

**PHỤ LỤC. GỢI Ý NỘI DUNG VIẾT BÀI KHOA HỌC 4 CHỦ ĐỀ
HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA**

“Hành lang bay và Quản lý không gian tầm thấp (UTM) tại Thủ đô Hà Nội”

CHỦ ĐỀ 1. Nghiên cứu xây dựng hệ thống văn bản pháp lý và khung khổ vận hành hành lang bay tầm thấp (UTM) tại Thủ đô Hà Nội

(Trọng tâm: Cơ sở lý luận, thể chế chính sách, tiêu chuẩn kỹ thuật pháp lý và quản lý nhà nước)

Nội dung 1.1: Hệ thống hóa luận cứ khoa học và rà soát đồng bộ hành lang pháp lý hiện hành về quản lý vùng trời tầm thấp và phương tiện bay không người lái (UAV/VTOL)

- Hệ thống hóa cơ sở lý luận, xu hướng lập quy quốc tế như: FAA - Mỹ, EASA - Châu Âu, CAAS - Singapore; Luật Hàng không dân dụng Trung Quốc (DRONE Law); Luật Không lưu châu Âu (U-space); ... về quản lý giao thông hàng không tầm thấp (UTM/UAM).

- Rà soát, phân tích và đánh giá mức độ tương thích, các điểm giao thoa/xung đột giữa hệ thống pháp luật hiện hành của Việt Nam (Luật Hàng không dân dụng, Luật Lực lượng dự bị động viên, Luật Thủ đô 2024, Luật Không lưu nhân dân [nếu có tại thời điểm nghiên cứu]) và các Nghị định liên quan (Nghị định quản lý tàu bay không người lái, Nghị định về quản lý vùng trời).

- Nghiên cứu khung pháp lý điều chỉnh hoạt động khai thác hạ tầng bãi đáp (Vertiport/Helipad) trong không gian đô thị và quyền tiếp cận không gian mạng viễn thông tầm thấp phục vụ điều khiển bay.

➤ **Sản phẩm dự kiến:**

- Báo cáo luận cứ khoa học;
- Báo cáo rà soát và bảng ma trận đối chiếu khoảng trống pháp luật hiện hành.

Nội dung 1.2: Đánh giá thực trạng, nhận diện rào cản và khoảng trống thể chế trong quản lý, giám sát hoạt động bay tầm thấp tại đô thị đặc thù Hà Nội

- Phân tích đặc thù không gian đô thị Hà Nội: Mật độ dân cư cao, tốc độ đô thị hóa nhanh, cấu trúc nhà cao tầng phức tạp và hệ thống các khu vực cấm bay/ hạn chế bay bảo vệ an ninh, quốc phòng quốc gia trọng yếu (có thể triển khai: Đánh giá tác động của các khu vực cấm bay như Hồ Tây, Lăng Bác, Trụ sở Quốc hội lên thiết kế hành lang bay).

- Nhận diện các rào cản và "khoảng trống" thể chế trong quy trình cấp phép bay thời gian thực (Real-time Flight Authorization), quản lý rủi ro trên không (Air Risk) và rủi ro dưới mặt đất (Ground Risk) đối với khu vực đô thị mật độ cao.

- Phân tích sự chồng chéo hoặc thiếu hụt cơ chế phối hợp tác chiến/điều hành giữa cơ quan quản lý vùng trời (Bộ Quốc phòng), cơ quan quản lý hàng không dân dụng (Cục

Hàng không) và chính quyền đô thị (UBND TP. Hà Nội) trong việc giám sát và xử lý vi phạm hành chính/hình sự tầm thấp.

- **Sản phẩm dự kiến:** Báo cáo đánh giá rào cản và bản đồ số hóa phân vùng rủi ro pháp lý/ an ninh vùng trời Thủ đô.

