

## ร่างขอบเขตงาน (Term Of Reference : TOR)

### รายการครุภัณฑ์ปฏิบัติการพลังงานแสงอาทิตย์และอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน 1 ชุด ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

ด้วยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ซึ่งต่อไปในเอกสารนี้เรียกว่า “ผู้ซื้อ” มีความประสงค์จัดซื้อครุภัณฑ์ปฏิบัติการพลังงานแสงอาทิตย์และอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน จำนวน 1 ชุด จำนวนวงเงิน 3,600,000 บาท (สามล้านหกแสนบาทถ้วน) เพื่อใช้ในการลดการใช้พลังงานและเพิ่มความมั่นคงในพลังงานมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 1. ความเป็นมา

อ้างอิงนโยบายพลังงานแห่งชาติ ได้มีการส่งเสริมให้ทุกหน่วยงานไม่ว่าจะเป็นภาครัฐหรือเอกชนทำการติดตั้งโซลาร์รูฟหรือเซลล์แสงอาทิตย์ที่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่าย เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่อาคารหรือแต่ละหน่วยงานต้องใช้ เป็นการประหยัดและลดการนำเข้าเชื้อเพลิงจำพวกฟอสซิล ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนและสภาวะเรือนกระจก ดังนั้นทุกหน่วยงานจึงให้ความสำคัญในการเลือกใช้พลังงานทดแทนหรือพลังงานสะอาดเพื่อมาลดปรากฏการณ์ของสภาวะโลกร้อน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาเป็นหน่วยงานภาครัฐ สังกัดคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ มีเขตพื้นที่จัดการเรียนการสอน (พื้นที่การศึกษา) ตั้งอยู่ในพื้นที่ 6 จังหวัดภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งประกอบด้วยส่วนกลาง พื้นที่เจ็ดลิน (ภาคพายัพ) พื้นที่เจ็ดยอด พื้นที่ดอยสะเก็ด พื้นที่จอมทอง พื้นที่ตาก พื้นที่พิษณุโลก พื้นที่ลำปาง พื้นที่เชียงราย และพื้นที่น่าน จัดการศึกษาในระดับต่ำกว่าปริญญา ปริญญาบัณฑิตศึกษา ปัจจุบันมีบุคลากรและนักศึกษาอยู่ประมาณ 14,500 คน โดยแหล่งพลังงานไฟฟ้าหลักของทุกพื้นที่ได้มาจากระบบสายส่งไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเพียงอย่างเดียวและไม่มีแหล่งพลังงานสำรองหรือแหล่งพลังงานทดแทนอื่นมาใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัย ดังนั้นจึงมีค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานที่ค่อนข้างสูงกว่า 5 ล้านบาทต่อเดือน โดยภาระโหลดไฟฟ้าส่วนใหญ่ของการจัดการศึกษาอยู่ในช่วงเวลากลางวันเป็นหลักจึงเป็นภาระค่าใช้จ่ายของมหาวิทยาลัยในการจัดการศึกษาอย่างมาก จากโครงการนำร่องติดตั้งระบบปฏิบัติการพลังงานแสงอาทิตย์และอุปกรณ์ประหยัดพลังงานทางมหาวิทยาลัยสามารถลดพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารนวัตกรรม วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ ดอยสะเก็ด เชียงใหม่ ระบบสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยได้ถึง 6,000 หน่วยต่อเดือนและ และติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานลดค่าพลังงานไฟฟ้า 4,000 หน่วยต่อเดือน รวมเป็นหน่วยไฟฟ้าที่สามารถประหยัดไฟฟ้าได้ถึง 10,000 หน่วยต่อเดือนและ 120,000 ต่อปี คิดเป็นปริมาณในการลดค่าไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 540,000 บาทต่อปีซึ่งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เลือกใช้ดังกล่าวมีอายุการใช้งานยาวนานถึง 25 ปี

