

**ร่างขอบเขตงาน (Term Of Reference : TOR)**  
**รายการครุภัณฑ์ปฏิบัติการพลังงานแสงอาทิตย์และอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน 1 ชุด**  
**ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่**

ด้วยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ซึ่งต่อไปในเอกสารนี้เรียกว่า “ผู้ซื้อ” มีความประสงค์จัดซื้อครุภัณฑ์ปฏิบัติการพลังงานแสงอาทิตย์และอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน จำนวน 1 ชุด จำนวนวงเงิน 3,600,000 บาท (สามล้านบาทถ้วน) เพื่อใช้ในการลดการใช้พลังงานและเพิ่มความมั่นคงในพลังงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา โดยมีรายละเอียดดังนี้

**1. หลักการและเหตุผล**

อ้างอิงนโยบายพลังงานแห่งชาติ ได้มีการส่งเสริมให้ทุกหน่วยงานไม่ว่าจะเป็นภาครัฐหรือเอกชนทำการติดตั้งโซลาร์รูฟหรือเซลล์แสงอาทิตย์ที่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่าย เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่อาคารหรือแต่ละหน่วยงานต้องใช้ เป็นการประหยัดและลดการนำเข้าเชื้อเพลิงจำพวกฟอสซิล ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดสภาวะโลกร้อนและสภาวะเรือนกระจก ดังนั้นทุกหน่วยงานจึงให้ความสำคัญในการเลือกใช้พลังงานทดแทนหรือพลังงานสะอาดเพื่อมาลดปรากฏการณ์ของสภาวะโลกร้อน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาเป็นหน่วยงานภาครัฐ สังกัดคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ มีเขตพื้นที่จัดการเรียนการสอน (พื้นที่การศึกษา) ตั้งอยู่ในพื้นที่ 6 จังหวัดภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งประกอบด้วย ส่วนกลาง พื้นที่เจ็ดลิน พื้นที่เจ็ดยอด พื้นที่ดอยสะเก็ด พื้นที่จอมทอง พื้นที่ตาก พื้นที่พิษณุโลก พื้นที่ลำปาง พื้นที่เชียงราย และพื้นที่น่าน จัดการศึกษาในระดับต่ำกว่าปริญญา ปริญญา บัณฑิตศึกษา ปัจจุบันมีบุคลากรและนักศึกษาอยู่ประมาณ 14,500 คน โดยแหล่งพลังงานไฟฟ้าหลักของทุกพื้นที่ได้มาจากระบบสายส่งไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเพียงอย่างเดียวและไม่มีแหล่งพลังงานสำรองหรือแหล่งพลังงานทดแทนอื่น ๆ มาใช้ร่วมในการผลิตพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัย ดังนั้นจึงมีค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานที่ค่อนข้างสูงกว่า 5 ล้านบาทต่อเดือน โดยภาระโหลดไฟฟ้าส่วนใหญ่ของการจัดการศึกษาอยู่ในช่วงเวลากลางวันเป็นหลักจึงเป็นภาระค่าใช้จ่ายของมหาวิทยาลัยในการจัดการศึกษาอย่างมาก จากโครงการนำร่องติดตั้งระบบปฏิบัติการพลังงานแสงอาทิตย์และอุปกรณ์ประหยัดพลังงานทางมหาวิทยาลัยสามารถลดพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารนวัตกรรมวิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ ดอยสะเก็ด เชียงใหม่ ระบบสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยได้ถึง 6,000 หน่วยต่อเดือนและติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานลดค่าพลังงานไฟฟ้า 4,000 หน่วยต่อเดือน รวมเป็นหน่วยไฟฟ้าที่สามารถประหยัดไฟฟ้าได้ถึง 10,000 หน่วยต่อเดือนและ 120,000 ต่อปี คิดเป็นปริมาณในการลดค่าไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 540,000 บาทต่อปีซึ่งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เลือกใช้ดังกล่าวมีอายุการใช้งานยาวนานถึง 25 ปี

