

## รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. ชื่อครุภัณฑ์ ระบบโครงข่ายสายใยแก้วนำแสงศูนย์รังสิต
2. จำนวนที่ต้องการ 1 ระบบ ประกอบด้วย
  - 2.1. สายสัญญาณใยแก้วนำแสง (Fiber Optic) ชนิดติดตั้งภายนอก จำนวน 1 ชุด
  - 2.2. ตู้จัดเก็บอุปกรณ์ ขนาด 9 U แบบติดตั้งภายในพร้อมอุปกรณ์ จำนวน 10 ตู้
  - 2.3. ตู้จัดเก็บอุปกรณ์ ขนาด 12 U แบบติดตั้งภายนอกพร้อมอุปกรณ์ จำนวน 5 ตู้
3. รายละเอียดคุณสมบัติทั่วไป
  - 3.1. ครุภัณฑ์ทั้งหมดมีคู่มือการใช้งานตามมาตรฐานของเจ้าของผลิตภัณฑ์
  - 3.2. ครุภัณฑ์ทั้งหมดต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน
  - 3.3. ครุภัณฑ์ทั้งหมดสามารถใช้งานกับระบบไฟฟ้าของประเทศไทยได้
  - 3.4. เจ้าของผลิตภัณฑ์หรือผู้เสนอราคาต้องเป็นบุคคลหรือนิติบุคคลที่ได้ลงทะเบียนในระบบอิเล็กทรอนิกส์ของกรมบัญชีกลางที่เว็บไซต์ศูนย์ข้อมูลจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ (e-Government Procurement: e-GP)
4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ
  - 4.1 สายสัญญาณใยแก้วนำแสง (fiber optic) ชนิดติดตั้งภายนอก จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะเฉพาะเทียบเท่าหรือดีกว่าอย่างน้อย ดังนี้
    - 4.1.1 ข้อกำหนดคุณสมบัติทั่วไป
      - 4.1.1.1 ระบบสายสัญญาณ Fiber Optic ต้องออกแบบและติดตั้งตามมาตรฐานสากล ANSI/TIA-568 และต้อง ประกอบด้วย สายใยแก้วนำแสง (Fiber Optic), แผงกระจายสาย (FDU) หรือ กล่องพักสาย (Fiber Box), หัวต่อสาย (Connector) หรือ หัวต่อสายปล่อยปลาย (Pigtail), สายพ่วงใยแก้วนำแสงสำเร็จรูป (Fiber Optic Patch Cable) และตู้เก็บอุปกรณ์มาตรฐาน (19" Rack) โดยต้องเป็นผลิตภัณฑ์ยี่ห้อเดียวกัน และมีการรับประกัน 30 ปี
      - 4.1.1.2 บริษัทฯ ผู้จัดหาและดำเนินการติดตั้ง ต้องได้รับหนังสือแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยที่ได้รับรอง ISO9001:2015
      - 4.1.1.3 บริษัทฯ ผู้จัดหาและดำเนินการติดตั้ง ต้องได้รับหนังสือแต่งตั้งจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ที่มีสาขาในประเทศไทย และระบบสายนำสัญญาณต้องได้รับการรับประกัน Product Warranty ไม่น้อยกว่า 30 ปี
      - 4.1.1.4 สายสัญญาณ Fiber Optic สื่อสารของมหาวิทยาลัย เป็นชนิดสายใยแก้วนำแสง ซึ่งจะต้องเชื่อมโยงระหว่างอาคาร มีเส้นทางระหว่างอาคารที่เป็นเครือข่ายหลักแกนกลาง (Backbone) และ เส้นทางระหว่างอาคารเครือข่ายหลักแกนกลาง (Backbone) กับอาคารที่เป็นเครือข่ายหลักย่อยของมหาวิทยาลัย โดยต้องเป็นสายใยแก้วนำแสงแบบ Single Mode Outdoor ซึ่งมีรายละเอียดของเส้นทาง, จุดติดตั้ง, จำนวน และระยะทาง ดังต่อไปนี้

#### 4.1.1.5 เส้นทางระหว่างอาคารเครือข่ายหลักแกนกลาง (Backbone)

เส้นทาง	อาคารต้นทาง	อาคารปลายทาง	Fiber Optic Single Mode	
			จำนวน Core	ระยะโดยประมาณของสายสัญญาณ (เมตร)
1.	สำนักงานคนบดี (ด้านหลัง) คณะเทคโนโลยีการเกษตร	ห้อง Server ชั้น 3 สำนักงานคนบดี	288	*200
2.	สำนักงานคนบดี (ด้านหลัง) คณะเทคโนโลยีการเกษตร	กลุ่มอาคาร 70 ปี	72	*400
3.	สำนักงานคนบดี (ด้านหลัง) คณะเทคโนโลยีการเกษตร	กลุ่มอาคารสัตว ศาสตร์	72	*700
4.	สำนักงานคนบดี (ด้านหลัง) คณะเทคโนโลยีการเกษตร	กลุ่มอาคารประมง	72	*1100
5.	สำนักงานคนบดี (ด้านหลัง) คณะเทคโนโลยีการเกษตร	กลุ่มอาคารแพลตฟอร์ม ธานี 1	72	*1450

