

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. ชื่อครุภัณฑ์ ครุภัณฑ์เพิ่มประสิทธิภาพเครือข่ายไร้สาย และการเข้าถึงข้อมูลไร้ขีดจำกัด
2. จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด
3. รายละเอียดทั่วไป

3.1 วัตถุประสงค์

จัดหา ติดตั้ง ปรับตั้งค่า ทดสอบ และส่งมอบระบบเครือข่ายแบบมีสายและแบบไร้สาย พร้อมระบบสำรองไฟ อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอก ชุดวัดพลังงาน และระบบบริหารจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ด้วยเทคโนโลยี AI ให้ใช้งานได้จริง ครอบคลุมพื้นที่ที่กำหนด และรองรับการขยายตัวในอนาคต (อุปกรณ์เป็นของใหม่ มือหนึ่ง)

3.2 ขอบเขตงาน

- จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ครบตามรายการ
- เดินสายสัญญาณ/ไฟฟ้า ติดตั้งตู้ RACK และอุปกรณ์ประกอบ
- กำหนดการตั้งค่าเครือข่าย L2/L3, Routing, QoS, Security, Monitoring/Analytics รวมถึงระบบ AI platform และระบบวัดพลังงานให้ทำงานร่วมกัน
- ทดสอบระบบและสายสื่อสารด้วยเครื่องมือมาตรฐาน พร้อมรายงานผล
- จัดทำเอกสารคู่มือการติดตั้ง ใช้งาน และ บำรุงรักษาของระบบรวมถึง แผนผังเครือข่าย และไฟล์สำรองการติดตั้ง ตั้งค่า ระบบ
- อบรมผู้ดูแลระบบและผู้ใช้งานที่เกี่ยวข้อง

3.3 สถานที่และระยะเวลา

- ติดตั้งตามอาคาร และจุดบริการที่หน่วยงานกำหนด
- ผู้รับจ้างต้องเสนอแผนการทำงานของโครงการตั้งแต่เริ่มจนถึงส่งมอบงานให้กับผู้ว่าจ้าง รวมถึงแผนการตัดย้ายระบบ (Cutover) และแผนสำรองการย้อนคืนระบบ (rollback) เพื่อลดผลกระทบการใช้งาน

3.4 มาตรฐานและคุณภาพ

- อุปกรณ์ และงานติดตั้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานสากลที่เกี่ยวข้อง (เช่น FCC/EN/UL/CE/IEC/ISO/TIS)
- ใช้เครื่องมือทดสอบที่ผ่านการสอบเทียบ มีเอกสารรับรอง
- ซอฟต์แวร์/ลิขสิทธิ์ถูกต้อง มีเอกสารยืนยัน
- คุ้มครองข้อมูลและกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงตามแนวปฏิบัติด้านความปลอดภัยของหน่วยงาน

3.5 การรับประกันและบริการหลังการขาย

- มีศูนย์บริการในประเทศ และมีช่องทางแจ้งเหตุ 24 ชั่วโมง

- กำหนดข้อตกลง (SLA) ของระยะเวลาตอบรับและกู้คืนระบบ ตามระดับความรุนแรง พร้อมจัดทำรายงานสาเหตุและการป้องกันการเกิดซ้ำ
- ส่งมอบอุปกรณ์ เอกสาร และสถิติการทำงานให้เป็นไปตามที่เสนอ หากไม่ผ่านให้แก้ไขจนผ่าน
- อบรมผู้ดูแลระบบอย่างน้อย 1 ครั้ง พร้อมเอกสารประกอบ

4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

4.1 อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายหลัก จำนวน 2 ชุด โดยมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- 4.1.1 เป็นอุปกรณ์ Switch ที่มี Switching Capacity ไม่น้อยกว่า 1.76 Tbps
- 4.1.2 มีพอร์ต 40/100 Gigabit แบบ QSFP28 อย่างน้อย 4 พอร์ต หรือดีกว่า
- 4.1.3 มีพอร์ต 1/10 Gigabit แบบ SFP+ อย่างน้อย 48 พอร์ต หรือดีกว่า
- 4.1.4 มีพอร์ตรองรับมาตรฐานแบบ QSFP28 ได้
- 4.1.5 สามารถรองรับการทำงาน Layer 2 และ Layer 3 ได้
- 4.1.6 มีพอร์ต USB-C Console อย่างน้อย 1 พอร์ต
- 4.1.7 สามารถรองรับการทำ Virtual Switching Extension (VSX) ได้
- 4.1.8 สามารถรองรับการทำ VXLAN ได้
- 4.1.9 สามารถรองรับการทำ Network Load Balancer (NLB) ได้ หรือเสนออุปกรณ์เพิ่มเพื่อรองรับ NLB
- 4.1.10 สามารถรองรับ REST API และ Python Script ได้เป็นอย่างน้อย หรือเสนออุปกรณ์เพิ่มเพื่อรองรับ REST API
- 4.1.11 สามารถรองรับ MAC Address Table ไม่น้อยกว่า 147,000 Addresses
- 4.1.12 สามารถทำ Routing แบบ BGP, OSPF, VRF และ IPV6 ได้
- 4.1.13 สามารถทำ Spanning Tree ในรูปแบบ 802.1w และ RPVST+ ได้
- 4.1.14 สามารถทำ QoS ได้ตามมาตรฐาน Strict Priority (SP) และ Deficit Weighted Round Robin (DWRR) ได้เป็นอย่างน้อย
- 4.1.15 สามารถทำงาน Security แบบ RADIUS, TACACS+ เป็นอย่างน้อย
- 4.1.16 สามารถตรวจสอบข้อมูลทางสถิติ การใช้งานเครือข่าย แบบ sFlow ได้ หรือเสนออุปกรณ์ Network Management System (NMS) เพิ่ม
- 4.1.17 สามารถบริหารจัดการได้โดย RMON ได้
- 4.1.18 สามารถรองรับการใช้งานแบบ Time Series Database (TSDB) ได้
- 4.1.19 สามารถรองรับ Role Based policy แบบ Dynamic Segmentation ได้
- 4.1.20 สามารถรองรับการทำงานร่วมกับ Network Analytics Engine (NAE) หรือเสนออุปกรณ์ NMS ที่สามารถทำ Network Analytics อุปกรณ์ได้
- 4.1.21 รองรับ Redundant Fan และ Redundant Power Supply

