



คุณสมบัติของอุปกรณ์ (Terms of Reference : TOR)

ชุดนวัตวิถีการเรียนการสอนเสมือนจริงพร้อมติดตั้ง

ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม

จำนวน 1 ระบบ

1. หลักการและเหตุผล

เนื่องด้วยสถานการณ์ปัจจุบัน ต้องประสบปัญหาการเรียนการสอนเนื่องด้วยสถานการณ์โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19) และยังไม่มีการที่จะจบลงในระยะสั้น การเรียนการสอนจึงต้องปรับตัวเพื่อลดการติดเชื้อ

โดยการเรียนการสอน การวิจัย และการบริการวิชาการ เพื่อเสริมสร้างให้เกิดนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาประเทศมุ่งสู่งานทางด้านเทคโนโลยี 0.4 ด้าน ดิจิทัลอัจฉริยะ และปัญญาประดิษฐ์ Data Science, Internet of Things, Big Data, Cybersecurity, Software Engineering เพื่อสนับสนุนการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง โดยจะมีการดำเนินการโดยใช้เทคโนโลยีล่าสุดคือเทคโนโลยีสังคมเสมือนจริง เมตาเวิร์ส (Metaverse) เพื่อทำให้สภาพแวดล้อมของโลกเสมือนจริงของผู้คนผ่านทางอินเทอร์เน็ต เป็นพื้นที่ดิจิทัลที่ถูกสร้างขึ้นให้เหมือนจริง เหมือนเราอยู่อีกโลกหนึ่ง ใช้ชีวิตคล้ายกับอยู่บนโลกความเป็นจริง โดยการใช้ความเป็นจริงเสมือน Virtual Reality (VR) หรือเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกแห่งความจริง Augmented Reality (AR) รวมถึง Mixed Reality (MR) หรือ Extended Reality (XR) ได้

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อรองรับการเรียนการสอนเสมือนจริงของคณะฯ ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบัน
- 2.2 เพื่อรองรับการประชุมออนไลน์ผ่าน ระบบ Video Conference โดยใช้ เมตาเวิร์ส (Metaverse)
- 2.3 เพื่อรองรับการสอนโดยใช้เทคโนโลยี Virtual Reality หรือ VR
- 2.4 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบการเรียนการสอนของคณะฯ

3. คุณสมบัติทั่วไป

- 3.1 พัสดุ หรืออุปกรณ์ เป็นของใหม่ ไม่เคยใช้งานมาก่อน
- 3.2 ระบบฯหรือพัสดุ หรืออุปกรณ์ ที่ต้องมีโปรแกรม (software , applications) ในการควบคุมการทำงาน หากมีค่าใช้จ่ายของโปรแกรม (ลิขสิทธิ์) ผู้ชนะการประมูล ต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายของโปรแกรม (ลิขสิทธิ์) หรืออื่น ๆ ทั้งหมด ที่จำเป็นต้องใช้เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้โดยสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์



4. ข้อกำหนดทั่วไปในการติดตั้งใช้งาน

- 4.1. ผู้ชนะการประมูล ต้องสำรวจพื้นที่และออกแบบการติดตั้ง พร้อมจัดทำแผนงานการดำเนินการและส่งข้อมูลทั้งหมดให้ทางมหาวิทยาลัยพิจารณาก่อนเข้าดำเนินการ
- 4.2. การติดตั้งอุปกรณ์และระบบฯ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานวิศวกรรมการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2564 ของ วสท. หรือเทียบเท่า
- 4.3. หลังจากติดตั้งแล้วเสร็จ ผู้ชนะการประมูล ต้องดำเนินการทำความสะอาดพื้นที่ และเก็บขยะ หรือเศษวัสดุ ไปทิ้งตามความเหมาะสมกับขยะหรือวัสดุนั้นๆ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

5. คุณสมบัติทางเทคนิค

- 5.1 จออัจฉริยะแบบสัมผัส (Interactive Display) หน้าจอขนาดไม่น้อยกว่า 85 นิ้ว จำนวน 3 ชุด มีคุณสมบัติอย่างน้อย ดังนี้
 - 5.1.1 เป็นจอแสดงผลภาพระบบสัมผัสชนิด LED มีพื้นที่การแสดงผลขนาดไม่น้อยกว่า 85 นิ้ว
 - 5.1.2 มีความละเอียด (Resolution) ไม่น้อยกว่า 3840 x 2160 พิกเซล (4K)
 - 5.1.3 หลอดภาพเป็นชนิด LED Backlight หรือดีกว่า
 - 5.1.4 ความสว่างของจอภาพ (Brightness) ไม่น้อยกว่า 350 nits (cd/m²)
 - 5.1.5 มีอัตราความคมชัดของภาพ (Contrast Ratio) ไม่น้อยกว่า 1200:1
 - 5.1.6 มีมุมมองภาพแนวตั้งและแนวนอน (View Angle H x V) ไม่น้อยกว่า 178°/178°
 - 5.1.7 มีความเร็วในการตอบสนองภาพ (Response Time) ไม่เกินกว่า 8 ms
 - 5.1.8 มีระบบปฏิบัติการภายในตัวเครื่อง
 - 5.1.9 มีหน่วยประมวลผล CPU ไม่น้อยกว่า 4 Core ความถี่ไม่น้อยกว่า 1.5 GHz
 - 5.1.10 มีหน่วยประมวลผลภาพกราฟิก GPU ความถี่ไม่น้อยกว่า 0.60 GHz
 - 5.1.11 มีหน่วยความจำในตัวเครื่องไม่น้อยกว่า Rom 32GB, Ram 4GB
 - 5.1.12 มีระยะห่างระหว่าง การเขียนจากจุดสัมผัส (Accurate Identification) ไม่มากกว่า 2 มิลลิเมตร
 - 5.1.13 มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 30,000 ชั่วโมง
 - 5.1.14 มีช่องต่อสัญญาณขาเข้า ดังนี้
 - 5.1.14.1 HDMI ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - 5.1.14.2 OPS (Optional) ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.1.14.3 RJ45 (LAN) ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.1.14.4 USB 3.0 ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง และ USB 2.0 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.1.14.5 Touch ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.1.14.6 RS232 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.1.14.7 Audio ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.1.15 มีช่องต่อสัญญาณขาออก ดังนี้
 - 5.1.15.1 HDMI ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.1.15.2 Audio ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.1.16 มีลำโพงในตัวเครื่อง ไม่น้อยกว่า 10Wx2



- 5.1.17 สามารถใช้ปากกา หรือนิ้ว หรือวัสดุอื่น ๆ สัมผัสไม่น้อยกว่า 20 จุด พร้อมกัน
- 5.1.18 สามารถใช้งานร่วมกับ Notebook และอุปกรณ์มือถือเป็นอย่างน้อย
- 5.1.19 สามารถใช้ปากกาเขียนพร้อมกัน 2 ด้ามเป็นอย่างน้อย
- 5.1.20 สามารถใช้มือลบและเลือกการลบรายละเอียดที่เขียนได้
- 5.1.21 สามารถรองรับการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สาย Wi-Fi มาตรฐาน 802.11n หรือดีกว่าได้
- 5.1.22 สามารถเปิด Applications ได้พร้อมกันได้ไม่น้อยกว่า 2 Applications ในจอเดียวกัน
- 5.1.23 สามารถเข้าเมนูลัดโดยการสัมผัสที่บนหน้าจอได้
- 5.1.24 มีกระจกหน้าจอแบบ Tempered Glass ที่มีความหนาของกระจกไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร
- 5.1.25 สามารถเขียนภาพ เขียนตัวอักษร บนมือถือและจอร์ระบบสัมผัส แบบสองทางพร้อมกันได้
- 5.1.26 สามารถควบคุมการทำงานบนคอมพิวเตอร์ที่ทำการเชื่อมต่อกับตัวจอภาพผ่านทางมือถือ หรือ Notebook ทั้งในรูปแบบการควบคุมทิศทาง การเลือกคำสั่งการใช้งาน การเล่นไฟล์วิดีโอ โดยสามารถควบคุมการทำงาน และเล่น Applications อื่น ๆ พร้อมกันได้
- 5.1.27 สามารถแยกหน้าจอการแสดงผลได้ไม่น้อยกว่า 4 หน้าต่าง จาก มือถือ แท็บเล็ต คอมพิวเตอร์และ Notebook พร้อมกันได้ พร้อมทั้งการเลือกขยายดูส่วนที่ต้องการได้
- 5.1.28 มีฟังก์ชันการแชร์เนื้อหาจากจอภาพ สู่ แท็บเล็ต มือถือ คอมพิวเตอร์และ Notebook หรืออุปกรณ์ต่างๆ ทำให้ผู้เข้าร่วมประชุม/ห้องเรียน สามารถขีดเขียนโต้ตอบผ่านอุปกรณ์ของตนเองได้ทันที จากทุกส่วนของห้องประชุมหรือห้องเรียน
- 5.1.29 สามารถแบ่งหน้าจอได้ไม่น้อยกว่า 2 ส่วน และสามารถสลับซ้ายขวาได้
- 5.1.30 สามารถส่งภาพออกโดยการส่งสัญญาณผ่าน HDMI Out ได้ทั้งแบบ FullHD และแบบ UHD (4K) หรือดีกว่า
- 5.1.31 สามารถสร้างรูปแบบตารางด้วยการกำหนดค่าได้ และสามารถเขียนข้อความในตารางได้
- 5.1.32 สามารถรับสัญญาณภาพและเสียงออกจอแสดงผล และสามารถควบคุมคอมพิวเตอร์ผ่านทางหน้าจอแบบไร้สาย (Wireless Presentation) โดยสามารถเป็น Built-in ที่มากับจอ หรือเป็นอุปกรณ์ต่อพ่วงได้
- 5.1.33 สามารถเปิด ไฟล์ (PowerPoint, Excel, Word, PDF) และสามารถแก้ไขไฟล์ เขียนตัวอักษร วาดด้วยลายมือ ปากกาเน้นข้อความ ลงบนไฟล์นั้นๆ ได้โดยสามารถ บันทึก/ลบ สิ่งที่เขียนและแก้ไขลงไปไฟล์ได้
- 5.1.34 สามารถแชร์ หรือ ถ่ายโอน ภาพหรือไฟล์ โดยการแสดง QR Code ทั้งที่อยู่ใน Local หรือ USB และ External Hard Disk ได้
- 5.1.35 ในขณะที่วาดภาพหรือเขียนในโหมดไวท์บอร์ดสามารถเปิด Applications อื่นๆ ได้พร้อมกันและสามารถเขียนโยงเส้นหรือเขียนข้ามระหว่าง Applications ได้
- 5.1.36 สามารถเปิดไฟล์วิดีโอและไฟล์ PowerPoint หรือ Applications อื่น ๆ บนหน้าจอแบบ 2 จอพร้อมกันโดย
- 5.1.37 มีตัวเชื่อมต่อสัญญาณไร้สาย รองรับ WIFI 2.4G หรือ 5G หรือดีกว่า
- 5.1.38 ขาสำหรับจออัจฉริยะแบบสัมผัส แบบมีล้อ มีคุณสมบัติอย่างน้อย ดังนี้

