รายละเอียดครุภัณฑ์การศึกษา

ประจำปีงบประมาณ 2569

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายการครุภัณฑ์ ชุดระบบห้องเรียนอัจฉริยะสำหรับห้องเรียนระบบอัตโนมัติภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จำนวน 1 ชุด
มีรายละเอียดขั้นต่ำ ดังนี้

1. คุณลักษณะทั่วไป

ชุดระบบห้องเรียนอัจฉริยะสำหรับห้องเรียนระบบอัตโนมัติภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

2. คุณลักษณะเฉพาะ

1. จอแสดงผลระบบสัมผัส ขนาด 86 นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง

มีคุณลักษณะพื้นฐานดังนี้

1.1. จอแสดงภาพชนิด DLED แบบ IPS หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 86 นิ้ว

1.2. ความละเอียดของจอภาพ ไม่น้อยกว่า UHD 3840 x 2160 พิกเซล ด้วยอัตราส่วนแบบ 16:9

1.3. ใช้เทคโนโลยีสัมผัสแบบ Infrared recognition โดยสามารถสัมผัสได้พร้อมกันไม่น้อยกว่า 40 จุดโดยเป็นกระจกนิรภัยมีมาตรฐานหน้าจอระดับ 9H, ความหนาไม่มากกว่า 3mm

1.4. มีค่าอัตราส่วนความคมชัดแบบ Contrast Ratio ไม่น้อยกว่า 3000 : 1

1.5. ความเร็วในการตอบสนองภาพ (Response Time) ไม่เกิน 8 มิลลิวินาที

1.6. มีความสว่างจอภาพไม่น้อยกว่า 450 cd/m^2

1.7. สามารถดูมุมมองภาพแนวนอนได้ 178 องศา, แนวตั้งได้ 178 องศา หรือดีกว่า

1.8. สามารถแสดงสีได้ 1.07 พันล้านสีเป็นอย่างน้อยและมีค่ามาตรฐานความแม่นยำของสีด้วยมาตรฐาน sRGB 98% และ Delta E ≤ 1 หรือดีกว่า

1.9. มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 60,000 ชั่วโมง

1.10. มีช่องต่อสัญญาณภาพและเสียง ดังนี้

1.10.1. ช่องต่อสัญญาณภาพขาเข้า ชนิด HDMI 1.4 ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง รองรับ 4K@60Hz, HDCP 1.4&2.2&2.3, CEC

1.10.2. ช่องต่อสัญญาณภาพขาออก ชนิด HDMI รองรับ 4K@60Hz

1.10.3. มีช่องต่อ USB 3.0 อย่างน้อย 4 ช่อง, USB 2.0 อย่างน้อย 1 ช่อง และ USB Type C อย่างน้อย 1 ช่อง

1.10.4. มีช่องสัญญานแบบ RS232 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

1.10.5. มีช่องสัญญานแบบ Display Port ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง รองรับ 4K@60Hz, HDCP 1.4&2.2&2.3

1.10.6. มีช่องสัญญานแบบ VGA ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

1.10.7. มีช่องสัญญานแบบ USB Type B ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

1.10.8. มีช่องเชื่อมต่อเพื่อเพิ่มพื้นที่เก็บข้อมูล 1TB หรือมากกว่า

1.11. มีช่องสัญญานแบบ USB Type C ไม่น้อยกว่า 1 ช่องโดยรองรับ วิดีโอ เสียง สัมผัส และการชาร์จไฟสูงสุด 65W และ 15W ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

1.12. มีลำโพงที่มีกำลังขับไม่น้อยกว่า 12 วัตต์ จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว และ 25 วัตต์ จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว

1.13. มีลำโพงขอบจอด้านบนเพื่อให้คุณภาพเสียงที่ครอบคลุมและไม่ถูกบดบังจากอุปกรณ์อื่น

1.14. จอภาพออกแบบตามมาตรฐาน IP5X-rated เพื่อป้องกันฝุ่นละออง

1.15. จอภาพได้รับมาตรฐานจาก TUV ป้องกันหน้าจอกระพริบจากแสงหลอดไฟและเทคโนโลยีลดแสงสีฟ้า, มี Ambient light sensor และ Ambient color temperature sensor

1.16. สามารถแชร์หน้าจอของ PC, Laptop, Tablet, Smartphone ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Windows, MacOS, Android, iOS ให้แสดงบนจอภาพพร้อมกันไม่น้อยกว่า 9 จอ ได้เป็นอย่างน้อย

1.17. มีฟังก์ชั่นอนุญาตให้อุปกรณ์ภายนอกควบคุมจอภาพผ่านระบบ Wireless จากโปรแกรมสะท้อนหน้าจอภายใต้ยี่ห้อเดียวกับจอภาพได้

1.18. ผู้ใช้งานสามารถเขียนเนื้อหาโดยตรงในเบราว์เซอร์โดยระบบสามารถจดจำตำแหน่งที่ผู้ใช้งานเขียนและสามารถใช้งานเบราว์เซอร์เลื่อนขึ้นหรือเลื่อนลง ซึ่งสามารถกลับมาใช้งานตำแหน่งเดิมที่ผู้เขียนในตำแหน่งนั้นๆได้

1.19. จอภาพมาพร้อมกับระบบปฏิบัติการ Android เวอร์ชั่น 14 โดยมีคุณสมบัติหน่วยความจำและหน่วยประมวลผลดังนี้

