VẬT LIỆU & XÂY DỰNG
Tạp chí Vật liệu và Xây dựng
ISSN 1859 - 381X
Website: www. jomc.vn

Ứng dụng mô hình thông tin thành phố (CIM) trong quản lý quy hoạch và cấp phép xây dựng: Thí điểm tại thành phố Cao Lãnh, tỉnh Đồng Tháp

Nguyễn Hoài Vũ[1,2*], Đỗ Tiến Sỹ[1,2], Nguyễn Anh Thư[1,2]

[1] Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Bách Khoa

[2] Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh

TỪ KHOÁ

Mô hình thông tin thành phố (CIM)
Tích hợp BIM – GIS
Quản lý quy hoạch đô thị
Cấp giấy phép xây dựng
Đô thị thông minh
Thành phố Cao Lãnh

TÓM TẮT

Mô hình thông tin thành phố (City Information Modeling - CIM) dựa trên sự tích hợp giữa Mô hình thông tin công trình (BIM) và Hệ thống thông tin địa lý (GIS) đang trở thành giải pháp công nghệ then chốt hướng tới quản lý đô thị thông minh. Tại Việt Nam, công tác quản lý quy hoạch và cấp phép xây dựng hiện nay vẫn chủ yếu dựa trên hồ sơ bản vẽ 2D thủ công, gây kéo dài thời gian xử lý và hạn chế khả năng kiểm soát không gian đa chiều. Nghiên cứu này trình bày kết quả triển khai thí điểm khung ứng dụng CIM thích ứng tại khu vực Phường 1, thành phố Cao Lãnh, tỉnh Đồng Tháp. Nghiên cứu đã tiến hành thu thập, chuẩn hóa dữ liệu đa nguồn từ đồ án quy hoạch phân khu (hệ tọa độ VN-2000) đến hồ sơ thiết kế công trình; thiết lập mô hình 3D BIM (LOD 200–300) và tích hợp đồng bộ thành mô hình CIM đô thị. Dựa trên bộ quy tắc kiểm tra không gian tự động, nghiên cứu đã tiến hành thực nghiệm đối chứng trên 15 bộ hồ sơ công trình mẫu phục vụ công tác cấp phép xây dựng và thẩm định quy hoạch. Kết quả cho thấy mô hình giúp tự động hóa kiểm soát được sự chính xác các chỉ tiêu cốt lõi (chỉ giới xây dựng, mật độ, tầng cao, cốt nền), hạn chế được sai lệch cao độ và vi phạm góc vươn không gian, đồng thời rút ngắn thời gian rà soát kỹ thuật từ hàng tuần xuống dưới 01 ngày làm việc. Nghiên cứu xác lập khung phương pháp luận có khả năng khái quát hóa cao, cung cấp cơ sở thực nghiệm tin cậy để nhân rộng mô hình cấp phép điện tử (e-Permitting) dựa trên CIM cho các đô thị chuyển tiếp tại Việt Nam và các quốc gia đang phát triển.

KEYWORDS

City Information Modeling (CIM)
BIM–GIS integration
Urban planning management
Construction permitting Smart city
Cao Lanh City

ABSTRACT

City Information Modeling (CIM)—based on the integration of Building Information Modeling (BIM) and Geographic Information Systems (GIS)—is emerging as a pivotal technological solution for smart urban management. In Vietnam, current planning management and construction permitting processes rely heavily on manual 2D drawings, resulting in prolonged processing times and limited capabilities for multidimensional spatial control. This study presents the results of a pilot implementation of an adaptable CIM application framework in Ward 1, Cao Lanh City, Dong Thap Province. The research involved collecting and standardizing multi-source data—ranging from zoning plans (using the VN-2000 coordinate system) to building design documents—creating 3D BIM models (LOD 200–300) and seamlessly integrating them into an urban CIM model. Utilizing a set of automated spatial validation rules, the study conducted comparative experiments on 15 sample building dossiers used for construction permitting and planning appraisal. The results demonstrate that the model automates the verification of key parameters (building lines, density, building height, and ground elevation), minimizes elevation errors and spatial encroachment violations, and reduces technical review times from weeks to less than one working day. The study establishes a highly generalizable methodological framework, providing a reliable empirical basis for scaling up CIM-based electronic permitting (e-Permitting) models in transitional urban areas across Vietnam and other developing nations.

1. Giới thiệu

Trong bối cảnh bùng nổ của cuộc Cách mạng công nghiệp 4.0, tốc độ đô thị hóa nhanh chóng tại các quốc gia đang phát triển đã gia tăng áp lực nặng nề lên hệ thống quản lý công của chính quyền các đô thị [1]. Một trong những lĩnh vực dịch vụ hành chính công có tần suất phát sinh cao và ảnh hưởng trực tiếp đến người dân và doanh nghiệp hiện nay là công tác thẩm định đồ án quy hoạch và cấp giấy phép xây dựng [2]. Tuy nhiên, tại hầu hết các địa phương ở Việt Nam, các quy trình này vẫn chủ yếu vận hành theo phương thức truyền thống dựa