- 5.1.38.1 เป็นขาสำหรับจอภาพขนาดไม่น้อยกว่า 85 นิ้ว ทำจากอลูมิเนียมหรือเหล็กทำสี หรือเป็นชุดขาสำเร็จรูปที่มาพร้อมกับจอภาพจากโรงงานผู้ผลิต
- 5.1.38.2 มีล้อเลื่อนไม่น้อยกว่า 4 ล้อ และล็อกล้อได้
- 5.1.38.3 ขาจอสามารถปรับระดับสูงต่ำได้ รองรับน้ำหนักของจอภาพได้
- 5.1.38.4 มีชั้นวางติดตั้งบนขาจอภาพ
- 5.1.39 เฉพาะรายการ อุปกรณ์ จออัจฉริยะแบบสัมผัส (Interactive Display) หน้าจอขนาดไม่น้อยกว่า 85 นิ้ว ต้องมีศูนย์บริการซ่อมบำรุง ตั้งอยู่ภายในประเทศที่โดยได้รับการแต่งตั้งจากผู้ผลิต หรือ ตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นหลักฐานขณะเข้าเสนอราคา
- 5.1.40 เฉพาะรายการ อุปกรณ์ จออัจฉริยะแบบสัมผัส (Interactive Display) หน้าจอขนาดไม่น้อยกว่า 85 นิ้ว ต้องมีเอกสารรับรองการสำรองอะไหล่ ไม่น้อยกว่า 5 ปี จากผู้ผลิต หรือ บริษัทเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือ บริษัทผู้แทนจำหน่าย โดยให้ยื่นหลักฐานขณะเข้าเสนอราคา

5.2 คอมพิวเตอร์ออนบอร์ด (OPS) สำหรับจออัจฉริยะแบบสัมผัส จำนวน 3 เครื่อง มีคุณสมบัติต่อเครื่องอย่างน้อย ดังนี้

- 5.2.1 Processor technology (CPU) ไม่น้อยกว่า i5 Intel Gen10 มีความถี่สูงสุดไม่น้อยกว่า 4.0 GHz
- 5.2.2 หน่วยความจำไม่น้อยกว่า 8GB แบบ DDR4 2400MHz
- 5.2.3 ความจุพื้นที่จัดเก็บไม่น้อยกว่า 128G SSD
- 5.2.4 สามารถแสดงภาพได้ละเอียดไม่น้อยกว่า 4K/60fps
- 5.2.5 มีช่องส่งสัญญาณภาพออก ชนิด HDMI จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 5.2.6 มีช่อง USB อย่างน้อย ดังนี้
 - 5.2.6.1 USB-A 2.0 จำนวน ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.2.6.2 USB-A 3.0 จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 5.2.7 มีช่องต่อสัญญาณเสียง
 - 5.2.7.1 Mic In (mini jack 3.5 mm) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.2.7.2 Audio Out (mini jack 3.5 mm) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 5.2.8 มีช่องเสียบภายในแบบ M.2 SATA & M.2 NVME ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 5.2.9 ระบบเครือข่าย มีคุณสมบัติ ดังนี้
 - 5.2.9.1 LAN RJ-45 (10/100/1000) หรือดีกว่า
 - 5.2.9.2 Wi-Fi 802.11 (b, g, n, ac) หรือดีกว่า
- 5.2.10 มีปุ่ม ปิด – เปิด เครื่อง พร้อมไฟ LED แสดงสถานะ
- 5.2.11 มีปุ่ม Reset

5.3 อุปกรณ์ถ่ายทำ บันทึก ถ่ายทอดสดการเรียนการสอน จำนวน 3 เครื่อง มีคุณสมบัติต่อเครื่องอย่างน้อย ดังนี้



- 5.3.1 เป็นอุปกรณ์ที่รวม Live streaming (Encoding) , VDO Switcher , Monitoring และ Recording ได้ในตัว มีจอภาพขนาดไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว และสามารถควบคุมสั่งงานโดยการสัมผัสที่หน้าจอ
 - 5.3.2 มีช่องสัญญาณขาเข้าอย่างน้อย ดังนี้
 - 5.3.2.1 HDMI ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
 - 5.3.2.2 USB Type A หรือ Type C ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.3.3 มีช่องสัญญาณภาพขาออกแบบ HDMI Preview จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.3.4 มีช่องสัญญาณ Ethernet (RJ45) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง รองรับการเชื่อมต่อกับ Network Camera หรือ Video Streaming Encoder
 - 5.3.5 มีช่องใส่ SIM Card Mobile Network จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.3.6 มีช่องใส่ SD Card หรือ Micro SD Card จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.3.7 สามารถเชื่อมต่อสัญญาณ WiFi ได้
 - 5.3.8 มีช่องเสียงขาเข้าชนิด mini Jack 3.5mm จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง (Line in & Mic in)
 - 5.3.9 มีช่องสัญญาณเสียงขาออกชนิด mini jack 3.5mm จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.3.10 รองรับ Video Streaming Encoding / Decoding อย่างน้อย ดังนี้
 - 5.3.10.1 Video ชนิดไม่ต่ำกว่า H.264 พร้อมเสียง
 - 5.3.10.2 Transport Protocol (Network) แบบ RTMP
 - 5.3.11 สามารถรองรับการ Streaming Platform ได้พร้อมกันอย่างน้อย 2 ช่องทางคือ Facebook Live หรือ YouTube Live
 - 5.3.12 ไฟล์ที่บันทึก เป็นรูปแบบ MP4 เป็นอย่างน้อย
 - 5.3.13 สามารถสำรองการบันทึกแบบอัตโนมัติ ไปยัง FTP Server ได้
 - 5.3.14 สามารถกำหนดรูปแบบการแสดงผลแบบ Full Screen และ Picture-in-Picture หรือ Picture-by-Picture ได้เป็นอย่างน้อย
 - 5.3.15 มีฟังก์ชัน Overlay ที่สามารถแทรกรูปภาพ หรือโลโก้ ให้กับไฟล์ที่บันทึกและ Stream ได้
 - 5.3.16 มีฟังก์ชัน แทรกฉากหลัง (Background) เพิ่มฉากหลังได้
- 5.4 กล้องหมุนตามผู้บรรยายอัตโนมัติ จำนวน 3 เครื่อง มีคุณสมบัติต่อเครื่องอย่างน้อย ดังนี้
- 5.4.1 กล้องคุณภาพสูงระดับ FullHD ใช้เซ็นเซอร์ CMOS ขนาด 1/2.8 นิ้ว หรือดีกว่า
 - 5.4.2 รองรับอัตราส่วนภาพที่ 16:9 และความละเอียดไม่น้อยกว่า 2 ล้านพิกเซล
 - 5.4.3 สามารถหมุนกล้อง (Pan) ได้ไม่น้อยกว่า 270 องศา และ ก้มเงย (Tilt) ได้ไม่น้อยกว่า 60 องศา และซูม แบบ Optical ได้ไม่น้อยกว่า 10 เท่า และ Digital Zoom ไม่น้อยกว่า 5 เท่า
 - 5.4.4 กล้องสามารถหมุนติดตามผู้บรรยายได้อัตโนมัติ
 - 5.4.5 รองรับความละเอียดภาพได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 1080/59p ทั้งจาก HDMI Output, USB3.0 port และ Ethernet port (IP transmission)
 - 5.4.6 รองรับการถ่ายทอดสดผ่านอินเทอร์เน็ต ด้วย โปรโตคอล RTMP เช่น YouTube, Facebook

5.4.7 สามารถอัปเดต Firmware ได้

5.5 กล้อง IP Network Camera พร้อมระบบจำแนกใบหน้า จำนวน 1 ระบบ ที่สามารถติดตั้งในห้องเรียนขนาดประมาณ 10x10 เมตร ของคณะฯ ได้ไม่น้อยกว่า 4 ห้อง

ระบบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อมีระบบที่สามารถวิเคราะห์ใบหน้าและสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน และติดตามพฤติกรรมของนักศึกษาในห้องเรียน ระบบสามารถจัดเก็บรูปภาพใบหน้า แม้จะใส่หน้ากากอนามัย ของนักศึกษาในฐานข้อมูล จากกล้องโทรทัศน์วงจรปิด พร้อมแสดงข้อมูลการเข้าเรียนในห้องนั้นๆ (Time Attendance) ได้ และสามารถแสดงข้อมูลและพฤติกรรมของนักศึกษาในห้องเรียน อย่างน้อย 1.ระยะเวลาที่อยู่ในห้องไม่น้อยกว่า80% ของเวลาเรียน 2.ตรวจสอบการหลับในห้องเรียน 3.การเคลื่อนไหวไปมาที่ผิดปกติ (ทะเลาะวิวาท) ฯลฯ โดยที่ผู้เสนอราคาต้องทำการออกแบบการติดตั้งใช้งานระบบทั้งในส่วนของวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ รวมถึง Software และ License ให้สามารถดำเนินการได้ดี ดังนี้

5.5.1 มีระบบการบริหารจัดการข้อมูลใบหน้าและข้อมูลรายละเอียดของนักศึกษาในฐานข้อมูล ได้ จำนวนไม่น้อยกว่า 300,000 ใบหน้า

5.5.1.1 รองรับการตรวจจับภาพใบหน้าบุคคลจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ทั้งไอพี และกล้อง Web Cam ได้

5.5.1.2 รองรับการบันทึกภาพจากกล้องโทรทัศน์วงจรปิดความละเอียด HD และ Full HD และ 4K ได้

5.5.1.3 สามารถตรวจนับจำนวนนักเรียนที่อยู่ในห้องเรียน

5.5.1.4 สามารถลงทะเบียนภาพใบหน้า (Face Enrollment) และค้นหาภาพใบหน้าจากไฟล์รูปภาพ จากกล้องเว็บแคม และหรือกล้องโทรทัศน์วงจรปิด ได้ โดยสามารถจำแนกใบหน้าได้แม้จะใส่หน้ากากอนามัย เพื่อประเมินคุณภาพภาพก่อนบันทึกได้

