

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**



BÁO CÁO SINH HOẠT HỌC THUẬT

**KHẢ NĂNG VÀ ĐIỀU KIỆN PHÁT TRIỂN GEOBIM WEB
QUẢN LÝ ĐÔ THỊ VÀ CÔNG TRÌNH**

Cán bộ thực hiện: TS. Nhữ Việt Hà
Đơn vị: Bộ môn Địa chất công trình – Khoa KH& KT Địa chất

Hà Nội, 2026

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**

BÁO CÁO SINH HOẠT HỌC THUẬT

**KHẢ NĂNG VÀ ĐIỀU KIỆN PHÁT TRIỂN GEOBIM WEB
QUẢN LÝ ĐÔ THỊ VÀ CÔNG TRÌNH**

Cán bộ thực hiện

Bộ môn Địa chất công trình

TS. Nhữ Việt Hà

PGS. TS. Bùi Trường Sơn

Hà Nội, 2026

MỤC LỤC

1. MỞ ĐẦU.....	1
2. TỔNG QUAN VỀ GEOBIM.....	1
2.1. Khái niệm BIM.....	1
2.1.1 Sự ra đời và phát triển của BIM.....	1
2.1.2 Mô hình thông tin công trình (Building Information Model)	2
2.1.3 Vai trò của BIM trong quản lý vòng đời công trình	3
2.2. Khái niệm GIS.....	3
2.2.1 Sự hình thành và phát triển của Hệ thống thông tin địa lý.....	3
2.2.2 Khái niệm Hệ thống thông tin địa lý (GIS).....	4
2.2.3 Các thành phần của hệ thống GIS	5
2.2.4 Cấu trúc dữ liệu trong GIS	6
2.2.5 GIS 2D và GIS 3D	6
2.3. Mối quan hệ giữa BIM và GIS.....	7
2.3.1 Sự cần thiết của việc tích hợp BIM và GIS.....	7
2.3.2 BIM – Mô hình thông tin chi tiết của công trình	7
2.3.3 GIS – Mô hình hóa thế giới thực trong không gian địa lý	8
2.3.4 Những khác biệt cơ bản giữa BIM và GIS.....	8
2.3.5 Xu hướng phát triển trong tương lai.....	9
3. KHẢ NĂNG VÀ ĐIỀU KIỆN PHÁT TRIỂN GEOBIM WEB QUẢN LÝ ĐÔ THỊ VÀ CÔNG TRÌNH	9
3.1. Bối cảnh phát triển	9
3.2. Khả năng ứng dụng trong quản lý đô thị.....	10
3.2.1 Hỗ trợ công tác quy hoạch đô thị	10
3.2.2 Quản lý hạ tầng kỹ thuật đô thị	11
3.2.3 Quản lý tài sản công và công trình xây dựng.....	13
3.2.4 Quản lý rủi ro thiên tai và môi trường	13
3.3. Điều kiện phát triển	15
3.3.1 Điều kiện về dữ liệu	15
3.3.2 Điều kiện về hạ tầng công nghệ	15
3.3.3 Điều kiện về tiêu chuẩn dữ liệu.....	16
3.3.4 GeoBIM – Cầu nối giữa BIM và GIS	17

3.3.5 Điều kiện về nguồn nhân lực.....	17
3.3.6 Điều kiện về cơ chế và chính sách	17
3.4. Triển vọng phát triển tại Việt Nam	18
4. KẾT LUẬN.....	19
5. TÀI LIỆU THAM KHẢO	20

1. MỞ ĐẦU

Quá trình đô thị hóa nhanh tại Việt Nam đang đặt ra nhiều thách thức trong công tác quản lý quy hoạch, hạ tầng kỹ thuật, tài nguyên đất đai và vận hành công trình. Các dữ liệu hiện nay thường được quản lý phân tán giữa các cơ quan khác nhau, dẫn đến khó khăn trong chia sẻ và khai thác.

Trong khi đó, BIM đã được ứng dụng rộng rãi trong thiết kế, thi công và quản lý công trình; GIS lại là công cụ chủ đạo trong quản lý không gian đô thị. Việc tích hợp hai công nghệ này tạo thành GeoBIM giúp quản lý đồng thời cả thông tin hình học, thuộc tính kỹ thuật và vị trí không gian.

2. TỔNG QUAN VỀ GEOBIM

2.1. Khái niệm BIM

2.1.1 Sự ra đời và phát triển của BIM

Trong những thập niên gần đây, ngành xây dựng trên thế giới đã trải qua quá trình chuyển đổi mạnh mẽ từ phương thức quản lý truyền thống dựa trên bản vẽ giấy sang môi trường số hóa. Sự phát triển của công nghệ thông tin, mô hình hóa ba chiều (3D), cơ sở dữ liệu và điện toán đám mây đã tạo điều kiện cho sự ra đời của BIM (Building Information Modeling). BIM được xem là một trong những công nghệ cốt lõi của cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư trong lĩnh vực xây dựng, góp phần nâng cao hiệu quả quản lý dự án, giảm chi phí, rút ngắn thời gian thực hiện và tăng cường khả năng phối hợp giữa các bên tham gia.

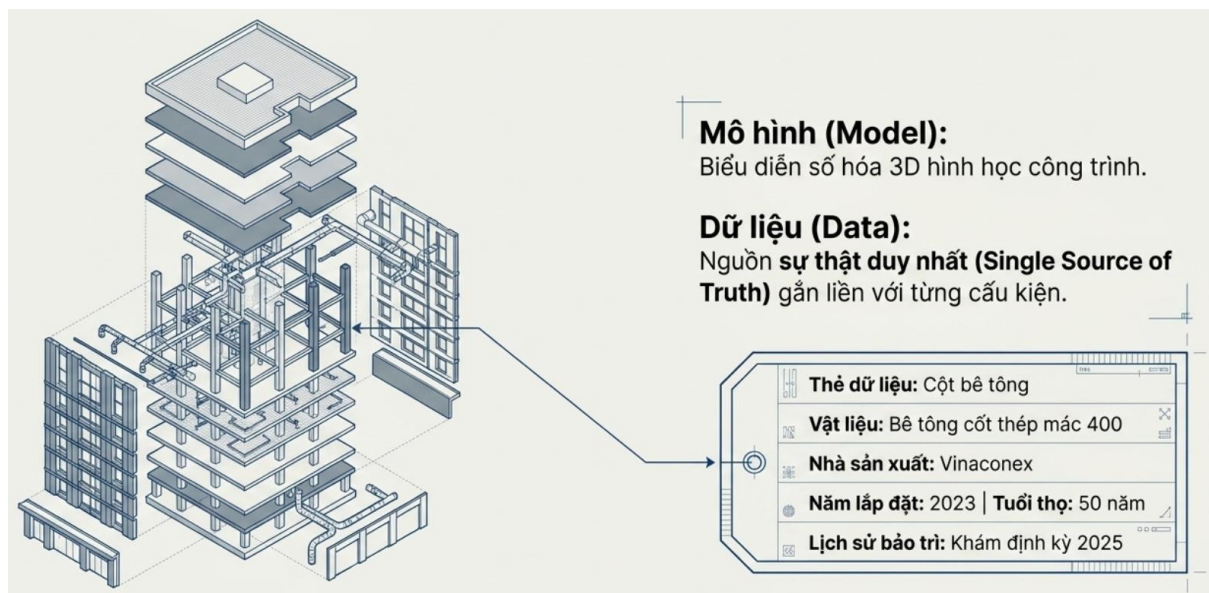
Thuật ngữ BIM bắt đầu được sử dụng rộng rãi từ đầu những năm 2000, mặc dù các ý tưởng về mô hình công trình thông minh đã xuất hiện từ những năm 1970. Theo Viện Kiến trúc Hoa Kỳ (American Institute of Architects – AIA), BIM không chỉ là một mô hình hình học ba chiều mà còn là một tập hợp các quy trình tạo lập, quản lý và khai thác thông tin công trình trong suốt vòng đời của dự án. Khác với phương pháp thiết kế truyền thống sử dụng các bản vẽ rời rạc, BIM cho phép tích hợp toàn bộ thông tin hình học, vật liệu, kết cấu, cơ điện, tiến độ thi công và chi phí vào một mô hình thống nhất.

Hiện nay, BIM đã được áp dụng rộng rãi tại nhiều quốc gia như Hoa Kỳ, Anh, Singapore, Nhật Bản, Hàn Quốc và các nước thuộc Liên minh châu Âu. Tại Việt Nam, Chính phủ đã ban hành nhiều văn bản thúc đẩy áp dụng BIM trong hoạt động đầu tư xây dựng, coi đây là giải pháp quan trọng nhằm thực hiện chuyển đổi số ngành xây dựng và phát triển đô thị thông minh.

2.1.2 Mô hình thông tin công trình (Building Information Model)

BIM thường được hiểu theo ba góc độ khác nhau gồm: mô hình (Model), quy trình (Process) và công nghệ quản lý thông tin (Management). Trong đó, mô hình thông tin công trình là thành phần cốt lõi của BIM.

