard Test Condition (STC.) ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด Voc.ของแผงเซลล์ฯ ไม่น้อยกว่า 45 V.แรงดันไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้าสูงสุด Vmp. ไม่น้อยกว่า 37.0 V.
9. มี Maximum system voltage ไม่น้อยกว่า 1000 Vdc. และ Temperature Coefficient of Power ไม่เกิน - (0.45) % / °0 C

10. ต้องมีกรอบของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่แข็งแรง ไม่เป็นสนิมและทนทานต่อการกัดกร่อนของสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศได้ดี
11. ด้านหลังแผงเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งกล่องต่อสายไฟฟ้า (Junction box) ที่มีการปิดผนึก หรือ มีฝาปิดล็อกอย่างมั่นคง สามารถทนต่อสภาพอากาศและสภาพแวดล้อมได้ดีด้วยมาตรฐานการป้องกัน ต้องมีวัสดุป้องกันการซึมเข้าของน้ำ ภายในกล่องสายไฟต้องมีขั้วต่อสายไฟที่มั่นคงแข็งแรงทนทานต่อสภาวะการใช้งานภายนอกอาคารได้ โดยการประกอบขั้วต่อสายกล่องไฟฟ้า (Junction box) ต้องมีการประกอบภายในกระบวนการการผลิตเดียวกันกับแผงตั้งแต่ต้นจบถึงขั้นตอนบรรจุหีบห่อ โดยต้องแสดงหลักฐานของกระบวนการการผลิตดังกล่าว
12. แผ่นเซลล์แสงอาทิตย์ที่นำมาประกอบภายในแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกเซลล์ฯ จะต้อง ไม่มีตำหนิอันเนื่องมาจากความบกพร่องในการผลิต ภายในแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะต้องมีการผนึกด้วยสารกันความชื้น Ethylene Vinyl Acetate (EVA) หรือวัสดุอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า ด้านหน้าแผงเซลล์ฯ ปิดทับด้วยกระจกใส หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า
13. ต้องมี Integrated Bypass Diode ต่ออยู่ในกล่องต่อสายไฟ (Junction Box) หรือขั้วต่อสาย (Terminal Box) หรือติดตั้งอยู่ในแผงเซลล์ฯ โดยระบุข้อมูลใน Catalogue หรือมีเอกสารรับรองจากผู้ผลิตอย่างชัดเจน
14. ผู้รับจ้างจะต้องระบุค่าพลังงานที่ผลิตได้เฉลี่ยตลอดทั้งปีเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี (Estimate annual energy production of this system in normal operation in kWh/year) ตลอดระยะเวลาในแต่ละปี ตลอดระยะเวลา 5 ปี และรับประกันสมรรถนะของระบบอย่างน้อย 2 ปี
15. มีการรับประกันการลดทอนการผลิตพลังงานของแผง (PV power degradation) และยังสามารถผลิตไฟฟ้ามี PV power output > 90% ในปีที่ 10 และไม่ต่ำกว่า > 80% ในปีที่ 25 การเสนอ Power degradation รายปีจะได้รับ พิจารณาคะแนนด้านเทคนิคเพิ่มพิเศษ
16. มีแผนงานการจัดซื้อจัดหาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แผนการจัดส่งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และแผนการติดตั้งและดำเนินการทดสอบระบบ
17. ผู้ว่าจ้างขอสงวนสิทธิ์ ในการเยี่ยมชมตรวจสอบโรงงานผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และการทดสอบประสิทธิภาพของ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยค่าใช้จ่ายการดำเนินการอยู่ในความดูแลของผู้ที่จะมารับจ้าง

โครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีข้อกำหนด ดังนี้

1. วัสดุที่ใช้ทำชุดโครงสร้างรองรับแผงฯ รางและอุปกรณ์จับยึด ต้องทำจากวัสดุอลูมิเนียม และตัวรางต้องมี ออกแบบสลอต หรือ ร่องในการจับยึดทั้งสี่ด้านของรางแบบสมมาตร ทำให้สามารถต่อยึดอุปกรณ์ได้ทั้งสี่ด้านของราง เพื่อให้มีความสะดวกในการปรับเปลี่ยนตำแหน่งการจับยึดขา หรืออุปกรณ์เกี่ยวเนื่องได้โดยไม่ต้องมีการเจาะเพิ่มเติม เพื่อสะดวกรวดเร็วในการติดตั้งและบำรุงรักษา ส่วนชุด Bolt และ Nut ทำจาก Stainless steel
2. ส่วนประกอบโครงสร้างรองรับแผงบนหลังคาอาคาร ควรสามารถถอดออกเป็นชิ้นส่วนและประกอบได้อย่างสะดวก สำหรับส่วนประกอบโครงสร้างหลังคาจอดรลให้เป็นชุดประกอบที่สามารถรองรับการติดตั้งแผงฯ ได้ โดยผู้รับจ้างจะต้องเป็นผู้สำรวจและนำเสนอ ตามพื้นที่ในเอกสารแนบที่ 2
3. โครงสร้างรองรับแผงฯ จะต้องสามารถติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้อย่างมั่นคง แข็งแรง และประกอบยึดกับโครงสร้างหลังคาและโครงสร้างรองรับแผงฯ ที่ติดตั้งบนหลังคาได้อย่างมั่นคง สามารถรองรับน้ำหนักแรงกด และสามารถต้านทานแรงถอน แรงลมปะทะ ไม่น้อยกว่าความเร็วสูงสุดของพายุโซนร้อน (Tropical storm) ตามประกาศของกรมอุตุนิยมวิทยาได้อย่างปลอดภัย หรือสามารถต้านทานแรงลมปะทะตามข้อกำหนดของเทศบัญญัติหรือตามระเบียบที่เกี่ยวข้องของหน่วยงานในพื้นที่
4. ผู้ยื่นข้อเสนอที่จะมาเป็นผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอรายละเอียด รูปแบบรายละเอียด catalogs
5. ผู้ผลิตและประกอบโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องมีห้องทดสอบทางกลเพื่อทดสอบอุปกรณ์โครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ว่ามีความแข็งแรงเป็นไปตามข้อกำหนด
6. รางรองรับแผงควรจะต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บสาย (Cable clip) ทำหน้าที่เป็นที่เดินเก็บสายไฟ เพื่อความเรียบร้อยและปลอดภัย
7. จะต้องมีการรับประกันโครงสร้างไม่ต่ำกว่า 10 ปี

เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (อินเวอร์เตอร์) มีข้อกำหนด ดังนี้

1. อินเวอร์เตอร์เป็นชนิด Grid connected inverter ที่ผ่านการขึ้นทะเบียนตามประกาศของการไฟฟ้าภูมิภาค “รายชื่อผลิตภัณฑ์อินเวอร์เตอร์ที่ผ่านการทดสอบตามข้อกำหนดสำหรับ อินเวอร์เตอร์ที่ใช้ในระบบผลิตไฟฟ้าประเภทเชื่อมต่อกับโครงข่ายของการไฟฟ้าภูมิภาค ปี 2560 ในประกาศล่าสุด
2. Pure sine wave power output มีขนาดเหมาะสมกับพารามิเตอร์และค่าทางไฟฟ้าการออกแบบจัดวงจรของแผงเซลล์แสงอาทิตย์
3. ความคลาดเคลื่อนแรงดัน Voltage fluctuation ไม่เกินมาตรฐาน Vspc ของการไฟฟ้า
4. ความคลาดเคลื่อนความถี่ Frequency fluctuation ไม่เกินมาตรฐาน Vspc ของการไฟฟ้า
5. Harmonics ไม่เกินมาตรฐาน Vspc ของการไฟฟ้า
6. อินเวอร์เตอร์แบบ String Inverter ต้องเป็นชนิด 3 phases และมี MPP Tracker ไม่ต่ำกว่า 2 ชุด
7. อินเวอร์เตอร์ ต้องมีความสามารถในการเชื่อมต่อผ่าน port มาตรฐาน RS 485 ไม่น้อยกว่า 1 ชุด หรือ Ethernet (LAN) ไม่น้อยกว่า 1 ชุด

8. มีระบบป้องกันจากความผิดปกติของระบบไฟฟ้าอย่างน้อยดังนี้

8.1 Reverse-Polarity , Overvoltage

8.2 มี DC Switch ติดตั้งมาเรียบร้อย

9. มีตัวแทนจำหน่าย และ/หรือ ศูนย์บริการในประเทศไทย

10. จะต้องมีการรับประกัน อินเวอร์เตอร์ไม่ต่ำกว่า 5 ปี

เครื่องมือตรวจวัดและบันทึกค่าการอ่านข้อมูลและแสดงผล มีข้อกำหนด ดังนี้

1. พารามิเตอร์ที่ใช้ในระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เชื่อมต่อสายส่งอย่างน้อยต้องประกอบด้วย การตรวจวัด การบันทึกข้อมูล การอ่านข้อมูลและแสดงผล ของเครื่องมือวัดดังต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย

1.1 อุปกรณ์วัดค่าความเข้มแสงอาทิตย์ (Pyranometer) ไม่น้อยกว่า 1 ชุด มี accuracy ดีกว่าร้อยละ 5

1.2 Ambient Temperature Sensor ไม่น้อยกว่า 1 ชุด มี accuracy ดีกว่า 1 K

1.3 Module Temperature Sensor ไม่น้อยกว่า 1 ชุด accuracy ดีกว่า 1 K

1.4 Wind Sensor ไม่น้อยกว่า 1 ชุด accuracy จะต้องดีกว่า 0.5 m/s สำหรับความเร็วลมที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 m/s

