

## รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. รายการ ครุภัณฑ์ชุดการเรียนรู้การออกแบบอาคารสมัยใหม่ด้วยเทคโนโลยีการควบคุมและสั่งการแบบคู่แฝดดิจิทัล (Digital twin) ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม
2. จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด
3. งบประมาณ 5,281,000.00 บาท
4. ครุภัณฑ์ชุดการเรียนรู้การออกแบบอาคารสมัยใหม่ด้วยเทคโนโลยีการควบคุมและสั่งการแบบคู่แฝดดิจิทัล (Digital twin) ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
  - 4.1 ชุดปฏิบัติการสำรวจและจำลองทางคอมพิวเตอร์แบบ 3 มิติ สำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีคู่แฝดดิจิทัล จำนวน 1 ชุด วงเงิน 3,358,058 บาท ประกอบด้วย
    - 4.1.1 โมดูลระบบเทคโนโลยีคู่แฝดดิจิทัลสำหรับงานควบคุมและสั่งการแบบคู่แฝดดิจิทัล (Digital twin) จำนวน 1 โมดูล วงเงิน 1,933,500 บาท
    - 4.1.2 โมดูลสำรวจและจำลองต้นแบบเสมือนจริงสำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีคู่แฝดดิจิทัล จำนวน 1 ชุด วงเงิน 1,424,558 บาท
  - 4.2 โมดูลประมวลผลสำหรับการออกแบบอาคารสมัยใหม่ด้วยเทคโนโลยีการควบคุมและสั่งการแบบคู่แฝดดิจิทัล (Digital twin) จำนวน 1 ชุด วงเงิน 1,227,240 บาท ประกอบด้วย
    - 4.2.1 โมดูลประมวลผลสำหรับการออกแบบอาคารสมัยใหม่ด้วยเทคโนโลยีการควบคุมและสั่งการแบบคู่แฝดดิจิทัล (Digital twin) จำนวน 21 ชุด วงเงิน 1,044,750 บาท
    - 4.2.2 จอแสดงผลภาพสำหรับออกแบบอาคารสมัยใหม่ด้วยเทคโนโลยีคู่แฝดดิจิทัล จำนวน 21 ชุด วงเงิน 182,490 บาท
  - 4.3 โมดูลเชื่อมต่อสัญญาณและชุดจำลองเสมือนจริงสำหรับระบบเทคโนโลยีคู่แฝดดิจิทัล จำนวน 1 ชุด วงเงิน 395,370 บาท ประกอบด้วย
    - 4.3.1 โมดูลชุดจำลองโลกเสมือนจริงสำหรับงานพัฒนาและจำลองระบบเทคโนโลยีคู่แฝดดิจิทัล จำนวน 2 ชุด วงเงิน 305,200 บาท
    - 4.3.2 โมดูลเชื่อมต่อสัญญาณสำหรับรับส่งข้อมูลแบบอุตสาหกรรม จำนวน 1 ชุด วงเงิน 33,050 บาท
    - 4.3.3 อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแบบเครือข่ายสำหรับงานควบคุมระบบเทคโนโลยีคู่แฝดดิจิทัล จำนวน 1 ชุด วงเงิน 48,600 บาท
    - 4.3.4 หน่วยจัดเก็บข้อมูลสำหรับงานควบคุมระบบเทคโนโลยีคู่แฝดดิจิทัล จำนวน 2 ตัว วงเงิน 8,520 บาท
  - 4.4 อุปกรณ์ประกอบสำหรับห้องปฏิบัติการการเรียนรู้การออกแบบอาคารสมัยใหม่ด้วยเทคโนโลยีการควบคุมและสั่งการแบบคู่แฝดดิจิทัล จำนวน 1 ชุด วงเงิน 300,332 บาท ประกอบด้วย
    - 4.4.1 โมดูลเชื่อมต่อระบบเครือข่ายสำหรับโมดูลประมวลผลสำหรับการออกแบบอาคารสมัยใหม่ จำนวน 1 ชุด วงเงิน 12,700 บาท
    - 4.4.2 โมดูลจัดเก็บอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย จำนวน 1 ชุด วงเงิน 6,500 บาท
    - 4.4.3 อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแบบไร้สาย จำนวน 1 ชุด วงเงิน 19,400 บาท
    - 4.4.4 ชุดโต๊ะสำหรับเครื่องประมวลผลประจำห้องปฏิบัติการเรียนรู้ จำนวน 21 ชุด วงเงิน 152,460 บาท
    - 4.4.5 เก้าอี้ประจำห้องปฏิบัติการเรียนรู้ จำนวน 21 ชุด วงเงิน 69,132 บาท
    - 4.4.6 โมดูลฉายภาพประจำห้องปฏิบัติการเรียนรู้ จำนวน 1 ชุด วงเงิน 25,240 บาท
    - 4.4.7 จอรับภาพระบบมอเตอร์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด วงเงิน 14,900 บาท

