

BỘ XÂY DỰNG

# TÀI LIỆU PHỤC VỤ ĐÀO TẠO BỒI DƯỠNG KIẾN THỨC ÁP DỤNG BIM

## PHẦN 2: MÔI TRƯỜNG, NỀN TẢNG VÀ CÁC CÔNG CỤ BIM



**BỘ XÂY DỰNG  
VIỆN KINH TẾ XÂY DỰNG  
-----o0o-----**

**TÀI LIỆU PHỤC VỤ ĐÀO TẠO, BỒI DƯỠNG  
KIẾN THỨC ỨNG DỤNG BIM**

**PHẦN 2: MÔI TRƯỜNG, NỀN TẢNG  
VÀ CÁC CÔNG CỤ BIM**

**Hà Nội - 2021**

**BỘ XÂY DỰNG  
BAN CHỈ ĐẠO THỰC HIỆN  
ĐỀ ÁN BIM**

**CỘNG HOÀ XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM  
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc**

Số: 66 /QĐ-BCĐBIM

Hà Nội, ngày 06 tháng 4 năm 2021

**QUYẾT ĐỊNH**

**Về việc công bố tài liệu phục vụ đào tạo, bồi dưỡng kiến thức  
ứng dụng Mô hình thông tin công trình (BIM)**

*Căn cứ Quyết định số 2500/QĐ-TTg ngày 22/12/2016 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Đề án “Áp dụng mô hình thông tin công trình (BIM) trong hoạt động xây dựng và quản lý vận hành công trình”;*

*Căn cứ Quyết định số 204/QĐ-BXD ngày 21/3/2017 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng về việc Ban hành Kế hoạch thực hiện Đề án “Áp dụng mô hình thông tin công trình (BIM) trong hoạt động xây dựng và quản lý vận hành công trình”;*

*Căn cứ Thông báo số 21/TB-BXD ngày 05/4/2021 của Bộ Xây dựng thông báo ý kiến chỉ đạo của Thứ trưởng Bộ Xây dựng Lê Quang Hùng – Trưởng ban chỉ đạo thực hiện Đề án BIM về việc ban hành tài liệu đào tạo, bồi dưỡng kiến thức ứng dụng BIM;*

*Theo đề nghị của Viện trưởng Viện Kinh tế xây dựng – Cơ quan thường trực của Ban chỉ đạo thực hiện đề án BIM.*

**QUYẾT ĐỊNH:**

**Điều 1.** Công bố tài liệu phục vụ đào tạo, bồi dưỡng kiến thức ứng dụng BIM để các tổ chức, cá nhân có liên quan tham khảo, sử dụng trong quá trình đào tạo.

*Nội dung của tài liệu được đăng tải trên trang web của Ban chỉ đạo thực hiện Đề án BIM: <http://bim.gov.vn/> tại chuyên mục “Tài liệu”.*

**Điều 2.** Quyết định này có hiệu lực kể từ ngày ký./.

**Nơi nhận:**

- Bộ trưởng Nguyễn Thanh Nghị (để b/c);
- Thứ trưởng Lê Quang Hùng (để b/c);
- Các thành viên Ban Chỉ đạo;
- Các Trường ĐH, Học viện thuộc Bộ Xây dựng;
- Lưu: VT, VKT.

**KT. TRƯỞNG BAN**

**PHÓ TRƯỞNG BAN**

**VIỆN TRƯỞNG VIỆN KINH TẾ XÂY DỰNG**



**Lê Văn Cư**

## LỜI NÓI ĐẦU

Trong những năm gần đây, nhiều công nghệ mới trong ngành xây dựng đã được ứng dụng có hiệu quả, trong đó có Mô hình thông tin công trình - BIM (Building Information Modeling). Trên thế giới, BIM đang phát triển và được đánh giá là xu thế công nghệ chủ đạo của ngành xây dựng. Nhiều nước đã đặt vấn đề phát triển BIM là mục tiêu quốc gia, qua đó nâng cao hiệu quả, sức cạnh tranh của ngành xây dựng nước mình. Tại thời điểm hiện tại, BIM cũng là giải pháp quan trọng để tiếp cận cuộc Cách mạng công nghiệp 4.0 của ngành xây dựng.

Việc ứng dụng BIM tại Việt Nam từ chỗ chủ yếu được thực hiện tại một số dự án có yếu tố nước ngoài tham gia (do nước ngoài đầu tư hoặc thuê tư vấn quản lý dự án, thiết kế nước ngoài) đến nay nhiều cơ quan, tổ chức trong nước (chủ đầu tư, tư vấn, nhà thầu xây lắp) đã bắt đầu quan tâm, xem xét, triển khai do thấy được lợi ích mà BIM có thể mang lại. Qua tổng kết tại một số dự án cho thấy, ứng dụng BIM đã giúp chủ đầu tư rút ngắn tiến độ, tiết kiệm chi phí thông qua việc tối ưu hóa và xử lý trước các khó khăn trong giai đoạn thiết kế, thi công, kiểm soát chặt chẽ khối lượng thực hiện...

Triển khai nhiệm vụ của Đề án áp dụng Mô hình thông tin công trình (BIM) đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại quyết định số 2500/QĐ-TTg ngày 22/12/2016, Bộ Xây dựng đã chỉ đạo việc xây dựng khung đào tạo, bồi dưỡng kiến thức áp dụng BIM và biên soạn tài liệu phục vụ công tác đào tạo, bồi dưỡng kiến thức áp dụng BIM.

Sơ bộ chương trình khung đào tạo, bồi dưỡng kiến thức áp dụng BIM đã được Bộ Xây dựng công bố tại quyết định số 1056/QĐ-BXD ngày 11/10/2017. Mặt khác, Bộ Xây dựng đã chỉ đạo việc biên soạn tài liệu chi tiết đào tạo, bồi dưỡng kiến thức áp dụng BIM. Tài liệu chi tiết về đào tạo, bồi dưỡng kiến thức áp dụng BIM do Viện trưởng Viện Kinh tế xây dựng công bố tại quyết định số ... ngày ... tháng ... năm 2021 (trên cơ sở sự cho phép của Bộ Xây dựng) bao gồm 04 phần:

- Phần 1: Tổng quan về Mô hình thông tin công trình
- Phần 2: Môi trường, nền tảng và các công cụ BIM
- Phần 3: Tiêu chuẩn, hướng dẫn và triển khai BIM cho dự án
- Phần 4: Kiến thức, kỹ năng áp dụng BIM

Trong quá trình tham khảo các hướng dẫn của tài liệu chi tiết đào tạo, bồi dưỡng kiến thức áp dụng BIM, đề nghị các tổ chức, cá nhân có liên quan phản ánh về Viện Kinh tế xây dựng - Bộ Xây dựng những nội dung cần chỉnh sửa để làm cơ sở cho việc hoàn thiện bộ tài liệu.



# MỤC LỤC

|                                                                 |          |
|-----------------------------------------------------------------|----------|
| <b>BẢNG CHỮ VIẾT TẮT .....</b>                                  | <b>1</b> |
| <b>MÔI TRƯỜNG, NỀN TẢNG VÀ CÁC CÔNG CỤ BIM .....</b>            | <b>2</b> |
| 1. TỔNG QUAN VỀ MÔI TRƯỜNG, NỀN TẢNG VÀ CÔNG CỤ BIM .....       | 2        |
| 2. NỀN TẢNG BIM.....                                            | 3        |
| 2.1. AllPlan.....                                               | 3        |
| 2.2. ArchiCAD .....                                             | 4        |
| 2.3. Bentley Systems .....                                      | 6        |
| 2.4. Revit.....                                                 | 8        |
| 2.5. Tekla Structures.....                                      | 11       |
| 2.6. Các ứng dụng dựa trên nền tảng AutoCAD .....               | 13       |
| 3. CÔNG CỤ BIM .....                                            | 14       |
| 3.1. Công cụ thiết kế sơ bộ .....                               | 15       |
| 3.2. Công cụ tạo lập mô hình .....                              | 15       |
| 3.3. Công cụ phân tích, tính toán .....                         | 16       |
| 3.3.1. Các công cụ phân tích - Kiểm tra mô hình kiến trúc ..... | 18       |
| 3.3.2. Công cụ Phân tích Kết cấu.....                           | 18       |
| 3.3.3. Công cụ phân tích năng lượng/môi trường .....            | 19       |
| 3.3.4. Công cụ phân tích khác.....                              | 19       |
| 3.4. Công cụ đánh giá mô hình.....                              | 20       |
| 3.5. Công cụ đo bóc tiên lượng .....                            | 21       |
| 3.5.1. Công cụ dự toán và bóc tách khối lượng .....             | 21       |
| 3.5.2. Kiểm tra trực quan khối lượng.....                       | 21       |
| 3.6. Môi trường dữ liệu chung (CDE) .....                       | 22       |
| 3.7. Công cụ mô phỏng thi công.....                             | 23       |
| 3.8. Tạo lập bản vẽ thi công và chế tạo trong nhà máy .....     | 24       |
| 3.9. Công cụ quản lý vận hành .....                             | 24       |
| 3.10. Các công nghệ hỗ trợ đưa BIM ra công trường.....          | 25       |
| 3.10.1. Định vị công trình .....                                | 25       |
| 3.10.2. Kiểm tra chất lượng thi công .....                      | 26       |
| 3.10.3. BIM cho nghiệm thu .....                                | 26       |
| 4. LỰA CHỌN CÔNG NGHỆ.....                                      | 26       |
| 4.1. Lựa chọn công cụ, phần mềm.....                            | 26       |
| 4.2. Lựa chọn phần cứng .....                                   | 27       |
| 4.2.1. Công cụ chính .....                                      | 27       |
| 4.2.2. Công cụ hỗ trợ.....                                      | 28       |
| 5. CÁC ĐỊNH DẠNG FILE.....                                      | 28       |

|                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.1. Các định dạng file mở và các định dạng file độc quyền ..... | 28        |
| 5.2. Định dạng trong hoạt động trao đổi file .....               | 29        |
| <b>TÀI LIỆU THAM KHẢO.....</b>                                   | <b>30</b> |

## BẢNG CHỮ VIẾT TẮT

| STT | Viết tắt | Tiếng Anh                         | Tiếng Việt                      |
|-----|----------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1   | MEP      | Mechanical Electrical Plumbing    | Hệ thống cơ điện                |
| 2   | API      | Application Programming Interface | Giao diện lập trình ứng dụng    |
| 3   | CDE      | Common Data Environment           | Môi trường dữ liệu chung        |
| 4   | CFD      | Computational Fluid Dynamics      | Tính toán động lực học chất lưu |

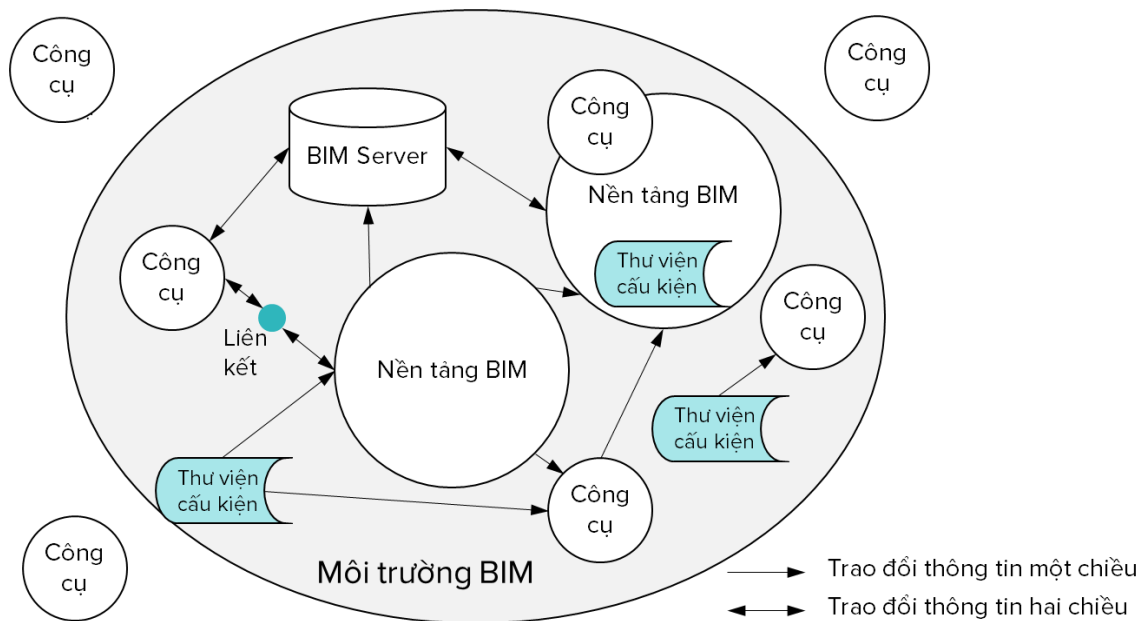
# MÔI TRƯỜNG, NỀN TẢNG VÀ CÁC CÔNG CỤ BIM

## 1. Tổng quan về Môi trường, nền tảng và công cụ BIM

**Công cụ BIM** (BIM tool) là các công cụ tạo lập, phân tích, đánh giá mô hình... để thực hiện các ứng dụng BIM cụ thể. Hiện nay có rất nhiều công cụ BIM khác nhau phù hợp với các loại hình công trình khác nhau, và nó ngày càng được phát triển để việc áp dụng BIM thực hiện hiệu quả hơn.

**Nền tảng BIM** (BIM platform) là nhóm các công cụ BIM, chủ yếu phục vụ tạo lập dữ liệu, thông tin. Hầu hết các nền tảng BIM thường bao gồm nhiều bộ công cụ BIM có mối liên hệ với nhau và có thể tích hợp, trao đổi thông tin qua lại trực tiếp được với nhau như tạo lập bản vẽ, phát hiện xung đột. Các nền tảng này cung cấp các bộ thư viện và chức năng khác nhau cho các bộ môn khác nhau. Ví dụ: Revit, ArchiCAD, Tekla Structures, Bentley AECOSim...

**Môi trường BIM** (BIM environment) là việc quản lý thông tin, dữ liệu được tạo ra từ các nền tảng BIM, công cụ BIM trong một tổ chức. Môi trường BIM có khả năng hỗ trợ việc giao tiếp trao đổi nhiều loại thông tin và quy trình trong dự án, tổ chức hoặc lĩnh vực. Môi trường BIM bao gồm cả server, thư viện cũng như quy trình làm việc trong dự án hoặc tổ chức.



Hình 1. Mối quan hệ giữa Môi trường, nền tảng và công cụ BIM

Khi nhiều nền tảng, mô hình dữ liệu được sử dụng sẽ đòi hỏi nhiều cấp độ quản lý dữ liệu và phối hợp. Điều này dẫn đến nhu cầu theo dõi và điều phối việc trao đổi thông tin giữa các bên và giữa các nền tảng. Môi trường BIM cũng hỗ trợ việc trao đổi các thông tin khác (ngoài mô hình dữ liệu) như video, ảnh, âm thanh, email và các dạng thông tin khác cần thiết trong quản lý dự án. Nền tảng BIM thường không có khả năng để quản lý thông

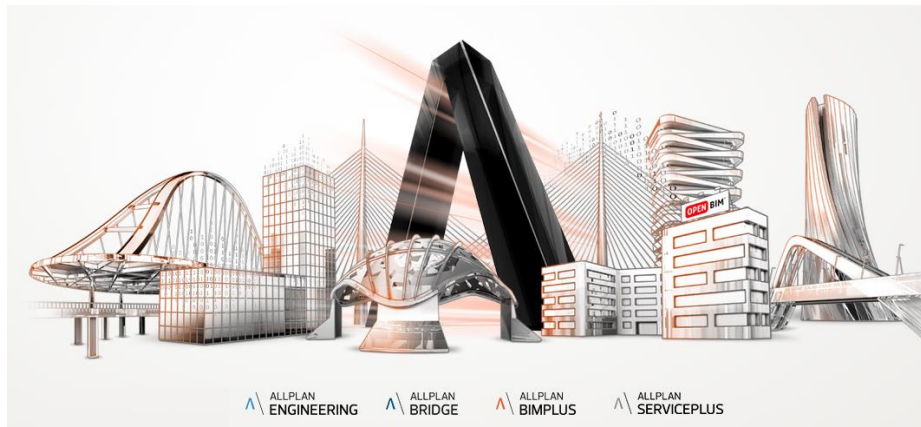
tin đa dạng như vậy. BIM server là thành phần và hỗ trợ môi trường BIM trong quản lý và trao đổi thông tin. Ngoài ra, môi trường BIM bao gồm thư viện cấu kiện để sử dụng lại và giao tiếp với các ứng dụng, công cụ khác để hỗ trợ công việc của tổ chức trong các lĩnh vực khác như quản lý, kế toán...

## 2. Nền tảng BIM

Nền tảng BIM có thể được sử dụng theo nhiều cách khác nhau bởi kiến trúc sư, kỹ sư kết cấu để tạo mô hình thiết kế và hồ sơ, bản vẽ; nhà thầu xây dựng xây dựng mô hình phối hợp; đơn vị quản lý vận hành để quản lý công trình... Dưới đây là đánh giá một cách tổng quát các nền tảng BIM đang được sử dụng phổ biến hiện nay, những đánh giá này được dựa trên cuốn “sổ tay BIM” của Eastman xuất bản năm 2011 và chỉ mang tính tham khảo trong giai đoạn biên soạn tài liệu này.

### 2.1. Allplan

Phiên bản đầu tiên của Allplan xuất hiện vào năm 1984 và trở thành thương hiệu của Tập đoàn Nemetschek. Đây là một dòng sản phẩm với các mô-đun dành cho kiến trúc, kết cấu và quản lý công trình với mô hình dựa trên tham số hoá. Các sản phẩm của Allplan nhẹ và có thể thực hiện tốt với các dự án có quy mô lớn, tuy nhiên người dùng có thể chia thành các dự án nhỏ hơn để dễ dàng quản lý hơn.