ดังนั้นหน่วยวิจัยระบบพลังงานสะอาดเห็นถึงความสำคัญที่ขยายโครงการดังกล่าว จึงเสนอโครงการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และอุปกรณ์ประหยัดพลังงานเพิ่มเติมตามเอกสารแนบ ในวงเงินงบประมาณของโครงการทั้งสิ้น จำนวนวงเงิน 3,600,000 บาท (สามล้านบาทถ้วน) เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานและเป็นแหล่งเรียนรู้เพื่อใช้ในการศึกษาและการเรียนการสอนในมหาวิทยาลัย หน่วยงานภาครัฐ เอกชน ชุมชนและสังคมด้านการอนุรักษ์พลังงานและประหยัดพลังงาน โดยสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้เฉลี่ยรวมทั้งหมด ต่อเดือนไม่น้อย 6,000 หน่วยต่อเดือนหรือ 72,000 หน่วยต่อปี และประหยัดพลังงานที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศได้ไม่น้อยกว่า



19,680 หน่วยต่อปีของการใช้เครื่องปรับอากาศไม่น้อยกว่า 10 ชั่วโมง รวมประหยัดพลังงานถึง 91,680 หน่วยต่อปี ลดค่าไฟฟ้าปีละ 412,563 บาทต่อปี (เมื่อคิดค่าไฟฟ้าอัตราเฉลี่ย 4.50บาทต่อหน่วยและเพิ่มขึ้นทุกๆปีเฉลี่ยเท่ากับ อัตราเงินเฟ้อและดอกเบี้ยเงินฝาก) โดยสามารถคืนทุนภายใน 8.7 ปี จึงแสดงให้เห็นถึงจุดคุ้มทุนและการลดค่าใช้จ่าย ทางด้านสาธารณูปโภคของมหาวิทยาลัยได้ในเชิงประจักษ์ อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นแหล่งเรียนรู้ในการใช้พลังงาน ทดแทนของหน่วยงานภาครัฐ เอกชน ชุมชน รวมถึงการเรียนการสอนทุกสาขาวิชาที่เน้นการใช้พลังงานทดแทนหรือ พลังงานสะอาด

## 2. วัตถุประสงค์

การจัดทำครุภัณฑ์ปฏิบัติการพลังงานแสงอาทิตย์และอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน 1 ชุด เป็นการศึกษาวิจัยและ พัฒนาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่ โดยเน้นการเลือกเทคโนโลยีและประสิทธิภาพของระบบ เป็นหลัก มิได้เน้นการแข่งขันในเชิงพาณิชย์แต่อย่างใด ดังนั้นการออกแบบระบบและเลือกอุปกรณ์ประกอบจึงเลือก ให้เหมาะสมกับการศึกษาและงานวิจัย เพื่อหาคุณลักษณะหรือปัจจัยที่มีผลต่อระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่เชื่อมต่อกับระบบ จำหน่าย เพื่อสามารถนำไปใช้พัฒนารูปแบบการเลือกอุปกรณ์และวิธีการติดตั้งที่เหมาะสม ตลอดจนยังถูกออกแบบให้เป็น สื่อการเรียนการสอนในเรื่องการใช้พลังงานทดแทนในอาคารการจัดการพลังงานในอาคารให้กับ ของหน่วยงานภาครัฐ เอกชน ชุมชน รวมถึงการเรียนการสอนทุกสาขาวิชาที่เน้นการใช้พลังงานทดแทนหรือพลังงานสะอาดอีกด้วย

## 3. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

- 3.1 ผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว
- 3.2 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ถูกระบุชื่อในรายชื่อผู้ทำงานของทางราชการ และได้แจ้งเวียนชื่อแล้ว หรือไม่ผู้ที่ ได้รับผลของการสั่งให้นิติบุคคลหรือบุคคลอื่นเป็นผู้ทำงานตามระเบียบทางราชการ
- 3.3 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้เสนอราคารายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่มหาวิทยาลัยฯ ณ วันประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางราคาอย่างเป็นธรรมในการประกวด ราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้
- 3.4 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ เสนอราคาได้มีคำสั่งให้สละสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น
- 3.5 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ที่ถูกประเมินสิทธิผู้เสนอราคาในสถานะที่ห้ามเข้าเสนอราคาและห้ามทำสัญญา ตามที่ กวพ. กำหนด
- 3.6 บุคคลหรือนิติบุคคลที่จะเป็นคู่สัญญาต้องไม่อยู่ในฐานะเป็นผู้ไม่แสดงบัญชีรายรับรายจ่ายหรือแสดงบัญชี รายรับรายจ่ายไม่ถูกต้องครบถ้วนในสาระสำคัญ
- 3.7 บุคคลหรือนิติบุคคลที่จะเข้าเป็นคู่สัญญากับหน่วยงานของรัฐ ซึ่งได้ดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างด้วยระบบ อิเล็กทรอนิกส์ (e-Government Procurement : e-GP) ต้องลงทะเบียนในระบบอิเล็กทรอนิกส์ของกรมบัญชีกลางที่ เว็บไซต์ข้อมูลจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ
- 3.8 คู่สัญญาต้องรับจ่ายเงินผ่านบัญชีเงินฝากกระแสรายวัน เว้นแต่การรับจ่ายเงินแต่ละครั้งซึ่งมีมูลค่าไม่เกินสาม หมื่นบาท คู่สัญญาอาจรับจ่ายเป็นเงินสดก็ได้