- 4.1.22 ผลิตภัณฑ์ที่เสนอต้องอยู่ใน Leaders Quadrant ของ Gartner Magic Quadrant for Wired and WLAN Access Infrastructure ประจำปี 2020-2024
- 4.1.23 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นเอกสารมาพร้อมกับการเสนอราคา
- 4.2 อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายรองรับ จำนวน 35 ชุด โดยมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้
 - 4.2.1 มีลักษณะการทำงานไม่น้อยกว่า Layer 3 ของ OSI Model
 - 4.2.2 สามารถค้นหาเส้นทางเครือข่ายโดยใช้โปรโตคอล (Routing Protocol) RIPv2, OSPF ได้เป็นอย่างดี
 - 4.2.3 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 24 ช่อง
 - 4.2.4 มีช่องสำหรับรองรับการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 1/10 Gbps (SFP/SFP+) พร้อม Transceiver Module สำหรับการเชื่อมต่อในโครงการ
 - 4.2.5 มี Switching Capacity ขนาดไม่น้อยกว่า 128 Gbps
 - 4.2.6 มี Throughput Capacity สูงสุดไม่น้อยกว่า 95.2 Mpps
 - 4.2.7 สามารถรองรับการเชื่อมต่อแบบ Stack ได้ไม่ต่ำกว่า 8 Members
 - 4.2.8 รองรับมาตรฐาน IEEE 802.3af, IEEE 802.3at ได้
 - 4.2.9 ทุกช่องสัญญาณรองรับการจ่ายพลังงานแบบ Power over Ethernet(POE) ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 370W
 - 4.2.10 รองรับการทำงาน DHCP ได้
 - 4.2.11 รองรับ SNMP, TFTP and SFTP ได้
 - 4.2.12 รองรับ Mac Address ได้ไม่น้อยกว่า 32,768 Mac Address
 - 4.2.13 มีสัญญาณไฟแสดงสถานะการทำงานช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายทุกช่อง
 - 4.2.14 ได้รับมาตรฐาน EN, UL, IEC ได้
 - 4.2.15 สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทางโปรแกรม Web Browser ได้
 - 4.2.16 สามารถส่งข้อมูล Log File ในรูปแบบ Syslog ได้เป็นอย่างดี
 - 4.2.17 สามารถใช้งานตามมาตรฐาน IPv6 ได้
 - 4.2.18 สามารถติดตั้งเข้ากับ RACK 19 นิ้ว ขนาดไม่เกิน 1U
 - 4.2.19 ผลิตภัณฑ์ที่เสนอต้องอยู่ใน Leaders Quadrant ของ Gartner Magic Quadrant for Wired and WLAN Access Infrastructure ประจำปี 2020-2024
 - 4.2.20 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อหุ้มเกี่ยวกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายหลัก
 - 4.2.21 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นเอกสารมาพร้อมกับการเสนอราคา

4.3 อุปกรณ์ควบคุมการกระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สายความเร็วสูง จำนวน 1 ชุด โดยมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- 4.3.1 อุปกรณ์ใช้ควบคุมอุปกรณ์ Wireless Access Point และสามารถควบคุม Access Point ได้ไม่น้อยกว่า 388 เครื่อง โดยให้เสนอ License สำหรับควบคุมตามจำนวน AP ที่นำเสนอหรือติดตั้งใช้งานจำนวน 388 เครื่อง
- 4.3.2 สามารถรองรับการใช้งาน client ได้ไม่น้อยกว่า 16,000 client หรือดีกว่า
- 4.3.3 มีช่องรองรับการเชื่อมต่อแบบ SFP28 อย่างน้อย 4 พอร์ต หรือดีกว่า
- 4.3.4 มีช่องเชื่อมต่อแบบ RJ-45 serial และ USB-C Console port อย่างน้อย 1 พอร์ต
- 4.3.5 สามารถรองรับการใช้งานสิทธิ์การเข้าถึง 802.1x, MAC address และ Web authentication ได้
- 4.3.6 สามารถรองรับการใช้งาน Guest access management สำหรับผู้มาติดต่อได้
- 4.3.7 สามารถตรวจหาจุดที่ไม่มีสัญญาณแบบ Coverage hole detection ได้
- 4.3.8 สามารถรองรับการทำ VRRP ได้
- 4.3.9 สามารถรองรับการทำ Routing แบบ OSPF ได้
- 4.3.10 อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการดูการใช้งาน Application และควบคุมการทำงาน (Visibility and Control) ได้ 3,000 Application แบบ DPI ได้เป็นอย่างดีน้อยหรือเสนออุปกรณ์อื่นๆ เพื่อให้สามารถตรวจสอบได้
- 4.3.11 สามารถรองรับการบริหารจัดการแบบ ClientMatch ได้
- 4.3.12 สามารถกำหนด Policy ตามกลุ่มของ User แบบ Dynamic Segmentation ได้
- 4.3.13 อุปกรณ์จะต้องมีความสามารถในการรองรับการเชื่อมต่อระยะไกล (Remote AP) หรือ VPN เพื่อรองรับการใช้งาน Access Point จากสาขา โดยที่จะต้องรองรับ Concurrent IPSec session ได้ไม่น้อยกว่า 16,000 sessions หรือเสนออุปกรณ์ภายนอกที่สามารถทำ VPN จากสาขาได้โดยต้องรองรับ Concurrent IPSec session ได้ไม่น้อยกว่า 16,000 session
- 4.3.14 อุปกรณ์ต้องรองรับคุณสมบัติ Stateful Firewall และมี Firewall throughput ไม่ต่ำกว่า 20 Gbps หรือใช้อุปกรณ์ Stateful Firewall ภายนอกเพื่อทำการกำหนดสิทธิ์การใช้งาน และมี Firewall throughput ไม่ต่ำกว่า 20 Gbps
- 4.3.15 อุปกรณ์ต้องผ่านมาตรฐานความปลอดภัย FCC, EN หรือ UL เป็นอย่างน้อย
- 4.3.16 ผลิตรายชื่อที่เสนอต้องอยู่ใน Leaders Quadrant ของ Gartner Magic Quadrant for Wired and WLAN Access Infrastructure ประจำปี 2020-2024
- 4.3.17 เป็นผลิตภัณฑ์ที่หือเดียวกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายหลัก
- 4.3.18 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นเอกสารมาพร้อมกับการเสนอราคา

