

# Table of Contents

1.	ข้อกำหนดทั่วไป (General Terms).....	2
2.	ขอบเขตของงาน.....	3
3.	การยอมรับข้อกำหนด.....	5
4.	ข้อกำหนดของระบบสายสัญญาณและการเชื่อมต่อ.....	6
4.1.	ข้อกำหนดรวม.....	6
4.2.	ข้อกำหนดเฉพาะของระบบสายสัญญาณ UTP CAT6 ภายในอาคาร.....	7
4.3.	ข้อกำหนดเฉพาะของระบบสายใยแก้วนำแสง.....	8
5.	ข้อกำหนดทางเทคนิค.....	9
5.1.	ระบบเครือข่าย.....	9
5.1.1.	อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายหลักประจำอาคาร 6 มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้.....	9
5.1.2.	อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายหลักประจำอาคาร 4 มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้.....	10
5.1.3.	อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแบบ PoE จำนวน มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้.....	11
5.1.4.	อุปกรณ์ควบคุมเครือข่ายไร้สาย มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้.....	11
5.1.5.	อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้.....	13
5.1.6.	เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้.....	14
5.1.7.	ซอฟต์แวร์บริหารจัดการเครือข่าย มีคุณลักษณะขั้นต่ำอย่างน้อยดังนี้.....	15
5.2.	เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) ระบบไฟฟ้า ตู้จัดเก็บอุปกรณ์เครือข่ายและห้อง Server.....	16
5.2.1.	เครื่องสำรองไฟฟ้า 15 kVA พร้อม Environment Sensor มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้.....	16
5.2.2.	อุปกรณ์สลับสัญญาณไฟฟ้า มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้.....	17
5.2.3.	ตู้เครือข่ายขนาด 42U มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้.....	17
5.2.4.	ตู้เครือข่ายขนาด 12U มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้.....	18
5.2.5.	เครื่องปรับอากาศขนาด 36,000 BTU มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้.....	18
5.2.6.	เครื่องปรับอากาศขนาด 9,000 BTU จำนวน 2 เครื่อง มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้.....	19
5.2.7.	อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชาก (Surge Protection) มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้.....	19
6.	งานติดตั้งสายนำสัญญาณเครือข่าย และระบบไฟฟ้า.....	19
6.1.	งานติดตั้งระบบสาย UTP.....	19
6.2.	งานติดตั้งสายใยแก้วนำแสง.....	21
6.3.	งานติดตั้งระบบไฟฟ้า.....	24
6.4.	งานกันผนังห้องเครือข่าย ขนาด 3.5 x 4.4 เมตร.....	25

# ระบบ IT ติดตั้งประกอบอาคารใหม่ คณะเภสัชศาสตร์ จำนวน 1 ชุด

## 1. ข้อกำหนดทั่วไป (General Terms)

- 1.1. ผู้เสนอราคาจะต้องศึกษาทำความเข้าใจกับข้อกำหนดฉบับนี้ และจะต้องเสนออุปกรณ์ทั้งระบบ ที่สามารถทำงานร่วมกันได้ และตรงตามความต้องการของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ทั้งอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ไลเซนส์ต่างๆ การติดตั้ง การทดสอบระบบ เอกสารประกอบต่างๆ การฝึกอบรม และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ที่จำเป็นในการติดตั้ง การใช้งาน และการบำรุงรักษาระบบ
- 1.2. ในส่วนของอุปกรณ์เครือข่ายที่เสนอ จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการจัดอันดับจากบริษัท Gartner, Inc. ประเภท Magic Quadrant สำหรับอุปกรณ์ Wired / Wireless LAN Access Infrastructure ในปี ค.ศ. 2021 อยู่ในระดับ Leaders เท่านั้น
- 1.3. ผู้เสนอราคา จะต้องมีความสามารถในการทำงานด้านระบบเครือข่ายและเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยจะต้องมีผลงาน ที่เป็นคู่สัญญาโดยตรงกับหน่วยงานรัฐหรือรัฐวิสาหกิจหรือหน่วยงานในกำกับของรัฐ ที่มีมูลค่างานไม่น้อยกว่า 5 ล้านบาท/สัญญา จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ผลงาน ย้อนหลังเป็นระยะเวลาไม่เกิน 3 ปี (ปีงบประมาณ 2562-2564) และ โดยผู้เสนอราคาจะต้องจัดส่งหลักฐานในวันเสนอราคา
- 1.4. ผู้เสนอราคาจะต้องระบุผลิตภัณฑ์ รุ่น จำนวน และรายละเอียดต่างๆ ที่จำเป็นในเอกสารรายการพัสดุ และตารางแสดงการยอมรับข้อกำหนด (Statement of Compliance) ให้ชัดเจน โดยเอกสารต่างๆ จะต้องกรอกข้อความให้ถูกต้องครบถ้วน และลงลายมือชื่อพร้อมประทับตราบริษัทให้ชัดเจน
- 1.5. หากทางมหาวิทยาลัยมีข้อสงสัย หรือต้องการรายละเอียดแจกแจงจำนวนและราคารายการอุปกรณ์ หรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม ผู้เสนอราคาจะต้องสามารถชี้แจงหรือให้ข้อมูลได้ในเวลาอันสมควร มหาวิทยาลัยขอสงวนสิทธิ์ที่จะไม่พิจารณาเอกสารเสนอราคาที่ไม่ชัดเจน ไม่เรียบร้อย ขาดรายละเอียดใจความสำคัญโดยรวม และแสดงถึงว่าระบบที่ผู้เสนอราคาเสนอ นั้นไม่สามารถทำตามข้อกำหนดของทางมหาวิทยาลัยได้
- 1.6. ผู้เสนอราคาที่ได้รับการประกาศให้เป็นผู้ชนะจะต้องรับผิดชอบการดำเนินงานต่างๆ ทั้งหมดให้ถูกต้องตรงตามข้อกำหนด รวมทั้งปฏิบัติตามระเบียบ กฎข้อบังคับของมหาวิทยาลัยหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยจะอ้างเหตุไม่รับผิดชอบใดๆ อันเนื่องมาจากความเข้าใจผิด ความไม่ทราบ ความผิดพลาด หรือความไม่สมบูรณ์ของข้อมูลที่มีในข้อกำหนดนี้ไม่ได้ และการดำเนินการใดๆ ที่ขัดกับระเบียบ กฎข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานตามข้อกำหนดและตามสัญญานั้น ผู้เสนอราคาจะต้องรับผิดชอบต่อผลที่เกิดขึ้นและแก้ไขให้ถูกต้อง

## 2. ขอบเขตของงาน

ผู้เสนอราคาจะต้องเสนอระบบในลักษณะราคาแบบรับจ้างเหมารวม (Turnkey basis) โดยให้ครอบคลุมส่วนรายละเอียดของการจัดหาวัสดุอุปกรณ์ การสำรวจพื้นที่ การติดตั้ง รวมทั้งแรงงานที่ควบคุมการติดตั้ง เครื่องมือเครื่องใช้อื่นๆ ตลอดจนงานชั่วคราว เพื่อให้งานติดตั้งระบบนี้เสร็จสิ้นเรียบร้อยโดยสมบูรณ์ โดยการเสนอราคาครั้งนี้ จะต้องรวมค่าอุปกรณ์, ระบบสายสัญญาณ และการเดินสายสัญญาณทั้งหมด, ระบบสายไฟฟ้า และการเดินสายไฟฟ้าทั้งหมด, การทดสอบระบบและสายสัญญาณ รวมทั้ง สายไฟฟ้าเพื่อการตรวจรับ การรับประกันสินค้า, การฝึกอบรมการใช้งานอุปกรณ์ ให้แก่เจ้าหน้าที่ของมหาวิทยาลัย รวมทั้งเอกสารต่างๆ โดยขอบเขตของ การเสนอราคาจะต้องรวมและไม่จำกัดตามรายการดังต่อไปนี้

- 2.1. ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั้งชนิดมีสายและไร้สาย ซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์หลัก สามารถทำการกำหนดค่า ตรวจสอบสถานะการทำงานของระบบได้จากระบบบริหารจัดการเครือข่ายหลักของผู้ว่าจ้าง หรือระบบบริหารจัดการเครือข่ายที่เสนอมาในโครงการนี้ได้อย่างสมบูรณ์
- 2.2. การติดตั้งสายสัญญาณเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และสายใยแก้วนำแสงต่างๆ โดยการติดตั้งสายสัญญาณเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ให้แยกระหว่างสายสัญญาณ และสายไฟฟ้า พร้อมจัดทำทะเบียนข่ายสาย และทำการทดสอบ โดยทุกขั้นตอนต้องเป็นไปตามมาตรฐาน โดยการทดสอบสายสัญญาณให้กระทำโดยใช้เครื่องมือที่ได้รับการเชื่อถือจากผู้ว่าจ้าง
- 2.3. ผู้ชนะการประกวดราคาจะต้องดำเนินการติดตั้งสายเคเบิล สายไฟฟ้า สายดิน รวมทั้งระบบพร้อมอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องเข้ากับระบบไฟฟ้า ระบบเคเบิลต่างๆ ภายในอาคารสถานที่ติดตั้งระบบ และที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบที่เสนอรวมทั้งอุปกรณ์ที่ต้องใช้ทั้งหมด โดยคำนึงถึงมาตรฐานการเดินสายไฟฟ้า สายเคเบิล และสายดินเป็นหลัก ทั้งนี้จะต้องมอบแผนผังรายละเอียดการติดตั้งสายไฟฟ้า สายเคเบิล สายดิน ให้กับผู้ว่าจ้าง
- 2.4. ซอฟต์แวร์และไลเซนส์ต่างๆ ที่เสนอจะต้องมีลิขสิทธิ์และได้รับอนุญาตจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์อย่างถูกต้องตามกฎหมาย โดยจะต้องติดตั้งในที่ที่ผู้ว่าจ้างเป็นผู้กำหนด และส่งมอบแฟ้มข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการติดตั้งเพื่อให้ผู้ว่าจ้างสามารถดำเนินการเองได้ในภายหลัง
- 2.5. อุปกรณ์, ซอฟต์แวร์ หรือไลเซนส์ที่กำหนดในข้อกำหนดทางด้านเทคนิคถือเป็นคุณสมบัติและจำนวนขั้นต่ำที่ผู้ว่าจ้างต้องการ หากทางผู้ชนะการประกวดราคาส่งเสนอระบบ, อุปกรณ์, ซอฟต์แวร์ หรือไลเซนส์เฉพาะทางที่รองรับการทำงานของระบบอย่างมีประสิทธิภาพเพิ่มเติมเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดของผู้ว่าจ้าง ให้ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้ชนะการประกวดราคารวมถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น
- 2.6. อุปกรณ์ที่ติดตั้งในโครงการนี้จะต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน ไม่ใช่ของเก่าเก็บ และไม่ใช้ของเลียนแบบ โดยผู้รับจ้างจะต้องทำการติดตั้งระบบทุกระบบให้เป็นไปตามวิธีการปฏิบัติที่ดีทางวิศวกรรม (Good Engineering Practices) และรับประกันอุปกรณ์หลังการส่งมอบโดยผู้รับจ้างไม่น้อยกว่า 5 ปี หรือตามข้อกำหนดการรับประกันตามข้อกำหนดทางเทคนิค
- 2.7. ผู้ชนะการประกวดราคา จะต้องจัดให้มีการฝึกอบรมให้เจ้าหน้าที่ของผู้ว่าจ้าง ประมาณ 10 คน เป็นเวลาทั้งสิ้นไม่น้อยกว่า 2 วัน โดยมีเนื้อหาสำหรับผู้บริหารระบบ (Administrator) และจัดการอบรม ณ ที่ทำการของผู้ว่าจ้าง และจะต้องเสนอหลักสูตร/แผนการฝึกอบรมให้ผู้ว่าจ้างพิจารณาก่อนการอบรมไม่น้อยกว่า 5 วันทำการ โดยมีเนื้อหา 1 วันเกี่ยวกับพื้นฐานการใช้งานอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ต่างๆที่เป็นส่วนประกอบในระบบ และอีก 1 วันเป็นเนื้อหาในลักษณะและกรณี (Case) ให้ทำการทดลอง (Lab) เกี่ยวกับการใช้งานระบบ การใช้งานซอฟต์แวร์บริหารจัดการอุปกรณ์ในระบบ การเฝ้าระวัง ตรวจสอบ วิเคราะห์ ปรับปรุงการให้บริการระบบ โดยผู้ชนะการประกวดราคาคาดต้องรับผิดชอบในการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่จำเป็นในการอบรมอย่างเพียงพอ พร้อมจัดส่งคู่มือที่ใช้ในการฝึกอบรม อย่างน้อย 10 ชุด โดยสามารถจัดส่งเป็นเอกสารต้นฉบับ (ตัวจริง) อย่างน้อย 1 ชุด และเอกสารสำเนาอีก 9 ชุด พร้อมไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ (บันทึกใน Flash Drive) จำนวนอย่างน้อย 2 ชุด และรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการจัดอบรม
- 2.8. ผู้ชนะการประกวดราคา ต้องรื้อถอนอุปกรณ์เครือข่าย ที่มีอยู่เดิมในอาคารภายใต้คำแนะนำของผู้ควบคุมงานและคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ก่อนการติดตั้งอุปกรณ์ที่จัดซื้อในโครงการนี้

- 2.9. ผู้ชนะการประกวดราคาค่าติดตั้งซอฟต์แวร์ สายสัญญาณและอุปกรณ์ทุกรายการที่ระบุ รวมทั้งดำเนินการฝึกอบรมและพร้อมสำหรับการใช้งานอย่างสมบูรณ์ภายในกำหนดเวลา 120 วัน นับจากวันที่ลงนามในสัญญาการเป็นผู้ขาย

