ขอบเขตของงาน (Term of Reference: TOR)
งานจ้างงานติดตั้งระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
อาคารสำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

คุณลักษณะทั่วไป

1. ติดตั้งสายสัญญาณ พร้อมอุปกรณ์เครือข่าย ณ สำนักอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง เพื่อให้สามารถใช้งานได้ทั้งระบบ Internet และระบบ Intranet
2. ผู้เสนอราคาต้องติดตั้งงานจนแล้วเสร็จและสามารถใช้งานได้ภายใน 45 วัน
3. การติดตั้งอุปกรณ์เครือข่ายไร้สาย ให้ผู้เสนอราคาที่ทำสำรวจคุณภาพสัญญาณ พร้อมผังก่อนดำเนินการติดตั้ง หากจุดติดตั้งต้องเปลี่ยนแปลงแก้ไขจากแบบที่กำหนด ให้ทำหนังสือเป็นลายลักษณ์อักษรเสนอต่อกรรมการ ก่อนเข้าดำเนินการ
4. ผู้ชนะการเสนอราคาต้องรับประกันระบบที่ติดตั้งทั้งหมดเป็นเวลา 1 ปี นับถัดจากวันตรวจรับ เสร็จสมบูรณ์ทั้งหมด (หมายเหตุ การรับประกันอายุการใช้งานวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดที่ติดตั้งให้เป็นไปตามคุณสมบัติทางเทคนิคของอุปกรณ์ติดตั้ง)

คุณลักษณะเฉพาะ

1. **รายละเอียดการติดตั้งสายสัญญาณ**

1.1. ติดตั้งสายสัญญาณชนิด Cat6 UTP Cable ตู้ PoE L2 Switch ของชั้น 1, ชั้น 2, ชั้น 3 และชั้น 4 ไปยังห้องต่างๆ จำนวน 7 จุดพร้อมทดสอบการทำงานผ่านอุปกรณ์ระบบเครือข่ายดังนี้

1.1.1. ติดตั้งสายสัญญาณชนิด Cat6 UTP Cable ตู้ PoE L2 Switch ในห้องควบคุมไฟฟ้าของชั้น 1 ไปยังห้องนิทรรศการถาวร/หอเกียรติประวัติ จำนวน 2 จุด ตามเอกสารแนบ แผนผังจุดติดตั้งครุภัณฑ์ระบบเครือข่ายฯ หน้าที่ 1

1.1.2. ติดตั้งสายสัญญาณชนิด Cat6 UTP Cable ตู้ PoE L2 Switch ในห้องควบคุมไฟฟ้าของชั้น 2 ไปยังห้องประชุมใหญ่ จำนวน 3 จุด ตามเอกสารแนบ แผนผังจุดติดตั้งครุภัณฑ์ระบบเครือข่ายฯ หน้าที่ 2

1.1.3. ติดตั้งสายสัญญาณชนิด Cat6 UTP Cable ตู้ PoE L2 Switch ในห้องควบคุมไฟฟ้าของชั้น 3 ไปยังห้องควบคุมคุณภาพเสียง จำนวน 1 จุด และห้องประชุมย่อย จำนวน 1 จุด ตามเอกสารแนบ แผนผังจุดติดตั้งครุภัณฑ์ระบบเครือข่ายฯ หน้าที่ 3

อาจารย์ศักดิ์ชัย	ศรีมากรณ์.....
นายปฏิญญา	อินทราวุธ.....
นายรวีพันธ์	หน่องาม.....

1.2. ติดตั้งสายสัญญาณชนิด Cat6 UTP Cable ตู้ PoE L2 Switch ของชั้น 1, ชั้น 2, ชั้น 3 และชั้น 4 ไปยังอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สายตามห้องต่างๆ จำนวน 24 พร้อมทดสอบการทำงานผ่านอุปกรณ์ระบบเครือข่าย เอกสารแนบ แผนผังจุดติดตั้งครุภัณฑ์ระบบเครือข่ายฯ หน้าที่ 1-4

1.3. ติดตั้งเต้ารับสายทองแดงตีเกลียว (UTP Outlet) ที่ปลายสาย Cat6 UTP ตามห้องต่างๆ และจุดติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย รวมจำนวน 31 จุดโดยติดตั้งลงกล่องพลาสติกพร้อมหน้ากาก แบบไม่แตกหักง่ายและยึดติดผนังห้อง เอกสารแนบ แผนผังจุดติดตั้งครุภัณฑ์ระบบเครือข่ายฯ หน้าที่ 1-4

1.4. ติดตั้ง สาย Patch Cord ความยาวไม่น้อยกว่าเส้นละ 1 เมตร โดยติดตั้งหัว RJ45 พร้อมใส่ปลอกยางหุ้มหัว RJ45 (Locking Plug Boot) ชนิดสี เพื่อเชื่อมต่อ PoE L2 Switch และทำเครื่องหมายรหัสติดไว้ที่สายให้ชัดเจน