4.4 อุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สายความเร็วสูง จำนวน 388 ชุด โดยมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- 4.4.1 เป็นอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย (Access Point) ที่สามารถรองรับใช้งานในย่านความถี่ 2.4 GHz, 5 GHz, 6 GHz หรือดีกว่า
- 4.4.2 สามารถรองรับการใช้งานตามมาตรฐาน 802.11ac, 802.11a/g/n และ 802.11ax หรือดีกว่า
- 4.4.3 สามารถรองรับการใช้งานตามมาตรฐานความปลอดภัย WPA2 และ WPA3
- 4.4.4 สามารถรองรับการใช้งานแบบ 2x2 MIMO ในย่านความถี่ 6 GHz เป็นอย่างน้อย
- 4.4.5 มีพอร์ต 100/1000/2500Base-T Ethernet ที่รองรับมาตรฐานการจ่ายไฟผ่านสายแลน (POE) 802.3at (class 3) เพื่อเชื่อมต่อกับเครือข่ายอย่างน้อย 1 พอร์ต หรือดีกว่า
- 4.4.6 มีพอร์ต USB2.0 อย่างน้อย 1 พอร์ต
- 4.4.7 มีพอร์ต Serial Console interface อย่างน้อย 1 พอร์ต
- 4.4.8 สามารถรองรับการใช้งานตามมาตรฐาน 802.11mc ได้
- 4.4.9 รองรับ Client associated ได้ไม่น้อยกว่า 512 devices
- 4.4.10 มีเทคโนโลยี ClientMatch ที่สามารถช่วยลดปัญหาของ Sticky Client ได้
- 4.4.11 อุปกรณ์จะต้องมีคลื่น Bluetooth และ Zigbee สำหรับการใช้งานร่วมกับ IoT
- 4.4.12 มี Advanced Cellular Coexistence (ACC) เพื่อลด interference ที่มาจาก cellular networks
- 4.4.13 สามารถกำหนด Network Policy ตามกลุ่มของ User แบบ Dynamic Segmentation ได้
- 4.4.14 อุปกรณ์จะต้องรองรับการใช้งาน (operating temperature) ที่อุณหภูมิ 0 – 50 องศาเซลเซียส
- 4.4.15 มี LED แบบ multi-color สำหรับ system และ radio status
- 4.4.16 ผลิตภัณฑ์ที่เสนอต้องอยู่ใน Leaders Quadrant ของ Gartner Magic Quadrant for Wired and WLAN Access Infrastructure ประจำปี 2020-2024
- 4.4.17 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อหุ้มเกี่ยวกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายหลัก
- 4.4.18 ต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นเอกสารมาพร้อมกับการเสนอราคา

4.5 เครื่องสำรองไฟฟ้า ขนาด 5 kVA จำนวน 2 เครื่อง โดยมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- 4.5.1 เป็นระบบแปลงไฟแบบ Double conversion หรือเทียบเท่า หรือดีกว่า
- 4.5.2 สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าสำรองเมื่อกระแสไฟฟ้าเกิดขัดข้อง และสามารถป้องกันการผิดปกติของกระแสไฟฟ้า เช่น ไฟเกิน ไฟตก ไฟกระชาก ได้เป็นอย่างน้อย

- 4.5.3 ต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าสำรองได้นานไม่น้อยกว่า 6.6 นาที อย่างต่อเนื่อง ที่โหลด 5,000W
- 4.5.4 สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 5KVA/5KW
- 4.5.5 คุณสมบัติของไฟฟ้าด้านขาเข้า
 - 4.5.5.1 แรงดัน Input voltage range : 220V +/-20% หรือดีกว่า
 - 4.5.5.2 ความถี่ Input frequency range : 50Hz +/-5% ได้
 - 4.5.5.3 Input power factor: 0.99 หรือดีกว่า
- 4.5.6 คุณสมบัติของไฟฟ้าด้านขาออก
 - 4.5.6.1 แรงดัน Output range : 220V +/-2% หรือดีกว่า
 - 4.5.6.2 ความถี่ Output Frequency range : 50Hz +/- 0.25% หรือดีกว่า
- 4.5.7 มี Waveform : THDV < 2% ที่ Linear load หรือดีกว่า
- 4.5.8 มี System efficiency: 94% หรือดีกว่า
- 4.5.9 สามารถทำงานที่อุณหภูมิ 0-40 องศาเซลเซียส
- 4.5.10 สามารถทำงานที่ความชื้น 5-95 RH
- 4.5.11 มีหน้าจอ LCD แสดงสถานการณ์ทำงาน
- 4.5.12 มีสัญญาณเตือนอย่างน้อย ดังนี้
 - 4.5.12.1 มี สัญญาณแสดงสถานะผิดปกติด้วย LED หรือ LCD พร้อมเสียงเตือน
 - 4.5.12.2 มี Battery low แสดงสถานะผิดปกติด้วย LED หรือ LCD พร้อมเสียงเตือน
 - 4.5.12.3 มี Overload แสดงสถานะผิดปกติด้วย LED หรือ LCD พร้อมเสียงเตือน

4.6 เครื่องสำรองไฟฟ้า ขนาด 1 kVA จำนวน 35 เครื่อง โดยมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- 4.6.1 เป็นเครื่องสำรองไฟฟ้าชนิด Line interactive
- 4.6.2 มีค่า Power rating ไม่น้อยกว่า 1 KVA / 600Watt.
- 4.6.3 Output voltsge 230 Vac 50/60 Hz +/- 1 Hz Unsynchronised
- 4.6.4 Input Voltage 230V, 50/60 Hz +/- 5 Hz Auto-sensing
- 4.6.5 เครื่องสำรองไฟ Waveform type ชนิด Stepped approximation to a sinewave
- 4.6.6 Battery เป็นแบบ Lead-acid battery
- 4.6.7 มีการแสดงสถานะของตัวเครื่อง แบบ LED บอกสถานะการทำงานของตัวเครื่องได้อย่างน้อย
- 4.6.8 เครื่องสำรองไฟต้องได้รับการรับรอง CE,TISI ได้เป็นอย่างดี

4.7 อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชาก จำนวน 1 ชุด โดยมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

