

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA

KHOA ĐIỆN

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỆN

ĐỀ TÀI:

**ỨNG DỤNG PHẦN MỀM BIM VÀO THIẾT KẾ CUNG
CẤP ĐIỆN CHO TÒA NHÀ LÀM VIỆC TRƯỜNG ĐẠI
HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT CƠ SỞ 2**

Giảng viên hướng dẫn: **TS. LƯU NGỌC AN**

Sinh viên thực hiện : **TRẦN NGUYỄN PHONG – 20DCLC1**

PHẠM TĂNG PHƯƠNG – 20DCLC2

Đà Nẵng – 2025

TÓM TẮT

Tên đề tài: Ứng dụng phần mềm BIM vào thiết kế cung cấp điện cho Tòa nhà làm việc trường Đại học Sư Phạm Kỹ Thuật Cơ sở 2

Sinh viên thực hiện: Trần Nguyên Phong Lớp: 20DCLC1

Phạm Tăng Phương Lớp: 20DCLC2

Chương 1. Tổng quan về phần mềm BIM

Chương 2. Giới thiệu về dự án Tòa nhà làm việc trường Đại học Sư Phạm Kỹ Thuật Cơ sở 2

Chương 3. Thiết kế Hệ thống điện cho tòa nhà

Chương 4. Ứng dụng phần mềm BIM-REVIT vào thiết kế Hệ thống điện.

Chương 5. Nghiên cứu và ứng dụng phần mềm BIM-NAVISWORK trong khảo sát công trình và kiểm tra các va chạm.

Chương 6. Kết luận

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

STT	Họ và tên	Lớp	MSSV
1	Trần Nguyên Phong	20DCLC1	105200171
2	Phạm Tăng Phương	20DCLC2	105200207

1. Tên đề tài:

Ứng dụng phần mềm BIM vào thiết kế cung cấp điện cho Tòa nhà làm việc trường Đại học Sư Phạm Kỹ Thuật Cơ sở 2

2. Các số liệu và dữ liệu ban đầu:

- Bản vẽ kiến trúc Tòa Nhà làm việc trường Đại học Sư Phạm Kỹ Thuật cơ sở 2
- Diện tích công trình: 1570 m²
- Công trình bao gồm: 5 tầng nổi + 1 tầng TUM

3. Nội dung các phần thuyết minh và tính toán

a) Phần chung:

STT	Họ và tên	Nội dung
1	Trần Nguyên Phong	Nghiên cứu và sử dụng ứng dụng phần mềm BIM-Revit, Navisworks Tính toán công suất phụ tải cho công trình
2	Phạm Tăng Phương	

b) Phần riêng:

STT	Họ và tên	Nội dung
1	Trần Nguyên Phong	Tính toán chiếu sáng cho công trình Mô phỏng chiếu sáng bằng DIALux Nâng cao hệ số công suất của tòa nhà Tính toán chống sét, nối đất cho công trình Vẽ BIM-Revit công trình Ứng dụng Navisworks Bóc tách, thống kê khối lượng bằng Revit
2	Phạm Tăng Phương	Tính toán chiếu sáng cho công trình Mô phỏng chiếu sáng DIALux Chọn thiết bị đóng cắt, dây cáp cho công trình Tính toán ngăn mạch Vẽ BIM-Revit công trình Chọn thiết bị đóng cắt, dây cáp

4. Các bản vẽ, đồ thị:

a) Phần chung:

STT	Họ và tên	Nội dung
1	Trần Nguyên Phong	Bản vẽ sơ đồ nguyên lý
2	Phạm Tăng Phương	Bản vẽ công trình

b) Phần riêng: Bản vẽ Revit phòng hội trường, bản vẽ kiến trúc kết cấu Revit

STT	Họ và tên	Nội dung
1	Trần Nguyên Phong	Bản vẽ DIALux, bản vẽ Revit cấp nguồn văn phòng, bản vẽ thống kê khối lượng
2	Phạm Tăng Phương	Bản vẽ Revit phòng hội trường, bản vẽ kiến trúc kết cấu

5. Họ tên người hướng dẫn: TS Lưu Ngọc An.

6. Ngày giao nhiệm vụ đồ án: ... / ... /2025

7. Ngày hoàn thành đồ án: ... / ... /2025

Đà Nẵng, ngày ... tháng ... năm 2025

Trưởng Bộ môn Điện Hệ thống

Người hướng dẫn

TS. Trịnh Trung Hiếu

TS. Lưu Ngọc An

LỜI NÓI ĐẦU

Ngày nay, nền kinh tế nước ta đang phát triển mạnh mẽ, đời sống nhân dân đã nâng cao nhanh chóng, cùng với xu thế công nghiệp hóa, hiện đại hóa ở nước ta cũng như các nước trên thế giới ngày càng cao. Yêu cầu về thiết kế cung cấp điện trong tất cả các lĩnh vực công nghiệp, nông nghiệp, sinh hoạt,...ngày càng được nâng cao. Vì thế việc cải thiện sự phối hợp thông tin ở các giai đoạn thiết kế hệ thống cơ điện nói chung và cung cấp điện nói riêng nhằm mục đích liên kết và hỗ trợ tối đa cho quá trình thi công cũng như toàn bộ vòng đời của công trình để các bên liên quan đưa ra các quyết định phù hợp, giảm thiểu rủi ro và nâng cao hiệu quả thiết kế là vấn đề luôn được quan tâm và phát triển.

Đồ án tốt nghiệp này là kết quả của sự vận dụng các kiến thức đã học vào thực tế để tính toán thiết kế cung cấp điện cho một tòa nhà và nghiên cứu ứng dụng phần mềm BIM nhằm mục đích thiết thực hóa quá trình thiết kế, vì thế qua đồ án này chúng em có thể hiểu rõ hơn những gì đã học ở lý thuyết mà chưa có dịp để ứng dụng vào thực tiễn và chúng em có thể hình dung được ý nghĩa của ngành Kỹ thuật điện trong việc phát triển công nghiệp hóa, hiện đại hóa. Đồ án này chính là bước đầu làm quen với những kinh nghiệm trong công việc của chúng em sau này.

Chúng em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến quý thầy cô của trường Đại học Bách khoa – Đại học Đà Nẵng nói chung cũng như các thầy cô khoa Điện đã giúp đỡ chúng em trong quá trình làm đồ án tốt nghiệp này. Đặc biệt chúng em xin cảm ơn thầy TS. Lưu Ngọc An đã quan tâm, hỗ trợ, giúp đỡ chúng em trong suốt quá trình làm đồ án.

Trong quá trình nghiên cứu và thực hiện vẫn còn những hạn chế nên không tránh khỏi những sai sót. Chúng em rất mong nhận được ý kiến đóng góp của quý thầy cô để hoàn thiện tốt hơn những nghiên cứu khác.

Sau cùng em kính chúc quý thầy cô trong khoa Điện cũng như các thầy cô khác trong trường luôn nhiều sức khỏe và thành công trong công việc.

Đà Nẵng, ngày ... tháng ... năm 2025

Sinh viên thực hiện

LỜI CAM ĐOAN

Chúng em xin cam đoan:

1. Những nội dung chính trong đồ án này là do chúng em:

Trần Nguyên Phong

Phạm Tăng Phương

Thực hiện dưới sự hướng dẫn trực tiếp từ giảng viên hướng dẫn: TS. Lưu Ngọc An

2. Các bản vẽ, số liệu, kết quả tính toán trong đồ án là trung thực và chưa từng được công bố trong các đồ án hay luận văn khác.
3. Mọi nội dung tham khảo và trích dẫn trong đồ án đều được trích dẫn từ các nguồn giáo trình, tác giả, nhà xuất bản rõ ràng
4. Mọi sao chép không hợp lệ, vi phạm quy chế đào tạo hay gian lận, chúng em xin chịu hoàn toàn trách nhiệm trước bộ môn, khoa và nhà trường

Đà Nẵng, ngày ... tháng ... năm 2025

Sinh viên thực hiện

Trần Nguyên Phong

Phạm Tăng Phương

MỤC LỤC

NHẬN XÉT CỦA NGƯỜI HƯỚNG DẪN	
NHẬN XÉT CỦA NGƯỜI PHẢN BIỆN	
TÓM TẮT.....	
NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP	
LỜI NÓI ĐẦU ..	i
LỜI CAM ĐOAN	ii
MỤC LỤC	iii
DANH MỤC BẢNG	v
DANH MỤC HÌNH ẢNH.....	viii
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ PHẦN MỀM BIM.....	1
1.1 Quy trình BIM là gì?	1
1.1.1 BIM ảnh hưởng đến hiệu quả thiết kế như thế nào?	1
1.1.2 Ưu và khuyết điểm khi ứng dụng BIM	1
1.1.3 Ưu điểm khi áp dụng BIM vào dự án	2
1.1.4 Bài toán đầu tư	2
1.1.5 BIM 3D và các phần mềm bím được sử dụng phổ biến hiện nay.....	2
1.1.6 Các phần mềm sử dụng trong báo cáo:	3
CHƯƠNG 2 GIỚI THIỆU VỀ DỰ ÁN TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT	
CƠ SỞ 2.....	5
2.1 Giới thiệu về dự án.....	5
2.1.1 Tổng quan về dự án:.....	5
2.1.2 Yêu cầu cung cấp điện cho tòa nhà.....	5
CHƯƠNG 3 THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỆN CHO TÒA NHÀ	6
3.1 Xác định công suất tính toán phụ tải cho toà nhà	6
3.1.1 Xác định công suất cho các tầng	6
3.1.2 Xác định công suất tính toán cho phụ tải công trình:.....	20
3.1.3 Công suất tính toán toàn tòa nhà:	22
3.2 Tính chọn thiết bị điện	23
3.2.1 Tính chọn máy biến áp và máy phát:	23
3.2.2 Tính chọn aptomat.....	25
3.2.3 Tính ngắn mạch.....	29
3.2.4 Tính chọn cáp và dây dẫn:	31
3.3 Nâng cao hệ số công suất.....	33

3.3.1	Xác định dung lượng bù:.....	33
3.3.2	Chọn thiết bị bù:.....	34
3.3.3	Vị trí đặt thiết bị bù:.....	34
3.4	Bảo vệ chống sét.....	36
3.4.1	Các nguyên tắc bảo vệ chống sét.....	36
3.4.2	Vùng bảo vệ đầu thu sét ESE.....	36
3.4.3	Tính toán bảo vệ chống sét cho công trình:.....	37
3.4.4	Tính toán nổi đất cho công trình.....	38
CHƯƠNG 4: ỨNG DỤNG PHẦN MỀM BIM – REVIT TRONG THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỆN		43
4.1	Tổng quan về phần mềm Revit.....	43
4.1.1.	Giới thiệu chung về phần mềm Revit.....	43
4.1.2	Vai trò của Revit trong BIM.....	44
4.2	Ứng dụng phần mềm Revit vào thi công mô hình từ thiết kế cung cấp điện.	44
4.2.1	Khởi tạo dự án Revit Architecture.....	44
4.2.2	Khởi tạo dự án Revit MEP.....	52
4.2.3	Trích xuất bản vẽ thi công bằng Revit.....	59
4.3	Lập bảng thống kê khối lượng Revit.....	67
4.4	Kết luận.....	71
CHƯƠNG 5: NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG PHẦN MỀM BIM-NAVISWORK TRONG VIỆC KHẢO SÁT CÔNG TRÌNH VÀ KIỂM TRA CÁC VA CHẠM		72
5.1	Giới thiệu chung về phần mềm Naviswork.....	72
5.2	Các bước ứng dụng phần mềm Naviswork.....	72
5.2.1	Khởi tạo dự án mới.....	72
5.2.2	Quản lý hiển thị trong Naviswork.....	76
5.2.3	Khảo sát công trình và ghi chú lỗi.....	77
5.2.4	Phát hiện va chạm trong Naviswork.....	80
5.2.5	Xử lý va chạm trong công trình.....	83
5.2.6	Khởi tạo và chia sẻ các thước phim giả lập về công trình.....	84
5.3	Kết luận.....	87
CHƯƠNG 6: KẾT LUẬN		88
6.2	Đánh giá về BIM.....	88
6.3	Định hướng nghiên cứu và ứng dụng.....	88
TÀI LIỆU THAM KHẢO		89

DANH MỤC BẢNG

STT	Tên bảng	Trang
3.1	<i>Thông số đèn</i>	6
3.2	<i>Loại đèn</i>	8
3.3	<i>Tổng kết tầng 1</i>	8
3.4	<i>Thông số đèn tầng 2</i>	10
3.5	<i>Bảng thống kê phụ tải chiếu sáng tầng 2</i>	11
3.6	<i>Bảng thống kê phụ tải chiếu sáng tầng 3</i>	12
3.7	<i>Bảng thống kê chiếu sáng tầng 4</i>	14
3.8	<i>Bảng thống kê chiếu sáng tầng 5</i>	15
3.9	<i>Phụ tải động lực tầng 1</i>	17
3.10	<i>Phụ tải động lực tầng 2</i>	17
3.11	<i>Phụ tải động lực tầng 3</i>	18
3.12	<i>Phụ tải động lực tầng 4</i>	18
3.13	<i>Phụ tải động lực tầng 5</i>	19
3.14	<i>Tổng công suất phụ tải của các tầng</i>	20
3.15	<i>Công suất phụ tải động lực máy bơm</i>	21
3.16	<i>Công suất phụ tải thang máy</i>	22

3.17	<i>Công suất phụ tải quạt thông gió</i>	22
3.18	<i>Công suất phụ tải công trình</i>	22
3.19	<i>Công suất tính toán tòa nhà</i>	22
3.20	<i>Thông số máy biến áp</i>	23
3.21	<i>Thông số máy phát dự phòng</i>	25
3.22	<i>Thông số aptomat tủ DB1</i>	26
3.23	<i>Thông số aptomat tủ DB2</i>	26
3.24	<i>Thông số aptomat tủ DB3</i>	26
3.25	<i>Thông số aptomat tủ DB4</i>	26
3.26	<i>Thông số aptomat tủ DB5</i>	27
3.27	<i>Thông số aptomat tủ DB máy bơm</i>	27
3.28	<i>Thông số aptomat tủ DB thang máy</i>	27
3.29	<i>Thông số aptomat DB Điều hòa không khí</i>	27
3.30	<i>Thông số aptomat máy phát</i>	28
3.31	<i>Thông số aptomat máy biến áp</i>	28
3.32	<i>Thông số aptomat tổng các tầng</i>	28
3.33	<i>Thông số aptomat các tầng</i>	28
3.34	<i>Thống kê kết quả ngắn mạch</i>	31

3.35	<i>Tổng hợp dây dẫn</i>	33
3.36	<i>Thông số tự bù</i>	35
3.37	<i>Biên độ dòng sét cực đại</i>	37
3.38	<i>Hệ số K_m với các loại nối đất</i>	40
3.39	<i>Các trị số gần đúng của điện trở suất của đất</i>	40
3.40	<i>Hệ số sử dụng của cọc và thanh</i>	40

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Ảnh	Nội dung	Trang
3.1	<i>Kết quả mô phỏng độ rọi yêu cầu của WC nam 1</i>	7
3.2	<i>Kết quả mô phỏng độ rọi yêu cầu hội trường</i>	8
3.3	<i>Máy biến áp</i>	23
3.4	<i>Máy phát điện</i>	24
3.5	<i>Vùng bảo vệ của kim thu sét</i>	38
3.6	<i>Cọc nối đất chôn sâu</i>	39
3.7	<i>Hệ thống nối đất an toàn</i>	39
3.8	<i>Sơ đồ hệ thống nối đất an toàn</i>	42
4.1	<i>Khởi tạo dự án</i>	44
4.2	<i>Chọn File dự án</i>	45
4.3	<i>Lưu dự án</i>	45
4.4	<i>Thiết lập File kết cấu</i>	46
4.5	<i>Kết quả link bản vẽ</i>	46
4.6	<i>Xây dựng hệ thống sàn</i>	47
4.7	<i>Điều chỉnh thông số sàn</i>	47
4.8	<i>Vẽ cột</i>	48

4.9	<i>Kết quả vẽ cột</i>	48
4.10	<i>Vẽ tường</i>	49
4.11	<i>Kết quả vẽ tường</i>	49
4.12	<i>Kết quả vẽ trần và laphong</i>	50
4.13	<i>Kết quả vẽ cửa</i>	51
4.14	<i>Kết quả vẽ kết cấu</i>	51
4.15	<i>Đặt thiết bị</i>	52
4.16	<i>Kết quả đặt thiết bị</i>	53
4.17	<i>Lắp đặt đèn chiếu sáng</i>	53
4.18	<i>Kết quả lắp đèn</i>	54
4.19	<i>Đèn chiếu sáng hành lang</i>	54
4.20	<i>Hệ thống thang máng cáp</i>	55
4.21	<i>Tùy chỉnh hệ thống thang máng cáp</i>	55
4.22	<i>Kết quả vẽ thang máng cáp</i>	56
4.23	<i>Đi dây hệ thống chiếu sáng</i>	56
4.24	<i>Kết quả đi dây hệ thống chiếu sáng</i>	57
4.25	<i>Kết quả đi dây ổ cắm</i>	57
4.26	<i>Mô hình tổng quát tòa nhà</i>	58

4.27	<i>Mô hình cung cấp điện phòng chuyên đề tầng 4</i>	58
4.28	<i>Mô hình cấp nguồn cho phòng hội trường</i>	59
4.29	<i>Tạo khung bản vẽ</i>	59
4.30	<i>Chọn kích cỡ bản vẽ</i>	60
4.31	<i>Chọn thông số bản vẽ</i>	60
4.32	<i>Điền các thông tin bản vẽ</i>	61
4.33	<i>Tạo bản vẽ mặt bằng</i>	61
4.34	<i>Điều chỉnh khung bản vẽ</i>	62
4.35	<i>Căn chỉnh bản vẽ</i>	62
4.36	<i>Tạo bảng ghi chú</i>	63
4.37	<i>Tạo ký hiệu chú thích</i>	63
4.38	<i>Chọn biểu tượng thiết bị</i>	64
4.39	<i>Thêm bản vẽ vào khung tên</i>	64
4.40	<i>Chọn các bản vẽ vào khung tên</i>	65
4.41	<i>Bản vẽ View 3D phòng hội trường</i>	65
4.42	<i>Bản vẽ View 3D phòng Khoa kỹ thuật máy tính</i>	66
4.43	<i>Cài đặt và xuất bản vẽ</i>	67

4.44	<i>Chọn loại bảng thống kê</i>	68
4.45	<i>Chọn nhóm đối tượng muốn thống kê</i>	68
4.46	<i>Chọn các mục cần lấy thông số</i>	69
4.47	<i>Xử lý dữ liệu lấy ra</i>	69
4.48	<i>Khối lượng phụ kiện thiết bị điện</i>	70
4.49	<i>Khối lượng phụ kiện ống luồn dây điện</i>	70
4.50	<i>Khối lượng phụ kiện thang máng cáp</i>	70
5.1	<i>Chuyển chế độ hiển thị 3D từ File Revit sang File Naviswork</i>	73
5.2	<i>Chọn thư mục lưu File Naviswork</i>	73
5.3	<i>Chọn Naviswork settings để cài đặt File Naviswork</i>	74
5.4	<i>Cài đặt File Naviswork</i>	74
5.5	<i>Khởi động phần mềm Naviswork</i>	75
5.6	<i>Mở File đã chuyển đổi</i>	75
5.7	<i>Chọn Selection Tree</i>	76
5.8	<i>Chọn Hide để ẩn đối tượng</i>	76
5.9	<i>Chọn Reaslim trong Viewpoint</i>	77
5.10	<i>Điều chỉnh hướng nhìn và di chuyển</i>	78
5.11	<i>Di chuyển vào công trình</i>	78

5.12	<i>Ghi chú lỗi</i>	79
5.13	<i>Xem danh sách ghi chú lỗi</i>	79
5.14	<i>Sử dụng công cụ Clash Detective để phát hiện va chạm</i>	80
5.16	<i>Thông tin của va chạm</i>	81
5.16	<i>Lưu báo cáo va chạm</i>	81
5.17	<i>Mở xem File báo cáo va chạm</i>	82
5.18	<i>Bảng thành phần của báo cáo va chạm</i>	82
5.19	<i>Trở lại phần mềm Revit để tìm vị trí va chạm</i>	83
5.20	<i>Trở lại phần mềm Revit để tìm vị trí va chạm</i>	83
5.21	<i>Khởi tạo thước phim giả lập công trình</i>	84
5.22	<i>Cách tùy chỉnh thước phim giả lập công trình</i>	85
5.23	<i>Hình ảnh Naviswork view 3D kiến trúc công trình</i>	85
5.24	<i>Hình ảnh Naviswork phòng Khoa kỹ thuật máy tính tầng 5</i>	86
5.25	<i>Hình ảnh Naviswork về Phòng chuyên đề tầng 3</i>	86
5.25	<i>Hình ảnh Naviswork cấp nguồn và chiếu sáng Phòng hội trường</i>	87

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ PHẦN MỀM BIM

1.1 Quy trình BIM là gì?

- BIM (Building Information Modeling): là quá trình tạo lập và sử dụng mô hình thông tin trong các giai đoạn thiết kế, thi công và vận hành công trình.

1.1.1 BIM ảnh hưởng đến hiệu quả thiết kế như thế nào?

Công nghệ đang thay đổi cách các tòa nhà, cơ sở hạ tầng được thiết kế, xây dựng và vận hành. Và nó giúp cải thiện quá trình làm việc, cải thiện hiệu suất thiết kế và vận hành trong suốt vòng đời của các công trình. Về cơ bản có thể coi đây là mô hình 3D ảo của tòa nhà với đầy đủ các thành phần: gạch, vữa, lợp, ánh sáng, nội thất... đều được quy định cụ thể trong mô hình BIM.

Tất cả các cá nhân, tổ chức cộng tác trong việc thiết kế và xây dựng công trình đều có thể sử dụng những dữ liệu trong mô hình BIM, thông qua đó có thể phân tích được giá, năng lượng, thời gian xây dựng và phương pháp xây dựng, bảo trì công trình. Toàn bộ quá trình làm việc sẽ dựa trên cơ sở việc chia sẻ thông tin này, chúng luôn được cập nhật và bổ sung liên tục trong suốt quá trình làm việc, từ lúc phát thảo cho đến lúc công trình được hoàn thiện. Cũng bởi lý do đó, BIM cũng có thể được xem là "Building Information Management - Quản lý thông tin công trình".

Các quy trình thiết kế 2D hiện tại đã trở nên lỗi thời với sự xuất hiện của BIM. Đối với cách làm cũ, việc chuyển giao thông tin từ nhóm thiết kế sang nhóm xây dựng cũng đã là một vấn đề, mỗi một chỉnh sửa dù nhỏ cũng sẽ ảnh hưởng đến rất nhiều bản vẽ khác, và tất cả đều phải chỉnh sửa một cách thủ công. Tất cả các dữ liệu không có sự liên kết đồng nhất và tự động nên việc cập nhật và bổ sung vô cùng khó khăn, đặc biệt là khó phát hiện được các xung đột trong công trình. Việc dẫn đến sai sót và trễ tiến độ công trình là cực kỳ lớn.

1.1.2 Ưu và khuyết điểm khi ứng dụng BIM

BIM là một trong những bước tiến lớn trong ngành xây dựng (AEC), mang yếu tố cách mạng trong việc thiết kế, xây dựng và quản lý dự án. Mô hình đang dần trở thành một trong những yếu tố quyết định sự tăng trưởng của các nhà thầu trên thế giới. Mô hình BIM giúp nhà thầu tạo ra mô hình 3D của các dự án với đầy đủ các thông tin của từng chi tiết nhỏ nhất, việc cập nhật luôn diễn ra liên tục và đồng bộ. Việc đánh giá ưu và khuyết điểm của BIM phụ thuộc vào năng lực - khả năng ứng dụng BIM vào dự án của nhà thầu.

1.1.3 Ưu điểm khi áp dụng BIM vào dự án

Quản lý dữ liệu tập trung: bạn sẽ không phải cập nhật thủ công hàng loạt bản vẽ CAD 2D mỗi khi dự án có chỉnh sửa nữa. Với BIM, mọi thứ sẽ diễn ra một cách tự động và chính xác, bạn chỉ cần tập trung vào chất lượng của các mô hình thiết kế 3D.

Thiết kế mô hình trực quan: cả dự án sẽ được đưa vào một mô hình số hóa theo một cách chi tiết và chính xác nhất. Bạn có thể xem được từng thành phần của dự án, từng chi tiết nhỏ nhất tùy theo mức độ của mô hình. Chủ đầu tư sẽ dễ dàng có được một cái nhìn trực quan nhất về dự án, đội ngũ thiết kế kết cấu, MEP... dễ dàng phát hiện các xung đột, thiết kế tối ưu các chi tiết trong không gian của tòa nhà.

Tiết kiệm chi phí - thời gian: BIM giúp nhà thầu, chủ đầu tư có một cái nhìn chính xác hơn khi ước lượng các khoảng đầu tư và chi phí, mọi mô hình trên BIM đều có chiều sâu và rất chính xác. Giảm thiểu các khoảng phát sinh về chi phí lẫn thời gian làm việc với việc quản lý dữ liệu đồng nhất, tránh mất mát trong quá trình lưu trữ và quản lý tài liệu.

Tăng khả năng cộng tác: BIM giúp sự liên kết giữa các phòng ban trở nên chặt chẽ hơn, từ thiết kế kiến trúc, kết cấu, MEP, dự toán... tất cả đều làm việc trên một mô hình thống nhất, mọi thông tin đều được cập nhật thường xuyên tạo thành một luồng thông tin xuyên suốt.

Hạn chế rủi ro: mô hình 3D trong BIM mang đầy đủ các yếu tố của một công trình thực tế giúp dễ dàng phát hiện những xung đột giữa các thành phần trong công trình, hạn chế các phát sinh khi thi công, giảm thiểu sai sót.

1.1.4 Bài toán đầu tư

- Ưu điểm của BIM là không phải bàn cãi, tuy nhiên việc chuyển đổi từ một mô hình cũ (2D) sang mô hình mới (BIM) đòi hỏi doanh nghiệp phải có những bước đầu tư ban đầu tương đối lớn. Từ chi phí bản quyền phần mềm, chuyên gia tư vấn và triển khai, đào tạo nhân viên sử dụng các phần mềm mới, đôi khi doanh nghiệp còn cần nâng cấp hệ thống máy tính nữa.

1.1.5 BIM 3D và các phần mềm bim được sử dụng phổ biến hiện nay

Quy trình BIM sẽ xoay quanh các mô hình số hóa 3D, và ta cần các phần mềm (BIM Tool) để thực hiện công việc xây dựng những mô hình này. Một phần mềm xây dựng mô hình 3D cho BIM cần đạt đủ các tiêu chí: xây dựng mô hình 3D, nhập thông tin cho các cấu kiện, cập nhật tức thời.

Tùy thuộc vào các ngành khác nhau mà chúng ta sẽ có các phần mềm khác nhau. Bên dưới là danh sách các phần mềm dùng mô hình BIM được phân chia theo các chuyên ngành:

- Kiến trúc: Revit, ArchiCad, Grasshopper 3D, Rhinoceros, Lumion...
- Kết cấu: Revit, Tekla, Robot Structural Analysis, Bentley, Staad pro...
- Cơ điện: Revit, Cadewa...
- Phân tích năng lượng: Equest, Energy +, Ecotect, GBS, Vasari...
- Quản lý dự án: Navisworks Manage (+iConstruct+Synchro), Tekla Bimsight...
- Dự toán: Vico, CostX...

Trong đó Autodesk là một trong những hãng phần mềm tiên phong và đang dẫn đầu trong việc phát triển các ứng dụng hỗ trợ cho quy trình BIM. Trong đó Autodesk Revit đang nổi lên trở thành một phần mềm không thể thiếu khi nhắc đến BIM, đặc biệt là BIM 3D. Revit sẽ hỗ trợ thực hiện trong 3 giai đoạn chính:

- Thiết kế kiến trúc (architecture)
- Thiết kế kết cấu (structure)
- Thiết kế cơ điện (MEP)
- Mặc dù vẫn còn một số hạn chế nhất định, nhưng phần mềm Revit đang không ngừng được Autodesk cập nhật và bổ sung cộng với việc ưu thế không thể chối cãi trong việc đồng bộ trong cùng một hệ sinh thái lớn mạnh:
- Đồng bộ cực kỳ chặt chẽ với AutoCAD (cùng 1 hãng Autodesk)
- Tạo thành một quy trình xuyên suốt từ kiến trúc, kết cấu đến MEP trên cùng 1 phần mềm Revit, hạn chế tối đa việc import và export gây thất thoát dữ liệu trước kia.
- Liên kết với các phần mềm khác của hãng Autodesk như: Navisworks, Infraworks, 3Ds Max, Inventor...
- Dữ liệu đồng bộ liên tục trên một mô hình tổng, giúp các kỹ sư có thể cùng thiết kế trên cùng một mô hình theo thời gian thực.

1.1.6 Các phần mềm sử dụng trong báo cáo:

1.1.6.1 BIM Revit :

Revit là một phần mềm được nghiên cứu và phát triển bởi hãng Autodesk – một phần mềm mạnh mẽ trong việc hỗ trợ cho các kiến trúc sư, kỹ sư xây dựng và kỹ sư cơ điện. Không chỉ có thế, Revit còn là phần mềm được xây dựng đặc biệt cho BIM (Building Information Modeling), bao gồm thiết kế kiến trúc, kết cấu xây dựng và thi công cơ điện MEP.

Revit hỗ trợ việc thiết kế, tạo lập hồ sơ thiết kế hoàn chỉnh một cách chính xác và nhanh chóng. Bởi, bất kỳ sự thay đổi nào được tạo ra sẽ kéo theo những thay đổi các liên kết

tương ứng của toàn bộ dự án, bao gồm các góc nhìn mô hình, các bản vẽ, các mặt cắt và mặt bằng, không gian, bảng thống kê.

1.1.6.2 BIM Naviswork

Mục tiêu chính Phần mềm Navisworks của Autodesk phục vụ cho quy trình BIM, giúp tổ hợp các dữ liệu thiết kế được khởi tạo từ nhiều ứng dụng phần mềm BIM riêng biệt, ví dụ như AutoCAD, Revits, Sketchup,...phát hiện và giải quyết các xung đột giữa nhiều lĩnh vực như kết cấu, kiến trúc, cơ khí, điện, hệ thống ống nước và an toàn cháy nổ.

Kết Luận: Revit và Navisworks là hai phần mềm có thể hỗ trợ nhau trong thiết kế, phối hợp và quản lý dự án xây dựng. Trong lĩnh vực thiết kế hệ thống cung cấp điện cho công trình, chúng có những công dụng cụ thể như sau:

- **BIM Revit:**

- + Dựng mô hình hệ thống điện 3D bao gồm : Tủ điện, thiết bị điện, đường dây, thiết bị đóng cắt,...giúp dễ quan sát và quản lý.
- + Gán thông tin kỹ thuật: Revit cho phép đính kèm thông tin trong các thiết bị như công suất, mã sản phẩm, hàng sản xuất,...giúp ích nhiều cho quá trình thi công.
- + Tạo bảng thống kê vật tư : Tự động đếm và tổng hợp các thiết bị, dây dẫn, máng cáp,...

- **BIM Naviswork :**

- + Kiểm tra xung đột (tính năng quan trọng nhất) : Dùng để phát hiện va chạm giữa các hệ thống: điện (MEP), nước, điều hòa, kết cấu, kiến trúc... Giúp tránh lỗi thiết kế trước khi thi công, giảm chi phí sửa chữa, tiết kiệm thời gian.
- + Mô phỏng tiến độ thi công: Kết hợp mô hình 3D với tiến độ công việc (MS Project, Primavera) để tạo mô phỏng xây dựng theo thời gian. Giúp lập kế hoạch thi công chính xác, dễ hình dung trình tự xây dựng. Hữu ích cho báo cáo, thuyết trình với chủ đầu tư.