1.19.1. มีหน่วยประมวลผลชนิด 8 แกน โดยจำแนกเป็น A74x4+A53x4

1.19.2. มีหน่วยประมวลผลภาพชนิด Mali-G52 โดยรุ่นไม่น้อยกว่า Mc3

1.19.3. มีหน่วยประมวลผล NPU สำหรับ AI ไม่น้อยกว่า 6 แกน

1.19.4. มีหน่วยความจำชั่วคราว (Ram) ไม่น้อยกว่า 8GB

1.19.5. มีพื้นที่จับเก็บข้อมูลภายในไม่น้อยกว่า 128GB

1.20. จอภาพมาพร้อมกับ Google EDLA certification โดยมีคุณสมบัติดังนี้

1.20.1. มีฟังก์ชันการใช้งานเปรียบเสมือนแท็ปเลตในปัจจุบัน

1.20.2. รองรับการใช้งาน Google Mobile Services หรือ Google play store

1.20.3. รองรับบริการหลักของ Google เช่น Google Search, Google Drive, Chrome, YouTube

1.20.4. รองการการใช้งาน Google Editor เพื่อแก้ไขเอกสาร Word, Excel เป็นต้น

1.21. มีโปรแกรมติดตั้งมาพร้อมกับจอภาพเพื่อบริหารจอภาพอื่นๆภายใต้แบร์นเดียวกัน โดยมีคุณสมบัติดังนี้

1.21.1. สามารถเพิ่มจอแสดงผลทั้งหมดที่อยู่ภายใต้เครือข่ายเดียวกันลงในกลุ่มได้ รองรับโหมด Broadcast แบบคลิกครั้งเดียวเพื่อแชร์หน้าจอหลักไปยังหน้าจอทั้งหมดภายในกลุ่ม

1.21.2. สามารถแชร์หน้าจอย่อยไปยังหน้าจอทั้งหมดภายในกลุ่มได้ โดยสามารถเลือกอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเพื่อแชร์หน้าจอและสามารถดูตัวอย่างเนื้อหาที่แชร์ล่วงหน้าได้

1.21.3. สามารถส่งไฟล์จากจอภาพไปยังอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อได้

1.21.4. ย่อหน้าจอที่แชร์ให้เป็นหน้าต่างลอย สามารถใช้งานโปรแกรมอื่น ๆ ขณะทำการแชร์ภาพไร้สาย

1.21.5. มีฟังก์ชันควบคุม iPad ผ่านหน้าจอโดยใช้ร่วมกับอุปกรณ์ส่งสัญญาณภาพและเสียงแบบไร้สาย

1.21.6. รองรับการแชร์ไฟล์เสียง วิดีโอ รูปภาพ และไฟล์จากคอมพิวเตอร์

1.22. มีโปรแกรมกระดานไวท์บอร์ดติดตั้งมาพร้อมกับจอภาพ โดยมีคุณสมบัติดังนี้

1.22.1. เป็นกระดานไวท์บอร์ด และมีเครื่องมือสำหรับเขียน, วาดและลบได้

1.22.2. สามารถแชร์ข้อมูลของไวท์บอร์ดด้วยวิธี QR Code, E-Mail ได้เป็นอย่างน้อย

1.22.3. สามารถบันทึกหน้าจอแบบภาพเคลื่อนไหวได้เป็นอย่างน้อย

1.22.4. รองรับฟังก์ชันการเขียนแบบแยกหน้าจอและผู้ใช้สามารถเลือกแบ่งหน้าจอสูงสุดถึง 4 ส่วนเพื่อการเขียนพร้อมกันได้

1.22.5. รองรับการจดจำการเขียนใน 15 ภาษา: อังกฤษ, เกาหลี, เวียดนาม, อินโดนีเซีย, จีนดั้งเดิม, ไทย, ญี่ปุ่น, เกาหลี, ฮินดี, เวียดนาม, ฮิบรู, อาหรับ, พม่า, สเปน, โปรตุเกส

1.22.6. มีฟังก์ชันค้นหารูปภาพและวีดีโอโดยไม่ต้องเปิดโปรแกรมอื่นในการใช้งาน

1.23. สามารถใช้ปากกาเขียนจอภาพได้โดยไม่ต้องเปิดแอพพลิเคชั่นใดๆ

1.24. คุณลักษณะทั่วไปของโปรแกรมบริหารจัดการห้องเรียนอัจฉริยะ

1.24.1. รองรับการสร้างและบันทึกหลักสูตรที่สร้างโดย AI ของเจ้าของผลิตภัณฑ์ช่วยให้ผู้ใช้แก้ไขโครงร่างหลักสูตรได้ตามต้องการ โดยรองรับการบันทึก PDF, PPT, ซอฟต์แวร์หลักสูตรออนไลน์ และสร้างคำถามแบบเลือกตอบโดยอิงจากเนื้อหา สามารถปรับเปลี่ยนเนื้อหาที่สร้างขึ้นและบันทึกไว้ และเริ่มการทำแบบถาม-ตอบหลังจากเริ่มการสอนออนไลน์

1.24.2. สามารถอัพโหลดและแก้ไขไฟล์ Powerpoint แบบออนไลน์ รวมถึงเนื้อหา รูปร่าง แอนิเมชันและรักษาไฟล์ต้นฉบับไว้ให้ไม่เปลี่ยนแปลง

1.24.3. รองรับการเชื่อมต่อกับ Google Classroom และนำเข้าข้อมูลชั้นเรียนและรายชื่อนักเรียน หรือสร้างลิงค์ห้องเรียนเพื่อส่งเชิญนักเรียนให้เข้าร่วมชั้นเรียนได้

1.24.4. สามารถนำหลักสูตรเข้าสู่ไดรฟ์คลาวด์ส่วนบุคคลได้ โดยรองรับ PPT, PDF เป็นอย่างน้อย

1.24.5. เมื่อผู้สอนทำการเปิดสอน ระบบต้องสามารถส่งอีเมล์ไปยังผู้เรียนเพื่อแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าผู้สอนได้เริ่มการสอนแล้ว

1.24.6. ตัวโปรแกรมต้องสามารถทำการแยกแยะการเขียนโต้ตอบของผู้เรียนแต่ละคนที่เข้าร่วมคลาส เพื่อให้สะดวกต่อการแยกแยะกับผู้สอน และสามารถนำหน้าจอของผู้เรียนแต่ละคนขึ้นมาแสดงในหน้าจอการเรียนการสอนหลักได้