- 4.7.1 เป็นอุปกรณ์ป้องกันอันตราย อันเนื่องมาจากฟ้าผ่า ไฟกระชอก การเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่ ซึ่งปนเข้ามา หรือเหนี่ยวนำเข้ามาทางสายไฟฟ้า AC Power Line (TN-C-S system) ที่จ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า
- 4.7.2 ตัวฐาน (Base) ของอุปกรณ์ป้องกันฯ ต้องติดตั้งบนราง DIN rail 35 mm. ได้และในส่วนของตัวป้องกันฯ ต้องเป็นแบบโมดูล (Module) ในกรณีอุปกรณ์ป้องกันฯ เสียหาย จะต้องสามารถเปลี่ยนใหม่ได้ โดยไม่ต้องถอดสายไฟ
- 4.7.3 IEC / IEEE / วสท. Class II / Category B / วสท. ยาน 1
- 4.7.4 Line Voltage 230 Volt 50 Hz
- 4.7.5 Max. Continuous Operating Voltage (Uc) 264 Volt 50 Hz
- 4.7.6 Nominal Discharge Current (In) 15 kA ที่รูปคลื่น 8/20 μ Sec
- 4.7.7 Max. Discharge Current (Imax) $\geq$ 50 kA ที่รูปคลื่น 8/20 μ Sec.
- 4.7.8 Clamping Voltage 310 Volt $\pm$ 10% ที่กระแสมากกว่า 100 mA 50 Hz
- 4.7.9 Residual Voltage (Ures) < 1 kV at Category B3/C1
- 4.7.10 TOVs Surge Current > 5 A 50 Hz ภายในเวลา 0.3 วินาที
- 4.7.11 Let Through Voltage (TOVs) < 280 Volt at TOVs Surge Current
- 4.7.12 Response Time < 25 nSec.
- 4.7.13 Status Display Normal or Fault indicator
- 4.7.14 Standard According IEC 61643-11-2011, IEEE C62.41.1-2002
- 4.7.15 ผู้เสนอราคาต้องแนบเอกสารแสดงผลการทดสอบคุณสมบัติทางเทคนิคใน ข้อที่ 4.7.8 จากโรงงานผู้ผลิตหรือจากหน่วยงานของรัฐหรือสถาบันที่เชื่อถือได้ มาพร้อมกับการเสนอราคาเพื่อประกอบการพิจารณา
- 4.8 ชุดตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดประกอบด้วย
 - 4.8.1 อุปกรณ์วัดพลังงาน จำนวน 1 ตัว มีรายละเอียดดังต่อไปนี้
 - 4.8.1.1 ต้องเป็นแบบ 1 เฟส โดยสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าและแสดงผลเป็นแบบดิจิทัลในลักษณะ LCD ได้
 - 4.8.1.2 สามารถเชื่อมต่อการสื่อสารผ่าน Protocol RS485 Modbus RTU ได้เป็นอย่างดี
 - 4.8.1.3 ต้องมีจอแสดงผลแบบ LCD Display
 - 4.8.1.4 ต้องมี LED Indicator แสดงสถานะ
 - 4.8.1.5 ต้องสามารถวัดค่าทางไฟฟ้าได้อย่างน้อยดังต่อไปนี้
 - 1) แรงดันไฟฟ้า (V) : Line Voltage/Phase Voltage (U12, U23, U31, U1, U2, U3)
 - 2) กระแสไฟฟ้า (I) : I1, I2, I3
 - 3) พลังงานไฟฟ้า : P, Q, S, PF

4) ความถี่ (F)

- 4.8.2 อุปกรณ์ส่งสัญญาณผ่านเครือข่าย จำนวน 1 ตัว มีรายละเอียดดังต่อไปนี้
 - 4.8.2.1 อุปกรณ์สามารถแปลงสัญญาณข้อมูลสื่อสารแบบอนุกรมเป็นสัญญาณเครือข่าย
 - 4.8.2.2 มีช่องเชื่อมต่อ Ethernet แบบ 10/100 จำนวนอย่างน้อย 1 ช่อง
 - 4.8.2.3 มีไฟแสดงสถานะการทำงานของ Power Supply, Ethernet Port และ Serial Port ได้เป็นอย่างน้อย
 - 4.8.2.4 รองรับ Baud rate ระหว่าง 600-100,000 bps
 - 4.8.2.5 เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่แปลงโปรโตคอลจาก Modbus RTU เป็น Modbus TCP
 - 4.8.2.6 มีช่องเชื่อมต่อแบบอนุกรม RS 485
 - 4.8.2.7 มี Protection ไม่น้อยกว่า 1.5KV และ IP30 ได้
 - 4.8.2.8 ตัวเครื่องต้องทำมาจาก PC+ABSC ได้รับมาตรฐาน V0 และ IP30 หรือดีกว่า
 - 4.8.2.9 รองรับไฟ DC input ตั้งแต่ 5 ถึง 36.0 VDC
 - 4.8.2.10 รองรับมาตรฐานดังนี้ CE, FCC, ROHS
 - 4.8.2.11 ผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญในการติดตั้งและบริการ โดยเป็นตัวแทนจำหน่าย จากเจ้าของผลิตภัณฑ์ พร้อมแนบเอกสารมาพร้อมการเสนอราคา
- 4.8.3 ชุดบริหารจัดการแสดงผลและรายงานค่าพลังงาน จำนวน 1 ชุด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้
 - 4.8.3.1 ต้องสามารถใช้งานกับเครื่องวัดพลังงาน Power Meter หรืออุปกรณ์อื่นๆ ได้ไม่น้อยกว่า 100 อุปกรณ์
 - 4.8.3.2 รองรับการจัดตั้งบนระบบปฏิบัติการ Windows หรือ Linux
 - 4.8.3.3 ฐานข้อมูลต้องเป็นชนิด Time Series Database
 - 4.8.3.4 ระบบทำงานเป็น Desktop Application
 - 4.8.3.5 หน้าจอ Dash Board แสดงผลค่าพลังงาน สามารถปรับเปลี่ยนค่าที่จะไปแสดงได้เฉพาะ Admin และสามารถเลือกแสดงผลได้หลายค่าในหน้าจอเดียว
 - 4.8.3.6 สามารถเข้าดูหน้าแสดงผล Dash Board ได้หลายคนพร้อมๆ กันได้
 - 4.8.3.7 สามารถแสดงผลรายงานได้ทั้งภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษ
 - 4.8.3.8 มีระบบรักษาความปลอดภัย 3 ระดับ โดยสามารถตั้งรหัส Password ไม่ต่ำกว่า 4 หลัก เพื่อป้องกัน และรักษาความปลอดภัยในการใช้งาน
 - 4.8.3.9 สามารถกำหนดสิทธิ์ของผู้ใช้งานให้เข้าถึงข้อมูลที่แตกต่างกันได้ตามระดับชั้นในหน่วยงาน ดังนี้

4.8.3.9.1 สิทธิ์ระดับ Administrator สำหรับผู้ดูแลระบบ สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทั้งหมด

4.8.3.9.2 สิทธิ์ระดับ User สามารถดูค่าพลังงานต่างๆ ได้ตามที่ Administrator เป็นผู้กำหนดสิทธิ์ และไม่สามารถแก้ไขข้อมูลได้

4.8.3.10 สามารถเพิ่ม Logo หน่วยงานเข้าไปในหน้าจอแสดงผลได้

4.8.3.11 สามารถนำออกข้อมูลรายงานในรูปแบบไฟล์ CSV ได้

4.8.3.12 สามารถแสดงรายงานแยกแต่ละเครื่องวัด และแสดงผลรวมค่าพลังงานต่างๆ เช่น kWh, KVarH, On Peak, Off Peak และ Holiday ได้

4.8.3.13 สามารถตั้งค่าการใช้พลังงาน และแจ้งเตือนการใช้ระดับพลังงานผ่านสื่อ Social Media เช่น LINE ได้สามารถตั้งค่าการใช้พลังงาน และแจ้งเตือนการใช้ระดับพลังงานผ่านสื่อ Social Media เช่น LINE ได้

4.8.3.14 สามารถบันทึกค่าทางไฟฟ้า KW, PF, KVA, KVAR, KWH, KVAH, KVARH, Line Voltage, Phase Voltage, Line Current, Phase Current, Frequency ได้

