

**ขอบเขตของงาน (Terms of Reference : TOR) (ครั้งที่ 2)**  
**ระบบเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเพื่อการให้บริการห้องศูนย์ข้อมูลกลาง และระบบ e-Learning**  
**พร้อมระบบบริหารจัดการด้านการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายออนไลน์ จำนวน 1 ระบบ**

---

**ชื่อโครงการ :** ระบบเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเพื่อการให้บริการห้องศูนย์ข้อมูลกลาง และระบบ e-Learning พร้อมระบบบริหารจัดการด้านการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายออนไลน์ จำนวน 1 ระบบ

**หน่วยงานที่รับผิดชอบ :** สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

**ความเป็นมา**

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนยุทธศาสตร์การพัฒนามหาวิทยาลัยภายใต้แผนยุทธศาสตร์ประเทศไทย 4.0 และนโยบายด้านการอุดมศึกษาเพื่อมุ่งสู่การเป็นมหาวิทยาลัย Smart University เพื่อขับเคลื่อนมหาวิทยาลัยสู่ความเป็นเลิศ มีความโดดเด่นพึ่งพาตนเองได้ ทันต่อการเปลี่ยนแปลงในโลกสังคมดิจิทัล

ดังนั้น เพื่อให้การดำเนินงานตามแผนแม่บทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของทางมหาวิทยาลัย เป็นไปตามเป้าหมาย มหาวิทยาลัยฯ มีความต้องการจัดซื้อครุภัณฑ์พร้อมติดตั้ง ระบบเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย เพื่อการให้บริการห้องศูนย์ข้อมูลกลาง และระบบ e-Learning พร้อมระบบบริหารจัดการด้านการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายออนไลน์ จำนวน 1 ระบบ

**วัตถุประสงค์ของโครงการ**

เพื่อจัดหาระบบเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเพื่อการให้บริการห้องศูนย์ข้อมูลกลางและระบบ e-Learning พร้อมระบบบริหารจัดการด้านการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายออนไลน์ จำนวน 1 ระบบ

**เป้าหมายของโครงการ**

1. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเสมือน (Virtual Machine) เพื่อใช้ทำหน้าที่เป็น Application Server จำนวน 1 ชุด
2. ระบบให้บริการการเรียนการสอนออนไลน์ จำนวน 1 ระบบ
3. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับระบบให้บริการการเรียนการสอนออนไลน์ จำนวน 1 ชุด
4. อุปกรณ์สลับสัญญาณเครือข่ายความเร็ว 10 Gbps ขนาด 16 พอร์ต จำนวน 1 เครื่อง

**คุณสมบัติของผู้เสนอราคา**

1. ผู้เสนอราคาต้องเป็นนิติบุคคล ที่มีอาชีพขายครุภัณฑ์ที่ประมวล โดยจดทะเบียนทำธุรกิจขายอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในประเทศไทยมาไม่น้อยกว่า 3 ปี มีทุนจดทะเบียนไม่ต่ำกว่า 3 ล้านบาท
2. ผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้ที่มีผลงานการขายและติดตั้งระบบ ให้กับหน่วยงานราชการหรือรัฐวิสาหกิจ หรือเอกชน มาแล้วไม่น้อยกว่า 3 ผลงานมูลค่างานไม่น้อยกว่า 2 ล้านบาท ในระยะเวลาไม่เกิน 5 ปีที่ผ่านมา โดยให้แนบเอกสารแสดงหลักฐานดังกล่าวมาพร้อมกับการยื่นซอง

3. ไม่เป็นผู้ที่ถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานของทางราชการและได้แจ้งเวียนชื่อแล้วหรือไม่เป็นผู้ที่ได้รับผลของการสั่งให้นิติบุคคลหรือบุคคลอื่นเป็นผู้ทำงานตาม ระเบียบของทางราชการ
4. ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกันซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้เข้าร่วมประมูลได้มีคำสั่งให้สละสิทธิ์ความคุ้มกันเช่นนั้น
5. ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้เข้าร่วมประมูลรายอื่น

### ข้อกำหนดทั่วไป

1. ระบบและอุปกรณ์ที่เสนอต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยใช้งานมาก่อน และมีคุณสมบัติไม่ด้อยกว่าข้อกำหนดในเอกสารฉบับนี้ทุกรายการ โดยผู้เสนอต้องทำการเปรียบเทียบ “ลักษณะที่ต้องการ” และ “ลักษณะที่เสนอ” ทุกรายการ ซึ่งต้องส่งมอบซอฟต์แวร์และอุปกรณ์พร้อมการติดตั้งจนสามารถใช้งานได้ทั้งระบบ
2. ระบบและอุปกรณ์ที่เสนอทุกระบบให้รวมการรับประกันการซ่อมบำรุงรักษา/เปลี่ยนฟรีโดยไม่มีเงื่อนไขเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี
3. ผู้เสนอราคาต้องระบุชื่อผลิตภัณฑ์ ชื่อรุ่น ชื่อบริษัทผู้ผลิต พร้อมเอกสารอธิบายคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ (Specification) แคตตาล็อก (Catalog) ตัวจริงหรือสำเนาเอกสาร ต่อการพิจารณาของคณะกรรมการ
4. ผู้เสนอราคามีหน้าที่จัดทำข้อเสนอที่มีรายละเอียดสมบูรณ์เพียงพอที่จะเปรียบเทียบคุณลักษณะทุกรายการที่เสนอและง่ายต่อการตัดสินใจคัดเลือกผู้เสนอขายระบบ คุณลักษณะที่กำหนดในเอกสารนี้ให้ถือเป็นข้อกำหนดขั้นต่ำสุด ซึ่งผู้เสนอต้องมีหน้าที่ประเมินและคำนวณขีดความสามารถจริงเพื่อให้ระบบทำงานได้ตามที่ต้องการ