5.5.1.5 สามารถลงทะเบียนใบหน้ามากกว่า 1 หน้า หรือเป็นกลุ่มพร้อมกันได้

5.5.2 เป็นระบบที่มีความแม่นยำถูกต้อง (Overall Accuracy) ไม่ต่ำกว่า 95% โดยต้องแนบผลทดสอบจากสถาบัน NIST หรือ หน่วยงานตรวจสอบระบบ Biometric โดยเฉพาะ ที่มีมาตรฐานเทียบเท่า NIST มาประกอบการพิจารณา

5.5.2.1 ระบบสามารถแจ้งข้อมูลการเช็คชื่อ เข้าไปยังกลุ่มสนทนาแต่ละวิชา บน Smartphone และ แท็บเล็ต หรือ Web browser ได้

5.5.2.2 เมื่อระบบตรวจพบใบหน้า ผู้ใช้งานต้องสามารถเปิดดูภาพเคลื่อนไหวเหตุการณ์ย้อนหลัง ขณะที่ระบบตรวจจับหน้านั้นได้

5.5.2.3 สามารถตรวจสอบภาพกับฐานข้อมูลใบหน้าบุคคล โดยสามารถแสดง % ความถูกต้องใกล้เคียง ได้ เป็นอย่างน้อย

5.5.2.4 สามารถ Import และ Export ฐานข้อมูล บุคคลเฝ้าระวังได้



- 5.5.3 ระบบมี RESTFUL API หรือ API หรือ SDK รองรับการเชื่อมต่อเพื่อแจ้งเตือน Alarm บน Software บริการจัดการอื่น เช่น Avigilon หรือ Axxon หรือ GFIN หรือ Milestone หรือ Mirasys ได้
 - 5.5.4 มีกล้อง IP Network Camera จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด โดยมีคุณสมบัติของกล้องที่สามารถรองรับการทำงานข้างต้นได้
 - 5.5.5 มีคอมพิวเตอร์หรือเซิร์ฟเวอร์ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด พร้อม Software (License , Free software) ที่จำเป็นเพื่อให้ระบบสามารถใช้งานได้ดีและสมบูรณ์ ตามวัตถุประสงค์
 - 5.5.6 มีอุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่ายสื่อสาร (Managed Gigabit Network Switch) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด สามารถรองรับ PoE เพื่อใช้สำหรับบริหารจัดการช่องทางการสื่อสารข้อมูล ที่จำเป็นให้ระบบสามารถใช้งานได้ดีและสมบูรณ์ ตามวัตถุประสงค์
 - 5.5.7 อุปกรณ์อื่นๆ (ถ้ามี) ที่จำเป็นให้ระบบสามารถใช้งานได้ดีและสมบูรณ์ ตามวัตถุประสงค์
- 5.6 อุปกรณ์ ควบคุม สั่งเปิด-ปิด รีเลย์รีเลย์ เครื่องเซิร์ฟเวอร์ได้ผ่าน LAN, Internet รองรับ 8 Outlet จำนวน 3 เครื่อง
- 5.6.1 มี Inlet แบบ IEC 60320 C14 จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.6.2 มี Outlet แบบ IEC 320 C13 จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ช่อง
 - 5.6.3 รองรับ Input Rating 100-240V (50/60Hz) 10A และ Output Rating Total 100-240V (50/60Hz) 10A
 - 5.6.4 มีช่องต่อชนิด RJ45 ไม่ต่อยกว่า 10/100 Ethernet Port จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.6.5 รองรับอุปกรณ์เสริมในการวัดอุณหภูมิ และ ความชื้น
 - 5.6.6 สามารถ แสดงค่ากระแส และ IP Address ที่หน้าเครื่อง
 - 5.6.7 ผู้ใช้งานสามารถเข้าดูข้อมูลได้แม้ว่าจะอยู่ในสภาวะโอเวอร์โหลด
 - 5.6.8 รองรับโปรโตคอลไม่น้อยกว่า TCP/IP, UDP, HTTP, HTTPS/SSL, SMTP, DHCP, NTP, DNS
 - 5.6.9 สามารถเข้าใช้งาน PDU ได้ผ่าน Web Browser หรือ eco Sensors Software Management
 - 5.6.10 รองรับ SNMP Manager V3 หรือดีกว่า
 - 5.6.11 มีโปรแกรมการบริหารจัดการ Software Management ที่ช่วยแสดงข้อมูล PUE, RCI, RTI และ Dynamic Power Analysis แบบ Real Time โดยไม่มีค่า license เพิ่มเติม
 - 5.6.12 สามารถตั้งช่วงเวลา (delay time) ในการเปิดอุปกรณ์แต่ละ Outlet เรียงลำดับกันไปได้
 - 5.6.13 มีวงจร RTC (Real Time Clock) ในตัว ช่วยให้วันเวลายังคงเดิน แม้ไม่มีไฟเลี้ยง
 - 5.6.14 รองรับบัญชีผู้ใช้ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 8 User และไม่น้อยกว่า 1 Administrator
 - 5.6.15 สามารถวัดค่าสถานการณ์ใช้ไฟฟ้าได้
 - 5.6.16 หน้าจอสามารถแสดงค่า Current, Voltage และ kWh ได้ และแสดงค่าผ่าน Web Browser และ eco Sensors Software Management
 - 5.6.17 ตั้งค่าเกณฑ์การแจ้งเตือน ค่า Current และ Voltage ต่ำสุด-สูงสุด ได้
 - 5.6.18 กำหนดสิทธิ์การเข้าถึงและใช้งานแต่ละ outlet ของ PDU ในแต่ละผู้ใช้ให้แตกต่างกันได้

- 5.6.19 รองรับการเก็บบันทึกเหตุการณ์ หรือ Syslog
- 5.6.20 มีฟังก์ชันที่ช่วยตัดไฟเฉพาะ Outlet ที่เป็นสาเหตุให้ไฟเกิน โดยไม่ตัดทั้งหมดได้
- 5.6.21 รองรับ Safe Shutdown สำหรับ Windows OS
- 5.6.22 มีรหัสผ่านไม่น้อยกว่า 2 ระดับบัญชีผู้ใช้ (User/Admin) หรือดีกว่า
- 5.6.23 มี Login Failures Policy
- 5.6.24 อัปเดตเฟิร์มแวร์ได้
- 5.6.25 สามารถยึดติดตั้งใน RACK ได้
- 5.7 เครื่องควบคุมอุปกรณ์ในห้องเรียน/ห้องประชุมจากส่วนกลาง จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติต่อเครื่องอย่างน้อย ดังนี้
 - 5.7.1 เป็นเครื่องควบคุมอุปกรณ์ปลายทางจาก iPad / Android แท็บเล็ต / PC ได้ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ LAN และ Internet
 - 5.7.2 ใช้หน่วยประมวลผลกลางไม่น้อยกว่า Quad Core และมีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 1 GB
 - 5.7.3 มีช่องต่อ Serial รองรับ Programmable Bi-directional ที่รองรับทั้ง RS-232/422/485 จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - 5.7.4 มีช่องต่อ IR แบบ Programmable IR จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง สามารถเลือกใช้เป็นช่องต่อ Serial ที่รองรับ Uni-directional RS232 ได้
 - 5.7.5 มีช่องต่อ Relay จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ช่อง รองรับ Contract Rating สูงสุดที่ 24 VDC, 2A
 - 5.7.6 มี DC Output ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง รองรับ รองรับการจ่ายไฟ 12 VDC, 1A
 - 5.7.7 มีช่องต่อ Ethernet แบบ RJ-45 10/100/1000Base-T จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - 5.7.8 มีช่องต่อ USB Type A จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.7.9 มีหน้าจอ LCD แสดงการตั้งค่า และข้อมูลต่าง ๆ ของตัวเครื่อง
 - 5.7.10 มีซอฟต์แวร์ สำหรับตั้งค่าและสร้างเมนูเพื่อควบคุมอุปกรณ์ โดยไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม
 - 5.7.11 มี Applications สำหรับควบคุมอุปกรณ์ด้วย iOS, Android และ Windows
 - 5.7.12 สามารถใช้อุปกรณ์ iOS, Android, Windows เพื่อใช้ควบคุมการทำงานได้พร้อมกัน มาให้จำนวนไม่น้อยกว่า 2 Licenses และสามารถเพิ่ม Licenses ได้ภายหลัง
 - 5.7.13 รองรับการเชื่อมต่อควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่าน Ethernet ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 64 อุปกรณ์
 - 5.7.14 รองรับโพรโตคอลไม่น้อยกว่า Telnet, TCP, UDP, HTTP, HTTPS, ONVIF และ PJLink
 - 5.7.15 รองรับ native KNX IP สำหรับ ระบบบริหารจัดการอาคาร
 - 5.7.16 รองรับ SSH สำหรับ data monitoring
 - 5.7.17 รองรับ IR learning function สำหรับเรียนรู้การควบคุมอุปกรณ์ IR device driver
 - 5.7.18 มีไฟ LED แสดงสถานะการเชื่อมต่อ และการทำงานของฮาร์ดแวร์
 - 5.7.19 มี Web GUI สำหรับตั้งค่าของระบบได้
 - 5.7.20 รองรับการตั้งวันเวลาสั่งงานอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เชื่อมต่อ ให้ทำงานตามที่กำหนด
 - 5.7.21 สามารถจำกัดการเข้าถึงโปรไฟล์ในการควบคุมอุปกรณ์ได้ ด้วยรหัสผ่าน



5.8 อุปกรณ์สลับสัญญาณ HDMI เข้า 4 ออก 1 จำนวน 3 เครื่อง มีคุณสมบัติต่อเครื่องอย่างน้อย ดังนี้