1.24.7. ตัวโปรแกรมต้องรองรับการตอบคำถามทั้งแบบคำตอบเดียว และ หลายคำตอบในกรณีที่ผู้สอนออกแบบคำถามในแบบเรียน ตัวโปรแกรมต้องสามารถแสดงคะแนนของผู้เรียนที่เข้ามาในคลาสเรียนได้

1.24.8. ตัวโปรแกรมต้องสามารถแสดงสถานะของผู้เรียนที่เข้ามาในคลาสเรียนได้ ว่าออนไลน์หรือออฟไลน์ได้

1.24.9. ตัวโปรแกรมต้องสามารถทำการตรวจสอบสื่อการเรียนการสอนย้อนหลังได้ เพื่ออำนวยความสะดวกกับผู้สอนในการตรวจสอบข้อมูลย้อนหลัง เพื่อปรับปรุงคอร์สเรียนดังกล่าว

1.24.10. ตัวโปรแกรมต้องสามารถให้นักเรียนสามารถโต้ตอบหรือเขียนในหน้าจอของนักเรียน ในขณะอยู่ในคลาสเรียนและ เรียกดูย้อนหลังจากจบคลาสต์เรียนได้

1.24.11. ห้องเรียนออนไลน์สามารถใช้งานกล้องและไมโครโฟนบนอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเข้ามา โดยที่อาจารย์มองเห็นและพูดคุยโต้ตอบกับนักเรียนได้

1.24.12. รองรับโปรแกรมช่วยสอนมากกว่า 100 แบบที่สามารถสาธิตในชั้นเรียนได้ รวมถึงฟิสิกส์ เคมี คณิตศาสตร์ ดาราศาสตร์ ชีววิทยา และวิชาอื่นๆ

1.24.13. รองรับอย่างน้อย 10 ภาษาอังกฤษ, ญี่ปุ่น, สเปน, อินโดนีเซีย, เวียดนาม, เกาหลี, ไทย, อาหรับ, รัสเซีย, จีน

1.25. มีโปรแกรมที่ใช้สำหรับตรวจสอบสถานะ และควบคุมการทำงานของจอภาพด้วยระบบ Remote Screen Control ควบคุมจอระยะไกลเสมือนอยู่หน้าจอแสดงผลภาพ ผ่านระบบเครือข่าย Cloud โดยมีคุณสมบัติดังนี้

1.25.1. สามารถกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงจอภาพของระบบบริหารจัดการจอภาพผ่านระบบเครือข่าย Cloud เช่น การดูหน้าจอแบบเรียลไทม์, การควบคุมจอภาพแบบเรียลไทม์ โดยกำหนดสิทธิ์จากจอภาพด้วยการใส่รหัส Admin เพื่อกำหนดสิทธิ์ดังกล่าว

1.25.2. สามารถกำหนดให้จอภาพ แสดงข้อความเป็นตัวอักษรวิ่ง, รูปภาพ, วิดีโอ, Live Channel และ URL เพื่อประชาสัมพันธ์โดยการจัดการผ่านระบบ Cloud ของเจ้าของผลิตภัณฑ์

1.25.3. สามารถสั่งเปลี่ยนภาพพื้นหลังของจอภาพและภาพระหว่างเปิดเครื่องได้

1.25.4. สามารถสั่งติดตั้งแอพพลิเคชั่นออนไลน์จากระบบบริหารจัดการตัวจอผ่านระบบเครือข่าย Cloud ได้

1.25.5. สามารถจำกัดการเข้าถึง URL ได้โดยกำหนดจากระบบบริหารจัดการจอภาพผ่านระบบเครือข่าย Cloud

1.25.6. สามารถสั่งอนุญาตหรือไม่อนุญาตให้ใช้แอพพลิเคชั่นบนจอภาพจากระบบบริหารจัดการจอภาพผ่านระบบเครือข่าย Cloud ได้

1.25.7. สามารถสั่งอัพเดท Firmware และแอพพลิเคชั่น จากระบบบริหารจัดการจอภาพผ่านระบบเครือข่าย Cloud ได้

1.25.8. สามารถตั้งเวลาเปิด, ปิด จอภาพจากระบบบริหารจัดการจอภาพผ่านระบบเครือข่าย Cloud ได้

1.25.9. สามารถสร้างกลุ่มของจอภาพเพื่อง่ายต่อการบริหารจัดการจอภาพจากจากระบบบริหารจัดการจอภาพผ่านระบบเครือข่าย Cloud ได้

1.25.10. สามารถสร้างโปรไฟล์การตั้งค่าของจอภาพแต่ละจอ เช่น ตั้งเวลาการเปิด ปิด การจัดการแอพพลิเคชั่น การล็อกเครื่อง กำหนดสิทธิ์ในการเชื่อมต่อไวไฟ และสามารถคัดลอกโปรไฟล์ที่ต้องการเพื่อใช้กับจอภาพอื่นๆได้

1.26. สามารถสร้างบัญชีผู้ใช้ให้กับผู้ใช้งานแต่ละคนสำหรับใช้งานร่วมกับจอภาพโดยมีคุณสมบัติดังนี้

1.26.1. ผู้ดูแลระบบสามารถสร้างบัญชีผู้ใช้งานได้ไม่จำกัด

1.26.2. ผู้ดูแลระบบสามารถสั่งล็อกเครื่องไม่อนุญาตให้ใช้งานได้ถ้าไม่มีการเข้าสู่ระบบผ่านบัญชีผู้ใช้งานได้

1.26.3. ผู้ใช้งานสามารถจัดการบัญชีของตัวเองได้ เช่น เปลี่ยนรูปภาพโปรไฟล์ ตั้งรหัสการใช้งาน ดูบันทึกการใช้งานของบัญชี ผูกบัญชีผู้ใช้งานร่วมกับ ผู้ให้บริการ Cloud Storage ได้

