

## ครุภัณฑ์ควบคุมระบบสนับสนุนการศึกษานอกห้องเรียนสำหรับวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

### ตำบلمะขามเตี้ย อำเภอเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี 1 ระบบ

#### 1. ขอบเขตและเงื่อนไขทั่วไปของครุภัณฑ์

- 1.1. รายการครุภัณฑ์ทุกรายการที่ผู้เสนอราคาเสนอในครั้งนี้ กรณีเป็นฮาร์ดแวร์ ต้องเป็นของแท้ ของใหม่ ไม่เคยใช้งานมาก่อน ไม่เป็นของเก่าเก็บ อยู่ในสภาพที่จะใช้งานได้ทันที และต้องเป็นรุ่นที่ยังอยู่ในสายการผลิต (Production Line) และจำหน่าย ณ วันที่ลงนามในสัญญา
- 1.2. รายการครุภัณฑ์ทุกรายการที่เป็นผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ ต้องเป็นต้นฉบับ (Original) ที่ได้รับลิขสิทธิ์ถูกต้องจากเจ้าของลิขสิทธิ์ และถูกต้องตามกฎหมาย และต้องเป็นรุ่นที่ยังจัดจำหน่ายอยู่ ณ วันที่ลงนามในสัญญา
- 1.3. ผู้เสนอราคาต้องศึกษารายละเอียดครุภัณฑ์ทุกรายการ เพื่อให้ได้รายละเอียดตามข้อกำหนดของครุภัณฑ์ครบถ้วนสมบูรณ์ก่อนการเสนอราคา
- 1.4. ผู้เสนอราคาจะต้องทำตารางเปรียบเทียบ รายละเอียด (Specification) เป็นรายข้อทุกข้อ (Statement of Compliance) ของเอกสารครุภัณฑ์ควบคุมระบบสนับสนุนการศึกษานอกห้องเรียนสำหรับวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ตำบلمะขามเตี้ย อำเภอเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี 1 ระบบ โดยใช้ตัวอย่างแบบฟอร์มการเปรียบเทียบตามตารางที่ 1.1 ในการเปรียบเทียบรายการดังกล่าว ผู้เสนอราคาต้องระบุให้เห็นอย่างชัดเจน สำหรับเอกสารที่อ้างอิงถึง ให้หมายเหตุ หรือขีดเส้นใต้หรือระบายสีพร้อมเขียนหัวข้อกำกับไว้ เพื่อให้สามารถตรวจสอบกับเอกสารเปรียบเทียบได้โดยง่าย

ตารางที่ 1.1 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติข้อกำหนดและรายละเอียดครุภัณฑ์

อ้างอิงข้อ	ข้อกำหนด/ครุภัณฑ์ที่ ต้องการ	ข้อกำหนด/ครุภัณฑ์ที่ นำเสนอ	เอกสารอ้างอิง
ระบุหัวข้อให้ตรงกับ หัวข้อที่ระบุในเอกสาร ประกวดราคา	ให้คัดลอกคุณลักษณะ เฉพาะที่ มหาวิทยาลัยสงขลานคร ินทร์ วิทยาเขตสุ ราษฎร์ธานี กำหนดมา กรอกในช่องนี้	ให้ระบุคุณลักษณะ เฉพาะที่ผู้เสนอราคา เสนอ	ระบุหมายเลขหน้าของ เอกสารอ้างอิงของผู้ เสนอราคา

## 2. ขอบเขตทางด้านเทคนิคของครุภัณฑ์

### 2.1. อุปกรณ์ควบคุม และบริหารจัดการอุปกรณ์กระจายสัญญาณสารสนเทศแบบไร้สาย (Wireless LAN Controller) จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติขั้นต่ำอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- 2.1.1. เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาสำหรับการบริหารจัดการเครือข่ายไร้สายโดยเฉพาะ สามารถบริหารจัดการ Access Point ได้ไม่น้อยกว่า 58 Access Points (ไม่นับรวมอุปกรณ์ที่ทำงานในลักษณะ Remote Access Point) และสามารถขยายเพิ่มเติมได้สูงสุด 512 Access Points ในอนาคตโดยไม่ต้องเปลี่ยน Hardware
- 2.1.2. สามารถทำการเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มค่า Configuration ของ Access Point จากศูนย์กลางได้
- 2.1.3. อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการทำ Clustering หรือ Master-Local หรือ Active-Standby และเป็น Centralize Management โดยไม่ต้องใช้ Software ในการบริหารจัดการจากภายนอก ในกรณีมีการเพิ่มเติม Controller ในอนาคต
- 2.1.4. สามารถรองรับการเชื่อมต่อกับเครือข่ายแบบ 10/100/1000Base-T หรือ 1000Base-X (SFP) Gigabit Fiber Optic อย่างน้อย 2 Port และ 10GBase-X (SFP+) อย่างน้อย 4 พอร์ต

- 2.1.5. ต้องสามารถทำเป็น DHCP Server และ DHCP Relay ได้
- 2.1.6. สามารถทำการตรวจจับ และ Contain Access Point แปลกปลอม (Rogue Access Point )  
ได้
- 2.1.7. อุปกรณ์ต้องมีคุณสมบัติ Stateful Firewall เพื่อใช้ในการกำหนดสิทธิ์การใช้งาน (Policy) และมี  
Firewall Throughput (Wired Throughput) ไม่น้อยกว่า 20 Gbps
- 2.1.8. อุปกรณ์ต้องรองรับการทำ Firewall โดยใช้ IPv6 ได้
- 2.1.9. สามารถทำ Wireless LAN Intrusion Detection System ได้
- 2.1.10. อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการปรับ Channel และ Power level ของแต่ละ AP ที่ติดตั้ง  
ได้โดยอัตโนมัติ
- 2.1.11. อุปกรณ์ต้องมีความสามารถในการใช้งานร่วมกับ Syslog Server
- 2.1.12. ต้องมีมาตรฐาน IEEE 802.11i, IEEE802.1x, IEEE802.1q และ WiFi Alliance Certified เป็น  
อย่างน้อย
- 2.1.13. สามารถทำการตรวจสอบผู้ใช้งานผ่านทาง WPA-Enterprise, WPA-PSK, WPA2-Enterprise,  
WPA2-PSK, 802.1x, MAC Address และ Captive Portal ได้
- 2.1.14. ทำการเข้ารหัสแบบ WEP, DES, 3DES, AES-CCMP, TKIP ได้เป็นอย่างน้อย
- 2.1.15. อุปกรณ์ต้องรองรับการทำ Device Fingerprinting Technology
- 2.1.16. อุปกรณ์ต้องมีความสามารถในการทำ Band Steering เพื่อบังคับให้ Dual Radio Client  
สามารถไปเกาะ Access Point ที่ใช้คลื่นความถี่ 5 GHz ได้โดยอัตโนมัติ
- 2.1.17. อุปกรณ์ต้องมีความสามารถในการทำงานตามมาตรฐาน 802.11k เพื่อปรับปรุงคุณภาพของ  
Voice
- 2.1.18. สามารถรองรับการใช้งานร่วมกับ Radius/LDAP Server เพื่อบริหารจัดการ และกำหนดสิทธิ์  
การใช้งานของ User ได้
- 2.1.19. สามารถรับ User และ Password ผ่านทางหน้า Web Page หรือ Captive Portal เพื่อใช้ใน  
การตรวจสอบสิทธิ์ได้ และสามารถทำ Captive Portal over IPv6 ได้
- 2.1.20. สามารถใช้โปรโตคอล SNMPv2c และ SNMPv3 ในการติดต่อกับระบบ Network  
Management ได้
- 2.1.21. อุปกรณ์ต้องได้รับมาตรฐาน FCC, UL, EN และ CE เป็นอย่างน้อย
- 2.1.22. สามารถบริหารจัดการผ่านทาง Web-base (HTTPS) ได้

2.1.23. สามารถใช้งานร่วมกับ RADIUS, TACACS+, และ LDAP ได้

2.1.24. มีแหล่งจ่ายไฟ 2 แหล่งจ่ายเป็นอย่างน้อย และมีการทำงานแบบ Hot-Swap Redundant Power Supply

