

คุณลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์เชื่อมโยงระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อสนับสนุนการเรียนการสอน
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

1 ระบบสายใยแก้วนำแสงเชื่อมโยงโครงข่ายอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง

1.1 งานติดตั้งสายสัญญาณใยแก้วนำแสง (Fiber Optical) จำนวน 2 เส้นทาง ดังนี้

- เชื่อมโยงระหว่างจุดให้บริการหลักบ้านพักอาจารย์ ไปยังอาคารใหม่หอพักอาจารย์และเจ้าหน้าที่
 - เชื่อมโยงระหว่างจุดให้บริการอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ ไปยังอาคารหอพักนักศึกษา
- มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- 1) เป็นสายใยแก้วนำแสงชนิด Single mode ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐาน ISO/IEC 11801:2002, ANSI/TIA-568-C.3 เป็นอย่างน้อย
- 2) สายใยแก้วนำแสงชนิดแขวนกับเสา(Aerial Cable) สามารถติดตั้งภายนอกอาคารและภายในอาคารได้
- 3) เป็นสายใยแก้วนำแสงจำนวนไม่น้อยกว่า 6 Core
- 4) มี Water blocking tape ความหนาไม่น้อยกว่า 0.3 mm เพื่อป้องกันความชื้น
- 5) มี Rip Cord เพื่อช่วยในการปลอกสาย
- 6) เปลือกนอกของสายทำด้วยวัสดุ Black HDPE ความหนาไม่น้อยกว่า 1.3 mm และมี UV-Proof ป้องกันแสงแดด
- 7) มี Messenger wire ทำจากเหล็ก ขนาดไม่น้อยกว่า 1.6 mm ติดมากับสายเพื่อรับแรงดึง
- 8) ขนาด Cable Diameter เท่ากับ 8.2 mm, มีขนาด Overall Diameter เท่ากับ 13.8 mm.
- 9) มีรัศมีการโค้งงอของสายขณะติดตั้งไม่เกิน 20 เท่า และขณะใช้งานไม่เกิน 10 เท่า
- 10) มีรหัสสีบอก Fiber และ Loose tube ตามมาตรฐาน TIA/EIA-598-A เพื่อสะดวกในการเรียงสาย
- 11) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับ Connector, Pigtail และ FDU
- 12) อุปกรณ์และวัสดุทุกชิ้นที่เสนอมาติดตั้งในงานนี้ จะต้องมีตัวอย่างของอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในงานนี้ ให้เสนอต่อคณะกรรมการตรวจรับพิจารณาและอนุมัติก่อนดำเนินการติดตั้ง
- 13) การติดตั้งสายใยแก้วนำแสงทั้งหมดนี้ ให้รวมถึงการติดตั้งและจัดหาอุปกรณ์ปลายทางอื่น ๆ ที่จำเป็นในจำนวนที่เหมาะสม เพื่อให้ระบบสามารถใช้งานได้ทันทีตามรูปแบบตามมาตรฐานการเชื่อมต่อเครือข่าย
- 14) สายใยแก้วนำแสงทั้งหมดที่ติดตั้ง ต้องเป็นเส้นเดียวกันตลอดความยาวสายตั้งแต่จุดต่อเชื่อมต้นทางจนถึงปลายทาง พร้อมติดป้ายแสดงความสูงจากถนนในจุดที่ข้ามถนนและป้ายแสดงว่าเชื่อมโยงจากอาคารใดไว้ที่ต้นทางและปลายทางอย่างชัดเจน
- 15) ผู้ผลิตหรือผู้แทนจำหน่ายในประเทศไทยของผลิตภัณฑ์ ต้องได้รับการรับรองมาตรฐานการผลิต ตามมาตรฐาน ISO9001:2008 โดยแนบสำเนาดังกล่าวมาพร้อมเอกสารทางด้านเทคนิค