*Liên hệ tác giả: nhvu.sdh21@hcmut.edu.vn
Nhận ngày 25/09/2026, sửa xong ngày 09/10/2026, chấp nhận đăng ngày 12/10/2026
Link DOI: https://doi.org/10.54772/jomc.05.2026.1514

trên việc nộp, luân chuyển và đối soát thủ công các bộ hồ sơ giấy hoặc bản vẽ CAD 2D rời rạc [3]. Phương thức này bộc lộ nhiều điểm nghẽn nghiêm trọng: thời gian xử lý hồ sơ kéo dài, thiếu sự liên thông dữ liệu đa ngành giữa quy hoạch kiến trúc, hạ tầng kỹ thuật và quản lý đất đai, đồng thời tiềm ẩn nguy cơ sai lệch khi kiểm soát các chỉ tiêu không gian trong thực tế [3,4]. Khảo sát thực tế tại đô thị đồng bằng như Cần Thơ của Nguyễn Thị Thanh Mai và Nguyễn Thị Ngọc Vân [4] cũng chỉ ra rằng việc thiếu dữ liệu chuẩn hóa, thiếu hệ thống kết nối trực tuyến liên ngành và công cụ kiểm tra tự động là những rào cản lớn đối với hiệu quả cấp phép xây dựng.

Nhằm giải quyết triệt để các tồn tại trên, xu hướng công nghệ trên thế giới đang chuyển dịch mạnh mẽ sang tích hợp Mô hình thông tin công trình (BIM) và Hệ thống thông tin địa lý (GIS), từ đó hình thành Mô hình thông tin thành phố (City Information Modeling - CIM) [5,6]. Khái niệm CIM mở rộng phạm vi ứng dụng dữ liệu từ cấp độ từng công trình đơn lẻ (micro-BIM) sang quy mô tổng thể đô thị (macro-GIS) và cơ sở dữ liệu đô thị hoàn chỉnh theo thời gian thực [5,7]. Theo Plazza và cộng sự [8], việc chuẩn hóa dữ liệu mô hình thông tin đóng vai trò là nền tảng cốt lõi giúp các cơ quan quản lý chuyển đổi quy trình cấp phép từ thủ công sang tự động. Shahi và cộng sự [9] đã phân cấp quá trình cấp phép điện tử (e-permitting) thành các mức độ phát triển, trong đó cấp độ cao nhất hướng tới tích hợp toàn diện BIM – GIS thành công cụ quy hoạch thành phố hoàn chỉnh, cho phép tự động hóa kiểm tra tính tuân thủ quy chuẩn. Tiếp cận theo hướng này, nghiên cứu của Ullah và cộng sự [10] qua trường hợp thành phố Tallinn (Estonia) đã làm rõ các yếu tố then chốt ảnh hưởng đến việc tiếp nhận quy trình cấp phép xây dựng dựa trên BIM, trong đó nhấn mạnh rằng sự chuẩn hóa dữ liệu đầu vào và tính khả thi của việc số hóa quy chuẩn thành ngôn ngữ máy là những thách thức mang tính quyết định để triển khai kiểm tra tuân thủ tự động.

Tại Việt Nam, dù Chính phủ đã ban hành nhiều chủ trương, định hướng về phát triển đô thị thông minh và chuyển đổi số ngành xây dựng (tiêu biểu như Quyết định số 950/QĐ-TTg về phát triển đô thị thông minh bền vững [11] hay Quyết định số 258/QĐ-TTg phê duyệt Lộ trình áp dụng BIM [12]), song các nghiên cứu và ứng dụng CIM trong công tác quản lý quy hoạch và cấp phép xây dựng vẫn còn ở giai đoạn sơ khởi [1]. Điểm nghẽn lớn nhất trong thực tiễn hiện nay là hiện tượng phân mảnh dữ liệu (hybrid data) giữa ranh giới quy hoạch vĩ mô (Macro - 2D CAD/GIS) và hồ sơ thiết kế công trình vi mô (Micro - BIM), kèm theo sự thiếu hụt các bộ quy tắc ngữ nghĩa không gian (spatial semantic rules) để tự động hóa việc đối soát hồ sơ. Các nghiên cứu quốc tế về cấp phép điện tử (e-Permitting) dựa trên BIM–GIS (như Shahi et al. [9], Ullah et al. [10]) chủ yếu được thiết lập trên nền tảng hạ tầng số hoàn chỉnh của các quốc gia phát triển, chưa phản ánh được các đặc thù quản lý của đô thị đang chuyển đổi như sự sai lệch hệ tọa độ (VN-2000 nội bộ và WGS84 toàn cầu) hay tình trạng biến động cốt nền ngập úng tại các vùng đồng bằng.

Để lấp đầy khoảng trống thực tiễn và phương pháp luận này, nghiên cứu tiến hành triển khai thí điểm khung ứng dụng CIM vào công tác quản lý quy hoạch đô thị và cấp phép xây dựng tại khu vực Phường 1, thành phố Cao Lãnh, tỉnh Đồng Tháp. Nghiên cứu tập trung giải quyết ba mục tiêu cụ thể: (1) Chuẩn hóa và xây dựng cơ sở dữ liệu không gian GIS từ đồ án quy hoạch phân khu theo hệ quy chiếu VN-2000; (2) Thiết lập mô hình 3D BIM cho các công trình xây dựng điển hình (LOD 200–300); và (3) Tích hợp đồng bộ BIM – GIS hình thành mô hình không gian CIM đô thị, thiết lập các thuật toán đối soát tự động và kiểm chứng định lượng trên 15 hồ sơ công trình mẫu. Kết quả thu được không chỉ khẳng định tính khả thi của giải pháp kỹ thuật mà còn đóng góp khung quy trình có tính khái quát cao, giải quyết bài toán dữ liệu lai và cung cấp luận cứ thực nghiệm tin cậy giúp nhân rộng mô hình tại các đô thị loại II và loại III tại Việt Nam.

