

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. ชื่อครุภัณฑ์ ครุภัณฑ์ห้องระบบปฏิบัติการพัฒนาทักษะความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีและสื่อการสอน
2. จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด
3. รายละเอียดทั่วไป
 - 3.1 ชุดนำเสนอสื่อสำหรับปฏิบัติการเรียนรู้ทักษะความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยี จำนวน 1 ชุด
 - 3.2 ชุดนำเสนอสื่อแบบเสมือนจริง จำนวน 1 ชุด
 - 3.3 ชุดควบคุมชุดนำเสนอสื่อสำหรับปฏิบัติการเรียนรู้
ทักษะความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยี จำนวน 1 ชุด
 - 3.4 เครื่องมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์ ระดับ WXGA
ขนาด 4,000 ANSI lumens จำนวน 1 เครื่อง
 - 3.5 จอรับภาพชนิดมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 120 นิ้ว จำนวน 1 จอ
 - 3.6 ไมโครโฟนไร้สายแบบมือถือพร้อมขาตั้งแบบตั้งโต๊ะ จำนวน 1 ชุด
 - 3.7 ไมโครโฟนมีสายแบบมือถือพร้อมขาตั้งแบบตั้งโต๊ะ จำนวน 1 ชุด
 - 3.8 ลำโพงประจำห้อง จำนวน 2 คู่
 - 3.9 เครื่องสำรองไฟฟ้าขนาดไม่น้อยกว่า 1 kVA จำนวน 2 ชุด
 - 3.10 อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย (Access Point) แบบที่ 1 จำนวน 1 ชุด
 - 3.11 ชุดอุปกรณ์สำหรับการปฏิบัติการเรียนรู้
ทักษะความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยี จำนวน 1 ชุด
 - 3.12 ชุดอุปกรณ์จับภาพการปฏิบัติการเรียนรู้
ทักษะความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยี จำนวน 1 ชุด
 - 3.13 ชุดอุปกรณ์บันทึกการปฏิบัติการเรียนรู้
ทักษะความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยี จำนวน 1 ชุด
 - 3.14 ชุดอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลการปฏิบัติการเรียนรู้
ทักษะความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยี จำนวน 1 ชุด
 - 3.15 เครื่องขยายเสียง จำนวน 1 ชุด
 - 3.16 ชุดอุปกรณ์ปรับแต่งสัญญาณเสียง จำนวน 1 ชุด
 - 3.17 เครื่องสลับสัญญาณภาพ จำนวน 1 ชุด
 - 3.18 เครื่องควบคุมระบบภาพและเสียงแบบอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด
 - 3.19 จอชนิดสัมผัสสำหรับเครื่องควบคุมระบบภาพและเสียง จำนวน 1 ชุด
 - 3.20 ชุดอุปกรณ์รับสัญญาณภาพแบบติดตั้ง จำนวน 2 ชุด
 - 3.21 ชุดอุปกรณ์ประมวลผลระบบบันทึก จำนวน 1 ชุด
 - 3.22 โทรทัศน์ แอล อี ดี (LED TV) แบบ Smart TV
ระดับความละเอียดจอภาพ 3840 x 2160 พิกเซล ขนาด 65 นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง
 - 3.23 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ ขนาดไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต จำนวน 1 ชุด

3.24 โต๊ะสำหรับผู้สอน	จำนวน 1 ชุด
3.25 เก้าอี้สำหรับผู้สอน	จำนวน 1 ชุด
3.26 โต๊ะสำหรับผู้เรียน	จำนวน 16 ชุด
3.27 เก้าอี้สำหรับผู้เรียน	จำนวน 32 ชุด
3.28 โต๊ะประชุมสำหรับ 6 ที่นั่ง	จำนวน 2 ชุด
3.29 เก้าอี้สำหรับโต๊ะประชุม	จำนวน 12 ชุด
3.30 โต๊ะสำหรับเจ้าหน้าที่	จำนวน 1 ชุด
3.31 เก้าอี้สำหรับเจ้าหน้าที่	จำนวน 2 ชุด
3.32 กระดานไวท์บอร์ดกระจกพร้อมติดตั้ง	จำนวน 1 ชุด
3.33 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาด 36,000 บีทียู	จำนวน 4 ชุด
3.34 ตู้เก็บอุปกรณ์ ขนาด 36U	จำนวน 1 ชุด
3.35 ฉากกั้นสำเร็จรูป	จำนวน 1 ชุด
3.36 ม่านจีบ พร้อมติดตั้ง	จำนวน 1 ชุด
3.37 พรมยาง พร้อมติดตั้ง	จำนวน 1 ชุด
3.38 บอร์ดสำเร็จ	จำนวน 1 ชุด
3.39 ติดตั้งระบบภาพและเสียงพร้อมระบบถ่ายทำการปฏิบัติการเรียนรู้ ทักษะความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีและ Commissioning System	จำนวน 1 ระบบ
3.40 ติดตั้งระบบไฟฟ้าและตู้ Load Center พร้อมระบบเครือข่าย	จำนวน 1 ระบบ

4. รายละเอียดคุณลักษณะ

4.1 ชุดนำเสนอสื่อสำหรับปฏิบัติการเรียนรู้ทักษะความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยี จำนวน 1 ชุด

4.1.1 จอแสดงภาพระบบสัมผัส

4.1.1.1 จอแสดงภาพระบบสัมผัสขนาดไม่น้อยกว่า 74 นิ้ว โดยวัดตามแนวทแยง

4.1.1.2 สามารถแสดงผลได้ในระดับ 3840 × 2160 หรือดีกว่า

4.1.1.3 รองรับการทำงานแบบ Multi touch

1) 20 จุดพร้อมกันบนระบบปฏิบัติการ Windows หรือดีกว่า

2) 20 จุดพร้อมกันบนระบบปฏิบัติการ Mac หรือดีกว่า

3) 10 จุดพร้อมกันบนระบบปฏิบัติการ Chrome หรือดีกว่า

4.1.1.4 มีที่สำหรับวางปากกา พร้อมปากกา จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ด้าม

4.1.1.5 รองรับ Bluetooth 4.2 dual mode

4.1.1.6 มีความสว่างไม่น้อยกว่า 400 cd/m²

4.1.1.7 มีช่องสัญญาณในการเชื่อมต่อ อย่างน้อยดังนี้

1) USB Type A ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง

2) USB Type B ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

3) HDMI IN ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง

- 4) Stereo 3.5 mm ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 5) RJ45 ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 6) RS-232 ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.1.1.8 มีลำโพงขนาดไม่น้อยกว่า 15 W (x2)
- 4.1.1.9 หน้าจอใช้ระบบสัมผัสแบบ Advanced infrared หรือ HyPr Touch™ with Advanced IR
- 4.1.1.10 แยกการทำงานเครื่องมือและอุปกรณ์อัตโนมัติ
- 4.1.1.11 มีฟังก์ชัน Ambient light sensor
- 4.1.1.12 รองรับระบบเชื่อมต่อไร้สายแบบ IEEE 802.11a/b/g/n/ac with 2 × 2 MIMO หรือ IEEE 802.11ax (Wi-Fi 6)
- 4.1.1.13 รองรับการนำเสนอแบบ screen sharing
- 4.1.1.14 มีแผงควบคุมด้านหน้าประกอบด้วยปุ่มอย่างน้อย เช่น Home และ Power และ Volume และ freeze
- 4.1.1.15 มีอุปกรณ์ iQ experience ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Android Version 8 หรือดีกว่า
- 4.1.1.16 มีเครื่องมือสำเร็จรูป Interactive widgets เป็นอย่างน้อย
- 4.1.1.17 ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งจากเจ้าของผลิตภัณฑ์โดยตรง หรือจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ เพื่อการบริการหลังการขายที่มีประสิทธิภาพ
- 4.1.2 โปรแกรมควบคุมการนำเสนอสื่อ
 - 4.1.2.1 รองรับการทำงานได้ทั้งระบบปฏิบัติการ Windows 7 หรือสูงกว่า หรือระบบปฏิบัติการ Mac OS เป็นอย่างน้อย
 - 4.1.2.2 สามารถ Export สื่อการสอนที่สร้างด้วยโปรแกรม ออกมาในรูปแบบของไฟล์ .HTML และ PDF
 - 4.1.2.3 มีคลังข้อมูลที่อยู่ภายในโปรแกรมเกี่ยวกับรูปภาพ, ภาพพื้นหลัง, วิดีโอ หรือ ไฟล์เสียง
 - 4.1.2.4 มีฟังก์ชันปากกาในการแปลงลายมือให้เป็นตัวอักษรได้
 - 4.1.2.5 มีฟังก์ชัน Magic Pen ที่สามารถทำงานได้ไม่น้อยกว่า 3 รูปแบบ เช่น ทำสปอร์ตไลท์, ขยายภาพ และเขียนข้อความ โดยข้อความสามารถเลื่อนหายได้
- 4.1.3 โปรแกรมสำหรับสร้างสื่อการเรียนการสอนสำหรับผู้สอน
 - 4.1.3.1 สามารถค้นหาวิดีโอจากเว็บไซต์ ได้โดยไม่ต้องเปิดโปรแกรม Internet browser
 - 4.1.3.2 มีเนื้อหาบทเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ (Geogebra) เกี่ยวกับหัวข้อทาง geometry, algebra, calculus and statistics
 - 4.1.3.3 มีกิจกรรมให้ผู้สอนเลือกสร้างสื่อได้ไม่น้อยกว่า 9 กิจกรรม เช่น Speed up, Label Reveal, Shout it out, Super sort, Rank order, Fill in the blank, Match'em up, Flip out, Monster quiz หรือ Game show