1.5 เครื่องวัดการใช้พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับแบบดิจิทัล (Digital AC Power Meter) เพื่อวัดกำลังไฟฟ้าและพลังงานที่ผลิตได้จากระบบ สำหรับการวัดการใช้พลังงานของแต่ละอาคาร จำนวน 1 ชุด/อาคาร ที่สามารถตรวจวัดการใช้พลังงาน รวมถึงค่าทางไฟฟ้าอื่นๆ แบบ real time โดยอ่านข้อมูลที่วัดได้ ทั้งที่หน้าจอแสดงผล และสามารถส่งข้อมูลที่วัดได้ ไปยังจอแสดงผลการผลิตไฟฟ้า จาก เซลล์เซลล์อาทิตย์ โดยผ่านระบบสื่อสารข้อมูล

2. ระบบมอนิเตอร์มีระบบแสดงผลการทำงาน และสามารถเชื่อมต่อเข้าเครือข่ายภายนอก เพื่อสำหรับการตรวจสอบ ระยะไกลด้วยระบบ Web Browser มีการตั้งค่าและแสดงผลค่าพารามิเตอร์ ดังต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย

2.1 ค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า กำลังงานไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า ของ อินเวอร์เตอร์ แต่ละตัว

2.2 ค่าสมรรถนะของระบบ แยกตามอินเวอร์เตอร์ แต่ละตัว

2.3 ค่าพลังงานที่ผลิตได้ เก็บความถี่ข้อมูล เป็นรายทุกสิบห้านาที รายชั่วโมง รายวัน รายเดือน และรายปี

2.4 ค่า Solar Radiation และ Module Temperature

โดยผู้รับจ้างจะต้องนำเสนอรูปแบบและระบบให้เจ้าของงานหรือที่ปรึกษาโครงการ ให้พิจารณาอนุมัติก่อน

วัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น มีข้อกำหนด ดังนี้

1. อุปกรณ์ควบคุมการตัด-ต่อวงจรด้านไฟฟ้ากระแสตรง

กรณีเป็น Safety switch มีรายละเอียดดังนี้

- เป็นชนิด Fusible Type 1 Phase 2 Wires หรือชนิดอื่นที่ดีกว่า
- โครงสร้างเป็นโลหะ มีฝาปิดที่ป้องกันการเปิดเมื่อคันโยกสวิตช์อยู่ตำแหน่ง ON
- ติดตั้งฟิวส์ชนิดไฟฟ้ากระแสตรง (DC Fuse) และพิกัดกระแสไฟฟ้า (Rated current) ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของพิกัดกระแสลัดวงจร (Isc) ที่สภาวะ STC ของชุดแผงเซลล์ฯ

กรณีเป็น Circuit Breaker มีข้อกำหนด ดังนี้

- เป็นชนิด molded case circuit breaker, MCCB
- เป็นผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน IEC 898 หรือ IEC 947-2 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า
- มีพิกัดกระแส Ampere trip, AT ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของพิกัดกระแสลัดวงจร (Isc) ที่สภาวะ STC ของชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์

2. อุปกรณ์ควบคุมการตัด-ต่อวงจรด้านไฟฟ้ากระแสสลับ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 เป็นชนิด Molded case circuit breaker, MCCB

2.2 เป็นผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน IEC 898 หรือ IEC 947-2 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่า

2.3 มีพิกัดกระแส Ampere trip, AT ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของพิกัดกำลังไฟฟ้า (Rate power) ที่

Unity power factor ของอุปกรณ์แปลงไฟฟ้าตามข้อกำหนดที่กำหนดไว้ข้างต้น

3. อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้ากระชอก

3.1 มี DC Surge Protection ด้านไฟฟ้ากระแสตรง ตามมาตรฐาน

3.2 มี AC Surge Protection ด้านไฟฟ้ากระแสสลับ ตามมาตรฐาน

สายไฟฟ้า มีข้อกำหนด ดังนี้

1. เป็นสายไฟ DC ชนิด Solar Cable ที่สามารถทนรังสียูวี ทนอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 80 องศาเซลเซียส ตามมาตรฐาน IEC 60502 หรือสายชนิดอื่นที่มีคุณสมบัติดีกว่า

2. ด้านไฟฟ้ากระแสตรง มีขนาดทนกระแสสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของกระแสลัดวงจรของชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Isc) ที่สภาวะ STC ของชุดแผงเซลล์ฯ

3. ด้านไฟฟ้ากระแสสลับ มีขนาดทนกระแสสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของกระแสจ่ายออกที่พิกัดกำลังไฟฟ้า (Rate power) ที่ Unity power factor ของอุปกรณ์แปลงไฟฟ้า