### รายละเอียดข้อกำหนดด้านคุณลักษณะประกอบด้วยรายละเอียดตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

#### 1. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเสมือน (Virtual Machine) เพื่อใช้ทำหน้าที่เป็น Application Server จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 1.1. รายละเอียดและคุณลักษณะอุปกรณ์เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับติดตั้งระบบ Hypervisor จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
  - 1.1.1. เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับติดตั้งระบบ Hypervisor โดยเฉพาะและมี Node Server ติดตั้งมาพร้อมจำนวนไม่น้อยกว่า 3 Nodes Server โดยทั้งหมด จะต้องติดตั้งอยู่ใน Chassis เดียวกัน
  - 1.1.2. มีหน่วยประมวลผลกลาง Intel ที่มีแกนหลัก (Core) ไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core) และมีสัญญาณความเร็วนาฬิกาไม่น้อยกว่า 1.8 GHz ต่อหน่วยประมวลผลกลาง หรือดีกว่า จำนวน ไม่น้อยกว่า 2 หน่วยต่อ Node Server
  - 1.1.3. หน่วยความจำหลัก (Memory) ที่มีขนาดความจุรวมไม่น้อยกว่า 128 GB ต่อ Node Server
  - 1.1.4. สามารถติดตั้งซอฟต์แวร์ระบบ Virtual Machine ได้ทั้ง VMware vSphere, Microsoft Hyper-V, KVM, และ XenServer เป็นอย่างน้อย

- 1.1.5. รองรับความเสียหายในกรณีที่ Node Server อย่างน้อย 1 Node ไม่สามารถทำงานได้ โดยที่ cluster และเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเสมือนทั้งหมดยังสามารถทำงานได้เป็นปกติ ไม่ต้องหยุดระบบ
  - 1.1.6. รองรับการเพิ่มและลด Node Server ได้โดยไม่ต้องหยุดระบบ
  - 1.1.7. มีหน่วยเชื่อมต่อระบบเครือข่าย Network Interface ที่ความเร็ว 10 GbE SFP+ จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ports ต่อ Node Server พร้อมสายเชื่อมต่อกับระบบ Network เดิม
  - 1.1.8. มีหน่วยเชื่อมต่อระบบเครือข่าย Network Interface ที่ความเร็ว 1 GbE จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ports ต่อ Node Server พร้อมสายเชื่อมต่อกับระบบ Network เดิม
  - 1.1.9. มีหน่วยเชื่อมต่อระบบเครือข่าย Management จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ports ต่อ Node Server
  - 1.1.10. มีแหล่งจ่ายไฟแบบ Redundant ที่สามารถถอดเปลี่ยนโดยไม่จำเป็นต้องหยุดการทำงานใด ๆ ของระบบ(Hot Swap) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย
  - 1.1.11. มีโครงสร้างเป็นแบบ Rack Mount สามารถติดตั้งบน Rack มาตรฐานขนาด 19 นิ้วได้
  - 1.1.12. ได้รับการรับรองมาตรฐาน FCC, CSA, CE, VCCI-a เป็นอย่างน้อย
  - 1.1.13. มีระบบส่งข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ไปยังผู้ผลิต เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ก่อนหรือหลังเกิดปัญหาได้
  - 1.1.14. อุปกรณ์ที่เสนอทั้งหมดต้องเป็นรุ่นที่ยังอยู่ในสายการผลิตโดยมีหนังสือรับรองจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือสาขาของเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย โดยเอกสารรับรองดังกล่าวจะต้องเป็นเอกสารที่ออกถึงมหาวิทยาลัย เพื่อโครงการนี้โดยเฉพาะมายื่นพร้อมเอกสารเสนอราคา
  - 1.1.15. ผู้เสนอราคาจะต้องมีหนังสือรับรองการรับประกัน และการให้บริการ ณ สถานที่ติดตั้ง โดยบริษัทผู้ผลิต หรือบริษัทประจำประเทศไทยของผู้ผลิต เป็นระยะเวลา 3 ปี นับจากวันส่งมอบงาน โดยเอกสารรับรองดังกล่าวจะต้องเป็นเอกสารที่ออกถึงมหาวิทยาลัย เพื่อโครงการนี้โดยเฉพาะมายื่นพร้อมเอกสารเสนอราคา
- 1.2. ระบบจัดเก็บข้อมูลกลางสำหรับระบบงาน Virtualization จำนวน 1 ชุด โดยมีคุณสมบัติดังนี้**
- 1.2.1. มีชุดควบคุมหน่วยเก็บข้อมูล (Controller) ที่เป็น Physical หรือ Virtual Machine จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด ต่อ Node Server
  - 1.2.2. รองรับการขยายหน่วยจัดเก็บข้อมูลโดยไม่ต้องหยุดระบบ
  - 1.2.3. สามารถใช้ Interface ร่วมกับ เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับติดตั้งระบบ Hypervisor ข้อ 1.1 ได้ แบบ Ethernet 10GbE หรือ Fibre Channel 16Gbps รวมจำนวนไม่น้อยกว่า 2 Ports ต่อชุดควบคุมหน่วยเก็บข้อมูล (Controller)
  - 1.2.4. รองรับการทำ RAID ชนิด 0, 1, 10, 5, 6 หรือ เทียบเท่า หรือ สามารถกระจายข้อมูลสำเนาข้าม Node Server เพื่อรองรับ High Availability ในกรณี Controller หรือ เสียหายได้ Disk หรือดีกว่า