##### 4.1.1.5.1 เส้นทางเดินสายสื่อสารใยแก้วนำแสง ระหว่างกลุ่มอาคาร 70 ปี กับอาคารเครือข่ายย่อย จำนวน 8 อาคาร

เส้นทาง	อาคารต้นทาง	อาคารปลายทาง	Fiber Optic Single Mode	
			จำนวน Core	ระยะโดยประมาณของสายสัญญาณ (เมตร)
1.	อาคาร 70 ปี (ODF)	อาคาร 70 ปี	6	*80
2.	อาคาร 70 ปี (ODF)	โรงปลูกพืชไร่นา	6	*60
3.	อาคาร 70 ปี (ODF)	โรงสุกร 1	6	*100
4.	อาคาร 70 ปี (ODF)	โรงสุกร 2	6	*120
5.	อาคาร 70 ปี (ODF)	โรงแกะ	6	*180
6.	อาคาร 70 ปี (ODF)	โรงผลิตอาหารสัตว์	6	*200
7.	อาคาร 70 ปี (ODF)	โรงไก่ไข่	6	*250
8.	อาคาร 70 ปี (ODF)	โรงไก่เนื้อ	6	*270

##### 4.1.1.5.2 เส้นทางเดินสายสื่อสารใยแก้วนำแสง ระหว่างกลุ่มอาคารสัตวศาสตร์ กับอาคารเครือข่ายย่อย จำนวน 8 อาคาร

เส้นทาง	อาคารต้นทาง	อาคารปลายทาง	Fiber Optic Single Mode	
			จำนวน Core	ระยะโดยประมาณของสายสัญญาณ (เมตร)
1.	อาคารสัตวศาสตร์ (ODF)	อาคารเพาะปลา	6	*50
2.	อาคารสัตวศาสตร์ (ODF)	อาคารวิทยาศาสตร์ สุขภาพสัตว์	6	*50
3.	อาคารสัตวศาสตร์ (ODF)	อาคารสัตวศาสตร์	6	*70
4.	อาคารสัตวศาสตร์ (ODF)	อาคารสัตวบาล	6	*100
5.	อาคารสัตวศาสตร์ (ODF)	อาคารสัตวบาล อาคารใหม่	6	*120
6.	อาคารสัตวศาสตร์ (ODF)	อาคารสโมสรนักศึกษา	6	*100
7.	อาคารสัตวศาสตร์ (ODF)	อาคารเรียนรวมเฉลิม พระเกียรติ (ห้องสมุด)	12	*175
8.	อาคารสัตวศาสตร์ (ODF)	โภชนาการ 2545	6	*270

4.1.1.5.3 เส้นทางเดินสายสื่อสารใยแก้วนำแสง ระหว่างกลุ่มอาคารประมง กับ อาคารเครือข่ายย่อย จำนวน 7 อาคาร

เส้นทาง	อาคารต้นทาง	อาคารปลายทาง	Fiber Optic Singlemode	
			จำนวน Core	ระยะโดยประมาณของสายสัญญาณ (เมตร)
1.	อาคารประมง (ODF)	อาคารเรียนรวมพืช ศาสตร์ 2	6	*180
2.	อาคารประมง (ODF)	อาคารพืชศาสตร์	6	*100
3.	อาคารประมง (ODF)	สาขาการผลิตพืช	6	*140
4.	อาคารประมง (ODF)	โรงเพาะเห็ด	6	*150
5.	อาคารประมง (ODF)	อาคารปฏิบัติการ เทคโนโลยีการอาหาร	6	*40
6.	อาคารประมง (ODF)	อาคารเครื่องกล	6	*100
7.	อาคารประมง (ODF)	อาคารอัจฉริยะ	6	*200

4.1.1.5.4 เส้นทางเดินสายสื่อสารใยแก้วนำแสง ระหว่างกลุ่มอาคารแพลตฟอร์มธานี 1 กับ อาคารเครือข่ายย่อย จำนวน 3 อาคาร

เส้นทาง	อาคารต้นทาง	อาคารปลายทาง	Fiber Optic Single Mode	
			จำนวน Core	ระยะโดยประมาณของสายสัญญาณ (เมตร)
1.	อาคารแฟลตปทุมธานี (ODF)	อาคารแฟลต 1	12	*30
2.	อาคารแฟลตปทุมธานี (ODF)	อาคารแฟลต 2	12	*80
3.	อาคารแฟลตปทุมธานี (ODF)	กลุ่มอาคารประมง	12	*200

- 4.1.1.6 บริษัทฯ ผู้จัดหาและดำเนินการติดตั้ง ต้องติดตั้งสายขนาด 6 Core ภายในตึกวิทยาลัยการแพทย์แผนไทย อาคาร 70 ปี อาคารเรียนรวมเฉลิมพระเกียรติ จำนวน 3 อาคาร
- 4.1.2 คุณลักษณะของสายสื่อสารสัญญาณใยแก้วนำแสง (Fiber Optic) และอุปกรณ์ประกอบการติดตั้ง
- 4.1.2.1 เป็นสายใยแก้วนำแสงชนิดติดตั้งภายนอกอาคาร โดยสามารถใช้แขวนกับเสาไฟฟ้าได้ และมีเกราะเหล็กป้องกันสัตว์กัดแทะ (ARSS : Anti-Rodent Self Support) และสามารถฝังดินโดยตรง หรือ ร้อยท่อฝังดินได้
- 4.1.2.2 มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานสากล ได้แก่ TIS 2166-2548, ANSI/TIA-568.3-D, ANSI/ICEA640, ISO/IEC 11801, Telcordia (Bellcore) GR20 และ RoHS Compliant
- 4.1.2.3 สายใยแก้วนำแสงต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน OES-004-054-01 และได้รับการรับรองจากสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (TIS 2166-2548) โดยต้องแนบใบรับรองหรือ Test Report พร้อมสำเนาใบอนุญาตของ มอก.มาประกอบด้วย
- 4.1.2.4 เป็นสายใยแก้วนำแสงชนิด Single Mode ขนาด 6 Core, ขนาด 12 Core และขนาด 72 Core
- 4.1.2.5 โครงสร้างแบบ Multi-Twisted Tube โดย Loose Tube ทำจากวัสดุ PBT ภายใน LOOSE TUBE เติมสาร Thixotropic Jelly Compound เพื่อป้องกันความชื้น และมีวัสดุรับแรงดึง Central Strength Member ทำจากวัสดุ FRP และ Additional Strength Member ชนิด Water Blocking E-Glass Yarns ท่อหุ้มเพื่อใช้รับแรงดึง และมีคุณสมบัติพิเศษในการป้องกันน้ำซึมเข้าสาย
- 4.1.2.6 มี Water blocking tape ความหนาไม่น้อยกว่า  $0.3 \pm 0.05$  mm เพื่อป้องกันน้ำซึมเข้าสาย
- 4.1.2.7 เปลือกนอกทำด้วยวัสดุ HDPE (High Density Polyethylene) ความหนาไม่น้อยกว่า 1.6 mm ทนต่อสภาพแวดล้อมและป้องกัน UV โดยต้องให้หน่วยงานราชการทดสอบและแนบสำเนาผลทดสอบ Carbon Black มาด้วย และมี Rip Cord เพื่อช่วยในการปอกสาย

