

**ขอบเขตของงานหรือรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ**  
**ชุดปฏิบัติการพลังงานทดแทนแห่งอนาคตที่ยั่งยืนสำหรับประเทศไทย จำนวน 1 ชุด**

**1. ความเป็นมา**

พลังงานเป็นความมั่นคงของประเทศ ทุกประเทศจึงจัดหาและพัฒนาทั้งพลังงานหลักและพลังงานทดแทนตลอดจนพลังงานหมุนเวียนเพื่อแหล่งพลังงานอย่างต่อเนื่องเรื่อยมา สำหรับประเทศไทยเป็นที่แน่ชัดแล้วว่าพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานชีวมวลเป็นพลังงานสำคัญของชาติและจะใช้อย่างต่อเนื่องไปในอนาคต เนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานสะอาดมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเรื่อย ๆ ในขณะที่ราคาพลังงานต่อหน่วยพื้นที่กลับลดต่ำลงเรื่อย ๆ อีกทั้งการดูแลบำรุงรักษาไม่ยุ่งยาก ส่วนพลังงานชีวมวลจัดเป็นพลังงานสร้างอาชีพที่สำคัญของประเทศ เนื่องจาก กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวล จัดเตรียม ขนส่ง แปรรูป จนถึงกระบวนการผลิตและจ่ายพลังงาน รวมถึงการซ่อมบำรุงล้วนเป็นกระบวนการที่ต้องใช้บุคลากรทั้งสิ้น จึงเป็นการสร้างอาชีพที่หลากหลายให้แก่ชุมชนตลอดทั้งกระบวนการ

สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มีความมุ่งมั่นในการพัฒนาวิศวกรรมพลังงานเพื่อให้ได้เป็นบุคลากรพลังงานที่สมรรถนะทางวิชาชีพขั้นสูง จึงความจำเป็นต้องใช้ชุดอุปกรณ์ในการเรียนการสอนในรายวิชาหลักของหลักสูตร เพื่อฝึกให้นักศึกษามีทักษะ ความรู้ และความชำนาญในการวิเคราะห์ ออกแบบ ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ และชีวมวล การควบคุมพลศาสตร์ของระบบผลิตและอนุรักษ์พลังงานทั้งในระบบพลังงานแสงอาทิตย์และชีวมวล ทั้งไฟฟ้าและความร้อน ตลอดจนวัสดุหมุนเวียนทางธรรมชาติ และสามารถใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ที่เป็นเทคโนโลยีพลังงานสมัยใหม่ได้เป็นอย่างดี เพื่อให้มีทักษะและความพร้อมในการทำงานด้านพลังงานทดแทนในอนาคต สร้างความยั่งยืนด้านพลังงานและบุคลากรพลังงานของประเทศ

**2. วัตถุประสงค์**

2.1 เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนและพัฒนาทักษะวิชาชีพแก่นักศึกษาปริญญาตรีสาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน เครื่องกล ไฟฟ้า อุตสาหกรรม หรือกลุ่มนักเรียนนักศึกษาที่สนใจ

2.2 เพื่อใช้ในการฝึกกระบวนการวิจัย การตรวจวัดและวิเคราะห์ การสร้างนวัตกรรมทางพลังงาน เพื่อการพัฒนาทักษะวิชาชีพสำหรับนักศึกษา คณาจารย์ และบุคลากรทางพลังงาน

**3. คุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอ**

1. มีความสามารถตามกฎหมาย
2. ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
3. ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ
4. ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราวเนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบ ที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง
5. ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

..... ประธานกรรมการ  
 ..... กรรมการ

..... กรรมการ  
 ..... กรรมการ

..... กรรมการ

6. มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

7. เป็นนิติบุคคล ผู้มีอาชีพรับจ้างงานที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

8. ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่มหาวิทยาลัย ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

9. ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งสละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น

10. ผู้ยื่นข้อเสนอที่ยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าจะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่และความรับผิดชอบในปริมาณงานสิ่งของหรือมูลค่าตามสัญญาของผู้เข้าร่วมค้าหลักมากกว่าผู้เข้าร่วมค้ารายอื่นทุกราย

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก กิจการร่วมค่านั้นต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมค้าหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการร่วมค้าที่ยื่นข้อเสนอ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้มีการมอบหมายผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ในนามกิจการร่วมค้า การยื่นข้อเสนอดังกล่าวต้องมีหนังสือมอบอำนาจ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องลงลายมือชื่อในหนังสือมอบอำนาจให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอในนามกิจการร่วมค้า

11. ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนที่มีข้อมูลถูกต้องครบถ้วนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e-GP) ของกรมบัญชีกลาง



12. ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ ดังนี้

(1) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยซึ่งได้จดทะเบียนเกินกว่า 1 ปี ต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ จากผลต่างระหว่างสินทรัพย์สุทธิหักด้วยหนี้สินสุทธิที่ปรากฏในงบแสดงฐานะการเงินที่มีการตรวจรับรองแล้ว ซึ่งจะต้องแสดงค่าเป็นบวก 1 ปีสุดท้ายก่อนวันยื่นข้อเสนอ

(2) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย ซึ่งยังไม่มีงบแสดงฐานะการเงินกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า ให้พิจารณาการกำหนดมูลค่าของทุนจดทะเบียน โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องมีทุนจดทะเบียนที่เรียกชำระมูลค่าหุ้นแล้ว ณ วันที่ยื่นข้อเสนอ

(3) สำหรับการจัดซื้อจัดจ้างครั้งหนึ่งที่มีวงเงินเกิน 500,000 บาทขึ้นไป กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นบุคคลธรรมดา โดยพิจารณาจากบัญชีเงินฝากไม่เกิน 90 วัน ก่อนวันยื่นข้อเสนอ โดยต้องมีเงินฝากคงเหลือในบัญชีธนาคารเป็นมูลค่า 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง และหากเป็น

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

  
..... กรรมการ  
  
..... กรรมการ

  
..... กรรมการ



ผู้ชนะ การจัดซื้อจัดจ้างหรือเป็นผู้ได้รับการคัดเลือกจะต้องแสดงบัญชีเงินฝากที่มีมูลค่าดังกล่าวอีกครั้งหนึ่งในวันลงนามในสัญญา

(4) กรณีที่ผู้ยื่นข้อเสนอไม่มีมูลค่าสุทธิของกิจการหรือทุนจดทะเบียน หรือมีแต่ไม่เพียงพอที่จะเข้ายื่นข้อเสนอ ผู้ยื่นข้อเสนอสามารถขอวงเงินสินเชื่อ โดยต้องมีวงเงินสินเชื่อ 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณ ของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในครั้งนั้น (สินเชื่อที่ธนาคารภายในประเทศ หรือบริษัทเงินทุนหรือบริษัทเงินทุนหลักทรัพย์ที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการเงินทุนเพื่อการพาณิชย์ และประกอบธุรกิจค้าประกันตามประกาศของธนาคารแห่งประเทศไทย ตามรายชื่อบริษัทเงินทุนที่ธนาคาร

(5) กรณีตาม (1) – (4) ยกเว้นสำหรับกรณีดังต่อไปนี้

(5.1) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นหน่วยงานของรัฐ

(5.2) นิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยที่อยู่ระหว่างการฟื้นฟูกิจการ ตามพระราชบัญญัติล้มละลาย (ฉบับที่ 10) พ.ศ. 2561