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



เครื่องปรับอากาศได้ไม่น้อยกว่า 19,680 หน่วยต่อปีของการใช้เครื่องปรับอากาศไม่น้อยกว่า 10 ชั่วโมง รวมประหยัดพลังงานถึง 91,680 หน่วยต่อปีลดค่าไฟฟ้าปีละ 412,563 บาทต่อปี (เมื่อคิดค่าไฟฟ้าอัตราเฉลี่ย 4.50 บาทต่อหน่วยและเพิ่มขึ้นทุกๆปีเฉลี่ยเท่ากับอัตราเงินเฟ้อและดอกเบี้ยเงินฝาก) โดยสามารถคืนทุนภายใน 8.7 ปี จึงแสดงให้เห็นถึงจุดคุ้มทุนและการลดค่าใช้จ่ายทางด้านสาธารณูปโภคของมหาวิทยาลัยได้ในเชิงประจักษ์ อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นแหล่งเรียนรู้ในการใช้พลังงานทดแทนของหน่วยงานภาครัฐ เอกชน ชุมชน รวมถึงการเรียนการสอนทุกสาขาวิชาที่เน้นการใช้พลังงานทดแทนหรือพลังงานสะอาด

## 2. เหตุผลความจำเป็น

การจัดหาครุภัณฑ์ปฏิบัติการพลังงานแสงอาทิตย์และอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน 1 ชุด เป็นการศึกษาวิจัยและพัฒนาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่ โดยเน้นการเลือกเทคโนโลยีและประสิทธิภาพของระบบเป็นหลัก มิได้เน้นการแข่งขันในเชิงพาณิชย์แต่อย่างใด ดังนั้นการออกแบบระบบและเลือกอุปกรณ์ประกอบจึงเลือกให้เหมาะกับการศึกษาและงานวิจัยเพื่อหาคุณลักษณะหรือปัจจัยที่มีผลต่อระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่เชื่อมต่อบริษัทจำหน่าย เพื่อสามารถนำไปใช้พัฒนารูปแบบการเลือกอุปกรณ์และวิธีการติดตั้งที่เหมาะสม ตลอดจนยังถูกออกแบบให้เป็นสื่อการเรียนการสอนในเรื่องการใช้พลังงานทดแทนในอาคารการจัดการพลังงานในอาคารให้กับ ของหน่วยงานภาครัฐ เอกชน ชุมชน รวมถึงการเรียนการสอนทุกสาขาวิชาที่เน้นการใช้พลังงานทดแทนหรือพลังงานสะอาดอีกด้วย

## 3. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

- 3.1 ผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว
- 3.2 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ถูกระบุชื่อในรายชื่อผู้ทำงานของทางราชการ และได้แจ้งเวียนชื่อแล้วหรือไม่ผู้ที่ได้รับผลของการสั่งให้นิติบุคคลหรือบุคคลอื่นเป็นผู้ทำงานตามระเบียบทางราชการ
- 3.3 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้เสนอราคารายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่มหาวิทยาลัยฯ ณ วันประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางราคาอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้
- 3.4 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้เสนอราคาได้มีคำสั่งให้สละสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น
- 3.5 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ที่ถูกประเมินสิทธิผู้เสนอราคาในสถานะที่ห้ามเข้าเสนอราคาและห้ามทำสัญญาตามที่ กวพ. กำหนด
- 3.6 บุคคลหรือนิติบุคคลที่จะเป็นคู่สัญญาต้องไม่อยู่ในฐานะเป็นผู้ไม่แสดงบัญชีรายรับรายจ่ายหรือแสดงบัญชีรายรับรายจ่ายไม่ถูกต้องครบถ้วนในสาระสำคัญ
- 3.7 บุคคลหรือนิติบุคคลที่จะเข้าเป็นคู่สัญญากับหน่วยงานของรัฐ ซึ่งได้ดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Government Procurement : e-GP) ต้องลงทะเบียนในระบบอิเล็กทรอนิกส์ของกรมบัญชีกลางที่เว็บไซต์ข้อมูลจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ
- 3.8 คู่สัญญาต้องรับจ่ายเงินผ่านบัญชีเงินฝากกระแสรายวัน เว้นแต่การรับจ่ายเงินแต่ละครั้งซึ่งมีมูลค่าไม่เกินสามหมื่นบาท คู่สัญญาอาจรับจ่ายเป็นเงินสดก็ได้

3.9 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ขอสงวนสิทธิ์ที่จะทำสัญญาก่อต่อเมื่อหน่วยงาน ได้รับงบประมาณแล้ว

#### 4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของครุภัณฑ์

4.1 ครุภัณฑ์ปฏิบัติการพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาดกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 40.32 kWp และอุปกรณ์ประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน 37 ชุด