4.1.2.8 มีโครงสร้างชั้นป้องกัน (Armored) ทำจากวัสดุ Corrugated chrome steel tape coated with polymer ความหนาไม่น้อยกว่า 0.25 mm. เพื่อป้องกันสัตว์กัดแทะ (Anti-Rodent)

4.1.2.9 มีคุณสมบัติ Geometrical Performance ดังนี้

4.1.2.9.1 มีค่า Max.และTyp. Attenuation ที่ความยาวคลื่น 1310 nm ไม่เกิน 0.35 และ 0.33 dB/km

4.1.2.9.2 มีค่า Max.และTyp. Attenuation ที่ความยาวคลื่น 1383 nm ไม่เกิน 0.35 และ 0.31 dB/km

4.1.2.9.3 มีค่า Max.และTyp. Attenuation ที่ความยาวคลื่น 1550 nm ไม่เกิน 0.21 และ 0.19 dB/km

4.1.2.9.4 มีค่า Max.และTyp. Attenuation ที่ความยาวคลื่น 1625 nm ไม่เกิน 0.23 และ 0.20 dB/km

4.1.2.9.5 มีค่า Cladding Non-circularity ไม่เกิน 0.7 %

4.1.2.9.6 มีค่า Core/Cladding Concentricity error ไม่เกิน 0.5  $\mu\text{m}$

4.1.2.9.7 มีค่า Coating/Cladding Concentricity error ไม่เกิน 12  $\mu\text{m}$

4.1.2.9.8 มีค่า Coating Diameter, Primary ไม่เกิน  $242 \pm 5 \mu\text{m}$

4.1.2.9.9 มีค่า Coating Diameter, Secondary ไม่เกิน  $250 \pm 5 \mu\text{m}$

4.1.2.9.10 มีค่า Proof Test Stress เท่ากับ 100 Kpsi

4.1.2.9.11 มีค่า Group Refractive index ที่ความยาวคลื่น 1310 nm เท่ากับ 1.4676

4.1.2.9.12 มีค่า Group Refractive index ที่ความยาวคลื่น 1550 nm เท่ากับ 1.4682

4.1.2.10 สามารถรองรับระยะแขวนเสาสูงสุด (Span) 40-80 เมตร และรองรับความเร็วลมได้สูงสุด 126 Km/hr.

4.1.2.11 สามารถรับแรงดึงขณะติดตั้งได้ไม่น้อยกว่า 1,800 N และขณะใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1000N และสามารถทนต่อแรงกดทับได้ไม่น้อยกว่า 3,400 N/10 cm

4.1.2.12 สายขนาด 6-24 core มี Cable Diameter ไม่เกิน  $10.3 \pm 1 \text{ mm}$  และมีน้ำหนักไม่เกิน  $90 \pm 10 \text{ kg/km.}$  สายขนาด 36-60 core มี Cable Diameter ไม่เกิน  $10.7 \pm 1 \text{ mm}$  และมีน้ำหนักไม่เกิน  $100 \pm 10 \text{ kg/km.}$  และสายขนาด 72 core มี Cable Diameter ไม่เกิน  $11.2 \pm 1 \text{ mm}$  และมีน้ำหนักไม่เกิน  $110 \pm 10 \text{ kg/km.}$

4.1.2.13 มีรัศมีการโค้งงอของสายขณะติดตั้งไม่เกิน 20 เท่า และขณะใช้งานไม่เกิน 10 เท่า

4.1.2.14 สามารถทนอุณหภูมิขณะใช้งาน, ขณะติดตั้ง ตั้งแต่  $-40^{\circ}\text{C}$  ถึง  $70^{\circ}\text{C}$  และขณะเก็บรักษาตั้งแต่  $-40^{\circ}\text{C}$  ถึง  $75^{\circ}\text{C}$