#### 4 รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

ชุดปฏิบัติการพลังงานทดแทนแห่งอนาคตที่ยั่งยืนสำหรับประเทศไทย จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

- |   |             |
|---|-------------|
| 1. ชุดทดสอบระบบโครงข่ายไฟฟ้าพร้อมจำลองโหลดมอเตอร์ | จำนวน 1 ชุด |
| 2. เครื่องวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้                | จำนวน 1 ชุด |
| 3. เครื่องวิเคราะห์ก๊าซชีวภาพ                     | จำนวน 1 ชุด |
| 4. ชุดทดลองการเรียนรู้ด้านพลังงานทดแทน            | จำนวน 3 ชุด |
| 5. ชุดแสดงข้อมูลสภาพภูมิอากาศ                     | จำนวน 1 ชุด |
| 6. อุปกรณ์วัดรังสีอาทิตย์                         | จำนวน 1 ชุด |
| 7. อุปกรณ์วัดอัตราส่วนรังสีสะท้อน                 | จำนวน 1 ชุด |
| 8. ชุดฝึกอบรมพลศาสตร์ของระบบพลังงาน               | จำนวน 2 ชุด |
| 9. ชุดควบคุมระบบพลังงานในอุตสาหกรรม               | จำนวน 5 ชุด |
| 10. ชุดปฏิบัติการทางวัสดุพลังงาน                  | จำนวน 1 ชุด |

#### รายละเอียดทางเทคนิค

4.1 ชุดทดสอบระบบโครงข่ายไฟฟ้าพร้อมจำลองโหลดมอเตอร์ จำนวน 1 ชุด

##### 4.1.1 คุณสมบัติทั่วไป

เป็นชุดเครื่องมือที่สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายสาขางาน สำหรับออกแบบและการจำลองระบบควบคุม ระบบการจ่ายกำลังไฟฟ้า และระบบป้องกันต่าง ๆ เช่น ระบบควบคุมมอเตอร์ ออกแบบระบบเพาเวอร์อิเล็กทรอนิกส์ ออกแบบและควบคุมทางด้านระบบหุ่นยนต์ ระบบสะสมพลังงาน ระบบไฟฟ้ากำลัง การวิเคราะห์การตอบสนองของระบบไฟฟ้ากำลัง การวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้า เป็นต้น ระบบตอบสนองแบบเวลาจริง ทำให้ประหยัดเวลาในการทดลอง เพราะเป็นระบบที่ตอบสนองตามเวลาที่เกิดขึ้น ณ ปัจจุบันจริง โดยมีคุณลักษณะทั่วไปดังนี้

	ประธานกรรมการ		กรรมการ		กรรมการ
	กรรมการ		กรรมการ		

- 1) การออกแบบการควบคุมแบบลูปปิด การประเมินและทดสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ
- 2) การวิเคราะห์หาความผิดพลาดทางระบบไฟฟ้ากำลัง
- 3) การศึกษาระบบไฟฟ้ากำลังในส่วนการผลิตและการส่งจ่าย
- 4) การศึกษาระบบไฟฟ้ากำลังกระแสตรงและกระแสสลับ
- 5) การศึกษาโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ พลังงานแสงอาทิตย์ ระบบสะสมพลังงาน
- 6) เป็นการผสมการจำลองระหว่าง CPU-FPGA
- 7) สามารถจำลองโครงข่ายและระบบไฟฟ้ากำลังที่ซับซ้อนได้

#### 4.1.2 คุณสมบัติทางเทคนิค มีรายละเอียดดังนี้

4.1.2.1 หน่วยประมวลผล (CPU) ชนิด Intel Xeon E3 4-cores โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 3.5 GHz และมีหน่วยความจำสำรองขนาด 16GB (RAM) โดยใช้ร่วมกับชิป FPGA ความจุวงจรไม่ต่ำกว่า 326,000 วงจรเกต หรือดีกว่า

4.1.2.2 มีพอร์ต Analog Output ขนาด 16-bits จำนวนไม่น้อยกว่า 16 channels, Sampling rate 1 MS/s รองรับแรงดันครอบคลุมช่วง -16 ถึง 16 V และกระแสครอบคลุมช่วง  $\pm 15$  mA หรือดีกว่า

4.1.2.3 มีพอร์ต Analog Input ขนาด 16-bits จำนวนไม่น้อยกว่า 16 channels, Sampling rate 400 kS/s รองรับแรงดันครอบคลุมช่วง -20 ถึง 20 V หรือดีกว่า

4.1.2.4 มีพอร์ต Digital Input/Output รวมกันจำนวนไม่น้อยกว่า 32 channels

4.1.2.5 สามารถแสดงสถานะการทำงาน ผ่านทาง LEDs ได้หรือดีกว่า

4.1.2.6 สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายในผ่านทาง Connector แบบต่าง ๆ ได้อย่างน้อย ดังนี้

4.1.2.6.1 มี PCI-E X1 Gigabit Ethernet ที่ 1 GbE

4.1.2.6.2 มี USB อย่างน้อย 2 ช่อง

4.1.2.7 คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ ความเร็ว Processor ไม่น้อยกว่า Core i7 หน้าจอ HD 23 นิ้ว RAM 16GB SSD 512GB, WINDOW 11, การ์ดแสดงผลไม่น้อยกว่า 2 GB. หรือดีกว่า จำนวน 1 เครื่อง

4.1.2.8 มีโปรแกรม Schematic editor

4.1.2.9 มีโปรแกรม Scope View สำหรับ visualization และวิเคราะห์ รูปคลื่นสัญญาณจำลอง


4.1.2.10 มี License โปรแกรมจำลอง สำหรับ Host simulation - Node-locked offline simulation on the host PC สำหรับ จำลองระบบออฟไลน์

4.1.2.11 มี License โปรแกรมจำลองสำหรับ Target simulation - Node-locked real-time core สำหรับจำลองระบบเวลาเสมือนจริง โดยสามารถจำลองระบบบนซอฟต์แวร์

4.1.2.12 มีแบบจำลองสำหรับระบบไฟฟ้ากำลังดังนี้

- 1) หม้อแปลงไฟฟ้า
- 2) เครื่องจักรกลชนิดซิงโครนัส

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

  
..... กรรมการ  
  
..... กรรมการ

  
..... กรรมการ

- 3) เครื่องจักรกลชนิดอะซิงโครนัส
- 4) แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า
- 5) โหลดความต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำ ตัวเก็บประจุ

#### 4.1.3 อุปกรณ์ประกอบ

- |  |              |
|--|--------------|
| 4.1.3.1 มีสาย Power cord                     | จำนวน 1 เส้น |
| 4.1.3.2 Break out board (Analog และ Digital) | จำนวน 1 ชุด  |

