ร่างขอบเขตงาน (Terms of Reference : TOR)
ชุดครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับปัญญาประดิษฐ์และอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง
แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 1 ชุด
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

---

1. ความเป็นมา

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีเข้าถึงชีวิตประจำวันของผู้คน อุปกรณ์ต่างๆ ที่ผู้คนใช้งานส่วนมากจะใช้ระบบฝังตัว (Embedded System) เชื่อมต่อกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์และระบบเครือข่าย ควบคุมการทำงานด้วยซอฟต์แวร์ที่สามารถเรียนรู้และตอบสนองการทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ที่เรียกว่าปัญญาประดิษฐ์ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร มีหลักสูตรที่จัดการเรียนการสอนในรายวิชาปัญญาประดิษฐ์และวิชาระบบฝังตัว ให้แก่นักศึกษาระดับปริญญาตรี รวมถึงการพัฒนานักศึกษาให้พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีทางด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์ปัญญาประดิษฐ์ (AI) และเทคโนโลยีการเชื่อมต่อของสรรพสิ่ง (Ineternet of Things) แต่ยังขาดครุภัณฑ์ใช้ในการฝึกปฏิบัติการเรียนการสอน และจัดฝึกอบรมให้แก่บุคคลภายนอกเพื่อเพิ่มขีดความสามารถของกำลังคนที่จะรองรับเทคโนโลยีดิจิทัลตามพันธกิจของมหาวิทยาลัย ดังนั้นจึงมีความประสงค์ขอจัดซื้อครุภัณฑ์ครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับปัญญาประดิษฐ์และอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนรวมถึงพัฒนากำลังคนรองรับการทำงานทางด้านดิจิทัล

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อจัดหาครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับปัญญาประดิษฐ์และอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งสำหรับการจัดการเรียนการสอน

2.2 เพื่อใช้สำหรับการฝึกปฏิบัตินักศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ให้ได้รับทักษะในการพัฒนาซอฟต์แวร์รองรับการพัฒนากำลังคนทำงานทางด้านดิจิทัล

2.3 เพื่อใช้ในการดำเนินการจัดฝึกอบรมให้กับบุคคลที่สนใจเพื่อเพิ่มเพิ่มขีดความสามารถของกำลังคนที่จะรองรับเทคโนโลยีดิจิทัล

3. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

3.1 มีความสามารถตามกฎหมาย

3.2 ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย

3.3 ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

3.4 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราวเนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

3.5 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทิ้งงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทิ้งงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทิ้งงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการกรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

3.6 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

3.7 เป็นนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

3.8 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่ กรม ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

3.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นว่านั้น

3.10 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement: e - GP) ของกรมบัญชีกลาง

4. คุณลักษณะเฉพาะ

รายละเอียดดังเอกสารแนบท้ายพร้อม TOR รวมจำนวน 15 หน้า

5. ระยะเวลาดำเนินการในการประกวดราคา

มกราคม 2564 – มีนาคม 2564

6. การจัดทำเอกสาร

ทางผู้เสนอราคาจะต้องจัดทำเอกสารเปรียบเทียบคุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์ที่กำหนดข้างต้นทั้งหมดของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ กับรายละเอียดของผู้เสนอราคาที่เสนอ โดยระบุเอกสารอ้างอิงแคทตาล็อกให้ถูกต้องและในเอกสารอ้างอิงแคทตาล็อกต้องทำเครื่องหมายระบุหมายเลขข้อที่อ้างอิง หรือขีดเส้นใต้ให้ชัดเจน โดยต้องส่งมาพร้อมกับเอกสารแสดงคุณลักษณะ

7. ระยะเวลาส่งมอบ

ให้ผู้ขายส่งมอบรายการชุดครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับปัญญาประดิษฐ์และอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 1 ชุด คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ตามรายการที่จัดซื้อดังแนบ มีระยะเวลาส่งมอบภายใน 120 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

8. ระยะเวลารับประกัน

ผู้ขายต้องรับประกันสินค้าทุกรายการในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับตั้งแต่วันส่งมอบ เว้นแต่รายการที่มีระยะเวลารับประกันเกินกว่านั้น การซ่อมแซม การเปลี่ยนอุปกรณ์เนื่องจากชำรุด เสียหาย ใช้การไม่ได้ และการบำรุงรักษาตามระยะเวลาปกติ ให้ผู้ขายเป็นผู้รับผิดชอบทั้งค่าอุปกรณ์และค่าบริการ

ทั้งนี้ ให้รวมถึงการสาธิตการใช้งาน กรณีที่ผู้ใช้ครุภัณฑ์ มีความประสงค์ให้มีการสาธิตการใช้งาน (ตลอดอายุการใช้งาน) ผู้ขายต้องดำเนินการสาธิตโดยผู้เชี่ยวชาญ/เจ้าหน้าที่ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ในการสาธิตการใช้ครุภัณฑ์

9. วงเงินในการประกวดราคาครั้งนี้

วงเงินในการประกวดราคาซื้อครั้งนี้เป็นจำนวนเงินทั้งสิ้น 6,867,900 บาท (หกล้านแปดแสนหกหมื่นเจ็ดพันเก้าร้อยบาทถ้วน) รวมภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 7 แล้ว

10. เกณฑ์การพิจารณา

เกณฑ์การพิจารณาผลการยื่นข้อเสนอครั้งนี้ จะพิจารณาตัดสินโดยใช้เกณฑ์ราคา

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(นายศิริชัย สาระมนัส)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(นายสุรเชษฐ์ เรืองประโคน)

ลงชื่อ.....กรรมการและเลขานุการ
(นางสุธาดา ศรีเกตุ)

4. คุณลักษณะเฉพาะ

ครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์สำหรับปัญญาประดิษฐ์และอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง

จำนวน 1 ชุด ราคา 6,867,900.00 บาท

4.1 อุปกรณ์ฝังตัวสำหรับพัฒนางานอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

บอร์ดทดลองอุปกรณ์ฝังตัวสถาปัตยกรรม ARM จำนวน 40 ชุด มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- หน่วยประมวลผลกลาง สถาปัตยกรรม Cortex-A72 แบบ 64 บิต หรือดีกว่า มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาไม่น้อยกว่า 1.5 GHz หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า
- มีหน่วยความจำหลัก (Main Memory) แบบ LPDDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 4 GB หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า
- มีระบบการเชื่อมต่อเครือข่ายดังต่อไปนี้ หรือดีกว่า
  - รองรับมาตรฐาน IEEE 802.11 b/g/n/ac
  - รองรับ Bluetooth 5.0 หรือดีกว่า
  - รองรับ Gigabit Ethernet
- มี USB 2.0 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ช่อง หรือดีกว่า
- มีช่องเชื่อมต่อภายนอกแบบ GPIO จำนวนไม่น้อยกว่า 40 พิน
- มีช่องเชื่อมต่อวิดีโอและสัญญาณเสียงดังต่อไปนี้ หรือดีกว่า
  - มี HDMI หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
  - มี MIPI DSI display จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
  - มี MIPI CSI camera จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
  - มี stereo output และ composite video จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- สามารถรองรับหน่วยความจำภายนอกแบบ MicroSD ไม่น้อยกว่า 32 GB หรือดีกว่า
- มีจอแสดงผลแบบสัมผัสขนาดไม่น้อยกว่า 3.5 นิ้ว แบบ LCD หรือ LED หรือดีกว่า มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 320x480 หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า
- มีเซ็นเซอร์รับภาพความละเอียด 8 ล้านพิกเซล ระบบการเชื่อมต่อแบบ CSI พอร์ต หรือดีกว่า
- มีอุปกรณ์แหล่งจ่ายไฟฟ้า Power Supply แรงดันไฟฟ้า 5.1 โวลท์ จ่ายกระแสไฟฟ้า 3 แอมป์ แบบ USB Type C สามารถทำงานได้กับตัวบอร์ดได้
- มีกล่องป้องกันแผงวงจรรองรับตัวบอร์ด
- การรับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