- 4.1.2.15 มีรหัสสีบอก Fiber และ Loose tube ตามมาตรฐาน TIA/EIA-598-C เพื่อสะดวกในการเรียงสาย
- 4.1.2.16 ต้องผ่านการทดสอบทางแสง (Optical Characteristics) และการทดสอบทางกล (Mechanical Test) โดยแนบสำเนาใบรับรองหรือ Test Report จากหน่วยงานที่เชื่อถือได้ โดยต้องมีห้องปฏิบัติการทดสอบที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO/IEC 17025 ออกเอกสาร
- 4.1.2.17 สายใยแก้วนำแสงต้องได้รับการทดสอบตามมาตรฐาน
- |            |                             |  |
|------------|-----------------------------|--|
| 4.1.2.17.1 | Tensile loading Test        | TIA/EIA-455-33A and IEC<br>60794-1-2-E1A |
| 4.1.2.17.2 | Compression Test            | TIA/EIA-455-41A and IEC<br>60794-1-2-E3  |
| 4.1.2.17.3 | Repeated Bending Test       | TIA/EIA-455-104A and IEC<br>60794-1-2-E6 |
| 4.1.2.17.4 | Impact Test                 | TIA/EIA-455-25B and IEC<br>60794-1-2-E4  |
| 4.1.2.17.5 | Cable Bending Test          | IEC 60794-1-2-E11B                       |
| 4.1.2.17.6 | Cable Twist or Torsion Test | TIA/EIA-455-85A and IEC<br>60794-1-2-E7  |
| 4.1.2.17.7 | Temperature Cycling Test    | TIA/EIA-455-3A and IEC<br>60794-1-2-F1   |
| 4.1.2.17.8 | Water Penetration Test      | TIA/EIA-455-82B and IEC<br>60794-1-2-F5  |
- 4.1.2.18 หัวต่อสายสื่อสารสัญญาณใยแก้วนำแสง (Connector) มีคุณลักษณะเฉพาะเทียบเท่าหรือดีกว่าอย่างน้อย ดังนี้
- |            |   |
|------------|---|
| 4.1.2.18.1 | เป็นหัวต่อชนิด SC-Style Single Mode Connector และมีการติดตั้งร่วมกับสายใยแก้วนำแสง แบบ SPLICING                           |
| 4.1.2.18.2 | ชนิดของ Ferrule เป็นแบบ Ceramic/Polymer   |
| 4.1.2.18.3 | บริษัทฯ ผู้จัดหาและดำเนินการ ต้องติดตั้งหัวต่อสายใยแก้ว เข้ากับสายใยแก้วทุก Core ที่ทำการติดตั้ง ตามที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนด |
- 4.1.2.19 สายสื่อสารสัญญาณใยแก้วนำแสงสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ (Optical Fiber Patch Cord) มีคุณลักษณะเฉพาะเทียบเท่าหรือดีกว่าอย่างน้อย ดังนี้
- |            |   |
|------------|---|
| 4.1.2.19.1 | สายใยแก้วนำแสง 1 เส้นจะต้องมี 2 Core เป็นแบบ Single Mode  |
| 4.1.2.19.2 | ปลายสายเป็นหัวแบบ SC-Style และ LC-Style หรือ ST-Style หรือ FC-Style หรือ MT-RJ หรือตามลักษณะการใช้งาน |

- 4.1.2.19.3 ต้องเป็นสายสำเร็จรูปจากโรงงานผู้ผลิต ความยาวไม่น้อยกว่า 5 เมตร
- 4.1.2.20 แผงพักสายสื่อสัญญาณใยแก้วนำแสง มีคุณลักษณะเฉพาะเทียบเท่าหรือดีกว่าอย่างน้อย ดังนี้
  - 4.1.2.20.1 เป็นแผงพักสายชนิดปิด ที่ใช้กับตู้อุปกรณ์มาตรฐาน ขนาด 19 นิ้ว
  - 4.1.2.20.2 มีข้อต่อสำหรับเชื่อมต่อสายใยแก้วนำแสงได้ไม่ต่ำกว่า 6 หัวต่อ (Connector) และต้องสามารถขยายได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 24 หัวต่อ ในอุปกรณ์ชุดเดียวกัน
  - 4.1.2.20.3 แผงพักสายต้องรองรับระบบ Improve Airflow และเป็นรูปแบบ Angle tray เพื่อสะดวกในการจัดเก็บสายและทำให้สายไม่เกิดการโค้งงอ ไม่ทำให้เกิด LOSS
  - 4.1.2.20.4 สามารถเพิ่มเติม, เปลี่ยนแปลงจำนวน หรือประเภทของหัวต่อ (Connector) ได้ง่าย โดยการเปลี่ยน Adapter Plate
  - 4.1.2.20.5 สามารถทำฉลากประจำจุดเชื่อมต่อแต่ละจุด (Labeling) ทางด้านหน้า เพื่อง่ายต่อการบริหารจัดการระบบ
- 4.1.2.21 เป็นผลิตภัณฑ์ภายใต้เครื่องหมายการค้าเดียวกับกับสายใยแก้วนำแสง ทั้งหมด
- 4.1.3 การติดตั้งสายสื่อสารสัญญาณใยแก้วนำแสง (Fiber Optic) และอุปกรณ์ประกอบการติดตั้ง ข้อกำหนดของการติดตั้งสายสื่อสารสัญญาณใยแก้วนำแสง ต้องเป็นไปตามมาตรฐานและอยู่ภายใต้การควบคุมของผู้ควบคุมที่แต่งตั้งจากมหาวิทยาลัย โดยให้เป็นไปตามข้อกำหนดนี้
  - 4.1.3.1 การติดตั้งภายในอาคาร
    - 4.1.3.1.1 ในส่วนของสายสื่อสารสัญญาณใยแก้วนำแสง ที่จะทำการติดตั้งภายใน แนวนอนของอาคาร จะต้องติดตั้งภายในท่อ EMT และต้องมีเนื้อที่ของท่อ ร้อยสายเหลือไม่น้อยกว่า 40%
    - 4.1.3.1.2 ในส่วนของสายใยแก้วนำแสงที่ติดตั้งภายในอาคาร ถ้าอยู่ในบริเวณที่มี โอกาสสัมผัสกับความชื้น ให้ทำการร้อยสายภายในท่อ IMC แทนและต้องมี เนื้อที่ของท่อร้อยสายเหลือไม่น้อยกว่า 40%
    - 4.1.3.1.3 สำหรับสายใยแก้วนำแสงที่จะต้องทำการเดินในแนวตั้ง ต้องติดตั้งภายใน Wire way เท่านั้น หากในอาคารส่วนใดมีช่อง Shaft ให้ทำการติดตั้งตาม ความเหมาะสม ในกรณีที่ต้องมีการเจาะผ่านพื้นหรือผนังของอาคารให้ ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้ควบคุม โดยการกระทำดังกล่าวต้องไม่มีผลกระทบต่อความแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร และต้องได้รับความเห็นชอบก่อน การติดตั้งเสมอ
    - 4.1.3.1.4 ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อทุกชนิดก่อนทำการติดตั้ง
    - 4.1.3.1.5 การตัดท่อ ต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูปทรง และรัศมีความโค้งของการตัดท่อ และให้เป็นไปตามความเหมาะสม