4.8.3.15 สามารถสื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์ Power Meter ได้หลากหลายรุ่น โดยผ่าน Modbus Protocol เป็นอย่างน้อย

4.8.3.16 สามารถสร้างกลุ่ม (Virtual Group) เพื่อรวมค่าของ Power Meter หลายตัวขึ้นมาในโปรแกรม เพื่อแสดงผล Dash Board แบบ Virtual Meter ได้

4.8.3.17 สามารถกำหนดค่าเวลา On Peak, Off Peak และ Holiday ได้

4.8.3.18 สามารถกำหนดอัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วยได้

4.8.3.19 สามารถเลือกแสดงผล Dash Board เป็นข้อมูล กราฟ แบบรายวัน รายเดือน รายปี ได้

4.8.3.20 สามารถเลือกชนิดของกราฟที่จะแสดงผล Dash Board เป็นกราฟแท่ง และกราฟเส้น และกราฟมาตรวัดได้

4.8.3.21 ผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญในการติดตั้งและบริการ โดยเป็นตัวแทนจำหน่าย จากเจ้าของผลิตภัณฑ์ พร้อมแนบเอกสารมาพร้อมการเสนอราคา

4.8.3.22 สามารถทำงานร่วมกับชุดบริหารจัดการแสดงผลและรายงานค่าพลังงานที่มหาวิทยาลัยฯ ใช้งานอยู่โดยมีการทำงานเป็นระบบเดียวกัน

4.9 ระบบบริหารจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ด้วยเทคโนโลยี AI จำนวน 1 ระบบ โดยมีรายละเอียดประกอบด้วย

4.9.1 ระบบปัญญาประดิษฐ์ Private Generative AI Platform จำนวน 1 ระบบ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 4.9.1.1 เป็นระบบซอฟต์แวร์ที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อให้บริการ Generative AI แบบ On-Premise โดยใช้เทคโนโลยี Large Language Model (LLM) ที่ทำงานบนเครื่องแม่ข่ายในรูปแบบ On-Premise Server โดยเฉพาะ
- 4.9.1.2 สามารถทำงานในรูปแบบ Private Gen AI โดยใช้ Local LLM หรือ External LLM เพื่อใช้ร่วมกับข้อมูลภายในองค์กร เพื่อรักษาความปลอดภัยข้อมูลภายในองค์กร เช่น ข้อมูลส่วนบุคคล ข้อมูลส่วนบุคคลอ่อนไหว ข้อมูลความลับขององค์กร
- 4.9.1.3 ระบบมีหน้าจอ Web UI โดยที่ไม่ต้องเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งาน (No-Code Concept) เพื่อสร้าง AI Agent เพื่อทำหน้าที่เป็น AI Chatbot, Completion API และ Agentic AI ได้ด้วยตนเอง โดยไม่จำกัดจำนวน Agent
- 4.9.1.4 สามารถกำหนดระดับการเข้าถึงหรือ Visibility Level ของ AI Agent ได้ว่าจะเป็นแบบ Private คือต้องกำหนดสิทธิ์อนุญาตให้เข้าถึง หรือเป็น Public คือเข้าถึงได้ทุกคนในองค์กร
- 4.9.1.5 สามารถกำหนดประเภทของ AI Agent ได้ว่าเป็นแบบ Developer สำหรับบริการที่อยู่ระหว่างการพัฒนา ทดสอบ หรือ Production บริการที่พร้อมใช้งานเต็มที่
- 4.9.1.6 ระบบมีฟังก์ชันสำเร็จรูปในการทำหน้าที่เป็น Web Chat และฟังก์ชันการเชื่อมต่อกับ Line Application ได้
- 4.9.1.7 ระบบมีส่วนของ Developer ใช้งาน โดยมีตัวอย่าง Source Code Template ให้ผู้ใช้ที่เป็นนักพัฒนานำ Source Code ตัวอย่างไปใช้งานเพื่อเรียกใช้ AI Agent ที่สร้างขึ้นจาก Platform ได้ พร้อมทั้งสามารถกำหนด API Key Access ได้บนระบบ โดย Source Code Template ที่รองรับ มีดังนี้ HTTP, C, C#, Python, JavaScript, Node.js
- 4.9.1.8 มีฟังก์ชัน Playground สำหรับสร้างและทดสอบ AI Agent โดยสามารถกำหนด Prompt Instruction, Conversation Start, AI Knowledge, LLM Parameter และเลือก Model LLM ที่ต้องการได้
- 4.9.1.9 รองรับการสร้าง AI Knowledge ด้วยวิธีการ Retrieval Augmented Generation (RAG) เพื่อให้ LLM ตอบคำถาม โดยใช้ข้อมูลจากเอกสารข้อมูลภายในองค์กร
- 4.9.1.10 ระบบอนุญาตให้ผู้ใช้สร้าง AI Knowledge ผ่าน Web UI ด้วยตัวอย่างได้อย่างง่ายดาย โดยรองรับประเภทของข้อมูลในรูปแบบ PDF, CSV, Word, TXT, MD, JPEG, JPG, PNG โดยสามารถนำเข้าได้ทั้งผ่านการอัปโหลดหรือเรียกผ่าน URL ได้โดยตรง