บอร์ดอินเตอร์เฟส จำนวน 40 ชุด มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- เป็นบอร์ดอินเตอร์เฟสที่สามารถเชื่อมต่อบอร์ดทดลองอุปกรณ์ฝังตัวสถาปัตยกรรม ARM ได้
- มีเซ็นเซอร์ Digital Humidity Sensor
- มีส่วนแสดงผล LCD
- มีส่วนแสดงผล LED Matrix ขนาด 4x4 หรือดีกว่า
- มีเซ็นเซอร์ Infrared Sensor
- มีแหล่งจ่ายไฟฟ้า Power Supply แรงดันไฟฟ้า 5 โวลท์ จ่ายกระแสไฟฟ้า 2 แอมป์ หรือดีกว่า
- มีส่วนควบคุมการทำงาน Relay ด้วยแสงขนาด 4 ช่อง หรือดีกว่า
- มีส่วนการเชื่อมต่อแบบ RS-232

- มีส่วนควบคุมการทำงาน Motor แบบ DC
- มีส่วนรับข้อมูลแบบ Key Matrix ขนาด 4x4 หรือดีกว่า

บอร์ดการแสดงผลแบบสัมผัส จำนวน 10 ชุด มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- มีจอแสดงผลแบบสัมผัสขนาดไม่น้อยกว่า 7 นิ้ว แบบ LCD หรือ LED หรือดีกว่า มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 800x480 หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า
- ระบบการเชื่อมต่อแบบ DSI พอร์ต หรือดีกว่า

บอร์ดเซ็นเซอร์ จำนวน 40 ชุด มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- เป็นบอร์ดอินเตอร์เฟสที่สามารถเชื่อมต่อบอร์ดทดลองอุปกรณ์ฝังตัวสถาปัตยกรรม ARM ได้
- มีเซ็นเซอร์ Gyroscope
- มีเซ็นเซอร์ Accelerometer
- มีเซ็นเซอร์ Magnetometer
- มีเซ็นเซอร์ Temperature
- มีเซ็นเซอร์ Barometric pressure
- มีส่วนรับข้อมูลแบบ Joystick ขนาด 5 ปุ่ม หรือดีกว่า
- มีส่วนแสดงผลแบบ LED matrix ขนาด 8x8 RGB หรือดีกว่า

บอร์ดทดลองอุปกรณ์ฝังตัวแบบ AVR และโมดูล จำนวน 40 ชุด มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- หน่วยประมวลผลกลางแบบ AVR ขนาด 8 บิต มีความเร็วสัญญาณ นาฬิกาไม่น้อยกว่า 16 MHz หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า
- มีหน่วยความจำหลักแบบ SRAM มีขนาดไม่น้อยกว่า 2 KB
- มีหน่วยความจำแบบโปรแกรมได้แบบ EEPROM มีขนาดไม่น้อยกว่า 1 KB
- มีหน่วยความจำแบบโปรแกรมได้แบบ Flash Memory มีขนาดไม่น้อยกว่า 32 KB
- มีช่องเชื่อมต่อภายนอกแบบ Digital I/O จำนวนไม่น้อยกว่า 14 พิน
- มีช่องเชื่อมต่อภายนอกแบบ Analog จำนวนไม่น้อยกว่า 6 พิน
- มี USB พอร์ต จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีโมดูลแสดงผลตัวอักษรแบบ LCD ขนาด 16x2 ตัวอักษร
- มีโมดูลหน่วยความจำแบบ Micro SD Card
- มีโมดูลควบคุมการทำงานของ Stepper Motor
- มีโมดูลควบคุมการทำงานของ DC Motor
- มีโมดูลควบคุมการทำงานของ Servo Motor
- มีแผงต่อวงจรเอนกประสงค์
- มีแหล่งจ่ายไฟฟ้า Power Supply แรงดันไฟฟ้า 9 โวลท์ จ่ายกระแสไฟฟ้า 2 แอมป์ หรือดีกว่า
- มีสาย USB เชื่อมต่อบอร์ดจำนวน 1 เส้น
- มีกล่องป้องกันแผงวงจรรองรับตัวบอร์ด

บอร์ดอินเตอร์เฟสเครือข่าย IoT จำนวน 10 ชุด ประกอบด้วย

- **ระบบการเชื่อมต่อเครือข่ายแบบไร้สาย จำนวน 1 บอร์ด มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้**
  - สามารถทำงานย่านความถี่ 2.4 GHz หรือดีกว่า
  - สามารถเชื่อมต่อผ่าน UART ได้
  - รองรับมาตรฐาน IEEE 802.11 b/g หรือดีกว่า
  - รอบรับการพิสูจน์ตัวตนแบบ WEP, WPA, WPA2 หรือดีกว่า
- **ระบบการเชื่อมต่อเครือข่าย จำนวน 1 บอร์ด มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้**
  - รองรับระบบเครือข่าย TCP/IP IPV4 หรือดีกว่า
  - มีส่วนเชื่อมต่อแบบ RJ-45 Ethernet 10/100 Mps
  - มีช่องรองรับหน่วยความจำแบบ Micro-SD card
  - รองรับการเชื่อมต่อแบบ SPI (Serial Peripheral Interface)
  - มีส่วนแสดงผลสถานการณ์ทำงานของระบบเครือข่าย

4.2 เครื่องวัดมัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล จำนวน 10 ชุด มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- การแสดงผลเป็นแบบ 2 x 6,000 Count with Blacklighting
- มีความสามารถวัด low-impedance voltage ได้
- สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (V DC) ได้ดังนี้
  - ที่ 60 mV / 600 mV / 6 V / 60 V / 600 V และ 1,000 V ได้
- สามารถวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง (A DC) ได้ดังนี้
  - ที่ 6,000 µA / 60 mA / 600 mA / 6 A และ 10 A ได้
- สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ(V AC) ได้ดังนี้
  - ที่ 60mV / 600mV / 6V / 60V / 600V และ 1,000V ได้
- สามารถวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ (A AC) ได้ดังนี้
  - ที่ 6,000 µA / 60 mA / 600 mA / 6 A และ 10 A ได้
- สามารถวัดค่าความต้านทาน (Ω) ได้ดังนี้
  - ที่ 600 Ω / 6,000 Ω / 60 kΩ / 600 kΩ / 6 MΩ และ 60 MΩ ได้
- สามารถวัดค่าคาปาซิเตอร์ได้ดังนี้ในช่วง 5nF ถึง 50µF ได้หรือดีกว่า
  - ที่ 6 nF / 60 nF / 600 nF / 6 µF / 60 µF / 600 µF / 6 mF และ 60 mF ได้
- ได้รับการรับรองมาตรฐานป้องกันทางไฟฟ้าแบบ CAT IV 600 V และ CAT III 1000 V ได้เป็นอย่างน้อย
- ได้รับมาตรฐานในการป้องกันละอองฝุ่นและละอองน้ำ IP54 เป็นอย่างน้อย