CHƯƠNG 2 GIỚI THIỆU VỀ DỰ ÁN TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT CƠ SỞ 2

2.1 Giới thiệu về dự án

2.1.1 Tổng quan về dự án:

Tên dự án	:	Trường Đại học Sư phạm Kỹ Thuật Đà Nẵng Cơ sở 2
Vị trí dự án	:	P.Hòa Quý, Q.Ngũ Hành Sơn, Đà Nẵng
Chủ đầu tư	:	Đại Học Đà Nẵng
Quy mô	:	5 tầng nổi
Diện tích khu đất	:	3510 m ²
Mật độ xây dựng	:	44,7%

2.1.2 Yêu cầu cung cấp điện cho tòa nhà

- Các hệ thống điện trong khuôn viên trường đại học cần đảm bảo tuân thủ đầy đủ các tiêu chuẩn kỹ thuật hiện hành, nhằm duy trì độ ổn định, an toàn và tuổi thọ thiết bị trong suốt quá trình sử dụng.
- Để tiết kiệm chi phí đầu tư và vận hành, việc bố trí ổ cắm, công tắc trong từng không gian chức năng như phòng học, phòng thí nghiệm, phòng máy, thư viện... cần được tính toán hợp lý, tránh lắp đặt dư thừa. Chẳng hạn, mỗi phòng học chỉ nên trang bị số lượng ổ cắm, công tắc tối thiểu đáp ứng nhu cầu sử dụng giảng dạy và học tập, tránh lãng phí.
- Việc thiết kế hệ thống điện hợp lý còn góp phần quan trọng trong việc thực hiện chính sách sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả trong các cơ sở giáo dục
- Cấp trực ngang trong khuôn viên trường được bố trí trong máng cáp đặt trên trần giả hành lang các tầng, từ tủ điện tầng (sau tủ tổng) đến các tủ phân phối tại các khu vực sử dụng như giảng đường, phòng thí nghiệm, văn phòng khoa, thư viện... Hệ thống cáp sử dụng cáp điện một sợi bọc cách điện Cu/PVC. Cấp nguồn cho các thiết bị ổ cắm sử dụng dây 2×2,5mm², còn đèn chiếu sáng và quạt sử dụng dây 2×1,5mm². Cấp điện cho điều hòa, bơm nước nóng, máy móc thí nghiệm chọn dây 2×2,5mm² hoặc lớn hơn tùy công suất thiết bị.
- Các đề xuất về thiết kế và vật tư đều hướng tới mục tiêu tiết kiệm chi phí đầu tư xây dựng nhưng vẫn đảm bảo chất lượng, phù hợp với ngân sách đầu tư công và đặc điểm vận hành của trường đại học.

CHƯƠNG 3 THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỆN CHO TÒA NHÀ

3.1 Xác định công suất tính toán phụ tải cho toà nhà

3.1.1 Xác định công suất cho các tầng

3.1.1.1 Xác định công suất phụ tải chiếu sáng cho các tầng

- Phòng vệ sinh

Yêu cầu độ rọi là 200 lux. Theo tiêu chuẩn TCXDVN 22/2016/BYT:

Diện tích: 20 m²

Chiều cao: 4,2 m

- Chọn kiểu chiếu sáng:

Chọn đèn DLC-24T của MPE có các thông số sau:

Bảng 3.1 Thông số đèn

Công suất	Quang thông	Hiệu suất	Tuổi thọ	Kích thước
24W	2880 lm	0,88	30000h	Ø200/Ø225 mm

- Chiều cao mặt bàn làm việc: $h_{lv} = 0,8$ m

- Xác định chiều cao treo đèn:

$$h = H - h_{lv} = 4,2 - 0,8 = 3,6 \text{ m}$$

- Tỉ số $n/h=0,8$ (Bảng 3.6 [TL1])

- Khoảng cách giữa các đèn $n = 0,8 \times 3,6 = 2,88 \text{ m}$

➤ Ta bố trí 2 hàng đèn theo chiều dọc, 2 hàng đèn theo chiều ngang. Vậy khoảng cách theo chiều ngang là $n = m$, theo chiều dọc là $m = n$

- Kiểm tra

- Kiểm tra theo điều kiện:

$$\frac{n}{3} \leq q \leq \frac{n}{2} \text{ và } \frac{m}{3} \leq p \leq \frac{m}{2}$$
$$\frac{2}{3} \leq q \leq \frac{2}{2} \text{ và } \frac{2}{3} \leq p \leq \frac{2}{2}$$

Căn cứ vào đặc điểm của nội thất chiếu sáng có thể coi hệ số phản xạ của trần, tường và sàn tương ứng là 80:70:30

$$K_{kg} = \frac{3,7 \times 5,2}{3,6 \times (3,7 + 5,2)} = 0,6004$$

Nên ta chọn chỉ số không gian $K_{kg} = 0,8$ ta tìm được hệ số sử dụng đèn $K_{sd} = 0,35$. Hệ số dự trữ lấy bằng $K_{dt} = 1,2$.

Xác định quang thông tổng:

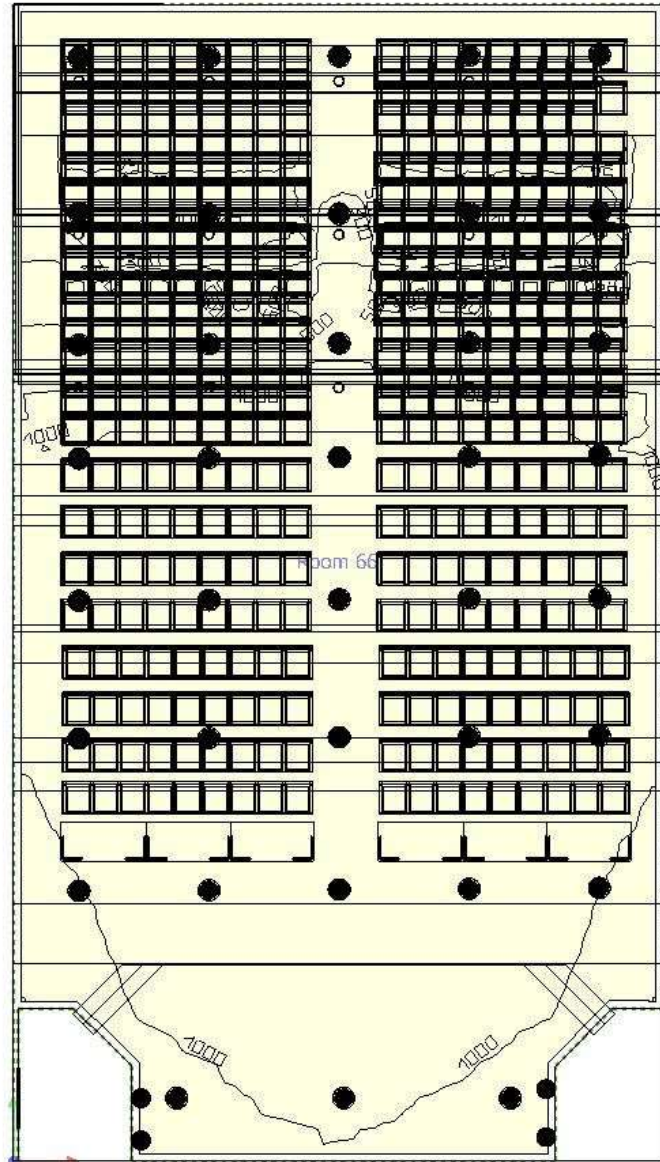
$$F_{\Sigma} = \frac{E_{yc} \times S \times K_{dt}}{K_{sd} \times \eta} = \frac{200 \times 20 \times 1,2}{0,35 \times 0,88} = 15584,4116 \text{ (lm)}$$

Số lượng đèn cần thiết: $N = \frac{F_{\Sigma}}{F_d} = \frac{15584,416}{2880} = 5,4$

Chọn N = 6 bóng.

Tính độ rọi khi làm việc

$$E = \frac{F_d \times N \times \eta \times K_{sd}}{S \times K_{dt}} = \frac{2880 \times 5 \times 0,88 \times 0,35}{20 \times 1,2} = 221,76 \text{ lux} > 200 \text{ lux}$$



Hình 3.1 Kết quả mô phỏng độ rọi yêu cầu của hội trường



Hình 3.2 Kết quả mô phỏng độ rọi yêu cầu hội trường

Như vậy hệ thống chiếu sáng đảm bảo yêu cầu cần thiết và số lượng đèn như bảng sau:

Bảng 3.2 Loại đèn

Diện tích (m ²)	Chiều cao (m)	Độ rọi lux yêu cầu (lux)	Loại đèn	Số Lượng
20	4,2	200	DLC	6

Bảng 3.3 Tổng kết tầng 1

Bảng tổng kết tầng 1:				
Tên	Loại đèn	Công suất (W)	Số lượng	Tổng công suất
Phòng WC nữ 1	MPE DLC – 24T	24	4	96
Phòng WC nữ 2	MPE DLC – 24T	24	4	96

Phòng WC nam 1	MPE DLC – 24T	24	6	144
Phòng WC nam 2	MPE DLC – 24T	24	6	144
Phòng đào tạo	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	9	540
Phòng giao dịch đào tạo	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	6	360
Trung tâm CIT	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	6	360
Phòng công tác sinh viên	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	9	540
Giao dịch công tác SV	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	6	360
Giao dịch HC – văn phòng	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	6	360
Giao dịch TC& thủ quỹ	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	4	240
Kế hoạch tài chính	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	4	240
Phòng TT pháp chế thi đua	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	9	540
VP đoàn TN	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	9	540
Phòng tổ chức hành chính	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	10	600
Phòng Kỹ thuật	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	2	120
Phòng Y tế	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	4	240
Hội trường	PHILIPS DN140B IA1 D216	22	15	330
	PHILIPS BY121P G4 PSD	146	23	3358
	PHILIPS BY120P G4 PSD	69	4	276

	MPE MNT-120T	18	4	72
Sảnh tầng	MPE DLC – 24T	24	55	1320
Tổng cộng			195	9626

- Tầng 2:

Tính toán cho phòng truyền thống 80 m²:

Yêu cầu độ rọi là 500 lux. Theo tiêu chuẩn TCXDVN 22/2016/BYT

Diện tích: 80 m² (11,55 x 7)

Chiều cao: 3,6m

Chọn kiểu chiếu sáng:

Chọn đèn CLEANROOM CR434B của PHILIPS có các thông số sau:

Bảng 3.4: Thông số đèn tầng 2

Công suất	Quang thông	Hiệu suất	Tuổi thọ	Kích thước
60W	6300 lm	0,88	30000h	600mmx600mm

Chiều cao mặt bàn làm việc : $h_{lv} = 0,8$

Xác định chiều cao treo đèn :

$$H = H - h_{lv} = 3,6 - 0,8 = 2,8 \text{ m}$$

Tỉ số $n/h = 0,8$

Khoảng cách giữa các đèn:

$$n = 0,8 \times 2,8 = 2,24 \text{ m}$$

Ta bố trí 3 hàng đèn theo chiều dọc và 4 hàng đèn theo chiều ngang. Vậy khoảng cách theo chiều ngang là $n = 2,24 \text{ m}$, theo chiều dọc là $m = 1,8 \text{ m}$.

Kiểm tra

Kiểm tra theo điều kiện:

$$\frac{n}{3} \leq q \leq \frac{n}{2} \text{ và } \frac{m}{3} \leq p \leq \frac{m}{2}$$

$$\frac{2,24}{3} \leq 1,025 \leq \frac{2,24}{2} \text{ và } \frac{2}{3} \leq 0,875 \leq \frac{2}{2}$$

Căn cứ vào đặc điểm của nội thất ta có thể coi hệ số phản xạ của trần, tường và sàn tương ứng là 80:70:30

$$K_{kg} = \frac{11,55 \times 7}{2,8 \times (11,55 + 7)} = 1,557$$

Nên ta chọn chỉ số không gian $K_{kg} = 2$ ta tìm được hệ số sử dụng của đèn $K_{sd} = 0,81$. Hệ số dự trữ $K_{dt} = 1,2$

Xác định tổng quang thông:

$$F_{\Sigma} = \frac{E_{yc} \times S \times K_{dt}}{K_{sd} \times \eta} = \frac{500 \times 7 \times 11,55 \times 1,2}{0,88 \times 0,81} = 67340,067 \text{ (lm)}$$

Số lượng đèn cần thiết:

$$N = \frac{F_{\Sigma}}{F_d} = \frac{67340,067}{6300} = 10,689$$

Chọn $N = 12$ bóng:

Tính độ rọi:

$$E = \frac{F_d \times N \times \eta \times K_{sd}}{S \times K_{dt}} = \frac{6300 \times 12 \times 0,88 \times 0,81}{80 \times 1,2} = 561,33 \text{ lux} > 500 \text{ lux}$$

Như vậy hệ thống chiếu sáng đảm bảo yêu cầu cần thiết và số lượng đèn như trong bảng sau:

Bảng 3.5: Bảng thống kê phụ tải chiếu sáng tầng 2

Bảng tổng kết tầng 2:				
Tên	Loại đèn	Công suất (W)	Số lượng	Tổng công suất
Phòng WC nữ 1	MPE DLC – 24T	24	4	96
Phòng WC nữ 2	MPE DLC – 24T	24	4	96
Phòng WC nam 1	MPE DLC – 24T	24	6	144
Phòng WC nam 2	MPE DLC – 24T	24	6	144
Phòng họp 1	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	12	720
Phòng họp 2	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	12	720
Phòng truyền thống	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	16	960
Ban giám hiệu 1	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	4	240

Ban giám hiệu 2	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	4	240
Ban giám hiệu 3	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	2	120
Phòng khách	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	2	120
Phòng Kỹ thuật	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	2	120
Văn phòng Đảng ủy - CĐ	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	4	240
Phòng Cơ sở vật chất	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	9	540
Phòng khoa học & HTQT	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	9	540
Phòng khảo thí đảm bảo CLGD	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	6	360
TT CNTT & truyền thông	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	6	360
Hội trường tầng 2	PHILIPS BY121P G4 PSD	146	9	1314
Sảnh tầng	MPE DLC – 24T	24	39	936
Tổng cộng			156	8010

- Tầng 3:

Bảng 3.6: Bảng thống kê phụ tải chiếu sáng tầng 3

Bảng tổng kết tầng 3:				
Tên	Loại đèn	Công suất (W)	Số lượng	Tổng công suất
Phòng WC nữ 1	MPE DLC – 24T	24	4	96
Phòng WC nữ 2	MPE DLC – 24T	24	4	96

Phòng WC nam 1	MPE DLC – 24T	24	6	144
Phòng WC nam 2	MPE DLC – 24T	24	6	144
Khoa công nghệ phần mềm 1	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	9	540
Khoa công nghệ phần mềm 2	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	18	1080
Khoa công nghệ phần mềm 3	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	8	480
Khoa công nghệ phần mềm 4	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	6	360
Khoa công nghệ phần mềm 5	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	9	540
Phòng chuyên đề	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	10	600
Khoa khoa học máy tính 1	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	9	540
Khoa khoa học máy tính 2	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	9	540
Khoa khoa học máy tính 3	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	10	600
Khoa khoa học máy tính 4	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	10	600
Sảnh tầng	MPE DLC – 24T	24	34	816
Tổng cộng			152	7176

- **Tầng 4:**

Bảng 3.7: Bảng thống kê chiếu sáng tầng 4

Phòng	Loại đèn	Công suất (W)	Số lượng	Tổng công suất (W)
Phòng Khoa kỹ thuật máy tính	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	9	540
Phòng Khoa kỹ thuật máy tính 2	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	9	540
Phòng Khoa kỹ thuật máy tính	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	10	600
Phòng Khoa kỹ thuật máy tính 2	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	10	600
Phòng Khoa điện tử viễn thông	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	12	720
Phòng Khoa điện tử viễn thông	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	10	600
Phòng chuyên đề	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	10	600
Phòng khoa tin học	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	12	720
Phòng khoa tin học 2	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	16	960
Phòng Khoa mạng-Truyền thông	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	9	540
Phòng Khoa mạng-Truyền thông 2	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	9	540

Phòng Khoa mạng-Truyền thông	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	10	600
Phòng Khoa mạng-Truyền thông 2	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	10	600
Phòng vệ sinh nam	MPE DLC – 24T	24	4	96
Phòng vệ sinh nữ	MPE DLC – 24T	24	4	96
Phòng vệ sinh nam 2	MPE DLC – 24T	24	4	96
Phòng vệ sinh nữ 2	MPE DLC – 24T	24	4	96
DH 1	MPE DLC – 24T	24	2	48
DH 2	MPE DLC – 24T	24	2	48
Cầu thang	MPE DLC – 24T	24	2	48
Cầu thang 2	MPE DLC – 24T	24	2	48
Hành Lang	MPE DLC – 24T	24	34	816
Tổng cộng			194	9552

- **Tầng 5:**

Bảng 3.8: Bảng thống kê chiếu sáng tầng 5

Phòng	Loại đèn	Công suất (W)	Số lượng	Tổng công suất (W)
Phòng Chuyên đề	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	16	960
Phòng Khoa hệ thống thông tin kinh tế	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	10	600

Phòng Khoa hệ thống thông tin kinh tế 2	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	10	600
Phòng Khoa thương mại điện tử	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	12	720
Phòng Khoa thương mại điện tử 2	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	12	720
Phòng Khoa quản trị kinh doanh	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	12	720
Phòng Khoa quản trị kinh doanh	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	8	480
Phòng Khoa quản trị kinh doanh	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	10	600
Phòng khoa GDTC	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	4	240
Phòng Khoa kế toán tin học	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	9	540
Phòng Khoa kế toán tin học 2	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	9	540
Phòng Khoa kế toán tin học	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	10	600
Phòng Khoa kế toán tin học 2	PHILIPS CLEANROOM CR434B	60	10	600
Phòng vệ sinh nam	MPE DLC – 24T	24	4	96
Phòng vệ sinh nữ	MPE DLC – 24T	24	4	96
Phòng vệ sinh nam 2	MPE DLC – 24T	24	4	96

Phòng vệ sinh nữ 2	MPE DLC – 24T	24	4	96
DH 1	MPE DLC – 24T	24	2	48
DH2	MPE DLC – 24T	24	2	48
Cầu thang	MPE DLC – 24T	24	2	48
Cầu thang 2	MPE DLC – 24T	24	2	48
Hành Lang	MPE DLC – 24T	24	34	816
Tổng cộng			190	9312

3.1.1.2 Tính toán công suất phụ tải động lực cho các tầng

- Phụ tải động lực tầng 1

Bảng 3.9: Phụ tải động lực tầng 1

Tầng 1:					
STT	Tên thiết bị	Số lượng	Công suất	Kdt	Tổng công suất (W)
1	Ổ cắm	64	2200	0,5	70400
2	Camera giám sát	6	10	1	60
3	Máy lạnh	24	1492	1	38972
4	Bộ phát wifi	5	15	1	75
5	Máy tính	32	200	1	6400
6	Máy chiếu	1	200	1	200
7	Máy in	20	1500	1	30000
8	Quạt	21	100	1	2100
Tổng Cộng					148207

- Phụ tải động lực tầng 2:

Bảng 3.10: Phụ tải động lực tầng 2

Tầng 2:					
STT	Tên thiết bị	Số lượng	Công suất	Kdt	Tổng công suất (W)
1	Ổ cắm	49	2200	0,5	53900
2	Camera giám sát	4	10	1	40
3	Máy lạnh	20	1492	1	29840
4	Bộ phát wifi	5	15	1	75

5	Máy tính	16	200	1	3200
6	Máy chiếu	3	200	1	600
7	Máy in	10	1500	1	15000
8	Quạt	28	100	1	2800
Tổng Cộng					105455

- Phụ tải động lực tầng 3:

Bảng 3.11: Phụ tải động lực tầng 3

Tầng 3:					
STT	Tên thiết bị	Số lượng	Công suất	Kdt	Tổng công suất (W)
1	Ổ cắm	57	2200	0,5	29700
2	Camera giám sát	4	10	1	40
3	Máy lạnh	24	1492	1	35808
4	Bộ phát wifi	4	15	1	75
5	Máy chiếu	10	200	1	2000
6	Quạt	41	100	1	41000
Tổng Cộng					108623

- Phụ tải động lực tầng 4:

Bảng 3.12: Phụ tải động lực tầng 4

Tầng 4:					
STT	Tên thiết bị	Số lượng	Công suất	Kdt	Tổng công suất (W)
1	Ổ cắm	75	2200	0,5	82500
2	Camera giám sát	4	10	1	40
3	Máy lạnh	22	1492	1	32824
4	Bộ phát wifi	5	15	1	75
5	Máy chiếu	13	200	1	2600
6	Quạt	52	100	1	5200
Tổng Cộng					123169

- Phụ tải động lực tầng 5

Bảng 3.13: Phụ tải động lực tầng 5

Tầng 5:					
STT	Tên thiết bị	Số lượng	Công suất	Kdt	Tổng công suất (W)
1	Ổ cắm	75	2200	0,5	82500
2	Camera giám sát	4	10	1	40
3	Máy lạnh	23	1492	1	34316
4	Bộ phát wifi	5	15	1	75
5	Máy chiếu	13	200	1	2600
6	Quạt	50	100	1	5000
Tổng Cộng					124531

Công suất tính toán cho các tầng:

Công suất tính toán cho tòa nhà được xác định theo công thức:

$$P_{tt} = P_{CS} + P_{DL}$$

Trong đó:

- P_{DL} : Công suất tính toán (kW) của phụ tải động lực của các tầng;
- P_{CS} : Công suất tính toán (kW) của phụ tải chiếu sáng của các tầng.

Tầng 1:

- Tổng công suất của tầng 1:

$$P_{tt} = P_{CS} + P_{DL} = 9626 + 148207 = 157833 \text{ (W)}$$

Công suất tính toán của tầng 1: $k_{dt} = 0,78$

$$P_{tt\ t1} = 157833 \times 0,78 = 123109.74 \text{ (W)} = 123,11 \text{ (kW)}$$

Tầng 2:

- Tổng công suất của tầng 2:

$$P_{tt} = P_{CS} + P_{DL} = 8010 + 105455 = 113465 \text{ (W)}$$

Công suất tính toán của tầng 2: $k_{dt} = 0,78$

$$P_{tt\ t1} = 113465 \times 0,78 = 88502,7 \text{ (W)}$$

Tầng 3:

- Tổng công suất của tầng 3:

$$P_{tt} = P_{CS} + P_{DL} = 7176 + 108623 = 115799 \text{ (W)}$$

Công suất tính toán của tầng 3: $k_{dt} = 0,78$

$$P_{tt\ t1} = 115799 \times 0,78 = 90323,22 \text{ (W)}$$

Tầng 4:

- Tổng công suất của tầng 4:

$$P_{tt} = P_{CS} + P_{DL} = 9552 + 123169 = 132721(W)$$

Công suất tính toán của tầng 4: $k_{dt} = 0,78$

$$P_{tt\ t1} = 132721 \times 0,78 = 103522,38 (W)$$

Tầng 5:

- Tổng công suất của tầng 5:

$$P_{tt} = P_{CS} + P_{DL} = 9312 + 124531 = 133843(W)$$

Công suất tính toán của tầng: $k_{dt} = 0,78$

$$P_{tt\ t1} = 133843 \times 0,78 = 104397,54 (W)$$

Bảng tổng kết công suất phụ tải của các tầng:

Bảng 3.14: Tổng công suất phụ tải của các tầng

STT	Tên phụ tải	ΣP_{tt} (kW)	ΣS_{tt} (kVA)	$\cos\varphi$
1	Tầng 1	123,11	153,89	0,8
2	Tầng 2	88,5	110,625	0,8
3	Tầng 3	90,32	112,9	0,8
4	Tầng 4	103,52	129,4	0,8
5	Tầng 5	104,4	130,5	0,8
Tổng cộng		509,85	637,315	

3.1.2 Xác định công suất tính toán cho phụ tải công trình:

Từ TL3 ta có công thức Công suất tính toán của phụ tải động lực trong công trình được tính như sau:

$$P_{CS} = P_{TM} + P_{BT} + P_{DH}$$

Trong đó:

- P_{CT} : Công suất tính toán (kW) của phụ tải công trình;
- P_{TM} : Công suất tính toán (kW) của nhóm phụ tải thang máy trong công trình;
- P_{BT} : Công suất tính toán (kW) của nhóm phụ tải bơm nước, thông gió trong công trình;
- P_{DH} : Công suất tính toán (kW) của nhóm phụ tải điều hòa trung tâm hoặc bán trung tâm trong công trình.

3.1.2.1 Công suất tính toán của nhóm phụ tải bơm nước, thông gió:

Công suất tính toán của nhóm phụ tải bơm nước, thông gió (động cơ bơm nước, quạt thông gió và các thiết bị khác) được xác định theo biểu thức sau:

$$P_{BT} = K_{yc} \times \sum P_{BT}$$

Trong đó:

- K_{yc} : Hệ số sử dụng lớn nhất của nhóm phụ tải bơm nước;
- n : Số động cơ;
- P_{Bti} : Công suất điện định mức (kW) của động cơ bơm nước, quạt thông gió thứ i.

Sử dụng 1 máy bơm nước tăng áp, 1 máy bơm chất thải và máy bơm PCCC có thông số như sau:

Bảng 3.15: Công suất phụ tải động lực máy bơm

STT	Tên	Số Lượng	Pđm (kW)	$\Sigma P_{đm}$ (kW)
1	Máy bơm nước tăng áp	1	7,5	7,5
2	Máy bơm chất thải	1	4	4
3	Máy bơm pccc	1	75	75
5	Máy bơm trung chuyển	1	15	15
Tổng cộng				101,5

Theo TL3 ta có hệ số $K_{yc} = 0,75$:

$$P_{BT} = K_{yc} \times \sum P_{đm} = 0,75 \times 101,5 = 76,125 \text{ (kW)}$$

$$S_{TT} = \frac{P_{TT}}{\cos\varphi} = \frac{76,125}{0,8} = 95,157 \text{ (kVA)}$$

3.1.2.2 Công suất tính toán nhóm phụ tải thang máy:

Công suất tính toán của nhóm phụ tải thang máy được tính theo công thức:

$$P_{TM} = K_{yc} \cdot \sum_{i=1}^n P_{ni} \cdot \sqrt{P_{vi}} + P_{gi}$$

Trong đó:

- P_{TM} : Công suất tính toán (kW) của nhóm phụ tải thang máy;
- P_{ni} : Công suất điện định mức (kW) của động cơ kéo thang máy thứ i;
- P_{gi} : Công suất (kW) tiêu thụ của các khí cụ điều khiển và các đèn điện trong thang máy thứ i, nếu không có số liệu cụ thể có thể lấy giá trị $P_{gi} = 0,1P_{ni}$;
- P_{vi} : Hệ số gián đoạn của động cơ điện theo lí lịch thang máy thứ i nếu không có số liệu cụ thể có thể lấy giá trị của $P_{vi} = 1$;
- K_{yc} : Hệ số yêu cầu của nhóm phụ tải thang máy.

Sử dụng 1 thang máy đi lại cho 5 tầng có thông số sau:

Bảng 3.16: Công suất phụ tải thang máy

STT	Tên	Số lượng	P_{dm} (kW)	ΣP_{dm} (kW)
1	Thang máy khách	1	11	11

Theo TL3 ta có hệ số $K_{yc} = 1$, $K_{dt} = 0,9$, $\cos\varphi_{tb} = 0,75$:

$$P_{TM} = 1 \times [(11 \times \sqrt{1}) + 1,1] = 12,1 \text{ (kW)}$$

$$P_{TT} = K_{dt} \times P_{TM} = 0,9 \times 12,1 = 10,89 \text{ (kW)}$$

$$S_{TT} = \frac{P_{TT}}{\cos\varphi} = \frac{10,89}{0,75} = 14,52 \text{ (kW)}$$

3.1.2.3 Công suất tính toán nhóm phụ tải quạt thông gió:

Bảng 3.17: Công suất phụ tải quạt thông gió

STT	Tên	Số lượng	ΣP_{dm} (kW)	$\cos\varphi$
1	Quạt thông gió	10	20	0,75
Tổng cộng			20	

$$\sum P_{DH} = 20 \text{ (kW)}$$

$$P_{TT} = \sum P_{DH} = 20 \text{ (kW)}$$

$$S_{TT} = \frac{P_{TT}}{\cos\varphi} = \frac{20}{0,75} = 26,667 \text{ (kW)}$$

3.1.2.4 Bảng tổng kết công suất phụ tải của các công trình:

Bảng 3.18: Công suất phụ tải công trình

STT	Tên phụ tải	ΣP_{tt} (kW)	ΣS_{tt} (kVA)	$\cos\varphi$
1	Thang máy	10,89	14,52	0,9
2	Máy bơm	76,125	95,157	0,8
3	Quạt	20	26,667	0,75
Tổng cộng		107,015	136,344	

3.1.3 Công suất tính toán toàn tòa nhà:

Bảng 3.19: Công suất tính toán tòa nhà

STT	Tên phụ tải	ΣP_{tt} (kW)	ΣS_{tt} (kVA)
1	Phụ tải công trình	107,015	136,344
2	Phụ tải các tầng	509,85	637,315
Tổng cộng		616,865	773,659

3.2 Tính chọn thiết bị điện

3.2.1 Tính chọn máy biến áp và máy phát:

3.2.1.1 Máy biến áp:

Với điều kiện:

$$S_{mba} \geq S_{tt} = 773,659 \text{ (kVA)}$$

Ta chọn Máy biến áp 3 pha 1000kVA do VINTEC sản xuất có các thông số sau:



Hình 3.3 Máy biến áp

Bảng 3.20: Thông số máy biến áp

STT	Mô tả	Đơn vị	Đặc tính
1	Công suất	kVA	1000
2	Điện áp	kV	22 / 0,4
3	Tần số:	Hz	50
4	Tổ đấu dây		Ydyn-12-11
5	Vật liệu chế tạo cuộn dây (cuộn cao và hạ)		Đồng
6	Tiêu chuẩn chế tạo		IEC 76
7	Sử dụng:		Trong nhà, ngoài trời; làm nguội bằng không khí và dầu tuần hoàn tự nhiên

8	Tổn hao không tải	W	$P_o \leq 980$
9	Tổn hao ngắn mạch ở 75°C:	W	$P_k \leq 8$
10	Điện áp ngắn mạch		$U_k\% = 6\%$
11	Kích thước máy (mm):	mm	Cao H = 1.900 Dài L = 1800 Rộng W = 1.100
12	Khoảng cách bánh xe:	mm	820
13	Khối lượng dầu	kg	710
14	Khối lượng tổng	kg	3.460

3.2.1.2 Máy phát dự phòng:

- Chọn máy biến áp dự phòng theo công suất phụ tải công trình tòa nhà:

$$S_{mf} \geq S_{ttct} = 136,344 \text{ (kVA)}$$

- Ta chọn máy phát điện Cummins 206 kVA VNG206CS



Hình 3.4: Máy phát điện

Bảng 3.21: Thông số máy phát dự phòng

STT	Mô tả	Đơn vị	Đặc tính
1	Công suất liên tục	kVA	188
2	Công suất dự phòng	kVA	206
3	Model động cơ		6LTAA8.9G2
4	Số pha		3
5	Điện áp/ Tần số	V/Hz	380-220V/50Hz
6	Tốc độ vòng quay	Vòng/phút	1500
7	Hệ số công suất		Cosφ= 0.8

3.2.2 Tính chọn aptomat

- Điều kiện chọn aptomat

$$U_{dmA} \geq U_{dmL}$$

$$I_{dmA} \geq I_{tt}$$

$$I_{c.dm} \geq I_N$$

Trong đó:

U_{dmL} : Điện áp định mức của lưới hạ áp (0,4 kV)

U_{dmA} : Điện áp định mức của aptomat (KV)

I_{dmA} : Dòng điện định mức của Aptomat (A)

I_{tt} : Dòng điện tính toán

$I_{c.dm}$: Dòng cắt định mức

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} \times U_{dm}} \text{ (A)}$$

$$S_{tt} = \frac{P_{tt}}{\cos\varphi}$$

3.2.2.1 Tầng 1 (DB1):

Dòng điện tính toán của tầng 1:

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} U_{dm}} = \frac{153890}{\sqrt{3} 380} = 233,812 \text{ (A)}$$

Lựa chọn aptomat do Mitsubitshi chế tạo loại 3 cực + N có thông số:

Bảng 3.22: Thông số aptomat tủ DB1

Loại	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{cdm} (kA)
------	--------------	--------------	----------------

NF400-CW	380	300	36
----------	-----	-----	----

3.2.2.2 Tầng 2 (DB2):

Dòng điện tính toán của tầng 2:

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} U_{dm}} = \frac{110625}{\sqrt{3} 380} = 168,077 \text{ (A)}$$

Lựa chọn aptomat do Mitsubitshi chế tạo loại 3 cực + N có thông số:

Bảng 3.23: Thông số aptomat tủ DB2

Loại	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{cdm} (kA)
NF200-SGV	380	200	36

3.2.2.3 Tầng 3 (DB3):

Dòng điện tính toán của tầng 3:

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} U_{dm}} = \frac{112900}{\sqrt{3} 380} = 171,534 \text{ (A)}$$

Lựa chọn aptomat do Mitsubitshi chế tạo loại 3 cực + N có thông số:

Bảng 3.24: Thông số aptomat tủ DB3

Loại	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{cdm} (kA)
NF200-SGV	380	200	36

3.2.2.4 Tầng 4 (DB4):

Dòng điện tính toán của tầng 4:

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} U_{dm}} = \frac{129400}{\sqrt{3} 380} = 196,603 \text{ (A)}$$

Lựa chọn aptomat do Mitsubitshi chế tạo loại 3 cực + N có thông số:

Bảng 3.25: Thông số aptomat tủ DB4

Loại	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{cdm} (kA)
NF200-SGV	380	200	36