- 4.1.3.1.6 การติดตั้งท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ ทุก ๆ ระยะ ไม่เกิน 1.5 เมตร
- 4.1.3.1.7 ท่อต่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะ ต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อน จึงจะสามารถร้อยสายเข้าท่อได้ ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งในส่วนนั้น และก่อนทำการร้อยสายในท่อ จะต้องทำการทดสอบท่อร้อยสาย ไม่ว่าจะ เป็นวิธีฉีดน้ำ หรือเป่าลม เพื่อทดสอบท่อร้อยสายก่อน
- 4.1.3.1.8 สำหรับท่ออ่อน (Flexible Conduit) จะอนุญาตให้เดินภายในฝ้าเรียบได้ (ถ้ามี) และขนาดที่ใช้งานต้องมีเนื้อที่ของท่อร้อยสายเหลือไม่น้อยกว่า 40 %
- 4.1.3.1.9 แนวการติดตั้งท่อ ต้องเป็นแนวขนานหรือตั้งฉากกับโครงสร้างเสมอ เว้นแต่เป็นการสุควิสัย ไม่อาจติดตั้งท่อได้ ต้องชี้แจ้งพร้อมเหตุผลประกอบให้ คณะกรรมการของทางมหาวิทยาลัยรับทราบ
- 4.1.3.1.10 สำหรับวัสดุประกอบการเดินท่อ ให้ใช้วัสดุประกอบที่ผลิตขึ้นสำหรับท่อ ชนิดนั้น ๆ เช่นท่อ EMT ต้องใช้วัสดุประกอบที่ผลิตสำหรับท่อ EMT ไม่อนุญาตให้ใช้วัสดุประกอบที่ใช้กับท่อชนิดอื่นนำมาใช้กับท่อ EMT
- 4.1.3.1.11 ท่อที่ต่อกับกล่องหรือตู้ ต้องตั้งฉากกับตัวกล่องหรือตู้ นั้น และให้ใช้ Double Locknut พร้อมมี Bushing สวมที่ปลายท่อ หรือ Connector เพื่อไม่ให้เกิดความคมซึ่งอาจทำให้ฉนวนของสายชำรุด
- 4.1.3.1.12 ในบริเวณการติดตั้งที่มีแนวโค้งเกินรัศมีของท่อร้อยสายนั้น ต้องติดตั้งกล่อง พักสายเพิ่มเติม
- 4.1.3.1.13 สำหรับรางร้อยสายที่เดินในแนวราบให้ยึดติดกับผนังหรือแขวนเพดาน ทุกระยะ 1.5 เมตร หรือน้อยกว่า
- 4.1.3.1.14 รางร้อยสายที่เดินในแนวตั้ง ให้ยึดติดกับโครงทุกระยะ 1.2 เมตร หรือน้อยกว่า
- 4.1.3.1.15 รางร้อยสายที่เดินในแนวตั้งต้องมีประกบยึดสาย
- 4.1.3.1.16 อุปกรณ์แยกหรือข้อต่อรางร้อยสาย ต้องผลิตสำเร็จมาจากโรงงาน ห้ามทำการดัดแปลงรางในขณะที่ติดตั้งโดยเด็ดขาด
- 4.1.3.1.17 เหล็กแขวนและเหล็กตั้งฉากสำหรับยึดรางร้อยสาย ต้องผ่านกรรมวิธี ป้องกันสนิม และพ่นทับด้วยสี