2.1.25. อุปกรณ์ต้องรองรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณสารสนเทศไร้สาย (Wireless Access Point) เดิมที่มหาวิทยาลัยมีอยู่ได้อย่างสมบูรณ์

2.1.26. ต้องมีการรับประกันสินค้าจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ของอุปกรณ์ที่เสนอเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี โดยเมื่อหมดการรับประกันแล้ว ระบบทั้งหมดจะต้องยังคงใช้งานต่อไปได้ตามปกติ (แม้ไม่ได้รับการอัปเดต) จนกว่าอุปกรณ์จะชำรุดไม่สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องซื้อลิขสิทธิ์ หรือต่อสัญญาประกันใด ๆ เพิ่มเติม

2.1.27. อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และอยู่ในสายการผลิต ไม่เป็นอุปกรณ์ที่นำมาปรับปรุงสภาพใหม่ หรือแปรสภาพ (Reconditioned หรือ Refurbished) และมีสาขาของผู้ผลิตโดยตรงอยู่ในประเทศไทยเพื่อให้การสนับสนุนด้านเทคนิค และสนับสนุนบริการหลังการขาย แก่ลูกค้าในประเทศไทย

2.2. อุปกรณ์เสมือน (Virtual Appliance) สำหรับบริหารจัดการอุปกรณ์ Wireless LAN Controller และ Access Point จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติขั้นต่ำอย่างน้อยดังต่อไปนี้

2.2.1. อุปกรณ์เสมือนต้องสามารถทำงานบน Virtual Machine (OVF/OVA) ได้ และต้องรองรับจำนวน Device ได้ไม่น้อยกว่า 500 Devices

2.2.2. รองรับจำนวน Client ได้ไม่น้อยกว่า 5,000 Clients

2.2.3. รองรับจำนวน Controller ในระบบได้ไม่ต่ำกว่า 100 ตัว

2.2.4. อุปกรณ์ต้องมีความสามารถในการ Consolidate อุปกรณ์ Controller ในระบบทั้งหมดให้เป็นแบบ Single Deployment ได้

2.2.5. มีความสามารถในการทำการ Update โดยแยกเป็น Service Module ได้ เช่น AppRF, AirGroup, ARM, AirMatch และ WebCC เป็นต้น และหลังจาก Update แล้วต้องสามารถทำงานได้โดยโดยไม่ต้อง Reboot อุปกรณ์

- 2.2.6. มีความสามารถในการทำ MultiZone เพื่อการแยก Network ของหลาย ๆ ที่ออกจากกันโดยใช้ Access Point ตัวเดียวกัน
- 2.2.7. มีความสามารถในการทำ User Load Balance ข้าม Controller ได้
- 2.2.8. มีความสามารถในการทำ Seamless Roaming คือจะต้องไม่มี Delay ในการใช้งาน Application เช่น Skype for Business เมื่อมีการ Roaming ข้าม Controller
- 2.2.9. มีความสามารถในการทำ Dynamic Channel Width Adjustment ได้
- 2.2.10. มีความสามารถในการทำ Adjustment Transmit Power ได้แบบอัตโนมัติ
- 2.2.11. มี Northbound API เพื่อให้ 3rd Party Application สามารถรับข้อมูลจาก Controller เพื่อนำไปวิเคราะห์ได้
- 2.2.12. มีความสามารถในการระบุ Custom Application และ Application Categories เพื่อทำให้ User Experience ดีขึ้น
- 2.2.13. ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับอุปกรณ์ควบคุม และบริหารจัดการอุปกรณ์กระจายสัญญาณสารสนเทศแบบไร้สาย (Wireless LAN Controller) เพื่อการทำงานที่สมบูรณ์
- 2.2.14. ต้องมีการรับประกันสินค้าจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และไลเซนส์ (ถ้ามี) ของอุปกรณ์ที่เสนอเป็นเวลาน้อยกว่า 3 ปี โดยเมื่อหมดการรับประกันแล้ว ระบบทั้งหมดจะต้องยังคงใช้งานต่อไปได้ตามปกติ (แม้ไม่ได้รับการอัปเดต) จนกว่าอุปกรณ์จะชำรุดไม่สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องซื้อสิทธิ์ หรือต่อสัญญาประกันใด ๆ เพิ่มเติม
- 2.2.15. อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และอยู่ในสายการผลิต ไม่เป็นอุปกรณ์ที่นำมาปรับปรุงสภาพใหม่ หรือแปรสภาพ (Reconditioned หรือ Refurbished) และมีสาขาของผู้ผลิตโดยตรงอยู่ในประเทศไทยเพื่อให้การสนับสนุนด้านเทคนิค และสนับสนุนบริการหลังการขาย แก่ลูกค้าในประเทศไทย

2.3. อุปกรณ์กระจายสัญญาณสารสนเทศแบบไร้สาย (Access Point) ชนิดที่ 1 จำนวน 20 ชุด มีคุณสมบัติขั้นต่ำอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- 2.3.1. เป็นอุปกรณ์ Access Point แบบภายใน (Indoor Access Point) ใช้งานในย่านความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz แบบ 4x4 MIMO เป็นอย่างน้อย
- 2.3.2. ให้การสนับสนุนอุปกรณ์โคเลอเนตไร้สายที่อยู่บนมาตรฐาน IEEE802.11a, IEEE802.11g, IEEE802.11n, IEEE802.11ac และ IEEE802.11ax เป็นอย่างน้อย
- 2.3.3. รองรับความเร็วในการเชื่อมต่อสูงสุดไม่ต่ำกว่า (Maximum Data Rate) 2.4 Gbps ที่ 5 GHz และ 1,150 Mbps ที่ 2.4 GHz
- 2.3.4. มีพอร์ต 100/1000/2500/5000Base-T Ethernet อย่างน้อย 2 พอร์ต
- 2.3.5. อุปกรณ์ต้องมีความสามารถในการทำ Auto-sensing Link Speed และ MDI/MDX
- 2.3.6. มีพอร์ต USB2.0 อย่างน้อย 1 พอร์ต
- 2.3.7. รองรับการบริหารจัดการ และการตั้งค่าของอุปกรณ์ Access Point, Data Encryption, Policy Enforcement โดยผ่านอุปกรณ์ควบคุมจากศูนย์กลาง
- 2.3.8. รองรับการทำให้ Dynamic Frequency Selection (DFS) ได้
- 2.3.9. เสาอากาศจะต้องเป็นแบบ 4 Integrated Downtilt Omni-directional (30 Degrees) Antenna มีความแรง (Gain) ไม่น้อยกว่า 3.5 dBi ที่ช่วงคลื่นความถี่ 2.4 GHz และ 5.4 dBi ที่ช่วงคลื่นความถี่ 5 GHz
- 2.3.10. สามารถตรวจสอบสถานะผ่าน Console Interface ได้
- 2.3.11. มี Advanced Cellular Coexistence (ACC) เพื่อลด Interference ที่มาจาก Cellular Networks
- 2.3.12. รองรับ Cyclic Delay/Shift Diversity (CDD/CSD) เพื่อทำการปรับปรุง Downlink RF Performance
- 2.3.13. อุปกรณ์ต้องมีความสามารถในการทำ Transmit Beam-forming (TxBF)
- 2.3.14. อุปกรณ์ต้องรองรับมาตรฐาน 802.11ax Target Wait Time (TWT)
- 2.3.15. อุปกรณ์ต้องมีคลื่น Bluetooth (Bluetooth 5)
- 2.3.16. อุปกรณ์ต้องมีคลื่น Zigbee สำหรับการใช้งานร่วมกับ IoT
- 2.3.17. อุปกรณ์จะต้องมีพอร์ตสำหรับ Direct DC Power และ Power over Ethernet
- 2.3.18. อุปกรณ์ต้องรองรับการใช้งาน (Operating Temperature) ที่อุณหภูมิ 0 – 50 องศาเซลเซียส
- 2.3.19. มี LED แบบ Two Multi-color สำหรับ System และ Radio Status