Mô hình thông tin công trình là biểu diễn số hóa của các đặc trưng vật lý và chức năng của một công trình xây dựng. Mô hình này không chỉ mô tả hình dạng hình học của công trình mà còn chứa đựng các thông tin thuộc tính liên quan đến từng đối tượng cấu thành công trình như tường, cột, dầm, sàn, cửa, hệ thống cấp thoát nước, hệ thống điện và các thiết bị kỹ thuật khác. Mỗi đối tượng trong mô hình BIM được xem như một thực thể thông minh (Intelligent Object), mang theo các thuộc tính riêng biệt. Ví dụ, một cột bê tông trong mô hình BIM không chỉ được mô tả bằng kích thước hình học mà còn chứa thông tin về vật liệu, cường độ bê tông, nhà sản xuất, ngày lắp đặt, tuổi thọ thiết kế và các yêu cầu bảo trì. Khi một thuộc tính của đối tượng thay đổi, các bản vẽ và dữ liệu liên quan sẽ được cập nhật tự động, giúp giảm thiểu sai sót và đảm bảo tính nhất quán của thông tin. Khả năng tích hợp dữ liệu là một trong những ưu điểm nổi bật của BIM. Thông qua các chuẩn trao đổi dữ liệu như IFC (Industry Foundation Classes), các phần mềm BIM khác nhau có thể chia sẻ và sử dụng chung dữ liệu công trình. Điều này tạo điều kiện thuận lợi cho việc phối hợp giữa các đơn vị tư vấn thiết kế, nhà thầu thi công, chủ đầu tư và đơn vị quản lý vận hành.



Hình 1. Mô hình thông tin công trình (Building Information Model)

Ngoài việc mô tả các thành phần riêng lẻ, mô hình BIM còn phản ánh mối quan hệ giữa các thành phần trong công trình. Ví dụ, khi thay đổi vị trí một cột, các dầm, sàn hoặc tường liên kết với cột đó cũng sẽ được cập nhật tương ứng. Nhờ vậy, các xung đột kỹ thuật có thể được phát hiện sớm ngay trong giai đoạn thiết kế thay vì khi thi công ngoài hiện trường. Trong xu hướng chuyển đổi số hiện nay, mô hình BIM đang dần trở

thành nguồn dữ liệu trung tâm (Single Source of Truth) phục vụ quản lý toàn bộ thông tin công trình. Đây là cơ sở quan trọng để tích hợp với GIS và hình thành các hệ thống GeoBIM phục vụ quản lý đô thị và hạ tầng thông minh.

2.1.3 Vai trò của BIM trong quản lý vòng đời công trình

Một trong những điểm khác biệt cơ bản giữa BIM và phương pháp thiết kế truyền thống là khả năng hỗ trợ quản lý toàn bộ vòng đời công trình. Khái niệm vòng đời công trình (Building Life Cycle) bao gồm tất cả các giai đoạn từ hình thành ý tưởng, khảo sát, thiết kế, thi công, vận hành, bảo trì cho đến phá dỡ hoặc tái sử dụng công trình.

Trong giai đoạn lập dự án và thiết kế, BIM hỗ trợ xây dựng mô hình trực quan giúp các bên liên quan dễ dàng đánh giá các phương án thiết kế. Các phân tích kỹ thuật như phân tích kết cấu, phân tích năng lượng, mô phỏng chiếu sáng và đánh giá tác động môi trường có thể được thực hiện trực tiếp trên mô hình BIM. Trong giai đoạn thi công, BIM giúp lập kế hoạch tiến độ, quản lý nguồn lực và kiểm soát chi phí hiệu quả hơn. Việc liên kết mô hình 3D với tiến độ thi công tạo thành mô hình 4D, cho phép mô phỏng quá trình xây dựng theo thời gian. Khi bổ sung dữ liệu chi phí, mô hình phát triển thành BIM 5D, hỗ trợ dự toán và quản lý ngân sách dự án. Trong giai đoạn vận hành và bảo trì, BIM đóng vai trò như một cơ sở dữ liệu số của công trình. Thông tin về thiết bị, lịch sử bảo trì, hồ sơ sửa chữa và các thông số kỹ thuật được lưu trữ trong mô hình, giúp đơn vị quản lý khai thác hiệu quả hơn. Đây là giai đoạn chiếm tỷ trọng chi phí lớn nhất trong vòng đời công trình, do đó việc ứng dụng BIM có thể mang lại hiệu quả kinh tế đáng kể.

Đối với các công trình hạ tầng kỹ thuật và công trình ngầm, BIM còn hỗ trợ quản lý tài sản, giám sát hiện trạng và lập kế hoạch bảo trì dài hạn. Khi kết hợp với các cảm biến IoT và hệ thống GIS, BIM có thể trở thành nền tảng cho mô hình Digital Twin, cho phép theo dõi trạng thái công trình theo thời gian thực.

2.2. Khái niệm GIS

2.2.1 Sự hình thành và phát triển của Hệ thống thông tin địa lý

Trong bối cảnh cuộc cách mạng số và sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ thông tin, nhu cầu quản lý, phân tích và khai thác dữ liệu không gian ngày càng trở nên quan trọng đối với nhiều lĩnh vực như quản lý tài nguyên thiên nhiên, quy hoạch đô thị, giao thông, môi trường, địa chất, xây dựng và quốc phòng. Hệ thống thông tin địa lý (Geographic Information System - GIS) ra đời nhằm đáp ứng yêu cầu quản lý và xử lý các dữ liệu có liên quan đến vị trí địa lý trên bề mặt Trái Đất.

GIS được hình thành từ những năm 1960 tại Canada thông qua dự án Canada Geographic Information System do Roger Tomlinson khởi xướng. Ban đầu, GIS được

phát triển nhằm hỗ trợ quản lý tài nguyên đất đai và phục vụ quy hoạch sử dụng đất trên phạm vi quốc gia. Từ đó đến nay, cùng với sự phát triển của công nghệ máy tính, viễn thám, định vị vệ tinh GPS, cơ sở dữ liệu và Internet, GIS đã trở thành một trong những công nghệ nền tảng của chuyển đổi số trong quản lý không gian.

Ngày nay, GIS không chỉ là công cụ lập bản đồ mà còn là một hệ thống tích hợp cho phép thu thập, lưu trữ, quản lý, phân tích, mô hình hóa và trực quan hóa dữ liệu địa lý. GIS được ứng dụng rộng rãi trong các lĩnh vực quản lý đô thị, quy hoạch xây dựng, quản lý hạ tầng kỹ thuật, quản lý môi trường, phòng chống thiên tai và phát triển đô thị thông minh.

Trong xu hướng xây dựng đô thị số và bản sao số đô thị (Digital Twin), GIS đóng vai trò là nền tảng không gian cốt lõi, cung cấp thông tin vị trí và bối cảnh địa lý cho các hệ thống quản lý hiện đại. Đây cũng là thành phần quan trọng trong việc tích hợp với BIM để hình thành GeoBIM.

2.2.2 Khái niệm Hệ thống thông tin địa lý (GIS)

Có nhiều định nghĩa khác nhau về GIS tùy theo góc độ tiếp cận. Theo Burrough (1986), GIS là một tập hợp các công cụ mạnh dùng để thu thập, lưu trữ, truy xuất, chuyển đổi và hiển thị dữ liệu không gian từ thế giới thực phục vụ cho các mục đích cụ thể.

Theo Hiệp hội Thông tin địa lý quốc tế, GIS là hệ thống bao gồm phần cứng, phần mềm, dữ liệu, con người và các quy trình nhằm thu thập, quản lý, phân tích và trình bày thông tin có tham chiếu địa lý.

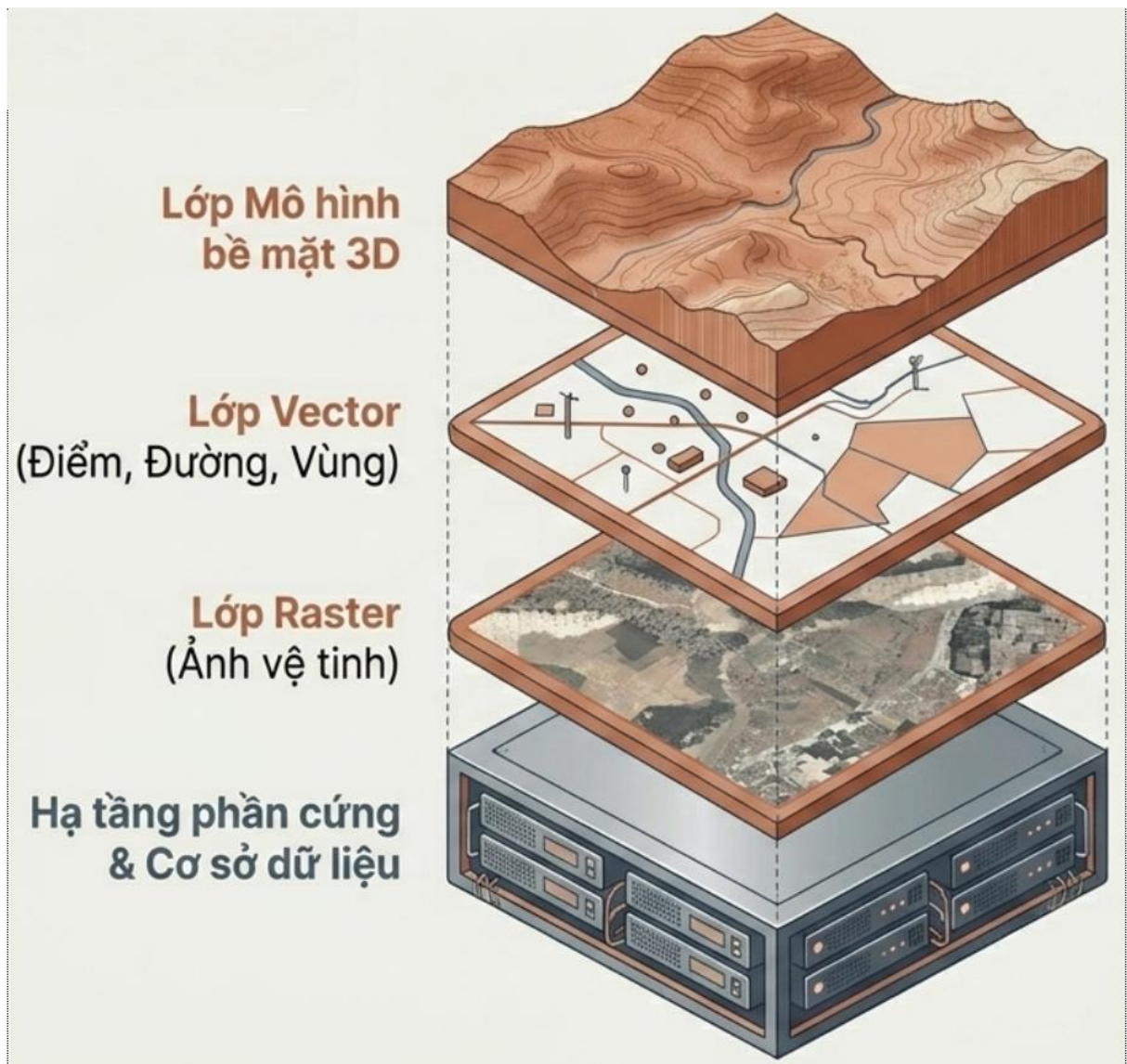
Từ góc độ quản lý, GIS có thể được hiểu là một hệ thống hỗ trợ ra quyết định dựa trên vị trí địa lý. Hệ thống này cho phép người sử dụng trả lời các câu hỏi như:

Đối tượng đang ở đâu?

- Những đối tượng nào nằm trong khu vực nghiên cứu?
- Có bao nhiêu đối tượng đáp ứng điều kiện nhất định?
- Điều gì sẽ xảy ra nếu một yếu tố thay đổi?
- Khu vực nào có nguy cơ cao nhất đối với một hiện tượng cụ thể?

Khác với các hệ quản trị dữ liệu thông thường, GIS có khả năng quản lý đồng thời cả dữ liệu thuộc tính và dữ liệu không gian. Điều này cho phép người sử dụng phân tích mối quan hệ giữa các đối tượng trên cơ sở vị trí địa lý của chúng.

GIS hiện nay được xem là nền tảng cơ sở cho việc xây dựng cơ sở dữ liệu không gian quốc gia, đô thị thông minh, chính quyền số và quản lý tài sản hạ tầng trên phạm vi rộng.



Hình 2. Mô hình hệ thống tin địa lý (GIS)

2.2.3 Các thành phần của hệ thống GIS

Một hệ thống GIS hoàn chỉnh bao gồm năm thành phần cơ bản:

a) Phần cứng (Hardware)

Phần cứng là nền tảng vật lý để vận hành hệ thống GIS, bao gồm máy tính, máy chủ, thiết bị lưu trữ, máy định vị GPS, máy quét bản đồ, máy bay không người lái (UAV), các thiết bị mạng và hệ thống điện toán đám mây.

Sự phát triển của công nghệ điện toán đám mây đã cho phép triển khai GIS trên quy mô lớn với khả năng xử lý hàng triệu đối tượng không gian và phục vụ đồng thời nhiều người dùng.

b) Phần mềm (Software)

Phần mềm GIS là công cụ hỗ trợ thu thập, quản lý, phân tích và hiển thị dữ liệu không gian.

c) Dữ liệu (Data)

Dữ liệu là thành phần quan trọng nhất của GIS. Chất lượng dữ liệu quyết định trực tiếp đến hiệu quả của hệ thống.

e) Quy trình (Methods)

Quy trình bao gồm các tiêu chuẩn, quy định và phương pháp xử lý dữ liệu nhằm đảm bảo tính thống nhất và độ tin cậy của hệ thống.

2.2.4 Cấu trúc dữ liệu trong GIS

Một đặc điểm nổi bật của GIS là khả năng quản lý đồng thời hai loại dữ liệu cơ bản:

- Dữ liệu không gian
- Dữ liệu không gian mô tả vị trí, hình dạng và mối quan hệ hình học của các đối tượng trên bề mặt Trái Đất.

Các đối tượng không gian thường được biểu diễn dưới dạng:

- Điểm (Point).
- Đường (Line).
- Vùng (Polygon).
- Mô hình bề mặt (Surface).
- Mô hình 3D.

Dữ liệu thuộc tính: Dữ liệu thuộc tính mô tả đặc điểm của đối tượng không gian.

Việc liên kết giữa dữ liệu không gian và dữ liệu thuộc tính giúp GIS trở thành công cụ quản lý thông tin địa lý hiệu quả.

2.2.5 GIS 2D và GIS 3D

Trong giai đoạn đầu phát triển, GIS chủ yếu sử dụng dữ liệu hai chiều (2D). Tuy nhiên, cùng với sự phát triển của công nghệ mô hình hóa và đồ họa máy tính, GIS 3D ngày càng trở nên phổ biến.

GIS 2D phù hợp với các bài toán quản lý đất đai, địa chính và quy hoạch truyền thống.

GIS 3D cho phép mô tả:

- Địa hình.
- Công trình xây dựng.
- Hệ thống hạ tầng kỹ thuật.
- Công trình ngầm.
- Mô hình đô thị số.

2.3. Mối quan hệ giữa BIM và GIS

2.3.1 Sự cần thiết của việc tích hợp BIM và GIS

Trong quá trình chuyển đổi số ngành xây dựng và quản lý đô thị, hai công nghệ nổi bật được ứng dụng rộng rãi hiện nay là BIM (Building Information Modeling) và GIS (Geographic Information System). Mặc dù được phát triển từ những lĩnh vực khác nhau và phục vụ các mục tiêu riêng biệt, cả BIM và GIS đều hướng tới việc quản lý thông tin số nhằm hỗ trợ quá trình ra quyết định. BIM tập trung vào mô hình hóa và quản lý thông tin chi tiết của công trình xây dựng, trong khi GIS tập trung vào quản lý dữ liệu không gian và các đối tượng địa lý trên phạm vi rộng. Sự phát triển mạnh mẽ của đô thị thông minh, hạ tầng số và Digital Twin đã làm xuất hiện nhu cầu kết nối hai hệ thống này thành một môi trường quản lý thống nhất.

Trong thực tế, một công trình xây dựng không tồn tại độc lập mà luôn gắn với một không gian địa lý cụ thể. Mọi quyết định liên quan đến quy hoạch, thiết kế, thi công và vận hành công trình đều chịu ảnh hưởng bởi các điều kiện địa hình, địa chất, hạ tầng kỹ thuật, môi trường và các yếu tố kinh tế – xã hội của khu vực xung quanh. Do đó, việc quản lý riêng rẽ dữ liệu BIM và GIS sẽ làm hạn chế khả năng khai thác thông tin tổng hợp, gây khó khăn cho công tác phối hợp và ra quyết định.

BIM cung cấp thông tin chi tiết về cấu trúc và đặc tính kỹ thuật của công trình nhưng thường thiếu bối cảnh địa lý. Ngược lại, GIS cung cấp bối cảnh không gian rộng lớn nhưng thiếu mức độ chi tiết cần thiết để quản lý từng hạng mục công trình. Chính vì vậy, việc tích hợp BIM và GIS trở thành xu hướng tất yếu nhằm tạo ra một môi trường quản lý dữ liệu xuyên suốt từ quy mô công trình đến quy mô đô thị và vùng lãnh thổ.

2.3.2 BIM – Mô hình thông tin chi tiết của công trình

BIM được xây dựng nhằm phục vụ quá trình thiết kế, thi công và quản lý vận hành công trình. Đặc điểm nổi bật của BIM là khả năng mô hình hóa chi tiết từng thành phần của công trình dưới dạng các đối tượng thông minh.

Trong môi trường BIM, mỗi đối tượng như cột, dầm, sàn, tường, cửa, đường ống hay thiết bị kỹ thuật đều được mô tả bằng mô hình ba chiều kết hợp với các thông tin thuộc tính liên quan. Nhờ vậy, BIM cho phép quản lý thông tin công trình ở mức độ rất chi tiết. Người sử dụng có thể truy cập trực tiếp vào từng cấu kiện để xem các thông tin kỹ thuật liên quan. Đây là ưu điểm vượt trội so với các bản vẽ CAD truyền thống. Tuy nhiên, BIM thường được xây dựng trong phạm vi một dự án hoặc một công trình cụ thể. Dữ liệu BIM chủ yếu phản ánh thế giới xây dựng (Built Environment) ở quy mô nhỏ, từ một tòa nhà đến một công trình hạ tầng riêng lẻ. Các yếu tố về địa hình, môi trường, giao thông hoặc quy hoạch đô thị thường không được thể hiện đầy đủ trong mô hình BIM. Do đó, BIM trả lời hiệu quả các câu hỏi:

- Công trình được cấu tạo như thế nào?
- Các bộ phận của công trình liên kết với nhau ra sao?
- Thông số kỹ thuật của từng cấu kiện là gì?
- Chi phí và tiến độ thi công như thế nào?

Nhưng BIM chưa thể trả lời đầy đủ các câu hỏi liên quan đến vị trí địa lý và mối quan hệ của công trình với môi trường xung quanh.

2.3.3 GIS – Mô hình hóa thế giới thực trong không gian địa lý

Khác với BIM, GIS được phát triển nhằm quản lý các đối tượng trong không gian địa lý. GIS có khả năng lưu trữ, xử lý và phân tích dữ liệu trên phạm vi từ một khu đất nhỏ đến toàn bộ lãnh thổ quốc gia. Trong GIS, các đối tượng được tổ chức thành các lớp thông tin không gian. GIS cho phép người sử dụng đánh giá mối quan hệ giữa các đối tượng trong không gian thông qua các phép phân tích địa lý. Đây là điểm khác biệt quan trọng so với BIM.

