รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะพัสดุ
ชุดครุภัณฑ์การเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สาย ตำบลท่างิ้ว อำเภอเมืองนครศรีธรรมราช
จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 1 ระบบ

.....

ชุดครุภัณฑ์การเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สาย ตำบลท่างิ้ว อำเภอเมืองนครศรีธรรมราช
จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 1 ระบบ ประกอบด้วย

ลำดับ	รายการครุภัณฑ์จัดหา	จำนวน	หน่วย
1.1	อุปกรณ์ควบคุมการกระจายสัญญาณเครือข่ายหลัก (Core Switch Type 1)	1	ชุด
1.2	อุปกรณ์รวมสัญญาณแสงไฟเบอร์ออฟติกและควบคุมการกระจายสัญญาณเครือข่ายหลัก (Core Switch Type 2)	1	ชุด
1.3	อุปกรณ์แยกสัญญาณแสงไฟเบอร์ออฟติก (Fiber Spitter)	8	ตัว
1.4	อุปกรณ์ควบคุมการกระจายสัญญาณเครือข่ายรอง แบบที่ 1 (Distributed Switch 1)	2	ตัว
1.5	อุปกรณ์ควบคุมการกระจายสัญญาณเครือข่าย แบบที่ 1 (Access Switch 1)	49	ตัว
1.6	อุปกรณ์ควบคุมการกระจายสัญญาณเครือข่าย แบบที่ 2 (Access Switch 2)	11	ตัว
1.7	อุปกรณ์ควบคุมการกระจายสัญญาณเครือข่าย แบบที่ 3 (Access Switch 3)	35	ตัว
1.8	อุปกรณ์ควบคุมการกระจายสัญญาณเครือข่าย แบบที่ 4 (Access Switch 4)	1	ตัว

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

ลำดับ	รายการครุภัณฑ์จัดหา	จำนวน	หน่วย
1.9	อุปกรณ์ควบคุมการกระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย (Wireless Controller)	1	ตัว
1.10	อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย แบบที่ 1 (Wireless Access Point 1)	555	ตัว
1.11	อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย แบบที่ 2 (Wireless Access Point 2)	80	ตัว
1.12	อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย แบบที่ 3 (Wireless Access Point 3)	15	ตัว
1.13	อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย แบบที่ 4 (Wireless Access Point 4)	13	ตัว
1.14	อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย แบบที่ 5 (Wireless Access Point 5)	12	ตัว
1.15	โปรแกรมบริหารจัดการการพิสูจน์ตัวตน (Authentication Server)	1	ชุด
1.16	โปรแกรมบริหารจัดการเครือข่าย (Network Management)	1	ชุด
1.17	ตู้เก็บอุปกรณ์ขนาด 19 นิ้ว (19" RACK) ขนาด 15 U	2	ตัว
1.18	ตู้เก็บอุปกรณ์ขนาด 19 นิ้ว (19" RACK) ขนาด 12 U	29	ตัว

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

รายละเอียดและคุณลักษณะของอุปกรณ์

1.1 **อุปกรณ์ควบคุมการกระจายสัญญาณเครือข่ายหลัก (Core Switch Type 1)**

1.1.1 เป็นอุปกรณ์กระจายสัญญาณที่มีการออกแบบสถาปัตยกรรมในลักษณะ Chassis Switch โดยรองรับการติดตั้ง Line card ได้ไม่น้อยกว่า 8 Slots

1.1.2 มี Redundant Supervisor Module แบบ Hot Swapping หรือเทียบเท่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด

1.1.3 มี Redundant Switch Fabric Module แบบ Hot Swapping หรือเทียบเท่า โดยให้เสนอให้มี Performance Switching Capacity และ Forwarding rate เพียงพอต่อความต้องการต้องการของระบบแบบ Non-Blocking

1.1.4 มี Redundant AC Power Supply ขนาดไม่น้อยกว่า 1,600w แบบ Hot Swapping จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ชุด

1.1.5 มีพอร์ตแบบ 40/100GE QSFP28 จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 12 พอร์ต โดยให้เสนอ Transceiver ชนิดที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกัน ที่มีความเร็วไม่น้อยกว่า 40Gbps จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว หรือให้เพียงพอต่อการเชื่อมต่อของระบบ

1.1.6 มีพอร์ตแบบ 1/10GE SFP+ จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 60 พอร์ต โดยให้เสนอ Transceiver ชนิด ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกัน ที่มีความเร็วไม่น้อยกว่า 10Gbps จำนวนไม่น้อยกว่า 82 ตัว หรือให้เพียงพอต่อการเชื่อมต่อของระบบ

1.1.7 มีพอร์ตแบบ 1GE SFP จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 8 พอร์ต

1.1.8 มีพอร์ตแบบ 1GE Base-T จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต

1.1.9 รองรับการขยาย Switching Capability รวมไม่น้อยกว่า 19.2 Tbps และมี Forwarding rate รวมไม่น้อยกว่า 14,200 Mpps

1.1.10 รองรับการทำงานร่วมกับ Switch รุ่นเดียวกันด้วย Device Virtualization Technology หรือเทียบเท่าได้

1.1.11 สามารถรองรับ MAC Address จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 600,800 Address

1.1.12 สามารถรองรับ IPv4/IPv6 Unicast Routes จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 764,000 Routes

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

1.1.13 สามารถรองรับการใช้งาน IP Network Technology ดังต่อไปนี้ได้เป็นอย่างน้อย แบบ Static, RIP, RIPng, OSPFv2, OSPFv3, GR, IS-ISv4, IS-ISv6, BGP4, BGP4+, VRF, PBR, MPLS และ VXLAN ได้เป็นอย่างน้อย

1.1.14 สนับสนุนการทำงานแบบ Virtual LAN (VLAN) ตามมาตรฐาน IEEE 802.1Q และ STP, RSTP, MSTP ได้เป็นอย่างน้อย

1.1.15 สามารถรองรับระบบความปลอดภัยได้อย่างน้อยดังนี้

1.1.15.1 IEEE 802.1x, Radius และ Web Authentication หรือ เทียบเท่า สำหรับผู้ใช้งานระบบเครือข่าย

1.1.15.2 มีระบบป้องกันภัยคุกคามจากการเชื่อมต่อพอร์ตบนอุปกรณ์ที่ไม่ได้รับอนุญาต (Port Security) หรือ เทียบเท่า

1.1.15.3 มีระบบป้องกันการโจมตีด้วยการปลอมแปลง IP/Mac Address ที่ไม่น่าเชื่อถือ (IP Source Guard) หรือเทียบเท่า

1.1.15.4 มีระบบป้องกันการโจมตีที่ออกแบบมาเพื่อรักษาความปลอดภัยในการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU Protect) หรือเทียบเท่า

1.1.15.5 มีระบบป้องกันการโจมตีที่ออกแบบมาเพื่อรักษาความปลอดภัยในการสื่อสารข้อมูลภายในอุปกรณ์ (Network Protect) หรือเทียบเท่า

1.1.16 สามารถรองรับการบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทาง CLI, Telnet, SSH, SNMP, sFlow หรือ ชื่อเทคโนโลยี Flow อื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่า, OpenFlow หรือ RESTful API หรือชื่อเทคโนโลยีอื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่า, NETCONF, Web UI

1.1.17 สามารถรองรับระบบ Network Management ชนิด On Cloud หรือ On premise ที่มี AI Technology, Big Data, Digital Twin Network หรือ เทียบเท่า, Network Optimization หรือเทียบเท่า เพื่อการวิเคราะห์ปัญหาการใช้งานเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีการติดตั้งระบบ Network Management พร้อมลิขสิทธิ์ในการบริหารจัดการอุปกรณ์ตามจำนวนระยะเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี

1.1.18 สามารถทำงานใน Mode Software Defined Network (SDN) ได้

1.1.19 อุปกรณ์สามารถทำงานตามสภาวะแวดล้อมที่อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 0 ถึง 45 องศาเซลเซียส หรือดีกว่าได้

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

1.1.20 อุปกรณ์ที่เสนอต้องมีการรับประกัน 3 ปีจากบริษัทผู้ผลิต

1.2 อุปกรณ์รวมสัญญาณแสงไฟเบอร์ออฟติกและควบคุมการกระจายสัญญาณเครือข่ายหลัก (Core Switch Type 2)

1.2.1 เป็นอุปกรณ์กระจายสัญญาณที่มีการออกแบบสถาปัตยกรรมในลักษณะ Modular Switch

1.2.2 มี Redundant AC Power Supply แบบ Hot Swapping จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด

1.2.3 มี Switching Capability รวมไม่น้อยกว่า 960 Gbps และมี Forwarding rate รวมไม่น้อยกว่า 710 Mpps

1.2.4 รองรับการทำงานร่วมกับ Switch รุ่นเดียวกันด้วย Device Virtualization Technology หรือเทียบเท่าได้

1.2.5 มีพอร์ตแบบ 40/100GE QSFP28 จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต โดยให้เสนอ Transceiver ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกัน ที่มีความเร็วไม่น้อยกว่า 100Gbps จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว หรือให้เพียงพอต่อการเชื่อมต่อของระบบ

1.2.6 รองรับการขยายการเชื่อมต่อแบบ 10GE จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 640GE โดยให้เสนอ Module Ethernet หรือ CWDM ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันให้เพียงพอต่อการเชื่อมต่อของระบบ โดยจำนวนต้องตรงตามแบบแปลนรายงานที่บริษัทได้เข้ามาสำรวจและเสนอต่อมหาวิทยาลัย (ตามเอกสารคุณสมบัติของผู้เสนอราคา ข้อที่ 3.19.2)

1.2.7 สามารถรองรับ MAC Address จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 128,000 Address

1.2.8 สามารถรองรับ IPv4/IPv6 Unicast Routes จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 350,000 Routes

1.2.9 สามารถรองรับการใช้งาน IP Network Technology ดังต่อไปนี้ได้เป็นอย่างน้อย แบบ Static, RIP, RIPng, OSPFv2, OSPFv3, GR, IS-ISv4, IS-ISv6, BGP4, BGP4+, VRF, PBR, MPLS และ VXLAN ได้เป็นอย่างน้อย

1.2.10 สนับสนุนการทำงานแบบ Virtual LAN (VLAN) ตามมาตรฐาน IEEE 802.1Q และ STP, RSTP, MSTP ได้เป็นอย่างน้อย

1.2.11 สามารถรองรับระบบความปลอดภัยได้อย่างน้อยดังนี้

1.2.11.1 IEEE 802.1x, Radius และ Web Authentication หรือ เทียบเท่า สำหรับผู้ใช้งานระบบเครือข่าย

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

1.2.11.2 มีระบบป้องกันภัยคุกคามจากการเชื่อมต่อพอร์ตบนอุปกรณ์ที่ไม่ได้รับอนุญาต (Port Security) หรือ เทียบเท่า

1.2.11.3 มีระบบป้องกันการโจมตีด้วยการปลอมแปลง IP/Mac Address ที่ไม่น่าเชื่อถือ (IP Source Guard) หรือเทียบเท่า

1.2.11.4 มีระบบป้องกันการโจมตีที่ออกแบบมาเพื่อรักษาความปลอดภัยในการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU Protect) หรือเทียบเท่า

1.2.11.5 มีระบบป้องกันการโจมตีที่ออกแบบมาเพื่อรักษาความปลอดภัยในการสื่อสารข้อมูลภายในอุปกรณ์ (Network Protect) หรือเทียบเท่า

1.2.12 สามารถรองรับการบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทาง CLI, Telnet, SSH, SNMP, sFlow หรือ ชื่อเทคโนโลยี Flow อื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่า, OpenFlow หรือ RESTful API หรือชื่อเทคโนโลยีอื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่า, NETCONF, Web UI