2.3.20. ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับอุปกรณ์ควบคุม และบริหารจัดการอุปกรณ์ กระจายสัญญาณสารสนเทศแบบไร้สาย (Wireless LAN Controller) เพื่อการทำงานที่สมบูรณ์

2.3.21. ต้องมีการรับประกันสินค้าจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และไลเซนส์ (ถ้ามี) ของอุปกรณ์ที่เสนอเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี โดยเมื่อหมดการรับประกันแล้ว ระบบทั้งหมด จะต้องยังคงใช้งานต่อไปได้ตามปกติ (แม้ไม่ได้รับการอัปเดต) จนกว่าอุปกรณ์จะชำรุดไม่สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องซื้อลิขสิทธิ์ หรือต่อสัญญาประกันใด ๆ เพิ่มเติม

2.3.22. อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และอยู่ในสายการผลิต ไม่เป็นอุปกรณ์ที่นำมาปรับปรุงสภาพใหม่ หรือแปรสภาพ (Reconditioned หรือ Refurbished) และมีสาขาของผู้ผลิตโดยตรงอยู่ในประเทศไทย เพื่อให้การสนับสนุนด้านเทคนิค และสนับสนุนบริการหลังการขาย แก่ลูกค้าในประเทศไทย

2.4. อุปกรณ์กระจายสัญญาณสารสนเทศแบบไร้สาย (Access Point) ชนิดที่ 2 จำนวน 38 ชุด มีคุณสมบัติขั้นต่ำอย่างน้อยดังต่อไปนี้

2.4.1. เป็นอุปกรณ์ Access Point แบบภายใน (Indoor Access Point) ใช้ได้ดีในย่านความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz เป็นอย่างน้อย

2.4.2. ให้การสนับสนุนอุปกรณ์โคเลอเนตไร้สายที่อยู่บนมาตรฐาน IEEE802.11a, IEEE802.11b, IEEE802.11g, IEEE802.11n และ IEEE802.11ac wave 2 เป็นอย่างน้อย

2.4.3. รองรับความเร็วในการเชื่อมต่อที่ 867 Mbps (2x2 MIMO) ที่ 5 GHz และ 300 Mbps (2x2 MIMO) ที่ 2.4 GHz

2.4.4. มีพอร์ต 10/100/1000Base-T Ethernet ที่รองรับมาตรฐาน IEEE802.3af (PoE) เพื่อเชื่อมต่อกับเครือข่ายอย่างน้อย 1 พอร์ต

2.4.5. อุปกรณ์ต้องมีความสามารถในการทำ Auto-sensing Link Speed และ MDI/MDX ได้

2.4.6. รองรับการทำ Dynamic Frequency Selection (DFS) ได้

2.4.7. เสาอากาศจะต้องเป็นแบบ Integrated Downtilt Omni-directional Antenna มีความแรง (Gain) ไม่น้อยกว่า 3.2 dBi ที่ช่วงคลื่นความถี่ 2.4 GHz และ 5.9 dBi ที่ช่วงคลื่นความถี่ 5 GHz

- 2.4.8. สามารถตรวจสอบสถานะผ่าน Console Interface ได้
  - 2.4.9. มี Advanced Cellular Coexistence (ACC) เพื่อลด Interference ที่มาจาก Cellular Networks
  - 2.4.10. รองรับ Cyclic Delay/Shift Diversity (CDD/CSD) เพื่อทำการปรับปรุง Downlink RF Performance
  - 2.4.11. อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการทำ Transmit Beam-forming (TxBF) ได้
  - 2.4.12. อุปกรณ์จะต้องมี Bluetooth Low Energy (BLE)
  - 2.4.13. อุปกรณ์จะต้องมีพอร์ตสำหรับ Direct DC Source
  - 2.4.14. อุปกรณ์จะต้องรองรับการใช้งาน (Operating Temperature) ที่อุณหภูมิ 0 – 40 องศาเซลเซียส
  - 2.4.15. ต้องผ่านมาตรฐาน CE, UL, EN และ FCC เป็นอย่างน้อย
  - 2.4.16. ต้องได้รับ Wi-Fi Alliance (WFA) Certified 802.11a/b/g/n/ac
  - 2.4.17. มี LED แบบ Multi-color สำหรับ System และ Radio Status
  - 2.4.18. ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับอุปกรณ์ควบคุม และบริหารจัดการอุปกรณ์กระจายสัญญาณสารสนเทศแบบไร้สาย (Wireless LAN Controller) เพื่อการทำงานที่สมบูรณ์
  - 2.4.19. ต้องมีการรับประกันสินค้าจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และไลเซนส์ (ถ้ามี) ของอุปกรณ์ที่เสนอเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี โดยเมื่อหมดการรับประกันแล้ว ระบบทั้งหมดจะต้องยังคงใช้งานต่อไปได้ตามปกติ (แม้ไม่ได้รับการอัปเดต) จนกว่าอุปกรณ์จะชำรุดไม่สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องซื้อลิขสิทธิ์ หรือต่อสัญญาประกันใด ๆ เพิ่มเติม
  - 2.4.20. อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และอยู่ในสายการผลิต ไม่เป็นอุปกรณ์ที่นำมาปรับปรุงสภาพใหม่ หรือแปรสภาพ (Reconditioned หรือ Refurbished) และมีสาขาของผู้ผลิตโดยตรงอยู่ในประเทศไทย เพื่อให้การสนับสนุนด้านเทคนิค และสนับสนุนบริการหลังการขาย แก่ลูกค้าในประเทศไทย
- 2.5. ลิขสิทธิ์ และซอฟต์แวร์บริหารจัดการอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย เป็นลิขสิทธิ์แบบ Wireless Enterprise License Bundle จำนวน 60 ไลเซนส์ มีลิขสิทธิ์ใช้งานดังต่อไปนี้

- 2.5.1. Access Point License
- 2.5.2. Policy Enforcement Firewall License
- 2.5.3. RF Protect License
- 2.5.4. Airwave License

2.6. อุปกรณ์สลับสัญญาณสารสนเทศแกนหลัก (Core Ethernet Switch) จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติขั้นต่ำอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- 2.6.1. เป็นอุปกรณ์ Ethernet Switch ที่มีพอร์ตชนิด 1000/10000Mbps SFP+ อย่างน้อย 24 พอร์ต
- 2.6.2. อุปกรณ์จะต้องมี Routing/Switching Capacity ไม่น้อยกว่า 480 Gbps หรือดีกว่า
- 2.6.3. อุปกรณ์จะต้องมี Throughput หรือ Forwarding Rate ไม่ต่ำกว่า 285 Mpps หรือดีกว่า
- 2.6.4. รองรับการทำ Stack ได้ไม่น้อยกว่า 10 ตัว โดยมี Stacking Throughput โดยรวมไม่ต่ำกว่า 330 Gbps
- 2.6.5. สามารถทำ VLAN ตามมาตรฐาน IEEE802.1Q ได้พร้อมกันไม่น้อยกว่า VLANs 4,000
- 2.6.6. อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการทำ Layer 3 Routing เช่น RIP, OSPF, BGP และ Policy Based Routing เป็นต้น
- 2.6.7. อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการทำ IPv6 ได้ เช่น OSPFv3, RIPng, IPv6 ACL/QoS, 6in4 Tunneling
- 2.6.8. รองรับ Routing Table ไม่ต่ำกว่า 10,000 Entries สำหรับ IPv4 และ 5,000 Entries สำหรับ IPv6
- 2.6.9. รองรับ MAC Address ได้ไม่น้อยกว่า 64,000 Addresses
- 2.6.10. อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการรองรับการทำงานตามมาตรฐาน IEEE802.1X, Web-Based Authentication และ Mac-Based Authentication
- 2.6.11. อุปกรณ์จะต้องรองรับการทำ ICMP Throttling เพื่อป้องกันการโจมตีแบบ ICMP Denial-of-Service ได้
- 2.6.12. อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการทำ DHCP Protection เพื่อ Block DHCP Packets จาก Unauthorized DHCP Server