### 3. การยอมรับข้อกำหนด

- 3.1. ผู้เสนอราคาจะต้องเสนอเอกสารการยอมรับข้อกำหนด (Statement of Compliance) โดยเปรียบเทียบรายละเอียดของอุปกรณ์ทั้งหมดที่เสนอเป็นรายข้อทุกข้อ รวมทั้งข้อย่อย ภาคผนวก ตาราง และรูปภาพทั้งหมดในข้อกำหนดนี้
- 3.2. ในเอกสารการยอมรับข้อกำหนด การแสดงการยอมรับข้อกำหนดในรายละเอียดแต่ละข้อ ผู้เสนอราคาจะต้องระบุการยอมรับด้วยคำว่า “ตรงตามข้อกำหนด” หรือ Comply เท่านั้น โดยรายละเอียดที่ผู้เสนอราคาระบุว่าตรงตามข้อกำหนด หรือ Comply นั้น มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์จะถือว่าผู้เสนอราคาจะต้องทำได้ตามข้อกำหนด และหากรายการใดที่อุปกรณ์หรือระบบไม่สามารถทำได้หรือทำได้ไม่สมบูรณ์ ผู้เสนอราคาจะต้องระบุว่า “ไม่สามารถทำได้” หรือ Not Comply เท่านั้น โดยห้ามใช้คำอื่นใด เช่น Noted, Understood, Acknowledged, Complies except หรือ Partial comply เป็นต้น ในการแสดงการยอมรับตามข้อกำหนดนี้
- 3.3. การยอมรับข้อกำหนดจะต้องมีความสอดคล้องกับรายละเอียดของเอกสารอ้างอิงที่เป็นแคตตาล็อก หรือ Data Sheet หรือคู่มือการใช้งาน หรือเอกสารอื่นๆ ในลักษณะเดียวกันของอุปกรณ์ และผู้เสนอราคาจะต้องระบุให้ชัดเจนว่ารายละเอียดที่อธิบายเกี่ยวกับการยอมรับข้อกำหนดนั้นระบุอยู่ ณ ตำแหน่งใดในเอกสาร เอกสารอ้างอิงที่เป็นแคตตาล็อก หรือ Data Sheet หรือคู่มือการใช้งาน หรือเอกสารอื่นๆ ในลักษณะเดียวกันนั้น โดยแสดงเลขอ้างอิง เช่น เล่มที่ บทที่ หน้าที่ บรรทัดที่ ไว้ในคอลัมน์ “เลขอ้างอิงในเอกสารอ้างอิงหรือแคตตาล็อกของอุปกรณ์” ของตารางแสดงการยอมรับข้อกำหนด และนอกจากนี้ผู้เสนอราคาจะต้องระบุเลขหัวข้อของข้อกำหนดไว้ในเอกสารอ้างอิงที่เป็นแคตตาล็อก หรือ Data Sheet หรือคู่มือการใช้งาน หรือเอกสารอื่นๆ ในลักษณะเดียวกัน ณ ตำแหน่งที่มีรายละเอียดอธิบายเกี่ยวกับการยอมรับข้อกำหนดนั้นอยู่
- 3.4. การยอมรับในส่วนของข้อกำหนดของอุปกรณ์ หรือระบบ หรือซอฟต์แวร์ หรือส่วนประกอบอื่นๆที่เกี่ยวข้องนั้น จะต้องยืนยันการยอมรับโดยอ้างอิงถึงเอกสารอ้างอิงที่เป็นแคตตาล็อก หรือ Data Sheet หรือคู่มือการใช้งาน หรือเอกสารอื่นๆในลักษณะเดียวกัน หากข้อความในเอกสารดังกล่าวไม่ชัดเจนหรือไม่ละเอียดเพียงพอสามารถอธิบายหรือชี้แจงเพิ่มเติมได้โดยใช้หนังสือรับรองหรือเอกสารยืนยันจากบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์มาประกอบ
- 3.5. ในกรณีที่เอกสารอ้างอิงที่เป็นแคตตาล็อก หรือ Data Sheet หรือคู่มือการใช้งาน หรือเอกสารอื่นๆ ในลักษณะเดียวกันของอุปกรณ์มีรายละเอียดแตกต่างจากข้อกำหนดของมหาวิทยาลัยฯ แต่ผู้เสนอราคาได้ระบุไว้ในเอกสารการยอมรับข้อกำหนดว่าสามารถทำได้ตรงตามข้อกำหนด ผู้เสนอราคาจะต้องชี้แจงให้ชัดเจนโดยทำเป็นหนังสือรับรองหรือเอกสารยืนยันจากบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ประกอบมาในเอกสารอ้างอิงหรือแคตตาล็อกของอุปกรณ์ด้วย มิฉะนั้นจะถือว่าอุปกรณ์ที่ผู้เสนอราคานั้นมีคุณสมบัติไม่ตรงตามข้อกำหนด
- 3.6. หากเอกสารอ้างอิงที่เป็นแคตตาล็อก หรือ Data Sheet หรือคู่มือการใช้งาน หรือเอกสารอื่นๆในลักษณะเดียวกันของอุปกรณ์ไม่มีรายละเอียดที่อธิบายเกี่ยวกับการยอมรับว่าสามารถทำได้ตามข้อกำหนดของมหาวิทยาลัยฯ หรือมีคำอธิบายแต่ไม่ละเอียดเพียงพอหรือขัดแย้งกับข้อกำหนด มหาวิทยาลัยขอสงวนสิทธิ์ที่จะพิจารณาว่าผู้เสนอราคาหรืออุปกรณ์ที่ผู้เสนอราคาเสนอไม่สามารถทำตามข้อกำหนดได้
- 3.7. หากรายละเอียดในเอกสารอ้างอิงที่เป็นแคตตาล็อก หรือ Data Sheet หรือคู่มือการใช้งาน หรือเอกสารอื่นๆในลักษณะเดียวกันของอุปกรณ์มีความขัดแย้งกับข้อกำหนดของทางมหาวิทยาลัยฯ แต่มหาวิทยาลัยตรวจสอบไม่พบความขัดแย้งดังกล่าวในขั้นตอนการพิจารณาข้อเสนอของผู้เสนอราคา และผู้ชนะการประกวดราคาได้ระบุไว้ในเอกสารการยอมรับข้อกำหนดว่าสามารถทำได้ตรงตามข้อกำหนด

ผู้ชนะการประกวดราคาคาจะต้องรับผิดชอบต่อการยอมรับดังกล่าวโดยส่งมอบของหรืองานให้ตรงตามข้อกำหนดของมหาวิทยาลัยฯ

- 3.8. อุปกรณ์ที่เสนอในโครงการนี้ตามข้อกำหนดทางด้านเทคนิคถือเป็นคุณสมบัติและจำนวนขั้นต่ำที่มหาวิทยาลัยต้องการ หากผู้เสนอราคาเสนอระบบหรืออุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดของทางมหาวิทยาลัย ให้ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เสนอราคารวมถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น
- 3.9. ข้อมูลต่างๆของทางมหาวิทยาลัยถือเป็นความลับทางราชการ ห้ามมิให้นำไปเผยแพร่ ทั้งนี้หากเกิดความเสียหาย ในส่วนหนึ่งส่วนใดอันเนื่องมาจากการดำเนินการของผู้เสนอราคา ผู้เสนอราคาจะต้องรับผิดชอบ
- 3.10. ผู้เสนอราคาที่ได้รับการประกาศให้เป็นผู้ชนะการประกวดราคา จะต้องยื่นราคาอุปกรณ์ทั้งหมด รวมถึงอุปกรณ์อะไหล่ทุกชนิดที่เสนอตามข้อกำหนดนี้ตามราคาที่ชนะการประกวดราคาเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 120 วัน นับแต่วันยื่นยื่นราคาสุดท้าย โดยภายในกำหนดคิยราคาจะต้องรับผิดชอบราคาที่ได้อเสนอไว้และจะถอนการเสนอราคามีได้

#### 4. ข้อกำหนดของระบบสายสัญญาณและการเชื่อมต่อ

##### 4.1. ข้อกำหนดคร่าว

- 4.1.1. ผู้ชนะการประกวดราคาจะต้องส่งแบบ (Drawing) ให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเพื่อตรวจสอบก่อนเริ่มการดำเนินงานติดตั้งไม่น้อยกว่า 1 วันทำการ และแบบติดตั้งจะต้องได้รับการตรวจสอบและอนุมัติให้ติดตั้งก่อนจึงจะเริ่มทำงานได้
- 4.1.2. คณะกรรมการตรวจรับพัสดุหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุมีสិทธิจะเข้าตรวจสอบการติดตั้งระบบสายสัญญาณในระหว่างการทำงานได้ตลอดเวลา โดยการตรวจสอบระหว่างการดำเนินงานมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้การติดตั้งระบบสายสัญญาณเป็นไปอย่างถูกต้องและเรียบร้อย เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับระบบอันเนื่องมาจากการแก้ไขหรือการปรับแก้การติดตั้ง
- 4.1.3. ผู้ชนะการประกวดราคาจะต้องส่งมอบแบบตามจริง (As-Built Drawing) หรือเอกสารอื่นที่เกี่ยวข้องกับระบบสายสัญญาณให้กับคณะกรรมการตรวจรับพัสดุหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุหลังจากการติดตั้งแล้วเสร็จ โดยแบบตามจริงหรือเอกสารอื่นที่เกี่ยวข้องจะต้องส่งมอบก่อนที่จะเริ่มการตรวจรับระบบสายสัญญาณ
- 4.1.4. ผู้ชนะการประกวดราคาจะต้องส่งระเบียบวิธีการตรวจสอบหลังการติดตั้ง (Inspection procedure) ต่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุซึ่งจะต้องระบุถึงเครื่องมือและรายละเอียดสำหรับการตรวจสอบความยาวของสาย (length), ค่าลดทอน (attenuation), ความต้านทาน (impedance), การลงดิน(ground), การลัดวงจร(shot), การสลับสาย(reversal) และความต่อเนื่องของตัวนำและชีลด์ (continuity of conductors and shields) และผู้ชนะการประกวดราคาจะต้องส่งเอกสารรวบรวมผลการตรวจสอบให้กับคณะกรรมการตรวจรับพัสดุหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเพื่อตรวจสอบ หากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ หรือผู้ที่ได้รับมอบหมายจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุตรวจสอบแล้วพบว่า มีจุดบกพร่องแล้วแจ้งให้ผู้ติดตั้งทราบ ผู้ชนะการประกวดราคาจะต้องทำการรื้อและติดตั้งสายสัญญาณที่มีจุดบกพร่องนั้นๆใหม่ โดยจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรื้อและติดตั้งใหม่เองทั้งหมด คณะกรรมการตรวจรับพัสดุหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุขอสงวนสิทธิ์ในการปรับเปลี่ยนวิธีการตรวจสอบตามที่เห็นสมควรและสงวนสิทธิ์ในการขอให้ผู้ชนะการประกวดราคาทำการตรวจสอบซ้ำในจุดที่สงสัยได้
- 4.1.5. ผู้ชนะการประกวดราคาจะต้องทำทะเบียนสาย (Cable Records) ในระหว่างการทำงานซึ่งคณะกรรมการตรวจรับพัสดุหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุจะเป็นผู้กำหนดระเบียบวิธีสำหรับการทำฉลาก (Labeling) สำหรับสายทุกเส้นและจุดพักเชื่อมต่อสาย (Termination Hardware and Cabinet) ทุกจุด ระเบียบสายที่สมบูรณ์จะต้องส่งมอบเป็นส่วนหนึ่งของแบบตามจริง (As-Built Drawing) และเอกสารโครงการ (Project Completion Documents) ให้กับคณะกรรมการตรวจรับพัสดุภายหลังการติดตั้งด้วย

- 4.1.6. ผู้ชนะการประกวดราคาจะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจและทักษะในการดำเนินงานติดตั้งเป็นอย่างดี ซึ่งจะต้องสามารถดำเนินงานติดตั้งและแก้ไขปัญหาที่สามารถเกิดขึ้นได้ระหว่างการดำเนินงานโดยคำนึงถึงผลประโยชน์ของมหาวิทยาลัยเป็นสำคัญ โดยไม่ละเลยข้อกำหนดตามมาตรฐานของระบบ และข้อกำหนดของความปลอดภัยและชีวอนามัยในการทำงาน และต้องไม่ดำเนินงานในลักษณะขัดขวางการดำเนินงานอื่นๆ ของโครงการ ด้วย