- 5.8.1 สลับสัญญาณด้วยปุ่มกดด้านหน้า หรือ ใช้ IR remote
- 5.8.2 รองรับความละเอียดวิดีโอ สูงสุดระดับไม่น้อยกว่า 4K 30P หรือดีกว่า
- 5.8.3 รองรับ HDMI (3D, Deep Color, 4kx2k) หรือดีกว่า
- 5.8.4 ด้านสัญญาณขาออกต่อสายได้ไกลสูงสุดไม่น้อยกว่า 15 m (24 AWG) หรือดีกว่า
- 5.8.5 รองรับ ระบบเสียงแบบ Dolby True HD และ DTS HD Master Audio หรือดีกว่า
- 5.8.6 รองรับ refresh rate 60 Hz
- 5.8.7 มีระบบ Built-in bi-directional RS-232 serial remote port สำหรับ high-end system control
- 5.8.8 มีระบบ Power On Detection สามารถสลับสัญญาณไปช่องต่อไป เมื่อช่องแรกปิด
- 5.8.9 รองรับ HDCP 1.1 compliant หรือดีกว่า
- 5.8.10 รองรับ Signaling rates สูงสุดไม่น้อยกว่า 2.25 Gbps
- 5.8.11 วัสดุทำจากโลหะ
- 5.8.12 มี LED แสดงสถานะสัญญาณขาเข้า
- 5.8.13 รองรับ Consumer Electronics Control (CEC)

5.9 อุปกรณ์กระจายสัญญาณภาพ HDMI เข้า 1 ออก 2 จำนวน 3 เครื่อง มีคุณสมบัติต่อเครื่องอย่างน้อย ดังนี้

- 5.9.1 รองรับ HDMI 2.0b, HDCP2.2/HDCP1.4 หรือดีกว่า
- 5.9.2 รองรับวิดีโอแบนวิทไม่น้อยกว่า 18 Gbps หรือดีกว่า
- 5.9.3 รองรับความละเอียดไม่ต่ำกว่า 4K2K@50/60Hz (4:4:4)
- 5.9.4 รองรับรูปแบบเสียง digital และ แยกสัญญาณ analog ออกจากแหล่งสัญญาณ HDMI ได้
- 5.9.5 ช่อง output รองรับสัญญาณบypassและฟังก์ชัน down scaler จาก 4K มาที่ 1080P ผ่านสวิตช์บนอุปกรณ์
- 5.9.6 รองรับ EDID สามารถเลือกแบบโหมด COPY และ AUTO ผ่านสวิตช์บนอุปกรณ์
- 5.9.7 รองรับรูปแบบสัญญาณเสียง HDMI (LPCM, Dolby Digital/Plus/EX, Dolby True HD, DTS, DTS-EX,DTS-96/24, DTS High Res, DTS-HD Master Audio, DSD)

5.10 แวน VR สำหรับ PC จำนวน 1 ชุด ประกอบไปด้วย

5.10.1 จอภาพแบบติดตั้งที่ศีรษะสำหรับงาน Virtual Reality ชนิดที่ 1 จำนวน 5 ชุด

5.10.1.1 หน้าจอประเภท Optical See Through/Native Pass through (Waveguides)

5.10.1.2 ความละเอียดหน้าจอ (Resolution) เท่ากับ 2K เป็นอย่างน้อย

5.10.1.3 สนับสนุนการติดตามการเคลื่อนไหวของศีรษะ (Head Tracking) ในรูปแบบ 6 Degrees of Freedom ด้วยกล้องอย่างน้อย 3 ตัว



- 5.10.1.4 สนับสนุนการติดตามการมอง (Eye Tracking) ในรูปแบบเวลาจริง ด้วยกล้องอย่างน้อย 2 ตัว
 - 5.10.1.5 สนับสนุนการติดตามการเคลื่อนไหวของมือ (Hand Tracking) ของทั้ง 2 มือ ในรูปแบบ Full Articulation
 - 5.10.1.6 ติดตั้งเซนเซอร์ประเภท Depth Sensor, Accelerometer, Gyroscope และ Magnetometer
 - 5.10.1.7 ติดตั้งกล้องความละเอียด 8 MP เป็นอย่างน้อย และสนับสนุนการบันทึกวิดีโอในรูปแบบ 1080p30 เป็นอย่างน้อย
 - 5.10.1.8 ติดตั้งลำโพง (Speaker) แบบ Built In ที่สามารถสร้างเสียงแบบ Spatial ได้
 - 5.10.1.9 ติดตั้งไมโครโฟนในรูปแบบอะเรย์ (Microphone Array)
 - 5.10.1.10 มีหน่วยประมวลผลหลัก (CPU) ในตัว ความถี่สัญญาณนาฬิกาสูงสุดไม่ต่ำกว่า 2.4 GHz และ Holographic Processing Unit (HPU) หรือ Graphics Processing Unit (GPU)
 - 5.10.1.11 มีหน่วยความจำ (RAM) ไม่น้อยกว่า 4GB
 - 5.10.1.12 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Storage) ไม่น้อยกว่า 64 GB
 - 5.10.1.13 สนับสนุนการเชื่อมต่อแบบ Wi-Fi 5 หรือดีกว่า
 - 5.10.1.14 สนับสนุนการเชื่อมต่อแบบ Bluetooth 5 หรือดีกว่า และ USB Type-C
 - 5.10.1.15 ออกแบบให้รองรับการสวมใส่ร่วมกับแว่นสายตาได้
 - 5.10.1.16 น้ำหนักไม่มากกว่า 566 กรัม
 - 5.10.1.17 มีแบตเตอรี่ในตัว โดยเวลาการใช้งานต่อการชาร์จเต็ม 1 ครั้งเท่ากับ 2 ชั่วโมงเป็นอย่างน้อย
- 5.10.2 จอภาพแบบติดตั้งที่ศีรษะสำหรับงาน Virtual Reality ชนิดที่ 2 จำนวน 2 ชุด มีคุณสมบัติต่อเครื่อง อย่างน้อย ดังนี้
- 5.10.2.1 ความละเอียดหน้าจอ (Resolution) เท่ากับ 2448 x 2448 px ต่อดวงตา เป็นอย่างน้อย
 - 5.10.2.2 ความถี่การแสดงผลที่ 90 Hz เป็นอย่างน้อย
 - 5.10.2.3 องศาของมุมมอง Field of View (FOV) เท่ากับ 115° (Horz) เป็นอย่างน้อย
 - 5.10.2.4 สนับสนุนการปรับระยะห่างของเลนส์จากดวงตา หรือมี Eye Relief ที่ 12 mm เป็นอย่างน้อย
 - 5.10.2.5 สนับสนุนการปรับค่า Interpupillary Distance (IPD) ระหว่าง 57-70 mm เป็นอย่างน้อย
 - 5.10.2.6 มี Headphone
 - 5.10.2.7 สนับสนุนการเชื่อมต่อแบบ USB
 - 5.10.2.8 สนับสนุนเทคโนโลยีการติดตามตำแหน่ง (Positional Tracking) StreamVR V2.0 และมาพร้อมกับ Base Station 2.0 อย่างน้อย จำนวน 2 เครื่อง



- 5.10.2.9 มาพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง เช่น สายเคเบิล และ Adapter เพื่อเชื่อมต่อกับ PC ได้
- 5.10.2.10 มาพร้อม Controller ช้าย ขวา ที่สนับสนุนเทคโนโลยีการติดตามตำแหน่ง StreamVR V2.0
- 5.10.3 จอภาพแบบติดตั้งที่ศีรษะสำหรับงาน Virtual Reality ชนิดที่ 3 จำนวน 3 ชุด มีคุณสมบัติต่อเครื่อง
อย่างน้อย ดังนี้
- 5.10.3.1 เป็นจอภาพประเภท All in One/Standalone ที่สามารถทำงานด้วยตนเองไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อกับ PC มาพร้อมกับ Controller ช้าย และขวา
- 5.10.3.2 สนับสนุนเทคโนโลยีติดตามตำแหน่ง (Positional Tracking) ในรูปแบบ Inside Out สำหรับจอภาพ (Headset)
- 5.10.3.3 สนับสนุนการติดตามตำแหน่งของ Controller ทั้งสองข้าง ใน 6 องศาอิสระ (Degrees of Freedom)
- 5.10.3.4 สนับสนุนการติดตามตำแหน่งของมือ (Hand Tracking)
- 5.10.3.5 ความละเอียดของจอภาพ (Resolution) เท่ากับ 1832 x 1920 px ต่อดวงตา เป็นอย่างน้อย
- 5.10.3.6 สนับสนุนความถี่ของการแสดงผลที่ 90 Hz เป็นอย่างน้อย
- 5.10.3.7 ใช้จอภาพประเภท LCD
- 5.10.3.8 มี Head Strap ที่สามารถปรับได้
- 5.10.3.9 สนับสนุนระบบเสียงแบบ 3 มิติ (3D Positional Audio) และมี Audio Port แบบ 3.5 mm
- 5.10.3.10 มีหน่วยความจำถาวร (Storage) ขนาด 256 GB เป็นอย่างน้อย
- 5.10.3.11 สามารถเชื่อมต่อกับ Application Store เพื่อดาวน์โหลดโปรแกรมเพิ่มเติมได้
- 5.10.3.12 ในกรณีที่สามารถทำงานผ่าน PC ได้ ต้องมาพร้อมสายเคเบิล หรืออุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการทำงานดังกล่าว
- 5.10.4 จอภาพแบบติดตั้งที่ศีรษะสำหรับงาน Virtual Reality ชนิดที่ 4 จำนวน 11 ชุด มีคุณสมบัติต่อเครื่อง
อย่างน้อย ดังนี้
- 5.10.4.1 สามารถติดตั้งโทรศัพท์มือถือ iPhone และ Android ขนาด 4.7 – 6.8 นิ้ว เป็นอย่างน้อย
เพื่อทำหน้าที่เป็นจอภาพ และมาพร้อมกับ Controller ที่สนับสนุนการเชื่อมต่อแบบ
Bluetooth
- 5.10.4.2 เลนส์ให้องศาการมอง Field of View (FOV) เท่ากับ 110° เป็นอย่างน้อย
- 5.10.4.3 สามารถปรับตำแหน่งของเลนส์ทั้งสองข้างในแนวนอนได้ (IPD)
- 5.10.4.4 มีปุ่ม (Touch Button) สำหรับจำลองการกดโทรศัพท์มือถือ
- 5.10.4.5 มีสายรัดหัว (Head Strap)
- 5.10.4.6 มาพร้อมผ้าทำความสะอาด Microfiber