4.1.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกแบบ Mono Crystalline Silicon หรือ Poly Crystalline Silicon หรือชนิดฟิล์มบาง Thin film ชนิด CdTe มีกำลังรวมผลิตทั้งหมดต้องไม่น้อยกว่า 40.32 kWp ที่เงื่อนไขทดสอบมาตรฐาน (Standard Test Condition : STC) ความเข้มของแสงอาทิตย์ (Irradiance Condition) 1,000 W/m<sup>2</sup> อุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 25 ° และต้องรับประกันกำลังไฟฟ้าขาออกอย่างน้อย 25 ปี ไม่ต่ำกว่า 80 % ของกำลังแผงเซลล์แสงอาทิตย์รวมทั้งหมด 1 ชุด

4.1.1.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกแผง ต้องมีผลทดสอบคุณลักษณะกระแสไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้า ทั้งนี้ผู้เสนอราคาต้องแสดงเอกสารหลักฐานมาพร้อมกับเอกสารการเสนอราคา เพื่อประกอบการพิจารณา

4.1.1.2 รุ่นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต้องผ่านมาตรฐานการรับรองคุณภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ตามมาตรฐานมอก.1843-2553 หรือ ผลการทดสอบเกี่ยวกับ Crystalline Silicon Terrestrial Photovoltaic (PV) Module – Design Qualification and Type Approval ตามมาตรฐานของ IEC 61215 หรือ IEC61646: Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval และมาตรฐานความปลอดภัย มอก.2580-2555 หรือ มาตรฐานการทดสอบ Photovoltaic (PV) Module safety Qualification ตามมาตรฐานของ IEC 61730 -1, -2 หรือ UL1703: Standard for Safety for Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels ทั้งนี้ผู้เสนอราคาต้องแสดงเอกสารหลักฐานมาพร้อมกับเอกสารการเสนอราคา เพื่อประกอบการพิจารณา

4.1.1.3 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ผลิตจากโรงงานที่ได้รับการรับรอง ระบบบริหารคุณภาพมาตรฐาน ISO อนุกรม 9001 และระบบการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมมาตรฐานสากล ISO 14001 และ OHSAS 18001 ทั้งนี้จะต้องแสดงเอกสารหลักฐานมาพร้อมกับการเสนอราคา เพื่อประกอบการพิจารณา

4.1.1.4 น้ำหนักของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อแผง ที่นำมาติดตั้งมีน้ำหนักของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่เกิน 24 กิโลกรัมต่อแผงเซลล์ที่กำลังไฟฟ้าขาออกต้องไม่น้อยกว่า 300 Wp ต่อแผง โดยระบุไว้ในคุณลักษณะของแผง (Name plate) ทุกแผง กรณีที่น้ำหนักเกินต้องแสดงวิธีการคำนวณการรับน้ำหนักของโครงสร้างการรองรับแผงตามตำแหน่งที่ติดตั้ง มาให้ในวันยื่นซองประกวดราคา

4.1.1.5 ต้องมีกรอบของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่แข็งแรง ไม่เป็นสนิมและทนทานต่อการกัด