- 2.6.13. อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการทำ Switch CPU Protection เพื่อป้องกัน Malicious Network Traffic พยายามที่จะ Shut Down Switch
- 2.6.14. อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการทำ Dynamic IP Lockdown ทำงานร่วมกับ DHCP Protection เพื่อ Block Traffic จาก Unauthorized Hosts รวมทั้งสามารถป้องกัน IP Source Address Spoofing ได้
- 2.6.15. อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการทำ Dynamic ARP Protection เพื่อ Block ARP Broadcasts จาก Unauthorized Hosts
- 2.6.16. อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการทำ Bandwidth Shaping เช่น Port-based Rate Limiting, Classified-based Rate Limiting และ Reduced Bandwidth ได้
- 2.6.17. อุปกรณ์จะต้องมีความพร้อมในการรองรับ SDN (Software Defined Network) โดยจะต้องรองรับ OpenFlow เป็นอย่างน้อย
- 2.6.18. อุปกรณ์จะต้องมีการทำงานแบบ Rapid Per-VLAN Spanning Tree (RPVST+) หรือ PVST+ ได้
- 2.6.19. มีความสามารถในการทำ IP Multicast Routing เช่น PIM SM/DM
- 2.6.20. อุปกรณ์จะต้องรองรับการทำ Remote Monitoring เช่น RMON, XRMON และ sFlow เป็นต้น
- 2.6.21. อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการทำ Link Layer Discovery Protocol (LLDP) ตามมาตรฐาน IEEE802.1AB ได้
- 2.6.22. อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการทำ Link Aggregation Control Protocol (LACP) ตามมาตรฐาน IEEE802.3ad ได้
- 2.6.23. อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการทำ Q-in-Q ตามมาตรฐาน IEEE802.1ad ได้
- 2.6.24. อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการทำ Dual Flash Image คือมี Primary และ Secondary Operating System File เพื่อทำการ Backup ในขณะที่กำลัง Upgrade
- 2.6.25. อุปกรณ์จะต้องรองรับการทำ Unidirectional Link Detection (UDLD) เพื่อใช้ในการตรวจสอบสายสัญญาณระหว่าง Ethernet Switch ทั้งสองได้
- 2.6.26. อุปกรณ์จะต้องรองรับการทำงานตามมาตรฐาน Spanning Tree IEEE802.1s Multiple Spanning Tree Protocol, IEEE802.1w Rapid Spanning Tree Protocol และ IEEE802.1D Spanning Tree Protocol ได้

- 2.6.27. อุปกรณ์จะต้องมี Redundant Power Supply จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย
- 2.6.28. อุปกรณ์จะต้องได้รับมาตรฐาน UL, EN, FCC เป็นอย่างน้อย
- 2.6.29. ต้องมีการรับประกันสินค้าจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และไลเซนส์ (ถ้ามี) ของอุปกรณ์ที่เสนอเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี โดยเมื่อหมดการรับประกันแล้ว ระบบทั้งหมดจะต้องยังคงใช้งานต่อไปได้ตามปกติ (แม้ไม่ได้รับการอัปเดต) จนกว่าอุปกรณ์จะชำรุดไม่สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องซื้อลิขสิทธิ์ หรือต่อสัญญาประกันใด ๆ เพิ่มเติม
- 2.6.30. อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และอยู่ในสายการผลิต ไม่เป็นอุปกรณ์ที่นำมาปรับปรุงสภาพใหม่ หรือแปรสภาพ (Reconditioned หรือ Refurbished) และมีสาขาของผู้ผลิตโดยตรงอยู่ในประเทศไทย เพื่อให้การสนับสนุนด้านเทคนิค และสนับสนุนบริการหลังการขาย แก่ลูกค้าในประเทศไทย

2.7. อุปกรณ์สลับสัญญาณสารสนเทศปลายทาง (Access Ethernet Switch) จำนวน 19 ชุด มีคุณสมบัติขั้นต่ำอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- 2.7.1. เป็นอุปกรณ์ Switch ที่มีพอร์ต 10/100/1000Base-T อย่างน้อย 24 พอร์ต
- 2.7.2. อุปกรณ์ต้องมี PoE Power Budget ไม่น้อยกว่า 370W PoE+ หรือดีกว่า
- 2.7.3. อุปกรณ์ต้องมีพอร์ต SFP+ 1/10GbE อย่างน้อย 4 พอร์ต
- 2.7.4. อุปกรณ์ต้องมี Switching Capacity ไม่น้อยกว่า 128 Gbps
- 2.7.5. อุปกรณ์ต้องมี Throughput ไม่ต่ำกว่า 95 Mpps
- 2.7.6. อุปกรณ์ต้องมีความสามารถในการทำ VLAN ได้พร้อมกันไม่น้อยกว่า 2,000 VLANs และรองรับ 4,000 VLAN IDs หรือดีกว่า
- 2.7.7. อุปกรณ์ต้องมีความสามารถในการทำ VLAN Isolation ตามมาตรฐาน IEEE802.1v
- 2.7.8. มีความสามารถในการทำ Stack แบบ Virtual Switch Framework (VSF) หรือ Virtual Switch System (VSS) ได้ไม่น้อยกว่า 8 ตัว
- 2.7.9. อุปกรณ์ต้องมีความสามารถในการทำ VxLAN Encapsulation (tunneling) Protocol สำหรับ Overlay Network

- 2.7.10. อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการทำ Layer 3 เช่น Static Route, RIP และ Access OSPF Routing เป็นต้น
- 2.7.11. อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการทำ Static Route ได้ไม่น้อยกว่า 256 Route และ RIP ได้ไม่น้อยกว่า 10,000 Routes
- 2.7.12. อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการทำ IPv6 ได้ เช่น Dual stack (IPv4 and IPv6), IPv6 ACL/QoS, IPv6 Routing (Static and RIPng)
- 2.7.13. รองรับ Routing Table ไม่ต่ำกว่า 2,000 Entries สำหรับ IPv4 และ 1,000 Entries สำหรับ IPv6 หรือดีกว่า
- 2.7.14. รองรับ MAC Address ได้ไม่น้อยกว่า 32,000 Addresses หรือดีกว่า
- 2.7.15. อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการรองรับการทำงานตามมาตรฐาน IEEE802.1X, Web-Based Authentication, และ Mac-Based Authentication
- 2.7.16. อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการทำ Denial of Service Protection (CPU DoS Protection)
- 2.7.17. อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการทำ Dynamic ARP Protection เพื่อ Block ARP Broadcasts จาก Unauthorized Hosts
- 2.7.18. สามารถทำ Voice VLAN ได้
- 2.7.19. อุปกรณ์จะต้องมีความพร้อมในการรองรับ SDN (Software Defined Network) โดยจะต้องรองรับ OpenFlow 1.0 และ 1.3 เป็นอย่างน้อย
- 2.7.20. อุปกรณ์จะต้องมีการทำงานแบบ Rapid Per-VLAN Spanning Tree (RPVST+) หรือ PVST+ หรือดีกว่า
- 2.7.21. อุปกรณ์จะต้องรองรับการทำ Monitoring เช่น RMON, XRMON และ sFlow เป็นต้น
- 2.7.22. อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการทำ Link Layer Discovery Protocol (LLDP) ตามมาตรฐาน IEEE802.1AB ได้
- 2.7.23. อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการทำ Link Aggregation Control Protocol (LACP) ตามมาตรฐาน IEEE802.3ad ได้
- 2.7.24. อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการทำ Dual Flash Image คือมี Primary และ Secondary Operating System File เพื่อทำการ Backup ในขณะที่กำลัง Upgrade

2.7.25. อุปกรณ์จะต้องรองรับการทำงานตามมาตรฐาน Spanning Tree IEEE802.1s Multiple Spanning Tree Protocol, IEEE802.1w Rapid Spanning Tree Protocol และ IEEE802.1d Spanning Tree Protocol ได้

2.7.26. อุปกรณ์จะต้องได้รับมาตรฐาน Energy-Efficient Ethernet (EEE) หรือ IEEE802.3az