1.2.13 สามารถรองรับระบบ Network Management ชนิด On Cloud หรือ On premise ที่มี AI Technology, Big Data, Digital Twin Network หรือ เทียบเท่า , Network Optimization หรือเทียบเท่า เพื่อการวิเคราะห์ปัญหาการใช้งานเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีการติดตั้งระบบ Network Management พร้อมลิขสิทธิ์ในการบริหารจัดการอุปกรณ์ตามจำนวนระยะเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี

1.2.14 สามารถทำงานใน Mode Software Defined Network (SDN) ได้

1.2.15 อุปกรณ์สามารถทำงานตามสภาวะแวดล้อมที่อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 0 ถึง 45 องศาเซลเซียส หรือดีกว่าได้

1.2.16 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายหลัก (Core Switch Type 1) ที่เสนอเพื่อการทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.2.17 อุปกรณ์ที่เสนอต้องมีการรับประกัน 3 ปีจากบริษัทผู้ผลิต

1.3 **อุปกรณ์แยกสัญญาณแสงไฟเบอร์ออฟติก (Fiber Spitter)**

1.3.1 เป็นอุปกรณ์กระจายสัญญาณที่มีการออกแบบสถาปัตยกรรมในลักษณะ Ethernet All Optical Modular หรือ Ethernet Switch Layer 3 แบบ Modular

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

1.3.2 มีพอร์ต Downlink เพื่อเชื่อมต่อกับ Access Switch แบบ 10 Gbps Optical Fiber หรือ SFP+ จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 8 พอร์ต โดยที่รองรับการเพิ่มพอร์ตได้ในอนาคตสูงสุดรวมไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต

1.3.3 มีพอร์ต Dual Uplink เพื่อเชื่อมต่อกับ Core Switch แบบ 80 Gbps Optical Fiber หรือ QSFP+/QSFP28 จำนวนไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต โดยที่รองรับการเพิ่มพอร์ตได้ในอนาคตสูงสุดรวมไม่น้อยกว่า 6 พอร์ต

1.3.4 อุปกรณ์สามารถทำงานตามสภาวะแวดล้อมที่อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 0 ถึง 45 องศาเซลเซียส หรือดีกว่าได้

1.3.5 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายหลัก (Core Switch Type 1) ที่เสนอเพื่อการทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.3.6 อุปกรณ์ที่เสนอต้องมีการรับประกัน 3 ปีจากบริษัทผู้ผลิต

1.4 **อุปกรณ์ควบคุมการกระจายสัญญาณเครือข่ายรอง แบบที่ 1 (Distributed Switch 1)**

1.4.1 เป็นอุปกรณ์กระจายสัญญาณที่สามารถทำงานได้ในระดับ Layer 3 ตาม OSI Model

1.4.2 มี Redundant AC Power Supply แบบ Hot Swapping จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด

1.4.3 มี Switching Capability รวมไม่น้อยกว่า 760 Gbps และมี Forwarding rate รวมไม่น้อยกว่า 570 Mpps

1.4.4 รองรับการทำงานร่วมกับ Switch รุ่นเดียวกันด้วย Device Virtualization Technology หรือเทียบเท่าได้

1.4.5 มีพอร์ตแบบ 1/10GE SFP+ หรือ 1/2.5/10GE SFP+ หรือ ดีกว่า จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 20 พอร์ต

1.4.6 มีพอร์ตแบบ 10/25GE SFP28 จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต

1.4.7 มีพอร์ตแบบ 40GE QSFP+ จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต

1.4.8 สามารถรองรับ MAC Address จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 32,000 Address

1.4.9 สามารถรองรับ IPv4/IPv6 Unicast Routes จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 16,000 Routes

1.4.10 สามารถรองรับการใช้งาน IP Network Technology ดังต่อไปนี้ได้เป็นอย่างน้อย แบบ Static, RIP, RIPng, OSPFv2, OSPFv3, GR, IS-ISv4, IS-ISv6, BGP4, BGP4+, MP-BGP, ECMP, VRF และ PBR ได้เป็นอย่างน้อย

1.4.11 สนับสนุนการทำงานแบบ Virtual LAN (VLAN) ตามมาตรฐาน IEEE 802.1Q และ STP, RSTP, MSTP ได้เป็นอย่างน้อย

1.4.12 สามารถรองรับระบบความปลอดภัยได้อย่างน้อยดังนี้

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

1.4.12.1 IEEE 802.1x, Radius และ Web Authentication หรือ เทียบเท่า สำหรับผู้ใช้งานระบบเครือข่าย

1.4.12.2 มีระบบป้องกันภัยคุกคามจากการเชื่อมต่อพอร์ตบนอุปกรณ์ที่ไม่ได้รับอนุญาต (Port Security) หรือ เทียบเท่า

1.4.12.3 มีระบบป้องกันการโจมตีด้วยการปลอมแปลง IP/Mac Address ที่ไม่น่าเชื่อถือ (IP Source Guard) หรือเทียบเท่า

1.4.12.4 มีระบบป้องกันการโจมตีที่ออกแบบมาเพื่อรักษาความปลอดภัยในการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU Protect) หรือเทียบเท่า

1.4.12.5 มีระบบป้องกันการโจมตีที่ออกแบบมาเพื่อรักษาความปลอดภัยในการสื่อสารข้อมูลภายในอุปกรณ์ (Network Protect) หรือเทียบเท่า

1.4.12.6 มีระบบป้องกันการจัดตั้งค่าผิดพลาดหรือระบบทำงานผิดพลาดเพื่อป้องกันไม่ให้เกิด Broadcast traffic จำนวนมากในอุปกรณ์ (Broadcast storm suppression)

1.4.12.7 มีระบบตรวจสอบและกรอง Mac address ที่ไม่ถูกต้อง เพื่อใช้ระบุอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Filtering of invalid MAC addresses) หรือเทียบเท่า

1.4.12.8 มีระบบป้องกันการเกิดวนซ้ำ (Loop) และไม่ให้อุปกรณ์ที่ไม่ได้รับอนุญาตเข้าร่วม ด้วยโปรโตคอล BPDU เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลและสร้าง Topology เครือข่าย (BPDU Protect หรือ BPDU Guard)

1.4.13 สามารถรองรับการบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทาง CLI, Telnet, SSH, SNMP, sFlow หรือ ชื่อเทคโนโลยี Flow อื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่า, OpenFlow หรือ RESTful API หรือชื่อเทคโนโลยีอื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่า, NETCONF, Web UI

1.4.14 สามารถรองรับระบบ Network Management ชนิด On Cloud หรือ On premise ที่มี AI Technology, Big Data, Digital Twin Network หรือ เทียบเท่า , Network Optimization หรือเทียบเท่า เพื่อการวิเคราะห์ปัญหาการใช้งานเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีการติดตั้งระบบ Network Management พร้อมลิขสิทธิ์ในการบริหารจัดการอุปกรณ์ตามจำนวนระยะเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี

1.4.15 สามารถทำงานใน Mode Software Defined Network (SDN) ได้

1.4.16 อุปกรณ์สามารถทำงานตามสภาวะแวดล้อมที่อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 0 ถึง 45 องศาเซลเซียส หรือดีกว่าได้

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

1.4.17 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายหลัก (Core Switch Type 1) ที่เสนอเพื่อการทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.4.18 อุปกรณ์ที่เสนอต้องมีการรับประกัน 3 ปีจากบริษัทผู้ผลิต

1.5 **อุปกรณ์ควบคุมการกระจายสัญญาณเครือข่าย แบบที่ 1 (Access Switch 1)**

1.5.1 เป็นอุปกรณ์กระจายสัญญาณที่สามารถทำงานได้ในระดับ Layer 3 ตาม OSI Model

1.5.2 มี Switching Capability รวมไม่น้อยกว่า 440 Gbps และมี Forwarding rate รวมไม่น้อยกว่า 320 Mpps

1.5.3 รองรับการทำงานร่วมกับ Switch รุ่นเดียวกันด้วย Device Virtualization Technology หรือเทียบเท่าได้

1.5.4 มีพอร์ตแบบ 100/1000/2500/5000M Base-T จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต โดยสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ตามมาตราฐาน POE, POE+, POE++ (สูงสุดที่ 90w ต่อ 1 พอร์ต) รวมไม่น้อยกว่า 370w

1.5.5 มีพอร์ตแบบ 10/25GE SFP28 จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต

1.5.6 สามารถรองรับ MAC Address จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 32,000 Address

1.5.7 สามารถรองรับ IPv4/IPv6 Unicast Routes จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 16,000 Routes

1.5.8 สามารถรองรับการใช้งาน IP Network Technology ดังต่อไปนี้ได้เป็นอย่างน้อย แบบ Static, RIP, RIPng, OSPFv2, OSPFv3, GR, IS-ISv4, IS-ISv6, BGP4, BGP4+, ECMP, VRF และ PBR ได้เป็นอย่างน้อย

1.5.9 สนับสนุนการทำงานแบบ Virtual LAN (VLAN) ตามมาตรฐาน IEEE 802.1Q และ STP, RSTP, MSTP ได้เป็นอย่างน้อย

1.5.10 สามารถรองรับระบบความปลอดภัยได้อย่างน้อยดังนี้

1.5.10.1 IEEE 802.1x, Radius และ Web Authentication หรือ เทียบเท่า สำหรับผู้ใช้งานระบบเครือข่าย

1.5.10.2 มีระบบป้องกันภัยคุกคามจากการเชื่อมต่อพอร์ตบนอุปกรณ์ที่ไม่ได้รับอนุญาต (Port Security) หรือ เทียบเท่า

1.5.10.3 มีระบบป้องกันการโจมตีด้วยการปลอมแปลง IP/Mac Address ที่ไม่น่าเชื่อถือ (IP Source Guard) หรือเทียบเท่า

1.5.10.4 มีระบบป้องกันการโจมตีที่ออกแบบมาเพื่อรักษาความปลอดภัยในการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU Protect) หรือเทียบเท่า

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

1.5.10.5 มีระบบป้องกันการโจมตีที่ออกแบบมาเพื่อรักษาความปลอดภัยในการสื่อสารข้อมูลภายในอุปกรณ์ (Network Protect) หรือเทียบเท่า

1.5.10.6 มีระบบป้องกันการจัดตั้งค่าผิดพลาดหรือระบบทำงานผิดพลาดเพื่อป้องกันไม่ให้เกิด Broadcast traffic จำนวนมากในอุปกรณ์ (Broadcast storm suppression)

1.5.10.7 มีระบบตรวจสอบและกรอง Mac address ที่ไม่ถูกต้อง เพื่อใช้ระบุอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Filtering of invalid MAC addresses) หรือเทียบเท่า

1.5.10.8 มีระบบป้องกันการเกิดวนซ้ำ (Loop) และไม่ให้อุปกรณ์ที่ไม่ได้รับอนุญาตเข้าร่วม ด้วยโปรโตคอล BPDU เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลและสร้าง Topology เครือข่าย (BPDU Protect หรือ BPDU Guard)

1.5.11 สามารถรองรับการบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทาง CLI, Telnet, SSH, SNMP, sFlow หรือ ชื่อเทคโนโลยี Flow อื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่า, OpenFlow หรือ RESTful API หรือชื่อเทคโนโลยีอื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่า, NETCONF, Web UI

1.5.12 สามารถรองรับระบบ Network Management ชนิด On Cloud หรือ On premise ที่มี AI Technology, Big Data, Digital Twin Network หรือ เทียบเท่า , Network Optimization หรือเทียบเท่า เพื่อการวิเคราะห์ปัญหาการใช้งานเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีการติดตั้งระบบ Network Management พร้อมลิขสิทธิ์ในการบริหารจัดการอุปกรณ์ตามจำนวนระยะเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี

1.5.13 สามารถทำงานใน Mode Software Defined Network (SDN) ได้

1.5.14 อุปกรณ์สามารถทำงานตามสภาวะแวดล้อมที่อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 0 ถึง 45 องศาเซลเซียส หรือดีกว่าได้