## 5. คุณสมบัติเฉพาะ (Specification)

ครุภัณฑ์ชุดการเรียนรู้การออกแบบอาคารสมัยใหม่ด้วยเทคโนโลยีการควบคุมและสั่งการแบบคู่แฝดดิจิทัล (Digital twin) จำนวน 1 ชุด วงเงิน 5,281,000 บาท ประกอบด้วย

5.1 ชุดปฏิบัติการสำรวจและจำลองทางคอมพิวเตอร์แบบ 3 มิติ สำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีคู่แฝดดิจิทัล จำนวน 1 ชุด วงเงิน 3,358,058 บาท ประกอบด้วย

5.1.1 โมดูลระบบเทคโนโลยีคู่แฝดดิจิทัลสำหรับงานควบคุมและสั่งการแบบคู่แฝดดิจิทัล (Digital twin) จำนวน 1 โมดูล วงเงิน 1,933,500 บาท มีรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะดังนี้

5.1.1.1 สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์จำลองโลกเสมือน Virtual Reality เพื่อเข้าไปดูมุมมองต่างๆ ที่จำลองแบบ 3 มิติ หรือควบคุมการทำงานเสมือนจริงได้จากชุดควบคุม

5.1.1.2 ระบบโปรแกรมสามารถทำงานร่วมกับ PLC ได้ โดยมีเครื่องมือการเชื่อมต่อภายใน โปรแกรมเพื่อรับข้อมูลจาก ระบบภายนอกจาก PLC แล้วมาแสดงผลเพื่อพัฒนาต่อไปได้

5.1.1.3 สามารถตรวจสอบค่าและแสดงสถานะการทำงานของระบบได้ด้วยวิธีการปิดเปิดของ เครื่องจักรหรือปัญหาการทำงานของเครื่องจักร ตามสถานการณ์จริงขณะทำงาน

5.1.1.4 สามารถสร้างแบบจำลอง 3 มิติและจำลองการเคลื่อนไหวเสมือนจริง (Animations) ได้ รวมทั้งการจำลองการเคลื่อนไหวได้ทั้งในแนวแกน X , Y และ Z และยังจำลองการ เคลื่อนไหวได้ทั้งคนและวัตถุ

5.1.1.5 ระบบสามารถนำเข้าวัตถุจำลองแบบ 3 มิติ (3D Objects) ในรูปแบบไฟล์ ได้อย่างน้อย 5 รูปแบบ คือ .3ds, .dwg, .dxf, igs และ .obj หรือมากกว่า

5.1.1.6 มีระบบฐานข้อมูลที่สามารถเชื่อมต่อกับโปรแกรมภายนอกได้ ผ่านทาง Oracle, SQL Server, MySQL / MariaDB, PostgreSQL, SQLite หรือ ODBC

5.1.1.7 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องเป็นหน่วยงานที่ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001 โดยยื่นเสนอ เอกสารดังกล่าวมาพร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วย อิเล็กทรอนิกส์