3.9 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ขอสงวนสิทธิ์ที่จะทำสัญญาก็ต่อเมื่อหน่วยงาน ได้รับงบประมาณแล้ว

#### 4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของครุภัณฑ์

ครุภัณฑ์ปฏิบัติการพลังงานแสงอาทิตย์และอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

4.1 ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวนไม่น้อยกว่า 126 แผง

- 4.1.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกชนิด ชนิด Mono Crystalline Silicon หรือ Poly Crystalline Silicon
- 4.1.2 มีขนาดกำลังวัตต์ต่อแผงต้องไม่น้อยกว่า 320 Wp โดยมีกำลังการผลิตรวมต้องไม่น้อยกว่า 40.32 kWp
- 4.1.3 แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกชนิด ชนิด Mono Crystalline Silicon หรือ Poly Crystalline Silicon ต้องมีพิทักกำลังไฟฟ้าเอาต์พุตสูงสุดไม่น้อยกว่า 320 วัตต์ (Wp) ต่อแผงหรือสูงกว่า ที่เงื่อนไขทดสอบมาตรฐาน (Standard Test Condition : STC) ความเข้มของแสงอาทิตย์ (Irradiance Condition) 1,000 W/m<sup>2</sup> อุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 25 °C
- 4.1.4 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกแผง ต้องมีผลทดสอบคุณลักษณะกระแสไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้า ทั้งนี้ผู้เสนอราคาต้องแสดงเอกสารหลักฐานมาพร้อมกับเอกสารการเสนอราคา เพื่อประกอบการพิจารณา
- 4.1.5 รุ่นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องผ่านมาตรฐานการรับรองคุณภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ตามมาตรฐานมอก.1843-2553 หรือ ผลการทดสอบเกี่ยวกับ Crystalline Silicon Terrestrial Photovoltaic (PV) Module – Design Qualification and Type Approval ตามมาตรฐานของ IEC 61215 และมาตรฐานความปลอดภัย มอก.2580-2555 หรือ มาตรฐานการทดสอบ Photovoltaic (PV) Module safety Qualification ตามมาตรฐานของ IEC 61730 -1, -2 ทั้งนี้ผู้เสนอราคาต้องแสดงเอกสารหลักฐานมาพร้อมกับเอกสารการเสนอราคา เพื่อประกอบการพิจารณา
- 4.1.6 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ผลิตจากโรงงานที่ได้รับการรับรอง ระบบบริหารคุณภาพมาตรฐาน ISO 9001 และระบบการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมมาตรฐานสากล ISO 14001 และ OHSAS 18001 ทั้งนี้จะต้องแสดงเอกสาร หลักฐานมาพร้อมกับการเสนอราคา เพื่อประกอบการพิจารณาด้วย
- 4.1.7 มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่สภาวะ Standard Test Condition (STC.) ค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด Voc. ของแผงเซลล์ฯ ไม่น้อยกว่า 45 Volt. แรงดันไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้าสูงสุด Vmp. ไม่น้อยกว่า 38 Volt
- 4.1.8 มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่สภาวะ Standard Test Condition (STC.) ค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจร Isc