1.26.4. ผู้ใช้งานสามารถตั้งค่าความเป็นส่วนตัว เช่น อนุญาตหรือไม่อนุญาตให้ระบบส่งอีเมลอัพเดทข่าวสารเข้าอีเมลได้

1.27. คอมพิวเตอร์ติดตั้งในตัวจอ ผ่านช่อง OPS ที่มีคุณลักษณะดังนี้

1.27.1. มีหน่วยประมวล Core i5 Gen 12th จำนวนไม่น้อย 12 แกน 16 Threads หรือดีกว่า

1.27.2. มีหน่วยความจำ RAM ไม่น้อยกว่า 8GB DDR4

1.27.3. มีหน่วยความจำ ROM ไม่น้อยกว่า 256GB

1.27.4. ติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows 10 รุ่น IOT (64bit) หรือดีกว่า

1.28. ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายจากเจ้าของผลิตภัณฑ์และ ผลิตภัณฑ์ที่เสนอต้องมีบริษัทสาขาที่จดทะเบียนอย่างถูกต้องในประเทศไทยโดยมีเอกสารรับรอง เพื่อป้องกันการละเมิดลิขสิทธิ์ และรับการสนับสนุนการให้บริการหลังการขาย

2. โทรทัศน์แบบ Smart TV ขนาด 85 นิ้ว จำนวน 2 เครื่อง

มีคุณลักษณะพื้นฐานดังนี้

2.1. มีขนาดของจอภาพไม่น้อยกว่า 85 นิ้ว

2.2. หน่วยประมวลผลภาพแบบ Crystal Processor 4K หรือดีกว่า

2.3. มีอัตราการรีเฟรช (Refresh Rate) ไม่น้อยกว่า 50Hz

2.4. มีความละเอียดของจอภาพ 3,840 x 2,160 จุด หรือดีกว่า

2.5. มีระบบการประมวลภาพ ระดับ 4K หรือดีกว่า

2.6. รองรับการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่าน Wi-Fi 5 (802.11ac)

2.7. รองรับการเชื่อมต่อ Bluetooth เวอร์ชั่น 5.3

2.8. รองรับการแสดงผลภาพด้วยเทคโนโลยี HDR10+ หรือดีกว่า

2.9. รองรับเทคโนโลยีเสียง Q-Symphony หรือดีกว่า

2.10. สามารถรองรับการเชื่อมต่อแบบ HDMI ได้ 2 ช่อง หรือมากกว่า

2.11. สามารถรองรับการเชื่อมต่อ USB ได้ 1 ช่อง หรือมากกว่า

2.12. มีระบบเซ็นเซอร์ที่ปรับความสว่างของทีวีโดยอัตโนมัติ

2.13. มีเทคโนโลยี High Dynamic Range (HDR) หรือดีกว่า

2.14. มีระบบควบคุมการทำงานด้วยรีโมทไร้สาย

3. กล้องติดตามตัวผู้สอนอัตโนมัติ จำนวน 1 เครื่อง

มีคุณลักษณะพื้นฐานดังนี้

3.1. ตัวกล้องใช้เซ็นเซอร์รับภาพชนิด CMOS ขนาดไม่น้อยกว่า 1/2.8" หรือดีกว่า

3.2. ตัวกล้องมีความละเอียดไม่น้อยกว่า 2ล้านพิเซล

3.3. ตัวกล้องรองรับความละเอียดภาพไม่น้อยกว่า 1080p ที่ 60 เฟรมต่อวินาที

3.4. มีความไวในการรับแสงต่ำสุดไม่เกิน 0.5 lux (IRE50, F1.6, 30FPS) หรือดีกว่า

3.5. ตัวกล้องมีค่าอัตราส่วนระหว่างสัญญาณกับสัญญาณรบกวน (S/N ratio) ไม่น้อยกว่า 50dB

3.6. ตัวกล้องมีความเร็วชัตเตอร์ที่ 1/4 - 1/10,000 วินาที ที่ 60Hz หรือ 1/3 - 1/10,000 วินาที ที่ 50Hz หรือดีกว่า

3.7. ตัวกล้องสามารถควบคุมการเปิดรับแสง (Exposure) ได้แบบ Auto และ Manual ได้เป็นอย่างน้อย

3.8. ตัวกล้องรองรับการย้อนแสง WDR ได้เป็นอย่างน้อย

3.9. ตัวกล้องรองรับการทำงาน White Balance ได้แบบ Auto และ Manual ได้

3.10. ตัวกล้องสามารถซูมภาพได้ไม่น้อยกว่า 12 เท่า แบบออฟติคอล และ ซูมภาพได้ 2เท่า แบบดิจิตอล

3.11. ตัวกล้องมีมุมมองภาพ DFOV ที่ 84° (Wide) ~ 7° (Tele), Horizontal ที่ 76° (Wide) ~ 6° (Tele) และ

3.12. VFOV ที่ 47° (Wide) ~ 3° (Tele) หรือดีกว่า

3.13. กล้องมีความยาวโฟกัสของเลนส์ (focal length) ที่ 3.9mm ~ 46.8mm เป็นอย่างน้อย

3.14. ตัวกล้องมีรูรับแสง (Aperture Iris) ที่ F1.6 (Wide) ~ 2.8 (Tele)

3.15. ตัวกล้องสามารถทำงานได้ที่ระยะต่ำสุดที่ 0.3เมตร (Wide) และ 1.5เมตร (Tele) หรือดีกว่า

3.16. สามารถปรับกล้องหมุนซ้ายขวา (Pan) ได้ +/-170° และปรับขึ้นลงได้ +/-90° เป็นอย่างน้อย

3.17. ตัวกล้องมีความเร็วในการหมุนซ้ายขวา (Pan) 1° ~ 90°/Sec และความเร็วขึ้นลง (Tilt) 7.85° ~ 45°/Sec หรือดีกว่า