Hình 2. Một số công cụ BIM trong nền tảng Allplan<sup>1</sup>

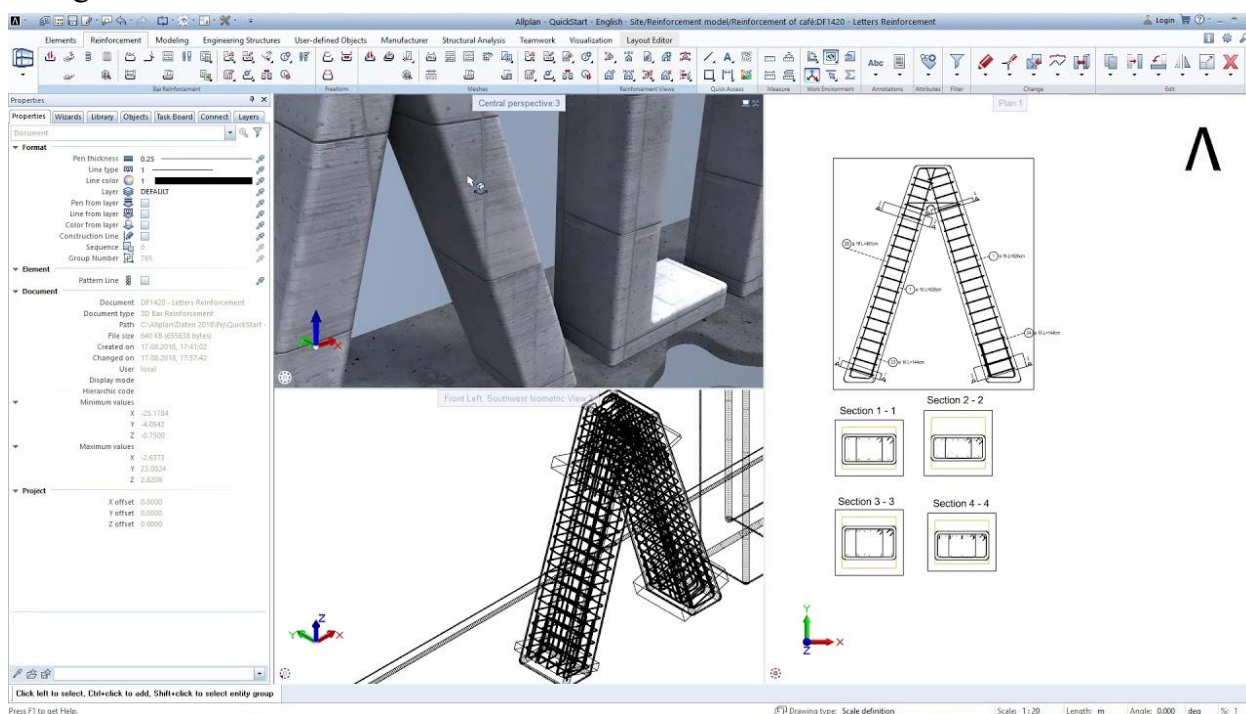
Từ năm 2016, Allplan kết hợp với “nhân” 3D Parasolid cho phép người dùng tạo mô hình phức tạp các bề mặt Bezier và NURBS.

Các đối tượng trong Allplan có thể được thêm các tham số, và phần mềm này có một bộ thư viện lớn có các đối tượng này và người dùng cũng có thể tạo ra các đối tượng có tham số. Allplan có giao diện lập trình ứng dụng dựa trên python, cho phép tùy chỉnh sâu

<sup>1</sup> Nguồn ảnh: <https://www.statikprogramlar.com/mimarlik-programlari/allplan-architecture/>



hơn vào phần mềm và có thể tự cho phép tối ưu hoá thiết kế dựa trên các tham số của đối tượng.



Hình 3. Giao diện phần mềm Allplan 2020

**Điểm mạnh:** đây là phần mềm mô hình dựa trên tham số và có thể tạo lập các hình học phức tạp. Các báo cáo, khối lượng, tiến độ có thể được xuất dễ dàng và tùy chỉnh cho phù hợp. Công cụ dựa trên đám mây cho phép chia sẻ mô hình dễ dàng. Các yếu tố 2D và 3D có thể được sử dụng cùng nhau một cách dễ dàng. Nó hỗ trợ cho thiết kế chi tiết kết cấu mạnh mẽ.

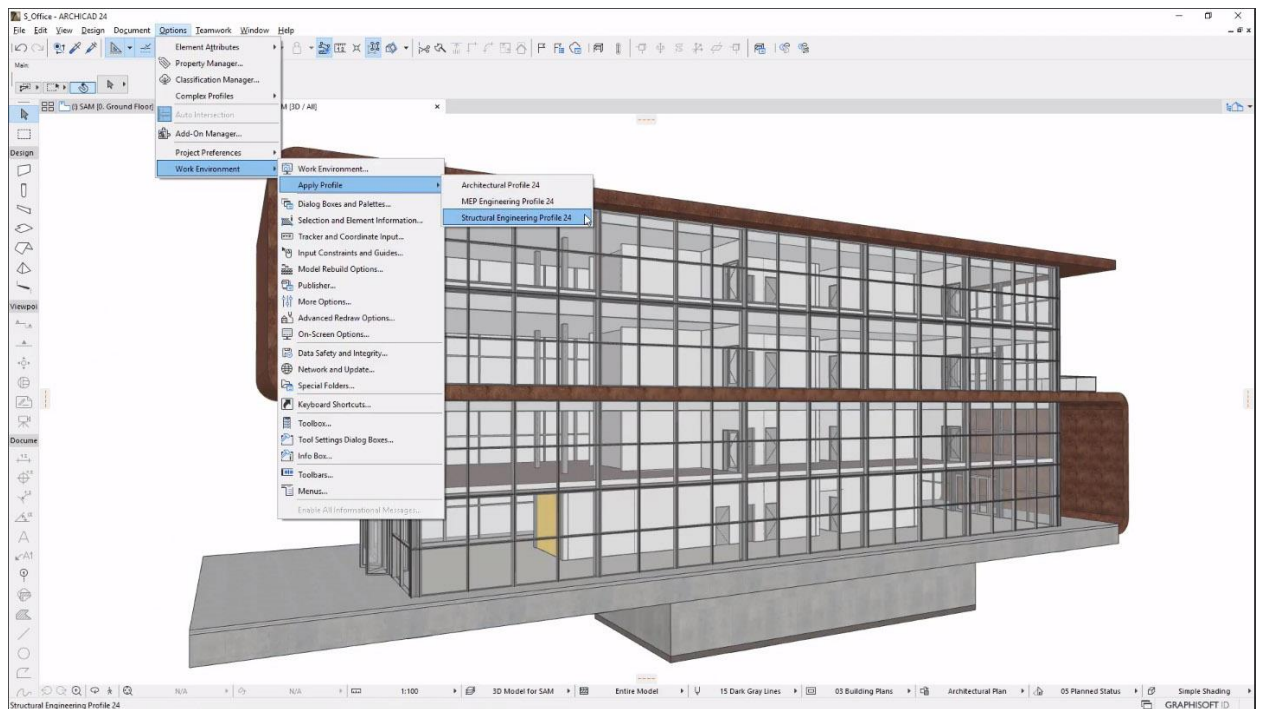
**Điểm yếu:** Giao diện phức tạp, các phần tử của mô hình Allplan ít liên kết với nhau hơn so với các phần mềm khác. Mô hình hệ thống MEP phải dựa vào các ứng dụng bên thứ 3 để tạo lập.

## 2.2. ArchiCAD

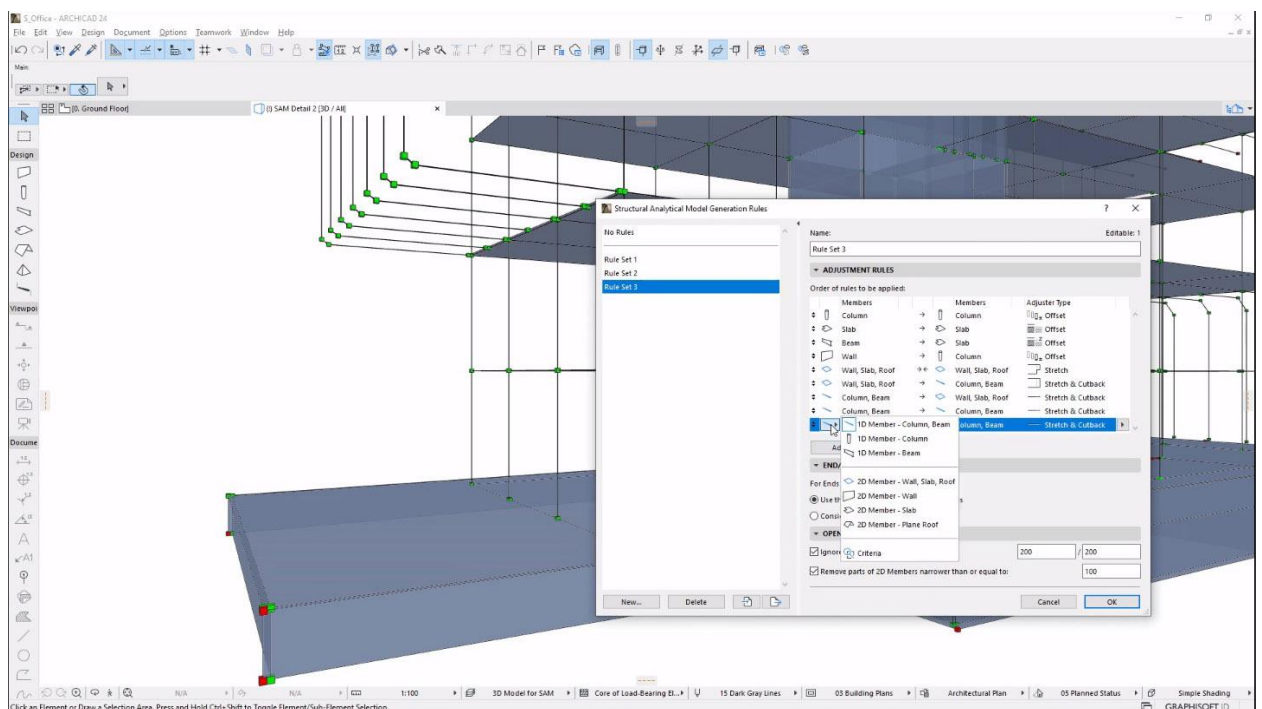
ArchiCAD là ứng dụng BIM lâu đời nhất được sử dụng cho kiến trúc do Graphisoft phát hành vào đầu những năm 1980. Năm 2007, Graphisoft được Nemetschek mua lại. ArchiCAD hỗ trợ 2 nền tảng hệ điều hành lớn là Mac OS và Windows.

Giao diện người dùng của ArchiCAD được thiết kế tốt, trực quan, dễ sử dụng. Việc tạo bản vẽ trong ArchiCAD được hệ thống quản lý tự động, có thể dễ dàng chèn các chi tiết khác vào khung bản vẽ thủ công. Nó có khả năng tạo lập mô hình cho quy hoạch, nội thất, bố trí không gian... Ngoài ra, nó chứa các thư viện đối tượng phong phú cho người dùng, được phân loại thành các nhóm chính như bê tông đúc sẵn, cấu kiện gỗ, hệ thống MEP... Mô hình tham số có một số hạn chế như không hỗ trợ các công thức đại số hoặc

điều kiện. Nó cũng có thể xây dựng các bề mặt cong phức tạp bằng các công cụ như Shell, Morph hoặc các công cụ bổ sung khác (add-in).



Hình 4. ArchiCAD 2020 đã hỗ trợ cho kiến trúc, kết cấu và MEP<sup>2</sup>



Hình 5. Phân tích kết cấu trên ArchiCAD 2020<sup>2</sup>

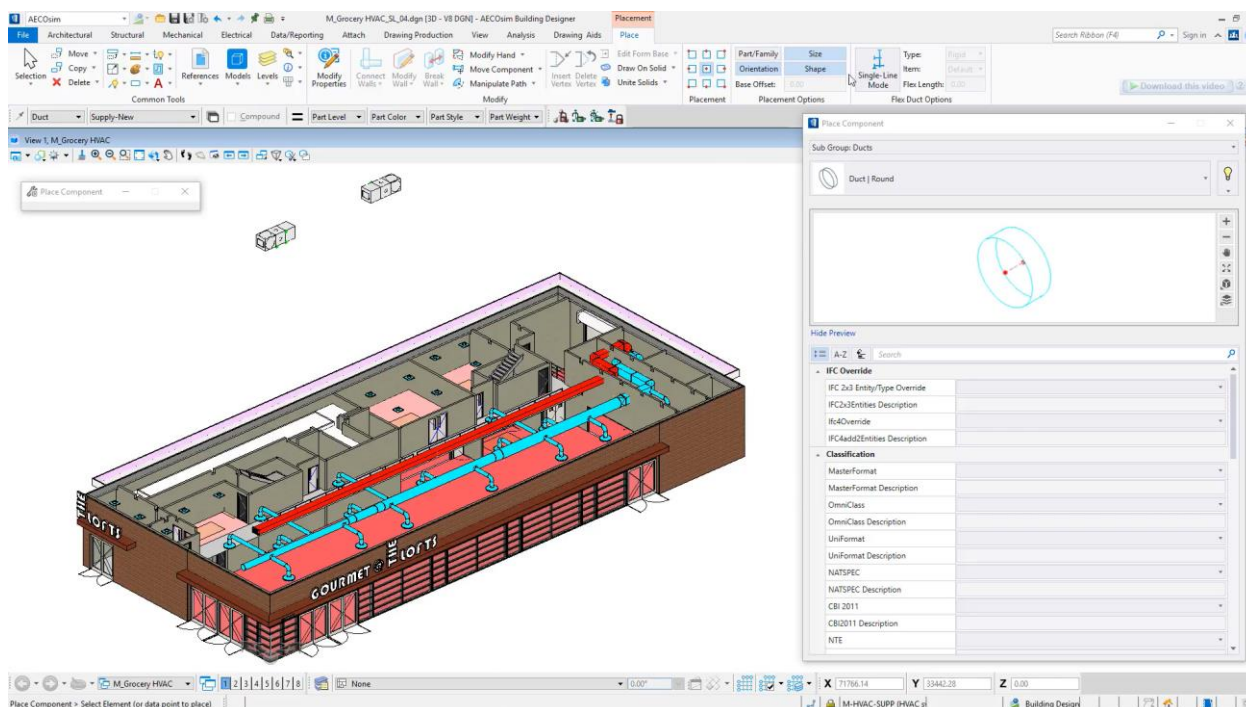
ArchiCAD hiện nay đã có thể tương tác với định dạng IFC và có khả năng trao đổi thông tin 2 chiều.

**Điểm mạnh:** ArchiCAD có giao diện trực quan và tương đối đơn giản, dễ sử dụng. Nó có bộ thư viện đối tượng lớn với các ứng dụng hỗ trợ phong phú trong thiết kế, thi công và quản lý công trình. Nó hỗ trợ tất cả các giai đoạn trong quá trình thực hiện dự án ngoài chế tạo.

**Điểm yếu:** Nó có hạn chế nhỏ trong khả năng tạo lập mô hình tham số.

## 2.3. Bentley Systems

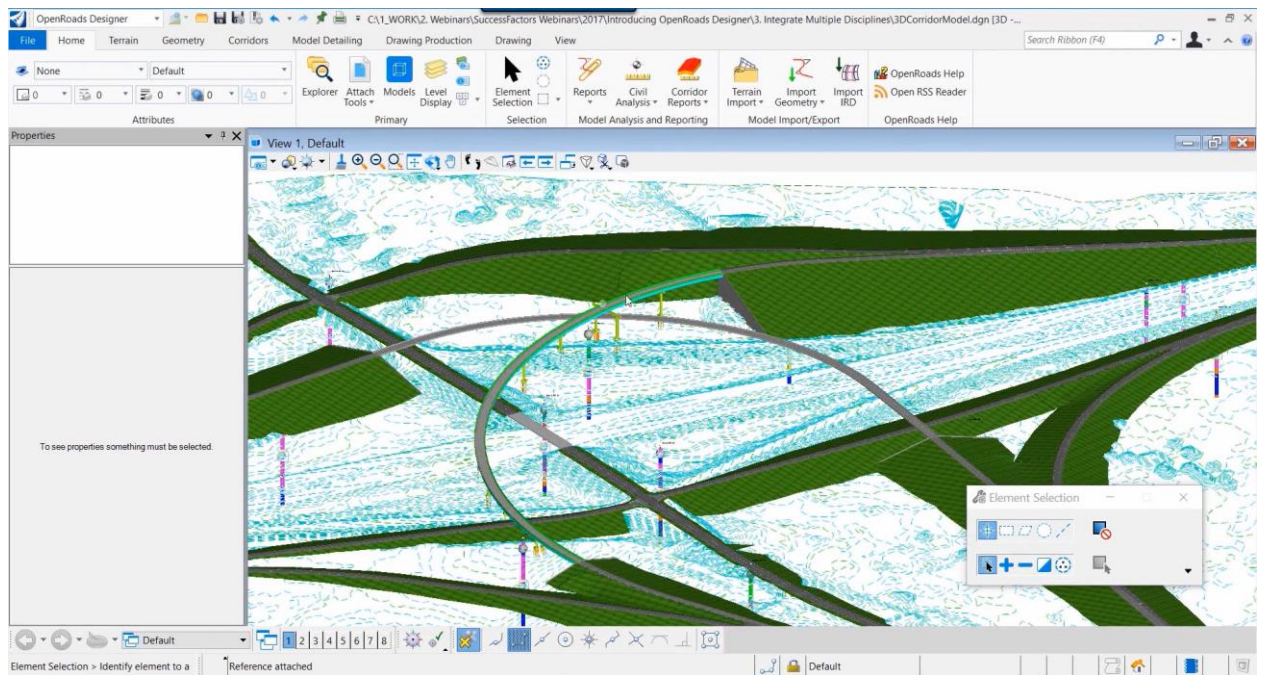
Bentley Systems cung cấp một loạt các sản phẩm liên quan cho kiến trúc, kết cấu, MEP, hạ tầng kỹ thuật. Bentley là một công ty lớn trong thị trường phần mềm xây dựng hiện nay. Ngoài các mô hình tạo lập mô hình thiết kế cơ sở, Bentley có một loạt các hệ thống bổ sung (khoảng 40 ứng dụng), trong đó có nhiều phần mềm được mua lại để phục vụ các phần mềm của hãng.