Nội dung 1.3: Nghiên cứu đề xuất khung chính sách quy định về định danh điện tử bắt buộc (Remote ID) và kiểm soát phương tiện từ gốc

- Nghiên cứu kinh nghiệm quốc tế và lựa chọn công nghệ phù hợp (Broadcast Remote ID và Network Remote ID) để xây dựng tiêu chuẩn định danh điện tử bắt buộc đối với phương tiện bay tầm thấp tại Hà Nội. Có thể xem xét Remote ID bắt buộc áp dụng cho UAV > 250g hay toàn bộ, có nghĩa là phân theo khối lượng và mục đích bay.

- Đề xuất quy trình quy chuẩn về kiểm định kỹ thuật, thử nghiệm an toàn bay, dán nhãn số (Digital Labeling) và cơ chế gắn chip định danh kỹ thuật số (e-SIM/Hardware Security Module) không thể làm giả.

- Thiết lập mô hình kiến trúc dữ liệu và quy chế vận hành cho Hệ thống đăng ký phương tiện bay quốc gia tích hợp sâu với cơ sở dữ liệu quốc gia về dân cư và hệ thống quản lý giao thông đô thị thông minh (ITS) của Hà Nội.

- **Sản phẩm dự kiến:**

- Dự thảo Tiêu chuẩn kỹ thuật về Remote ID;
- Đề án tích hợp hệ thống định danh vào cổng dịch vụ công/hệ thống quản lý quốc gia.

Nội dung 1.4: Nghiên cứu đề xuất Khung quy chế quản lý (Quy chế tạm thời) và Lộ trình phân cấp thẩm quyền quản lý UTM tại Thủ đô Hà Nội

- Dự thảo Khung quy chế tạm thời về quản lý, khai thác hành lang bay tầm thấp (UTM) riêng biệt cho địa bàn TP. Hà Nội (tận dụng cơ chế đặc thù từ Luật Thủ đô).

- Đề xuất mô hình phân cấp, phân quyền thẩm quyền phê duyệt kế hoạch bay tự động/bán tự động cho chính quyền địa phương đối với các dòng bay thương mại/dân sự dưới một độ cao nhất định.

- Đề xuất cơ chế xử lý vi phạm hành chính trong giai đoạn Sandbox và Trách nhiệm của chính quyền phường/ xã trong giám sát bay tầm thấp.

- Xây dựng lộ trình (Roadmap) hoàn thiện thể chế phân kỳ theo các giai đoạn: Thử nghiệm (Sandbox) → Ứng dụng giới hạn → Thương mại hóa toàn diện.

- **Sản phẩm dự kiến:**

- Dự thảo Quy chế quản lý hoạt động bay tầm thấp tại Hà Nội;
- Khung lộ trình phát triển thể chế UTM tầm nhìn đến năm 2035.

CHỦ ĐỀ 2. Nghiên cứu quy hoạch và phát triển hạ tầng cảng, bãi đáp thông minh (Vertiport/ Droneport) tích hợp hệ thống quản lý bay tầm thấp (UTM) tại Thủ đô Hà Nội

(Trọng tâm: Quy hoạch không gian hạ tầng cứng, hạ tầng năng lượng và số hóa dữ liệu)

Nội dung 2.1: Nghiên cứu tiêu chí tối ưu hóa vị trí, tiêu chuẩn kỹ thuật kiến trúc và mô phỏng vận hành bãi đáp thông minh (Vertiport/Droneport) tích hợp quy hoạch chung Thủ đô Hà Nội

- Nghiên cứu xây dựng bộ tiêu chí đa mục tiêu (vị trí, địa hình, hành lang an toàn bay, tiếng ồn, mật độ dân cư và kết nối đa phương thức) để tối ưu hóa việc lựa chọn vị trí đặt bãi đáp thông minh (Vertiport cho eVTOL và Droneport cho UAV logistics) trong không gian đô thị Hà Nội (tập trung vào tiêu chí an toàn khoảng cách từ Vertiport tới khu dân cư, trường học, bệnh viện (theo quy chuẩn xây dựng)).

- Đề xuất tiêu chuẩn thiết kế kiến trúc, phân khu chức năng (khu vực cất/hạ cánh - FATO, khu vực định vị - TLOF, khu vực đỗ và bảo dưỡng, khu vực nhà ga hành khách/hàng hóa) phù hợp với quy chuẩn xây dựng Việt Nam và tiêu chuẩn quốc tế (EASA PTS-VPT, FAA EB 105).