3.18. ตัวกล้องมีความเร็วในการไปยังตำแหน่ง Preset โดยการ Pan ได้ 120° และ Tilt ได้ 110.84° ต่อวินาที หรือดีกว่า

3.19. สามารถตั้งตำแหน่งกล้องล่วงหน้า (Preset) ได้ไม่น้อยกว่า 10จุด

3.20. ตัวกล้องรองรับการการควบคุมผ่านโปรโตคอล VISCA (IP), CGI (IP) และ USB ได้เป็นอย่างน้อย

3.21. ตัวกล้องสามารถตั้งค่าการลดสัญญาณรบกวนแบบ 2D/3D, Mirror และสามารถกลับภาพกล้อง (Flip) เมื่อติดตั้งกล้องกับเพดานได้

3.22. ตัวกล้องสามารถปรับความถี่กาลังไฟฟ้าที่ 50 Hz และ 60 Hz ได้เป็นอย่างน้อย

3.23. ตัวกล้องมีโหมดการติดตาม (Tracking) ในตัวกล้อง โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์เสริมอื่น

3.24. ตัวกล้องรองรับควมาละเอียดเสียงและการเข้ารหัสเสียงชนิด AAC (48 /32 /16 /8 KHz) และ PCM (48KHz) ได้เป็นอย่างน้อย

3.25. ตัวกล้องรองรับการเชื่อมต่อสัญญาณภาพออกชนิด IP และ USB

3.26. ตัวกล้องมีพอร์ท Audio input อย่างน้อย 1พอร์ท

3.27. ตัวกล้องรองรับการจ่ายไฟแบบ PoE+ ได้เป็นอย่างน้อย

3.28. ตัวกล้องรองรับการส่งภาพผ่านไอพีได้ที่ความละเอียดไม่น้อยกว่า 1080p ที่ 60fps

3.29. ตัวกล้องรองรับการบีบอัดภาพชนิด H.264 และ MJPEG ในการส่งภาพผ่านไอพีได้เป็นอย่างน้อย

3.30. ตัวกล้องมีพอร์ทแลนชนิด 10/100 อย่างน้อย 1พอร์ท

3.31. ตัวกล้องรองรับโปรโตคอลผ่านเครือข่ายแบบ IPv6, IPv4, TCP, UDP, ARP, ICMP, IGMP, HTTP, DHCP, RTP/RTCP, RTSP, RTMP และ VISCA over IP ได้เป็นอย่างน้อย

3.32. ตัวกล้องรองรับการใช้งานผ่าน USB 3.1 Type-B ในการเชื่อมต่อ

3.33. ตัวกล้องรองรับการบีบอัดภาพชนิด MJPEG และ YUY2 ในการส่งภาพผ่านยูเอสบีได้เป็นอย่างน้อย

3.34. ตัวกล้องรองรับการเชื่อมต่อผ่านยูเอสบีวิดีโอคลาส UVC1.1 และ UAC1.0 หรือดีกว่า

3.35. ตัวกล้องรองรับการเข้าใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้ (Web UI)

3.36. ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือรับรองตัวแทนจำหน่ายซึ่งออกโดยบริษัทผู้ผลิตหรือบริษัทที่เป็นตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการจากบริษัทผู้ผลิตมาไม่น้อยกว่า 4 ปี นับถึงวันเสนอราคา เพื่อเป็นประโยชน์ต่อบริการหลังการขาย

4. ชุดระบบเสียงภายในห้อง จำนวน 1 ชุด

4.1. **ไมโครโฟนแบบมือถือชนิดไร้สาย จำนวน 3 ชุด**

4.1.1. **เครื่องรับสัญญาณไมโครโฟนไร้สาย จำนวน 1 เครื่อง**

มีคุณลักษณะพื้นฐานดังนี้

4.1.1.1. สามารถเลือกความถี่การใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 16 ช่องสัญญาณ

4.1.1.2. ระบบการรับสัญญาณแบบ Double Super-Heterodyne

4.1.1.3. มีระดับสัญญาณ OUTPUT เลือกได้ 2 แบบ

4.1.1.4. MIC -60 เดซิเบล ความต้านทาน 600 โอห์มโดยใช้ Socket XLR

4.1.1.5. LINE -20 เดซิเบลความต้านทาน 600 โอห์มโดยใช้ Socket ชนิด Phone jack

4.1.1.6. ระดับสัญญาณขาเข้า -20 เดซิเบลความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม

4.1.1.7. ความไวในการรับสัญญาณดีกว่า 90 เดซิเบล

4.1.1.8. ความไว Squelch 16 - 40 dBμv variable

4.1.1.9. อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนไม่น้อยกว่า 104 เดซิเบล

4.1.1.10. ความเพี้ยนฮาร์โมนิคน้อยกว่า 1 %

4.1.1.11. ตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 100 – 15 kHz + 3 dB

4.1.1.12. มีปุ่มปรับระดับสัญญาณ

4.1.1.13. ทำงานภายใต้อุณหภูมิได้ตั้งแต่ -10 องศา ถึง +50 องศา

4.1.1.14. มี Led แสดงการรับสัญญาณของเสาอากาศทั้ง 2 ต้น (Diversity)

4.1.2. **ไมโครโฟนไร้สายชนิดมือถือ จำนวน 1 เครื่อง**

มีคุณลักษณะพื้นฐานดังนี้

4.1.2.1. ใช้ในย่านความถี่ 576 – 937.5 MHz UHF

4.1.2.2. สามารถเลือกความถี่ในตัวได้ไม่น้อยกว่า 64 ช่องสัญญาณ

4.1.2.3. กำลังส่งน้อยกว่า 50 มิลลิวัตต์

4.1.2.4. TONE FREQUENCY เท่ากับ 32.768 KHz

4.1.2.5. ความถี่ตอบสนองไม่น้อยกว่า 100 Hz – 15,000 Hz

4.1.2.6. มีไฟแสดงสถานการณ์ทำงานและมีไฟแสดงแบตเตอรี่เมื่อแบตเตอรี่อ่อน

4.1.2.7. หัวไมโครโฟนแบบ Electret Condenser Microphone ชนิด Unidirectional

4.1.2.8. ใช้ระบบการผสมสัญญาณแบบ PLL SYNTHESIZER

4.1.2.9. มีค่าสัญญาณอินพุทสูงสุดไม่น้อยกว่า 126 dB SPL

4.1.2.10. ใช้แบตเตอร์รี่ขนาด 1.5 โวลท์ระยะการใช้งานไม่น้อยกว่า 10 ชั่วโมง(ALKALINE)