- 1.2.5. มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Storage) แบบ SSD ขนาดความจุรวมก่อนการฟอร์แมตไม่น้อยกว่า 960 GB ต่อ Node Server
- 1.2.6. มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Storage) แบบ HDD ขนาดความจุรวมก่อนการฟอร์แมตไม่น้อยกว่า 12 TB ต่อ Node Server
- 1.2.7. มีความสามารถในการช่วยประหยัดพื้นที่ในรูปแบบดังต่อไปนี้
  - 1.2.7.1. สามารถการสร้างพื้นที่เก็บแบบ Thin Provisioning ได้
  - 1.2.7.2. สามารถการทำ Compression ในรูปแบบ Inline และ Post-Process ได้
  - 1.2.7.3. สามารถการทำ Deduplication ในรูปแบบ Inline และ Post-Process ได้
- 1.2.8. หน่วยจัดเก็บข้อมูล (Storage) แบบ SSD ที่เสนอต้องสามารถใช้เก็บข้อมูลแบบถาวร (Persistent Storage) ได้
- 1.2.9. สามารถรวมหน่วยจัดเก็บข้อมูล แบบ HDD และ แบบ SSD โดยการทำงานแบบ Optimize Tiering จากทุก Node เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน และ เพื่อให้สามารถทำ Thin Provisioning, Shadow Clone, และ Erasure Coding ได้
- 1.2.10. มีระบบส่งข้อมูลของการจัดเก็บข้อมูลกลางไปยังผู้ผลิต เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ก่อนหรือหลังเกิดปัญหาได้
- 1.2.11. สามารถเชื่อมต่อเครื่องแม่ข่ายโดยใช้โปรโตคอล iSCSI ได้
- 1.2.12. ได้รับการรับรองมาตรฐาน FCC, CSA, CE, VCCI-a เป็นอย่างน้อย
- 1.2.13. อุปกรณ์ที่เสนอทั้งหมดต้องเป็นรุ่นที่ยังอยู่ในสายการผลิตโดยมีหนังสือรับรองจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือสาขาของเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย โดยเอกสารรับรองดังกล่าว จะต้องเป็นเอกสารที่ออกถึงมหาวิทยาลัย เพื่อโครงการนี้โดยเฉพาะมายื่นพร้อมเอกสารเสนอราคา

### 1.3. ระบบบริหารการจัดการสำหรับระบบงาน Virtualization บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ดังต่อไปนี้

- 1.3.1. สามารถเรียกใช้งานระบบงาน ผ่าน Web Browser หรือ GUI ได้เพื่อง่ายต่อการเข้าถึงและใช้งาน
- 1.3.2. มีเครื่องมือบริหารการจัดการส่วนกลางสำหรับช่วยสร้าง แก้ไข สำเนา หรือ ลบ เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนได้
- 1.3.3. สามารถรองรับการเก็บข้อมูลของ VM (backup) จากบนระบบ Hypervisor ปัจจุบันไปยังระบบ Public Cloud ของ AWS หรือ Azure ของมหาวิทยาลัยได้ โดยต้องมีสิทธิ์ของ Hypervisor อย่างถูกต้องที่ใช้ได้เท่ากับจำนวนทรัพยากรที่เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายนั้นจะสามารถให้บริการได้
- 1.3.4. ต้องมีระบบให้ผู้ใช้สามารถบริการตัวเองผ่านเว็บเบราว์เซอร์ (Self-service portal)
- 1.3.5. รองรับการใช้งานคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเสมือนที่ใช้ระบบปฏิบัติการ อย่างน้อยดังนี้ Windows Server, Redhat, SUSE, CentOS, Ubuntu, FreeBSD