- 4.9.1.11 ระบบการสร้าง AI Knowledge สามารถอ่านเอกสารอัตโนมัติเพื่อแปลงเป็น AI Knowledge Format โดยใช้เทคโนโลยีของ Knowledge File Reader ได้หลายชนิด ได้แก่ Simple Reader, OCR Reader, Docling Markdown, Docling Document
- 4.9.1.12 ระบบการสร้าง AI Knowledge สามารถเลือก Embedding Model ได้ตามความเหมาะสมของการใช้งาน โดยมีทั้ง Local Embedding Model และ External Embedding Model พร้อมมีส่วนที่อธิบายคุณสมบัติของโมเดล จำนวนการรองรับ Dimensions ของ Vector จำนวน MaxTokens ที่รองรับ เพื่อให้ผู้ใช้เลือกที่เหมาะสม
- 4.9.1.13 ระบบมีจัดการ Chunking ได้ผ่านหน้า Web UI เพื่อแก้ไขเงื่อนไขค่าที่กำหนดของการ Chunking เช่น Chunk Size, Chunk Overlap พร้อมทั้ง Preview ดูค่าที่เปลี่ยนแปลง เพื่อให้ AI ประมวลผลและใช้ตอบคำถามได้อย่างถูกต้องที่สุด
- 4.9.1.14 ระบบสามารถแก้ไข Chunking ได้ในภายหลัง รวมทั้งการแก้ไขข้อมูลภายใน Chunk เพื่อแก้ปัญหาในกรณีที่ AI ตอบผิดให้ถูกต้อง
- 4.9.1.15 ระบบมี Vector Database ในตัวเองโดยไม่ต้องติดตั้งซอฟต์แวร์อื่นเพิ่มเติม
- 4.9.1.16 ไม่จำกัดปริมาณข้อมูลบน Vector Database ในกรณีที่
- 1) ใช้ Local LLM โดยมี Local LLM ในระบบไม่น้อยกว่า 3 LLMs เช่น Llama, SeaLLM, Typhoon หรือ LLM อื่นที่สามารถทำงานได้บนเครื่องแม่ข่ายที่กำหนดในข้อ 4.9.1.27 ได้เป็นอย่างดี
 - 2) และรองรับปริมาณเครดิตข้อมูลอย่างน้อย 120GB หรือ 734 ล้าน Token โดยหักเครดิตตามจริงที่ใช้งาน และไม่มีกำหนดวันหมดอายุ เมื่อใช้ External LLM โดยมี External LLM ในระบบไม่น้อยกว่า 3 LLM เช่น GPT, Gemini และ Claude หรือ External LLM อื่นที่สามารถทำงานร่วมกับเครื่องแม่ข่ายที่กำหนดในข้อ 4.9.1.27 ได้ เป็นอย่างน้อย
 - 3) รองรับการเพิ่มเติมเครดิตข้อมูล External LLM ตามข้อ 4.9.1.16 (2) ได้ในภายหลังไม่น้อยกว่า 30GB หรือ 183 ล้าน Token เมื่อองค์กรมีการจัดซื้อเพิ่มเติมในภายหลัง
- 4.9.1.17 ระบบสามารถปรับค่าการค้นหาของบริบทข้อมูลใน Vector Database ทั้งในรูปแบบ Vector Search และ Hybrid Search พร้อมทั้งจำนวนบริบทที่เกี่ยวข้องได้ผ่านหน้า Web UI แบบ No-Code Concept
- 4.9.1.18 ระบบมีส่วนของการทำงานเป็น Agentic ที่เป็นกระบวนการทำงานของ AI ที่มีหน้าที่แตกต่างกันช่วยกันทำหน้าที่ตามคำสั่งของผู้ใช้ที่ระบุใน Prompt

Instruction โดยรองรับการเชื่อมต่อข้อมูลภายนอกผ่านเครื่องมือสำเร็จรูป (Agentic Tools) ที่ผู้ใช้สามารถระบุค่าการเชื่อมต่อได้เองผ่านหน้า Web UI โดยมีเครื่องมืออย่างน้อยดังต่อไปนี้

- SQL Database
- SQL Query by Table
- Data Catalog (Based On CKAN)
- Excel File
- Data Frame Query
- RSS Service
- Read JSON API
- Google Calendar
- Calendly
- API Service
- Call Web Hook Tool
- Map Search Service
- Website Scraper
- Web Search
- Data Analysis
- Generate Chart
- JSON Output
- MongoDB
- Connection MCP Server
- Agentic RAG

4.9.1.19 Agentic Tools สามารถระบุ Model LLM ได้ว่าจะใช้ LLM ไດ

4.9.1.20 Agentic มีระบบป้องกันความปลอดภัยโดยใช้ Guardrails

4.9.1.21 รองรับการสร้าง AI Agent ได้ไม่จำกัด รวมทั้งไม่จำกัดจำนวนผู้ใช้

4.9.1.22 รองรับการสร้าง AI Completion เพื่อให้บริการ API เชื่อมต่อกับกระบวนการธุรกิจและรองรับการทำงานร่วมกับซอฟต์แวร์แอปพลิเคชันต่างๆ ด้วยมาตรฐาน API โดยมี API Document

4.9.1.23 สามารถใช้งานความสามารถ AI Completion (Completion API) ผ่านระบบ Web Chat ในลักษณะ Web Form โดยไม่ต้องพัฒนา Application เพิ่มเติมได้

- 4.9.1.24 ระบบรองรับการใช้งานได้หลายรูปแบบ ได้แก่ Line Application, Web Chat, และผ่าน API
- 4.9.1.25 ระบบมี Application ที่ทำหน้าที่ Web Chat ในตัว โดยไม่ต้องพัฒนาเพิ่ม โดยมีความสามารถอย่างน้อยดังนี้
- มีระบบลงทะเบียนการใช้งานและยืนยันการใช้งาน
 - สามารถปรับแต่ง Web UI Theme ได้ เช่น Logo, สี, ข้อความต้อนรับ
 - มีส่วนของการสร้างแผนก Department ของผู้ใช้ และการกำหนดสิทธิ์การเข้าถึง AI Services ได้
 - สามารถกำหนดสิทธิ์ผู้ใช้ในแผนกเพื่อเป็นผู้ดูแลระบบของแผนก หรือ Admin Department ได้
 - สามารถกำหนดควบคุมการใช้งาน LLMs Model สำหรับผู้ใช้งาน
 - สามารถกำหนดควบคุมปริมาณการใช้งาน (Token Quota) สำหรับผู้ใช้งาน
- 4.9.1.26 ระบบมีส่วนของการทำงานเป็น Services Portal เพื่อติดตั้งหรือเชื่อมโยง (Link) ไปยัง Application อื่นๆเพิ่มเติม ที่ต้องการใช้งานร่วมกับระบบเพิ่มเติม
- 4.9.1.27 ระบบทำงานบนเครื่องแม่ข่ายประสิทธิภาพสูงที่มีหน่วยประมวลผลกราฟฟิค (GPU) ประเภท L40S ขนาดหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 48 GB
- 4.9.1.28 ระบบรองรับการเชื่อมต่อ Storage ในรูปแบบ Object Storage หรือ NFS หรือ SAMBA ได้
- 4.9.1.29 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้ง (Authorized Partner) ที่มีสำนักงานหรือสาขาอยู่ในประเทศไทย และมีหนังสือแต่งตั้งอย่างเป็นทางการ
- 4.9.2 เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับระบบปัญญาประดิษฐ์ จำนวน 1 เครื่อง มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้
- 4.9.2.1 เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) แบบติดตั้งบน Rack โดยเฉพาะ ที่มีความสูงไม่เกิน 5U ตามมาตรฐาน EIA พร้อมรางเลื่อน ที่รองรับหน่วยประมวลผลภาพ หรือ AI แบบ Doublewide จำนวน ไม่น้อยกว่า 8 ชุด
- 4.9.2.2 มีหน่วยประมวลผลกลางขนาดไม่น้อยกว่า 12 Core ที่มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาไม่น้อยกว่า 2.4 GHz หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย
- 4.9.2.3 มีหน่วยความจำหลักขนาดไม่น้อยกว่า 256 GB แบบ DDR5 RDIMM หรือดีกว่า โดยตัวเครื่องต้องมี DIMM Slot ไม่น้อยกว่า 24 ช่อง
- 4.9.2.4 มี I/O Expansion Slot แบบ PCI-e 5.0 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ช่อง