3.2.2.5 Tầng 5 (DB5):

Dòng điện tính toán của tầng 5:

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} U_{dm}} = \frac{130500}{\sqrt{3} 380} = 198,274 \text{ (A)}$$

Lựa chọn aptomat do Mitsubitshi chế tạo loại 3 cực + N có thông số:

Bảng 3.26: Thông số aptomat tủ DB5

Loại	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{cdm} (kA)
NF200-SGV	380	200	36

3.2.2.6 DB máy bơm:

Dòng điện tính toán:

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} U_{dm}} = \frac{95157}{\sqrt{3} 380} = 144,576 \text{ (A)}$$

Lựa chọn aptomat do Mitsubitshi chế tạo loại 3 cực + N có thông số:

Bảng 3.27: Thông số aptomat tủ DB máy bơm

Loại	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{cdm} (kA)
NF200-SGV	380	200	36

3.2.2.7 DB thang máy:

Dòng điện tính toán:

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} U_{dm}} = \frac{14520}{\sqrt{3} 380} = 22,061 \text{ (A)}$$

Lựa chọn aptomat do Mitsubitshi chế tạo loại 3 cực + N có thông số:

Bảng 3.28: Thông số aptomat tủ DB thang máy

Loại	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{cdm} (kA)
NF63-SV	380	30	36

3.2.2.8 DB Điều hòa không khí:

Dòng điện tính toán:

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} U_{dm}} = \frac{26667}{\sqrt{3} 380} = 40,516 \text{ (A)}$$

Lựa chọn aptomat do Mitsubitshi chế tạo loại 3 cực + N có thông số:

Bảng 3.29: Thông số aptomat DB Điều hòa không khí

Loại	U_{dm} (V)	I_{dm} (A)	I_{cdm} (kA)
N50-SGV	380	50	36

3.2.2.9 Aptomat máy phát:

Dòng điện tính toán:

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} U_{dm}} = \frac{380}{\sqrt{3} 0,4} = 548,483(A)$$

Lựa chọn aptomat do Mitsubitshi chế tạo loại 3 cực + N có thông số:

Bảng 3.30: Thông số aptomat máy phát

Loại	U _{dm} (V)	I _{dm} (A)	I _{cdm} (kA)
NF630-CW	380	600	65

3.2.2.10 Aptomat máy biến áp:

Dòng điện tính toán:

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} U_{dm}} = \frac{1000}{\sqrt{3} 0,4} = 1443,376 (A)$$

Lựa chọn aptomat do Mitsubitshi chế tạo loại 3 cực + N có thông số:

Bảng 3.31: Thông số aptomat máy biến áp

Loại	U _{dm} (V)	I _{dm} (A)	I _{cdm} (kA)
NF1600-SEW	380	1600	85

3.2.2.11 Aptomat tổng các tầng:

Dòng điện tính toán:

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} U_{dm}} = \frac{637315}{\sqrt{3} 380} = 968,30 (A)$$

Lựa chọn aptomat do Mitsubitshi chế tạo loại 3 cực + N có thông số:

Bảng 3.32: Thông số aptomat tổng các tầng

Loại	U _{dm} (V)	I _{dm} (A)	I _{cdm} (kA)
NF1000-SEW	380	1000	85

Bảng 3.33: Thông số aptomat các tầng

TÊN	LOẠI APTOMAT	U _{dm} (V)	I _{dm} (A)	I _{cdm} (kA)
DB.1	NF400-CW	380	300	36
DB.2	NF250-SGV	380	250	36
DB.3	NF250-SGV	380	250	36
DB.4	NF250-SGV	380	250	36
DB.5	NF250-SGV	380	250	36

DB. Máy bơm	NF250-SGV	380	250	36
DB. Thang máy	NF63-SV	380	30	36
DB. Máy phát	NF630-CW	380	600	65
DB. Máy biến áp	NF1600-SEW	380	1600	85

3.2.3 Tính ngắn mạch

3.2.3.1 Tính toán dòng ngắn mạch tại điểm N1:

- Tổng trở của MBA:

$$Z_B = R_B + jX_B = \frac{\Delta P_N \% U_{dm}^2}{S_{dmB}^2} \times 10^3 + j \frac{U_N \% U_{dm}^2}{S_{dmB}} = \frac{8,15 \times 0,4^2}{1000^2} \times 10^3 + j \frac{6 \times 0,4^2}{1000} \times 10$$

$$= 1,304 + j9,6 (m\Omega)$$

- Tổng trở của đoạn dây:

$$Z_d = R_d + jX_d = (r_0 + jx_0) \times L = (0,0754 + j0,1) \times 10 \times 10^{-3}$$

$$= 0,754 + j0,01 (m\Omega)$$

- Tổng trở ngắn mạch:

$$Z_{N1} = Z_B + Z_d = 2,058 + j9,61 (m\Omega)$$

- Dòng điện ngắn mạch:

$$I_{N1} = \frac{U_{dm}}{\sqrt{3}Z_{N1}} = \frac{380}{\sqrt{3} \times \sqrt{2,058^2 + 9,61^2}} = 22,324 (kA)$$

- Dòng điện ngắn mạch xung kích:

$$i_{xkN1} = 1,3 \times \sqrt{2} \times I_{N1} = 1,3 \times \sqrt{2} \times 22,324 = 41,042 (kA)$$

3.2.3.2 Tính toán dòng ngắn mạch tại điểm N2:

- Tổng trở đoạn dây:

$$Z_d = R_d + jX_d = (r_0 + jx_0) \times L = (0,727 + j0,1) \times 10 \times 10^{-3}$$

$$= 7,27 + j1 (m\Omega)$$

- Tổng trở ngắn mạch:

$$Z_{N2} = Z_{N1} + Z_d = 2,058 + j9,61 + 7,27 + j1 = 9,328 + j10,61 (m\Omega)$$

- Dòng điện ngắn mạch:

$$I_{N1} = \frac{U_{dm}}{\sqrt{3}Z_{N1}} = \frac{380}{\sqrt{3} \times \sqrt{9,328^2 + 10,61^2}} = 15,53 (kA)$$

- Dòng điện xung kích:

$$i_{xkN1} = 1,3 \times \sqrt{2} \times I_{N1} = 1,3 \times \sqrt{2} \times 15,53 = 28,55 (kA)$$

3.2.3.3 Tính toán dòng ngắn mạch tại điểm N6:

- Tổng trở đoạn dây:

$$Z_d = R_d + jX_d = (r_0 + jx_0) \times L = (0,268 + j0,1) \times 10 \times 10^{-3} \\ = 2,68 + j1 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

- Tổng trở ngắn mạch:

$$Z_{N2} = Z_{N1} + Z_d = 2,058 + j9,61 + 2,68 + j1 = 4,738 + j10,61 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

- Dòng điện ngắn mạch:

$$I_{N1} = \frac{U_{dm}}{\sqrt{3}Z_{N1}} = \frac{380}{\sqrt{3} \times \sqrt{4,738^2 + 10,61^2}} = 18,88 \text{ (kA)}$$

- Dòng điện xung kích:

$$i_{xkN1} = 1,3 \times \sqrt{2} \times I_{N1} = 1,3 \times \sqrt{2} \times 18,88 = 34,71 \text{ (kA)}$$

3.2.3.4 Tính toán dòng ngắn mạch tại điểm N7:

- Tổng trở đoạn dây:

$$Z_d = R_d + jX_d = (r_0 + jx_0) \times L = (0,0754 + j0,1) \times 15 \times 10^{-3} \\ = 1,131 + j1,5 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

- Tổng trở ngắn mạch:

$$Z_{N2} = Z_{N1} + Z_d = 2,058 + j9,61 + 1,31 + j1,5 = 3,189 + j11,11 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

- Dòng điện ngắn mạch:

$$I_{N1} = \frac{U_{dm}}{\sqrt{3}Z_{N1}} = \frac{380}{\sqrt{3} \times \sqrt{3,189^2 + 11,11^2}} = 18,98 \text{ (kA)}$$

- Dòng điện xung kích:

$$i_{xkN1} = 1,3 \times \sqrt{2} \times I_{N1} = 1,3 \times \sqrt{2} \times 18,98 = 34,89 \text{ (kA)}$$

3.2.3.5 Tính toán dòng ngắn mạch tại điểm N8:

- Tổng trở đoạn dây:

$$Z_d = R_d + jX_d = (r_0 + jx_0) \times L = (1,83 + j0,1) \times 10 \times 10^{-3} \\ = 0,0183 + j1 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

- Tổng trở ngắn mạch:

$$Z_{N2} = Z_{N1} + Z_d = 2,058 + j9,61 + 0,0183 + j1 = 2,0763 + j10,61 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

- Dòng điện ngắn mạch:

$$I_{N1} = \frac{U_{dm}}{\sqrt{3}Z_{N1}} = \frac{380}{\sqrt{3} \times \sqrt{2,0763^2 + 10,61^2}} = 20,29 \text{ (kA)}$$

- Dòng điện xung kích:

$$i_{xkN1} = 1,3 \times \sqrt{2} \times I_{N1} = 1,3 \times \sqrt{2} \times 20,29 = 37,302 \text{ (kA)}$$

3.2.3.6 Tính toán dòng ngắn mạch tại điểm N9

- Tổng trở đoạn dây:

$$Z_d = R_d + jX_d = (r_0 + jx_0) \times L = (0,524 + j0,1) \times 10 \times 10^{-3} \\ = 5,42 + j1 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

- Tổng trở ngắn mạch:

$$Z_{N2} = Z_{N1} + Z_d = 2,058 + j9,61 + 5,42 + j1 = 7,478 + j10,61 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

- Dòng điện ngắn mạch:

$$I_{N1} = \frac{U_{dm}}{\sqrt{3}Z_{N1}} = \frac{380}{\sqrt{3} \times \sqrt{7,478^2 + 10,61^2}} = 16,902 \text{ (kA)}$$

- Dòng điện xung kích:

$$i_{xkN1} = 1,3 \times \sqrt{2} \times I_{N1} = 1,3 \times \sqrt{2} \times 16,902 = 31,07 \text{ (kA)}$$

Bảng 3.34: Thống kê kết quả ngắn mạch

Vị trí	$I_N \text{ (kA)}$	$i_{xk} \text{ (kA)}$
N1	22,324	41,042
N2	15,53	28,55
N3	15,53	28,55
N4	15,53	28,55
N5	15,53	28,55
N6	18,88	34,71
N7	18,98	37,302
N8	20,29	37,302
N9	16,902	31,07

3.2.4 Tính chọn cáp và dây dẫn:

3.2.4.1 Cáp từ máy biến áp đến DB tổng:

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{637,315}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 919,885 \text{ (A)}$$

- Chọn tiết diện theo I_{cp} :
- Biểu thức xác định tiết diện theo I_{cp} :

$$K_1 K_2 I_{cp} \geq I_{tt}$$

Trong đó:

- K_1 : Hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ nếu có sự chênh lệch nhiệt độ môi trường chế tạo và môi trường sử dụng, (chọn $K_1=1$ ở nhiệt độ 25°C).
- K_2 : Hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ nếu có nhiều lõi đặt chung trong 1 rãnh ($K_2=0,8$ chọn cáp 4 sợi tiết diện 100mm).

$$\Rightarrow I_{cp} = \frac{I_{tt}}{K_1 K_2} = \frac{919,885}{1,0,8} = 1149,856 \text{ (A)}$$

Chọn phương án phù hợp như sau

$\Rightarrow$ Chọn $2(3 \times 240 + 1 \times 120) + 1 \times 120\text{E}$ – cáp đồng hạ áp CADIVI, cách điện PVC.

Khi xét thêm hệ số hiệu dụng $K_{dt} = 0,7$, dòng tải hiệu dụng là:

$$I_{tt, \text{hiệu dụng}} = I_{tt} \cdot 0,7 = 919,885 \cdot 0,7 = 643,92$$

➤ Đáp ứng yêu cầu truyền tải, đảm bảo kỹ thuật, tiết diện, thi công thực tế

3.2.4.2 Cáp từ tủ điện tổng để DB các tầng:

$$I_{tt} = \frac{S_{tt}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = \frac{153,89}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 222,121 \text{ (A)}$$

- Chọn tiết diện theo I_{cp} :
- Biểu thức xác định tiết diện theo I_{cp} :

$$K_1 K_2 I_{cp} \geq I_{tt}$$

Trong đó:

- K_1 : Hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ nếu có sự chênh lệch nhiệt độ môi trường chế tạo và môi trường sử dụng, (chọn $K_1=1$ ở nhiệt độ 25°C).
- K_2 : Hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ nếu có nhiều lõi đặt chung trong 1 rãnh ($K_2=0,8$ chọn cáp 4 sợi tiết diện 100mm).

$$\Rightarrow I_{cp} = \frac{I_{tt}}{K_1 K_2} = \frac{222,121}{1,0,8} = 277,65 \text{ (A)} \quad (\text{Chọn } I_{cp} = 315\text{A})$$

Chọn cáp đồng hạ áp do hãng CADIVI chế tạo 4 lõi cách điện PVC

Vậy cáp và đường dây, CU/XLPE/PVC $4 \times 25\text{mm}^2$.

➤ Qua tính toán, dòng điện cấp cho từng tầng vượt quá khả năng chịu tải của cáp $4 \times 25\text{mm}^2$. Tuy nhiên, theo thiết kế ban đầu của công trình vẫn sử dụng cáp này. Đề xuất tăng tiết diện hoặc bố trí lại phụ tải.

3.2.4.3 Bảng tổng hợp của tòa nhà:

Bảng 3.35: Tổng hợp dây dẫn

STT	Đường dây	Dây dẫn+cáp
1	Cáp từ máy biến áp đến DB tổng	CU/XLPE/PVC/DSTA/PVC 2(3x240 + 1x120) + 1x120E
2	Cáp từ DB tổng đến DB tầng 1	CU/XLPE/PVC 4x25 + 1x16E
3	Cáp từ DB tổng đến DB tầng 2	CU/XLPE/PVC 4x25 + 1x16E
4	Cáp từ DB tổng đến DB tầng 3	CU/XLPE/PVC 4x25 + 1x16E
5	Cáp từ DB tổng đến DB tầng 4	CU/XLPE/PVC 4x25 + 1x16E
6	Cáp từ DB tổng đến DB tầng 5	CU/XLPE/PVC 4x70 + 1x35E
7	Cáp và dây dẫn từ DB tổng đến DB Bơm nước	CU/XLPE/PVC 4x35 + 1x16E
8	Cáp và dây dẫn từ DB tổng đến DB thang máy	CU/XLPE/PVC 4x10 + 1x10E
9	Cáp và dây dẫn từ DB tổng đến DB ĐHKK	CU/XLPE/PVC 4(1x240) + 1x20E

3.3 Nâng cao hệ số công suất

3.3.1 Xác định dung lượng bù:

- Hệ số công suất $\cos\phi_{tb}$ của toà nhà là $\cos\phi = 0,8$
- Hệ số $\cos\phi$ tối thiểu do Nhà nước quy định từ $0,85 \div 0,95$

- Như vậy ta phải bù công suất phản kháng cho toà nhà để nâng cao hệ số $\cos\varphi$.
- Công thức tính bù công suất phản kháng :
- $Q_{b\Sigma} = P_{tt} \cdot (\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2)$
- Trong đó:
- $\tan\varphi_1$: tương ứng với hệ số $\cos\varphi_1$ trước khi bù.
- $\tan\varphi_2$: tương ứng với hệ số $\cos\varphi_2$ cần bù, ta bù đến $\cos\varphi_2$ đạt giá trị quy định không bị phạt từ (0,85 ÷ 0,95) ta cần bù đến $\cos\varphi_2 = 0,9$
- Ta có:
- $\cos\varphi_1 = 0,8 \rightarrow \tan\varphi_1 = 0,75$
- $\cos\varphi_2 = 0,9 \rightarrow \tan\varphi_2 = 0,484$
- Công suất phản kháng cần bù:
 - $Q_{b\Sigma} = P_{tt} \cdot (\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2) = 616,865 \cdot (0,75 - 0,484) = 164,08 \text{ (kVAr)}$
- Công suất phản kháng trước khi bù:
 - $Q_1 = P_{tt} \times \tan\varphi_1 = 616,865 \times 0,75 = 462,64 \text{ (kVAr)}$

3.3.2 Chọn thiết bị bù:

Để bù công suất phản kháng cho tòa nhà, có thể sử dụng các thiết bị bù sau:

Máy bù đồng bộ:

- Cho phép điều chỉnh mượt mà và tự động giá trị công suất phản kháng phát ra (hoặc tiêu thụ công suất phản kháng).
- Công suất phản kháng chủ yếu phụ thuộc vào dòng kích từ, không bị ảnh hưởng nhiều bởi điện áp đặt vào.
- Tuy nhiên, thiết bị này có chi phí cao, quá trình lắp đặt và vận hành phức tạp.
- Gây tiếng ồn lớn và tiêu tốn một lượng công suất tác dụng đáng kể.

Tụ điện:

- Ít gây tổn thất công suất tác dụng, dễ dàng lắp đặt và vận hành, ít xảy ra sự cố.
- Công suất phản kháng phát ra phụ thuộc vào điện áp đặt vào tụ.
- Có thể bố trí ở bất kỳ vị trí khô ráo nào, phù hợp với nhiều không gian.
- Giá thành thấp, nhưng công suất phản kháng chỉ phát ra theo các bậc cố định, không thể điều chỉnh linh hoạt.
- Độ bền và thời gian sử dụng của tụ điện thường hạn chế.

Dựa trên các phân tích trên, tụ bù là lựa chọn phổ biến để lắp đặt nhằm nâng cao hệ số công suất cho các tòa nhà nhờ vào chi phí hợp lý và tính tiện lợi.

3.3.3 Vị trí đặt thiết bị bù:

- Về nguyên tắc để có lợi nhất về mặt giảm tổn thất điện áp, tổn thất điện năng cho đối tượng dùng điện là đặt phân tán các bộ tụ bù cho từng động cơ điện, tuy nhiên nếu đặt phân tán quá sẽ không có lợi về vốn đầu tư, lắp đặt và quản lý vận hành. Vì vậy việc đặt thiết bị bù tập trung hay phân tán là tùy thuộc vào cấu trúc hệ thống cấp điện của đối tượng.
- Trong đồ án chọn vị trí đặt tụ bù ở phía hạ áp, đặt tại tủ điện tổng của tòa nhà.
- Với dung lượng cần bù là: $Q_b \Sigma = 164,08 \text{ (kVAr)}$

Nên chọn 6 bộ tụ bù do SAMWHA sản xuất chế tạo có thông số như bảng sau:

Bảng 3.36 Thông số tụ bù

Mã hiệu	$U_{dm} \text{ (V)}$	$Q_b \text{ (kVAr)}$	$C \text{ (}\mu\text{F)}$	Số pha	$I_{dm} \text{ (A)}$
SMB-45030KT	415	30	5968	3	433

Công suất phản kháng sau khi thực hiện bù:

$$Q_2 = Q_1 - n \times Q_b = 462,64 - 6 \times 30 = 282,64 \text{ (kVAr)}$$

Công suất toàn phần sau khi bù :

$$S_2 = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_2^2} = \sqrt{616,865^2 + 282,64^2} = 678,53 \text{ (kVA)}$$

3.4 Bảo vệ chống sét

3.4.1 Các nguyên tắc bảo vệ chống sét

- Bảo vệ chống sét trọng điểm: thường sử dụng cho các công trình có độ cao dưới 15m và các công trình không quan trọng. Chỉ bảo vệ những bộ phận thường bị sét đánh.
- Những công trình mái bằng, trọng điểm cần bảo vệ là 4 góc xung quanh tường và các kết cấu nhô khỏi mặt đất.
- Những công trình mái dốc trọng điểm là các đỉnh nhô góc nhọn, bờ chảy và góc diềm mái, bờ nóc và các kết cấu nhỏ cao khỏi mặt mái.
- Bảo vệ chống sét toàn bộ: áp dụng cho các công trình có độ cao trên 20m và các công trình quan trọng dễ cháy nổ. Toàn bộ công trình sẽ được bảo vệ bởi bộ phận thu sét.
- Đối với Tòa nhà làm việc Trường Đại học Sư Phạm Kỹ thuật Cơ sở 2 sẽ sử dụng phương pháp bảo vệ toàn bộ. Sử dụng đầu thu sét phát ra tia tiên đạo ESE (Early Streamer Emission).

3.4.2 Vùng bảo vệ đầu thu sét ESE

- Nguyên lý hoạt động: ESE hoạt động dựa trên nguyên lý làm thay đổi trường điện từ xung quanh cấu trúc cần bảo vệ thông qua việc sử dụng vật liệu áp điện. Tạo thời điểm kích hoạt sớm, tạo sự gia tăng cường độ điện trường tại chỗ, tăng khả năng phát xạ ion sớm, nhờ đó ta được những điều kiện lý tưởng cho việc phát triển phóng điện sét nhờ vào cấu trúc đặc biệt của ESE.
- Cách lắp đặt: Đầu thu có thể đặt trên cột độc lập hoặc trên kết cấu công trình được bảo vệ, sao cho đỉnh kim cao hơn các bộ phận cần bảo vệ.
- Vùng bảo vệ:
 - Bảo vệ cấp 1 (D=20m): $I_{set} \leq 2kA$
 - Bảo vệ cấp 2 (D=45m): $2kA \leq I_{set} \leq 6kA$
 - Bảo vệ cấp 3 (D=60m): $I_{set} \geq 6kA$

Công thức tính toán bán kính bảo vệ của đầu thu ESE theo tiêu chuẩn NFC 177-102 (Pháp) được tính như sau:

$$R_p = \sqrt{h(2D - h) + \Delta L(2D + \Delta L)}$$

$$\Delta L = V \cdot \Delta T$$

-Trong đó:

- ΔT (ms): Thời gian phóng điện sớm (10 ms , 25 ms , 40 ms , 50 ms).
- V (m / ms): Tốc độ phát triển của tia tiên đạo đi lên (thường là 1.1 m / ms).
- $R_p(m)$: Bán kính bảo vệ

- D (m): Khoảng cách phóng điện (có thể lấy theo thông số nhà sản xuất).
- h (m): Chiều cao đặt kim ESE so với mặt phẳng được bảo vệ.
- ΔL (m): Độ lợi khoảng cách (phụ thuộc vào đầu kim).
- I (kA): Biên độ dòng sét cực đại.

Có thể tra bảng sau:

Bảng 3.37. Biên độ dòng sét cực đại

Mức bảo vệ	I (kA)	Xác suất xuất hiện dòng sét có biên độ vượt quá giá trị I (%)
Tiêu chuẩn	15	30
Trung bình	10	50
Cao	6	55
Rất cao	3	58

3.4.3 Tính toán bảo vệ chống sét cho công trình:

Chọn kim phóng điện sớm của hãng INGESCO PDC 6.3. Chọn công trình có mức bảo vệ trung bình $I=15\text{kA}$ với mức bảo vệ cấp 3 tương ứng với khoảng cách phóng điện $D=60\text{m}$.

Độ lợi khoảng cách:

$$\Delta L = V \cdot \Delta T = 1,1 \cdot 40 = 44 \mu\text{s}$$

Bán kính bảo vệ: $R_{ct}=60\text{m}$

Tại bề mặt tầng thượng của tòa nhà:

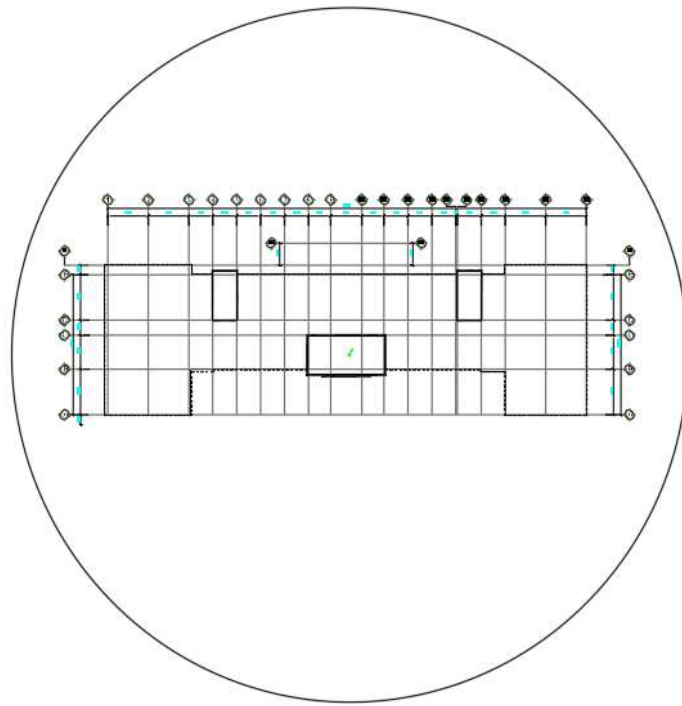
+ Chiều cao đầu thu sét đến bề mặt được bảo vệ: $h=5(\text{m})$

+ Bán kính bảo vệ của kim:

$$R_p = \sqrt{h(2D - h) + \Delta L(2D + \Delta L)} = \sqrt{5 \cdot (2 \cdot 60 - 5) + 44 \cdot (2 \cdot 60 + 44)} \\ = 88,26 \text{ m}$$

$R_p = 88,26 > R_{ct} = 60\text{m}$ (Thoả mãn điều kiện).

Vậy với bán kính bảo vệ $R_p \approx 88.26 \text{ m}$, một đầu thu sét ESE INGESCO PDC 6.3 đặt ở trung tâm mái có thể bảo vệ toàn bộ tòa nhà ở mức bảo vệ trung bình (cấp 3).



Hình 3.5 Vùng bảo vệ của kim thu sét

3.4.4 Tính toán nối đất cho công trình

Đối với mạng điện có điện áp dưới 1000V, điện trở nối đất tại mọi thời điểm không được vượt quá 4Ω (riêng với các thiết bị nhỏ, công suất tổng của máy phát điện, máy biến áp không vượt quá 100kVA cho phép đến 10Ω).

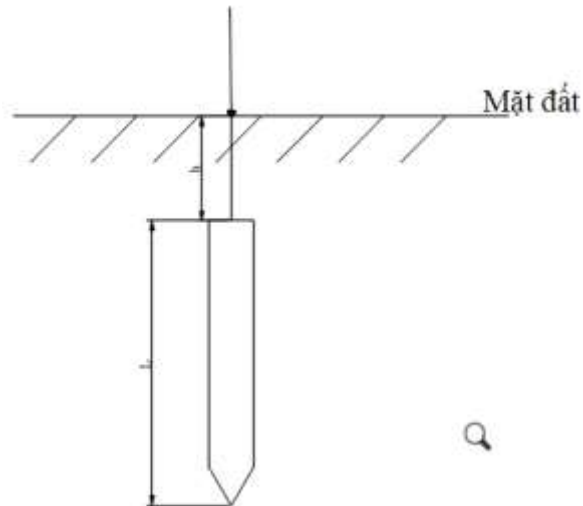
Các thông số ban đầu:

- Điện trở nối đất yêu cầu: $R_{nd} \leq 4\Omega$
- Điện trở suất của đất: $\rho_{đất} = 50 \Omega m$.

Hệ số điều chỉnh theo điều kiện khí hậu:

- Loại cọc: Cọc thẳng đứng
- Độ chôn sâu (m): $h = 0,8m$
- Hệ số mùa K_m (đất khô): $K_m = 1,4$

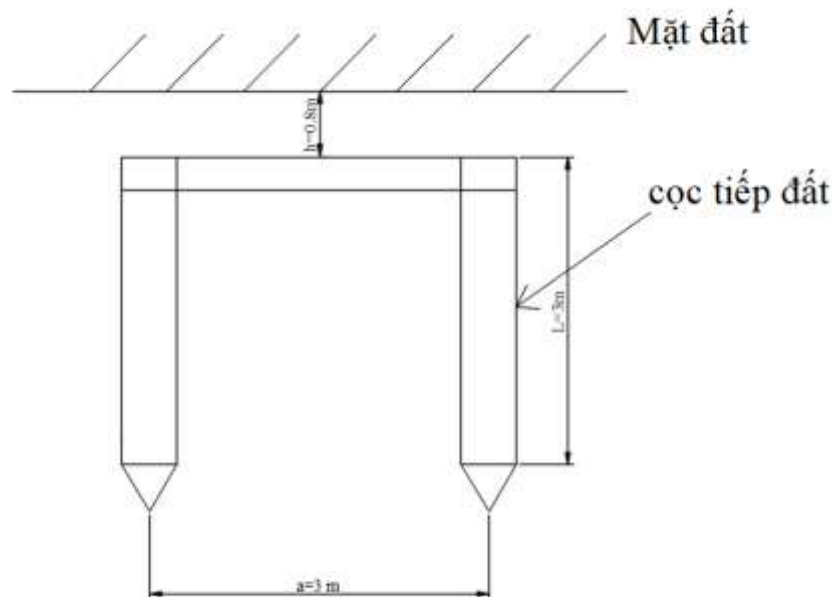
Chọn cọc tiếp đất:



Hình 3.6 Cọc nối đất chôn sâu

Cọc tiếp đất là cọc thép mạ đồng có:

- Đường kính $d = 20\text{mm}$, cọc dài 3m, độ chôn sâu cọc: $h = 0,8\text{m}$, khoảng cách giữa hai cọc gần nhau là 3m.



Hình 3.7 Hệ thống nối đất an toàn

Tính toán điện trở tản 1 cọc:

$$R_{1c} = \frac{\rho_{tt}}{2\pi l} \cdot \left(\ln \frac{4L}{1,36 \cdot d} \right) \cdot \frac{2h + L}{4h + L}$$

Trong đó:

- L : Chiều dài cọc tiếp đất (m); $L = 3\text{m}$.

- d: Đường kính cọc tiếp đất (m); $d = 20\text{mm} = 0,02\text{m}$
- h: Độ chôn sâu của cọc (m)

Bảng 3.38 Hệ số K_m với các loại nối đất

Loại nối đất	Dạng cực	Hệ số K_m	
		Đất khô	Đất ẩm
An toàn và làm việc	Thanh ngang chôn sâu 0,5m	4,5	6,5
	Thanh ngang chôn sâu 0,8m	1,6	3
	Cọc dài 2 – 3m chôn sâu 0,8m	1,4	2
Chống sét	Thanh ngang chôn sâu 0,5m	1,4	1,8
	Thanh ngang chôn sâu 0,8m	1,25	1,45
	Cọc dài 2 – 3m chôn sâu 0,8m	1,25	1,3
	Nối đất chôn sâu với độ sâu từ 2,5 – 3m	1	1

Điện trở suất của đất

Bảng 3.39 Các trị số gần đúng của điện trở suất của đất

Loại đất	$\rho_d(\Omega\text{m})$	Loại đất	$\rho_d(\Omega\text{m})$
Cát	700	Đất vườn	40
Cát lẫn sét	300	Đất đen	200
Đất sét	100	Đất bùn	20

Bảng 3.40 Hệ số sử dụng của cọc và thanh

Số cọc chôn thẳng đứng	Tỉ số a/L (a là khoảng cách giữa các cọc, L là chiều dài cọc)					
	1		2		3	
	η_c	η_t	η_c	η_t	η_c	η_t
Các cọc đặt thành dãy						
3	0,78	0,8	0,86	0,92	0,91	0,95
4	0,74	0,77	0,83	0,87	0,88	0,92
5	0,7	0,74	0,81	0,86	0,87	0,90
6	0,63	0,72	0,77	0,83	0,83	0,88
10	0,59	0,62	0,75	0,75	0,81	0,82
15	0,54	0,50	0,70	0,64	0,78	0,74
20	0,49	0,42	0,68	0,56	0,77	0,68

30	0,43	0,31	0,65	0,46	0,75	0,58
Các cọc đặt theo chu vi mạch vòng						
4	0,69	0,45	0,78	0,55	0,85	0,70
6	0,62	0,40	0,73	0,48	0,80	0,64
8	0,58	0,36	0,71	0,43	0,78	0,60
10	0,55	0,34	0,69	0,40	0,76	0,56
20	0,47	0,27	0,64	0,32	0,71	0,47
30	0,43	0,24	0,60	0,30	0,68	0,41
50	0,40	0,21	0,56	0,28	0,66	0,37
70	0,38	0,20	0,54	0,26	0,64	0,35
100	0,35	0,19	0,52	0,24	0,62	0,33

$$\rho_{tt} = K_m \cdot \rho_{đất} = 1,4 \cdot 50 = 70 (\Omega m)$$

Điện trở tản 1 cọc:

$$R_{1c} = \frac{70}{2\pi \cdot 3} \cdot \left(\ln \frac{4 \cdot 3}{1,36 \cdot 0,02} \right) \cdot \frac{2 \cdot 0,8 + 3}{4 \cdot 0,8 + 3} = 16,78 (\Omega)$$

Chọn số cọc nối đất là 8:

Với $\frac{a}{L} = \frac{3}{3} = 1$ tỷ số

Ta tra được hệ số sử dụng cọc $\eta_c = 0,61$

Điện trở nối đất hệ thống cọc:

$$R_c = \frac{R_{1c}}{n \cdot \eta_c} = \frac{16,78}{8 \cdot 0,61} = 3,44 (\Omega)$$

Thanh nối có chiều rộng 4cm được chôn ở độ sâu 0,8m. Gồm 8 cọc tạo thành dây, mỗi cọc cách nhau 3m. Vậy tổng chiều dài thanh nối là 21m.