## 4.2. ข้อกำหนดเฉพาะของระบบสายสัญญาณ UTP CAT6 ภายในอาคาร

- 4.2.1. สายสัญญาณระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์จะต้องเป็นสาย UTP Category 6 โดยจะต้องเดินสายไปในท่อและรางสำหรับเดินสายโดยสายสัญญาณจะต้องต่อเนื่องไม่มีจุดตัดต่อ ไม่มีเงื่อนปม รอยหักงอ รอยถลอก จุดงอเฉียบพลัน และมีความยาวไม่เกิน 90 เมตร
- 4.2.2. สายสัญญาณทุกเส้นจะต้องติดฉลาก (Label) ที่ปลายสายทั้งสองด้าน โดยใช้รูปแบบของตัวเลขที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ หรือผู้ที่ได้รับมอบหมายจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเป็นผู้กำหนด วัสดุที่นำมาใช้เป็นฉลากจะต้องเป็นวัสดุที่สามารถใช้แสดงข้อความได้อย่างชัดเจน ไม่รัดสายเกินไป ไม่หลุด ไม่ลอก ไม่ลอะเลือน และไม่กีดขวางการจัดแต่งสายในตู้อุปกรณ์
- 4.2.3. สายสัญญาณระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทุกเส้นที่ติดตั้งในตู้ Rack equipment ต้อง Terminate เข้ากับจุดพักเชื่อมสาย (Patch Panel) และ RJ45 modular jack แบบ CAT6 ตามมาตรฐาน EIA/TIA 568B หรือ ANSI/TIA-568-C.2 Category 6 ด้วยเครื่องมือสำหรับ Terminate สายโดยเฉพาะ และห้ามคลายเกลียวสายสัญญาณ UTP โดยเด็ดขาด
- 4.2.4. ท่อเดินสาย (Conduit) ติดตั้งไว้ที่ระดับใต้ฝ้าเพดานตามแนวขอบด้านบนของฝ้าเพดานเพื่อใช้สำหรับกระจายสายจากจุดพักเชื่อมสายไปยังพื้นที่ต่างๆ ต้องเป็นท่อ PVC สีขาว โดยมีขนาดสัมพันธ์กับจำนวนสายในท่อโดยหลังจากที่เดินสายแล้วจะต้องเหลือพื้นที่ในท่อน้อยกว่าร้อยละ 30 จะต้องมิกกล่องพักสาย (Pull Box) ในตำแหน่งที่เป็นจุดแยกสายหรือมีความจำเป็น ท่อเดินสายจะต้องติดตั้งอย่างมั่นคงแข็งแรงและจะต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุกระยะไม่เกิน 1.5 เมตร และจะต้องปิดปลายท่อด้วยกล่องพักสายสำหรับการต่อกับรางเดินสาย ซึ่งท่อ กล่องพักสายและรางเดินสายต้องผลิตจากวัสดุที่ไม่ลามไฟ (non-flammable material)
- 4.2.5. โดยทั่วไปเส้นทางการเดินสายสัญญาณจะต้องหลีกเลี่ยง มอเตอร์ไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้า เสาสัญญาณโทรคมนาคม และแหล่งกำเนิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่างๆ และให้เส้นทางการเดินสายมีแนวตั้งฉากกับแนวสายไฟฟ้าหรือหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งเส้นทางการเดินสายจะต้องอยู่ห่างจากมอเตอร์ไฟฟ้า และหม้อแปลงไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 1.2 เมตร อยู่ห่างจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์และสายไฟฟ้าที่มีกำลังต่ำกว่า 5kVA ไม่ต่ำกว่า 0.12 เมตร และอยู่ห่างจากสายไฟฟ้าที่มีกำลังมากกว่า 5kVA ไม่ต่ำกว่า 0.55 เมตร
- 4.2.6. ต้องมีรายงานการทดสอบสายสัญญาณ UTP CAT6 ที่ดำเนินการติดตั้งทุกเส้น โดยทำการทดสอบตามมาตรฐานการทดสอบสายสัญญาณด้วยเครื่องมือทดสอบที่ได้มาตรฐาน และต้องมีค่าผลการทดสอบของสายสัญญาณ ได้แก่ ชื่อสายสัญญาณ (Cable ID), วันเวลาที่ทดสอบ (date and time), ความยาว (length), ค่าลดทอนสัญญาณ (attenuation), ความต้านทาน (resistant), ภาพการเข้าหัว RJ45 กับสายสัญญาณแต่ละขา (wire map), Headroom, Propagation delay, Near End Crosstalk (NEXT) พร้อมกราฟแสดงค่าเทียบกับย่านความถี่ที่ทดสอบ, Return loss พร้อมกราฟแสดงค่าเทียบกับย่านความถี่ที่ทดสอบ, Attenuation-to-Crosstalk-Ratio Near-End (ACR-N) พร้อมกราฟแสดงค่าเทียบกับย่านความถี่ที่ทดสอบ, Attenuation-to-Crosstalk-Ratio Far-End (ACR-F) พร้อมกราฟแสดงค่าเทียบกับย่านความถี่ที่ทดสอบ รวมทั้งสรุปผลการทดสอบสายสัญญาณ (PASS/NOT PASS) เป็นอย่างน้อย

- 4.2.7. อุปกรณ์ของระบบสายสัญญาณที่เสนอทุกชิ้นจะต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และอยู่ในสายการผลิต ไม่เป็นอุปกรณ์ที่นำมาปรับปรุงสภาพใหม่หรือแปรสภาพ (Reconditioned หรือ Refurbished) และต้องได้รับการรับประกันการใช้งานระดับ System Warranty เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 25 ปี

#### 4.3. ข้อกำหนดเฉพาะของระบบสายใยแก้วนำแสง

- 4.3.1. การติดตั้งภายในอาคาร ให้ติดตั้งภายในท่อ EMT และราง Wireway ตามรูปแบบที่กำหนด
- 4.3.2. การติดตั้งภายในรางสาธารณูปโภคหรือการฝังดิน ให้ติดตั้งภายในท่อ HDPE ตามรูปแบบที่กำหนด
- 4.3.3. การติดตั้งสายใยแก้วนำแสงต้องทำตามคำแนะนำของผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องรัศมีความโค้ง และการออกแรงดึงสายใยแก้วนำแสงต้องไม่เกินค่าที่ระบุโดยผู้ผลิต โดยต้องส่งเอกสารที่เป็นรายละเอียด ของสายใยแก้วนำแสงที่จัดทำโดยผู้ผลิตให้แก่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุเพื่อใช้ในการควบคุมการติดตั้ง
- 4.3.4. ระหว่างจุดต้นทางไปยังจุดปลายทางใดๆ สายใยแก้วนำแสงต้องไม่มีการตัดต่อระหว่างทางโดยเด็ดขาด
- 4.3.5. ในการติดตั้งสายใยแก้วนำแสง บริเวณใกล้ปลายสายทั้งสองด้านต้องมีที่มั่นคงแข็งแรงปลอดภัยสำหรับพักสาย ที่มีความยาวไม่น้อยกว่าที่มาตรฐานระบุไว้ หรือไม่น้อยกว่า 5 เมตร และต้องมีอุปกรณ์ละวิธีการพักสายที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถปลดสายที่พักอยู่นี้ไปใช้ในกรณีสายขาดได้โดยไม่กระทบต่อปลายสายที่ติดตั้งในตู้พักสาย
- 4.3.6. การเดินสายใยแก้วนำแสงที่มีปลอกโลหะในอากาศ จะต้องต่อสะพานลงดิน (Grounding) ทุกๆระยะ 250 เมตร
- 4.3.7. การตัดต่อสายแบบถาวรโดยวิธี fusion splicing จะต้องวัดค่าความสูญเสียจาก fusion splicer ได้ไม่เกิน 0.05 dB
- 4.3.8. ปลายแต่ละข้างของสายใยแก้วนำแสงใช้ขั้วต่อสายแบบ Simplex LC connector และให้ทำเครื่องหมายที่กำหนดโดยผู้ควบคุมงานให้ครบตามจำนวนเส้น (core) ทุกเส้น เพื่อใช้อ้างอิงในการทดสอบ และให้ติดตั้งในตู้พักสายที่มี Duplex LC coupling ตามที่กำหนด
- 4.3.9. สายเคเบิลทุกเส้นต้องมีการทำเครื่องหมายถาวรด้วยการติดแผ่นอลูมิเนียมที่ต่อกรหัสสาย หรือใช้วิธีการอื่นที่เหมาะสมกว่า โดยติดในตำแหน่งที่สามารถแยกแยะสายทุกเส้นได้ชัดเจนเมื่อสายอยู่รวมกลุ่มกัน และให้ทำเครื่องหมายที่สายเคเบิลทุกจุดที่มีการยึดสายเข้ากับเสา ทุกจุดที่มีการยึดเข้ากับอาคาร และทุกจุดที่มีกล่องต่อท่อร้อยสายแบบเปิดได้
- 4.3.10. ในการติดตั้งสายเคเบิลโดยการแขวนจะต้องมีการพันเทปพีวีซีสีส้ม ความกว้าง 1.5 นิ้ว บนผิวสายเคเบิล บริเวณที่ห่างจากจุดที่มีการติดตั้งสายเคเบิลเข้ากับเสาหรือตัวอาคาร 15 ซม. ทั้งสองข้างของจุดที่ติดตั้งเคเบิล โดยเทปพีวีซีที่ใช้ต้องมีคุณภาพไม่ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ของ 3M
- 4.3.11. มีการบันทึกเลขหมายบอกความยาวสายที่จุดทำเครื่องหมายทุกจุด และทุกตำแหน่งของจุดที่มีเครื่องหมายนั้น ประกอบในรายงานการติดตั้งเพื่อใช้ในการหาจุดเสียหายของสายเคเบิลแต่ละเส้น
- 4.3.12. การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับร้อยสาย จับยึดสายเข้ากับเสาและตัวอาคาร ต้องคำนึงถึงการติดตั้งเพิ่มเติมในอนาคต เพื่อให้ติดตั้งสายเพิ่มเติมได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสำหรับอุปกรณ์นั้นอีก
- 4.3.13. การติดตั้งสายเคเบิลในรางร้อยสาย ต้องติดตั้งภายในท่อร้อยสายย่อย (Sub-duct) เท่านั้น
- 4.3.14. ระบบการเดินสายใยแก้วนำแสงตอนนอกเป็นการเดินสายแบบผสม ได้แก่ การเดินสายลอย (Aerial Cable) และการเดินท่อร้อยสายติดตั้งภายในรางร้อยสายภายในอาคาร จะต้องดำเนินการติดตั้งด้วยอุปกรณ์ ที่เป็นไปตามมาตรฐานของการติดตั้งชนิดนั้นๆ
- 4.3.15. สายใยแก้วนำแสงที่ติดตั้งจะต้องสามารถใช้งานได้ทุกแกน
- 4.3.16. ต้องมี Report ผลการทดสอบสายใยแก้วนำแสงตามมาตรฐานการทดสอบสายสัญญาณ โดยใช้เครื่องมือ OTDR ในการทดสอบทุกแกน
- 4.3.17. สายเคเบิล ท่อร้อยสาย และวัสดุที่ใช้ในระบบสายตอนนอก จะต้องเป็นประเภทที่ออกแบบให้ใช้ได้กับสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร (Outdoor Environment) โดยเฉพาะ



## 5. ข้อกำหนดทางเทคนิค

### 5.1. ระบบเครือข่าย

#### 5.1.1. อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายหลักประจำอาคาร 6 มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 5.1.1.1. มีพอร์ตแบบ SFP+ หรือ SFP28 ที่สนับสนุนการเชื่อมต่อแบบ 1/10/25 Gigabit Ethernet จำนวนไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต พร้อม Uplink Interface แบบ QSFP+ หรือ QSFP28 ที่สนับสนุนการเชื่อมต่อแบบ 40/100 Gigabit Ethernet จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต
- 5.1.1.2. มีโมดูลชนิด 40GBase-LR4 พร้อมสาย Patch ชนิด LC-LC อย่างน้อย 2 ชั้น, 25GBase-LR จำนวน 1 ชั้น, 100GBase-LR4 จำนวน 1 ชั้น และ โมดูลชนิด 10GBase-LR จำนวน 11 ชั้น พร้อมสาย Patch ชนิด LC-LC อย่างน้อย 14 เส้น
- 5.1.1.3. มี Switching capacity ไม่ต่ำกว่า 2 Tbps และมี Forwarding rate ไม่น้อยกว่า 1 Bpps
- 5.1.1.4. สามารถกำหนดค่าอุปกรณ์ 2 ชุดให้เสมือนเป็นอุปกรณ์ชุดเดียวกัน (Stackwise Virtual หรือ Virtual Switching Extension หรือ Virtual Chassis หรือเทียบเท่า) โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มเติม โดยต้องสามารถทำ Link Aggregation Control Protocol บน Virtual Chassis Stacking ได้
- 5.1.1.5. รองรับจำนวน MAC Address ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 82,000 MAC Address
- 5.1.1.6. สามารถกำหนด Switched Virtual Interfaces (SVIs) หรือ Routed VLAN Interface (RVI) ได้ไม่น้อยกว่า 500 Interfaces
- 5.1.1.7. สนับสนุน VLAN ID ได้ไม่น้อยกว่า 4,094 ID
- 5.1.1.8. รองรับการทำ IPv4 และ IPv6 unicast routing ได้ไม่น้อยกว่า 114,200 routes
- 5.1.1.9. รองรับการทำ IPv4 และ IPv6 multicast routing ได้ไม่น้อยกว่า 7,000 routes
- 5.1.1.10. สามารถทำ IPv4 และ IPv6 Routing ด้วย Protocol ต่างๆ ดังนี้ RIP, RIPng, OSPF, OSPFv3, BGP4, PBR และ VRRP ได้เป็นอย่างดี
- 5.1.1.11. สนับสนุนการทำ Multicast PIM ด้วยวิธี PIM Sparse Mode, MLD Snooping และ IGMP Snooping ได้
- 5.1.1.12. สามารถจัดเก็บข้อมูลทางสถิติการใช้งานเครือข่ายตามโพรโตคอลแบบ NetFlow หรือ sFlow หรือ J-Flow ได้
- 5.1.1.13. รองรับ ACL ได้ไม่น้อยกว่า 16,000 rules และสนับสนุน Control Plane Policing (CoPP) ได้
- 5.1.1.14. สนับสนุนการทำ MACsec เพื่อความปลอดภัยให้กับอุปกรณ์
- 5.1.1.15. สนับสนุนการทำ Remote Mirroring หรือ Remote Switched Port Analyzer (RSPAN) ได้
- 5.1.1.16. สามารถทำ VxLAN ได้
- 5.1.1.17. มี Out-of-band management แบบ 10/100/1000BASE-T (RJ-45) อย่างน้อย 1 พอร์ต และ Console port อย่างน้อย 1 พอร์ต
- 5.1.1.18. สามารถเข้าไปบริหารจัดการอุปกรณ์แบบ WebUI และ CLI (ผ่านทาง Telnet และ SSH) ได้
- 5.1.1.19. อุปกรณ์ต้องสามารถติดตั้งในตู้ Rack 19 นิ้วได้
- 5.1.1.20. มีแหล่งจ่ายไฟที่สามารถใช้กับไฟฟ้า 220V ที่ติดตั้งในอุปกรณ์และสามารถถอดเปลี่ยนได้ จำนวน 2 ชุด
- 5.1.1.21. มีพัดลมที่สามารถถอดเปลี่ยนได้ (replaceable) ติดตั้งภายในตัวอุปกรณ์
- 5.1.1.22. มีลิขสิทธิ์ในการทำงานร่วมกับระบบบริหารจัดการเครือข่ายที่เสนอในโครงการนี้ สามารถตั้งค่าอุปกรณ์จากศูนย์กลาง ควบคุม ตรวจสอบสถานะการทำงานและแจ้งปัญหาที่เกิดขึ้นให้กับผู้ดูแลระบบได้