- Ứng dụng công nghệ mô phỏng động học khai thác (Operational Simulation Models) để đánh giá năng lực thông qua (throughput) của bãi đáp mẫu dưới các kịch bản thời tiết và tần suất bay cao điểm tại nội đô.

- Nghiên cứu giải pháp tích hợp bãi đáp vào các công trình hạ tầng hiện hữu của Thủ đô như: Nóc các nhà ga giao thông công cộng (Metro, bến xe trung tâm), các tòa nhà cao tầng, và các trung tâm logistics lớn tại ngoại thành (Sóc Sơn, Gia Lâm, Hòa Lạc).

➤ **Sản phẩm dự kiến:**

- Bộ tiêu chí và hướng dẫn thiết kế kỹ thuật bãi đáp thông minh (Vertiport/Droneport) cho Hà Nội.

- Bản vẽ thiết kế kiến trúc và mô hình 3D mô phỏng vận hành của 01 Vertiport mẫu.

Nội dung 2.2: Nghiên cứu giải pháp công nghệ hạ tầng năng lượng, hệ thống trạm sạc nhanh dòng điện một chiều (DC) chuyên dụng và quản lý lưới điện thông minh (Smart Grid) phục vụ vận tải hàng không tầm thấp

- Khảo sát và đánh giá nhu cầu phụ tải điện của hệ thống tàu bay điện cất hạ cánh thẳng đứng (eVTOL) và UAV quy mô lớn; phân tích tác động của dòng sạc công suất cao (Megawatt Charging System - MCS) lên hệ thống lưới điện đô thị Hà Nội.

- Nghiên cứu giải pháp công nghệ cho hệ thống trạm sạc nhanh dòng điện một chiều (DC) công suất lớn, tích hợp các công nghệ quản lý nhiệt và bảo vệ an toàn cháy nổ pin hàng không chuyên dụng tại bãi đáp. Đồng thời xem xét khả năng tái sử dụng trạm sạc xe điện (EV) cho eVTOL để tối ưu đầu tư.

- Xây dựng mô hình quản lý năng lượng thông minh (Microgrid/EMS) tại Vertiport: Tích hợp nguồn năng lượng tái tạo tại chỗ (điện mặt trời áp mái) và hệ thống lưu trữ năng lượng bằng pin (BESS) để giảm tải cho lưới điện quốc gia giờ cao điểm.

- Đề xuất cơ chế điều độ và phân phối năng lượng động (Dynamic Load Balancing) đảm bảo cung cấp năng lượng liên tục, an toàn cho các hoạt động bay khẩn cấp (cứu hộ, y tế, an ninh).

➤ **Sản phẩm dự kiến:**

- Báo cáo giải pháp công nghệ hạ tầng năng lượng và trạm sạc DC công suất cao cho eVTOL/UAV.
- Sơ đồ nguyên lý và thuật toán điều phối hệ thống lưới điện thông minh (EMS) tích hợp BESS tại bãi đáp.

Nội dung 2.3: Xây dựng mô hình quy hoạch mạng lưới radar tầm thấp và hệ thống cảm biến đa phổ phối hợp giám sát, bảo vệ vùng trời nội đô

- Nghiên cứu đặc tính truyền sóng và các vùng mù nhiễu tín hiệu radar do kiến trúc nhà cao tầng và địa hình phức tạp của Hà Nội (khu vực quận Hoàn Kiếm, Ba Đình, Đống Đa, Cầu Giấy). Trong đó tập trung cả việc đánh giá tác động của thời tiết (mưa, sương mù, bão từ) đến hiệu suất radar và cảm biến.
- Thiết lập mô hình tối ưu hóa vị trí lắp đặt và quy hoạch mạng lưới Radar tầm thấp (Micro-Doppler Radar/3D Radar) kết hợp hệ thống cảm biến quang học/hồng ngoại (EO/IR) và hệ thống định vị vô tuyến (RF Scanner) để giám sát liên tục các vật thể bay có diện tích phản xạ radar nhỏ (Low-Slow-Small - LSS).
- Nghiên cứu giải pháp kỹ thuật tích hợp dữ liệu giám sát từ mạng lưới cảm biến đô thị về Trung tâm quản lý bay tầm thấp (UTM) theo thời gian thực.
- Đề xuất phương án phối hợp chia sẻ dữ liệu giám sát vùng trời giữa hệ thống UTM của thành phố với hệ thống cảnh giới, phòng không của Bộ Quốc phòng (Bộ Tư lệnh Thủ đô, Quân chủng Phòng không - Không quân).