Nhờ khả năng phân tích không gian mạnh mẽ, GIS trở thành công cụ quan trọng trong công tác quy hoạch và quản lý đô thị. Tuy nhiên, dữ liệu GIS thường được biểu diễn ở mức độ khái quát hóa cao. Các công trình trong GIS thường chỉ được mô tả dưới dạng khối đơn giản hoặc các đối tượng không gian có số lượng thuộc tính hạn chế. Điều này khiến GIS chưa đáp ứng đầy đủ yêu cầu quản lý chi tiết từng cấu kiện công trình.

2.3.4 Những khác biệt cơ bản giữa BIM và GIS

Mặc dù đều là hệ thống quản lý dữ liệu số, BIM và GIS có nhiều điểm khác biệt về mục tiêu, cấu trúc dữ liệu và phạm vi ứng dụng.

- Về phạm vi quản lý, BIM tập trung vào quy mô công trình trong khi GIS tập trung vào quy mô khu vực, đô thị hoặc lãnh thổ.
- Về mức độ chi tiết, BIM cung cấp dữ liệu ở mức rất chi tiết đến từng cấu kiện, trong khi GIS thường sử dụng dữ liệu tổng quát hóa.
- Về hệ tọa độ, BIM thường sử dụng hệ tọa độ cục bộ của dự án, còn GIS sử dụng hệ tọa độ địa lý hoặc hệ tọa độ quốc gia.
- Về cấu trúc dữ liệu, BIM quản lý các đối tượng xây dựng thông minh với nhiều thuộc tính kỹ thuật, trong khi GIS quản lý các đối tượng địa lý gắn với vị trí không gian.
- Về chức năng phân tích, BIM mạnh trong mô phỏng thiết kế, kiểm tra xung đột và quản lý vòng đời công trình, còn GIS mạnh trong phân tích không gian và hỗ trợ ra quyết định ở quy mô lớn.

Chính những khác biệt này tạo nên tính bổ sung giữa hai công nghệ. BIM và GIS không cạnh tranh mà hỗ trợ lẫn nhau nhằm tạo ra một hệ thống quản lý toàn diện hơn.

2.3.5 Xu hướng phát triển trong tương lai

Sự phát triển của các chuẩn dữ liệu mở như IFC, CityGML, IndoorGML và 3D Tiles đang tạo điều kiện thuận lợi cho việc tích hợp BIM và GIS. Đồng thời, sự phổ biến của điện toán đám mây và WebGIS giúp GeoBIM có thể triển khai trên quy mô lớn mà không phụ thuộc vào các phần mềm chuyên dụng cài đặt cục bộ.

Trong tương lai, ranh giới giữa BIM và GIS sẽ ngày càng mờ nhạt. Các hệ thống quản lý đô thị thông minh sẽ sử dụng một nền tảng dữ liệu thống nhất, trong đó BIM cung cấp mức độ chi tiết của công trình, GIS cung cấp bối cảnh không gian và GeoBIM đóng vai trò là cầu nối giữa hai hệ thống. Đây được xem là nền tảng cốt lõi cho việc xây dựng đô thị số, hạ tầng số và Digital Twin trong thời đại chuyển đổi số.

3. KHẢ NĂNG VÀ ĐIỀU KIỆN PHÁT TRIỂN GEOBIM WEB QUẢN LÝ ĐÔ THỊ VÀ CÔNG TRÌNH

3.1. Bối cảnh phát triển

Trong những năm gần đây, quá trình đô thị hóa diễn ra mạnh mẽ trên phạm vi toàn cầu đã đặt ra nhiều yêu cầu mới đối với công tác quản lý đô thị, hạ tầng kỹ thuật và công trình xây dựng. Sự gia tăng nhanh chóng của dân số đô thị, mật độ xây dựng và quy mô các công trình hạ tầng đòi hỏi các cơ quan quản lý phải có những công cụ hiện đại nhằm theo dõi, cập nhật và khai thác hiệu quả khối lượng dữ liệu ngày càng lớn.

Song song với đó, cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư đã thúc đẩy sự phát triển mạnh mẽ của các công nghệ số như BIM, GIS, Internet vạn vật (IoT), trí tuệ nhân tạo (AI), điện toán đám mây (Cloud Computing) và bản sao số (Digital Twin). Những công nghệ này đang từng bước thay đổi phương thức quản lý truyền thống, hướng tới mô hình quản lý dựa trên dữ liệu số và ra quyết định theo thời gian thực.

Trong bối cảnh đó, GeoBIM được xem là một trong những giải pháp quan trọng nhằm kết nối dữ liệu công trình và dữ liệu không gian trong cùng một môi trường số. Nếu BIM cung cấp thông tin chi tiết về công trình thì GIS cung cấp bối cảnh không gian và môi trường xung quanh. GeoBIM đóng vai trò cầu nối giữa hai hệ thống này, tạo nên một nền tảng quản lý thống nhất phục vụ quy hoạch, xây dựng và vận hành đô thị.

Sự phát triển của công nghệ WebGIS và điện toán đám mây đã mở ra khả năng triển khai GeoBIM trên môi trường web. Thay vì sử dụng các phần mềm chuyên dụng cài đặt trên máy tính cá nhân, người dùng có thể truy cập, chia sẻ và khai thác dữ liệu GeoBIM thông qua trình duyệt web từ bất kỳ đâu. Đây chính là tiền đề quan trọng cho sự hình thành các hệ thống GeoBIM Web phục vụ quản lý đô thị và công trình trong thời đại chuyển đổi số.

3.2. Khả năng ứng dụng trong quản lý đô thị

Sự phát triển của đô thị hiện đại đang đặt ra những yêu cầu ngày càng cao đối với công tác quản lý quy hoạch, hạ tầng kỹ thuật, tài sản công và môi trường. Trong khi đó, các phương pháp quản lý truyền thống thường dựa trên dữ liệu phân tán, thiếu tính đồng bộ và khó cập nhật theo thời gian thực. Việc ứng dụng GeoBIM Web đã mở ra một hướng tiếp cận mới trong quản lý đô thị dựa trên nền tảng dữ liệu số tích hợp giữa BIM và GIS.

GeoBIM Web cho phép kết nối mô hình thông tin công trình với cơ sở dữ liệu không gian trong một môi trường trực tuyến thống nhất. Nhờ đó, người sử dụng có thể đồng thời khai thác các thông tin kỹ thuật chi tiết của công trình và các dữ liệu địa lý liên quan đến vị trí, môi trường và hạ tầng xung quanh. Không chỉ dừng lại ở việc trực quan hóa thông tin dưới dạng mô hình ba chiều, GeoBIM Web còn hỗ trợ phân tích, mô phỏng và dự báo, góp phần nâng cao hiệu quả ra quyết định trong công tác quản lý đô thị.

3.2.1 Hỗ trợ công tác quy hoạch đô thị

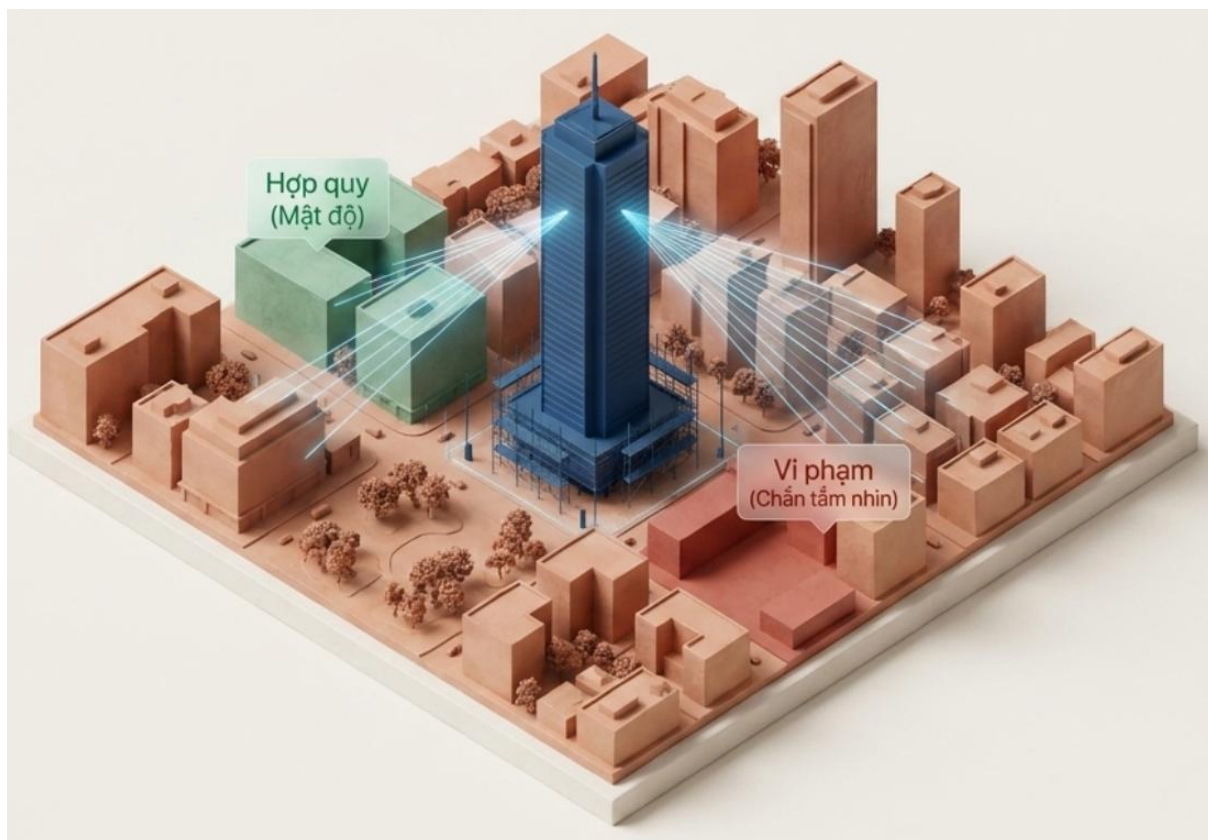
Quy hoạch đô thị là một trong những lĩnh vực có tiềm năng ứng dụng GeoBIM lớn nhất. Trong các đô thị hiện đại, quá trình lập và quản lý quy hoạch đòi hỏi phải xử lý đồng thời khối lượng lớn dữ liệu liên quan đến hiện trạng sử dụng đất, dân cư, giao thông, hạ tầng kỹ thuật, môi trường và các công trình xây dựng. Việc tích hợp BIM và GIS trong môi trường GeoBIM giúp tạo ra một cơ sở dữ liệu thống nhất, hỗ trợ hiệu quả cho công tác quy hoạch.