1.5. Splice หัวสายสัญญาณใยแก้วนำแสง (Fiber Optic 6 Core) จำนวน 6 เส้นดังนี้

1.5.1. Splice หัวสายสัญญาณใยแก้วนำแสง (Fiber Optic 6 Core) เพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์กระจายสัญญาณ (L3 Switch) ของชั้น 1 กับ อุปกรณ์กระจายสัญญาณ (PoE L2 Switch) ของชั้น 1 จำนวน 2 เส้น

1.5.2. Splice หัวสายสัญญาณใยแก้วนำแสง (Fiber Optic 6 Core) เพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์กระจายสัญญาณ (L3 Switch) ของชั้น 1 กับ อุปกรณ์กระจายสัญญาณ (PoE L2 Switch) ของชั้น 2 จำนวน 1 เส้น

1.5.3. Splice หัวสายสัญญาณใยแก้วนำแสง (Fiber Optic 6 Core) เพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์กระจายสัญญาณ (L3 Switch) ของชั้น 1 กับ อุปกรณ์กระจายสัญญาณ (PoE L2 Switch) ของชั้น 3 จำนวน 2 เส้น

1.5.4. Splice หัวสายสัญญาณใยแก้วนำแสง (Fiber Optic 6 Core) เพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์กระจายสัญญาณ (L3 Switch) ของชั้น 1 กับ อุปกรณ์กระจายสัญญาณ (PoE L2 Switch) ของชั้น 4 จำนวน 1 เส้น

1.5.5. Splice หัวสายสัญญาณใยแก้วนำแสง (Fiber Optic 12 Core) จำนวน 1 เส้นเพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์กระจายสัญญาณ (Core Switch) ที่งานพิธีการ/กองอาคาร/กองยานพาหนะ ชั้น 1 กับ อุปกรณ์กระจายสัญญาณของตึกเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

1.6. ติดตั้งแผงพักสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Patch Panel 1U) โดยต้องเชื่อมสาย Fiber Optic ทุกเส้น (Core) เข้ากับหัวต่อแบบ SC Connecter

อาจารย์ศักดิ์ชัย	ศรีมากรณ์.....
นายปฏิญญา	อินทราวุธ.....
นายรวีพันธ์	หน่องาม.....

1.7. ติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย (Wireless Access Point) จำนวน 24 เครื่อง ตามคุณลักษณะในข้อ 2.5. พร้อมติดป้ายรหัสให้ชัดเจนและเชื่อมต่อเข้ากับสาย LAN ตามจุดติดตั้งในเอกสารแนบ แผนผังจุดติดตั้งครุภัณฑ์ระบบเครือข่ายฯ

1.8. ติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย Core Switch จำนวน 1 ชุด ตามคุณลักษณะในข้อ 2.1. ที่งานพิธีการ/กองอาคาร/กองยานพาหนะ ชั้น 1 ตามจุดติดตั้งในเอกสารแนบ แผนผังจุดติดตั้งครุภัณฑ์ระบบเครือข่ายฯ

1.9. ติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย PoE L2 Switch จำนวน 10 ชุด ดังนี้

1.9.1. ติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย (L2 Switch PoE) ขนาด 8 ช่อง ตามคุณลักษณะในข้อ 2.2. ณ ตู้เก็บอุปกรณ์สัญญาณห้องควบคุมไฟฟ้า ชั้น 1 จำนวน 1 ชุด ตามจุดติดตั้งในเอกสารแนบ แผนผังจุดติดตั้งครุภัณฑ์ระบบเครือข่ายฯ

1.9.2. ติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย (L2 Switch PoE) ขนาด 48 ช่อง ตามคุณลักษณะในข้อ 2.4. ณ ตู้เก็บอุปกรณ์สัญญาณห้องควบคุมไฟฟ้า ชั้น 1 จำนวน 2 ชุด ตามจุดติดตั้งในเอกสารแนบ แผนผังจุดติดตั้งครุภัณฑ์ระบบเครือข่ายฯ

1.9.3. ติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย (L2 Switch PoE) ขนาด 8 ช่อง ตามคุณลักษณะในข้อ 2.2. ณ ตู้เก็บอุปกรณ์สัญญาณห้องควบคุมไฟฟ้า ชั้น 2 จำนวน 1 ชุด ตามจุดติดตั้งในเอกสารแนบ แผนผังจุดติดตั้งครุภัณฑ์ระบบเครือข่ายฯ

1.9.4. ติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย (L2 Switch PoE) ขนาด 24 ช่อง ตามคุณลักษณะในข้อ 2.3. ณ ตู้เก็บอุปกรณ์สัญญาณห้องควบคุมไฟฟ้า ชั้น 2 จำนวน 1 ชุด ตามจุดติดตั้งในเอกสารแนบ แผนผังจุดติดตั้งครุภัณฑ์ระบบเครือข่ายฯ

1.9.5. ติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย (L2 Switch PoE) ขนาด 8 ช่อง ตามคุณลักษณะในข้อ 2.2. ณ ตู้เก็บอุปกรณ์สัญญาณห้องควบคุมไฟฟ้า ชั้น 3 จำนวน 1 ชุด ตามจุดติดตั้งในเอกสารแนบ แผนผังจุดติดตั้งครุภัณฑ์ระบบเครือข่ายฯ