### 4.2 เครื่องวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้

จำนวน 1 ชุด

#### 4.2.1 คุณสมบัติทั่วไป

เป็นเครื่องวัดและบันทึกค่าประสิทธิภาพการเผาไหม้แบบเคลื่อนย้ายได้

#### 4.2.2 คุณสมบัติเฉพาะทางเทคนิค

- 4.2.2.1 ตัวเครื่องสามารถเลือกติดตั้งเซนเซอร์วัดก๊าซได้ไม่น้อยกว่า 2 เซนเซอร์
- 4.2.2.2 สามารถวัดแรงดันอากาศในปล่องไอเสียได้ตั้งแต่ -9.99 ถึง +40 hPa ค่าความถูกต้อง  $\pm 1.5\%$  ของค่าที่วัดได้
- 4.2.2.3 สามารถวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ได้ตั้งแต่ 0 ถึง 120 %
- 4.2.2.4 สามารถวัดความร้อนสูญเสียได้ตั้งแต่ 0 ถึง 99.9 %
- 4.2.2.5 สามารถวัดก๊าซออกซิเจนได้ตั้งแต่ 0 - 21 % ค่าความถูกต้อง  $\pm 0.2\%$  (Vol)
- 4.2.2.6 สามารถวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ได้ตั้งแต่ 0 - 30,000 ppm ค่าความถูกต้อง  $\pm 100$  ppm หรือ  $\pm 10\%$  ของค่าที่อ่านได้
- 4.2.2.7 สามารถวัดก๊าซไนโตรเจนมอนอกไซด์ได้ตั้งแต่ 0 ถึง 3,000 ppm ค่าความถูกต้อง  $\pm 5$  ppm (0 to 100 ppm)  
 $\pm 5\%$  of m.v. (101 to 2,000 ppm)  
 $\pm 10\%$  of m.v. (2,001 to 3,000 ppm)
- 4.2.2.8 สามารถบันทึกข้อมูลได้ 800,000 ข้อมูลหรือมากกว่า
- 4.2.2.9 หน้าจอแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 5 นิ้ว แบบสัมผัส
- 4.2.2.10 แบตเตอรี่แบบชาร์จใหม่ได้ สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง
- 4.2.2.11 สามารถต่อเครื่องพิมพ์ชนิดสาย เพื่อพิมพ์ผลการตรวจวัดได้
- 4.2.2.12 สามารถเชื่อมต่อ (Bluetooth) กับมือถือเพื่อดูและบันทึกค่าได้
- 4.2.2.13 สามารถสร้างรายงานการตรวจวัดได้
- 4.2.2.14 มีโพรบสำหรับวัดก๊าซขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 180 มิลลิเมตร ทนความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 500 องศาเซลเซียส
- 4.2.2.15 รับประกันคุณภาพเซนเซอร์สำหรับวัดก๊าซออกซิเจน ( $O_2$ ) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ตัวเครื่อง และโพรบ เป็นระยะเวลา 4 ปี

..... ประธานกรรมการ  
..... กรรมการ

..... กรรมการ  
..... กรรมการ

..... กรรมการ



4.2.2.16 รับประกันคุณภาพเซนเซอร์ NO เป็นระยะเวลา 2 ปี

4.2.2.17 รับประกันคุณภาพ Thermocouple / battery เป็นระยะเวลา 1 ปี

4.2.2.18 บริษัทผู้เสนอราคา ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

#### 4.2.3 อุปกรณ์ประกอบ

4.2.3.1 ตัวเครื่อง Analyzer พร้อมเซนเซอร์ O <sub>2</sub> , CO, NO	จำนวน 1 เครื่อง
4.2.3.2 ชุดสายชาร์จแบตเตอรี่	จำนวน 1 ชุด
4.2.3.3 โพรบสำหรับวัดก๊าซขนาดความยาว 180 มิลลิเมตร	จำนวน 1 โพรบ
4.2.3.4 ชุดเครื่องปรีขนาดเล็แบบ Bluetooth พร้อมกระดาด	จำนวน 1 ชุด
4.2.3.5 ชุด Software สำหรับทำรายงาน	จำนวน 1 ชุด
4.2.3.6 กระเป๋าใส่อุปกรณ์	จำนวน 1 ใบ
4.2.3.7 ใส้กรองสำรอง Spare part filter ชุดละ 10 ชิ้น	จำนวน 10 ชุด
4.2.3.8 คู่มือการใช้งานภาษาไทยจำนวน	จำนวน 1 ชุด
4.2.3.9 ใบรับรองจากผู้ผลิต	จำนวน 1 ชุด

#### 4.3 เครื่องวิเคราะห์ก๊าซชีวภาพ

จำนวน 1 ชุด

##### 4.3.1 คุณสมบัติทั่วไป

เป็นเครื่องวิเคราะห์ก๊าซชีวภาพแบบพกพา

##### 4.3.2 คุณสมบัติทางเทคนิค

4.3.2.1 สามารถวัดค่าก๊าซออกซิเจน (O<sub>2</sub>) มีเทน (CH<sub>4</sub>) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) และไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H<sub>2</sub>S) ค่าแรงดันบรรยากาศได้เป็นอย่างดี

##### 4.3.2.2 ช่วงการวัด

- 1) ก๊าซออกซิเจน (O<sub>2</sub>) 0-25% หรือกว้างกว่า
- 2) ก๊าซมีเทน (CH<sub>4</sub>) 0-100 % หรือกว้างกว่า
- 3) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) 0-100 % หรือกว้างกว่า
- 4) ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H<sub>2</sub>S) 0-10,000 ppm หรือกว้างกว่า

##### 4.3.2.3 ค่าความถูกต้องของการวัด

- 1) ก๊าซออกซิเจน (O<sub>2</sub>) ใน ช่วง 0- 25% ไม่เกิน ±1% (Vol)
- 2) ก๊าซมีเทน (CH<sub>4</sub>)
  - ในช่วง 0-70% (Vol) ไม่เกิน ±0.5% (Vol) และ
  - ในช่วง 70-100% (Vol) ไม่เกิน ±1.5% (Vol)
- 3) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>)
  - ในช่วง 0-60% ไม่เกิน ±0.5% (Vol)
  - ในช่วง 60-100% ไม่เกิน ±1.5% (Vol)



ประธานกรรมการ

กรรมการ



กรรมการ



กรรมการ



กรรมการ

4) ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ( $H_2S$ )

- ในช่วง 0-10,000 ppm ไม่เกิน  $\pm 5.0\%$  FS ของค่าที่อ่านได้ หรือดีกว่า

## 4.3.2.4 มีหน้าจอสี full colour TFT

## 4.3.2.5 ตัวเครื่องมีระบบป้องกันฝุ่นและน้ำ IP65 หรือดีกว่า

## 4.3.2.6 ตัวเครื่องมีฟังก์ชันการทดสอบการทำงานของตัวเองเมื่อเริ่มเปิดเครื่อง

## 4.3.2.7 ตัวเครื่องมีปุ่มดูดอากาศภายในตัวเครื่อง โดยมีอัตราการดูดไม่ต่ำกว่า 550 มิลลิลิตร

ต่อนาที

## 4.3.2.8 สามารถบันทึกข้อมูลและอ่านค่าได้โดยตรงจากตัวเครื่องอย่างน้อย 500 ข้อมูล

4.3.2.9 ได้รับการรับรองมาตรฐาน ATEX, IECEx, CSA, MCERTS และ UKAS calibration (ISO 17025) เป็นอย่างน้อย