- 5.1.1.23. ผ่านการรับรองตามมาตรฐานความปลอดภัย IEC, UL, EN และ CAN/CSA เป็นอย่างน้อย
- 5.1.1.24. อุปกรณ์ต้องได้รับการรับประกันเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี
- 5.1.1.25. อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และอยู่ในสายการผลิต  
ไม่เป็นอุปกรณ์ที่นำมาปรับปรุงสภาพใหม่หรือแปรสภาพ (Reconditioned หรือ Refurbished)  
โดยต้องได้รับรองจากบริษัทผู้ผลิตฯ ที่เป็นตัวแทนในประเทศไทยเท่านั้น

#### 5.1.2. อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายหลักประจำอาคาร 4 มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 5.1.2.1. มีพอร์ตแบบ 10/100/1000 Base-T จำนวนไม่น้อยกว่า 16 และพอร์ตที่รองรับเทคโนโลยี IEEE 802.3bz หรือ SmartRate หรือ nBase-T หรือ multiGig (Compatible with 10/1000 Base-T) จำนวนไม่น้อยกว่า 8 พอร์ต พร้อม Uplink port แบบ SFP28 หรือ SFP56 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 พอร์ต
- 5.1.2.2. มีโมดูล 25GBase-LR พร้อมสาย Patch ชนิด LC-LC อย่างน้อย 2 ชุด
- 5.1.2.3. อุปกรณ์มีขนาดของ Switching Fabric หรือ Switching Capacity ก่อนการทำ stacking ไม่น้อยกว่า 290 Gbps และมี Forwarding Rate หรือ Throughput ไม่น้อยกว่า 220 Mpps
- 5.1.2.4. รองรับจำนวน MAC Address ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 16,000 MAC Address
- 5.1.2.5. สามารถจัดเก็บข้อมูลทางสถิติการใช้งานเครือข่ายตามโพรโตคอลแบบ NetFlow หรือ sFlow หรือ J-Flow ได้
- 5.1.2.6. สามารถทำ IPv4 unicast Routing ได้ไม่น้อยกว่า 3,000 Routes และ IPv6 unicast Routing ได้ไม่น้อยกว่า 1,500 Routes
- 5.1.2.7. รองรับ ACL ได้ไม่น้อยกว่า 1,500 rules และสนับสนุน Control Plane Policing (CoPP) ได้
- 5.1.2.8. สนับสนุนการทำ Remote Mirroring หรือ Remote Switched Port Analyzer (RSPAN) ได้
- 5.1.2.9. สามารถจ่ายไฟตามมาตรฐาน IEEE 802.3af และ 802.3at ได้ โดยมี Available PoE power หรือ Power Budget รวมไม่น้อยกว่า 370W และรองรับการเพิ่มการจ่ายไฟได้ไม่น้อยกว่า 740W ด้วยการเพิ่มแหล่งจ่ายไฟในตัวอุปกรณ์
- 5.1.2.10. มี Out-of-band management แบบ 10/100/1000BASE-T (RJ-45) อย่างน้อย 1 พอร์ต และ Console port อย่างน้อย 1 พอร์ต
- 5.1.2.11. สามารถเข้าไปบริหารจัดการอุปกรณ์แบบ WebUI และ CLI (ผ่านทาง Telnet และ SSH) ได้
- 5.1.2.12. อุปกรณ์ต้องสามารถติดตั้งในตู้ Rack 19 นิ้วได้
- 5.1.2.13. มีแหล่งจ่ายไฟที่สามารถใช้กับไฟฟ้า 220V ที่ติดตั้งในอุปกรณ์และสามารถถอดเปลี่ยนได้  
จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด
- 5.1.2.14. มีพัดลมแบบ Redundant ติดตั้งภายในอุปกรณ์
- 5.1.2.15. ผ่านการรับรองตามมาตรฐานความปลอดภัย IEC, UL, EN และ CAN/CSA เป็นอย่างน้อย
- 5.1.2.16. มีลิขสิทธิ์ในการทำงานร่วมกับระบบบริหารจัดการเครือข่ายที่เสนอในโครงการนี้ สามารถตั้งค่าอุปกรณ์  
จากศูนย์กลาง ควบคุม ตรวจสอบ สถานการณ์การทำงาน และแจ้งปัญหาที่เกิดขึ้นให้กับผู้ดูแลระบบได้
- 5.1.2.17. อุปกรณ์ต้องได้รับการรับประกันเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี
- 5.1.2.18. อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และอยู่ในสายการผลิต  
ไม่เป็นอุปกรณ์ที่นำมาปรับปรุงสภาพใหม่หรือแปรสภาพ (Reconditioned หรือ Refurbished)  
โดยต้องได้รับรองจากบริษัทผู้ผลิตฯ ที่เป็นตัวแทนในประเทศไทยเท่านั้น

### 5.1.3. อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแบบ PoE จำนวน มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 5.1.3.1 มีพอร์ตแบบ 10/100/1000 Base-T จำนวนไม่น้อยกว่า 16 และพอร์ตที่รองรับเทคโนโลยี IEEE 802.3bz หรือ SmartRate หรือ nBase-T หรือ multiGig (Compatible with 10/1000 Base-T) จำนวนไม่น้อยกว่า 8 พอร์ต พร้อม Uplink port แบบ SFP+ จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต
- 5.1.3.2 มีโมดูล 10GBase-LR พร้อมสาย Patch ชนิด LC-LC อย่างน้อย 1 ชุด
- 5.1.3.3 อุปกรณ์มีขนาดของ Switching Fabric หรือ Switching Capacity ก่อนการทำ stacking ไม่น้อยกว่า 270 Gbps และมี Forwarding Rate หรือ Throughput ไม่น้อยกว่า 200 Mpps
- 5.1.3.4 รองรับจำนวน MAC Address ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 16,000 MAC Address
- 5.1.3.5 สามารถจัดเก็บข้อมูลทางสถิติการใช้งานเครือข่ายตามโพรโตคอลแบบ NetFlow หรือ sFlow หรือ J-Flow ได้
- 5.1.3.6 สามารถทำ IPv4 unicast Routing ได้ไม่น้อยกว่า 3,000 Routes และ IPv6 unicast Routing ได้ไม่น้อยกว่า 1,500 Routes
- 5.1.3.7 รองรับ ACL ได้ไม่น้อยกว่า 1,500 rules และสนับสนุน Control Plane Policing (CoPP) ได้
- 5.1.3.8 สนับสนุนการทำ Remote Mirroring หรือ Remote Switched Port Analyzer (RSPAN) ได้
- 5.1.3.9 สามารถจ่ายไฟตามมาตรฐาน IEEE 802.3af และ 802.3at ได้ โดยมี Available PoE power หรือ Power Budget รวมไม่น้อยกว่า 370W และรองรับการเพิ่มการจ่ายไฟได้ไม่น้อยกว่า 740W ด้วยการเพิ่มแหล่งจ่ายไฟในตัวอุปกรณ์
- 5.1.3.10 มี Out-of-band management แบบ 10/100/1000BASE-T (RJ-45) อย่างน้อย 1 พอร์ต และ Console port อย่างน้อย 1 พอร์ต
- 5.1.3.11 สามารถเข้าไปบริหารจัดการอุปกรณ์แบบ WebUI และ CLI (ผ่านทาง Telnet และ SSH) ได้
- 5.1.3.12 อุปกรณ์ต้องสามารถติดตั้งในตู้ Rack 19 นิ้วได้
- 5.1.3.13 มีแหล่งจ่ายไฟที่สามารถใช้กับไฟฟ้า 220V ที่ติดตั้งในอุปกรณ์และสามารถถอดเปลี่ยนได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 5.1.3.14 มีพัดลมแบบ Redundant ติดตั้งภายในอุปกรณ์
- 5.1.3.15 ผ่านการรับรองตามมาตรฐานความปลอดภัย IEC, UL, EN และ CAN/CSA เป็นอย่างน้อย
- 5.1.3.16 มีลิขสิทธิ์ในการทำงานร่วมกับระบบบริหารจัดการเครือข่ายที่เสนอในโครงการนี้ สามารถตั้งค่าอุปกรณ์จากศูนย์กลาง ควบคุม ตรวจสอบสถานะการทำงานและแจ้งปัญหาที่เกิดขึ้นให้กับผู้ดูแลระบบได้
- 5.1.3.17 อุปกรณ์ต้องได้รับการรับประกันเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี
- 5.1.3.18 อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และอยู่ในสายการผลิต ไม่เป็นอุปกรณ์ที่นำมาปรับปรุงสภาพใหม่หรือแปรสภาพ (Reconditioned หรือ Refurbished) โดยต้องได้รับรองจากบริษัทผู้ผลิตฯ ที่เป็นตัวแทนในประเทศไทยเท่านั้น

### 5.1.4. อุปกรณ์ควบคุมเครือข่ายไร้สาย มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 5.1.4.1 เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาสำหรับใช้ควบคุมอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย (Access Point) โดยเฉพาะและมีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย ที่เสนอในโครงการนี้
- 5.1.4.2 รองรับการควบคุมอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สายได้สูงสุด ไม่น้อยกว่า 2,000 เครื่อง และรองรับผู้ใช้งานได้สูงสุด ไม่น้อยกว่า 30,000 client

- 5.1.4.3. อุปกรณ์ต้องสามารถโอนย้ายอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สายและผู้ใช้งาน ไปยังอุปกรณ์ควบคุมเครือข่ายไร้สายเครื่องอื่น ที่ทำงานในระบบเดียวกันที่เสนอในโครงการนี้ ในลักษณะ Active + Standby หรือ Leader + Follower หรือ Master + Backup โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานของผู้ใช้ ในระดับ Application โดยความสามารถนี้ อาจมาพร้อมกับอุปกรณ์ควบคุมเครือข่ายไร้สายเอง หรือเสนออุปกรณ์หรือระบบภายนอกเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ความสามารถตามข้อกำหนดนี้ได้ตามความสามารถของอุปกรณ์ควบคุมเครือข่ายไร้สายที่เสนอในโครงการนี้
- 5.1.4.4. อุปกรณ์มีพอร์ตชนิด SFP+ หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 4 พอร์ต และ พอร์ตแบบ SFP หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 พอร์ต พร้อมสาย AoC SFP+ หรือ DAC SFP+ จำนวนอย่างน้อย 4 เส้น และ SFP Module แบบ 1000 Base-LX หรือดีกว่า จำนวน 1 โมดูล
- 5.1.4.5. รองรับ Throughput ได้สูงสุด ไม่น้อยกว่า 40 Gbps
- 5.1.4.6. รองรับการทำงานร่วมกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สายได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11a, IEEE 802.11n, IEEE 802.11ac Wave 1, IEEE 802.11ac Wave 2, IEEE 802.11ax, IEEE 802.11d, IEEE WMM/802.11e, IEEE 802.11h, IEEE 802.11k, IEEE 802.11r, IEEE 802.11u และ IEEE 802.11w เป็นอย่างน้อย
- 5.1.4.7. รองรับมาตรฐาน IEEE 802.1Q และสามารถกำหนด VLAN ได้สูงสุด ไม่น้อยกว่า 4,000 VLAN
- 5.1.4.8. สามารถตรวจจับ Access Point แพลกปลอมและปิดกั้นการเชื่อมต่อ (Containment) ที่ไม่ได้รับอนุญาตได้
- 5.1.4.9. สามารถกระจายผู้ใช้งานไปยัง Access Point ที่อยู่โดยรอบได้โดยอัตโนมัติ (Client Load Balancing)
- 5.1.4.10. สามารถทำ Wireless Intrusion Detection และ Wireless Intrusion Prevention เพื่อป้องกันการโจมตีบนเครือข่ายไร้สายได้
- 5.1.4.11. สามารถตรวจจับการกวนของสัญญาณ (Interference Detection) และสามารถปรับช่องสัญญาณและความแรงในการส่งสัญญาณ เพื่อลดการรบกวนสัญญาณได้
- 5.1.4.12. สามารถทำงานร่วมกับ Radius Server หรือระบบพิสูจน์ตัวตนจริงสำหรับผู้ใช้งานเครือข่าย ของมหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ได้
- 5.1.4.13. สามารถมองเห็นและจำแนกข้อมูลของแต่ละ Application ที่ส่งผ่านเครือข่ายไร้สายได้
- 5.1.4.14. สามารถตรวจสอบ Device Fingerprint โดยใช้ข้อมูลเช่น DHCP และ HTTP Probing เป็นอย่างน้อย เพื่อใช้ในการ Monitor อุปกรณ์ที่เข้ามาใช้งานในระบบว่าเป็นอุปกรณ์ประเภทใด เช่น Windows, iPad, iPhone, Android ได้เป็นอย่างน้อย
- 5.1.4.15. สามารถบริหารจัดการ Multicast DNS (mDNS) ด้วยวิธีการ mDNS snooping หรือ mDNS Gateway หรือเทียบเท่าได้
- 5.1.4.16. สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่าน HTTP, HTTPS, Telnet, SSH และ Console Port ได้
- 5.1.4.17. อุปกรณ์ต้องผ่านมาตรฐานความปลอดภัย CAN/CSA , EN, FCC, และ UL เป็นอย่างน้อย
- 5.1.4.18. มีพอร์ต Console และ Out-of-band management อย่างละ 1 พอร์ต สำหรับการบริหารจัดการ
- 5.1.4.19. มีหน่วยจ่ายไฟแบบ Redundant ติดตั้งภายในอุปกรณ์
- 5.1.4.20. อุปกรณ์ต้องมีลิขสิทธิ์สำหรับควบคุมอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายตามจำนวนในโครงการนี้ได้
- 5.1.4.21. อุปกรณ์ต้องได้รับการรับประกันเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี
- 5.1.4.22. อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และอยู่ในสายการผลิต ไม่เป็นอุปกรณ์ที่นำมาปรับปรุงสภาพใหม่หรือแปรสภาพ (Reconditioned หรือ Refurbished) โดยต้องได้รับรองจากบริษัทผู้ผลิต ที่เป็นตัวแทนในประเทศไทยเท่านั้น