1.9.6. ติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย (L2 Switch PoE) ขนาด 48 ช่อง ตามคุณลักษณะในข้อ 2.4. ณ ตู้เก็บอุปกรณ์สัญญาณห้องควบคุมไฟฟ้า ชั้น 3 จำนวน 2 ชุด ตามจุดติดตั้งในเอกสารแนบ แผนผังจุดติดตั้งครุภัณฑ์ระบบเครือข่ายฯ

1.9.7. ติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย (L2 Switch PoE) ขนาด 8 ช่อง ตามคุณลักษณะในข้อ 2.2. ณ ตู้เก็บอุปกรณ์สัญญาณห้องควบคุมไฟฟ้า ชั้น 4 จำนวน 1 ชุด ตามจุดติดตั้งในเอกสารแนบ แผนผังจุดติดตั้งครุภัณฑ์ระบบเครือข่ายฯ

อาจารย์ศักดิ์ชัย	ศรีมากรณ์.....
นายปฏิญญา	อินทราวุธ.....
นายรวีพันธ์	หน่องาม.....

1.9.8. ติดตั้งอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย (L2 Switch PoE) ขนาด 24 ช่อง ตามคุณลักษณะในข้อ 2.3. ณ ตู้เก็บอุปกรณ์สัญญาณห้องควบคุมไฟฟ้า ชั้น 4 จำนวน 1 ชุด ตามจุดติดตั้งในเอกสารแนบ แผนผังจุดติดตั้งครุภัณฑ์ระบบเครือข่ายฯ

2. คุณลักษณะของอุปกรณ์เครือข่าย

2.1. อุปกรณ์กระจายสัญญาณ (L3 Switch) ขนาด 24 ช่อง จำนวน 1 ชุด

คุณลักษณะพื้นฐาน

2.1.1. มีลักษณะการทำงานไม่น้อยกว่า Layer 3 ของ OSI Model

2.1.2. สามารถค้นหาเส้นทางเครือข่ายโดยใช้โปรโตคอล (Routing Protocol) RIPv2, OSPF ได้เป็นอย่างน้อย

2.1.3. มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 24 ช่อง

2.1.4. มีช่องสำหรับรองรับการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 1/10 Gbps (SFP/SFP+) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

2.1.5. มีสัญญาณไฟแสดงสถานะของการทำงานช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายทุกช่อง

2.1.6. รองรับ Mac Address ได้ไม่น้อยกว่า 16,000 Mac Address

2.1.7. สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทางโปรแกรม Web Browser ได้

2.1.8. สามารถส่งข้อมูล Log File ในรูปแบบ Syslog ได้เป็นอย่างน้อย

2.1.9. สามารถใช้งานตามมาตรฐาน IPv6 ได้

คุณลักษณะเพิ่มเติม

2.1.10. มี Switching Capacity ไม่น้อยกว่า 128 Gbps และมี Forwarding Rate ไม่น้อยกว่า 95.2 Mpps หรือดีกว่า

2.1.11. สนับสนุนการทำงานกับ Jumbo Frame ขนาดไม่น้อยกว่า 9,220 byte หรือดีกว่า

2.1.12. รองรับ Mac address ในข้อ 2.1.6 ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 32,768 Entries

2.1.13. สามารถทำ QoS ตามมาตรฐาน IEEE 802.1p สูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 8 queues

2.1.14. สามารถกำหนด Role ของผู้ที่เข้ามาใช้งานเครือข่าย ในแบบที่แตกต่างกันได้

2.1.15. อุปกรณ์จะต้องสามารถทำ Control Plane Policing เพื่อป้องกัน CPU ทำงานเกินขีดจำกัดได้

อาจารย์ศักดิ์ชัย	ศรีมากรณ์.....
นายปฏิญญา	อินทราวุธ.....
นายรวีพันธ์	หน่องาม.....

2.1.16. อุปกรณ์ที่นำเสนอจะต้องสามารถทำ Rate limit ได้แบบ per-port หรือ per-queue

2.1.17. สามารถบริหารจัดการตามมาตรฐาน IPv6

2.1.18. มีความสามารถในการทำ IPv6 routing ในลักษณะ static routes และ RIPng

2.1.19. มีความสามารถในการทำ MLD snooping, ND snooping, RA guard และ dynamic IPV6 lockdown ได้เป็นอย่างน้อย

2.1.20. สามารถเพิ่มโมดูล ที่มีช่องเชื่อมต่อเพื่อทำ Stacking โดยเฉพาะไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

2.1.21. สามารถนำอุปกรณ์มากกว่า 2 ตัวขึ้นไปมาทำ Stacking ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 10 ตัว

2.1.22. มี Stacking throughput สูงสุดไม่ต่ำกว่า 100 Gbps ต่ออุปกรณ์หนึ่งตัว

2.1.23. สามารถทำงานตามมาตรฐาน IEEE 802.3ad link aggregation control protocol ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 8 links

2.1.24. อุปกรณ์ที่นำเสนอต้องสามารถบริหารจัดการโดย RMON, XRMON และ sFlow ได้เป็นอย่างน้อย

2.1.25. สามารถทำ Unidirectional link detection (UDLD) และ IP SLA ได้เป็นอย่างน้อย