## 4.3.2.10 สามารถดึงผลข้อมูลผ่านทางคอมพิวเตอร์โดยใช้งาน USB ได้

## 4.3.2.11 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษ อย่างละ 1 ฉบับ

4.3.2.12 บริษัทผู้เสนอราคา ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

## 4.3.3 อุปกรณ์ประกอบ

- |   |                   |
|---|-------------------|
| 1) เครื่องวัดก๊าซชีวภาพ พร้อมเซ็นเซอร์ $O_2$ , $CO_2$ , $CH_4$ และ $H_2S$ | จำนวน 1 เครื่อง   |
| 2) เซ็นเซอร์ $O_2$  | จำนวน 1 เซ็นเซอร์ |
| 3) เซ็นเซอร์ $H_2S$   | จำนวน 1 เซ็นเซอร์ |
| 4) Sampling tube  | จำนวน 1 เส้น      |
| 5) มีสาย USB  | จำนวน 1 ชุด       |
| 6) อุปกรณ์ดักไอน้ำ ชุดละ 10 ชิ้น  | จำนวน 5 ชุด       |
| 7) คู่มือการใช้งานภาษาไทยและอังกฤษ  | อย่างละ 1 ฉบับ    |
| 8) ใบรับรองสอบเทียบจากผู้ผลิต   | จำนวน 1 ชุด       |
| 9) ใบรับประกันสอบเทียบหลังจากใช้งานครบ 1 ปี                               | จำนวน 1 ชุด       |

## 4.4 ชุดทดลองการเรียนรู้ด้านพลังงานทดแทน

จำนวน 3 ชุด

## 4.4.1 รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดฝึกประกอบ ติดตั้ง ทดสอบระบบไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ โดยสามารถถอดประกอบหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้

4.4.2 รายละเอียดทางเทคนิคชุดทดลองการเรียนรู้ด้านพลังงานแบบไฮบริด ประกอบด้วยไปด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

4.4.2.1 แผงโซลาร์เซลล์ (Solar cell panel) มีพิกัดกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 500 วัตต์ต่อแผง ชนิด Mono crystalline แบบรับรังสีสองด้าน (Bifacial PV) รวมกำลังไฟฟ้าพิกัดไม่น้อยกว่า 3 กิโลวัตต์ จำนวน 1 ชุด



ประธานกรรมการ



กรรมการ



กรรมการ



กรรมการ

- 4.4.2.2 อินเวอร์เตอร์ไฮบริด (Hybrid inverter) จำนวน 1 ชุด
- 1) พิกัดกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 3 กิโลวัตต์
  - 2) พิกัดแรงดันไฟฟ้าเอาต์พุต 220 โวลต์
  - 3) พิกัดความถี่ 50 เฮิร์ต
- 4.4.2.3 แบตเตอรี่ชนิด Lithium-ion Phosphate จำนวน 1 ชุด
- 1) ทำงานที่แรงดันปกติ 350-500 Vdc หรือกว้างกว่า
  - 2) มีความจุไม่น้อยกว่า 4.5 kWh
  - 3) พร้อมชุดควบคุมอัดประจุแบตเตอรี่ BMS
- 4.4.2.4 ชุดป้องกันวงจรไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด
- 1) เซอร์กิตเบรกเกอร์หลัก (Main Circuit Breaker) ขนาดกระแสไม่น้อยกว่า 10 A
  - 2) เซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันไฟรั่ว (Earth Leakage Circuit Breaker Main Circuit ) ขนาดกระแสไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 10 A เป็นชนิดขั้ว (2Pole L, N)
  - 3) มีฟิวส์ป้องกัน
  - 4) มีสวิตช์เปิดและปิดการเชื่อมต่อระหว่างตัวอินเวอร์เตอร์กับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้า
  - 5) ตู้กันน้ำ จำนวน 1 ตู้
- 4.4.2.5 ชุดโครงสร้างการติดตั้งบนคานเหล็กพร้อมอุปกรณ์ยึดแผงโซลาร์เซลล์ สามารถถอดประกอบได้ จำนวน 1 ชุด
- 4.4.2.6 มีชุดเครื่องมือช่วยในการประกอบติดตั้งระบบ เช่น คีมตัด คีมบล็อกสายไฟ แคลมป์เข้าหัวสายไฟ และไขควง พร้อมกระเป๋าสีเครื่องมือ เป็นต้น จำนวน 1 ชุด
- 4.4.2.7 อุปกรณ์ทั้งหมดสามารถทำงานร่วมกันได้

#### 4.5 ชุดแสดงข้อมูลสภาพภูมิอากาศ

จำนวน 1 ชุด

ภายใน 1 ชุดประกอบด้วย

- 1) เครื่องบันทึกข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์
- 2) จอแสดงผล

จำนวน 1 ชุด

จำนวน 1 ชุด

##### 4.5.1 รายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องบันทึกข้อมูลรังสีดวงอาทิตย์



4.5.1.1 เครื่องบันทึกข้อมูล (Data Logger) ชนิดเคลื่อนย้ายได้ (Portable) มาตรฐานสากล CE/EMC : EN 61326-1 หรือ UL : UL 61010-1 ที่สามารถขยายช่องสัญญาณได้ภายหลัง และทำงานได้โดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ตลอดเวลา

4.5.1.2 สามารถบันทึกข้อมูลที่ได้จากการวัดในหน่วยความจำภายในเครื่อง ก่อนจะถ่ายโอนข้อมูลสู่อุปกรณ์เก็บข้อมูลอื่นๆ โดยข้อมูลที่เก็บไว้ในเครื่องสามารถใช้งานได้เมื่อเกิดไฟฟ้าขัดข้อง

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

ประธานกรรมการ

กรรมการ

  
..... กรรมการ  
  
..... กรรมการ

กรรมการ

กรรมการ

  
..... กรรมการ

กรรมการ



4.5.1.3 มีหน่วยความจำภายใน และสามารถถ่ายโอนข้อมูลไปสู่หน่วยความจำภายนอกได้แบบ SD Memory Card เพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยมี Software ช่วยอำนวยความสะดวก

4.5.1.4 รองรับฟังก์ชันคณิตศาสตร์ในการคำนวณค่าที่วัดได้ อาทิ บวก ลบ คูณ หาร และค่าเฉลี่ย

4.5.1.5 รายละเอียดภาคสัญญาณขาเข้า (Input)

4.5.1.6 มีช่องรับสัญญาณ 10 ช่อง หรือมากกว่า

4.5.1.7 สามารถกำหนดย่านการวัดได้ (Measurement Interval) ที่ค่าต่ำที่สุด 100 มิลลิวินาที (ms) หรือที่ละเอียดกว่า

4.5.1.8 กำหนดค่าใช้งานเพื่อรับสัญญาณต่อไปนี้ได้

1) สัญญาณแรงดันไฟฟ้ามีย่านการวัด  $V_{DC}$  ที่ 0–50 มิลลิโวลต์ (mV) ซึ่งสอดคล้องกับค่าสัญญาณจากหัววัดรังสีดวงอาทิตย์

2) สัญญาณจาก TC

3) สัญญาณจาก RTD

4.5.1.9 รายละเอียดของหน่วยความจำและอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล

1) ขนาดของหน่วยความจำภายใน Flash Memory 1.2 กิกะไบต์ (GB)

2) อัตราการบรรจุข้อมูลลงหน่วยความจำที่ทุกๆ 100 มิลลิวินาที (ms) หรือที่ต่ำกว่า โดยสามารถปรับค่าได้จนถึงขั้นต่ำทุก ๆ 30 นาที่ หรือที่สอดคล้องกับค่าสัญญาณจากหัววัดรังสีดวงอาทิตย์

3) สามารถบันทึกข้อมูลลงในหน่วยความจำภายในเครื่อง และถ่ายโอนข้อมูลลงสู่หน่วยความจำภายนอกแบบ SD Card ไม่ต่ำกว่า 32 กิกะไบต์ (GB)