4.3 เครื่องพิมพ์วัตถุสามมิติ จำนวน 2 ชุด มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- ใช้เทคโนโลยีการพิมพ์แบบ แบบ Fused Filament Fabrication (FFF) หรือ Fused Deposition Modeling (FDM) หรือ Stereolithography (SLA) หรือดีกว่า
- มีพื้นที่ผลิตชิ้นงานมีขนาดความกว้างไม่น้อยกว่า 295 มิลลิเมตร ความยาวไม่น้อยกว่า 240 มิลลิเมตร และความสูงไม่น้อยกว่า 240 มิลลิเมตร
- สามารถขึ้นรูปชิ้นงานโดยมีความละเอียดที่ขนาดไม่มากกว่า 0.1 มิลลิเมตรต่อชั้น (Layer) ได้

- มีความเร็วในการพิมพ์สูงสุดไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตรต่อวินาที
- มีช่องเชื่อมต่อแบบ SD-Card Reader หรือ USB หรือดีกว่า
- สามารถใช้กับวัสดุประเภท Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (ABS) หรือ Polylactic Acid (PLA) หรือ Nylon หรือ Polyethylene Terephthalate Glycol-modified (PETG) ได้
- สามารถพิมพ์ชิ้นงานจากไฟล์ชนิด STL หรือ OBJ หรือ 3MF หรือดีกว่า
- มีหัวฉีด 2 หัวฉีด แบบ Independent Dual Extruders (IDE) แยกการทำงานอิสระ
- หัวฉีดสามารถถอดเปลี่ยนได้ โดยมีขนาดให้เลือกดังนี้ 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 มิลลิเมตร หรือดีกว่า
- ฐานพิมพ์เป็น Flexible Steel Plate บิดงอได้พร้อมกับแผ่น Buildtak
- สามารถควบคุมและสั่งงานเครื่องผ่านหน้าจอแบบ Touch Screen ขนาด 7 นิ้ว
- มีตัวกรอง HEPA เพื่อกรองกลิ่นและฝุ่นที่เกิดจากการพิมพ์งาน
- สามารถใช้งานได้กับระบบปฏิบัติการ Windows, MacOS และ Linux หรือดีกว่า
- ได้รับการรับรองมาตรฐานการแผ่กระจายของแม่เหล็กไฟฟ้าจากสถาบันได้รับการยอมรับจากนานาชาติ เช่น FCC โดยแนบเอกสารหลักฐานประกอบในวันยื่นข้อเสนอ
- ได้รับการรับรองมาตรฐานด้านความปลอดภัยจากสถาบันที่ได้รับการยอมรับจากนานาชาติ เช่น UL หรือ CE หรือ CB โดยแนบเอกสารหลักฐานประกอบในวันยื่นข้อเสนอ
- เครื่องพิมพ์ชนิด 3D ที่เสนอ ผู้เสนอราคาจะต้องได้รับการ แต่งตั้งจากผู้ผลิตหรือสาขาของผู้ผลิตในประเทศ (ในกรณีที่อุปกรณ์ที่เสนอไม่มีสาขาของผู้ผลิตตั้งอยู่ภายในประเทศสามารถใช้หนังสือรับรองที่ออกจากผู้นำเข้าที่ได้รับการแต่งตั้งจากผู้ผลิต) ให้เป็นตัวแทนในการเสนอราคาในครั้งนี้ โดยผู้เสนอราคาจะต้องแนบหนังสือแต่งตั้งฉบับจริงที่ระบุชื่อโครงการ และเลขที่ประกาศเสนอต่อคณะกรรมการพิจารณาผล
- ผู้เสนอราคาเสนอพร้อมเส้นพลาสติกแบบ ABS, PC, PETG และ PolyFlex อย่างละ 1 ม้วนต่อเครื่องพิมพ์

4.4 เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับพัฒนาซอฟต์แวร์ปัญญาประดิษฐ์และ IoT จำนวน 41 ชุด มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 6 แกนหลัก (6 core) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 3.0 GHz และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูงได้ไม่ต่ำกว่า 4.5 GHz จำนวน 1 หน่วย และมีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 12 MB หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า
- แผงวงจรหลัก (Main board) ใช้ Intel Chipset รุ่น H470 หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า
- มีหมายเลขประจำเครื่องติดที่เครื่องอย่างชัดเจนมาจากโรงงาน และสามารถใช้หมายเลขประจำตัวเครื่องตรวจสอบสถานะการรับประกันตัวเครื่องผ่านทางระบบ Internet ได้
- มีหน่วยความจำหลัก (Main Memory) แบบ DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB และสามารถรองรับการขยายหน่วยความจำสูงสุดไม่น้อยกว่า 128 GB โดยมีช่องสำหรับใส่หน่วยความจำหลักไม่น้อยกว่า 4 ช่อง (DIMM)

- มีหน่วยความจำสำรองเก็บบันทึกข้อมูลดังต่อไปนี้คือ
  - มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 250 GB จำนวน 1 หน่วย และชนิด SATA ที่มีขนาดความจุรวมไม่น้อยกว่า 2TB ความเร็วไม่ต่ำกว่า 7200 rpm หรือมีคุณสมบัติดีกว่า
  - มี SATA DVD+/-RW Drive ชนิด Internal Drive จำนวน 1 Drive หรือมีคุณสมบัติดีกว่า
- มี Expansion Slots จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง โดยเป็นแบบ PCI Express x1 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง และ PCI Express x16 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- มีหน่วยควบคุมการแสดงผลภาพ (Video Controller) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำ ขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB โดยมี Interface ในการเชื่อมต่อการแสดงผลแบบ Display Port จำนวนไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า
- มีจอภาพสีแบบ WLED IPS ขนาดไม่น้อยกว่า 23 นิ้ว และมีความละเอียดไม่ต่ำกว่า 1920 x 1080 pixels มี Contrast Ratio ไม่น้อยกว่า 1000:1 มี Interface การเชื่อมต่อแบบ HDMI และ Display Port หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า
- มีส่วนควบคุมการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย (Network Controller) เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่บน Mainboard (Build-in on Board) ซึ่งสนับสนุนความเร็ว 10/100/1000 Mbps หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า และสามารถใช้งาน Wake on LAN ได้
- มี Port สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกดังนี้
  - USB 2.0 จำนวน ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง หรือดีกว่า
  - USB 3.0 จำนวน ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง หรือดีกว่า
  - มี headphone / microphone combo jack หรือ Universal audio jack หรือดีกว่าจำนวน 1 ช่อง
- มี audio-out แบบ 3.5 mm ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง หรือดีกว่า
- มีส่วนควบคุมเสียงแบบ High Definition (HD) Audio หรือดีกว่าพร้อมลำโพงขนาดไม่ต่ำกว่า 2 Watt ที่ติดตั้งภายในตัวเครื่อง
- มี Hardware หรือ Firmware ทำหน้าที่เข้ารหัสและถอดรหัสข้อมูลโดยเฉพาะตามมาตรฐาน TPM 2.0 หรือดีกว่าเพื่อใช้ในการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล
- มีระบบ BIOS ที่ช่วยในการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล โดยสามารถกำหนดสิทธิ์ให้อุปกรณ์ที่มาต่อเข้ากับ USB Port เช่น External Hard disk และ Flash Drive และ Card Reader ให้สามารถอ่านข้อมูลได้อย่างเดียว (Read only) โดยไม่สามารถทำสำเนาข้อมูลออกไปได้ และสามารถกำหนดให้ใช้งานได้เฉพาะ Keyboard และ Mouse ได้
- มีซอฟต์แวร์ที่เป็นเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับตัวเครื่อง ใช้ตรวจสอบอุปกรณ์ภายในตัวเครื่องได้ดังต่อไปนี้หรือดีกว่า Processor, Fan, Memory, Mainboard, Ethernet, Wireless, Bluetooth, Camera, Hard disk, Graphic Card, Display, Display Interface, Audio, PCI Slots, Battery, Keyboard, Mouse และสามารถแสดงรายละเอียดของ Hardware ภายในตัวเครื่อง (System Information) และ Software ที่ติดตั้งภายในตัวเครื่องได้
- ตัวเครื่อง (Chassis) เป็นแบบ Tower หรือ Mini Tower
- ตัวเครื่องมีแหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) ขนาดไม่ต่ำกว่า 310 watt แบบ autosensing 92% PSU