### 5.1.5. อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 5.1.5.1. เป็นอุปกรณ์ Access Point ที่สามารถทำงานร่วมกับ WLAN Controller ที่เสนอได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 5.1.5.2. สนับสนุนการทำงานตามมาตรฐาน IEEE802.11a, IEEE802.11b/g, IEEE802.11n, IEEE802.11ac และ IEEE802.11ax ได้
- 5.1.5.3. สามารถรับส่งข้อมูลที่ย่านความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz ได้พร้อมกัน และต้องสามารถเลือกใช้ช่องสัญญาณได้ทั้งแบบ 20 MHz สำหรับย่านความถี่ 2.4 GHz และ 20, 40, 80, 160 MHz สำหรับย่านความถี่ 5 GHz เพื่อการจัดการช่องสัญญาณได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 5.1.5.4. สามารถทำงานแบบ Dual 5 GHz หรือ dual-radio operation ที่ย่านความถี่ 5GHz เพื่อรองรับการใช้งานในบริเวณที่มีผู้ใช้งานหนาแน่นได้
- 5.1.5.5. สามารถให้บริการเชื่อมต่อเครื่องลูกข่ายที่ความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า 4,800 Mbps สำหรับย่านความถี่ 5 GHz (802.11ax)
- 5.1.5.6. สามารถให้บริการเชื่อมต่อเครื่องลูกข่ายที่ความเร็วสูงสุดไม่น้อยกว่า 570 Mbps สำหรับย่านความถี่ 2.4GHz (802.11ax) ในการใช้งานจริง (Typical Usage, HE20)
- 5.1.5.7. มีเสาอากาศชนิด 4x4 หรือดีกว่า แบบ MU-MIMO ที่สามารถรับ-ส่งสัญญาณได้ 4 spatial streams หรือมากกว่า ทั้งในย่านความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz
- 5.1.5.8. มีเสาอากาศภายใน แบบ omnidirectional ที่มีกำลังขยายในย่านความถี่ 2.4 GHz ไม่น้อยกว่า 4 dBi และกำลังขยายในย่านความถี่ 5 GHz ไม่น้อยกว่า 4 dBi
- 5.1.5.9. มีกำลังส่ง (Transmit Power) ไม่น้อยกว่า 23 dBm ในย่านความถี่ 2.4 GHz และ ไม่น้อยกว่า 26 dBm ในย่านความถี่ 5 GHz
- 5.1.5.10. สามารถทำ Beamforming หรือ BeamFlex+ หรือ ClientMatch หรือ ClientLink เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเชื่อมต่อของเครื่องลูกข่าย
- 5.1.5.11. สามารถทำการตรวจสอบการใช้งานคลื่นความถี่และสัญญาณรบกวน (Spectrum Analysis) ในย่านความถี่ 2.4GHz และ 5GHz ไปพร้อมกับการให้บริการเชื่อมต่อเครื่องลูกข่ายได้และสามารถระบุชนิดของแหล่งกำเนิดสัญญาณรบกวนได้
- 5.1.5.12. สามารถทำ Target wake time เพื่อช่วยในการประหยัดพลังงานของเครื่องลูกข่าย
- 5.1.5.13. มี Bluetooth Low Energy (BLE) 5.0 ติดตั้งในอุปกรณ์
- 5.1.5.14. มี Multi-color LED เพื่อแสดงสถานะการทำงานต่างๆ ของอุปกรณ์ และสามารถ เปิด/ปิด การแสดงสถานะของ LED ได้
- 5.1.5.15. มีพอร์ตแบบ Smart Rate หรือ Multigigabit Ethernet หรือ NBase-T อย่างน้อย 1 พอร์ต, Console พอร์ต อย่างน้อย 1 พอร์ต และ USB พอร์ตอย่างน้อย 1 พอร์ต
- 5.1.5.16. สามารถรับไฟผ่านสายสัญญาณเครือข่ายตามมาตรฐาน IEEE 802.3at หรือดีกว่าได้
- 5.1.5.17. ผ่านการรับรอง Wi-Fi 6 Certification และข้อกำหนดตามมาตรฐาน UL, EN และ FCC ที่เกี่ยวข้อง
- 5.1.5.18. มีลิขสิทธิ์ในการทำงานร่วมกับซอฟต์แวร์บริหารจัดการเครือข่ายที่เสนอในโครงการนี้ สามารถตั้งค่าอุปกรณ์จากศูนย์กลาง ควบคุม ตรวจสอบสถานะการทำงาน และแจ้งปัญหา ที่เกิดขึ้นให้กับผู้ดูแลระบบได้
- 5.1.5.19. ติดตั้งตามรูปแบบที่ทางมหาวิทยาลัยเป็นผู้กำหนด
- 5.1.5.20. อุปกรณ์ต้องได้รับการรับประกันเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี

- 5.1.5.21. อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และอยู่ในสายการผลิต ไม่เป็นอุปกรณ์ที่นำมาปรับปรุงสภาพใหม่หรือแปรสภาพ (Reconditioned หรือ Refurbished) โดยต้องได้รับรองจากบริษัทผู้ผลิต ที่เป็นตัวแทนในประเทศไทยเท่านั้น

#### 5.1.6. เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 5.1.6.1. เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายชนิด Rack-mount พร้อมรางเคเบิล แบบ Ball Bearing Rail Kit
- 5.1.6.2. มีหน่วยประมวลผลกลาง ที่มีความสามารถไม่น้อยกว่า Intel Xeon 2.4GHz, 12 core, Cache 16.5 MB จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย
- 5.1.6.3. มีช่องสำหรับติดตั้งหน่วยความจำหลัก (Main Memory) จำนวนไม่น้อยกว่า 24 ช่อง พร้อมติดตั้งหน่วยความจำหลักชนิด DDR-4 Registered DIMM ความเร็ว 2933 MHz ขนาดรวมไม่น้อยกว่า 256 GB (32GB x 8)
- 5.1.6.4. มีช่องฮาร์ดดิสก์แบบ Hot-swappable จำนวนไม่น้อยกว่า 10 ช่อง โดยสามารถรองรับฮาร์ดดิสก์ได้ทั้งแบบ SATA, SAS และ SSD พร้อมความสามารถในการทำ RAID 0, 1, 5, 6, 10, 50, 60 และ JBOD mode ได้เป็นอย่างดี
- 5.1.6.5. มีฮาร์ดดิสก์ แบบ SSD หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 960 GB จำนวนไม่น้อยกว่า 6 หน่วย
- 5.1.6.6. มีช่องสำหรับติดตั้ง SD-Card ไม่ต่ำกว่า 2 Slot พร้อม SD-Card ขนาดไม่ต่ำกว่า 64GB จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย
- 5.1.6.7. มีช่องสำหรับติดตั้ง PCI Express 3.0 ไม่น้อยกว่า 2 slot และสล็อตเพื่อรองรับ 12-Gbps RAID controller
- 5.1.6.8. มีช่องเชื่อมต่อเครือข่ายแบบ 10GBASE-T จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 5.1.6.9. มีช่องเชื่อมต่อเครือข่ายแบบ 10/25 Gbps SFP28 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ช่อง พร้อมสายแบบ AOC หรือ DAC 25G ความยาวไม่น้อยกว่า 3 เมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 2 เส้น
- 5.1.6.10. สามารถเชื่อมต่อกับเมาส์, คีย์บอร์ด, จอภาพ และ serial console และมีพอร์ตแบบ USB 3.0 อย่างน้อย 2 พอร์ต
- 5.1.6.11. มี Unit Identification button/LED เพื่อให้สามารถระบุตำแหน่งเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่ติดตั้งในตู้ Rack ได้ง่ายขึ้น
- 5.1.6.12. มี Out-of-Band Management Interface แบบ Gigabit Ethernet อย่างน้อย 1 พอร์ต
- 5.1.6.13. มี virtual KVM หรือ Integrated Management Controller เพื่อใช้งานเมาส์, คีย์บอร์ด, และจอภาพจากเครื่องพีซีและ Tablet และ SmartPhone ของผู้ดูแลระบบผ่าน Web Browser ผ่าน Protocol HTML5 ได้
- 5.1.6.14. มีแหล่งจ่ายไฟที่เป็นแบบ Fully Redundant และ Hot-plugable สามารถจ่ายไฟได้ไม่น้อยกว่า 700 Watts จำนวน 2 หน่วย
- 5.1.6.15. มีพัดลมสำหรับระบายความร้อนแบบ Hot-swappable ในทิศทาง Front-to-Rear
- 5.1.6.16. มีซอฟต์แวร์บริหารจัดการเครื่องแม่ข่ายเสมือน (Hypervisor) แบบ VMware มาพร้อมกับเครื่องแม่ข่าย
- 5.1.6.17. มีการรับประกัน (MA) เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี
- 5.1.6.18. ต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์พร้อมสายสัญญาณให้พร้อมใช้งาน โดยทำการเชื่อมต่อกับ Patch Panel ในตู้เครือข่าย

**5.1.7. ซอฟต์แวร์บริหารจัดการเครือข่าย มีคุณลักษณะขั้นต่าอย่างน้อยดังนี้**

- 5.1.7.1. เป็น Software ที่ใช้สำหรับการบริหารจัดการอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย (Switch) และอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย (Wireless Access Point) ที่มีลักษณะการทำงานเป็นแบบศูนย์กลาง (Centralized device configuration) และเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกัน
- 5.1.7.2. มีลิขสิทธิ์ในการบริหารจัดการอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่าย (Switch) และอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย (Wireless Access Point) ที่เสนอในโครงการนี้ทั้งหมด
- 5.1.7.3. สามารถนำเข้าและแสดงรูปของแผนผังอาคาร(FloorPlan)ในรูปแบบไฟล์ DWG หรือ GIF หรือ JPG พร้อมแสดงลักษณะของคลื่นสัญญาณวิทยุ (RF) บนแผนผังได้
- 5.1.7.4. สามารถทำ Site Survey หรือทำหน้าที่เป็น RF Planning Tool เบื้องต้น เพื่อดูปริมาณของจำนวนอุปกรณ์ Wireless Access Point ที่จะนำมาติดตั้งในระบบได้
- 5.1.7.5. สามารถตั้งค่าอุปกรณ์จากศูนย์กลาง ควบคุม ตรวจสอบสถานะการทำงาน และแจ้งปัญหาที่เกิดขึ้นให้กับผู้ดูแลระบบได้
- 5.1.7.6. ต้องมีการรับประกันในการทำงานร่วมกันได้กับอุปกรณ์เครือข่ายที่เสนอในโครงการนี้

## 5.2. เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) ระบบไฟฟ้า ตู้จัดเก็บอุปกรณ์เครือข่ายและห้อง Server

### 5.2.1. เครื่องสำรองไฟฟ้า 15 kVA พร้อม Environment Sensor มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 5.2.1.1. เป็นเครื่องสำรองไฟฟ้าขนาดไม่น้อยกว่า 15,000 VA / 15,000 W
- 5.2.1.2. ต้องเป็นระบบ Double Conversion หรือ True Online
- 5.2.1.3. มี Online Efficiency หรือ Double Conversion Efficiency ไม่น้อยกว่า 95% ที่ full load
- 5.2.1.4. ต้องมีคุณลักษณะไฟฟ้าภาคขาเข้า ดังนี้
  - 5.2.1.4.1. ช่วงแรงดันไฟฟ้าขาเข้า (Input Voltage Range) รองรับการทำงานที่ 160 - 285, 380V หรือ รองรับแรงดันไฟฟ้าขาเข้าได้ที่ 173 - 498 Vac เป็นอย่างน้อย
  - 5.2.1.4.2. ระดับความถี่ขาเข้า (Input Frequency) รองรับการทำงานที่ 50/60 Hz  $\pm$  4 Hz (auto selecting) หรือมากกว่าได้
  - 5.2.1.4.3. ช่องไฟขาเข้า (Input Connection) รองรับการจัดตั้งแบบ Hardwire 5 wire (3 Ph + N + G) โดยต้องสนับสนุนไฟขาเข้าแบบ Dual Feed ได้
- 5.2.1.5. ต้องมีคุณลักษณะไฟฟ้าภาคขาออกดังนี้
  - 5.2.1.5.1. แรงดันไฟฟ้าขาออก (Output Voltage) รองรับที่ 220/230/240 V ได้
  - 5.2.1.5.2. ความผิดเพี้ยนของแรงดันไฟฟ้าขาออก (Output Voltage Distortion) มีค่าไม่มากกว่า 5%
  - 5.2.1.5.3. ช่องไฟขาออก (Output Connection) แบบต่างๆ ดังนี้ hardwire three-wire (1 Phase + N + G) และ hardwire Five-wire (3 Phase + N + G)
- 5.2.1.6. สามารถเลือกรูปแบบของ Input:Output Phase ได้ทั้งแบบ 3:1, 3:3 และ ต้องเป็นอุปกรณ์มาตรฐานจากผู้ผลิต
- 5.2.1.7. มีระบบ Internal Bypass แบบ Automatic
- 5.2.1.8. ต้องมีคุณลักษณะของชุดแบตเตอรี่ที่ใช้กับระบบ UPS ที่เสนอดังนี้
  - 5.2.1.8.1. แบตเตอรี่ชนิด Sealed lead-acid แบบ Maintenance-free หรือดีกว่า
  - 5.2.1.8.2. สามารถทำการเปลี่ยนแบตเตอรี่ได้โดยไม่ต้องปิดระบบ (Hot Swappable)
  - 5.2.1.8.3. แบตเตอรี่ต้องมีอายุการใช้งาน (Expected Battery life) 3-5 ปี
  - 5.2.1.8.4. มีระบบบริหารจัดการ Battery เพื่อยืดอายุแบตเตอรี่ให้ยาวนานขึ้น
- 5.2.1.9. สามารถสำรองไฟได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที ที่ Half load และ 5 นาที ที่ full load
- 5.2.1.10. มีช่องต่อพ่วงสำหรับแบตเตอรี่ภายนอกได้ เพื่อให้สามารถสำรองไฟฟ้าได้นานยิ่งขึ้น
- 5.2.1.11. แสดงสถานะการทำงานด้วย LCD Display มีสัญญาณเตือนในสถานะผิดปกติ
- 5.2.1.12. มีโปรแกรมสำหรับแสดงผลและควบคุมการทำงานของเครื่องสำรองไฟฟ้า รองรับการทำงานผ่านระบบ network
- 5.2.1.13. มี Interface Ports สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์อย่างน้อยดังนี้ RJ-45 UTP, Serial port, USB และ Slot สำหรับติดตั้ง Dry contact I/O เป็นอย่างน้อย
- 5.2.1.14. สนับสนุน Protection Class ในระดับ IP20 ได้เป็นอย่างน้อย
- 5.2.1.15. ต้องได้รับมาตรฐาน EN/IEC 62040-2 เป็นอย่างน้อย
- 5.2.1.16. ได้รับการรับรองความมาตรฐานการผลิต ISO 9001 และ ISO 14001
- 5.2.1.17. ต้องมีการรับประกันสินค้าพร้อมแบตเตอรี่เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 2 ปี (on-site service)
- 5.2.1.18. มี sensor สำหรับวัดอุณหภูมิ (Temperature) และความชื้น (Humidity) เชื่อมต่อเป็นส่วนหนึ่งของระบบ และสามารถแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลระบบผ่านเครือข่าย เมื่อมีค่าเกินกว่าที่กำหนดไว้ได้