5.1.2 โมดูลสำรวจและจำลองต้นแบบเสมือนจริงสำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีคู่แฝดดิจิทัล จำนวน 1 ชุด วงเงิน 1,424,558 บาท มีรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะดังนี้

5.1.2.1 โมดูลสำรวจระบบและจำลองระบบ 3 มิติ แบบ 360° สำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีคู่แฝด ดิจิทัล

5.1.2.1.1. ความละเอียดภาพพาโนรามา 134 ล้านพิกเซล หรือดีกว่า

5.1.2.1.2. ไฟล์ภาพมีความละเอียดสูงสุด 8092 x 4552 พิกเซล หรือดีกว่า

5.1.2.1.3. เลนส์ชนิด 4K full Glass หรือดีกว่า

5.1.2.1.4. มุมมองการถ่ายภาพ 360° (ซ้าย - ขวา) x 300° (แนวตั้ง)

5.1.2.1.5. มีระบบ WiFi เพื่อถ่ายโอนข้อมูลจากกล้องไปยังอุปกรณ์ระบบ IOS ได้

5.1.2.1.6. มีระบบ WiFi 802.11 n/ac 5 Ghz หรือดีกว่า

5.1.2.1.7. แบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออน สามารถใช้งานได้ 8 ชั่วโมง ต่อหนึ่งการชาร์จ

5.1.2.2 ระบบการสแกน 3D Sensing สำหรับงานสำรวจและจำลองต้นแบบเสมือนจริง

5.1.2.2.1. มีระบบเซ็นเซอร์ 3 มิติ (อินฟราเรด) หรือดีกว่า

5.1.2.2.2. เวลาในการจับภาพ 20 วินาทีต่อการสแกน / รอบ หรือดีกว่า

5.1.2.2.3. ช่วงระยะสแกนสูงสุด 15 ฟุต (4.5 ม.) หรือดีกว่า

5.1.2.2.4. มีระบบ 3D Data Registration แบบอัตโนมัติ หรือดีกว่า

5.1.2.2.5. มีค่า Depth Resolution 10 จุดต่อองศา หรือดีกว่า

- 5.1.2.3 ระบบจัดการ Virtual Guided Tours 360° มีคุณสมบัติทางเทคนิค ดังนี้
- 5.1.2.3.1. มีระบบประมวลผลโมเดล 3 มิติ หรือดีกว่า
  - 5.1.2.3.2. เพิ่มแท็กให้กับโมเดล ใส่ข้อความ ลิงก์ URL และ วิดีโอ หรือดีกว่า
  - 5.1.2.3.3. สร้างรูปภาพ 4K, วิดีโอไฟล์, OBJ และ XYZ หรือดีกว่า
  - 5.1.2.3.4. สามารถเผยแพร่ผลงานลง Google Street View ฟรีไม่จำกัด หรือดีกว่า
  - 5.1.2.3.5. สามารถเผยแพร่ผลงานด้วย Cloud Servers จำนวน 25 โพรเจกต์ หรือดีกว่า
- 5.1.2.4 ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยยื่นเสนอเอกสารดังกล่าวมาพร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้มหาวิทยาลัย สามารถตรวจสอบที่มาของสินค้า และคุณลักษณะเฉพาะของสินค้าจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ได้ เพื่อป้องกันสินค้าลอกเลียนแบบ, สินค้าละเมิดลิขสิทธิ์, สินค้าเลิกผลิต หรืออยู่นอกสายการผลิตหรือการนำสินค้าที่ผ่านการใช้งานแล้วนำมาปรับปรุงใหม่ และเพื่อประโยชน์ในแง่การบริการหลังการขาย
- 5.2 โมดูลประมวลผลสำหรับการออกแบบอาคารสมัยใหม่ด้วยเทคโนโลยีการควบคุมและสั่งการแบบคู่แฝดดิจิทัล (Digital twin) จำนวน 1 ชุด วงเงิน 1,227,240 บาท ประกอบด้วย
- 5.2.1 โมดูลประมวลผลสำหรับการออกแบบอาคารสมัยใหม่ด้วยเทคโนโลยีการควบคุมและสั่งการแบบคู่แฝดดิจิทัล (Digital twin) จำนวน 21 ชุด วงเงิน 1,044,750 บาท มีรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะดังนี้
- 5.2.1.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core) และ 16 แกนเสมือน (16Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุดไม่น้อยกว่า 4.7 GHz จำนวน 1 หน่วย
  - 5.2.1.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Smart Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 16 MB
  - 5.2.1.3 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะ ดังนี้
    - 5.2.1.3.1. เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลัก
    - 5.2.1.3.2. มีหน่วยความจำ ขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB แบบ GDDR6
    - 5.2.1.3.3. มีความกว้างของอินเทอร์เฟซหน่วยความจำ ไม่น้อยกว่า 192 bit
  - 5.2.1.4 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB
  - 5.2.1.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB จำนวน 1 หน่วย
  - 5.2.1.6 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
  - 5.2.1.7 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
  - 5.2.1.8 มีแป้นพิมพ์พร้อมตัวอักษรภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ติดถาวรบนแป้นพิมพ์
  - 5.2.1.9 มีเมาส์แบบ สายเชื่อมต่อ USB หรือดีกว่า