- 4.9.2.5 มี Network Interface แบบ 10 GbE แบบ RJ45 หรือแบบ SFP+ พร้อม Module จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง และมี Network Interface แบบ 1 GbE แบบ RJ45 จำนวนไม่น้อยกว่า 4 Port
 - 4.9.2.6 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ SSD หรือ NVMe หรือดีกว่า ที่มีความจุไม่น้อยกว่า 960GB จำนวนไม่น้อยกว่า 3 หน่วย และรองรับการถอดเปลี่ยนแบบ Hot-Plug หรือ Hot-swap ได้
 - 4.9.2.7 มีหน่วยประมวลผลภาพ หรือ AI แบบ NVIDIA L40S ที่มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 48 GB จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด
 - 4.9.2.8 มีแหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power Supply) ขนาดไม่น้อยกว่า 1,600 Watts จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชุด และรองรับการถอดเปลี่ยนแบบ Hot Plug หรือ Hot Swap ได้ โดยมีมาตรฐานประสิทธิภาพการใช้พลังงานไม่ต่ำกว่า 80 plus
 - 4.9.2.9 มีพอร์ตเชื่อมต่ออุปกรณ์ชนิด USB 3.0 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - 4.9.2.10 มี Remote Management Port อย่างน้อย 1 พอร์ต เพื่อช่วยในการจัดการกับ Server จากระยะไกลผ่าน Web-based Application (Remote Management) ที่สามารถสั่ง Power ON, Power OFF, Restart, เข้าถึง BIOS และสามารถใช้งานฟังก์ชัน KVM over IP, Virtual Media หรือเทียบเท่า
 - 4.9.2.11 มีระบบรักษาความปลอดภัยสำหรับ firmware (UEFI Secure Boot) และสามารถกู้คืน firmware ที่มีปัญหาได้
 - 4.9.2.12 รองรับการทำงานร่วมกับระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows Server 2025, Red Hat Enterprise Linux, SUSE Linux Enterprise Server และ Ubuntu ได้เป็นอย่างดี
 - 4.9.2.13 มีการรับประกันคุณภาพสินค้าจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ไม่น้อยกว่า 3 ปี ตลอด 24 ชั่วโมง ณ สถานที่ติดตั้ง
 - 4.9.2.14 เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่เสนอ ต้องผ่านมาตรฐาน FCC (Class A), UL และ CE เป็นอย่างน้อย
 - 4.9.2.15 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการแต่งตั้ง (Authorized Partner) ที่มีสำนักงานหรือสาขาอยู่ในประเทศไทย และมีหนังสือแต่งตั้งอย่างเป็นทางการ
- 4.10งานเดินสายสัญญาณ พร้อมอุปกรณ์ประกอบ จำนวน 1 งาน มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้
- 4.10.1 สายสัญญาณต้องใช้เป็นแบบ LAN Cat6 หรือดีกว่า ในกรณีเดินสายภายนอกอาคาร จะต้องใช้สายประเภท Outdoor เท่านั้น
 - 4.10.2 ติดตั้งสายสัญญาณ Fiber Optic Single mode ขนาดไม่น้อยกว่า 120 core จาก อาคารศูนย์โทรศัพท์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ไปยัง อาคารเฉลิมพระ

เกียรติ 80 พรรษา 5 ธันวาคม 2550 คณะวิศวกรรมศาสตร์ พร้อมอุปกรณ์ประกอบชุด

4.10.3 ทำการเดินสายให้ครอบคลุมจำนวนของอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สายความเร็วสูงที่เสนอในโครงการ ดังต่อไปนี้

- อาคารเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา 5 ธันวาคม 2550 คณะวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 72 ชุด
- อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 36 ชุด
- ภาควิชาวิศวกรรมโยธา จำนวน 27 ชุด
- ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล จำนวน 20 ชุด
- ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จำนวน 20 ชุด
- ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จำนวน 20 ชุด
- ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จำนวน 20 ชุด
- ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม จำนวน 20 ชุด
- ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ จำนวน 20 ชุด
- ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหะการ จำนวน 20 ชุด
- ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร จำนวน 20 ชุด
- ภาควิชาวิศวกรรมเคมี จำนวน 20 ชุด
- ศูนย์พลังงาน จำนวน 7 ชุด
- อาคารปฏิบัติการซ่อมบำรุงอากาศยาน จำนวน 10 ชุด

4.10.4 ทำการติดตั้ง RACK 19 นิ้ว ขนาด ไม่น้อยกว่า 42U 60x100 เซนติเมตร จำนวน 1 ชุด ตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

- ประจุจะเป็นชนิดรังผึ้ง ที่มีการระบายอากาศได้ ไม่น้อยกว่า 50%
- มีราง จ่ายไฟ PDU จำนวน 12 ช่อง ที่ควบคุมด้วย circuit breaker - ขนาด 16A จำนวน 4 ชุด
- มีแผงติดตั้ง PDU และ Vertical Cable
- ผ่านมาตรฐาน UL2416 EIA-310E, IEC-60297-1,2 ISO 9001:2015

4.10.5 ก่อนการติดตั้ง จะต้องทำ shop drawing และ Survey site สำหรับการทำ heat map ส่งเพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการ ทุกครั้ง

4.10.6 ทำการทดสอบสายเชื่อมต่อสัญญาณ (UTP) หลังการติดตั้งพร้อมเอกสารรายงานสรุป

4.10.7 อุปกรณ์ที่ทำกรทดสอบภายในโครงการจะต้องมีเอกสารรับรองการสอบเทียบมาตรฐานเครื่องมือวัดจากสถาบันที่ได้มาตรฐาน

4.10.8 ทำการติดตั้งระบบไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ภายในโครงการ โดยมีข้อกำหนดดังต่อไปนี้

- จะต้องตั้งตู้ และประกอบอุปกรณ์ วัดค่าพลังงาน และอุปกรณ์กันไฟกระชาก ให้เป็นตามมาตรฐาน
- ทำการติดตั้งสายไฟ ขนาด ให้สอดคล้องกับ กำลังไฟฟ้าที่ใช้งาน
- ติดตั้งตู้ Load Center

4.10.9 ต้องมีการเชื่อมต่อและติดตั้งอุปกรณ์ เพื่อให้สามารถพร้อมทำงานได้อย่างสมบูรณ์

4.10.10 ติดตั้งชุดอุปกรณ์ตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานเครือข่ายไร้สาย จำนวน 1 ชุด โดยมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