Điện trở khuếch tán của thanh nối:

$$R_t = \frac{\rho_{tt}}{\pi L_t} \cdot \left(\left(\ln \frac{4L_t}{\sqrt{h \cdot d}} \right) - 1 \right)$$

L_t : là tổng chiều dài của dây dẫn nối các điện cực.

$$R_t = \frac{70}{\pi \cdot 18} \cdot \left(\left(\ln \frac{4 \cdot 21}{\sqrt{0,8 \cdot 0,04}} \right) - 1 \right) = 5,55 (\Omega)$$

Với tỷ số:

$$\frac{a}{L} = \frac{3}{5} = 0,67$$

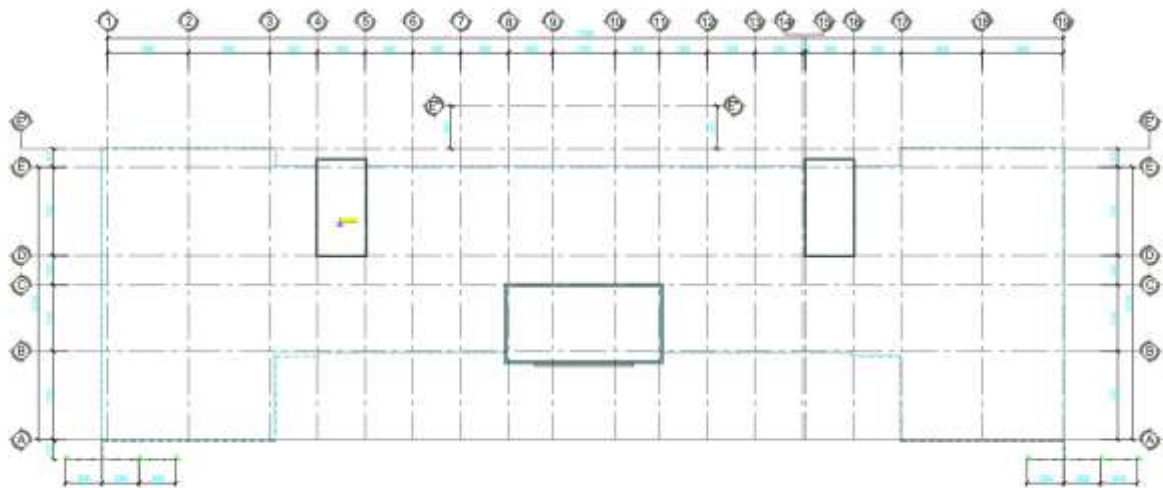
Ta tra được hệ số sử dụng thanh $\eta_t = 0,48$

Điện trở nối đất hệ thống thanh:

$$R_{th} = \frac{R_t}{\eta_{th}} = \frac{5,55}{0,67} = 8,28 (\Omega)$$

Điện trở nối đất của hệ thống:

$$R_{HT} = \frac{R_c \cdot R_{th}}{R_c + R_{th}} = \frac{3,44 \cdot 8,28}{3,44 + 8,28} = 2,43 (\Omega) < 4(\Omega) \text{ (thỏa mãn)}$$



Hình 3.8 Sơ đồ hệ thống nối đất an toàn

CHƯƠNG 4: ỨNG DỤNG PHẦN MỀM BIM – REVIT TRONG THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỆN

4.1 Tổng quan về phần mềm Revit

4.1.1. Giới thiệu chung về phần mềm Revit

Revit là một phần mềm được nghiên cứu và phát triển bởi hãng Autodesk – một phần mềm mạnh mẽ trong việc hỗ trợ cho các kiến trúc sư, kỹ sư xây dựng và kỹ sư cơ điện. Không chỉ có thế, Revit còn là phần mềm được xây dựng đặc biệt cho BIM (Building Information Modeling), bao gồm thiết kế kiến trúc, kết cấu xây dựng và thi công cơ điện MEP.

Bộ phần mềm Revit gồm 3 phần:

- Revit Architecture: Dùng cho kiến trúc
- Revit Structure: Dùng cho kết cấu
- Revit MEP: Dùng cho cơ-điện

Revit và BIM có mối quan hệ với nhau:

- BIM giúp các nhà thầu, công trình tạo lập các thông tin có liên hệ giữa thiết kế và hồ sơ thiết kế dưới dạng số hóa một cách chính xác. Từ đó sẽ có tiên lượng về những gì đã, đang và sẽ xảy ra đối với một công trình, góp phần thúc đẩy tiến độ thi công và bàn giao công trình.
- Revit hỗ trợ việc thiết kế, tạo lập hồ sơ thiết kế hoàn chỉnh một cách chính xác và nhanh chóng. Bởi, bất kỳ sự thay đổi nào được tạo ra sẽ kéo theo những thay đổi các liên kết tương ứng của toàn bộ dự án, bao gồm các góc nhìn mô hình, các bản vẽ, các mặt cắt và mặt bằng, không gian, bảng thống kê.
- Revit là một phần mềm hỗ trợ quá trình BIM. Các mô hình BIM Revit cho phép bạn:
 - Thay đổi nhanh chóng, cập nhật: Bất cứ khi nào có thay đổi đối với mô hình, phần mềm sẽ tự động cập nhật mọi thành phần liên quan, ảnh hưởng đến toàn bộ mô hình tòa nhà, tài liệu, chi tiết
 - Cung cấp tài liệu xây dựng: Tài liệu chất lượng cao được sản xuất tự động từ mô hình 3D.
 - Ước tính số lượng và chi phí: Tự động tạo từ dữ liệu được chèn vào.
 - Phối hợp: Mô hình chia sẻ cho phép các nhóm cộng tác hiệu quả và giảm xung đột.
 - Hình ảnh hóa 3D: Cho phép giao tiếp tốt hơn với khách hàng và nhóm của bạn.

4.1.2 Vai trò của Revit trong BIM

Revit là một trong những công cụ BIM có sẵn và được sử dụng rộng rãi để tạo ra mô hình BIM kỹ thuật số 3D. Sự phối hợp là cần thiết để hoàn thành một dự án BIM thành công. Trong sự phối hợp đó Revit có những ưu điểm sau:

- Cộng tác dễ dàng trong môi trường dữ liệu chung (CDE)
- Tích hợp tốt các phần mềm BIM khác
- Lập bảng thống kê khối lượng
- Trích xuất tài liệu xây dựng

Tất cả chúng được tập hợp và thể hiện trên mô hình lý thuật số 3D trong Revit

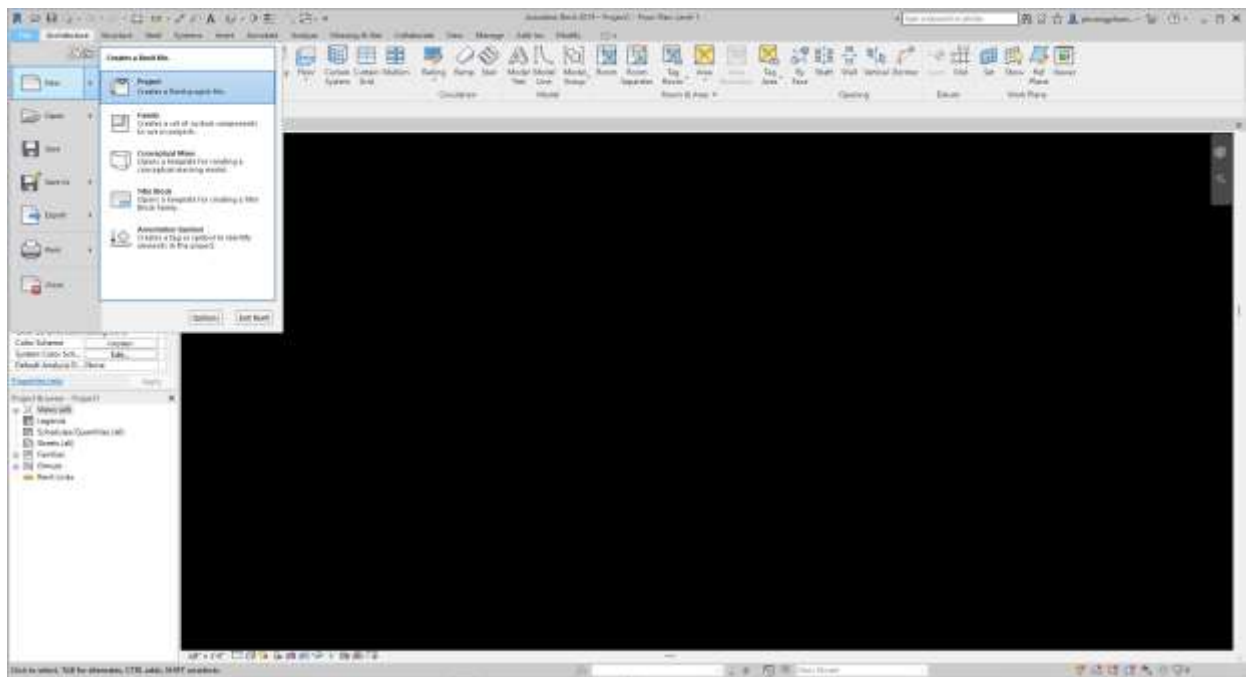
Mục đích: phần mềm BIM, chuyên phục vụ cho kiến trúc sư có nhu cầu tạo ra những mô hình thống nhất có chứa những thông tin thực tế.

4.2 Ứng dụng phần mềm Revit vào thi công mô hình từ thiết kế cung cấp điện.

4.2.1 Khởi tạo dự án Revit Architecture

Để thiết lập được 1 dự án cơ điện MEP gồm có hệ thống cung cấp điện, chiếu sáng, trước hết phải khởi tạo mô hình kiến trúc cho dự án.

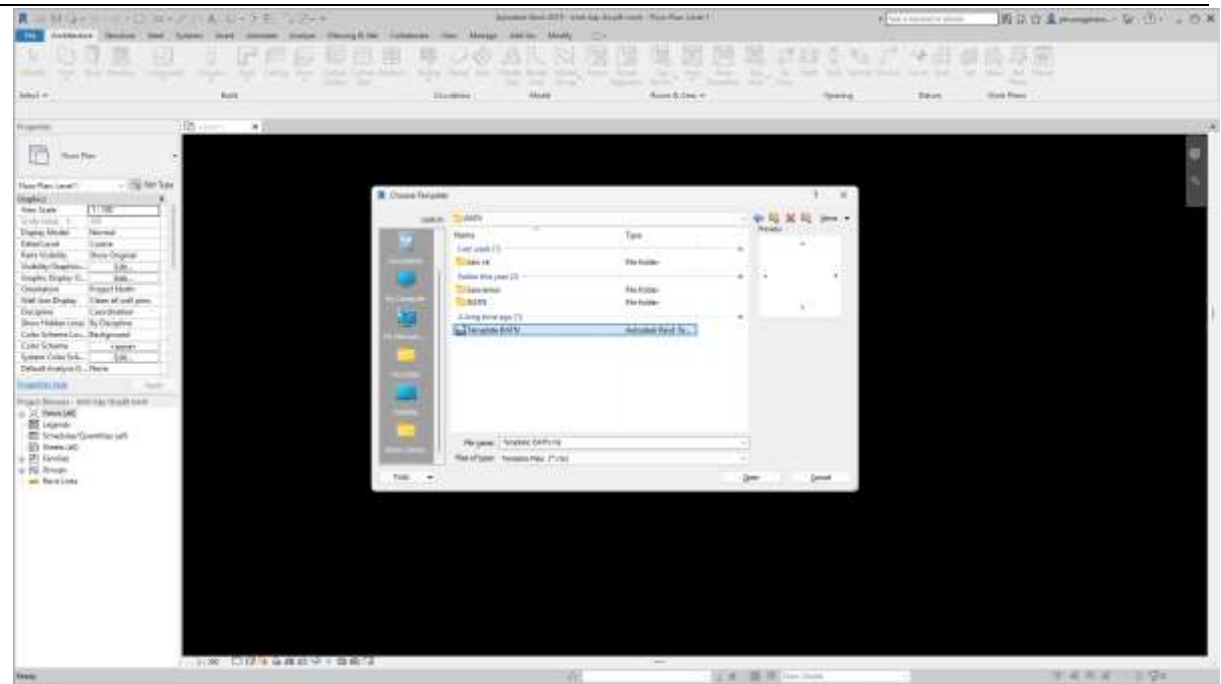
Bước 1: Vào File, chọn NEW, chọn Project để khởi tạo dự án



Hình 4.1 Khởi tạo dự án

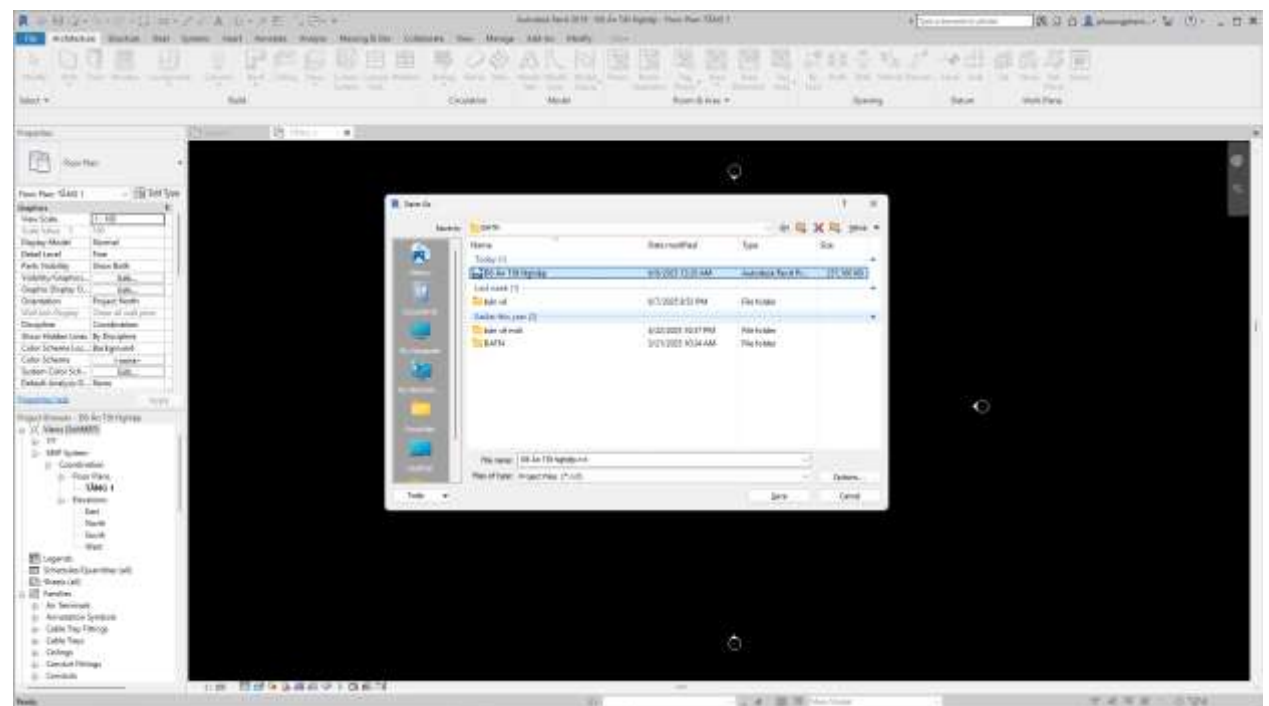
Bước 2: Trong hộp thoại Project chọn Browse, chọn một file template để làm file mẫu cho dự án.

Ứng dụng phần mềm BIM vào thiết kế cung cấp điện cho Tòa nhà làm việc trường Đại học Sư Phạm Kỹ Thuật
Cơ sở 2



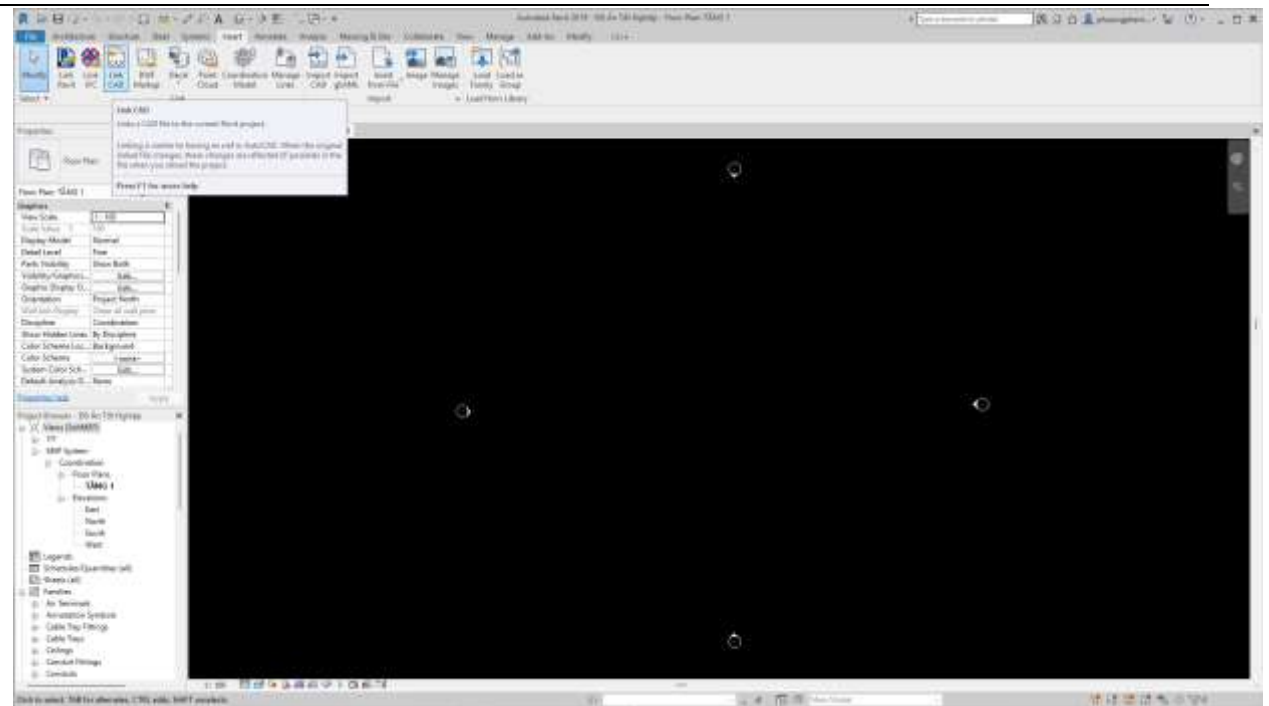
Hình 4.2 Chọn File dự án

Bước 3: Lưu dự án, nên tạo một thư mục để dễ dàng quản lí.



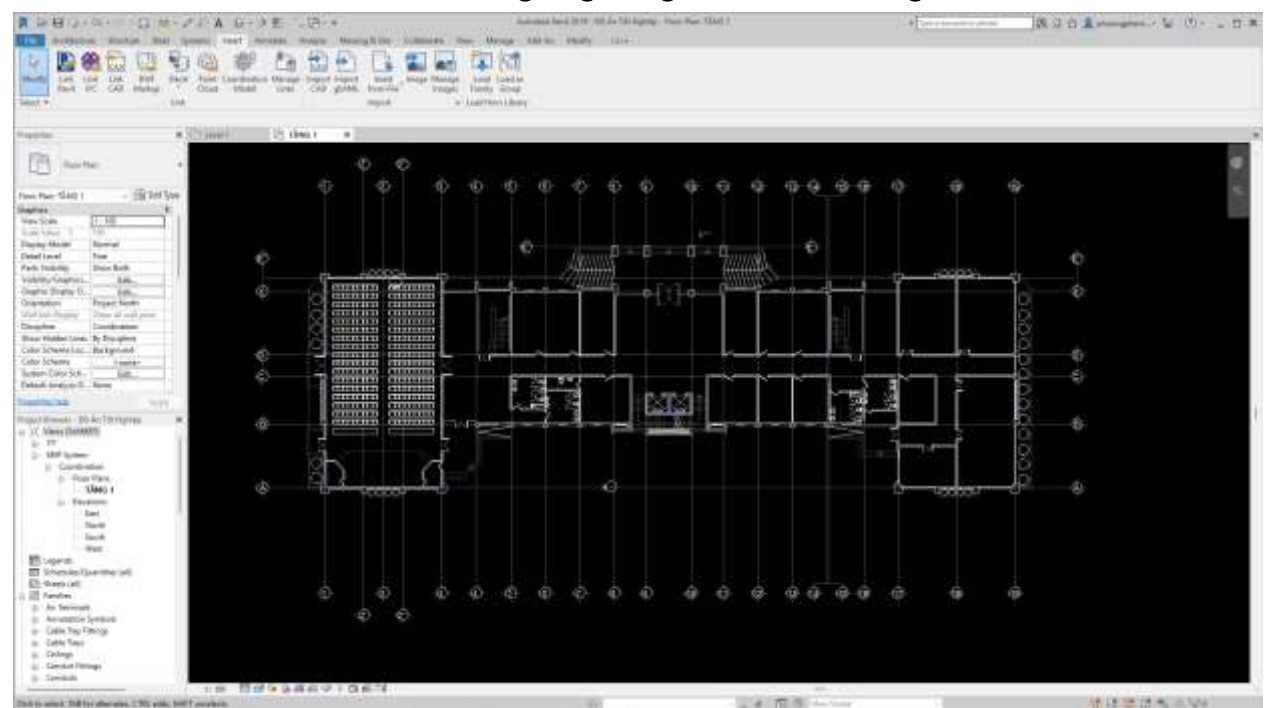
Hình 4.3 Lưu dự án

Bước 4: Thiết lập File kiến trúc kết cấu. Ta sử dụng file AutoCAD mặt bằng, mặt đứng để thiết lập cơ sở vẽ kiến trúc kết cấu. Vào Insert, chọn Link CAD.



Hình 4.4 Thiết lập File kết cấu

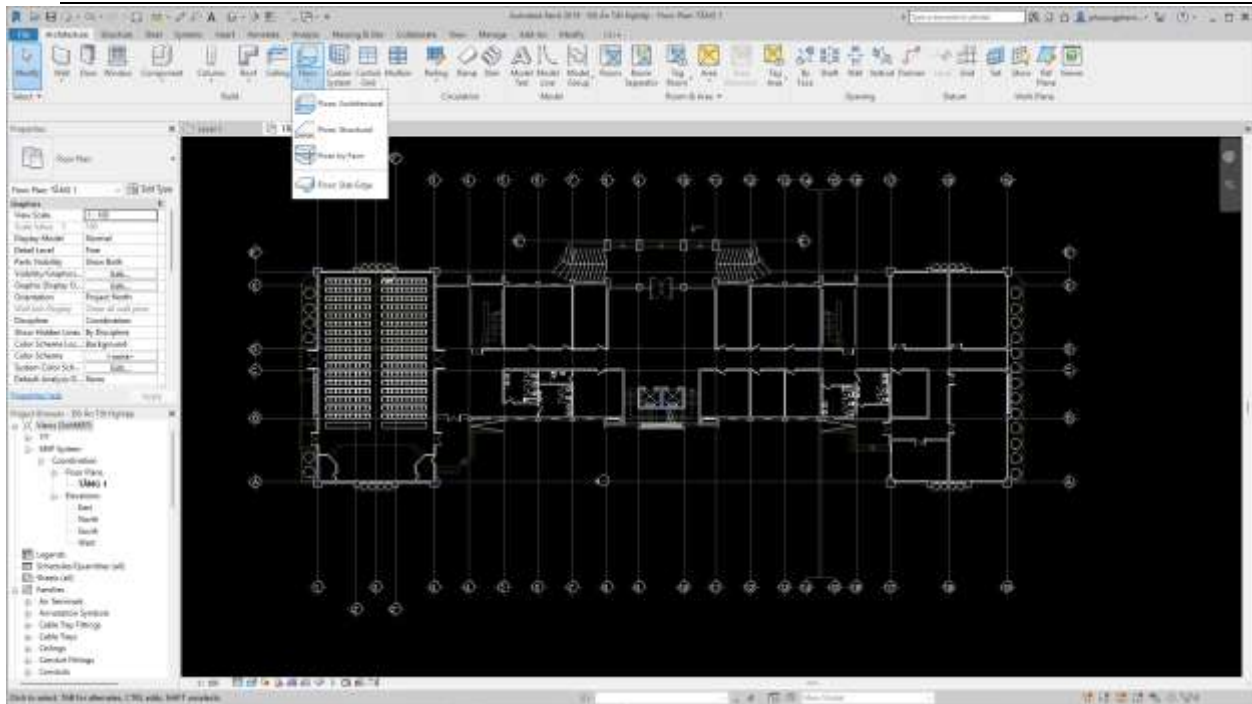
Bước 5: Chọn 1 bản vẽ CAD mặt bằng ứng với giao diện mặt bằng Revit.



Hình 4.5 Kết quả link bản vẽ

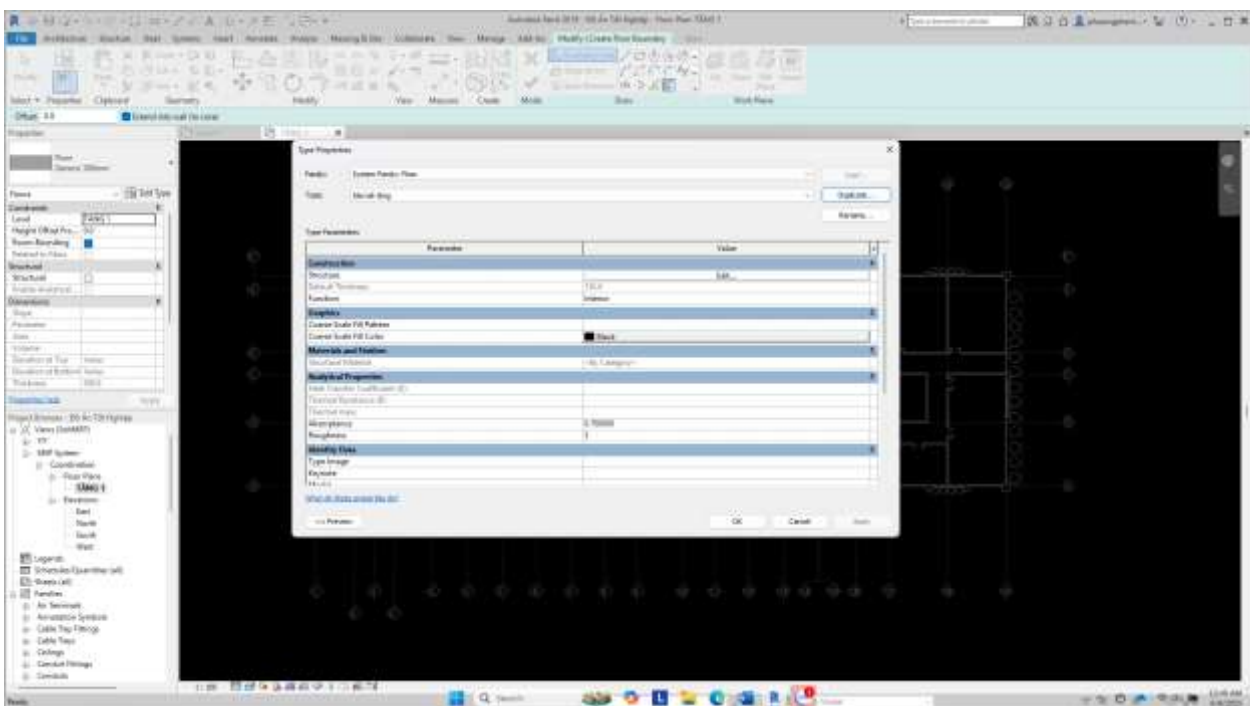
Sau giai đoạn khởi tạo dự án và link các bản vẽ CAD, ta bước sang quá trình thiết lập và xây dựng mô hình kiến trúc kết cấu cho dự án. Thông qua các công cụ chuyên dụng để vẽ mô hình 3D trên thanh Ribbon.

Bước 1: Xây dựng hệ thống sàn. Vào mục Architecture, chọn biểu tượng Floor.