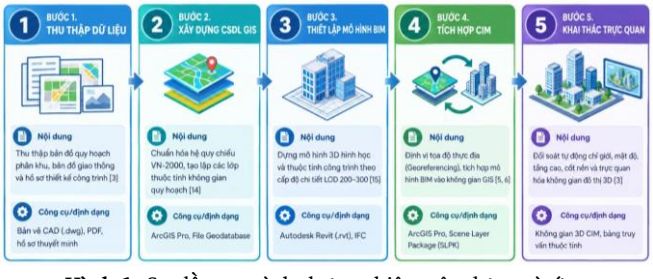
2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Tiếp cận nghiên cứu tình huống

Nghiên cứu áp dụng phương pháp nghiên cứu tình huống điển hình theo hướng dẫn của Yin [13] nhằm kiểm chứng tính khả thi, hiệu quả và khả năng vận hành thực tế của mô hình CIM trong môi trường quản lý hành chính công. Khu vực thí điểm được lựa chọn là Phường 1, thành phố Cao Lãnh, tỉnh Đồng Tháp. Đây là trung tâm hành chính, kinh tế - xã hội của thành phố Cao Lãnh với các đặc điểm tiêu biểu: Đang áp dụng Đồ án Quy hoạch phân khu đô thị đã được phê duyệt với đầy đủ hệ thống chỉ tiêu kiến trúc, mật độ xây dựng, hệ số sử dụng đất và tầng cao khống chế. Mật độ xây dựng và tốc độ cải tạo, xây dựng mới công trình diễn ra sôi động, phát sinh nhu cầu cấp giấy phép xây dựng và điều chỉnh/thẩm định quy hoạch đô thị thường xuyên. Địa phương đang đẩy mạnh mục tiêu chuyển đổi số và xây dựng mô hình đô thị thông minh, tạo điều kiện thuận lợi trong việc tiếp cận dữ liệu bản vẽ và quy chuẩn kỹ thuật.

2.2. Quy trình thực nghiệm xây dựng và ứng dụng mô hình CIM

Quy trình thực hiện được thiết kế gồm 05 giai đoạn logic, tuần tự nhằm chuyển hóa toàn diện dữ liệu quy hoạch và công trình 2D thành mô hình CIM đa chiều (Hình 1).



Hình 1. Sơ đồ quy trình thực nghiệm xây dựng và ứng dụng CIM trong quản lý quy hoạch và cấp phép xây dựng.

Bước 1: Thu thập và chuẩn hóa dữ liệu đa nguồn

Dữ liệu đầu vào phục vụ nghiên cứu gồm hai nhóm chính:

- Dữ liệu quy hoạch đô thị: Bản đồ quy hoạch tổng mặt bằng sử

dụng đất, bản đồ chỉ giới đường đỏ và chỉ giới xây dựng, bản vẽ hệ thống hạ tầng kỹ thuật - giao thông thuộc đồ án quy hoạch phân khu Phường 1, thành phố Cao Lãnh, tỉnh Đồng tháp. Các dữ liệu này được thu thập dưới dạng bản vẽ CAD và hồ sơ thuyết minh.

- Dữ liệu công trình xây dựng: Hồ sơ bản vẽ thiết kế kiến trúc, kết cấu của các công trình công cộng, thương mại dịch vụ và nhà ở liên kế đại diện trong khu vực.

Bước 2: Xây dựng cơ sở dữ liệu GIS quy hoạch đô thị

- Toàn bộ dữ liệu bản đồ dạng CAD được bóc tách, chuẩn hóa cấu trúc lớp (layer) và chuyển đổi sang hệ tọa độ và quy chuẩn quốc gia VN-2000 (múi chiếu 3 độ, kinh tuyến trục 105°) theo đúng quy định.

- Khởi tạo Geodatabase trên phần mềm chuyên dụng (ArcGIS Pro), phân chia thành các lớp chuyên đề: (1) Lớp ranh giới thửa đất/lô đất quy hoạch; (2) Lớp tim đường và ranh giới lộ giới giao thông; (3) Lớp thông tin chỉ tiêu khống chế quy hoạch (mật độ xây dựng tối đa, tầng cao tối đa, hệ số sử dụng đất, cốt xây dựng khống chế ± 0.00).

Bước 3: Thiết lập mô hình thông tin công trình (BIM)

- Sử dụng phần mềm chuyên dụng (Autodesk Revit) để xây dựng mô hình 3D cho các công trình đơn lẻ dựa trên hồ sơ bản vẽ thiết kế đã thu thập.