➤ **Sản phẩm dự kiến:**

- Bản đồ quy hoạch vị trí tọa độ mạng lưới radar và cảm biến giám sát tầm thấp cho TP. Hà Nội.
- Báo cáo giải pháp kỹ thuật tích hợp và xử lý dữ liệu cảm biến đa phổ chống mục tiêu bay trái phép.

Nội dung 2.4: Giải pháp số hóa, xây dựng cơ sở dữ liệu không gian hạ tầng đô thị 3D và tích hợp nền tảng GIS/BIM vào hệ thống quản lý bay UTM

- Nghiên cứu phương pháp luận và quy trình số hóa bề mặt đô thị, xây dựng mô hình thông tin công trình (BIM) cho các cấu trúc hạ tầng cứng (Vertiport, trạm sạc, tháp phân luồng) tại Hà Nội.
- Xây dựng cơ sở dữ liệu không gian 3D đô thị (3D GIS) độ phân giải cao, tích hợp mô hình số hóa độ cao bề mặt (DSM), mô hình số hóa địa hình (DTM) và bản đồ địa chính của thành phố. Đề xuất tiêu chuẩn độ phân giải tối thiểu của DSM/DTM (ví dụ: 0.5m/pixel).
- Nghiên cứu giải pháp đồng bộ và tích hợp dữ liệu GIS/BIM vào nền tảng UTM để thiết lập mô hình "Bản sao số" (Digital Twin) không gian đô thị tầm thấp, phục vụ việc tự động hóa tính toán hành lang bay an toàn (Geo-fencing/Geo-caging) và phát hiện chướng ngại vật tĩnh/động tự động.

- Xây dựng các giao diện lập trình ứng dụng tiêu chuẩn (APIs) và giao thức bảo mật dữ liệu không gian phục vụ kết nối liên thông giữa chính quyền số Hà Nội và các đơn vị khai thác bay.

➤ **Sản phẩm dự kiến:**

- Kiến trúc dữ liệu và quy trình tích hợp GIS/BIM vào nền tảng quản lý bay UTM.
- Hệ thống cơ sở dữ liệu mẫu 3D GIS/BIM một khu vực hành lang bay thử nghiệm tại Hà Nội.

CHỦ ĐỀ 3. Nghiên cứu tiêu chuẩn kỹ thuật và giải pháp quản lý phương tiện bay đáp ứng hành lang bay tầm thấp (UTM) tại Thủ đô Hà Nội

(Trọng tâm: Thuật toán điều khiển, công nghệ viễn thông, phần cứng và an toàn thông minh trên thiết bị)

Nội dung 3.1: Nghiên cứu ứng dụng thuật toán trí tuệ nhân tạo (AI/ML) kết hợp công nghệ định vị động học thời gian thực (RTK) tối ưu hóa quỹ đạo bay trong môi trường đô thị nhiễu động

- Phân tích đặc tính nhiễu động khí lưu (Urban Wind Turbulence) do cấu trúc hiệu ứng "hẻm núi đô thị" (Urban Canyon) từ các dãy nhà cao tầng và hiện tượng suy giảm/phản xạ đa đường của tín hiệu vệ tinh (GNSS Multipath) tại Hà Nội.

- Nghiên cứu ứng dụng thuật toán trí tuệ nhân tạo (AI) và học máy (Machine Learning) như học tăng cường sâu (Deep Reinforcement Learning) để dự báo và bù sai số động học theo thời gian thực cho phương tiện bay.