Trong mô hình quản lý truyền thống, dữ liệu quy hoạch thường được thể hiện dưới dạng bản đồ hai chiều hoặc các hồ sơ thiết kế riêng biệt. Điều này gây khó khăn trong việc đánh giá trực quan các phương án phát triển đô thị. GeoBIM Web khắc phục hạn chế này bằng cách cho phép hiển thị đồng thời mô hình BIM của các công trình trên nền dữ liệu GIS ba chiều của toàn bộ đô thị. Người sử dụng có thể quan sát trực tiếp vị trí công trình trong mối quan hệ với địa hình, mạng lưới giao thông, khu dân cư và các công trình lân cận.

Một ưu điểm nổi bật của GeoBIM Web là khả năng kiểm tra tự động các chỉ tiêu quy hoạch. Các thông số như mật độ xây dựng, hệ số sử dụng đất, chiều cao công trình, khoảng lùi xây dựng, diện tích cây xanh và bãi đỗ xe có thể được tính toán và đối chiếu với các quy định hiện hành. Điều này giúp giảm đáng kể thời gian thẩm định hồ sơ và hạn chế các sai sót trong quá trình quản lý quy hoạch.

Bên cạnh đó, GeoBIM còn hỗ trợ đánh giá tác động của các dự án xây dựng đến không gian đô thị. Ví dụ, khi quy hoạch một khu nhà cao tầng, hệ thống có thể mô phỏng ảnh hưởng của công trình đến tầm nhìn, khả năng thông gió, chiếu sáng tự nhiên và mật

độ giao thông khu vực. Các nhà quản lý có thể so sánh nhiều phương án khác nhau trước khi lựa chọn giải pháp tối ưu.



Hình 3. Thẩm định quy hoạch đô thị 3D tự động

Một ứng dụng quan trọng khác là mô phỏng các kịch bản phát triển đô thị trong tương lai. Dựa trên dữ liệu dân số, tốc độ đô thị hóa và quy hoạch sử dụng đất, GeoBIM Web có thể hỗ trợ xây dựng các mô hình phát triển đô thị dài hạn. Điều này giúp các nhà quản lý đánh giá nhu cầu hạ tầng, dự báo áp lực giao thông và xác định các khu vực cần ưu tiên đầu tư.

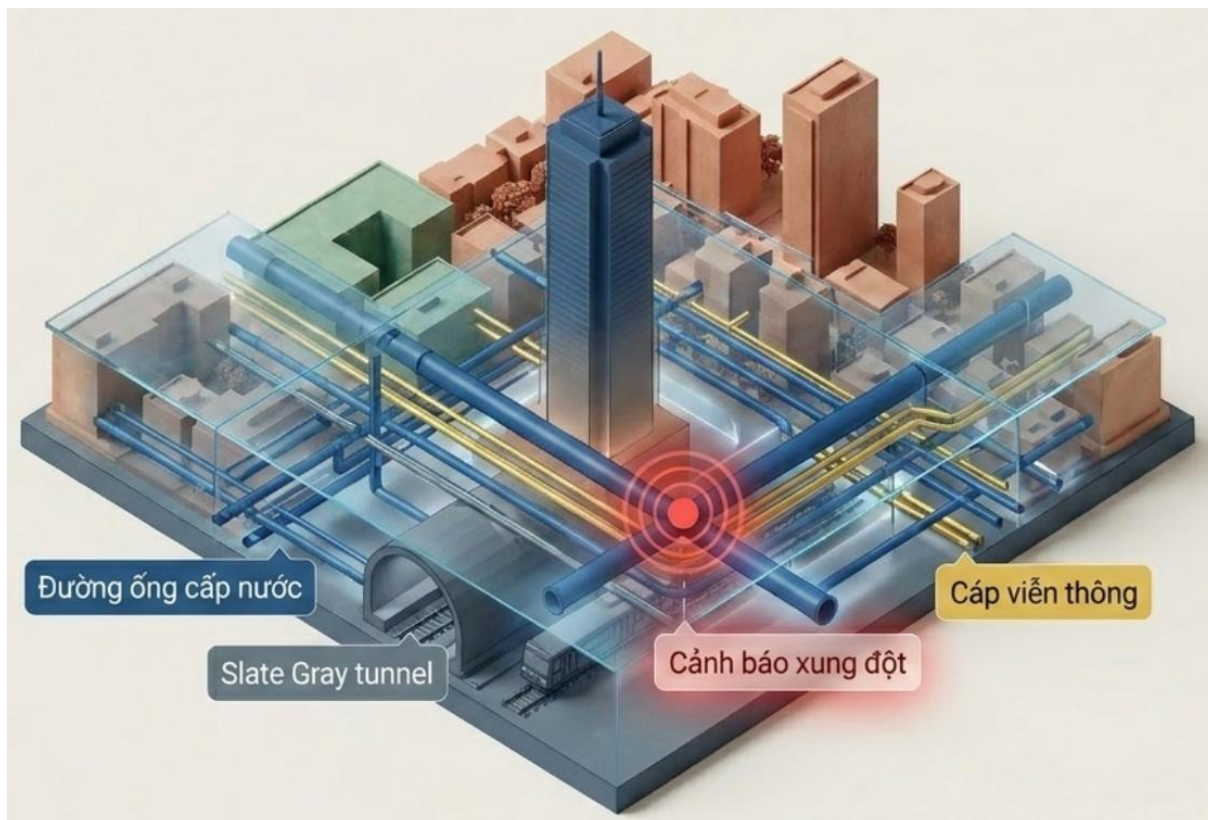
Đối với các đô thị thông minh, GeoBIM còn đóng vai trò là nền tảng dữ liệu phục vụ xây dựng Digital Twin đô thị. Khi kết hợp với các nguồn dữ liệu thời gian thực từ cảm biến IoT, mô hình quy hoạch không chỉ phản ánh hiện trạng mà còn có khả năng theo dõi và cập nhật liên tục các biến động trong đô thị.

3.2.2 Quản lý hạ tầng kỹ thuật đô thị

Hạ tầng kỹ thuật là bộ phận quan trọng bảo đảm sự vận hành của đô thị. Tuy nhiên, các hệ thống giao thông, cấp nước, thoát nước, điện lực, viễn thông và chiếu sáng công cộng thường được quản lý bởi nhiều đơn vị khác nhau, dẫn đến tình trạng dữ liệu phân tán và thiếu đồng bộ.

GeoBIM Web cho phép tích hợp toàn bộ các hệ thống hạ tầng này vào một môi trường quản lý tập trung. Mỗi công trình hạ tầng đều được mô hình hóa dưới dạng đối

tượng không gian ba chiều kết hợp với các thuộc tính kỹ thuật chi tiết. Người sử dụng có thể dễ dàng truy cập vào từng đối tượng để tra cứu thông tin thiết kế, năm xây dựng, vật liệu, tình trạng vận hành và lịch sử bảo trì.



Hình 4. Quản lý hạ tầng kỹ thuật đô thị - không gian ngầm

Đối với hệ thống giao thông đô thị, GeoBIM hỗ trợ quản lý mạng lưới đường bộ, cầu, hầm, bãi đỗ xe và các công trình giao thông khác. Các mô hình BIM giúp phản ánh chi tiết cấu tạo công trình, trong khi GIS cung cấp bối cảnh không gian và mối liên hệ với mạng lưới giao thông xung quanh. Điều này hỗ trợ hiệu quả cho công tác bảo trì, nâng cấp và quản lý giao thông đô thị.

Trong lĩnh vực cấp nước và thoát nước, GeoBIM Web cho phép quản lý toàn bộ mạng lưới đường ống dưới dạng mô hình ba chiều. Khi xảy ra sự cố rò rỉ hoặc tắc nghẽn, cán bộ kỹ thuật có thể nhanh chóng xác định vị trí, tra cứu thông tin kỹ thuật và đưa ra phương án xử lý phù hợp. Khả năng này giúp giảm thời gian gián đoạn dịch vụ và nâng cao hiệu quả vận hành hệ thống.

Đối với các công trình ngầm, GeoBIM đặc biệt phát huy hiệu quả nhờ khả năng hiển thị trực quan trong không gian ba chiều. Các tuyến cáp điện, cáp viễn thông, đường ống kỹ thuật và công trình ngầm khác có thể được quản lý đồng thời trong một môi trường thống nhất, giúp hạn chế xung đột khi thi công và nâng cấp hạ tầng.