#### 4.1.3.2 การติดตั้งภายนอกอาคาร

- 4.1.3.2.1 การเดินสายใยแก้วนำแสง ภายนอกอาคาร จะต้องวางบน TRAY ขนาดเหมาะสมกับจำนวนสาย หรือ มี lashing cable พันกับสาย Fiber Optic Cable กับสลิงเพื่อความคงทน แข็งแรง
- 4.1.3.2.2 ที่จุดเข้าอาคารของสาย จะต้องมิดูที่ปลั๊กสายรองรับเพื่อสำหรับปลั๊กสาย โดยเป็นกล่องที่ทำด้วยโลหะและผ่านการทำ Galvanize หรือสังกะสีอย่างดี (รูปแบบตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด) ใช้สำหรับรวมและเก็บสายใยแก้วนำแสงได้ประมาณเส้นละไม่ต่ำกว่า 10 เมตร (สำหรับกรณี มีการเสียหายหรือมีการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์) โดยติดตั้ง ณ อาคารที่มีปลายสายใยแก้วนำแสงที่วางภายนอกอาคารไปถึง และต้องสามารถกันฝนและน้ำได้
- 4.1.3.2.3 การเดินสายตามผนังอาคาร จะต้องใช้ Support หรือลูกถ้วย เป็นตัวยึดที่ปลายของสายใยแก้วนำแสง การเดินสายให้ใช้ Conduit ขนาดไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว หรือให้เหมาะกับขนาดและจำนวนสาย
- 4.1.3.2.4 การเดินสายใยแก้วนำแสงระหว่างอาคารจะต้องเดินสายใต้ดิน ในระดับต่ำกว่าระดับ ถนนประมาณ 30 ถึง 50 เซนติเมตร โดยใช้ท่อชนิด HDPE (CLASS I / PN6) หรือดีกว่าและขนาดที่ใช้งานต้องมีเนื้อที่ของท่อร้อยสาย เหลือไม่น้อยกว่า 40 % และสายที่ใช้ในการเดินสายต้องเป็นเส้นเดียวตลอด ไม่มีการต่อสายกลางทาง ในกรณีที่ไม่สามารถเดินสายใต้ดินได้ ให้ผู้ชนะการประกวดราคาทำหนังสือถึงผู้ควบคุมก่อนการติดตั้ง
- 4.1.3.2.5 ที่ปลายสายใยแก้วนำแสงทั้งสองด้านต้องต่อกับที่ปลั๊ก สายภายนอกอาคาร โดยก่อนเข้าและออกจากที่ปลั๊กสาย ให้ใส่ท่อ Flex กันน้ำไม่น้อยกว่า 1 เมตร
- 4.1.3.2.6 สายใยแก้วนำแสงทุกเส้นต้องต่อเข้ากับแผงกระจายสาย (Fiber Optic Distribution Unit) ทุกเส้นใยแสง และใช้สาย Patch Cord เชื่อมโยงไปยังอุปกรณ์ Switch หรือ Patch Panel ที่ต่อไปยังอาคารอื่นและทำ Label เพื่ออำนวยความสะดวก Repatch สาย
- 4.1.3.2.7 การเข้าหัวสายสัญญาณทุกจุดต้องทำการ Mark ที่ต้นสายและปลายสาย หรือติดเครื่องหมายบอกตำแหน่งปลายสายทั้งสองด้าน
- 4.1.3.2.8 บ่อปลั๊กสาย (HAND HOLE) ทำจากซีเมนต์มีความแข็งแรงเพียงพอต่อการติดตั้ง สายสัญญาณและมีขนาดไม่น้อยกว่าดังนี้ กว้าง 20 ซม. ยาว 30 ซม. ลึก 45 ซม. และมีฝาปิดปากบ่อ โดยมีระยะห่างระหว่างบ่อปลั๊กไม่เกิน 50 เมตรในกรณีที่ไม่สามารถติดตั้ง บ่อปลั๊กสายตามขนาดที่กำหนด ให้ผู้ชนะการประกวดราคา ทำหนังสือชี้แจงต่อผู้ควบคุมงานก่อนการติดตั้ง

4.1.3.2.9 การเดินสายใยแก้วนำแสงต้องมีแถบ หรือเครื่องหมาย หรือป้าย หรือสิ่งอื่นใดที่มีข้อความ “สาย FIBER OPTIC” ที่ชัดเจนทำจากวัสดุที่กันน้ำ ทนทาน ไม่ลอกเลียน หรือเสียหายง่าย โดยติดหรือรัด หรือยึด หรือวิธีการอื่นใด ๆ ให้แน่นหนา กับ สายนำสัญญาณทุกระยะ หรือตำแหน่งอื่น ๆ ที่แนวท่อร้อยสายผ่าน

#### 4.1.3.3 การติดตั้งในตู้พักสาย

การติดตั้งสายสื่อสารสัญญาณใยแก้วนำแสง ในตู้พักสาย ซึ่งรวมถึงแผงพักสาย จะต้องคำนึงถึงรัศมีและความโค้งของสายในตู้ และสายที่ขดเคี้ยวไว้เพื่อซ่อมแซมในภายหลัง โดยต้องมีการพักสายใยแก้วนำแสง โดยมีความยาวด้ายละ 5 เมตร ทั้งอาคารต้นทางและอาคารปลายทาง

#### 4.1.3.4 การเข้าหัวสาย

การเข้าหัวสายสื่อสารสัญญาณใยแก้วนำแสง ต้องทำการเข้าสายด้วยเครื่องมือที่ถูกต้อง ออกแบบมาเฉพาะสำหรับสายชนิดนั้น

#### 4.1.3.5 การทดสอบสายสื่อสารสัญญาณใยแก้วนำแสง (Fiber Optic)

เมื่อทำการติดตั้งและทดสอบสายใยแก้วนำแสงแล้ว ผู้ชนะการประกวดราคา ต้องทำการส่งรายงานการติดตั้งแผนผังการเดินสายและผลการทดสอบสายดังนี้

##### 4.1.3.5.1 ท่อร้อยสายต้องแจ้งชนิดและประเภทของผลิตภัณฑ์ที่ใช้

##### 4.1.3.5.2 สายใยแก้วนำแสงต้องแจ้งชนิดและประเภทของสาย รวมไปถึงการทดสอบค่าคุณสมบัติของสายดังนี้

###### 4.1.3.5.2.1 ความต่อเนื่องตลอดความยาวสาย

###### 4.1.3.5.2.2 การสูญเสียค่าลดทอนของสาย (Attenuation) ในแต่ละส่วนของการติดตั้ง

##### 4.1.3.5.3 การทดสอบสายจะต้องสามารถแสดงค่าที่ต้องการ ในรูปแบบ Test Report ที่ได้จากเครื่องมือ OTDR และ Power Meter Test ในทุก ๆ แขนงของสาย