2 ระบบอุปกรณ์กระจายสัญญาณอินเทอร์เน็ต

2.1 อุปกรณ์กระจายสัญญาณอินเทอร์เน็ต (L3 Switch) รองรับ POE ขนาดไม่น้อยกว่า 24 ช่อง จำนวนไม่น้อยกว่า 6 เครื่อง
คุณลักษณะทั่วไปของอุปกรณ์กระจายสัญญาณ

- 1) เป็นอุปกรณ์กระจายสัญญาณ Ethernet Switch ที่มีพอร์ต RJ-45 10/100/1000 Base-T จำนวนไม่น้อยกว่า 22 พอร์ต และมีพอร์ตแบบ mini-GBIC อย่างน้อย 2 พอร์ตรองรับการใช้งานร่วมกับโมดูลแบบ 1000Base-T หรือ 1000Base-SX หรือ 1000Base-LX/LH ได้เป็นอย่างน้อย
- 2) สนับสนุนมาตรฐาน ได้อย่างน้อยดังนี้
 - a. IEEE802.1d ,IEEE802.1s,IEEE802.1p, IEEE802.1q, IEEE802.1x, IEEE802.1w
 - b. IEEE802.3u,IEEE802.3x, IEEE802.3z, IEEE802.3ab, IEEE802.3ad, IEEE802.3af , IEEE802.3at
- 3) มี MAC Address Table ไม่น้อยกว่า 16 K
- 4) สามารถทำ VLAN ID ได้ไม่น้อยกว่า 4096 VLANs
- 5) สามารถทำ VLAN แบบต่าง ๆ ได้เช่น MAC-based VLAN / Management VLAN / Guest VLAN / Unauthenticated VLAN เป็นอย่างน้อย



- 6) สามารถทำ Static route (IPv4) ได้อย่างน้อย 512 เส้นทาง
- 7) สามารถทำ Port และ VLAN Mirroring ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 8) สามารถบริหารจัดการตัวอุปกรณ์ผ่านทาง Web Base configuration (HTTP/HTTPS) และ Telnet ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 9) อุปกรณ์ได้รับการรับรองมาตรฐาน UL (UL 60950), CSA (CSA 22.2), CE mark, FCC Part 15 (CFR 47) Class A เป็นอย่างน้อย

2.2 อุปกรณ์กระจายสัญญาณอินเทอร์เน็ต (L3 Switch) รองรับ POE ขนาดไม่น้อยกว่า 10 ช่อง จำนวนไม่น้อยกว่า 7 เครื่อง คุณสมบัติทั่วไปของอุปกรณ์กระจายสัญญาณ

- 1) เป็นอุปกรณ์กระจายสัญญาณ Ethernet Switch ที่มีพอร์ต RJ-45 10/100/1000 Base-T จำนวนไม่น้อยกว่า 10 พอร์ต และมีพอร์ตแบบ mini-GBIC อย่างน้อย 2 พอร์ตรองรับการใช้งานร่วมกับโมดูลแบบ 1000 Base-T หรือ 1000Base-SX หรือ 1000Base-LX/LH ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 2) สนับสนุนมาตรฐาน ได้อย่างน้อยดังนี้
 - a. IEEE802.1d ,IEEE802.1s,IEEE802.1p, IEEE802.1q, IEEE802.1x, IEEE802.1w
 - b. IEEE802.3u,IEEE802.3x, IEEE802.3z, IEEE802.3ab, IEEE802.3ad, IEEE802.3af , IEEE802.3at
- 3) มี MAC Address Table ไม่น้อยกว่า 8 K
- 4) สามารถทำ VLAN ID ได้ไม่น้อยกว่า 4096 VLANs
- 5) สามารถทำ VLAN แบบต่าง ๆ ได้เช่น MAC-based VLAN / Management VLAN / Guest VLAN / Unauthenticated VLAN เป็นอย่างน้อย
- 6) สามารถทำ Static route (IPv4) ได้อย่างน้อย 512 เส้นทาง
- 7) สามารถทำ Port และ VLAN Mirroring ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 8) สามารถบริหารจัดการตัวอุปกรณ์ผ่านทาง Web Base configuration (HTTP/HTTPS) และ Telnet ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 9) อุปกรณ์ได้รับการรับรองมาตรฐาน UL (UL 60950), CSA (CSA 22.2), CE mark, FCC Part 15 (CFR 47) Class A เป็นอย่างน้อย