- 1.3.6. สามารถย้ายเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเสมือนจากเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเครื่องหนึ่งไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายอีกเครื่องหนึ่งโดยไม่ทำให้บริการบนเครื่องแม่ข่ายเสมือนหยุดการทำงาน
  - 1.3.7. สามารถย้ายเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเสมือนจากเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเครื่องหนึ่งไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายอีกเครื่องหนึ่งได้อัตโนมัติเมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเครื่องหนึ่งมีการใช้งานทรัพยากรมากเกินกำหนด
  - 1.3.8. สามารถกำหนดค่า IP Address แบบ DHCP ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนในแต่ละกลุ่มเน็ตเวิร์ค (VM Network Port Group) ภายในระบบ Virtualization ที่สร้างขึ้นได้
  - 1.3.9. ระบบบริหารจัดการสำหรับระบบงาน Virtualization พร้อมอุปกรณ์ที่เสนอทั้งหมดต้องเป็นรุ่นที่ยังอยู่ในสายการผลิตโดยมีหนังสือรับรองจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือสาขาของเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย โดยเอกสารรับรองดังกล่าวจะต้องเป็นเอกสารที่ออกถึงมหาวิทยาลัย เพื่อโครงการนี้โดยเฉพาะมายื่นพร้อมเอกสารเสนอราคา
- 2. ระบบให้บริการการเรียนการสอนออนไลน์ จำนวน 1 ระบบ มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่ามาตรฐานกำหนดดังต่อไปนี้**
- 2.1. สามารถติดตั้ง และทำงานบนระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows Server ได้เป็นอย่างน้อย
  - 2.2. สนับสนุนการทำงานร่วมกับ web browser ดังต่อไปนี้ Firefox 4, Internet Explorer 8, Safari 5, Google Chrome 11, Opera 9 ได้เป็นอย่างน้อย
  - 2.3. ระบบสามารถแยกการเรียนเป็นสัปดาห์หรือเป็นบทเรียนได้
  - 2.4. ผู้สอนสามารถกำหนดระยะเวลาในการใช้ระบบให้ผู้เรียนได้
  - 2.5. ผู้สอนสามารถโพสต์ assignment ให้ผู้เรียนและกำหนดช่วงเวลาในการส่ง assignment ได้
  - 2.6. ระบบสามารถประกาศคะแนนของ assignment ได้
  - 2.7. ผู้สอนสามารถเพิ่มเอกสารประกอบการสอนอื่น ๆ ได้ เช่น PDF, Word, รูปภาพ ได้เป็นอย่างน้อย
  - 2.8. ผู้สอนสามารถโพสต์กิจกรรมในรูปแบบของปฏิทินได้
  - 2.9. ข้อสอบมีหลายรูปแบบ เช่น อัตนัย ปรนัย ตอบสั้น จับคู่ เป็นอย่างน้อย
  - 2.10. ข้อสอบสามารถใส่รูปภาพได้
  - 2.11. ข้อสอบสามารถทำเป็นคลังข้อสอบ และสุ่มขึ้นมาแสดงผลได้
  - 2.12. ผู้สอนสามารถกำหนดน้ำหนักข้อสอบแต่ละข้อได้
  - 2.13. ระบบสามารถสรุปเกรดในรายวิชาได้
  - 2.14. ผู้เรียนที่มีสิทธิ์เข้าเรียนจะสามารถดูข้อมูล ดาวน์โหลดข้อมูล ทำ assignment ทำแบบทดสอบ ได้เป็นอย่างน้อย
  - 2.15. รองรับการทำงานร่วมกับระบบตรวจสอบความปลอดภัยในการใช้งานดังนี้ได้อย่างน้อย LDAP, CAS, IMAP และ PAM
  - 2.16. มีระบบรักษาความปลอดภัยก่อนเข้าสู่ระบบการใช้งาน เช่น รหัสผู้ใช้และรหัสผ่าน

- 2.17. มีระบบควบคุมการจัดการข้อมูลตามผู้ใช้งาน กลุ่มผู้ใช้งาน ตามบทบาทของผู้ใช้ เช่น สร้าง แก้ไข ลบ หรือเรียกดูอย่างเดียว
- 2.18. มีระบบสมัครเข้าเรียน (enrolment) เพื่อบริหารจัดการกลุ่มผู้เรียน หรือ ผู้เรียน เช่น สามารถสมัครเข้าเรียนในรายวิชานั้นได้เอง, สามารถให้ผู้ดูแลรายวิชาเลือกให้สิทธิ์เข้าเรียนในรายวิชานั้นได้
- 2.19. สนับสนุนการทำงานในลักษณะการป้องกันการโจรกรรมข้อมูล (Firewall) และรองรับการทำงานร่วมกับ Firewall และระบบการเข้ารหัสข้อมูล (SSL) ที่เป็นมาตรฐานได้
- 2.20. สามารถสำรองข้อมูล และกู้ข้อมูลได้
- 2.21. สามารถทำงานได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- 2.22. สามารถนำรายงานผลการทำแบบทดสอบออกมาในรูปแบบ Excel ได้
- 2.23. สามารถนำลิงค์ Video (embedded) มาใส่ในบทเรียนและเล่นผ่านหน้า page ได้
- 2.24. สามารถส่งข้อความส่วนตัวไปยังผู้ใช้อื่นที่อยู่ในระบบได้
- 2.25. สามารถตั้งกระทู้โดยให้ผู้ใช้อื่นเข้ามาแสดงความคิดเห็นได้
- 2.26. สามารถ upload และ Download เอกสารต่าง ๆ ได้
- 2.27. ต้องทำการตั้งค่าระบบให้บริการการเรียนการสอนออนไลน์ ให้ทำการยืนยันข้อมูลผู้ใช้ (Authenticate) กับระบบ Microsoft Active Directory ของมหาวิทยาลัยเป็นผู้ตรวจสอบสิทธิ์การใช้งาน
- 2.28. มีระบบบริหารจัดการการบันทึกวิดีโอสื่อการสอนและการให้บริการบทเรียนออนไลน์แบบ Multi Devices จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่ามาตรฐานกำหนดดังต่อไปนี้
  - 2.28.1. สามารถเชื่อมต่อการแสดงตัวตนจากฐานข้อมูล Active Directory ผ่านโปรโตคอล LDAP ของมหาวิทยาลัยได้
  - 2.28.2. รองรับการเชื่อมต่อระบบ Learning Management System (LMS) ของมหาวิทยาลัย ที่พัฒนาขึ้นบนแพลตฟอร์ม Moodle
    - 2.28.2.1. สามารถเลือกเผยแพร่ (Publish) หรือยกเลิกการเผยแพร่ (Unpublished) วิดีโอได้
    - 2.28.2.2. สามารถกำหนด คณะ รายวิชา และบทเรียนจากระบบ Learning Management System (LMS) ของมหาวิทยาลัย เพื่อเผยแพร่ได้
  - 2.28.3. สามารถตรวจเช็คสถานะเครื่องบันทึกการเรียนการสอนและการถ่ายทอดสด และสัญญาณภาพเสียงเข้าได้
  - 2.28.4. สามารถรองรับ Video Steaming ถ่ายทอดสด (Live) และการเรียกชมย้อนหลัง (on-demand)
  - 2.28.5. สามารถรองรับ Audio Streaming (live and on-demand)
  - 2.28.6. สามารถจัดหมวดหมู่ของวิดีโอและกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงได้
  - 2.28.7. สามารถกำหนด Profile ของแต่ละวิดีโอล่วงหน้า หรือหลังจากวิดีโออัปโหลดเข้าสู่ระบบแล้วได้