- กร่อนของสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศได้ดี
- 4.1.1.6 ด้านหลังแผงเซลล์แสงอาทิตย์ติดตั้งกล่องต่อสายไฟ (Junction Box) หรือหัวต่อสาย (Terminal Box) ที่มีการปิดผนึกหรือมีฝาที่ปิดล็อคได้อย่างมั่นคง สามารถทนต่อสภาพอากาศและสภาวะแวดล้อมได้ดี และต้องมีวัสดุป้องกันการซึมเข้าภายในกล่องรวมสายไฟ ต้องมีข้อต่อสายไฟที่มั่นคงแข็งแรงทนทานต่อสภาวะการใช้งานภายนอกอาคารได้ และมีอายุการใช้งานเทียบเท่าแผงเซลล์ฯ
- 4.1.1.7 ภายในแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะต้องมีการผนึกด้วยสารกันความชื้น Ethylene Vinyl Acetate (EVA) หรือวัสดุอื่นเทียบเท่าหรือดีกว่า ด้านหน้าแผงเซลล์ฯ ปิดทับด้วยกระจกใส หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า
- 4.1.1.8 แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นแบบ Square Cell หรือ Pseudo Cell หรือ Rectangular Cell หรือถ้าเป็นแบบ Round Cell จะต้องมีความหนาเส้นผ่านศูนย์กลางของแต่ละเซลล์ไม่น้อยกว่า 15.4 เซนติเมตรหรือดีกว่า
- 4.1.1.9 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่นำมาประกอบภายในแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกเซลล์ฯ จะต้องไม่มีตำหนิอันเนื่องมาจากความบกพร่องในการผลิต
- 4.1.1.10 ต้องมี Integrated Bypass Diode ต่ออยู่ภายในกล่องต่อสายไฟ (Junction Box) หรือหัวต่อสาย (Terminal Box) หรือติดตั้งอยู่ในแผงเซลล์ โดยระบุข้อมูลใน Catalogue หรือมีเอกสารรับรองจากผู้ผลิตอย่างชัดเจน
- 4.1.1.11 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทุกแผงควรมีประสิทธิภาพในการทำงานไม่น้อยกว่า 16.5% หากมีประสิทธิภาพไม่ถึงให้ผู้เสนอทำการคำนวณพลังงานที่ผลิตได้ต่อตารางเมตรของทั้งระบบ โดยผู้เสนอราคาต้องติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มเติมให้ได้เทียบเคียงกับประสิทธิภาพเดิมที่ระบุไว้คือไม่น้อยกว่า 16.5% คณะกรรมการเพื่อพิจารณาด้วย
- 4.1.2 อุปกรณ์แปลงไฟฟ้าจากกระแสตรงเป็นกระแสสลับขนาดกำลังการผลิตไม่น้อยกว่า 50 kW** 1 ชุด
- 4.1.2.1 เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสตรงไปเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ที่มีกำลังไฟฟ้าขาเข้าการผลิตไฟฟ้ากระแสตรงไม่น้อยกว่า 50 kW แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงสูงสุด 1,000 โวลต์ และมีแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับทางขาออกสูงสุด 310 - 480 โวลต์หรือดีกว่า
- 4.1.2.2 มีกำลังไฟฟ้าขาออกเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ Maximum ac output Apparent Power ไม่น้อยกว่า 55 kVA กระแสไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 80 Amp และมีสัญญาณรบกวน (THD) ที่ขาออกไม่เกิน 3% และมีระบบระบายความร้อน (Cooling Method) เป็นแบบ Smart Forced Air Cooling
- 4.1.2.3 มีประสิทธิภาพของอุปกรณ์แปลงไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 98.8 %