- สามารถใช้งานได้กับระบบไฟฟ้า 220 Volt 50 Hz
- ตัวเครื่อง, จอภาพ, แป้นพิมพ์ และเมาส์ ที่เสนอต้องมีเครื่องหมายการค้าเดียวกัน โดยประทับตราเครื่องหมายการค้านั้นไว้บนอุปกรณ์อย่างถาวรจากโรงงานผลิต
- มีการป้องกันการเปิดฝาเครื่องโดยไม่ได้รับอนุญาตแบบเป็นห่วง และแบบ chassis lock หรือเทียบเท่าหรือดีกว่า
- แป้นพิมพ์และเมาส์มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้
  - แป้นพิมพ์ มีตัวอักษรภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ตัวเลข และสัญลักษณ์พิเศษ ปรากฏบนแป้นพิมพ์อย่างถาวร มี Function Key จำนวนไม่น้อยกว่า 12 คีย์ ใช้หัวเชื่อมต่อแบบ USB หรือดีกว่า
  - เมาส์ เป็นชนิด Optical มี Scroll Wheel ใช้หัวเชื่อมต่อแบบ USB หรือดีกว่า
  - แป้นพิมพ์และเมาส์มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับตัวเครื่อง
- มีเงื่อนไขการรับประกันเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี ในกรณีที่เกิดปัญหาทางด้าน Hardware โดยเข้ามาทำการแก้ไขหรือซ่อมแซม ณ สถานที่ติดตั้งเครื่อง (On-Site Service) ภายในวันทำการถัดไป
- ผลิตภัณฑ์ที่เสนออุปกรณ์ทุกชิ้นส่วนต้องถูกประกอบจากโรงงานโดยสามารถตรวจสอบคุณลักษณะที่ปรากฏได้บนเว็บไซต์ของบริษัทผู้ผลิต
- เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับพัฒนาซอฟต์แวร์ปัญญาประดิษฐ์และ IoT ที่เสนอ ต้องผ่านการรับรองมาตรฐานอย่างน้อยดังนี้
  - ได้รับการรับรองมาตรฐานระบบคุณภาพ ISO 9001:2015 และ ISO 14001:2015 Series พร้อมเอกสารรับรอง โดยแนบเอกสารหลักฐานประกอบในวันยื่นข้อเสนอ
  - ได้รับการรับรองมาตรฐานการแผ่กระจายของแม่เหล็กไฟฟ้าจากสถาบันได้รับการยอมรับจากนานาชาติ เช่น FCC พร้อมเอกสารรับรอง โดยแนบเอกสารหลักฐานประกอบในวันยื่นข้อเสนอ
  - ได้รับการรับรองมาตรฐานด้านความปลอดภัยจากสถาบันที่ได้รับการยอมรับจากนานาชาติ เช่น UL หรือ CE หรือ หรือ CB หรือ CSA พร้อมเอกสารรับรอง โดยแนบเอกสารหลักฐานประกอบในวันยื่นข้อเสนอ
  - ได้รับการรับรองมาตรฐานประหยัดพลังงานแบบ ENERGY STAR 8.0 หรือดีกว่าพร้อมเอกสารรับรอง โดยแนบเอกสารหลักฐานประกอบในวันยื่นข้อเสนอ
  - ได้รับการรับรองมาตรฐาน EPEAT Silver หรือดีกว่าพร้อมเอกสารรับรอง โดยแนบเอกสารหลักฐานประกอบในวันยื่นข้อเสนอ
  - ได้รับการรับรองมาตรฐาน Ultra Low Noise Certification เพื่อลดมลพิษทางเสียงในการทำงาน โดยแนบเอกสารหลักฐานประกอบในวันยื่นข้อเสนอ
- เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับพัฒนาซอฟต์แวร์ปัญญาประดิษฐ์และ IoT ที่เสนอ ผู้เสนอราคาจะต้องได้รับการ แต่งตั้งจากผู้ผลิตหรือสาขาของผู้ผลิตในประเทศ (ในกรณีที่อุปกรณ์ที่เสนอไม่มีสาขาของผู้ผลิตตั้งอยู่ภายในประเทศสามารถใช้หนังสือรับรองที่ออกจากผู้นำเข้าที่ได้รับการแต่งตั้งจากผู้ผลิต) ให้เป็นตัวแทนในการเสนอราคาในครั้งนี้ โดยผู้เสนอราคาจะต้องแนบหนังสือแต่งตั้งฉบับจริงที่ระบุชื่อโครงการ และเลขที่ประกาศเสนอต่อคณะกรรมการพิจารณาผล
- เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับพัฒนาซอฟต์แวร์ปัญญาประดิษฐ์และ IoT ที่เสนอ ต้องมีระบบ Online Support ที่ให้บริการ Download Driver ต่าง ๆ ผ่านทางระบบ Internet โดยผู้เสนอราคาจะต้องแจ้งชื่อเว็บไซต์ให้ทราบมาในเอกสารเสนอราคานี้ด้วย