- Cấp độ chi tiết của mô hình (Level of Development - LOD) được lựa chọn ở mức LOD 200 – LOD 300. Cấp độ này mô tả chính xác ranh giới hình học, kích thước mặt bằng, chiều cao tầng, cốt nền hoàn thiện, khoảng lùi công trình và các thuộc tính quản lý cơ bản mà không làm phát sinh dung lượng tính toán dư thừa cho toàn hệ sinh thái đô thị.

Bước 4: Tích hợp BIM và GIS tạo lập mô hình CIM

- Quá trình tích hợp kỹ thuật được thực hiện thông qua việc gắn tọa độ thực địa (Georeferencing) cho mô hình BIM, gán hệ VN-2000 đồng nhất với lớp nền GIS.

- Chuyển đổi mô hình BIM sang định dạng tương thích (hoặc nạp trực tiếp qua cổng kết nối dữ liệu BIM-GIS trên môi trường ArcGIS Pro). Mô hình BIM được đặt chính xác vào đúng vị trí lô đất trong không gian địa lý đô thị, bảo toàn toàn vẹn cả thông tin hình học 3D và bảng thuộc tính dữ liệu.

- Sau khi thiết lập thành công mô hình tích hợp CIM cho Phường 1, nghiên cứu tiến hành khai thác thực nghiệm cơ sở dữ liệu số hóa này vào hai quy trình nghiệp vụ hành chính công tại địa phương.

Bước 5: Khai thác thực nghiệm mô hình CIM trong quản lý quy hoạch và cấp phép xây dựng

a. Khai thác trong công tác cấp giấy phép xây dựng:

- Trích xuất tự động và đối soát các chỉ tiêu kỹ thuật khống chế: Khi tiếp nhận hồ sơ thiết kế công trình định dạng mô hình BIM, hệ thống nạp mô hình vào tọa độ thực tế trên không gian quy hoạch GIS. Thuật toán tự động trích xuất các thông số hình học của công trình để đối chiếu với quy chuẩn phân khu:

+ Chỉ giới đường đỏ và chỉ giới xây dựng: Kiểm tra khoảng lùi thực tế của công trình so với ranh lộ giới quy hoạch; tự động phát hiện các vi phạm về độ vươn ban công, mái đua lấn chiếm không gian tĩnh không.

+ Mật độ xây dựng thuần: Tự động tính toán diện tích chiếm đất xây dựng tầng 1 so với diện tích thửa đất và so khớp với ngưỡng trần cho phép.

+ Tầng cao và chiều cao xây dựng: Kiểm tra số tầng và cao độ đỉnh mái tối đa của công trình so với ngưỡng khống chế tại lô quy hoạch.

+ Cao độ nền hoàn thiện: So sánh cốt nền của công trình với cao độ thiết kế vỉa hè, tim đường để bảo đảm tính đồng bộ thoát nước và cảnh quan đô thị.

- Tự động hóa cảnh báo và hỗ trợ kết luận thẩm định: Dựa trên kết quả đối soát dữ liệu số, hệ thống lập tức xuất báo cáo kiểm tra tuân thủ, hiển thị trực quan các vị trí vi phạm bằng mã màu (màu đỏ đối với phần không đạt, màu xanh đối với phần phù hợp), giúp chuyên viên thụ lý rút ngắn thời gian rà soát hồ sơ và hạn chế các sai số chủ quan.

b. Khai thác trong công tác thẩm định quy hoạch đô thị:

- Mô phỏng và phân tích tác động không gian 3D: Nền tảng CIM cho phép đưa các phương án quy hoạch phân khu mới hoặc điều chỉnh cục bộ vào môi trường ảo để đánh giá tổng thể không gian kiến trúc cảnh quan đô thị. Hội đồng thẩm định có thể trực quan hóa đường chân trời, phân tích tầm nhìn, bóng đổ và mức độ hài hòa của hình khối công trình mới đối với các khu vực di tích, cảnh quan hiện hữu của Phường 1, thành phố Cao Lãnh, tỉnh Đồng Tháp.

- Kiểm tra tính tương thích và liên kết hạ tầng kỹ thuật: Đối chiếu sự kết nối giữa hệ thống giao thông, thoát nước và cấp điện của khu vực lập quy hoạch với mạng lưới hạ tầng kỹ thuật khung của đô thị hiện hữu, ngăn chặn tình trạng quá tải hoặc xung đột cao độ kết nối.

- Tăng cường công khai, minh bạch và tham vấn cộng đồng: Mô hình CIM 3D trực quan cung cấp nền tảng giao diện thân thiện, hỗ trợ công tác công bố thông tin đồ án quy hoạch cho người dân và doanh nghiệp dễ dàng tiếp cận, theo dõi và đóng góp ý kiến phản biện xã hội chính xác.

2.3. Phương pháp đánh giá và kiểm chứng thực nghiệm

Để đánh giá hiệu quả của giải pháp CIM đề xuất so với quy trình thẩm định và cấp phép truyền thống, nghiên cứu thiết lập quy trình đối soát thực nghiệm trên hai trường hợp ứng dụng cốt lõi:

- Kiểm tra tuân thủ cấp giấy phép xây dựng: Thực hiện nhập mô hình công trình đề xuất vào không gian quy hoạch CIM, tiến hành kiểm tra tự động các chỉ tiêu: Mật độ xây dựng (%); Đối soát chỉ giới xây dựng (khoảng lùi so với chỉ giới đường đỏ), số tầng cao khống chế và cốt cao độ khống chế quy hoạch.