2.1.26. รองรับการทำ VLAN ได้ไม่น้อยกว่า 4000 VLAN IDs และทำงานพร้อมกันได้สูงสุดอย่างน้อย 2000 VLANs หรือดีกว่า

2.1.27. มีความสามารถในการทำ routing ในลักษณะ Static routes, RIPv1, RIPv2, RIPng, OSPFv3 และ Policy-based routing

2.1.28. อุปกรณ์ที่นำเสนอต้องมีความสามารถในการทำ DHCP protection, Dynamic ARP protection, STP root guard, VxLAN และ Private VLAN

2.1.29. รองรับมาตรฐานอย่างน้อยดังนี้

- IEEE 802.1p Priority
- IEEE 802.1Q VLANs
- IEEE 802.1W Rapid Spanning Tree Protocol
- IEEE 802.3ad Link Aggregation Control Protocol (LACP)
- IEEE 802.1AB Link Layer Discovery Protocol (LLDP)
- IEEE 802.3x Flow Control
- IEEE 802.1x Port Based Network Access Control

อาจารย์ศักดิ์ชัย	ศรีมากรณ์.....
นายปฏิญญา	อินทราวุธ.....
นายรวีพันธ์	หน่องาม.....

2.1.30. สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทางโปรแกรมแบบ Web UI, CLI, SSHv2 และ SNMPv3 ได้

2.1.31. อุปกรณ์จะต้องมี Power supply ที่ผ่านมาตรฐาน 80 PLUS Gold and Platinum Certified

2.1.32. อุปกรณ์จะต้องมี Power supply slot จำนวน 2 ช่อง

2.1.33. ได้รับมาตรฐานความปลอดภัย IEC, FCC, UL เป็นอย่างน้อย

2.1.34. ต้องมีเอกสารรับรองการนำเข้าอย่างถูกต้องจากผู้ผลิตว่าผลิตภัณฑ์ที่เสนอ เป็นของแท้ของใหม่ไม่ผ่านการใช้งานมาก่อน

2.1.35. รับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

2.2. อุปกรณ์กระจายสัญญาณ PoE (PoE L2 Switch) ขนาด 8 ช่อง จำนวน 4 ชุด

คุณลักษณะพื้นฐาน

2.2.1. มีลักษณะการทำงานไม่น้อยกว่า Layer 2 ของ OSI Model

2.2.2. มี Switching Capacity ไม่น้อยกว่า 16 Gbps

2.2.3. รองรับจำนวน MAC Address ได้ไม่น้อยกว่า 8,000 MAC address

2.2.4. มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่าและทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af หรือ IEEE 802.3at (Power over Ethernet) ในช่องเดียวกันได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ช่อง

2.2.5. สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านโปรแกรม Web Browser ได้

2.2.6. มีสัญญาณไฟแสดงสถานะของการทำงานช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายทุกช่อง

คุณลักษณะเพิ่มเติม

2.2.7. มี Throughput ไม่น้อยกว่า 11 Mpps

2.2.8. รองรับจำนวน MAC Address ได้ไม่น้อยกว่า 16,000 MAC address

2.2.9. สามารถทำ IEEE 802.1x access controlได้

2.2.10. สนับสนุนการทำ Access Control List

2.2.11. รองรับการจัดการ Quality of Service แบบ Strict Priority Queuing (SP) และ Weighted Deficit Round Robin (WDRR) ได้เป็นอย่างน้อย

2.2.12. สามารถทำ VLAN ได้ตามมาตรฐาน IEEE802.1Q ได้อย่างน้อย 512 VLANs

อาจารย์ศักดิ์ชัย	ศรีมากรณ์.....
นายปฏิญญา	อินทราวุธ.....
นายรวีพันธ์	หน่องาม.....

2.2.13. สามารถทำ IP Multicast ตามมาตรฐาน data-driven IGMP ได้

2.2.14. สามารถทำ Link Aggregation ตามมาตรฐาน IEEE802.3ad ได้

2.2.15. สามารถทำ Spanning Tree ตามมาตรฐาน IEEE 802.1d, IEEE 802.1s และ IEEE 802.1w

2.2.16. สามารถทำ Port Mirror ได้

2.2.17. รองรับ FTP , TFTP และ RMON

2.2.18. สามารถบริหารจัดการได้โดยผ่านหน้า web management โดยรองรับ protocol อย่างน้อยคือ HTTP

2.2.19. มี dual flash images เพื่อให้สามารถทำ backup ระหว่างการ upgrade ได้

2.2.20. ได้รับมาตรฐานความปลอดภัย FCC, EN และ UL เป็นอย่างน้อย

2.2.21. ต้องมีเอกสารรับรองการนำเข้าอย่างถูกต้องจากผู้ผลิตว่าผลิตภัณฑ์ที่เสนอ เป็นของแท้ของใหม่ไม่ผ่านการใช้งานมาก่อน