4.5 อุปกรณ์เครือข่ายสำหรับอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่ง จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย จำนวน 1 ตัว มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานในระดับ Layer 2 และ Layer 3 ได้เป็นอย่างน้อย
- อุปกรณ์สามารถเพิ่มขยายในลักษณะ Virtual Chassis หรือ Stackable เป็นอย่างน้อย ถ้าเป็นแบบ Stackable โดยสามารถทำการ Stack ได้ไม่น้อยกว่า 4 เครื่อง
- สามารถทำ Redundant Stacking เพื่อป้องกันปัญหา Single point of failure ได้เป็นอย่างน้อย
- มีขนาดของ Switching Capacity หรือ Switch Fabric สูงสุดรวมไม่น้อยกว่า 100 Gbps
- มีประสิทธิภาพในการส่งข้อมูล Forwarding หรือ Throughput หรือ Switch frame rate สูงสุดรวมไม่น้อยกว่า 74 Mpps
- อุปกรณ์จะต้องรองรับการเชื่อมต่อแบบต่างๆได้อย่างน้อยคือ 10/100/1000 (UTP) ,1000 Base-SX (Multi-mode), 1000 Base-LX
- อุปกรณ์จะต้องรองรับมาตรฐานดังต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย IEEE 802.3ab 1000 BASE-T IEEE 802.3z Gigabit Ethernet, IEEE 802.3ad Link aggregation (LACP) IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol,IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) ,IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP) ,IEEE 802.1Q Virtual LANs
- มีพอร์ต Gigabit Ethernet แบบ 10/100/1000BaseT ไม่น้อยกว่า 48 พอร์ต
- มีพอร์ต Gigabit SFP Port ไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต
  - โดยมีช่องซึ่งสามารถเลือกใส่ SFP Module หรือ MiniGBIC Module
- มีพอร์ต Gigabit Ethernet มาตรฐาน 10/100/1000 จำนวนไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต สามารถใช้ในการทำ Stack ได้ โดยสามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ทั้งชุด Stack ได้ด้วย IP Address หมายเลขเดียว
- รองรับ MAC Address ได้ไม่น้อยกว่า 16,000 MAC Addresses
- รองรับการทำงาน static routing แบบ IPV4 และ IPV6 ได้
- สามารถบริหารจัดการผ่านทาง Console port โดยใช้ Command Line Interface, Telnet ได้เป็นอย่างน้อย
- สามารถบริหารจัดการกับอุปกรณ์ผ่านทาง Web Browser ได้เป็นอย่างน้อย
- สามารถตรวจสอบการทำงานแบบ Remote Monitoring (RMON) ได้
- สามารถทำ Syslog Protocol เพื่อเก็บ Log ได้เป็นอย่างน้อย
- สามารถทำการปรับเวลาให้ตรงกับระบบเวลาอ้างอิง โดยใช้ Simple NTP ได้เป็นอย่างน้อย
- สามารถทำ VLAN ได้อย่างน้อย 4,000 VLAN และรองรับการทำงานแบบ Port Based, MAC-Based ได้เป็นอย่างน้อย
- สามารถทำ Quality of Services (QoS) โดยการทำแบบ Weight Round Robin (WRR) ได้เป็นอย่างน้อย และรองรับอย่างน้อย 8 Queue per Port
- รองรับการทำงานแบบ Access control list Layer 2 และ Layer 3 ได้เป็นอย่างน้อย
- IP Address Access List
- สามารถทำ Quality of Services (QoS) โดยการใช้ Layer 2 ได้ รองรับมาตรฐาน IEEE 802.1p
- รองรับการทำงานแบบ DHCP และ BOOTP Client ได้เป็นอย่างน้อย
- สามารถทำ Multicast แบบ IGMPv1/v2 ได้เป็นอย่างน้อย

- สามารถทำ SNMPv3, SSHv2 และ SSL ได้เป็นอย่างน้อย
- รองรับการทำงานกับ RADIUS หรือ TACACS+ ได้เป็นอย่างน้อย
- อุปกรณ์ต้องสามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ 0-40 องศาเซลเซียส และ ความชื้นสูงถึง 80% หรือดีกว่า
- ผู้เสนอราคาต้องเสนอ SFP Transcevier มาพร้อมกับอุปกรณ์ จำนวนไม่น้อยกว่า 4 หน่วย เพื่อใช้ต่อกับสายใยแก้วนำแสงของมหาวิทยาลัย
- อุปกรณ์กระจายสัญญาณ ขนาด 48 พอร์ตที่เสนอ ผู้เสนอราคาจะต้องได้รับการ แต่งตั้งจากผู้ผลิตหรือสาขาของผู้ผลิตในประเทศ (ในกรณีที่อุปกรณ์ที่เสนอไม่มีสาขาของผู้ผลิตตั้งอยู่ภายในประเทศสามารถใช้หนังสือรับรองที่ออกจากผู้นำเข้าที่ได้รับการแต่งตั้งจากผู้ผลิต) ให้เป็นตัวแทนในการเสนอราคาในครั้งนี้ โดยผู้เสนอราคาจะต้องแนบหนังสือแต่งตั้งฉบับจริงที่ระบุชื่อโครงการ และเลขที่ประกาศเสนอต่อคณะกรรมการพิจารณาผล

ตู้สื่อสารพร้อมอุปกรณ์ จำนวน 1 ตู้ มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- ออกแบบและผลิตแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนหน้า กลางและหลัง
- ผลิตจากเหล็ก Electro galvanized sheet steel หนา 1.2mm. แข็งแรงและกันสนิมได้ 100%
- เสาสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ผลิตจากเหล็ก Electro galvanized sheet steel หนา 2mm. มีความแข็งแรง และ ป้องกันสนิม 100%
- มีขนาด 15U หลังคาติดตั้งพัดลมได้หรือดีกว่า
- ฝาหน้าบริเวณส่วนกลางเป็น Plastic acrylic สีชาหนา 5mm. น้ำหนักเบาพร้อมยางกันฝุ่นรอบขอบประตูพร้อมบานพับที่อลูมิเนียมแข็งแรงพร้อมกุญแจล็อค (Turn lock)
- ด้านข้างเจาะรูระบายอากาศโดยรอบ (Perforated slot)
- ด้านล่างมีช่องขนาด 10cm. x 10cm. พร้อม Plate ปิด
- Ground system ทุกชิ้นส่วนเชื่อมต่อถึงกันด้วย Cable earth kit
- มีน็อต M6 และ Cage nuts เพียงพอต่อการใช้งาน
- รับรองมาตรฐาน ANIS/EIA-310D-1992 (Rev.EIA-310-C), IEC 60297-1, IEC 60297-2, BS 5954:Part 2, DIN 41494
- ผู้ผลิตต้องได้รับรองมาตรฐาน ISO 9001 : 2000
- เสนอพร้อมติดตั้งพัดลมระบายอากาศ และรางไฟฟ้าที่มีไม่น้อยกว่า 6 ช่องสำหรับใช้จ่ายกระแสไฟฟ้า

อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย จำนวน 2 ชุด มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- สามารถใช้งานตามมาตรฐาน IEEE 802.11b, g, n ได้หรือดีกว่า
- สามารถรองรับคลื่นความถี่ 2.4 GHz ได้หรือดีกว่า
- สามารถเข้ารหัสข้อมูลตามมาตรฐาน WEP, WPA ,WPA2 ได้หรือดีกว่า
- มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- สามารถทำ VLAN ได้
- สามารถรองรับมาตรฐาน IEEE 802.3at (Power over Ethernet) หรือดีกว่า

- สามารถรับสัญญาณขาเข้าไม่น้อยกว่า 2 สัญญาณ และส่งสัญญาณขาออกไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ (MIMO 2x2)
- สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทางโปรแกรม Web Browser และ SNMP ได้ หรือดีกว่า