##### 4.1.3.5.4 แผนผังการเดินสาย (As-Built Drawing) ของการติดตั้งทั้งภายนอกและภายในอาคารอย่างละเอียด โดยรวมไปถึงแนวทางการเดินสาย วัสดุที่ใช้ติดตั้ง จำนวนของสาย และอื่น ๆ เท่าที่จำเป็นทั้งในรูปแบบของ Hard Copy และ Soft Copy

#### 4.2 ตู้จัดเก็บอุปกรณ์ ขนาด 9 U แบบติดตั้งภายในพร้อมอุปกรณ์ จำนวน 10 ตู้ มีคุณลักษณะเฉพาะเทียบเท่าหรือดีกว่าอย่างน้อย ดังนี้

4.2.1 เป็นตู้เก็บอุปกรณ์ มีความกว้างมาตรฐาน 19 นิ้ว มีความสูงไม่ต่ำกว่า 9U

4.2.2 มีขนาดไม่น้อยกว่า 60 x 50 x 45.5 cm

4.2.3 Wall Rack เป็นตู้แบบ 3 ส่วน ประกอบเข้าด้วยกัน ได้แก่ ประตูหน้า (Front Door) ตู้ส่วนกลาง (Center Part) และตู้ส่วนหลังยึดผนัง (Hinged Base Box) โดยตู้ส่วนกลางสามารถเปิดและล็อกเข้ากับส่วนหลังได้

- 4.2.4 ผลิตขึ้นจาก Elector-Galvanize Sheet Steel มีความหนา 2 mm.
- 4.2.5 รางไฟ (AC Power distribution) ขนาด 6 Outlet จำนวน 1 ตัว
- 4.2.6 มีพัดลมระบายอากาศจำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว/ตู้
- 4.2.7 รับประกันผลิตภัณฑ์ตลอดสนิม 30 ปี
- 4.2.8 ต้องได้รับหนังสือแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO9001:2015

#### 4.3 ตู้จัดเก็บอุปกรณ์ ขนาด 12 U แบบติดตั้งภายนอกพร้อมอุปกรณ์ จำนวน 5 ตู้ มีคุณลักษณะเฉพาะเทียบเท่าหรือดีกว่าอย่างน้อย ดังนี้

- 4.3.1 เป็นตู้แร็ค 19 นิ้ว สำหรับใส่แผงกระจายสายสัญญาณ (Patch Panel) และ อุปกรณ์เน็ตเวิร์ค (Networking) และคอมพิวเตอร์
- 4.3.2 มีขนาดความสูง 12 U (73.5 ซม.) มีหน้ากว้างไม่น้อยกว่า 60 ซม. มีความลึกไม่น้อยกว่า 60 ซม.
- 4.3.3 ผลิตภัณฑ์ที่นำเสนอจะต้องเป็นของใหม่ และเป็นที่ยอมรับใช้งานอย่างแพร่หลายในประเทศไทย ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ COMMSCOPE (ชื่อเดิม AMP) หรือ 19"GERMANY EXPORT RACK หรือ LINK (American Standard) หรือ ผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามข้อกำหนดทางเทคนิคที่ระบุ และต้องมีอุปกรณ์ประกอบ (Accessories) ที่เป็นเครื่องหมายการค้าเดียวกัน ได้แก่ รางไฟ (AC Power Distribution), ถาดใส่อุปกรณ์ (Component Shelf), พัดลมระบายอากาศ (Heavy Duty Fan) เป็นต้น
- 4.3.4 ออกแบบและผลิตตรงตามมาตรฐาน ANSI/EIA-310-D (Rev. of EIA-310-C), IEC 60297-1, IEC60297-2, BS 5954: Part 2 และ DIN 41494 เป็นอย่างน้อย
- 4.3.5 ผลิตจาก Electro Galvanize sheet ความหนา 1.2 mm. พร้อมออกแบบเป็นตู้สองชั้น มีชั้นกันความร้อนและแสงแดด (Sun Shield) และช่องระบายอากาศรอบตัวตู้
- 4.3.6 เสายึดอุปกรณ์ทำจากเหล็กหนา 2 mm. พร้อมสกรีนบอกระยะความสูงของ U
- 4.3.7 ฝาหน้ามีกุญแจล็อกแบบ Push Handle Lock ฝังเรียบเสมอฝาตู้เพื่อเพิ่มความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น
- 4.3.8 ด้านข้างสามารถเปิด-ปิดได้ทั้ง 2 ด้าน เพื่อง่ายต่อการติดตั้งและมีกุญแจล็อกเพื่อความปลอดภัย พร้อมแผ่นกรองฝุ่นที่สามารถถอดทำความสะอาดได้
- 4.3.9 ด้านบน มีช่องสำหรับติดตั้งพัดลมระบายอากาศขนาด 4 นิ้วได้สูงสุด 3 ตัว
- 4.3.10 ใช้กระบวนการพ่นสีและอบสี Electro Static Powder Coating ตามมาตรฐานสากล ASTM-D3363 หรือ ASTM-D3359 หรือ ASTM-D522.
- 4.3.11 ฝาตู้และหลังคาตู้มีวัสดุพิเศษแบบยางสีดำ กันน้ำ กันความชื้นสูง โดยใช้เทคโนโลยี CNC Foam Gasket Technology เพื่อป้องกันน้ำไม่ให้เข้าภายในตู้