2.7.27. อุปกรณ์จะต้องได้รับมาตรฐาน UL, EN, FCC เป็นอย่างน้อย

2.7.28. ต้องมีการรับประกันสินค้าจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และไลเซนส์ (ถ้ามี) ของอุปกรณ์ที่เสนอเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี โดยเมื่อหมดการรับประกันแล้ว ระบบทั้งหมดจะต้องยังคงใช้งานต่อไปได้ตามปกติ (แม้ไม่ได้รับการอัปเดต) จนกว่าอุปกรณ์จะชำรุดไม่สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องซื้อสิทธิ์ หรือต่อสัญญาประกันใด ๆ เพิ่มเติม

2.7.29. อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และอยู่ในสายการผลิต ไม่เป็นอุปกรณ์ที่นำมาปรับปรุงสภาพใหม่ หรือแปรสภาพ (Reconditioned หรือ Refurbished) และมีสาขาของผู้ผลิตโดยตรงอยู่ในประเทศไทย เพื่อให้การสนับสนุนด้านเทคนิค และสนับสนุนบริการหลังการขาย แก่ลูกค้าในประเทศไทย

2.8. อุปกรณ์ Transceiver 10GBase-LR ชนิดที่ 1 สำหรับอุปกรณ์กระจายสัญญาณสารสนเทศ (Ethernet Switch) จำนวน 19 ชุด มีคุณสมบัติขั้นต่ำอย่างน้อยดังต่อไปนี้

2.8.1. เป็นอุปกรณ์ Transceiver ชนิด 10Gbps Ethernet SFP+

2.8.2. สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ Ethernet Switch ที่นำเสนอในครั้งนี้ หรืออุปกรณ์เดิมที่มหาวิทยาลัยมีใช้งานอยู่แล้วได้

2.9. อุปกรณ์ Transceiver 10GBase-LR ชนิดที่ 2 สำหรับอุปกรณ์กระจายสัญญาณสารสนเทศ (Ethernet Switch) จำนวน 10 ชุด มีคุณสมบัติขั้นต่ำอย่างน้อยดังต่อไปนี้

2.9.1. เป็นอุปกรณ์ Transceiver ชนิด 10Gbps Ethernet SFP+

2.9.2. สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ Ethernet Switch ที่มหาวิทยาลัยมีใช้งานอยู่แล้วได้

2.10. อุปกรณ์ Transceiver 1000Base-LX สำหรับอุปกรณ์กระจายสัญญาณสารสนเทศ (Ethernet Switch) จำนวน 20 ชุด มีคุณสมบัติขั้นต่ำอย่างน้อยดังต่อไปนี้

2.10.1. เป็นอุปกรณ์ Transceiver ชนิด 1000Mbps Ethernet SFP

2.10.2. สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ Ethernet Switch ที่นำเสนอในครั้งนี หรืออุปกรณ์เดิมที่มหาวิทยาลัยมีใช้งานอยู่แล้วได้

2.11. สายนำสัญญาณใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Patch Cord) ชนิดที่ 1 จำนวน 20 เส้น มีคุณสมบัติขั้นต่ำอย่างน้อยดังต่อไปนี้

2.11.1. เป็นสายนำสัญญาณใยแก้วนำแสงชนิดโหมดเดี่ยว (Single Mode) แบบ LC to LC ขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 20 เมตร

2.12. สายนำสัญญาณใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Patch Cord) ชนิดที่ 2 จำนวน 20 เส้น มีคุณสมบัติขั้นต่ำอย่างน้อยดังต่อไปนี้

2.12.1. เป็นสายนำสัญญาณใยแก้วนำแสงชนิดโหมดเดี่ยว (Single Mode) แบบ LC to LC ขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 1 เมตร

2.13. สายนำสัญญาณใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Patch Cord) ชนิดที่ 3 จำนวน 10 เส้น มีคุณสมบัติขั้นต่ำอย่างน้อยดังต่อไปนี้

2.13.1. เป็นสายนำสัญญาณใยแก้วนำแสงชนิดโหมดเดี่ยว (Single Mode) แบบ LC to SC ขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 20 เมตร

- 2.14. งานติดตั้งสายนำสัญญาณทองแดงตีเกลียว (UTP) สำหรับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จำนวน 50 จุด มีคุณสมบัติขั้นต่ำอย่างน้อยดังต่อไปนี้
- 2.14.1. สายสัญญาณที่ใช้ในการติดตั้งเป็นแบบ UTP มาตรฐานไม่ต่ำกว่า CAT6
  - 2.14.2. สำหรับการติดตั้งภายนอกอาคารจะต้องใช้สาย Black Outdoor Double Jacket UTP CAT5E หรือดีกว่า
  - 2.14.3. สำหรับการติดตั้งภายในอาคารจะต้องติดตั้งสาย UTP ภายในท่อ PVC หรือ EMT โดยติดตั้งอย่างมั่นคงแข็งแรง
  - 2.14.4. สายนำสัญญาณทุกเส้นต้องติดตั้งเป็นเส้นเดียวกันตั้งแต่ต้นทางไปจนถึงปลายโดยไม่มีจุดต่อของสาย
  - 2.14.5. สายนำสัญญาณทองแดงตีเกลียวทุกเส้นต้องมีรายงานผลการทดสอบสายด้วยเครื่องมือที่ออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับการทดสอบสายนำสัญญาณ
  - 2.14.6. ได้มาตรฐานตาม UL และ EIA/TIA-568
  - 2.14.7. ตำแหน่งการเดินสาย UTP เป็นไปตามที่ มหาวิทยาลัยฯ กำหนด
  - 2.14.8. สาย และอุปกรณ์เสริม (Accessories) ต่าง ๆ ต้องมีมาตรฐาน และเป็นของผู้ผลิตภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกัน
  - 2.14.9. สายสัญญาณ UTP ที่อนุญาตให้ติดตั้ง และนำเสนอ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้า COMMSCOPE, PANDUIT หรือ BELDEN
- 2.15. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) สำหรับระบบเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน (Virtualization) จำนวน 2 เครื่อง มีคุณสมบัติขั้นต่ำอย่างน้อยดังต่อไปนี้
- 2.15.1. เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) แบบติดตั้งบน Rack โดยเฉพาะ ที่มีความสูงไม่เกิน 2U ตามมาตรฐาน EIA พร้อมรางเลื่อน

- 2.15.2. มีหน่วยประมวลผลกลางชนิด Intel Xeon Gold 16-Core หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย โดยแต่ละหน่วยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาไม่ต่ำกว่า 2.3 GHz
- 2.15.3. ใช้สถาปัตยกรรมแบบ Intel C621 Chipset หรือดีกว่า
- 2.15.4. มีหน่วยความจำหลักขนาดไม่น้อยกว่า 128 GB แบบ DDR4 RDIMM หรือ LRDIMM หรือดีกว่า โดยรองรับการขยายได้รวมสูงสุดไม่น้อยกว่า 3 TB และมีเทคโนโลยีตรวจสอบ Memory
- 2.15.5. มี Driver, Firmware และ Software Management Tools มาพร้อมกับตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยทำการติดตั้งบน NAND Storage ที่อยู่บนเมนบอร์ดจากโรงงาน เพื่อความสะดวกในการเรียกใช้งาน Driver
- 2.15.6. มี I/O Expansion Slot แบบ PCI-e หรือดีกว่า จำนวนอย่างน้อย 3 ช่อง และรองรับการขยายเพิ่มเติมได้อีกไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 2.15.7. มี Network Interface แบบ Gigabit Ethernet หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ช่อง และรองรับการเพิ่ม Port ได้อีกในภายหลังโดยไม่เบียดพื้นที่บน PCI Slot
- 2.15.8. มี Network Interface แบบ 10 Gigabit Ethernet SFP+ หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง พร้อม Transceiver 10GBase-LR SFP+ จำนวน 2 หน่วย
- 2.15.9. มี Fiber Channel Interface ที่สามารถรับส่งข้อมูลได้ไม่น้อยกว่า 16 Gbps จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 2.15.10. มีช่องสำหรับใส่หน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ Disk ขนาด 2.5 นิ้ว ไม่ต่ำกว่า 8 หน่วย รองรับ การขยายได้รวมไม่ต่ำกว่า 30 หน่วย และรองรับ Drive แบบ SAS หรือ SATA หรือ SSD ได้เป็น อย่างน้อย
- 2.15.11. มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลชนิด SSD หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย โดยแต่ละหน่วย จะต้องมีความจุก่อนการใช้งาน (Raw Capacity) ไม่น้อยกว่า 480 GB และรองรับการถอดเปลี่ยน แบบ Hot-plug หรือ Hot-swap ได้
- 2.15.12. มีระบบควบคุมการจัดเก็บข้อมูล (Controller) แบบ SAS / SATA หรือดีกว่า รองรับ การทำ RAID 0, 1, 5 และ 10 ได้เป็นอย่างน้อย โดยมีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 2GB และมี Software ที่รองรับการทำ Disk Encryption
- 2.15.13. มี Optical Drive แบบ DVD-ROM หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย
- 2.15.14. มี Power Supply ที่สามารถรองรับการทำงานตามสเปค และเพียงพอต่อการใช้งาน จำนวน 2 หน่วย และรองรับการถอดเปลี่ยนแบบ Hot Plug หรือ Hot Swap ได้