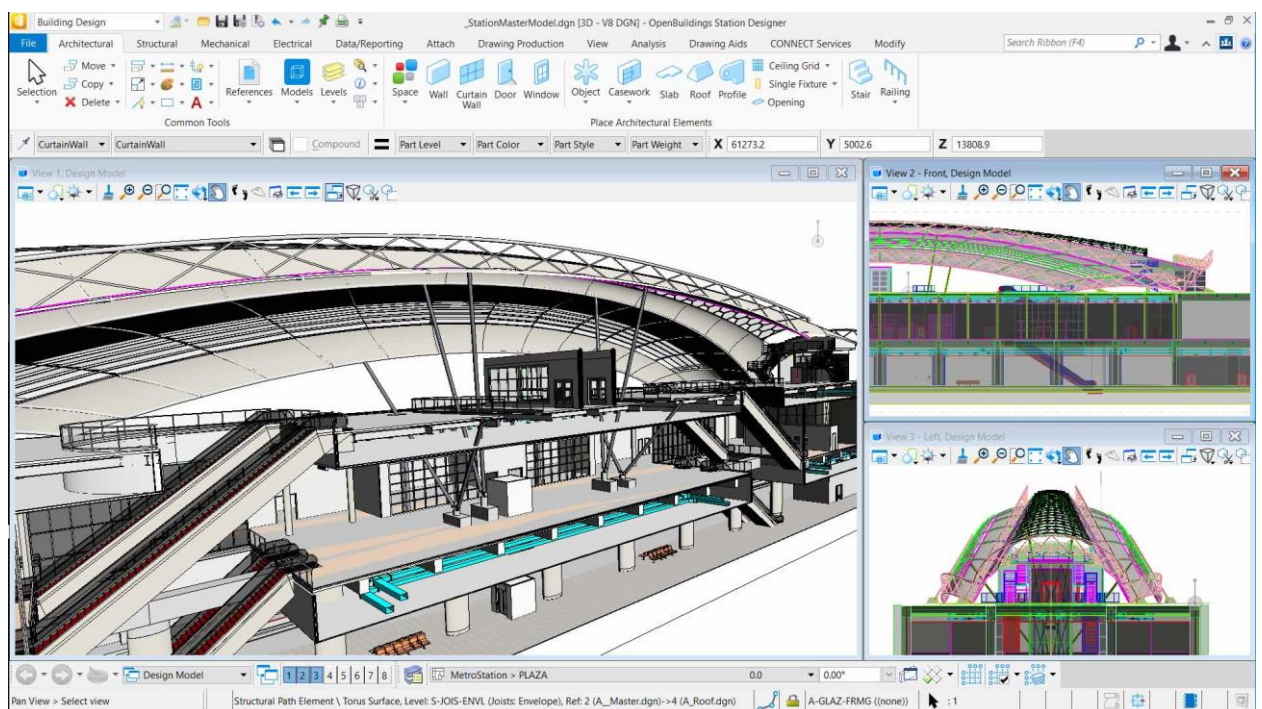
Hình 6. Giao diện của Bentley OpenBuilding Designer<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Nguồn ảnh: Youtube.com - OpenBuildings Designer - Single Line Modeling





Hình 7. Giao diện của Bentley OpenRoad Designer<sup>4</sup>



Hình 8. Giao diện của Bentley OpenBuilding Station Designer<sup>5</sup>

Các phần mềm của hãng có khả năng tạo các bề mặt có biên dạng tự do tốt. Đối với việc tạo lập bản vẽ, chi tiết 2D và chú thích trên mô hình 3D được hỗ trợ tốt. Khả năng tạo lập mô hình và bản vẽ 2D của nó rất mạnh. Có thể thêm các thuộc tính riêng vào các loại đối tượng khác nhau.

<sup>4</sup> Nguồn ảnh: Youtube.com - OpenRoads Designer - Integrate Multiple Disciplines

<sup>5</sup> Nguồn ảnh: New from Bentley for transit: OpenBuildings Station Designer - <https://www.railwayage.com/analytics/new-from-bentley-for-transit-openbuildings-station-designer/>

Ngoài ra, Bentley còn cung cấp máy chủ đa dự án được phát triển tốt và phổ biến là ProjectWise.

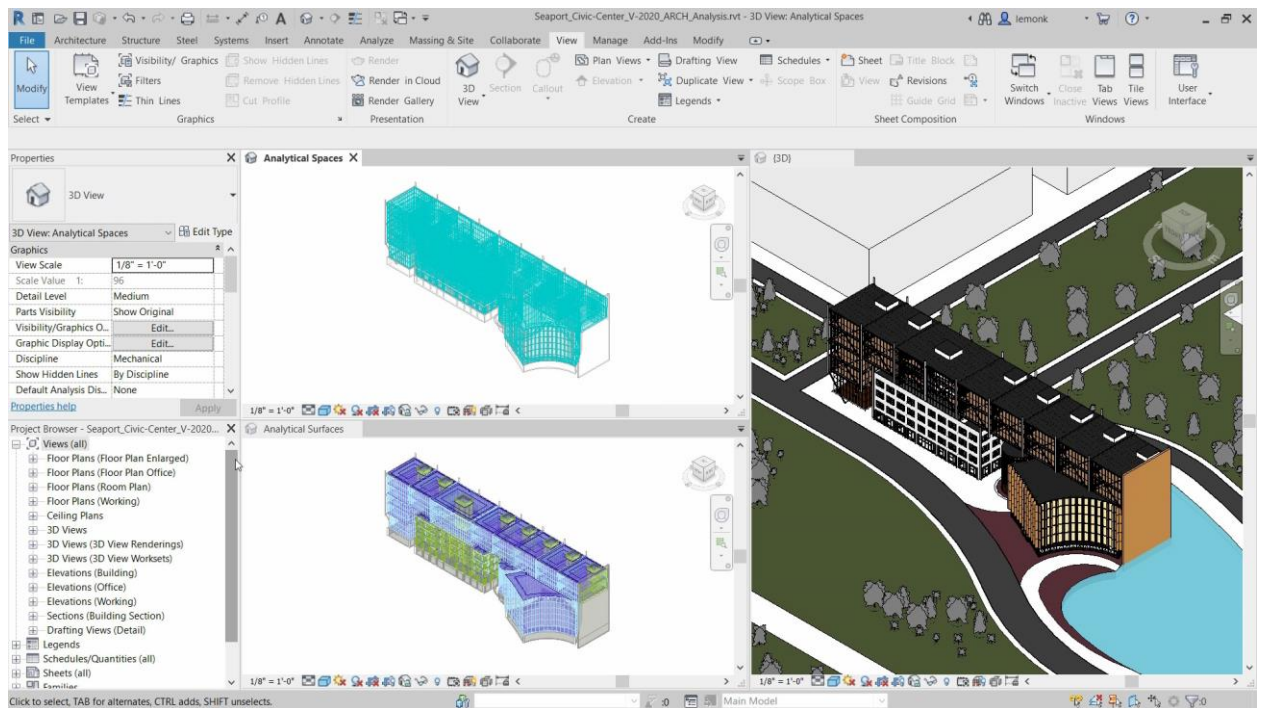
**Điểm mạnh:** Bentley cung cấp một loạt công cụ xây dựng mô hình, xử lý hầu hết các khía cạnh của ngành xây dựng. Nó hỗ trợ mô hình hoá với các bề mặt cong phức tạp. Nó bao gồm nhiều cấp độ hỗ trợ để phát triển các đối tượng tham số tùy chỉnh, bao gồm cả Parametric Cell Studio và Generative Components. Nó cho phép xác định các tổ hợp hình học tham số phức tạp. Bentley còn hỗ trợ đa nền tảng.

**Điểm yếu:** Do các công cụ của Bentley phân hoá, có độ nhất quán về dữ liệu và giao diện người dùng ở một mức nhất định nên cần nhiều thời gian tìm hiểu và sử dụng.

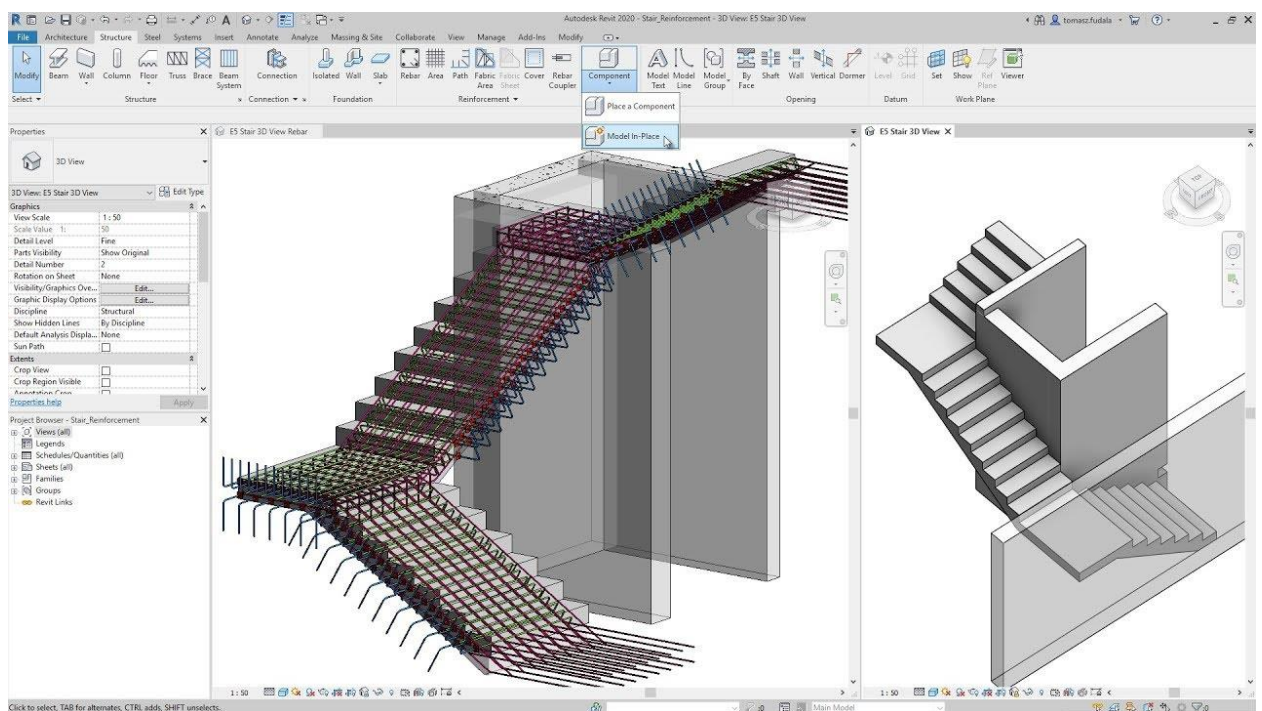
## 2.4. Revit

Revit là nền tảng BIM nổi tiếng và phổ biến được Autodesk giới thiệu vào năm 2002 sau khi Autodesk mua lại phần mềm Revit từ một công ty mới thành lập.

Revit cung cấp giao diện dễ sử dụng, các menu được tổ chức tốt theo công việc. Khả năng hỗ trợ tạo bản vẽ rất tốt, quá trình xuất bản bản vẽ có tính liên kết chặt chẽ, vì vậy việc xuất bản vẽ được quản lý dễ dàng. Revit cung cấp khả năng chỉnh sửa 2 chiều giữa bản vẽ và mô hình. Revit cũng hỗ trợ các đối tượng dựa trên tham số, bao gồm các hàm lượng giác cũng như hàm điều kiện. API của Revit hỗ trợ tốt việc phát triển ứng dụng bên ngoài. Autodesk cũng đã xây dựng một cửa hàng để các lập trình viên có thể bán (miễn phí và có phí) các ứng dụng hỗ trợ Revit của mình.



Hình 9. Mô hình kiến trúc được dựng bằng Revit 2020 có thể được sử dụng để thực hiện các phân tích khác nhau<sup>6</sup>

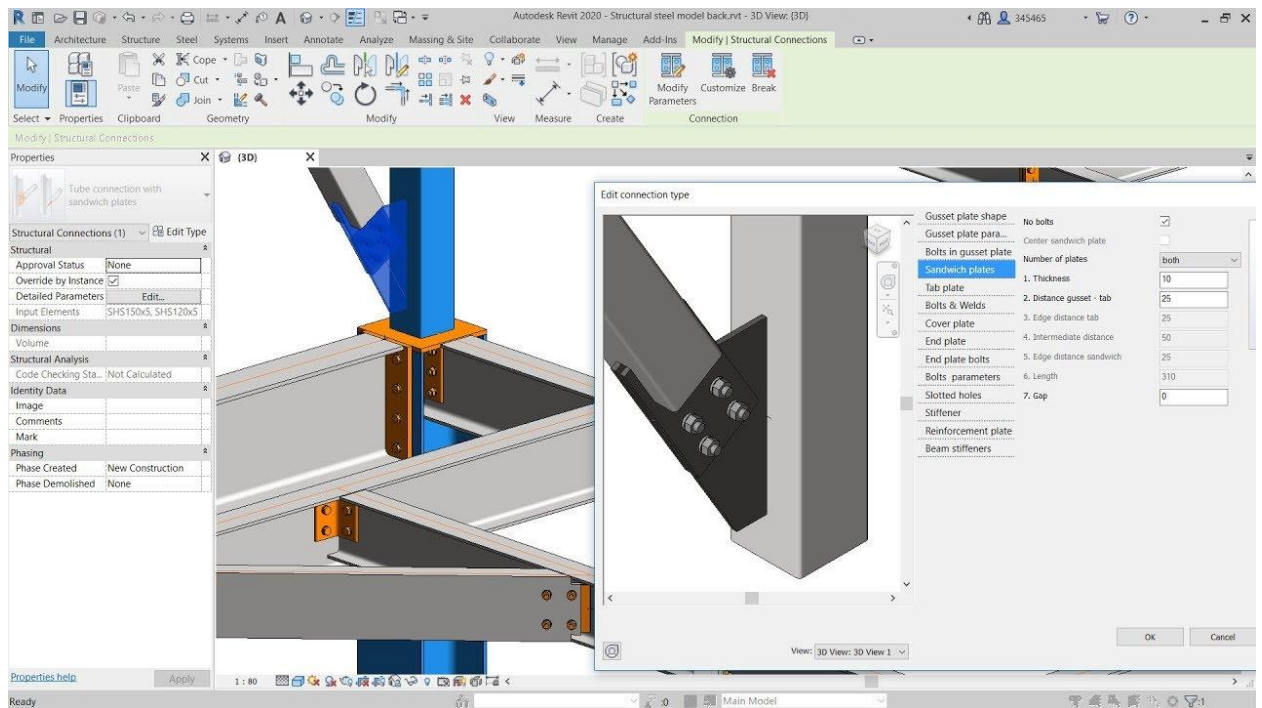


Hình 10. Mô hình cầu thang trong Revit<sup>7</sup>

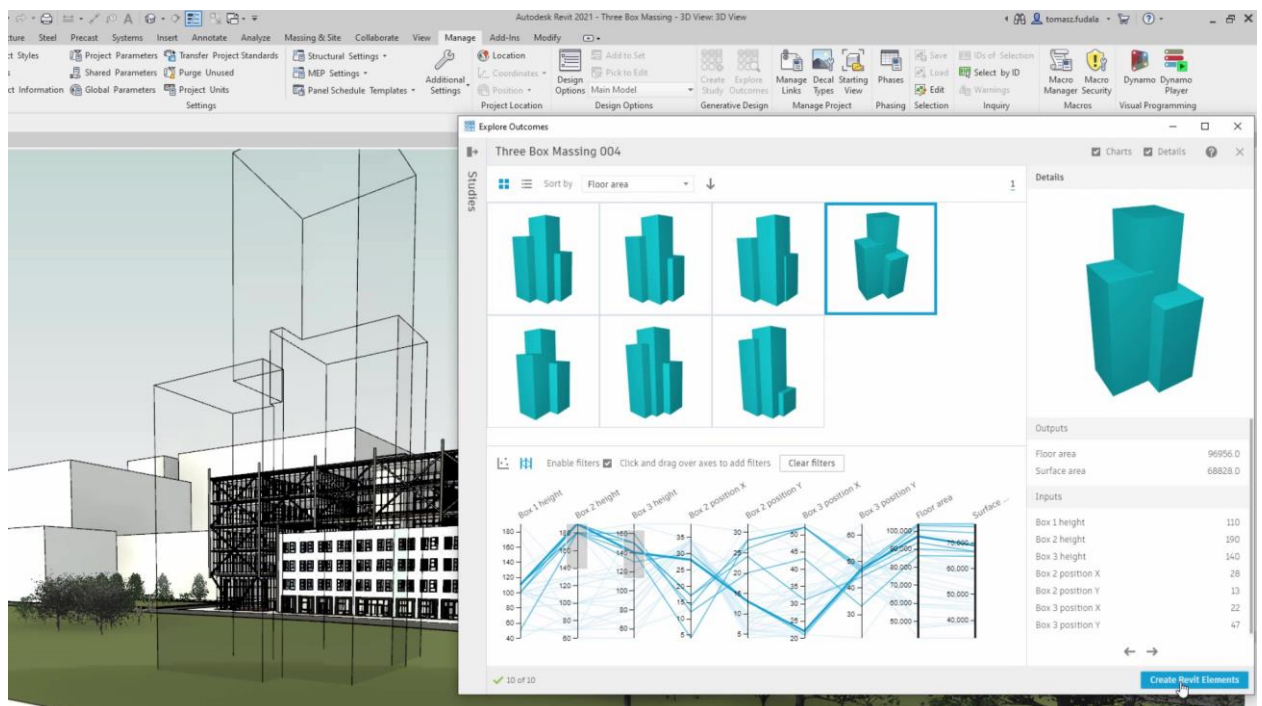
<sup>6</sup> Nguồn ảnh: What's new in Revit 2020.1 - <https://blogs.autodesk.com/revit/2019/08/21/whats-new-in-revit-2020-1/>

<sup>7</sup> Nguồn ảnh: Revit 2020: Rebar in Model-in-place Stairs - <https://www.revit.news/2019/04/revit-2020-rebar-in-model-in-place-stairs-2/>





Hình 11. Kết cấu thép trong Revit 2020<sup>8</sup>



Hình 12. Revit hỗ trợ Generative Design<sup>9</sup>

Ngoài ra, nó còn có thể tương tác với các phần mềm khác trong hệ sinh thái của Autodesk như AutoCAD Civil 3D để phân tích địa điểm, Autodesk Inventor để hỗ trợ chế tạo các cấu kiện, Naviswork để mô phỏng tiến độ, các phần mềm khác của hãng thứ 3 về

<sup>8</sup> Nguồn ảnh: *Revit 2020: Steel Connections Grouping* – Youtube.com

<sup>9</sup> Nguồn ảnh: *Autodesk áp dụng Generative Design vào ngành xây dựng* - <https://onecadvn.com/blog/autodesk-ap-dung-generative-design-vao-nganh-xay-dung>

bóc tách khối lượng (Cubicost, US Cost, Cost OS...) hay mô phỏng tiến độ (Primavea, Synchro 4D...) hay các phần mềm tạo lập mô hình khác như SketchUp, Rhinoceros...

**Điểm mạnh:** thể hiện trực quan, khả năng tạo lập bản vẽ rất tốt. Rất dễ học và sử dụng, giao diện thân thiện với người dùng. Có bộ thư viện đối tượng lớn do nhiều bên thứ 3 phát triển. Đây là nền tảng có hỗ trợ cho các công cụ BIM khác có thể liên kết trực tiếp với nó. Revit hỗ trợ đồng bộ 2 chiều giữa bản vẽ và mô hình và cho phép nhiều người cùng tham gia thực hiện trong cùng một file dự án.

**Điểm yếu:** Với các file dự án có dung lượng >250MB thì Revit khá nặng nề, ngoài ra dung lượng cài đặt của phần mềm lớn hơn khá nhiều so với các phần mềm tạo lập mô hình khác. Khả năng tạo các bề mặt cong phức tạp của nó không được đánh giá cao.