4) มีช่องต่อสัญญาณ Ethernet และ USB สำหรับการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์แบบพกพาได้

5) มีสายสัญญาณสำหรับเชื่อมต่อกับเครื่องบันทึกข้อมูลกับเครื่องคอมพิวเตอร์

4.5.1.10 รายละเอียดของซอฟต์แวร์ (Software) สำหรับช่วยในการแสดงผลและวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1) ใช้งานร่วมกับระบบปฏิบัติการตั้งแต่ WINDOWS XP ขึ้นไปได้

2) แปลงข้อมูลที่เก็บให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ ASCII ได้

3) แสดงผลเป็นกราฟิกหรือค่าตัวเลขบนจอคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์สื่อสารไร้สายได้

4) กำหนดค่าการติดตั้ง (Setting) ผ่านโปรแกรมบน Web browser ได้

5) ติดตามผลการวัดค่าแบบ Real Time ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์สื่อสารไร้สายได้

4.5.1.11 เครื่องบันทึกข้อมูลรองรับการใช้งานด้วยไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 หรือ 24 โวลต์ (VDC) ได้

4.5.1.12 ทำงานในช่วงอุณหภูมิแวดล้อมที่ (-) 20 ถึง (+) 50 องศาเซลเซียส ( $^{\circ}\text{C}$ ) ได้



ประธานกรรมการ

กรรมการ



กรรมการ



กรรมการ



กรรมการ

4.5.1.13 มีปุ่ม Start และ Stop สำหรับเก็บข้อมูลที่ตัวเครื่องบันทึกข้อมูลพร้อมหน้าจอแสดงผลและสถานะการทำงานของตัวเครื่อง

4.5.1.14 เป็นสินค้าที่ผ่านการรับรองมาตรฐาน CE มาตรฐาน UL หรือ มาตรฐาน CSA

4.5.2 รายละเอียดทางเทคนิคของจอแสดงผล

4.5.2.1 เป็นจอแสดงผลแอลอีดี (LED TV) แบบ Smart TV หรือ (Android TV) ขนาดไม่ต่ำกว่า 65 นิ้ว

4.5.2.2 หน้าจอแสดงผลภาพแบบ QLED หรือดีกว่า

4.5.2.3 ระดับความละเอียดของจอภาพไม่น้อยกว่า 3840 x 2160 พิกเซล (4K)

4.5.2.4 มี WIFI ในตัวและสามารถใช้งาน Internet ได้ และรองรับ ALL share cast หรือ Screen Mirroring

4.5.2.5 มีช่องต่อ HDMI ไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ เพื่อการเชื่อมต่อสัญญาณทั้งภาพและเสียง

4.5.2.6 ช่องต่อ USB ไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ รองรับไฟล์ภาพ เสียง หรือวิดีโอ

4.5.2.7 มีตัวรับสัญญาณ Digital ในตัว

4.5.2.8 มีรีโมทสำหรับควบคุมตัวเครื่อง จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

4.5.2.9 ตัวเครื่องมีช่องใส่ขาตั้งสำหรับวางตั้งบนโต๊ะหรือมีรูหรือที่จับยึดหลังเครื่องสำหรับติดตั้งหรือขาตั้งล้อเลื่อนหรือยึดแขวนเพดาน

4.5.2.10 มีคู่มือการใช้งานแบบภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษไม่น้อยกว่า 1 ชุด

#### 4.6 อุปกรณ์วัดรังสีอาทิตย์

จำนวน 1 ชุด

4.6.1 หัววัดรังสีดวงอาทิตย์ชนิดรังสีรวม มาตรฐานระดับ World Secondary Standard (ISO 9060) แบบเทอร์โมไพร์ มีโดมแก้วครอบ 2 ชั้น สามารถวัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ได้ในช่วงความยาวคลื่น 295-2,800 นาโนเมตร (nm) หรือในย่านการวัดที่ครอบคลุมได้สูงกว่านี้

4.6.2 มีความไวในการวัดค่า (Response Time) ที่ 5 วินาที (s) หรือที่ดีกว่า

4.6.3 มีค่า Sensitivity อยู่ในช่วง 7 – 14 ไมโครโวลต์ต่อวัตต์ต่อตารางเมตร ( $\mu\text{V}/\text{W}\cdot\text{m}^2$ )

4.6.4 วัดรังสีดวงอาทิตย์ได้สูงสุด ที่ 4,000 วัตต์ต่อตารางเมตร ( $\text{W}/\text{m}^2$ ) หรือที่สูงกว่า

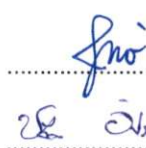
4.6.5 มีค่าความไม่สม่ำเสมอ (Non-Stability) ที่ร้อยละ  $\pm 0.5$  ต่อปี หรือที่ต่ำกว่า

4.6.6 มีค่า Non-Linearity ณ ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ 1,000 วัตต์ต่อตารางเมตร ( $\text{W}/\text{m}^2$ ) ที่ร้อยละ  $\pm 0.2$  หรือที่ดีกว่า

4.6.7 มีค่า Directional Error/Response ณ ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ 1,000 วัตต์ต่อตารางเมตร ( $\text{W}/\text{m}^2$ ) ที่ 10 วัตต์ต่อตารางเมตร ( $\text{W}/\text{m}^2$ ) หรือที่ต่ำกว่า

4.6.8 มีค่า Temperature Response ในช่วง (-)30 ถึง (+)50 องศาเซลเซียส ( $^{\circ}\text{C}$ ) ร้อยละ 1 หรือดีกว่า

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

  
..... กรรมการ  
..... กรรมการ

  
..... กรรมการ

4.6.9 มีสายสัญญาณไม่น้อยกว่า 10 เมตร พร้อมหัวเชื่อมต่อ จำนวน 4 เส้น

#### 4.7 อุปกรณ์วัดอัตราส่วนรังสีสะท้อน (albedometer)

จำนวน 1 ชุด

- 4.7.1 มีช่วงการวัด 0 ถึง 2000 วัตต์/ตร.ม
- 4.7.2 เป็นไพราโนมิเตอร์แบบ class A ที่ ISO 9060
- 4.7.3 มีแท่นยึดอุปกรณ์ตรวจวัดจากผู้ผลิตเดียวกัน
- 4.7.4 การตอบสนองของอุณหภูมิ  $< \pm 0.4 \%$  (-30 ถึง +50 °C)
- 4.7.5 ช่วงอุณหภูมิการทำงานที่กำหนด -40 ถึง +80 °C
- 4.7.6 ช่วงสเปคตรัม 285 ถึง 3000 x 10<sup>-9</sup> m
- 4.7.7 Calibration uncertainty  $< 1.2 \%$  (k = 2)
- 4.7.8 มีสายสัญญาณไม่น้อยกว่า 10 เมตร พร้อมหัวเชื่อมต่อ จำนวน 2 ชุด

#### 4.8 ชุดฝึกควบคุมพลศาสตร์ของระบบพลังงาน

จำนวน 2 ชุด

ภายใน 1 ชุด ประกอบด้วย

- |                                  |             |
|----------------------------------|-------------|
| 1) ชุดควบคุมพลศาสตร์             | จำนวน 1 ชุด |
| 2) ชุดควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง | จำนวน 1 ชุด |
| 3) ชุดระบบควบคุมอุณหภูมิ         | จำนวน 1 ชุด |
| 4) ชุดควบคุมระดับน้ำ             | จำนวน 1 ชุด |
| 5) ชุดควบคุมระบบลูกบอลบนคาน      | จำนวน 1 ชุด |
| 6) ชุดแสดงผลพร้อมโปรแกรมการทำงาน | จำนวน 1 ชุด |