5.10.5 ชุดถุงมือสำหรับทำงานร่วมกับแว่น VR ชนิดที่ 1 จำนวน 1 ชุด

- 5.10.5.1 มี Sensor สำหรับอ่านค่า Flexion/Extension ของนิ้วโป้ง นิ้วชี้ กลาง และนาง และค่า Abduction/Adduction ของนิ้วโป้ง ได้เป็นอย่างดี
- 5.10.5.2 มี Sensor แบบ Absolute สำหรับอ่านค่าการหมุน (Orientation) ที่ข้อมือ (Wrist)
- 5.10.5.3 มีโมดูลที่สามารถสร้างแรงป้อนกลับ (Force Feedback) ด้วยขนาดแรงสูงสุดไม่น้อยกว่า 12 N ที่นิ้วมือ (Fingertip) จำนวน 4 นิ้วเป็นอย่างดี
- 5.10.5.4 มีโมดูลที่สามารถสร้างแรงสัมผัส (Haptic Feedback) ประเภท Vibrotactile ที่นิ้วโป้ง นิ้วชี้ และที่ฝ่ามือ ได้เป็นอย่างดี
- 5.10.5.5 มีสองข้าง สำหรับมือซ้ายและขวา
- 5.10.5.6 มี Software Development Kit (SDK) สำหรับการเชื่อมต่อกับชุดถุงมือด้วยภาษา C++ หรือการเชื่อมต่อผ่านเกมเอนจิน Unity 3D

5.10.6 ชุดถุงมือสำหรับทำงานร่วมกับแว่น VR ชนิดที่ 2 จำนวน 1 ชุด

- 5.10.6.1 มีเซนเซอร์แยกสำหรับแต่ละนิ้วมือเพื่ออ่านค่าการเคลื่อนไหว
- 5.10.6.2 มี Software Development Kit (SDK) สำหรับการเชื่อมต่อกับชุดถุงมือด้วยภาษา C++ หรือการเชื่อมต่อผ่านเกมเอนจิน Unity 3D และ Unreal Engine
- 5.10.6.3 มีระบบสร้างแรงสัมผัส (Haptic Feedback) ประเภท Tactile Feedback แยกสำหรับแต่ละนิ้วมือ
- 5.10.6.4 ความถี่ในการส่งข้อมูลจากเซนเซอร์ (Sensor Sampling Rate) ไม่น้อยกว่า 90 Hz
- 5.10.6.5 การเชื่อมต่อกับ PC เป็นแบบใช้สาย (Wired) หรือไร้สาย (Wireless)
- 5.10.6.6 มีสองข้าง สำหรับข้างซ้ายและขวา
- 5.10.6.7 ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่อพ่วงที่จำเป็นสำหรับเชื่อมต่อกับ PC และซอฟต์แวร์ที่จำเป็นสำหรับการใช้งาน ในกรณีเป็นการเชื่อมต่อกับ PC แบบไร้สาย ต้องประกอบด้วยแบตเตอรี่สำหรับการใช้งานและที่ชาร์จแบตเตอรี่
- 5.10.6.8 ในกรณีเป็นการเชื่อมต่อกับ PC แบบไร้สาย ระยะเวลาการใช้งานของแบตเตอรี่ต่อการชาร์จ 1 ครั้ง ไม่น้อยกว่า 5 ชั่วโมง แบตเตอรี่สามารถถอดเปลี่ยนได้ และสนับสนุนการชาร์จผ่าน USB

5.10.7 อุปกรณ์สร้างแรงป้อนกลับผ่าน Stylus สำหรับทำงานร่วมกับแว่น VR จำนวน 2 ชุด มีคุณสมบัติต่อเครื่องอย่างน้อย ดังนี้

- 5.10.7.1 สนับสนุนการติดตามตำแหน่งของ Stylus (Positional Sensing) ใน 6 องศาอิสระ (Degrees of Freedom (DOF))
- 5.10.7.2 สนับสนุนการสร้างแรงป้อนกลับ (Force Feedback) ใน 3 องศาอิสระ (X,Y,Z) เป็นอย่างน้อย



- 5.10.7.3 สนับสนุนการเชื่อมต่อกับ PC ผ่าน USB หรือ Ethernet
 - 5.10.7.4 Stylus สามารถถอดเปลี่ยนได้
 - 5.10.7.5 มีปุ่มอย่างน้อย 1 ปุ่มบน Stylus
 - 5.10.7.6 มี Software Development Kit (SDK) บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ สำหรับการเขียนโปรแกรมเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ ด้วยภาษา C++ หรือเกมเอนจิน Unity 3D
 - 5.10.7.7 น้ำหนักของอุปกรณ์ไม่เกินกว่า 3.6 กิโลกรัม
 - 5.10.7.8 Position Resolution ไม่ต่ำกว่า 0.055 mm
 - 5.10.7.9 Maximum Force ไม่น้อยกว่า 3.3 N
 - 5.10.7.10 Continuous Force ไม่น้อยกว่า .88 N
- 5.10.8 อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวแบบเต็มเครื่องสำหรับทำงานร่วมกับแว่น VR จำนวน 1 ชุด
- 5.10.8.1 ประกอบด้วยเซนเซอร์แบบ Inertial Measurement Unit (IMU) จำนวน 17 ตัว เป็นอย่างน้อย ให้ความละเอียดของการวัดไม่ต่ำกว่า 1° ความถี่ในการส่งข้อมูล (Frame/Output Rate) ไม่น้อยกว่า 120 fps
 - 5.10.8.2 ในส่วนของมือซ้ายและขวา ประกอบด้วยเซนเซอร์แบบ IMU อีกข้างละ 6 ตัว เป็นอย่างน้อย (รวมจำนวนเซนเซอร์ทั้งหมดขั้นต่ำ 29 ตัว) ความถี่ในการส่งข้อมูล (Frame/Output Rate) ไม่น้อยกว่า 100 fps
 - 5.10.8.3 การทำงานไม่ต้องอาศัยกล้องวิดีโอจากภายนอก
 - 5.10.8.4 ส่งข้อมูลการเคลื่อนไหวแบบเวลาจริง และแบบไร้สายไปยังคอมพิวเตอร์
 - 5.10.8.5 ใช้พลังงานจาก Power Bank หรือแบตเตอรี่
 - 5.10.8.6 รองรับการทำงานร่วมกับเกมเอนจิน Unity 3D และ Unreal Engine
 - 5.10.8.7 ค่าความหน่วงในการส่งข้อมูล (Latency) ไม่เกินกว่า 20 ms
 - 5.10.8.8 ระยะทางการเชื่อมต่อสูงสุดไม่น้อยกว่า 100 m
- 5.10.9 โมเดลดิจิทัล 3 มิติของกายวิภาคมนุษย์สำหรับทำงานร่วมกับแว่น VR จำนวน 1 ชุด
- 5.10.9.1 ประกอบด้วยโมเดลมนุษย์ดิจิทัล 3 มิติแบบเต็มตัวสำหรับเพศชาย และเพศหญิง
 - 5.10.9.2 มีอย่างน้อย 1 โมเดล (เพศชายหรือหญิง) พร้อมสำหรับทำแอนิเมชัน (Rigged)
 - 5.10.9.3 แต่ละโมเดลประกอบด้วยชิ้นส่วนสำหรับหมวดหมู่ดังนี้เป็นอย่างน้อย
 - 5.10.9.3.1 Connective Tissue
 - 5.10.9.3.2 Integumentary System
 - 5.10.9.3.3 Lymphatic System
 - 5.10.9.3.4 Muscular System
 - 5.10.9.3.5 Nervous System
 - 5.10.9.3.6 Organs
 - 5.10.9.3.7 Skeletal System



5.10.9.3.8 Vascular/Circulatory System

5.10.9.4 แต่ละโมเดลมีจำนวนโพลีกอนไม่น้อยกว่า 1 ล้านชิ้น

5.10.9.5 แต่ละโมเดลมาพร้อม Textures และ UV Coordinates สำหรับทำ Texture Mapping

5.10.9.6 โมเดลเป็นประเภท Quad Mesh หรือ Triangle Mesh

5.10.10 เครื่องสำรองไฟฟ้า UPS จำนวน 4 ชุด ทำงานร่วมกับระบบไฟฟ้าดังนี้ มีคุณสมบัติต่อเครื่องอย่างน้อย ดังนี้

5.10.10.1 มีค่า Maximum configurable power in VA ไม่น้อยกว่า 2,000 VA

5.10.10.2 มีค่า Maximum configurable power in W ไม่น้อยกว่า 1,800 W

5.10.10.3 ไม่น้อยกว่า Output frequency ที่ 50/60 Hz +/- 3 Hz sync to mains หรือดีกว่า

5.10.10.4 เครื่องสำรองไฟฟ้าชนิด (UPS type) Double conversion online

5.10.10.5 มีรูปคลื่นขาออกชนิด Sine wave มีค่าประสิทธิภาพ (efficiency) ไม่น้อยกว่า 88 % (full load) หรือดีกว่า

5.10.10.6 สามารถปรับหรือเลือกแรงดันด้านขาออกได้ที่ 220 หรือ 230 หรือ 240

5.10.10.7 สามารถทำการ bypass ระบบได้

5.10.10.8 รองรับแรงขาเข้า (Input voltage limits) ที่ 110 ถึง 285 Volt (half load) และ 180 ถึง 285 Volt (full load) หรือดีกว่า

5.10.10.9 รองรับความถี่ขาเข้า (Network frequency) ที่ 40 ถึง 70 Hz (auto sensing) หรือดีกว่า

5.10.10.10 สามารถส่งสัญญาณแจ้งเตือน อย่างน้อย ดังนี้ Alarm when on battery , distinctive low battery alarm , overload continuous tone alarm

5.10.10.11 มี Control panel แบบ Multifunction LCD สามารถแสดง status and control console

5.10.10.12 ผลิตภัณฑ์ได้มาตรฐาน (Product certifications) CE และ มาตรฐาน UPS EN/IEC 62040-1 , EN/IEC 62040-2 หรือดีกว่า

5.10.10.13 มีค่า Surge energy rating ไม่น้อยกว่า 945 J หรือดีกว่า

5.10.10.14 มีค่า Acoustic level ไม่เกิน 50 dBA

5.10.10.15 มีค่า IP degree of protection ระดับ IP20 หรือดีกว่า

5.10.10.16 ใช้แบตเตอรี่มาตรฐาน (Battery type) ชนิด Lead-acid battery หรือดีกว่า

5.10.10.17 รับประกันผลิตภัณฑ์ (Warranty) ไม่น้อยกว่า 2 ปี (repair or replace)

5.10.10.18 มี Extension plug สำหรับ Rack ไม่น้อยกว่า 10 Outlet จำนวน 2 ตัว/ชุด

5.11 คอมพิวเตอร์ สำหรับอุปกรณ์ VR (High-End Graphics Workstation) จำนวน 4 ชุด มีคุณสมบัติต่อเครื่องอย่างน้อย ดังนี้

5.11.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ประสิทธิภาพสูง High-End Graphics Workstation