Ngoài ra, GeoBIM Web còn hỗ trợ lập kế hoạch bảo trì dài hạn thông qua việc theo dõi tình trạng công trình theo thời gian. Khi kết hợp với dữ liệu cảm biến và hệ thống

giám sát thời gian thực, các nhà quản lý có thể đánh giá mức độ xuống cấp của công trình và chủ động xây dựng kế hoạch sửa chữa trước khi xảy ra hư hỏng nghiêm trọng.

3.2.3 Quản lý tài sản công và công trình xây dựng

Trong các đô thị hiện đại, tài sản công bao gồm nhiều loại công trình như trường học, bệnh viện, cơ quan hành chính, công trình văn hóa, công viên và các hạ tầng kỹ thuật. Việc quản lý hiệu quả các tài sản này có ý nghĩa quan trọng trong việc tối ưu hóa nguồn lực đầu tư và nâng cao chất lượng dịch vụ công.

GeoBIM Web cho phép xây dựng cơ sở dữ liệu số tập trung cho toàn bộ tài sản công trên địa bàn đô thị. Mỗi công trình được liên kết với mô hình BIM chi tiết và vị trí địa lý trên nền GIS. Người quản lý có thể truy cập nhanh chóng vào hồ sơ kỹ thuật, bản vẽ thiết kế, thông tin vận hành và lịch sử bảo trì của từng công trình.

Một trong những lợi ích lớn nhất của GeoBIM là khả năng quản lý vòng đời công trình. Từ giai đoạn lập dự án, thiết kế, thi công cho đến vận hành và cải tạo, mọi dữ liệu đều được lưu trữ trong cùng một hệ thống. Điều này giúp hạn chế thất lạc hồ sơ và nâng cao khả năng khai thác dữ liệu trong suốt thời gian tồn tại của công trình.

Đối với các công trình trọng điểm như cầu, hầm giao thông, tuyến metro hoặc các tòa nhà cao tầng, GeoBIM Web có thể hỗ trợ theo dõi tình trạng kết cấu và đánh giá mức độ an toàn khai thác. Các dữ liệu quan trắc từ cảm biến được liên kết trực tiếp với mô hình BIM, cho phép phát hiện sớm các dấu hiệu bất thường và hỗ trợ công tác bảo trì dự báo.

Ngoài ra, GeoBIM còn hỗ trợ công tác quản lý đầu tư xây dựng thông qua việc kiểm soát tiến độ, chi phí và chất lượng công trình. Các nhà quản lý có thể theo dõi toàn bộ quá trình triển khai dự án trên nền tảng trực tuyến, góp phần nâng cao tính minh bạch và hiệu quả quản lý.

3.2.4 Quản lý rủi ro thiên tai và môi trường

Biến đổi khí hậu, nước biển dâng và các hiện tượng thiên tai cực đoan đang tạo ra nhiều thách thức đối với quá trình phát triển đô thị. Trong bối cảnh đó, GeoBIM Web được xem là công cụ hữu hiệu hỗ trợ đánh giá và quản lý rủi ro thiên tai.

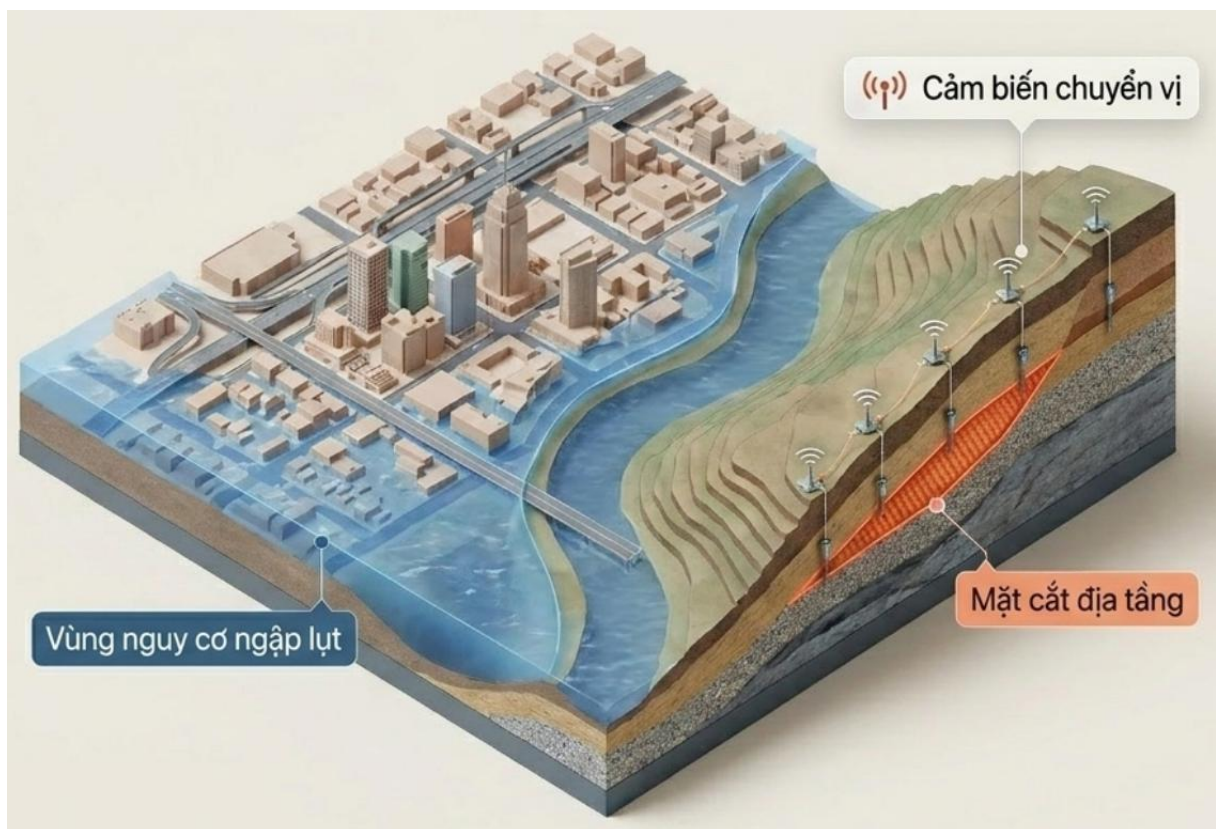
Nhờ khả năng tích hợp dữ liệu địa hình, địa chất, khí tượng thủy văn và mô hình công trình, GeoBIM có thể mô phỏng nhiều kịch bản thiên tai khác nhau như ngập lụt, sạt lở đất, lún nền và động đất. Các mô hình mô phỏng giúp xác định khu vực có nguy cơ cao, đánh giá mức độ ảnh hưởng đến công trình và đề xuất các giải pháp giảm thiểu rủi ro.

Trong quản lý ngập lụt đô thị, GeoBIM Web có thể kết hợp mô hình địa hình số với dữ liệu mưa và hệ thống thoát nước để dự báo các khu vực có khả năng ngập úng. Điều

này giúp các cơ quan quản lý chủ động triển khai các biện pháp ứng phó và giảm thiểu thiệt hại.

Đối với các khu vực đồi núi hoặc vùng có nguy cơ trượt lở cao, GeoBIM cho phép tích hợp dữ liệu địa chất công trình, địa chất thủy văn và dữ liệu quan trắc chuyển vị để đánh giá ổn định mái dốc. Các thông tin này đặc biệt hữu ích trong công tác quản lý các công trình giao thông miền núi, hồ chứa nước và khu dân cư nằm trên sườn dốc.

Trong lĩnh vực địa chất công trình và địa kỹ thuật, GeoBIM Web còn hỗ trợ xây dựng cơ sở dữ liệu khảo sát địa chất phục vụ thiết kế và quản lý công trình. Các lỗ khoan địa chất, mặt cắt địa tầng, kết quả thí nghiệm hiện trường và dữ liệu quan trắc được liên kết trực tiếp với mô hình không gian, giúp các kỹ sư dễ dàng phân tích điều kiện nền móng và đánh giá nguy cơ địa kỹ thuật.



Hình 5. Quản lý rủi ro thiên tai và môi trường

Nhìn chung, khả năng tích hợp dữ liệu đa nguồn, trực quan hóa không gian ba chiều và hỗ trợ phân tích chuyên sâu đã giúp GeoBIM Web trở thành một công cụ quan trọng trong quản lý đô thị hiện đại. Không chỉ hỗ trợ quy hoạch và vận hành hạ tầng kỹ thuật, GeoBIM còn góp phần nâng cao hiệu quả quản lý tài sản công, giảm thiểu rủi ro thiên tai và tạo nền tảng cho việc phát triển các đô thị thông minh trong tương lai.

3.3. Điều kiện phát triển

Sự phát triển của GeoBIM Web không chỉ phụ thuộc vào sự tiến bộ của công nghệ mà còn chịu ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố khác nhau như dữ liệu, hạ tầng kỹ thuật, tiêu chuẩn thông tin, nguồn nhân lực và cơ chế chính sách. Đây là một hệ thống tích hợp đa ngành, kết nối dữ liệu không gian, dữ liệu công trình và các nền tảng công nghệ số trong một môi trường thống nhất. Do đó, để GeoBIM Web có thể được triển khai hiệu quả và phát huy tối đa giá trị trong quản lý đô thị và công trình, cần bảo đảm đồng thời nhiều điều kiện nền tảng

3.3.1 Điều kiện về dữ liệu

Dữ liệu là thành phần cốt lõi và là nền tảng quan trọng nhất của mọi hệ thống GeoBIM. Chất lượng của hệ thống GeoBIM phụ thuộc trực tiếp vào mức độ đầy đủ, chính xác, đồng bộ và khả năng cập nhật của dữ liệu đầu vào. Một hệ thống GeoBIM Web chỉ có thể vận hành hiệu quả khi có nguồn dữ liệu được tổ chức khoa học và quản lý thống nhất.