- 4.1.3.4 รองรับการทำงานบน Mobile Application หรือ Web Browser ผ่านโทรศัพท์มือถือ, แท็บเล็ต หรือ คอมพิวเตอร์
- 4.1.3.5 สามารถเพิ่มรูปภาพหรือข้อความลงในกิจกรรมได้
- 4.1.3.6 มีลูกเล่นสำหรับเพิ่มลงในกิจกรรม เช่น Timer หรือ Randomizer หรือ Buzzer
- 4.1.4 โปรแกรมสร้างแบบประเมินผลความเข้าใจการเรียนรู้
 - 4.1.4.1 มีส่วนให้ผู้สอนสร้างแบบประเมินผลความเข้าใจโดยมีรูปแบบคำถามให้เลือกสร้างได้อย่างน้อยดังนี้ Multiple choice, Multi-answer, opinion หรือ open field
 - 4.1.4.2 สามารถเพิ่มรูปภาพลงในคำถามหรือคำตอบได้
 - 4.1.4.3 มีรายงานสรุปผลการทดสอบทันทีที่การทดสอบสิ้นสุด โดยสามารถดูรายงานผลในแต่ละคำถามได้
 - 4.1.4.4 สามารถ Export แบบประเมินผลความเข้าใจในการเรียนรู้ได้

4.2 ชุดนำเสนอสื่อแบบเสมือนจริง

จำนวน 1 ชุด

- 4.2.1 มีอุปกรณ์สร้างสัญญาณภาพชนิด CMOS หรือดีกว่า
- 4.2.2 มีความละเอียดภาพแบบ HDMI ไม่น้อยกว่าระดับ 3840x2160, 1920x1080, 1280x720
- 4.2.3 อัตราความเร็วของภาพ (Frame rate) ไม่น้อยกว่า 60 ภาพต่อวินาที
- 4.2.4 มีระบบปรับความคมชัดของภาพ (Focus) แบบอัตโนมัติ
- 4.2.5 มีระบบซูมแบบ Optical ไม่น้อยกว่า 10X และ Digital Zoom ไม่น้อยกว่า 23X
- 4.2.6 มีไฟส่องวัตถุแบบ LED หรือดีกว่า
- 4.2.7 มีช่องสัญญาณอย่างน้อยดังต่อไปนี้
 - 4.2.7.1) มีช่องต่อสัญญาณภาพแบบ HDMI ขาเข้า 1 ช่อง
 - 4.2.7.2) มีช่องต่อสัญญาณภาพแบบ HDMI ขาออก 1 ช่อง
 - 4.2.7.3) มีช่องต่อสัญญาณ แบบ USB mini-B 1 ช่อง
 - 4.2.7.4) มีช่องต่อสัญญาณ แบบ USB Type-A 2 ช่อง
 - 4.2.7.5) มี WiFi dongle port จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.2.8 มีแผงควบคุมที่ตัวเครื่อง มีปุ่มสำหรับเปิด – ปิดตัวเครื่องบันทึกภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว
สลับระหว่างการใช้ Wi-Fi หรือโหมดการเชื่อมต่อ USB
- 4.2.9 มีรีโมทคอนโทรล
- 4.2.10 สามารถปรับความสว่างของภาพได้
- 4.2.11 สามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรมที่เป็นชื่อเดียวกันกับผลิตภัณฑ์ได้ เช่น Capture with time-lapse, Zoom in และ Zoom out, Focus in และ Focus out
- 4.2.12 มีแผ่นลดแสงสะท้อนจากเจ้าของผลิตภัณฑ์
- 4.2.13 มี WiFi dongle จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชิ้น
- 4.2.14 รองรับการเชื่อมต่อแบบ UVC และ Miracast

- 4.2.15 สามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรมแกรมที่เป็นชื่อเดียวกันกับผลิตภัณฑ์ได้ และ รองรับฟังก์ชัน Capture with time-lapse, Zoom in และ Zoom out, Focus in และ Focus out เป็นอย่างน้อย
- 4.2.16 ได้รับมาตรฐาน FCC, CE, UKCA, LVD, CB, EMCD, RED, REACH, POP หรือ WEEE หรือ RoHS
- 4.2.17 มีฟังก์ชันที่มากับอุปกรณ์นำเสนอสื่อแบบเสมือนจริงสามารถทำการบันทึกภาพนิ่ง และ ภาพเคลื่อนไหวได้จากตัวกล้องของอุปกรณ์นำเสนอสื่อแบบเสมือนจริง
- 4.2.18 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากเจ้าของผลิตภัณฑ์ หรือจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา เพื่อการบริการหลังการขายที่มีประสิทธิภาพ

4.3 ชุดควบคุมชุดนำเสนอสื่อสำหรับปฏิบัติการเรียนรู้ทักษะความเป็นเลิศ จำนวน 1 ชุด ด้านเทคโนโลยี

- 4.3.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core) และ 16 แกนเสมือน (16 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุดไม่น้อยกว่า 4.4 GHz จำนวน 1 หน่วย
- 4.3.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB
- 4.3.3 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้
- 4.3.3.1) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
 - 4.3.3.2) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
 - 4.3.3.3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพ ขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
- 4.3.4 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- 4.3.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ชนิด SATA ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือดีกว่า หรือชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB จำนวน 1 หน่วย
- 4.3.6 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.3.7 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 4.3.8 มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- 4.3.9 มีจอแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย

4.4 เครื่องมัลติมีเดียโปรเจคเตอร์ ระดับ WXGA ขนาด 4,000 ANSI lumens จำนวน 1 เครื่อง

4.4.1 เป็นเครื่องฉายแบบเลนส์เดี่ยว ระบบ LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 0.59 นิ้ว

4.4.2 มีความละเอียดไม่น้อยกว่า WXGA (1,280x800)

4.4.3 มีความสว่างไม่น้อยกว่า 4,000 ANSI Lumens

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

4.4.5 ตัวเครื่องมีช่องต่อสัญญาณ ดังนี้

4.4.5.1 HDMI ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

4.4.5.2 USB ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

4.4.6 สามารถปรับแก้สีให้เหมาะสม

4.5 จอรับภาพชนิดมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 120 นิ้ว จำนวน 1 จอ

4.5.1 เป็นจอรับภาพแบบชนิดควบคุมการขึ้นลงของจอภาพ และม้วนเก็บด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า

4.5.2 ขนาดไม่น้อยกว่า 120 นิ้ว

4.5.3 เนื้อจอสีขาว ทำจากวัสดุ Fiber ด้านหลังเคลือบสีต้านทานต่อการฉีกขาด

4.5.4 เนื้อผ้าชนิด Matt White หรือดีกว่า

4.6 ไมโครโฟนไร้สายแบบมือถือพร้อมขาตั้งแบบตั้งโต๊ะ จำนวน 1 ชุด

4.6.1 เครื่องส่งสัญญาณเสียงพร้อมไมโครโฟน

4.6.1.1 เป็นไมโครโฟนไร้สาย แบบมือถือ

4.6.1.2 มีสวิตช์ปุ่ม power หรือ mute หรือ Channel select switch

4.6.2 เครื่องรับสัญญาณเสียง

4.6.2.1 เป็นเครื่องรับสัญญาณไมโครโฟนแบบไร้สาย

4.6.2.2 มีช่องสัญญาณเสียงขาออกไม่น้อยกว่า 1 ช่องสัญญาณ

4.6.3 มีขาตั้งไมค์แบบตั้งโต๊ะ ทำด้วยวัสดุที่แข็งแรงทนทาน รับน้ำหนักไมค์ได้ดี

4.7 ไมโครโฟนมีสายแบบมือถือพร้อมขาตั้งแบบตั้งโต๊ะ จำนวน 1 ชุด

4.7.1 เป็นไมโครโฟนแบบไดนามิก

4.7.2 ตอบสนองความถี่ในช่วง 40-16,000 Hz หรือดีกว่า

4.7.3 มีค่าความต้านทาน 300 Ω หรือดีกว่า

4.7.4 มุมการรับเสียงชนิด Hypercardioid หรือดีกว่า

4.7.5 ขาตั้งไมค์แบบตั้งโต๊ะ ทำด้วยวัสดุที่แข็งแรงทนทาน รับน้ำหนักไมค์ได้ดี

4.8 ลำโพงประจำห้อง

จำนวน 2 คู่

- 4.8.1 เป็นลำโพงสองทาง ขนาดไม่น้อยกว่า 30 วัตต์
- 4.8.2 มีขนาดลำโพงเสียงต่ำไม่น้อยกว่า 12 ซม.
- 4.8.3 มีขนาดลำโพงเสียงสูงไม่น้อยกว่า 2.5 ซม.
- 4.8.4 สามารถเลือกการต่อใช้งานแบบ 4 หรือ 8 โอห์ม หรือ 70V หรือ 100V

4.9 เครื่องสำรองไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า 1 kVA

จำนวน 2 ชุด

- 4.9.1 มีกำลังไฟฟ้าด้านนอกไม่น้อยกว่า 1000 VA (600 Watts)
- 4.9.2 สามารถสำรองไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที
- 4.9.3 มีระบบการทำงานแบบ Line interactive with stabilizer
- 4.9.4 ควบคุมการทำงานด้วยไมโครโปรเซสเซอร์