- 2.15.15. มีพอร์ตเชื่อมต่ออุปกรณ์ ประกอบด้วย USB 3.0 ไม่น้อยกว่า 5 Ports และ Micro SD ไม่น้อยกว่า 1 Port เป็นอย่างน้อย
- 2.15.16. มี Remote Management Port อย่างน้อย 1 พอร์ต เพื่อช่วยในการจัดการกับ Server จากระยะไกล ผ่าน Web Base Application ( Remote ) สามารถสั่ง Power ON, Power OFF, Restart เครื่อง Server และตั้งค่าใน Bios ได้ และสามารถทำ Virtual KVM Remote Graphical Console, Virtual Power Button Control, Virtual Media และ Virtual Folder ได้ รองรับการสั่งงานระยะไกล (Remote) ผ่าน Smart Phone หรือ Tablet ด้วย Mobile Application ที่ได้รับการออกแบบมาโดยเฉพาะจากผู้ผลิตทั้งบน Android หรือ iOS ได้เป็นอย่างน้อย
- 2.15.17. ระบบบริหารจัดการเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย มีมาตรฐาน UEFI และ Embedded UEFI Shell ที่รองรับการทำงานแบบ Secure Boot และสามารถทำงานร่วมกับ REST API หรือ RESTful API ได้
- 2.15.18. มี Function ให้เลือกเพื่อปรับการทำงานของเครื่องให้ตรงกับลักษณะงาน
- 2.15.19. มี Software ช่วยในการจัดการกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ของ Server ได้แบบ Web Base Application โดยสามารถใช้งานผ่าน Web Browser ได้ สามารถบอกสถานะของอุปกรณ์ และแจ้งเตือนสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ผ่านทาง SNMP และ E-mail ได้
- 2.15.20. รองรับการทำงานร่วมกับ Windows Server 2019, Windows Server 2016, Windows Server 2012R2, Red Hat Enterprise Linux, SUSE Linux Enterprise Server หรือ VMware ได้เป็นอย่างน้อย
- 2.15.21. สามารถตรวจสอบสถานะของเครื่อง แจ้งซ่อมโดยอัตโนมัติผ่าน Cloud Service ที่ทางผู้ผลิตจัดหาไว้ให้
- 2.15.22. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่เสนอมา ได้รับการรับรองตามมาตรฐานอย่างน้อย ดังนี้
- 2.15.22.1. มาตรฐานการผลิต/บริการตาม ISO 9000 Series
  - 2.15.22.2. มาตรฐานระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO 14000 Series
  - 2.15.22.3. มาตรฐานการแพร่กระจายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตาม FCC หรือ EN หรือ VCCI หรือ CE
  - 2.15.22.4. มาตรฐานความปลอดภัยด้านไฟฟ้าตาม UL หรือ EN หรือ TUV หรือ CSA หรือ IEC
  - 2.15.22.5. มาตรฐานการประหยัดพลังงานตาม Energy Star หรือ ASHRAE A3/A4
- 2.15.23. ต้องมีการรับประกันสินค้าจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และ ไลเซนส์ (ถ้ามี) ของอุปกรณ์ที่เสนอเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี โดยเมื่อหมดการรับประกันแล้ว ระบบ

ทั้งหมดจะต้องยังคงใช้งานต่อไปได้ตามปกติ (แม้ไม่ได้รับการอัปเดต) จนกว่าอุปกรณ์จะชำรุดไม่สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องซื้อลิขสิทธิ์ หรือต่อสัญญาประกันใด ๆ เพิ่มเติม

2.15.24. อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และอยู่ในสายการผลิต ไม่เป็นอุปกรณ์ที่นำมาปรับปรุงสภาพใหม่ หรือแปรสภาพ (Reconditioned หรือ Refurbished) และมีสาขาของผู้ผลิตโดยตรงอยู่ในประเทศไทยเพื่อให้การสนับสนุนด้านเทคนิค และสนับสนุนบริการหลังการขายแก่ลูกค้าในประเทศไทย

2.16. อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลภายนอก (External Storage) สำหรับงานระบบเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน (Virtualization) จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติขั้นต่ำอย่างน้อยดังต่อไปนี้

2.16.1. เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็น External Storage ซึ่งสามารถเชื่อมต่อได้ทั้งแบบ DAS และ SAN ได้

2.16.2. มี Dual Controller แบบ FC โดยมี Cache ขนาดอย่างน้อย 16 GB

2.16.3. มี SSD Read Cache ไม่น้อยกว่า 1.6 TB และเพิ่มขยายได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 8 TB

2.16.4. มีระบบการป้องกันข้อมูลใน Cache โดยใช้หลักการ Battery-Free Cache Backup โดยใช้งานร่วมกับ Flash Memory หรือวิธีอื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่า

2.16.5. มี Host Interface ชนิด 16 Gbps Fiber Channel จำนวนไม่น้อยกว่า 8 port และรองรับการปรับเปลี่ยน Interface เป็น 1Gb iSCSI, 10 Gb iSCSI และ 8 Gb FC ได้เป็นอย่างน้อย

2.16.6. มี Hard Disk แบบ SFF 2.5-in ที่ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 900 GB 15k RPM จำนวนไม่น้อยกว่า 6 ลูก

2.16.7. มี SSD แบบ 2.5-in ที่มีความจุไม่น้อยกว่า 800 GB จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ลูก

2.16.8. สามารถติดตั้ง Hard Disk ชนิด SAS และ SSD ใน Disk Enclosure เดียวกันได้ และจัดการภายใต้ Controller เดียวกันได้

2.16.9. สามารถทำ SSD Cache เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้กับระบบ