2.2.22. รับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

2.3. อุปกรณ์กระจายสัญญาณ PoE (PoE L2 Switch) ขนาด 24 ช่อง จำนวน 2 ชุด

คุณลักษณะพื้นฐาน

2.3.1. มีลักษณะการทำงานไม่น้อยกว่า Layer 2 ของ OSI Model

2.3.2. มี Switching Capacity ไม่น้อยกว่า 50 Gbps

2.3.3. รองรับจำนวน MAC Address ได้ไม่น้อยกว่า 16,000 MAC address

2.3.4. มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า และทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af หรือ IEEE 802.3at (Power over Ethernet) ในช่องเดียวกันได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 24 ช่อง

2.3.5. สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทางโปรแกรม Web Browser ได้

2.3.6. มีสัญญาณไฟแสดงสถานะของการทำงานช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายทุกช่อง

คุณลักษณะเพิ่มเติม

2.3.7. มีช่องเชื่อมต่อแบบ SFP จำนวนไม่น้อยยกว่า 2 ช่องโดยมี SFP Module แบบ 1000 BaseSX ไม่น้อยกว่า 1 ชุด

2.3.8. สามารถทำ Routing Protocol แบบ Static Route ได้เป็นอย่างน้อย

อาจารย์ศักดิ์ชัย	ศรีมากรณ์.....
นายปฏิญญา	อินทราวุธ.....
นายรวีพันธ์	หน่องาม.....

2.3.9. รองรับการทำ routing table size ได้ไม่น้อยกว่า 32 entries

2.3.10. สามารถทำ IEEE 802.1x access controlได้

2.3.11. สนับสนุนการทำ Access Control List เช่น permit, deny

2.3.12. รองรับการทำ Auto-voice VLAN คือสามารถ assign voice VLAN สำหรับ IP Phone ได้โดยอัตโนมัติ

2.3.13. รองรับการจัดการ Traffic หรือ Quality of Service ได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.1p ได้เป็นอย่างน้อย

2.3.14. สามารถทำ vlan ได้ตามมาตรฐาน IEEE802.1Q ได้อย่างน้อย 256 VLANs

2.3.15. สามารถทำ Multicast ตามมาตรฐาน IGMP Snooping ได้

2.3.16. สามารถทำ Link Aggregation ตามมาตรฐาน IEEE802.3ad ได้

2.3.17. สามารถทำ Spanning Tree ตามมาตรฐาน IEEE 802.1d, IEEE 802.1s และ IEEE 802.1w

2.3.18. สามารถทำ Port Mirror ได้

2.3.19. มีความสามารถในการทำงานเกี่ยวกับเรื่องของความปลอดภัยได้ดังนี้

2.3.19.1. port security

2.3.19.2. automatic denial-of-service protection

2.3.19.3. management password

2.3.20. รองรับการทำ FTP และ TFTP

2.3.21. สามารถบริหารจัดการได้โดยผ่านหน้า web management โดยรองรับ protocol อย่างน้อยคือ HTTP, HTTPS

2.3.22. มี dual flash images เพื่อให้สามารถทำ backup ระหว่างการ upgrade ได้

2.3.23. ได้รับมาตรฐานความปลอดภัย FCC, EN และ UL เป็นอย่างน้อย

2.3.24. ต้องมีเอกสารรับรองการนำเข้าอย่างถูกต้องจากผู้ผลิตว่าผลิตภัณฑ์ที่เสนอ เป็นของแท้ของใหม่ไม่ผ่านการใช้งานมาก่อน

2.3.25. รับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

อาจารย์ศักดิ์ชัย	ศรีมากรณ์.....
นายปฏิญญา	อินทราวุธ.....
นายรวีพันธ์	หน่องาม.....

2.4. อุปกรณ์กระจายสัญญาณ PoE (PoE L2 Switch) ขนาด 48 ช่อง จำนวน 4 ชุด

คุณลักษณะพื้นฐาน

2.4.1. มีลักษณะการทำงานไม่น้อยกว่า Layer 2 ของ OSI Model

2.4.2. มี Switching Capacity ไม่น้อยกว่า 104 Gbps

2.4.3. รองรับจำนวน MAC Address ได้ไม่น้อยกว่า 16,000 MAC address

2.4.4. มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า และทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af หรือ IEEE 802.3at (Power over Ethernet) ในช่องเดียวกันได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 48 ช่อง

2.4.5. สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทางโปรแกรม Web Browser ได้

2.4.6. มีสัญญาณไฟแสดงสถานะของการทำงานช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายทุกช่อง

คุณลักษณะเพิ่มเติม

2.4.7. มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ SFP 100/1000 Mbps จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ช่องโดยมี SFP Module แบบ 1000 BaseSX ไม่น้อยกว่า 1 ชุด

2.4.8. มี Throughput ไม่น้อยกว่า 77.3 Mpps (64-byte packets)

2.4.9. มี 100 Mb Latency น้อยกว่า 7 microsecond (LIFO 64-byte packets)

2.4.10. มี 1000 Mb Latency น้อยกว่า 2 microsecond (LIFO 64-byte packets)

2.4.11. อุปกรณ์จะต้องมีหน่วยความจำ 128 MB SDRAM, 16 MB flash เป็นอย่างน้อย

2.4.12. รองรับการทำ Traffic prioritization ตามมาตรฐาน IEEE 802.1p ได้เป็นอย่างน้อย