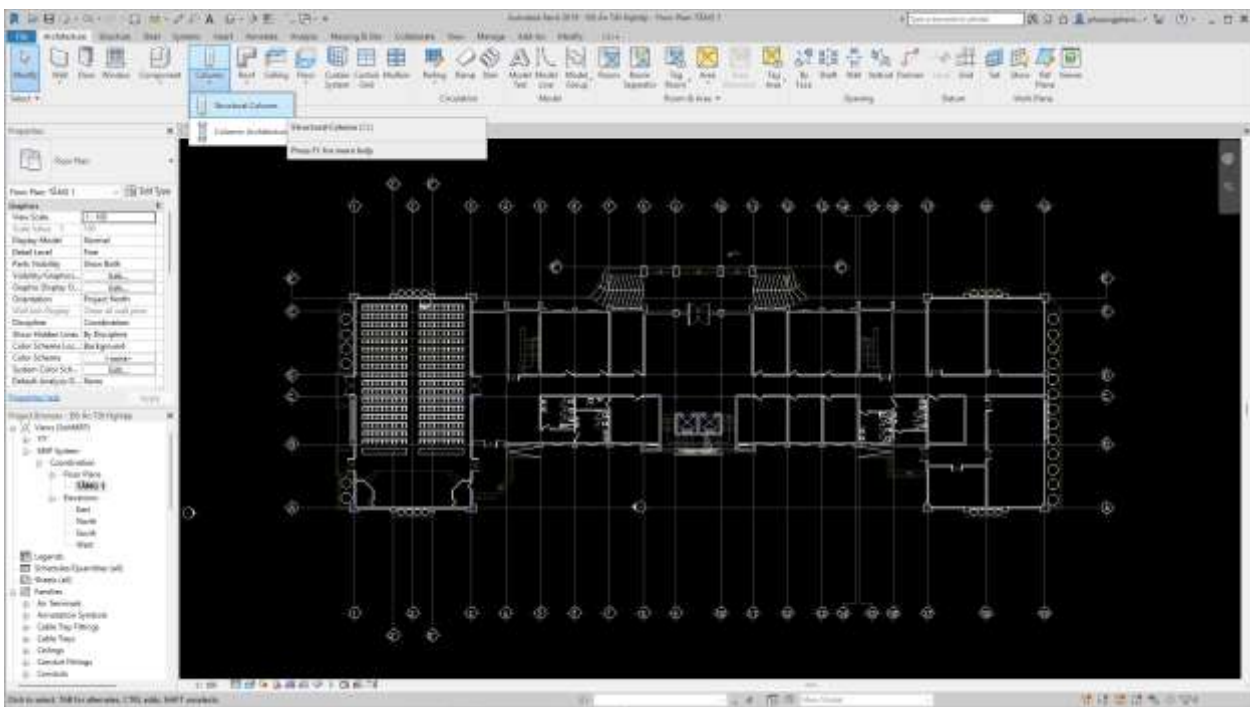
Hình 4.6 Xây dựng hệ thống sàn

Để thay đổi, điều chỉnh các thông số sàn, chọn mục Edit Type. Có thể thay đổi vật liệu, độ dày,... Của sàn theo yêu cầu



Hình 4.7 Điều chỉnh thông số sàn

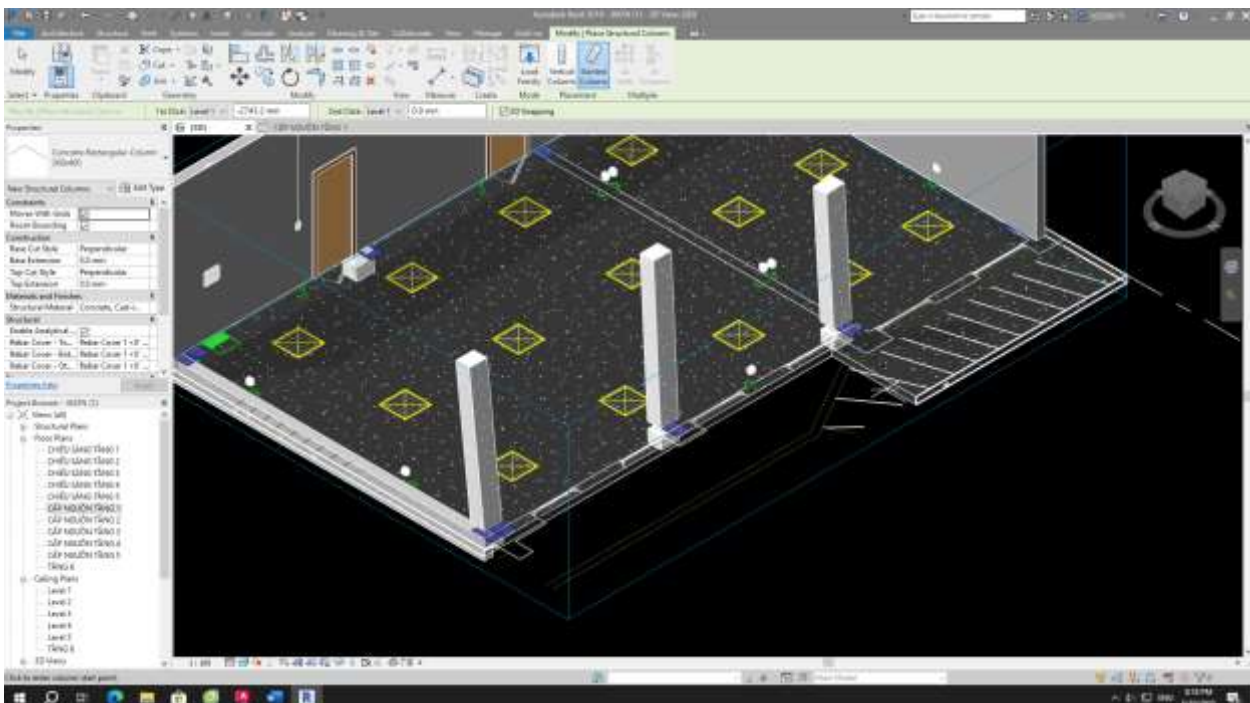
Bước 2: Vẽ cột, ta chọn Architecture, vào biểu tượng Collum



Hình 4.8 Vẽ cột

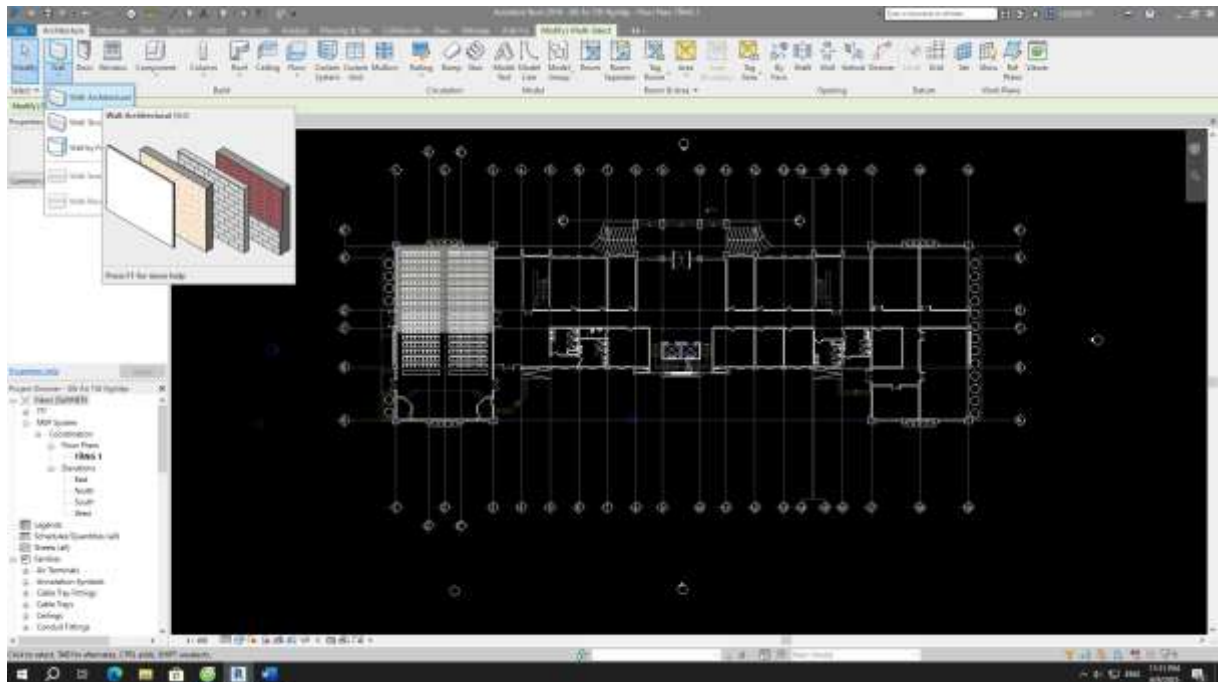
Để thay đổi các thông số về vật liệu, kích thước của cột ta chọn mục Edit Type để điều chỉnh theo ý muốn.

Sản phẩm sau khi vẽ cột:



Hình 4.9 Kết quả vẽ cột

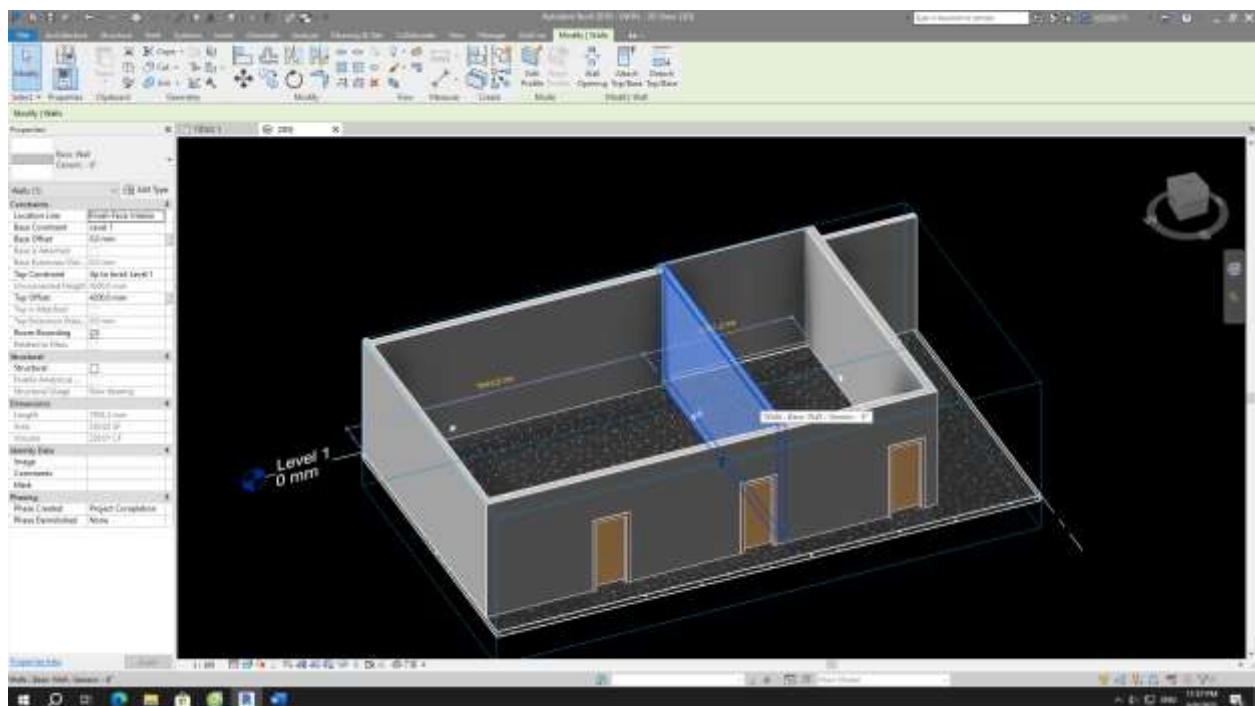
Bước 3: Vẽ tường, tương tự ta chọn Architecture, vào biểu tượng Wall.



Hình 4.1 Vẽ tường

Cũng giống như vẽ sàn, để thay đổi tùy chọn về kích thước, vật liệu, kết cấu, độ dày tường, ta chọn Edit Type để điều chỉnh theo ý muốn.

Sản phẩm sau khi vẽ tường:

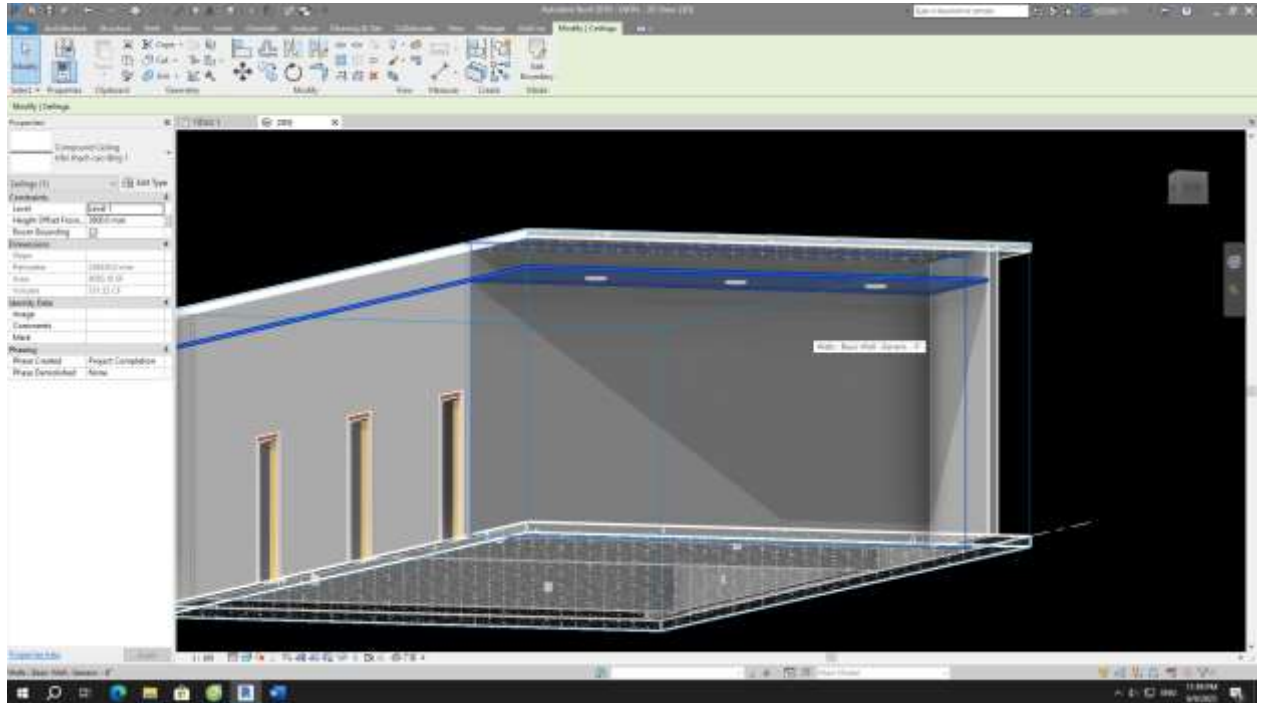


Hình 4.2 Kết quả vẽ tường

Bước 4: Vẽ trần, laphong. Ta chọn Architecture, vào biểu tượng Ceiling.

Để thay đổi các thông số vật liệu, kích thước của trần, ta chọn Edit type để tùy chỉnh theo ý muốn.

Sản phẩm sau khi vẽ trần và laphong:



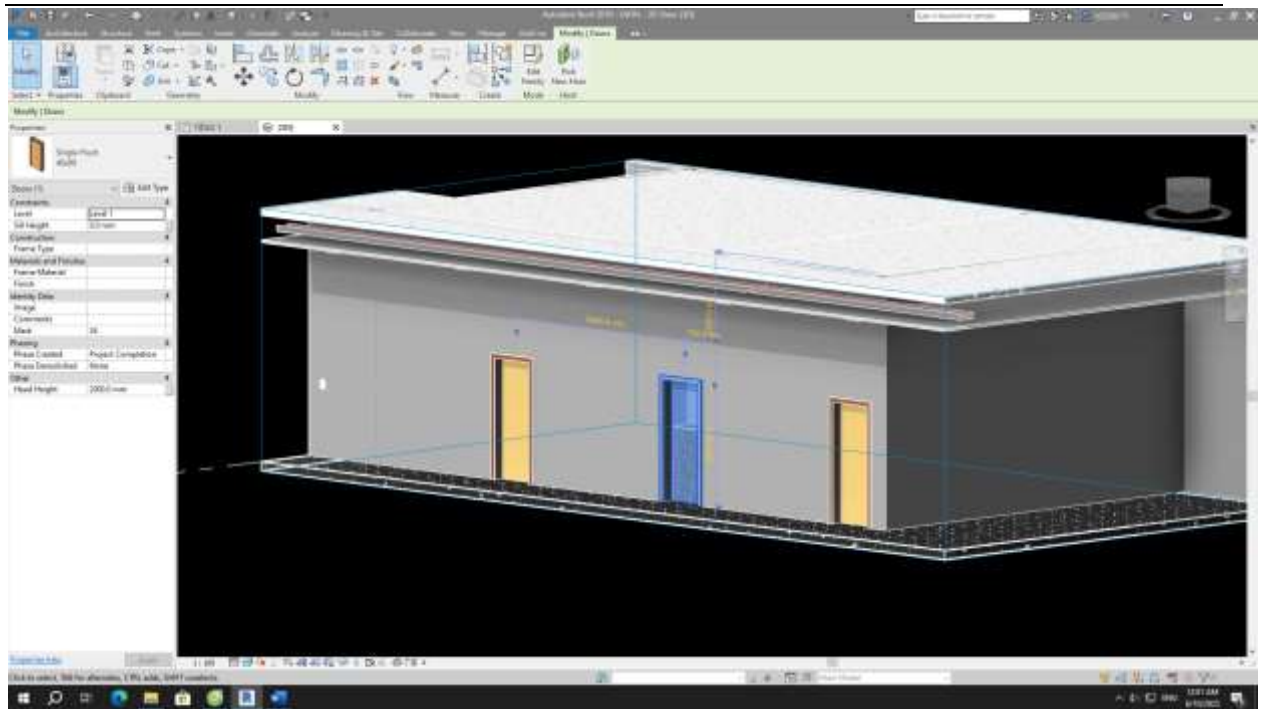
Hình 4.3 Kết quả vẽ trần và laphong

Bước 5: Đặt các thiết bị cửa ra vào, cửa sổ. Ta chọn Archirecture, vào biểu tượng Door/Window.

Để điều chỉnh các thông số về vật liệu, kiểu dáng, kích thước của cửa, ta chọn Edit Type để tùy chỉnh theo ý muốn.

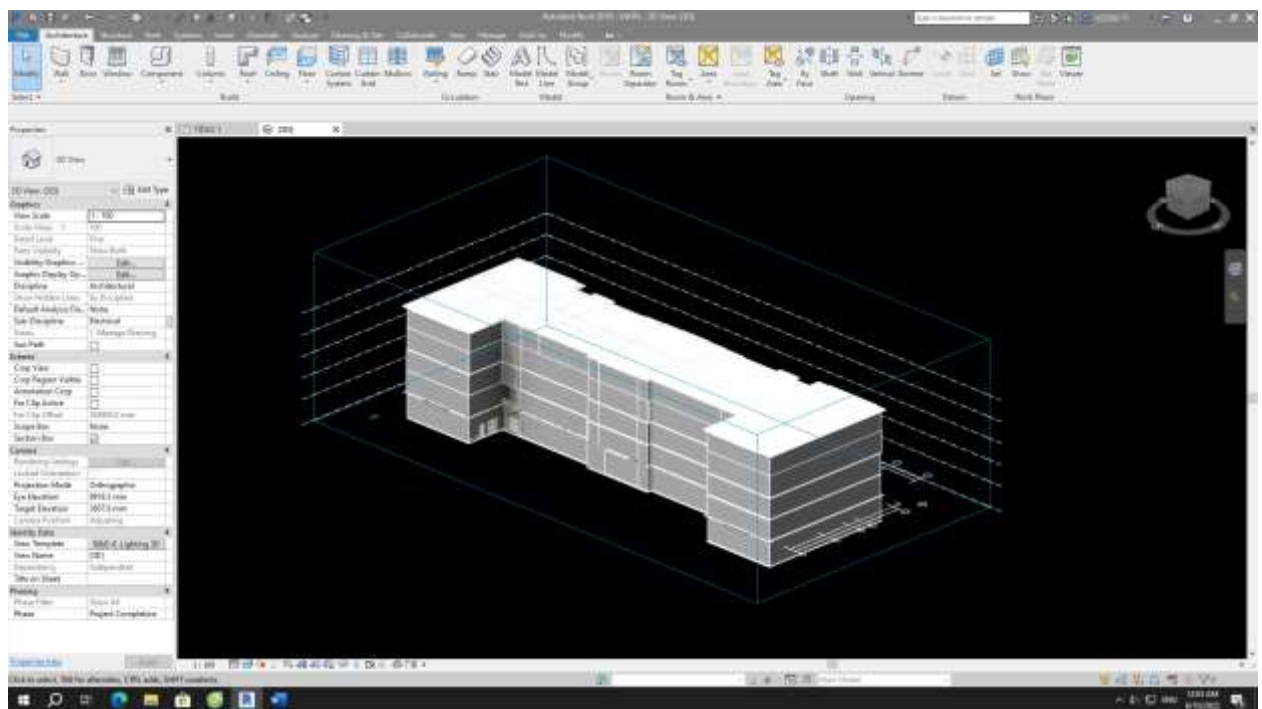
Sản phẩm sau khi vẽ cửa:

Ứng dụng phần mềm BIM vào thiết kế cung cấp điện cho Tòa nhà làm việc trường Đại học Sư Phạm Kỹ Thuật
Cơ sở 2



Hình 4.4 Kết quả vẽ cửa

Sau khi đã hoàn thành các hạng mục kiến trúc kết cấu, ta có được mô hình kiến trúc kết cấu cho dự án của mình. Dưới đây là hình ảnh 3D được trích xuất từ dự án Tòa nhà



Hình 4.5 Kết quả vẽ kết cấu

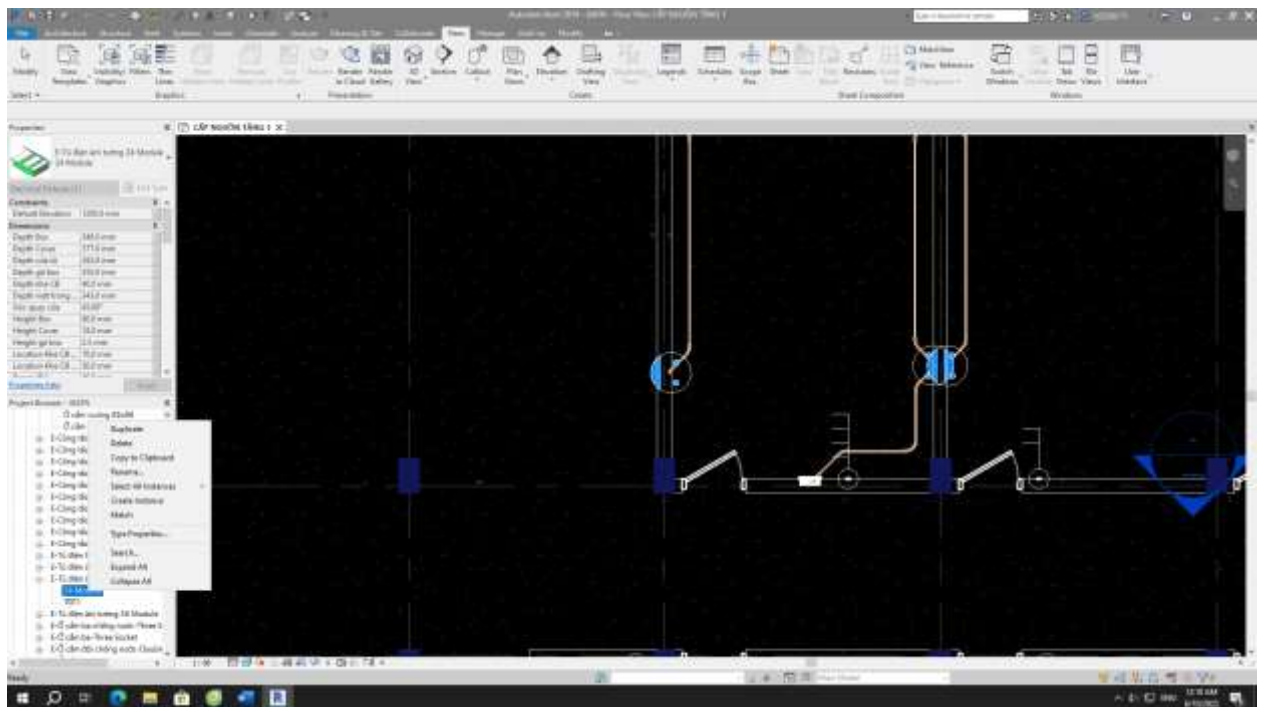
4.2.2 Khởi tạo dự án Revit MEP

Revit MEP được tích hợp để hỗ trợ thiết kế các hệ thống cơ điện cho dự án như: hệ thống điều hòa thông gió HVAC, hệ thống Nước Plumbing, hệ thống PCCC và hệ thống điện. Revit MEP có những chức năng sau:

- Vẽ các loại ống thiết bị như ống gió, ống nước, ống luồn dây điện
- Đấu nối các thiết bị vào hệ thống tương ứng
- Phân loại các thiết bị của từng hệ thống riêng biệt
- Tạo lập family thư viện thiết bị
- Lập bảng thông kê khối lượng thiết bị
- Hỗ trợ điều phối các hệ trong MEP

Để tạo lập một hệ thống MEP, ta sử dụng file dự án kiến trúc kết cấu vừa khởi tạo làm file gốc để vẽ hệ thống thiết bị điện gồm tủ điện, thang máng cáp, đèn chiếu sáng,...

Bước 1: Phương pháp đặt các tủ điện. Kích chuột phải vào một mục bất kì trên bảng Project Browser bên trái màn hình. Chọn Search, sau đó gõ tên của thiết bị cần đặt.

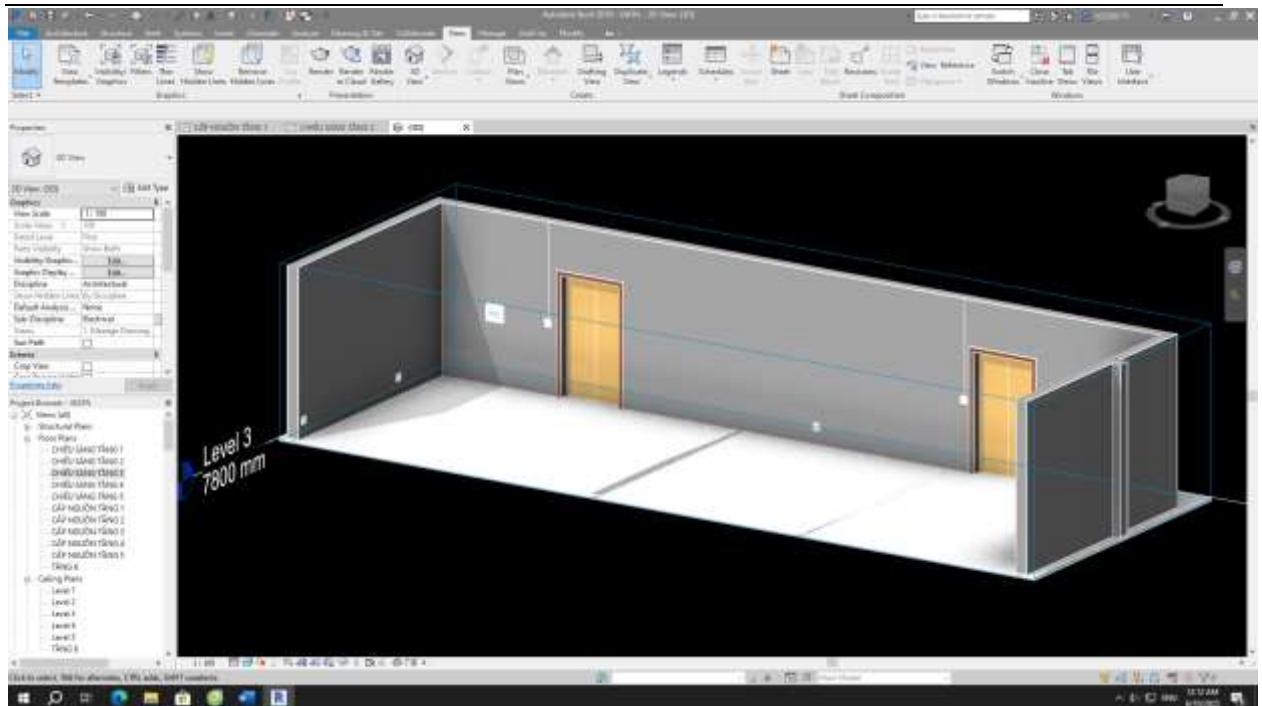


Hình 4.6 Đặt thiết bị

Sau khi chọn được thiết bị, kích chuột trái kéo chọn thiết bị từ danh mục bảng Project Browser ra màn hình chính và đặt vào vị trí yêu cầu.

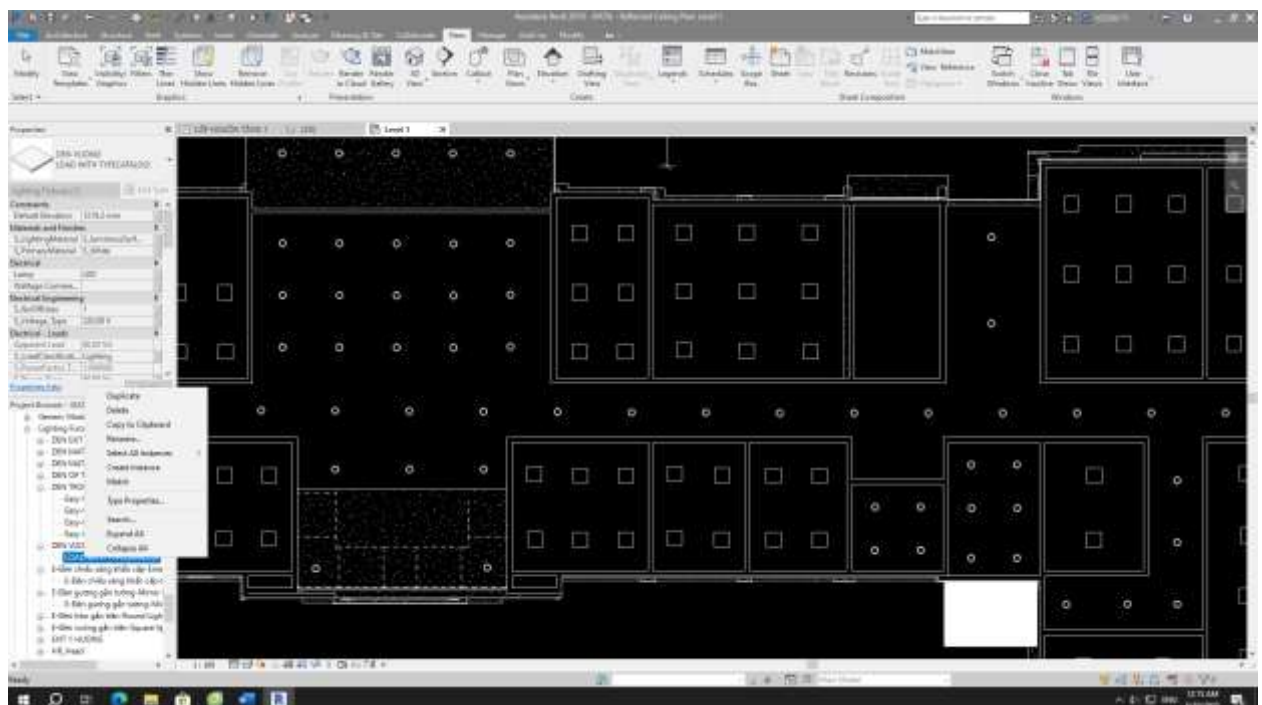
Mô hình phòng sau khi đặt xong tủ điện, công tắc và ổ cắm

*Ứng dụng phần mềm BIM vào thiết kế cung cấp điện cho Tòa nhà làm việc trường Đại học Sư Phạm Kỹ Thuật
Cơ sở 2*



Hình 4.7 Kết quả đặt thiết bị

Bước 2: Đặt thiết bị đèn chiếu sáng. Ta chọn biểu tượng Electrical Equipment ở mục Systems trên thanh Ribbon. Để tìm được thiết bị đèn ta làm tương tự như cách lấy thiết bị tủ điện.

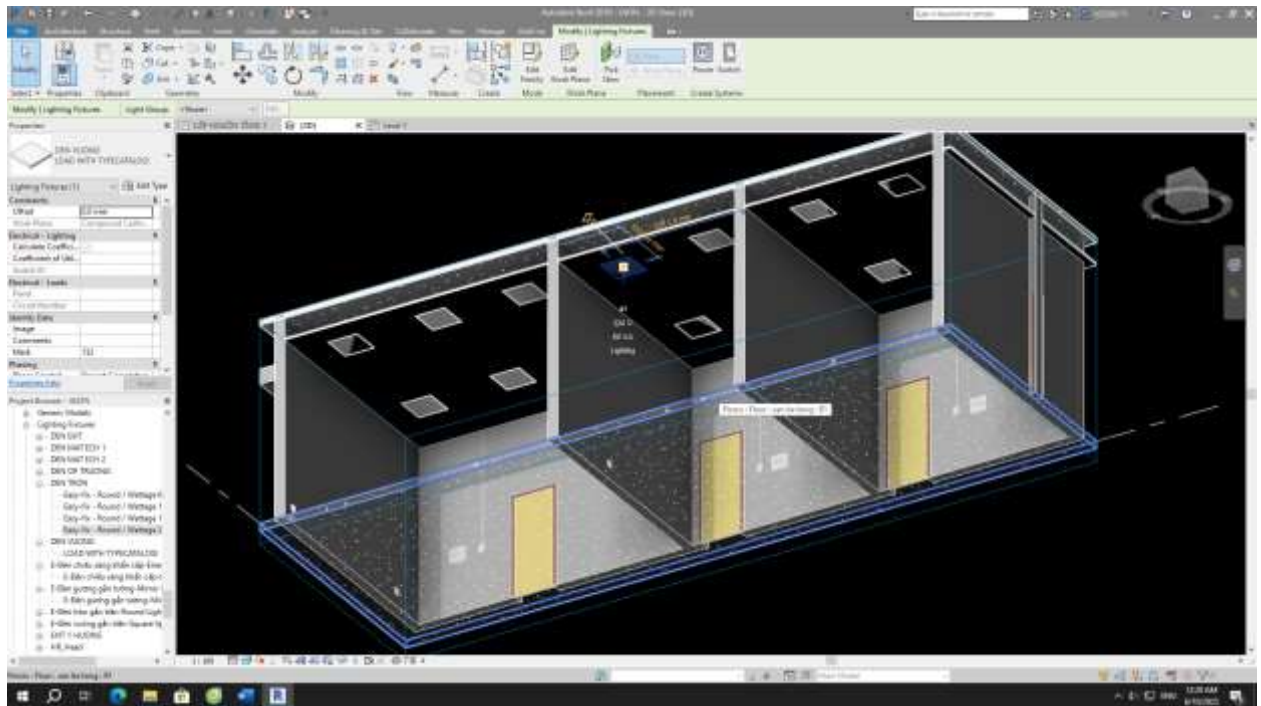


Hình 4.8 Lắp đặt đèn chiếu sáng

Sau khi chọn được loại đèn cần đặt ta kéo chọn đèn vào mặt phẳng cần đặt.