4.1.2.11. ทำงานภายใต้อุณหภูมิได้ตั้งแต่ -10 องศา ถึง +50 องศา

4.1.2.12. มีจุดต่อช่องสำหรับเสียบกับอุปกรณ์ชาร์จไฟได้

4.1.2.13. มีเสาอากาศอยู่ภายในตัวเครื่อง

4.1.2.14. หนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทผู้ผลิตหรือผู้แทนนำเข้าอย่างเป็นทางการประจำประเทศไทย

4.2. **ลำโพงแบบ 2 ทาง จำนวน 6 ใบ**

มีคุณลักษณะพื้นฐานดังนี้

4.2.1. เป็นลำโพงชนิด 2 ทาง Bass reflex ตัวกล่องลำโพงทำจากเรซิน

4.2.2. ลำโพงทนกำลังเสียงได้ไม่น้อยกว่า 30 วัตต์

4.2.3. สามารถต่อลำโพงได้ 3 รูปแบบ 100V,70V และ 8 โอห์ม

4.2.4. ความดังของลำโพงที่ 1 วัตต์ / 1 เมตร ไม่น้อยกว่า 90 dB

4.2.5. ความถี่ตอบสนองไม่น้อยกว่า 80Hz ถึง 20,000Hz

4.2.6. ขนาดของลำโพงเสียงแหลมชนิด Dome

4.2.7. ขนาดของลำโพงเสียงทุ้มไม่น้อยกว่า 12 เซนติเมตรชนิด Cone type

4.2.8. มีขาแขวนรูปตัว U เป็นอุปกรณ์มาตรฐานแถมมาด้วย

4.2.9. สามารถติดตั้งได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน

4.2.10. หนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทผู้ผลิตหรือผู้แทนนำเข้าอย่างเป็นทางการประจำประเทศไทย

4.3. **เครื่องขยายเสียง จำนวน 1 เครื่อง**

มีคุณลักษณะพื้นฐานดังนี้

4.3.1. เป็นเครื่องขยายเสียงและผสมสัญญาณเสียงกำลังขยายไม่น้อยกว่า 240 วัตต์

4.3.2. สามารถต่อไมโครโฟนได้ไม่น้อยกว่า 3 ช่องและมีช่อง AUX ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

4.3.3. มีวอลลุ่มปรับระดับเสียงอิสระแต่ละช่อง

4.3.4. สามารถปรับเสียงทุ้ม +10 dB ที่ 100Hz และเสียงแหลมที่ +10 kHz

4.3.5. ตอบสนองความถี่ไม่น้อยกว่า 50-20,000 Hz (+ 3dB)

4.3.6. สามารถต่อบันทึกเทปได้ Record : 0dB,600 ohms,Unbalanced

4.3.7. ช่องต่อกับลำโพงใช้ได้ทั้งแบบ High Impedance 100V,70V และแบบ Low Impedance 4 ohms

4.3.8. อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน Over 60 dB

4.3.9. มีค่าความเพี้ยน (Distortion) Under 1% ที่ 1 kHz

4.3.10. มีระบบตัดสัญญาณเสียงที่ช่อง Mic 1 ซึ่งจะตัดสัญญาณ Input ตัวอื่นเมื่อระบบทำงาน

4.3.11. ช่อง Mic 1 สามารถเลือกใช้ Phantom Power สำหรับใช้กับไมโครโฟนชนิด Condenser ได้

4.3.12. มีไฟแสดงสถานะการทำงานอยู่ที่หน้าเครื่อง

4.3.13. สามารถใช้ได้ทั้งระบบไฟ AC และ DC

4.3.14. หนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทผู้ผลิตหรือผู้แทนนำเข้าอย่างเป็นทางการประจำประเทศไทย

5. ชุดระบบควบคุมการแสดงภาพผ่านเครือข่าย จำนวน 1 ชุด

5.1. **อุปกรณ์ควบคุมการแสดงผลของภาพ จำนวน 1 เครื่อง**

มีคุณลักษณะพื้นฐานดังนี้

5.1.1. รองรับการควบคุมการสลับสัญญาณภาพ-เสียง ของอุปกรณ์ตัวส่ง และ ตัวรับ ในระบบผ่าน Web GUI, TCP และ RS232

5.1.2. มีช่อง RJ-45 จำนวน 2 ช่อง โดยช่องที่ 1 รองรับ PoE และทำหน้าที่รับสัญญาณภาพตัวอย่าง มาแสดงบน Web GUI และ ช่องที่ 2 สำหรับการควบคุม

5.1.3. รองรับการแสดงภาพตัวอย่างของแหล่งสัญญาณภาพของตัวส่ง และ ตัวรับ ในระบบ

5.1.4. รองรับการคลิกลากและวาง เพื่อสลับสัญญาณภาพ

5.1.5. มีช่อง RS232 แบบ terminal อย่างน้อย 1 ช่อง สำหรับควบคุมจากอุปกรณ์ภายนอก

5.1.6. มีช่อง GPIO จำนวน 4 ช่อง โดยสามารถเลือกเป็น 5V หรือ 12V ก็ได้

5.1.7. รองรับการเชื่อมต่อเข้ากับระบบเครือข่ายคอมฯ ได้ไกลสูงสุด 100 เมตร ผ่านสาย CAT5E/6/6A/7