- ของแผงเซลล์ฯ ไม่น้อยกว่า 9 Amp. กระแสไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้าสูงสุด Imp. ไม่น้อยกว่า 8 Amp.
- 4.1.9 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องมีค่า Maximum system voltage ไม่น้อยกว่า 1,000 Vdc ตามมาตรฐานมอก.1843-2553 หรือ มาตรฐานของ IEC และมีค่าอุณหภูมิของ Temperature Coefficient of Power ไม่เกิน  $-(0.41) \% / ^\circ\text{C}$ , Temperature Coefficient of Voc. ไม่เกิน  $-0.34\% / ^\circ\text{C}$  และ Temperature Coefficient of Isc. ไม่เกิน  $0.049\% / ^\circ\text{C}$  หรือดีกว่า
- 4.1.10 น้ำหนักของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแผง ที่นำมาติดตั้งมีน้ำหนักของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่เกิน 23.2 กิโลกรัมต่อแผง โดยระบุไว้ในคุณลักษณะของแผง (Name plate) ทุกแผง
- 4.1.11 ต้องมีกรอบของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่แข็งแรง ไม่เป็นสนิมและทนทานต่อการกัดกร่อนของสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศได้ดี
- 4.1.12 ด้านหลังแผงเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งกล่องต่อสายไฟ (Junction Box) หรือขั้วต่อสาย (Terminal Box) ที่มีการปิดผนึกหรือมีฝาที่ปิดล็อคได้อย่างมั่นคง สามารถทนต่อสภาพอากาศและสภาวะแวดล้อมได้ดี และต้องมีวัสดุป้องกันการซึมเข้าภายในกล่องรวมสายไฟ ต้องมีขั้วต่อสายไฟที่มั่นคงแข็งแรงทนทานต่อสภาวะการใช้งานภายนอกอาคารได้ และมีอายุการใช้งานเทียบเท่าแผงเซลล์ฯ
- 4.1.13 ภายในแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะต้องมีการผนึกด้วยสารกันความชื้น Ethylene Vinyl Acetate (EVA) หรือวัสดุอื่นเทียบเท่าหรือดีกว่า ด้านหน้าแผงเซลล์ฯ ปิดทับด้วยกระจกใส หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า
- 4.1.14 แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นแบบ Square Cell หรือ Pseudo Cell หรือ Rectangular Cell หรือถ้าเป็นแบบ Round Cell จะต้องมีความหนาแน่นของสายผ่านศูนย์กลางของแต่ละเซลล์ไม่น้อยกว่า 15.5 เซนติเมตร
- 4.1.15 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่นำมาประกอบภายในแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกเซลล์ฯ จะต้องไม่มีตำหนิอันเนื่องมาจากความบกพร่องในการผลิต
- 4.1.16 ต้องมี Integrated Bypass Diode ต่ออยู่ภายในกล่องต่อสายไฟ (Junction Box) หรือขั้วต่อสาย (Terminal Box) หรือติดตั้งอยู่ในแผงเซลล์ โดยระบุข้อมูลใน Catalogue หรือมีเอกสารรับรองจากผู้ผลิตอย่างชัดเจน
- 4.1.17 เซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพในการทำงานไม่น้อยกว่า 16.5% ทั้งนี้ผู้เสนอราคาจะต้องแสดงวิธีการคำนวณประสิทธิภาพแผง ประสิทธิภาพของระบบ มาพร้อมเอกสารเสนอราคา เพื่อประกอบการพิจารณาด้วย
- 4.1.18 วัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ยึดชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องเป็นวัสดุที่ทำจากสแตนเลส หรืออลูมิเนียม
- 4.1.19 ต้องมีหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตยื่นมาพร้อมกับเอกสารการเสนอราคา เพื่อประกอบการพิจารณา
- 4.2 อุปกรณ์แปลงไฟฟ้าจากกระแสตรงเป็นกระแสสลับขนาดกำลังการผลิตไม่น้อยกว่า 50 kW 1 ชุด
- 4.2.1 เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสตรงไปเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ที่มีกำลังไฟฟ้าขาเข้าการผลิตไฟฟ้ากระแสตรงไม่น้อยกว่า 50 kW สามารถรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขาเข้าได้ไม่

น้อยกว่า 950 โวลต์ มีช่วงของแรงดันไฟฟ้าของกำลังไฟฟ้าสูงสุดระหว่าง 570-800 โวลต์ หรือมากกว่า และมีช่วงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับทางขาออกอยู่ระหว่าง 320 - 450 โวลต์ ของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส หรือมากกว่า