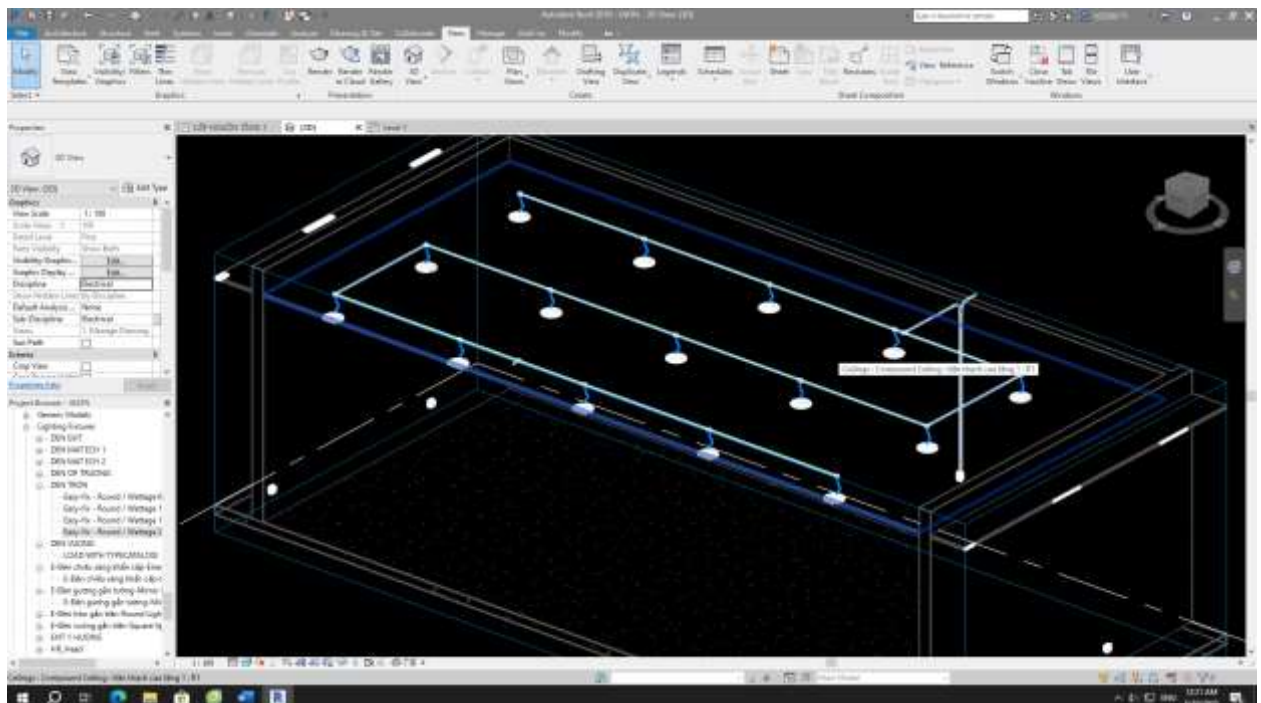
Sản phẩm sau khi đặt thiết bị đèn chiếu sáng:

- Đèn chiếu sáng văn phòng:



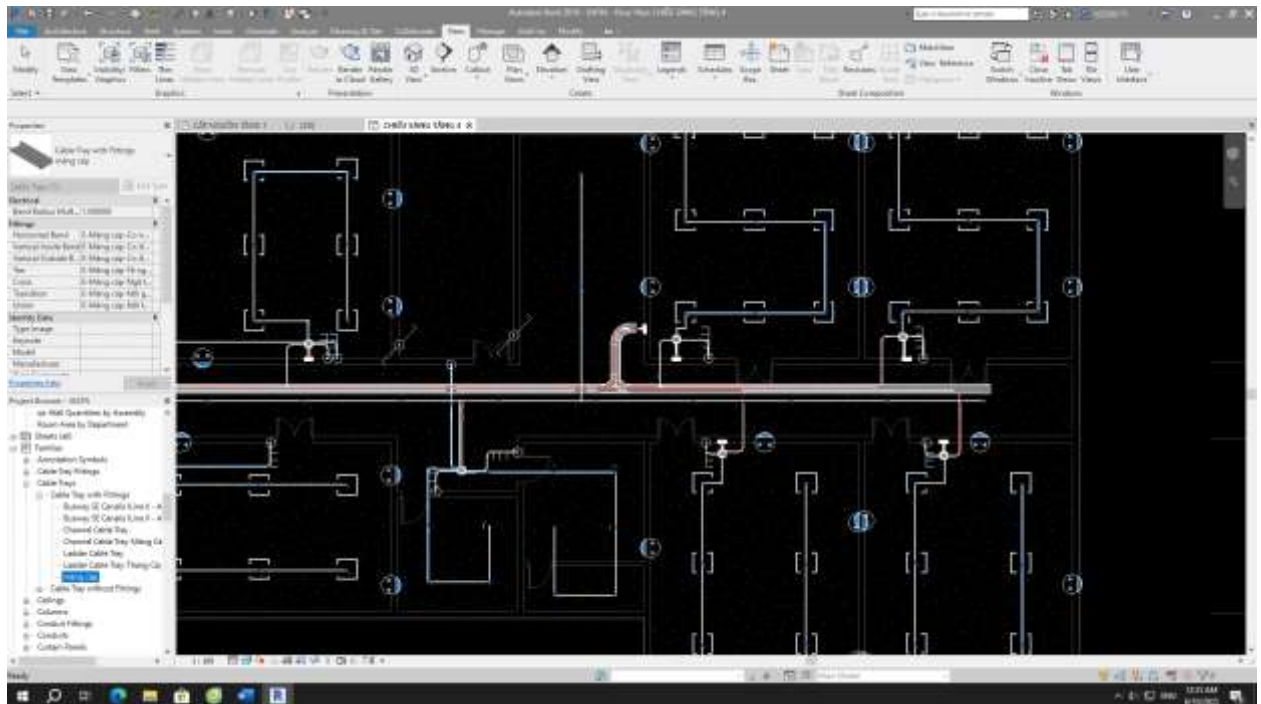
Hình 4.9 Kết quả lắp đèn

- Đèn chiếu sáng hành lang:



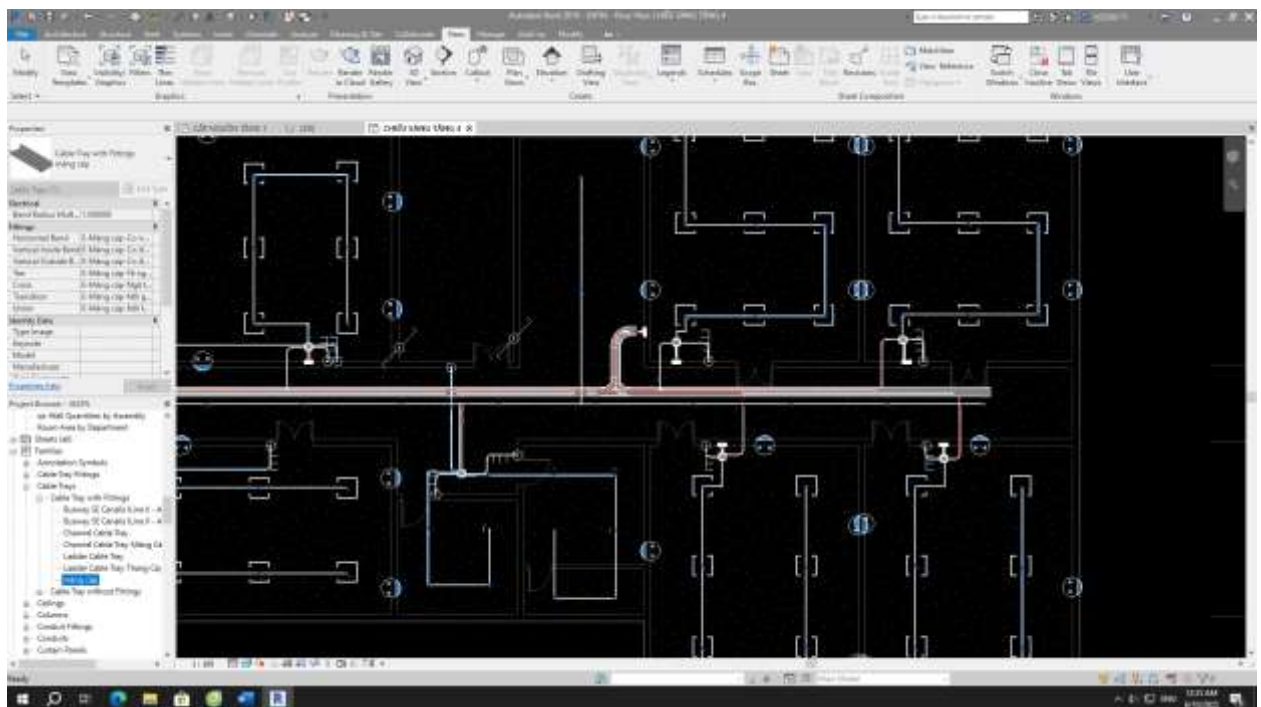
Hình 4.10 Đèn chiếu sáng hành lang

Bước 3: Vẽ hệ thống thang, máng cáp cho dự án. Ta gõ lệnh tắt CT để vẽ hoặc có thể ở trên thanh Ribbon, chọn mục Systems, nhấn vào biểu tượng Capble Tray để vẽ thang, máng cáp.



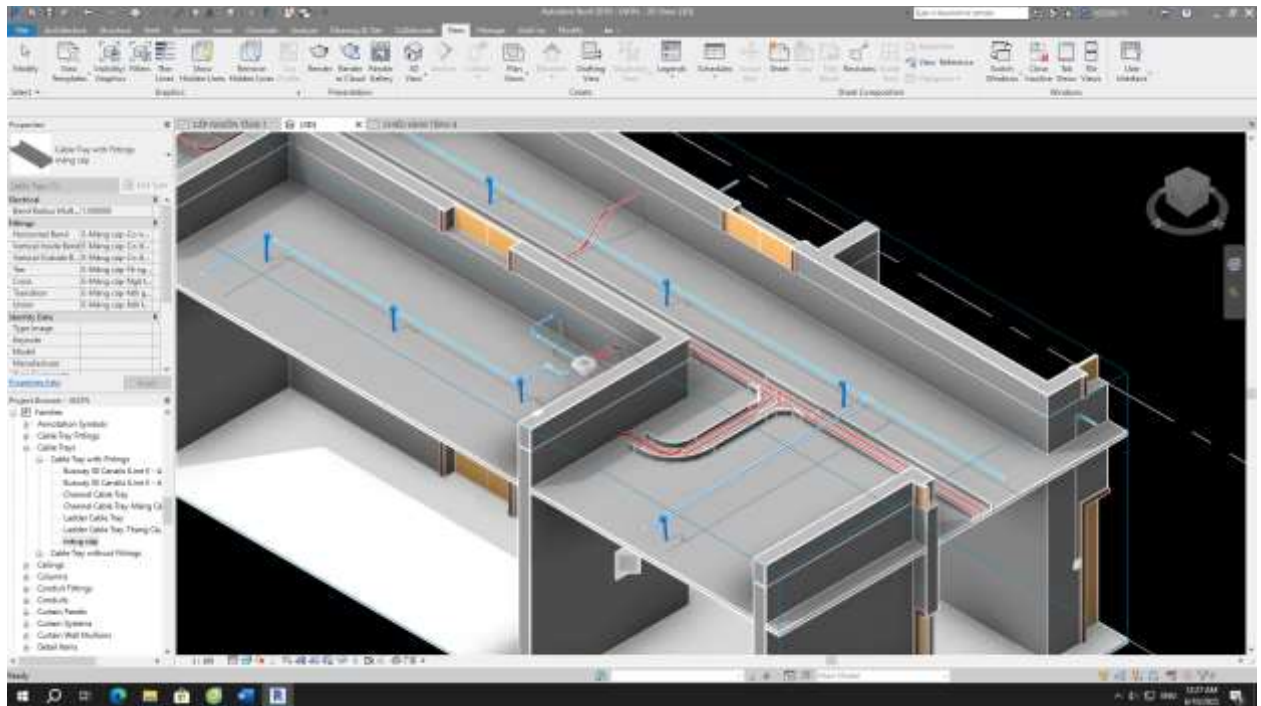
Hình 4.11 Hệ thống thang máng cáp

Sau đó trên thanh Properties xuất hiện 1 danh mục gồm các loại thang, máng cáp cần chọn. Để tùy chỉnh kích thước cũng như cao độ của thang, máng cáp ta điều chỉnh trực tiếp trên thanh Modify/Place Cable Tray.



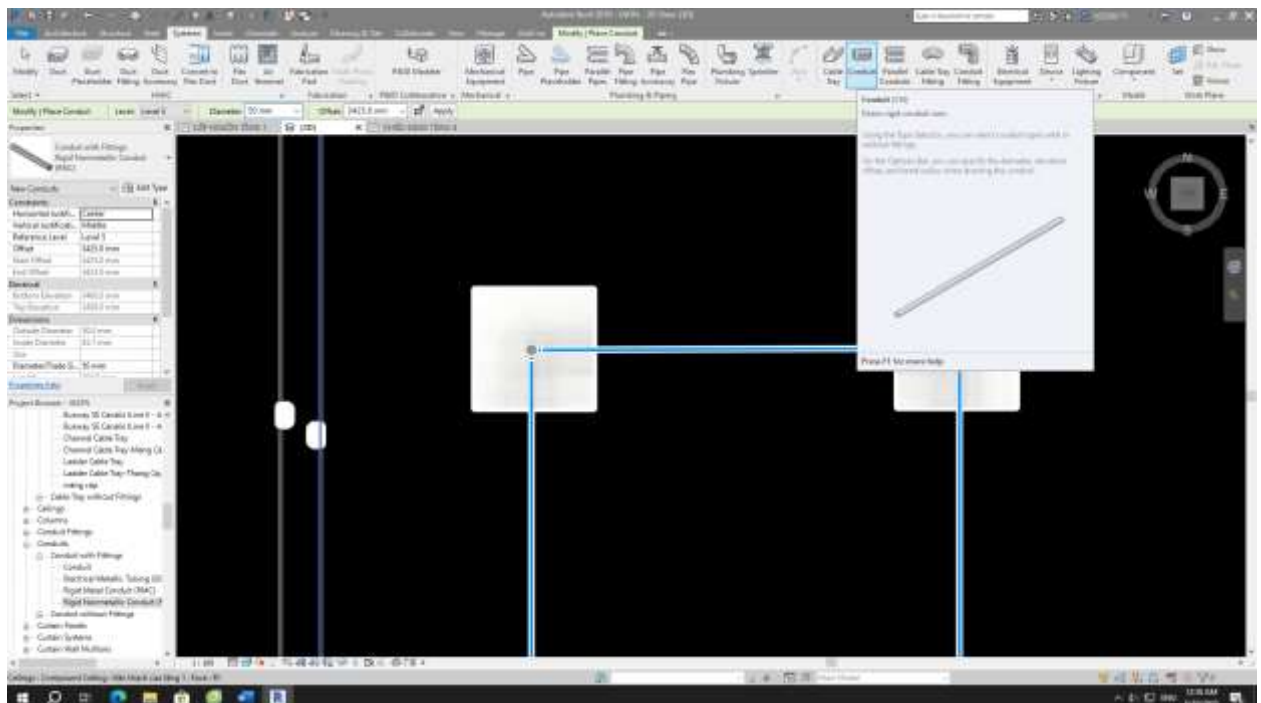
Hình 4.12 Tùy chỉnh hệ thống thang máng cáp

Sản phẩm sau khi vẽ thang, máng cáp:



Hình 4.13 Kết quả vẽ thang máng cáp

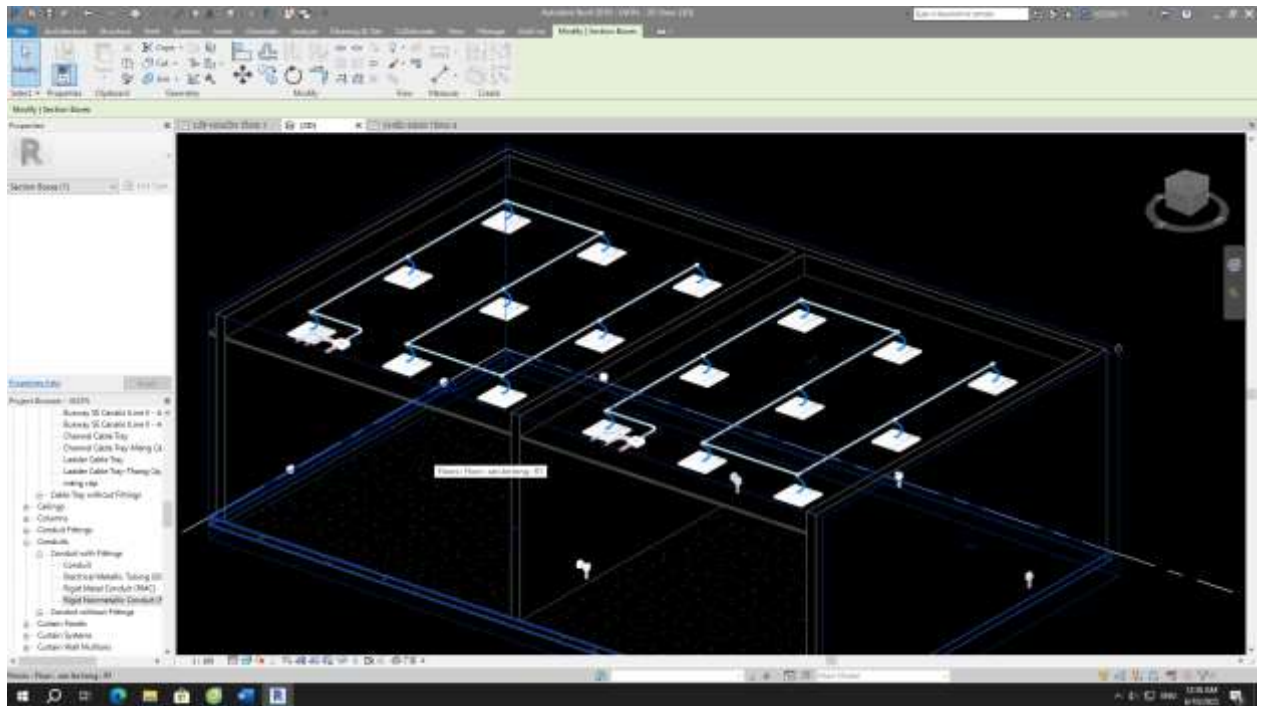
Bước 4: Vẽ hệ thống chiếu sáng cho dự án. Để vẽ ống luồn dây chiếu sáng, ta sử dụng lệnh tắt CN hoặc chọn vào biểu tượng Conduit trong mục Systems trên thanh Ribbon.



Hình 4.14 Đi dây hệ thống chiếu sáng

Để vẽ được loại ống luồn dây chiếu sáng, ta thiết lập loại ống ở mục Service Type thành LIG trên bảng Properties.

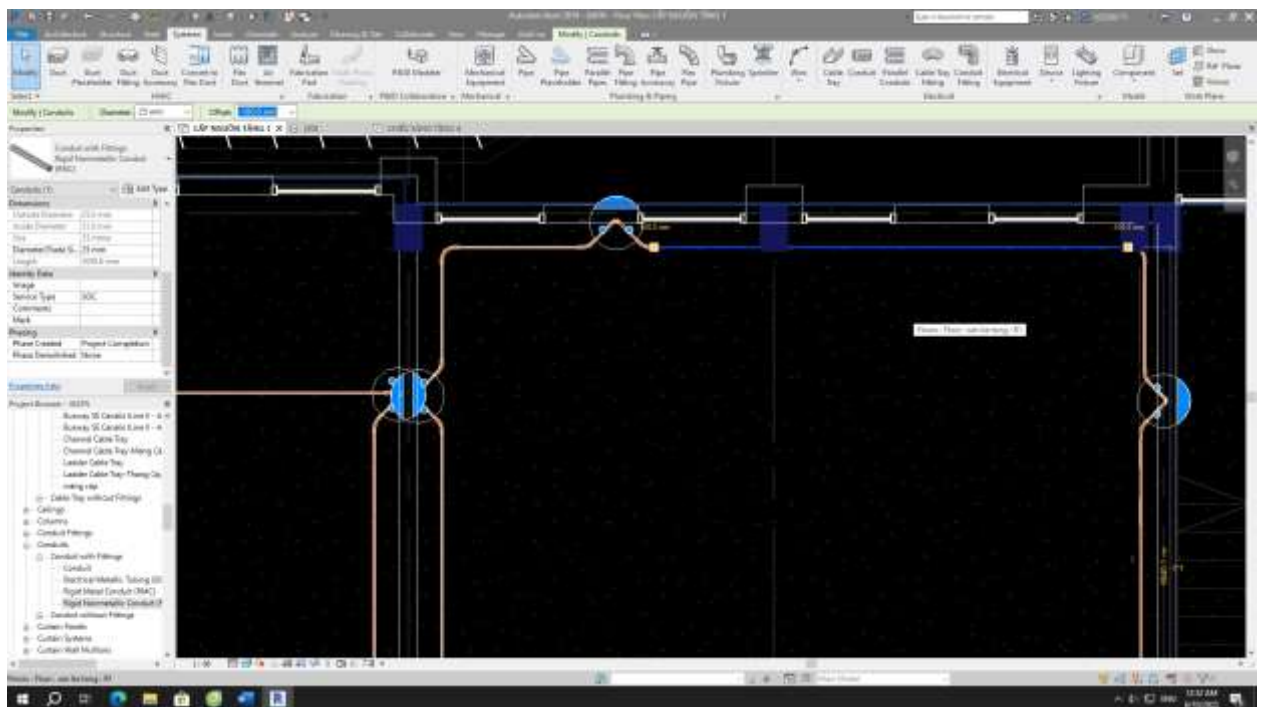
Sản phẩm đi ống luồn dây chiếu sáng một văn phòng:



Hình 4.15 Kết quả đi dây hệ thống chiếu sáng

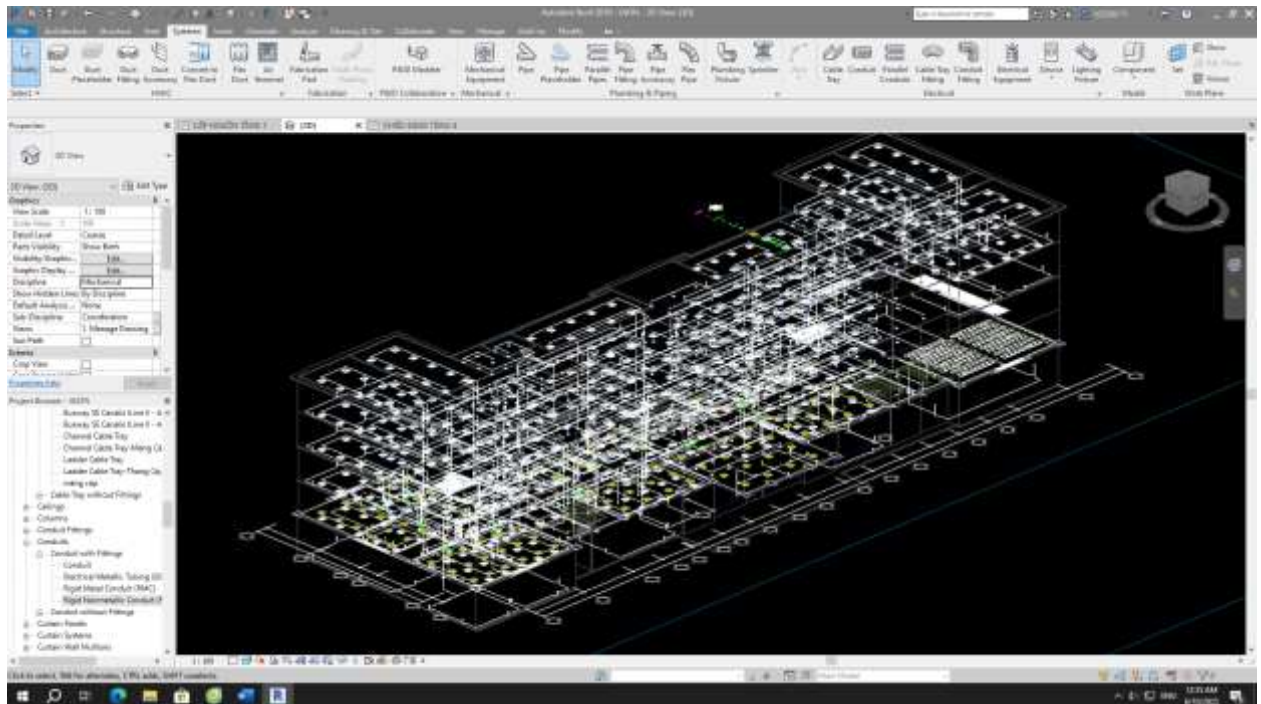
Tương tự như vẽ ống dây chiếu sáng. Ta cũng vẽ được ống luồn dây ổ cắm cho các văn phòng.

Sản phẩm đi dây ổ cắm cho văn phòng:



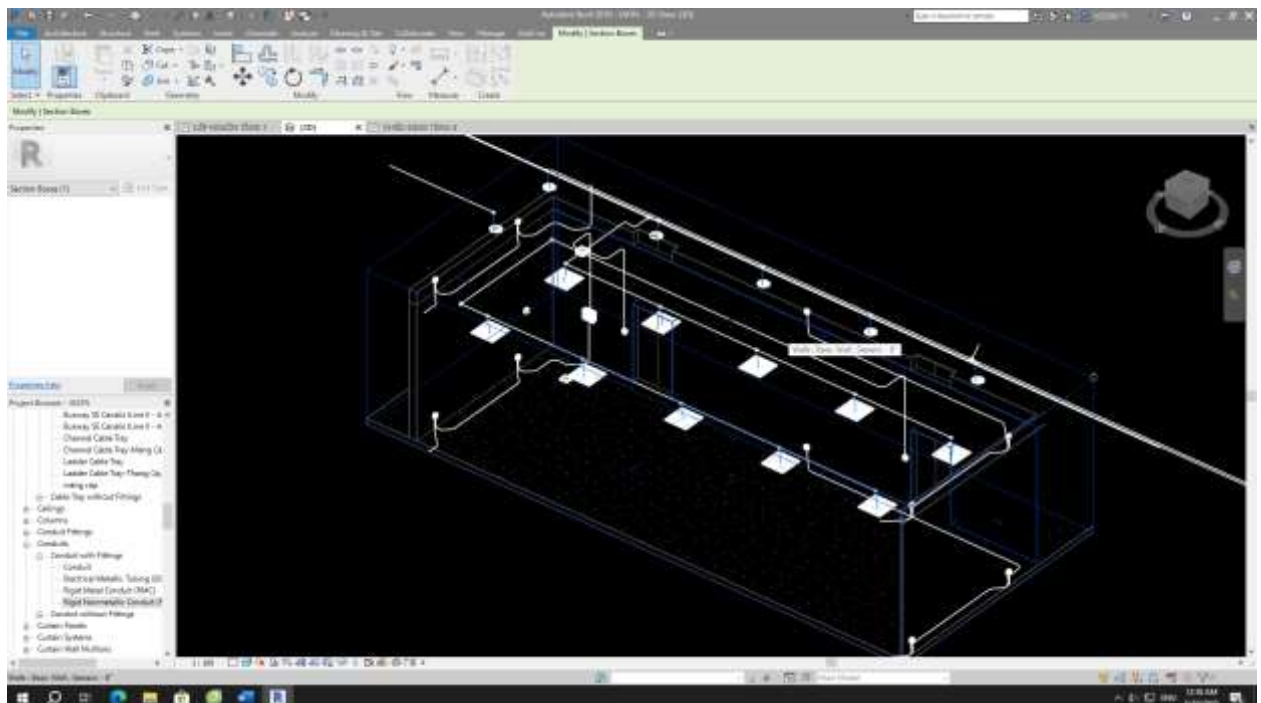
Hình 4.16 Kết quả đi dây ổ cắm

Mô hình tổng quát sản phẩm sau khi vẽ hệ thống cung cấp điện cho dự án:



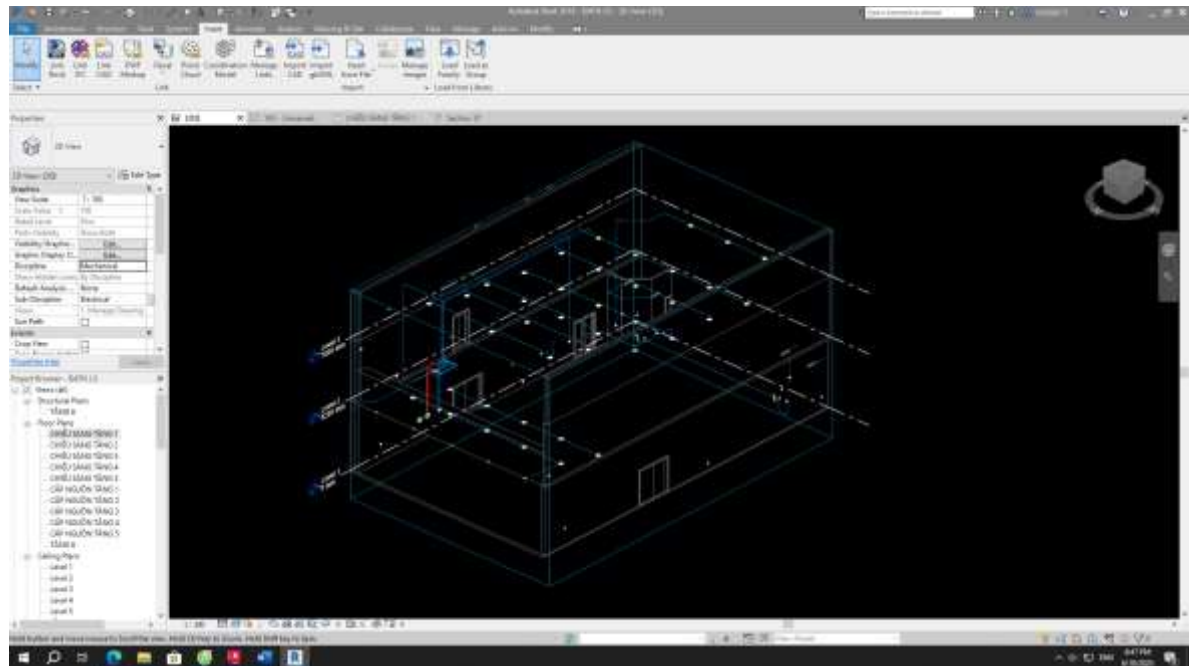
Hình 4.17 Mô hình tổng quát tòa nhà

Mô hình cung cấp điện văn phòng tầng 2:



Hình 4.27 Mô hình cung cấp điện phòng chuyên đề tầng 4

Mô hình cấp nguồn cho phòng hội trường

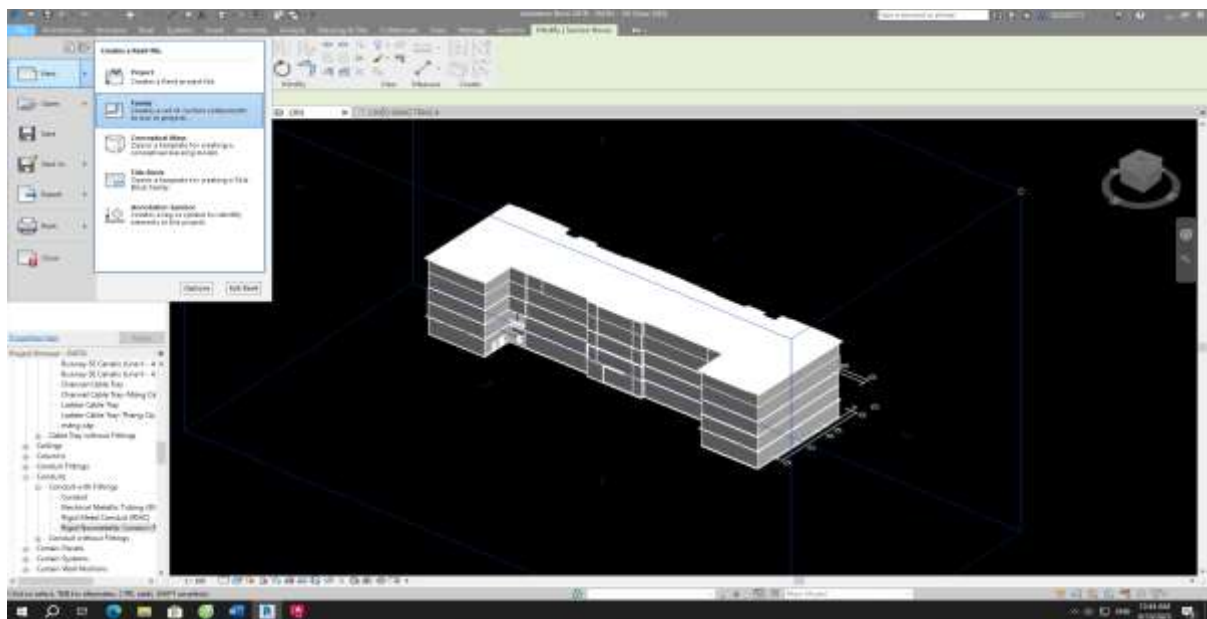


Hình 4.28 Mô hình cấp nguồn cho phòng hội trường

4.2.3 Trích xuất bản vẽ thi công bằng Revit

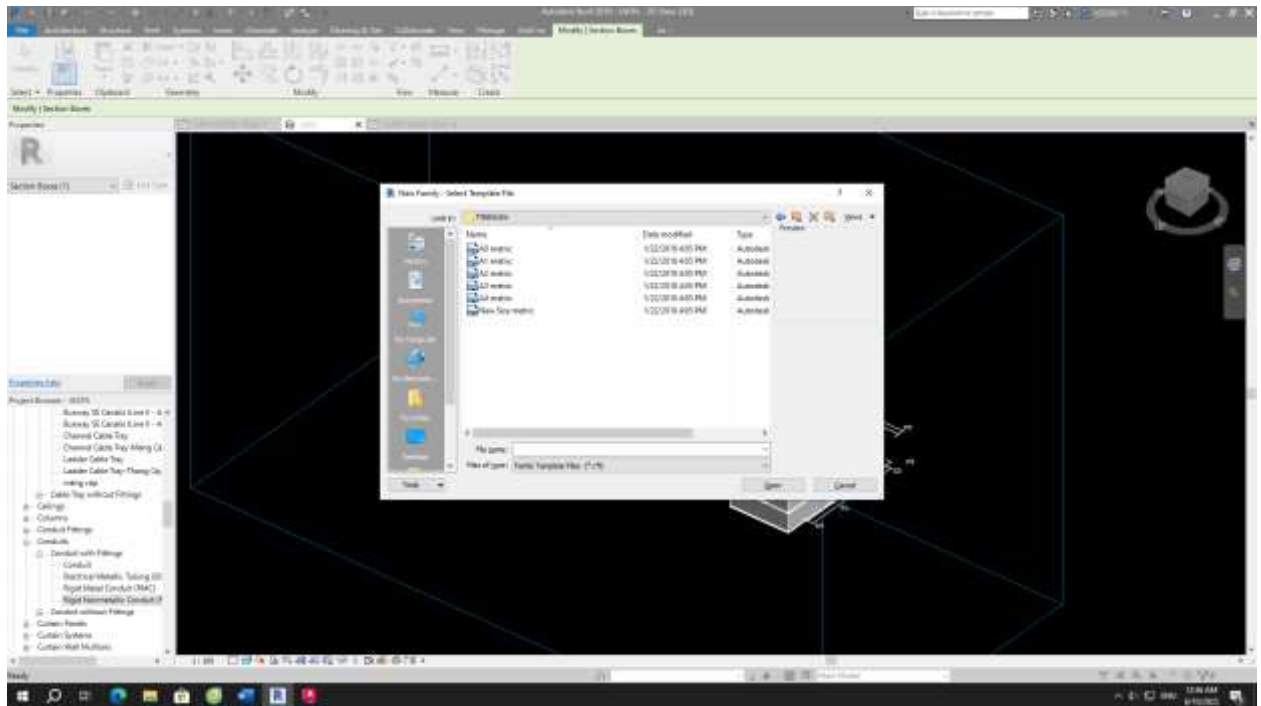
Tất cả các dữ liệu được tạo lập của dự án có khả năng tự động cập nhật thay đổi trực tiếp trên bản vẽ Revit mà không cần chỉnh sửa trực tiếp trên bản vẽ. Các chế độ xem và chi tiết được tạo tự động từ mô hình 3D. Để tạo lập 1 bản vẽ thi công chi tiết và đầy đủ ta thực hiện các bước sau :

Bước 1 : Tạo bản vẽ từ khung bản vẽ có sẵn. vào File, chọn New, chọn Family.