- Nghiên cứu giải pháp tích hợp công nghệ định vị động học sai phân thời gian thực (RTK) kết hợp hệ thống dẫn đường quán tính (INS) nhằm tối ưu hóa quỹ đạo bay (Trajectory Optimization) và dẫn đường chính xác mức độ centimet (Centimeter-level Positioning) cho UAV/eVTOL. Đánh giá độ trễ hệ thống (latency) của RTK khi chuyển vùng giữa các trạm mặt đất tại Hà Nội.

➤ **Sản phẩm dự kiến:**

- Thuật toán AI tối ưu hóa quỹ đạo bay và mô hình bộ lọc bù sai số định vị trong môi trường nhiễu động đô thị.

- Báo cáo thử nghiệm mô phỏng dẫn đường chính xác mức centimet trên hành lang giả lập.

Nội dung 3.2: Nghiên cứu giải pháp kỹ thuật mã hóa dữ liệu, giao thức truyền nhận tín hiệu hệ thống định danh điện tử bắt buộc (Remote ID) và giải pháp tích hợp vi mạch phần cứng an toàn chống giả mạo tín hiệu

- Nghiên cứu xây dựng cấu trúc giao thức truyền dữ liệu định danh điện tử theo các tiêu chuẩn quốc tế hiện hành (ASTM F3411 / ASD-STAN) áp dụng cho cả hai hình thức: Định danh phát sóng trực tiếp (Broadcast Remote ID qua Bluetooth/Wi-Fi) và Định danh qua mạng di động (Network Remote ID).

- Nghiên cứu giải pháp mã hóa mật mã học khóa công khai (PKI - Public Key Infrastructure) và chữ ký số để bảo mật thông tin Remote ID, ngăn chặn các hình thức

tấn công mạng như nghe lén, chỉnh sửa dữ liệu hành trình hoặc làm giả tín hiệu (Spoofing/Tampering).

- Nghiên cứu giải pháp thiết kế, tích hợp mô-đun phần cứng an toàn (Hardware Security Module - HSM hoặc e-SIM bảo mật) trực tiếp vào bo mạch điều khiển bay (Flight Controller) của phương tiện nhằm đảm bảo tính bất biến của mã định danh thiết bị từ gốc.

➤ **Sản phẩm dự kiến:**

- Tài liệu đặc tả giao thức truyền nhận và kiến trúc bảo mật mã hóa cho hệ thống Remote ID.

- Thiết kế module tích hợp chip vi mạch kỹ thuật số định danh an toàn chống làm giả cho phương tiện bay mẫu.

Nội dung 3.3: Xây dựng cấu trúc tiêu chuẩn kỹ thuật thiết bị đầu cuối truyền nhận dữ liệu băng thông rộng tốc độ cao, độ trễ thấp dựa trên nền tảng mạng di động thế hệ mới (5G Advanced/6G) và thông tin vệ tinh

- Nghiên cứu mô hình phủ sóng viễn thông theo trục thẳng đứng (3D Cellular Coverage) của mạng di động đô thị; đánh giá hiện tượng nhiễu sóng giữa các trạm phát sóng mặt đất (gNodeB) khi phương tiện di chuyển ở độ cao tầm thấp (từ 50m đến 300m).

- Xây dựng cấu trúc tiêu chuẩn kỹ thuật kết nối cho thiết bị đầu cuối thông minh (C-UAV Terminal) trên phương tiện bay, hỗ trợ công nghệ đa băng tần, đa kết nối liên tục (Multi-connectivity): Tự động chuyển mạch thông minh giữa mạng di động thương mại thế hệ mới (5G Advanced/6G) và mạng thông tin vệ tinh tầm thấp (LEO Satellite) khi xảy ra sự cố mất sóng mặt đất.

- Nghiên cứu giải pháp tối ưu hóa kênh truyền dữ liệu điều khiển (C2 Link - Command and Control) đảm bảo độ trễ siêu thấp (Ultra-Reliable Low-Latency Communication - URLLC) và băng thông rộng cho luồng dữ liệu camera giám sát/dữ liệu cảm biến thời gian thực. Nghiên cứu trong tình huống có thể tần số dự phòng cho C2 Link khi mất 5G/6G (ví dụ: sóng vô tuyến băng hẹp UHF/VHF).