1.5.15 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายรอง แบบที่ 1 (Distributed Switch 1) ที่เสนอเพื่อการทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.5.16 อุปกรณ์ที่เสนอต้องมีการรับประกัน 3 ปีจากบริษัทผู้ผลิต

1.6 **อุปกรณ์ควบคุมการกระจายสัญญาณเครือข่าย แบบที่ 2 (Access Switch 2)**

1.6.1 เป็นอุปกรณ์กระจายสัญญาณที่สามารถทำงานได้ในระดับ Layer 3 ตาม OSI Model

1.6.2 มี Switching Capability รวมไม่น้อยกว่า 128 Gbps และมี Forwarding rate รวมไม่น้อยกว่า 96 Mpps

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

1.6.3 รองรับการทำงานร่วมกับ Switch รุ่นเดียวกันด้วย Device Virtualization Technology หรือเทียบเท่าได้

1.6.4 มีพอร์ตแบบ 10/100/1000M Base-T จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต

1.6.5 มีพอร์ตแบบ 1/10GE SFP+ จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต

1.6.6 สามารถรองรับ MAC Address จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 32,000 Address

1.6.7 สามารถรองรับ IPv4/IPv6 Unicast Routes จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 2,000 Routes

1.6.8 สามารถรองรับการใช้งาน IP Network Technology ดังต่อไปนี้ได้เป็นอย่างน้อย แบบ Static, RIP, RIPng, OSPFv2, OSPFv3, IS-ISv4, IS-ISv6, BGP4, BGP4+, VRF และ PBR ได้เป็นอย่างน้อย

1.6.9 สนับสนุนการทำงานแบบ Virtual LAN (VLAN) ตามมาตรฐาน IEEE 802.1Q และ STP, RSTP, MSTP ได้เป็นอย่างน้อย

1.6.10 สามารถรองรับระบบความปลอดภัยได้อย่างน้อยดังนี้

1.6.10.1 IEEE 802.1x, Radius และ Web Authentication หรือ เทียบเท่า สำหรับผู้ใช้งานระบบเครือข่าย

1.6.10.2 มีระบบป้องกันภัยคุกคามจากการเชื่อมต่อพอร์ตบนอุปกรณ์ที่ไม่ได้รับอนุญาต (Port Security) หรือ เทียบเท่า

1.6.10.3 มีระบบป้องกันการโจมตีด้วยการปลอมแปลง IP/Mac Address ที่ไม่น่าเชื่อถือ (IP Source Guard) หรือเทียบเท่า

1.6.10.4 มีระบบป้องกันการโจมตีที่ออกแบบมาเพื่อรักษาความปลอดภัยในการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU Protect) หรือเทียบเท่า

1.6.10.5 มีระบบป้องกันการโจมตีที่ออกแบบมาเพื่อรักษาความปลอดภัยในการสื่อสารข้อมูลภายในอุปกรณ์ (Network Protect) หรือเทียบเท่า

1.6.10.6 มีระบบป้องกันการจัดตั้งค่าผิดพลาดหรือระบบทำงานผิดพลาดเพื่อป้องกันไม่ให้เกิด Broadcast traffic จำนวนมากในอุปกรณ์ (Broadcast storm suppression)

1.6.10.7 มีระบบตรวจสอบและกรอง Mac address ที่ไม่ถูกต้อง เพื่อใช้ระบุอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Filtering of invalid MAC addresses) หรือเทียบเท่า

1.6.10.8 มีระบบป้องกันการเกิดวนซ้ำ (Loop) และไม่ให้อุปกรณ์ที่ไม่ได้รับอนุญาตเข้าร่วม ด้วยโปรโตคอล BPDU เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลและสร้าง Topology เครือข่าย (BPDU Protect หรือ BPDU Guard)

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)

ลงชื่อ.....(กรรมการ)

ลงชื่อ.....(กรรมการ)

ลงชื่อ.....(กรรมการ)

ลงชื่อ.....(กรรมการ)

ลงชื่อ.....(กรรมการ)

ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

1.6.11 สามารถรองรับการบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทาง CLI, Telnet, SSH, SNMP, sFlow หรือ ชื่อเทคโนโลยี Flow อื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่า, OpenFlow หรือ RESTful API หรือชื่อเทคโนโลยีอื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่า, NETCONF, Web UI

1.6.12 สามารถรองรับระบบ Network Management ชนิด On Cloud หรือ On premise ที่มี AI Technology, Big Data, Digital Twin Network หรือ เทียบเท่า , Network Optimization หรือเทียบเท่า เพื่อการวิเคราะห์ปัญหาการใช้งานเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีการติดตั้งระบบ Network Management พร้อมลิขสิทธิ์ในการบริหารจัดการอุปกรณ์ตามจำนวนระยะเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี

1.6.13 สามารถทำงานใน Mode Software Defined Network (SDN) ได้

1.6.14 อุปกรณ์สามารถทำงานตามสภาวะแวดล้อมที่อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 0 ถึง 45 องศาเซลเซียส หรือดีกว่าได้

1.6.15 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายรอง แบบที่ 1 (Distributed Switch 1) ที่เสนอเพื่อการทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.6.16 อุปกรณ์ที่เสนอต้องมีการรับประกัน 3 ปีจากบริษัทผู้ผลิต

1.7 **อุปกรณ์ควบคุมการกระจายสัญญาณเครือข่าย แบบที่ 3 (Access Switch 3)**

1.7.1 เป็นอุปกรณ์กระจายสัญญาณที่มีการออกแบบสถาปัตยกรรมในลักษณะ Fanless เพื่อการใช้งานในพื้นที่ ที่ต้องการความเงียบเป็นพิเศษ

1.7.2 เป็นอุปกรณ์กระจายสัญญาณที่สามารถทำงานได้ในระดับ Layer 2 หรือ ดีกว่า ตาม OSI Model

1.7.3 มี Switching Capability รวมไม่น้อยกว่า 92 Gbps และมี Forwarding rate รวมไม่น้อยกว่า 68 Mpps

1.7.4 มีพอร์ตแบบ 10/100/1000M Base-T จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 16 พอร์ต โดยสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ตามมาตราฐาน POE, POE+ รวมไม่น้อยกว่า 125w หรือ สามารถเสนอจำนวนอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้ครอบคลุมจำนวนพอร์ตรวมไม่น้อยกว่า 16 พอร์ต ตามที่กำหนด

1.7.5 มีพอร์ตแบบ 1000/2500/5000M Base-T หรือ Base-X หรือ ดีกว่า จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต โดยสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ตามมาตราฐาน POE, POE+

1.7.6 มีพอร์ตแบบ 1/10GE SFP+ จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

1.7.7 สามารถรองรับ MAC Address จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 16,000 Address

1.7.8 สามารถรองรับ IPv4/IPv6 Unicast Routes จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 500 Routes

1.7.9 สามารถรองรับการใช้งาน IP Network Technology ดังต่อไปนี้ได้เป็นอย่างน้อย แบบ Static, RIP, RIPng, OSPFv2, OSPFv3, และ GR ได้เป็นอย่างน้อย

1.7.10 สนับสนุนการทำงานแบบ Virtual LAN (VLAN) ตามมาตรฐาน IEEE 802.1Q และ STP, RSTP, MSTP ได้เป็นอย่างน้อย

1.7.11 สามารถรองรับระบบความปลอดภัยได้อย่างน้อยดังนี้

1.7.11.1 IEEE 802.1x, Radius และ Web Authentication หรือ เทียบเท่า สำหรับผู้ใช้งานระบบเครือข่าย

1.7.11.2 มีระบบป้องกันภัยคุกคามจากการเชื่อมต่อพอร์ตบนอุปกรณ์ที่ไม่ได้รับอนุญาต (Port Security) หรือ เทียบเท่า

1.7.11.3 มีระบบป้องกันการโจมตีด้วยการปลอมแปลง IP/Mac Address ที่ไม่น่าเชื่อถือ (IP Source Guard) หรือเทียบเท่า

1.7.11.4 มีระบบป้องกันการโจมตีที่ออกแบบมาเพื่อรักษาความปลอดภัยในการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU Protect) หรือเทียบเท่า

1.7.11.5 มีระบบป้องกันการโจมตีที่ออกแบบมาเพื่อรักษาความปลอดภัยในการสื่อสารข้อมูลภายในอุปกรณ์ (Network Protect) หรือเทียบเท่า

1.7.11.6 มีระบบป้องกันการจัดตั้งค่าผิดพลาดหรือระบบทำงานผิดพลาดเพื่อป้องกันไม่ให้เกิด Broadcast traffic จำนวนมากในอุปกรณ์ (Broadcast storm suppression)

1.7.11.7 มีระบบตรวจสอบและกรอง Mac address ที่ไม่ถูกต้อง เพื่อใช้ระบุอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Filtering of invalid MAC addresses) หรือเทียบเท่า

1.7.11.8 มีระบบป้องกันการเกิดวนซ้ำ (Loop) และไม่ให้อุปกรณ์ที่ไม่ได้รับอนุญาตเข้าร่วม ด้วยโปรโตคอล BPDU เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลและสร้าง Topology เครือข่าย (BPDU Protect หรือ BPDU Guard)

1.7.12 สามารถรองรับการบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทาง CLI, Telnet, SSH, SNMP, sFlow หรือ ชื่อเทคโนโลยี Flow อื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่า, OpenFlow หรือ RESTful API หรือชื่อเทคโนโลยีอื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่า, NETCONF, Web UI

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

1.7.13 สามารถรองรับระบบ Network Management ชนิด On Cloud หรือ On premise ที่มี AI Technology, Big Data, Digital Twin Network หรือ เทียบเท่า , Network Optimization หรือ เทียบเท่า เพื่อการวิเคราะห์ปัญหาการใช้งานเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีการติดตั้งระบบ Network Management พร้อมลิขสิทธิ์ในการบริหารจัดการอุปกรณ์ตามจำนวนระยะเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี

1.7.14 สามารถทำงานใน Mode Software Defined Network (SDN) ได้

1.7.15 อุปกรณ์สามารถทำงานตามสภาวะแวดล้อมที่อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 0 ถึง 45 องศาเซลเซียส หรือดีกว่าได้

1.7.16 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายรอง แบบที่ 1 (Distributed Switch 1) ที่เสนอเพื่อการทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.7.17 อุปกรณ์ที่เสนอต้องมีการรับประกัน 3 ปีจากบริษัทผู้ผลิต

1.8 **อุปกรณ์ควบคุมการกระจายสัญญาณเครือข่าย แบบที่ 4 (Access Switch 4)**

1.8.1 มี Switching Capability รวมไม่น้อยกว่า 880 Gbps และมี Forwarding rate รวมไม่น้อยกว่า 420 Mpps

1.8.2 มีพอร์ตแบบ 1/2.5GE SFP หรือ 1/10GE SFP+ หรือ ดีกว่า จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต

1.8.3 มีพอร์ตที่สามารถจ่ายกระแสไฟได้ตามมาตรฐาน POE, POE+, POE++ (สูงสุดที่ 90w ต่อ 1 พอร์ต) จำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต โดยสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้รวม ไม่น้อยกว่า 480w

1.8.4 มีพอร์ตแบบ 1/10GE SFP+ หรือ ดีกว่า จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต

1.8.5 สนับสนุนการทำงานแบบ Virtual LAN (VLAN) ตามมาตรฐาน IEEE 802.1Q

1.8.6 สามารถรองรับระบบความปลอดภัยได้อย่างน้อยดังนี้

1.8.6.1 IEEE 802.1x, Radius และ Web Authentication หรือ เทียบเท่า สำหรับผู้ใช้งานระบบเครือข่าย

1.8.6.2 มีระบบป้องกันการโจมตีที่ออกแบบมาเพื่อรักษาความปลอดภัยในการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU Protect) หรือเทียบเท่า

1.8.6.3 มีระบบป้องกันการโจมตีที่ออกแบบมาเพื่อรักษาความปลอดภัยในการสื่อสารข้อมูลภายในอุปกรณ์ (Network Protect) หรือเทียบเท่า