4.10 อุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย (Access Point) แบบที่ 1

จำนวน 1 ชุด

- 4.10.1 สามารถใช้งานตามมาตรฐาน IEEE 802.11b, g, n, ac ได้เป็นอย่างดี
- 4.10.2 สามารถทำงานที่คลื่นความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz
- 4.10.3 สามารถเข้ารหัสข้อมูลตามมาตรฐาน WPA และ WPA2 ได้เป็นอย่างดี
- 4.10.4 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.10.5 สามารถทำงานได้ตามมาตรฐาน IEEE 802.3af หรือ IEEE 802.3at (Power over Ethernet)
- 4.10.6 สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทางโปรแกรม Web Browser ได้

4.11 ชุดอุปกรณ์ถ่ายทำการปฏิบัติการการเรียนรู้ทักษะ

จำนวน 1 ชุด

ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยี

- 4.11.1 ตัวกล้องมีเซ็นเซอร์รับภาพขนาดไม่น้อยกว่า 1/2.8" ชนิด 4K Exmor CMOS หรือดีกว่า
- 4.11.2 มีความละเอียดภาพ (Effective Picture Elements) ไม่น้อยกว่า 8 ล้านพิกเซล เป็นอย่างน้อย
- 4.11.3 รองรับความละเอียดและจำนวนภาพต่อวินาทีในการแสดงภาพที่ 4K/30, 4K/29.97, 4K/25, 1080p/60, 1080p/59.94, 1080p/50, 1080p/30, 1080p/29.97, 1080p/25, 1080i/60, 1080i/59.94, 1080i/50, 720p/60, 720p/59.94, 720p/50 เป็นอย่างน้อย
- 4.11.4 มีความไวในการรับแสงต่ำสุดไม่เกิน 0.5 lux (IRE50, F1.6, 30FPS) หรือดีกว่า
- 4.11.5 มีค่าอัตราส่วนระหว่างสัญญาณกับสัญญาณรบกวน (S/N ratio) ไม่น้อยกว่า 50dB
- 4.11.6 มีจำนวนเส้นในการแสดงภาพไม่น้อยกว่า 1400 TV Lines
- 4.11.7 มีความเร็วชัตเตอร์ที่ 1/1~1/32,000 วินาที หรือดีกว่า

- 4.11.8 สามารถควบคุมการเปิดรับแสง (Exposure) ได้แบบ Auto, Manual, Priority AE, BLC และ WDR ได้เป็นอย่างดี
- 4.11.9 รองรับการตั้งค่า White Balance ได้แบบ Auto, Manual, ATW และ One Push ได้
- 4.11.10 สามารถซูมภาพได้ 12 เท่า แบบออฟติคัล และ 12 เท่า แบบดิจิตอล เป็นอย่างน้อย
- 4.11.11 มีมุมมองภาพ DFOV ที่ 78° (Wide) ~ 7° (Tele), HFOV ที่ 70° (Wide) ~ 6° (Tele) และ VFOV ที่ 42° (Wide) ~ 3° (Tele) หรือดีกว่า
- 4.11.12 มีช่วงกว้างของเลนส์ไม่น้อยกว่า 3.9mm ~ 46.8mm
- 4.11.13 มีรูรับแสง (Aperture Iris) ที่ F1.6 (Wide) ~ 2.8 (Tele)
- 4.11.14 สามารถทำงานได้ที่ระยะต่ำสุดที่ 0.3 เมตร (Wide) และ 1.5 เมตร (Tele)
- 4.11.15 สามารถปรับหมุนซ้ายขวา (Pan) ได้ $\pm 170^{\circ}$ และปรับขึ้นลง 90° ลงได้ 30°
- 4.11.16 มีความเร็วในการหมุนซ้ายขวา (Pan) $0.1^{\circ} \sim 100^{\circ}/\text{Sec}$ และความเร็วขึ้นลง (Tilt) $0.1^{\circ} \sim 100^{\circ}/\text{Sec}$
- 4.11.17 มีความเร็วในการไปยังตำแหน่ง Preset โดยการ Pan ได้ 200° และ Tilt ได้ 200° ต่อวินาที
- 4.11.18 รองรับการตั้งตำแหน่งกล้องล่วงหน้า (Preset) ด้วยรีโมทคอนโทรลไม่น้อยกว่า 10 จุด และ 255 จุด ผ่านไอพี
- 4.11.19 รองรับการควบคุมผ่านโปรโตคอล VISCA (RS232/ RS422/ IP), PELCO-D, PELCO-P (RS232 / RS422) และ CGI (IP) ได้เป็นอย่างดี
- 4.11.20 สามารถตั้งค่าการลดสัญญาณรบกวนแบบ 2D/3D, Mirror และสามารถกลับภาพกล้อง (Flip) เมื่อติดตั้งกล้องกับเพดานได้
- 4.11.21 สามารถปรับความถี่กำลังไฟฟ้าที่ 50 Hz และ 60 Hz ได้เป็นอย่างดี
- 4.11.22 รองรับเสียงแบบ 2ch Stereo
- 4.11.23 รองรับการเข้ารหัสเสียงชนิด AAC-LC และ PCM ได้เป็นอย่างดี
- 4.11.24 มีฟังก์ชัน Sleep Mode เป็นอย่างน้อย
- 4.11.25 รองรับการเข้าใช้งานด้วยเว็บเบราว์เซอร์ (Web UI)
- 4.11.26 มีโหมดการติดตามบุคคลแบบอัตโนมัติ (Auto Tracking) ในตัวกล้อง โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์เสริมอื่น หรือโปรแกรมประยุกต์ใด ๆ และมีโหมดการติดตามบุคคลไม่น้อยกว่า 3 โหมด ดังนี้ Presenter Mode, Zone Mode และ Hybrid Mode
- 4.11.27 มีข้อสัญญาณการเชื่อมต่อดังนี้
- 1) HDMI อย่างน้อย 1 พอร์ต
 - 2) 3G-SDI อย่างน้อย 1 พอร์ต
 - 3) USB3.1 Gen1 Type-B อย่างน้อย 1 พอร์ต
 - 4) RS232 อย่างน้อย 1 พอร์ต
 - 5) RS422 อย่างน้อย 1 พอร์ต
 - 6) Line in อย่างน้อย 1 พอร์ต
 - 7) PoE+ อย่างน้อย 1 พอร์ต

- 4.11.28 รองรับการส่งภาพผ่านไอพีได้ด้วยความละเอียดไม่น้อยกว่า 4K ที่ 30fps
- 4.11.29 รองรับการบีบอัดข้อมูลชนิด H.264, H.265 และ MJPEG ในการส่งภาพผ่านไอพีได้
- 4.11.30 สามารถควบคุมบิตเรตได้แบบ VBR และ CBR ได้เป็นอย่างดี
- 4.11.31 มีการเชื่อมต่อเครือข่ายชนิด 10/100/1000 Base-T เป็นอย่างน้อย
- 4.11.32 ตัวกล้องรองรับโปรโตคอลแบบ IPv6, IPv4, TCP, UDP, ARP, ICMP, IGMP, HTTP, DHCP, RTP/RTCP, RTSP, RTMP และ VISCA over IP ได้เป็นอย่างดี
- 4.11.33 รองรับรูปแบบวิดีโอผ่านยูเอสบีซีชนิด MJPEG และ YUY2 ได้เป็นอย่างดี
- 4.11.34 รองรับการเชื่อมต่อผ่านยูเอสบีวีดีโอคลาส UVC1.1 และ UAC1.0 ได้เป็นอย่างดี
- 4.11.35 มีโปรแกรมประยุกต์เพื่อช่วยในการค้นหาไอพีของกล้องได้ (IP Search and Configuration Tool)
- 4.11.36 มีโปรแกรมประยุกต์ PTZ Control Panel บนระบบปฏิบัติการ iOS เพื่อใช้ควบคุมกล้องได้เป็นอย่างดี
- 4.11.37 มีโปรแกรมประยุกต์ CaptureShare เพื่อใช้ในการบันทึกภาพนิ่งหรือวิดีโอ และสามารถทำการถ่ายทอดสดได้
- 4.11.38 ตัวกล้องมีไฟบอกสถานะกล้อง Tally Lamp
- 4.11.39 ตัวกล้องต้องผ่านมาตรฐาน FCC , CE และ RoHS เป็นอย่างน้อย

4.12 ชุดอุปกรณ์จับภาพการปฏิบัติการเรียนรู้ทักษะความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยี จำนวน 1 ชุด