5.1.8. ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่ตั้งตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าในประเทศไทยที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการจากผู้ผลิต เพื่อประโยชน์ในบริการหลังการขาย

5.2. **อุปกรณ์ส่งภาพผ่านเครือข่าย จำนวน 4 เครื่อง**

มีคุณลักษณะพื้นฐานดังนี้

5.2.1. มีช่องสัญญาณภาพขาเข้าแบบ HDMI อย่างน้อย 1 ช่อง

5.2.2. มีช่อง RJ-45 ที่รองรับ PoE อย่างน้อย 1 ช่อง

5.2.3. มีช่อง Audio in/out แบบ terminal อย่างน้อย 1 ช่อง

5.2.4. มีช่อง RS232 แบบ terminal อย่างน้อย 1 ช่อง

5.2.5. มี LED สำหรับแสดงค่า IP หรือ ID ของตัวอุปกรณ์

5.2.6. รองรับ HDMI 1.4 และ HDCP 1.4 compliant

5.2.7. รองรับความละเอียดสูงสุด 1920x1200@60Hz 4:4:4

5.2.8. รองรับ Video bandwidth 4.95Gbps

5.2.9. รองรับการขยายสัญญาณได้ไกลสูงสุด 100 เมตร ผ่านสาย CAT5E/6/6A/7

5.2.10. รองรับการกระจายสัญญาณ, multicast mode, การแสดงภาพแบบ matrix และ video wall (สูงสุด 9x9 จอ) บนเครือข่าย 1Gbps Network Switch

5.2.11. รองรับรูปแบบเสียง LPCM 2.0CH (32/44.1/48KHz)

5.2.12. รองรับ Main Stream และ Sub Stream encoding modes

5.2.13. Stream parameters สามารถตั้งค่าผ่านคำสั่ง API ได้

5.2.14. รองรับการตั้งค่า EDID

5.2.15. รองรับการควบคุมผ่าน ปุ่มกดหน้าเครื่อง, RS-232, TCP/IP, Web GUI ผ่าน controller box

5.2.16. รองรับ POE function (802.3af Class 3, PD mode)

5.2.17. ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่ตั้งตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าในประเทศไทยที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการจากผู้ผลิต เพื่อประโยชน์ในบริการหลังการขาย

5.3. **อุปกรณ์รับภาพผ่านเครือข่าย จำนวน 3 ชุด**

มีคุณลักษณะพื้นฐานดังนี้

5.3.1. มีช่องสัญญาณภาพขาออกแบบ HDMI อย่างน้อย 1 ช่อง

5.3.2. มีช่อง RJ-45 ที่รองรับ PoE อย่างน้อย 1 ช่อง

5.3.3. มีช่อง Audio out แบบ terminal อย่างน้อย 1 ช่อง

5.3.4. มีช่อง RS232 แบบ terminal อย่างน้อย 1 ช่อง

5.3.5. มี LED สำหรับแสดงค่า IP หรือ ID ของตัวอุปกรณ์

5.3.6. รองรับ HDMI 1.4 และ HDCP 1.4 compliant

5.3.7. รองรับความละเอียดสูงสุด 1920x1200@60Hz 4:4:4

5.3.8. รองรับ Video bandwidth 4.95Gbps

5.3.9. รองรับการขยายสัญญาณได้ไกลสูงสุด 100 เมตร ผ่านสาย CAT5E/6/6A/7

5.3.10. รองรับการเชื่อมต่อแบบ จุดต่อจุด

5.3.11. รองรับการกระจายสัญญาณ, multicast mode, การแสดงภาพแบบ matrix และ video wall (สูงสุด 9x9 จอ) บนเครือข่าย 1Gbps Network Switch

5.3.12. รองรับรูปแบบเสียง LPCM 2.0CH (32/44.1/48KHz)

5.3.13. รองรับการแยกเสียงออกจาก HDMI

5.3.14. Stream parameters สามารถตั้งค่าผ่านคำสั่ง API ได้

5.3.15. รองรับการดาวน์โหลด EDID ลงเครื่องพีซี

5.3.16. รองรับการควบคุมผ่าน ปุ่มกดหน้าเครื่อง, RS-232, TCP/IP, Web GUI ผ่าน controller box

5.3.17. รองรับ POE function (802.3af Class 3, PD mode)

5.3.18. ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่ตั้งตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าในประเทศไทยที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการจากผู้ผลิต เพื่อประโยชน์ในบริการหลังการขาย

5.4. **อุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าภายในห้องแบบปุ่มกด จำนวน 1 ชุด**

มีคุณลักษณะพื้นฐานดังนี้

5.4.1. มี RS232 ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

5.4.2. มี Relay ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

5.4.3. มี Digital Input ไม่น้อยกว่า ช่อง

5.4.4. มี Ethernet port ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

5.4.5. ออกแบบมาให้อยู่ในรูปแบบของ Wall mount ชนิด EU

5.4.6. จัดรูปแบบการวางปุ่มได้ถึง 125 รูปแบบ ตั้งแต่ 6 ปุ่ม ถึง 12 ปุ่ม

5.4.7. รองรับ native KNX IP สำหรับระบบการจัดการภายในอาคาร

5.4.8. รองรับโปรโตคอล Telnet, TCP, UDP, HTTP, HTTPS, ONVIF และ PJLink

5.4.9. รองรับการสำรองไฟล์โปรเจก

5.4.10. ตั้งค่าระบบได้ง่ายผ่าน Web GUI

5.4.11. รองรับการสื่อสารผ่าน SSH สำหรับใช้มอนิเตอร์การรับส่งข้อมูล

5.4.12. มี LED แสดงสถานะการเชื่อมต่อ และ ฮาร์ดแวร์

5.4.13. ไฟ LED 2 สีแสดงชัดเจนในที่มืด

5.4.14. รองรับการจ่ายไฟเลี้ยงจาก 2 แหล่งได้ ทั้งผ่าน Ethernet port และ DC 5V

5.4.15. ตั้งค่าใช้งานได้ง่ายผ่านซอฟต์แวร์ GUI

5.4.16. รองรับการควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เชื่อมต่อกับ Control pad ผ่านพีซี หรือ mobile device ทั้ง iOS และ Android ได้ โดยการซื้อ License เพิ่มเติม