##### 4.8.1 รายละเอียดของชุดควบคุมพลศาสตร์

4.8.1.1 เป็นชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์แบบมัลติฟังก์ชันที่สามารถรองรับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ตระกูลต่าง ๆ เช่น MEGA 2560 เป็นต้น ในกรณีที่ต้องการใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์นอกเหนือจากที่ระบุมา จะมี Shield สำหรับแปลงขาเพื่อเสียบลงชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์แบบมัลติฟังก์ชัน

4.8.1.2 ชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์แบบมัลติฟังก์ชันรองรับการพัฒนาโปรแกรมต่างๆ ได้แก่ LabVIEW, MATLAB/Simulink, Arduino IDE เป็นต้น

4.8.1.3 ชุดฝึกปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์แบบมัลติฟังก์ชัน มีขาอินพุต/เอาต์พุตเพื่อรองรับสำหรับการนำสัญญาณไปใช้งานได้ง่าย

4.8.1.4 กล่องปกปิดของชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์แบบมัลติฟังก์ชันทำจากพลาสติก มีความแข็งแรง และสามารถติดตั้งกับ Rack อลูมิเนียมสำหรับชุดทดลอง

..... ประธานกรรมการ  
..... กรรมการ

..... กรรมการ  
..... กรรมการ

..... กรรมการ



#### 4.8.1.5 ภาคการรับส่งข้อมูลดิจิทัล ประกอบด้วย

- 1) มีโมดูลสำหรับส่งข้อมูลดิจิทัลแสดงผลผ่าน LED พร้อมจุด O/P DAC สำหรับนำสัญญาณไปใช้งานกับอุปกรณ์ภายนอก จำนวน 4 ชุด
- 2) มีโมดูลสำหรับส่งข้อมูลดิจิทัลแสดงผลผ่าน BCD to 7-Segment จำนวน 1 หลัก
- 3) มีโมดูลสำหรับส่งข้อมูลดิจิทัลแสดงผลผ่าน Relay จำนวน 8 ตัว
- 4) มีโมดูลสำหรับส่งข้อมูลดิจิทัลแสดงผลผ่าน Buzzer จำนวน 1 ตัว
- 5) มีโมดูลสำหรับรับข้อมูลดิจิทัลผ่าน Switch จำนวน 8 ตัว

#### 4.8.1.6 ภาคการรับส่งข้อมูลแอนะล็อก ประกอบด้วย

- 1) มีโมดูลรับข้อมูลแอนะล็อกผ่าน Volume 3.3 และ 5.0 โวลต์ พร้อมจุด O/P ADC สำหรับนำสัญญาณไปใช้งานกับอุปกรณ์ภายนอก จำนวน 1 ชุด
- 2) มีโมดูลแปลงสภาพสัญญาณเพื่อรับแรงดันจากภายนอกตั้งแต่ระดับ -10 ถึง +10 เป็น 0-5 โวลต์ จำนวน 1 ชุด
- 3) มีโมดูลแปลงสภาพสัญญาณเพื่อส่ง PWM ความถี่ 1 kHz เป็นแรงดันตั้งแต่ระดับ -10 ถึง 10 โวลต์ พร้อมจุด O/P สำหรับนำสัญญาณไปใช้งานกับอุปกรณ์ภายนอก จำนวน 1 ชุด

#### 4.8.1.7 ภาคการควบคุมมอเตอร์

- 1) มีโมดูลสำหรับขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12V/3A แบบ H-Bridge จำนวน 1 ชุด
- 2) มีโมดูลสำหรับขับเคลื่อน RC-Servo Motor จำนวน 1 ชุด

#### 4.8.1.8 ภาคการติดต่อสื่อสาร ประกอบด้วย

- 1) มีโมดูลสำหรับติดต่อสื่อสารรับส่งข้อมูลแบบ Serial RS 232 จำนวน 1 ชุด
- 2) มีโมดูลสำหรับติดต่อสื่อสารรับส่งข้อมูลแบบ Serial RS 485 จำนวน 1 ชุด
- 3) มีโมดูลสำหรับแสดงผล LCD ผ่าน I2C Bus จำนวน 1 ชุด
- 4) มีโมดูลสำหรับฐานเวลา Real Time Clock ผ่าน I2C Bus จำนวน 1 ชุด
- 5) มีโมดูลแปลงแอนะล็อกเป็นดิจิทัลขนาด 12 บิต ผ่าน SPI Bus จำนวน 1 ชุด

#### 4.8.2 รายละเอียดของชุดควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

4.8.2.1 เป็นชุดปฏิบัติการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่สามารถรองรับการพัฒนาโปรแกรมร่วมกับชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์แบบมัลติฟังก์ชัน โดยชุดปฏิบัติการดังกล่าวสามารถรองรับการควบคุมแบบวงจรรอบเปิด (Open Loop) และวงจรรอบปิด (Close Loop)

4.8.2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับทดสอบ กำลังไม่น้อยกว่า 20 W แรงดัน 24Vdc

4.8.2.3 ความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 2000 RPM

4.8.2.4 มอเตอร์กระแสตรงสำหรับเป็นโหลดกำลังไม่น้อยกว่า 25W เชื่อมต่อเอ็นโค้ดเดอร์

4.8.2.5 เอ็นโค้ดเดอร์สามารถตรวจจับความเร็วขนาดไม่น้อยกว่า 10 พัลส์ต่อรอบ

4.8.2.6 มีชุดตรวจจับแรงดันและกระแสได้

.....  
.....

ประธานกรรมการ

กรรมการ

.....

กรรมการ

..... กรรมการ

.....

กรรมการ

#### 4.8.3 ชุดระบบควบคุมอุณหภูมิ จำนวน 1 ชุด

4.8.3.1 ชุดเซนเซอร์อุณหภูมิเป็นชุดตรวจจับความร้อนในช่วงไม่น้อยกว่า 0-40 องศาเซลเซียส แปลงแรงดันไฟฟ้าในช่วง 0-5 โวลต์ หรือ 0-10 โวลต์ เพื่อใช้ในการควบคุมแบบลูปปิด

4.8.3.2 มีชุดเซนเซอร์วัดค่าอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 3 จุด

4.8.3.3 มีพัดลมเพื่อนำพาความร้อน

4.8.3.4 ชุดฮีตเตอร์ทำความร้อนไม่น้อยกว่า 20 วัตต์ หรือมากกว่า

4.8.3.5 มีพอร์ตการเชื่อมต่อแบบ DB 25 PIN เพื่อรองรับการเชื่อมต่อสัญญาณควบคุมไปยังชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์แบบมัลติฟังก์ชัน