- 4.12.1 ตัวกล้องมีเซ็นเซอร์รับภาพชนิด Exmor CMOS ขนาดไม่น้อยกว่า 1/2.8” หรือดีกว่า
- 4.12.2 มีเซ็นเซอร์ความละเอียดไม่น้อยกว่า 2 ล้านพิกเซล หรือดีกว่า
- 4.12.3 รองรับความละเอียดและจำนวนภาพต่อวินาทีในการแสดงภาพที่ 1080p/60, 1080p/59.94, 1080p/50, 1080i/60, 1080i/59.94, 1080i/50, 1080p/30, 1080p/29.97, 1080p/25, 720p/60, 720p/59.94, 720p/50 และแบบอัตโนมัติได้
- 4.12.4 มีความไวในการรับแสงต่ำสุดไม่เกิน 0.4 lux (IRE50, F1.6, 30FPS) หรือดีกว่า
- 4.12.5 มีค่าอัตราส่วนระหว่างสัญญาณกับสัญญาณรบกวน (S/N ratio) ไม่น้อยกว่า 50dB
- 4.12.6 มีความเร็วชัตเตอร์ที่ 1~1/32,000 วินาที
- 4.12.7 ปรับรับแสงได้แบบ Auto, Manual, Priority AE และ BLC ได้เป็นอย่างดี
- 4.12.8 รองรับการตั้งค่า White Balance ได้แบบ Auto, Indoor, Outdoor, One-push และแบบ Manual ที่ 2,500 ~ 10,000 ได้เป็นอย่างดี
- 4.12.9 สามารถซูมภาพได้ 12 เท่า แบบออฟติคัล และ 12 เท่า แบบดิจิตอล เป็นอย่างน้อย
- 4.12.10 มีมุมมองภาพ Horizontal ไม่น้อยกว่า 72.5° (Wide) ~ 6.3° (Tele)
- 4.12.11 มีช่วงกว้างของเลนส์ไม่น้อยกว่า 3.9mm ~ 46.8mm
- 4.12.12 ตัวกล้องสามารถปรับหมุนซ้ายขวา (Pan) ได้ $\pm 130^{\circ}$ และปรับขึ้นลง 90° ลงได้ 30°
- 4.12.13 ตัวกล้องมีความเร็วในการหมุนซ้ายขวา (Pan) $0.1^{\circ} \sim 100^{\circ}/\text{Sec}$ และความเร็วขึ้นลง (Tilt) $0.1^{\circ} \sim 100^{\circ}/\text{Sec}$

- 4.12.14 ตัวกล้องมีความเร็วในการไปยังตำแหน่ง Preset โดยการ Pan ได้ 200° และ Tilt ได้ 200° ต่อวินาที
- 4.12.15 ตัวกล้องรองรับการตั้งตำแหน่งกล้องล่วงหน้า (Preset) ด้วยรีโมทคอนโทรลไม่น้อยกว่า 10 จุด
- 4.12.16 ตัวกล้องรองรับการควบคุมผ่านโปรโตคอล VISCA, PELCO-D (RS232/RS422/IP) และ CGI (IP) ได้เป็นอย่างดี
- 4.12.17 ตัวกล้องสามารถตั้งค่าการลดสัญญาณรบกวนแบบ 2D/3D และสามารถกลับภาพกล้อง (Flip) เมื่อติดตั้ง กล้องกับเพดานได้
- 4.12.18 รองรับช่องสัญญาณการเชื่อมต่อดังนี้
- 1) HDMI อย่างน้อย 1 พอร์ต
 - 2) 3G-SDI อย่างน้อย 1 พอร์ต
 - 3) RS232 อย่างน้อย 1 พอร์ต
 - 4) RS422 อย่างน้อย 1 พอร์ต
 - 5) Line in อย่างน้อย 1 พอร์ต
- 4.12.19 ตัวกล้องสามารถทำงานบน PoE (IEEE 802.3at) ได้เป็นอย่างดี
- 4.12.20 รองรับการบีบอัดข้อมูลชนิด H.264 และ MJPEG ในการส่งภาพผ่านไอพีได้
- 4.12.21 ตัวกล้องมีพอร์ตแลนชนิด 10/100/1000 เป็นอย่างน้อย
- 4.12.22 ตัวกล้องรองรับโปรโตคอลแบบ IPv4, TCP, UDP, ARP, ICMP, IGMP, HTTP, DHCP, RTP/RTCP, RTSP และ VISCA over IP
- 4.12.23 มีซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการค้นหา IP Address ของกล้องได้
- 4.12.24 ผ่านมาตรฐาน FCC , CE และ RoHS เป็นอย่างน้อย

4.13 ชุดอุปกรณ์บันทึกการปฏิบัติการเรียนรู้ทักษะความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยี จำนวน 1 ชุด

- 4.13.1 รองรับการบันทึกข้อมูลได้ 3 ช่องสัญญาณขาเข้า เป็นอย่างน้อย
- 4.13.2 สามารถกำหนดช่องสัญญาณขาเข้าได้อย่างน้อย 3 รูปแบบ โดยไม่ต้องเพิ่มอุปกรณ์เสริม
- 1) แบบที่ 1 HDMI หรือ VGA ได้ 2 ช่อง และ Live IP (RJ45) ได้ 1 ช่อง เป็นอย่างน้อย
 - 2) แบบที่ 2 HDMI หรือ VGA ได้ 1 ช่อง และ Live IP (RJ45) ได้ 2 ช่อง เป็นอย่างน้อย
 - 3) แบบที่ 3 Live IP (RJ-45) ได้ 3 ช่องเป็นอย่างน้อย
- 4.13.3 ช่องสัญญาณขาเข้าแบบ Live IP (RJ45) รองรับการเชื่อมต่อกับ Network Camera และ Video Streaming Encoder
- 4.13.4 รองรับ Video Streaming Encoder โปรโตคอล แบบ RTSP, RTP, RTMP, UDP เป็นอย่างน้อย
- 4.13.5 มีช่องเสียงขาเข้าจาก mini Jack 3.5mm x 2 (Line in & Mic in) และมีช่องสัญญาณเสียงขาออกแบบ mini jack 3.5mm x 1 เป็นอย่างน้อย
- 4.13.6 สามารถเพิ่มลดเสียงขาเข้าและขาออก ผ่าน web browser ได้

- 4.13.7 มีช่องสัญญาณภาพขาออกแบบ VGA Loop through จำนวน 1 ช่องเป็นอย่างน้อย
- 4.13.8 มีช่องสัญญาณภาพขาออกแบบ HDMI Preview จำนวน 1 ช่องเป็นอย่างน้อย
- 4.13.9 ไฟล์ที่บันทึก เป็นรูปแบบ MP4
- 4.13.10 สามารถสำรองการบันทึกแบบอัตโนมัติ ไปยัง FTP Server ได้
- 4.13.11 มีระบบ audio delay ในตัว
- 4.13.12 มี Hard drive ในตัว ความจุ 1TB เป็นอย่างน้อย
- 4.13.13 สามารถบันทึกวิดีโอแยกไฟล์ของทุกช่องสัญญาณได้ทั้งหมดจาก 3 input (ต้นฉบับ) และ 1 output (ผสมสัญญาณ) รวมทั้งหมด 4 ไฟล์ ได้เป็นอย่างน้อย
- 4.13.14 สามารถตั้งวัน เวลาในการบันทึกล่วงหน้าได้
- 4.13.15 สามารถถ่ายทอดสดผ่าน internet ได้ รองรับโปรโตคอลแบบ RTP, RTMP เป็นอย่างน้อย
- 4.13.16 รองรับการส่งสตรีมได้ 2CH พร้อมกัน เช่น สตรีมไปยัง Youtube และ Facebook พร้อมกัน
- 4.13.17 สามารถกำหนดรูปแบบการแสดงผลแบบ Full Screen , Picture-in-Picture, Picture-by-Picture ได้เป็นอย่างน้อย
- 4.13.18 สามารถสลับรูปแบบภาพ (Layout) ในการบันทึกได้ 21 รูปแบบ เป็นอย่างน้อย
- 4.13.19 มีฟังก์ชัน Overlay image จึงสามารถใส่รูปภาพ หรือโลโก้ ความละเอียด 1920x1080 ให้กับไฟล์ที่บันทึกและสตรีมได้
- 4.13.20 มีฟังก์ชัน ซ้อนฉากหลัง (Background) เพิ่มฉากหลังเองได้
- 4.13.21 มีช่องต่อ USB สำหรับต่อ USB Storage หรือ USB Keyboard/Numeric Keypad
- 4.13.22 สามารถสร้าง Theme โดยการเลือก Layout + Background + Overlay ผสมกันได้ 9 รูปแบบเป็นอย่างน้อย
- 4.13.23 มี Layout, Background, Overlay image และ Theme สามารถเปลี่ยนได้ทันทีระหว่างบันทึก
- 4.13.24 สามารถควบคุมการทำงานได้จาก โปรแกรม, web browser, ปุ่มกดหน้าเครื่อง และ RS232 ได้

4.14 ชุดอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลการปฏิบัติการเรียนรู้ทักษะ

จำนวน 1 ชุด

ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยี

4.14.1 คอมพิวเตอร์แม่ข่าย แบบที่ 1

จำนวน 1 เครื่อง

4.14.1.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ 10 แกนหลัก (10 core) หรือดีกว่า สำหรับคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Sever) โดยเฉพาะและมีความเร็วสัญญาณนาฬิกา พื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.2 GHz จำนวนไม่น้อยกว่า 1 หน่วย

4.14.1.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) รองรับการประมวลผลแบบ 64 bit มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันไม่น้อยกว่า 13 MB