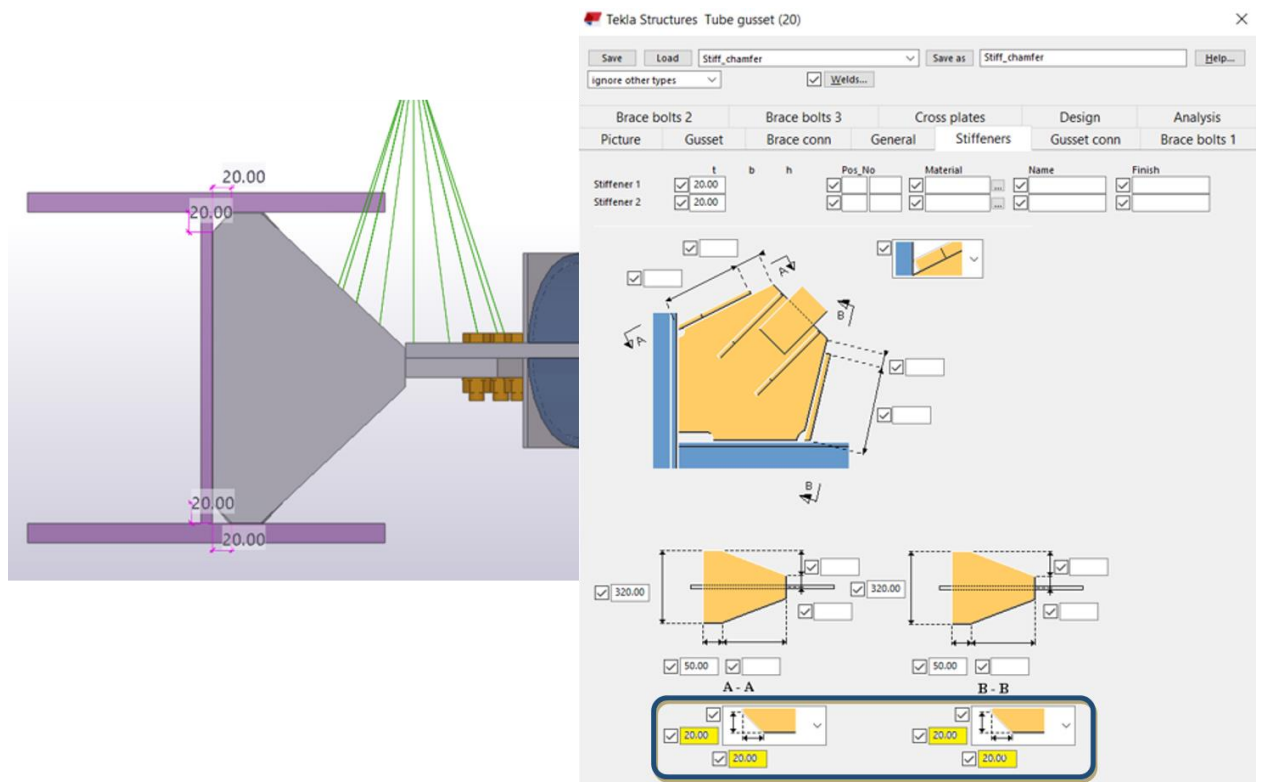
## 2.5. Tekla Structures

Tekla Structures được phát triển bởi Tekla Corp được thành lập vào năm 1966. Năm 2012, Trimble mua lại Tekla. Sản phẩm đầu tiên của nó là Xsteel được giới thiệu vào đầu những năm 1990 và trở thành phần mềm thể hiện chi tiết kết cấu thép hàng đầu thế giới. Đến đầu năm 2000, Tekla bổ sung thiết kế kết cấu gỗ và bê tông đúc sẵn, năm 2004 đổi tên phần mềm thành Tekla Structures để thể hiện khả năng đáp ứng của nó với nhiều loại kết cấu khác nhau. Những năm gần đây, nó còn được bổ sung thêm các tính năng liên quan đến tính toán kết cấu. Ngoài ra, nó còn cung cấp các tính năng tạo các bản vẽ chế tạo và kết nối với các phần mềm khác phục vụ chế tạo tự động. Nó hỗ trợ các đối tượng có tham số, cho phép người dùng tạo lập các loại cấu kiện tham số theo yêu cầu. Tuy nhiên, đây là một hệ thống phức tạp với nhiều chức năng, cần nhiều thời gian để tìm hiểu và học hỏi.

Tekla hỗ trợ nhiều người dùng cùng truy cập vào một dự án.







Hình 15. Tùy chỉnh thông số liên kết trong Tekla Structure

**Điểm mạnh:** Khả năng linh hoạt để mô hình hoá các kết cấu kết hợp nhiều loại kết cấu khác nhau, khả năng đáp ứng các mô hình có quy mô lớn, nhiều người dùng có thể thực hiện đồng thời trên một dự án. Bộ thư viện cấu kiện theo tham số lớn, đáp ứng được hầu hết các yêu cầu cơ bản.

**Điểm yếu:** Mặc dù đây là công cụ mạnh mẽ, đầy đủ chức năng nhưng yêu cầu rất nhiều thời gian để tìm hiểu và sử dụng thành thạo. Khả năng của các cấu kiện theo tham số rất tốt, tuy nhiên để tạo lập các loại cấu kiện này cần kỹ năng cao. Các đối tượng có bề mặt phức tạp không được hỗ trợ mạnh mẽ, người dùng cần nhập từ các phần mềm mô hình hoá khác, tuy nhiên Tekla chỉ có thể đọc được chúng mà không thể chỉnh sửa trực tiếp.

## 2.6. Các ứng dụng dựa trên nền tảng AutoCAD

Việc các ứng dụng dựa trên AutoCAD có thể được phân loại như các nền tảng BIM hay không là một vấn đề tranh cãi bởi nó có thể mô hình hoá các đối tượng bằng cách sử dụng các khối. Tuy nhiên, AutoCAD không có tính toàn vẹn giữa các đối tượng như một nền tảng BIM thực thụ. Dù vậy, các phần mềm này vẫn được đánh giá ở đây vì hiện nay chúng vẫn đang được sử dụng rộng rãi. Autodesk AutoCAD là phần mềm thiết kế 2D phổ biến nhất hiện nay trên thế giới và được hầu hết các công ty trong ngành xây dựng sử dụng.

Autodesk khuyến khích các bên thứ 3 sử dụng AutoCAD làm nền tảng và phát triển các công cụ, phần mềm mới bằng cách sử dụng các ngôn ngữ lập trình mạnh mẽ như AutoLISP, Visual Basic, VB Script và ARX. Điều này dẫn đến sự phát triển của cộng đồng

phát triển trên toàn thế giới với nhiều công cụ phục vụ đặc thù cho các ngành như kết cấu thép, hệ thống MEP, kết cấu gỗ và nhiều ứng dụng khác.

**Điểm mạnh:** Dễ dàng áp dụng cho người dùng AutoCAD vì tính nhất quán của giao diện người dùng, dễ sử dụng vì được xây dựng dựa trên các chức năng của AutoCAD. Có bộ API hỗ trợ nhiều ngôn ngữ lập trình khác nhau.

**Điểm yếu:** Đây không phải là mô hình tham số, các quy tắc đối tượng và mối liên hệ giữa chúng, cần thay đổi thủ công các bản vẽ.

### 3. Công cụ BIM

Trước khi có BIM, sự phối hợp giữa các bên tham gia thực hiện dự án thường không chặt chẽ và các thông tin không được chia sẻ đến tất cả các thành viên một cách đầy đủ. Các công nghệ và công cụ BIM đóng vai trò quan trọng trong việc hỗ trợ chia sẻ và trao đổi dữ liệu hướng tới sự hợp tác toàn diện giữa các bên liên quan trong toàn bộ vòng đời của dự án.

Các công cụ BIM được phân loại dựa vào các chức năng chính của chúng để đáp ứng đầy đủ các mục đích khác nhau trong quá trình triển khai thực hiện dự án:

- Công cụ thiết kế sơ bộ;
- Công cụ tạo lập mô hình;
- Công cụ phân tích, tính toán;
- Công cụ đánh giá mô hình;
- Công cụ đo bóc khối lượng, dự toán;
- Môi trường dữ liệu chung (CDE);
- Công cụ mô phỏng thi công;
- Tạo lập bản vẽ thi công và chế tạo trong nhà máy;
- Công cụ quản lý vận hành.

Hiện nay có bốn nhà phát triển phần mềm BIM lớn trên thế giới: Autodesk®; Bentley Systems, Inc; Nemetschek và Trimble. Mỗi nhà phát triển này đều có hàng trăm ứng dụng phần mềm với các mục đích khác nhau. Ngoài ra cũng có rất nhiều công ty có quy mô nhỏ đang dần hình thành và phát triển công cụ phù hợp với thị trường mà họ nhắm đến. Tuy nhiên, điều quan trọng đối với các phần mềm trong môi trường BIM là khả năng tương tác, các phần mềm có thể giao tiếp với nhau thông qua các định dạng tệp tin chung.

Thông tin chi tiết về một số công cụ BIM trong Phụ lục kèm theo. Ma trận các công cụ BIM đưa ra các thông tin tổng quan về các công cụ BIM khác nhau. Bảng này không xem xét chất lượng của các công cụ mà nêu rõ trọng tâm chính của mỗi ứng dụng và cách sử dụng cho các dự án BIM. Bảng này có thể được sử dụng để tham khảo khi lựa chọn các phần mềm cho dự án áp dụng BIM.

### **3.1. Công cụ thiết kế sơ bộ**

Các công cụ này thường được sử dụng để tạo lập mô hình 3D sơ bộ dựa trên các dữ liệu tham khảo của dự án. Các dữ liệu tham khảo này có thể là đám mây điểm (point-cloud), dữ liệu khảo sát... Mô hình 3D sơ bộ được sử dụng để đánh giá tính khả thi của các phương án thiết kế và đưa ra quyết định cũng như có thể tính toán sơ bộ về tổng mức đầu tư, mức độ tiêu hao năng lượng, chi phí vận hành trong vòng đời của công trình, lựa chọn vật liệu chủ đạo cho công trình...

### **3.2. Công cụ tạo lập mô hình**

Hiện nay có rất nhiều công cụ tạo lập mô hình BIM và mỗi công cụ có một điểm mạnh - yếu khác nhau. Thông thường, tùy thuộc vào mục đích tạo lập mô hình (kiến trúc, kết cấu, MEP, hạ tầng kỹ thuật...) người ta lựa chọn các công cụ cho phù hợp. Thông thường các phần mềm đều có hệ thống thư viện các mẫu cấu kiện để người dùng có thể giảm thời gian, nâng cao chất lượng trong quá trình tạo lập mô hình.

Công cụ tạo lập mô hình được các đơn vị thiết kế sử dụng để xây dựng mô hình 3D thông thường dựa trên các yêu cầu của Chủ đầu tư. Nhà thầu thi công tạo lập, phát triển mô hình trong giai đoạn thi công và hoàn công. Trong trường hợp giai đoạn thiết kế không tạo lập mô hình BIM, nhà thầu cần dựa vào bản vẽ 2D trong giai đoạn thiết kế để tạo lập mô hình 3D phục vụ quá trình thi công.

Chức năng chính: Tạo lập mô hình, liên kết dữ liệu với các thành phần trong mô hình

Không phải tất cả các công cụ tạo lập mô hình đều giống nhau. Chúng thường được xây dựng tùy theo bộ môn mà chúng hướng tới (VD: Kiến trúc, kết cấu, MEP, quy hoạch, hạ tầng kỹ thuật...). Với mỗi bộ môn, sẽ có rất nhiều công cụ có thể tạo lập mô hình.

#### ***Công cụ tạo lập cho bộ môn kiến trúc***

Có rất nhiều công cụ mà kiến trúc sư có thể sử dụng để tạo lập mô hình kiến trúc. Một trong số các công cụ này có thể được sử dụng để phác thảo các mô hình. Một số khác được phát triển đặc biệt để tạo ra các mô hình 3D đầy đủ thông tin, có thể đóng vai trò là nền tảng cho BIM. Các công cụ kiến trúc được phân làm hai loại chính – tạo lập mô hình sơ bộ và mô hình chi tiết. Sự khác biệt giữa hai loại công cụ này là mức độ chi tiết của mô hình để phục vụ các giai đoạn tiếp theo của dự án (xuất bản vẽ, phân tích...).

#### ***Công cụ tạo lập cho bộ môn kết cấu***

Tương tự như bộ môn kiến trúc, bộ môn kết cấu cũng có rất nhiều công cụ khác nhau. Một số phục vụ cho thiết kế kết cấu chung, một số khác lại tập trung vào thiết kế chi tiết. Ngoài ra còn có một vài công cụ cho các loại kết cấu cụ thể (ví dụ: thép, bê tông chế tạo sẵn, bê tông cốt thép...).

#### ***Công cụ tạo lập cho bộ môn cơ điện***

Các công cụ MEP cho phép chuyển đổi từ phương thức làm việc truyền thống sang làm việc qua môi trường BIM. Việc áp dụng BIM trong thiết kế MEP được đánh giá là đặc biệt quan trọng do đặc thù trong yêu cầu về sự chính xác khi phối hợp không gian với các bộ môn khác.

Có rất ít các dịch vụ trong thiết kế phòng cháy chữa cháy. Hiện tại, chỉ có khoảng ba ứng dụng trong danh mục này. Điều này có thể một phần là do chậm trễ áp dụng 2D CAD từ bản vẽ truyền thống, do cần thiết phải tính toán nhiều cho các ống, van và phụ kiện đúng kích thước.

### **3.3. Công cụ phân tích, tính toán**

Các công cụ thực hiện phân tích BIM rất quan trọng đối với quá trình áp dụng BIM và sử dụng chúng trong tất cả các giai đoạn trong vòng đời của dự án. Loại công cụ này hoàn toàn tập trung vào thông tin (“I” trong BIM) qua việc phân tích dữ liệu từ mô hình như phân tích kết cấu, hiệu quả sử dụng năng lượng, thẩm tra thiết kế...

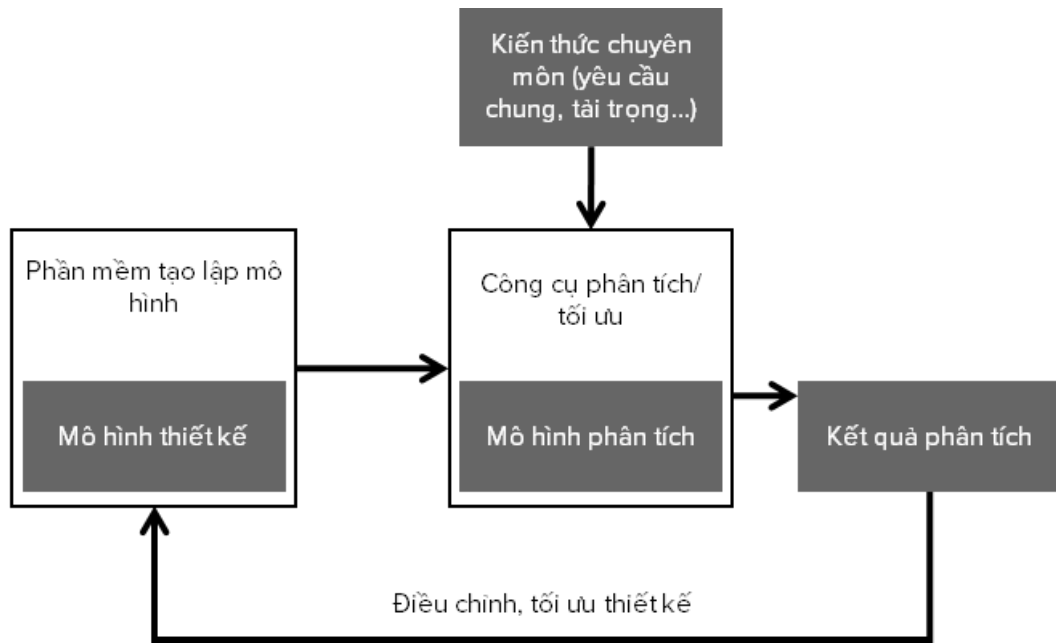
Từ các dữ liệu được phân tích có thể dễ dàng đưa ra các quyết định phù hợp.

Trong giai đoạn thiết kế sơ bộ, Chủ đầu tư có thể xem xét sản phẩm/hồ sơ thiết kế trên nhiều phương diện như phân tích địa điểm xây dựng, hình dáng công trình, mức tiêu thụ năng lượng sơ bộ, chi phí xây dựng dự kiến dựa vào mô hình BIM 3D và các công cụ phân tích khác nhau.

Khi chuyển sang giai đoạn thiết kế kỹ thuật, đơn vị tư vấn thiết kế có thể thực hiện phân tích kết cấu, các hệ thống MEP và các loại hệ thống khác hoặc phân tích, lựa chọn vật liệu... nhằm lựa chọn ra phương án tối ưu nhất cho công trình.

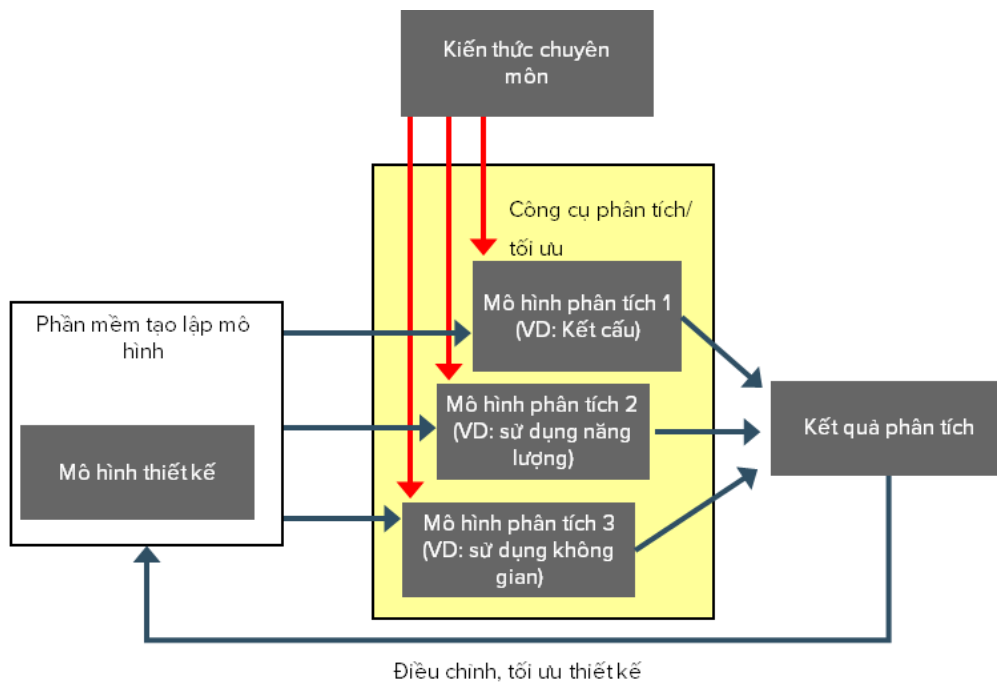
Điều quan trọng để thực hiện phân tích mô hình BIM là thiết lập mối liên hệ giữa công cụ tạo lập mô hình và công cụ phân tích. Một số thông tin cần thiết (tính chất vật liệu, tải trọng...) trong mô hình BIM phải phù hợp để các phần mềm phân tích có thể truy cập để phân tích dữ liệu.