#### 4.8.4 ชุดควบคุมระดับน้ำ จำนวน 1 ชุด

4.8.4.1 มีถังสำรองเพื่อหมุนเวียนน้ำในระบบ จำนวน 1 ใบ

4.8.4.2 ทำจากวัสดุอะคริลิกขึ้นรูป

4.8.4.3 มีความจุของน้ำไม่น้อยกว่า 1 ลิตร

4.8.4.4 มีฝาปิดด้านบนและด้านล่างเป็นอลูมิเนียมป้องกันสนิม

4.8.4.5 มีวาล์วสำหรับใช้ระบายน้ำออกด้านล่าง

4.8.4.6 มีถังทดสอบระดับน้ำ จำนวน 1 ใบ

4.8.4.7 ทำจากอะคริลิกขึ้นรูปเป็นกระบอกรูป มีขนาดความสูงไม่น้อยกว่า 20 cm

4.8.4.8 มีความจุของน้ำไม่น้อย 1 ลิตร

4.8.4.9 มีท่อน้ำสำหรับป้องกันการไหลล้นออก

4.8.4.10 มีตัวเลขบอกปริมาณของน้ำเป็นเปอร์เซ็นต์ และเป็นระดับน้ำเซนติเมตร

#### 4.8.5 ชุดควบคุมระบบลูกบอลบนคาน จำนวน 1 ชุด

4.8.5.1 โครงสร้างเสาและคานทำจากวัสดุอลูมิเนียมไม่เป็นสนิม

4.8.5.2 คานมีความยาวไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร ออกแบบเป็นร่องสามเหลี่ยม

4.8.5.3 มีเซนเซอร์วัดตำแหน่งของลูกบอลอยู่บนคาน มีความยาวไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร

4.8.5.4 มีชุด Servo หรือ สเต็ปมอเตอร์ เพื่อเป็นตัวควบคุมระดับของคานให้เหมาะสม

4.8.5.5 เป็นชุดที่สามารถควบคุมลูกบอลให้อยู่บนคานได้ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าปรับจูนค่าพีไอดีแต่ละตำแหน่ง

4.8.5.6 สามารถควบคุมตำแหน่งลูกบอลบนคานที่ตำแหน่ง 10 ซม, 20 ซม หรือ 30 ซม.ได้ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าปรับจูนค่าพีไอดีที่เหมาะสม

4.8.5.7 มีพอร์ตการเชื่อมต่อแบบ DB 25 PIN เพื่อรองรับการเชื่อมต่อสัญญาณควบคุมไปยังชุดปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์แบบมัลติฟังก์ชัน

.....  
.....

ประธานกรรมการ

กรรมการ

.....

กรรมการ

.....

กรรมการ

.....

กรรมการ

- 4.8.6 ชุดแสดงผลพร้อมโปรแกรมการทำงาน จำนวน 1 ชุด
- 4.8.6.1 มีขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า 15 นิ้ว
- 4.8.6.2 มีหน่วยประมวลผลที่ความเร็วไม่ต่ำกว่า 2.00 GHz
- 4.8.6.3 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล 500 GB. ขึ้นไป
- 4.8.6.4 มีหน่วยความจำหลักไม่น้อยกว่า 8 GB.
- 4.8.6.5 รองรับระบบ Network 10/100/1000

#### 4.9 ชุดควบคุมระบบพลังงานในอุตสาหกรรม

จำนวน 5 ชุด

- 4.9.1 มีจอแสดงผลแบบสัมผัส
- 4.9.2 ขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว 16:9 TFT หรือดีกว่า
- 4.9.3 มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 700x400 หรือดีกว่า
- 4.9.4 เป็นจอแสดงผลแบบ LED Backlight
- 4.9.5 ค่าความสว่างไม่น้อยกว่า 400 cd/m<sup>2</sup> หรือดีกว่า
- 4.9.6 สามารถดาวน์โหลดโปรแกรมผ่านทาง USB SLAVE/Serail port หรือดีกว่า
- 4.9.7 ใช้แรงดันไฟฟ้า 24 VDC
- 4.9.8 มีหน่วยประมวลผลความเร็วสัญญาณนาฬิกาไม่น้อยกว่า 200 MHz
- 4.9.9 มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 128 MB
- 4.9.10 มีดิจิตอล input ไม่น้อยกว่า 12 ช่อง และมี digital counter
- 4.9.11 มีดิจิตอล output ไม่น้อยกว่า 12 ช่อง
- 4.9.12 มี analog input ไม่น้อยกว่า 8 ช่อง
- 4.9.13 มี analog output 2 ช่อง
- 4.9.14 อุปกรณ์ประกอบ
- 4.9.14.1 สายเชื่อมต่อโปรแกรม/ข้อมูล จำนวน 1 ชุด
- 4.9.14.2 แหล่งจ่ายไฟขนาด 24 โวลต์ พร้อมสายไฟเชื่อมต่ออุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด
- 4.9.14.3 ชุดเครื่องมือพื้นฐาน ไขควงแบน ไขควงแฉก และคีมตัดสายไฟ จำนวน 1 ชุด

#### 4.10 ชุดปฏิบัติการทางวัสดุพลังงาน

จำนวน 1 ชุด

ภายใน 1 ชุด ประกอบด้วย

- |                               |                 |
|-------------------------------|-----------------|
| 1) เครื่องวัดความชื้นเมล็ดพืช | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2) เครื่องวัดสี               | จำนวน 1 เครื่อง |
| 3) เครื่องสับย่อยวัสดุชีวมวล  | จำนวน 1 เครื่อง |
| 4) เครื่องขึ้นรูปภาชนะชีวมวล  | จำนวน 1 เครื่อง |
| 5) เครื่องผลิตถ่านอัดแท่ง     | จำนวน 1 เครื่อง |

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

ประธานกรรมการ

กรรมการ

  
..... กรรมการ

  
..... กรรมการ

  
..... กรรมการ



## 4.10.1 รายละเอียดของเครื่องวัดความชื้นเมล็ดพืช

4.10.1.1 เป็นเครื่องวัดความชื้นเมล็ดพืชแบบพกพา สามารถใช้งานได้ในห้องและ  
ภาคสนาม

4.10.1.2 ย่านการวัดความชื้น 1- 40%

4.10.1.3 ปริมาตรตัวอย่างได้ที่ 240 มิลลิลิตร

4.10.1.4 มีจอแสดงผลแบบ LCD แบบดิจิทัล

4.10.1.5 สามารถใช้งานกับเมล็ดพืชที่วัดได้ไม่น้อยกว่า 30 ชนิด

4.10.1.6 ค่าความถูกต้องความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 0.5% หรือน้อยกว่า

4.10.1.7 ตัวเครื่องรองรับการทำงานด้วยแบตเตอรี่ ขนาด AA

4.10.1.8 อุปกรณ์ประกอบ

- |   |             |
|---|-------------|
| 1) ถ้วยตวงขนาด 240 ซีซี                     | จำนวน 1 ชุด |
| 2) กรวยและแปรง                              | จำนวน 1 ชุด |
| 3) คู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ | จำนวน 1 ชุด |

## 4.10.2 รายละเอียดของเครื่องวัดสี

4.10.2.1 เป็นเครื่องวัดสีแบบพกพา สามารถใช้งานได้ในห้องและภาคสนาม

4.10.2.2 แสดงผลการวัดค่าสีแบบ CIELAB

4.10.2.3 แสดงค่าความแตกต่างของสี

4.10.2.4 มีเซนเซอร์การตรวจวัดเป็นแบบ Photodiode Array

4.10.2.5 มีช่วงการวัดค่า L : 0 ถึง 100

4.10.2.6 สามารถเก็บค่าสีมาตรฐานได้สูงสุด 100 ข้อมูล

4.10.2.7 เครื่องมีหน้าจอสีแบบ TFT ขนาดไม่น้อยกว่า 2.5 นิ้ว

4.10.2.8 อุปกรณ์ประกอบ

- |                    |             |
|--------------------|-------------|
| 1) AC Adapter      | จำนวน 1 ชุด |
| 2) มีแบตเตอรี่     | จำนวน 1 ชุด |
| 3) คู่มือการใช้งาน | จำนวน 1 ชุด |