4. สายไฟฟ้าบนหลังคาให้ติดตั้ง โดยเดินท่อร้อยสาย หรือติดตั้งในรางเดินสาย

ท่อร้อยสายไฟฟ้า มีข้อกำหนด ดังนี้

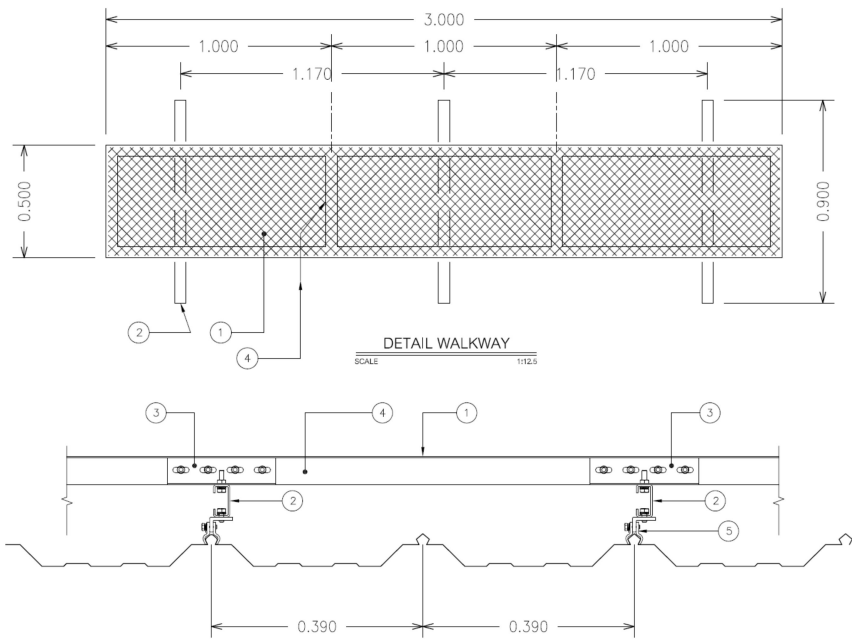
1. กรณีเป็นท่อ Polyethylene ควรเป็นท่อชนิดความหนาแน่นสูง (High density polyethylene pipe, HDPE pipe) ชั้นคุณภาพ PN 8 หรือดีกว่า และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรอง มอก.982
2. กรณีเป็นท่อโลหะ ควรเป็นชนิดท่อโลหะร้อยสายไฟฟ้า EMT หรือดีกว่า

กล่องรวมสาย (DC junction box) มีข้อกำหนด ดังนี้

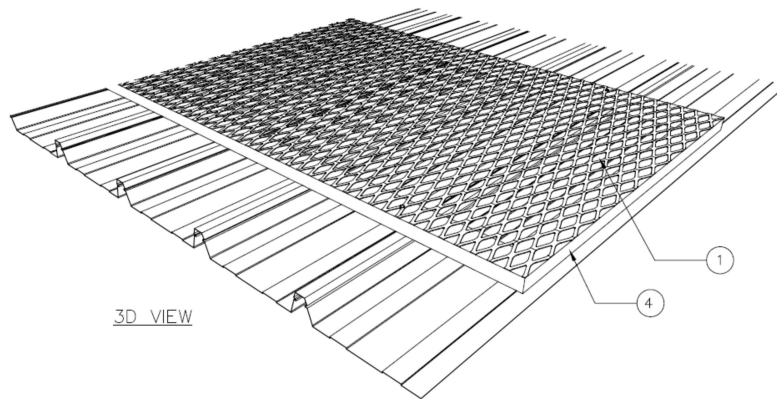
1. เป็นกล่องโลหะ stainless steel กล่องโลหะชุปลดสนิม ชนิดใช้งานกลางแจ้ง (Outdoor type)
2. สามารถป้องกันสิ่งรบกวนตาม Ingress Protection (IP) ที่ระดับ IP65 หรือดีกว่า
3. ติดตั้งขั้วสายไฟฟ้าภายในกล่องรวมสายอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ เป็นระเบียบ แข็งแรง และปลอดภัย

แผ่นทางเดินบนหลังคาและโครงสร้างรองรับแผ่นทางเดิน (Cat walk / Walk way) มีข้อกำหนดดังนี้