4.2.2 มีกำลังไฟฟ้าขาออกเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ Maximum ac output Apparent Power ไม่น้อยกว่า 54 kVA กระแสไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 78 Amp และมีสัญญาณรบกวน (THD) ที่ขาออกไม่เกิน 3% และมีระบบระบายความร้อน (Cooling Method) เป็นแบบ Smart Forced Air Cooling

4.2.3 มีประสิทธิภาพของอุปกรณ์แปลงไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 98.8 % หรือดีกว่า

4.2.4 อุปกรณ์แปลงไฟฟ้าต้องมีใบรับรองผลการทดสอบอุปกรณ์แปลงไฟฟ้าตามมาตรฐาน VDE0126-1-1, EN62109-1, EN62109-2, G59/3, VDE AR N 4105 และ BDEW

4.2.5 ผลิตภัณฑ์ต้องผ่านการรับรองจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในการอนุญาตให้เชื่อมต่ออุปกรณ์แปลงไฟฟ้าเท่านั้น

4.3 ระบบโครงสร้างรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 1 ชุด

4.3.1 วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างฯต้องเป็นเหล็กเคลือบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot dip Galvanizing) ตามมาตรฐาน ASTM หรือเป็นวัสดุที่ดีกว่าที่ปลอดภัย

4.3.2 ส่วนประกอบของโครงสร้างฯ ต้องสามารถถอดออกเป็นชิ้นส่วนและประกอบได้อย่างสะดวก

4.3.3 วัสดุที่ใช้จับยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์และอุปกรณ์ประกอบในการจับยึดแผงต้องเป็นวัสดุที่ทำจากสแตนเลสหรืออลูมิเนียม

4.3.4 โครงสร้างของแผงฯต้องมีความมั่นคงแข็งแรงและประกอบยึดติดกับพื้นหลังคา สามารถทนแรงลมปะทะได้ไม่น้อยกว่าความเร็วสูงสุดของพายุโซนร้อน (Tropical Storm) โดยมีวิศวกรโครงสร้างออกแบบและรับรองตามรูปแบบรายการ

4.3.5 สำหรับโครงสร้างรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ผู้เสนอราคาต้องออกแบบโครงสร้างพร้อมอุปกรณ์ประกอบที่ใช้จับยึดแผง โดยต้องคำนึงถึงพื้นที่การติดตั้ง ความสวยงามและเหมาะสม และสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้สูงสุดโดยสามารถปรับองศาของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ไม่น้อยกว่า 3 ระดับ ไม่น้อยกว่า 3-5 องศา ซึ่งผู้เสนอราคาต้องแสดงผลคำนวณถึงพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับแต่ละระดับ ด้วยโปรแกรมคำนวณที่เชื่อถือได้มาใช้ในการยื่นเอกสารประกวดราคา

4.4 งานติดตั้งระบบไฟฟ้าระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 1 ชุด

4.4.1 อุปกรณ์ตัดตอนวงจรของระบบไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับทั้งระบบต้องได้ตามมาตรฐานการติดตั้งตามหลักวิศวกรรม โดยผู้เสนอราคาต้องเสนอวัสดุที่ใช้ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ให้กับทางมหาวิทยาลัยพิจารณาในการยื่นซองประกวดราคา

4.4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดตอนวงจรของระบบไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับทาง ผู้เสนอราคาต้องออกแบบและแสดงรายการคำนวณอุปกรณ์ประกอบมาให้ โดยต้องมีวิศวกรไฟฟ้าลงนามรับรองในการออกแบบครั้งนี้ โดยยื่นเอกสารมาพร้อมในวันเสนอราคา



#### 4.5 อุปกรณ์วัดค่าและบันทึกค่าพารามิเตอร์ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

1

ชุด

##### 4.5.1 อุปกรณ์วัดค่าความเข้มแสงอาทิตย์ (Pyrometer)

- 1) เป็นอุปกรณ์วัดค่าความเข้มแสงอาทิตย์ Class II ตามมาตรฐาน ISO 9060
- 2) มีค่า Sensitivity ไม่น้อยกว่า  $10\mu\text{V}/(\text{W}/\text{m}^2)$  และค่ากระแสไฟฟ้าขาออก 4-20mA หรือดีกว่า
- 3) สามารถใช้งานที่อุณหภูมิเฉลี่ย - 40 ถึง 60 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
- 4) สามารถวัดค่าความเข้มแสงอาทิตย์ได้ในช่วงระหว่าง 0-2000W/m<sup>2</sup>