## 4.10.3 รายละเอียดของเครื่องสับย่อยวัสดุชีวมวล

4.10.3.1 มีระบบ 8 ใบมีดขนาดใหญ่ เป็นอย่างน้อย

4.10.3.2 มีการปรับระดับความละเอียดได้ถึง 3 ระดับเป็นอย่างน้อย

4.10.3.3 มีช่องยึดชิ้นงาน 2 ช่องหรือดีกว่า

4.10.3.4 มีช่องด้านหลัง ใช้สับหญ้าเนเปียร์ กิ่งกระถิน ต้นข้าว โปด ทางมะพร้าว ทาง  
ปาล์ม ได้เป็นอย่างน้อย


4.10.3.5 มีกำลังการผลิต 1-1.5 ตัน/ชั่วโมง

  
..... กรรมการ

ประธานกรรมการ

  
..... กรรมการ

กรรมการ

  
..... กรรมการ

กรรมการ

  
..... กรรมการ

กรรมการ

- 4.10.3.6 สามารถเคลื่อนย้ายโดยใช้ล้อเลื่อน 4 ล้อ
- 4.10.3.7 ระบบใช้มอเตอร์ขนาดไม่น้อยกว่า 3 แรงม้า รอบหมุน 2800 รอบ/นาที
- 4.10.3.8 รองรับการใช้งานไฟฟ้า 220 โวลต์ หรือ เครื่องยนต์

#### 4.10.4 รายละเอียดของเครื่องขึ้นรูปภาชนะชีวมวล

- 4.10.4.1 ใช้มอเตอร์ขนาด 3 hp
- 4.10.4.2 ตัวเครื่องใช้พิกัดกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 2500 W ใช้กับระบบไฟฟ้า 220 V
- 4.10.4.3 แม่พิมพ์สามารถตัดขอบวัสดุได้ในตัวได้
- 4.10.4.4 สามารถเปลี่ยนแม่พิมพ์ได้
- 4.10.4.5 ขนาดตัวเครื่องโครงสร้างเหล็ก ไม่น้อยกว่า 72x72x210 cm
- 4.10.4.6 สามารถตั้งอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่าตั้งแต่ 0-250 °C
- 4.10.4.7 น้ำหนักเครื่องไม่น้อย 270 kg
- 4.10.4.8 อุปกรณ์ประกอบ
  - 1) แม่พิมพ์กระถางขนาด 10x8x7.3 cm ( $\pm 0.5$  cm) จำนวน 1 ชุด
  - 2) แม่พิมพ์กระถางขนาด 10x10x5 cm ( $\pm 0.5$  cm) จำนวน 1 ชุด
  - 3) คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด
- 4.10.4.9 มีการฝึกอบรมการใช้งาน



#### 4.10.5 รายละเอียดของเครื่องผลิตถ่านอัดแท่ง

- 4.10.5.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 3 แรงม้า แรงดันไฟฟ้าใช้งาน 220 V
- 4.10.5.2 กำลังการผลิตไม่น้อยกว่า 100 กิโลกรัมต่อวัน
- 4.10.5.3 มีตัวตัดอัตโนมัติระบบเซนเซอร์ปรับระยะการตัดได้
- 4.10.5.4 มีตู้ควบคุมการทำงาน มีระบบเดินหน้า-ถอยหลัง มีระบบตัดไฟเมื่อหยุดเครื่อง
- 4.10.5.5 มีหัวบดขนาดถ่าน
- 4.10.5.6 มีถาดรองรับเศษถ่านจากระบบหมุนถอยหลัง
- 4.10.5.7 มีฝาครอบมู่เล่ป้องกันอันตราย และมีล้อเซ็นสะดวกในการเคลื่อนย้าย

#### 4.11 เงื่อนไขอื่น ๆ

- 4.11.1 ต้องมีเอกสารแคตตาล็อกในวันยื่นซองเสนอราคาเพื่อประกอบการพิจารณาตามความถูกต้องของรายละเอียดของครุภัณฑ์ที่นำเสนอ
- 4.11.2 มีการรับประกันสินค้าเป็นระยะเวลา 1 ปี
- 4.11.3 ต้องส่งมอบครุภัณฑ์ภายใน 120 วัน นับจากวันที่ลงนามในสัญญาซื้อขาย
- 4.11.4 ต้องมีการฝึกอบรมให้กับบุคลากรที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

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

  
..... กรรมการ  
  
..... กรรมการ

  
..... กรรมการ

### 5. กำหนดเวลาส่งมอบพัสดุ

กำหนดเวลาส่งมอบพัสดุแล้วเสร็จภายใน 120 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

### 6. หลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

ในการการพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอครั้งนี้ มหาวิทยาลัยจะพิจารณาตัดสินโดยใช้หลักเกณฑ์ราคา

### 7. วงเงินงบประมาณ 6,944,300 บาท (หกล้านเก้าแสนสี่หมื่นสามร้อยบาทถ้วน)

### 8. งานงานและการจ่ายเงิน

มหาวิทยาลัยจะจ่ายชำระให้แก่ผู้ขายจำนวน 1 งวด เป็นจำนวนเงินร้อยละ 100 ของค่าพัสดุ ซึ่งได้รวมภาษีมูลค่าเพิ่มตลอดจนภาษีอากรอื่นๆ และค่าใช้จ่ายทั้งปวงแล้ว เมื่อผู้ขายส่งมอบพัสดุดังกล่าวถูกต้องและครบถ้วนตามสัญญาให้กับมหาวิทยาลัย

### 9. อัตราค่าปรับ

ผู้ขายต้องดำเนินการตามขอบเขตงานและเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในสัญญา ในกรณีที่เกิดความล่าช้าอันเนื่องจากการกระทำของผู้ขายเป็นเหตุให้การส่งมอบล่าช้ากว่าระยะเวลาที่กำหนดในสัญญา ผู้ขายจะต้องชดเชยค่าปรับให้กับผู้ซื้อ ในอัตราร้อยละ 0.2 ของวงเงินค่าพัสดุ นับถัดจากวันครบกำหนดตามสัญญาจนถึงวันที่ผู้ขายส่งมอบให้แก่ผู้ซื้อจนถูกต้องครบถ้วนตามสัญญา

### 10. การรับประกันความชำรุดบกพร่อง

ผู้ขายต้องรับประกันความชำรุดบกพร่องเป็นเวลา 1 ปี นับแต่วันที่มีมหาวิทยาลัยฯ ได้รับมอบพัสดุภายในกำหนดเวลาดังกล่าว หากสิ่งของเกิดชำรุดบกพร่อง หรือขัดข้องผู้ขายจะต้องจัดการซ่อมแซม หรือแก้ไขให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดังเดิม ภายใน 10 วัน นับแต่วันที่ได้รับแจ้งจากมหาวิทยาลัยฯ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ทั้งสิ้น



ประธานกรรมการ

กรรมการ



กรรมการ



กรรมการ



กรรมการ