- 4.3.12 ออกแบบเป็นตู้สองชั้น มีชั้นกันความร้อนและแสงแดด ( Sun Shield ) ทั้งด้านหน้าและด้านข้างของตู้ ระดับการป้องกัน IP54 (Dust and Water protection ) เหมาะสำหรับการติดตั้งภายนอกอาคาร
- 4.3.13 Wall Rack Outdoor ที่นำเสนอ จะต้องมีความสมบูรณ์การป้องกัน ระดับ IP54 และผ่านการทดสอบหรือรับรองจากสถาบันที่ได้การรับรอง ISO/IEC 17025 โดยจะต้องแนบสำเนาผลการทดสอบหรือหนังสือรับรองมา ประกอบการพิจารณา
- 4.3.14 ภายในมีสายกราวด์เพื่อความปลอดภัยสำหรับการใช้งาน
- 4.3.15 มีการรับประกันผลิตภัณฑ์ปลอดสนิมอย่างน้อย 30 ปี
- 4.3.16 ต้องได้รับหนังสือแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO9001:2015

## 5. เงื่อนไข

- 5.1 ผู้ขายหรือผู้รับจ้างต้องส่งเอกสารสำคัญที่เกี่ยวข้องกับ ครุภัณฑ์ รายละเอียด ลิขสิทธิ์ ใบอนุญาต เอกสารรับรองต่าง ๆ ที่อาจจะมีผลในประเด็นทางกฎหมายให้ทางมหาวิทยาลัยพิจารณาตรวจสอบมาพร้อมในการเสนอราคาและแจ้งรายชื่อผู้ประสานงานหรือผู้ได้รับมอบอำนาจ ในการบริหารจัดการโครงการ โดยมีหนังสือรับรองของทางบริษัท มาพร้อมในการเสนอราคา
- 5.2 ผู้ขายหรือผู้รับจ้างต้องแจ้งรายชื่อ เบอร์โทรศัพท์ e-mail address ผู้ประสานงานในด้านต่าง ๆ ให้กับมหาวิทยาลัยเพื่อใช้สำหรับการติดต่อประสานงาน เป็นอย่างน้อยดังนี้
  - 5.2.1 ผู้ประสานงานทั่วไป
  - 5.2.2 ผู้ดูแลระบบด้านเทคนิค
  - 5.2.3 ผู้จัดการโครงการ
  - 5.2.4 ผู้บริหารที่มีอำนาจตัดสินใจของผู้ขายหรือผู้รับจ้าง กรณีการประสานงานในกรณีอื่น ๆ ประสบปัญหา
- 5.3 การดำเนินการอื่นใดที่ไม่ได้กำหนดไว้ให้เป็นไปตามสัญญาฯ และหลักวิชาการที่ได้กำหนดไว้ในแต่ละสาขาวิชาชีพ และข้อตกลงร่วมกันเพื่อประโยชน์สูงสุดของทางราชการ และเป็นไปตามระเบียบที่เกี่ยวข้อง
- 5.4 ผู้เสนอราคาต้องเปรียบเทียบคุณลักษณะของครุภัณฑ์ระหว่างรายการที่ทางบริษัทเป็นผู้เสนอกับรายการที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนด โดยจัดทำเป็นตารางเปรียบเทียบ พร้อมระบุหมายเลขให้ชัดเจนเพื่ออ้างอิงแคตตาล็อกหรือเอกสารแสดงคุณลักษณะของครุภัณฑ์ฉบับจริงซึ่งบริษัทเจ้าของเครื่องหมายการค้านั้นออกให้หรือใช้เผยแพร่อย่างเป็นทางการ (คณะกรรมการจะไม่พิจารณาเอกสารกำหนดคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ผู้เสนอราคาจัดพิมพ์ขึ้นเองเพื่อให้ข้อเสนอของตนตรงกับข้อกำหนดของทางมหาวิทยาลัย)
- 5.5 ในกรณีที่เอกสารคุณลักษณะครุภัณฑ์เป็นภาษาอังกฤษจะต้องใส่หมายเลขในเอกสารภาษาอังกฤษให้ตรงกับคุณลักษณะครุภัณฑ์ที่นำเสนอและตรงกับหมายเลขที่กำหนดจากมหาวิทยาลัย
- 5.6 ผู้เสนอราคาต้องแนบแคตตาล็อกตัวจริงที่มีคุณลักษณะทางเทคนิคเฉพาะอุปกรณ์นำเสนอแต่ละชิ้น

5.7 เอกสารทุกฉบับที่เกี่ยวข้องต้องเป็นฉบับภาษาไทยหรือฉบับภาษาอังกฤษเท่านั้น หากเอกสารเป็นฉบับภาษาอื่น ๆ ผู้เสนอต้องดำเนินการแปลเอกสารนั้นโดยหน่วยงานที่เชื่อถือได้ ทั้งนี้เพื่อให้คณะกรรมการสามารถใช้ดุลยพินิจในการดำเนินการประกวดราคาได้

5.8 ผู้เสนอราคาต้องจัดทำรายละเอียดให้ครบตามข้อกำหนด หากไม่ครบตามข้อกำหนดคณะกรรมการมีสิทธิ์ที่จะไม่พิจารณาการเสนอราคา

5.9 ในการจัดซื้อครั้งนี้ คณะกรรมการจะพิจารณาจากเกณฑ์ราคาต่ำสุด

6. กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ 90 วัน
7. ระยะเวลาการรับประกัน 1 ปี
8. สถานที่ส่งมอบ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี  
จ.ปทุมธานี

ลงชื่อ.....ผู้กำหนดรายละเอียด

(ผศ.ปองพล นิลฤกษ์)

ลงชื่อ.....ผู้กำหนดรายละเอียด

(นายธนพิทักษ์ ชวนชอบ)

ลงชื่อ.....ผู้กำหนดรายละเอียด

(นายอาภรณ์ เวียงสงค์)

ลงชื่อ.....หัวหน้าหน่วยงาน

(นายนิติ วิทยาวโรจน์)

ผู้อำนวยการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