- 2.16.10. รองรับการทำให้ Storage Tier ได้ไม่น้อยกว่า 3 Tier ได้แก่ SSD Tier, SAS Tier and Archiving Teier ปรับย้ายข้อมูลให้เหมาะสมตามการใช้งานร่วมกับดีสก์ต่างประเภทกันได้แบบอัตโนมัติ
- 2.16.11. สามารถทำ Quality of Service ได้
- 2.16.12. รองรับการใส่ Hard Disk Drive เพื่อขยายขนาดความจุของหน่วยจัดเก็บข้อมูลได้รวมไม่น้อยกว่า 192 หน่วยในกรณีที่ เป็น Hard Disk ขนาด 2.5 นิ้ว หรือ 96 หน่วยในกรณีที่ เป็น Hard Disk ขนาด 3.5 นิ้ว
- 2.16.13. สามารถทำการปกป้องข้อมูลโดยสามารถทำ RAID 1, 5, 6 และ 10 ได้
- 2.16.14. สามารถการเชื่อมต่อกับ Host Server ได้ไม่น้อยกว่า 512 เครื่องโดยไม่เสนอลิขสิทธิ์ License เพิ่มเติม
- 2.16.15. สามารถทำ Thin Provisioning โดยจะต้องเพิ่ม หรือลด (Space Reclaimed) เนื้อที่ของ Thin Provisioning ได้พร้อมลิขสิทธิ์การใช้งานแบบไม่จำกัดพื้นที่
- 2.16.16. สามารถทำงานแบบ Wide Striping โดยทำการกระจายข้อมูล (Striping) ไปอยู่ใน Disk ทุกก้อน รวมถึงสามารถทำการ Balance เนื้อที่ระหว่าง Disk ได้อัตโนมัติ
- 2.16.17. สามารถสร้าง Logical Drive ได้สูงสุด 512 LUN และรองรับการสร้าง LUN ขนาด 128TB ได้
- 2.16.18. สามารถทำ Multi-pathing ได้โดยไม่ต้องนำเสนอลิขสิทธิ์เพิ่มเติม
- 2.16.19. สามารถทำ Snapshot ได้ไม่น้อยกว่า 512 ชุด และมีความสามารถในการทำ Clone Volume ได้
- 2.16.20. สามารถทำ Data Replication ระหว่าง Site ได้ และรองรับการทำ Storage Replication และใช้งานร่วมกับ VMware Site Recovery Manager (SRM)
- 2.16.21. สามารถทำงานร่วมกับ VMware vStorage API for Array Integration (VAAI) เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของ Storage ได้แก่ Full Copy or Hardware Assisted, Block Zeroing or Hardware Assisted Zeroing, Hardware Assisted Locking or Atomic Test and Set (ATS) ได้เป็นอย่างดี
- 2.16.22. Controller, I/O Module, Power Supply และ Cooling Fan รองรับการดำเนินงานแบบ Redundant และสามารถถอดเปลี่ยนได้แบบ Hot Plug หรือ Hot Swap

- 2.16.23. สามารถรองรับระบบปฏิบัติการ เช่น MS Windows, Linux, VMware, Hyper-V และ HP-UX, ได้เป็นอย่างดี
- 2.16.24. มีสาย Fiber Optic Path Cord MM OM4 ความยาว 1 เมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 4 เส้น หรือดีกว่า
- 2.16.25. ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) สำหรับระบบเครื่องคอมพิวเตอร์เสมือน (Virtualization) เพื่อการทำงานที่สมบูรณ์
- 2.16.26. ต้องมีการรับประกันสินค้าจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และ ไคลเอนส์ (ถ้ามี) ของอุปกรณ์ที่เสนอเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี โดยเมื่อหมดการรับประกันแล้ว ระบบทั้งหมดจะต้องยังคงใช้งานต่อไปได้ตามปกติ (แม้ไม่ได้รับการอัปเดต) จนกว่าอุปกรณ์จะชำรุดไม่สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องซื้อสิทธิ์ หรือต่อสัญญาประกันใด ๆ เพิ่มเติม
- 2.16.27. อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และอยู่ในสายการผลิต ไม่เป็นอุปกรณ์ที่นำมาปรับปรุงสภาพใหม่ หรือแปรสภาพ (Reconditioned หรือ Refurbished) และมีสาขาของผู้ผลิตโดยตรงอยู่ในประเทศไทยเพื่อให้การสนับสนุนด้านเทคนิค และสนับสนุนบริการหลังการขายแก่ลูกค้าในประเทศไทย
- 2.17. อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลชนิด NAS (Network Attached Storage) สำหรับงานสำรองข้อมูลระบบคอมพิวเตอร์เสมือน (Virtualization Backup) จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติขั้นต่ำอย่างน้อยดังต่อไปนี้
- 2.17.1. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ชนิด Intel Atom 4-Core และมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาไม่น้อยกว่า (CPU Frequency) 2.1 GHz. จำนวน 1 หน่วย หรือดีกว่า
- 2.17.2. มี Hardware Encryption Engine ชนิด AES-NI หรือดีกว่า
- 2.17.3. มีหน่วยความจำหลัก (System Memory) ไม่น้อยกว่า 6 GB ชนิด DDR4 หรือดีกว่า
- 2.17.4. มีช่องใส่หน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Disk) ไม่น้อยกว่า 4 Bays รองรับหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Disk) ขนาด 2.5" และ 3.5" ชนิด SATA HDD และขนาด 2.5" SATA SSD แบบ Hot Swappable

- 2.17.5. รองรับอุปกรณ์ต่อขยาย (Expansion Unit) สำหรับต่อขยายหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Disk) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หน่วย และมีช่องสำหรับใส่หน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Disk) ไม่น้อยกว่า 4 Bays โดยรองรับหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Disk) ขนาด 2.5" และ 3.5" ชนิด SATA HDD และ ขนาด 2.5" SATA SSD แบบ Hot Swappable
- 2.17.6. มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Disk) ชนิด SATA III 7200 RPM ขนาด 3.5" ที่มีความจุก่อนการใช้งาน (Raw Capacity) 6 TB จำนวนไม่น้อยกว่า 4 หน่วย หรือดีกว่า
- 2.17.7. มี USB 3.0 ไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต หรือดีกว่า
- 2.17.8. มี Network Interface Port ความเร็ว 1 GbE ชนิด RJ-45 จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต และสามารถทำ Link Aggregation หรือ Failover Support ได้
- 2.17.9. มี Network Interface Port ความเร็ว 10 GbE ชนิด RJ-45 จำนวนไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต หรือดีกว่า
- 2.17.10. รองรับการทำ RAID 1, 5, 6 และ 10 ได้เป็นอย่างน้อย
- 2.17.11. รองรับการทำ SSD Read/Write Cache, SSD TRIM และทำ RAID Group ได้
- 2.17.12. ตัวอุปกรณ์มีหน่วยจ่ายพลังงาน (Power Supply) จำนวน 2 หน่วย แบบ Redundant Power Supply
- 2.17.13. ตัวอุปกรณ์ถูกออกแบบให้สามารถติดตั้งในตู้ Rack ขนาด 19 นิ้ว มาตรฐานได้ โดยมีอุปกรณ์ติดตั้งใน Rack (ขาาราง) มาให้พร้อม
- 2.17.14. มีระบบปฏิบัติการ (OS) ติดตั้งมาให้พร้อมตัวเครื่อง และมีลิขสิทธิ์ถูกต้อง
- 2.17.15. รองรับการใช้งานร่วมกับ Active Directory (AD) หรือ LDAP ได้เป็นอย่างน้อย
- 2.17.16. ตัวอุปกรณ์รองรับระบบ File System ชนิด EXT4, EXT3, FAT, NTFS, HFS+ และ exFAT ได้เป็นอย่างน้อย
- 2.17.17. ตัวอุปกรณ์รองรับการสร้าง Internal Volume ไม่ต่ำกว่า 64 Volume, รองรับการสร้าง iSCSI Target ไม่ต่ำกว่า 128 Target และรองรับการสร้าง iSCSI LUN ไม่ต่ำกว่า 256 LUN
- 2.17.18. ตัวอุปกรณ์รองรับ File Protocol ชนิด SMB, AFP, NFS และ FTP ได้เป็นอย่างน้อย และรองรับ Concurrent สูงสุดไม่น้อยกว่า 500 Connections
- 2.17.19. ตัวอุปกรณ์รองรับจำนวน Local User Account ไม่ต่ำกว่า 2,048 Account, รองรับ Local Group ไม่ต่ำกว่า 256 Group และรองรับ Shared Folder ไม่ต่ำกว่า 512 Shared Folder