1. แผ่นทางเดินต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร ทำจากเหล็กชุบกัลวาไนซ์ (Hot-dip galvanized) หรือเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel) อาจอยู่ในรูปแบบของตะแกรงเหล็กฉีก หรือรูปแบบที่เหมาะสม สามารถกันการลื่นไถลของผู้ที่กำลังเดินแม้แผ่นทางเดินเปียกน้ำ แผ่นทางเดินประกอบเข้ากับขอบและคานเหล็กชุบกัลวาไนซ์หรือเหล็กกล้าไร้สนิมที่มีความแข็งแรงเพียงพอต่อการรับน้ำหนักของผู้ทำงานซ่อมบำรุงและเมื่อเดินแล้วแผ่นทางเดินไม่เกิดการหย่อนมากนัก
2. แผ่นทางเดินควรมีความยาวต่อแผ่นที่เหมาะสมต่อการยกขึ้นประกอบบนหลังคา
3. โครงสร้างรองรับแผ่นทางเดินกับโครงสร้างหลังคา ควรประกอบด้วยคานเหล็กชุบกัลวาไนซ์ หรือเหล็กกล้าไร้สนิม หรือวัสดุอลูมิเนียมที่เป็นอุปกรณ์เดียวกันกับโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ พร้อมอุปกรณ์จับยึดกับหลังคา
4. ส่วนประกอบโครงสร้างรองรับแผ่นทางเดินควรสามารถถอดออกเป็นชิ้นส่วนและประกอบได้อย่างสะดวก
5. วัสดุและอุปกรณ์ Bolt, Screw และ Nut ที่ใช้ขันแน่นยึดโครงสร้างและแผ่นทางเดินทั้งหมดต้องทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel)
6. แผ่นทางเดินควรติดตั้งตลอดแนวยาวของหลังคาอาคารที่ติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาอย่างน้อย 1 แนวในหลังคาขนาดใหญ่แต่ละอาคาร เพื่อให้ผู้ทำงานซ่อมบำรุงสามารถเดินตามแนวยาวของหลังคาได้สะดวกก่อนเดินเข้าช่องว่างระหว่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์
7. น้ำหนักของโครงสร้างและแผ่นทางเดินทั้งหมดต้องอยู่ในขอบเขตที่โครงสร้างหลังคาสามารถรับได้ และต้องสามารถรองรับน้ำหนักของผู้ปฏิบัติงานได้ด้วย



รูปภาพที่ : แสดงตัวอย่างการติดตั้งแผ่นทางเดินบนหลังคาเมทัลชีท



รูปภาพที่ : แสดงตัวอย่างการติดตั้งแผ่นทางเดินบนหลังคาเมทัลชีท

สายกันตกหรือสายชูชีพ (life line) มีข้อกำหนดดังนี้

1. วัสดุและอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องทำจาก เหล็กชุบกำลาไนซ์ (Hot-dip galvanized) หรือ เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel) ที่สามารถป้องกันสนิมได้
2. สายกันตกควรติดตั้งตลอดแนวของหลังคาอาคารที่ติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา ที่ผู้ทำงานซ่อมบำรุงสามารถใช้งานสายกันตกได้อย่างต่อเนื่อง หรือติดตั้งในบริเวณจุดเสี่ยงหรือขอบอาคารที่ผู้ทำงานซ่อมบำรุงอาจพลัดตกจากหลังคาอาคารได้

3. สายกันตกต้องสามารถรองรับการพลัดตกของผู้ทำงานซ่อมบำรุงที่มีน้ำหนัก 100 กิโลกรัม จากหลังคาของอาคารได้พร้อมกันอย่างน้อย 2 คน โดยที่สายกันตกไม่ขาดและโครงสร้างยึดสายกันตกกับหลังคาของอาคารไม่หลุดออกจากกัน
4. ผู้รับจ้างต้องส่งมอบชุดอุปกรณ์เข็มขัดเซฟตี้แบบเต็มตัวพร้อมเชือกเซฟตี้เส้นเดี่ยวและตะขอนิรภัยขนาดใหญ่ (Full body harness with rope lanyard and big hook) ให้แก่ผู้รับจ้างอย่างน้อย 2 ชุด ในวันส่งมอบงาน

ระบบน้ำสำหรับการล้างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีข้อกำหนดดังนี้

1. ระบบน้ำสำหรับการล้างแผงเซลล์แสงอาทิตย์และข้อกำหนดประกอบด้วย
 - ท่อน้ำที่ติดตั้งบนหลังคา ควรเลือกใช้ชนิดท่อน้ำที่สามารถกันรังสียูวี และอุณหภูมิสูงอย่างน้อย 70 องศาเซลเซียสได้
 - ก๊อคน้ำที่มีหัวข้อต่อแบบสวมเร็วสำหรับการสวมร่วมกับสายยาง โดยจุดติดตั้งก๊อคน้ำต้องอยู่ในรัศมีที่จะสามารถล้างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้อย่างทั่วถึงในรัศมีจากก๊อคน้ำ (ความยาวของสายยาง) 20 เมตร
 - แร่งดันน้ำที่ปลายสายยางที่ต่อกับก๊อคน้ำ ให้มีความเหมาะสม และสามารถใช้งานล้างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้สะดวก
2. ท่อน้ำที่ติดตั้งบนหลังคาอาคารต้องไม่วางราบไปกับพื้นผิวของหลังคาโดยตรง ต้องติดตั้งโดยมีโครงสร้างรองรับ โดยโครงสร้างรองรับท่อน้ำกับโครงสร้างหลังคา ควรประกอบด้วยคานเหล็กชุบกัลวาไนซ์ หรือเหล็กกล้าไร้สนิม หรือวัสดุอลูมิเนียมที่เป็นอุปกรณ์เดียวกันกับโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ พร้อมอุปกรณ์จับยึดกับหลังคา และอุปกรณ์จับยึดท่อน้ำกับคานรองรับ
3. วัสดุและอุปกรณ์ Bolt, Screw และ Nut ที่ใช้ขันแน่นยึดโครงสร้างและระบบน้ำทั้งหมดต้องทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steel)