4.6 อุปกรณ์เครื่องเสียงและอุปกรณ์ถ่ายทอดสัญญาณภาพ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย อุปกรณ์สลับสัญญาณภาพและเสียง จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- เป็นอุปกรณ์สลับการใช้งานคอมพิวเตอร์ที่สามารถสลับการใช้งานคอมพิวเตอร์ได้ 4 เครื่องในชุดเดียวกัน
- มี Console Ports ดังต่อไปนี้
  - Keyboard แบบ USB จำนวน ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง หรือดีกว่า
  - Video แบบ HDMI จำนวน ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง หรือดีกว่า
  - Mouse แบบ USB จำนวน ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง หรือดีกว่า
  - Speaker แบบ Mini Stereo Jack จำนวน ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง หรือดีกว่า
  - Mic แบบ Mini Stereo Jack จำนวน ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง หรือดีกว่า
- มี KVM Ports ดังต่อไปนี้
  - Keyboard หรือ Mouse แบบ USB จำนวน ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง หรือดีกว่า
  - Video แบบ HDMI จำนวน ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง หรือดีกว่า
  - Speaker แบบ Mini Stereo Jack จำนวน ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง หรือดีกว่า
  - Mic แบบ Mini Stereo Jack จำนวน ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง หรือดีกว่า
- มีช่อง USB 2.0 จำนวน 2 ช่อง สำหรับเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ USB
- สามารถสลับจอ, คีย์บอร์ด, เมาส์ แบบอิสระโดยใช้การควบคุมผ่านทางปุ่มกดหรือคีย์ด่วน
- รองรับ HDCP
- รองรับระบบเสียง Dolby True HD และ DTS HD Master Audio
- รองรับความละเอียดสูงสุด 1080p (HDTV) และ 1920x1200 (DVI)
- มีฟังก์ชั่น Power on Detection ที่ช่วยให้สลับสัญญาณไปยังคอมพิวเตอร์ ถัดไปที่เปิดอยู่โดยอัตโนมัติ ถ้าหากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ถูกเลือกปิดอยู่
- สามารถใช้งานได้กับระบบปฏิบัติการ Windows, Mac และ Linux
- สามารถจำลองสถานะการเชื่อมต่อเมาส์ และ bypass driver เมาส์ได้
- สามารถจำลองสถานะการเชื่อมต่อคีย์บอร์ดได้
- มี Video Dynasync ทำหน้าที่เก็บค่า EDID เพื่อให้แสดงผลความละเอียดภาพได้อย่างเหมาะสมกับจอภาพ
- มีฟังก์ชั่น Auto Scan สลับหน้าจอวนไปอัตโนมัติ ตามระยะเวลาที่กำหนดได้ตั้งแต่ 1 ถึง 99 วินาที
- รองรับการอัพเกรดเฟิร์มแวร์

อุปกรณ์รับสัญญาณภาพแบบไร้สาย จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- เป็นอุปกรณ์ส่งสัญญาณภาพแบบไร้สายโดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรม
- มีช่อง Video Output แบบ VGA และ HDMI
- มี Frame rate สูงสุด 30 fps หรือดีกว่า
- มี Output resolution สูงสุด 1080p หรือดีกว่า
- มีช่อง Audio Output แบบ HDMI และแบบ 3.5mm audio jack
- มีช่อง USB 2.0 จำนวน 2 ช่อง หรือดีกว่า
- รองรับการเชื่อมต่อผู้ใช้งานได้ 64 ผู้ใช้งาน หรือดีกว่า
- สามารถใช้งานได้กับระบบปฏิบัติการ Windows, Mac, Android และ iOS หรือดีกว่า
- สามารถแสดงผลได้ 4 ผู้ใช้งานพร้อมกันในหน้าจอเดียว
- มีส่วนเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแบบ Ethernet LAN
- มี Wireless LAN แบบ 2.4G (b/g/n) และ 5G (a/n)
- รองรับการพิสูจน์ตัวตนแบบ WPA, WPA 2 PSK, WPA Enterprise หรือดีกว่า

อุปกรณ์ส่งสัญญาณภาพและฉากรับภาพ จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- มีระบบการฉายภาพแบบ 3LCD Technology, RGB Liquid-Crystal Shutter หรือดีกว่า
- มี LCD Panel ขนาด 0.63 นิ้ว หรือดีกว่า
- มีความส่องสว่างของภาพไม่ต่ำกว่า 4,000 ANSI Lumen หรือดีกว่า
- มีความละเอียดของภาพไม่ต่ำกว่า XGA หรือดีกว่า
- มีอัตราส่วนความคมชัด 15,000 : 1 (CONTRAST RATIO) หรือดีกว่า
- มีโหมดสีแบบ Dynamic, Presentation, Cinema, sRGB และ Blackboard เป็นอย่างน้อย หรือดีกว่า
- ใช้หลอดภาพแบบ UHE ขนาด 210 วัตต์ หรือดีกว่า
- มีอายุการใช้งานของหลอดภาพยาวนาน 12,000 ชั่วโมง (โหมดประหยัด) และ 6,000 ชั่วโมง (โหมดปกติ)
- มีช่องสัญญาณ ดังต่อไปนี้
  - มีช่องสัญญาณแบบอนาล็อกขาเข้าชนิด VGA จำนวน 2 พอร์ต
  - มีช่องสัญญาณแบบอนาล็อกขาออกชนิด VGA จำนวน 1 พอร์ต
  - มีช่องสัญญาณแบบอนาล็อกขาเข้าชนิด Composite จำนวน 1 พอร์ต
  - มีช่องสัญญาณแบบดิจิตอลขาเข้าชนิด HDMI จำนวน 2 พอร์ต
  - มีช่องสัญญาณแบบออดิโอขาเข้าชนิด Stereo Mini Jack จำนวน 2 พอร์ต
  - มีช่องสัญญาณแบบออดิโอขาออกชนิด Stereo Mini Jack จำนวน 1 พอร์ต
  - มีพอร์ต USB Type A และ USB Type B จำนวนอย่างละ 1 พอร์ต

- มีช่องสัญญาณสำหรับคอนโทรล ชนิด RS-232 จำนวน 1 พอร์ต

- มีระบบแก้ไขความผิดพลาดจอภาพสี่เหลี่ยมคางหมู (Keystone Correction) ได้แบบแนวตั้งและแนวนอน ±30° หรือดีกว่า
- มีพอร์ตสำหรับเชื่อมต่อระบบเครือข่าย
- มีรีโมทไร้สายควบคุมการสั่งงาน
- ใช้ได้กับไฟฟ้า 100-240 โวลต์ 50/60 Hz
- ผู้เสนอราคา เสนอราคาพร้อมจอรับภาพที่ทำงานด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 120 นิ้ว
- ผู้เสนอราคา พร้อมติดตั้งเครื่องมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์และจอรับภาพตามตำแหน่งที่ทางมหาวิทยาลัยฯ กำหนด

อุปกรณ์ขยายสัญญาณเสียงพร้อมลำโพง จำนวน 3 ชุด ประกอบด้วย

- **เครื่องขยายเสียงขนาดไม่น้อยกว่า 30 วัตต์ จำนวน 1 ตัว มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้**
  - เป็นเครื่องขยายเสียงและผสมสัญญาณเสียงกำลังขยายไม่น้อยกว่า 30 วัตต์
  - มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณขาเข้าแบบ MIC ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
  - มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณขาเข้าแบบ AUX ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
  - มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณขาออกสำหรับเครื่องบันทึกเสียงได้ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
  - มีค่าความไวขาเข้าที่ MIC 1, 2 และ 3 ที่ 600 โอห์ม หรือดีกว่า
  - มีค่าความไวขาเข้าที่ AUX 1, 2 ที่ 10,000 โอห์ม หรือดีกว่า
  - สามารถเชื่อมต่อกับลำโพงได้ทั้งแบบ 100V และ 70V ได้
  - มีวอลุ่มปรับเสียงทุ้มและเสียงแหลม
  - มีวอลุ่ม Mute สำหรับช่อง MIC 1 เพื่อปรับระดับสัญญาณเสียงขาเข้าช่องอื่นๆ
  - ตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 50 - 20,000 Hz +/-3dB
  - มีค่าความเพี้ยน ที่ 1 kHz, 1/3 rated power น้อยกว่า 1%
  - มีขนาดของตัวเครื่องไม่เกิน 420 x 100.9 x 280.3 มิลลิเมตร
- **ลำโพง จำนวน 4 ตัว มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้**
  - เป็นลำโพงชนิดติดเพดานขนาด 5 นิ้ว
  - รองรับความถี่กว้างในช่วง 55 Hz – 18,000 Hz
  - มีค่าความดังสูงสุด SPL (Sound Pressure Level) ที่ 90 dB (1m/1W)
  - ผู้เสนอราคาเสนอราคาพร้อมติดตั้งตามตำแหน่งที่ทางมหาวิทยาลัยฯ กำหนด