- 2.28.8. สามารถเรียกดูรายงานการเข้าใช้งาน ตามช่วงเวลาที่ต้องการได้
- 2.28.9. รองรับการ Download Video และ Upload Video รูปแบบ Mpeg- 4
- 2.28.10. สามารถปรับคุณภาพวิดีโอสื่อการสอนให้สอดคล้องกับอุปกรณ์ของผู้ใช้งาน เพื่อให้ได้คุณภาพสื่อที่เหมาะสม มีความละเอียด ความคมชัด และเสียงที่เหมาะสม
- 2.28.11. สามารถบริหารจัดการ bitrate ของสื่อที่การเผยแพร่ได้
- 2.28.12. รองรับการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล SQL, MySQL ได้
- 2.28.13. รองรับระบบปฏิบัติการต่างๆ ดังนี้ Microsoft Windows Server หรือ Linux red hat หรือ Linux Ubuntu หรือ Linux OpenSUSE เป็นอย่างน้อย
- 2.28.14. สามารถให้บริการผ่าน IIS Web Server ได้
- 2.28.15. รองรับการใช้งานผ่าน web Browser เช่น Microsoft Internet Explorer 9, Google Chrome , Mozilla Fire Fox, Safari ได้เป็นอย่างน้อย ที่ระดับการแสดงผล 1024x 768 เป็นอย่างน้อย
- 2.28.16. รองรับการเข้าใช้งาน ผ่าน smart phone, tablet ได้เป็นอย่างน้อย
- 2.28.17. สามารถแสดงผลรายงานสถิติการเข้าชมวิดีโอสื่อการสอนและเรตติ้งแบบกราฟ และ export ผลออกมาในรูปแบบ PDF หรือ CSV ได้
- 2.28.18. สามารถรองรับ Protocol ในการแพร่ภาพ ได้ดังต่อไปนี้
  - 2.28.18.1. Flash (RTMP, RTMPT, RTMPS, RTMPE, RTMPTE)
  - 2.28.18.2. Flash (HTTP Streaming)
  - 2.28.18.3. iPhone/iPad (HTTP Streaming)
  - 2.28.18.4. Silverlight (Smooth Streaming)
  - 2.28.18.5. QuickTime/3GPP (RTSP/RTP)
  - 2.28.18.6. IPTV Set top boxes (MPEG-TS)
- 2.28.19. สามารถรองรับรูปแบบการกระจายสัญญาณแบบ Unicast/Multicast
- 2.28.20. สามารถรองรับกระจายสัญญาณภาพแบบ H264, mp4, mov, 3gp, flv ได้
- 2.28.21. สามารถรองรับกระจายสัญญาณเสียง แบบ AAC, AAC-LC, HE-AAC, MPได้ 3
- 2.28.22. ผู้เสนอราคาจะต้องเชื่อมต่อบริษัทบริหารจัดการการบันทึกวิดีโอสื่อการสอนและการให้บริการบทเรียนออนไลน์แบบ Multi Devices กับระบบบันทึกของห้อง Smart ICT Lab ที่มหาวิทยาลัยมีอยู่
- 2.28.23. ผู้เสนอราคาจะต้องเชื่อมต่อบริษัทบริหารจัดการบันทึกวิดีโอสื่อการสอนและการให้บริการบทเรียนออนไลน์แบบ Multi Devices และระบบให้บริการการเรียนการสอนออนไลน์ ให้สามารถใช้งานร่วมกันได้ ภายหลังจากส่งมอบงาน