ระบบควบคุมและบริหารจัดการพลังงานของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา (Solar rooftop monitoring and energy management system) มีข้อกำหนดดังนี้

1. ระบบควบคุมและบริหารจัดการพลังงานของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา ประกอบด้วย
 - อุปกรณ์ควบคุมเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter controller)
 - ระบบเซ็นเซอร์ตรวจวัด ประกอบด้วย เครื่องตรวจวัดความเข้มแสง (Pyranometer) เซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม (Ambient temperature sensor) และเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Module temperature sensor)
 - อุปกรณ์ตรวจวัดการการใช้พลังงาน/กำลังไฟฟ้าจากระบบสายส่งของการไฟฟ้า (Energy meter)

- คอมพิวเตอร์สำหรับเก็บข้อมูลและใช้งานโปรแกรมควบคุมและบริหารจัดการพลังงานของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา ที่สามารถจัดเก็บข้อมูลและเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้อย่างน้อย 2 ปี พร้อมจอแสดงผล คีย์บอร์ด และเมาส์
 - โปรแกรมควบคุมและบริหารจัดการพลังงานของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา
 - จอแสดงผลเป็นจอ LED ขนาดความกว้างไม่น้อยกว่า 50 นิ้ว ที่ใช้ในการแสดงผลการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา เพื่อแสดงให้เห็นพนักงาน นักศึกษา และผู้ที่สนใจได้รับชมการทำงานของระบบฯ
2. คุณสมบัติของโปรแกรมควบคุมและบริหารจัดการพลังงานของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาที่ต้องการ ได้แก่
- สามารถเข้ากันได้กับอุปกรณ์ควบคุมเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter controller)
 - เป็น Web-based software ที่สามารถแสดงผลข้อมูลของระบบในรูปแบบตารางข้อมูลและกราฟข้อมูล ซึ่งสามารถเข้าระบบได้จากคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นด้วย Web browser อย่างเช่น Internet explorer ได้พร้อมกันอย่างน้อย 4 เครื่อง โดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติม และต้องใช้ Web security แบบ http://
 - สามารถสร้าง Account และ Password สำหรับเข้าระบบควบคุมเพิ่มเติมได้
 - ข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจวัด เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า อุปกรณ์ควบคุมเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า และอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ต้องถูกบันทึกในสื่อบันทึกข้อมูลแบบ Hard disk ได้อย่างต่อเนื่องอย่างน้อยทุกๆ 15 นาที
 - สามารถแสดงสัญญาณแสดงความผิดพลาด (Alarm / Alert signal) ที่เกิดขึ้นกับระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาได้
 - สามารถควบคุมกำกับการผลิตไฟฟ้าของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาได้ ดังเช่น การควบคุมกำกับการผลิตไม่ให้เกิดความต้องการทางไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยฯ หรือไม่ให้มีไฟฟ้าไหลย้อนเข้าสู่สายส่งของการไฟฟ้า และสามารถปรับตั้งได้ว่าจะเปิดหรือปิดคุณสมบัติดังกล่าว
 - สามารถแสดงข้อมูลและจัดเก็บข้อมูลเป็นรายเครื่องของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าได้
 - สามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังแบบสรุปเป็นกราฟข้อมูลแบบ 2 หรือ 3 แกน (กำลังการผลิตไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ กำลังไฟฟ้าขาเข้าจากการไฟฟ้า ข้อมูลอุปกรณ์ตรวจวัดต่างๆ ฯลฯ) เป็นรายวัน รายอาทิตย์ รายเดือน และรายปีได้ และสามารถกำหนดขอบเขตของข้อมูลเป็นรายอาคารแต่ละอาคาร และรวมทุกอาคาร
 - มีส่วนแสดงผลกราฟฟิก (Graphical display interface) ที่สวยงาม สำหรับการแสดงผลออกทางโทรทัศน์ เพื่อแสดงให้เห็นพนักงาน นักศึกษา และผู้ที่สนใจได้รับชมการทำงานของระบบฯ