- 5.2.1.19. อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และอยู่ในสายการผลิต  
ไม่เป็นอุปกรณ์ที่นำมาปรับปรุงสภาพใหม่หรือแปรสภาพ (Reconditioned หรือ Refurbished)
- 5.2.1.20. คุณสมบัติทุกประการต้องระบุใน แคตตาล็อก หรือ Data Sheet หรือคู่มือการใช้งาน หรือเอกสารอื่น ๆ ใน  
ลักษณะเดียวกันของอุปกรณ์ โดยผลิตภัณฑ์ที่ขายตามท้องตลาดไม่ได้ทำมาเพื่อโครงการนี้โดยเฉพาะ

### 5.2.2. อุปกรณ์สลับสัญญาณไฟฟ้า มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 5.2.2.1. เป็นอุปกรณ์ที่สามารถสลับแหล่งจ่ายไฟฟ้า 2 แหล่งให้สามารถทำงานทดแทนกันได้อย่างอัตโนมัติ
- 5.2.2.2. สามารถติดตั้งใน Rack มาตรฐาน 19" ได้
- 5.2.2.3. รองรับกระแสไฟฟ้าขาเข้าได้จากสองแหล่งจ่ายและรองรับกระแสได้สูงสุด ไม่น้อยกว่า 32A
- 5.2.2.4. รองรับแรงดันไฟฟ้าขาเข้าที่ 230 V (+/- 10%) และความถี่ที่ 50/60 Hz ได้
- 5.2.2.5. มี Connector ขาเข้าชนิดที่สามารถรองรับกระแสขาเข้าได้ตามความสามารถของอุปกรณ์ และสอดคล้อง  
กับรูปแบบการติดตั้งที่ใช้งานในโครงการได้
- 5.2.2.6. มี Connector ขาออกแบบ IEC 320 C19 หรือ IEC 320 C13 หรือชนิดอื่นที่สามารถรองรับกระแส  
ได้สูงกว่า จำนวนรวมไม่น้อยกว่า 8 ช่อง
- 5.2.2.7. สนับสนุนกระแสขาออกสำหรับ C13 outlet ไม่น้อยกว่า 10A และ C19 outlet ไม่น้อยกว่า 16A
- 5.2.2.8. สนับสนุนการป้องกันกระแสเกินที่ 1 kA หรือดีกว่า หรือติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันเพิ่มเติม
- 5.2.2.9. สนับสนุนการเลือกไฟขาเข้าจากแหล่งจ่ายใดแหล่งจ่ายหนึ่งได้ โดยมี LED แสดงการเชื่อมต่อ
- 5.2.2.10. มีความเร็วในการสับเปลี่ยนแหล่งจ่ายไฟฟ้า (Transfer time) ไม่เกิน 12 ms
- 5.2.2.11. รองรับการบริหารจัดการผ่าน SNMP ได้
- 5.2.2.12. มีช่องเชื่อมต่อแบบ 10/100Base-T หรือดีกว่า จำนวน 1 ช่อง และพอร์ตแบบ USB 1 ช่อง
- 5.2.2.13. สนับสนุนการทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิ 0 ถึง 40 องศาเซลเซียส
- 5.2.2.14. รับประกันตัวเครื่องอย่างน้อย 2 ปี
- 5.2.2.15. อุปกรณ์มาพร้อมกับ Cord Retention (แผงจัดสาย) สำหรับจัดสายให้เป็นระเบียบ, สายแบบ C19-C20  
และสายแบบ C13-C14 ในจำนวนที่เพียงพอกับรูปแบบการติดตั้งที่ใช้งานในโครงการนี้
- 5.2.2.16. อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และอยู่ในสายการผลิต  
ไม่เป็นอุปกรณ์ที่นำมาปรับปรุงสภาพใหม่หรือแปรสภาพ (Reconditioned หรือ Refurbished)
- 5.2.2.17. คุณสมบัติทุกประการต้องระบุใน แคตตาล็อก หรือ Data Sheet หรือคู่มือการใช้งาน หรือเอกสารอื่น ๆ ใน  
ลักษณะเดียวกันของอุปกรณ์ โดยผลิตภัณฑ์ที่ขายตามท้องตลาดไม่ได้ทำมาเพื่อโครงการนี้โดยเฉพาะ

### 5.2.3. ตู้เครือข่ายขนาด 42U มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 5.2.3.1. เป็นตู้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์เครือข่าย (Network Rack) มีความสูงไม่น้อยกว่า 42U  
มีขนาดความกว้างไม่น้อยกว่า 75cm ความลึกไม่น้อยกว่า 107cm
- 5.2.3.2. ประตูบานหน้า (front door) เจาะรูพุนแบบ Perforated เพื่อระบายอากาศ
- 5.2.3.3. ประตูบานหลัง (Rear door) เป็นแบบบานคู่ หรือ Split rear door เพื่อประหยัดเนื้อที่ในการเปิดตู้  
และเจาะรูพุนแบบ Perforated เพื่อระบายอากาศ
- 5.2.3.4. ฝาปิดบานข้าง (Side panels) ต้องเป็นแบบครึ่งบาน เพื่อให้สามารถเลือกปิดบนหรือล่างได้ทั้ง 2 ด้าน
- 5.2.3.5. ผ่านมาตรฐาน RoHS, (EIA-310E หรือ EIA-310), (IEC หรือ UL) ได้เป็นอย่างดี
- 5.2.3.6. รองรับ Static Rating หรือ Static Load ได้ไม่น้อยกว่า 1,600 กิโลกรัม
- 5.2.3.7. ติดตั้งพร้อมรางไฟฟ้าจำนวน 2 ราง มีคุณสมบัติดังนี้

- 5.2.3.7.1. เป็นรางไฟฟ้าที่ออกแบบมาเพื่อติดตั้งในตัวเครื่องข่าย (Rack) โดยเฉพาะ
- 5.2.3.7.2. มี Input แบบ IEC 309 16A โดยมีความยาวสายไม่น้อยกว่า 3 เมตร
- 5.2.3.7.3. มี Output แบบ C19 จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ช่อง รองรับกระแสออกรวมไม่น้อยกว่า 10A และ C13 จำนวนไม่น้อยกว่า 18 ช่อง รองรับกระแสออกรวมไม่น้อยกว่า 16A
- 5.2.3.7.4. สนับสนุนแรงดันไฟฟ้าขาเข้า (Input Voltage) ที่ 230V ได้
- 5.2.3.7.5. สนับสนุนแรงดันไฟฟ้าขาออก (Output Voltage) ที่ 230V ได้
- 5.2.3.7.6. รองรับกระแสสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 16A
- 5.2.3.7.7. มีจอ LCD สำหรับแสดงค่า และปุ่มสำหรับ Control
- 5.2.3.7.8. สนับสนุนการทำงานผ่าน (http หรือ https), SNMP ได้เป็นอย่างดี
- 5.2.3.7.9. มีพอร์ตเชื่อมต่อรองรับการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย จำนวน 1 พอร์ต, อุปกรณ์ Sensor อุณหภูมิ จำนวน 1 พอร์ต
- 5.2.3.7.10. ผ่านการรับรองตามมาตรฐาน RoHS, EN, CE ได้เป็นอย่างดี
- 5.2.3.8. คุณสมบัติทุกประการต้องระบุใน แคตตาล็อก หรือ Data Sheet หรือคู่มือการใช้งาน หรือเอกสารอื่น ๆ ในลักษณะเดียวกันของอุปกรณ์ โดยผลิตภัณฑ์ที่ขายตามท้องตลาดไม่ได้ทำมาเพื่อโครงการนี้โดยเฉพาะ
- 5.2.3.9. อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องเป็นของใหม่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และอยู่ในสายการผลิต ไม่เป็นอุปกรณ์ที่นำมาปรับปรุงสภาพใหม่หรือแปรสภาพ (Reconditioned หรือ Refurbished)

#### 5.2.4. ตู้เครื่องข่ายขนาด 12U มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 5.2.4.1. เป็นตู้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์เครื่องข่ายแบบแขวนผนังขนาดไม่น้อยกว่า 12U และมีความลึกไม่น้อยกว่า 60 cm
- 5.2.4.2. ออกแบบและผลิตตามมาตรฐาน ANSI/EIA-310D-1992 หรือ EIA-310E, IEC60297-1, IEC60297-2 ได้เป็นอย่างดี
- 5.2.4.3. ทำจาก Electro-Galvanized Steel Sheet หรือ Cool Rolled Steel
- 5.2.4.4. ประตูบานหน้าเป็นบาน perforated มีพื้นที่ระบายอากาศไม่น้อยกว่า 50% ของพื้นที่บานหน้า
- 5.2.4.5. ด้านบนมีช่องสำหรับรองรับการติดตั้งพัดลมระบายอากาศ โดยตู้ต้องมีพัดลมระบายอากาศไม่น้อยกว่า 1 ชุด โดยใน 1 ชุดต้องมีพัดลมขนาดไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว จำนวนไม่น้อยกว่า 1 คู่
- 5.2.4.6. มีรางไฟขนาด 6 ช่อง ที่สามารถรองรับกระแสได้ไม่น้อยกว่า 15 Amp รองรับ Surge Current ที่ 6.5KA โดยออกแบบมาเพื่อติดตั้งภายในตู้ได้และมีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับตู้เครื่องข่าย

#### 5.2.5. เครื่องปรับอากาศขนาด 36,000 BTU มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 5.2.5.1. เป็นเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนและติดตั้งแบบแขวน
- 5.2.5.2. มีขนาดของการทำงานไม่น้อยกว่า 36,000 BTU
- 5.2.5.3. มี Airflow ไม่น้อยกว่า 1,250 CFM สำหรับ FANCOIL UNIT
- 5.2.5.4. มีค่า Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER) ไม่น้อยกว่า 13.33 BTU/Hr/Watt
- 5.2.5.5. มีคุณสมบัติการประหยัดไฟฟ้าไม่น้อยกว่าเบอร์ 5 และมีมาตรฐาน มอก.
- 5.2.5.6. มีรีโมทควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบมีสาย
- 5.2.5.7. มีสวิทช์ เปิด-ปิด ที่ตัดได้อัตโนมัติเมื่อเกิดเหตุความผิดปกติในเครื่องปรับอากาศ
- 5.2.5.8. มีวงจรสลับการทำงานตามเวลาของเครื่องปรับอากาศ
- 5.2.5.9. ติดตั้งตามรูปแบบที่ทางมหาวิทยาลัยเป็นผู้กำหนด
- 5.2.5.10. รับประกันสินค้าอย่างน้อย 1 ปี

#### 5.2.6. เครื่องปรับอากาศขนาด 9,000 BTU จำนวน 2 เครื่อง มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 5.2.6.1. เป็นเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนแบบ Inverter และเป็นชนิดติดผนัง
- 5.2.6.2. มีขนาดของการทำงานไม่น้อยกว่า 9,200 BTU
- 5.2.6.3. มีค่า Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER) ไม่น้อยกว่า 17.13 BTU/Hr/Watt
- 5.2.6.4. มีคุณสมบัติการประหยัดไฟฟ้าไม่น้อยกว่าเบอร์ 5 และมีมาตรฐาน มอก
- 5.2.6.5. มีสวิทช์ เปิด-ปิด ที่ตัดได้อัตโนมัติเมื่อเกิดเหตุความผิดปกติในเครื่องปรับอากาศ
- 5.2.6.6. ติดตั้งตามรูปแบบที่ทางมหาวิทยาลัยเป็นผู้กำหนด
- 5.2.6.7. รับประกันสินค้าอย่างน้อย 1 ปี