5.11.1.1 แผงวงจรหลัก มีคุณสมบัติดังนี้

- 5.11.1.1.1 รองรับการติดตั้งกับหน่วยประมวลผลหลักที่เสนอ
- 5.11.1.1.2 มีช่องสำหรับใส่หน่วยความจำชนิด DDR5 ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
- 5.11.1.1.3 มีช่องเชื่อมต่อชนิด PCIe x16 จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 5.11.1.1.4 มีช่องเชื่อมต่อ PCIe M.2 NVMe จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 5.11.1.1.5 มีช่องเชื่อมต่อไม่ต่ำกว่า SATA3 จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
- 5.11.1.1.6 รองรับการตั้งค่า RAID 0, 1 และ 5 ได้เป็นอย่างดีน้อย ทั้งในส่วน SATA และ M.2 NVMe
- 5.11.1.1.7 มี Network Ethernet Base-T ไม่ต่ำกว่า 2.5 Gb
- 5.11.1.1.8 มีช่องเชื่อมต่อ USB 3.2 ด้านหลังแผงวงจรหลักชนิด Type C จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง, ชนิด Type A จำนวนไม่น้อยกว่า 6 ช่อง
- 5.11.1.1.9 มีช่องสำหรับเชื่อมต่อ USB เข้ากับตัว Case ชนิด USB Type C จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง, Type A จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ช่อง

5.11.1.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ประสิทธิภาพเทียบเท่าหรือดีกว่า Intel i9-13900k ประกอบด้วยคุณสมบัติเฉพาะขั้นต่ำดังนี้

- 5.11.1.2.1 ความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.2 GHz
- 5.11.1.2.2 ความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุด ไม่น้อยกว่า 4.2GHz
- 5.11.1.2.3 จำนวน Core ไม่น้อยกว่า 24 Core
- 5.11.1.2.4 มีหน่วยความจำชนิด Cache ในระดับเดียวกัน ไม่ต่ำกว่า 32 MB และรวมทั้งหน่วยประมวลผลไม่น้อยกว่า 36 MB
- 5.11.1.2.5 รองรับหน่วยความจำชนิด DDR5 ความจำไม่น้อยกว่า 128 GB
- 5.11.1.3 ติดตั้งชุดระบายความร้อนสำหรับหน่วยประมวลผลกลาง มีคุณสมบัติดังนี้
 - 5.11.1.3.1 ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำชนิดสำเร็จรูปมาจากผู้ผลิต
 - 5.11.1.3.2 ขนาดของอุปกรณ์สำหรับระบายความร้อน (Radiators) ไม่น้อยกว่า 120 mm x 360 mm
 - 5.11.1.3.3 มีพัดลมสำหรับระบายความร้อนให้กับอุปกรณ์ระบายความร้อน (Radiators) ขนาดไม่น้อยกว่า 120 mm x 120 mm จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ตัว
- 5.11.1.4 ติดตั้งหน่วยความจำ (RAM) ไม่น้อยกว่า 128 GB DDR5
- 5.11.1.5 การ์ดจอ 2 ตัวทำงานร่วมกัน โดยมีคุณสมบัติเฉพาะขั้นต่ำดังนี้
 - 5.11.1.5.1 มีประสิทธิภาพ CUDA Core ไม่น้อยกว่า 16,384
 - 5.11.1.5.2 มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาไม่น้อยกว่า 2.23 GHz
 - 5.11.1.5.3 มีหน่วยความจำชนิด GDDR6 ความจุไม่น้อยกว่า 24 GB
 - 5.11.1.5.4 รองรับการตั้งค่าความละเอียดจอภาพไม่น้อยกว่าระดับ 4K ที่ 240Hz หรือ 8K ที่ 60Hz
 - 5.11.1.5.5 รองรับ Ray Tracing Core Gen3, Tensor Core Gen4 ได้เป็นอย่างดีน้อย



- 5.11.1.5.6 มีช่องสำหรับเชื่อมต่อกับจอภาพ แบบ HDMI จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง และแบบ Display Port ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 5.11.1.5.7 สนับสนุนการใช้งานโปรแกรมประเภท VR (VR Ready)
- 5.11.1.6 ติดตั้งหน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ Solid State Drive จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หน่วย มีคุณสมบัติดังนี้
 - 5.11.1.6.1 แบบ M.2 NVMe Gen4 หรือดีกว่า
 - 5.11.1.6.2 ความจุไม่น้อยกว่า 2 TB
 - 5.11.1.6.3 มีประสิทธิภาพในการอ่านและเขียน up to อ่านไม่น้อยกว่า 7,000 MB/s และ เขียนไม่น้อยกว่า 5,000 MB/s เป็นอย่างน้อย
- 5.11.1.7 ติดตั้งหน่วยจัดเก็บข้อมูลแบบ SATA 3 จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หน่วย มีคุณสมบัติดังนี้
 - 5.11.1.7.1 มีความจุไม่น้อยกว่า 8TB
 - 5.11.1.7.2 ความเร็วไม่น้อยกว่า 7,200 รอบต่อนาที
 - 5.11.1.7.3 มีหน่วยความจำ Cache ของหน่วยจัดเก็บข้อมูลไม่น้อยกว่า 256MB
- 5.11.1.8 รองรับ Wi-Fi Network มาตรฐานไม่ต่ำกว่า 802.11ac
- 5.11.1.9 รองรับ Bluetooth 5.0 หรือดีกว่า
- 5.11.1.10 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) มีคุณสมบัติเฉพาะขั้นต่ำดังนี้
 - 5.11.1.10.1 มีกำลังการจ่ายไฟไม่ต่ำกว่า 1500 วัตต์ รองรับการใช้งานกับ ATX3.0 และ PCIe 5.0 ได้เป็นอย่างน้อย
 - 5.11.1.10.2 มีประสิทธิภาพที่ผ่านมาตรฐาน ไม่ด้อยกว่า 80 Plus Platinum
 - 5.11.1.10.3 รองรับการจ่ายไฟที่ 12 V รวมกันได้ไม่น้อยกว่า 125A
 - 5.11.1.10.4 รองรับการใช้ระบบไฟฟ้ามาตรฐานในประเทศไทย (220V)
 - 5.11.1.10.5 อุปกรณ์จ่ายไฟเป็นแบบ Fully Modular Cable System สามารถถอดสายไฟชุดที่ไม่ได้ใช้งานเก็บไว้ได้
- 5.11.1.11 มี Case สำหรับติดตั้งอุปกรณ์แผงวงจรหลัก และอุปกรณ์อื่นๆ มีคุณสมบัติดังนี้
 - 5.11.1.11.1 อุปกรณ์เป็นแบบ Full-Tower ATX Case สามารถรองรับอุปกรณ์ในข้อ 5.11.1.1-5.11.1.10 ทั้งหมด
 - 5.11.1.11.2 รองรับการติดตั้งชุดระบายความร้อนด้วยระบบน้ำ โดยสามารถติดตั้งอุปกรณ์ระบายความร้อน (Radiator) ขนาด 360 mm ได้
 - 5.11.1.11.3 มีพัดลมขนาดไม่น้อยกว่า 120 mm ติดตั้งที่ด้านหน้า อย่างน้อย 2 ตัว และด้านหลัง 1 ตัว
- 5.11.1.12 จอภาพมีคุณสมบัติเฉพาะขั้นต่ำดังนี้
 - 5.11.1.12.1 มีขนาดแสดงจอภาพไม่น้อยกว่า 27 นิ้ว แบบลดแสงสะท้อน (Anti-glare)
 - 5.11.1.12.2 แผงวงจรใช้เทคโนโลยี IPS Black มีส่วนให้ความสว่างจอภาพแบบ LED backlight
 - 5.11.1.12.3 ความละเอียดที่ไม่น้อยกว่า 3,840 x 2,160 pixels, จำนวน pixels per inch ไม่น้อยกว่า 163.18



- 5.11.1.12.4 มีค่าความสว่างหน้าจอ ไม่น้อยกว่า 400 cd/m² และ Contrast Ratio ไม่น้อยกว่า 2,000:1
- 5.11.1.12.5 มีส่วนเชื่อมต่อเพื่อแสดงภาพแบบ HDMI จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง, Display Port จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง และ USB Type C จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 5.11.1.12.6 มีช่องเชื่อมต่ออุปกรณ์ USB 3.2 Type A ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
- 5.11.1.12.7 ช่องเชื่อมต่อ USB Type C รองรับการจ่ายไฟให้แก่อุปกรณ์ ได้ไม่น้อยกว่า 90 วัตต์
- 5.11.1.12.8 มีช่องเชื่อมต่อ Ethernet Base-T จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 5.11.1.12.9 ตัวจอมีส่วนยึดกับอุปกรณ์ขายึดตามมาตรฐาน VESA 100x100 mm
- 5.11.1.12.10 ขาตั้งจอ สามารถเลื่อนปรับขึ้นลงได้ไม่น้อยกว่า 5.9 นิ้ว
- 5.11.1.12.11 มีการรับประกันจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ ที่มีระบบแจ้งเหตุขัดข้องกับอุปกรณ์ โดยมีเจ้าหน้าที่เข้ามาทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ให้ ณ จุดติดตั้ง กรณีที่ยังอยู่ในเงื่อนไขและระยะเวลาการรับประกัน
- 5.11.1.13 มาพร้อม Mouse และ Keyboard สนับสนุนการเชื่อมต่อแบบ LAN Wi-Fi Bluetooth
- 5.11.2 เครื่องสำรองไฟฟ้า UPS มีคุณสมบัติดังนี้
- 5.11.2.1 มีค่า Maximum configurable power in VA ไม่น้อยกว่า 2,000 VA
- 5.11.2.2 มีค่า Maximum configurable power in W ไม่น้อยกว่า 1,800 W
- 5.11.2.3 มีค่า Output frequency ไม่น้อยกว่า 50/60 Hz +/- 3 Hz sync to mains หรือดีกว่า
- 5.11.2.4 เครื่องสำรองไฟฟ้าชนิด (UPS type) Double conversion online
- 5.11.2.5 มีรูปคลื่นขาออกชนิด Sine wave มีค่าประสิทธิภาพ (efficiency) ไม่น้อยกว่า 88 % (full load) หรือดีกว่า
- 5.11.2.6 สามารถปรับหรือเลือกแรงดันด้านขาออกได้ไม่น้อยกว่า 220 หรือ 230 หรือ 240 Volt
- 5.11.2.7 สามารถทำการ bypass ระบบได้
- 5.11.2.8 รองรับแรงขาเข้า (Input voltage limits) ที่ไม่ต่ำกว่า 110 ถึง 285 Volt (half load) และไม่ต่ำกว่า 180 ถึง 285 Volt (full load) หรือดีกว่า
- 5.11.2.9 รองรับความถี่ขาเข้า (Network frequency) ไม่ต่ำกว่า ที่ 40 ถึง 70 Hz (auto sensing) หรือดีกว่า
- 5.11.2.10 สามารถส่งสัญญาณแจ้งเตือน อย่างน้อย ดังนี้ Alarm when on battery ,distinctive low battery alarm , overload continuous tone alarm
- 5.11.2.11 มี Control panel แบบ Multifunction LCD สามารถแสดง status and control console
- 5.11.2.12 ผลิตภัณฑ์ได้มาตรฐาน (Product certifications) CE และ มาตรฐาน UPS EN/IEC 62040-1 หรือ EN/IEC 62040-2
- 5.11.2.13 มีค่า Surge energy rating ไม่น้อยกว่า 945 J หรือดีกว่า
- 5.11.2.14 มีค่า Acoustic level ไม่เกิน 50 dBA