➤ **Sản phẩm dự kiến:**

- Bộ thông số và tiêu chuẩn kỹ thuật khung cho thiết bị đầu cuối truyền nhận dữ liệu 5G Advanced/6G/Vệ tinh tích hợp trên UAV.

- Báo cáo mô phỏng chất lượng kênh truyền dữ liệu điều khiển (C2 Link) theo trục độ cao tại khu vực Hà Nội.

Nội dung 3.4: Nghiên cứu bộ quy chuẩn an toàn và thuật toán cốt lõi cho hệ thống tự động phát hiện và né tránh vật cản (DAA) thời gian thực trong kịch bản không gian bay mật độ cao

- Nghiên cứu xây dựng bộ quy chuẩn an toàn kỹ thuật về khoảng cách phân cách tối thiểu (Separation Minima) giữa các phương tiện bay và giữa phương tiện bay với chướng ngại vật địa hình đô thị.

- Phát triển các thuật toán cốt lõi cho hệ thống Tự động phát hiện và Né tránh vật cản (DAA - Detect and Avoid) thời gian thực tích hợp trên thiết bị bay, kết hợp dữ liệu

thu nhận từ các cảm biến phần cứng trên máy bay (Camera AI, Radar sóng milimét - mmWave Radar, cảm biến LiDAR chủng loại nhẹ). Ngưỡng phản ứng DAA theo thời gian (ví dụ: phải quyết định né tránh trong $< 200\text{ms}$).

- Xây dựng thuật toán giải quyết xung đột hình học động (Dynamic Geometric Collision Avoidance) đáp ứng kịch bản không lưu tầm thấp có mật độ bay dày đặc (Multi-UAV cooperative/non-cooperative scenarios), cho phép phương tiện tự động đưa ra quyết định chuyển hướng, giảm tốc hoặc giữ độ cao an toàn mà không cần sự can thiệp từ mặt đất.

➤ **Sản phẩm dự kiến:**

- Bộ quy chuẩn an toàn khoảng cách hành lang bay tầm thấp.
- Mã nguồn/Thuật toán cốt lõi của hệ thống DAA tự động điều hướng né tránh vật cản động và tĩnh thời gian thực.

CHỦ ĐỀ 4. Nghiên cứu giải pháp khai thác, vận hành thử nghiệm (Sandbox) và bảo đảm an ninh hệ thống quản lý bay tầm thấp (UTM) tại Thủ đô Hà Nội

(Trọng tâm: Hệ thống lõi UTM; bản đồ số đô thị; kịch bản Sandbox; quy trình SOP; an ninh mạng và chế áp drone “C-UAS”)

Nội dung 4.1: Nghiên cứu kiến trúc tổng thể và phát triển phần mềm lõi hệ thống điều hành UTM trên nền tảng điện toán đám mây và dữ liệu lớn

- Nghiên cứu thiết kế cấu trúc hệ thống quản lý bay tầm thấp dựa trên công nghệ điện toán đám mây (Cloud-based UTM) và dữ liệu lớn (Big Data) đảm bảo khả năng xử lý đồng thời hàng nghìn chuyến bay (Scalability) với độ trễ thấp.

- Phát triển các thuật toán cốt lõi phục vụ tự động hóa việc tiếp nhận, phân tích và phê duyệt/từ chối kế hoạch bay tự động trước khi bay (Strategic Deconfliction) dựa trên dữ liệu vùng trời, thời tiết và mật độ không lưu.

- Nghiên cứu giải pháp điều phối dòng không lưu (Air Traffic Flow Management - ATFM) theo thời gian thực tại khu vực đô thị mật độ cao nhằm tối ưu hóa mật độ phân bổ phương tiện và tránh tắc nghẽn tại các nút giao không lưu hoặc các trạm sạc/bãi cất hạ cánh (Vertiports).

➤ **Sản phẩm dự kiến:**

- Tài liệu thiết kế kiến trúc hệ thống lõi UTM (Software Architecture Document) và đặc tả API kết nối.