อุปกรณ์ส่งสัญญาณเสียงแบบไร้สาย จำนวน 6 ชุด ประกอบด้วย

- **เครื่องรับสัญญาณ แบบ Dual Channel จำนวน 1 ตัว มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้**
  - เลือกช่องสัญญาณได้อย่างน้อย 16 ช่องสัญญาณ
  - รองรับช่วงความถี่ 633 - 671 MHz, 803 - 806 MHz, UHF
  - รองรับการตอบสนองความถี่เสียงช่วง 50 Hz – 15 kHz

- **ไมโครโฟนไร้สายแบบมือถือ จำนวน 1 ตัว มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้**
  - เป็นไมโครโฟนชนิด Dynamic with Cardioid Pattern
  - มีค่า RF Carrier Power 10 mW หรือดีกว่า
  - รองรับการตอบสนองความถี่เสียงช่วง 80 Hz – 15 kHz
  - สามารถใช้งานกับแบตเตอรี่ขนาด AA 1.5 V จำนวน 1 ก้อน
- **ไมโครโฟนชนิดหนีบปกเสื้อ จำนวน 1 ตัว มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้**
  - เป็นไมโครโฟนชนิด Back Electret Condenser, Omni-Directional
  - มีค่า RF Carrier Power 10 mW หรือดีกว่า
  - รองรับการตอบสนองความถี่เสียงช่วง 50Hz – 15 kHz
  - สามารถใช้งานกับแบตเตอรี่ขนาด AA 1.5 V จำนวน 1 ก้อน

4.7 ตู้เก็บอุปกรณ์และคู่มือ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

- **ตู้กระจกบานเลื่อนสำหรับเก็บอุปกรณ์ จำนวน 1 ตู้ มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้**
  - ตัวตู้ทำจากวัสดุที่เป็นโลหะมีขนาดไม่น้อยกว่า 150 x 45 x 110 เซ็นติเมตร
  - มีบานเลื่อนเป็นกระจกและมีกุญแจล็อก
  - มีชั้นสำหรับวางอุปกรณ์ไม่ต่ำกว่า 2 ชั้น
  - สามารถปรับเปลี่ยนระดับชั้นวางได้
- **ตู้บานเลื่อนทึบสำหรับเก็บอุปกรณ์ จำนวน 1 ตู้ มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้**
  - ตัวตู้ทำจากวัสดุที่เป็นโลหะมีขนาดไม่น้อยกว่า 150 x 45 x 110 เซ็นติเมตร
  - มีบานเลื่อนเป็นโลหะและมีกุญแจล็อก
  - มีชั้นสำหรับวางอุปกรณ์ไม่ต่ำกว่า 2 ชั้น
  - สามารถปรับเปลี่ยนระดับชั้นวางได้

4.8 โต๊ะคอมพิวเตอร์ จำนวน 41 ชุด ประกอบด้วย

- **โต๊ะคอมพิวเตอร์สำหรับนักศึกษา จำนวน 40 ตัว มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้**
  - แผ่นบนทำจากไม้พาร์ติเคิลบอร์ด (Particle Board) ขนาดความหนาไม่น้อยกว่า 25 มม. ปิดผิวด้วยเมลามีน
  - มีขนาดกว้าง 80 ซม. x ลึก 60 ซม. x สูง 75 ซม.
  - มีปลั๊กไฟด้านบนและมีช่องสำหรับร้อยสายไฟ
  - ขาโต๊ะทำจากเหล็กรูปทรงตัว C ขนาดกว้าง 5 ซม. x หนา 2.5 ซม.
  - มีช่องสำหรับใส่ CPU ใต้โต๊ะ
  - มีชั้นวางคีย์บอร์ดสามารถเลื่อนเข้า-ออกได้
- **โต๊ะคอมพิวเตอร์สำหรับอาจารย์ จำนวน 1 ตัว มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้**
  - แผ่นบนทำจากไม้พาร์ติเคิลบอร์ด (Particle Board) ขนาดความหนาไม่น้อยกว่า 25 มม. ปิดผิวด้วยเมลามีน

- มีขนาดกว้าง 150 ซม. x ลึก 75 ซม. x สูง 75 ซม.
- มีปลั๊กไฟด้านบนและมีช่องสำหรับร้อยสายไฟ
- ขาโต๊ะทำจากเหล็กรูปทรงตัว C ขนาดกว้าง 5 ซม. x หนา 2.5 ซม.
- มีช่องสำหรับใส่ CPU ใต้โต๊ะ
- มีลิ้นชักอย่างน้อย 2 ลิ้นชักพร้อมกุญแจล็อก
- มีชั้นวางคีย์บอร์ดสามารถเลื่อนเข้า-ออกได้

4.9 เก้าอี้คอมพิวเตอร์ จำนวน 41 ชุด ประกอบด้วย

- **เก้าอี้คอมพิวเตอร์สำหรับนักศึกษา จำนวน 40 ตัว มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้**
  - โครงเก้าอี้ทำจากเหล็กหนา หุ้มด้วยเบาะหนา 2 ชั้น
  - แขนเก้าอี้เหล็กทรงรี ชุบด้วยโครเมียม หุ้มด้วยหนัง
  - ขาเก้าอี้ทำจากเหล็กชุบโครเมียมมี 5 แฉกพร้อมล้อเลื่อน
  - โครงเก้าอี้ขึ้นรูปเป็นชิ้นเดียวทั้งตัว มีความมั่นคงแข็งแรง
  - มีขนาดกว้าง 56.5 ซม. ลึก 68 ซม. สูง 85-93 ซม. เป็นอย่างน้อย
  - สามารถปรับสูง-ต่ำได้ด้วยระบบไฮโดรลิค
  - ใช้ระบบโยกทั้งตัว (Conventional Tilting Mechanism)
- **เก้าอี้คอมพิวเตอร์สำหรับอาจารย์ จำนวน 1 ตัว มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้**
  - โครงเก้าอี้ทำจากเหล็กหนา
  - มีขนาดกว้าง 60 ซม. ลึก 55 ซม. สูง 125-135 ซม. เป็นอย่างน้อย
  - พนักพิงและเบาะ แยกเอนอิสระ พิงเอนรับกับหลัง
  - ที่แขนเป็นโครงเหล็ก หุ้มด้วยหนังอีกชั้น
  - ที่ฐานเก้าอี้ มีระบบ หมุนปรับ เอนน้อย เอนมาก
  - สามารถปรับสูง-ต่ำได้ด้วยระบบไฮโดรลิค
  - ใช้ระบบโยกทั้งตัว (Conventional Tilting Mechanism)
  - ขาอลูมิเนียมมี 5 แฉกพร้อมล้อไนลอนกันรอยที่พื้นจากแรงกด