- 5.11.2.15 มีค่า IP degree of protection ระดับไม่ต่ำกว่า IP20 หรือดีกว่า
- 5.11.2.16 ใช้แบตเตอรี่มาตรฐาน (Battery type) ชนิด Lead-acid battery หรือดีกว่า
- 5.11.2.17 มี Extension plug สำหรับ Rack ไม่น้อยกว่า 10 Outlet จำนวน 2 ตัว/ชุด

5.12 อุปกรณ์ระบบเสียง จำนวน 3 ชุด มีคุณสมบัติต่อชุดอย่างน้อย ดังนี้

5.12.1 เครื่องขยายสัญญาณเสียง แบบ Volt-Line 70 V หรือ 100 V

- 5.12.1.1 เป็นเครื่องขยายสัญญาณเสียง แบบ 2 channels
- 5.12.1.2 สามารถขยายสัญญาณเสียง มีกำลังขับรวม ไม่น้อยกว่า 240 W
- 5.12.1.3 Max output voltage per channel ไม่น้อยกว่า 43 V peak หรือดีกว่า
- 5.12.1.4 Max output current per channel ไม่น้อยกว่า 7 Arms หรือดีกว่า
- 5.12.1.5 มีค่า THD 20 Hz - 20 kHz at 1 W into 8 ohms ไม่เกิน 0.3% หรือดีกว่า
- 5.12.1.6 มีค่า THD at 1 kHz and 1 dB below clipping ไม่เกิน 0.2% หรือดีกว่า
- 5.12.1.7 มีค่า Signal to Noise Ratio ไม่ต่ำกว่า 101 dBA หรือดีกว่า
- 5.12.1.8 มีค่า Channel separation (Crosstalk) at 1 kHz ไม่น้อยกว่า 60 dBA หรือดีกว่า
- 5.12.1.9 มีค่า Frequency Response ไม่ต่ำกว่า 5 Hz - 22 kHz
- 5.12.1.10 มีค่า Input impedance ไม่น้อยกว่า 10 k Ω หรือดีกว่า
- 5.12.1.11 มีค่า Common Mode Rejection (CMR) ไม่น้อยกว่า 40 dB หรือดีกว่า
- 5.12.1.12 มีค่า Sensitivity, balanced input ไม่ต่ำกว่า 4 dBu / 1.23 Vrms หรือดีกว่า
- 5.12.1.13 มีค่า Sensitivity, RCA input ไม่ต่ำกว่า -2 dBu / 0.62 Vrms หรือดีกว่า
- 5.12.1.14 มีไม่น้อยกว่า 4 EQ sections per input หรือดีกว่า
- 5.12.1.15 มีค่า mix-matrix controllable from GPI ไม่น้อยกว่า 2 in - 2 out หรือดีกว่า
- 5.12.1.16 มีไม่น้อยกว่า 4 EQ sections per output (presets available for many loudspeakers)
User adjustable output look ahead limiter ADLC (Adaptive ISO 226 compensation) หรือดีกว่า
- 5.12.1.17 มีค่า Operating voltage ไม่ต่ำกว่า 85 - 265 VAC หรือดีกว่า
- 5.12.1.18 มีค่า Standby consumption <1 W หรือดีกว่า
- 5.12.1.19 มี Mains connector ชนิด IEC inlet
- 5.12.1.20 มีระบบ Fan Cooling ไม่น้อยกว่า 1 ตัว
- 5.12.1.21 มีระบบ Auto mode (The power state is controlled automatically by the audio signal) หรือดีกว่า
- 5.12.1.22 มีน้ำหนัก Weight ไม่เกินกว่า 2 kg (4.4 lbs)
- 5.12.1.23 ได้รับมาตรฐาน CE, CSA, CCC, PSE, FCC, Energy Star

5.12.2 ลำโพงแบบ Volt-line จำนวน 3 ชุด (ชุดละ 6 ตัว รวม 18 ตัว) มีคุณสมบัติต่อชุดอย่างน้อย ดังนี้



- 5.12.2.1 ชนิด Passive Two-Way Full-range Loudspeaker
- 5.12.2.2 คุณภาพเสียงดี High-quality sound High sensitivity รองรับระบบ Volt-line Power amp (70 V/100 V) หรือดีกว่า
- 5.12.2.3 ออกแบบมาให้สามารถใช้ได้ทั้งแบบภายในและภายนอกอาคาร (Indoor and outdoor applications)
- 5.12.2.4 มี Transformer Taps 70 V, 100 V หรืออุปกรณ์อื่นที่สามารถทำงานได้เหมือนกัน หรือเท่าเทียมกัน
- 5.12.2.5 มีค่า Power Handling (Watts) ไม่น้อยกว่า 40 Watts หรือเหมาะสมกับเครื่องขยายสัญญาณเสียงที่ใช้ร่วมกันใน 1 ชุด
- 5.12.2.6 มีค่า Frequency Response ไม่ด้อยกว่า 50Hz - 20kHz หรือดีกว่า
- 5.12.2.7 มีค่า coverage ไม่ด้อยกว่า H 90° x V 60° หรือดีกว่า
- 5.12.3 ไมโครโฟนไร้สายชนิดมือถือ แบบดิจิทัล Digital wireless Microphone จำนวน 3 ชุด มีคุณสมบัติต่อชุดอย่างน้อย ดังนี้
 - 5.12.3.1 รับส่งสัญญาณด้วยคลื่น Digital 2.4 GHz หรือ 5.8 GHz (5GHz)
 - 5.12.3.2 มีระยะทางการใช้งานไกลไม่น้อยกว่า 30 เมตร หรือดีกว่า
 - 5.12.3.3 สามารถปรับช่องสัญญาณเลือกได้ไม่น้อยกว่า 8 ช่อง หรือดีกว่า
 - 5.12.3.4 ตอบสนองย่านความถี่เสียงที่ไม่ด้อยกว่า 70 Hz-20 KHz หรือกว้างกว่า
 - 5.12.3.5 มีคุณภาพของสัญญาณเสียงที่ไม่ด้อยกว่า 24-bit/48 kHz หรือดีกว่า
 - 5.12.3.6 ตัวรับสัญญาณสามารถติดตั้งกับตู้ RACK ได้ พร้อมอุปกรณ์สำหรับยึดติด
 - 5.12.3.7 ตัวส่ง แบบมือถือ มีปุ่ม Mute on/off พร้อมหน้าจอแสดงช่องสัญญาณที่เชื่อมต่อ
 - 5.12.3.8 ตัวส่ง เป็นไมโครโฟนแบบ Dynamic ทิศทางการรับเสียงแบบ Cardioid
 - 5.12.3.9 ตัวส่งมีแบตเตอรี่ ใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 8 ชม.
 - 5.12.3.10 ตัวรับมี Gain Control เพื่อปรับการรับสัญญาณ
 - 5.12.3.11 เอาต์พุตที่กล่องรับสัญญาณ มีทั้งแบบ Unbalance (TS) และ Balance (XLR)
 - 5.12.3.12 สามารถต่อสายสัญญาณ เพื่อซิงค์การใช้งานร่วมกันได้ไม่น้อยกว่า 8 ชุด หรือดีกว่า
- 5.12.4 ไมโครโฟนไร้สายแบบดิจิทัล ขนาดเล็ก Digital wireless Microphone จำนวน 3 ชุด มีคุณสมบัติต่อชุดอย่างน้อย ดังนี้
 - 5.12.5
 - 5.12.5.1 รับส่งสัญญาณด้วยคลื่น Digital 2.4 GHz หรือ 5.8 GHz (5 GHz)
 - 5.12.5.2 มีระยะทางการใช้งานได้ไกลไม่น้อยกว่า 25 เมตร หรือดีกว่า
 - 5.12.5.3 สามารถปรับช่องสัญญาณและเลือกได้ไม่น้อยกว่า 8 ช่อง หรือดีกว่า
 - 5.12.5.4 ตอบสนองย่านความถี่เสียงที่ไม่ด้อยกว่า 70 Hz-20 KHz หรือกว้างกว่า
 - 5.12.5.5 ตัวรับและตัวส่ง มีขนาดเล็ก สามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์อื่นๆได้ง่าย