- 5.2.2 จอแสดงผลภาพสำหรับออกแบบอาคารสมัยใหม่ด้วยเทคโนโลยีคู่แฝดดิจิทัล จำนวน 21 ชุด วงเงิน 182,490 บาท มีรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะดังนี้
- 5.2.2.1 มีขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า 27 นิ้ว
- 5.2.2.2 หน้าจอมีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่าชนิด IPS หรือดีกว่า
- 5.2.2.3 มีความละเอียด Resolution สูงสุดไม่น้อยกว่า 1920 x 1080 หรือดีกว่า
- 5.2.2.4 มีอัตรา Refresh Rate ไม่น้อยกว่า 60 Hz
- 5.2.2.5 มีช่องเชื่อมต่อแบบ HDMI จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง หรือดีกว่า
- 5.2.2.6 รองรับแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 220 VAC , 50 Hz หรือดีกว่า
- 5.2.2.7 ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องทำการติดตั้งระบบไฟฟ้าให้พร้อมใช้งาน
- 5.3 โมดูลเชื่อมต่อสัญญาณและชุดจำลองเสมือนจริงสำหรับระบบเทคโนโลยีคู่แฝดดิจิทัล จำนวน 1 ชุด วงเงิน 395,370 บาท ประกอบด้วย
- 5.3.1 โมดูลชุดจำลองโลกเสมือนจริงสำหรับงานพัฒนาและจำลองระบบเทคโนโลยีคู่แฝดดิจิทัล จำนวน 2 ชุด วงเงิน 305,200 บาท มีรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะดังนี้
- 5.3.1.1 สามารถเชื่อมต่อกับโปรแกรมออกแบบและจำลองทางคอมพิวเตอร์แบบ 3 มิติ สำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีคู่แฝดดิจิทัลได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 5.3.1.2 มีระบบแสดงผลภาพ Display สูงไม่น้อยกว่า 4K หรือดีกว่า
- 5.3.1.3 มีความละเอียดต่อตา Resolution ไม่น้อยกว่า 1080 x 1920 หรือดีกว่า
- 5.3.1.4 พื้นที่จัดเก็บ Storage ขนาดไม่น้อยกว่า 250 GB
- 5.3.1.5 มีอัตรา Refresh Rate ไม่น้อยกว่า 70 Hz
- 5.3.1.6 มีมุมมองของกล้อง Field of view Camera ไม่น้อยกว่า 90 องศา หรือดีกว่า
- 5.3.1.7 มีระบบเชื่อมต่อแบบ สายเชื่อมต่อ หรือ WiFi หรือดีกว่า
- 5.3.1.8 รองรับการชาร์จแบตเตอรี่ มีพอร์ตแบบ USB ในการชาร์จ หรือดีกว่า
- 5.3.1.9 มีส่วนควบคุม Two Touch Controllers สำหรับใช้มือจับจำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 5.3.2 โมดูลเชื่อมต่อสัญญาณสำหรับรับส่งข้อมูลแบบอุตสาหกรรม จำนวน 1 ชุด วงเงิน 33,050 บาท มีรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะดังนี้
- 5.3.2.1 มีหน่วยความจำโปรแกรม Program memory ไม่น้อยกว่า 5000 steps
- 5.3.2.2 สามารถรองรับ CAN link network หรือ Mod bus หรือดีกว่า
- 5.3.2.3 มีช่องรับสัญญาณอินพุตแบบดิจิทัลรวมกันไม่น้อยกว่า 16 จุด
- 5.3.2.4 มีช่องส่งสัญญาณเอาต์พุตแบบดิจิทัลรวมกันไม่น้อยกว่า 16 จุด
- 5.3.2.5 สัญญาณเอาต์พุตเป็นแบบ Relay หรือ Transistor หรือดีกว่า
- 5.3.2.6 มีช่องรองรับการเชื่อมต่อแบบ RS485 หรือดีกว่า อย่างน้อย 1 ช่อง
- 5.3.2.7 มีช่องรองรับการเชื่อมต่อแบบ USB หรือ LAN หรือดีกว่า อย่างน้อย 1 ช่อง
- 5.3.2.8 รองรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 VDC หรือดีกว่า
- 5.3.3 อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลแบบเครือข่ายสำหรับงานควบคุมระบบเทคโนโลยีคู่แฝดดิจิทัล จำนวน 1 ชุด วงเงิน 48,600 บาท มีรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะดังนี้
- 5.3.3.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 4 แกนหลัก (4 core) หรือดีกว่า
- 5.3.3.2 มีความเร็วสัญญาณนาฬิกา ไม่น้อยกว่า 2.0 GHz จำนวน 1 หน่วย