2.4.13. สามารถทำ Link Aggregation ตามมาตรฐาน IEEE802.3ad ได้

2.4.14. สามารถทำ Spanning Tree Protocol ตามมาตรฐาน IEEE 802.1D และ IEEE 802.1W ได้

2.4.15. สามารถทำ Port mirroring และ Dual flash images ได้

2.4.16. สามารถทำ Network Time Protocol (NTP) และ Default DHCP client mode ได้

2.4.17. สามารถบริหารจัดการได้โดย HTTPS, SNMPv1, SNMPv2c ได้

2.4.18. รองรับมาตรฐาน IEEE 802.3X flow control

2.4.19. รองรับการทำ port-based VLANs ได้ไม่น้อยกว่า 64 VLANs

2.4.20. ได้รับมาตรฐานความปลอดภัย FCC, EN และ UL เป็นอย่างน้อย

อาจารย์ศักดิ์ชัย	ศรีมากรณ์.....
นายปฏิญญา	อินทราวุธ.....
นายรวีพันธ์	หน่องาม.....

2.4.21. ต้องมีเอกสารรับรองการนำเข้าอย่างถูกต้องจากผู้ผลิตว่าผลิตภัณฑ์ที่เสนอ เป็นของแท้ ของใหม่ไม่ผ่านการใช้งานมาก่อน

2.4.22. รับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

2.5. อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย (Access Point) แบบที่ 1 จำนวน 24 ชุด

คุณลักษณะพื้นฐาน

2.5.1. สามารถใช้งานตามมาตรฐาน IEEE 802.11b, g, n และ ac ได้เป็นอย่างน้อย

2.5.2. สามารถทำงานที่คลื่นความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz

2.5.3. สามารถเข้ารหัสข้อมูลตามมาตรฐาน WEP, WPA และ WPA2 ได้เป็นอย่างน้อย

2.5.4. มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

2.5.5. สามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af (Power over Ethernet) หรือดีกว่า

2.5.6. สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทางโปรแกรม Web Browser ได้

คุณลักษณะเพิ่มเติม

2.5.7. สามารถให้บริการระบบเครือข่ายไร้สายได้ด้วยความเร็วสูงสุดถึง 867 Mbps ให้แก่อุปกรณ์ที่รองรับมาตรฐาน 802.11ac บนย่านความถี่ 5GHz ด้วยการใช้เทคโนโลยี MIMO แบบ 2 Spatial Stream ในขณะที่ยังคงให้บริการเครือข่ายไร้สายให้แก่อุปกรณ์ที่รองรับมาตรฐาน 802.11n บน ย่านความถี่ 2.4GHz ได้ด้วยความเร็วสูงสุด 300Mbps

2.5.8. รองรับย่านความถี่ 2.4GHz และ 5GHz โดยแต่ละย่านความถี่นี้ใช้เทคโนโลยี 2x2 MIMO ตามลำดับ และมีเสาอากาศภายในแบบ omni-directional downtilt จำนวน 2 ชุด แบบภายใน

2.5.9. สามารถกำหนดการเชื่อมต่อของเครื่องลูกข่าย (Client) ทำการย้ายอุปกรณ์เหล่านั้นไปยังอุปกรณ์ไร้สาย (Access Point) ชุดอื่น โดยใช้เทคโนโลยี ClientMatch เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสูงสุดให้เครื่องลูกข่าย

2.5.10. จะช่วยให้ WLAN สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ด้วยการลดการกวนกันของสัญญาณที่เกิดจากระบบเครือข่าย 3G/4G LTE, เสากระจายสัญญาณ และ อุปกรณ์ Small Cell/Femtocell

อาจารย์ศักดิ์ชัย	ศรีมากรณ์.....
นายปฏิญญา	อินทราวุธ.....
นายรวีพันธ์	หน่องาม.....

2.5.11. รองรับการจัดระดับความสำคัญ(Priority)และการบังคับใช้นโยบายเครือข่ายต่างๆ เพื่อรองรับ Application ในกลุ่ม Unified Communication โดยเฉพาะได้ ซึ่งรวมถึง Microsoft Lync ที่มีการเข้ารหัสการทำ Videoconferencing, Voice, Chat และการแชร์หน้าจอ

2.5.12. มีระบบ Dynamic Frequency Selection (DFS) เพื่อเลือกใช้ย่านความถี่ที่ว่างอยู่

2.5.13. มีระบบ Maximum Radio Combining (MRC) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรับสัญญาณข้อมูล

2.5.14. รองรับการทำ Auto-sensing สำหรับตรวจสอบความเร็วในการเชื่อมต่อ และการทำ MDI/MDX

2.5.15. รองรับ 802.3az Energy Efficient Ethernet (EEE)

2.5.16. มีไฟแสดงสถานะการทำงาน (LED) เพื่อแสดงสถานะของระบบ

2.5.17. มีปุ่มรีเซ็ตสำหรับทำการ Factory Reset (ขณะเปิดอุปกรณ์)

2.5.18. มีช่อง Serial Console จำนวน 1 ช่อง และ Kensington Security จำนวน 1 Slot

2.5.19. สนับสนุนการทำงานในลักษณะ Mesh Networking ภายใต้มาตรฐาน IEEE 802.11s หรือ Secure enterprise mesh ได้