##### 4.5.2 อุปกรณ์วัดค่าความเร็วลม(Wind Speed and Direction)

- 1) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถวัดค่าได้ทั้งความเร็วลมและทิศทางของลม
- 2) มีค่า Wind Speed ระหว่าง 0-60 m/sec และ Resolution 0.07 m/s หรือดีกว่า
- 3) มีค่า Wind Direction 0-355 องศา และ Resolution 0.3 องศา หรือดีกว่า
- 4) ฐานเครื่องวัดลมทำมาจากวัสดุ Anodized aluminum และลูกถ้วยทำมาจาก Plastic and fiberglass หรือดีกว่า

##### 4.5.3 อุปกรณ์วัดค่าความอุณหภูมิและความชื้น (Temperature and Humidity Transmitter)

- 1) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถวัดค่าได้ทั้งอุณหภูมิและความชื้น
- 2) สามารถวัดค่าอุณหภูมิได้ระหว่าง -20 ถึง 80 องศาเซลเซียส และค่าความชื้นสัมพัทธ์ไม่ต่ำกว่า 0 - 99 % หรือดีกว่า
- 3) อุปกรณ์ต้องได้ตามมาตรฐาน IP 65

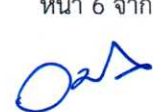
##### 4.5.4 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิใต้แผงเซลล์ (Solar Module Surface Temperature Sensor)

- 1) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถวัดค่าได้ทั้งอุณหภูมิใต้แผงเซลล์ (Solar Module Surface Temperature Sensor) ที่ช่วงค่าระหว่าง -40 ถึง 250 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
- 2) เป็นอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐาน DIN IEC 751 A class

##### 4.5.5 อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล (Data logger) ประกอบด้วย

- 1) เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับจัดเก็บข้อมูล จำนวน 1 ชุด
  - 1.1) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 4 แกนหลัก (4 Core) หรือ 8 แกนเสมือน (8 Thread) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 3.2 GHz จำนวน 1 หน่วย หรือดีกว่า
  - 1.2) หน่วยประมวลผลการ (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB
  - 1.3) มีแผงวงจรหลัก (Motherboard) ใช้ Chipset Intel H110 หรือดีกว่า
  - 1.4) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงผล โดยมียุคณลักษณะอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้
    - 1.4.1) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงผลแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 1 GB หรือ

ผู้ตรวจ

  
S. Serevat

- 1.4.2) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 1 GB หรือ
  - 1.4.3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่บนแผงวงจรหลัก แบบ Onboard Graphics ที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 1 GB
  - 1.5) มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR3 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
  - 1.6) มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB
  - 1.7) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
  - 1.8) มี DVD – RW หรือ Super Multi หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย
  - 1.9) มีจอภาพแบบ LCD หรือดีกว่า มี Contrast Ratio ไม่น้อยกว่า 600:1 และมีขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย
  - 1.10) มี Port I/O ใช้สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ Serial ไม่น้อยกว่า 2 Port, Parallel ไม่น้อยกว่า 1 Port, USB 2.0 ไม่น้อยกว่า 4 Ports, USB 3.0 ไม่น้อยกว่า 4 Ports, DVI ไม่น้อยกว่า 1 Port และ VGA ไม่น้อยกว่า 1 Port
  - 1.11) มีแป้นพิมพ์และเมาส์
  - 1.12) มี Power Supply มีขนาดไม่น้อยกว่า 220 Watts
  - 1.13) มีระบบปฏิบัติการ DOS หรือดีกว่า
  - 1.14) ตัวเครื่องมีรูปทรงแบบ Small Form Factor หรือดีกว่า
  - 1.15) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์, เมาส์, แป้นพิมพ์อยู่ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกัน
  - 1.16) ผลิตภัณฑ์ไมโครคอมพิวเตอร์ที่นำเสนอ ต้องผ่านการรับรองมาตรฐานได้แก่ Energy Star, EPEAT, Eco-Declaration, FCC, CE, CB และ UL หรือ MET โดยมีเอกสารรับรอง
  - 1.17) มี Security Chip module คุณสมบัติไม่ต่ำกว่า TPM (Trusted Platform Module) 1.2
  - 1.18) ผลิตภัณฑ์จะต้องมีศูนย์บริการภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสินค้า และมีสาขากระจายอยู่ทั่วประเทศ
- 2) เครื่องสำรองไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
    - 2.1) มีระบบการทำงานแบบ Line interactive with stabilizer หรือดีกว่า
    - 2.2) สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 1 KVA
    - 2.3) ควบคุมการทำงานด้วยไมโครโปรเซสเซอร์