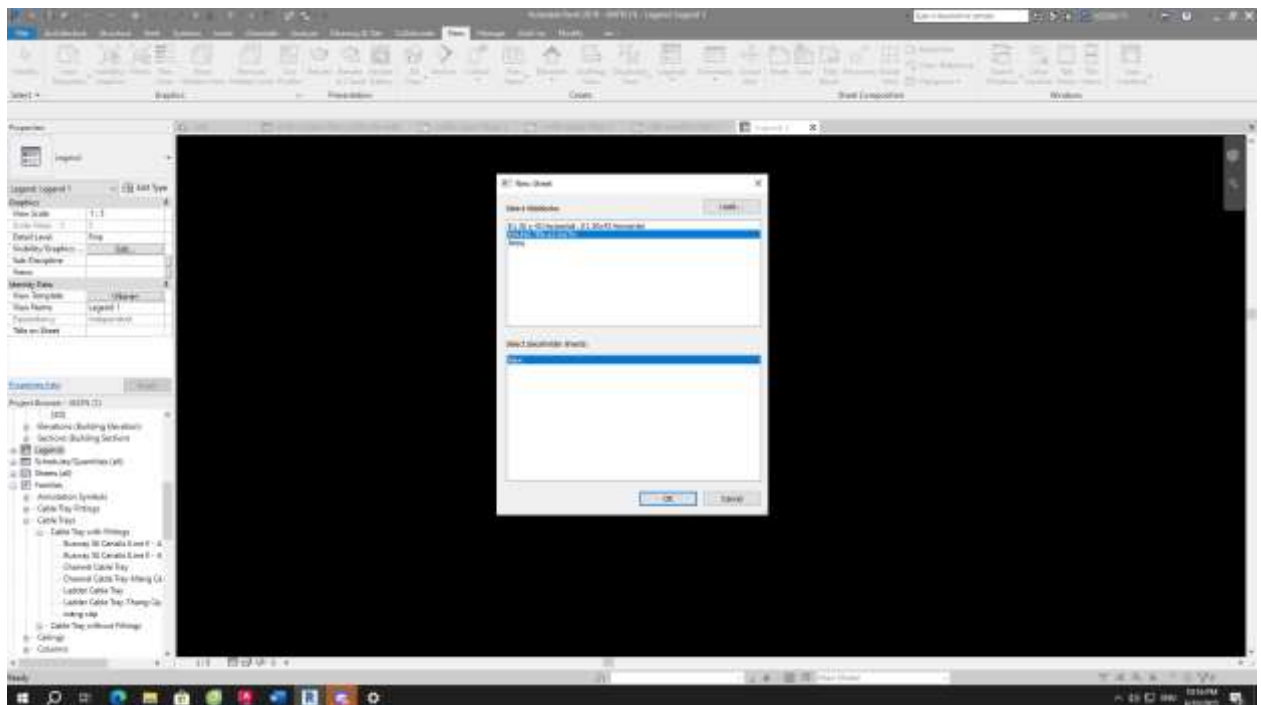
Hình 4.29 Tạo khung bản vẽ

Bước 2: Chọn cỡ khung bản vẽ yêu cầu, nhấn Open.



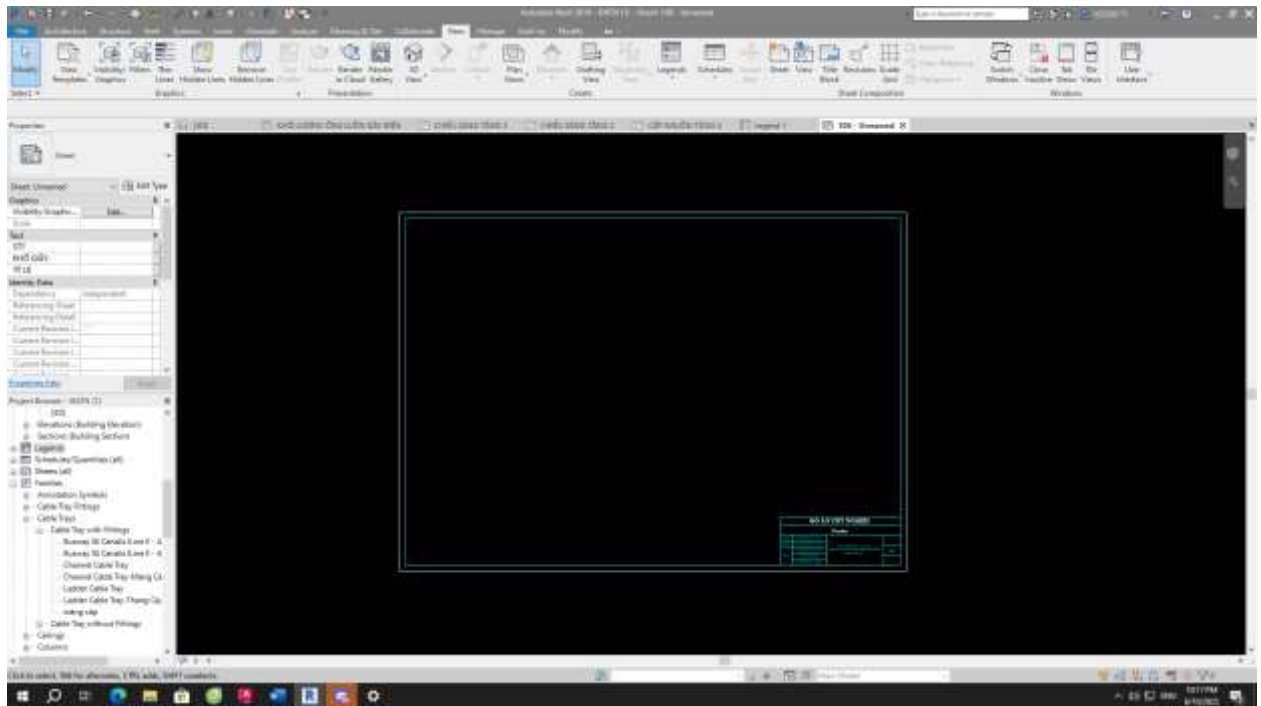
Hình 4.30 Chọn kích cỡ bản vẽ

Bước 3: Lúc này trên bảng Project Browser, kích chuột phải vào mục Sheets (all). Chọn khung tên bản vẽ đã tạo lập trước đó.



Hình 4.31 Chọn thông số bản vẽ

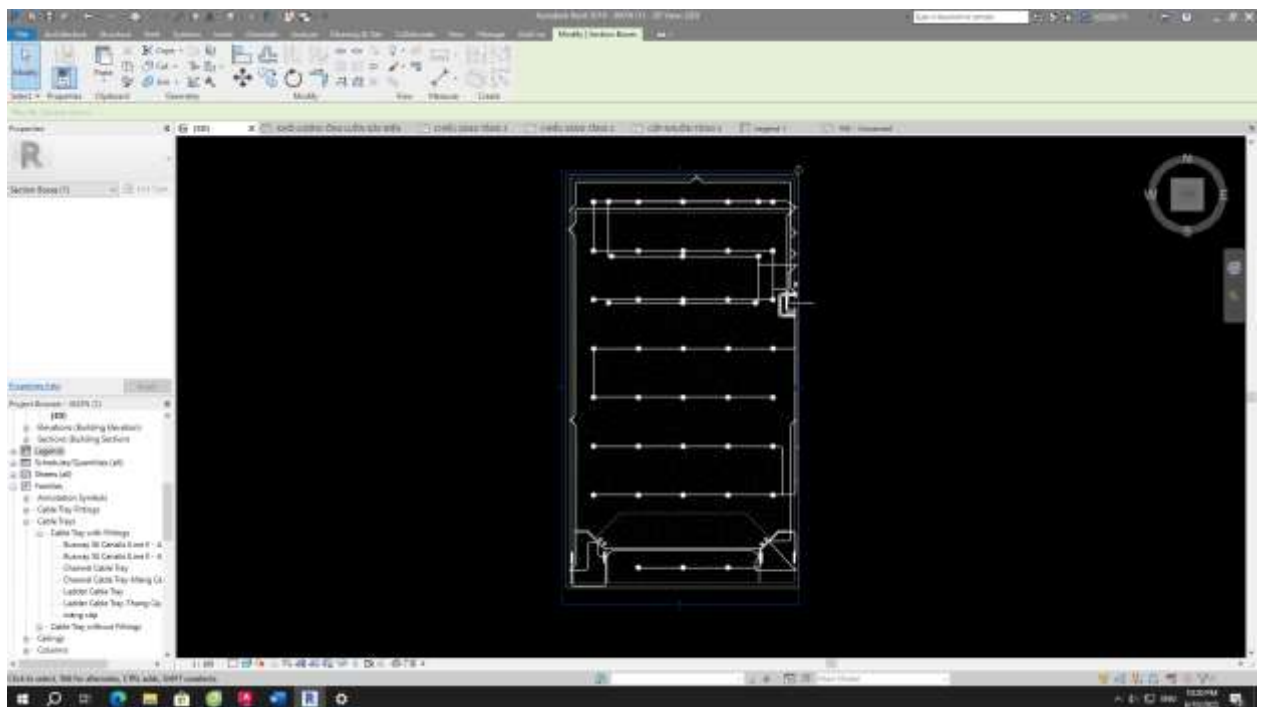
Bước 4: Điền các thông tin về bản vẽ có thể điều chỉnh trên thanh Edit Type. Các thông tin như tên bản vẽ, số thứ tự, ngày vẽ, tỉ lệ bản vẽ, ... đều có thể thay đổi tự động dựa trên dữ liệu của thanh Project Browser.



Hình 4.32 Điền các thông tin bản vẽ

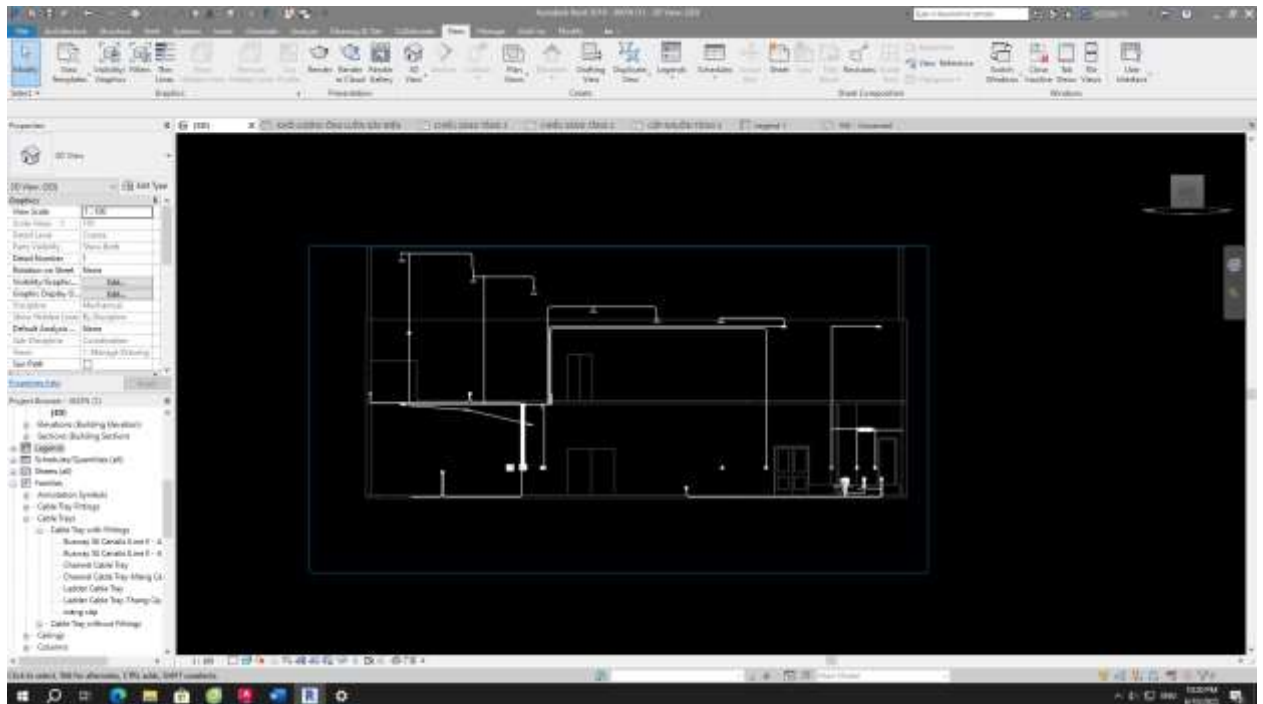
Bước 5: Thêm các bản vẽ mặt đứng, mặt cắt, view 3D vào khung bản vẽ.

- Giới hạn khu vực mặt bằng phòng đặt tủ điện bằng các thanh Section để tạo bản vẽ mặt bằng.



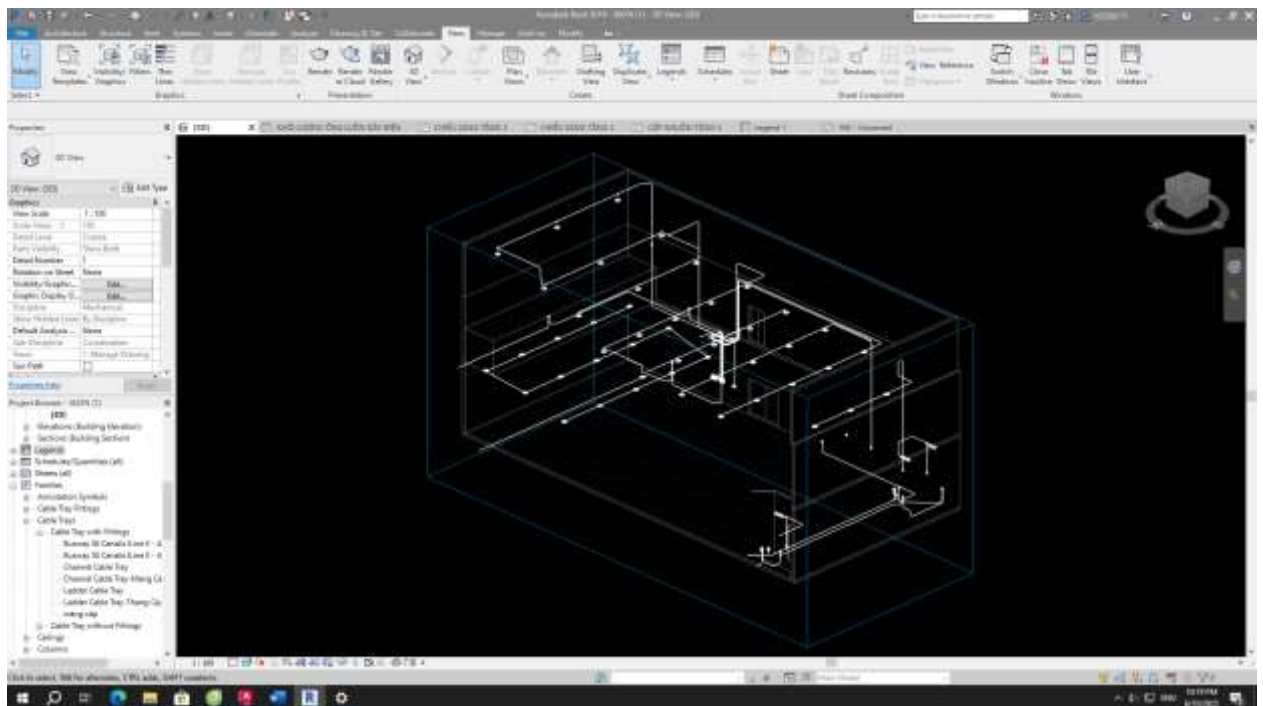
Hình 4.33 Tạo bản vẽ mặt bằng

Giới hạn khu vực mặt cắt phòng đặt tủ điện bằng các thanh Section để tạo bản vẽ mặt cắt dọc, ngang.



Hình 4.34 Điều chỉnh khung bản vẽ

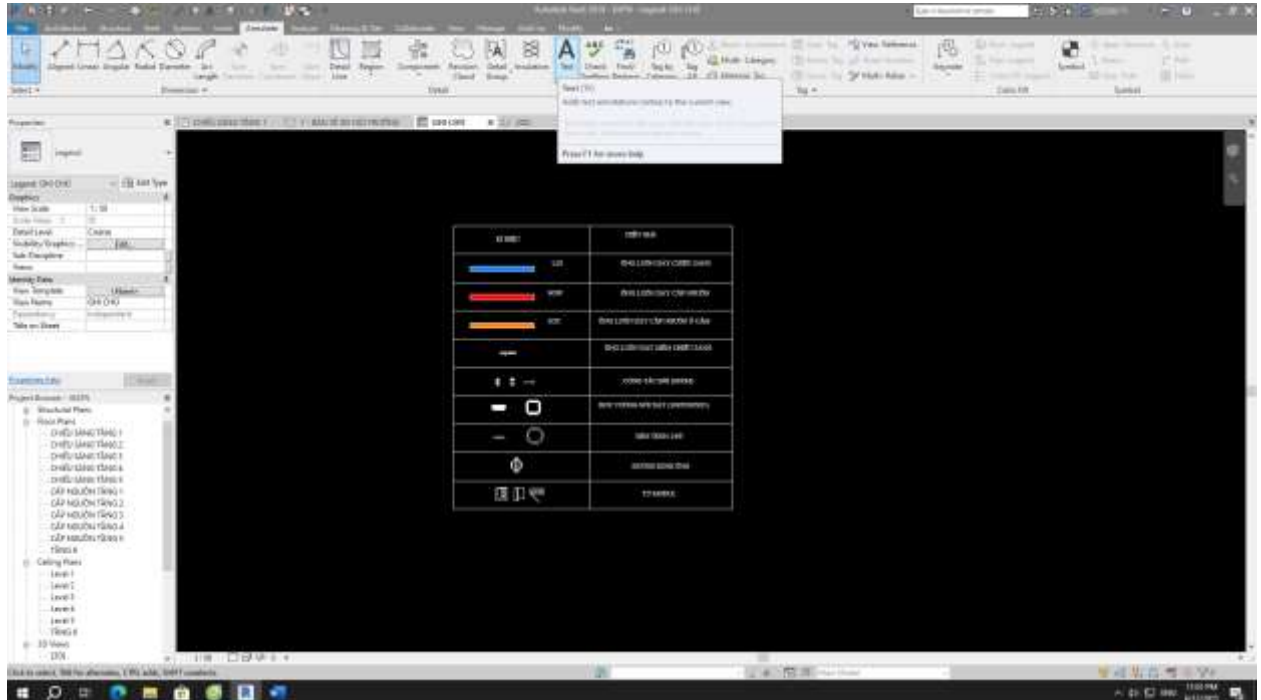
Giới hạn góc nhìn của view 3D bằng Section Box để tạo lập bản vẽ view 3D phòng đặt tủ điện.



Hình 4.35 Căn chỉnh bản vẽ

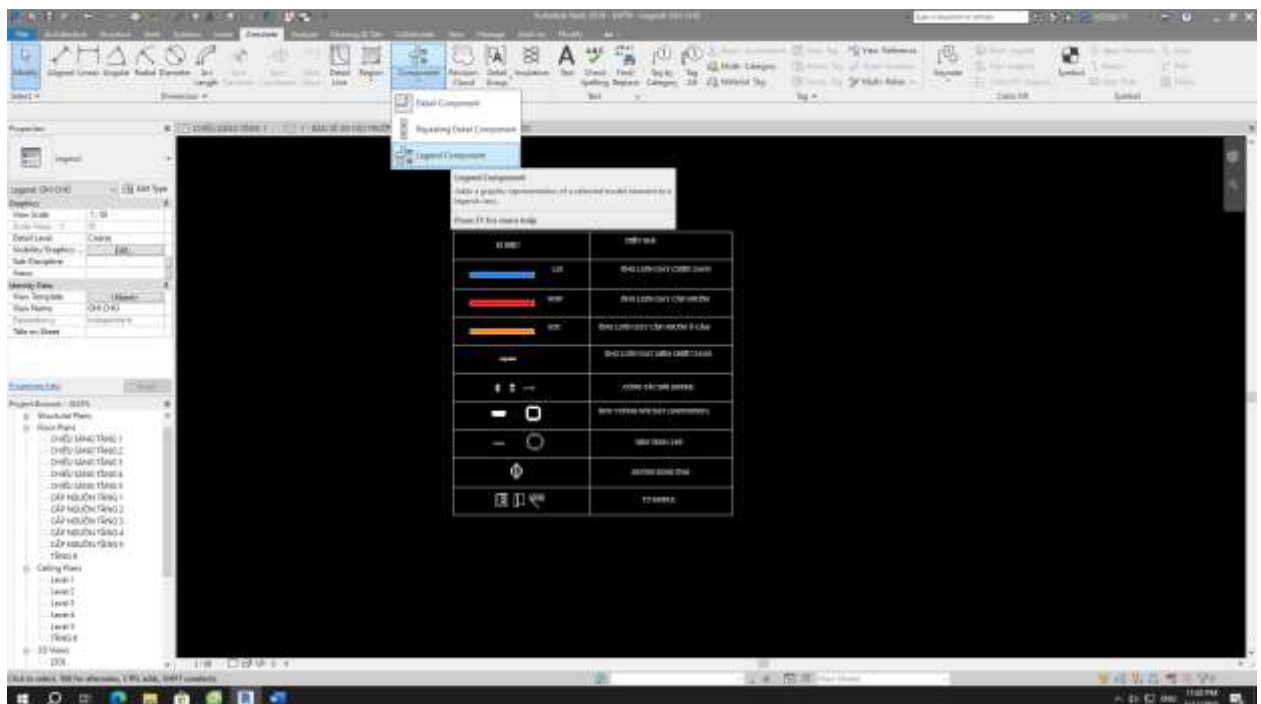
Bước 6: Tạo lập bảng ghi chú cho riêng cho từng bản vẽ. vào bảng Project Browser, kích chuột phải vào mục Legends để tạo các bảng ghi chú.

- Để điền chữ ghi chú ta chọn mục Annotate trên thanh Ribbon, nhấn vào biểu tượng Text.



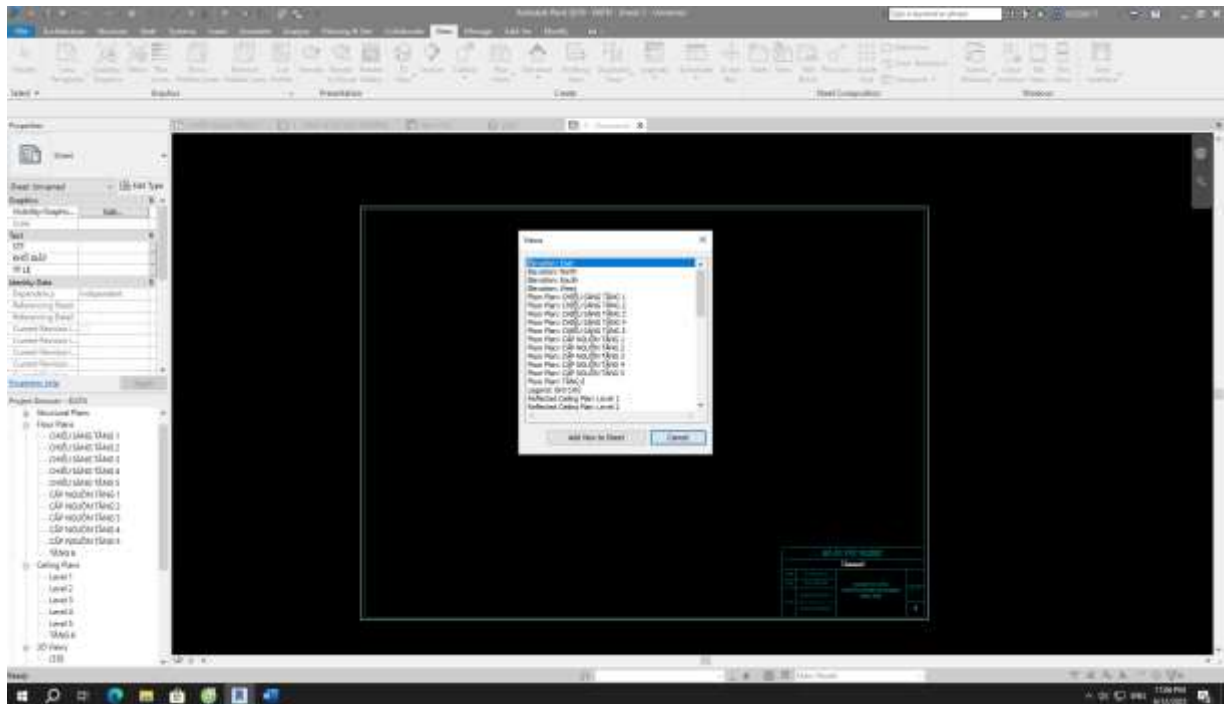
Hình 4.36 Tạo bảng ghi chú

Để thêm các kí hiệu, icon cho thiết bị ta chọn vào biểu tượng Legend Component.



Hình 4.37 Tạo ký hiệu chú thích

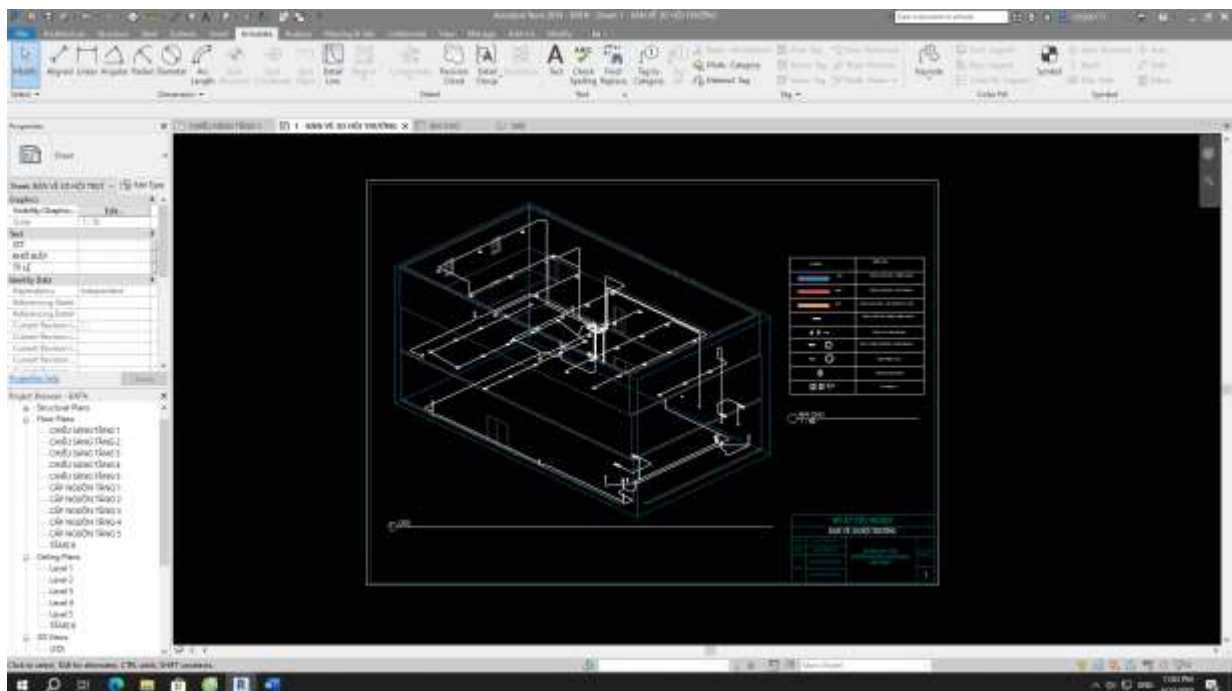
Để chọn các bản vẽ mặt đứng, mặt cắt, view 3D, ghi chú ta chọn tương ứng theo danh mục bảng Views và chọn Add View to Sheet để thêm vào Khung bản vẽ.