5.4.17. มี Database Generator สำหรับเพิ่มคำสั่งควบคุมต่าง ๆ ของอุปกรณ์ที่นำมาเชื่อมต่อได้

5.4.18. สื่อสารได้สองทาง ช่วยให้สามารถตรวจสอบเหตุการณ์ที่ผู้ใช้กำหนด เพื่อเรียกใช้การกระทำต่อไปโดยอัตโนมัติได้

5.4.19. ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่ตั้งตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าในประเทศไทยที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการจากผู้ผลิต เพื่อประโยชน์ในบริการหลังการขาย

6. อุปกรณ์ควบคุมและแจกจ่ายกระแสไฟฟ้าให้อุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด

มีคุณลักษณะพื้นฐานดังนี้

6.1. อุปกรณ์ ควบคุม สั่งเปิด-ปิด รีสตาร์ท เครื่องเซิร์ฟเวอร์ได้ผ่าน LAN, Internet รองรับ 8 Outlet

6.2. มี Inlet แบบ IEC C13 จำนวน 7 ช่อง

6.3. มี Outlet แบบ IEC C19 จำนวน 1 ช่อง

6.4. มีช่องต่อ 10/100 Ethernet Port จำนวน 1 ช่อง แบบ RJ45

6.5. มีช่องต่อเซ็นเซอร์จำนวน 2 ช่อง เพื่อต่ออุปกรณ์เสริมในการวัดอุณหภูมิ / ความชื้น

6.6. มี LED แสดงค่า Current / IP Address ของ PDU หน้าเครื่อง

6.7. แยกไฟสำหรับไฟของเครื่องและปลั๊กไฟของเครื่อง ช่วยให้ผู้ใช้ยังคงสามารถเข้าถึงอินทอร์เฟซได้ แม้ว่าสภาวะโอเวอร์โหลดจะตัดการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ของอุปกรณ์อยู่ก็ตาม

6.8. รองรับโปรโตคอล TCP/IP, UDP, HTTP, HTTPS/SSL, SMTP, DHCP, NTP, DNS, Telnet

6.9. มาพร้อม Eco DC Software

6.10. เข้าใช้งาน PDU ได้ผ่าน Web Browser

6.11. รองรับ SNMP Manager V3

6.12. ตั้งหน่วงเวลา (delay time) ในการเปิดเครื่องเซิร์ฟเวอร์แต่ละ Outlet เรียงลำดับกันไปได้

6.13. มีวงจร RTC (Real Time Clock) ในตัว ช่วยให้วันเวลายังคงเดิน แม้ไม่มีไฟเลี้ยง

6.14. รองรับบัญชีผู้ใช้ได้สูงสุด 8 User และ 1 Administratorเป็นอย่างน้อย

6.15. วัดค่าสถานะกำลังไฟฟ้าได้ที่ระดับ PDU

6.16. แสดงค่า Current, Voltage และ kWH ตามเวลาจริงระดับ PDU ได้จาก Web Browser

6.17. ตั้งค่าเกณฑ์การแจ้งเตือน ค่า Current และ Voltage ต่ำสุด-สูงสุด ได้

6.18. กำหนดสิทธิ์การเข้าถึงและใช้งานแต่ละ outlet ของ PDUในแต่ละผู้ใช้ให้แตกต่างกันได้

6.19. รองรับการเก็บบันทึกเหตุการณ์ และ Syslog

6.20. มีฟังก์ชั่น Proactive Overload Protection ช่วยตัดไฟเฉพาะ Outlet ที่เป็นสาเหตุให้ไฟเกิน ไม่ตัดทั้งหมดได้

6.21. รองรับ Safe Shutdown สำหรับ Windows OS

6.22. มีรหัสผ่าน 2 ระดับบัญชีผู้ใช้ (User/Admin)

6.23. เข้ารหัสมาตรฐานสากลด้วย 128 bit SSL

6.24. รองรับการตรวจสอบสิทธิ์ผู้ใช้ได้ผ่าน RADIUS Server

6.25. ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่ตั้งตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าในประเทศไทยที่ได้รับการแต่งตั้งอย่างเป็นทางการจากผู้ผลิต เพื่อประโยชน์ในบริการหลังการขาย

7. อุปกรณ์กระจายสัญญาณ (L2 Switch) ขนาด 24 ช่อง จำนวน 1 ชุด

มีคุณลักษณะพื้นฐานดังนี้

7.1. มีลักษณะการทำงานไม่น้อยกว่า Layer 2 ของ OSI Model

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

7.3. มีสัญญาณไฟแสดงสถานะของการทำงานช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายทุกช่อง

7.4. รองรับ Mac Address ได้ไม่น้อยกว่า 8,000 Mac Address

7.5. สามารบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทางโปรแกรม Web Browser ได้

8. ตู้แร็คแบบตั้งพื้น จำนวน 1 ตู้

มีคุณลักษณะพื้นฐานดังนี้

8.1. ตู้ขนาดไม่น้อยกว่า 12U

8.2. ผลิตจากเหล็ก

8.3. มีล้อสำหรับเคลื่อนย้าย

8.4. มีที่ล็อคกุญแจ

3. รายละเอียดอื่นๆ

3.1 มีแค๊ตตาล็อก

3.2 มีการรับประกันอย่างน้อย 1 ปี

(ดร.พลชัย โชติปรายนกุล)

ผู้ออกรายละเอียด

(ผศ.ดร.พชรพล ตัณฑวิรุฬห์)

ผู้ออกรายละเอียด

(ดร.คณัชญ์ อนุรักษ์ภราดร)

ผู้ออกรายละเอียด