Hình 16. Quy trình phân tích, tối ưu thiết kế

Hình trên là ví dụ về chu trình thiết kế và phân tích để tối ưu hoá một thiết kế kết cấu. Ngoài ra, các dự án cần được đánh giá dựa trên nhiều phương diện khác nhau (kết cấu, sử dụng năng lượng, sử dụng không gian, tối ưu chi phí...), vì vậy mô hình BIM cần được đồng thời phân tích dựa trên nhiều phương diện khác nhau, đưa ra các phương án phù hợp để tối ưu đồng thời dựa trên các tiêu chí đơn vị thiết kế đưa ra. Hiện nay, nhiều đơn vị tư vấn thiết kế đã áp dụng phân tích/ tối ưu thiết kế dựa trên mô hình BIM, các mô hình kết cấu được xử lý trong phần mềm phân tích kết cấu, dựa vào các thuật toán và các quy tắc để tối ưu tiết diện cấu kiện.



Hình 17. Quy trình phân tích, tối ưu thiết kế đa phương diện

Không chỉ tối ưu thiết kế trên một phương diện, việc tối ưu có thể thực hiện trên nhiều phương diện khác nhau, so sánh các phương án để lựa chọn phương án tối ưu nhất.

Hình trên đây miêu tả cách chu trình tối ưu thiết kế cho 1 công trình trên 3 phương diện khác nhau: kết cấu, năng lượng sử dụng, sử dụng không gian. Từ các kết quả đánh giá trên, các phương án được đưa ra, chỉnh sửa mô hình thiết kế và được phân tích lại. Chu trình trên được lặp đi lặp lại nhiều lần để đưa ra phương án thiết kế tối ưu nhất.

Khi thực hiện phân tích, cần xác định một số điểm sau:

- Mục tiêu của quá trình phân tích;
- Những phân tích nào sẽ được sử dụng;
- Hiệu suất được tính toán/ đo lường như thế nào;
- Kết quả được chia sẻ và báo cáo như thế nào.

Dưới đây sẽ trình bày các ví dụ về công cụ phân tích mô hình thường được sử dụng trong giai đoạn thiết kế.

#### *3.3.1. Các công cụ phân tích - Kiểm tra mô hình kiến trúc*

Trước khi có BIM, các thiết kế kiến trúc thường được thực hiện kiểm tra thủ công bằng cách đánh dấu trên bản vẽ giấy, tuy nhiên với việc BIM dần được áp dụng rộng rãi, thì các công cụ phân tích – kiểm tra mô hình dần được xây dựng và đưa vào sử dụng phổ biến. Các công cụ này có thể thực hiện kiểm tra tự động theo một số quy tắc được đưa ra để đảm bảo yêu cầu về thiết kế: kích thước thang thoát hiểm, hành lang, chiều cao lan can, đường thoát hiểm...

Mục đích: Phân tích tính khả dụng của thiết kế kiến trúc, các đối tượng trong mô hình không bị trùng lặp, quy định, tiêu chuẩn của dự án...

Kết quả: Các báo cáo phân tích cụ thể với các nội dung, quy tắc được đặt ra. Các báo cáo này có thể ở định dạng PDF, XML, RTF...

#### *3.3.2. Công cụ Phân tích Kết cấu*

Các công cụ phân tích kết cấu sẽ lấy các thông tin từ mô hình BIM để tiến hành phân tích kết cấu. Tuy nhiên, không phải tất cả thông tin đều được xử lý trong lúc mô hình hoá mà cần được thêm vào trong phần mềm phân tích kết cấu.

Mục tiêu:

- Nội lực của các cấu kiện trong công trình;
- Khả năng chịu tải trọng, động đất của các cấu kiện và liên kết.

Cách thức mô hình được phân tích: bổ sung các thông tin cần thiết mà chưa được mô hình hoá (định nghĩa tải trọng, gán tải trọng, kích thước, thông số liên quan đến cấu kiện, vật liệu, liên kết...), phân tích nội lực theo nguyên tắc phần tử hữu hạn, kiểm tra bền, võng của các cấu kiện theo các tiêu chuẩn thiết kế...

Kết quả: Các báo cáo liên quan đến tải trọng, khả năng chịu bền, biến dạng...

### 3.3.3. Công cụ phân tích năng lượng/môi trường

Các công cụ phân tích năng lượng đang được phát triển với tốc độ nhanh và dần được áp dụng rộng rãi do các lợi ích mà nó đem lại với dự án cũng như môi trường. Thời gian sử dụng công trình rất dài, vì vậy những lợi ích mà nó đem lại là rất lớn như tiết kiệm điện, nước, hạn chế chất thải ra môi trường... Để phân tích năng lượng cho một công trình, các dữ liệu liên quan cần được cập nhật trong quá trình tạo lập mô hình.

Một số loại phân tích thường được sử dụng:

- Bức xạ năng lượng mặt trời;
- Phân tích nhiệt;
- Chiếu sáng (cả ánh sáng tự nhiên và nhân tạo);
- Âm học;
- Hệ thống thông gió.

Việc xác định các phân tích sẽ được sử dụng nên được thực hiện ngay trong quá trình thiết kế. Các mô hình đem vào phân tích cần có mức độ phát triển thông tin phù hợp với các phân tích và trong quá trình thiết kế, các mô hình cũng cần được phân tích để đưa ra quyết định cho việc điều chỉnh thiết kế.

Mục tiêu: Tối ưu năng lượng, xác định chi phí cần thiết trong quá trình vận hành, xác định cấu trúc, các thông số kỹ thuật, đặc tính đối với các sản phẩm, vật liệu được sử dụng của công trình.

Cách thức mô hình được phân tích: Trích xuất dữ liệu từ mô hình và các dữ liệu khác, sử dụng các thuật toán phân tích, mô phỏng để phân tích theo các yêu cầu cụ thể.

Kết quả: Các vấn đề sẽ được xác định bằng đồ họa trong các công cụ phân tích, các báo cáo sẽ được tạo ra dưới dạng văn bản để xem xét (ví dụ: GBXML, DXF, v.v.) và, nếu có thể, kết quả sẽ được xuất ra trở lại mô hình thiết kế. Ma trận Công cụ bao gồm một số nhà cung cấp hàng đầu và các sản phẩm của chúng.

### 3.3.4. Công cụ phân tích khác

**Phân tích âm học** là một yêu cầu đặc biệt của các công trình đặc thù. Với mô hình BIM, có thể phân tích mô hình sớm và thường xuyên để xác định chất lượng của âm thanh của các khu vực đặc thù. Đây là phân tích mà không thể dựa vào các bản vẽ 2D truyền thống có thể làm được.

**Tính toán động lực học đối lưu (CFD)** là phân tích các dòng nhiệt trong công trình bằng cách liên kết mô hình BIM trong giai đoạn thiết kế với một bộ dữ liệu bên ngoài được thiết kế đặc biệt để tính toán hướng đi, vận tốc của luồng không khí.

Các phân tích trên có thể được thực hiện sớm và thường xuyên trong suốt giai đoạn thiết kế. Trong những năm gần đây, các phần mềm dựa trên mô hình BIM sử dụng để phân tích công trình ngày càng hoàn thiện và ứng dụng rộng rãi hơn, đồng thời làm tăng chất lượng của công trình trong quá trình vận hành sử dụng.

Các dự án cần đánh giá các yêu cầu của dự án để quyết định sử dụng những phân tích nào dựa trên các yếu tố như mức độ cần thiết, khả năng đáp ứng của các đơn vị, yêu cầu cần thiết khi áp dụng, lợi ích mà phân tích đó đem lại...

### **3.4. Công cụ đánh giá mô hình**

Các công cụ đánh giá mô hình có thể liên kết nhiều mô hình với nhau để tạo ra mô hình tổng hợp. Từ đó có thể đánh giá sự phù hợp của từng mô hình đơn lẻ. Thông thường các công cụ này có thể ẩn/ hiện các đối tượng, hiển thị các loại đối tượng theo màu cụ thể, tách các mô hình riêng biệt...

Chức năng chính: Các công cụ đánh giá mô hình được sử dụng trong suốt quá trình thực hiện dự án, từ giai đoạn lên ý tưởng thiết kế đến giai đoạn thi công và ngay cả trong quá trình vận hành, bảo trì. Các công cụ đánh giá mô hình được sử dụng để:

- Mô phỏng các mô hình để đánh giá thiết kế phương án;
- Phối hợp không gian các mô hình ở giai đoạn thiết kế;
- Đánh giá phạm vi của các yếu tố xây dựng trước khi thi công và đấu thầu;
- Điều phối giữa các bộ môn khác nhau trong giai đoạn thi công;
- Truy cập thông tin được nhúng trong mô hình trong giai đoạn vận hành của công trình.

Người dùng chính: Tất cả các thành viên trong nhóm dự án đều sử dụng các công cụ đánh giá mô hình. Đây là những công cụ trao đổi thiết yếu, được sử dụng để diễn đạt các vấn đề của mô hình từ giai đoạn thiết kế để hạn chế sai sót khi thi công trên công trường. Các giai đoạn khác nhau của dự án sẽ cần thực hiện các đánh giá khác nhau, như: đánh giá tính khả thi của dự án, đánh giá thiết kế, đánh giá tính khả thi trong thi công...

Trong quá trình đánh giá, các bên có thể cùng tham gia xem xét, đánh giá, tương tác với nhau và đưa ra quyết định cuối cùng.

Ngoài ra, các công cụ đánh giá mô hình còn có khả năng phát hiện va chạm giữa các cấu kiện với nhau. Từ đó các thành viên trong nhóm thiết kế, nhà thầu có thể đánh giá sự phù hợp của mô hình và đề xuất các phương án cần thiết để thực hiện sửa chữa.

Các công cụ đánh giá mô hình là hết sức quan trọng để đánh giá tính đầy đủ và toàn vẹn của mô hình khi chúng được trao đổi trong quá trình thực hiện dự án. Với sự tiến bộ của công nghệ BIM, khả năng của các công cụ mô hình xem xét mở rộng từ đánh giá 3D dựa trên thành phần để xem xét mô hình và thông tin bổ sung được nhúng vào trong một mô hình (ví dụ: Liệu mỗi phòng có một cửa sổ? Kích thước các phòng có phù hợp?). Các công cụ đánh giá mô hình thường không được sử dụng để tạo lập.

### 3.5. Công cụ đo bóc tiên lượng

#### 3.5.1. Công cụ dự toán và bóc tách khối lượng

Các đơn vị thiết kế đang dần áp dụng BIM rộng rãi hơn nên nó tạo thuận lợi cho việc bóc tách khối lượng trực tiếp trên mô hình phục vụ đấu thầu, kiểm soát chi phí trong giai đoạn thi công, hoàn công. Hầu hết các công cụ tạo lập mô hình đều có chức năng bóc tách khối lượng trực tiếp, tuy nhiên, các khối lượng này không được chi tiết, cụ thể. Nhiều phần mềm đang được xây dựng để hỗ trợ cho quá trình này để khối lượng ngày càng chi tiết hơn, đáp ứng nhu cầu cụ thể của người sử dụng.

Trong trường hợp đơn vị thiết kế tạo ra các mô hình toàn diện, đầy đủ, hoàn toàn có thể sử dụng các công cụ bóc tách khối lượng để trích xuất các khối lượng có liên quan. Với khối lượng vật liệu, cấu kiện đã biết và kích thước chính xác, có thể đặt hàng khối lượng vật liệu, cấu kiện cần thiết với độ chính xác cao và đúng thời điểm. Các nhà thầu có thể lập kế hoạch chuẩn bị nguồn lực của họ một cách chính xác và không làm gián đoạn quá trình thi công.

#### 3.5.2. Kiểm tra trực quan khối lượng

Trong quá trình kiểm tra khối lượng, kiểm tra trực quan các khối lượng đã được trích xuất là rất quan trọng để đảm bảo các khối lượng được ghi lại một cách chính xác.

Các kiểm tra này có thể như sau:

Người sử dụng có thể kiểm tra mô hình và xác nhận rằng nó được mô hình hoá theo cách mà khối lượng có thể được trích xuất phù hợp (ví dụ, không trùng lặp đối tượng và không có hai đối tượng ở một vị trí).

- Khối lượng có thể được chia nhỏ theo thành phần và tất cả các thuộc tính của thành phần (ví dụ, tên, loại, thuộc tính và khối lượng) có thể được trình bày dưới dạng bảng tính;
- Khối lượng có thể được tổng hợp ở các cấp độ chi tiết khác nhau (ví dụ, theo tầng, theo công trình, theo phòng).

Khi chọn một công cụ bóc tách khối lượng, cần xem xét các vấn đề sau:

- Khối lượng cần trích xuất là gì?
- Công cụ tạo lập mô hình có thể thiết lập được khối lượng yêu cầu?
- Những loại hình kiểm tra trực quan nào là cần thiết để đảm bảo khối lượng đã trích xuất là đúng?
- Có cần sửa đổi các mô hình được cung cấp để trích xuất các khối lượng đáp ứng được yêu cầu?
- Có thể tích hợp với các giải pháp dự toán không?
- Mức độ linh hoạt khi sử dụng các giải pháp?

Trong hầu hết các trường hợp, mô hình BIM chủ yếu được sử dụng để trích xuất khối lượng, không tạo dự toán chi tiết. Một số công cụ bóc tách khối lượng cũng hỗ trợ tạo ra

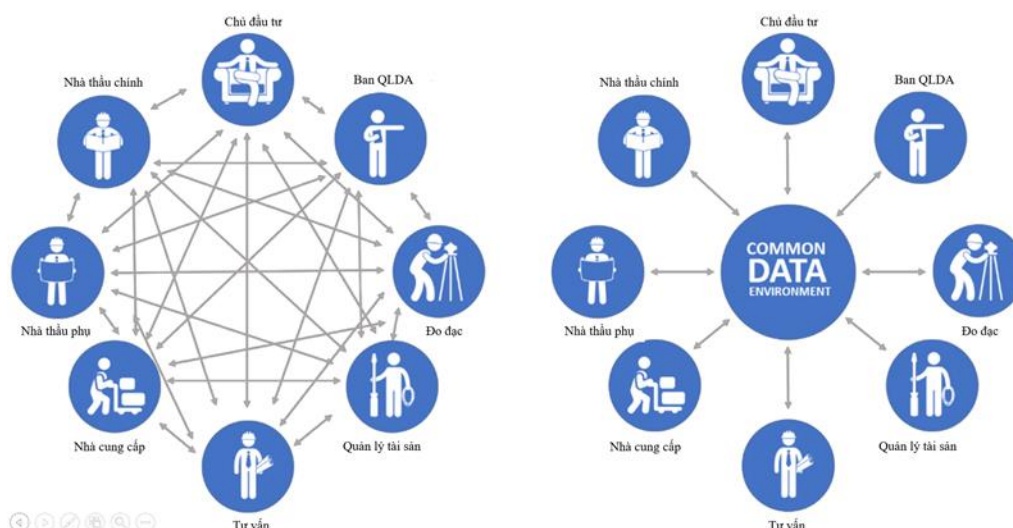


các bảng khối lượng phù hợp để các giải pháp dự toán hoặc các giải pháp lập kế hoạch xử lý tiếp.

### 3.6. Môi trường dữ liệu chung (CDE)

**Môi trường dữ liệu chung (CDE)** là nguồn thông tin duy nhất cho mỗi dự án, dùng để thu thập, quản lý và phổ biến tất cả các tài liệu được tạo ra bởi các bên tham gia dự án. CDE là sự kết hợp của các giải pháp kỹ thuật và quy trình làm việc. Đây là công cụ quan trọng nhất, xương sống của việc quản lý thông tin thống nhất trong quá trình áp dụng BIM.

CDE là một phương tiện cho phép chia sẻ thông tin một cách hiệu quả và chính xác giữa tất cả các thành viên của dự án - cho cả thông tin 2D, 3D, dạng văn bản hoặc dạng số... CDE cho phép quản lý sự phối hợp giữa các thành viên thuộc nhiều bộ môn của dự án. Việc xây dựng và phát triển thông tin từ giai đoạn thiết kế, sản xuất và thi công sẽ được tuần tự hóa có kiểm tra thông qua các “công kiểm soát”. CDE nên được triển khai trong suốt vòng đời của dự án.



Hình 18. Sự khác nhau giữa việc phối hợp các bên trong dự án khi có và không có CDE

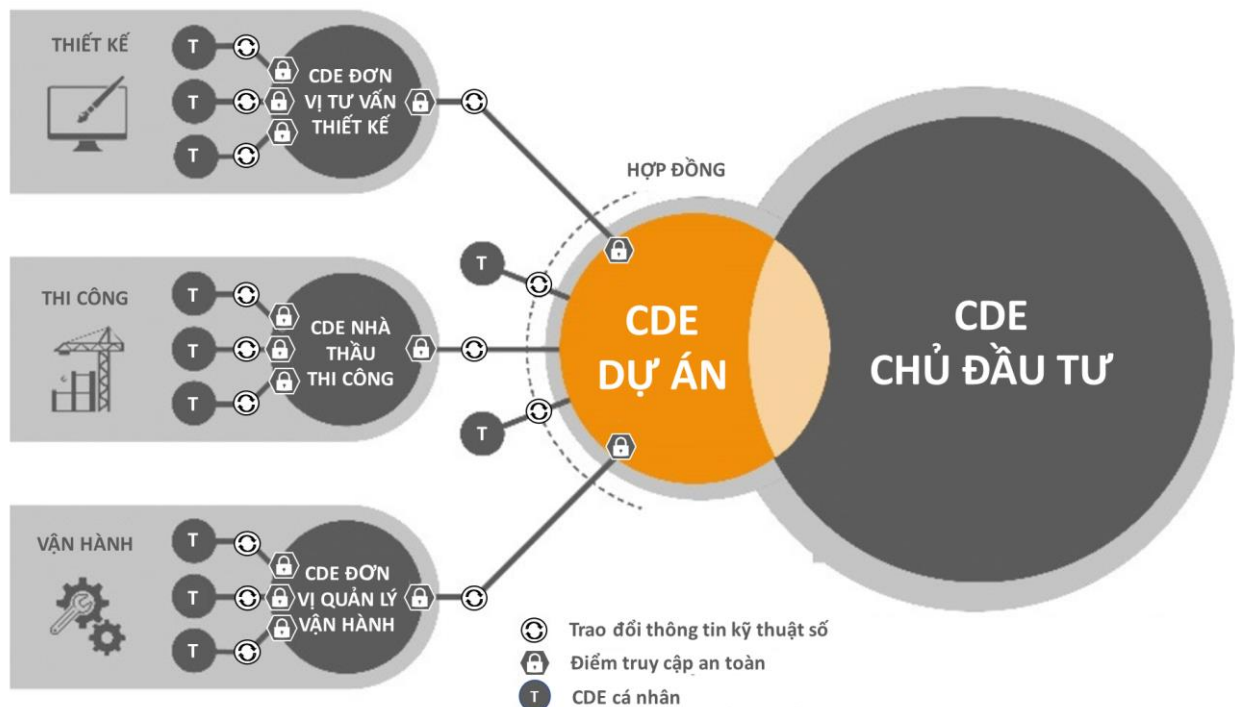
Hiện nay, các đơn vị thường thiết lập mạng nội bộ để chia sẻ dữ liệu, thông tin trong nội bộ với nhau, dữ liệu được quản lý theo thư mục. Trong những năm gần đây, công nghệ điện toán đám mây phát triển, các môi trường lưu trữ dữ liệu được phổ biến hơn như Dropbox, Google Drive, Onedrive... giúp mọi người chia sẻ thông tin tập trung hơn, nhanh hơn, dễ dàng hơn. Tuy nhiên, các nền tảng này chỉ có tác dụng để lưu trữ mà không có các tính năng cần thiết cho việc phối hợp.