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

1.8.7 สามารถรองรับการบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทาง CLI, Telnet, SSH, SNMP, sFlow หรือ ชื่อเทคโนโลยี Flow อื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่า, OpenFlow หรือ RESTful API หรือชื่อเทคโนโลยีอื่นที่เทียบเท่า หรือดีกว่า, NETCONF, Web UI

1.8.8 สามารถรองรับระบบ Network Management ชนิด On Cloud หรือ On premise ที่มี AI Technology, Big Data, Digital Twin Network หรือ เทียบเท่า, Network Optimization หรือเทียบเท่า เพื่อการวิเคราะห์ปัญหาการใช้งานเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีการติดตั้งระบบ Network Management พร้อมลิขสิทธิ์ในการบริหารจัดการอุปกรณ์ตามจำนวนระยะเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี

1.8.9 อุปกรณ์สามารถทำงานตามสภาวะแวดล้อมที่อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 0 ถึง 45 องศาเซลเซียส หรือดีกว่าได้

1.8.10 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายรองแบบที่ 1 (Distributed Switch 1) ที่เสนอเพื่อการทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.8.11 อุปกรณ์ที่เสนอต้องมีการรับประกัน 3 ปีจากบริษัทผู้ผลิต

1.9 **อุปกรณ์ควบคุมการกระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย (Wireless Controller)**

1.9.1 สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สายได้ไม่น้อยกว่า 1,150 อุปกรณ์ โดยให้เสนอ License ในการบริหารจัดการอุปกรณ์ จำนวนไม่น้อยกว่า 730 License หรือให้เพียงพอต่อการใช้งานของระบบ

1.9.2 สามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ควบคุมการกระจายสัญญาณไร้สายรุ่นเดียวกันได้ใน Mode ดังต่อไปนี้

1.9.2.1 Hot Standby

1.9.2.2 Cluster หรือ เทียบเท่า

1.9.3 มี Redundant AC Power Supply จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด

1.9.4 มีพอร์ตแบบ Combo 1GE SFP และ 1GE Base-T จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 8 พอร์ต

1.9.5 มีพอร์ตแบบ 1/10GE SFP+ จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต โดยให้เสนอ Transceiver ชนิด ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกัน ที่มีความเร็วไม่น้อยกว่า 10Gbps จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว หรือให้เพียงพอต่อการเชื่อมต่อของระบบ

1.9.6 สามารถรองรับจำนวนการบริหารจัดการ การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ปลายทาง Clients หรือ STAs ได้ไม่น้อยกว่า 32,000 เครื่อง

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

1.9.7 สามารถเข้ารหัสข้อมูลตามมาตรฐาน WPA, WPA2, WPA3 ได้เป็นอย่างน้อย

1.9.8 สามารถทำการ Authentication ตามมาตรฐาน 802.1x ได้เป็นอย่างน้อย

1.9.9 สามารถรองรับระบบความปลอดภัยได้อย่างน้อยดังนี้

1.9.9.1 WIDS

1.9.9.2 TKIP, CCMP และ Anti-ARP spoofing

1.9.9.3 มีระบบป้องกันการโจมตีที่ออกแบบมาเพื่อรักษาความปลอดภัยในการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU Protect) หรือเทียบเท่า

1.9.9.4 มีระบบป้องกันการโจมตีที่ออกแบบมาเพื่อรักษาความปลอดภัยในการสื่อสารข้อมูลภายในอุปกรณ์ (Network Protect) หรือเทียบเท่า

1.9.9.5 IEEE 802.11i

1.9.10 มีคุณสมบัติการบริหารจัดการ AP ได้แก่ AP Auto Discovery, AP Configuration, Online Firmware upgrade หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า

1.9.11 มีคุณสมบัติด้านการ Monitoring ได้แก่ AP Status, Client Status, ข้อมูลสถิติการใช้งาน (statistics) หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า

1.9.12 มีคุณสมบัติด้าน Wireless ได้แก่ Roaming, Band steering, Load Balance, Beamforming, Transmit Power Adjustment, Automatic Channel Assignment หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า

1.9.13 สามารถรองรับการบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทาง CLI, Telnet, SSH, SNMP, Web UI

1.9.14 สามารถรองรับระบบ Network Management ชนิด On Cloud หรือ On premise ที่มี AI Technology, Big Data, Digital Twin Network หรือ เทียบเท่า, Network Optimization หรือเทียบเท่า เพื่อการวิเคราะห์ปัญหาการใช้งานเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีการติดตั้งระบบ Network Management พร้อมลิขสิทธิ์ในการบริหารจัดการอุปกรณ์ตามจำนวนระยะเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี

1.9.15 อุปกรณ์สามารถทำงานตามสภาวะแวดล้อมได้ที่อุณหภูมิ 0 ถึง 45 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

1.9.16 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายหลัก (Core Switch Type 1) ที่เสนอเพื่อการทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)

ลงชื่อ.....(กรรมการ)

ลงชื่อ.....(กรรมการ)

ลงชื่อ.....(กรรมการ)

ลงชื่อ.....(กรรมการ)

ลงชื่อ.....(กรรมการ)

ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

1.9.17 อุปกรณ์ที่เสนอต้องมีการรับประกัน 3 ปีจากบริษัทผู้ผลิต

1.10 **อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย แบบที่ 1 (Wireless Access Point 1)**

1.10.1 สามารถทำงานบนมาตรฐาน IEEE 802.11 n/ac/ax เป็นอย่างน้อย

1.10.2 สามารถให้บริการในคลื่นความถี่ 2.4 GHz (20, 40 MHz channels) และ 5 GHz (20, 40, 80, 160 MHz channels) ได้เป็นอย่างน้อย

1.10.3 มีเสาอากาศภายในสำหรับคลื่นความถี่ 2.4 GHz โดยที่เสาอากาศมีกำลังขยายสูงสุด (Gain) ไม่น้อยกว่า 3 dBi และ สำหรับคลื่นความถี่ 5 GHz โดยที่เสาอากาศมีกำลังขยายสูงสุด (Gain) ไม่น้อยกว่าน้อย 3 dBi โดยมี Transmission power สูงสุดไม่น้อยกว่า 26 dBm

1.10.4 สามารถส่งเคลื่อนสัญญาณแบบ 2x2 MU-MIMO with two spatial streams ทั้งในคลื่นความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz พร้อมทั้งมีความสามารถในการทำ OFDMA ได้ โดยมีอัตราการส่งข้อมูลสูงสุด PHY data rates (2.4 GHz + 5 GHz) ได้ไม่น้อยกว่า 2.9 Gbps

1.10.5 มีช่องสัญญาณแบบ 10/100/1000M Base-T Ethernet (RJ-45) หรือ ดีกว่า ที่สามารถรองรับ Power over Ethernet (PoE) IEEE802.3af และ IEEE802.3at หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

1.10.6 มีช่องสัญญาณแบบ 1000Base-SFP หรือ 1000/2500M SFP หรือ 1/10GE SFP+ หรือ ดีกว่า อย่างน้อย 1 ช่อง เพื่อรองรับการเชื่อมต่อแบบ Fiber Optic ได้เป็นอย่างน้อย

1.10.7 สามารถให้บริการ WIFI SSID ได้ไม่น้อยกว่า 16 SSIDs

1.10.8 สามารถเข้ารหัสข้อมูลตามมาตรฐาน WPA, WPA2 และ WPA3-Enterprise ได้เป็นอย่างน้อย

1.10.9 มีไฟแสดงสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ อย่างน้อย 3 สถานะ หรือ 3 เหตุการณ์ ดังนี้

1.10.9.1 การเริ่มต้นการทำงานของอุปกรณ์

1.10.9.2 อุปกรณ์ไม่สามารถเชื่อมต่อระบบเครือข่าย หรือ ไม่สามารถเชื่อมต่อระบบบริหารกลาง

1.10.9.3 อุปกรณ์มีปัญหาในการทำงาน หรือ อุปกรณ์พบความผิดปกติ

1.10.10 มีปุ่มกดสำหรับทำ Reset default factory ได้เป็นอย่างน้อย

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

1.10.11 มีช่องสัญญาณ Console แบบ Serial (RJ45) หรือ USB อย่างน้อย 1 พอร์ต หรือ ผ่าน Bluetooth ได้ ซึ่งสามารถใช้ในการแก้ไข Configuration ในแบบ command line interface ได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้ Management software ช่วย

1.10.12 สามารถรองรับการบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทาง CLI, Telnet, SSH, SNMP, Web UI

1.10.13 สามารถรองรับระบบ Network Management ชนิด On Cloud หรือ On premise ที่มี AI Technology, Big Data, Digital Twin Network หรือ เทียบเท่า, Network Optimization หรือ เทียบเท่า เพื่อการวิเคราะห์ปัญหาการใช้งานเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีการติดตั้งระบบ Network Management พร้อมลิขสิทธิ์ในการบริหารจัดการอุปกรณ์ตามจำนวนระยะเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี

1.10.14 สามารถทำการตั้งค่าแบบ Zero touch provisioning (ZTP) หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า

1.10.15 อุปกรณ์สามารถทำงานตามสภาวะแวดล้อมได้ที่อุณหภูมิ 0 ถึง 50 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

1.10.16 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับอุปกรณ์ควบคุมการกระจายสัญญาณไร้สาย (Wireless Controller) ที่เสนอเพื่อการทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.10.17 อุปกรณ์ที่เสนอต้องมีการรับประกัน 3 ปีจากบริษัทผู้ผลิต

1.11 **อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย แบบที่ 2 (Wireless Access Point 2)**

1.11.1 สามารถทำงานบนมาตรฐาน IEEE 802.11 n/ac/ax เป็นอย่างน้อย

1.11.2 สามารถให้บริการในคลื่นความถี่ 2.4 GHz (20, 40 MHz channels) และ 5 GHz (20, 40, 80, 160 MHz channels) ได้เป็นอย่างน้อย

1.11.3 มีเสาอากาศภายในสำหรับคลื่นความถี่ 2.4 GHz โดยที่เสาอากาศมีกำลังขยายสูงสุด (Gain) ไม่น้อยกว่า 5.9 dBi และ สำหรับคลื่นความถี่ 5 GHz โดยที่เสาอากาศมีกำลังขยายสูงสุด (Gain) ไม่น้อยกว่าน้อย 6.2 dBi โดยมี Transmission power สูงสุดไม่น้อยกว่า 27 dBm

1.11.4 สามารถส่งเคลื่อนสัญญาณแบบ 2x2 MU-MIMO with two spatial streams ในคลื่นความถี่ 2.4 GHz และ แบบ 4x4 MU-MIMO with four spatial streams ในคลื่นความถี่ 5 GHz พร้อมทั้งมีความสามารถ

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

ในการทำ OFDMA ได้ โดยมีอัตราการส่งข้อมูลสูงสุด PHY data rates (2.4 GHz + 5 GHz) ได้ไม่น้อยกว่า 5.3 Gbps

1.11.5 มีช่องสัญญาณแบบ 1000/2500/5000M Base-T Ethernet (RJ-45) ที่สามารถรองรับ Power over Ethernet (PoE) IEEE802.3af และ IEEE802.3at หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

1.11.6 มีช่องสัญญาณแบบ 1000Base-SFP หรือ 1000/2500/5000M SFP หรือ 1/10GE SFP+ หรือ ดีกว่าอย่างน้อย 1 ช่อง เพื่อรองรับการเชื่อมต่อแบบ Fiber Optic ได้เป็นอย่างน้อย

1.11.7 สามารถให้บริการ WIFI SSID ได้ไม่น้อยกว่า 16 SSIDs

1.11.8 สามารถเข้ารหัสข้อมูลตามมาตรฐาน WPA, WPA2 และ WPA3-Enterprise ได้เป็นอย่างน้อย

1.11.9 มีไฟแสดงสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ อย่างน้อย 3 สถานะ หรือ 3 เหตุการณ์ ดังนี้