- Phiên bản phần mềm lõi UTM thử nghiệm (Prototype) tích hợp mô-đun phê duyệt kế hoạch bay tự động (Strategic Deconfliction) và điều phối luồng không lưu.

Nội dung 4.2: Số hóa không gian hành lang bay và mô phỏng động lực học vùng trời dựa trên công nghệ GIS-3D kết hợp dữ liệu vật cản thời gian thực

- Ứng dụng công nghệ quét LiDAR mật độ cao kết hợp mô hình thông tin công trình/đô thị (BIM/3D-GIS) để xây dựng bản đồ số 3D độ phân giải cao (độ chính xác cỡ centimet) cho các hành lang bay thử nghiệm mẫu tại Hà Nội (Ví dụ: Hành lang kinh tế giao thương trục Nội Bài - Hòa Lạc, hoặc hành lang sinh thái giao thông dọc sông Hồng).

- Nghiên cứu thuật toán thiết lập vùng đệm an toàn động xung quanh vật cản (Geofencing) và hệ thống quản lý vật cản tĩnh (nhà cao tầng, đường dây điện) và động (cần cầu thi công, các thiết bị bay khác) theo thời gian thực (Dynamic Obstacle Management). Tần suất cập nhật bản đồ vật cản động (ví dụ: mỗi 5 giây) và nguồn dữ liệu ảnh vệ tinh/Viễn thám.

- Tích hợp cơ sở dữ liệu khí tượng đô thị (gió quần, vi khí hậu hành lang bay) vào mô hình không gian 3D để cảnh báo rủi ro an toàn bay.

➤ **Sản phẩm dự kiến:**

- Cơ sở dữ liệu bản đồ số 3D (3D Airspace Map) độ phân giải cao của 02 tuyến hành lang bay mẫu (Nội Bài - Hòa Lạc và dọc Sông Hồng).

- Hệ thống phần mềm quản lý, cập nhật dữ liệu vật cản động và thiết lập vùng cấm bay động (Dynamic Geofencing) thời gian thực.

Nội dung 4.3: Xây dựng kịch bản thực nghiệm, quy trình SOP vận hành và giải pháp ứng phó sự cố khẩn cấp (Tactical Deconfliction) trong hành lang đô thị

- Xây dựng bộ Quy trình vận hành tiêu chuẩn (SOP - Standard Operating Procedure) phân cấp theo từng loại hình khai thác đặc thù tại Hà Nội: Vận chuyển logistics hàng hóa (giao hàng thông minh), tuần tra giám sát đô thị/giao thông, và ứng phó khẩn cấp/cứu hộ cứu nạn. SOP cho bay đêm và bay trong điều kiện tầm nhìn hạn chế (VLOS ngoài tầm nhìn trực tiếp).

- Thiết kế các kịch bản và thuật toán tự động giải quyết xung đột trên không chuyển động (Tactical Conflict Resolution) khi hai hoặc nhiều phương tiện có nguy cơ va chạm trong khi đang bay.

- Nghiên cứu giải pháp kỹ thuật và quy trình xử lý khẩn cấp mất an toàn (Emergency Contingency Plans) khi phương tiện gặp các sự cố: Mất tín hiệu điều khiển (C2 Link Failure), mất hoặc suy giảm định vị vệ tinh (GNSS Degradation/Jamming), hỏng hóc phần cứng (rơi tự do/mất động cơ), hoặc gặp thời tiết cực đoan đột xuất.

➤ **Sản phẩm dự kiến:**

- Bộ tài liệu Quy trình vận hành tiêu chuẩn (SOP) cho 03 loại hình khai thác (Logistics, Tuần tra, Cứu hộ).

- Thư viện kịch bản kiểm thử rủi ro và thuật toán tự động xử lý xung đột động (Tactical Deconfliction Engine) tích hợp trên hệ thống giám sát mặt đất.