- 5.3.3.3 มีหน่วยความจำ (RAM) ชนิด DDR3 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
- 5.3.3.4 มีช่องสำหรับใส่หน่วยจัดเก็บข้อมูล HDD ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 5.3.3.5 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (LAN Interface) แบบ RJ45 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 5.3.3.6 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 , HDMI หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 5.3.3.7 มีแหล่งจ่ายไฟภายนอก External Power Adapter ไม่น้อยกว่า 40W, 100-240V หรือดีกว่า
- 5.3.4 **หน่วยจัดเก็บข้อมูลสำหรับงานควบคุมระบบเทคโนโลยีคู่แฝดดิจิทัล จำนวน 2 ตัว วงเงิน 8,520 บาท มีรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะดังนี้**
  - 5.3.4.1 มีความจุ Capacity ไม่น้อยกว่า 4 TB
  - 5.3.4.2 หน่วยความจำแคช Cash ไม่น้อยกว่า 250 MB
  - 5.3.4.3 มีการเชื่อมต่อ Interface แบบ SATA III หรือดีกว่า
  - 5.3.4.4 มีความเร็ว Rotational Speed ไม่น้อยกว่า 5000 RPM หรือดีกว่า
- 5.4 **อุปกรณ์ประกอบสำหรับห้องปฏิบัติการเรียนรู้การออกแบบอาคารสมัยใหม่ด้วยเทคโนโลยีการควบคุมและสั่งการแบบคู่แฝดดิจิทัล จำนวน 1 ชุด วงเงิน 300,332 บาท ประกอบด้วย**
  - 5.4.1 **โมดูลเชื่อมต่อระบบเครือข่ายสำหรับโมดูลประมวลผลสำหรับการออกแบบอาคารสมัยใหม่ จำนวน 1 ชุด วงเงิน 12,700 บาท มีรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะดังนี้**
    - 5.4.1.1 เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อระบบเครือข่ายสำหรับโมดูลประมวลผลสำหรับการออกแบบอาคารสมัยใหม่ จะต้องทำการติดตั้งและเชื่อมต่อระบบเครือข่ายให้ครอบคลุมกับจำนวนเครื่องสำหรับโมดูลประมวลผลสำหรับการออกแบบอาคารสมัยใหม่
    - 5.4.1.2 เป็นอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายระดับ Gigabit Switching หรือดีกว่า
    - 5.4.1.3 มีพอร์ตการเชื่อมต่อจำนวนไม่น้อยกว่า 24 ช่อง
    - 5.4.1.4 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ (RJ-45) หรือดีกว่า
    - 5.4.1.5 มีความเร็วในการรับส่งข้อมูล 10/100/1000 Mbps หรือดีกว่า
    - 5.4.1.6 มีความสามารถ Switching Capacity ไม่น้อยกว่า 15 Gbps
    - 5.4.1.7 รองรับ Auto MDI/MDIX และ Auto negotiation หรือดีกว่า
    - 5.4.1.8 รองรับแหล่งจ่ายไฟแรงดันไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 220 VAC
    - 5.4.1.9 มีไฟ LED ที่สามารถบอกสถานะของอุปกรณ์ได้
    - 5.4.1.10 ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องทำการติดตั้งเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายของมหาวิทยาลัยให้พร้อมใช้งาน
  - 5.4.2 **โมดูลจัดเก็บอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย จำนวน 1 ชุด วงเงิน 6,500 บาท มีรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะดังนี้**
    - 5.4.2.1 เป็นชุดโมดูลสำหรับอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย ขนาดไม่น้อยกว่า 6U
    - 5.4.2.2 มีกุญแจสำหรับล็อกตู้ได้ ไม่น้อยกว่า 1 จุด
    - 5.4.2.3 มีช่องสำหรับระบายอากาศ ไม่น้อยกว่า 2 จุด
    - 5.4.2.4 ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องทำการติดตั้งให้พร้อมใช้งาน