1.11.9.1 การเริ่มต้นการทำงานของอุปกรณ์

1.11.9.2 อุปกรณ์ไม่สามารถเชื่อมต่อระบบเครือข่าย หรือ ไม่สามารถเชื่อมต่อระบบบริหารกลาง

1.11.9.3 อุปกรณ์มีปัญหาในการทำงาน หรือ อุปกรณ์พบความผิดปกติ

1.11.10 มีปุ่มกดสำหรับทำ Reset default factory ได้เป็นอย่างน้อย

1.11.11 มีช่องสัญญาณ Console แบบ Serial (RJ45) หรือ USB อย่างน้อย 1 พอร์ต หรือ ผ่าน Bluetooth ได้ ซึ่งสามารถใช้ในการแก้ไข Configuration ในแบบ command line interface ได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้ Management software ช่วย

1.11.12 สามารถรองรับการบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทาง CLI, Telnet, SSH, SNMP, Web UI

1.11.13 สามารถรองรับระบบ Network Management ชนิด On Cloud หรือ On premise ที่มี AI Technology, Big Data, Digital Twin Network หรือ เทียบเท่า , Network Optimization หรือ เทียบเท่า เพื่อการวิเคราะห์ปัญหาการใช้งานเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีการติดตั้งระบบ Network Management พร้อมลิขสิทธิ์ในการบริหารจัดการอุปกรณ์ตามจำนวนระยะเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี

1.11.14 สามารถทำการตั้งค่าแบบ Zero touch provisioning (ZTP) หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า

1.11.15 อุปกรณ์สามารถทำงานตามสภาวะแวดล้อมได้ที่อุณหภูมิ 0 ถึง 50 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

1.11.16 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับอุปกรณ์ควบคุมการกระจายสัญญาณไร้สาย (Wireless Controller) ที่เสนอเพื่อการทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.11.17 อุปกรณ์ที่เสนอต้องมีการรับประกัน 3 ปีจากบริษัทผู้ผลิต

1.12 **อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย แบบที่ 3 (Wireless Access Point 3)**

1.12.1 สามารถทำงานบนมาตรฐาน IEEE 802.11 n/ac/ax เป็นอย่างน้อย

1.12.2 สามารถให้บริการในคลื่นความถี่ 2.4 GHz (20, 40 MHz channels) และ 5 GHz (20, 40, 80, 160 MHz channels) ได้เป็นอย่างน้อย

1.12.3 มีเสาอากาศภายในสำหรับคลื่นความถี่ 2.4 GHz โดยที่เสาอากาศมีกำลังขยายสูงสุด (Gain) ไม่น้อยกว่า 3 dBi และ สำหรับคลื่นความถี่ 5 GHz โดยที่เสาอากาศมีกำลังขยายสูงสุด (Gain) ไม่น้อยกว่าน้อย 3 dBi โดยมี Transmission power สูงสุดไม่น้อยกว่า 20 dBm

1.12.4 สามารถส่งเคลื่อนสัญญาณแบบ 2x2 MU-MIMO with two spatial streams ในคลื่นความถี่ 2.4 GHz และ แบบ 4x4 MU-MIMO with four spatial streams ในคลื่นความถี่ 5 GHz พร้อมทั้งมีความสามารถในการทำ OFDMA ได้ โดยมีอัตราการส่งข้อมูลสูงสุด PHY data rates (2.4 GHz + 5 GHz) ได้ไม่น้อยกว่า 8.6 Gbps

1.12.5 เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับการออกแบบชนิดไม่น้อยกว่า Triple Radio (3 Radio) ที่มี AI Radio Technology หรือ เทียบเท่า

1.12.6 มีช่องสัญญาณแบบ 1000/2500/5000M Base-T Ethernet (RJ-45) ที่สามารถรองรับ Power over Ethernet (PoE) IEEE802.3af และ IEEE802.3at หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

1.12.7 มีช่องสัญญาณแบบ 1000/2500/5000M Base-T Ethernet (RJ-45) หรือ SFP หรือ 1/10GE SFP+ หรือดีกว่า อย่างน้อย 1 ช่อง เพื่อรองรับการเชื่อมต่อแบบ Fiber Optic ได้เป็นอย่างน้อย

1.12.8 สามารถให้บริการ WIFI SSID ได้ไม่น้อยกว่า 16 SSIDs

1.12.9 สามารถเข้ารหัสข้อมูลตามมาตรฐาน WPA, WPA2 และ WPA3-Enterprise ได้เป็นอย่างน้อย

1.12.10 มีไฟแสดงสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ อย่างน้อย 3 สถานะ หรือ 3 เหตุการณ์ ดังนี้

1.12.10.1 การเริ่มต้นการทำงานของอุปกรณ์

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

1.12.10.2 อุปกรณ์ไม่สามารถเชื่อมต่อระบบเครือข่าย หรือ ไม่สามารถเชื่อมต่อระบบบริหารกลาง

1.12.10.3 อุปกรณ์มีปัญหาในการทำงาน หรือ อุปกรณ์พบความผิดปกติ

1.12.11 มีปุ่มกดสำหรับทำ Reset default factory ได้เป็นอย่างน้อย

1.12.12 มีช่องสัญญาณ Console แบบ Serial (RJ45) หรือ USB อย่างน้อย 1 พอร์ต หรือ ผ่าน Bluetooth ได้ ซึ่งสามารถใช้ในการแก้ไข Configuration ในแบบ command line interface ได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้ Management software ช่วย

1.12.13 สามารถรองรับการบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทาง CLI, Telnet, SSH, SNMP, Web UI

1.12.14 สามารถรองรับระบบ Network Management ชนิด On Cloud หรือ On premise ที่มี AI Technology, Big Data, Digital Twin Network หรือ เทียบเท่า , Network Optimization หรือ เทียบเท่า เพื่อการวิเคราะห์ปัญหาการใช้งานเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีการติดตั้งระบบ Network Management พร้อมลิขสิทธิ์ในการบริหารจัดการอุปกรณ์ตามจำนวนระยะเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี

1.12.15 สามารถทำการตั้งค่าแบบ Zero touch provisioning (ZTP) หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า

1.12.16 อุปกรณ์สามารถทำงานตามสภาวะแวดล้อมได้ที่อุณหภูมิ 0 ถึง 50 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

1.12.17 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับอุปกรณ์ควบคุมการกระจายสัญญาณไร้สาย (Wireless Controller) ที่เสนอเพื่อการทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.12.18 อุปกรณ์ที่เสนอต้องมีการรับประกัน 3 ปีจากบริษัทผู้ผลิต

1.13 **อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย แบบที่ 4 (Wireless Access Point 4)**

1.13.1 สามารถทำงานบนมาตรฐาน IEEE 802.11 n/ac/ax เป็นอย่างน้อย

1.13.2 สามารถให้บริการในคลื่นความถี่ 2.4 GHz (20, 40 MHz channels) และ 5 GHz (20, 40, 80, 160 MHz channels) ได้เป็นอย่างน้อย

1.13.3 มีเสาอากาศภายในสำหรับคลื่นความถี่ 2.4 GHz โดยที่เสาอากาศมีกำลังขยายสูงสุด (Gain) ไม่น้อยกว่า 4.7 dBi และ สำหรับคลื่นความถี่ 5 GHz โดยที่เสาอากาศมีกำลังขยายสูงสุด (Gain) ไม่น้อยกว่าน้อย 6.1 dBi โดยมี Transmission power สูงสุดไม่น้อยกว่า 21 dBm

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

1.13.4 สามารถส่งเคลื่อนสัญญาณแบบ 2x2 MU-MIMO with two spatial streams ทั้งในคลื่นความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz พร้อมทั้งมีความสามารถในการทำ OFDMA ได้ โดยมีอัตราการส่งข้อมูลสูงสุด PHY data rates (2.4 GHz + 5 GHz) ได้ไม่น้อยกว่า 1.7 Gbps

1.13.5 มีช่องสัญญาณ Uplink แบบ 1000Base-X หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง หรือ 10/100/1000M Base-T Ethernet (RJ-45) ที่สามารถรองรับ Power over Ethernet (PoE) IEEE802.3af และ IEEE802.3at หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

1.13.6 มีช่องสัญญาณ Downlink แบบ 10/100/1000M หรือ 100/1000M Base-T Ethernet (RJ-45) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

1.13.7 สามารถให้บริการ WIFI SSID ได้ไม่น้อยกว่า 16 SSIDs

1.13.8 สามารถเข้ารหัสข้อมูล และ ความปลอดภัยตามมาตรฐาน WPA, WPA2, WPA3-Enterprise ได้เป็นอย่างน้อย

1.13.9 มีไฟแสดงสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์

1.13.10 มีปุ่มกดสำหรับทำ Reset default factory ได้เป็นอย่างน้อย

1.13.11 สามารถรองรับการบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทาง Telnet, SNMP, Web UI

1.13.12 สามารถรองรับระบบ Network Management ชนิด On Cloud หรือ On premise ที่มี AI Technology, Big Data, Digital Twin Network หรือ เทียบเท่า , Network Optimization หรือ เทียบเท่า เพื่อการวิเคราะห์ปัญหาการใช้งานเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีการติดตั้งระบบ Network Management พร้อมลิขสิทธิ์ในการบริหารจัดการอุปกรณ์ตามจำนวนระยะเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี

1.13.13 สามารถทำการตั้งค่าแบบ Zero touch provisioning (ZTP) หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า

1.13.14 อุปกรณ์สามารถทำงานตามสภาวะแวดล้อมได้ที่อุณหภูมิ 0 ถึง 40 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

1.13.15 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับอุปกรณ์ควบคุมการกระจายสัญญาณไร้สาย (Wireless Controller) ที่เสนอเพื่อการทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.13.16 อุปกรณ์ที่เสนอต้องมีการรับประกัน 3 ปีจากบริษัทผู้ผลิต

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

1.14 **อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย แบบที่ 5 (Wireless Access Point 5)**

1.14.1 สามารถทำงานบนมาตรฐาน IEEE 802.11 n/ac/ax เป็นอย่างน้อย

1.14.2 สามารถให้บริการในคลื่นความถี่ 2.4 GHz (20, 40 MHz channels) และ 5 GHz (20, 40, 80, 160 MHz channels) ได้เป็นอย่างน้อย

1.14.3 มีเสาอากาศภายในสำหรับคลื่นความถี่ 2.4 GHz โดยที่เสาอากาศมีกำลังขยายสูงสุด (Gain) ไม่น้อยกว่า 9 dBi และ สำหรับคลื่นความถี่ 5 GHz โดยที่เสาอากาศมีกำลังขยายสูงสุด (Gain) ไม่น้อยกว่าน้อย 9 dBi โดยมี Transmission power สูงสุดไม่น้อยกว่า 28 dBm

1.14.4 สามารถส่งเคลื่อนสัญญาณแบบ 2x2 MU-MIMO with two spatial streams ทั้งในคลื่นความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz พร้อมทั้งมีความสามารถในการทำ OFDMA ได้ โดยมีอัตราการส่งข้อมูลสูงสุด PHY data rates (2.4 GHz + 5 GHz) ได้ไม่น้อยกว่า 2.9 Gbps

1.14.5 มีช่องสัญญาณแบบ 10/100/1000M Base-T Ethernet (RJ-45) ที่สามารถรองรับ Power over Ethernet (PoE) IEEE802.3af และ IEEE802.3at หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

1.14.6 มีช่องสัญญาณแบบ 1000Base-SFP หรือ 1000/2500M SFP หรือ 1/10GE SFP+ หรือ ดีกว่า อย่างน้อย 1 ช่อง เพื่อรองรับการเชื่อมต่อแบบ Fiber Optic ได้เป็นอย่างน้อย

1.14.7 สามารถให้บริการ WIFI SSID ได้ไม่น้อยกว่า 16 SSIDs

1.14.8 สามารถเข้ารหัสข้อมูลตามมาตรฐาน WPA, WPA2 และ WPA3-Enterprise ได้เป็นอย่างน้อย