- 2.4) ใช้แบตเตอรี่แบบ Sealed Lead Acid Maintenance Free
  - 2.5) ผู้ใช้สามารถถอดเปลี่ยนได้เอง (Hot swappable)
  - 2.6) มีดวงไฟหรือหน้าจอ LCD แสดงการทำงานของเครื่อง
  - 3) ผู้สำหรับเก็บอุปกรณ์ จำนวน 1 ตู้
    - 3.1) ตู้แร็คมีขนาด 19 นิ้ว 9U หรือดีกว่า
    - 3.2) มี AC Power Distribution ไม่น้อยกว่า 6 Outlet
    - 3.3) มีพัดลมระบายอากาศขนาด 4 นิ้ว ไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 4.5.6 โปรแกรมสามารถจัดเก็บข้อมูล และสามารถรองรับอุปกรณ์ตรวจวัดทุกค่า ซึ่งผู้เสนอราคาต้องดำเนินการติดตั้งและสามารถทำให้อุปกรณ์ทั้งหมดทำงานได้ โดยการจัดเก็บข้อมูลสามารถทำได้ดังนี้

- 1) สามารถแสดงผลแบบ Real time ได้ในรูปแบบค่าตัวเลข และแบบ Real Time Line Graph (Trend) สามารถแสดงได้ถึง 16 ค่าต่อหน้า และสามารถแก้ไขเปลี่ยนแปลงได้เลือกระยะเวลาในการดูต่อหน้าได้ เช่น 1 นาที, 15 นาที, 1 ชั่วโมง, 1 วัน หรือ 1 สัปดาห์
- 2) สามารถแสดงผลย้อนหลังตั้งแต่มีการเริ่มระบบการจัดเก็บข้อมูล และสามารถจัดเก็บข้อมูลได้ไม่น้อยกว่า 3 ปี
- 3) สามารถแปลงข้อมูลเป็นไฟล์ นามสกุล Text, Excel, Word และ PDF ได้
- 4) สามารถแสดงผลแบบออนไลน์ได้ โดยแสดงผลข้อมูลย้อนหลังแบบ data table และ graph ได้ โดยผู้ใช้งานสามารถเข้าใช้งานพร้อมกัน 5 users และแสดงผลผ่าน Web Browsers (IE., Chrome)
- 5) สามารถรับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกได้ไม่น้อยกว่า 16 อุปกรณ์ ผู้ใช้งานสามารถสร้างการแสดงผลแบบ graphic ที่เป็นสัญลักษณ์และตัวเลขได้ด้วยตนเองและกำหนดชื่อของอุปกรณ์ได้ด้วยตัวเอง ผ่านการสื่อสารแบบ RS-232 / RS-485 / RS-422 , Ethernet, Modbus RTU Protocol , Modbus TCP/IP Protocol

4.5.7 ระบบกราวด์ของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 1 ชุด  
 ทางผู้เสนอราคาต้องติดตั้งระบบกราวด์ให้ได้ตามมาตรฐานของการไฟฟ้า โดยต้องมีการทดสอบค่ากราวด์และรับรองผลด้วยวิศวกรไฟฟ้าระดับไม่ต่ำกว่าภาคีวิศวกรเป็นผู้รับรองในการออกแบบ

4.5.8 ระบบติดตั้งพร้อมอุปกรณ์ประกอบจับยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 1 ชุด  
 ผู้เสนอราคาทำการออกแบบติดตั้งและจับยึด โดยต้องมีวิศวกรโยธาระดับไม่ต่ำกว่าภาคีวิศวกรเป็นผู้รับรองในการออกแบบ