- 4.14.1.3 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด ECC DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB
- 4.14.1.4 สนับสนุนการทำงาน RAID ไม่น้อยกว่า RAID 0, 1, 5
- 4.14.1.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SCSI หรือ SAS หรือ SATA ที่มีความเร็วรอบไม่น้อยกว่า 10,000 รอบต่อวินาที ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือ ชนิด Solid State Drive หรือดีกว่า ขนาดความจุ ไม่น้อยกว่า 480 GB จำนวนไม่น้อยกว่า 2 หน่วย
- 4.14.1.6 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 4.14.1.7 มี Power Supply แบบ Redundant หรือ Hot Swap จำนวน 2 หน่วย
- 4.14.2 คอมพิวเตอร์จัดเก็บข้อมูล จำนวน 1 เครื่อง
 - 4.14.2.1 เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลแบบภายนอก (Extremal Storage) ซึ่งสามารถทำงานในระบบ NAS(Network Attached Storage) ได้
 - 4.14.2.2 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล ชนิด SATA หรือ SAS หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 4 TB จำนวนไม่น้อยกว่า 4 หน่วย
 - 4.14.2.3 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - 4.14.2.4 สามารถทำงาน แบบ Raid ไม่น้อยกว่า JBOD, 0, 1, 5
 - 4.14.2.5 รองรับการทำงานผ่านโปรโตคอล อย่างน้อยดังนี้ SMB , AFP , NFS , FTP , SNMP เป็นต้น
 - 4.14.2.6 รองรับการใช้งานผ่านระบบเครือข่าย IPv4 และ IPv6

4.15 เครื่องขยายเสียง

จำนวน 1 ชุด

- 4.15.1 เป็นเครื่องขยายสัญญาณเสียง class-D ที่มีกำลังขับสัญญาณ ไม่น้อยกว่า 120 วัตต์ต่อช่อง ซึ่งมีช่องต่อสัญญาณขาออก ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
- 4.15.2 สามารถขับสัญญาณได้ทั้งแบบ 4Ω และ 70V / 100V หรือดีกว่า
- 4.15.3 สามารถควบคุมการทำงานผ่าน USB และ RS232 อีกทั้งมี miniDSP ที่สามารถปรับแต่งสัญญาณเสียง Volume Control, Channel Mute, High/Low pass filter (Butterworth, Bessel, Linkwitz-Riley) Compressor/Limiter, Input channel selection และ Channel invert ได้ หรือดีกว่า
- 4.15.4 มีค่า NPUT SENSITIVITY ไม่น้อยกว่า 1Vrms
- 4.15.5 สามารถตอบสนองย่านความถี่ ที่ 4Ω ตั้งแต่ 20Hz ถึง 20kHz และสามารถตอบสนองย่านความถี่ ที่ 100V ตั้งแต่ 100Hz ถึง 16kHz
- 4.15.6 มีค่า SIGNAL TO NOISE RATIO ไม่น้อยกว่า > 90dB

- 4.15.7 มีค่า THD+N. 4Ω , 8Ω . หรือ 100V ที่ 1KHZ ไม่น้อยกว่า $< 0.2\%$
- 4.15.8 มีระบบป้องกันความเสียหาย ดังนี้ Temperature, Over/Under Voltage, Short, DC เทียบเท่าหรือดีกว่า

4.16 อุปกรณ์ปรับแต่งสัญญาณเสียง

จำนวน 1 ชุด

- 4.16.1 เครื่องประมวลผลสัญญาณเสียงชนิดดิจิทัล มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณขาเข้า ไม่น้อยกว่า 8 ช่อง และช่องเชื่อมต่อสัญญาณขาออก ไม่น้อยกว่า 8 ช่อง หรือดีกว่า
- 4.16.2 สามารถตั้งค่าหรือควบคุมการทำงานโดยซอฟต์แวร์ผ่าน Graphical User Interface (GUI) ได้
- 4.16.3 สามารถตั้งค่าฟังก์ชันการทำงานได้ ดังนี้ High pass Filtering , Low pass Filtering, FIR Filters, Crossovers, Parametric Equalization, Graphic Equalization, Expansion, De-Easing, Compression, Limiting, Automatic Gain Control, Ambient Noise Compensation, Feedback Elimination, Automatic Mixing, Priority Mixing, Signal Routing, Delay, Polarity หรือดีกว่า
- 4.16.4 มีค่า Phantom Power ไม่น้อยกว่า +20 VDC, สูงสุด 20 mA ต่อช่องเชื่อมต่อขาเข้า
- 4.16.5 รองรับ Audio conversion ไม่น้อยกว่า 24-bit, ที่ 48 kHz.
- 4.16.6 มีค่า Dynamic Range ไม่น้อยกว่า >110 dB(A-Weighted)
- 4.16.7 มีค่า Latency ไม่น้อยกว่า <1.6 ms
- 4.16.8 อุปกรณ์ผ่านการรับรองมาตรฐานสากล UL หรือ IEC หรือ EN หรือ FCC หรือเทียบเท่า

4.17 เครื่องสลับสัญญาณภาพ

จำนวน 1 ชุด

- 4.17.1 เป็นเครื่องเลือกและสลับสัญญาณภาพ ที่มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณภาพขาเข้า ชนิด HDMI ไม่น้อยกว่า 8 ช่อง ที่สามารถแยกการส่งสัญญาณแบบอิสระไปยังช่องเชื่อมต่อสัญญาณภาพขาออก ชนิด HDMI ไม่น้อยกว่า 8 ช่อง หรือดีกว่า
- 4.17.2 รองรับค่าความละเอียดของสัญญาณภาพได้ไม่น้อยกว่า UHD ขนาด 4K including HDR (@60Hz 4:4:4)
- 4.17.3 รองรับค่าความละเอียดของสัญญาณภาพ ชนิด VGA-WUXGA และ 480i-4K ได้
- 4.17.4 รองรับการแยกสัญญาณเสียง (audio breakout) จาก HDMI ไปยังช่องต่อสัญญาณเสียงอนาล็อกขาออก L/R ไม่น้อยกว่า 8 ช่อง และช่องต่อขาออกชนิด optical digital พร้อมกันได้
- 4.17.5 สามารถควบคุมและตั้งค่าการทำงานของ Matrix ผ่าน Web interface ได้
- 4.17.6 สามารถควบคุมการทำงานจากแผงด้านหน้าตัวเครื่องผ่าน IR, RS-232 & TCP/IP ได้
- 4.17.7 สามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์อื่น (3rd Party) และรองรับการจัดการ EDID ได้
- 4.17.8 รองรับ HDCP 2.2 หรือดีกว่า

- 4.18 เครื่องควบคุมระบบอุปกรณ์ภาพและเสียงแบบอัตโนมัติ** **จำนวน 1 ชุด**
- 4.18.1 ใช้หน่วยประมวลผลไม่น้อยกว่า quad-core และมีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 2 GB
 - 4.18.2 รองรับโปรโตคอล Telnet, TCP, UDP, HTTP, HTTPS, ONVIF, และ PJLink
 - 4.18.3 รองรับการสำรองไฟล์ Project
 - 4.18.4 รองรับระบบ SSH communication สำหรับ data monitoring
 - 4.18.5 มี DC Output 4 ช่อง รองรับ รองรับการจ่ายไฟรวมสูงสุด 12 VDC, 2A
 - 4.18.6 รองรับการเชื่อมต่อควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่าน Ethernet ได้สูงสุด 64 อุปกรณ์
 - 4.18.7 รองรับ native KNX IP สำหรับ ระบบบริหารจัดการอาคาร
 - 4.18.8 มีช่องต่อ RS-232 ไม่น้อยกว่า 6 ช่อง และ มี Port RS232/422/485 ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - 4.18.9 มีช่องต่อ IR แบบ Programmable IR จำนวน 8 ช่อง สามารถเลือกใช้เป็นช่องต่อ Serial ที่รองรับ Uni-directional RS232 ได้
 - 4.18.10 มีช่องต่อแบบ Relay ไม่น้อยกว่า 8 ช่อง รองรับ Contract Rating : สูงสุดที่ 24 VDC, 2A
 - 4.18.11 มีช่องต่อแบบ I/O ไม่น้อยกว่า 8 ช่อง
 - 4.18.12 มี SD Ram ไม่น้อยกว่า 2 GB
 - 4.18.13 มี Flash Ram ไม่ต่ำกว่า 8 GB
 - 4.18.14 มีช่องต่อ Network หรือ LAN สำหรับ 10/100 Communication ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง
 - 4.18.15 มี Application Control System และ License สำหรับควบคุมด้วยอุปกรณ์ด้วย iOS, Android และ Windows ไม่น้อยกว่า 2 License
 - 4.18.16 โปรแกรมควบคุมการใช้งาน (Application Control System) ต้องได้รับอนุญาตและมีเอกสารรับรองลิขสิทธิ์การใช้งาน โดยโปรแกรมต้องอยู่ภายใต้เครื่องหมายการค้าที่เป็นชื่อเดียวกันกับอุปกรณ์ควบคุมระบบห้องประชุม เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้งานอย่างสูงสุด

- 4.19 จอชนิดสัมผัส สำหรับเครื่องควบคุมระบบภาพและเสียง** **จำนวน 1 ชุด**
- 4.19.1 จอขนาดไม่น้อยกว่า 10 นิ้ว ชนิด TFT-LCD
 - 4.19.2 เป็นจอ Multi-Touch screen ชนิด Capacitive
 - 4.19.3 หน้าจอมีความละเอียด 1280x800 พิกเซล
 - 4.19.4 มีค่า Color Depth 8 bit
 - 4.19.5 มีค่า Contrast Ratio 800:1
 - 4.19.6 เป็น LED Backlight
 - 4.19.7 มีช่องเชื่อมต่อแบบ USB จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