1.14.9 มีไฟแสดงสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ อย่างน้อย 3 สถานะ หรือ 3 เหตุการณ์ ดังนี้

1.14.9.1 การเริ่มต้นการทำงานของอุปกรณ์

1.14.9.2 อุปกรณ์ไม่สามารถเชื่อมต่อระบบเครือข่าย หรือ ไม่สามารถเชื่อมต่อระบบบริหารกลาง

1.14.9.3 อุปกรณ์มีปัญหาในการทำงาน หรือ อุปกรณ์พบความผิดปกติ

1.14.10 มีปุ่มกดสำหรับทำ Reset default factory ได้เป็นอย่างน้อย

1.14.11 มีช่องสัญญาณ Console แบบ Serial (RJ45) หรือ USB อย่างน้อย 1 พอร์ต หรือ ผ่าน Bluetooth ได้ ซึ่งสามารถใช้ในการแก้ไข Configuration ในแบบ command line interface ได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้ Management software ช่วย

1.14.12 สามารถรองรับการบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทาง CLI, Telnet, SSH, SNMP, Web UI

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

1.14.13 สามารถรองรับระบบ Network Management ชนิด On Cloud หรือ On premise ที่มี AI Technology, Big Data, Digital Twin Network หรือ เทียบเท่า, Network Optimization หรือ เทียบเท่า เพื่อการวิเคราะห์ปัญหาการใช้งานเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีการติดตั้งระบบ Network Management พร้อมลิขสิทธิ์ในการบริหารจัดการอุปกรณ์ตามจำนวนระยะเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี

1.14.14 สามารถทำการตั้งค่าแบบ Zero touch provisioning (ZTP) หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า

1.14.15 อุปกรณ์สามารถทำงานตามสภาวะแวดล้อมได้ที่อุณหภูมิ 0 ถึง 65 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมาเพื่อการใช้งานภายนอกอาคารตามมาตราฐาน IP68

1.14.16 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับอุปกรณ์ควบคุมการกระจายสัญญาณไร้สาย (Wireless Controller) ที่เสนอเพื่อการทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.14.17 อุปกรณ์ที่เสนอต้องมีการรับประกัน 3 ปีจากบริษัทผู้ผลิต

1.15 **โปรแกรมบริหารจัดการการพิสูจน์ตัวตน (Authentication Server)**

1.15.1 เป็นระบบที่ถูกออกแบบสำหรับการทำงาน Authentication และ Network Policy โดยเฉพาะ ซึ่งสามารถเสนอได้ทั้งในรูปแบบของ Hardware Appliance หรือ Software Base

1.15.2 สามารถรองรับการใช้งาน User concurrent ได้ไม่น้อยกว่า 10,000 active users โดยให้เสนอ License ในการบริหารจัดการไม่น้อยกว่า 10,000 License หรือให้เพียงพอต่อการใช้งานของระบบ

1.15.3 สามารถทำงานร่วมกับระบบ MS-Window AD เดิมของทางมหาวิทยาลัยได้ในลักษณะการทำ 802.1x Authentication และ WEB Authentication ได้ทั้ง Wired และ Wireless client โดยต้องมีเอกสารผลการทดสอบยืนยันกับทางมหาวิทยาลัยยื่นประกอบด้วย

1.15.4 สามารถบริหารจัดการ Network Policy การเข้าใช้งานเครือข่ายตามกลุ่มของ User ได้

1.15.5 รองรับการทำ Mac Address Bypass (MAB) ได้

1.15.6 รองรับการเข้ารหัส Username และ Password ได้ตามมาตรฐาน HTTPS, MS-CHAPv2 และ PEAP

1.15.7 รองรับการบริหารจัดการ การใช้งาน Network bandwidth ของ แต่ละ User หรือ IP ได้

1.15.8 รองรับการทำการป้องกันระบบพิสูจน์ตัวตนจาก Application อื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการ Request หน้า Web Authentication Portal เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาการทำงานที่ผิดพลาดและล้มเหลวของระบบ

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

การพิสูจน์ตัวตน สำหรับโปรตอลคอล HTTP และ HTTPS ได้ เช่น Noise Reduction หรือ URL Filtering หรือ Whitelist/Blacklist หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า

1.15.9 รองรับการทำ Guest Management และ Self Service Portal ได้

1.15.10 สามารถแสดงผลแสดงผลภาพรวมการใช้งานของ User ในระบบได้

1.15.11 รองรับอุปกรณ์ Client platform อย่างน้อยดังต่อไปนี้

1.15.11.1 Window

1.15.11.2 MAC

1.15.11.3 Apple

1.15.11.4 Android

1.15.12 สามารถ Generate report การใช้งานโดยรวมของระบบได้อัตโนมัติ ในรูปแบบของ Excel format เป็นอย่างน้อย

1.15.13 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายหลัก (Core Switch Type 1) ที่เสนอเพื่อการทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.15.14 ระบบที่เสนอต้องมีการรับประกัน 3 ปีจากบริษัทผู้ผลิต

1.16 **โปรแกรมบริหารจัดการเครือข่าย (Network Management)**

1.16.1 เป็นระบบที่ถูกออกแบบสำหรับการทำงาน Software Define Network (SDN) โดยเฉพาะ ซึ่งสามารถเสนอได้ทั้งในรูปแบบของ Hardware Appliance หรือ Software Base

1.16.2 สามารถรองรับการบริหารจัดการอุปกรณ์เครือข่ายทั้งหมดที่เสนอในโครงการ โดยให้เสนอ License ในการบริหารจัดการให้เพียงพอต่อการใช้งานของระบบ

1.16.3 รองรับการบริหารจัดการอุปกรณ์ 3rd party เดิมของทางมหาวิทยาลัยบางส่วนด้วย protocol OpenFlow หรือ SNMP หรือ NETCONF over Telnet หรือ เทียบเท่า

1.16.4 มีหน้าต่าง GUI ที่สามารถบริหารจัดการภาพรวมของระบบเครือข่ายได้ดังต่อไปนี้

1.16.4.1 แสดง Alarm ปัญหาการใช้งานเครือข่ายที่เกิดขึ้น

1.16.4.2 แสดง Network Topology

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

1.16.4.3 Function Network Configuration Wizard

1.16.4.4 Function บันทึกการตั้งค่าของอุปกรณ์เครือข่าย

1.16.4.5 Function การบริหารจัดการ Log การใช้งานเครือข่าย

1.16.4.6 Function ในการ Upgrade software สำหรับอุปกรณ์เครือข่าย

1.16.4.7 Function ในการทำ DHCP – Dynamic IP Assignment

1.16.4.8 แสดงผล IP Address Usage แบบ Real time

1.16.5 สามารถแสดงผล Traffic Visualization ได้ในระดับ End-to-End Network Path Analysis (ดูภาพรวมได้ตั้งแต่ Client - WLAN - Switch)

1.16.6 สามารถทำ Automated O&M ได้อย่างน้อยดังนี้

1.16.6.1 Zero-Touch Provisioning

1.16.6.2 Zero-Touch Replacement หรือ Device plug and Play

1.16.6.3 Optical link fault diagnosis

1.16.7 รองรับการเชื่อมต่อ Open Northbound Application ด้วย RESTful APIs หรือเทียบเท่า

1.16.8 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายหลัก (Core Switch Type 1) ที่เสนอเพื่อการทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.16.9 ต้องมีเอกสารผลการทดสอบยืนยันกับทางมหาวิทยาลัยยื่นประกอบด้วย

1.16.10 ระบบที่เสนอต้องมีการรับประกัน 3 ปีจากบริษัทผู้ผลิต

1.17 **ตู้เก็บอุปกรณ์ขนาด 19 นิ้ว (19" RACK) ขนาด 15U**

1.17.1 เป็นตู้ใส่อุปกรณ์สื่อสารขนาด 19 นิ้ว ขนาด 15U มีความลึกไม่น้อยกว่า 60 ซม.

1.17.2 ออกแบบและผลิตตรงตามมาตรฐาน ANS/EIA-3100-1992 (Rev.EIA-310-C), IEC 60297-2, BS 5954: Part 2, DIN 4149

1.17.3 เป็นระบบ Modular Knock Down เพื่อสะดวกในการขนส่ง ทุกชิ้นส่วนประดิษฐ์ด้วยความประณีตสามารถถอดแยกประกอบได้โดยสะดวก

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)

ลงชื่อ.....(กรรมการ)

ลงชื่อ.....(กรรมการ)

ลงชื่อ.....(กรรมการ)

ลงชื่อ.....(กรรมการ)

ลงชื่อ.....(กรรมการ)

ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

1.17.4 ผลิตขึ้นรูปจาก Electro-Galvanized Steel ความหนา 1.5 mm. โดยเสายึดอุปกรณ์ (Mounting Angle Pole), โครงตู้ (Frame Structure), ฐาน (Base) ทำจากเหล็กหนา 2 mm. และฐานของลูกล้อพร้อมขาตั้ง ใช้เหล็กหนา 3 mm.

1.17.5 ประตูหน้าแบบ ACYLIC สีชา หนา 5 มม. พร้อมเจาะรูสี่เหลี่ยม (Tetragon) ระบายอากาศตามมาตรฐานรอบ Acrylic มีขอบประตูฝังครีบยางสีเทา ป้องกันทั้งบาน แบบ 3 ครีบ เพื่อป้องกันฝุ่น

1.17.6 ประตูหลังเป็นโครงเหล็กออกแบบพิเศษ โดยเจาะรูระบายอากาศแบบสี่เหลี่ยมระเบียบ (TERAGON) 50% ของพื้นที่ ทั้งบานเพื่อระบายความร้อนของอุปกรณ์ภายในตู้ และขอบประตูฝังครีบยางกันฝุ่นสีเทา 3 ครีบ และบานพับประตูต้องผลิตด้วยพลาสติก ABS เหนียวพิเศษ ไม่ขึ้นสนิมและไม่มีเสียงเวลาเปิด-ปิด สามารถสลับปรับเปลี่ยนการเปิดจากซ้ายไปขวา หรือเปิดจากขวาไปซ้ายได้ มีกุญแจ Master Key แบบ Cam Lock และปั๊มจมฝังเสมอหน้าตู้

1.17.7 ฐานตู้มีขนาดเท่ากับตัวตู้ มีบานสไลด์ (Shutter) พร้อมฟองน้ำสีเทาบริเวณที่ร้อยสายสัญญาณเพื่อป้องกันสัตว์เล็ดลอดเข้าไปในตู้ ขาตั้ง สามารถปรับขึ้น – ลงได้ โดยฐานขาตั้งทั้ง 4 ขา ทำจากวัสดุ ABS สีดำ เพื่อป้องกันไฟฟ้าสถิต และป้องกันการรั่วของกระแสไฟฟ้าลงพื้น ออกแบบให้ปรับเอียงความลาดชันได้โดยอิสระ 180 องศา เพื่อรองรับแรงสั่นสะเทือน

1.17.8 ลูกล้อทำจากวัสดุ Nylon Six สีดำ และหมุนได้ 360 องศา สามารถรองรับน้ำหนัก Static load ได้ 150 kgs/ล้อ

1.17.9 ใช้กระบวนการพ่นสีและอบสี Electro Static Powder Coating สี New Shine Two Tone(ขาวเทา-เทาเข้ม) ตามมาตรฐานสากล ASTM

1.17.10 อุปกรณ์ต่างๆที่สำคัญของตู้แร็ค 19 นิ้ว ได้แก่ บานพับ กุญแจ ลูกล้อ ต้องถูกออกแบบมาเฉพาะ เพื่อใช้งานตู้แร็ค 19 นิ้ว และต้องมีเครื่องหมายการค้าของตู้แร็ค 19 นิ้ว ปรากฏบนอุปกรณ์ทุกชิ้น

1.17.11 เสายึดอุปกรณ์มีหมายเลข U สกรีนบนเสาคู่หน้า และต้องแถมชุดสกรู M6 ตัวผู้และตัวเมีย สีเงินเงา พร้อมแหวนรองและพลาสติกครอบสกรูครบชุด เท่ากับจำนวน U ของ RACK (ส่งมอบพร้อมกับตู้แร็ค 19 นิ้ว)

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

1.17.12 พร้อมพัดลมระบายอากาศ 2 ตัว

1.17.13 พร้อม AC Power Distribution 12 Outlet ทนกระแสได้ 15A, 220 โวลท์

1.17.14 มีการรับประกันผลิตภัณฑ์ไม่น้อยกว่า 3 ปี

1.17.15 ต้องได้รับหนังสือแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO9001:2015

1.17.16 ผลิตภัณฑ์ที่นำเสนอจะต้องเป็นของใหม่ และเป็นที่ยอมรับใช้งานอย่างแพร่หลายในประเทศไทย ได้แก่ ผลิตภัณฑ์COMMSCOPE (ชื่อเดิม AMP) หรือ 19"GERMANY EXPORT RACK หรือ LINK (American Standard) หรือ ผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามข้อกำหนดทางเทคนิคที่ระบุ และต้องมีอุปกรณ์ประกอบ (Accessories) ที่เป็นเครื่องหมายการค้าเดียวกัน ได้แก่ รางไฟ (AC Power Distribution), ถาดใส่อุปกรณ์ (Component Shelf), พัดลมระบายอากาศ (Heavy Duty Fan) เป็นต้น

1.18 **ตู้เก็บอุปกรณ์ขนาด 19 นิ้ว (19" RACK) ขนาด 12U**

1.18.1 เป็นตู้ใส่อุปกรณ์สื่อสารขนาด 19 นิ้ว ขนาด 12U ความลึกไม่น้อยกว่า 60 ซม.

1.18.2 ออกแบบและผลิตตรงตามมาตรฐาน ANS/EIA-3100-1992 (Rev.EIA-310-C), IEC 60297-2, BS 5954: Part 2, DIN 41494

1.18.3 Wall Rack ต้องออกแบบให้สามารถแบ่งเปิดได้ 3 ส่วน และตู้ส่วนกลางด้านล่างมีลูกกลิ้งโลหะช่วยประคองน้ำหนัก และทำให้การ ปิด-เปิด สะดวกยิ่งขึ้น

1.18.4 โครงสร้างของตัวตู้ และตัวฐานของตู้ ต้องผลิตจากเหล็ก Electro Galvanize Sheet Steel หนาไม่น้อยกว่า 1.2mm และเสายึดอุปกรณ์ผลิตจากเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 2.0mm

1.18.5 ประตูหน้าแบบ ACYLIC สีชา หนา 5 มม. มีขอบประตูฝังครีบยางสีเทา ป้องกันทั้งบาน แบบ 3 ครีบ เพื่อป้องกันฝุ่น บานพับประตูหน้า ผลิตด้วยพลาสติก ABS เหนียวพิเศษ ไม่ขึ้นสนิม และไม่มีเสียงเวลา เปิด-ปิด ประตูสามารถสลับปรับเปลี่ยนการเปิดจากซ้ายไปขวา หรือเปิดจากขวาไปซ้ายได้ มีกุญแจ Master Key แบบ Cam Lock และปั๊มจมฝังเสมอหน้าตู้

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

1.18.6 ตู้ส่วนกลางใช้ระบบ security lock ด้วยกุญแจ Master Key ชุดเดียวกับประตูหน้า

1.18.7 ตู้ส่วนหลังยึดผนัง มีช่องยึดน็อตด้านหลังเป็นเหล็ก 2 ชั้นหนา 2.4 mm. ด้านบนและด้านล่างมีช่องขนาด 10x10 cm. สำหรับร้อยสายสัญญาณและสายไฟ

1.18.8 ด้านบนเป็นแบบทึบ มีช่องสำหรับติดตั้งพัดลมระบายอากาศขนาด 4 นิ้วได้สูงสุด 3 ตัว

1.18.9 สีของตู้เป็นสี New Shine Two-Tone (ขาวเทา-เทาเข้ม) ใช้กระบวนการพ่นสีและอบสีด้วยระบบ Electrostatic Powder Coatings

1.18.10 อุปกรณ์ต่างๆที่สำคัญของตู้แร็ค 19 นิ้ว ได้แก่ บานพับ กุญแจ ต้องถูกออกแบบมาเฉพาะ เพื่อใช้งานตู้แร็ค 19 นิ้ว และต้องมีเครื่องหมายการค้าของตู้แร็ค 19 นิ้ว ปรากฏบนอุปกรณ์ทุกชิ้น

1.18.11 เสายึดอุปกรณ์จะต้องมีหมายเลข U สกรีนบนเสาทุกเสา และต้องแถมชุดสกรู M6 ตัวผู้และตัวเมีย สีเงินเงา พร้อมแหวนรองและพลาสติกครอบสกรูครบชุด เท่ากับจำนวน U ของ RACK (ส่งมอบพร้อมตู้แร็คติดผนัง)

1.18.12 พร้อมพัดลมระบายอากาศ 2 ตัว

1.18.13 พร้อม AC Power Distribution 6 Outlet ทนกระแสได้ 15A, 220 โวลท์

1.18.14 ผลิตภัณฑ์ที่นำเสนอจะต้องเป็นของใหม่ และเป็นที่ยอมรับใช้งานอย่างแพร่หลายในประเทศไทย ได้แก่ ผลิตภัณฑ์COMMSCOPE (ชื่อเดิม AMP) หรือ 19"GERMANY EXPORT RACK หรือ LINK (American Standard) หรือ ผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามข้อกำหนดทางเทคนิคที่ระบุ และต้องมีอุปกรณ์ประกอบ (Accessories) ที่เป็นเครื่องหมายการค้าเดียวกัน ได้แก่ รางไฟ (AC Power Distribution), ถาดใส่อุปกรณ์ (Component Shelf), พัดลมระบายอากาศ (Heavy Duty Fan) เป็นต้น

1.18.15 มีการรับประกันผลิตภัณฑ์ไม่น้อยกว่า 3 ปี

1.18.16 ต้องได้รับหนังสือแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO9001:2015

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

2. ข้อกำหนดการทำงาน

2.1 การออกแบบระบบเครือข่ายต้องแยกออกจากระบบเครือข่ายปัจจุบัน แต่ต้องเชื่อมต่อกันได้ โดยไม่กระทบการใช้งานในปัจจุบัน.

2.2 ผู้ขายจะต้องจัดทำแบบของอาคาร กำหนดจุดติดตั้ง Access Point และผังการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายแต่ละอาคาร กับ ศูนย์คอมพิวเตอร์ และ ระหว่างชั้น โดยจะต้องแสดงภาพจุดติดตั้งอุปกรณ์ Access Point ในแต่ละชั้นของแต่ละอาคารด้วย พร้อมแสดงภาพการกระจายสัญญาณของอุปกรณ์ในพื้นที่ (Heat Map)

2.3 ผู้ขายต้องออกแบบ SSID ให้มีไม่น้อยกว่า 3 ชื่อ

2.3.1 การทำ Authentication ผ่าน ชื่อและรหัสผ่าน (Web Authentication)

2.3.2 การทำ Authentication ผ่าน ระบบ IEEE 802.1x

2.3.3 การทำ Authentication ของระบบ EDUROAM

2.4 ผู้ขายจะต้องติดตั้งระบบพิสูจน์ตัวตน (Authentication) ที่นำเสนอ โดยต้องสามารถเชื่อมต่อและใช้ฐานข้อมูลชื่อและรหัสผ่านในฐานข้อมูลที่มหาวิทยาลัยมีอยู่แล้วได้

2.5 ผู้ขายจะต้องติดตั้ง โปรแกรมบริหารจัดการเครือข่าย (Network Management) และเพิ่มอุปกรณ์ที่ใช้ในการบริหารจัดการเข้าสู่ระบบให้เรียบร้อย

2.6 กรณีที่โปรแกรม ตามข้อกำหนดที่ 1.15 และ 1.16 เป็นโปรแกรมติดตั้ง ไม่ใช่ Appliance ทางมหาวิทยาลัยจะสร้าง Virtual Machine ที่มหาวิทยาลัยมีทรัพยากรให้ แต่หากมีโปรแกรมและลิขสิทธิ์ของ Operating System (OS) ผู้ขายต้องรับชอบค่าใช้จ่าย โดยค่าใช้จ่ายต้องอยู่ในงบประมาณโครงการนี้

2.7 การเดินสายสัญญาณ

2.7.1 ผู้ขายต้องดำเนินการติดตั้งสายสัญญาณ UTP ชนิดไม่น้อยกว่า CAT6 สำหรับ ชุดอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย (Access Point) และ Uplink ทุกจุด ที่เสนอในโครงการ พร้อมทั้งเข้าหัว ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับ UTP และมีป้ายแสดงต้นทางและปลายทาง (Label) ที่ปลายสายทั้ง 2 ฝั่ง โดยมีรายละเอียดคุณลักษณะดังต่อไปนี้

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

2.7.1.1 เป็นสายทองแดงแบบตีเกลียว 4 คู่สายติดตั้งในอาคาร ชนิด UTP CAT6 (Unshielded Twisted Pair Category 6) เปลือกนอกเป็นชนิด CM และในเอกสารแสดงการทดสอบถึง 250 MHz

2.7.1.2 มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานสากล ได้แก่ ANSI/TIA-568.2-D, ISO/IEC 11801:2017, EN 50173-1 และต้องผ่านการรับรองมาตรฐานโดยสถาบัน UL (UL Verified) รวมถึงผ่านมาตรฐาน RoHs Compliant ด้วย

2.7.1.3 สามารถติดตั้งได้ในแนวราบ (Horizontal) โดยต้องสามารถรองรับการใช้งาน 10/100/1000 Base-T, 2.5G/5G Base-T IEEE802.3bz, IEEE 802.3 i/u/ab., IEEE 802.3af (PoE) / IEEE 802.3at (PoE+), HDBaseT 2.0 เป็นอย่างน้อย

2.7.1.4 มีตัวนำเป็นทองแดง 100% (Solid Bare Copper) ขนาด 24 AWG เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.53mm มี Filler Slot ทำจากวัสดุ FRPE และออกแบบเป็น Cross Filler แยกสายนำสัญญาณทุกคู่สายออกจากกัน เพื่อป้องกันการรบกวนระหว่างคู่สาย โดยสายตัวนำตีเกลียวมีการแสดงสีตามมาตรฐานชัดเจน รวมถึงมีแถบสีของคู่สายนั้นๆปรากฏบนสายตัวนำสีขาวชัดเจนและมี Ripcord อยู่ใต้เปลือก Jacket เพื่อช่วยให้การปอกสายง่ายยิ่งขึ้น

2.7.1.5 เปลือกนอกเป็นสีฟ้าทำจากวัสดุLead Free, FR-PVC ประเภท CM โดยจะต้องมีเครื่องหมายและหมายเลขของสถาบันที่ทดสอบ ได้แก่ สถาบัน UL no. E197771 สหรัฐอเมริกา พิมพ์อยู่บนสายสัญญาณอย่างชัดเจน

2.7.1.6 มีค่าความต้านทานของตัวนำ (DC Resistance) ไม่เกิน 9.38 โอห์ม ที่ระยะ 100 เมตร รวมถึงมีค่าความแตกต่างของความเร็วในการส่งข้อมูลแต่ละคู่สายไม่เกิน 45 ns เพื่อการรับส่งสัญญาณข้อมูลที่ดี

2.7.1.7 ในระยะสาย 100 เมตรต้องมีค่าลดทอนของสัญญาณไม่เกิน 32.8 dB ที่ความถี่ 250 MHz

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

2.7.1.8 มีให้เลือกทั้งขนาดบรรจุ 305 เมตร และแบบ 100 เมตร เพื่อความสะดวกต่อการเลือกใช้งานและการจัดเก็บสำรองกรณีมีการปรับปรุงระบบเพิ่มเติม

2.7.2 ผู้ขายห้ามตัดต่อ UTP ตลอดระยะเส้นทางของการติดตั้งจากต้นทางไปยังปลายทางในแต่ละจุด

2.7.3 ผู้ขายดำเนินการติดตั้ง UTP จากต้นทางไปยังปลายทางในแต่ละจุด รวมระยะทางสูงสุดไม่เกิน 100 เมตร เพื่อให้รองรับกับอุปกรณ์ปลายทางที่มีความเร็วสูงสุด 1Gbps

2.7.4 ผู้ขายดำเนินการติดตั้ง UTP จากต้นทางไปยังปลายทางในแต่ละจุด รวมระยะทางสูงสุดไม่เกิน 50 เมตร เพื่อให้รองรับกับอุปกรณ์ปลายทางที่มีความเร็วสูงสุดตั้งแต่ 1-10Gbps

2.7.5 การเดินสายสัญญาณประเภทของ CAT6 โดยใช้สายสัญญาณตามข้อกำหนดที่ 2.7.1.1-2.7.1.8 หรือดีกว่า ตามจุดติดตั้ง AP ต่าง ๆ จะต้องมีผลการทดสอบสายสัญญาณทุกเส้น โดยต้องมีผลการทดสอบสายสัญญาณที่ผ่านมาตรฐาน ประกอบด้วยค่าต่อไปนี้

2.7.5.1 ระยะสาย (Length)

2.7.5.2 Wire Map

2.7.5.3 DC Loop resistance

2.7.5.4 Power Sum NEXT

2.7.5.5 Insertion Loss (Attenuation)

2.7.5.6 Common mode return loss (CMRL)

2.7.6 การเดินสายภายในอาคารต้องเดินสายร้อยท่ออย่างน้อยเป็นท่อ PCV สีขาว หรือแล้วแต่ผู้ตรวจรับแนะนำ

2.7.7 ผู้ขายจะต้องเดินสายไฟเบอร์ออฟติก (Single Mode Optical Fiber) ระหว่างศูนย์คอมพิวเตอร์ไปยัง 4 อาคารดังนี้ อาคารสนามฟุตบอล อาคารสระว่ายน้ำ อาคารสนามฟุตซอล และอาคารหอประชุมใหญ่ โดยแต่ละอาคารต้องมีจำนวนสายไฟเบอร์ออฟติก ไม่น้อยกว่า 6 Core. โดยมีรายละเอียดคุณลักษณะดังต่อไปนี้

2.7.7.1 ผลิตตรงตามมาตรา ฐานดังนี้ ISO/IEC11801, ANSI/TIAEIA568-B.3, ITU-T G.652D, IEC607941-2

2.7.7.2 มีขนาดของแกนสายใยแก้วนำแสงขนาดไม่น้อยกว่า 6 คอร์ (6 Core)

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

2.7.7.3 เป็นสายสำหรับเดินบนเสาไฟฟ้าโดยเฉพาะชนิด Drop wire เป็นแบบ Messenger wire Strand Galvanizes Steel wire

2.7.7.4 เปลือกหุ้มฉนวนภายนอกเป็นชนิด High-Density Polyethylene (HDPE)

2.7.7.5 มี Corrugated Armor Steel Tape เพื่อช่วยป้องกันการกัดแทะจากสัตว์

2.7.7.6 ภายในโครงสร้างของสาย เป็นชนิด Single Loose Tube ภายในมี Thyrotrophic Jelly Compound เพื่อช่วยในการป้องกันความร้อนและความชื้น

2.7.7.7 สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ (Operation Temperature) -40 C° to + 70 C°

2.7.7.8 รองรับการเดินสายที่ระยะห่างระหว่างเสาไฟฟ้า (Maximum Pole Span Length) 50 Meters

2.7.8 ผู้ขายต้องดำเนินการติดตั้งสายไฟเบอร์ออฟติก (Fiber/Power Cable) สำหรับ ชุดอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย (Access Point) จำนวนไม่น้อยกว่า 13 จุด ที่เสนอในโครงการพร้อมทั้งเข้าหัว และมีป้ายแสดงต้นทางและปลายทาง (Label) ที่ปลายสายทั้ง 2 ฝั่ง โดยมีรายละเอียดคุณลักษณะดังต่อไปนี้

2.7.8.1 มีขนาดของแกนสายใยแก้วนำแสงขนาดไม่น้อยกว่า 1 คอร์ (Single Core)

2.7.8.2 ภายในชุดสาย มีสายไฟฟ้า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 เส้น ที่แต่ละเส้นมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1 ตร.มม. (2x1.0 mm2)

2.7.8.3 มีเหล็กเสริมกำลังสำหรับการดึง (Reinforcing steel wire)

2.7.9 ผู้ขายจะต้องดำเนินการติดตั้งสายไฟเบอร์ออฟติก เพื่อ Uplink/Downlink ภายในอาคาร จำนวนไม่น้อยกว่า 40 Link ที่เสนอในโครงการพร้อมทั้งเข้าหัว และมีป้ายแสดงต้นทางและปลายทาง (Label) ที่ปลายสายทั้ง 2 ฝั่ง โดยใช้สายไฟเบอร์ออฟติกตามข้อกำหนดที่ 2.7.7.1 – 2.7.7.8 หรือ ดีกว่า

2.7.10 การเดินสาย Uplink ด้วยสายไฟเบอร์ออฟติกต้องมีกล่องรับสาย (Enclosure) และ FC-Connector ให้พร้อมใช้งาน หรือประเภท Connector แล้วแต่ผู้ตรวจรับแนะนำ

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

2.7.11 การเชื่อมต่อระบบงานสายไฟเบอร์ออฟติกทั้งนี้ให้รวมถึงสาย Patch Cord หรือ Pigtail ที่จะเป็นสำหรับการใช้งานทุก ๆ การเชื่อมต่อสัญญาณอยู่แล้ว

2.7.12 การเดินสายสัญญาณประเภทของสายไฟเบอร์ออฟติกต้องมีผลการทดสอบสายสัญญาณทุกคอร์ (Core) ของทุกเส้นที่ติดตั้งซึ่งต้องได้ค่าการทดสอบที่ผ่านมาตรฐาน ประกอบด้วยค่าต่อไปนี้

2.7.12.1 ค่าความยาวคลื่นที่ใช้ทดสอบ (Wavelength)

2.7.12.2 ระยะสาย (Length)

2.7.12.3 Lost

2.7.12.4 Attenuation

2.7.13 ผู้ขายจะต้องย้ายตู้แร็คของอาคารคหกรรม ออกมาจากห้องพักของอาจารย์ชั้น 2 และติดตั้งในจุดที่เหมาะสม โดยเจ้าหน้าที่ควบคุมดูแลการทำงานเป็นผู้กำหนดให้

2.8 การดำเนินงานติดตั้ง

2.8.1 ผู้ขายจะต้องดำเนินงานตั้งค่าและติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดที่มีอยู่ในโครงการให้สามารถใช้งานกับระบบอินเตอร์เน็ตที่ทางมหาวิทยาลัยมีอยู่ได้

2.8.2 ในกรณีที่มีการเปลี่ยนหรือสลับตู้แร็ค ต้องไม่ให้กระทบต่อผู้ใช้งาน หรือแล้วแต่ผู้ตรวจรับอนุญาต

2.8.3 ในกรณีที่มีการเพิ่มตู้แร็ค ให้ดำเนินการเดินระบบไฟฟ้าให้กับตู้แร็ค หรือแล้วแต่ผู้ตรวจรับอนุญาต

2.8.4 การติดตั้งตามแนวทางใด ๆ ต้องได้รับการอนุญาตจากผู้ควบคุมการติดตั้งของมหาวิทยาลัย

2.8.5 ผู้ขายจะต้องจัดเก็บสถานที่ที่ติดตั้งให้สะอาด เรียบร้อย หลังทำการติดตั้งแล้ว

2.8.6 ถ้าผู้ขายจะติดตั้งโปรแกรมใด ๆ บน Virtual Machine ที่มหาวิทยาลัยมีอยู่แล้ว ต้องแจ้งให้เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบของมหาวิทยาลัยรับทราบเพื่อประเมินการใช้งาน และทรัพยากรที่มีอยู่

2.8.7 ถ้าโปรแกรมที่ติดตั้งนั้น ๆ มีความจำเป็นต้องใช้งานบน Virtual Machine ที่มีลิขสิทธิ์ที่มหาวิทยาลัยไม่มีอยู่ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาโปรแกรม Virtual Machine ที่เป็นลิขสิทธิ์นั้น ๆ และค่าใช้จ่ายต้องรวมอยู่ในงบประมาณนี้แล้วทั้งสิ้น

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

2.8.8 ถ้าโปรแกรมใด ๆ ที่จะติดตั้ง และจำเป็นต้องมีลิขสิทธิ์ของระบบปฏิบัติการ (Operating System) หรือโปรแกรมอื่น ๆ ใดที่มีลิขสิทธิ์ ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาโปรแกรมที่เป็นลิขสิทธิ์นั้น ๆ และค่าใช้จ่ายต้องรวมอยู่ในงบประมาณนี้แล้วทั้งสิ้น

2.9 การบริการหลังการขาย

2.9.1 ต้องมีการรับประกันความชำรุดบกพร่องของสิ่งของที่ซื้อขายที่เกิดขึ้น โดยต้องให้บริการถึงสถานที่ติดตั้งอุปกรณ์ (on-site service) ภายในระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี (รวมค่าแรงและค่าอะไหล่)

2.9.2 มีบริการให้คำปรึกษาในการบำรุงรักษา และซ่อมแซมแก้ไขผ่านทางโทรศัพท์ หรือ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (เวลาทำการ 8 ชั่วโมง x 5 วัน วันจันทร์-ศุกร์)

2.9.3 กรณีอุปกรณ์ขัดข้องหรือชำรุดเสียหายที่เกิดขึ้นจากการใช้งานปกติ ทำให้ไม่สามารถใช้งานระบบเครือข่ายของมหาวิทยาลัยได้ ผู้รับจ้างต้องจัดหาบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญเข้ามาดำเนินการตรวจสอบและแก้ไขปัญหาให้สามารถใช้งานระบบดังกล่าวได้ภายใน 24 ชั่วโมง นับตั้งแต่วันเวลา (เวลาทำการ 8 ชั่วโมง x 5 วัน วันจันทร์-ศุกร์) ที่ได้รับแจ้งจากเจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัย และหลังจากดำเนินการแก้ไขปัญหาเรียบร้อยแล้ว ผู้ขายต้องจัดทำรายงานสรุปปัญหา สาเหตุของปัญหา และวิธีการดำเนินการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นนำเสนอต่อมหาวิทยาลัย ตลอดอายุการรับประกัน

2.9.4 กรณีอุปกรณ์ชำรุดเสียหายที่เกิดขึ้นจากการใช้งานปกติ และอยู่ในเงื่อนไขการรับประกันสินค้า ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์มาทดแทนของเดิมที่เสีย หรือตลอดระยะเวลาที่มีการนำอุปกรณ์ส่งซ่อม โดยไม่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการกับมหาวิทยาลัย

2.10 การฝึกอบรม

2.10.1 ผู้ขายจะต้องจัดทำคู่มือระบบงาน และการใช้งานเพื่อให้ทางมหาวิทยาลัยสามารถดูแลได้

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)

ระบบงานที่ติดตั้งได้

2.10.2 ผู้ขายต้องฝึกอบรมการใช้งานและดูแลรักษาระบบงานที่จัดทำ ไม่น้อยกว่า 1 ครั้ง ๆ ละไม่น้อยกว่า 3 วัน

2.10.3 การฝึกอบรมต้องฝึกอบรมแบบ Onsite ยกเว้นกรณีจำเป็นสามารถที่จะอบรมในรูปแบบ Online ได้ ตามความเห็นของผู้ตรวจรับ โดยไม่มีค่าใช้จ่าย

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ลงชื่อ.....(ประธานกรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการ)
ลงชื่อ.....(กรรมการและเลขานุการ)