#### 5.2.7. อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชาก (Surge Protection) มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 5.2.7.1. เป็นอุปกรณ์ป้องกันอันตราย อันเนื่องมาจากฟ้าผ่า ไฟกระชาก การเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่ ซึ่งปนเข้ามา หรือเหนี่ยวนำเข้ามาทางสายไฟฟ้า AC Power Line (TN-C-S system) ที่จ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยสนับสนุนการป้องกันไฟ 3 เฟสได้
- 5.2.7.2. สนับสนุนตามมาตรฐาน IEC / IEEE / วสท ต่างๆ ดังนี้ Class I + II / Cat. C + B / วสท. ยาน 0B + 1
- 5.2.7.3. สนับสนุน Line Voltage ที่ 400/230 Volt และ Line Frequency 47 - 63 Hz ได้
- 5.2.7.4. สนับสนุน Max. Continuous Operating Voltage ที่ 264 Volt 50 Hz ได้
- 5.2.7.5. สนับสนุน Maximum Impulse Current ที่ 10 kA ที่รูปคลื่น 10/350  $\mu$ Sec
- 5.2.7.6. สนับสนุน Maximum Discharge Current ที่ 100 kA ที่รูปคลื่น 8/20  $\mu$ Sec
- 5.2.7.7. สนับสนุน Residual Voltage ไม่เกิน 1.1 kV at Category B3/C1
- 5.2.7.8. สนับสนุน Clamping Voltage ที่ 315 Volt  $\pm$  15% ที่กระแสมากกว่า 100mA 50Hz หรือดีกว่าได้
- 5.2.7.9. สนับสนุน TOVs Surge Current ไม่น้อยกว่า 5A 50Hz ภายในเวลา 3 วินาที
- 5.2.7.10. สนับสนุน Let Through Voltage (TOVs) ไม่มากกว่า 270 Volt at TOVs Surge Current หรือดีกว่า ได้
- 5.2.7.11. มีการตอบสนอง (Response Time) ไม่มากกว่า 25 nSec.
- 5.2.7.12. มี Status Display สำหรับสถานะการทำงานปกติ หรือ ผิดปกติ (Normal or Fault indicator)
- 5.2.7.13. สนับสนุนมาตรฐาน IEC 61643-11-2011, IEEE C62.41-1991, IEEE C62.41.1-2002 ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 5.2.7.14. ติดตั้งตามรูปแบบที่ทางมหาวิทยาลัยเป็นผู้กำหนด
- 5.2.7.15. รับประกันสินค้าอย่างน้อย 1 ปี

## 6. งานติดตั้งสายนำสัญญาณเครือข่าย และระบบไฟฟ้า

### 6.1. งานติดตั้งระบบสาย UTP

- 6.1.1. ติดตั้งในอาคาร ตามรูปแบบที่ทางมหาวิทยาลัยเป็นผู้กำหนด
- 6.1.2. สายนำสัญญาณ UTP มีคุณสมบัติดังนี้
  - 6.1.2.1. เป็นสายสัญญาณ Category 6 หรือสูงกว่า โดยตัวนำไฟฟ้า (Conductor) เป็นแบบ Solid Copper ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 24 AWG หรือ 23 AWG พร้อมฉนวน (Insulator)
  - 6.1.2.2. ได้รับมาตรฐาน ANSI/TIA หรือดีกว่า และ ISO 11801 หรือดีกว่า
  - 6.1.2.3. สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ -20 to 60 องศาเซลเซียส (During operation)
  - 6.1.2.4. ผ่านการทดสอบ Installation Tension หรือ Pulling Tension 110 N (25 lbf)
  - 6.1.2.5. โครงสร้างของสายต้องประกอบไปด้วย

- 6.1.2.5.1 Conductor Insulator หรือ Pair Insulation หรือ Insulation
  - 6.1.2.5.2 Conductor Wire หรือ Conductor
  - 6.1.2.5.3 Cross Divider หรือ Isolator หรือ Filter Slot
  - 6.1.2.5.4 Jacket
  - 6.1.2.6 คุณสมบัติทุกประการต้องระบุใน แคตตาล็อก หรือ Data Sheet หรือคู่มือการใช้งาน หรือเอกสารอื่น ๆ ในลักษณะเดียวกันของอุปกรณ์ โดยผลิตภัณฑ์ที่ขายตามท้องตลาดไม่ได้ทำมาเพื่อโครงการนี้โดยเฉพาะ
  - 6.1.2.7 ผู้ผลิตผ่านการรับรองมาตรฐาน ISO 9001
- 6.1.3. เต้ารับสายสัญญาณตัวเมีย (RJ45 Modular Jack)
- 6.1.3.1. เป็นเต้ารับแบบ RJ-45 Modular Jack Category 6/Class E
  - 6.1.3.2. ต้องสามารถเข้า Code สีแบบ T568A และ T568B ได้ตามการใช้งาน
  - 6.1.3.3. ได้รับมาตรฐาน ANSI/TIA รองรับทองแดงได้ขนาด 22-26 AWG
  - 6.1.3.4. รองรับมาตรฐาน UL เป็นอย่างน้อย
  - 6.1.3.5. เต้ารับสายสัญญาณสามารถติดตั้งที่แผงพักสายสัญญาณ ได้
  - 6.1.3.6. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับ สายสัญญาณ UTP Category 6
  - 6.1.3.7. คุณสมบัติทุกประการต้องระบุใน แคตตาล็อก หรือ Data Sheet หรือคู่มือการใช้งานหรือเอกสารอื่น ๆ ในลักษณะเดียวกันของอุปกรณ์ โดยผลิตภัณฑ์ที่ขายตามท้องตลาดไม่ได้ทำมาเพื่อโครงการนี้โดยเฉพาะ
  - 6.1.3.8. ผู้ผลิตได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001
- 6.1.4. หัว UTP ตัวผู้แบบ RJ45 (UTP Modular Plug) ที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
- 6.1.4.1. เป็นหัว UTP สำหรับการใช้งานร่วมกับสาย Category 6 ที่เสนอในโครงการนี้ได้
  - 6.1.4.2. ผ่านมาตรฐาน ANSI/TIA
  - 6.1.4.3. หัว RJ-45 Modular Plug เป็นแบบ Tangle-free latch (Angle) หรือ มาพร้อมกับ modular plug boot /Plug boots ที่ทำงานร่วมกับ Modular Plug ได้ เพื่อป้องกันการหักยี่ตอายุการใช้งานและง่ายต่อการใช้งาน
  - 6.1.4.4. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับ สายสัญญาณ UTP Category 6
  - 6.1.4.5. คุณสมบัติทุกประการต้องระบุใน แคตตาล็อก หรือ Data Sheet หรือคู่มือการใช้งาน หรือเอกสารอื่น ๆ ในลักษณะเดียวกันของอุปกรณ์ โดยผลิตภัณฑ์ที่ขายตามท้องตลาดไม่ได้ทำมาเพื่อโครงการนี้โดยเฉพาะ
  - 6.1.4.6. ผู้ผลิตได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001
- 6.1.5. หน้ากากสำหรับเต้ารับ (Faceplate Kit)
- 6.1.5.1. จะต้องรองรับจำนวน port สำหรับติดตั้ง RJ-45 Modular Jack 1 ports หรือ 2 port ตามสภาพการติดตั้ง
  - 6.1.5.2. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับ เต้ารับสายทองแดงตีเกลียว (UTP Jack Module หรือ Modular Jack)
  - 6.1.5.3. คุณสมบัติทุกประการต้องระบุใน แคตตาล็อก หรือ Data Sheet หรือคู่มือการใช้งาน หรือเอกสารอื่น ๆ ในลักษณะเดียวกันของอุปกรณ์ โดยผลิตภัณฑ์ที่ขายตามท้องตลาดไม่ได้ทำมาเพื่อโครงการนี้โดยเฉพาะ

6.1.5.4. ผู้ผลิตได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001

6.1.6. สายเชื่อมต่อสายสัญญาณทองแดงทีเกลียว (UTP CAT6 Patch Cord)

6.1.6.1. เป็นสาย Patch Cord UTP ชนิด Category 6

6.1.6.2. เป็นสายที่มี conductor gauge ขนาด 24 AWG หรือ 28 AWG หรือ 29 AWG หรือ 30 AWG

6.1.6.3. รองรับมาตรฐาน ANSI/TIA ได้

6.1.6.4. สาย UTP Patch Cord ทุกเส้นต้องมีหัว RJ-45 Modular Plug แบบ Tangle-free latch (Angle) หรือ มาพร้อมกับ modular plug boot / Plug boot ที่ทำงานร่วมกับ Modular Plug ได้ เพื่อป้องกันการหักยืตอายุการใช้งานและง่ายต่อการใช้งาน

6.1.6.5. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับ แผงพักสายสัญญาณ (UTP Patch Panel) เพื่อความเข้ากันได้

6.1.6.6. ผู้ผลิตได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001

6.1.7. แผงพักสายสัญญาณ (UTP Patch Panel)

6.1.7.1. แผงพักสายทองแดงทีเกลียวขนาด 24 Port สามารถติดตั้งบน Rack 19”

6.1.7.2. สามารถติดตั้งและซ่อมแซมได้จากทางด้านหน้า และผ่านมาตรฐาน RoHS

6.1.7.3. แผงพักสายทองแดงทีเกลียวสามารถรองรับ Modular Jack ที่นำเสนอในโครงการนี้ได้

6.1.7.4. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับ เต้ารับสายทองแดงทีเกลียว (UTP Jack Module หรือ Modular Jack)

6.1.7.5. ผู้ผลิตได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001

## 6.2. งานติดตั้งสายใยแก้วนำแสง

6.2.1. ติดตั้งสายใยแก้วนำแสง ขนาด 24 แกน จากอาคาร ASB มายังห้อง Server ฝั่งห้องปฏิบัติการ

6.2.2. ติดตั้งสายใยแก้วนำแสงขนาด 24 แกน จากอาคาร ASB มายังห้อง Server ฝั่งคณะเภสัชศาสตร์

6.2.3. การติดตั้งที่อาคาร ASB ให้ดำเนินการติดตั้งบน FDU ที่มีอยู่เดิมของทางมหาวิทยาลัย

ภายใต้ความเห็นชอบของสำนักนวัตกรรมการศึกษาและคณะกรรมการตรวจรับพัสดุหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายจาก คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ

6.2.4. ติดตั้งสายใยแก้วนำแสง ขนาด 12 แกน จากห้อง Server ฝั่งห้องปฏิบัติการ ไปยังตู้ Rack

ย่อยประจำชั้นภายในอาคาร ฝั่งห้องปฏิบัติการ ชั้น 1, 4, 5, 7, 9, 10

หรือตามรูปแบบที่ทางมหาวิทยาลัยเป็นผู้กำหนด

6.2.5. ติดตั้งสายใยแก้วนำแสง ขนาด 12 แกน จากห้อง Server ฝั่งคณะเภสัชศาสตร์ ไปยังตู้ Rack

ย่อยประจำชั้นภายในอาคาร ฝั่งคณะเภสัชศาสตร์ ชั้น 5, 7, 8, 9, 10

หรือตามรูปแบบที่ทางมหาวิทยาลัยเป็นผู้กำหนด

6.2.6. สายใยแก้วนำแสง ชนิด 12 แกน ให้เป็นไปตามคุณลักษณะดังนี้

6.2.6.1. เป็นสายใยแก้วสำหรับติดตั้งนอกอาคารมีคุณสมบัติ UV resistance, Water-blocking เพื่อความปลอดภัยของสายใยแก้วในการติดตั้ง

6.2.6.2. เปลือกนอกประกอบด้วย HDPE และมี ripcord อย่างน้อย 1 จุดเพื่อช่วยในการปกสาย

6.2.6.3. ผ่านมาตรฐาน ITU-T G.652.D และ RoHS เป็นอย่างน้อย

6.2.6.4. เป็นสายใยแก้วนำแสง Single Mode ที่มีโครงสร้างเป็น loose tube

- 6.2.6.5. สายใยแก้วนำแสงมีจำนวนไม่น้อยกว่า 12 Core และมีการกำหนดรหัสสีอย่างชัดเจน
- 6.2.6.6. มีเจลป้องกันน้ำหรือความชื้นซึมเข้ามาในสาย
- 6.2.6.7. ทนความต้านแรงดึงขณะติดตั้ง (Tensile strength (Installation/short term)) ได้ไม่น้อยกว่า 1,800 N
- 6.2.6.8. ทนความต้านแรงดึงขณะใช้งาน (Tensile strength (Operation/Long term)) ได้ไม่น้อยกว่า 800 N
- 6.2.6.9. ทนความต้านแรงกด (Compressive Strength (Crush)) ได้ไม่น้อยกว่า 2200N/100mm
- 6.2.6.10. เป็นสายใยแก้วนำแสงที่มีอัตราการลดทอน (Max. Attenuation) ไม่เกิน 0.40 dB/km ที่ 1310 nm ไม่เกิน 0.30 dB/km ที่ 1550 nm
- 6.2.6.11. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับ แผงพักและกระจายสายใยแก้วนำแสง (Optical Fiber Drawer) เพื่อความสะดวกในการจัดการและดูแลรักษา
- 6.2.7. สายใยแก้วนำแสง ชนิด 24 แกน ให้เป็นไปตามคุณลักษณะดังนี้
  - 6.2.7.1. เป็นสายใยแก้วสำหรับติดตั้งนอกรอาคาร มีคุณสมบัติ UV resistance, Water-blocking เพื่อความปลอดภัยของสายใยแก้วในการติดตั้ง
  - 6.2.7.2. ผ่านมาตรฐานโครงสร้างสาย Telcordia GR-20 และมาตรฐาน ICEA เป็นอย่างน้อย
  - 6.2.7.3. เป็นสายใยแก้วนำแสง Single Mode ที่มีโครงสร้างเป็น loose tube และมี ripcord เพื่อช่วยในการปกสาย
  - 6.2.7.4. สายใยแก้วนำแสงมีจำนวนไม่น้อยกว่า 24 Core และมีการกำหนดรหัสสีอย่างชัดเจน
  - 6.2.7.5. เปลือกนอกทำจากวัสดุ PE หรือ HDPE เพื่อความคงทนต่อสภาพอากาศภายนอกอาคาร
  - 6.2.7.6. มีเจลป้องกันน้ำหรือความชื้นซึมเข้ามาในสาย
  - 6.2.7.7. ผ่านมาตรฐาน IEC และ ITU-T G.652.D เพื่อความเหมาะสมต่อการใช้งาน
  - 6.2.7.8. ต้องผ่านมาตรฐานเพื่อสิ่งแวดล้อม (RoHS) เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน
  - 6.2.7.9. ทนความต้านแรงดึงขณะติดตั้ง (Tensile strength (installation หรือ short-term)) ได้ไม่น้อยกว่า 1,800 N
  - 6.2.7.10. ทนความต้านแรงดึงขณะใช้งาน (Tensile strength (long-term)) ได้ไม่น้อยกว่า 800N
  - 6.2.7.11. ทนความต้านแรงกด (Compressive Strength (Crush)) ได้ไม่น้อยกว่า 1100N/100mm
  - 6.2.7.12. เป็นสายใยแก้วนำแสงที่มีอัตราการลดทอน (Max. Attenuation) ไม่เกิน 0.40 dB/km ที่ 1310 nm ไม่เกิน 0.30 dB/km ที่ 1550 nm
  - 6.2.7.13. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับ แผงพักและกระจายสายใยแก้วนำแสง (Optical Fiber Drawer) เพื่อความสะดวกในการจัดการและดูแลรักษา
- 6.2.8. กล่องพักสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Distribution Unit: FDU) สำหรับส่วนเชื่อมต่อ ASB และประจำชั้น มีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้
  - 6.2.8.1. เป็นถาดชนิดที่ใช้สำหรับติดตั้งในตู้เก็บอุปกรณ์ขนาด RACK 19" Standard สันับสนุนตามมาตรฐาน ANSI/TIA และ RoHS ได้เป็นอย่างดี
  - 6.2.8.2. รองรับ LC Connector ได้ไม่น้อยกว่า 12 Fibers (24 Cores) ขึ้นกับสภาพการใช้งาน
  - 6.2.8.3. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสายใยแก้วนำแสง เพื่อความสะดวกในการจัดการและดูแลรักษา
- 6.2.9. กล่องพักสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Distribution Unit: FDU) ขนาดไม่น้อยกว่า 2U สำหรับห้องเครือข่ายส่วนภายในอาคาร มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
  - 6.2.9.1. เป็นถาดชนิดที่ใช้สำหรับติดตั้งในตู้เก็บอุปกรณ์ขนาด RACK 19" Standard
  - 6.2.9.2. เป็นถาดที่มีช่อง 6 ช่องเพื่อรองรับ Adapter Plate แบบ Single mode LC