- 4.1.2.4 อุปกรณ์แปลงไฟฟ้าต้องมีใบรับรองผลการทดสอบอุปกรณ์แปลงไฟฟ้าตามมาตรฐาน VDE0126-1-1, EN62109-1, EN62109-2, G59/3, VDE AR N 4105 และ BDEW
- 4.1.2.5 ผลิตภัณฑ์ต้องผ่านการรับรองจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในการอนุญาตให้เชื่อมต่ออุปกรณ์แปลงไฟฟ้าเท่านั้น
- 4.1.3 ระบบโครงสร้างรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 1 ชุด**
- 4.1.3.1 วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างต้องเป็นเหล็กเคลือบสังกะสีแบบจุ่มร้อน (Hot dip Galvanizing) ตามมาตรฐาน ASTM หรือเป็นวัสดุที่ดีกว่าที่ปลอดภัย
- 4.1.3.2 ส่วนประกอบของโครงสร้าง ต้องสามารถถอดออกเป็นชิ้นส่วนและประกอบได้อย่างสะดวก
- 4.1.3.3 วัสดุที่ใช้จับยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์และอุปกรณ์ประกอบในการจับยึดแผงต้องเป็นวัสดุที่ทำจากสแตนเลสหรืออลูมิเนียม
- 4.1.3.4 โครงสร้างของแผงต้องมีความมั่นคงแข็งแรงและประกอบยึดติดกับพื้นหลังคาสามารถทนแรงลมปะทะได้ไม่น้อยกว่าความเร็วสูงสุดของพายุโซนร้อน (Tropical Storm) โดยมีวิศวกรโครงสร้างออกแบบและรับรองตามรูปแบบรายการ
- 4.1.3.5 สำหรับโครงสร้างรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ผู้เสนอราคาต้องออกแบบโครงสร้างพร้อมอุปกรณ์ประกอบที่ใช้จับยึดแผง โดยต้องคำนึงถึงพื้นที่การติดตั้ง ความสวยงามและเหมาะสม และสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้สูงสุดโดยสามารถปรับองศาของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ไม่น้อยกว่า 3 ระดับ ไม่น้อยกว่า 3-5 องศา ซึ่งผู้เสนอราคาต้องแสดงผลคำนวณถึงพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับแต่ละระดับ ด้วยโปรแกรมคำนวณที่เชื่อถือได้มาใช้ในการยื่นซองประกวดราคา โดยอยู่ในซองเอกสารด้านเทคนิค
- 4.1.4 งานติดตั้งระบบไฟฟ้าระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 1 ชุด**
- 4.1.4.1 อุปกรณ์ตัดตอนวงจรของระบบไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับทั้งระบบต้องได้ตามมาตรฐานการติดตั้งตามหลักวิศวกรรม โดยผู้เสนอราคาต้องเสนอวัสดุที่ใช้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ให้กับทางผู้ซื้อพิจารณาในการยื่นประกวดราคา
- 4.1.4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดตอนวงจรของระบบไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับทาง ผู้เสนอราคาต้องออกแบบและแสดงรายการคำนวณอุปกรณ์ประกอบมาให้ โดยต้องวิศวกรไฟฟ้าเซ็นรับรองในการออกแบบครั้งนี้
- 4.1.5 อุปกรณ์วัดค่าและบันทึกค่าพารามิเตอร์ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 1 ชุด**
- 4.1.5.1 อุปกรณ์วัดค่าความเข้มแสงอาทิตย์ (Pyranometer)
- 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>
- 4.1.5.2 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
- 4.1.5.3 อุปกรณ์วัดค่าความอุณหภูมิและความชื้น (Temperature and Humidity Transmitter)
- 1) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถวัดค่าได้ทั้งอุณหภูมิและความชื้น
  - 2) สามารถวัดค่าอุณหภูมิได้ระหว่าง -20 ถึง 80 องศาเซลเซียส และค่าความชื้นสัมพัทธ์ไม่ต่ำกว่า 0 - 99 % หรือดีกว่า
  - 3) อุปกรณ์ต้องได้ตามมาตรฐาน IP 65
- 4.1.5.4 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
- 4.1.5.5 อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล (Data logger) ประกอบด้วย
- 1) เครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับงานประมวลผล (จอภาพขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว) สำหรับจัดเก็บข้อมูล จำนวน 1 ชุด
    - 1.1) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 4 แกนหลัก (4 core) หรือ 8 แกนเสมือน (8 Thread) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 3.2 GHz จำนวน 1 หน่วย หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB
    - 1.2) มีแผงวงจรหลัก (Motherboard) ใช้ Chipset Intel H110 หรือดีกว่า

- 1.3) มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR3 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 4 GB หรือดีกว่า
  - 1.4) มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB จำนวน 1 หน่วย
  - 1.5) มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
  - 1.6) มี DVD – RW หรือ SuperMulti จำนวน 1 หน่วย
  - 1.7) จอภาพแบบ LED/LCD มีความละเอียดของจอภาพไม่น้อยกว่า 1366 x 768 Pixels ขนาดจอภาพไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว
  - 1.8) 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
  - 1.9) มี Power Supply มีขนาดไม่น้อยกว่า 220 Watts
  - 1.10) มีระบบปฏิบัติการ DOS หรือดีกว่า
  - 1.11) ตัวเครื่องมีรูปทรงแบบ Small Form Factor
  - 1.12) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์, เมาส์, แป้นพิมพ์อยู่ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกัน
  - 1.13) ผลิตภัณฑ์ไมโครคอมพิวเตอร์ที่นำเสนอ ต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน ได้แก่ Energy Star, EPEAT, Eco-Declaration, FCC, CE, CB และ UL หรือ MET โดยมีเอกสารรับรอง
  - 1.14) มี Security Chip module คุณสมบัติไม่ต่ำกว่า TPM (Trusted Platform Module) 1.2
  - 1.15) บริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ต้องได้รับมาตรฐานสากล พร้อมเอกสารยืนยันมาตรฐานคุณภาพ ISO 9001:2008 และ ISO 14001
  - 1.16) ผลิตภัณฑ์จะต้องมีศูนย์บริการภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสินค้า และมีสาขากระจายอยู่ทั่วประเทศ (ไม่ต่ำกว่า 10 สาขาทั่วประเทศ) และศูนย์บริการดังกล่าวจะต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001
- 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
- 2.7) สามารถสำรองไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที

- 3) ตู้สำหรับเก็บอุปกรณ์ 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

4.1.5.6 โปรแกรมสามารถจัดเก็บข้อมูล และสามารถรองรับอุปกรณ์ตรวจวัดทุกค่า ซึ่งผู้เสนอราคาต้องดำเนินการติดตั้งและสามารถทำให้อุปกรณ์ทั้งหมดทำงานได้ โดยการจัดเก็บข้อมูลสามารถทำได้ดังนี้

- 1) สามารถแสดงผลแบบ Real time ได้ในรูปแบบค่าตัวเลข และแบบ Real Time Line Graph (Trend) สามารถแสดงได้ถึง 16 ค่าต่อหน้า และสามารถแก้ไขเปลี่ยนแปลงได้ เลือกระยะเวลาในการดูต่อหน้าได้ เช่น 1 นาที, 10 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

**4.1.6 ระบบการวัดของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์** **1 ชุด**  
 ทางผู้เสนอราคาต้องติดตั้งระบบการวัดให้ได้ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าฯ โดยต้องมีการทดสอบค่าการวัดและรับรองผลด้วยวิศวกรไฟฟ้าระดับไม่ต่ำกว่าภาคีวิศวกรเป็นผู้รับรองในการออกแบบ

**4.1.7 ระบบติดตั้งพร้อมอุปกรณ์ประกอบจับยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์** **1 ชุด**  
 ผู้เสนอราคาทำการออกแบบติดตั้งและจับยึด โดยต้องมีวิศวกรโยธาระดับไม่ต่ำกว่าภาคีวิศวกรเป็นผู้รับรองในการออกแบบ



#### 4.1.8 อุปกรณ์ประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

37 ชุด

- 4.1.8.1 โครงสร้างอุปกรณ์ผลิตจากอลูมิเนียม ขนาดกว้าง-ยาว ขึ้นอยู่กับขนาด บี.ที.ยู. ของเครื่องปรับอากาศ หรือเป็นอุปกรณ์ชนิดอื่น หรือเทคนิคการลดพลังงานที่ดีกว่าที่สามารถลดกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเดิมไม่น้อยกว่า 12 % โดยยื่นเอกสารประกอบการพิจารณา
- 4.1.8.2 วัสดุที่ใช้ผลิตผ่านการทดสอบโดย ห้องปฏิบัติการทดสอบสมบัติทางกล หน่วยวิจัยลักษณะเฉพาะของวัสดุ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติหรือเทียบเท่าและดีกว่า
- 4.1.8.3 มีเอกสารแสดงผลการทดสอบอุปกรณ์โดยกรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลการทดสอบผลต่างของพลังงานไฟฟ้าระหว่างไม่ติดตัวอย่างและติดตัวอย่างเท่ากับร้อยละสิบเอ็ดจุดเก้าสี่หรือเทียบเท่าและดีกว่า
- 4.1.8.4 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายอุปกรณ์ประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์เพื่อการซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์ดังกล่าว โดยรับประกันผลิตภัณฑ์ไม่น้อยกว่า 5 ปี
- 4.1.8.5 ผู้เสนอราคาต้องดำเนินการสำรวจจุดติดตั้งอุปกรณ์ในอาคารหรือนอกอาคารดังกล่าวที่เหมาะสมตามหลักวิชาการแล้วเสนอพร้อมในซองเอกสารด้านเทคนิคครบตามจำนวนของอุปกรณ์ และต้องดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวให้แล้วเสร็จ