- 2.17.20. ตัวอุปกรณ์รองรับ Network Protocol ชนิด iSCSI, HTTP, HTTPs, SNMP, LDAP, WebDAV และ CalDAV ได้เป็นอย่างดี
  - 2.17.21. ตัวอุปกรณ์รองรับการใช้งานผ่าน Browsers Chrome, Firefox, Edge, Internet Explorer และ Safari เป็นเป็นอย่างดี
  - 2.17.22. รองรับการทำ Virtualization กับ VMware vSphere, Microsoft Hyper-V, Citrix และ OpenStack เป็นเป็นอย่างดี
  - 2.17.23. ต้องมีการรับประกันสินค้าจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และไลเซนส์ (ถ้ามี) ของอุปกรณ์ที่เสนอเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี โดยเมื่อหมดการรับประกันแล้ว ระบบทั้งหมดจะต้องยังคงใช้งานต่อไปได้ตามปกติ (แม้ไม่ได้รับการอัปเดต) จนกว่าอุปกรณ์จะชำรุดไม่สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องซื้อลิขสิทธิ์ หรือต่อสัญญาประกันใด ๆ เพิ่มเติม
  - 2.17.24. อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และอยู่ในสายการผลิต ไม่เป็นอุปกรณ์ที่นำมาปรับปรุงสภาพใหม่ หรือแปรสภาพ (Reconditioned หรือ Refurbished)
- 2.18. อุปกรณ์เสมือน (Virtual Appliance) สำหรับบริหารจัดการ DHCP, DNS และ IP Address Management จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติขั้นต่ำอย่างน้อยดังต่อไปนี้
- 2.18.1. เป็นระบบแบบ Virtual Appliance ที่ออกแบบมาสำหรับบริหารจัดการระบบ DNS และ DHCP และ IP Address Management โดยเฉพาะ
  - 2.18.2. สามารถจัดการ/ให้บริการระบบ DNS, DNSSEC, DHCP, NTP, TFTP และ IP Address Management ได้เป็นอย่างดี
  - 2.18.3. ต้องถูกทำการปิด Service ที่ไม่จำเป็นต่อระบบมาจากโรงงานผู้ผลิต (Hardened Appliances and Operating Systems) และต้องไม่อนุญาตให้เข้าถึงระบบปฏิบัติการด้วยการ Login เป็น Root
  - 2.18.4. สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ในรูปแบบ Graphical User Interface (GUI) ผ่าน Browsers ได้
  - 2.18.5. ระบบที่เสนอสามารถรองรับ DNS Query ได้ไม่น้อยกว่า 22,500 Queries per Second และรองรับ DHCP Lease ได้ไม่น้อยกว่า 150 Lease per Second

- 2.18.6. ระบบที่เสนอมีความสามารถในการระบุถึงข้อมูลของอุปกรณ์ เช่น Operating System และ Device Type ได้เป็นอย่างดี
- 2.18.7. ระบบที่เสนอมีความสามารถในการทำ IPv6 DNS (AAAA Records) และ DNS64 ได้
- 2.18.8. ระบบที่เสนอรองรับการบริหารจัดการจากศูนย์กลาง (Centralized Management) ได้ใน อนาคต
- 2.18.9. สามารถทำงานแบบ Authoritative DNS ทั้งแบบ Primary (Master) และ Secondary (Slave) ได้ โดยรองรับ Stealth Mode หรือ Hidden DNS Server เพื่อความปลอดภัยของระบบ
- 2.18.10. ระบบที่เสนอรองรับการทำให้ DNS Firewall เพื่อป้องกันมัลแวร์ในการติดต่อกับ C&C Sites และ Botnets โดยการ Block และ Redirect ได้ในอนาคต
- 2.18.11. ระบบที่เสนอต้องรองรับการป้องกันการโจมตีแบบ DNS DDoS Attacks, DNS Amplification, Floods, DNS-based Exploits, DNS Cache Poisoning และ Data Exfiltration ได้ในอนาคต หากไม่รองรับสามารถเสนออุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้สามารถทำงานได้โดย ประสิทธิภาพของระบบไม่ลดลง
- 2.18.12. สามารถใช้ TSIG Key สำหรับการทำให้ Zone Transfer เพื่อความปลอดภัยของระบบได้
- 2.18.13. ต้องมีการรับประกันสินค้าจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และ โคลเซนส์ (ถ้ามี) ของอุปกรณ์ที่เสนอเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี โดยเมื่อหมดการรับประกันแล้ว ระบบ ทั้งหมดจะต้องยังคงใช้งานต่อไปได้ตามปกติ (แม้ไม่ได้รับการอัปเดต) จนกว่าอุปกรณ์จะชำรุดไม่ สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องซื้อลิขสิทธิ์ หรือต่อสัญญาประกันใด ๆ เพิ่มเติม
- 2.18.14. อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และอยู่ในสายการผลิต ไม่เป็น อุปกรณ์ที่นำมาปรับปรุงสภาพใหม่ หรือแปรสภาพ (Reconditioned หรือ Refurbished) และมี สาขาของผู้ผลิตโดยตรงอยู่ในประเทศไทย เพื่อให้การสนับสนุนด้านเทคนิค และสนับสนุนบริการหลัง การขายแก่ลูกค้าในประเทศไทย
- 2.19. เครื่องคอมพิวเตอร์แบบ WorkStation สำหรับ VMware vSphere Client จำนวน 1 ชุด มี คุณสมบัติขั้นต่ำอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- 2.19.1. มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ Intel Core i5-9500 หรือดีกว่า ความเร็วไม่น้อยกว่า 3.0 GHz และมีหน่วยความจำ Cache ไม่น้อยกว่า 8MB หรือดีกว่า
- 2.19.2. มีแผงวงจรหลัก Intel C246 Chipset หรือดีกว่า
- 2.19.3. มีหน่วยความจำหลัก (Memory) แบบ DDR4 2666 ขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB และขยายได้รวมสูงสุดไม่น้อยกว่า 128 GB หรือดีกว่า
- 2.19.4. มีหน่วยแสดงผล (Graphic Card) ที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หน่วย
- 2.19.5. มีฮาร์ดดิสก์ (Hard Disk) ที่มีขนาดความจุก่อนการใช้งาน (Raw Capacity) ไม่ต่ำกว่า 2 TB แบบ 7200 RPM ชนิด SATA จำนวน 1 หน่วย หรือดีกว่า
- 2.19.6. มี Optical Drive ชนิด DVD-ROM จำนวน 1 หน่วย หรือดีกว่า
- 2.19.7. มีช่องเชื่อมต่อเครือข่าย (NIC) ชนิด RJ-45 แบบ 10/100/1000Mbps จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง หรือดีกว่า
- 2.19.8. มี Expansion Slots ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง โดยมี PCI Express x16 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง และแบบ M.2 ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง หรือดีกว่า
- 2.19.9. มีช่องเชื่อมต่อแบบ HDMI หรือ DisplayPort จำนวนไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต หรือดีกว่า
- 2.19.10. มีช่องเชื่อมต่อแบบ USB Type C จำนวน 1 พอร์ต หรือดีกว่า
- 2.19.11. มีช่องเชื่อมต่อ USB 3.0 ไม่น้อยกว่าจำนวน 4 พอร์ต หรือดีกว่า
- 2.19.12. มีแป้นพิมพ์ (Keyboard) แบบ USB หรือดีกว่า ซึ่งมีทั้งอักษรภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ตัวเลข และปุ่มฟังก์ชันบนแป้นพิมพ์ จำนวน 1 หน่วย หรือดีกว่า
- 2.19.13. มี Mouse แบบ USB Optical Mouse จำนวน 1 หน่วย หรือดีกว่า
- 2.19.14. พร้อมเสนอจอ (Monitor) ขนาด 24 นิ้ว จำนวน 1 จอ หรือดีกว่า
- 2.19.15. มีแหล่งจ่ายไฟฟ้าสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 300 Watts หรือดีกว่า
- 2.19.16. มีการรับประกันสินค้าจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์อย่างน้อย 3 ปี พร้อมรับประกันอุปกรณ์ทุกชิ้นส่วนแบบ Onsite Service

3. รายชื่อคณะกรรมการจัดทำรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะพัสดุ/รายละเอียดของร่างขอบเขตงานและ  
ราคากลาง

ลงชื่อ..........ประธานกรรมการ เมื่อวันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2563

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อภिरดา ธาดาเดช)

ลงชื่อ..........กรรมการ เมื่อวันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2563

(ดร.ตุลย์ ศิริกิจพุทธศักดิ์)

ลงชื่อ..........กรรมการ เมื่อวันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2563

(นายรัชชัย อติเทพสถิต)

ลงชื่อ..........กรรมการและเลขานุการ เมื่อวันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2563

(นายชวัญยืน ปานโม)