- 2.28.24. ในระยะเวลารับประกันตามสัญญา ต้องดำเนินการจัดการฝึกอบรมการนำบทเรียนจากระบบเดิมมาใช้งานในระบบให้บริการการเรียนการสอนออนไลน์ให้แก่เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบ ไม่น้อยกว่า 1 ครั้ง พร้อมคู่มือประกอบการอบรม โดยมหาวิทยาลัยเป็นผู้จัดเตรียมสถานที่ในการฝึกอบรม ภายหลังการส่งมอบงาน
- 2.28.25. ในระยะเวลารับประกันตามสัญญา ต้องดำเนินการจัดการฝึกอบรมการใช้งานระบบให้บริการการเรียนการสอนออนไลน์ไม่น้อยกว่า 1 ครั้ง ให้แก่อาจารย์และเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัย พร้อมคู่มือประกอบการอบรม โดยมหาวิทยาลัยจะเป็นผู้จัดเตรียมสถานที่ในการฝึกอบรม ภายหลังการส่งมอบงาน

### 3. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับระบบให้บริการการเรียนการสอนออนไลน์ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

- 3.1. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่า
- 3.1.1. มีหน่วยประมวลผลกลาง Intel ที่มีแกนหลัก (Core) ไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core) และมีสัญญาณความเร็วนาฬิกาไม่น้อยกว่า 1.8 GHz ต่อหน่วยประมวลผลกลาง หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย
- 3.1.2. หน่วยความจำหลัก (Memory) ที่มีขนาดความจุรวมไม่น้อยกว่า 192 GB
- 3.1.3. สามารถติดตั้งซอฟต์แวร์ระบบ Virtual Machine ได้ทั้ง VMware vSphere, Microsoft Hyper-V, KVM, และ XenServer เป็นอย่างน้อย
- 3.1.4. มีหน่วยเชื่อมต่อระบบเครือข่าย Network Interface ที่ความเร็ว 10 GbE SFP+ จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ports พร้อมสายเชื่อมต่อกับระบบ Network ของมหาวิทยาลัย
- 3.1.5. มีหน่วยเชื่อมต่อระบบเครือข่าย Network Interface ที่ความเร็ว 1 GbE จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ports
- 3.1.6. มีหน่วยเชื่อมต่อระบบเครือข่าย Management จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ports
- 3.1.7. ได้รับการรับรองมาตรฐาน FCC, CSA, CE, VCCI-a เป็นอย่างน้อย
- 3.1.8. มีระบบส่งข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ไปยังผู้ผลิต เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ก่อนหรือหลังเกิดปัญหาได้
- 3.1.9. สามารถติดตั้งใช้งานร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายแบบ Hyper-Converge ของมหาวิทยาลัย ได้โดยต้องติดตั้งให้ทำงานใน Cluster เดียวกัน
- 3.1.10. อุปกรณ์ที่เสนอทั้งหมดต้องเป็นรุ่นที่ยังอยู่ในสายการผลิตโดยมีหนังสือรับรองจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือสาขาของเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย โดยเอกสารรับรองดังกล่าวจะต้องเป็นเอกสารที่ออกถึงมหาวิทยาลัย เพื่อโครงการนี้โดยเฉพาะมายื่นพร้อมเอกสารเสนอราคา
- 3.1.11. ผู้เสนอราคาต้องติดตั้งระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows Server 2016 Standard Edition โดยใช้ซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยที่มีอยู่แล้ว
- 3.1.12. ผู้เสนอราคาต้องติดตั้งระบบฐานข้อมูล Microsoft SQL Server 2016 Standard โดยใช้ซอฟต์แวร์ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยที่มีอยู่แล้ว