Khác với các hệ thống quản lý thông thường, GeoBIM yêu cầu tích hợp đồng thời nhiều loại dữ liệu khác nhau. Các nhóm dữ liệu chính bao gồm dữ liệu GIS, dữ liệu BIM và các dữ liệu chuyên ngành liên quan.

Hiện nay, một trong những khó khăn lớn nhất tại Việt Nam là tình trạng dữ liệu còn phân tán giữa nhiều cơ quan quản lý khác nhau. Dữ liệu quy hoạch thường do ngành xây dựng quản lý, dữ liệu địa chính thuộc ngành tài nguyên và môi trường, dữ liệu giao thông do các cơ quan chuyên ngành quản lý, trong khi dữ liệu BIM lại thuộc các chủ đầu tư hoặc đơn vị tư vấn thiết kế.

Sự phân tán này làm giảm khả năng chia sẻ dữ liệu và gây khó khăn cho quá trình tích hợp. Ngoài ra, nhiều dữ liệu được xây dựng theo các định dạng khác nhau, sử dụng hệ tọa độ không thống nhất hoặc thiếu thông tin mô tả, dẫn đến khó khăn trong quá trình trao đổi và khai thác.

Do đó, việc xây dựng cơ sở dữ liệu dùng chung và áp dụng các tiêu chuẩn dữ liệu thống nhất là điều kiện tiên quyết để phát triển GeoBIM Web. Trong tương lai, cần hướng tới xây dựng hệ sinh thái dữ liệu số thống nhất từ cấp quốc gia đến địa phương nhằm phục vụ hiệu quả công tác quản lý đô thị và công trình

3.3.2 Điều kiện về hạ tầng công nghệ

GeoBIM Web là hệ thống có khối lượng dữ liệu lớn và yêu cầu xử lý phức tạp. Việc tích hợp các mô hình BIM chi tiết với cơ sở dữ liệu GIS quy mô đô thị đòi hỏi hạ tầng công nghệ có năng lực xử lý mạnh, khả năng lưu trữ lớn và tính ổn định cao.

Trong các hệ thống GeoBIM hiện đại, cơ sở dữ liệu không gian đóng vai trò trung tâm. Các giải pháp như PostgreSQL/PostGIS, Oracle Spatial hoặc Microsoft SQL Server Spatial thường được sử dụng để quản lý đồng thời dữ liệu GIS và dữ liệu thuộc tính.

Đối với dữ liệu BIM, dung lượng mô hình thường rất lớn và có thể lên tới hàng gigabyte đối với các công trình phức tạp. Vì vậy, việc triển khai các giải pháp lưu trữ và xử lý trên nền tảng điện toán đám mây đang trở thành xu hướng phổ biến.

Ngoài ra, các công nghệ WebGIS hiện đại như CesiumJS, GeoServer, MapServer, ArcGIS Enterprise và các nền tảng Digital Twin đang tạo điều kiện thuận lợi cho việc trực quan hóa và khai thác dữ liệu GeoBIM trên môi trường web.

Bên cạnh yêu cầu về hiệu năng, vấn đề bảo mật thông tin cũng cần được đặc biệt quan tâm. Các hệ thống GeoBIM thường chứa nhiều dữ liệu quan trọng liên quan đến hạ tầng kỹ thuật, công trình trọng điểm và tài sản công. Do đó, cần xây dựng các cơ chế kiểm soát truy cập, mã hóa dữ liệu và sao lưu định kỳ nhằm bảo đảm an toàn thông tin.

3.3.3 Điều kiện về tiêu chuẩn dữ liệu

Một trong những thách thức lớn nhất khi tích hợp BIM và GIS là sự khác biệt về cấu trúc dữ liệu, hệ tọa độ và phương pháp biểu diễn thông tin. Vì vậy, việc xây dựng và áp dụng các tiêu chuẩn dữ liệu đóng vai trò đặc biệt quan trọng trong phát triển GeoBIM.

IFC là tiêu chuẩn mở quan trọng nhất trong lĩnh vực BIM. Tiêu chuẩn này cho phép trao đổi dữ liệu giữa các phần mềm BIM khác nhau mà không phụ thuộc vào nhà cung cấp phần mềm.

Trong khi đó, CityGML là tiêu chuẩn mô hình hóa đô thị ba chiều do OGC phát triển. CityGML hỗ trợ mô tả các đối tượng đô thị như công trình xây dựng, giao thông, cây xanh, địa hình và hệ thống hạ tầng kỹ thuật.

Đối với các ứng dụng WebGIS và Digital Twin, chuẩn 3D Tiles đang ngày càng được sử dụng rộng rãi nhờ khả năng hiển thị hiệu quả các mô hình ba chiều dung lượng lớn trên nền web.

ISO 19650 là bộ tiêu chuẩn quốc tế về quản lý thông tin trong môi trường BIM. Việc áp dụng ISO 19650 giúp bảo đảm tính nhất quán trong quá trình tạo lập, chia sẻ và quản lý dữ liệu công trình.

Việc áp dụng các tiêu chuẩn mở không chỉ giúp tăng khả năng tương tác giữa các hệ thống mà còn giảm nguy cơ phụ thuộc vào các giải pháp phần mềm độc quyền. Đây là điều kiện quan trọng để xây dựng hệ sinh thái GeoBIM bền vững trong dài hạn.

3.3.4 GeoBIM – Cầu nối giữa BIM và GIS

GeoBIM là kết quả của quá trình tích hợp BIM và GIS nhằm tạo ra môi trường quản lý thống nhất giữa công trình và không gian địa lý.

Có thể hiểu GeoBIM là sự kết hợp giữa:

- Dữ liệu chi tiết của BIM.
- Dữ liệu không gian của GIS.
- Các công nghệ WebGIS.
- Mô hình 3D.
- Điện toán đám mây.
- IoT và Digital Twin.

Trong môi trường GeoBIM, mô hình BIM được đặt trong bối cảnh địa lý thực tế do GIS cung cấp. Điều này cho phép người sử dụng vừa quan sát công trình ở mức chi tiết vừa đánh giá mối quan hệ của công trình với môi trường xung quanh.

3.3.5 Điều kiện về nguồn nhân lực

Bên cạnh dữ liệu và công nghệ, nguồn nhân lực là yếu tố quyết định sự thành công của các hệ thống GeoBIM. Một dự án GeoBIM thường cần sự tham gia của nhiều nhóm chuyên gia với vai trò khác nhau. Chuyên gia GIS chịu trách nhiệm xây dựng và quản lý cơ sở dữ liệu không gian. Chuyên gia BIM phụ trách mô hình hóa công trình. Chuyên gia CNTT phát triển nền tảng công nghệ và cơ sở dữ liệu. Các kỹ sư xây dựng và địa chất công trình cung cấp dữ liệu chuyên ngành và khai thác hệ thống trong thực tế.

Tại Việt Nam, nguồn nhân lực có khả năng làm việc đồng thời với BIM và GIS vẫn còn hạn chế. Phần lớn các chương trình đào tạo hiện nay vẫn tập trung vào từng lĩnh vực riêng biệt, trong khi các nội dung về tích hợp BIM–GIS và GeoBIM mới chỉ xuất hiện trong một số chương trình nghiên cứu hoặc đào tạo chuyên sâu.

Do đó, cần đẩy mạnh đào tạo liên ngành tại các trường đại học, viện nghiên cứu và doanh nghiệp. Đặc biệt, các trường đào tạo kỹ thuật như Trường Đại học Mỏ - Địa chất có nhiều lợi thế trong việc phát triển các chương trình đào tạo kết hợp giữa GIS, BIM, địa chất công trình và công nghệ số.

3.3.6 Điều kiện về cơ chế và chính sách

Ngoài các yếu tố kỹ thuật, cơ chế và chính sách của Nhà nước đóng vai trò quan trọng trong việc thúc đẩy phát triển GeoBIM Web.

Trên thế giới, nhiều quốc gia đã ban hành các chiến lược quốc gia về BIM, cơ sở dữ liệu không gian và đô thị thông minh nhằm tạo điều kiện cho việc triển khai các hệ thống

GeoBIM. Đây là cơ sở để các cơ quan quản lý và doanh nghiệp phối hợp xây dựng hạ tầng dữ liệu dùng chung.

Tại Việt Nam, một số chính sách quan trọng đã và đang tạo nền tảng thuận lợi cho phát triển GeoBIM gồm:

- Chương trình Chuyển đổi số quốc gia.
- Chiến lược phát triển đô thị thông minh.
- Đề án áp dụng BIM trong hoạt động xây dựng.
- Chính sách phát triển cơ sở dữ liệu quốc gia.
- Các chương trình phát triển chính quyền số.

Tuy nhiên, vẫn còn nhiều vấn đề cần tiếp tục hoàn thiện như:

- Cơ chế chia sẻ dữ liệu giữa các cơ quan.
- Quy định về quyền sở hữu dữ liệu số.
- Chính sách dữ liệu mở.
- Tiêu chuẩn BIM quốc gia.
- Quy định về tích hợp dữ liệu BIM và GIS.
- Khung pháp lý cho Digital Twin và đô thị số.