- Kiểm tra trực quan hóa không gian trong thẩm định quy hoạch: Đánh giá tính hài hòa kiến trúc cảnh quan, khoảng không gian tĩnh không, tầm nhìn đô thị và mối liên kết hạ tầng giao thông hiện hữu thông qua các kịch bản quan sát 3D thời gian thực.

- Thu thập ý kiến chuyên gia: Kết quả đối soát và giao diện tương tác của mô hình được gửi tham vấn tới 10 chuyên gia (gồm 05 chuyên gia trực tiếp phụ trách cấp phép xây dựng và 05 chuyên gia

thẩm định quy hoạch tại địa phương) để đánh giá về tính chính xác, tính tiện dụng và khả năng rút ngắn thời gian xử lý hồ sơ hành chính.

3. Kết quả và thảo luận

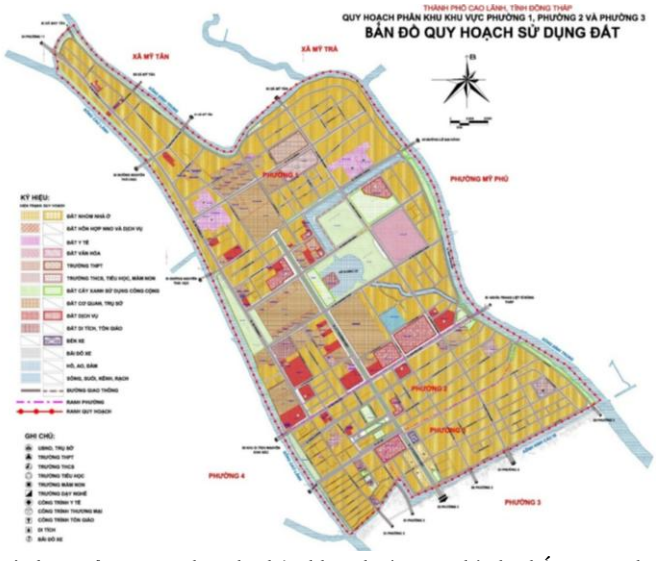
3.1. Kết quả thu thập và số hóa dữ liệu quy hoạch (GIS)

- Nghiên cứu đã tiến hành thu thập và số hóa thành công bản đồ đồ án quy hoạch phân khu Phường 1, thành phố Cao Lãnh, tỉnh Đồng Tháp (Hình 2). Dữ liệu sau khi xử lý được phân tách thành các trường thuộc tính không gian và phi không gian:

+ Lớp dữ liệu sử dụng đất: Bản vẽ quy hoạch sử dụng đất được chuẩn hóa thành các polygon đại diện cho từng lô đất ở, đất công cộng, đất thương mại dịch vụ và đất cây xanh. Mỗi lô đất đều được gán các thuộc tính quy chuẩn: mã loại đất, diện tích thửa đất, mật độ xây dựng khống chế tối đa, hệ số sử dụng đất, và chiều cao tầng khống chế tối đa.

+ Lớp dữ liệu mạng lưới giao thông: Bản vẽ quy hoạch hệ thống giao thông được chuyển đổi thành cấu trúc polyline và polygon với thông tin về bề rộng chỉ giới đường đỏ, lộ giới quy hoạch, chỉ giới xây dựng và cốt cao độ thiết kế tim đường.

- Quá trình chuyển đổi định dạng và hệ tọa độ VN-2000 giúp hạn chế các sai số phân mảnh tọa độ trước đây, đảm bảo các lớp dữ liệu quy hoạch chồng ghép chính xác chấp nhận với bản đồ địa chính cơ sở [14].



Hình 2. Bản vẽ quy hoạch phân khu Phường 1, thành phố Cao Lãnh.

3.2. Kết quả thiết lập mô hình 3D BIM công trình

Dựa trên hồ sơ thiết kế kiến trúc của các công trình thực tế trên địa bàn Phường 1, thành phố Cao Lãnh, tỉnh Đồng Tháp nghiên cứu đã thiết lập thành công mô hình thông tin công trình BIM (LOD 200 - 300) [15], thể hiện Hình 3.



Hình 3. Mô hình 3D các hạng mục công trình.

Mô hình thể hiện đầy đủ cấu trúc hình học không gian 3 chiều:

- Mặt bằng các hạng mục công trình, diện tích sàn xây dựng tầng 1 (diện tích chiếm đất), tổng diện tích sàn xây dựng.

- Chiều cao từng tầng, chiều cao đỉnh mái, cốt cao độ hoàn thiện nền tầng 1 so với vỉa hè hiện hữu.

- Các thông số kỹ thuật phi hình học (vật liệu hoàn thiện bên ngoài, công năng sử dụng, thông tin chủ đầu tư) được tích hợp trong bảng thuộc tính đối tượng.