- 5.4.3 อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแบบไร้สาย จำนวน 1 ชุด วงเงิน 19,400 บาท มีรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะดังนี้
- 5.4.3.1 เป็นอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแบบไร้สาย ที่ย่านความถี่บนคลื่น 2.4 GHz และ 5 GHz
- 5.4.3.2 เป็นอุปกรณ์กระจายสัญญาณใช้ได้ทั้งย่านความถี่บนคลื่น 2.4 GHz และ 5 GHz
- 5.4.3.3 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย Interface 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า
- 5.4.3.4 รองรับความเร็วในการเชื่อมต่ออย่างน้อย 800 Mbps บนย่านความถี่บนคลื่น 5 GHz
- 5.4.3.5 รองรับความเร็วในการเชื่อมต่ออย่างน้อย 300 Mbps บนย่านความถี่บนคลื่น 2.5 GHz
- 5.4.3.6 รองรับ Passive PoE เพื่อรับส่งข้อมูลและจ่ายพลังงานไฟฟ้าไปพร้อมกัน หรือดีกว่า
- 5.4.3.7 รองรับการทำการแบบ MU-MIMO หรือดีกว่า
- 5.4.3.8 มีไฟ LED ที่สามารถบอกสถานะของอุปกรณ์ได้
- 5.4.3.9 ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องทำการติดตั้งเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายของมหาวิทยาลัยให้พร้อมใช้งาน
- 5.4.4 ชุดโต๊ะสำหรับเครื่องประมวลผลประจำห้องปฏิบัติการเรียนรู้ จำนวน 21 ชุด วงเงิน 152,460 บาท มีรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะดังนี้
- 5.4.4.1 โต๊ะโครงสร้างทำด้วยเหล็กหรือดีกว่า
- 5.4.4.2 ขนาดไม่น้อยกว่า 700 x 1,200 x 740 มิลลิเมตร (กว้าง x ยาว x สูง)
- 5.4.4.3 มีที่หมุนสำหรับการปรับระดับเพื่อเพิ่ม-ลด ความสูงของโต๊ะ หรือดีกว่า
- 5.4.5 เก้าอี้ประจำห้องปฏิบัติการเรียนรู้ จำนวน 21 ชุด วงเงิน 25,240 บาท มีรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะดังนี้
- 5.4.5.1 เก้าอี้เป็นแบบเก้าอี้สตูล กึ่งนั่งกึ่งยืน ไขว้สตุที่ทำจากผ้า หรือดีกว่า
- 5.4.5.2 สามารถปรับระดับความสูงของเก้าอี้ได้ หรือดีกว่า
- 5.4.5.3 สามารถหมุนเก้าอี้ได้ 360 องศา
- 5.4.5.4 เก้าอี้มีขาเป็นโลหะแกนกลางเดี่ยว หรือดีกว่า
- 5.4.6 โมดูลฉายภาพประจำห้องปฏิบัติการเรียนรู้ จำนวน 1 ชุด วงเงิน 25,240 บาท มีรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะดังนี้
- 5.4.6.1 เป็นเครื่องฉายภาพชนิดเลนเดี่ยว สามารถต่อกับอุปกรณ์เพื่อฉายภาพจากคอมพิวเตอร์ได้
- 5.4.6.2 มีระบบ Android TV 9.0 หรือดีกว่า
- 5.4.6.3 มีความละเอียดของภาพที่ระดับ Full HD ( 1920x1080 p ) หรือดีกว่า
- 5.4.6.4 รองรับการเชื่อมต่อ Wi-Fi คลื่น 2.4GHz และ 5GHz
- 5.4.6.5 สามารถเชื่อมต่อสัญญาณผ่าน HDMI หรือดีกว่า
- 5.4.7 จอรับภาพระบบมอเตอร์ไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด วงเงิน 14,900 บาท มีรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะดังนี้
- 5.4.7.1 เป็นจอรับภาพชนิดควบคุม ปรับระดับขึ้น-ลงของจอภาพ และหมุนเก็บด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า
- 5.4.7.2 จอรับภาพไม่น้อยกว่า 120 นิ้ว
- 5.4.7.3 สามารถควบคุมความสูงของจอจากการเลื่อนจอขึ้น-ลงได้ทุกตำแหน่ง และหยุดโดยอัตโนมัติเมื่อเลื่อนขึ้นสุด-ลงสุด
- 5.4.7.4 เนื้อจอเป็นชิ้นเดียวไม่มีรอยต่อ มีขอบจอสีดำ และด้านหลังจอเคลือบสีดำเพื่อภาพที่ตีแย้ม
- 5.4.7.5 สามารถติดตั้งจอได้ทั้งแบบแขวนเพดานหรือยึดติดกับผนังได้