- 3.1.13. ผู้เสนอราคาจะต้องมีหนังสือรับรองการรับประกัน และการให้บริการ ณ สถานที่ติดตั้ง โดยบริษัทผู้ผลิต หรือบริษัทประจำประเทศไทยของผู้ผลิต เป็นระยะเวลา 3 ปี นับจากวันส่งมอบงาน โดยเอกสารรับรองดังกล่าวจะต้องเป็นเอกสารที่ออกถึงมหาวิทยาลัย เพื่อโครงการนี้โดยเฉพาะมา ยื่นพร้อมเอกสารเสนอราคา
- 3.2. ระบบจัดเก็บข้อมูลกลางสำหรับระบบงาน Virtualization จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่า มาตรฐานกำหนดดังต่อไปนี้
  - 3.2.1. มีชุดควบคุมหน่วยเก็บข้อมูล (Controller) ที่เป็น Physical หรือ Virtual Machine จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 3.2.2. รองรับการขยายหน่วยจัดเก็บข้อมูลโดยไม่ต้องหยุดระบบ
  - 3.2.3. สามารถใช้ Interface ร่วมกับ เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับติดตั้งระบบ Hypervisor ได้ แบบ Ethernet 10GbE หรือ Fibre Channel 16Gbps รวมจำนวนไม่น้อยกว่า 2 Ports ต่อชุด ควบคุมหน่วยเก็บข้อมูล (Controller)
  - 3.2.4. รองรับการทำ RAID ชนิด 0, 1, 10, 5, 6 หรือ เทียบเท่า หรือ สามารถกระจายข้อมูลสำเนาข้าม Node Server เพื่อรองรับ High Availability ในกรณี Controller หรือ เสียหายได้ หรือ Disk ดีกว่า
  - 3.2.5. มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Storage) แบบ SSD ขนาดความจุรวมก่อนการฟอร์แมตไม่น้อยกว่า 960 GB
  - 3.2.6. มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Storage) แบบ HDD ขนาดความจุรวมก่อนการฟอร์แมตไม่น้อยกว่า 12 TB
  - 3.2.7. มีความสามารถในการช่วยประหยัดพื้นที่ในรูปแบบดังต่อไปนี้
    - 3.2.7.1. สามารถการสร้างพื้นที่เก็บแบบ Thin Provisioning ได้
    - 3.2.7.2. สามารถการทำ Compression ในรูปแบบ Inline และ Post-Process ได้
    - 3.2.7.3. สามารถการทำ Deduplication ในรูปแบบ Inline และ Post-Process ได้
  - 3.2.8. หน่วยจัดเก็บข้อมูล (Storage) แบบ SSD ที่เสนอต้องสามารถใช้เก็บข้อมูลแบบถาวร (Persistent Storage) ได้
  - 3.2.9. สามารถรวมหน่วยจัดเก็บข้อมูล แบบ HDD และ แบบ SSD โดยการทำงานแบบ Optimize Tiering ร่วมกับทุก Node Server เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน และ เพื่อให้สามารถทำ Thin Provisioning, Shadow Clone, และ Erasure Coding ได้
  - 3.2.10. มีระบบส่งข้อมูลของการจัดเก็บข้อมูลกลางไปยังผู้ผลิต เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ก่อนหรือหลังเกิด ปัญหาได้
  - 3.2.11. รองรับการเชื่อมต่อเครื่องแม่ข่ายโดยใช้โปรโตคอล iSCSI ได้
  - 3.2.12. ได้รับการรับรองมาตรฐาน FCC, CSA, CE, VCCI-a เป็นอย่างน้อย

- 3.2.13. ระบบที่เสนอต้องเป็นรุ่นที่ยังอยู่ในสายการผลิตโดยมีหนังสือรับรองจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือสาขาของเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย โดยเอกสารรับรองดังกล่าวจะต้องเป็นเอกสารที่ออกถึงมหาวิทยาลัย เพื่อโครงการนี้โดยเฉพาะมายื่นพร้อมเอกสารเสนอราคา
- 3.3. ระบบบริหารการจัดการสำหรับระบบงาน Virtualization บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่ามาตรฐานกำหนดดังต่อไปนี้
  - 3.3.1. สามารถเรียกใช้งานระบบงาน ผ่าน Web Browser หรือ GUI ได้เพื่อง่ายต่อการเข้าถึงและใช้งาน
  - 3.3.2. มีเครื่องมือบริหารการจัดการส่วนกลางสำหรับช่วยสร้าง แก๊ซ สำเนา หรือ ลบ เครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน (VM) ได้
  - 3.3.3. สามารถรองรับการเก็บข้อมูลของ VM (backup) จากบนระบบ Hypervisor ปัจจุบันไปยังระบบ Public Cloud ของ AWS หรือ Azure ของมหาวิทยาลัยได้ โดยต้องมีลิขสิทธิ์ของ Hypervisor อย่างถูกต้องที่ใช้ได้เท่ากับจำนวนทรัพยากรที่เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายนั้นจะสามารถให้บริการได้
  - 3.3.4. ต้องมีระบบให้ผู้ใช้สามารถบริการตัวเองผ่านเว็บเบราว์เซอร์ (Self-service portal)
  - 3.3.5. รองรับการใช้งานคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเสมือนที่ใช้ระบบปฏิบัติการ อย่างน้อยดังนี้ Windows Server, Redhat, SUSE, CentOS, Ubuntu, FreeBSD
  - 3.3.6. สามารถย้ายเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเสมือนจากเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเครื่องหนึ่งไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายอีกเครื่องหนึ่งโดยไม่ทำให้บริการบนเครื่องแม่ข่ายเสมือนหยุดการทำงาน
  - 3.3.7. สามารถย้ายเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเสมือนจากเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเครื่องหนึ่งไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายอีกเครื่องหนึ่งได้อัตโนมัติเมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเครื่องหนึ่งมีการใช้งานทรัพยากรมากเกินกำหนด
  - 3.3.8. สามารถกำหนดค่า IP Address แบบ DHCP ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือนในแต่ละกลุ่มเน็ตเวิร์ค (VM Network Port Group) ภายในระบบ Virtualization ที่สร้างขึ้นได้
  - 3.3.9. ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือรับรองการสนับสนุน ช่วยเหลือ ทางเทคนิคในการตั้งค่าระบบ ทั้งในขั้นตอนการติดตั้ง และการบริการหลังการขาย เพื่อให้การติดตั้งและใช้งานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จากบริษัทฯ ผู้ผลิต หรือบริษัทฯ ประจำประเทศไทยของผู้ผลิตแนบมาพร้อมเอกสารเสนอราคา
  - 3.3.10. ระบบบริหารการจัดการสำหรับระบบงาน Virtualization พร้อมอุปกรณ์ที่เสนอทั้งหมดต้องเป็นรุ่นที่ยังอยู่ในสายการผลิตโดยมีหนังสือรับรองจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือสาขาของเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย โดยเอกสารรับรองดังกล่าวจะต้องเป็นเอกสารที่ออกถึงมหาวิทยาลัย เพื่อโครงการนี้โดยเฉพาะมายื่นพร้อมเอกสารเสนอราคา
4. อุปกรณ์สลับสัญญาณเครือข่ายความเร็ว 10 Gbps ขนาด มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่า เครื่อง 1 พอร์ต จำนวน 16 กว่่าข้อกำหนดดังต่อไปนี้