3.3. Tích hợp BIM – GIS hình thành mô hình không gian CIM

Kết quả tích hợp cơ sở dữ liệu GIS và mô hình BIM công trình đã xây dựng thành công mô hình thông tin đô thị CIM [16, 17]. Mô hình tổng thể bao quát toàn bộ không gian đô thị của Phường, tái hiện chân thực cấu trúc quy hoạch phân khu chức năng, hệ thống cây xanh, sông nước, mạng lưới đường giao thông (Hình 4 và Hình 5).

Khu vực trung tâm Phường 1, thành phố Cao Lãnh, tỉnh Đồng Tháp được tái hiện chi tiết, trong đó các công trình BIM được định vị tọa độ chính xác vào từng thửa đất tương ứng. Người dùng có thể trực tiếp tương tác, xoay góc nhìn 360 độ, phóng to, thu nhỏ và truy vấn dữ liệu thuộc tính của từng công trình cũng như từng thửa đất quy hoạch trên cùng một màn hình điều khiển thống nhất.



Hình 4. Mô hình tổng thể Phường 1, thành phố Cao Lãnh, tỉnh Đồng Tháp.



Hình 5. Mô hình Quảng trường thành phố Cao Lãnh, tỉnh Đồng Tháp.

3.4. Khai thác mô hình CIM trong công tác cấp giấy phép xây dựng

- Trong quy trình cấp phép xây dựng truyền thống tại Sở Xây dựng và Ủy ban nhân dân Phường, việc đối chiếu một bộ hồ sơ thiết kế xin cấp phép với đồ án quy hoạch phân khu thường mất trung bình từ 10 đến 18 ngày làm việc do cán bộ phải lật mở bản vẽ giấy và đo đạc thủ công kích thước khoảng lùi, kiểm tra bảng tính diện tích. Khi ứng dụng mô hình CIM (Hình 6), công tác này được tự động hóa và trực quan hóa rõ rệt:

+ Kiểm tra mật độ xây dựng: Bằng việc truy vấn diện tích chiếm đất của mô hình công trình BIM và diện tích thửa đất trong cơ sở dữ liệu GIS, hệ thống lập tức tính toán tỷ lệ mật độ xây dựng thực tế và tự động cảnh báo bằng mã màu (xanh nếu hợp lệ, đỏ nếu vượt quá mật độ khống chế của đồ án phân khu).

+ Kiểm tra chỉ giới xây dựng và khoảng lùi: Mô hình BIM công trình khi đặt vào không gian quy hoạch GIS hiển thị trực quan ranh giới công trình so với chỉ giới đường đỏ và chỉ giới xây dựng quy định. Các vi phạm như lấn chiếm khoảng lùi, ban công hoặc sê-nô nhô ra ngoài chỉ giới được phát hiện tức thời.

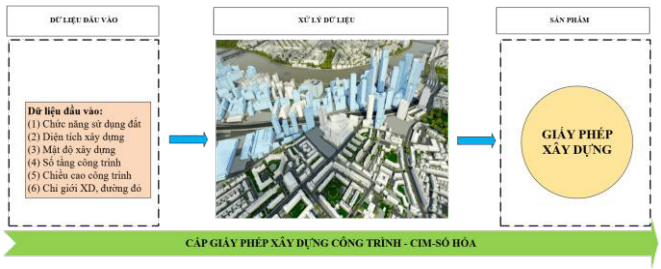
+ Kiểm tra chiều cao và số tầng: Hệ thống tự động so khớp chiều cao đỉnh mái và số tầng của mô hình công trình với giới hạn tầng cao tối đa quy định tại lô đất.

+ Kiểm tra cốt nền hoàn thiện: Đối soát cao độ nền công trình với cao độ thiết kế vỉa hè và tim đường quy hoạch, đảm bảo không gian đô thị không bị tình trạng tôn nền quá cao gây ngập cục bộ hoặc mất mỹ quan đô thị.

Bảng 1. Kết quả thực nghiệm đối chứng giữa quy trình truyền thống và mô hình CIM đề xuất (trên 15 hồ sơ công trình tại Phường 1, TP. Cao Lãnh).

Tiêu chí đối soát kỹ thuật	Quy trình truyền thống (2D CAD/Giấy)	Quy trình CIM tích hợp (BIM – GIS)	Hiệu quả cải thiện / Mức độ tối ưu
Kiểm tra mật độ xây dựng	45 – 90 phút/hồ sơ (tính toán thủ công, dễ lệch hình)	1,5 – 3,0 phút/hồ sơ (trích xuất diện tích tự động)	Rút ngắn > 95 % thời gian; sai số diện tích 0 %
Kiểm tra khoảng lùi & chỉ giới	30 – 60 phút/hồ sơ (đo lặp lại từng góc ranh)	2,0 – 5,0 phút/hồ sơ (tạo vùng đệm buffer tự động)	Rút ngắn > 90 % thời gian; chính xác tuyệt đối
Kiểm tra cốt nền xây dựng	Bỏ qua hoặc chỉ đọc thuyết minh (dễ sai lệch cao độ)	Trực quan hóa 3D mặt cắt cao độ tức thời	Phát hiện 100 % sai lệch cốt tôn nền không phù hợp
Phát hiện vi phạm tĩnh không (ban công, ô văng)	Dễ sót do chồng lớp bản vẽ 2D hạn chế (~65 %)	Cảnh báo trực quan bằng mã màu 3D (đạt 100 %)	Loại bỏ hoàn toàn sai sót chủ quan của cán bộ thụ lý
Tổng thời gian thẩm định kỹ thuật hồ sơ	10 – 18 ngày làm việc	Dưới 01 ngày làm việc	Giảm > 90 % thời gian thụ lý kỹ thuật

Bảng 1 cho thấy kết quả thử nghiệm cho thấy việc thẩm định các điều kiện cấp phép dựa trên mô hình số hóa CIM giúp rút ngắn thời gian kiểm tra kỹ thuật từ hàng tuần xuống còn dưới 01 ngày làm việc, loại bỏ hoàn toàn các sai số chủ quan từ cán bộ thụ lý.