- 5.12.5.6 ตัวส่งและตัวรับ มีแบตเตอรี่ในตัว แบบ Recharge และใช้งานได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 6 ชม.
 - 5.12.5.7 ตัวรับ มีช่องต่อสัญญาณชนิด XLR หรือ TS หรือ TRS
 - 5.12.5.8 ตัวส่ง มีช่องต่อสัญญาณรองรับไมโครโฟนแบบ Lavalier หรือ Handheld
- 5.12.6 เครื่องผสมสัญญาณเสียง digital sound mixer จำนวน 3 เครื่อง มีคุณสมบัติต่อเครื่องอย่างน้อย ดังนี้
- 5.12.6.1 ดิจิตอลมิกเซอร์แบบมีหน้าบอร์ด สามารถควบคุมการทำงานผ่าน Applications ได้ทั้ง windows , Android และ IOS หรือดีกว่า
 - 5.12.6.2 มีช่องสัญญาณอินพุท ไม่น้อยกว่า ดังนี้
 - 5.12.6.2.1 อินพุทแบบ ช่องเสียบไมค์ (Combo), ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - 5.12.6.2.2 อินพุทแบบ Stereo In mini jack 3.5 mm หรือ RCA ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 5.12.6.2.3 อินพุทแบบ Mono In jack TRS ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - 5.12.6.2.4 อินพุทแบบ USB ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.12.6.3 มีช่องสัญญาณเอาต์พุท ไม่น้อยกว่า ดังนี้
 - 5.12.6.3.1 เอาต์พุทแบบ Mono Out (L+R) ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
 - 5.12.6.3.2 เอาต์พุทแบบ Stereo Out (Monitor Out TRS) ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - 5.12.6.4 สามารถใช้งานเป็น Audio Interface ผ่านช่อง USB (Type B หรือ Type C)
 - 5.12.6.5 มีช่องหูฟัง (TRS + 3.5 mm) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
 - 5.12.6.6 มี EQ ไม่น้อยกว่า PEQ 4 Band, HPF
 - 5.12.6.7 มีความละเอียดของเสียง (A/D Resolution) ไม่น้อยกว่า 192kHz, 24-bit
 - 5.12.6.8 มีระบบปรับปรุงคุณภาพเสียง (DSP, Digital signal Processor)
 - 5.12.6.9 มีอัตราการตอบสนอง (Latency system) ไม่เกิน 0.5 ms
 - 5.12.6.10 การควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์ โดยเชื่อมต่อสัญญาณผ่านสาย USB ได้
 - 5.12.6.11 สามารถบันทึกเสียงได้ (Record Multitrack)
 - 5.12.6.12 มี Loopback function สำหรับ Streaming, Conference
- 5.13 ตู้ Rack (19" GERMANY STANDARD RACK) ขนาด ไม่น้อยกว่า 22U สำหรับจัดเก็บอุปกรณ์ระบบ จำนวน 3 ตู้ มีคุณสมบัติอย่างน้อย ดังนี้
- 5.13.1 ออกแบบและผลิตตามมาตรฐาน ANSI/EIA-310D-1992 (Rev. EIA-310C) หรือ IEC60297-1, IEC60297-2 หรือ BS5954 Part :2, DIN 41494 หรือ UL
 - 5.13.2 ผลิตขึ้นรูปจากเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสี ความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 mm.
 - 5.13.3 ฝ้าด้านหน้าออกแบบให้โปร่งใส สามารถมองเห็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งใน Rack ชัดเจน
 - 5.13.4 มีพัดลมระบายความร้อน ไม่น้อยกว่า 2 ตัว
 - 5.13.5 รองรับน้ำหนักการใช้งานไม่น้อยกว่า 1,000 กิโลกรัม
 - 5.13.6 ผลิตโดยบริษัทที่ได้รับรองมาตรฐาน มอก./ISO 9001(2000) หรือเทียบเท่าหรือดีกว่า



5.13.7 มีขาตั้งที่สามารถปรับระดับได้ และมีล้อเลื่อน แบบหมุนได้ 360 องศา แต่ละล้อสามารถรองรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 100 กิโลกรัม

5.14 เครื่องฉายภาพโปรเจกเตอร์ความสว่างไม่น้อยกว่า 4,000 Ansi Lumens จำนวน 6 เครื่อง มีคุณสมบัติต่อเครื่องดังต่อไปนี้

5.14.1 ความละเอียดของภาพ (Pixel) ไม่น้อยกว่า Full HD (1,920 x 1,080)

5.14.2 ให้ความสว่างภาพไม่น้อยกว่า 4,000 Ansi Lumens

5.14.3 ใช้เทคโนโลยีการฉายภาพ แบบ 3LCD และมี LCD Panel ขนาดไม่น้อยกว่า 0.60 นิ้ว หรือดีกว่า

5.14.4 มีอัตราความคมชัด (Contrast Ratio) ไม่น้อยกว่า 10,000:1

5.14.5 มีอัตราส่วนภาพ (Native Aspect Ratio) ไม่น้อยกว่า แบบ 16:9

5.14.6 สามารถฉายภาพ (Projection Screen Size) ไม่น้อยกว่า 30 นิ้ว ถึง 300 นิ้ว หรือดีกว่า

5.14.7 มีระบบการแก้ไข Keystone ในแนวตั้งและแนวนอน ไม่น้อยกว่า $\pm 30^\circ$ หรือดีกว่า

5.14.8 มีช่องสัญญาณ อย่างน้อย ดังนี้

5.14.8.1 HDMI In ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

5.14.8.2 VGA In (D-sub 15-Pin) ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

5.14.8.3 USB In (USB 2.0) หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

5.15 Gigabit Network Switch 16 Port จำนวน 3 ตัว มีคุณสมบัติอย่างน้อย ดังนี้

5.15.1 มาตรฐานการเชื่อมต่อสัญญาณ (Standards and Protocols) ไม่น้อยกว่า IEEE 802.3i/802.3u/802.3ab/802.3x

5.15.2 มีค่า Data Rates ไม่น้อยกว่า 10/100/1,000 Mbps at Half Duplex, 20/200/2,000 Mbps at Full Duplex

5.15.3 มี Interface ชนิด RJ45 (Gigabit Port) จำนวน ไม่น้อยกว่า 16 ช่อง

5.15.4 มีขนาด Buffer Size ไม่น้อยกว่า 23 MB

5.15.5 มีฟังก์ชันที่รองรับการต่อสาย แบบสายตรงหรือสายไขว้

5.15.6 มีเทคโนโลยี ช่วยประหยัดพลังงาน (Eco)

5.15.7 มีอุปกรณ์สำหรับยึดติดตั้งใน RACK มาตรฐาน 19 นิ้ว

5.15.8 สามารถใช้งานได้กับระบบไฟฟ้าของประเทศไทย (220-240VAC, 50Hz) โดยมีอัตราการใช้พลังงาน (Power Consumption) ไม่เกิน 15 วัตต์

5.15.9 ได้รับมาตรฐาน (Certification) FCC, CE, RoHs หรือดีกว่า

6. สถานที่ติดตั้ง

อาคารคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา



7. ระยะเวลาการดำเนินงาน และส่งมอบงาน

ดำเนินการจัดหาพัสดุและติดตั้งภายใน 120 วัน นับถึจากวันที่ลงนามในสัญญา และเมื่อติดตั้งแล้วเสร็จ ต้องทำการอบรมการใช้งานและบำรุงรักษาระบบฯหรืออุปกรณ์ ดังนี้

1. อบรมการใช้งาน อย่างน้อย 2 ครั้ง (วัน เวลา ตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด) พร้อมจัดทำคู่มือการใช้งาน เป็นภาษาไทย หรืออังกฤษ โดยพิมพ์ใส่กระดาษขนาด A4 จำนวนไม่น้อยกว่า 10 ชุด และ Soft file (Word , PDF) ใส่ใน Flash drive จำนวน 2 ชุด
2. อบรมการดูแลและบำรุงรักษา อย่างน้อย 1 ครั้ง (วัน เวลา ตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด) พร้อมคู่มือการใช้งาน เป็นภาษาไทย หรืออังกฤษ โดยพิมพ์ใส่กระดาษ ขนาด A4 จำนวนไม่น้อยกว่า 5 ชุด และ Soft file (Word , PDF) ใส่ใน Flash drive จำนวน 2 ชุด
3. การจัดอบรมจากข้อ 1 และ ข้อ 2 ข้างต้น ไม่ถือว่าอยู่ในเงื่อนไขของการส่งมอบงานหรือกระบวนการตรวจรับ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับทางมหาวิทยาลัย ในการทำความเข้าใจการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ของโครงการ

8. การรับประกันงาน

8.1 การรับประกันงานติดตั้งหลังลงนามตรวจรับ ไม่น้อยกว่า 1 ปี

8.2 การรับประกันสินค้าหรืออุปกรณ์ต่างๆ ตามตาราง ดังนี้

ลำดับรายการ	รายการ(ตามข้อ 5)	รับประกัน (ปี)
5.1	จออัจฉริยะแบบสัมผัส (Interactive Display) หน้าจอขนาดไม่น้อยกว่า 85 นิ้ว	2
5.2	คอมพิวเตอร์ออนบอร์ด (OPS) สำหรับจออัจฉริยะแบบสัมผัส	2
5.3	อุปกรณ์ถ่ายทำ บันทึก ถ่ายทอดสดการเรียนการสอน	2
5.4	กล่องหมุนตามผู้บรรยายอัตโนมัติ	2
5.5	กล่อง IP Network Camera พร้อมระบบจำแนกใบหน้า	2
5.6	อุปกรณ์ ควบคุม สั่งเปิด-ปิด รีโมท ไร้สาย เครื่องเซิร์ฟเวอร์ได้ผ่าน LAN	1
5.7	เครื่องควบคุมอุปกรณ์ในห้องเรียน/ห้องประชุมจากส่วนกลาง	2
5.8	อุปกรณ์สลับสัญญาณ HDMI เข้า 4 ออก 1	1
5.9	อุปกรณ์กระจายสัญญาณภาพ HDMI เข้า 1 ออก 2	1
5.10	แว่น VR สำหรับ PC	1
5.11	คอมพิวเตอร์ สำหรับอุปกรณ์ VR	1
5.12	อุปกรณ์ระบบเสียง	2
5.13	ตู้ Rack ขนาด ไม่น้อยกว่า 22U	1
5.14	เครื่องฉายภาพโปรเจคเตอร์	2
5.15	Gigabit Network Switch	



คณะกรรมการจัดทำรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ และกำหนดราคากลาง

(ลงชื่อ)..... *Muc* ประธานกรรมการ

(นายโมเรศ ปรัชญพฤทธิ)

ตำแหน่ง อาจารย์

ลงชื่อ..... *นาย วัฒน*กรรมการ

(นายมนัส วัฒน)

ตำแหน่ง นักวิชาการโสตทัศนศึกษา

ลงชื่อ..... *Epm*กรรมการ

(นายยุทธนา จินสมุท)

ตำแหน่ง วิศวกรไฟฟ้า

ลงชื่อ..... *ภาดกร มาตรีจันทร์*กรรมการ

(นายภาดกร มาตรีจันทร์)

ตำแหน่ง นักวิชาการคอมพิวเตอร์

ลงชื่อ..... *อัคร*กรรมการ

(นายอัคร นาประดิษฐ์)

ตำแหน่ง นักวิชาการคอมพิวเตอร์

ลงชื่อ..... *สุภเดช อินทร์ตะโคตร*กรรมการ

(นายสุภเดช อินทร์ตะโคตร)

ตำแหน่ง วิศวกร

ลงชื่อ..... *ศุภกร แพนพิทักษ์*กรรมการ

(นายศุภกร แพนพิทักษ์)

ตำแหน่ง นักวิชาการศึกษา