Nội dung 4.4: Nghiên cứu giải pháp bảo mật, an ninh hệ thống UTM và tích hợp công nghệ chế áp, phòng vệ chủ động phương tiện bay bất hợp pháp (C-UAS)

- Nghiên cứu cấu trúc an ninh mạng toàn diện cho hệ thống điều hành trung tâm UTM chống lại các nguy cơ tấn công từ chối dịch vụ (DDoS), tấn công trung gian (MitM), mã hóa bảo mật tuyệt đối kênh truyền dữ liệu điều khiển (C2) và bảo mật dữ liệu hành trình cá nhân/doanh nghiệp.

- Nghiên cứu giải pháp phòng vệ và tích hợp công nghệ chế áp phương tiện bay không người lái bất hợp pháp (Anti-Drone/C-UAS - Counter-Unmanned Aircraft

Systems) bao gồm: Phát hiện (Radar, RF Scanner, Camera AI) và Chế áp chủ động (Pha sóng định vị, áp chế sóng điều khiển hoặc bắt giữ bằng lưới).

- Cơ chế phối hợp giữa C-UAS của thành phố và các đơn vị tác chiến điện tử của Bộ Quốc phòng.

- Thiết lập cơ chế tự động kích hoạt hệ thống phòng vệ C-UAS khi phát hiện phương tiện bay không phép xâm nhập vào hành lang bay an toàn (UTM Corridor) hoặc các vùng cấm bay, vùng hạn chế bay cốt lõi của Thủ đô (cơ quan ngoại giao, vùng lõi Ba Đình, khu vực quân sự).

➤ **Sản phẩm dự kiến:**

- Kiến trúc bảo mật an ninh mạng và giải pháp mã hóa dữ liệu đầu cuối cho hệ thống UTM.

- Phương án kỹ thuật phối hợp và tích hợp công nghệ chế áp C-UAS bảo vệ hành lang bay an toàn tầm thấp đô thị.

Nội dung 4.5: Đề xuất khung cơ chế thử nghiệm chính sách (Sandbox) và mô hình phối hợp quản lý liên ngành điều hành không lưu tầm thấp tại Hà Nội

- Nghiên cứu xây dựng bộ tiêu chí kỹ thuật và pháp lý để lựa chọn doanh nghiệp khai thác, chủng loại phương tiện bay và giới hạn khu vực địa lý đủ điều kiện an toàn để tham gia cơ chế thử nghiệm chính sách (Sandbox).

- Thiết lập khung pháp lý tạm thời (áp dụng trong phạm vi Sandbox) về phân định trách nhiệm dân sự, xử lý bồi thường thiệt hại và mô hình bảo hiểm rủi ro bắt buộc đối với các hoạt động bay tầm thấp trong đô thị.

- Quy trình cấp phép tham gia Sandbox về hồ sơ, thẩm định, thời gian; cơ chế tạm dừng hoặc thu hồi giấy phép thử nghiệm.

- Đề xuất mô hình tổ chức và Quy chế phối hợp chia sẻ dữ liệu thời gian thực (Real-time Data Sharing Middleware) giữa các cơ quan quản lý nhà nước cốt lõi: Bộ Quốc phòng (Quản lý toàn vẹn vùng trời quốc gia), Cục Hàng không Việt Nam (Quản lý hàng không dân dụng và hòa mạng không lưu thông thường), và Ủy ban Nhân dân TP. Hà Nội (Quản lý trật tự xã hội, an ninh đô thị mặt đất).

➤ **Sản phẩm dự kiến:**

- Dự thảo Khung cơ chế thử nghiệm chính sách (Sandbox) điều hành không lưu tầm thấp tại Hà Nội (bao gồm bộ tiêu chí lựa chọn và quy định bảo hiểm/trách nhiệm dân sự).

- Đề xuất Quy chế phối hợp liên ngành (Bộ Quốc phòng - Bộ Xây dựng/ Cục Hàng không - UBND TP. Hà Nội) và sơ đồ kiến trúc hệ thống chia sẻ thông tin hành trình bay thời gian thực.

*** TỔ THƯ KÝ (BTC):** TS. Đào Phúc Lâm - Trưởng phòng ĐMST (IIDE), Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải, ĐT 0902.396381; TS. Vũ Đức Tuấn - Chủ nhiệm CLB UAV và Giao thông tầm thấp (UTT), ĐT 0941.922413./.