- 6.2.9.3. สามารถรองรับ LC Connector ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 72 Cores
- 6.2.9.4. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสายใยแก้วนำแสง เพื่อความสะดวกในการจัดการและดูแลรักษา
- 6.2.9.5. มีแผง แผงเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง (Snap-In Adapter Plate หรือ Fiber Adapter Panel) มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้
  - 6.2.9.5.1. เป็นแผงเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงชนิด Snap-In Adapter Plate หรือ Fiber Adapter Panels snap สามารถติดตั้งและใช้งานได้ดีกับแผงพักและกระจายสายใยแก้วนำแสง (Optical Fiber Drawer)
  - 6.2.9.5.2. รองรับหัวต่อใยแก้วนำแสงแบบ LC ได้ไม่น้อยกว่า 6 Adapters (12 cores) โดยการติดตั้งให้องค์กับแบบการเชื่อมต่อ
- 6.2.10. หัวต่อสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Pigtail) มีคุณสมบัติขั้นต่ำดังนี้
  - 6.2.10.1. เป็นสายสัญญาณใยแก้วนำแสงชนิด Single mode (9/125) Simplex
  - 6.2.10.2. มีหัวต่อด้านเดียวเป็นหัวต่อแบบ LC เพื่อทำการ Fusion Splice เข้าปลายสายสัญญาณใยแก้วนำแสง
  - 6.2.10.3. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสายใยแก้วนำแสง เพื่อความสะดวกในการจัดการและดูแลรักษา
- 6.2.11. สายเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic Patch Cord) มีคุณสมบัติดังนี้
  - 6.2.11.1. เป็นสายเชื่อมต่อสายสัญญาณใยแก้วนำแสง ชนิด Single Mode 9/125 um หรือ OS2 ที่มีหัวต่อเป็นแบบ LC-LC โดยมีความยาวไม่น้อยกว่า 2 เมตร
  - 6.2.11.2. มีค่า Insertion Loss ไม่เกิน 0.34 dB (LC Single Mode) และมีค่า Return Loss ไม่น้อยกว่า 50dB (Single Mode) หรือดีกว่า
  - 6.2.11.3. เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องหมายการค้าเดียวกันกับสายใยแก้วนำแสง เพื่อความสะดวกในการจัดการและดูแลรักษา

## 6.3. งานติดตั้งระบบไฟฟ้า

### 6.3.1. ระบบ Surge Protection

- 6.3.1.1. ระบบ Surge Protection ต้องได้รับการรับรองจากวิศวกรไฟฟ้ากำลัง ที่มีใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม (กว.)
- 6.3.1.2. ติดตั้ง Surge Protection ที่ห้อง Server ฝั่งห้องปฏิบัติการและฝั่งคณะเภสัชศาสตร์ โดยทำการเชื่อมต่อสาย L1, L2, L3, N และ G จากตู้ควบคุมไฟฟ้าประจำชั้น 6 ของแต่ละฝั่ง

### 6.3.2. ระบบ Ground มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 6.3.2.1. ระบบ Ground ต้องได้รับการรับรองจากวิศวกรไฟฟ้ากำลัง ที่มีใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม (กว.)
- 6.3.2.2. ตรวจสอบค่าระบบ Ground ไฟฟ้าที่มีอยู่เดิม
- 6.3.2.3. หากค่าความต้านทานสูงกว่ามาตรฐาน 5 Ohm ให้ปรับปรุง เพื่อลดค่าความต้านทานโดยรวม ให้เป็นไปตามมาตรฐาน
- 6.3.2.4. การเชื่อมต่อสายต่อ Ground กับ Ground Rod ให้ใช้วิธี Exothermic Welding เท่านั้น
- 6.3.2.5. ตรวจสอบระบบ Ground ในตู้ DB61 และ DB62 และติดตั้ง Ground Wire ขนาดไม่น้อยกว่า 16 Sq. mm. มายังห้องเครือข่าย ทั้งในฝั่งห้องปฏิบัติการและฝั่งคณะเภสัชศาสตร์ ตามรูปแบบการติดตั้ง
- 6.3.2.6. หากไม่มีระบบ Ground ในตู้ DB61 และ DB62 ให้ติดตั้ง Ground Wire ขนาดไม่น้อยกว่า 16 Sq. mm. จาก จุดเชื่อมต่อ Ground ที่เหมาะสมและถูกต้องตามหลักวิศวกรรมไฟฟ้า มายังห้องเครือข่าย ทั้งในฝั่งห้องปฏิบัติการและฝั่งคณะเภสัชศาสตร์

### 6.3.3. ระบบไฟฟ้า

- 6.3.3.1. ระบบไฟฟ้าต้องได้รับการรับรองจากวิศวกรไฟฟ้ากำลัง ที่มีใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม (กว.)
- 6.3.3.2. ตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก
  - 6.3.3.2.1. ติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้า 3 เฟส มีช่องสำหรับติดตั้ง Circuit Breaker ย่อย ไม่น้อยกว่า 12 ช่อง
  - 6.3.3.2.2. Main Circuit Breaker เป็นแบบ 3 เฟส ขนาด 100A
  - 6.3.3.2.3. ติดตั้ง Circuit Breaker ย่อยเป็นแบบ 3 เฟส ขนาด 32A
  - 6.3.3.2.4. ติดตั้งสายไฟขาเข้าชนิด THW ขนาดไม่น้อยกว่า 35 sq.mm จากตู้ควบคุมไฟฟ้าหลักชั้น 6
  - 6.3.3.2.5. ติดตั้งสายไฟขาออกชนิด THW ขนาดไม่น้อยกว่า 16 sq.mm ไปยังเครื่องสำรองไฟฟ้า
  - 6.3.3.2.6. การติดตั้งสายไฟต้องร้อยในท่อ EMT หรือ ราง wireway
- 6.3.3.3. ตู้ควบคุมไฟฟ้าสำหรับตู้ Rack ย่อยประจำชั้น
  - 6.3.3.3.1. ติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้า 1 เฟส มีช่องสำหรับติดตั้ง Circuit Breaker ย่อย ไม่น้อยกว่า 6 ช่อง
  - 6.3.3.3.2. Main Circuit Breaker เป็นแบบ 1 เฟส ขนาด 60A
  - 6.3.3.3.3. ติดตั้ง Circuit Breaker ย่อยขนาด 16A เพื่อไปยังตู้ Rack ย่อยประจำชั้น
  - 6.3.3.3.4. ติดตั้งสายไฟขาเข้าชนิด THW ขนาดไม่น้อยกว่า 16 sq.mm จากเครื่องสำรองไฟฟ้า
  - 6.3.3.3.5. ติดตั้งสายไฟขาออกชนิด VCT 3 x 2.5 sq.mm ไปยังตู้ Rack ย่อยประจำชั้น
  - 6.3.3.3.6. การติดตั้งสายไฟต้องร้อยในท่อ EMT หรือ ราง wireway
- 6.3.3.4. ระบบไฟฟ้าภายในห้องเครือข่าย
  - 6.3.3.4.1. ติดตั้งราง wireway สำหรับระบบไฟฟ้า
  - 6.3.3.4.2. ติดตั้งปลั๊กไฟฟ้าแบบ Power Plug ที่รองรับพิกัดกระแสเพียงพอกับการทำงานของอุปกรณ์และสอดคล้องกับรูปแบบการติดตั้งที่ใช้งานในโครงการ จำนวน 2 จุด ต่อ 1 ตู้



#### 6.4. งานกั้นผนังห้องเครื่องถ่าย ขนาด 3.5 x 4.4 เมตร

- 6.4.1. กั้นห้องเครื่องถ่ายขนาด 3.5 x 4.4 เมตร
- 6.4.2. มีโครงคร่าวผนังอลูมิเนียม ความกว้างไม่น้อยกว่า 50 mm.
- 6.4.3. ผนังต้องเป็นผนังสมาร์ทบอร์ด ความหนาไม่น้อยกว่า 12 mm. ปิดกั้นทั้ง 2 ด้าน
- 6.4.4. มีฉนวนกันความร้อนชนิดใยแก้วไม่ติดไฟ หนาไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร
- 6.4.5. ทาสีผนังห้องเครื่องถ่ายส่วนที่กั้นเพิ่มให้เข้ากับผนังห้องเดิม

ตารางแสดงจำนวนปริมาณงานและอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวน		
		ห้องปฏิบัติการ ส่วนกลาง	คณะเภสัชศาสตร์	รวม
<b>1</b>	<b>ระบบเครือข่าย</b>			
	1.1 อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายหลักประจำอาคาร 6	1	1	2
	1.2 อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายหลักประจำอาคาร 4	-	1	1
	1.3 อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแบบ PoE	9	7	16
	1.4 อุปกรณ์ควบคุมเครือข่ายไร้สาย	1	1	2
	1.5 อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย	30	38	68
	1.6 เครื่องแม่ข่าย	-	1	1
	1.7 ระบบบริหารจัดการเครือข่าย	-	1	1
<b>2</b>	<b>เครื่องสำรองไฟฟ้า, ระบบไฟฟ้าและห้อง Server</b>			
	2.1 เครื่องสำรองไฟฟ้า ขนาด 15kVA พร้อม Environment Sensor	1	1	2
	2.2 อุปกรณ์สลับแหล่งจ่ายไฟฟ้า	1	2	3
	2.3 ตู้เครือข่าย ขนาด 42U	-	1	1
	2.4 ตู้เครือข่าย ขนาด 12U	3	3	6
	2.5 เครื่องปรับอากาศขนาด 36,000 BTU พร้อมติดตั้ง	2	2	4
	2.6 เครื่องปรับอากาศขนาด 9,000 BTU พร้อมติดตั้ง	2	-	2
	2.7 Surge Protection และระบบ Ground	1	1	2
<b>3</b>	<b>งานติดตั้งสายสัญญาณเครือข่าย</b>			
	3.1 งานติดตั้งสายใยแก้วนำแสง 24 Core ไปยังอาคาร ASB	1	1	2
	3.2 งานติดตั้งสายใยแก้วนำแสง ภายในอาคาร	1	1	2
	3.3 งานติดตั้งสาย UTP ภายในอาคาร	1	1	2
<b>4</b>	<b>งานกันห้องเครือข่าย</b>			
	4.1 งานกันห้องเครือข่าย ขนาด 3.5 x 4.4 เมตร	1	1	2

ตารางแสดงรายการอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวน	ผลิตภายในประเทศ	ผลิตต่างประเทศ
<b>1</b>	<b>ระบบเครือข่าย</b>			
	1.1 อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายหลักประจำอาคาร 6	2		x
	1.2 อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายหลักประจำอาคาร 4	1		x
	1.3 อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายแบบ PoE	16		x
	1.4 อุปกรณ์ควบคุมเครือข่ายไร้สาย	2		x
	1.5 อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย	68		x
	1.6 เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย	1		x
	1.7 ซอฟต์แวร์บริหารจัดการเครือข่าย	1		x
<b>2</b>	<b>เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) ระบบไฟฟ้า ตู้จัดเก็บอุปกรณ์เครือข่าย</b>			
	2.1 เครื่องสำรองไฟฟ้า ขนาด 15kVA พร้อม Environment Sensor	2		x
	2.2 อุปกรณ์สลับแหล่งจ่ายไฟฟ้า	3		x
	2.3 ตู้เครือข่าย ขนาด 42U	1		x
	2.4 ตู้เครือข่าย ขนาด 12U	6	x	
	2.5 เครื่องปรับอากาศขนาด 36,000 BTU	4	x	
	2.6 เครื่องปรับอากาศขนาด 9,000 BTU	2	x	
	2.7 อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชาก (Surge Protection)	2	x	
<b>3</b>	<b>งานติดตั้งสายนำสัญญาณเครือข่าย และระบบไฟฟ้า</b>			
	3.1 งานติดตั้งระบบสาย UTP	1	x	
	3.2 งานติดตั้งสายใยแก้วนำแสง	1	x	
	3.3 งานติดตั้งระบบไฟฟ้า	1	x	
<b>4</b>	<b>งานกันห้องเครือข่าย</b>			
	4.1 งานกันผนังห้องเครือข่าย	2	x	