- 4.5.9 อุปกรณ์ประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนขนาดสำหรับติดตั้งเครื่องปรับอากาศไม่น้อยกว่า 36,000-42,000 BTU หรือสูงกว่า 37 ชุด
- 4.5.9.1 โครงสร้างอุปกรณ์ผลิตจากอลูมิเนียม ขนาดกว้าง-ยาว ขึ้นอยู่กับขนาด บี.ที.ยู. ของเครื่องปรับอากาศ
- 4.5.9.2 วัสดุที่ใช้ผลิตผ่านการทดสอบโดย ห้องปฏิบัติการทดสอบสมบัติทางกล หน่วยวิจัย ลักษณะเฉพาะของวัสดุ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ
- 4.5.9.3 มีเอกสารแสดงผลการทดสอบอุปกรณ์โดยกรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลการทดสอบผลต่างของพลังงานไฟฟ้าระหว่างไม่ติดตัวอย่างและติดตัวอย่างไม่น้อยกว่าร้อยละสิบเอ็ดจุดเก้าสี่หรือดีกว่า
- 4.5.9.4 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายอุปกรณ์ประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์
- 4.5.9.5 ผู้เสนอราคาต้องดำเนินการสำรวจจุดติดตั้งอุปกรณ์ในอาคารหรือนอกอาคารดังกล่าวที่เหมาะสมตามหลักวิชาการแล้วเสนอพร้อมในซองเอกสารด้านเทคนิคครบตามจำนวนของอุปกรณ์ และต้องดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวให้แล้วเสร็จ

## 5. รายละเอียดอื่นๆ

- 5.1 ครุภัณฑ์ทั้งหมดต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน
- 5.2 ผู้เสนอราคาต้องออกแบบและแสดงรายการคำนวณอุปกรณ์ของระบบไฟฟ้าของอุปกรณ์ประกอบทั้งหมด ที่แสดงให้กับมหาวิทยาลัยเห็นว่าระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เชื่อมต่อระบบจำหน่ายบนหลังคา นี้ติดตั้งถูกต้องตามหลักวิชาการให้แนบมาพร้อมการเสนอราคา
- 5.3 ต้องจัดส่งแบบรายละเอียด Shop Drawing มาให้กับมหาวิทยาลัยพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง
- 5.4 ผู้เสนอราคาจะต้องรับประกันการใช้งานครุภัณฑ์และการติดตั้งต่างๆ เป็นระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 1 ปี ในกรณีเกิดการเสียหายจากการใช้งานตามปกติ
- 5.5 ผู้เสนอราคาจะต้องติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดที่อาคารหรือห้องหรือตามข้อกำหนดของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
- 5.6 สถานที่ติดตั้ง อาคารบริหารธุรกิจ เชียงใหม่

## 6. ระยะเวลาดำเนินการ

ภายใน 180 วัน นับถัดจากลงนามในสัญญา

## 7. ระยะเวลาส่งมอบของหรืองาน

งวดเดียว ภายใน 180 วัน

8. แผนการใช้จ่ายงบประมาณ (ระบุจำนวนเงิน)

จำนวนวงเงิน 3,600,000 บาท (สามล้านหกแสนบาทถ้วน)

9. สถานที่ติดต่อเพื่อขอทราบข้อมูลเพิ่มเติมและส่งข้อเสนอแนะ วิจารณ์ หรือแสดงความคิดเห็น

สามารถส่งข้อมูลข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะ วิจารณ์เกี่ยวกับร่างขอบเขตของงานได้ที่

สถานที่ติดต่อ งานพัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

เลขที่ 128 ถนนห้วยแก้ว ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300

โทรศัพท์ 0-5392-1444 ต่อ 1321

โทรสาร 0-5392-1444 ต่อ 1321

เว็บไซต์ <http://www.rmutl.ac.th>

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงาน

(ลงชื่อ)   
( ผศ.ดร.จิตตฤทธิ ทองปรอน )

(ลงชื่อ)   
( ดร.วีระศักดิ์ สมศักดิ์ )

(ลงชื่อ)   
( ดร.วรจักร เมืองใจ )