Với sự ra đời của các nền tảng CDE mới, việc phối hợp trở nên dễ dàng hơn. Một số tính năng mà các CDE này đem lại như:

- Lưu trữ dữ liệu trên đám mây, đảm bảo an toàn tuyệt đối, có thể truy cập từ bất cứ đâu chỉ cần có mạng internet;
- Tìm kiếm dữ liệu một cách dễ dàng dựa trên meta-data mà không phải quản lý qua cây thư mục;

- Theo dõi phiên bản của dữ liệu;
- Xem file trực tuyến (hiện nay một số CDE đã có thể xem các file phổ biến như văn bản, bảng tính, bản vẽ, mô hình 3D);
- Phối hợp, kiểm tra, đóng dấu.

Hình 19 dưới đây cho thấy mối quan hệ giữa các CDE trong dự án. Mỗi cá nhân sẽ có CDE riêng của chính mình để lưu trữ dữ liệu, các sản phẩm của mình. Từ các CDE đó, dữ liệu sẽ được cập nhật vào CDE của đơn vị để các trưởng nhóm kiểm tra, đánh giá. Các dữ liệu này sẽ được cập nhật lên CDE của dự án để chia sẻ với các đơn vị khác để phối hợp. Có thể thấy Chủ đầu tư quản lý nhiều dự án khác nhau và một phần dữ liệu của dự án sẽ được đồng bộ lên CDE của Chủ đầu tư để chủ đầu tư kiểm soát và lưu trữ, phục vụ cho quá trình vận hành.



Hình 19. Mối quan hệ giữa các CDE trong dự án

### 3.7. Công cụ mô phỏng thi công

Các công cụ mô phỏng thi công dựa trên mô hình BIM có các yếu tố thời gian (ví dụ như bảng tiến độ hoặc trình tự thực hiện công việc) và cho phép mô phỏng các kịch bản khác nhau liên quan đến dự án và quá trình thi công. Những công cụ này đang được sử dụng để:

- Xác định tính khả thi của kế hoạch thi công;
- Lập kế hoạch thi công;
- Mô phỏng các hạng mục, công trình tạm;
- Mô phỏng quá trình tháo dỡ;

- Bố trí hậu cần trên công trường;
- Di chuyển thiết bị;
- Xác định các khu vực làm việc.

Để thiết lập mối quan hệ giữa các công việc trong bảng tiến độ và các cấu kiện, thành phần trong một mô hình, cần liên kết chúng lại với nhau. Hiệu quả của quá trình này phụ thuộc phần lớn vào các chức năng cụ thể của công cụ mô phỏng. Một số công cụ cung cấp các chức năng cho phép quá trình được đẩy nhanh bằng cách phát triển bảng tiến độ dựa trên mô hình 3D chứ không phải bằng cách kết nối bảng tiến độ hiện tại với mô hình.

Một nội dung quan trọng trong việc sử dụng các công cụ mô phỏng thi công là việc mô hình được cập nhật trong quá trình thực hiện (thường là do thay đổi phương án thiết kế). Nhiều công cụ mô phỏng xây dựng lưu trữ các mã đối tượng duy nhất của các thành phần trong mô hình và các công việc để liên kết có thể được duy trì cho các hoạt động và các thành phần không thay đổi trong quá trình cập nhật.

Trong thực tế, rất nhiều lợi ích có thể được bắt nguồn từ việc tạo mô phỏng các tình huống cụ thể cần được phân tích. Trong nhiều trường hợp, hình ảnh đơn giản cũng là công cụ có ý nghĩa để thể hiện và truyền đạt trình tự thi công theo kế hoạch.

### **3.8. Tạo lập bản vẽ thi công và chế tạo trong nhà máy**

Mô hình trong giai đoạn thi công đòi hỏi phải chính xác vì chúng được sử dụng cho nhiều hoạt động liên quan đến dự án, từ phối hợp, lập kế hoạch thi công, tạo lập bản vẽ thi công... BIM đang trở nên phổ biến khi sử dụng mô hình 3D để tạo ra bản vẽ thi công.

Chức năng chính: Tạo ra các bản vẽ thi công được hợp nhất với các mô hình từ các bộ môn khác để chuẩn bị các yêu cầu về không gian cho lắp đặt trên công trường. Ngoài ra, các bản vẽ chế tạo được trích xuất tự động từ mô hình cũng được xuất bản gửi đến nhà máy, đảm bảo tính đồng nhất và chính xác.

### **3.9. Công cụ quản lý vận hành**

Xét một cách tổng quát ứng dụng BIM đem lại lợi ích trong tất cả các giai đoạn của dự án. Tuy nhiên, nhiều khó khăn xảy ra trong giai đoạn quản lý vận hành có thể giảm hiệu quả việc khai thác khi sử dụng BIM. Chi phí cho việc bảo trì và quản lý các công trình có thể giảm đáng kể nếu có thể loại bỏ sự không tương thích và các công việc không hiệu quả. BIM được coi là cách tiếp cận mới đối với việc thiết kế, xây dựng và quản lý hạ tầng cơ sở, trong đó hình dung về quá trình xây dựng và khả năng tương tác được trao đổi dưới dạng thông tin kỹ thuật số. Trong lĩnh vực xây dựng, việc sử dụng BIM trong quản lý cơ sở hạ tầng đang thu hút được sự quan tâm của nhiều đơn vị. Thông tin trong giai đoạn quản lý vận hành được thu thập trong suốt quá trình thực hiện, được lưu trữ dưới dạng cơ sở dữ liệu sẽ hữu ích cho một số ứng dụng cụ thể như quản lý năng lượng, quản lý không gian, kiểm soát chất lượng và bảo hành, bảo trì và sửa chữa.

Các ứng dụng có thể áp dụng của BIM trong giai đoạn quản lý vận hành:

- Định vị các thành phần của tòa nhà;
- Việc tạo điều kiện truy cập dữ liệu theo thời gian thực;
- Trực quan hóa;
- Kiểm tra khả năng bảo trì;
- Tạo và cập nhật tài sản kỹ thuật số;
- Quản lý không gian;
- Các nghiên cứu khả thi và lập kế hoạch cho mục đích cải tạo, duy tu, sửa chữa và phá hủy công trình;
- Quản lý khẩn cấp;
- Kiểm soát và giám sát năng lượng.

Trở ngại của việc triển khai BIM trong quản lý vận hành:

- Đa dạng của các công cụ phần mềm quản lý vận hành và BIM;
- Thiếu sự hợp tác giữa các bên liên quan của dự án trong việc sử dụng mô hình và mô hình hóa;
- Rào cản văn hóa đối với việc lựa chọn công nghệ mới;
- Chưa xác định rõ mục đích và vai trò của dữ liệu quản lý vận hành;
- Không có nhiều bài học thực tế về lợi ích từ việc đầu tư BIM cho quản lý vận hành;
- Trở ngại trong việc đầu tư, đào tạo, ứng dụng công nghệ mới tại nhiều tổ chức.

### **3.10. Các công nghệ hỗ trợ đưa BIM ra công trường**

Một vấn đề được rất nhiều các đơn vị quan tâm hiện nay là làm thế nào đưa được BIM ra công trường, đi vào thực tiễn thi công.

BIM Field – BIM thực địa, công trường giúp mang mô hình BIM 3D (hình học + phi hình học) ra thực địa để “cải thiện” việc thi công, kiểm tra chuyển giao và vận hành (dễ dàng, chính xác, hiện đại hơn...).

#### **3.10.1. Định vị công trình**

Trước đây và hiện tại vẫn còn thực hiện là việc định vị dựa trên một vài tọa độ bên thiết kế bàn giao để đưa vào máy toàn đạc. Bên trắc địa xác định các đường tìm theo trục thiết kế rồi cắm mốc. Sau đó trong quá trình thi công thì hoặc bổ sung thêm điểm hoặc dùng thước tay để định vị các hạng mục. Đây là một công việc rất quan trọng nhưng cách làm còn khá thủ công và chủ yếu dựa trên bản vẽ giấy.

Từ những năm 2010, có một số các công cụ ra đời để khai thác các mô hình BIM 3D ngoài thực địa. Các công cụ này lấy thông tin từ các mô hình số, trích các điểm cần thiết, rồi chuyển thông tin điểm sang các máy toàn đạc để sử dụng ngoài hiện trường với độ chính xác cao.

### 3.10.2. Kiểm tra chất lượng thi công

Giám sát thi công ngoài công trường chỉ cần mang theo điện thoại thông minh hoặc máy tính bảng. Các mô hình 3D hay bản vẽ 2D đều nằm hết trên Môi trường dữ liệu chung nên ở đâu cũng có thể đọc được. Bên cạnh đó, các mô hình 3D có gắn tọa độ, các công cụ hỗ trợ có thể nhận được tọa độ nên giám sát đi đâu là bản vẽ hiện ra đấy. Các công nghệ này đang được triển khai phổ biến cho kỹ sư thi công và công nhân tại các dự án triển khai BIM.

### 3.10.3. BIM cho nghiệm thu

Tương tự BIM cho kiểm tra chất lượng thi công, trong quá trình nghiệm thu, kỹ sư có thể sử dụng điện thoại thông minh hoặc máy tính bảng đọc thông tin từ mô hình lưu trữ trên Môi trường dữ liệu chung; so sánh hiện trạng với mô hình. Các loại văn bản sẽ được lập và gửi thẳng lên CDE để phê duyệt.

## 4. Lựa chọn công nghệ

### 4.1. Lựa chọn công cụ, phần mềm

Việc lựa chọn công nghệ rất quan trọng để đảm bảo quá trình áp dụng BIM suôn sẻ và đạt được các mục tiêu đặt ra. Khi lựa chọn các công cụ, phần mềm BIM, đơn vị thực hiện sẽ cần xác định sử dụng công cụ đó trong thời gian tương đối dài do đó sẽ có sự ảnh hưởng nhất định tới tương lai phát triển của đơn vị. Chọn công cụ không hợp lý chắc chắn ảnh hưởng đến quá trình phối hợp. Có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến quá trình lựa chọn công nghệ, dưới đây là một số yếu tố để đảm bảo các đơn vị lựa chọn công nghệ phù hợp:

- Xác định phạm vi công việc cần thực hiện, giai đoạn thực hiện (thiết kế ý tưởng, thiết kế kỹ thuật, dự toán chi phí, thi công, hoàn công, quản lý vận hành...) và những chức năng mong muốn;
- Xác định loại công cụ phù hợp nhất để đạt được mục tiêu mong muốn (tạo lập mô hình, phân tích, phối hợp...). Ví dụ: Một mô hình kết cấu được tạo ra với công cụ tạo lập mô hình và sau đó được phân tích với một công cụ phân tích kết cấu. Các kết quả được xuất ra báo cáo và tư vấn thiết kế xác định xem mô hình được đề xuất có phù hợp và đảm bảo các yêu cầu không;
- Cần so sánh các yếu tố sau với từng ứng dụng cụ thể:
  - + Các tính năng cần thiết để hoàn thành mục tiêu;
  - + Khả năng phối hợp với các phần mềm khác dự kiến sẽ được sử dụng;
  - + Năng lực hiện tại của những cá nhân sẽ sử dụng, các yêu cầu cần thiết để có thể sử dụng hiệu quả các công cụ này;
  - + Khả năng hỗ trợ từ nhà phát triển và/hoặc đại lý bán lẻ trong trường hợp cần thiết;
  - + Các công cụ hỗ trợ cho phần mềm (các add-in; thư viện; hướng dẫn...);

- + Giá của phần mềm và lợi ích mà nó đem lại.
- Xác định thời gian để mua. Đây là một yếu tố rất quan trọng và cần được làm càng sớm càng tốt;
- Xác định số lượng giấy phép cần thiết để đàm phán giá mua. Với các nền tảng khác nhau giấy phép sẽ được cấp theo nhiều dạng khác nhau, cần xác định nhu cầu về số lượng tài khoản, tần suất sử dụng...

## 4.2. Lựa chọn phần cứng

Việc lựa chọn phần cứng phụ thuộc vào đặc điểm của công cụ, hệ thống cụ thể đã được lựa chọn và quy mô của dự án, khả năng tài chính của đơn vị.

### 4.2.1. Công cụ chính

Các thiết bị di động đang có sự thay đổi mạnh mẽ cả về phần cứng, phần mềm cũng như các ứng dụng sử dụng trên thiết bị. Với sự ra đời của máy tính bảng, chúng ta đã thấy sự tiến bộ mạnh mẽ về công nghệ và đây là sự lựa chọn rất tốt vì giá cả phải chăng, phần cứng mạnh mẽ, tiện dụng. Hiện nay, các nền tảng dựa trên nền tảng đám mây đang được phát triển mạnh mẽ, môi trường dữ liệu chung được sử dụng rộng rãi trong các dự án, các cá nhân có thể trích xuất dữ liệu bất cứ lúc nào, bất cứ ở đâu chỉ cần có mạng internet mà không yêu cầu cao về chất lượng phần cứng. Với những ưu điểm như vậy, máy tính bảng ngày càng được sử dụng nhiều trong ngành xây dựng, nhất là trên công trường. Một số ứng dụng chính của máy tính bảng trên công trường:

- Quan sát, so sánh trực quan hiện trạng và mô hình 3D thiết kế;
- Cập nhật tiến độ thi công thông qua hình ảnh;
- Trích xuất dữ liệu cần thiết;
- Nghiệm thu trên các nền tảng đám mây;
- ...

Tuy nhiên, với các ứng dụng yêu cầu phần cứng, phần mềm toàn diện như các phần mềm tạo lập mô hình, kiểm tra mô hình thì cần có máy tính để bàn hoặc máy tính xách tay. Việc lựa chọn máy tính để bàn hay máy tính xách tay cũng cần được cân nhắc khi với cấu hình phần cứng tương đương nhau, máy tính xách tay thường có giá gấp 1,5 lần so với máy tính để bàn.

Các lưu ý khi lựa chọn phần cứng:

- Các phần mềm đã được chọn và yêu cầu phần cứng;
- Kích thước mô hình và yêu cầu phần cứng tương ứng;
- Ai sẽ sử dụng thiết bị nào (máy tính để bàn, máy tính xách tay, máy tính bảng...);
- Các thiết bị ngoại vi cần thiết tương ứng;
- Thiết bị phục vụ phối hợp, các buổi họp;
- Thiết bị lưu trữ.



#### 4.2.2. Công cụ hỗ trợ

Ngoài việc lựa chọn các công cụ phần cứng chính, các công cụ khác cũng cần được quan tâm. Dưới đây là một số công cụ chính nên được trang bị và sử dụng:

- Công cụ hỗ trợ quá trình phối hợp: thông thường các dự án cần sử dụng máy chiếu hoặc các màn hình có kích thước lớn để phục vụ các buổi họp phối hợp. Ngoài ra, hiện nay có các loại máy chiếu tương tác, người sử dụng có thể sử dụng tay để tương tác trực tiếp trên màn chiếu, các thành viên tham gia có thể trao đổi trực quan hơn là sử dụng các bản vẽ 2D truyền thống;
- Mạng Internet: với sự phát triển của các nền tảng đám mây và việc họp trực tuyến diễn ra thường xuyên hơn, đường truyền mạng tốt là yếu tố tiên quyết để đảm bảo sự phối hợp diễn ra thuận lợi. Tùy thuộc vào số lượng người sử dụng mà dự án cần sử dụng các đường truyền, thiết bị mạng phù hợp;
- Các thiết bị công nghệ khác: công nghệ quét laser 3D hiện nay không còn quá xa lạ với các dự án tại Việt Nam, nhất là các dự án nâng cấp, cải tạo, trùng tu, quan trắc... Nó giúp tạo ra các mô hình 3D chính xác với thực tế. Ngoài ra hiện nay tại Việt Nam cũng bắt đầu xuất hiện một số đơn vị áp dụng công nghệ chụp ảnh 360 kết hợp các nền tảng phần mềm để theo dõi, kiểm soát tiến độ thực hiện dự án.

### 5. Các định dạng file

#### 5.1. Các định dạng file mở và các định dạng file độc quyền

Có thể hiểu một cách đơn giản, với định dạng file độc quyền, các file có định dạng này chỉ có thể được mở, xem bởi các công cụ, phần mềm thuộc một nền tảng, một hãng nhất định mà không thể được sử dụng bởi một công cụ hoặc phần mềm của một nền tảng hoặc nhà cung cấp khác. Tuy nhiên, vì BIM có tính trao đổi thông tin mạnh mẽ, điều này dẫn đến yêu cầu về một định dạng file được sử dụng chung cho nhiều nền tảng khác nhau để có thể không bị ràng buộc về nền tảng được sử dụng của các bên khác nhau khi cùng tham gia một dự án BIM – định dạng file mở.

Trong quá trình thực hiện BIM cho một dự án cụ thể, định dạng trao đổi file là vấn đề rất quan trọng để đảm bảo các đơn vị tham gia dự án có thể trao đổi thông tin thuận lợi dù đó là định dạng file mở hay định dạng file độc quyền. Hiện nay hầu hết các ứng dụng BIM đều hỗ trợ một số định dạng file mở phổ biến như IFC, DWF, XML... Tuy nhiên, phần nhiều các dự án vẫn sử dụng các định dạng file độc quyền để trao đổi thông tin do các định dạng file mở không thể lưu trữ được tất cả thông tin trong mô hình, một số dữ liệu bị mất mát trong quá trình trao đổi...