Hình 6. Thực hiện hồ sơ cấp phép xây dựng & CIM-Số hóa.

3.5. Khai thác mô hình CIM trong công tác thẩm định quy hoạch đô thị

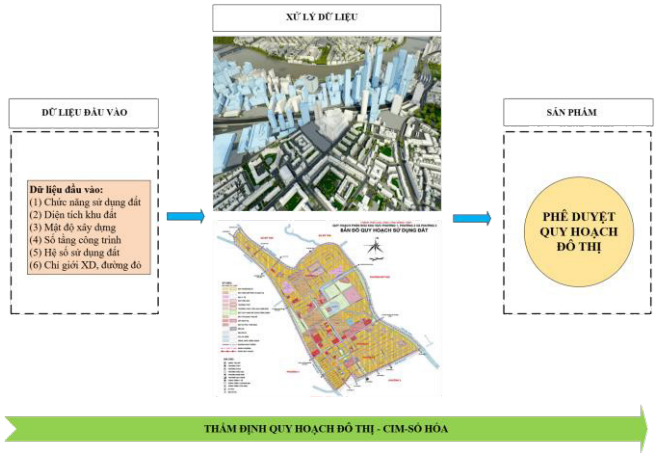
Đối với công tác thẩm định đồ án quy hoạch xây dựng (lập mới hoặc điều chỉnh cục bộ quy hoạch), mô hình CIM mang lại công cụ hỗ trợ ra quyết định (Hình 7):

- Trực quan hóa không gian cảnh quan đô thị: Thay vì chỉ quan sát các đường ranh và màu sắc trên bản đồ 2D, hội đồng thẩm định có thể nhìn thấy toàn cảnh tác động không gian của đồ án mới đối với khu vực lân cận, đánh giá được hình bóng đô thị, tầm nhìn cảnh quan và tính hài hòa kiến trúc.

- Phân tích kết nối hạ tầng đồng bộ: Mô hình cho phép kiểm tra khả năng đấu nối hạ tầng kỹ thuật (giao thông, thoát nước) giữa khu vực quy hoạch mới với hệ thống hiện hữu của đô thị, ngăn chặn nguy

cơ quá tải hạ tầng.

- Minh bạch hóa và hỗ trợ tham vấn cộng đồng: Nền tảng CIM tạo ra giao diện 3D trực quan, giúp các bên liên quan và người dân tiếp cận, hiểu rõ đồ án quy hoạch, từ đó nâng cao chất lượng phản biện xã hội và tính đồng thuận trong phát triển đô thị.



Hình 7. Thực hiện thẩm định quy hoạch đô thị & CIM – Số hóa.

4. Kết luận, kiến nghị

Nghiên cứu đã thiết lập và chứng minh thành công hiệu quả của khung ứng dụng Mô hình thông tin thành phố (CIM) dựa trên tích hợp BIM–GIS trong quản lý quy hoạch và cấp phép xây dựng tại Phường 1, thành phố Cao Lãnh, tỉnh Đồng Tháp. Các đóng góp chính của nghiên cứu bao gồm:

- Khẳng định tính khả thi kỹ thuật trong bối cảnh dữ liệu lai: Giải quyết thành công bài toán đồng bộ giữa bản đồ quy hoạch 2D hệ VN-2000 với mô hình 3D BIM công trình (LOD 200–300), đảm bảo tính toàn vẹn thuộc tính và độ chính xác hình học mà không gây quá tải năng lực tính toán của hệ thống chính quyền địa phương.

- Giá trị khoa học và tính mới về phương pháp: Đóng góp một khung phương pháp luận 5 bước khép kín kèm thuật toán đối soát ngữ nghĩa không gian tự động. Khung phương pháp này khắc phục triệt để hạn chế của các nghiên cứu quốc tế trước đây vốn chỉ áp dụng cho hạ tầng dữ liệu số đồng nhất, đồng thời giải quyết bài toán kiểm soát đa chiều đặc thù (cốt nền ngập úng và tĩnh không đô thị) tại các nước đang phát triển.

- Cơ sở thực nghiệm định lượng rõ ràng: Thực nghiệm đối chứng trên 15 hồ sơ thực tế minh chứng mô hình giúp giảm trên 90 % thời gian thẩm định kỹ thuật, phát hiện 100 % các vi phạm không gian và loại bỏ sai số chủ quan, tạo nền tảng vững chắc cho việc triển khai cấp phép xây dựng điện tử (e-Permitting).