สิ่งที่ต้องปฏิบัติ รายงานและ ผลงานที่ต้องส่งมอบ มีข้อกำหนด ดังนี้

1. ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบระบบ และรายละเอียดที่เกี่ยวข้องทั้งหมด แผนงาน กรรมวิธีการปฏิบัติงาน ตามที่ผู้ยื่นข้อเสนอที่จะมาเป็นผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบระบบ และรายละเอียดที่เกี่ยวข้องทั้งหมด แผนงาน กรรมวิธีการปฏิบัติงาน ตามสัญญา พร้อมวิศวกรควบคุมงานดูแลงานติดตั้ง ซึ่งได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรไฟฟ้า และวิศวกรโยธา ไม่ต่ำกว่าระดับสามัญวิศวกร อย่างละ 1 คน ตามลำดับงานการติดตั้งให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาอนุมัติภายใน 15 วัน นับจากวันลงนามในสัญญา

2. ผู้รับจ้างจะต้องทำหนังสือแจ้งให้ผู้ว่าจ้างทราบก่อนล่วงหน้าเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 14 วัน ก่อนเข้าไปปฏิบัติที่หน้างาน ทั้งนี้ในการปฏิบัติงานประจำวันผู้รับจ้างจะต้องส่ง Daily request เพื่อขออนุญาตเข้าปฏิบัติงานต่อผู้ว่าจ้าง/ผู้ควบคุมงานในแต่ละวัน

3. รายงานความก้าวหน้า ที่ผู้รับจ้างจะต้องจัดส่งแก่ ผู้ว่าจ้างและที่ปรึกษา

3.1 รายงานความก้าวหน้างานติดตั้งระบบ เป็นรายสัปดาห์ ในรูปแบบ power point

3.2 รายงานความก้าวหน้างานติดตั้งระบบ เป็นรายเดือน ในรูปแบบ power point และรูปแบบ MS Word

3.3 รายงานความก้าวหน้างานติดตั้งระบบ เป็นรายงวดการเบิกเงิน ในรูปแบบ power point และรูปแบบ MS Word

4. ผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบงานตั้งแต่การออกแบบทางวิศวกรรมให้เหมาะสมและได้ระบบที่ Optimum สูงสุด จัดซื้อ จัดหา และงานก่อสร้าง ติดตั้งอุปกรณ์ และทดสอบการทำงานของระบบ กระทั่งงาน Mechanical completion แล้วเสร็จสมบูรณ์และเชื่อมต่อกับตู้ไฟฟ้าหลัก (MDB) ของอาคาร และชุดอุปกรณ์ป้องกันตามมาตรฐาน Grid code ของการไฟฟ้า เชื่อมต่อกับสายส่งของการไฟฟ้าแล้วเสร็จ พร้อมจ่ายไฟฟ้าให้กับโหลดที่ใช้งาน

5. ผู้รับจ้างจะต้องทำรายงานปฏิบัติงานส่งให้คณะกรรมการของผู้ว่าจ้าง จำนวน 5 ชุด ประกอบด้วยต้นฉบับ เอกสาร 1 ชุด สำเนาเอกสาร 4 ชุด และรายงานในรูปแบบ Electronic File 5 ชุด ก่อนส่งมอบงานงวดสุดท้ายซึ่งในรายงานจะต้องประกอบด้วย

- ข้อมูล แบบ Asbuilt โยธาโครงสร้าง แบบไฟฟ้า และระบบควบคุมมอเตอร์การผลิตไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์โดยละเอียด

- รายงานผลการทดสอบ Voltage and current testing, Insulation resistance testing, System Functional Testing, System Performance testing

- คู่มือการติดตั้ง การถอด ประกอบชิ้นส่วนต่างๆ

- คู่มือการตรวจสอบแก้ไขเบื้องต้น

- คู่มือการใช้งาน การบำรุงรักษา อุปกรณ์ทั้งหมดของระบบ พร้อมรายการอะไหล่ทั้งหมด




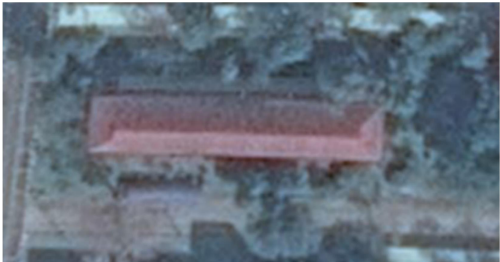
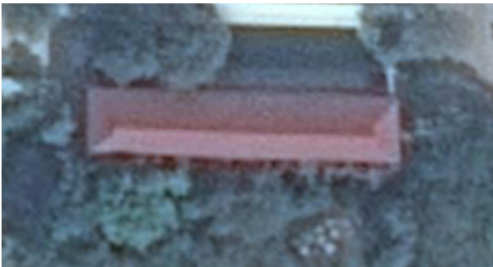
เอกสารแนบที่ 2: พื้นที่ติดตั้งประกอบเอกสาร






แผนผังแสดงตำแหน่งที่อยู่ในขอบข่ายติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา ของมหาวิทยาลัยฯ