- 4.1. เป็น Layer 3 Switch ที่มีขนาด Switching Capacity ไม่น้อยกว่า 480 Gbps และมีประสิทธิภาพในการส่งผ่านข้อมูล Forwarding Rate ไม่น้อยกว่า 360 Mpps
- 4.2. มีหน่วยความจำหลัก (Memory) ขนาดไม่น้อยกว่า 16GB และมี หน่วยความจำ (Flash memory) ขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB
- 4.3. สามารถทำ Stack แบบ StackWise Virtual technology ได้
- 4.4. มีพอร์ต Gigabit Ethernet แบบ SFP+ จำนวนไม่น้อยกว่า 16 ช่อง
- 4.5. มีโมดูล Transceiver ยี่ห้อเดียวกับอุปกรณ์ที่เสนอ แบบ 10GBASE-SR อย่างน้อย 16 โมดูล
- 4.6. มีระบบจ่ายไฟสำรอง เมื่อชุดใดชุดหนึ่งเสีย ชุดที่เหลือต้องสามารถทำงาน ได้ปกติ และสามารถถอดเปลี่ยนได้โดยระบบต้องทำงานได้อย่างต่อเนื่องอัตโนมัติ
- 4.7. มีพัดลมระบายความร้อนสำรองที่สามารถถอดเปลี่ยนได้ในขณะทำงาน
- 4.8. สนับสนุนจำนวน MAC Addresses ไม่น้อยกว่า 64,000 Addresses
- 4.9. สนับสนุนการเข้ารหัส Advanced Encryption Standard ตามมาตรฐาน IEEE 802.1AE (MACsec) ได้
- 4.10. สนับสนุนการทำ spanning tree ได้ไม่น้อยกว่า 4000 VLAN ตามมาตรฐาน IEEE802.1D, IEEE 802.1s, IEEE802.1w, IEEE802.1p และ IEEE802.1Q ได้
- 4.11. สามารถทำ IP routing protocol ได้แก่ Static Route, NAT , LISP , RIPv1/2, OSPF, s
- 4.12. สนับสนุนการให้บริการ IP Multicast ด้วย IGMP snooping, MLD snooping ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 4.13. รองรับอัปเดตซอฟต์แวร์เพื่อทำ routing protocol ได้แก่ BGP4, IS-IS, PIM, MPLS ได้
- 4.14. สามารถทำ Quality of Service (QoS) และ QoS ACL scale ได้สูงสุด 18,000
- 4.15. สามารถทำ ได้ (Port Mirroring (SPAN), Remote Port Mirroring (RSPAN
- 4.16. สามารถจัดเก็บข้อมูลสถิติการใช้งานเครือข่ายตามมาตรฐาน Netflow หรือ sFlow หรือ jFlow ได้
- 4.17. มีพอร์ต port 45-Ethernet management RJ, Console Port ,USB 2.0 และ USB mini อย่างละ 1 พอร์ต เพื่อต่อ Terminal กำหนดค่าการทำงานของอุปกรณ์
- 4.18. สามารถเข้าไปบริหารและจัดการอุปกรณ์ด้วย CLI, Web UI, NTP, Syslog, Python และ SNMPv3 ได้
- 4.19. สามารถรองรับการทำงานร่วมกับซอฟต์แวร์ Software Define Access (SD-Access) ได้เมื่อต้องการรองรับ NETCONF, RESTCONF หรือ YANG ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 4.20. อุปกรณ์ฯต้องสามารถติดตั้งบน Rack 19” ได้
- 4.21. สามารถทำงานกับระบบไฟฟ้าในประเทศไทยแบบ 220 VAC, 50Hz ได้
- 4.22. อุปกรณ์ทั้งหมด ต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน

- 4.23. อุปกรณ์ที่เสนอต้องเป็นรุ่นที่ยังอยู่ในสายการผลิตโดยมีหนังสือรับรองจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือสาขาของเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย โดยเอกสารรับรองดังกล่าวจะต้องเป็นเอกสารที่ออกถึงมหาวิทยาลัย เพื่อโครงการนี้โดยเฉพาะมายื่นพร้อมเอกสารเสนอราคา

#### **ข้อกำหนดในการติดตั้งอุปกรณ์ระบบ**

ผู้เสนอราคาจะต้องจัดการติดตั้งระบบให้สามารถใช้งานได้และทำงานร่วมกับระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่ายเดิมที่มหาวิทยาลัยใช้งานอยู่ในปัจจุบันได้ และจัดหาอุปกรณ์ที่จำเป็นประกอบอื่นๆ นอกเหนือจากที่กล่าวไว้ รวมทั้งแรงงานที่ทำการติดตั้งผู้ควบคุม เครื่องมือเครื่องใช้อื่นๆ เพื่อให้ระบบใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของโครงการได้โดยสมบูรณ์