Dưới đây là một số định dạng file mở và file độc quyền thường được sử dụng trong dự án BIM:

- Ví dụ định dạng file mở:

- + Định dạng bản vẽ AutoCAD (DWG);
- + Thiết kế Bentley MicroStation (DGN);
- + Định dạng trao đổi bản vẽ AutoCAD (DXF);
- + IFC;
- + BCF;
- + XML;
- + LandXML;
- + Các tiêu chuẩn tích hợp CIMSteel (CIS/2).
- Ví dụ định dạng file độc quyền:
  - + Autodesk Revit (RVT);
  - + Tekla;
  - + Navisworks Cache File (NWC);
  - + Navisworks Document (NWD);
  - + Solibri Model Checker (SMC).

## **5.2. Định dạng trong hoạt động trao đổi file**

Trong quá trình tạo lập mô hình, cần nắm rõ các ứng dụng BIM sẽ được sử dụng. Những thông tin trong mô hình là đầu vào cho các ứng dụng BIM đó và cần quan tâm các nội dung sau:

- Các nội dung áp dụng BIM sẽ sử dụng mô hình;
- Định dạng file sẽ được sử dụng bởi các ứng dụng BIM khác;
- Thông tin đầu vào từ đâu?
- Thông tin này từ ai?

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Eastman, *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*, 2011

**MÃU SLIDE**

# MÔI TRƯỜNG, NỀN TẢNG VÀ CÁC CÔNG CỤ BIM



## Nội dung

1. Tổng quan về Môi trường, nền tảng, công cụ BIM
2. Nền tảng BIM
3. Các công cụ BIM
  - Công cụ tạo lập mô hình
  - Công cụ phân tích, tính toán
  - Công cụ phối hợp
  - Công cụ đánh giá mô hình
  - Công cụ đo bóc khối lượng, dự toán
  - Công cụ chia sẻ dữ liệu
  - Công cụ hợp tác và truyền thông
  - Công cụ quản lý thi công
4. Đánh giá, lựa chọn phần mềm, phần cứng
5. Định dạng file

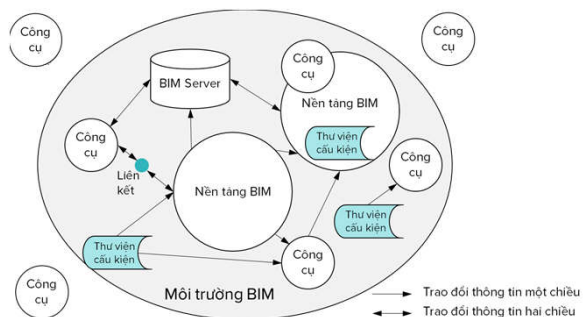




# Tổng quan về môi trường, nền tảng và các công cụ BIM

## Định nghĩa

- **Môi trường BIM** được nhắc đến như là việc quản lý thông tin, dữ liệu được sinh ra từ các nền tảng BIM cũng như công cụ BIM trong một đơn vị, tổ chức. Môi trường BIM được tạo ra để xem xét tất cả các khía cạnh của kế hoạch kinh doanh của một đơn vị, tổ chức.
- **Nền tảng BIM** là các phần mềm, ứng dụng để tạo ra dữ liệu và đối tượng cho các công cụ BIM. Nó đóng một vai trò rất quan trọng trong quy trình BIM để đảm bảo quá trình áp dụng BIM diễn ra hiệu quả. Hầu hết các nền tảng BIM thường bao gồm nhiều bộ công cụ BIM có mối liên hệ với nhau.
- **Công cụ BIM** là các ứng dụng BIM cụ thể như các công cụ tạo lập, phân tích, đánh giá mô hình...



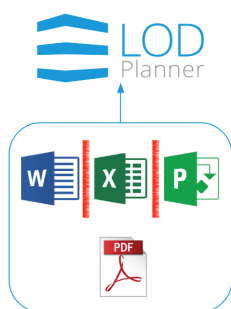




# Nền tảng BIM

## Các nền tảng BIM chủ yếu

### Lập kế hoạch



### Tạo lập mô hình



### Phân tích



### Ứng dụng mô hình

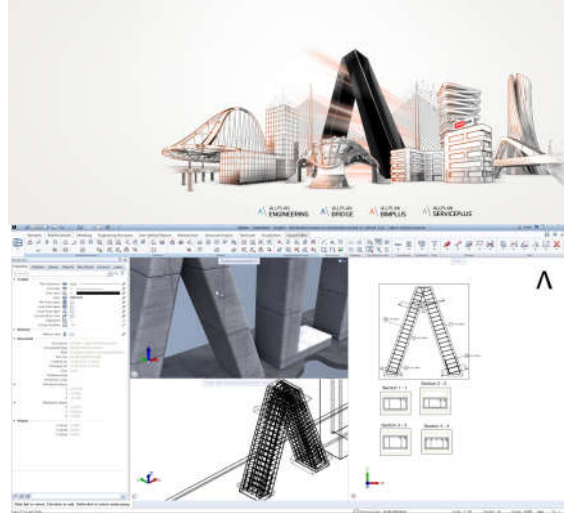


Not an exhaustive list

# Allplan

**Điểm mạnh:** đây là phần mềm mô hình dựa trên tham số và có thể tạo lập các hình học phức tạp. Các báo cáo, khối lượng, tiến độ có thể được xuất dễ dàng và tùy chỉnh cho phù hợp. Công cụ dựa trên đám mây cho phép chia sẻ mô hình dễ dàng. Các yếu tố 2D và 3D có thể được sử dụng cùng nhau một cách dễ dàng. Nó hỗ trợ cho thiết kế chi tiết kết cấu mạnh mẽ.

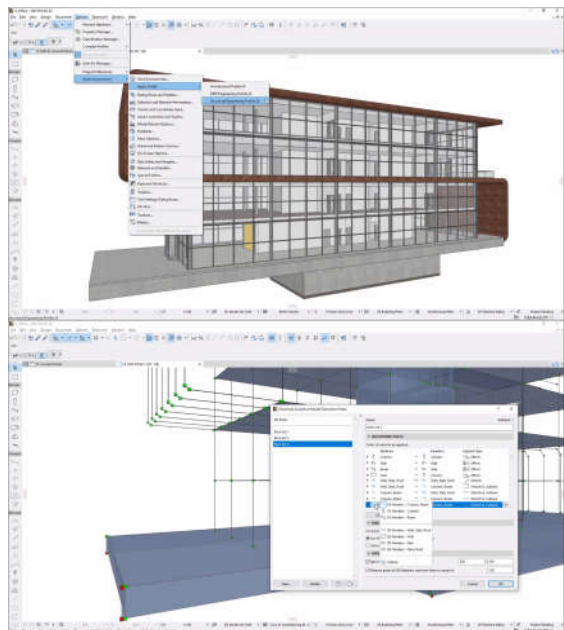
**Điểm yếu:** Giao diện phức tạp, các phần tử của mô hình Allplan ít liên kết với nhau hơn so với các phần mềm khác. Mô hình hệ thống MEP phải dựa vào các ứng dụng bên thứ 3 để tạo lập.



# ArchiCAD

**Điểm mạnh:** ArchiCAD có giao diện trực quan và tương đối đơn giản, dễ sử dụng. Nó có bộ thư viện đối tượng lớn với các ứng dụng hỗ trợ phong phú trong thiết kế, thi công và quản lý công trình. Nó hỗ trợ tất cả các giai đoạn trong quá trình thực hiện dự án ngoài chế tạo.

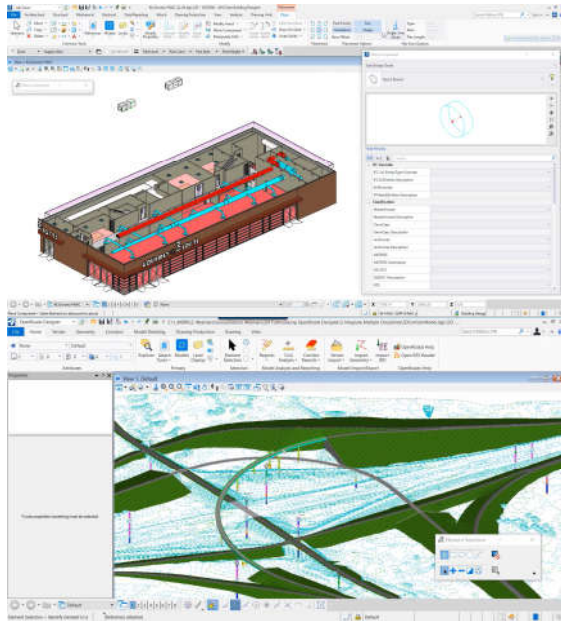
**Điểm yếu:** Nó có hạn chế nhỏ trong khả năng tạo lập mô hình tham số.



# Bentley Systems

**Điểm mạnh:** Bentley cung cấp một loạt công cụ xây dựng mô hình, xử lý hầu hết các khía cạnh của ngành xây dựng. Nó hỗ trợ mô hình hoá với các bề mặt cong phức tạp. Nó bao gồm nhiều cấp độ hỗ trợ để phát triển các đối tượng tham số tùy chỉnh, bao gồm cả Parametric Cell Studio và Generative Components. Nó cho phép xác định các tổ hợp hình học tham số phức tạp. Bentleys còn hỗ trợ đa nền tảng.

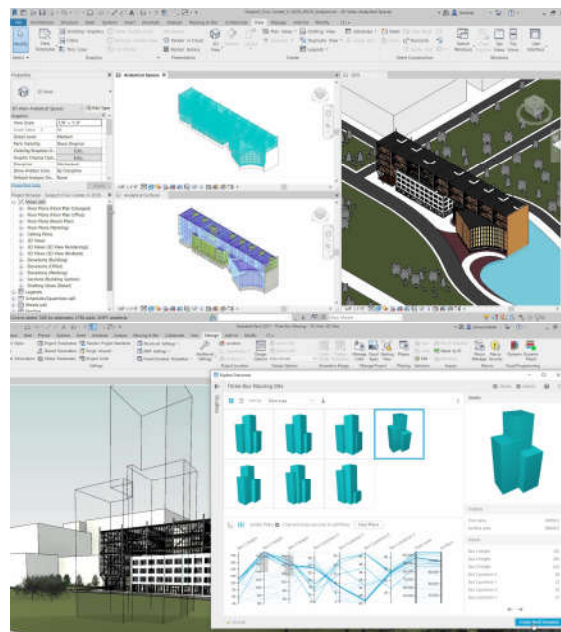
**Điểm yếu:** Do các công cụ của Bentleys phân hoá, có độ nhất quán về dữ liệu và giao diện người dùng ở một mức nhất định nên cần nhiều thời gian tìm hiểu và sử dụng.



# Revit

**Điểm mạnh:** thể hiện trực quan, khả năng tạo lập bản vẽ rất tốt. Rất dễ học và sử dụng, giao diện thân thiện với người dùng. Có bộ thư viện đối tượng lớn do nhiều bên thứ 3 phát triển. Với vị trí thống lĩnh thị trường của nó, đây là nền tảng ưa thích cho các công cụ BIM khác liên kết trực tiếp. Nó hỗ trợ đồng bộ 2 chiều giữa bản vẽ và mô hình và cho phép nhiều người cùng tham gia thực hiện trong cùng một file dự án.

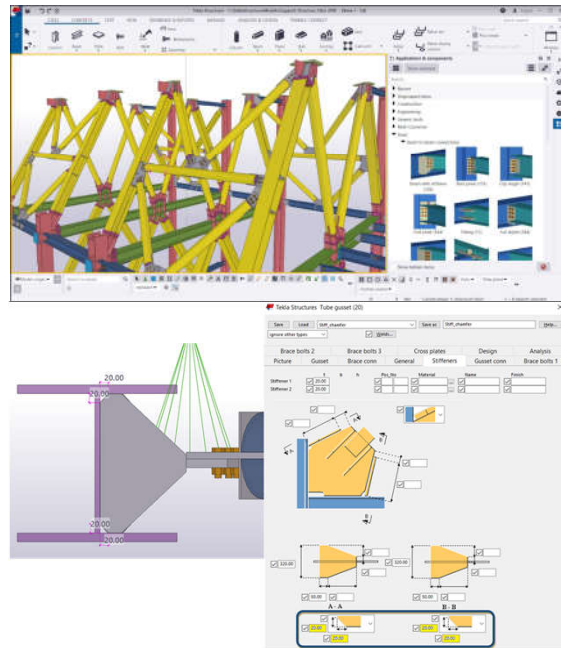
**Điểm yếu:** Với các file dự án có dung lượng >250MB thì Revit khá nặng nề, ngoài ra dung lượng cài đặt của phần mềm lớn hơn khá nhiều so với các phần mềm tạo lập mô hình khác. Khả năng tạo các bề mặt cong phức tạp của nó không được đánh giá cao.



## Tekla Structures

**Điểm mạnh:** Khả năng linh hoạt để mô hình hoá các kết cấu kết hợp nhiều loại kết cấu khác nhau, khả năng đáp ứng các mô hình có quy mô lớn, nhiều người dùng có thể thực hiện đồng thời trên một dự án. Bộ thư viện cấu kiện theo tham số lớn, đáp ứng được hầu hết các yêu cầu cơ bản.

**Điểm yếu:** Mặc dù đây là công cụ mạnh mẽ, đây đủ chức năng nhưng nó cần rất nhiều thời gian để tìm hiểu và sử dụng thành thạo. Khả năng của các cấu kiện theo tham số rất tốt, tuy nhiên để tạo lập các loại cấu kiện này cần kỹ năng cao. Các đối tượng có bề mặt phức tạp không được hỗ trợ mạnh mẽ, người dùng cần nhập từ các phần mềm mô hình hoá khác, tuy nhiên Tekla chỉ có thể đọc được chúng mà không thể chỉnh sửa trực tiếp.



## Các ứng dụng dựa trên nền tảng AutoCAD

**Điểm mạnh:** Dễ dàng áp dụng cho người dùng AutoCAD vì tính nhất quán của giao diện người dùng, dễ sử dụng vì được xây dựng dựa trên các chức năng của AutoCAD. Có bộ API hỗ trợ nhiều ngôn ngữ lập trình khác nhau.

**Điểm yếu:** Đây không phải là mô hình tham số, các quy tắc đối tượng và mối liên hệ giữa chúng, cần thay đổi thủ công các bản vẽ.



## Các công cụ BIM

### Các công cụ BIM

**Các công cụ BIM được chia dựa vào các chức năng chính của chúng để đáp ứng đầy đủ các mục đích khác nhau trong quá trình triển khai thực hiện dự án:**

- Công cụ tạo lập mô hình
- Công cụ phân tích, tính toán
- Công cụ phối hợp
- Công cụ đánh giá mô hình
- Công cụ đo bóc khối lượng, dự toán
- Công cụ chia sẻ dữ liệu
- Công cụ hợp tác và truyền thông
- Công cụ quản lý thi công

## Các công cụ BIM

Các tập đoàn, công ty phần mềm



## Một số công cụ BIM tiêu biểu





## Công cụ thiết kế sơ bộ

### Giai đoạn sử dụng:

- Thiết kế sơ bộ
- Thiết kế cơ sở

**Ứng dụng:** Tạo lập mô hình sơ bộ, hình khối của công trình để xác định tính khả thi của dự án

**Đơn vị sử dụng:** Đơn vị tư vấn thiết kế



## Công cụ tạo lập mô hình

**Giai đoạn sử dụng:** trong tất cả các giai đoạn của dự án

**Ứng dụng:** Tạo lập mô hình BIM

**Đơn vị sử dụng:** Đơn vị tư vấn thiết kế, nhà thầu thi công

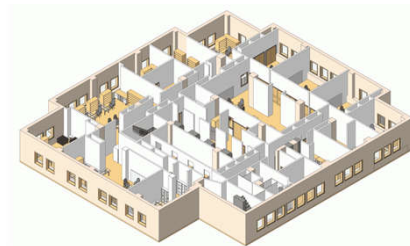




## Công cụ tạo lập mô hình Kiến trúc



## Công cụ tạo lập mô hình Kiến trúc

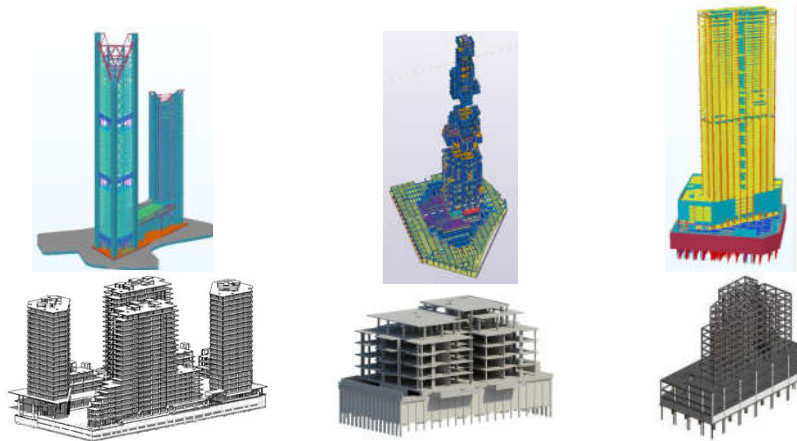


**Slide này chứa video**

## **Công cụ tạo lập mô hình Kết cấu**



## Công cụ tạo lập mô hình Kết cấu

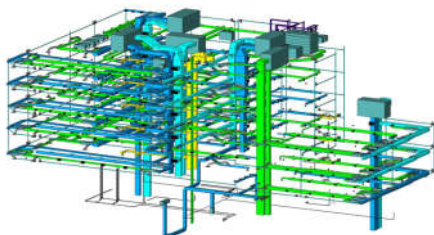


**Slide này chứa video**

## Công cụ tạo lập mô hình MEP



## Công cụ tạo lập mô hình MEP



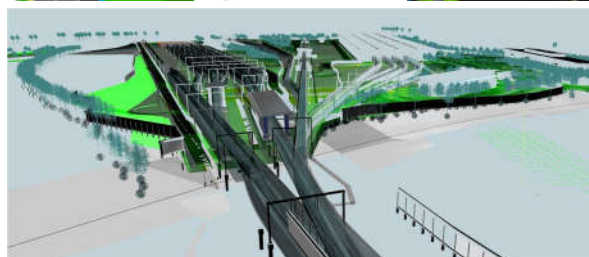
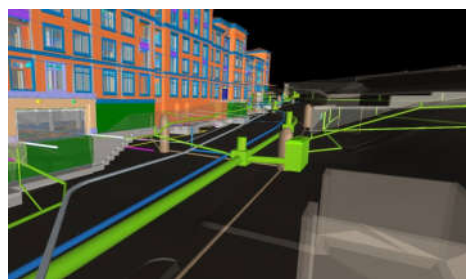
## Công cụ tạo lập mô hình Hạ tầng



**Novapoint**



## Công cụ tạo lập mô hình Hạ tầng



Slide này chứa video

## Công cụ phân tích

### Giai đoạn sử dụng:

- Thiết kế sơ bộ
- Thiết kế cơ sở
- Thiết kế kỹ thuật

### Ứng dụng:

- Phân tích kiểm tra thiết kế
- Phân tích kết cấu
- Phân tích năng lượng/ môi trường
- Phân tích khác (âm học, động lực học, lưu lượng giao thông...)

