

## เอกสารแนบ 1

## รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

โครงการพัฒนาการจัดการศึกษาสาขาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้  
 ขุดพัฒนาศักยภาพระบบเชื่อมโยงการจัดการศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

## 1. คุณลักษณะเฉพาะทางเทคนิค

## 1.1 อุปกรณ์ Core Switch แบบที่ 1

จำนวน 2 เครื่อง

- 1.1.1 โครงสร้างเป็นลักษณะ Modular Passive Backplane ประกอบด้วย Interface Slot จำนวนไม่น้อยกว่า 9 Slots และแต่ละ Slot สามารถเพิ่มหรือเปลี่ยน Interface Module ดังต่อไปนี้ได้ Fast Ethernet (100BaseT, 100BaseFX), Gigabit Ethernet (1000BaseT, 1000BaseX, PoE) และ 10 Gigabit Ethernet ได้เป็นอย่างดี
- 1.1.2 มีขนาดของ Switching Fabric ไม่น้อยกว่า 2,080 Gbps และมี Bandwidth Capacity ต่อ Slot ไม่น้อยกว่า 80Gbps
- 1.1.3 มีหน่วยความจำ main memory ขนาดไม่น้อยกว่า 2GB และมี flash memory ที่สามารถถอดเปลี่ยนได้ (Hot swappable) ขนาดไม่น้อยกว่า 1GB
- 1.1.4 มีหน่วยประมวลผล processor engine หลักและสำรอง และมี switching fabric หลักและสำรอง ในลักษณะ N+1 Redundancy เมื่อ processor engine และ switching fabric หลักหยุดทำงาน ระบบต้องสามารถทำงานต่อได้ โดยที่ประสิทธิภาพในการทำงานไม่ลดลง และไม่ทำให้ routing protocol session ถูกตัดขาดจนต้องมีการเริ่มต้นทำงานใหม่ (re-establish)
- 1.1.5 มีระบบจ่ายไฟสำรอง N+1 Redundancy Power Supply
- 1.1.6 มีฮาร์ดแวร์ที่รองรับ Server Load Balancing, URL Filtering, IPv6 และ MPLS ได้โดยการอัปเดตซอฟต์แวร์
- 1.1.7 มีพอร์ต 10 Gigabit Ethernet แบบ X-2 หรือ SFP+ อย่างน้อย 2 พอร์ต
- 1.1.8 มีพอร์ต Gigabit Ethernet แบบ 10/100/1000Base-T อย่างน้อย 96 พอร์ต
- 1.1.9 มีพอร์ต Gigabit Ethernet แบบ SFP อย่างน้อย 50 พอร์ต พร้อมเสนาอโมดูล 1000BASE-SX อย่างน้อย 36 โมดูล และ 1000BASE-LX อย่างน้อย 16 โมดูล สำหรับวิทยาเขตนครราชสีมา และ เสนาอโมดูล 1000BASE-LX อย่างน้อย 48 โมดูล สำหรับวิทยาเขตขอนแก่น
- 1.1.10 มีพอร์ต out-of-band management แบบ 10/100/1000Base-T อย่างน้อย 1 พอร์ต
- 1.1.11 รองรับการติดตั้ง firewall module เพื่อเพิ่มศักยภาพของอุปกรณ์ในอนาคตได้
- 1.1.12 สามารถสนับสนุนจำนวน MAC Addresses ไม่น้อยกว่า 128,000
- 1.1.13 สามารถทำงานตามมาตรฐาน IEEE802.1D, IEEE802.1w, IEEE802.1s (อย่างน้อย 4,000 instances), IEEE802.1p และ IEEE802.1q และสามารถติดตั้ง VLAN id. ได้ไม่น้อยกว่า 4000 VLAN
- 1.1.14 สนับสนุนการให้บริการ VLAN Stacking ด้วย IEEE802.1Q Tunneling หรือ Q-in-Q ได้และสามารถทำ VLAN Tagging Rewrite เพื่อความสะดวกในการส่งผ่านข้อมูลข้ามเครือข่ายที่มี VLAN Tag ดันทางและปลายทางแตกต่างกันได้
- 1.1.15 สนับสนุนการทำ Port Mirror แบบ VLAN และ Physical Port ได้ โดยสามารถ Mirror Traffic ได้มากกว่า 2 พอร์ต พร้อมๆ กัน และจากพอร์ตที่อยู่ต่างโมดูลกันได้
- 1.1.16 สนับสนุนการทำ Port Aggregation ตามมาตรฐาน IEEE802.3ad และพอร์ตสามารถอยู่ข้ามโมดูลกันได้
- 1.1.17 รองรับการให้บริการ User Based VLAN assignment, Guest VLAN (ใช้ในกรณี Authentication ไม่ผ่าน) และ Restricted VLAN (ใช้ในกรณีที่เครื่อง Client ไม่รองรับ 802.1x) ได้โดยทำงานร่วมกับ IEEE802.1x ได้เป็นอย่างดี
- 1.1.18 รองรับ IPv4 routing ได้ไม่น้อยกว่า 256,000 route และ routing protocol อันได้แก่ OSPF, BGP4 และ Policy Based Routing ได้และสามารถรักษาความปลอดภัยด้วย MD5 Authentication ได้เป็นอย่างดี
- 1.1.19 สามารถทำ IP Multicast routing protocol ได้แก่ PIM Sparse Mode และ PIM Dense Mode ได้เป็นอย่างดี