#### 5. รายละเอียดอื่นๆ

- 5.1 ครุภัณฑ์ทั้งหมดต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน
- 5.2 ผู้เสนอราคาต้องออกแบบและแสดงรายการคำนวณอุปกรณ์ของระบบไฟฟ้าของอุปกรณ์ประกอบทั้งหมด ที่แสดงให้กับมหาวิทยาลัยเห็นว่าระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เชื่อมต่อบรรยากาศหน้าหลังคา นี้ติดตั้งถูกต้องตามหลักวิชาการ
- 5.3 ต้องจัดส่งแบบรายละเอียด Shop Drawing มาให้กับมหาวิทยาลัยพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง
- 5.4 ผู้เสนอราคาจะต้องรับประกันการใช้งานครุภัณฑ์และการติดตั้งต่างๆ เป็นระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 1 ปี ในกรณีเกิดการเสียหายจากการใช้งานตามปกติ
- 5.5 ผู้เสนอราคาจะต้องติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดที่อาคารหรือห้องหรือตามข้อกำหนดของมหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชชมคลล้านนา โดยติดตั้ง ณ อาคารบริหารธุรกิจ ต.ช้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่

#### 6. ระยะเวลาดำเนินการ

ภายใน 150 วัน นับถัดจากลงนามในสัญญา

#### 7. ระยะเวลาส่งมอบของหรืองาน

งวดเดียว ภายใน 150 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.จัตตฤทธิ ทองปรอน )

(ลงชื่อ) 

( ดร.ธีระศักดิ์ สมศักดิ์ )

(ลงชื่อ) 

( ดร.วรจักร เมืองใจ )



ตารางแสดงวงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรรและราคากลาง (ราคาอ้างอิง)

ในการจัดซื้อจัดจ้างที่มีใช้งานก่อสร้าง

1. ชื่อ/หน่วยงานเจ้าของโครงการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาควิชาชีพ เชียงใหม่
2. วงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรร 3,600,000 บาท (สามล้านหกแสนบาทถ้วน)
3. วันที่กำหนดราคากลาง (ราคาอ้างอิง) 20 กุมภาพันธ์ 2560

ครุภัณฑ์ปฏิบัติการพลังงานแสงอาทิตย์และอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน ติดตั้ง ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาควิชาชีพ เชียงใหม่ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย


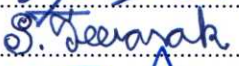
- |   |                 |               |
|---|-----------------|---------------|
| 4.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดกำลังวัตต์ต่อแผงต้องไม่น้อยกว่า 320 Wp ชนิดผลึกซิลิคอนโดยมีกำลังการผลิตรวมต้องไม่น้อยกว่า 40.32 kWp | 1 ชุด เป็นเงิน  | 1,203,000 บาท |
| 4.2 อุปกรณ์แปลงไฟฟ้าจากกระแสตรงเป็นกระแสสลับขนาดกำลังการผลิตไม่น้อยกว่า 50 kW   | 1 ชุด เป็นเงิน  | 275,000 บาท   |
| 4.3 ระบบโครงสร้างรองรับการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์   | 1 ชุด เป็นเงิน  | 688,000 บาท   |
| 4.4 งานติดตั้งระบบไฟฟ้าระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์   | 1 ชุด เป็นเงิน  | 403,000 บาท   |
| 4.5 อุปกรณ์วัดค่าและบันทึกค่าพารามิเตอร์ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์   | 1 ชุด เป็นเงิน  | 400,000 บาท   |
| 4.6 ระบบกราวด์ของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์   | 1 ชุด เป็นเงิน  | 112,000 บาท   |
| 4.7 ระบบติดตั้งพร้อมอุปกรณ์ประกอบจับยึดแผงเซลล์แสงอาทิตย์   | 1 ชุด เป็นเงิน  | 278,200 บาท   |
| 4.8 อุปกรณ์ประหยัดพลังงานเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน   | 37 ชุด เป็นเงิน | 240,500 บาท   |

4. แหล่งที่มาของราคากลาง(ราคาอ้างอิง)

- 4.1 บริษัท โปรเน็ตเวิร์ค ซิสเต็มส์ จำกัด
- 4.2 บริษัท บี ครอส ไอที จำกัด (สำนักงานใหญ่)
- 4.3 บริษัท กรีน เอ็นเนอจี แมนเนจเม้นท์ จำกัด

5. รายชื่อเจ้าหน้าที่ผู้กำหนดราคากลาง(ราคาอ้างอิง)ทุกคน

- 5.1 ผศ.ดร.จิตตฤทธิ ทองปรอน
- 5.2 ดร.ธีระศักดิ์ สมศักดิ์
- 5.3 ดร.วรจักร เมืองใจ

(เซ็นต์ชื่อ).....  
(เซ็นต์ชื่อ).....  
(เซ็นต์ชื่อ).....