**Đơn vị sử dụng:** Đơn vị tư vấn thiết kế



**R** ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS PROFESSIONAL



**Tekla**  
Structural Designer



**I** AUTODESK<sup>®</sup>  
INSIGHT 360<sup>™</sup>

**Sefaira**



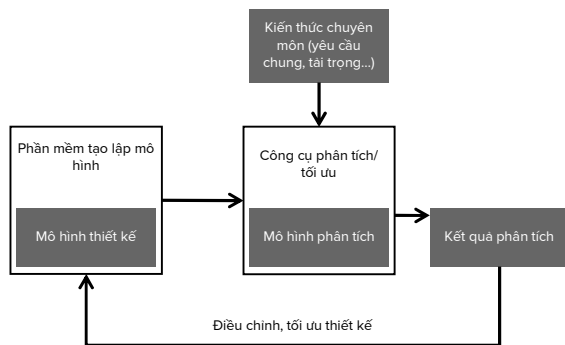
**APACHE**  
AIR & HEAT, LLC

Flovent

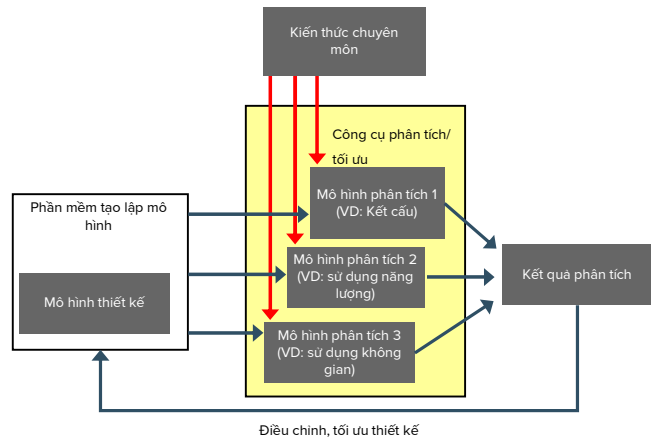
**I** AUTODESK<sup>®</sup>  
INFRAWORKS<sup>®</sup> 360

# Công cụ phân tích

## Quy trình tối ưu dựa trên 1 phân tích



## Quy trình tối ưu dựa trên đa phân tích



Slide này chứa video



## Công cụ đánh giá mô hình

**Giai đoạn sử dụng:** trong suốt quá trình thực hiện dự án

**Chức năng chính:**

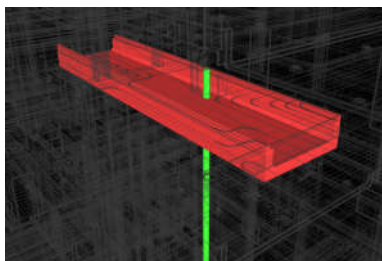
- Mô phỏng các mô hình để đánh giá thiết kế phương án;
- Phối hợp không gian các mô hình ở giai đoạn thiết kế;
- Đánh giá phạm vi của các yếu tố xây dựng trước khi thi công và đấu thầu;
- Điều phối giữa các bộ môn khác nhau trong giai đoạn thi công;
- Truy cập thông tin được nhúng trong mô hình trong giai đoạn vận hành của công trình.

**Đơn vị sử dụng:** Tất cả đơn vị tham gia dự án

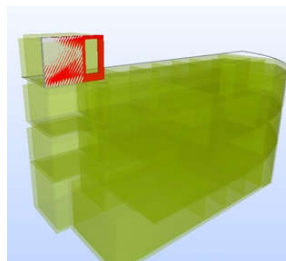


## Công cụ đánh giá mô hình

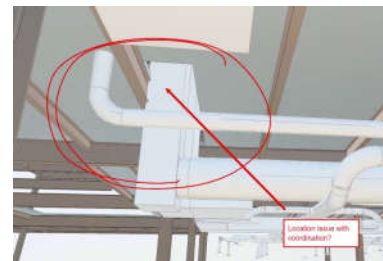
**Ví dụ lỗi khi kiểm tra mô hình**



Lỗi va chạm của các đối tượng



Lỗi trùng lặp của các đối tượng



Kiểm tra tính hợp lý của thiết kế

**Slide này chứa video**

## **Công cụ bóc tách khối lượng, dự toán**

### **Giai đoạn sử dụng:**

- Thiết kế cơ sở
- Thiết kế kỹ thuật
- Lựa chọn nhà thầu
- Thi công

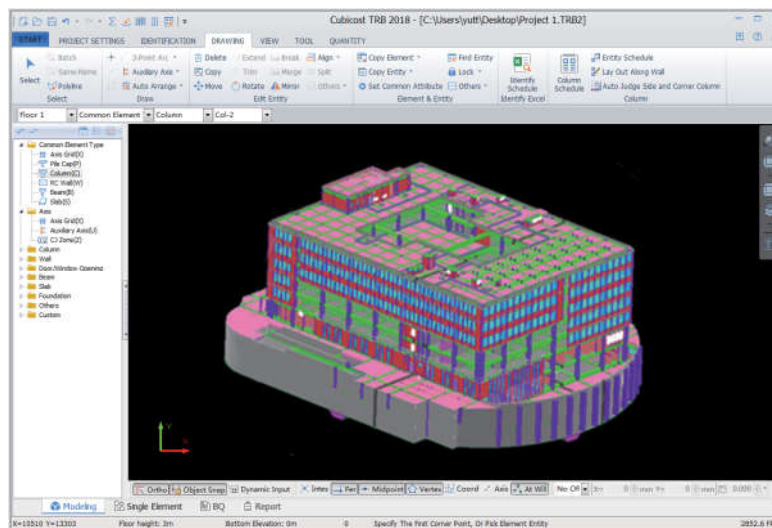
### **Chức năng chính:**

- Bóc tách chính xác, nhanh chóng, chi tiết khối lượng thiết bị, vật tư công trình
- Lập kế hoạch chuẩn bị vật tư
- Kiểm tra tính chính xác của các số liệu thống kê

**Đơn vị sử dụng:** Đơn vị dự toán chuyên nghiệp, nhà thầu thi công, chủ đầu tư

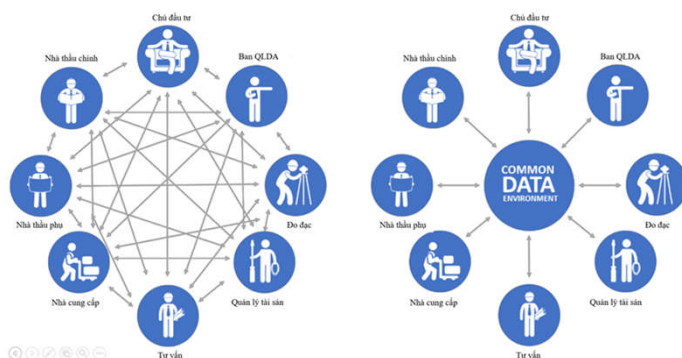


## Công cụ bóc tách khối lượng, dự toán



## Công cụ chia sẻ dữ liệu

Môi trường dữ liệu chung (CDE) là môi trường chung để thu thập, quản lý, truyền tải và lưu trữ dữ liệu và trao đổi dữ liệu xuyên suốt vòng đời của dự án.



**Slide này chứa video**

## **Công cụ mô phỏng thi công**

### **Giai đoạn sử dụng:**

- Thiết kế cơ sở
- Thiết kế kỹ thuật
- Lựa chọn nhà thầu
- Thi công

### **Chức năng chính:**

- Xác định tính khả thi của kế hoạch thi công
- Lập kế hoạch thi công
- Mô phỏng các hạng mục, công trình tạm
- Mô phỏng quá trình tháo dỡ
- Hậu cần trên công trường.
- Di chuyển thiết bị.
- Xác định các khu vực làm việc.

**Đơn vị sử dụng:** Tư vấn thiết kế, nhà thầu thi công



**Slide này chứa video**

**Slide này chứa video**

**Slide này chứa video**

## **Tạo lập bản vẽ thi công và chế tạo trong nhà máy**

**Giai đoạn sử dụng:** Thi công

**Chức năng chính:**

- Tạo ra các mô hình bản vẽ thi công cho phối hợp các bộ môn.
- Bóc tách khối lượng để đặt hàng vật liệu hoặc lập kế hoạch.
- Đầu vào cho các thiết bị gia công chế tạo (bending or CNC machines)

**Đơn vị sử dụng:** nhà thầu thi công



**EC-DuctMaker**



**Trimble FabShop**

# Công cụ quản lý vận hành

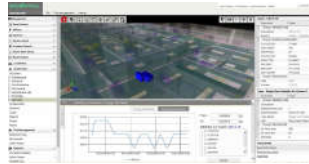
## Giai đoạn sử dụng:

- Hoàn công
- Vận hành công trình

## Chức năng chính:

- Định vị các thành phần của tòa nhà
- Việc tạo điều kiện truy cập dữ liệu theo thời gian thực
- Trực quan hóa
- Kiểm tra khả năng bảo trì
- Tạo và cập nhật tài sản kỹ thuật số
- Quản lý không gian:
- Các nghiên cứu khả thi và lập kế hoạch cho mục đích cải tạo, tu sửa và phá hủy công trình
- Quản lý khẩn cấp:
- Kiểm soát và giám sát năng lượng:

**Đơn vị sử dụng:** nhà thầu thi công



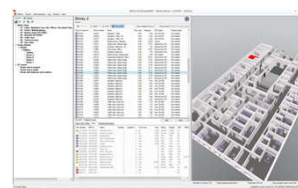
ARCHIBUS

FM:Systems



ecodomus

IBM  
maximo



dRofus

Slide này chứa video



**Slide này chứa video**



**Đánh giá lựa chọn  
công nghệ**



## Đánh giá và lựa chọn phần mềm

**Việc lựa chọn công nghệ cho quá trình áp dụng BIM rất quan trọng để đảm bảo quá trình áp dụng BIM suôn sẻ và đạt được các mục tiêu đặt ra**

**Các yếu tố cần xác định, so sánh:**

- Các tính năng cần thiết để hoàn thành mục tiêu;
- Khả năng phối hợp với các phần mềm khác dự kiến sẽ được sử dụng;
- Năng lực hiện tại của những cá nhân sẽ sử dụng, các yêu cầu cần thiết để có thể sử dụng hiệu quả các công cụ này;
- Khả năng hỗ trợ từ nhà phát triển và/hoặc đại lý bán lẻ trong trường hợp cần thiết;
- Giá của phần mềm và lợi ích mà nó đem lại;
- Xác định thời gian để mua. Đây là một yếu tố rất quan trọng và được cần làm càng sớm càng tốt;
- Xác định số lượng giấy phép cần thiết. Nó quan trọng để đàm phán giá mua. Với các nền tảng khác nhau, giấy phép sẽ được cấp theo nhiều dạng khác nhau, cần xác định nhu cầu về số lượng tài khoản, tần suất sử dụng...

## Lựa chọn phần cứng

**Việc lựa chọn phần cứng phụ thuộc vào đặc điểm của công cụ, hệ thống cụ thể đã được lựa chọn và quy mô của dự án, khả năng tài chính của đơn vị**

**Cần lựa chọn các công cụ:**

- Các công cụ chính
- Công cụ hỗ trợ

## Lựa chọn phần cứng

Laptop, Desktop, Tablet or Phone?



## Lựa chọn phần cứng

Công nghệ quét laser?



## Lựa chọn phần cứng

### Các lưu ý trong quá trình lựa chọn phần cứng:

- Các phần mềm đã được chọn và yêu cầu phần cứng
- Kích thước mô hình và yêu cầu phần cứng tương ứng
- Ai sẽ sử dụng thiết bị nào (máy tính để bàn, máy tính xách tay, máy tính bảng...)
- Các thiết bị ngoại vi cần thiết tương ứng
- Thiết bị phục vụ phối hợp, các buổi họp
- Thiết bị lưu trữ



**Định dạng file**



## Định dạng file

### Đặc điểm của các định dạng file:

- Chuyên môn hoá
- Phục vụ các nhu cầu khác nhau
- Không có định dạng phù hợp cho tất cả các đối tượng, yêu cầu
- Không có định dạng dữ liệu phổ quát
- Các định dạng file mở cho khả năng tương tác rộng hơn

### Xác định nhu cầu

- Loại thông tin nào sẽ được trao đổi
- Các ứng dụng tương thích
- Định dạng file mở hay độc quyền

## Định dạng file

### Ví dụ định dạng file mở

- Định dạng bản vẽ AutoCAD (DWG);
- Thiết kế Bentley MicroStation (DGN);
- Định dạng trao đổi bản vẽ AutoCAD (DXF);
- IFC;
- BCF;
- STEP;
- XML;
- LandXML;

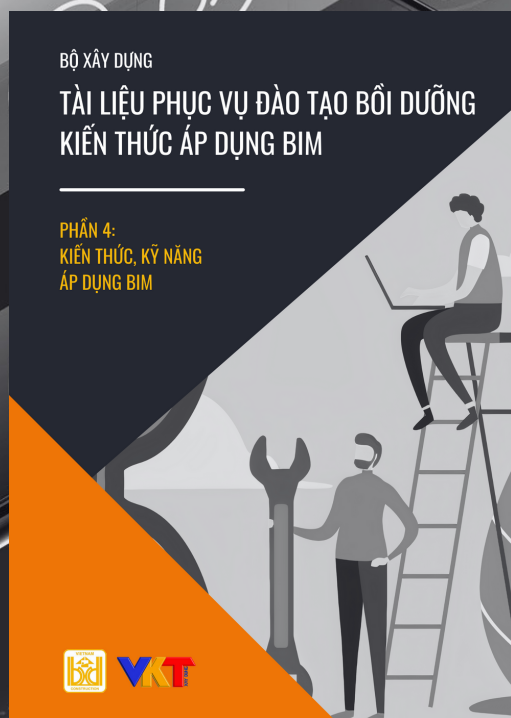
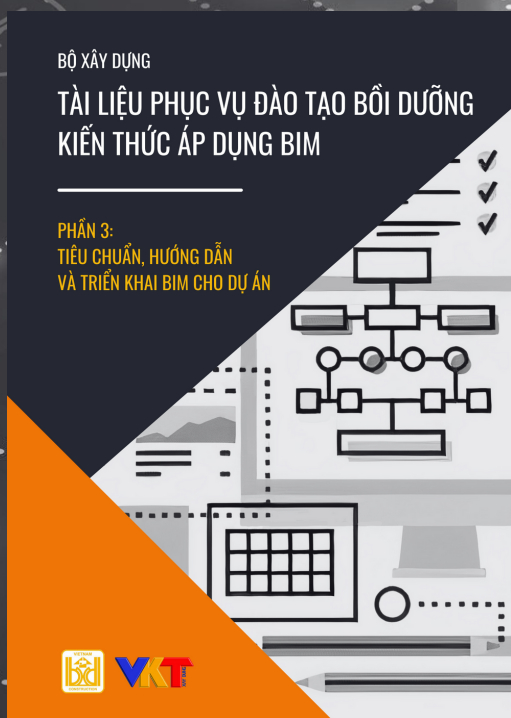
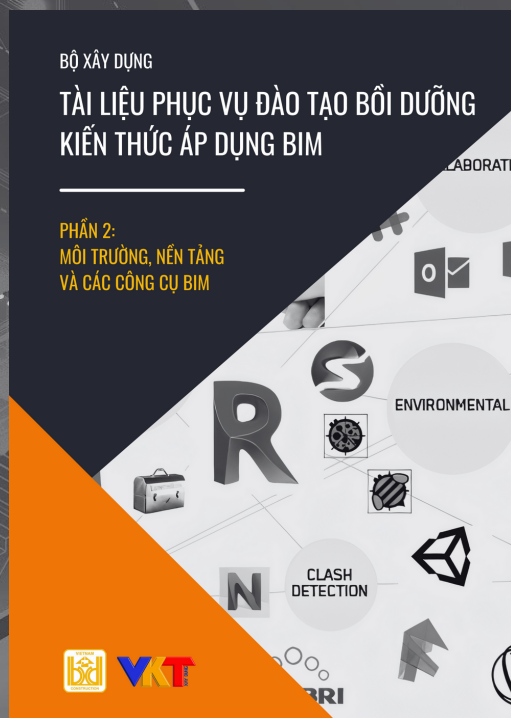
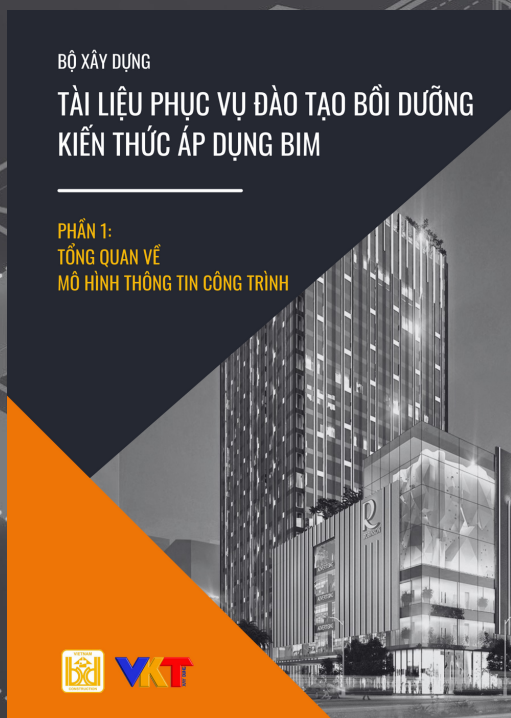
### Ví dụ định dạng file độc quyền

- Autodesk Revit (RVT);
- Tekla;
- Navisworks Cache File (NWC);
- Navisworks Document (NWD);
- Solibri Model Checker (SMC).

# Trân trọng cảm ơn.



# BỘ TÀI LIỆU PHỤC VỤ ĐÀO TẠO, BỒI DƯỠNG KIẾN THỨC ỨNG DỤNG BIM



Xuất bản lần thứ nhất, ngày 20/04/2021

Tài liệu có thể được tải xuống tại: <http://bim.gov.vn/tai-lieu>

Cơ quan phát hành: Viện Kinh tế xây dựng - Bộ Xây dựng

Địa chỉ: 20 Thổ Giao, Hai Bà Trưng, Hà Nội

Điện thoại: (84-24) 39742152; Fax: (84-4) 38215987

Email: [vienkinhtexd@gmail.com](mailto:vienkinhtexd@gmail.com); Website: <http://kinhtexaydung.gov.vn>