2.3 อุปกรณ์กระจายสัญญาณอินเทอร์เน็ต (L2 Switch) แบบที่ 1 ขนาดไม่น้อยกว่า 24 ช่อง จำนวนไม่น้อยกว่า 13 เครื่อง คุณสมบัติทั่วไปของอุปกรณ์กระจายสัญญาณ

- 1) เป็นอุปกรณ์กระจายสัญญาณ Ethernet Switch ที่มีพอร์ต RJ-45 10/100 Base-T จำนวนไม่น้อยกว่า 22 พอร์ต และมีพอร์ตแบบ mini-GBIC อย่างน้อย 2 พอร์ตรองรับการใช้งานร่วมกับโมดูลแบบ 1000 Base-T หรือ 1000Base-SX หรือ 1000Base-LX/LH ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 2) มีลักษณะการทำงานไม่น้อยกว่า Layer 2 ของ OSI Model
- 3) มีสัญญาณไฟแสดงการทำงานช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายทุกช่อง
- 4) สามารถบริหารจัดการตัวอุปกรณ์ผ่านทาง Web Base configuration (HTTP/HTTPS) และ Telnet ได้เป็นอย่างดีน้อย

2.4 อุปกรณ์กระจายสัญญาณอินเทอร์เน็ต (L2 Switch) แบบที่ 2 ขนาดไม่น้อยกว่า 8 ช่อง จำนวนไม่น้อยกว่า 12 เครื่อง คุณสมบัติทั่วไปของอุปกรณ์กระจายสัญญาณ

- 1) เป็นอุปกรณ์กระจายสัญญาณ Ethernet Switch ที่มีพอร์ต RJ-45 10/100 Base-T จำนวนไม่น้อยกว่า 8 พอร์ต
- 2) มีลักษณะการทำงานไม่น้อยกว่า Layer 2 ของ OSI Model
- 3) มีสัญญาณไฟแสดงการทำงานช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายทุกช่อง
- 4) สามารถบริหารจัดการตัวอุปกรณ์ผ่านทาง Web Base configuration (HTTP/HTTPS) และ Telnet ได้เป็นอย่างดีน้อย

3. อุปกรณ์รับส่งสัญญาณ SFP/LC(mini-GBIC) transceiver module พร้อมสาย Patch Cord จำนวน 10 ชุด

- 1) รองรับความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 1 Gb
- 2) เป็น transceiver module ชนิด Single Mode
- 3) สาย Patch Cord สามารถใช้งานร่วมกับ Port miniGBIC ของ Switch ที่เสนอในโครงการนี้ได้

4. อุปกรณ์กระจายสัญญาณอินเทอร์เน็ตไร้สาย จำนวนไม่น้อยกว่า 82 ตัว

ข้อกำหนดการติดตั้งทั่วไป ดังนี้

- 1) ติดตั้งภายในอาคารคณะครุศาสตร์ จำนวนไม่น้อยกว่า 10 ตัว
- 2) ติดตั้งภายในอาคารหอพักอาจารย์และเจ้าหน้าที่ จำนวนไม่น้อยกว่า 24 ตัว
- 3) ติดตั้งภายในอาคารหอพักนักศึกษา จำนวนไม่น้อยกว่า 48 ตัว

คุณลักษณะทั่วไปอุปกรณ์กระจายสัญญาณอินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย มีดังนี้