Việc xây dựng hành lang pháp lý đầy đủ và đồng bộ sẽ giúp giảm các rào cản trong quá trình triển khai, đồng thời tạo môi trường thuận lợi để các cơ quan quản lý, doanh nghiệp và tổ chức nghiên cứu đầu tư phát triển các nền tảng GeoBIM trong thực tiễn.

3.4. Triển vọng phát triển tại Việt Nam

Trong những năm gần đây, Việt Nam đã đạt được nhiều kết quả tích cực trong quá trình chuyển đổi số ngành xây dựng và quản lý đô thị. Nhiều địa phương đã xây dựng cơ sở dữ liệu GIS phục vụ quản lý quy hoạch, đất đai và hạ tầng kỹ thuật. Đồng thời, việc áp dụng BIM trong các dự án xây dựng ngày càng được khuyến khích theo lộ trình của Bộ Xây dựng.

Đây là những tiền đề quan trọng cho sự phát triển của GeoBIM Web trong tương lai. Khi các nguồn dữ liệu BIM và GIS được chuẩn hóa và kết nối với nhau, GeoBIM sẽ trở thành nền tảng quản lý thống nhất cho đô thị số, công trình số và hạ tầng số.

Xa hơn, GeoBIM sẽ là thành phần cốt lõi của các hệ thống Digital Twin đô thị, nơi mọi công trình và hạ tầng kỹ thuật được mô phỏng, giám sát và quản lý trong thời gian thực. Điều này không chỉ nâng cao hiệu quả quản lý mà còn góp phần xây dựng các đô thị thông minh, bền vững và thích ứng với biến đổi khí hậu trong tương lai.

4. KẾT LUẬN

Trong bối cảnh chuyển đổi số đang diễn ra mạnh mẽ trên toàn cầu, việc ứng dụng các công nghệ số vào quản lý đô thị và công trình đã trở thành xu hướng tất yếu nhằm nâng cao hiệu quả quản lý, khai thác và vận hành các hệ thống hạ tầng kỹ thuật. Trong số các công nghệ đang được quan tâm hiện nay, GeoBIM được đánh giá là một trong những giải pháp có tiềm năng lớn nhờ khả năng tích hợp đồng thời dữ liệu công trình từ BIM (Building Information Modeling) và dữ liệu không gian từ GIS (Geographic Information System). Sự kết hợp này tạo ra một môi trường quản lý thống nhất, cho phép khai thác thông tin từ quy mô chi tiết của từng cấu kiện công trình đến quy mô tổng thể của đô thị và lãnh thổ.

Qua nghiên cứu tổng quan có thể thấy rằng BIM và GIS là hai công nghệ có đặc điểm khác nhau nhưng mang tính bổ trợ rất cao. BIM cung cấp mô hình thông tin chi tiết về công trình, hỗ trợ quản lý xuyên suốt vòng đời từ khảo sát, thiết kế, thi công đến vận hành và bảo trì. Trong khi đó, GIS cung cấp bối cảnh không gian, cho phép quản lý, phân tích và trực quan hóa các đối tượng trong môi trường địa lý thực. Việc tích hợp BIM và GIS trong môi trường GeoBIM giúp khắc phục những hạn chế của từng công nghệ riêng lẻ, đồng thời tạo ra khả năng quản lý tổng thể đối với công trình và hệ thống hạ tầng trong mối quan hệ với không gian đô thị.

Sự phát triển của các công nghệ WebGIS, điện toán đám mây, dữ liệu lớn (Big Data), Internet vạn vật (IoT), trí tuệ nhân tạo (AI) và các nền tảng mô hình hóa 3D đã tạo điều kiện thuận lợi để triển khai GeoBIM trên môi trường web. GeoBIM Web không chỉ giúp trực quan hóa dữ liệu dưới dạng bản đồ và mô hình ba chiều mà còn hỗ trợ chia sẻ thông tin giữa nhiều cơ quan, tổ chức và người dùng khác nhau thông qua nền tảng trực tuyến. Điều này đặc biệt phù hợp với yêu cầu quản lý đô thị hiện đại, nơi dữ liệu cần được cập nhật liên tục, khai thác đồng bộ và phục vụ ra quyết định theo thời gian thực.

Kết quả phân tích cho thấy GeoBIM Web có khả năng ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực của quản lý đô thị và công trình. Trong công tác quy hoạch đô thị, GeoBIM giúp đánh giá phương án quy hoạch trên cơ sở kết hợp giữa mô hình công trình và điều kiện không gian thực tế. Trong quản lý hạ tầng kỹ thuật, hệ thống cho phép theo dõi, cập nhật và khai thác thông tin về giao thông, cấp nước, thoát nước, điện lực, viễn thông và các công trình ngầm. Trong quản lý tài sản công và vận hành công trình, GeoBIM cung cấp cơ sở dữ liệu số tập trung giúp nâng cao hiệu quả quản lý vòng đời công trình. Đặc biệt, đối với lĩnh vực địa chất công trình và địa kỹ thuật, GeoBIM có khả năng tích hợp dữ liệu khảo sát địa chất, địa chất thủy văn, quan trắc biến dạng và các thông tin kỹ

thuật khác để hỗ trợ đánh giá ổn định công trình, quản lý rủi ro và cảnh báo sớm các nguy cơ mất an toàn.

Mặc dù có tiềm năng lớn, việc phát triển GeoBIM Web vẫn đòi hỏi nhiều điều kiện về kỹ thuật, dữ liệu, nguồn nhân lực và cơ chế chính sách. Trước hết, cần xây dựng và chuẩn hóa các cơ sở dữ liệu GIS và BIM nhằm đảm bảo khả năng tích hợp và chia sẻ dữ liệu. Việc áp dụng các tiêu chuẩn quốc tế như IFC, CityGML, IndoorGML, ISO 19650 và các tiêu chuẩn của OGC có ý nghĩa quan trọng trong việc hình thành môi trường dữ liệu thống nhất. Bên cạnh đó, cần đầu tư hạ tầng công nghệ phù hợp bao gồm hệ thống máy chủ, cơ sở dữ liệu không gian, nền tảng WebGIS và các giải pháp điện toán đám mây nhằm đáp ứng yêu cầu xử lý khối lượng dữ liệu lớn và phục vụ đồng thời nhiều người dùng.

Một yếu tố không kém phần quan trọng là nguồn nhân lực. GeoBIM là lĩnh vực liên ngành, đòi hỏi sự tham gia của các chuyên gia GIS, BIM, công nghệ thông tin, xây dựng, quy hoạch đô thị, địa chất công trình và quản lý hạ tầng. Do đó, cần có chiến lược đào tạo nguồn nhân lực chất lượng cao, tăng cường các chương trình đào tạo liên ngành và đẩy mạnh nghiên cứu khoa học trong lĩnh vực GeoBIM. Đồng thời, việc hoàn thiện hành lang pháp lý và cơ chế chia sẻ dữ liệu giữa các cơ quan quản lý nhà nước, doanh nghiệp và tổ chức nghiên cứu cũng là điều kiện cần thiết để thúc đẩy quá trình triển khai GeoBIM trong thực tiễn.

Đối với Việt Nam, những chủ trương về chuyển đổi số quốc gia, phát triển đô thị thông minh và lộ trình áp dụng BIM trong hoạt động xây dựng đang tạo ra những tiền đề thuận lợi cho việc phát triển GeoBIM Web. Nhiều địa phương đã và đang xây dựng cơ sở dữ liệu GIS phục vụ quản lý đất đai, quy hoạch và hạ tầng kỹ thuật, trong khi BIM ngày càng được áp dụng rộng rãi trong các dự án xây dựng mới. Đây là cơ sở quan trọng để từng bước hình thành các nền tảng GeoBIM phục vụ quản lý đô thị và công trình trong tương lai.

Có thể khẳng định rằng GeoBIM Web không chỉ là sự tích hợp giữa BIM và GIS mà còn là một bước tiến quan trọng trong quá trình xây dựng đô thị số và công trình số. Với khả năng kết nối dữ liệu đa nguồn, trực quan hóa thông tin không gian ba chiều và hỗ trợ ra quyết định dựa trên dữ liệu thời gian thực, GeoBIM đang dần trở thành nền tảng công nghệ cốt lõi cho các hệ thống quản lý đô thị hiện đại. Trong tương lai, cùng với sự phát triển của Digital Twin, trí tuệ nhân tạo và Internet vạn vật, GeoBIM sẽ đóng vai trò ngày càng quan trọng trong việc nâng cao hiệu quả quản lý, đảm bảo phát triển đô thị bền vững và hướng tới xây dựng các thành phố thông minh tại Việt Nam.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1/. American Institute of Architects. (2013). Building Information Modeling and Integrated Project Delivery. Washington, DC: AIA.
- 2/. Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241–252.
- 3/. Batty, M. (2018). Digital twins. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 45(5), 817–820.
- 4/. Biljecki, F., Stoter, J., Ledoux, H., Zlatanova, S., & Çöltekin, A. (2015). Applications of 3D city models: State of the art review. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 4(4), 2842–2889.
- 5/. Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (1998). *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press.
- 6/. Deng, Y., Cheng, J. C. P., & Anumba, C. (2016). Mapping between BIM and 3D GIS in different levels of detail using schema mediation and instance comparison. *Automation in Construction*, 67, 1–21.
- 7/. Bộ Thông tin và Truyền thông. (2020). Chương trình Chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025, định hướng đến năm 2030. Hà Nội.
- 8/. Bộ Xây dựng. (2021). Đề án áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) trong hoạt động xây dựng và quản lý vận hành công trình. Hà Nội.
- 9/. Bộ Xây dựng. (2023). Hướng dẫn áp dụng BIM trong hoạt động xây dựng. Hà Nội.