## 6. รายละเอียดอื่น ๆ

- 6.1 ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องติดตั้งครุภัณฑ์และอุปกรณ์ทั้งหมดให้พร้อมใช้งาน
- 6.2 หลังการส่งมอบครุภัณฑ์ผู้ยื่นข้อเสนอต้องฝึกอบรมการใช้งานให้กับบุคลากรที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยค่าใช้จ่ายผู้ยื่นข้อเสนอเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมด
- 6.3 ครุภัณฑ์ต้องเป็นของใหม่ที่ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน
- 6.4 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องไม่เป็นผู้ที่ถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานของทางราชการและได้แจกหนังสือเวียนแล้ว
- 6.5 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องรับประกันความชำรุดบกพร่องของครุภัณฑ์เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับถัดจากวันที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุมีมติตรวจรับครุภัณฑ์เรียบร้อยแล้ว
- 6.6 ติดตั้งครุภัณฑ์ ณ อาคารสิรินธร ห้องปฏิบัติการ A306
- 6.7 ส่งมอบครุภัณฑ์ ภายใน 180 วัน นับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญาซื้อขาย
- 6.8 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องนำหมายเลขครุภัณฑ์ที่มหาวิทยาลัยกำหนดให้ไปเขียนหรือติดด้วยสติ๊กเกอร์ที่มีความคงทนถาวรไว้ที่ครุภัณฑ์ทุกตัวเพื่อความสะดวกในการตรวจรับครุภัณฑ์