- 4.19.8 มุมมอง +/- 85 องศาในแนวนอน และ +/- 85 องศาในแนวตั้ง
- 4.19.9 มีช่องต่อ Ethernet 1 ช่อง ที่รองรับ Power Over Ethernet (PoE) มาตรฐาน 802.3af PoE / 802.3 at PoE+

4.20 ชุดอุปกรณ์รับสัญญาณภาพแบบติดตั้ง

จำนวน 2 ชุด

- 4.20.1 เป็นแผงส่งสัญญาณ HDBaseT™ ชนิดติดตั้ง ที่มีช่องเชื่อมต่อชนิด HDMI ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง หรือ USB-C อย่างน้อย 1 ช่อง ที่สามารถสลับสัญญาณขาเข้าเพื่อส่งสัญญาณภาพแบบ multi-format 4K ในระยะการทำงานไม่น้อยกว่า 70 เมตร ที่ขนาด 1080p (ระยะ 40 เมตร ที่ขนาด 4K) หรือดีกว่า
- 4.20.2 รองรับการส่งสัญญาณภาพความละเอียดขนาด 4K UHD ได้ ในระยะไม่น้อยกว่า 40 เมตร
- 4.20.3 สามารถขยายสัญญาณ HDMI ที่ขนาด 1080p ได้ ในระยะไม่น้อยกว่า 70 เมตร
- 4.20.4 แผงส่งสัญญาณมีแม่เหล็กครอบแผง (Magnetic faceplate) ซึ่งสามารถใช้งานกับ UK & EU Backbox ได้
- 4.20.5 รองรับ HDCP 2.2 หรือดีกว่า
- 4.20.6 สามารถใช้ร่วมกับแรงดันไฟที่ 12V/1A DC ได้

4.21 ชุดอุปกรณ์ประมวลผลระบบบันทึก

จำนวน 1 ชุด

- 4.21.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 8 แกนหลัก (8 core) และ 16 แกนเสมือน (16 Thread) และมีเทคโนโลยีเพิ่มสัญญาณนาฬิกาได้ในกรณีที่ต้องใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง (Turbo Boost หรือ Max Boost) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาสูงสุดไม่น้อยกว่า 4.4 GHz จำนวน 1 หน่วย
- 4.21.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับ (Level) เดียวกันขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB
- 4.21.3 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้
- 1) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
 - 2) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB หรือ
 - 3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 2 GB
- 4.21.4 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
- 4.21.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ชนิด SATA ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือดีกว่า หรือชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 500 GB จำนวน 1 หน่วย

- 4.21.6 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 4.21.7 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ USB 2.0 หรือดีกว่า ไม่น้อยกว่า 3 ช่อง
- 4.21.8 มีแป้นพิมพ์และเมาส์
- 4.21.9 มีจอแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย

4.22 โทรทัศน์ แอล อี ดี (LED TV) แบบ Smart TV จำนวน 1 เครื่อง

ระดับความละเอียดจอภาพ 3840 x 2160 พิกเซล ขนาด 65 นิ้ว

- 4.22.1 มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 3840 x 2160 พิกเซล
- 4.22.2 มีขนาดไม่น้อยกว่า 65 นิ้ว
- 4.22.3 แสดงภาพด้วยหลอดไฟแบ็คไลท์ LED TV
- 4.22.4 สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ (Smart TV)
- 4.22.5 เป็นระบบปฏิบัติการ Android Tizen ViDDA U webOS หรืออื่นๆ
- 4.22.6 ช่องต่อ HDMI ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง เพื่อการเชื่อมต่อสัญญาณภาพและเสียง
- 4.22.7 ช่องต่อ USB ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง รองรับไฟล์ภาพ เพลง และภาพยนตร์
- 4.22.8 มีตัวรับสัญญาณดิจิตอล (Digital) ในตัว

4.23 อุปกรณ์กระจายสัญญาณ ขนาดไม่น้อยกว่า 24 พอร์ต จำนวน 1 ชุด

- 4.23.1 มีลักษณะการทำงานไม่น้อยกว่า Layer 2 ของ OSI Model
- 4.23.2 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 24 ช่อง
- 4.23.3 มีสัญญาณไฟแสดงสถานะของการทำงานช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่ายทุกช่อง
- 4.23.4 รองรับจำนวน Mac Address ได้ไม่น้อยกว่า 16,000 entries
- 4.23.5 สามารถบริหารจัดการอุปกรณ์ผ่านทางโปรแกรม Web Browser ได้

4.24 โต๊ะสำหรับผู้สอน จำนวน 1 ชุด

- 4.24.1 มีขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง 170 x ลึก 50 x สูง 70 เซนติเมตร
- 4.24.2 มีแผ่นหน้าโต๊ะแบบไม้ Particle board หนาไม่น้อยกว่า 20 มม. ปิดผิวด้วย Melamine และปิดขอบด้วย PVC เพื่อความสวยงาม
- 4.24.3 มีคานรับน้ำหนักผลิตจากเหล็กทอสีเหลี่ยม ทำการพ่นสีด้วยระบบ Epoxy powder coated
- 4.24.4 มีโครงขาโต๊ะผลิตจากเหล็ก ส่วนของ Wiring cover ทำจากเหล็กแผ่น และทำการพ่นสีด้วยระบบ Epoxy powder coated
- 4.24.5 มีรางร้อยสายทำจากเหล็กแผ่น ทำการพ่นสีด้วยระบบ Epoxy powder coated หรือดีกว่า
- 4.24.6 มีแผ่นบังตาผลิตจากเหล็กแผ่น ทำการพ่นสีด้วยระบบ Epoxy powder coated หรือดีกว่า

4.25 เก้าอี้สำหรับผู้สอน

จำนวน 1 ชุด

- 4.25.1 มีขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง 60 x ลึก 60 x สูง 90 เซนติเมตร
- 4.25.2 โครงสร้างเก้าอี้ และที่วางแขน ทำจากเหล็กแข็งแรงขึ้นรูปชุบด้วยโครเมียม
- 4.25.3 มีโครงสร้างที่นั่งทำจากเหล็กขึ้นรูป บุด้วยฟองน้ำบาง
- 4.25.4 มีที่หุ้มแขนสามารถถอดออกได้
- 4.25.5 สามารถปรับการเอนได้ และสามารถล็อกการปรับเอนได้
- 4.25.6 สามารถปรับสูงต่ำได้
- 4.25.7 มีโครงขาทำจากอลูมิเนียมบัดเงา
- 4.25.8 มีล้อทำจากพลาสติก Nylon

4.26 โต๊ะสำหรับผู้เรียน

จำนวน 16 ชุด

- 4.26.1 มีขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง 150 x ลึก 50 x สูง 70 เซนติเมตร
- 4.26.2 มีแผ่นหน้าโต๊ะแบบ ไม้ Particle board หนาไม่น้อยกว่า 20 มม. ปิดผิวด้วย Melamine และปิดขอบด้วย Edge-Banding (PVC)
- 4.26.3 มีวงแหวนทำจากพลาสติก ฉีดขึ้นรูป
- 4.26.4 มีคานรับน้ำหนักผลิตจากเหล็กทอสีเหลี่ยม ทำการพ่นสีด้วยระบบ Epoxy powder coated
- 4.26.5 มีขาโต๊ะผลิตจากเหล็ก ส่วนของ Wiring cover ทำจากเหล็กแผ่น และทำการพ่นสีด้วยระบบ Epoxy powder coated
- 4.26.6 มีรางร้อยสายทำจากเหล็กแผ่น ทำการพ่นสีด้วยระบบ Epoxy powder coated
- 4.26.7 มีแผ่นบังตาผลิตจากเหล็กแผ่น ทำการพ่นสีด้วยระบบ Epoxy powder coated
- 4.26.8 เป็นโต๊ะแบบ 2 ที่นั่ง

4.27 เก้าอี้สำหรับผู้เรียน

จำนวน 32 ชุด

- 4.27.1 มีขนาด ไม่น้อยกว่า กว้าง 50 ลึก x 50 x สูง 90 เซนติเมตร
- 4.27.2 มีโครงสร้างพลาสติกฉีดขึ้นรูป หุ้มด้วยผ้าตาข่าย
- 4.27.3 มีโครงสร้างที่นั่งทำจากไม้วีเนียร์ดัดขึ้นรูปกรุด้วยโฟม
- 4.27.4 มีสามารถปรับสูง-ต่ำได้
- 4.27.5 มีโครงขาทำจากเหล็กขึ้นรูป
- 4.27.6 มีล้อทำจากพลาสติก Nylon