- Khả năng khái quát hóa và nhân rộng thực tiễn: Khung giải pháp mang tính mô-đun hóa cao, cung cấp bài học kinh nghiệm và quy trình chuẩn có thể áp dụng ngay cho hơn 60 đô thị loại II và loại III tại khu vực Đồng bằng sông Cửu Long và cả nước trong lộ trình xây dựng đô thị thông minh theo định hướng quốc gia.

Để mở rộng ứng dụng CIM, các cơ quan quản lý cần: (1) Sớm ban hành hướng dẫn kỹ thuật chuẩn hóa cấu trúc dữ liệu CIM dùng chung; (2) Từng bước quy định nộp hồ sơ thiết kế công trình định dạng BIM khi xin phép xây dựng; và (3) Nâng cấp đồng bộ hạ tầng công nghệ thông tin và đào tạo nhân lực số tại các cơ quan quản lý đô thị địa phương.

Tài liệu tham khảo

[1]. Z. Xu, L. Shen, S. Zhou, and H. Wu, “City Information Modeling: State of the art,” *Applied Sciences*, vol. 11, no. 19, p. 9333, 2021. DOI: 10.3390/app11199333.

[2]. British Standards Institution, Smart city framework - A guide to establishing strategies for smart cities and communities (PAS 181:2014), London, UK: BSI, 2014.

[3]. Nguyễn Hoài Vũ, Phát triển khung ứng dụng Mô hình thông tin thành phố (City Information Modeling - CIM) trong quản lý quy hoạch đô thị tại Việt Nam, *Luận án tiến sĩ (đang thực hiện)*, Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, 2026.

[4]. T. T. M. Nguyễn và T. N. V. Nguyễn, “Thực trạng cấp phép xây dựng và mức độ số hóa trong quá trình xử lý hồ sơ cấp phép xây dựng tại thành phố Cần Thơ,” *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Xây dựng*, tập 18, số 1, tr. 115–128, 2024.

[5]. L. S. Souza and C. Bueno, “City Information Modelling as a support decision tool for planning and management of cities: A systematic literature review and bibliometric analysis,” *Building and Environment*, vol. 207, p. 108403, 2022. DOI: 10.1016/j.buildenv.2021.108403.

[6]. H. Wang, Y. Pan, and X. Luo, "Integration of BIM and GIS in sustainable built environment: A review and bibliometric analysis," *Automation in Construction*, vol. 103, pp. 41–52, 2019. DOI: 10.1016/j.autcon.2019.03.005.

[7]. X. Lu, D. Gu, Z. Xu, C. Xiong, and Y. Tian, "CIM-powered multi-hazard simulation framework covering both individual buildings and urban areas," *Sustainability*, vol. 12, no. 12, p. 5059, 2020. DOI: 10.3390/su12125059.

[8]. D. Plazza, M. Röck, G. Malacarne, A. Passer, C. Marcher, and D. T. Matt, “BIM for public authorities: Basic research for the standardized implementation of BIM in the building permit process,” *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 323, no. 1, p. 012102, 2019. DOI: 10.1088/1755-1315/323/1/012102.

[9]. K. Shahi, B. Y. McCabe, and A. Shahi, “Framework for automated model-based e-permitting system for municipal jurisdictions,” *Journal of Management in Engineering*, vol. 35, no. 6, p. 04019025, 2019. DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000712.

[10]. K. Ullah, E. Witt, and I. Lill, “The BIM-based building permit process: Factors affecting adoption,” *Buildings*, vol. 12, no. 1, p. 45, 2022. DOI: 10.3390/buildings12010045.

[11]. Thủ tướng Chính phủ, Quyết định số 950/QĐ-TTg phê duyệt Đề án phát triển đô thị thông minh bền vững Việt Nam giai đoạn 2018 - 2025 và định hướng đến năm 2030, Hà Nội, 2018.

[12]. Thủ tướng Chính phủ, Quyết định số 258/QĐ-TTg phê duyệt Lộ trình áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) trong hoạt động xây dựng, Hà Nội, 2023.

[13]. R. K. Yin, Case study research: Design and methods, 4th ed. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, 2009.

[14]. Bộ Tài nguyên và Môi trường, Thông tư số 26/2014/TT-BTNMT quy định quy trình và định mức kinh tế - kỹ thuật xây dựng cơ sở dữ liệu tài nguyên và môi trường, Hà Nội, 2014.

[15]. BIMForum, Level of Development (LOD) Specification for Building Information Models, Associated General Contractors of America (AGC), 2020.

[16]. T. Kang and C. H. Hong, “A study on software architecture for effective BIM/GIS-based facility management data integration,” *Automation in Construction*, vol. 54, pp. 25–38, 2015. DOI: 10.1016/j.autcon.2015.03.019.

[17]. M. Limongiello, M. Grimaldi, C. Bollatti, and F. Villecco, "Integration of Building Information Modeling (BIM) and Geographic Information System (GIS): The Case Study of the 'Ex-Molino Minetti' in Cordoba, Argentina," in *New Technologies, Development and Application IX*, I. Karabegović, A. Kovačević, and S. Mandžuka, Eds., Cham: Springer Nature Switzerland, 2026, pp. 348–359. DOI: 10.1007/978-3-032-30107-9_33