- 1) เป็นอุปกรณ์ Access Point แบบภายใน (Indoor Access Point) ใช้ได้ทีในย่านความถี่ 2.4 GHz (2.400 – 2.4835) และ 5 GHz (5.150 – 5.350, 5.470 – 5.850) เป็นอย่างน้อย
- 2) ให้การสนับสนุนอุปกรณ์โคเลเอนต์ไร้สายที่อยู่บนมาตรฐาน IEEE802.11a, IEEE802.11b, IEEE802.11g และ IEEE802.11n เป็นอย่างน้อย
- 3) รองรับความเร็วในการเชื่อมต่อได้ 300 Mbps ต่อ Radio บน มาตรฐาน IEEE802.11n 2x2 MIMO 2 Spatial Streams เป็นอย่างน้อย
- 4) มีพอร์ต 10/100/1000Base-T Ethernet ที่รองรับมาตรฐาน IEEE802.3af เพื่อเชื่อมต่อกับเครือข่าย
- 5) อุปกรณ์ต้องมีความสามารถในการทำ auto-sensing link speed และ MDI/MDX
- 6) รองรับการบริหารจัดการ การตั้งค่าของอุปกรณ์ Access Point โดยผ่าน Virtual Controller ได้ในลักษณะแบบรวมศูนย์
- 7) สามารถทำ VPN IPsec กลับไปยัง Controller ที่ส่วนกลางได้
- 8) สามารถรองรับการทำ User authentication: 802.1X, captive portal, external captive portal, MAC authentication or open access
- 9) สามารถรับค่า IP Address ผ่าน DHCP Server และสามารถตั้งค่า IP Address แบบ manual ได้
- 10) สามารถทำหน้าที่เป็น DHCP Server ได้
- 11) สามารถทำงานร่วมกับ Syslog Server ได้
- 12) เสาอากาศจะต้องเป็นแบบ down-tile omni-directional antenna มีความแรง (Gain) ไม่น้อยกว่า 3.9 dBi ที่ช่วงคลื่นความถี่ 2.4 GHz และ ไม่น้อยกว่า 4.0 dBi ที่ช่วงคลื่นความถี่ 5 GHz
- 13) สามารถทำงานได้ mode ต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้
 - 802.11a/b/g/n Access Point
 - Air Monitor
 - Mesh
- 14) อุปกรณ์จะต้องรองรับเทคโนโลยีดังต่อไปนี้
 - 802.11b: Direct-Sequence Spread-Spectrum (DSSS)
 - 802.11a/g/n: Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)
- 15) อุปกรณ์จะต้องรองรับ Modulation Type ดังนี้
 - 802.11b: BPSK, QPSK, CCK
 - 802.11a/g/n: BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM
- 16) มี Advanced Cellular Coexistence (ACC) เพื่อลด interference ที่มาจาก LTE cellular networks
- 17) รองรับ Cyclic delay/shift diversity (CDD/CSD) เพื่อทำการปรับปรุง downlink RF performance
- 18) อุปกรณ์จะต้องมีพอร์ตสำหรับเสียบ Power Adapter เพื่อรองรับในกรณีการทำ Mesh

- 19) อุปกรณ์จะต้องรองรับการใช้งาน (operating temperature) ที่อุณหภูมิ 0 – 40 องศาเซลเซียส
- 20) ต้องผ่านมาตรฐาน CE Marked, EN, และ FCC เป็นอย่างน้อย
- 21) ต้องได้รับมาตรฐาน Wi-Fi Alliance (WFA) certified 802.11a/b/g/n
- 22) มี LED แสดงสถานะอย่างน้อยดังนี้
 - Power/System status
 - Ethernet link status
 - Radio status

5. ระบบสำรองไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า 1 KVA จำนวน 5 เครื่อง

- 1) มีกำลังไฟฟ้าด้านนอกไม่น้อยกว่า 1 kVA (630 Watts)
- 2) สามารถสำรองไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที

6. ติดตั้งระบบอินเทอร์เน็ตภายในอาคารคณะครุศาสตร์

ข้อกำหนดการติดตั้งทั่วไป ดังนี้

- 1) ติดตั้งสายแลนอินเทอร์เน็ตภายในอาคารโดยใช้สายชนิด UTP Cat5e เป็นอย่างน้อย
- 2) ติดตั้งสายทั้งหมดภายในท่อหรือรางพลาสติก โดยติดตั้งอย่างเป็นระเบียบและสวยงาม
- 3) อุปกรณ์ติดตั้งทั้งหมด ต้องได้รับมาตรฐานและต้องส่งให้ผู้ควบคุมงาน ตรวจสอบดำเนินการติดตั้ง
- 4) ติดตั้งจุดเชื่อมต่อแลนภายในอาคาร พร้อมอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

ชั้น 1	ห้อง ED101 (ประชุม 1) จำนวน 1 ห้อง	ติดตั้งไม่น้อยกว่า 1 จุด
	ห้อง ED102 (ห้องพักอาจารย์)	ติดตั้งไม่น้อยกว่า 4 จุด
	ห้อง ED103 (ห้องสำนักงานคณะบดี)	ติดตั้งไม่น้อยกว่า 20 จุด
	ห้อง ED104 (ห้องสมุดคณะ)	ติดตั้งไม่น้อยกว่า 1 จุด
	ห้องเรียน ED102 (ห้องประชุม2)	ติดตั้งไม่น้อยกว่า 1 จุด
	ติดตั้งตู้ Rack ขนาดไม่น้อยกว่า 6 U หรือดีกว่า	ติดตั้งจำนวน 1 ตู้
ชั้น 2	ห้องเรียนจำนวน 8 ห้อง	ติดตั้งไม่น้อยกว่า 8 จุด
	ห้องพักอาจารย์ จำนวน 5 ห้อง	ติดตั้งไม่น้อยกว่า 10 จุด
ชั้น 3	ห้องเรียนจำนวน 6 ห้อง	ติดตั้งไม่น้อยกว่า 6 จุด
	ห้องพักอาจารย์ จำนวน 2 ห้อง	ติดตั้งไม่น้อยกว่า 6 จุด
	ห้องประชุมจำนวน 3 ห้อง	ติดตั้งไม่น้อยกว่า 3 จุด
ชั้น 4	ห้องเรียนจำนวน 6 ห้อง	ติดตั้งไม่น้อยกว่า 6 จุด
	ห้องเรียนคอมพิวเตอร์ 1 ห้อง	ติดตั้งไม่น้อยกว่า 51 จุด
	ติดตั้งตู้ Rack ขนาดไม่น้อยกว่า 6 U หรือดีกว่า	ติดตั้งจำนวน 1 ตู้
ชั้น 5	ห้องเรียนจำนวน 4 ห้อง	ติดตั้งไม่น้อยกว่า 4 จุด
	ห้องพักอาจารย์จำนวน 2 ห้อง	ติดตั้งไม่น้อยกว่า 8 จุด

7. การรับประกัน

ผู้เสนอราคาและติดตั้ง จะต้องรับประกันคุณภาพของงานและระบบที่ติดตั้ง เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี โดยมีเอกสารรับรองการรับประกันจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย ให้เริ่มนับตั้งแต่วันตรวจรับ โดยการให้บริการ ผู้รับจ้างฯ จะต้องทำการซ่อมแซม หรือเปลี่ยนใหม่โดยให้ยัดเวลาที่แจ้งซ่อมหรือขอรับบริการเป็นสำคัญ โดยที่ผู้ว่าจ้าง ไม่ต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น นอกเสียจากความเสียหายนั้นเกิดจากภัยธรรมชาติ หรือมีข้อพิสูจน์ว่าความเสียหายที่เกิดขึ้น ไม่ได้เกิดจากคุณภาพของอุปกรณ์