- 4.28 โต๊ะประชุมสำหรับ 6 ที่นั่ง** **จำนวน 2 ชุด**
- 4.28.1 โต๊ะขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 2.20 เมตร ลึกไม่น้อยกว่า 0.90 เมตร สูงไม่น้อยกว่า 0.70 เมตร
 - 4.28.2 มีแผ่นหน้าโต๊ะแบบไม้ Particle board หนาไม่น้อยกว่า 20 มม. เคลือบผิวด้วย Melamine และปิดขอบด้วย PVC Edging
 - 4.28.3 มีโครงขาโต๊ะทำจากเหล็กแป้น เคลือบสี Epoxy ปลายขาด้านล่างติดปุ่มปรับระดับ
 - 4.28.4 มีคานารับน้ำหนักทำจากเหล็กสี่เหลี่ยม ยึดกับช่องขา
- 4.29 เก้าอี้สำหรับโต๊ะประชุม** **จำนวน 12 ชุด**
- 4.29.1 มีขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง 60 x ลึก 60 x สูง 90 เซนติเมตร
 - 4.29.2 มีโครงเก้าอี้สร้างเหล็กฉีดขึ้นรูปชุบโครเมียม
 - 4.29.3 มีโครงสร้างที่นั่งทำจากเหล็กขึ้นรูป บุด้วยฟองน้ำบาง
 - 4.29.4 มีที่หุ้มแขนสามารถถอดออกได้
 - 4.29.5 สามารถปรับการเอนได้ และสามารถล็อกการปรับเอนได้
 - 4.29.6 สามารถปรับสูงต่ำได้
 - 4.29.7 มีโครงขาทำจากอลูมิเนียมบัดเงา
 - 4.29.8 มีล้อทำจากพลาสติก Nylon
- 4.30 โต๊ะสำหรับเจ้าหน้าที่** **จำนวน 1 ชุด**
- 4.30.1 มีขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง 80 x ลึก x 60 x สูง 70 เซนติเมตร
 - 4.30.2 มีแผ่นหน้าโต๊ะแบบไม้ Particle Board หนาไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร ปิดผิวด้วย Melamine และปิดขอบด้วย PVC
 - 4.30.3 มีขาโต๊ะทำจากเหล็ก
- 4.31 เก้าอี้สำหรับเจ้าหน้าที่** **จำนวน 2 ชุด**
- 4.31.1 โครงเก้าอี้สร้างเหล็กฉีดขึ้นรูปชุบโครเมียม
 - 4.31.2 โครงสร้างที่นั่งทำจากเหล็กขึ้นรูป บุด้วยฟองน้ำบาง
 - 4.31.3 ที่หุ้มแขนสามารถถอดออกได้
 - 4.31.4 สามารถปรับการเอนได้ และสามารถล็อกการปรับเอนได้
 - 4.31.5 สามารถปรับสูงต่ำได้
 - 4.31.6 โครงขาทำจากอลูมิเนียมบัดเงา
 - 4.31.7 ล้อทำจากพลาสติก Nylon

4.32 กระดานไวท์บอร์ดกระจกพร้อมติดตั้ง

จำนวน 1 ชุด

- 4.32.1 กระดานไวท์บอร์ดกระจก ขนาดไม่น้อยกว่า 110 x 100 ซม. ความหนา 3-19 มิลลิเมตร
- 4.32.2 เป็นกระดานไวท์บอร์ดกระจกลักษณะพิเศษ แบบนิรภัยหรือดีกว่า ชนิดไม่มีขอบ
- 4.32.3 ราคาที่กำหนดเป็นราคาที่รวมค่าติดตั้ง

4.33 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน ขนาด 36,000 บีทียู

จำนวน 4 ชุด

- 4.33.1 เครื่องปรับอากาศขนาดไม่น้อยกว่า 36,000 BTU
- 4.33.2 มีฟังก์ชันตั้งเวลาเปิด - ปิดเครื่องปรับอากาศ
- 4.33.3 รองรับสารทำความเย็นชนิด R410A หรือ R32
- 4.33.4 ราคาที่กำหนดเป็นราคาที่รวมค่าติดตั้ง
- 4.33.5 มีความหน่วงเวลาการทำงานของคอมเพรสเซอร์
- 4.33.6 ต้องเป็นเครื่องปรับอากาศที่ประกอบสำเร็จรูปทั้งชุด ทั้งหน่วยส่งความเย็นและหน่วยระบายความร้อนจากโรงงานเดียวกัน
- 4.33.7 เครื่องปรับอากาศ ต้องได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5

4.34 ตู้เก็บอุปกรณ์ ขนาด 36U

จำนวน 1 ชุด

- 4.34.1 เป็นตู้ Rack มีขนาด 19 นิ้ว 36U โดยมีความกว้างไม่น้อยกว่า 60 เซนติเมตร ความลึกไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร และความสูงไม่น้อยกว่า 179 เซนติเมตร
- 4.34.2 ผลิตจากเหล็กแผ่นเคลือบสังกะสีแบบชุบด้วยไฟฟ้า (Electro-galvanized steel sheet)
- 4.34.3 มีช่องเสียบไฟฟ้า จำนวนไม่น้อยกว่า 10 ช่อง
- 4.34.4 มีพัดลมสำหรับระบายอากาศ ไม่น้อยกว่า 2 ตัว
- 4.34.5 มีถาดสำหรับวางอุปกรณ์

4.35 ฉากกันสำเร็จรูป

จำนวน 1 ชุด

- 4.35.1 ผู้เสนอราคาจะต้องทำการจัดหาฉากกันแบบสำเร็จแบบทึบ ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 4.00 เมตร และมีความสูงไม่น้อยกว่า 2.80 เมตร จำนวน 2 ชุด
- 4.35.2 ผู้เสนอราคาจะต้องทำการจัดหาฉากกันแบบสำเร็จ ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 4.00 เมตร และมีความสูงไม่น้อยกว่า 2.80 เมตร ด้านล่างทึบ และมีกระจกนิรภัยด้านบน ความหนาไม่น้อยกว่า 8 มิลลิเมตร ขนาดพื้นที่รวมไม่น้อยกว่า 3 ตารางเมตร จำนวน 1 ชุด
- 4.35.3 ผู้เสนอราคาจะต้องทำการจัดหาฉากกันแบบสำเร็จ ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 4.00 เมตร และมีความสูงไม่น้อยกว่า 2.80 เมตร พร้อมประตูสำเร็จ จำนวน 1 ชุด
- 4.35.4 โครงสร้างของฉากกันเป็นกรอบอลูมิเนียม
- 4.35.5 ผู้เสนอราคาจะต้องทำการรื้อถอนบานเพี้ยมเดิมภายในห้องออก

- 4.35.6 ผู้เสนอราคาจะต้องทำการรื้อถอนผนังเบาและประตูเดิมภายในห้องออก
- 4.35.7 ผู้เสนอราคาจะต้องทำการเก็บงานบริเวณที่ติดตั้งให้เรียบร้อย

4.36 ม่านจีบ พร้อมติดตั้ง

จำนวน 1 ชุด

- 4.36.1 ม่านจีบแบบกันน้ำหรือสะท้อนน้ำ ทำจากวัสดุผ้าทึบกันแสงได้ 40-95 เปอร์เซนต์ มีขนาดกว้าง 4.00 เมตร สูง 2.40 เมตร จำนวน 8 ชุด
- 4.36.2 ม่านจีบทำจากวัสดุผ้า Polyester
- 4.36.3 ตัวรางทำจากอลูมิเนียม หรือวัสดุอื่น พร้อมสไลด์ในตัว หรือดีกว่า
- 4.36.4 ต้องทำการรื้อถอนผ้าม่านเดิมภายในห้อง
- 4.36.5 ต้องทำการติดตั้งม่านจีบ พร้อมเก็บงานให้เรียบร้อย

4.37 พรมยาง พร้อมติดตั้ง

จำนวน 1 ชุด

- 4.37.1 พรมยางมีความหนา ไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร ขนาดพื้นที่รวมไม่เกิน 140 ตารางเมตร หรือ 35 x 4 เมตร
- 4.37.2 พรมยางเป็นชนิดกระเบื้องยางแบบคลิกล็อก
- 4.37.3 มีบัวเชิงผนังพีวีซี สูงไม่น้อยกว่า 10 เซนติเมตร ภายในห้องความยาวรวมไม่น้อยกว่า 20 เมตร หรือตามความเหมาะสมของห้อง
- 4.37.4 ผู้เสนอราคาจะต้องทำการติดตั้งพรมยางชนิดกระเบื้องยางให้เรียบร้อย
- 4.37.5 ผู้เสนอราคาจะต้องทำความสะอาดบริเวณที่ทำการติดตั้งให้เรียบร้อย

4.38 บอร์ดสำเร็จ พร้อมติดตั้ง

จำนวน 1 ชุด

- 4.38.1 บอร์ดสำเร็จบริเวณหน้าห้องขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 8 เมตร สูงไม่น้อยกว่า 2.5 เมตร
- 4.38.2 บอร์ดสำเร็จมีความลึกรวมนับจากผนังห้องไม่เกิน 10 เซนติเมตร
- 4.38.3 ต้องทำการติดตั้งบอร์ดสำเร็จขนาดพื้นที่รวมไม่น้อยกว่า 20 ตารางเมตร
- 4.38.4 ผู้เสนอราคาจะต้องทำการจัดหาบอร์ดสำเร็จที่มีวัสดุทำจากโครงไม้ ปิดทับด้วยแผ่นไม้อัด
- 4.38.5 ผู้เสนอราคาจะต้องทำการจัดหาแผ่นไม้อัดสำหรับทำบอร์ดสำเร็จที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตรปิดผิวด้วยแผ่นลามิเนตหรือเมลามีน
- 4.38.6 ผู้เสนอราคาจะต้องทำความสะอาดบริเวณพื้นที่ติดตั้งให้เรียบร้อย

4.39 ติดตั้งระบบภาพและเสียงพร้อมระบบถ่ายทำการปฏิบัติการเรียนรู้

จำนวน 1 ระบบ

ทักษะความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีและ Commissioning System