ลำดับ	อาคาร	
1	อาคาร 1	อาคารคณะครุศาสตร์
2	อาคาร 3	อาคารคณะวิทยาศาสตร์
3	อาคาร 4	อาคารคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
4	อาคาร 5	อาคารคณะวิทยาศาสตร์
5	อาคาร 7	อาคารศูนย์ภาษา (ภาษาจีน) คณะครุศาสตร์
6	อาคาร 9	อาคารคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
7	อาคาร 12	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (ปฏิบัติการเซรามิกส์)
8	อาคาร 14	โรงพยาบาล
9	อาคาร 38	อาคารสำนักอธิการบดี (อาคารอาหาร โรงน้ทรีญ)
10	อาคาร 43	อาคารหอประชุมใหญ่
11	อาคาร 45	อาคารเรียนรวม
12	อาคาร 46	อาคารกีฬาเอนกประสงค์
13	อาคาร 23	อาคารคณะวิทยาศาสตร์
14	อาคาร 33	โรงอาหารทิพย์ธัญญา
15	อาคาร 27	หอประชุมจันทร์ผา
16	-	อาคารฝ่ายพัสดุฯ
17	-	ที่จอดรถบริเวณอาคารกีฬาเอนกประสงค์
18	-	ที่จอดรถบริเวณอาคารคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

รายชื่ออาคารต่างๆที่คาดว่าจะสามารถติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา มีดังนี้

ลำดับ	อาคาร	รูปภาพ
1	อาคาร 1 อาคารคณะครุศาสตร์	
2	อาคาร 3 อาคารคณะวิทยาศาสตร์	
3	อาคาร 4 อาคารคณะมนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์	
4	อาคาร 5 อาคารคณะวิทยาศาสตร์	
5	อาคาร 7 อาคารศูนย์ภาษา (ภาษาจีน) คณะครุศาสตร์	
6	อาคาร 9 อาคารคณะมนุษยศาสตร์	

ลำดับ	อาคาร	รูปภาพ
	และสังคมศาสตร์	
7	อาคาร 12 คณะเทคโนโลยี อุตสาหกรรม (ปฏิบัติการเซรามิกส์)	
8	อาคาร 14 โรงยิมเนเซียม	
9	อาคาร 38 อาคารสำนักอธิการบดี (อาคารอาหาร โรงนักร้อง)	
10	อาคาร 43 อาคารหอประชุมใหญ่	
11	อาคาร 45 อาคารเรียนรวม	

ลำดับ	อาคาร	รูปภาพ
		
12	อาคาร 46 อาคารกีฬาเอนกประสงค์	
13	อาคาร 23 อาคารคณะวิทยาศาสตร์	
14	อาคาร 33 โรงอาหารทิพย์ธัญญา	
15	อาคาร 27 หอประชุมจันทร์ผา	
16	อาคารฝ่ายพัสดุฯ	

ลำดับ	อาคาร	รูปภาพ
		
17	ที่จอดรถบริเวณอาคารกีฬา เอนกประสงค์	
18	ที่จอดรถบริเวณอาคารคณะมนุษย ศาสตร์ และสังคมศาสตร์	

ตารางแสดงพื้นที่อาคารที่อยู่ในขอบข่ายที่สามารถติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาได้

ตารางแสดงพื้นที่ติดตั้ง

ลำดับ	รายการ	ขนาดพื้นที่	หน่วย
1	อาคาร 1 คณะครุศาสตร์	385	ตร.ม
2	อาคาร 3 คณะวิทยาศาสตร์	315	ตร.ม
3	อาคาร 4 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	375	ตร.ม
4	อาคาร 5 คณะวิทยาศาสตร์	290	ตร.ม
5	อาคาร 7 ศูนย์ภาษา (ภาษาจีน) คณะครุศาสตร์	265	ตร.ม
6	อาคาร 9 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	509	ตร.ม
7	อาคาร 12 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม	132	ตร.ม
8	อาคาร 14 โรงยิมเนเซียม	385	ตร.ม
9	อาคาร 38 อาคารสำนักอธิการบดี	200	ตร.ม
10	อาคาร 43 อาคารหอประชุม	220	ตร.ม
11	อาคาร 45 อาคารเรียนรวม	675	ตร.ม
12	อาคาร 46 อาคารเอนกประสงค์	600	ตร.ม
13	อาคาร 23 อาคารคณะวิทยาศาสตร์	270	ตร.ม
14	อาคาร 33 โรงอาหารทิพย์ธัญญา	200	ตร.ม
15	อาคาร 27 หอประชุมจันทน์ผา	425	ตร.ม
16	อาคารฝ่ายพัสดุฯ	280	ตร.ม
17	ที่จอดรถบริเวณอาคารกีฬาอเนกประสงค์	240	ตร.ม
18	ที่จอดรถบริเวณอาคารคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	180	ตร.ม
รวม		5,946	ตร.ม