- 4.10.10.1 อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องเป็นอุปกรณ์ sensor ที่ทำหน้าที่ monitor โดยเฉพาะ
- 4.10.10.2 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ Gigabit Ethernet 10/100/1000 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.10.10.3 สามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af Power over Ethernet (PoE)
- 4.10.10.4 มีช่องสำหรับเชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟ AC power adapter ได้
- 4.10.10.5 สามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน 802.11 a/b/g/n/ac/ax
- 4.10.10.6 สามารถทำงานได้บนย่านความถี่ 2.4 GHz, 5 GHz และ 6 GHz
- 4.10.10.7 สามารถใช้งาน Bluetooth Low Energy (BLE5.1) radio ได้
- 4.10.10.8 สามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์เครือข่ายแบบ Multivendor ได้
- 4.10.10.9 สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่าน cloud dashboard ได้ โดยเสนอลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์ (license) เพื่อให้ใช้งานได้เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี
- 4.10.10.10 สามารถทดสอบ LAN, VLAN, WLAN และ WAN connection ได้
- 4.10.10.11 สามารถแจ้งเตือนเหตุการณ์ผิดปกติผ่านทาง dashboard และ email ได้
- 4.10.10.12 อุปกรณ์จะต้องสามารถทดสอบการให้บริการต่างๆ ดังนี้ได้
 - a. Dynamic Packet Capture (PCAP)
 - b. Wired and Wireless Connectivity
 - c. DHCP
 - d. DNS
 - e. Authentication
 - f. Cloud Applications เช่น Dropbox, YouTube, Slack และ Netflix

- 4.10.10.13 สามารถทำ Third-party integrations ร่วมกับระบบแจ้งเตือน เช่น Slack หรือ ServiceNow ได้
- 4.10.10.14 สามารถทำ Web Application Testing แบบ end to end workflow ได้โดยจำลองการเข้าหน้า website เพื่อทดสอบ login-logout และ clicking button ได้
- 4.10.10.15 สามารถรองรับการใช้งานที่อุณหภูมิ 0 ถึง 40 องศาเซลเซียส
- 4.10.10.16 อุปกรณ์จะต้องได้รับรองมาตรฐานความปลอดภัย UL/IEC/EN 62368 และ CE Marked
- 4.10.10.17 อุปกรณ์จะต้องมีการรับประกัน 3 ปีจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์
- 4.10.10.18 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อเดียวกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณเครือข่ายไร้สาย ความเร็วสูงที่นำเสนอในโครงการ
- 4.10.10.19 อุปกรณ์ที่เสนอจะต้องเป็นของแท้ ของใหม่ ไม่เคยใช้งานมาก่อน ไม่เป็นของเก่าเก็บ เป็นรุ่นที่ยังอยู่ในสายการผลิต (Production Line) ในวันยื่นเอกสารเสนอราคา โดยมีหนังสือรับรองจากบริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือสาขาเจ้าของผลิตภัณฑ์ในประเทศไทย
- 4.10.11 เดินสายสัญญาณต่าง ๆ ด้วยการร้อยท่อ หรือราง หรือวัสดุอื่น ๆ ที่เหมาะสม
- 4.10.12 การติดตั้งต้องดำเนินการตามมาตรฐานความปลอดภัย และเป็นระเบียบตามมาตรฐานสากล วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงการต้องมีความทนทานต่อการใช้งาน โดยก่อนการดำเนินการติดตั้งต้องมีการนำเสนอแผนปฏิบัติงานพร้อมทั้งแนวทางในการดำเนินงาน รวมถึงระยะเวลาในการเข้าปฏิบัติงานในส่วนต่าง ๆ ทั้งนี้จะต้องมีการประสานงานกับเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ของโครงการก่อนเริ่มดำเนินงาน

5. คุณสมบัติและเงื่อนไขของผู้ประสงค์จะเสนอราคา

- 5.1 มีบุคลากรที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญทางด้านความปลอดภัยและการจัดการบริการข้อมูล ผู้เสนอราคาต้องผ่านการอบรม ISO/IEC 27001 Information Security Management Systems และต้องมีใบรับรองแนบมาพร้อมการเสนอราคา
- 5.2 มีวิศวกรที่ได้รับประกาศนียบัตร (Certified Professional) สำหรับระบบเครือข่าย อย่างน้อย 2 คน และมีผู้จัดการโครงการ (Project Manager) อย่างน้อย 1 คน
- 5.3 มีเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน ระดับหัวหน้างาน อย่างน้อย 1 คน
- 5.4 ผู้เสนอราคาต้องมีวิศวกรควบคุมงาน และให้คำแนะนำทางด้านเทคนิค ที่ได้รับหนังสือประกอบวิชาชีพ วิศวกรรมในส่วนไฟฟ้าสื่อสาร มาควบคุมควบคุมการติดตั้งให้ถูกต้องตามหลักวิชาการและมาตรฐาน โดย

จะต้องนำหลักฐาน สำเนาใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม ของสภาวิศวกรรม
ประเพณีภาคีวิศวกรเป็นอย่างน้อย พร้อมลายเซ็นรับรอง มาแสดงในวันยื่นซองข้อเสนอ

- 5.5 ผู้เสนอราคาต้องมีผลงานขายหรือจ้างติดตั้งระบบเครือข่ายไร้สาย หรือผลงานประเภทเดียวกันกับ
โครงการที่เสนอ กับหน่วยงานภาครัฐ หรือ รัฐวิสาหกิจ หรือภาคเอกชน เป็นสัญญาเดียว โดยมีมูลค่า
โครงการ ไม่น้อยกว่า 14,000,000 บาท (สิบสี่ล้านบาทถ้วน) มาประกอบการเสนอราคา

6. ผู้เสนอราคาต้องจัดทำตารางแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะของครุภัณฑ์ระหว่างคุณสมบัติ
เฉพาะที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนดกับคุณสมบัติเฉพาะของสินค้าที่เสนอราคาโดยแสดงว่าคุณสมบัติดังกล่าว
ตรงตามข้อกำหนดหรือดีกว่า ทั้งนี้ผู้เสนอราคาจะต้องทำเครื่องหมายหรือระบุส่วนข้อกำหนดแสดงลงใน
แคตตาล็อกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจน และยื่นเอกสารดังกล่าวมาในวันเสนอราคาด้วย

7. กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ 150 วัน

8. ระยะเวลาประกัน 1 ปี

9. สถานที่ส่งมอบครุภัณฑ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ลงชื่อ.....ผู้กำหนดรายละเอียด

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิโรจน์ พิจาณนชัย)

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ลงชื่อ.....ผู้กำหนดรายละเอียด

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิสิต ภูครองตา)

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ลงชื่อ.....ผู้กำหนดรายละเอียด

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญฤทธิ์ คุ่มเขต)

ตำแหน่ง หัวหน้างานเทคโนโลยีสารสนเทศ

ลงชื่อ.....หัวหน้าหน่วยงาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.สรพงษ์ ภาวสุปรีย์)

ตำแหน่ง คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