- 4.39.1 อุปกรณ์ประกอบระบบทั้งหมดที่กำหนดไว้ในรายการประกอบคุณสมบัติถือเป็นรายละเอียดเบื้องต้นสำหรับการดำเนินงาน และแสดงถึงมาตรฐานความต้องการขั้นต่ำ (Mandatory Requirement) สำหรับอุปกรณ์แต่ละรายการ

- 4.39.2 สถานที่และตำแหน่งของการติดตั้งให้เป็นไปตามที่กำหนดในการติดตั้งอุปกรณ์ให้คำนึงถึงความเหมาะสมกับงานสถาปัตยกรรมที่ใช้ตกแต่งภายใน แต่ละห้องด้วย
- 4.39.3 สายสัญญาณระบบเครือข่ายที่เป็นสายทองแดงที่ใช้เดินในชั้นเดียวกันต้องเป็นสายทองแดงชนิดสายคู่บิดเกลียวแบบสมดุล (Balanced Twisted-Pair Cabling) ขนาด 23 AWG ชนิด CMR หรือ CMP และผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ANSI/TIA/EIA-568-B.2-1 (UTP CAT-6) ในการเดินสายอุปกรณ์ UTP Patch Panel, RJ-45 Modular Jack และ Plug ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน CAT-6 ผู้
- 4.39.4 มีการทดสอบและรายงานผล เพื่อรับรองว่าสายสื่อสาร ฯ ทุกเส้นพร้อมที่จะใช้งาน
- 4.39.5 ต้องมีการปรับแต่งค่าของเสียง ด้วยการใช้อุปกรณ์วัดค่าเสียง พร้อมรายงานแสดงผลการปรับแต่งค่าเสียง
- 4.39.6 ผลิตภัณฑ์ที่กำหนดให้ใช้เป็น Amp, Belden, CM, Canare, Neutrik, Swisscraft หากไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น
- 4.39.7 ก่อนการติดตั้งระบบ ต้องมีการเสนอแบบแสดงการติดตั้งที่แสดงแนวทางเดินสาย ตำแหน่ง และวิธีการติดตั้งจับยึดสายเคเบิล และอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยละเอียด
- 4.39.8 การเดินสายระบบเครือข่ายต้องเดินตามราง Wire Way, ร้อยท่อ (EMT Conduit) หรือท่อแบบ Flexible (Flexible Conduit) การต่อท่อเข้ากับกล่องหรือตู้อุปกรณ์จะต้องใช้ lock nut และ bushing เสมอ และต้องไม่มีช่องเปิดที่จะทำให้หนูหรือแมลงเล็ดลอดเข้าไปในระบบท่อรางร้อยสายได้
- 4.39.9 การเดินสายสัญญาณระบบเครือข่ายต้องเป็นสายตามมาตรฐานการเดินสายสัญญาณชนิดนั้น ๆ
- 4.39.10 ทำการ Commissioning System ให้ระบบและอุปกรณ์ที่เสนอสามารถใช้งานได้

4.40 ติดตั้งระบบไฟฟ้าและตู้ Load Center พร้อมระบบเครือข่าย จำนวน 1 ระบบ

- 4.40.1 ตู้ Load Center พร้อมเบรกเกอร์วงจรย่อยภายในห้อง
- 4.40.2 ตู้เหล็กทำจากวัสดุที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร
- 4.40.3 บัสบาร์ทองแดงและขาต่อเมนทองแดง เพื่อประสิทธิภาพการนำไฟฟ้า ควบคุมไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย
- 4.40.4 ทนพิกัดกระแสลัดวงจรได้ถึง 25 KA (25,000 แอมป์)
- 4.40.5 สามารถปรับค่าโอเวอร์โวลเทจโพรเทคชั่นได้ 0.8-1.0 IR
- 4.40.6 มีปุ่มทดสอบการทำงานลัดวงจร
- 4.40.7 สวิตช์และเต้ารับต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) หรือมาตรฐาน IEC
- 4.40.8 มีกล่องต่อสายและฝาครอบพร้อมติดตั้ง
- 4.40.9 มี Flex ร้อยสายที่มีขนาดใหญ่พอที่จะร้อยสายและดึงสายออกได้โดยไม่ทำลายฉนวนไฟฟ้า
- 4.40.10 ต้องทำการติดตั้งจุดไฟฟ้าให้รองรับกับอุปกรณ์ที่เสนอ

- 4.40.11 ติดตั้งเต้ารับแบบ 3 ขา (Duplex Universal Type) พร้อมกราวด์
- 4.40.12 เต้ารับผลิตจากโพลีคาร์บอเนต มีความแข็งแรงไม่ลามไฟ
- 4.40.13 ทำการเดินสายไฟฟ้าในรางหรือท่อร้อยสายให้เรียบร้อย
- 4.40.14 ทำการติดตั้งจุดเครือข่ายภายในห้องให้รองรับกับอุปกรณ์
- 4.40.15 ทำการติดตั้งสายสัญญาณเครือข่ายภายในด้วยสาย UTP (Unshielded Twisted Pair) ที่มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่า CAT 6 ชนิดใช้ภายในอาคารเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายภายในอาคาร (Indoor Cable) และงานติดตั้งท่อร้อยสาย
- 4.40.16 ในการติดตั้งสายสัญญาณต่าง ๆ ในอาคาร จะต้องติดตั้งภายในท่อร้อยสาย Flex EMT, ราง Wire way PVC และมีการจับยึดที่คงทนถาวร สวยงามเป็นไปตามมาตรฐานสากลทั่วไปในส่วนของผ้าเพดานให้เดินซ่อนในผ้าเพดานให้เรียบร้อย

- 4.40.17 ในการติดตั้งอุปกรณ์สื่อสาร, เครื่องแม่ข่าย และอื่น ๆ ในตู้ Rack 19”จะต้องเดินสายเข้า Patch Panel, Cable Management และจัดเก็บสายสัญญาณให้เรียบร้อยและสวยงาม เป็นไปตามมาตรฐานสากลทั่วไป
- 4.40.18 กำหนดให้เดินสายร้อยท่อ Flex อ่อนจากตู้ Rack โดยเดินซ่อนในฝ้าเพดาน และเมื่อจะเดินออกจากฝ้าเพดานลงไปยังจุดติดตั้ง Lan Outlet จะต้องร้อยท่อหรือราง PVC ให้มีขนาดพอเหมาะกับจำนวนสาย และการเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ต้องใช้สาย Patch Cord ความยาวมาตรฐานต้องไม่น้อยกว่า 200 เซนติเมตร
- 4.40.19 สาย Patch UTP CAT6 ด้านอุปกรณ์ตู้ Rack ต้องมีความยาวอย่างน้อย 50 เซนติเมตรผู้รับจ้างจะต้องเก็บสาย Patch ให้เรียบร้อยด้วยอุปกรณ์จัดเก็บสาย Management ปลายสายแต่ละข้างจะต้องติด Label ระบุตำแหน่งอุปกรณ์ต้นทาง/ปลายทางที่อยู่ให้ชัดเจน
- 4.40.20 ในกรณีที่พบปัญหาเกี่ยวข้องกับด้านเทคนิค และตำแหน่งติดตั้ง ผู้รับจ้างจะต้องทำ SHOP DRAWING และแนวทางแก้ไข โดยผ่านการตรวจสอบด้านเทคนิค ตามคำแนะนำและมาตรฐานของผู้ผลิตอุปกรณ์
- 4.40.21 หากมีการเดินสายบริเวณพื้นทางเดิน ให้ใช้รางอุปกรณ์แบบหลังเต้าที่แข็งแรงคงทนตามความเหมาะสม

รายละเอียดอื่น ๆ

1. เพื่อเป็นประโยชน์กับทางราชการในการซ่อมบำรุงและบริการ ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือแต่งตั้งตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทผู้ผลิตหรือตัวแทนผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศที่ได้รับการแต่งตั้งจากบริษัทผู้ผลิตมาแสดงพร้อมเอกสารประกวดราคา ในข้อที่ 4.15, 4.16, 4.17
2. เพื่อเป็นประโยชน์กับทางราชการในการซ่อมบำรุงและบริการ ผู้เสนอราคาต้องมีหนังสือรับรองการสำรองอะไหล่ไม่น้อยกว่า 3 ปี จากบริษัทผู้ผลิตหรือตัวแทนผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศที่ได้รับการแต่งตั้งจากบริษัทผู้ผลิตมาแสดงพร้อมเอกสารประกวดราคา ในข้อที่ 4.15, 4.16, 4.17
5. ผู้เสนอราคาต้องแสดงการเปรียบเทียบรายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์ และแนบแคตตาล็อก โดยทำเครื่องหมายหรือส่วนแสดงข้อกำหนดในแคตตาล็อกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจนว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนดของมหาวิทยาลัย
6. กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ 90 วัน
7. ระยะเวลาประกัน 1 ปี
8. การจัดซื้อครุภัณฑ์รายการนี้ มหาวิทยาลัยจะพิจารณาจาก เกณฑ์ราคา
9. สถานที่ส่งมอบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี

(ลงชื่อ).....ผู้กำหนดรายละเอียด
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา แสงเดือน)
ประธานกรรมการ

(ลงชื่อ).....ผู้กำหนดรายละเอียด
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล พรามณี)
กรรมการ

(ลงชื่อ).....ผู้กำหนดรายละเอียด
(นางสาวธนาภรณ์ แก้ววิเศษ)
กรรมการและเลขานุการ

(ลงชื่อ).....หัวหน้าหน่วยงาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานนท์ นิยมผล)
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม