Phần 2. YÊU CẦU VỀ KỸ THUẬT

Chương V. YÊU CẦU VỀ KỸ THUẬT

Mục 1. Yêu cầu về kỹ thuật

1.1. Giới thiệu chung về dự toán mua sắm, gói thầu

- Tên dự án: Đầu tư trang thiết bị 02 phòng học OMO (Online-Merge-Offline) kết hợp giữa trực tiếp và trực tuyến

- Chủ đầu tư: Đại học Bách khoa Hà Nội

- Tên gói thầu: Đầu tư trang thiết bị 02 phòng học OMO (Online-Merge-Offline) kết hợp giữa trực tiếp và trực tuyến

- Nguồn vốn đầu tư: Nguồn vốn hợp pháp của Đại học Bách khoa Hà Nội

- Loại hợp đồng: Trọn gói

- Thời gian thực hiện gói thầu: 35 ngày

- Địa điểm thực hiện: Đại học Bách Khoa Hà Nội - Số 1 đường Đại Cồ Việt, phường Bạch Mai, TP Hà Nội

1.2.. Yêu cầu về kỹ thuật

1.2.1. Yêu cầu chung:

- Hàng hóa thuộc gói thầu phải mới 100%, sản xuất năm 2024 trở lại đây.

- Thông số kỹ thuật: Hàng hóa cung cấp phải đúng chủng loại, đúng thông số kỹ thuật, phù hợp như mô tả tại bảng yêu cầu về kỹ thuật. Trường hợp nhà thầu chào hàng hóa tương đương thì yêu cầu có bảng so sánh chứng minh thông số kỹ thuật (chi tiết) của tất cả các hàng hóa tương đương hoặc tốt hơn.

- Nhà thầu lưu ý:

+ Trong mọi trường hợp, nếu E-HSDT của nhà thầu cung cấp thông tin, tài liệu làm giả hoặc làm sai lệch thông tin, không trung thực thì E-HSDT của nhà thầu bị loại và Nhà thầu sẽ bị coi là gian lận theo quy định tại khoản 4 Điều 16 của Luật Đấu thầu và bị xử lý theo quy định tại điểm a khoản 1 Điều 133 của Nghị định số 214/2025/NĐ-CP. Đồng thời là căn cứ để Bên mời thầu đề nghị cấm tham gia hoạt động đấu thầu trong đơn vị.

+ Nhà thầu có thể chào thầu hàng hóa có thông số đúng hoặc tương đương hoặc mới hơn yêu cầu (tương đương được hiểu theo đáp ứng toàn bộ các thông số được nêu ra trong một hàng hóa của E-HSMT, công nghệ mới hơn được hiểu là công nghệ ra sau và có những thông số tốt hơn so với các thông số được yêu cầu của một hạng mục hàng hóa trong E-HSMT). Nhà thầu phải lập bảng liệt kê thông số kỹ thuật hàng hóa dự thầu và kèm theo tài liệu kỹ thuật hoặc catalogue để chứng minh (không bắt buộc đối với các vật tư, phụ kiện).

+ Khi lập danh sách, hàng hóa trong Hồ sơ dự thầu, đề nghị các nhà thầu lập theo thứ thự danh mục hàng hóa trong Hồ sơ mời thầu.

+ Tên hãng sản xuất, xuất xứ, model, ký mã hiệu của hàng hóa (nếu có) nêu trong E-HSMT chỉ mang tính chất tham khảo

1.2.2. Yêu cầu kỹ thuật chi tiết:

Bất kỳ nhãn hiệu, mã hiệu, thương hiệu... (nếu có) trong bảng yêu cầu kỹ thuật dưới đây để minh họa các tiêu chuẩn chất lượng, tính năng kỹ thuật yêu cầu, nhà thầu có thể lựa chọn dự thầu hàng hóa có nguồn gốc, xuất xứ, nhà sản xuất, nhãn hiệu, mã hiệu phù hợp với điều kiện cung cấp nhưng phải đảm bảo yêu cầu có tiêu chuẩn kỹ thuật, đặc tính kỹ thuật, tính năng sử dụng "tương đương" hoặc "ưu việt hơn" so với các yêu cầu tối thiểu:

STT	Danh mục	Đơn Vị	SL
A	**Phòng học OMO (Online - Merge - Offline)**		**2**
I	**Thiết bị hiển thị**		
1	**Màn hình tích hợp thông minh** - Kích thước hiển thị của màn hình (Inch): 86" - Độ phân giải màn hình: ULTRA HD 4K - Công nghệ màn hình: DLED - Màu: 1,07 tỷ màu - Độ sáng: 350 cd/m2 - Thời gian phản hồi cảm ứng: 2ms - RAM/ROM: DDR4: 8GB eMMC: 128GB - Hệ điều hành: Android 13 - Cảm ứng hồng ngoại, tối đa 50 điểm - Bộ vi xử lý: RK3588: 4-core A76 (2.4GHz) +4-core A55 (1.8GHz) - Hệ điều hành: Tối thiểu Android 13 - Đầu vào video: 3x HDMI (4K), 1x DP, 1x VGA IN - Đầu ra video: 1x DP, 1x HDMI (4K) - Cổng âm thanh vào: 1x AUDIO - Cổng âm thanh ra: 1x EARPHONE, 1x cổng âm thanh giao tiếp đồng trục (COAX) - Cổng giao tiếp khác: 7x USB 3.0, 2x USB TOUCH, 2x Type-C, 1x RS232, 1x TF card, 1 x IR IN - Hệ điều hành tương thích: IOS, Android, Windows - Chứng chỉ EDLA của Google - Ứng dụng bảng viết: + Nhiều chế độ viết; + Chọn bút, màu viết; + Tẩy nhiều cách; + Chọn đối tượng thao tác, di chuyển; + Chèn hình ảnh, kéo thả hình ảnh vào bảng; + Công cụ hình học 2d, 3d; + Chia bảng thành nhiều khu vực độc lập thao tác, chọn bút riêng, màu riêng; + Chia sẻ màn hình bảng qua mail hoặc QR; + Chèn video, trình duyệt, tài liệu lên bảng để sử dụng đồng thời.	Chiếc	2

STT	Danh mục	Đơn Vị	SL
	- Ứng dụng chú thích - Ứng dụng chia sẻ màn hình - Tính năng chào mừng: + Có thể thiết kế hình ảnh, video,tệp GIF, âm thanh, văn bản chào mừng trước cuộc họp, hội thảo + Định dạng hình ảnh: PNG, JPEG + Có thể tùy chọn các mẫu hình có sẵn hoặc tự thiết kế-Tính năng chuyển file + Cho phép chuyển file từ các thiết bị di động đến màn hình tương tác thông qua mã QR kể cả khi không có kết nối mạng + File tự động được lưu trong bộ nhớ màn hình tương tác + Cho phép lưu file trực tiếp từ màn hình tương tác về thiết bị khác thông qua quét mã QR - Tính năng chia đôi màn hình + Chia đôi màn hình với 2 ứng dụng có thể được hiển thị cùng một lúc hoặc sử dụng chức năng bảng và bất kỳ ứng dụng nào cùng một lúc, đặc biệt hữu ích cho phát triển ý tưởng sáng tạo + Có thể điều chỉnh kích thước hiển thị của 2 ứng dụng bằng cách kéo thả, đổi chiều 2 ứng dụng - Bao gồm phần mềm quản lý màn tương tác từ xa + Quản lý thiết bị: Danh sách thiết bị, Chi tiết thiết bị, Vận hành thiết bị thời gian thực, Điều khiển từ xa màn hình, + Quản lý nội dung hiển thị + Lên lịch hiển thị + Quản lý bộ phận: Sơ đồ các bộ phận, Danh sách bộ phận + Quản lý người dùng: Danh sách người dùng, Thêm người dùng, Chỉnh sửa, Đặt lại mật khẩu, Xóa người dùng + Quản lý tài liệu: Danh sách tài liệu, Loại tài liệu, Thông tin tài liệu + Quản lý nhật ký hoạt động: Danh sách nhật ký, Lọc, Xuất file + Trợ lý quản lý tập trung + Thêm các yêu cầu khác của người dùng - Màn hình tương tác cùng hãng với nhà sản xuất màn hình LED để tăng tính đồng bộ khi tích hợp hệ thống OMO Đã bao gồm giá treo di động		

STT	Danh mục	Đơn Vị	SL
2	**Màn hình LED P2 4.48 x 2.56m** Kích thước cabin: 640 × 640 × 65 mm Độ phân giải cabin: 320 x 320Độ phân giải màn hình: 2240 x 1280 Số lượng module/tấm: 8Vật liệu: Nhôm đúc (Die-cast Aluminum) Trọng lượng: 7kg/tấm Độ sáng: 450 nit Góc nhìn: Ngang 160°, Dọc 140° Thang xám: 14 bit Tương phản: 5000:1 Tần số làm tươi: 3840Hz Điện áp đầu vào: 100–240V AC Nhiệt độ hoạt động: -10°C ~ 40°C Độ ẩm: 10%–80% RH (Không ngưng tụ) Chuẩn bảo vệ: IP5X Tuổi thọ đèn LED: 100,000 giờ	m2	22,94
3	**Bộ xử lý hình ảnh LED** Tải điểm ảnh tối đa: 3,900,000 px; tối đa 10,240 (W) × 8,192 (H) Độ trễ thấp: giảm đến 20 dòng khi bật Low Latency + Bypass Đồng bộ hình: Genlock nội bộ/ngoại vi, đảm bảo đồng bộ giữa các máy xếp tầng Ghép & sao lưu: hỗ trợ Mosaic input, xếp tầng tối đa 4 thiết bị; nhiều chế độ hot backup Hiệu chỉnh hiển thị: cân chỉnh độ sáng & sắc độ theo từng pixel, chỉnh màu toàn diện; nhiều chế độ vận hành Âm thanh: có audio in kèm nguồn vào HDMI Cổng ra (Output): 1× SL-DVI Loop, 1× 3G-SDI Loop, 1× HDMI Loop, 1× HDMI, 6× RJ45 Gigabit Ethernet, 1× GENLOCK Loop Cổng vào (Input): 1× 3G-SDI, 1× SL-DVI, 2× HDMI, 1× GENLOCK In Cổng điều khiển: 1× USB 2.0 Type-A, 1× USB 2.0 Type-B, 1× Gigabit Ethernet Cổng quang: 2× OPT	Bộ	2
4	**Camera truyền hình** Chất lượng video 1080p60 qua USB 3.0 và mạng; đồng thời phát USB + Network. Cổng xuất hình: 1× USB 3.0, 1× HDMI, 1× RJ-45 (LAN).	Chiếc	6

STT	Danh mục	Đơn Vị	SL
	Mã hóa/chuẩn USB & mạng: USB hỗ trợ MJPEG/YUY2 (UVC 1.5); mạng hỗ trợ H.265/MJPEG (CBR/VBR). Cảm biến: CMOS ~1/2.8", 2.07 MP Ống kính/Zoom: 12× quang (f=3.5–42.3mm, F1.8–F2.8) + digital Góc nhìn: ngang 72.5°, dọc 44.8°. WyreStorm PTZ/Presets: pan ±170°, tilt −30° đến +90°; hỗ trợ đặt và gọi preset; điều khiển VISCA qua RS-232/LAN và IR. AI tracking/auto-framing Lật ảnh ngang/dọc: có. Giao thức mạng để stream: HTTP, RTSP, RTMP & Multicast		
5	**TV 75" Hiển thị sinh viên online** Kích thước & màn hình: 75 inch, 4K UHD (3840×2160), tấm nền LED, tần số quét 60Hz Chuẩn HDR: HDR10, HLG; chế độ Filmmaker Mode Âm thanh: loa 2.0 công suất 20W Kết nối không dây: Wi-Fi 5, Bluetooth 5.1, AirPlay 2 Cổng kết nối: 3× HDMI (có eARC, ALLM), 2× USB, LAN, Optical (SPDIF), RF Antenna	Chiếc	2
II	**Thiết bị âm thanh**		
1	**Microphone cài áo** - Loại Electret loại bình ngưng - Định hướng đa hướng - Độ nhạy -64 dB ± 3 dB (0 dB = 1 V/0.1 Pa, 1 kHz) - Đáp ứng tần số 100 Hz - 15 kHz - Cấp đầu vào tối đa 110 dB SPL - Chiều dài dây 1,3 m (4,27 ft) - Kết nối φ3.5 mm (φ0.14 ")	Chiếc	2
2	**Bộ phát không dây UHF** - Phương pháp điều chế: Điều chế tần số - Dải tần số: 636 - 666 MHz , UHF - Số kênh: 64 kênh - Công suất sóng mang RFZ: Nhỏ hơn 50 mW (Cài đặt ban đầu: 10 mW ERP) - Tone Frequency: 32.768 kHz - Mạch dao động: PLL synthesized - Mức ngõ vào tối đa: -14 dB tới -29 dB (*1) (Điều chỉnh mức âm lượng: từ Nhỏ tới Lớn) - Maximum Deviation: ±40 kHz	Bộ	2

STT	Danh mục	Đơn Vị	SL
	- Đáp tuyến tần số: 100 Hz - 15 kHz - Pin sạc WB-2000 (tuỳ chọn) hoặc pin khô AA alkaline - Thời lượng sử dụng: Khoảng 13h (nếu dùng pin sạc WB-2000); Khoảng 10h (nếu dùng pin alkaline) - Hiển thị: Đèn báo nguồn/pin - Ăng ten: Ăng ten ngầm - Cổng kết nối: Giắc cắm mini φ3.5 mm (φ0.14")		
3	**Bộ thu không dây UHF** - Công suất tiêu thụ: 200 mA (12 V DC) - Dải tần số thu: 636 - 666 MHz , UHF - Số kênh: 64 kênh - Hệ thống nhận: Double super-heterodyne - Kỹ thuật điều chế: Sóng phân tập không gian (không gian thực) - Ngõ ra trộn MIC: -60 dB, 600 Ω, cân bằng, cổng kết nối kiểu XLR-3-32 LINE: -20 dB, 600 Ω, không cân bằng, kiểu giắc phone - Ngõ vào trộn: -20 dB, 10 kΩ, không cân bằng, kiểu giắc phone - Đầu vào ăng ten 75 Ω, BNC (nguồn phantom cho ăng ten), 9 V DC, 30 mA (tối đa) - Ngõ ra Ăng-ten 75 Ω, BNC (Độ khuếch đại 0 dB) - Độ nhạy thu: 90 dB hoặc hơn, tín hiệu trên nhiễu S/N (đầu vào 20 dBμV, độ lệch 40 kHz) - Độ nhạy Squelch: 16 – 40 dBμV có thể điều chỉnh - Hệ thống Squelch: Sử dụng cả nhiễu SQ, sóng mang SQ và âm SQ - Tần số âm: 32.768 kHz - Đèn hiển thị: Audio (6 bước), RF (6 bước), ANT A/B, Audio (báo đỉnh), báo PIN - Kiểm tra kênh Có thể quét tần số sử dụng - Tỷ số tín hiệu trên nhiễu S/N: 110 dB hoặc hơn - Độ méo âm: 1% hoặc nhỏ hơn (điển hình) - Đáp tuyến tần số: 100 Hz - 15 kHz, ±3 dB	Bộ	2
4	**Tăng âm số liền Mixer** Công suất ra loa: 240 W Điện áp / trở kháng đầu ra: 100 V / 42 Ω (có thể chuyển mạch nội bộ) Đáp tuyến tần số: 50 Hz - 16 kHz Độ méo tín hiệu (THD): ≤ 1 % Tỷ lệ tín hiệu / tạp âm (S/N): ≥ 60 dB Điều chỉnh âm sắc (tone control):	Chiếc	2

STT	Danh mục	Đơn Vị	SL
	Bass: 100 Hz ±10 dB; Treble: 10 kHz ±10 dB Ngõ vào: – Mic / Line (3 ngõ) – 2 ngõ BGM (Background Music) – Ngõ paging (điện thoại phát thông báo) Chức năng vùng loa: chọn được 5 vùng độc lập, mỗi vùng có chiết áp âm lượng riêng		
5	**Loa hộp màu đen 30W** - Loại vỏ loa: Phản xạ âm bass theo 2 chiều - Công suất: 30 W - Trở kháng: 8 Ω - 100 V line: 330 Ω (30 W), 500 Ω (20 W), 670 Ω (15 W), 1 kΩ (10 W), 2 kΩ (5 W) - 70 V line: 170 Ω (30 W), 250 Ω (20 W), 330 Ω (15 W), 500 Ω (10 W), 1 kΩ (5 W) - Cường độ âm: 90 dB (1 W, 1 m) - Đáp tuyến tần số: 80 Hz - 20 kHz - Thành phần loa: Loa hình nón + vòm đường kính 12 cm - Dây loa: Dây 2 sợi với đường kính 6 mm - Tiêu chuẩn chống bụi/nước: IPX4	Chiếc	12
III	**Hệ thống quản trị, điều khiển**		
1	**Máy trạm cài đặt hệ thống** Bộ máy tính PC CORE I7 / RAM 16GB / SSD 512GB / PSU 750W CPU: 6 nhân/12 luồng; xung boost 4.4 GHz; cache 18 MB; socket LGA1700; Mainboard: mATX; chipset H610; 2×DIMM DDR4; 1×M.2 NVMe; I/O tiêu chuẩn; RAM: 16 GB DDR4-3200 (1×16 GB hoặc 2×8 GB); còn 1 khe trống SSD: NVMe 256 GB; PCIe Gen3 x4; M.2 (2230/2280); đọc 2.200 MB/s; ghi 1.400 MB/s; kèm khay/adapter nếu cần VGA: GTX 1660 SUPER; 6 GB GDDR6; bus 192-bit; 1×HDMI + 1×DP + 1×DVI-D PSU: Công suất thực 500 W; bảo vệ OVP/OPP/SCP; đủ đầu cấp nguồn cho VGA Tản nhiệt CPU: Tản khí; tương thích LGA1700; có RGB hoặc không; đủ tải cho CPU Case: Chuẩn mATX; thông gió tốt; hỗ trợ radiator 240 mm; quản lý cáp gọn Quạt vỏ: 1 quạt bổ sung (RGB hoặc không)	Bộ	2

STT	Danh mục	Đơn Vị	SL
2	**Thiết bị mã hóa tín hiệu hình ảnh dùng cho màn hình tương tác** Chuẩn mã hoá: JPEG 2000; HDMI 2.0b, HDCP 2.2, CEC, EDID Độ phân giải tối đa: 4K60 4:4:4 8-bit; Dolby Vision 12-bit 4:2:2; HDR10/HLG 10-bit 4:2:2 Cổng vào/ra A/V: 1× HDMI In, 1× HDMI Loop Out; audio 1× 3.5mm In, 1× Balanced 5-pin Out, 1× Toslink Out Mạng: 1× RJ-45 1GbE + 1× khe SFP 1Gbps (MMF OM3 đến 550 m; SMF 5–10 km) Độ trễ: siêu thấp ~4 ms (pass-through) hoặc 1–2 khung hình khi dùng scaler/video-wall USB: 1× USB 2.0 Host (≤200 Mbps upstream), Âm thanh: Passthrough PCM 2ch đến Dolby Atmos/DTS:X; ARC qua HDMI hoặc Toslink Video preview: luồng xem trước độ nét cao cho UI điều khiển Dante AV-A: Có Bảo mật: AES-256, SSH, HTTPS.	Chiếc	2
3	**Thiết bị giải mã tín hiệu hình ảnh dùng cho màn hình** Chuẩn giải mã: JPEG 2000; HDMI 2.0b, HDCP 2.2, CEC, EDID Độ phân giải tối đa: 4K60 4:4:4 8-bit; Dolby Vision 12-bit 4:2:2; HDR10/HLG 10-bit 4:2:2 Cổng vào/ra A/V: 1× HDMI Out; audio 1× Balanced 5-pin Out, 1× Toslink In Mạng: 1× RJ-45 1GbE Độ trễ: siêu thấp ~4 ms (pass-through) hoặc 1–2 khung hình khi dùng scaler/video-wall USB: 2× USB 2.0 Type-A Video wall: xử lý 16×16 (kèm mosaic) trên decoder ARC: hỗ trợ qua HDMI hoặc Toslink Dante AV-A: Có Bảo mật: AES-256, SSH, HTTPS.	Chiếc	2
4	**Bộ phát wifi** Wi-Fi 6 (802.11ax), 6 spatial streams; vùng phủ ~140 m², khuyến nghị 350+ client. MIMO: 5 GHz 4×4 MU-MIMO (DL/UL), 2.4 GHz 2×2 MIMO. Tốc độ tối đa: 5 GHz 4.8 Gbps (BW 160 MHz); 2.4 GHz 573.5 Mbps (BW 40 MHz).	Chiếc	2

STT	Danh mục	Đơn Vị	SL
	Băng thông kênh: HE/VHT 20/40/80/160 MHz. Anten gain / TX power: 5 GHz 6 dBi (tối đa 26 dBm); 2.4 GHz 4 dBi (tối đa 22 dBm).		
5	**Bộ lưu trữ NAS** CPU Intel Celeron N5095/N5105, 4 nhân 4 luồng, xung nhịp tối đa 2.9GHz, hỗ trợ mã hóa AES-NI. RAM 8GB DDR4 tích hợp sẵn, không hỗ trợ nâng cấp. Hỗ trợ 2 ổ cứng 3.5"/2.5" SATA + 2 khe M.2 NVMe PCIe Gen3 x1 để cache hoặc mở rộng. Tích hợp 2 cổng mạng 2.5GbE, hỗ trợ port trunking tốc độ lên đến 589MB/s. Có 1 khe PCIe Gen3 x2 để gắn card mạng 10GbE, card SSD, Wi-Fi hoặc QM2 mở rộng. Cổng kết nối đầy đủ: HDMI 2.0 (4K@60Hz), 2 × USB 3.2 Gen2, 2 × USB 2.0. Hệ điều hành QTS 5.0, có thể chuyển sang QuTS hero (ZFS) tùy chọn. Tích hợp đồ họa Intel UHD – hỗ trợ transcode video 4K trực tiếp. Sẵn sàng mở rộng dung lượng theo nhu cầu: hỗ trợ thay ổ dung lượng lớn hơn theo từng bước để mở rộng không gián đoạn	Bộ	2
6	**Máy tính bảng điều khiển** Màn hình 11" Dynamic AMOLED 2X, 2560×1600, 120Hz, HDR10+ RAM/bộ nhớ: 12GB/256GB Pin 8.400 mAh; sạc nhanh tối đa 45W (qua USB-C) Kết nối: Wi-Fi 6E, Bluetooth 5.3; tùy chọn 5G; USB-C 3.2 (DP Alt Mode) Bút cảm ứng kèm máy Vân tay dưới màn hình	Chiếc	2
7	**Bộ chuyển mạch switch POE 16 port** 16 cổng 10/100/1000 Mbps PoE+, cung cấp tổng công suất 120 W 4 cổng uplink SFP+/10 Gbps, dùng cho kết nối tốc độ cao CPU: ARM dual-core, 1.4 GHz; RAM: 1 GB DDR4; Flash: 512 MB; Buffer: 1.5 MB Console: RJ-45 + USB Type-C (cả làm cổng console và truyền dữ liệu) Nút Reset, LED trạng thái: hệ thống, Link/Act, PoE, tốc độ	Chiếc	2

STT	Danh mục	Đơn Vị	SL
IV	**Phần mềm quản lý và điều khiển**		
1	**Phần mềm lớp học OMO** Tổ chức buổi học OMO: giáo viên lên lịch, tạo phòng học trực tuyến, hệ thống trả link tham gia và hiển thị trên lịch của lớp Tham gia 1 chạm: học viên bấm "Tham gia ngay" từ trang khóa học hoặc mục Lịch Lịch & nhắc việc hợp nhất: xem thời khóa biểu online/offline, hạn nộp bài; nhắc tự động trước giờ học; đồng bộ Google Calendar/Outlook Ghi hình tự động: buổi học được ghi lại để đẩy vào mục Nội dung/Tài liệu học tập Chế độ ghi: Server-side recording (SSR) tại SFU/MCU; ghi file MP4 (container ISO BMFF). Mã hóa video/audio: H.264 (High Profile, Level 4.1) + Opus 48 kHz; bitrate 1.5–4.5 Mbps; mặc định 1080p30; đồng bộ A/V < 100 ms. Nén & lưu trữ: Post-processing FFmpeg (2-pass khi cần); tạo rung HLS (1080p/720p/480p); lưu S3-compatible; lifecycle policy chuyển cold storage sau N ngày. Bảo mật & quyền truy cập: Pre-signed URL; AES-128 HLS; watermark overlay theo người xem (UserID-timestamp). Tự động đẩy nội dung: Webhook recording.completed -> tạo mục trong Nội dung/Tài liệu học tập, gắn metadata lớp/GV/ngày/độ dài. Lộ trình học tập kết hợp: thiết kế chuỗi học (bài giảng → bài tập → kiểm tra), đánh dấu hoàn thành và điều kiện mở bài tiếp theo Công nghệ đánh dấu hoàn thành: xAPI statement store (completed/passed/failed; result.score), đồng bộ về LMS core; SCORM runtime API (cmi.core.lesson_status, cmi.core.score.raw). Engine điều kiện: Rule-based; cron định kỳ + event-driven (webhook khi submit/grade). Học liệu đa định dạng: video, PDF/slide, link, nội dung tương tác H5P, gói SCORM/xAPI; kéo-thả sắp xếp; học viên truy cập trực tiếp từ khóa học Giao tiếp đa kênh: diễn đàn theo chủ đề (không đồng bộ), chat thời gian thực trong lớp, nhắn tin nội bộ GV–HV Họp trực tuyến tích hợp: Zoom, Teams, Jitsi, Google Meet; hỗ trợ thảo luận nhóm/project-based	License/ Phòng	2

STT	Danh mục	Đơn Vị	SL
	Quản lý lớp & tham gia bằng mã: tạo/lọc danh sách lớp, học viên tham gia bằng mã lớp hoặc link mời; GV duyệt vào lớp + Tạo/lọc danh sách lớp: CRUD lớp; nhập khẩu CSV/XLSX; lọc theo ngành/học kỳ; phân công GV chính/phụ. + Tham gia bằng mã: Mã lớp 6–10 ký tự (Base32, tránh O/0/I/1); hoặc link mời có invite_token (JWT exp ≤ 7 ngày). + Duyệt vào lớp: Hàng đợi duyệt; log thời gian – người duyệt; email/push thông báo kết quả. Theo dõi tiến độ & cảnh báo: tự động đánh dấu hoàn thành, cảnh báo nếu chưa làm bài hoặc quá hạn Định danh & phân quyền: đăng ký/đăng nhập SSO, OAuth, LDAP; vai trò học viên/giảng viên/quản trị/phụ huynh; đồng bộ dữ liệu nhân sự + SSO/Directory: OpenID Connect, SAML 2.0, LDAP/AD; SCIM 2.0 để đồng bộ người dùng – vai trò – nhóm. + Vai trò & quyền: Học viên, Giảng viên, Quản trị, Phụ huynh (read-only); RBAC theo resource-action; policy-as-code (OPA). + Chữ ký số/ghi nhận: Audit log bất biến (append-only, SHA-256 chain); lưu ≥365 ngày; xuất JSON/CSV.		
V	**Gói vật tư phụ kiện**		
1	**Máng ghen luồn dây điện có nắp 15x10 mm**	m	120
2	**Dây tín hiệu 2x1.5 mm**	m	200
3	**Dây điện 2x2.5 mm**	m	200
4	**Cáp mạng CAT6 (Cuộn 305m)**	Cuộn	2
5	**Khung màn hình LED** Kích thước: 4480mm x 2560mm Vật liệu chính: thép hộp kẽm sơn tĩnh điện, độ dày 2–3 mm; Chân trụ chính: thép hộp 100 × 100 mm, chiều cao 2,8–3,0 m, chịu lực chính cho toàn bộ màn hình. Thanh ngang – dọc đỡ module: thép hộp 50 × 100 mm và 40 × 80 mm, lắp theo dạng lưới để cố định cabinet LED. Thanh chống chéo phía sau: thép hộp 40 × 80 mm để tăng ổn định, tránh rung/lắc.	Bộ	2
6	**Bo viền alu màn LED** Kích thước viền: phủ toàn bộ chu vi màn LED, rộng viền 80–100 mm, độ dày tấm 3 mm.	Gói	2

STT	Danh mục	Đơn Vị	SL
	Vật liệu: Aluminium Composite Panel (Alu), hai mặt nhôm phủ sơn tĩnh điện chống trầy xước, chống ố màu. Lõi nhựa chống ẩm, nhẹ, dễ gia công, bền màu Màu sắc: đen mờ/ghi sáng (hoặc theo phối màu nội thất phòng học).		
7	**Bộ tủ điện cho phòng học** Tủ điện âm/treo tường bằng thép sơn tĩnh điện, kích thước 600 × 800 × 200 mm. Aptomat tổng (MCB/ELCB) 3P: chịu tải đủ công suất màn LED. Thiết bị bảo vệ: chống giật ELCB, chống quá tải, chống ngắn mạch; tiếp địa riêng đảm bảo an toàn. Thanh đồng tiếp địa – dây tiếp địa 10 mm² nối tới hệ thống tiếp địa chung của phòng.	Bộ	2
8	**Phụ kiện khác** - Ốc vít, nở nhựa, buloong - Băng dính điện, băng keo hai mặt, băng keo đen chịu nhiệt - Dây rút nhựa - Nẹp điện, nẹp nhựa bán nguyệt	Gói	2

Mục 2. Bản vẽ: Không có bản vẽ

Mục 3. Kiểm tra và thử nghiệm:

1. Kiểm tra

- Nhà thầu phải tự tiến hành kiểm tra hàng hóa phù hợp với yêu cầu kỹ thuật của E-HSMT và các quy chuẩn, tiêu chuẩn kỹ thuật qui định trước khi giao hàng cho chủ đầu tư.

2. Thử nghiệm

- Chủ đầu tư có thể tiến hành một vài cuộc thử nghiệm bổ sung mà theo ý kiến của riêng mình là cần thiết.

- "Biên bản nghiệm thu và bàn giao" chỉ được thông qua nếu như chủ đầu tư đánh giá chấp nhận hàng hóa phù hợp với các yêu cầu kỹ thuật của E-HSMT và các quy chuẩn, tiêu chuẩn kỹ thuật qui định./.