- 1.1.20 รองรับ IPv6 routing ได้ไม่น้อยกว่า 128,000 route และ routing protocol อันได้แก่ RIPng, OSPFv3, MP-BGP และ 6to4 Tunneling ได้เป็นอย่างดี
- 1.1.21 สามารถกำหนดคุณภาพการให้บริการ ตามมาตรฐาน Weighted Fair Queuing (WFQ), Weighted Random Early Detection (WRED), Traffic Policing, Resource Reservation Protocol (RSVP) และ MPLS Traffic Engineering โดยสามารถทำ packet classification ด้วย Source/Destination IP, Source/Destination Application Port, 802.1p COS, MPLS EXP และ DiffServ Code Point (DSCP) พร้อมการทำ Marking และ Re-marking ระหว่างค่า QoS ดังกล่าวได้ทั้งข้อมูลขาเข้าและขาออก
- 1.1.22 สามารถให้บริการ NAT (Network Address Translation), Web-cache redirect, DHCP server และ DHCP relay ได้ หากอุปกรณ์ที่เสนอไม่สามารถทำได้ ให้เสนออุปกรณ์เพิ่มเติมได้ในแต่ละจุด
- 1.1.23 สามารถกำหนดการป้องกัน DDoS Attack ด้วย CPU rate limiters ได้
- 1.1.24 สามารถกำหนดการป้องกันการส่งผ่านข้อมูลด้วย Access Control List (ACL) Layer 2-4 ได้ โดยใช้ Hardware ในระดับพอร์ตและ VLAN ได้ไม่น้อยกว่า 512 รายการ และสามารถเลือกที่จะป้องกันได้ทั้งข้อมูลขาเข้าและขาออก
- 1.1.25 รองรับการตรวจสอบคุณสมบัติของเครื่องผู้ใช้งานในระบบเครือข่ายว่าตรงตามข้อกำหนดนโยบายรักษาความปลอดภัย ได้แก่ OS Patch, MS. Hotfix, Antivirus Enable/Disable และ Antivirus Signature version update และทำ Quarantine, Permit หรือ Deny การใช้งานระบบเครือข่ายได้โดยทำงานร่วมกับ IEEE802.1x และ Dynamic Access Control List ได้เป็นอย่างดี หากอุปกรณ์ที่เสนอไม่สามารถป้องกันได้ ให้เสนออุปกรณ์ Security Appliance เพิ่มเติมได้ในแต่ละจุด
- 1.1.26 มีฟังก์ชันที่สามารถป้องกันการโจมตี หรือบุกรุก ด้วย Broadcast Storm, Unauthorized STP Attached, MAC Address Flooding, DHCP Spoofing, DHCP Rogue Server, IP Spoofing และ IP Conflict ได้เป็นอย่างดี หากอุปกรณ์ที่เสนอไม่สามารถป้องกันได้ ให้เสนออุปกรณ์ IPS เพิ่มเติมได้ในแต่ละจุด
- 1.1.27 สามารถจัดเก็บข้อมูลสถิติการใช้งานเครือข่าย (IP Flow usage statistic) (จัดเก็บข้อมูล Source/Destination IP, Source/Destination Interface, Protocol, TOS และ Packets) ได้ไม่น้อยกว่า 512,000 IP flows ต่อวินาที หากอุปกรณ์ที่เสนอไม่สามารถทำได้ ให้เสนออุปกรณ์ RMON 2 Probe เพิ่มเติมมาด้วยได้
- 1.1.28 มีพอร์ต Console เพื่อต่อ Terminal กำหนดค่าการทำงานของอุปกรณ์ และสำหรับตรวจสอบระบบได้
- 1.1.29 สามารถเข้าไปบริหารและจัดการอุปกรณ์ด้วย CLI, Telnet, SSH, NTP, Syslog, SNMPv3, RMON และ Embedded Web-based
- 1.1.30 อุปกรณ์ต้องสามารถติดตั้งบน Rack 19 นิ้วได้
- 1.1.31 สามารถทำงานกับระบบไฟฟ้าในประเทศไทยแบบ 220 VAC, 50Hz ได้
- 1.1.32 ผ่านการรับรองตามมาตรฐานความปลอดภัย IEC, FCC, UL และ NEBS Level 3

## 1.2 อุปกรณ์ Core Switch แบบที่ 2

จำนวน 3 เครื่อง

- 1.2.1 เป็นอุปกรณ์ Ethernet Switch ที่มีลักษณะเป็น Modular Chassis ซึ่งมี Slot ไม่น้อยกว่า 7 Slot
- 1.2.2 อุปกรณ์ต้องมี Switching Capacity ไม่น้อยกว่า 928 Gbps
- 1.2.3 มี Supervisor/Route Processor อย่างน้อย 2 ชุด เพื่อรองรับการทำ Supervisor Redundancy และสามารถทำ Nonstop Forwarding ด้วย Stateful Switchover (NSF/SSO) เพื่อสามารถให้บริการได้อย่างต่อเนื่องในกรณีที่ทำการถอดเปลี่ยน Supervisor/Route Processor เมื่อ Supervisor/Route Processor ตัวหลักเกิดความเสียหาย
- 1.2.4 มี Network Interface Card ที่มี port 10 Gigabit Ethernet แบบ 10GBase-X จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 8 พอร์ต ทั้งหมดจำนวน 1 Cards หรือ ใช้พอร์ต 10 Gigabit Ethernet แบบ 10GBase-X บน Supervisor หรือ Processor เพื่อทดแทน Network Interface Card ได้ ถ้ามีจำนวน port รวมไม่น้อยกว่า 8 พอร์ต
- 1.2.5 อุปกรณ์ต้องสามารถรองรับจำนวน Unicast MAC Address ได้ไม่น้อยกว่า 55,000 MAC Address

- 1.2.6 อุปกรณ์ต้องสามารถรองรับจำนวน IPv4 ได้ 256,000 routing ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 1.2.7 ทำงานแบบ Virtual LAN (VLANs) ตามมาตรฐาน IEEE 802.1Q ได้ ไม่น้อยกว่า 4,094 VLAN
- 1.2.8 สามารถทำงานตามมาตรฐาน IEEE 802.1p, IEEE802.1Q, IEEE 802.1w, IEEE802.1s, IEEE 802.3ad, IEEE 802.3z, IEEE 802.3u, IEEE 802.1x, IEEE 802.3ae ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 1.2.9 มี Network Interface Card ที่มีport Gigabit Ethernet แบบ 10/100/1000BaseT (RJ-45) จำนวนไม่น้อยกว่า 48 port โดยจะต้องเป็น Card ที่สามารถเชื่อมต่อกับ Backplane ที่ความเร็วไม่น้อยกว่า 48 Gbps
- 1.2.10 มี Network Interface Card ที่มีport 1 Gigabit Ethernet แบบ 1000Base-X(SFP) จำนวนไม่น้อยกว่า 24 port สำหรับวิทยาเขตสกลนคร และ วิทยาเขตสุรินทร์ พร้อมติดตั้งโมดูลชนิด 1000Base-LX (SFP) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 โมดูล สำหรับวิทยาเขตกาฬสินธุ์ ติดตั้งโมดูลชนิด 1000Base-LX (SFP) จำนวนไม่น้อยกว่า 24 โมดูล สำหรับวิทยาเขตสกลนคร และติดตั้งโมดูลชนิด 1000Base-LX (SFP) จำนวนไม่น้อยกว่า 48 โมดูล สำหรับวิทยาเขตสุรินทร์
- 1.2.11 มี Power Supply ขนาดไม่น้อยกว่า 2,800 Watt จำนวน 2 หน่วย และทำงานแบบ 1+1 Power-Supply Redundancy
- 1.2.12 ทำ Link Aggregation ตามมาตรฐาน IEEE 802.3ad ข้าม Interface card moduleภายใน Chassis เดียวกันได้
- 1.2.13 สามารถทำ Authentication โดยวิธีการต่าง ๆ ดังนี้
- Local password Authentication
  - Remote Authentication Dial-In User Service (RADIUS)
  - Terminal Access Controller Access Control System (TACACS+)
- 1.2.14 สามารถทำ IPv4 Routing Protocol ทั้งแบบ Static, RIP, RIPv2, OSPF , Border Gateway Protocol Version 4 (BGPv4) และ IP Service Agreement (IP SLA) รวมทั้งสามารถทำ ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 1.2.15 ต้องรองรับ IPv6 และ migration ระหว่าง IPv6-IPv4 ได้ในระดับ hardware forwarding table ได้
- 1.2.16 สามารถทำ IPv6 Routing Protocol แบบ Static Routing ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 1.2.17 สามารถทำ IP Multicast Routing Protocol ทั้งแบบ PIM, SSM, DVMRP, MSDP และ IGMP v1, v2 และ v3 ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 1.2.18 อุปกรณ์ต้องมี Queues อย่างน้อย 8 Queues per Port, Dynamic Queue Sizing และ Hierarchical Policing
- 1.2.19 สามารถทำ QoS ด้วยคุณสมบัติอย่างน้อยดังต่อไปนี้
- QoS แบบ per-Port and per-VLAN
  - Strict Priority Queuing
  - DSCP, 802.1p และ CoS
  - Classification และ Marking ด้วย Layer 3/4 Headers
  - Input และOutput Policing ด้วย Layer 3/4 Headers
  - QinQ Passthrough
- 1.2.20 มีฟังก์ชันเกี่ยวกับ Security ในการป้องกันการโจมตีหรือบุกรุก ดังนี้
- DHCP Snooping และ Option 82 Insertion
  - Port Security บน Trunk port, Private Vlan และ Voice Vlan
  - Dynamic ARP Inspection และ IP Source Guard เพื่อป้องกัน IP Spoofing
  - uRPF Strict Mode ด้วย Hardware
  - Secure Copy Protocol (SCP)
  - Spanning Tree Root Guard, BPDU Guard และ Unidirectional Link Detection (UDLD)
  - 802.1x User Authentication
  - Traffic Storm Control

- 1.2.21 ต้องสามารถเข้าไปบริหารและจัดการอุปกรณ์ด้วย CLI, SSH, NTP, SNMPv1/ v2/ v3, RMON (history, statistic, alarms and events) และ Web-based Management Tools และ console port ได้
- 1.2.22 สามารถทำ mirror port (SPAN) ได้อย่างน้อย 8 Session พร้อมกัน
- 1.2.23 สามารถต่อ USB storage หรือ SD-Card สำหรับเก็บ Configuration ไว้ภายนอกได้
- 1.2.24 อุปกรณ์ต้องสามารถติดตั้งใน Rack มาตรฐานขนาด 19 นิ้ว ได้
- 1.2.25 อุปกรณ์ต้องผ่านการรับรองมาตรฐาน IEC, FCC และ UL เป็นอย่างน้อย
- 1.2.26 เป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทผู้ผลิตเดียวกับอุปกรณ์ Core Switch ที่เสนอในข้อ 1.1

### 1.3 อุปกรณ์ Core Switch แบบที่ 3

จำนวน 5 เครื่อง

- 1.3.1. อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องมีคุณสมบัติของพอร์ตที่ใช้ในการเชื่อมต่อ สำหรับแต่ละวิทยาเขตดังนี้
  - ศูนย์กลางนครราชสีมา จำนวน 2 เครื่อง มีพอร์ต Gigabit Ethernet (1000Base-X) แบบ SFP ไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต
  - วิทยาเขตกาฬสินธุ์, วิทยาเขตสกลนคร และวิทยาเขตสุรินทร์ จำนวน 3 เครื่อง มีพอร์ต Gigabit Ethernet (1000Base-X) แบบ SFP ไม่น้อยกว่า 12 พอร์ต และ พอร์ตแบบ 10/100/1000 Base-T จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 12 พอร์ต
- 1.3.2. มี slot ที่สามารถเพิ่ม Module แบบ 1 Gigabit Ethernet (1000Base-X) หรือ module แบบ 10 Gigabit Ethernet (10 GBase-X) ได้ในอนาคต
- 1.3.3. มี Switch Performance หรือ Fabric ไม่น้อยกว่า 160 Gbps และมี Forwarding ไม่น้อยกว่า 65.5 Mpps
- 1.3.4. รองรับ Mac Address สูงสุดได้ไม่น้อยกว่าจำนวน 12,000 Address
- 1.3.5. รองรับการเชื่อมต่อแบบ Stack ระหว่างอุปกรณ์รุ่นเดียวกัน โดย Throughput ไม่น้อยกว่า 64 Gbps ได้
- 1.3.6. มี Power Supply ขนาดไม่น้อยกว่า 350 Watt จำนวน 2 หน่วย และทำงานแบบ Power-Supply Redundancy
- 1.3.7. รองรับ Unicast routes ได้ไม่ต่ำกว่า 11,000 routes
- 1.3.8. สามารถทำ IPv4 Routing Protocol ทั้งแบบ Static ได้เป็นอย่างน้อย
- 1.3.9. สามารถรองรับการสนับสนุน IPv6 และ สามารถทำ IPv6 Routing Protocol แบบ static ได้เป็นอย่างน้อย
- 1.3.10. รองรับได้อย่างน้อย 1,005 VLAN
- 1.3.11. สามารถทำ Extended Access Control Lists ในระดับ Layer 2/3/4 ตาม Source/Destination MAC Address, Ether type, Source/Destination IP Address, TCP Source/Destination Port, UDP Source/Destination Port ได้ และสามารถกำหนด Access Control List ( ACL ) ตามเวลาได้
- 1.3.12. มีฟังก์ชันเกี่ยวกับ Security ในการป้องกันการโจมตีหรือบุกรุก ดังนี้
  - Port Security
  - Private Vlan Private Vlan Edge และ Voice Vlan
  - Secure Vlan Access-list
  - Dynamic ARP Inspection และ IP Source Guard เพื่อป้องกัน IP Spoofing
  - uRPF Strict Mode ด้วย Hardware
  - Spanning Tree Root Guard, BPDU Guard และ Unidirectional Link Detection (UDLD)
  - 802.1x User Authentication
  - Traffic Storm Control
- 1.3.13. สามารถรองรับมาตรฐานการเชื่อมต่อ IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.1p, IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.1s, PVST+, PVRST+, IEEE 802.3ad

- 1.3.14. สามารถรองรับ SNMPv3, NTP และ RMON อย่างน้อย 4 Groups
- 1.3.15. สามารถทำ Multicast routing เช่น PIM และ IGMPv3ได้เป็นอย่างน้อย
- 1.3.16. อุปกรณ์สามารถทำ IPv6 และสามารถทำ IPv6 feature เช่น IPv6 host, IPv6 security ACLs และ IPv6 MLD ได้เป็นอย่างน้อย
- 1.3.17. สามารถรองรับการทำงาน IEEE 802.1AE MACsec ได้
- 1.3.18. สามารถจัด Priority แบบ WFQ หรือ WRR หรือ SRR ได้อย่างน้อย 4 ระดับ โดย Hardware
- 1.3.19. สามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ RADIUS แบบ Devices MAC Based และ Web Based Authentication ได้
- 1.3.20. สามารถบริหารอุปกรณ์โดย SNMP v1/2/3, Telnet, SSH, Web, GUI และ console port ได้
- 1.3.21. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐานจากสถาบัน UL หรือ FCC เป็นอย่างน้อย ติดตั้งใน Rack มาตรฐาน 19 นิ้ว
- 1.3.22. เป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทผู้ผลิตเดียวกับอุปกรณ์ Core Switch ที่เสนอในข้อ 1.1

#### 1.4 อุปกรณ์ Core Switch แบบที่ 4

จำนวน 1 เครื่อง

- 1.4.1 มีพอร์ต Gigabit Ethernet (1000Base-X) แบบ SFP ไม่น้อยกว่า 12 พอร์ต และ พอร์ตแบบ 10/100/1000 Base-T จำนวนรวม ไม่น้อยกว่า 12 พอร์ต
- 1.4.2 มี Switch Performance หรือ Fabric ไม่น้อยกว่า 160 Gbps และมี Forwarding ไม่น้อยกว่า 65.5 Mpps
- 1.4.3 รองรับ Mac Address สูงสุดได้ไม่น้อยกว่าจำนวน 12,000 Address
- 1.4.4 รองรับการเชื่อมต่อแบบ Stack ระหว่างอุปกรณ์รุ่นเดียวกัน โดย Throughput ไม่น้อยกว่า 64 Gbps ได้
- 1.4.5 มี Power Supply ขนาดไม่น้อยกว่า 350 Watt จำนวน 2 หน่วย และทำงานแบบ Power-Supply Redundancy
- 1.4.6 รองรับ Unicast routes ได้ไม่ต่ำกว่า 11,000 routes
- 1.4.7 สามารถทำ IPv4 Routing Protocol ทั้งแบบ Static ได้เป็นอย่างน้อย
- 1.4.8 สามารถรองรับการสนับสนุน IPv6 และ สามารถทำ IPv6 Routing Protocol แบบ static ได้เป็นอย่างน้อย
- 1.4.9 รองรับได้อย่างน้อย 1,005 VLAN
- 1.4.10 สามารถทำ Extended Access Control Lists ในระดับ Layer 2/3/4 ตาม Source/Destination MAC Address, Ethertype, Source/Destination IP Address, TCP Source/Destination Port, UDP Source/Destination Port ได้ และสามารถกำหนด Access Control List ( ACL ) ตามเวลาได้
- 1.4.11 มีฟังก์ชันเกี่ยวกับ Security ในการป้องกันการโจมตีหรือบุกรุก ดังนี้
  - Port Security
  - Private Vlan Private Vlan Edge และ Voice Vlan
  - Secure Vlan Access-list
  - Dynamic ARP Inspection และ IP Source Guard เพื่อป้องกัน IP Spoofing
  - uRPF Strict Mode ด้วย Hardware
  - Spanning Tree Root Guard, BPDU Guard และ Unidirectional Link Detection (UDLD)
  - 802.1x User Authentication
  - Traffic Storm Control
- 1.4.12 สามารถรองรับมาตรฐานการเชื่อมต่อ IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.1p, IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.1s, PVST+, PVRST+, IEEE 802.3ad
- 1.4.13 สามารถรองรับ SNMPv3, NTP และ RMON อย่างน้อย 4 Groups
- 1.4.14 สามารถทำ Multicast routing เช่น PIM และ IGMPv3ได้เป็นอย่างน้อย
- 1.4.15 อุปกรณ์สามารถทำ IPv6 และสามารถทำ IPv6 feature เช่น IPv6 host, IPv6 security ACLs และ IPv6 MLD ได้เป็นอย่างน้อย
- 1.4.16 สามารถรองรับการทำงาน IEEE 802.1AE MACsec ได้
- 1.4.17 สามารถจัด Priority แบบ WFQ หรือ WRR หรือ SRR ได้อย่างน้อย 4 ระดับ โดย Hardware

- 1.4.18 สามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ RADIUS แบบ Devices MAC Based และ Web Based Authentication ได้
- 1.4.19 สามารถบริหารอุปกรณ์โดย SNMP v1/2/3, Telnet, SSH, Web, GUI และ console port ได้
- 1.4.20 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐานจากสถาบัน UL หรือ FCC เป็นอย่างน้อย ติดตั้งใน Rack มาตรฐาน 19 นิ้ว
- 1.4.21 เป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทผู้ผลิตเดียวกับอุปกรณ์ Core Switch ที่เสนอในข้อ 1.1

### 1.5 อุปกรณ์ Switch Layer 3 แบบที่ 1

จำนวน 10 เครื่อง

- 1.5.1 อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องมีคุณสมบัติของพอร์ตที่ใช้ในการเชื่อมต่อ สำหรับแต่ละวิทยาเขตดังนี้
  - ศูนย์กลางนครราชสีมา จำนวน 2 เครื่อง
    - พอร์ตแบบ 10/100/1000 Base-T จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต และมี slot ว่างรองรับ Module แบบ Gigabit Ethernet แบบ 1000 Base-X จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต โดยสามารถเปลี่ยนแปลง slot เพื่อรองรับ module แบบ 10 Gigabit Ethernet แบบ 10GBase-X ได้
  - วิทยาเขตกาฬสินธุ์ จำนวน 1 เครื่อง
    - พอร์ตแบบ 10/100/1000 Base-T จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 48 พอร์ต และมี slot ว่างรองรับ Module แบบ Gigabit Ethernet แบบ 1000 Base-X จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต โดยสามารถเปลี่ยนแปลง slot เพื่อรองรับ module แบบ 10 Gigabit Ethernet แบบ 10GBase-X ได้
  - วิทยาเขตกาฬสินธุ์ จำนวน 2 เครื่อง
    - พอร์ตแบบ 10/100/1000 Base-T จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต และมี slot ว่างรองรับ Module แบบ Gigabit Ethernet แบบ 1000 Base-X จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต โดยสามารถเปลี่ยนแปลง slot เพื่อรองรับ module แบบ 10 Gigabit Ethernet แบบ 10GBase-X ได้
  - วิทยาเขตสกลนคร จำนวน 2 เครื่อง
    - พอร์ตแบบ 10/100/1000 Base-T จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 48 พอร์ต และมี slot ว่างรองรับ Module แบบ Gigabit Ethernet แบบ 1000 Base-X จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต โดยสามารถเปลี่ยนแปลง slot เพื่อรองรับ module แบบ 10 Gigabit Ethernet แบบ 10GBase-X ได้
  - วิทยาเขตสุรินทร์ จำนวน 3 เครื่อง
    - พอร์ตแบบ 10/100/1000 Base-T จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต และมี slot ว่างรองรับ Module แบบ Gigabit Ethernet แบบ 1000 Base-X จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต โดยสามารถเปลี่ยนแปลง slot เพื่อรองรับ module แบบ 10 Gigabit Ethernet แบบ 10GBase-X ได้
- 1.5.2 มี Switch Performance หรือ Fabric ไม่น้อยกว่า 160 Gbps และมี Forwarding ไม่น้อยกว่า 65.5 mpps
- 1.5.3 รองรับ Mac Address สูงสุดได้ไม่น้อยกว่าจำนวน 12,000 Address
- 1.5.4 มี Power Supply ขนาดไม่น้อยกว่า 350 Watt จำนวน 2 หน่วย และทำงานแบบ Power-Supply Redundancy
- 1.5.5 รองรับ Unicast routes ได้ไม่ต่ำกว่า 11,000 routes
- 1.5.6 สามารถทำ IPv4 Routing Protocol ทั้งแบบ Static ได้เป็นอย่างน้อย
- 1.5.7 สามารถรองรับการสนับสนุน IPv6 และ สามารถทำ IPv6 Routing Protocol แบบ static ได้เป็นอย่างน้อย
- 1.5.8 รองรับได้อย่างน้อย 1,005 VLAN
- 1.5.9 สามารถทำ Extended Access Control Lists ในระดับ Layer 2/3/4 ตาม Source/Destination MAC Address, Ethertype, Source/Destination IP Address, TCP Source/Destination Port, UDP Source/Destination Port ได้ และสามารถกำหนด Access Control List ( ACL ) ตามเวลาได้
- 1.5.10 มีฟังก์ชันเกี่ยวกับ Security ในการป้องกันการโจมตีหรือบุกรุก ดังนี้
  - Port Security
  - Private Vlan Private Vlan Edge และ Voice Vlan

- Secure Vlan Access-list
  - Dynamic ARP Inspection และ IP Source Guard เพื่อป้องกัน IP Spoofing
  - uRPF Strict Mode ด้วย Hardware
  - Spanning Tree Root Guard, BPDU Guard และ Unidirectional Link Detection (UDLD)
  - 802.1x User Authentication
  - Traffic Storm Control
- 1.5.11 สามารถรองรับมาตรฐานการเชื่อมต่อ IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.1p, IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.1s, PVST+, PVRST+, IEEE 802.3ad
- 1.5.12 สามารถรองรับ SNMPv3, NTP และ RMON อย่างน้อย 4 Groups
- 1.5.13 สามารถทำ Multicast routing เช่น PIM และ IGMPv3 ได้เป็นอย่างน้อย
- 1.5.14 อุปกรณ์สามารถทำ IPv6 และสามารถทำ IPv6 feature เช่น IPv6 host, IPv6 security ACLs และ IPv6 MLD ได้เป็นอย่างน้อย
- 1.5.15 สามารถรองรับการทำงาน IEEE 802.1AE MACsec ได้
- 1.5.16 สามารถจัด Priority แบบ WFQ หรือ WRR หรือ SRR ได้อย่างน้อย 4 ระดับ โดย Hardware
- 1.5.17 สามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ RADIUS แบบ Devices MAC Based และ Web Based Authentication ได้
- 1.5.18 สามารถบริหารอุปกรณ์โดย SNMP v1/2/3, Telnet, SSH, Web, GUI และ console port ได้
- 1.5.19 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับมาตรฐานจากสถาบัน UL หรือ FCC เป็นอย่างน้อย ติดตั้งใน Rack มาตรฐาน 19 นิ้ว
- 1.5.20 เป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทผู้ผลิตเดียวกับอุปกรณ์ Core Switch ที่เสนอในข้อ 1.1

#### 1.6 อุปกรณ์ Switch Layer 2 ที่

จำนวน 11 เครื่อง

- 1.6.1. มีขนาด Switching Fabric หรือ Switching Capacity รวมไม่น้อยกว่า 216 Gbps
- 1.6.2. มีพอร์ตแบบ 10/100/1000 Base-T จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต
- 1.6.3. มีพอร์ตที่สามารถเลือกใช้ได้ระหว่าง 1000 Base-X จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต
- 1.6.4. อุปกรณ์ต้องรองรับจำนวน Mac Address ได้อย่างน้อย 8000 Mac Address
- 1.6.5. มีพอร์ต USB จำนวนไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต สำหรับเก็บข้อมูลภายนอก
- 1.6.6. รองรับการทำ Stack ได้ไม่น้อยกว่า 8 Unit ด้วย Forwarding Bandwidth ไม่น้อยกว่า 80 Gbps ด้วยการเพิ่มโมดูลได้
- 1.6.7. สนับสนุนมาตรฐานได้แก่ IEEE802.1D, IEEE802.1w, IEEE802.1s, IEEE802.1p, IEEE802.1q และ IEEE802.3ad
- 1.6.8. สนับสนุนการทำ VLAN ไม่น้อยกว่า 1023 VLAN และแลกเปลี่ยน VLAN Database โดยใช้ VTP หรือ GVRP ระหว่างอุปกรณ์สลับสัญญาณที่นำเสนอทั้งหมดได้
- 1.6.9. สนับสนุน Uni-Directional Link Detection (UDLD) สำหรับตรวจสอบความผิดพลาดของการเชื่อมต่อสายสัญญาณได้
- 1.6.10. สนับสนุน IP Multicast Membership ได้แก่ IGMP v3 snooping, MLDv2 snooping, Multicast VLAN Registration (MVR) และ IGMP Filtering ได้เป็นอย่างน้อย
- 1.6.11. สนับสนุนการทำ Access Control List (ACL) Layer 2-4 โดยสามารถบังคับใช้งานในระดับพอร์ตได้
- 1.6.12. สนับสนุนความสามารถด้านการตรวจสอบและยืนยันตัวตนผู้ใช้งาน (Authentication) ดังต่อไปนี้
- IEEE 802.1x และ User/Device MAC-Authentication
  - IEEE 802.1x แบบ Guest VLAN, VLAN Assignment, Per-User ACLs, Voice VLAN
  - IEEE 802.1x แบบ Multi Authentication หรือ Multiple Supplicants per port
- 1.6.13. User Web-Based Authentication รองรับ Custom HTML สำหรับหน้า Authentication และระบุ URL ที่ให้ Redirect เมื่อทำการ Authentication ผ่านได้

- 1.6.14. ทำการ Authentication เครื่อง PC และ IP Phone ที่อยู่บนพอร์ตเดียวกัน แต่อยู่ใน VLAN แตกต่างกัน (Data VLAN และ Voice VLAN) ได้
- 1.6.15. สามารถกำหนดรูปแบบการ Authentication ได้แก่ IEEE802.1x, MAC Authentication และ Web Authentication ในแต่ละพอร์ต ตามลำดับก่อนหลัง (Order) ได้
- 1.6.16. สามารถเลือกให้ เปิดใช้งานพอร์ตแบบ Unrestricted Access หรือระบุ ACL ไม่ว่าผู้ใช้/เครื่องจะทำการ Authentication ผ่านหรือไม่ก็ตาม
- 1.6.17. สนับสนุนการทำ Quality of Service (QoS) ดังต่อไปนี้
- Classification: Layer 2 header, IP header (Layer 3) และ TCP/UDP header (Layer 4)
  - Queuing & Scheduling: Priority Queuing, Weighted Round Robin (WRR) หรือ Shaped Round Robin (SRR)
  - Congestion Avoidance: Weighted Tail Drop (WTD) หรือ Weighted Random Early Detection (WRED)
  - Control-plane และ Data-plane QoS
- 1.6.18. สนับสนุนความสามารถด้านความปลอดภัยของอุปกรณ์และระบบเครือข่ายดังต่อไปนี้
- BPDU Guard, Spanning Tree Root Guard, Port Security, Private VLAN
  - Unicast, Multicast และ Broadcast Storm Control
  - DHCP Snooping, Dynamic ARP Inspection (DAI), IP Source Guard (IP & MAC Binding)
- 1.6.19. สนับสนุนฟังก์ชันด้านการจัดการพลังงานดังต่อไปนี้
- ในกรณีพอร์ตที่ไม่ใช้งาน อุปกรณ์สามารถเปลี่ยนสถานะพอร์ต ให้ใช้งานไฟน้อยลงได้
  - สามารถกำหนด Maximum Power Consumption ในแต่ละพอร์ตได้
  - สามารถวัดการใช้งานไฟจริงในแต่ละพอร์ตได้ (Power Sensing)
  - สามารถกำหนดนโยบายการจ่ายไฟบนพอร์ต POE ของอุปกรณ์ตามช่วงเวลาได้
  - มี POE MIB เพื่อให้ระบบบริหารจัดการอื่นๆ สามารถตรวจสอบและควบคุมการจ่ายไฟได้
  - สามารถตรวจสอบปริมาณการใช้งานไฟ (Power Usage) ของอุปกรณ์ได้
- 1.6.20. สามารถบริหารจัดการและกำหนดการทำงานของอุปกรณ์ด้วยวิธี
- Command Line Interface (CLI), SNMPv3 และ Web Browser (HTTP)
  - Telnet, Layer 2 Traceroute, SSH, NTP และ Syslog
  - Onboard Failure Logging (OBFL)
  - Online diagnostics (เพื่อตรวจสอบ Hardware components, Interfaces และ Solder joints)
- 1.6.21. อุปกรณ์ฯ ต้องสามารถติดตั้งบน Rack 19 นิ้วได้
- 1.6.22. ผ่านการรับรองตามมาตรฐานความปลอดภัย FCC, UL และ EN
- 1.6.23. อุปกรณ์ทั้งหมด ต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน
- 1.6.24. เป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทผู้ผลิตเดียวกับอุปกรณ์ Core Switch ที่เสนอในข้อ 1.1
- 1.7 ตู้สำหรับจัดเก็บเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ แบบที่ 1 จำนวน 7 ตู้**
- 1.7.1. เป็นตู้แบบ Wall Rack ขนาด 19 นิ้ว 9U โดยมีความกว้างไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร ความลึกไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร
- 1.7.2. ผลิตจากเหล็ก Electro Galvanized Sheet Steel หนา 1.2 mm. แข็งแรงและกันสนิมได้ 100%
- 1.7.3. เสาสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ ผลิตจากเหล็ก Electro Galvanized Sheet Steel หนา 2.0 mm. มีความแข็งแรงและป้องกันสนิมได้ 100%
- 1.7.4. ฝาหน้าบริเวณส่วนกลางเป็น Plastic Acrylic สีขาวหนา 5.0 mm. น้ำหนักเบาพร้อมยางกันฝุ่นรอบขอบ ประตู พร้อมบานพับอลูมิเนียมที่แข็งแรงพร้อมกุญแจล็อก(Turn lock)



- 1.7.5. ด้านข้างเจาะรูระบายอากาศโดยรอบ (Perforated slot)
- 1.7.6. มี Ground system ทุกชั้น ส่วนเชื่อมต่อถึงกันด้วย Cable Earth Kit
- 1.7.7. มีช่องเสียบไฟฟ้า จำนวนไม่น้อยกว่า 10 ช่อง
- 1.7.8. หลังคาติดตั้งพัดลมระบายอากาศได้มากที่สุด 3 ตัว
- 1.7.9. มีพัดลมสำหรับระบายความร้อน ไม่น้อยกว่า 2 ตัว

#### 1.8 ตู้สำหรับจัดเก็บเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ แบบที่ 2

จำนวน 1 ตู้

- 1.8.1. เป็นตู้แบบ Rack ขนาด 19 นิ้ว 15U
- 1.8.2. ผลิตจาก Electro Galvanized Sheet หนา 1.5 mm. เสา โครงและฐาน หนา 2.0 mm. เพื่อความแข็งแรง ฐานล้อ หนา 3.0 mm. ป้องกัน สนิม 100 %
- 1.8.3. ด้านบนของตู้ สามารถติดตั้งพัดลมได้ 1 ถึง 6 ตัว
- 1.8.4. ประตูหน้า บริเวณส่วนกลางเป็น Plastic Acrylic สีขาวหนา 5.0 mm. น้ำหนักเบาพร้อมยางกันฝุ่นรอบขอบประตู สามารถ กลับด้าน เปลี่ยนแปลงการเปิด ปิด ได้ทั้งซ้าย หรือขวา ด้วยบานพับอลูมิเนียมที่แข็งแรงพร้อมกุญแจล็อก 2 ตัว (Turn lock)
- 1.8.5. ประตูหลังบริเวณส่วนล่างมีช่องระบายอากาศและแผ่นกันฝุ่น ( Dust – proof filter )พร้อมยางกันฝุ่นรอบขอบประตู สามารถกลับประตูเปลี่ยนแปลงการ เปิด-ปิด ได้ทั้งซ้าย หรือขวา ด้วยบานพับอลูมิเนียมที่แข็งแรง
- 1.8.6. ด้านล่างมีช่องสำหรับเข้าสายพร้อมแผ่นปิดสามารถปรับระยะได้สำหรับป้องกันสัตว์และแมลง
- 1.8.7. ฝาข้างพร้อมกุญแจล็อก 2 ตัว (Turn lock) ติดตั้ง เข้า- ออก ได้
- 1.8.8. เสาสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ผลิตจากเหล็ก Electro Galvanized Sheet Steel หนา 2 mm. มีความแข็งแรง และสามารถ ปรับระยะได้ตามความลึกของอุปกรณ์
- 1.8.9. บานพับทั้งประตูหน้าหลัง ผลิตจาก Aluminum ขนาดใหญ่ แข็งแรง รับน้ำหนักประตูได้มากเป็นพิเศษ และป้องกันสนิม 100%
- 1.8.10. ขาปรับระดับได้ทั้ง 4 มุม แข็งแรงติดตั้งง่าย และล้อ 4 ล้อหมุนได้ 360 องศา เพื่อความสะดวกขณะเคลื่อนย้าย รับน้ำหนัก ได้ 100 กิโลกรัม ล้อ
- 1.8.11. มี Grounding มีสาย Ground เชื่อมบานประตูและฝาข้างทั้งหมด ด้วย Cable Earth Kit

#### 1.9 งานเดินสายสัญญาณ

จำนวน 1 งาน

- 1.9.1 ติดตั้งสายสัญญาณไฟเบอร์ออฟติกระหว่างอาคารแบบ Single mode ดังต่อไปนี้

ศูนย์กลางมหาวิทยาลัย นครราชสีมา

- เชื่อมต่อระหว่างอาคาร 12 สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 6 Core ไปยัง อาคาร 23 กองพัฒนานักศึกษา สโมสรนักศึกษา ระยะทางไม่น้อยกว่า 800 เมตร

วิทยาเขต สกลนคร

- เชื่อมต่อระหว่างอาคาร อาคารวิทยบริการ ไปยัง อาคารเอนกประสงค์ จำนวน 48 Core ระยะทางไม่น้อยกว่า 200 เมตร

- เชื่อมต่อระหว่างอาคารวิทยบริการ ไปยัง อาคาร 10 จำนวน 12 Core ระยะทางไม่น้อยกว่า 800 เมตร

- เชื่อมต่อระหว่างอาคารวิทยบริการ ไปยัง อาคารหอพักนักศึกษา จำนวน 12 Core ระยะทางไม่น้อยกว่า 800 เมตร

วิทยาเขต กาฬสินธุ์

- เชื่อมต่อระหว่างอาคารศูนย์คอมพิวเตอร์ ไปยัง อาคาร 1 จำนวน 6 Core ระยะทางไม่น้อยกว่า 490 เมตร

- เชื่อมต่อระหว่างอาคารศูนย์คอมพิวเตอร์ ไปยัง อาคาร 3 จำนวน 6 Core

ระยะทางไม่น้อยกว่า 750 เมตร

- เชื่อมต่อระหว่างอาคารศูนย์คอมพิวเตอร์ ไปยัง อาคาร 11 จำนวน 6 Core  
ระยะทางไม่น้อยกว่า 800 เมตร

วิทยาเขต สุรินทร์

- เชื่อมต่อระหว่างอาคารคณะเทคโนโลยีการจัดการ ไปยัง สาขาวิชาสิ่งทอและการออกแบบ ระยะทางไม่น้อยกว่า 360 เมตร จำนวน 6 Core
- เชื่อมต่อระหว่างอาคารสาขาวิชาสิ่งทอและการออกแบบ ไปยัง ศูนย์หม่อนไหมราชชมงคล ระยะทางไม่น้อยกว่า 170 เมตร จำนวน 6 Core
- อาคารคณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี ไปยัง สาขาวิชาประมง ระยะทางไม่น้อยกว่า 1,200 เมตร จำนวน 6 Core

สายสัญญาณไฟเบอร์ออฟติกต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- เป็นสายใยแก้วนำแสงชนิด Single mode ขนาดของเส้นใยนำแสงแต่ละเส้นจะต้องเป็นแบบ 9/125 ไมโครเมตร ตามมาตรฐาน
- เป็นสายใยแก้วนำแสงที่มีอัตราการการลดทอน (Max. Attenuation) ไม่เกิน 0.5 dB/km ที่ 1310 nm และ 0.3 dB/km ที่ 1550 nm
- โครงสร้างสายใยแก้วนำแสงจะต้องสามารถกันน้ำได้ (Water Tightness) ตามมาตรฐาน IEC60794-1-2-F5
- สามารถทนต่อแรงดึง (Pulling Tension) อย่างน้อย 1400 N และเป็นไปตามมาตรฐาน IEC-60794-1-2-E1
- สายสัญญาณใยแก้วนำแสงจะต้องสามารถทนต่อแรงกดทับ (Crush Resistance) 150 N/cm ตามมาตรฐาน IEC 60794-1-2-E3
- สายสัญญาณใยแก้วนำแสงจะต้องสามารถทนอุณหภูมิขณะ Storage ได้อย่างน้อย -30 ถึง +70 องศาเซลเซียส และขณะ Operation ได้อย่างน้อย -30 ถึง +70 องศาเซลเซียส ตามมาตรฐาน IEC 60794-1-2-F1

คุณลักษณะของแผงกระจายสัญญาณเคเบิลใยแก้วนำแสง Fiber Optic Patch Panel จะต้องมีความสมบัติดังต่อไปนี้

- เป็นแผงกระจายสัญญาณเคเบิลใยแก้วนำแสงชนิดติดตั้งในตู้ Rack 19 นิ้วได้
- เป็นแผงกระจายสายสัญญาณเคเบิลใยแก้วชนิดสามารถเลื่อนเข้าออกได้ (Sliding Panel)
- สามารถรองรับการใช้งาน Connector ได้ทั้งชนิด SC, ST และ LC ทั้ง Single mode และ Multimode ได้ โดยมีขนาดความสูงไม่เกิน 1RU
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้งานได้ตามมาตรฐานการออกแบบและติดตั้ง
- ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับเคเบิลใยแก้วนำแสง

คุณลักษณะของ Optical Fiber Patch Cord

- เป็นสายสำเร็จรูปที่ผลิตจากโรงงานผู้ผลิต
- เป็นสาย Patch Cord ชนิด Single mode แบบ Duplex โดยมี Connector ทั้งสองด้านเป็นชนิด SC หรือตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด
- Jacket ต้องทำมาจากวัสดุชนิด Low Smoke Zero Halogen (LSZH)
- มีค่า IL (Insertion Loss) ไม่มากกว่า 0.3dB
- มีค่า RL (Return Loss) ไม่น้อยกว่า 40 dB
- ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับแผงกระจายสัญญาณเคเบิลใยแก้วนำแสง

คุณลักษณะของ Optical Fiber Connector / Pigtail Cord

- เป็นสายสำเร็จรูปที่ผลิตจากโรงงานผู้ผลิต

- เป็นสาย Pigtail ชนิด Single mode แบบ ปลายด้านเดียว Connector เป็นแบบชนิด SC หรือตามที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนด
- มีค่า IL (Insertion Loss) ไม่มากกว่า 0.3dB
- มีค่า RL (Return Loss) ไม่น้อยกว่า 40 dB
- ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับแผงกระจายสัญญาณเคเบิลใยแก้วนำแสงและเคเบิลใยแก้วนำแสง

#### 1.9.2 ติดตั้งสายสัญญาณไฟเบอร์ออฟติกระหว่างอาคารแบบ Multimode ดังต่อไปนี้

ศูนย์กลางมหาวิทยาลัย นครราชสีมา

- เชื่อมต่อระหว่างอาคาร 7 ไปยัง อาคาร 22 ระยะทางไม่น้อยกว่า 300 เมตร จำนวน 6 Core
  - เชื่อมต่อระหว่างอาคาร 8 ไปยัง อาคาร 26 ระยะทางไม่น้อยกว่า 250 เมตร จำนวน 6 Core
- สายสัญญาณไฟเบอร์ออฟติกต้องมีคุณสมบัติดังนี้
- เป็นสายใยแก้วนำแสงชนิด Multimode ขนาดของเส้นใยนำแสงแต่ละเส้นจะต้องเป็นแบบ 50/125 ไมโครเมตร ตามมาตรฐาน
  - โครงสร้างสายใยแก้วนำแสงจะต้องสามารถกันน้ำได้ (Water Tightness) ตามมาตรฐาน IEC60794-1-2-F5
  - สามารถทนต่อแรงดึง (Pulling Tension) อย่างน้อย 1400 N และเป็นไปตามมาตรฐาน IEC-60794-1-2-E1
  - สายสัญญาณใยแก้วนำแสงจะต้องสามารถทนต่อแรงกดทับ (Crush Resistance) 150N/cm หรือดีกว่า
  - สายสัญญาณใยแก้วนำแสงจะต้องสามารถทนอุณหภูมิขณะ Storage ได้อย่างน้อย -30 ถึง +70 องศาเซลเซียส และขณะ Operation ได้อย่างน้อย -30 ถึง +70 องศาเซลเซียส ตามมาตรฐาน IEC 60794-1-2-F1

คุณลักษณะของแผงกระจายสัญญาณเคเบิลใยแก้วนำแสง Fiber Optic Patch Panel จะต้องมีความสมบัติดังต่อไปนี้

- เป็นแผงกระจายสัญญาณเคเบิลใยแก้วนำแสงชนิดติดตั้งในตู้ Rack 19 นิ้วได้
- เป็นแผงกระจายสายสัญญาณเคเบิลใยแก้วชนิดสามารถเลื่อนเข้าออกได้ (Sliding Panel)
- สามารถรองรับการใช้งาน Connector ได้ทั้งชนิด SC, ST และ LC ทั้ง Single mode และ Multimode ได้ โดยมีขนาดความสูงไม่เกิน 1RU
- เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้งานได้ตามมาตรฐานการออกแบบและติดตั้ง
- ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับเคเบิลใยแก้วนำแสง

คุณลักษณะของ Optical Fiber Patch Cord

- เป็นสายสำเร็จรูปที่ผลิตจากโรงงานผู้ผลิต
- เป็นสาย Patch Cord ชนิด Multimode แบบ Duplex โดยมี Connector ทั้งสองด้านเป็นชนิด SC หรือตามที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนด
- Jacket ต้องทำมาจากวัสดุชนิด Low Smoke Zero Halogen (LSZH)
- มีค่า IL (Insertion Loss) ไม่มากกว่า 0.3dB
- ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับแผงกระจายสัญญาณเคเบิลใยแก้วนำแสง




คุณลักษณะของ Optical Fiber Connector / Pigtail Cord

- เป็นสายสำเร็จรูปที่ผลิตจากโรงงานผู้ผลิต
- เป็นสาย Pigtail ชนิด Multimode แบบ ปลายด้านเดียว Connector เป็นแบบชนิด SC หรือตามที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนด
- มีค่า IL (Insertion Loss) ไม่มากกว่า 0.3dB
- ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกันกับแผงกระจายสัญญาณเคเบิลใยแก้วนำแสงและเคเบิลใยแก้วนำแสง

## 2. เงื่อนไข

- 2.1 ผู้เสนอราคา จะต้องได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการ จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ที่นำเสนอ โดยแต่งตั้งจากสาขาของเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย เพื่อการได้รับบริการหลังการขายที่ดี โดยระบุถึงชื่อโครงการ และชื่อมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีให้ชัดเจน
- 2.2 ผู้เสนอราคาต้องจัดเตรียมเอกสารแนะนำสินค้า (Brochure) สำหรับอ้างอิงถึง คุณสมบัติเฉพาะทางเทคนิค ซึ่งได้แสดงเครื่องหมายระบุตำแหน่งรายละเอียดอย่างชัดเจน
- 2.3 ผู้เสนอราคาต้องมีทุนจดทะเบียนไม่ต่ำกว่า 3,000,000 บาท และชำระเต็มตามจำนวนมูลค่าหุ้น
- 2.4 ผู้เสนอราคาต้องมีผลงานการติดตั้งระบบหรือครุภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง โดยติดตั้งให้กับหน่วยงานราชการ หรือเอกชนที่เชื่อถือได้ โดยมีมูลค่างานไม่ต่ำกว่า 2,500,000 บาท ภายในสัญญาเดียว และเป็นสัญญาที่จบงวดงานทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว
- 2.5 ผู้เสนอราคาจะต้องได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการ จากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือสาขาของเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย โดยระบุถึงชื่อโครงการและชื่อมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีให้ชัดเจน เพื่อบริการหลังการขายที่ดี
- 2.6 อุปกรณ์ทั้งหมด ต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน
- 2.7 ผู้เสนอราคา ต้องเสนอโมดูลที่สามารถใช้กับอุปกรณ์ข้อ 1.1 ถึง 1.6 โดยมีจำนวนตามเอกสารแนบ 2
- 2.8 ผู้เสนอราคา ต้องติดตั้งพร้อมกำหนดคุณสมบัติของอุปกรณ์ข้อ 1.1 ถึง 1.6 ให้สามารถใช้งานได้ โดยมีรายละเอียดการติดตั้งตาม เอกสารแนบ 3
- 2.9 ผู้เสนอราคาต้องให้การรับประกันสินค้า ทุกชิ้นส่วนพร้อมค่าแรง แบบ Onsite Service โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายไม่น้อยกว่า 1 ปี (มีเอกสารระบุระยะเวลารับประกันติดตั้งที่ตัวเครื่อง)
- 2.10 ผู้เสนอราคาจะต้องเสนอแผนการดำเนินงานโดยกำหนดระยะเวลาให้ชัดเจนเสนอต่อคณะกรรมการ
- 2.11 กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ภายใน 90 วัน นับถัดจากวันทำสัญญา

## คณะกรรมการกำหนดร่างขอบเขตของงาน

1.  (นายประกาย นาดิ)
2.  (นายรุ่งนง แอวโสกา)
3.  (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธัญภักดิ์ สัมมานนท์)

  
 .....  
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิโรจน์ ลิ้มไชแสง)  
 ผู้อนุมัติ

เอกสารแนบที่ 2 รายการโมดูลแต่ละวิทยาเขต

วิทยาเขต	จำนวน Module SFP	จำนวน Module SFP
ศูนย์กลางนครราชสีมา	52 โมดูล	34 โมดูล
วิทยาเขตขอนแก่น		48 โมดูล
วิทยาเขตกาฬสินธุ์		44 โมดูล
วิทยาเขตสกลนคร		68 โมดูล
วิทยาเขตสุรินทร์		88 โมดูล
รวม	52 โมดูล	282 โมดูล

เอกสารแนบที่ 3 รายการอุปกรณ์ที่ติดตั้งแต่ละวิทยาเขต

รายการ	จำนวนทั้งหมด	สถานที่ติดตั้ง					
		ศูนย์กลางนครราชสีมา (เครื่อง)	วิทยาเขตขอนแก่น (เครื่อง)	วิทยาเขตกาฬสินธุ์ (เครื่อง)	วิทยาเขตสกลนคร (เครื่อง)	วิทยาเขตสุรินทร์ (เครื่อง)	
1) อุปกรณ์ Core Switch แบบที่ 1	2	1	1				
2) อุปกรณ์ Core Switch แบบที่ 2	3			1	1	1	
3) อุปกรณ์ Core Switch แบบที่ 3	5	2		1	1	1	
4) อุปกรณ์ Core Switch แบบที่ 4	2	1			1		
5) อุปกรณ์ Switch Layer 3 แบบที่ 1	10	2		3	2	3	
6) อุปกรณ์ Switch Layer 2	11	2		3	3	3	

หมายเหตุ เจ้าหน้าที่ประจำวิทยาเขตจะกำหนดอาคารที่ติดตั้งอุปกรณ์ในข้อ 1.1 ถึง 1.6