4.10 งานติดตั้งระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และระบบไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์ จำนวน 1 ระบบ

ผู้เสนอราคาจะต้องทำการติดตั้งสายสัญญาณระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ระบบไฟฟ้าพร้อมอุปกรณ์ให้สามารถ ใช้งานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสายสัญญาณระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์จะต้องจัดเก็บให้อยู่ในรางพลาสติกหรือ รางเหล็กหรือท่อเหล็กแบบอ่อนหรือท่อเหล็กแบบแข็ง เพื่อป้องกันการกัดของสัตว์ให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย ตามความเหมาะสม โดยมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- **ระบบสายสัญญาณระบบเครือข่าย จำนวน 45 จุด มีคุณลักษณะดังนี้**
  - เป็นสายทองแดงแบบตีเกลียว UTP Cat6 ที่ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน ANSI/TIA 568-C.2 และ ISO/IEC 11801:2017 เป็นอย่างน้อย

- รองรับการใช้งาน IEEE 802.3an 10Gigabit Ethernet (ที่ระยะไม่เกิน 55 เมตร), IEEE 802.3AB Gigabit Ethernet, IEEE 802.3u Fast Ethernet, IEEE 802.3 Ethernet, IEEE 802.3af และ IEEE 802.3at เป็นอย่างน้อย
- ฉนวนหุ้มเปลือกนอก (Jacket) เป็นแบบ CM : FR-PVC
- ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวนำ (Conductor Diameter) มีขนาดอย่างน้อย 24 AWG
- อัตราการลดทอนสัญญาณตามมาตรฐานหรือดีกว่า Category 6 ดังต่อไปนี้
  - มีค่า Insertion Loss (dB/100m) ไม่มากกว่า 27.4 dB ที่ 250 MHz
  - มีค่า Next Min. (dB) ไม่น้อยกว่า 37.8 dB ที่ 250 MHz
  - มีค่า ACR-N Min. (dB)) ไม่มากกว่า 5.1 dB ที่ 250 MHz
  - มีค่า PS Next Min. (db) ไม่น้อยกว่า 35.8 dB ที่ 250 MHz

- **เต้ารับสายสัญญาณทองแดง (Modular Outlet) คุณลักษณะดังนี้**
  - คุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI/TIA-568-C.2 Category 6, และ ISO/IEC 11801:2017 Class E เป็นอย่างน้อย
  - สามารถเข้าสายได้ทั้ง Color code แบบ T568A และ T568B
  - เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับสายสัญญาณระบบเครือข่ายที่เสนอ
- **แผงกระจายสาย UTP (Patch Panel) มีคุณลักษณะดังนี้**
  - เป็น Patch Panel ที่ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน ANSI/TIA-568.2-D Category 6 และ ISO/IEC 11801:2017 เป็นอย่างน้อย
  - สามารถรองรับการเชื่อมต่อได้ไม่น้อยกว่า 48 จุด
  - เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกับสายสัญญาณระบบเครือข่ายที่เสนอ
- **ระบบไฟฟ้า จำนวน 45 จุด มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้**
  - เป็นปลั๊กไฟฟ้าเต้ารับคู่ชนิด 3 ขา สามารถรองรับเต้าเสียบไฟฟ้าได้ทั้งชนิดขาแบนและขากลม พร้อมกราวด์
  - ใช้สายไฟฟ้าเป็นสายแข็งหุ้มด้วยฉนวนไฟฟ้า PVC (THW) มีขนาดไม่ต่ำกว่า 2.5 SQmm.
  - ผู้เสนอราคาจะต้องทำการติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้า (Load Center) ภายในห้องติดตั้ง เพื่อควบคุมไฟฟ้าสำหรับครุภัณฑ์ที่เสนอ

4.11 ระบบพื้นยกสำเร็จรูป (Raised Floor System) จำนวน 1 ห้อง

ผู้เสนอราคาจะต้องทำการติดตั้งติดตั้งระบบพื้นยกสำเร็จ (Raised Floor System) ภายในห้องที่ทางมหาวิทยาลัยฯ กำหนดโดยมีขนาดพื้นที่รวมโดยไม่น้อยกว่า 110 ตารางเมตร โดยมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- แผ่นพื้นยกสำเร็จรูป (Access Floor) มีขนาด 600x600x35 มม. ผลิตจากแผ่นเหล็ก Cold Roll Steel Sheet ปั๊มขึ้นรูปหุ้มปิดทับโดยรอบหกด้านเคลือบภายนอกด้วยสี Epoxy Powder Coating ภายในบรรจุด้วย Light Weight Cementitious Material เพื่อเพิ่มความสามารถใน

การรับน้ำหนัก Impact Load & Rolling Load และมีผลให้ขนาดไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อสัมผัสความชื้นและความร้อน โดยรอบขอบแผ่นมี PVC Edge Trim เพื่อป้องกันการกระแทกในระหว่างการใช้งาน

- วัสดุปูทับหน้าผิวหน้า High Pressure Laminated (HPL-Anti Static Grade) ป้องกันไฟฟ้าสถิตย์
- การรับน้ำหนัก Concentrated Load สามารถรับได้ไม่น้อยกว่า 450 กิโลกรัม สำหรับการรับน้ำหนักแบบ Distributed Load ไม่น้อยกว่า 1,000 กิโลกรัม / ตร.ม.
- ความสูงระดับพื้นยก (FFH) 10-60 เซนติเมตร
- ไม่มีสารที่เป็นวัสดุติดไฟ (Non Combustible Material) อันก่อให้เกิด Smoke & Toxic Gas
- ชุดขาตั้งรับแผ่น (Support System) เป็นระบบซึ่งมีคานรองรับที่ขอบทั้งสี่ด้านของแผ่นพื้นโดยมีสกรูยึดติดกับขาตั้ง (Pedestal) ซึ่งทำจาก Electro Glavanized Steel มีน๊อตสำหรับปรับระดับได้ ขาตั้งสามารถรับ Axial Load ได้ไม่น้อยกว่า 2,000 กก./ 1 ขาตั้ง เป็นระบบ Bolted Stringer (มีคาน) เพื่อเสริมการรับน้ำหนักดียิ่งขึ้น ขาตั้งยึดติดกับพื้นอาคารโดยกาว
- การจัดหาอุปกรณ์ Panel Lifter สำหรับยกพื้นสำเร็จรูปอย่างน้อย 1 ชุด
- พื้นยกสำเร็จรูปต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน CISCA Standard (Performance Test) และ British Standard (Fire Test) เป็นอย่างน้อย
- ระบบพื้นยกสำเร็จรูป (Raised Floor System) ที่เสนอ ผู้เสนอราคาจะต้องได้รับการ แต่งตั้งจากผู้ผลิตหรือสาขาของผู้ผลิตในประเทศ (ในกรณีที่อุปกรณ์ที่เสนอไม่มีสาขาของผู้ผลิตตั้งอยู่ภายในประเทศสามารถใช้หนังสือรับรองที่ออกจากผู้นำเข้าที่ได้รับการแต่งตั้งจากผู้ผลิต) ให้เป็นตัวแทนในการเสนอราคาในครั้งนี้ โดยผู้เสนอราคาจะต้องแนบหนังสือแต่งตั้งฉบับจริงที่ระบุชื่อโครงการ และเลขที่ประกาศเสนอต่อคณะกรรมการพิจารณาผล