2.5.20. ต้องมีเอกสารรับรองการนำเข้าอย่างถูกต้องจากผู้ผลิตว่าผลิตภัณฑ์ที่เสนอ เป็นของแท้ของใหม่ไม่ผ่านการใช้งานมาก่อน

2.5.21. รับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี

3. คุณลักษณะของสายสัญญาณและอุปกรณ์ประกอบ

3.1. สายทองแดงแบบตีเกลียว UTP CAT 6 ชนิดภายในอาคาร

คุณลักษณะพื้นฐาน

3.1.1. เป็นสายทองแดงแบบตีเกลียว UTP Category 6 (Unshielded Twisted Pair) ที่มีคุณสมบัติตาม มาตรฐาน ANSI/TIA-568-C.2, ISO/IEC 11801:2002 ,EN-50173-1, ASTM D4566-98, ICEA S-102-700 Category 6, NEMA WC 66 เป็นอย่างน้อย

อาจารย์ศักดิ์ชัย	ศรีมากรณ์.....
นายปฏิญญา	อินทราวุธ.....
นายรวีพันธ์	หน่องาม.....

3.1.2. สามารถรองรับการใช้งาน 10GBASE-T(55m), 1000 BASE-T,100 BASE-TX, 622Mbps, 1.2Gbps ATM, 4/16 Mbps Token Ring, POE, ISDN, VoIP, Analog & Digital Voice, Digital & Analog Video เป็นอย่างน้อย

3.1.3. สามารถรองรับการทดสอบได้ 600 MHz และ มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าดังนี้

3.1.3.1. มีค่า Insertion Loss(max) ไม่เกิน 32.0 dB ที่ 250 MHz, ไม่เกิน 54.5dB ที่ 600 MHz

3.1.3.2. มีค่า NEXT(nom) ไม่น้อยกว่า 45.9 dB ที่ 250 MHz, ไม่น้อยกว่า 39.5dB ที่ 600 MHz

3.1.3.3. มีค่า PSNEXT(nom) ไม่น้อยกว่า 45.2 dB ที่ 250 MHz, ไม่น้อยกว่า 36.5dB ที่ 600 MHz

3.1.3.4. มีค่า ELFEXT(nom) ไม่น้อยกว่า 24.2 dB ที่ 250 MHz, ไม่น้อยกว่า 15.0dB ที่ 600 MHz

3.1.3.5. มีค่า RL(nom) ไม่น้อยกว่า 25.3 dB ที่ 250 MHz, ไม่น้อยกว่า 22.7dB ที่ 600 MHz

3.1.4. มีค่า Impedance เท่ากับ100 ±5 Ohms, 1MHz ถึง 600 MHz

3.1.5. มีค่า Mutual capacitance เท่ากับ 5.6 nF max./100 m.

3.1.6. มีค่า DC Resistance เท่ากับ 66.58 Ohm Max./1000m.

3.1.7. มีค่า DC Resistance, Unbalance เท่ากับ 5% Max.

3.1.8. มีค่า Dielectric Strength เท่ากับ 1kV/min

3.1.9. มีค่า Propagation delay เท่ากับ 536 ns/100 m. max. ที่ความถี่ 600 MHz

3.1.10. มีค่า Delay Skew เท่ากับ 30 ns. Max และ NVP เท่ากับ 69%

3.1.11. สายเป็นชนิด CMR ตามมาตรฐาน UL 1666, IEC 60332-1-2

3.1.12. ผ่านการรับรอง UL Listed File No. E197771, RoHS และ ผ่านการรับรองจากสถาบัน INTERTEK Report Number 3159185CRT-002

3.1.13. มีตัวนำเป็นทองแดง (Solid Bare Copper) ขนาด 23 AWG

3.1.14. มีฉนวนหุ้มทองแดง ทำจาก HDPE ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 0.99 mm.

อาจารย์ศักดิ์ชัย	ศรีมากรณ์.....
นายปฏิญญา	อินทราวุธ.....
นายรวีพันธ์	หน่องาม.....

3.1.15. มี Filler Slot ทำจาก FRPE อยู่ตรงกลางโครงสร้างสาย

3.1.16. มี Ripcord เพื่อช่วยให้ง่ายในการปอกสาย

3.1.17. มี Jacket เป็น Lead Free, FR PVC สีขาว มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Jacket เท่ากับ 6.4 mm.

3.1.18. สามารถโค้งงอได้ 4 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางสายและรับแรงดึง 110 N(25lbf)

3.1.19. สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิระหว่าง -20 ถึง +60 องศาเซลเซียสและสามารถ เก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิระหว่าง -20 ถึง +80 องศาเซลเซียส

3.1.20. ต้องมีเอกสารรับรองการนำเข้าอย่างถูกต้องจากผู้ผลิตว่าผลิตภัณฑ์ที่เสนอ เป็นของแท้ของใหม่ไม่ผ่านการใช้งานมาก่อน

3.2. กล่องเก็บสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Distribution Unit)ขนาด 6-24 Ports

คุณลักษณะพื้นฐาน

3.2.1. เป็นอุปกรณ์พักสาย Fiber Optic แบบชนิดติดตั้งบนตู้ RACK 19" Standard ลักษณะเป็น Patch Panel FDU ความจุ 6-24 Fiber Ports

3.2.2. มีพื้นที่ขดสายหรือเก็บสายอยู่ภายใน (Internal Management Ring)

3.2.3. สามารถติดตั้งอุปกรณ์เชื่อมต่อสาย (ADAPTER SNAP PLATE)ได้ 2 Plate และยังสามารถเพิ่มเติม, เปลี่ยนแปลงจำนวนหรือประเภทของหัวต่อได้ง่าย

3.2.4. สามารถดึงถาดออกมาด้านหน้าเพื่อสะดวกในการใช้งาน

3.2.5. มีแผ่นพลาสติก (Light Polycarbonate Cover With Label) ป้องกันสิ่งแปลกปลอมและแมลง ติดตั้งง่าย สะดวกในการใช้งาน และการ Label ตามมาตรฐาน TIA/EIA

3.2.6. สามารถเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์เก็บสายภายในให้เป็นอุปกรณ์ต่อสาย (Splice Tray) ได้

3.2.7. ต้องมีพื้นที่ด้านหลังสำหรับขดพักสายไว้ได้และเมื่อเลื่อนถาดสายด้านนอกต้องไม่ขยับ

3.2.8. ตัวผลิตภัณฑ์ต้องมีชิ้นอุปกรณ์เพิ่มเติมในส่วนของตัวจับยึดสายด้านหลังที่ปรับระดับของเส้นผ่าน ศูนย์กลางของสายได้ (Cable Glands) และน๊อตสำหรับประกอบครบชุด

3.2.9. ต้องมีเอกสารรับรองการนำเข้าอย่างถูกต้องจากผู้ผลิตว่าผลิตภัณฑ์ที่เสนอ เป็นของแท้ของใหม่ไม่ผ่านการใช้งานมาก่อน

อาจารย์ศักดิ์ชัย	ศรีมากรณ์.....
นายปฏิญญา	อินทราวุธ.....
นายรวีพันธ์	หน่องาม.....

4. เงื่อนไขในการติดตั้งระบบ และการเดินสายสัญญาณ

4.1. การติด Label หรือป้ายระบุสายสัญญาณ

4.1.1. ติด Label ที่ปลายสายทั้งสองข้างของสายสัญญาณที่ติดตั้งในโครงการทุกเส้น ซึ่งสามารถมองเห็นได้ชัดเจน และมีความทนทานถาวร ไม่หลุดลอกง่าย

4.1.2. ติด Label ที่กล่องติดตั้งเต้ารับสายทองแดงตีเกลียว (UTP Outlet) ตามห้องต่างๆ โดยระบุรหัสที่มาของสายสัญญาณ

4.1.3. ติด Label ที่ตู้ Switch HUB ทุกตัว

4.1.4. ติด Label ที่ตู้ Access Point ทุกตัว

4.2. การติดตั้งอุปกรณ์ท่อร้อยสายสัญญาณ ต้องดำเนินการติดตั้งดังนี้

4.2.1. การติดตั้งสายสัญญาณทุกเส้น ที่ติดตั้งภายในอาคารในกรณีที่อาคารมีฝ้าเพดาน ชนิด T-Bar หรือฝ้าทึบต้องติดตั้งสายร้อยในท่อร้อยสายแบบท่อเหล็กอ่อน หรือรางติดตั้งสายสัญญาณหรือวัสดุอื่นๆที่ดีกว่า

4.2.2. การติดตั้งสายสัญญาณทุกเส้นที่ติดตั้งภายในอาคารในกรณีที่อาคารไม่มีฝ้าเพดาน หรือติดตั้งสายจากฝ้าเพดานลงมาตามผนังห้องต้องติดตั้งสายสัญญาณในรางพลาสติก (PVC Wire way) ชนิดรางสีขาวหรือท่อพลาสติกสีขาว (PVC) หรือวัสดุอื่นๆที่ดีกว่า

4.2.3. จุดที่มีการเจาะรู้ผนังอาคารเพื่อติดตั้งสายสัญญาณเมื่อติดตั้งเสร็จให้ดำเนินการอุดรูที่เจาะทุกจุดและตกแต่งให้เรียบร้อยกลมกลืนกับพื้นผิวเดิม

4.2.4. สายสัญญาณทุกเส้นจะต้องเป็นเส้นเดียวกันจากต้นสายจนถึงท้ายสายโดยไม่มีการต่อสาย

4.2.5. การ Splice หัวสายสัญญาณใยแก้วนำแสง เพื่อเชื่อมต่อระบบสัญญาณต้องทำการทดสอบและส่งมอบผลการทดสอบให้แก่หน่วยงาน

4.2.6. วัดสุอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการติดตั้งระบบสัญญาณ ผู้ชนะการเสนอราคาต้องเป็นผู้จัดหาให้ครบถ้วนเพื่อให้สามารถใช้งานระบบได้

อาจารย์ศักดิ์ชัย	ศรีมากรณ์.....
นายปฏิญญา	อินทราวุธ.....
นายรวีพันธ์	หน่องาม.....