Hình 4.40 Chọn các bản vẽ vào khung tên

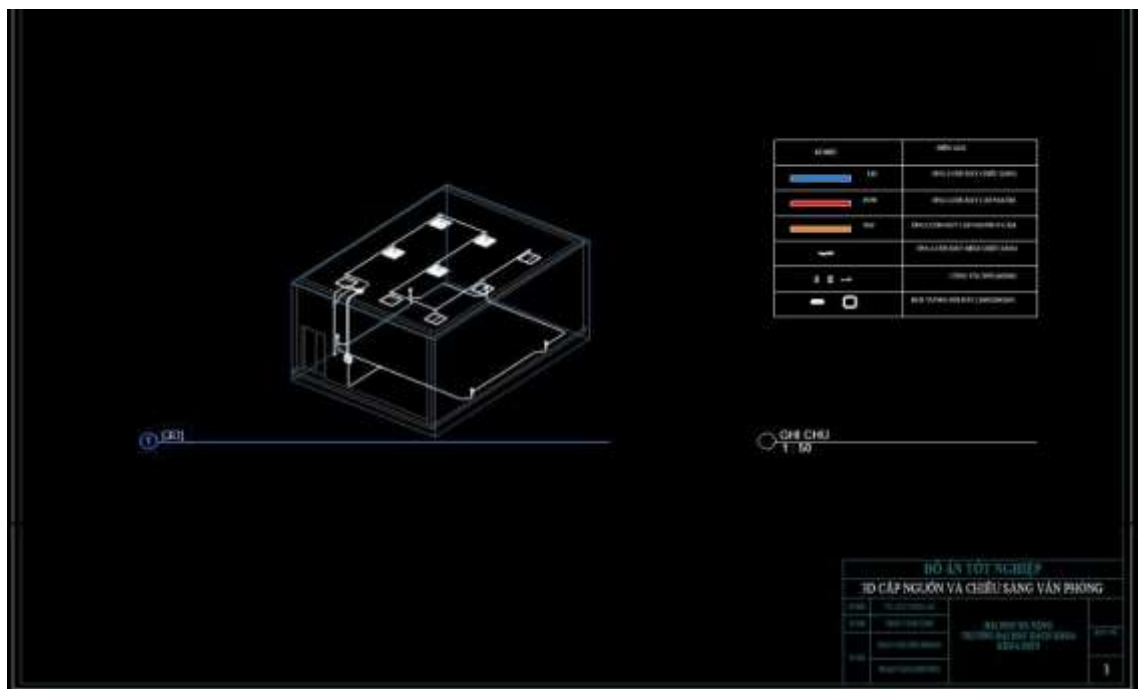
Sau khi đã thêm đầy đủ các bản vẽ và ghi chú vào Khung bản vẽ ta có được bản vẽ hoàn thiện sau đây:

- Bản vẽ View 3D phòng hội trường:



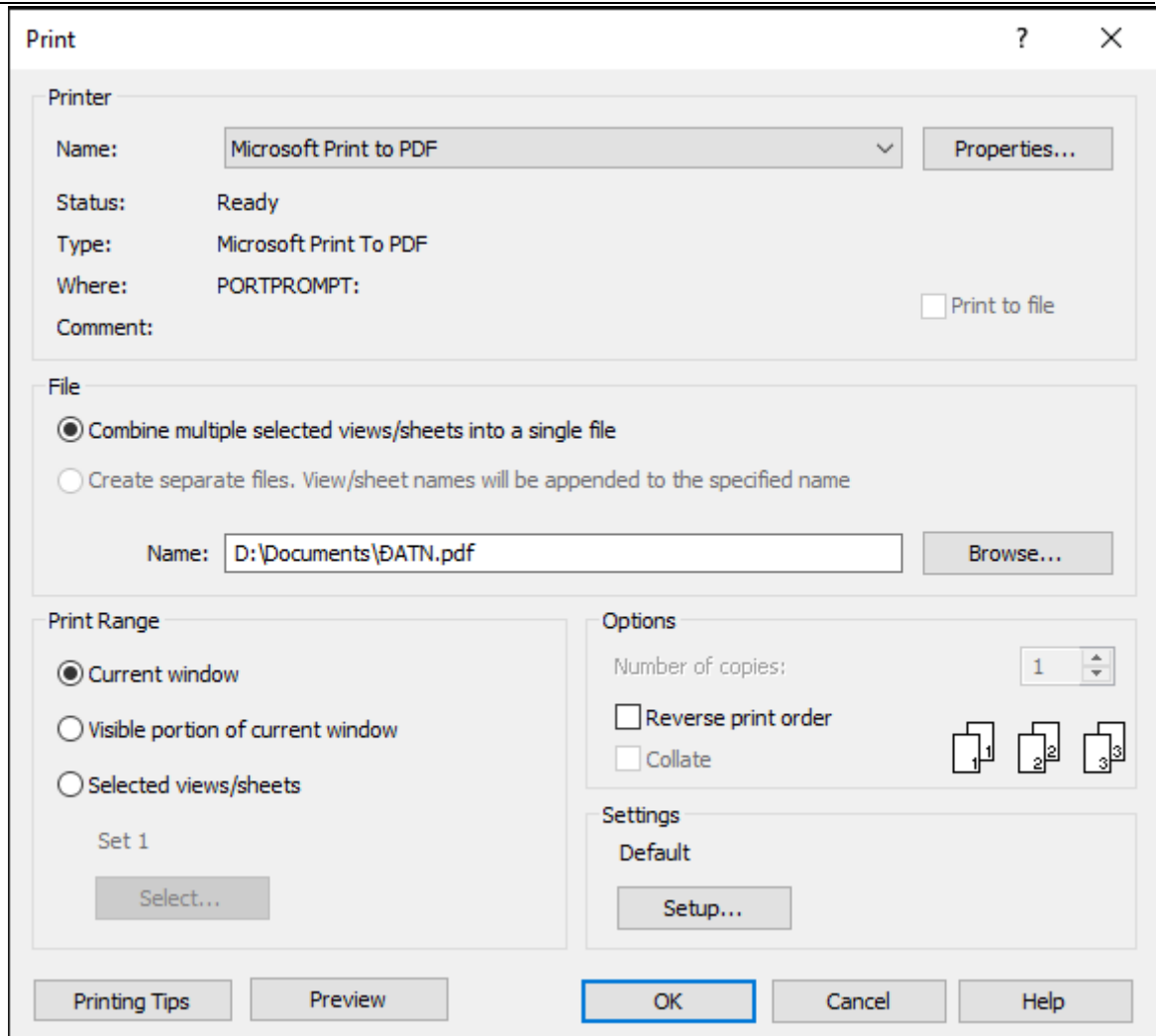
Hình 4.41 Bản vẽ View 3D phòng hội trường

- Bản vẽ View 3D phòng Khoa kỹ thuật máy tính



Hình 4.42 Bản vẽ View 3D phòng Khoa kỹ thuật máy tính

Bước 8 : Cài đặt và xuất bản vẽ dưới dạng file PDF: Ctrl+P → Tích chọn Combine... để gộp các bản vẽ vào 1 file PDF → Selected view/sheets để chọn bản vẽ muốn xuất ra → Settings để cài đặt các thông số cho khổ giấy khi in → OK để xuất ra file PDF.



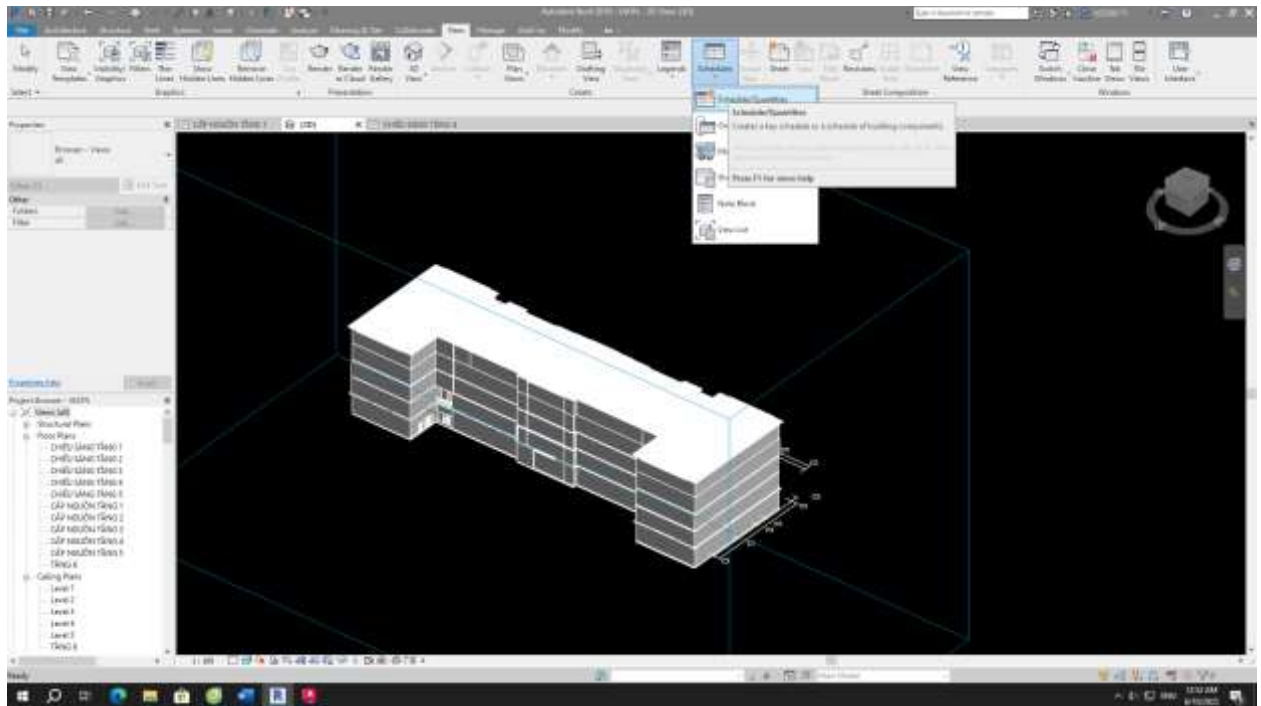
Hình 4.43 Cài đặt và xuất bản vẽ

4.3 Lập bảng thống kê khối lượng Revit

Một trong những chức năng hay nhất của Revit là Schedule thống kê khối lượng. Sử dụng schedule bạn có thể xuất ra bất cứ thông tin gì của bất cứ vật thể nào trong mô hình 3D BIM. Những thông tin này có thể phục vụ cho những tính toán hoặc để đếm số lượng thiết bị, đo đặc đường ống... để hỗ trợ dự toán.

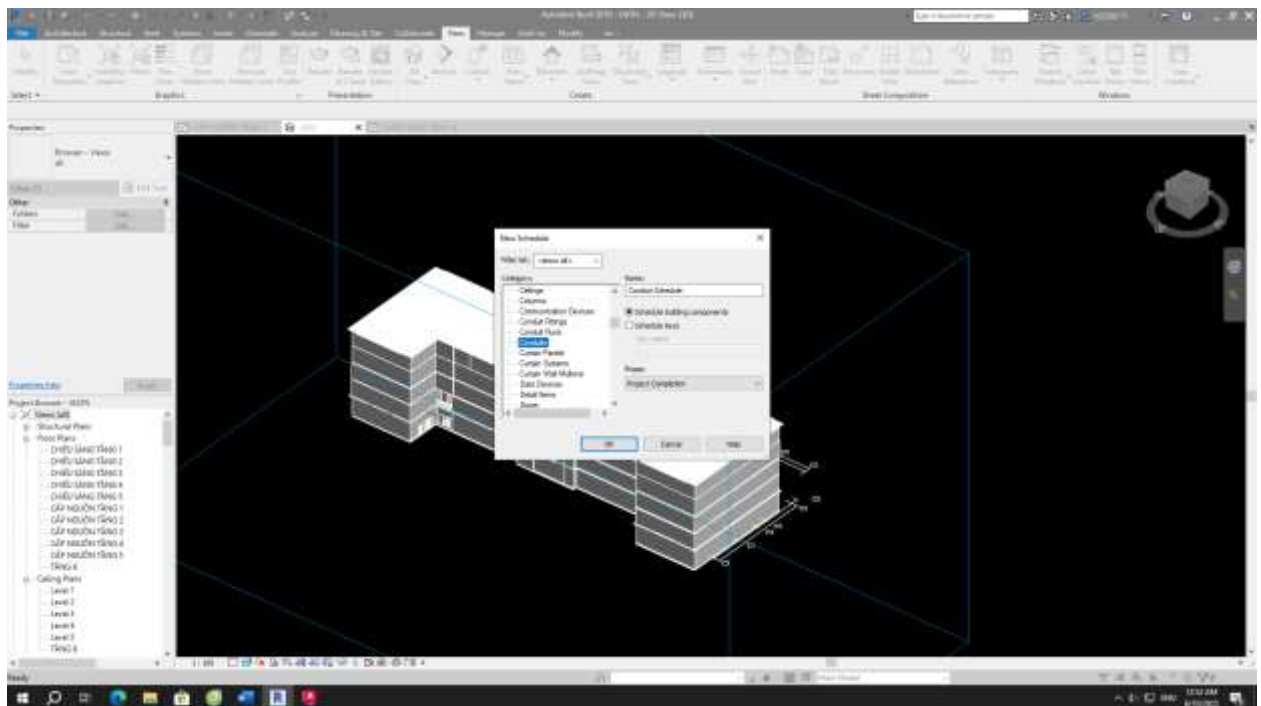
Ngoài việc đo đếm, schedule còn có những chức năng cơ bản của excel, nhờ đó có thể sử dụng schedule để thực hiện những phép tính đơn giản một cách tự động dựa vào các thông tin đã được input vào trong quá trình tạo ra bản vẽ và thể hiện các thông tin đó ra ngoài. Để lập bảng thống kê đơn giản, ta tiến hành theo các bước sau:

Bước 1: Chọn View và lựa chọn loại hình Schedule phù hợp để bắt đầu



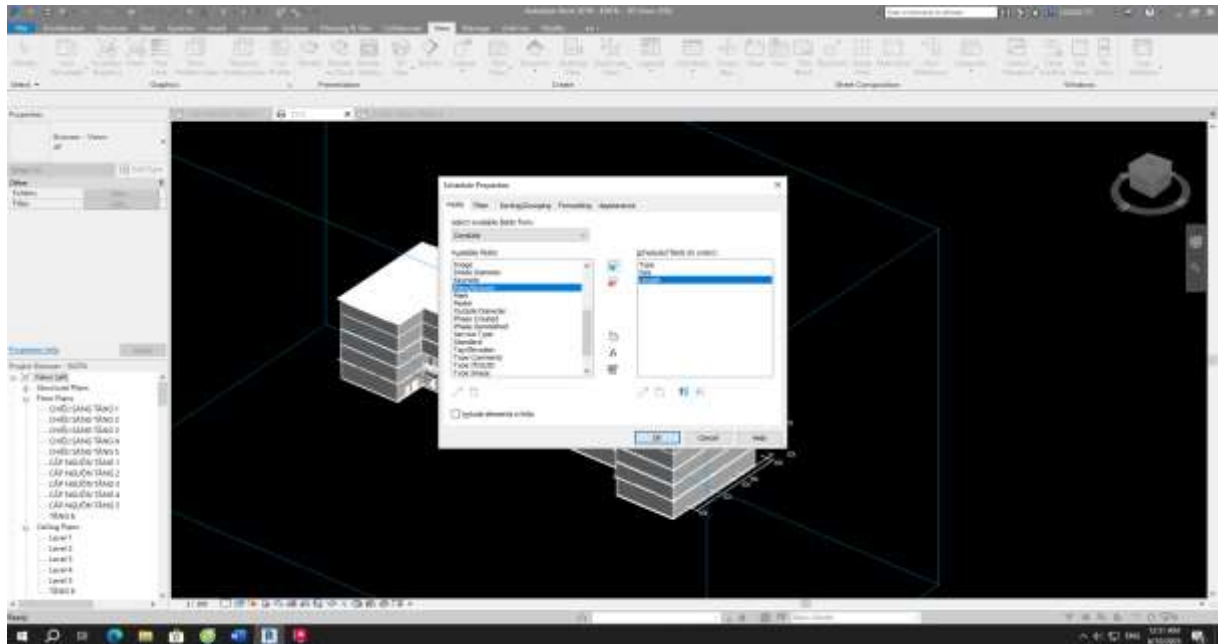
Hình 4.44 Chọn loại bảng thống kê

Bước 2: Chọn Category: nhóm đối tượng muốn thống kê



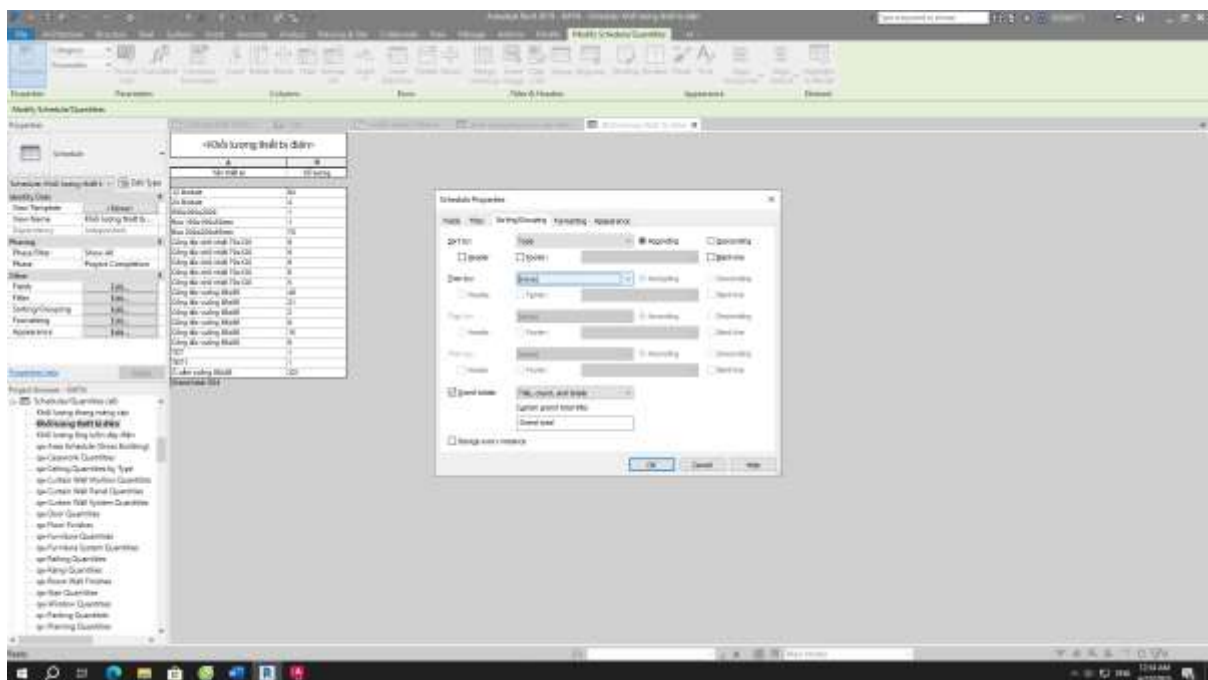
Hình 4.45 Chọn nhóm đối tượng muốn thống kê

Bước 3: Chọn các mục cần lấy thông số, thêm vào khung Scheduled fields và sắp xếp .
Ví dụ: Count để chỉ số lượng thiết bị, Length để chỉ tổng chiều dài, Type để biết thiết bị đó loại nào. Tích Include elements in links để có thể thống kê các phụ kiện các file link



Hình 4.46 Chọn các mục cần lấy thông số

Bước 4: Có thể dùng Calculated Value để tạo các phép tính đơn giản xử lý sơ các thông số có được. Bỏ tích Itemize để gộp thông số những đối tượng giống nhau. Ngoài ra thì có thể sử dụng Filter, Sorting/Grouping, Appearance để xử lý các dữ liệu lấy ra được từ mô hình



Hình 4.47 Xử lý dữ liệu lấy ra

Bước 5: Revit cho phép xem Schedule dưới dạng bảng bằng chính phần mềm, và chỉ có phép xuất ra định dạng txt. Nếu muốn lấy dữ liệu ra excel cần phải xử lý file txt này hoặc sử dụng add-ins trực tiếp xuất từ Revit schedule thành bảng excel. Khối lượng các thiết bị điện của xưởng:

<KHỐI LƯỢNG THIẾT BỊ ĐIỆN>	
A	B
TÊN THIẾT BỊ	SỐ LƯỢNG
E-Box vuông nối dây (Box trung gian): Box 160x160x50mm	1
E-Box vuông nối dây (Box trung gian): Box 200x200x65mm	71
E-Công tắc ba-Three Switch: Công tắc chữ nhật 70x120	9
E-Công tắc ba-Three Switch: Công tắc vuông 86x86	48
E-Công tắc bốn-Four Switch: Công tắc chữ nhật 70x120	9
E-Công tắc bốn-Four Switch: Công tắc vuông 86x86	22
E-Công tắc đôi xoay chiều-Double Switch_2 Direction: Công tắc vuông 86x86	2
E-Công tắc đôi-Double Switch: Công tắc chữ nhật 70x120	9
E-Công tắc đôi-Double Switch: Công tắc vuông 86x86	10
E-Công tắc đơn xoay chiều-Single Switch_2 Direction: Công tắc chữ nhật 70x120	6
E-Công tắc đơn xoay chiều-Single Switch_2 Direction: Công tắc vuông 86x86	15
E-Công tắc đơn-Single Switch: Công tắc chữ nhật 70x120	5
E-Công tắc đơn-Single Switch: Công tắc vuông 86x86	9
E-Tủ điện PKT: 600x300x2000	1
E-Tủ điện PKT: TDT	1
E-Tủ điện âm tường 12, 18 Module: 12 Module	64
E-Tủ điện âm tường 24 Module: 24 Module	4
E-Tủ điện âm tường 24 Module: TDT1	1
E-Ổ cắm đôi-Double Socket: Ổ cắm vuông 86x86	323

Hình 4.48 Khối lượng phụ kiện thiết bị điện

<KHỐI LƯỢNG ỐNG LUỒN DÂY ĐIỆN>			
A	B	C	D
Loại ống	Loại	Kích thước	Chiều dài
Rigid Nonmetallic Conduit (RNC)	LIG	25 mmø	2570117 mm
Rigid Nonmetallic Conduit (RNC)	POW	25 mmø	1079826 mm
Rigid Nonmetallic Conduit (RNC)	SOC	25 mmø	1428189 mm

Hình 4.49 Khối lượng phụ kiện ống luồn dây điện

<KHỐI LƯỢNG THANG MÁNG CÁP>		
A	B	C
TÊN THIẾT BỊ	Size	Count
E-Máng cáp-Co ngang-Channel_Horizontal Bend: Co 90 độ	300x100-300x100	5
E-Máng cáp-Tê ngang-Channel_Horizontal Tee: Tee	300x100-300x100-300x100	6

Hình 4.50 Khối lượng phụ kiện thang máng cáp

4.4 Kết luận

- Ưu điểm khi áp dụng revit vào công trình đang làm:
 - Thiết kế thành công mô hình 3D cho nhà xưởng
 - Tìm hiểu được cơ sở, ý nghĩa của việc sử dụng BIM trong thiết kế cung cấp điện.
 - Hiểu được cách sử dụng phần mềm và lợi ích của nó đem lại trong khâu thiết kế và quản lý
 - Thiết kế bản vẽ phối hợp để hỗ trợ cho quá trình thi công hệ thống điện.
 - Lập bản thống kê khối lượng của công trình để hỗ trợ cho quản lý dự toán
- Nhược điểm:
 - Còn hạn chế về bản quyền và phần mềm chưa đáp ứng được những nhu cầu thiết kế chi tiết về thiết bị, xuất số liệu bản vẽ 1 sợi, số liệu phân việc trong lúc làm việc nhóm.

CHƯƠNG 5: NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG PHẦN MỀM BIM-NAVISWORK TRONG VIỆC KHẢO SÁT CÔNG TRÌNH VÀ KIỂM TRA CÁC VA CHẠM

5.1 Giới thiệu chung về phần mềm Naviswork

- Mục tiêu chính Phần mềm Navisworks của Autodesk phục vụ cho quy trình BIM, giúp tổ hợp các dữ liệu thiết kế được khởi tạo từ nhiều ứng dụng phần mềm BIM riêng biệt, ví dụ như AutoCAD, Revits, Sketchup,... phát hiện và giải quyết các xung đột giữa nhiều lĩnh vực như kết cấu, kiến trúc, cơ khí, điện, hệ thống ống nước và an toàn cháy nổ.
- Kết quả là một cái nhìn tổng thể về dự án giúp cho các thành viên tham gia đưa ra được những quyết định thiết kế đúng đắn, nâng cao tính chính xác của hồ sơ xây dựng và dự tính tốt hơn về hiệu quả cũng như lập kế hoạch cho dự án.
- Navisworks đưa ra 03 sản phẩm: Navisworks Freedom, Naviswork Simulation và Navisworks Manage; những sản phẩm này cung cấp cho các Chủ đầu tư, Kỹ sư thiết kế, Nhà thầu thi công, Tư vấn quản lý... một công cụ chính xác giúp họ cộng tác, điều phối và trao đổi thông tin công việc thực sự hiệu quả hơn, trong Đồ Án này nhóm chọn sử dụng Naviswork Manage.
- Mục đích:
 - Để vào vai một kỹ sư khảo sát công trình ghi chú và xem ghi chú của những lỗi sai trong thiết kế như các va chạm giữa những hệ thống với nhau hoặc chỉnh sửa theo yêu cầu.
 - Sử dụng để phát hiện ra các va chạm trong khi thiết kế bên revit, nhằm tìm ra cách khắc phục va chạm giữa công trình, làm cho công trình trở nên an toàn và đảm bảo hơn khi thi công.

5.2 Các bước ứng dụng phần mềm Naviswork

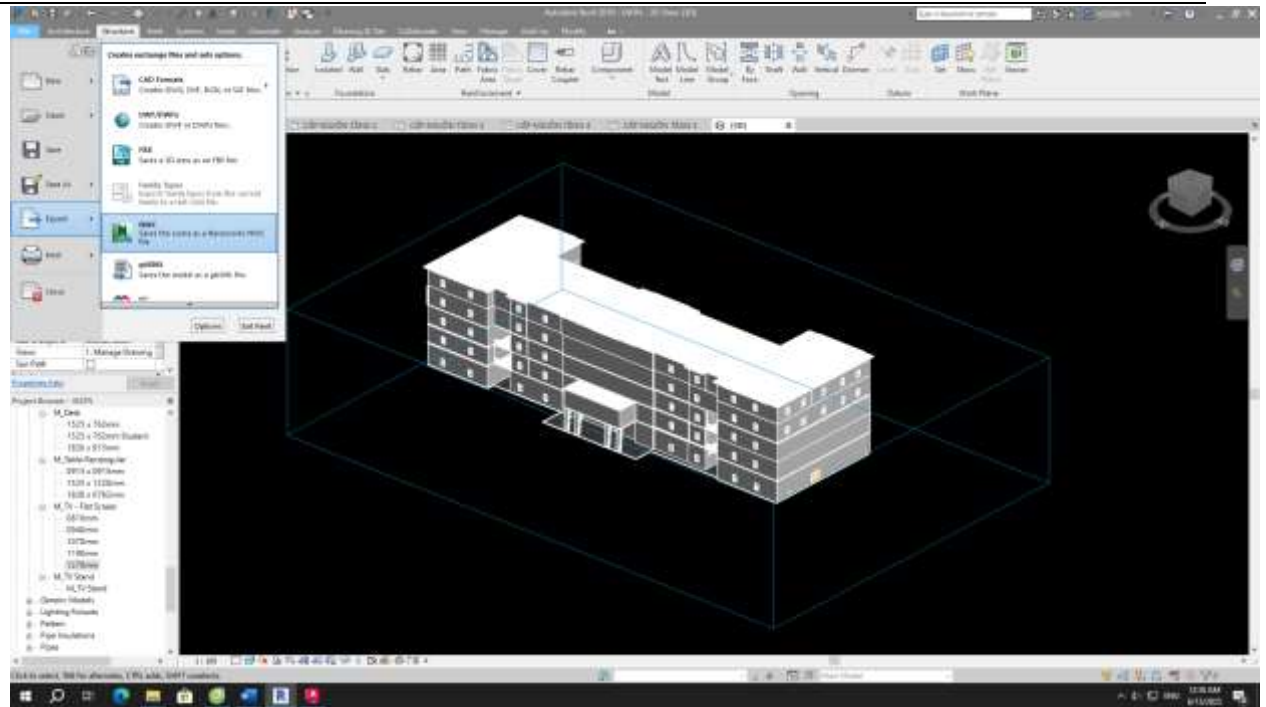
5.2.1 Khởi tạo dự án mới

Để khởi tạo một dự án Naviswork ta cần phải có file của các phần mềm BIM khác để tổ hợp, ở đây nhóm tạo dự án mới dựa trên file của phần mềm Revit, tiến hành theo các bước:

Bước 1: Mở hai file kiến trúc và cơ điện ở chế độ hiển thị 3D tổng của công trình trong phần mềm Revit.

Bước 2: Chọn File -> Export -> NWC

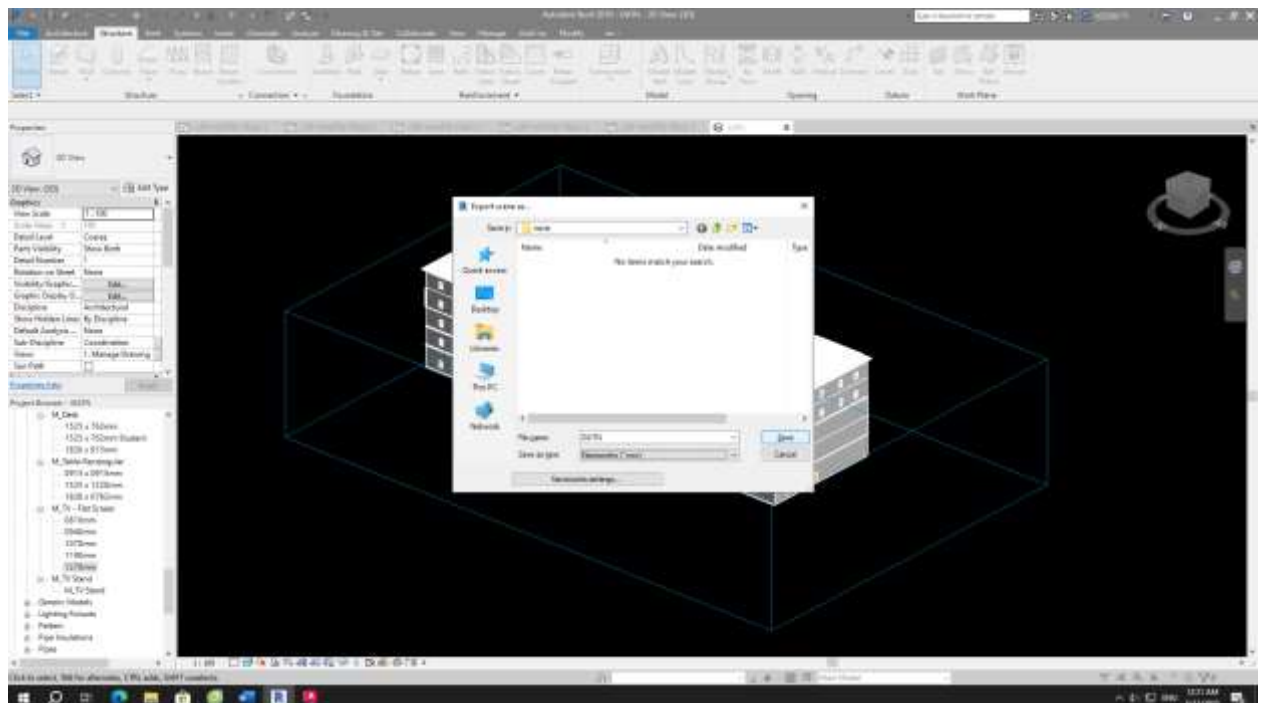
Để thực hiện chuyển chế độ hiển thị 3D từ file Revit sang file Naviswork.



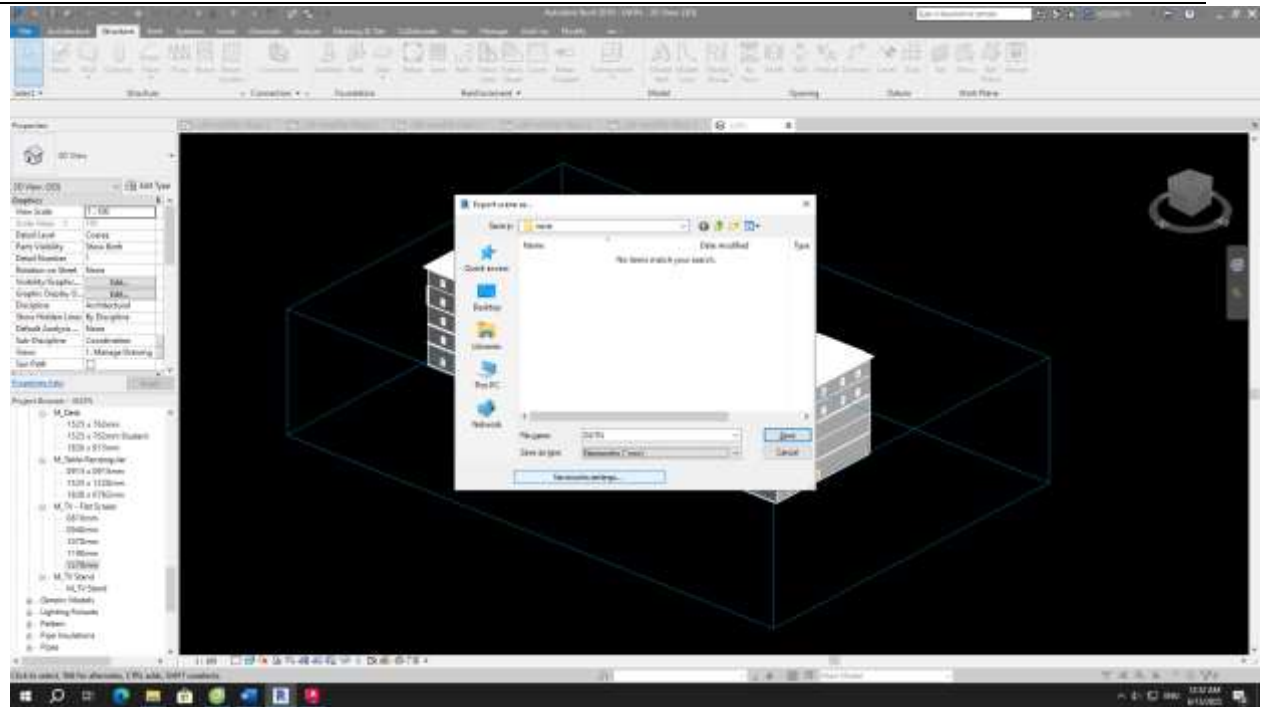
Hình 5.1 Chuyển chế độ hiển thị 3D từ File Revit sang File Naviswork

Bước 3: Chọn thư mục lưu file Naviswork, nên tạo thư mục có hệ thống để dễ dàng quản lí.

Bước 4: Chọn Naviswork settings để cài đặt file Naviswork.

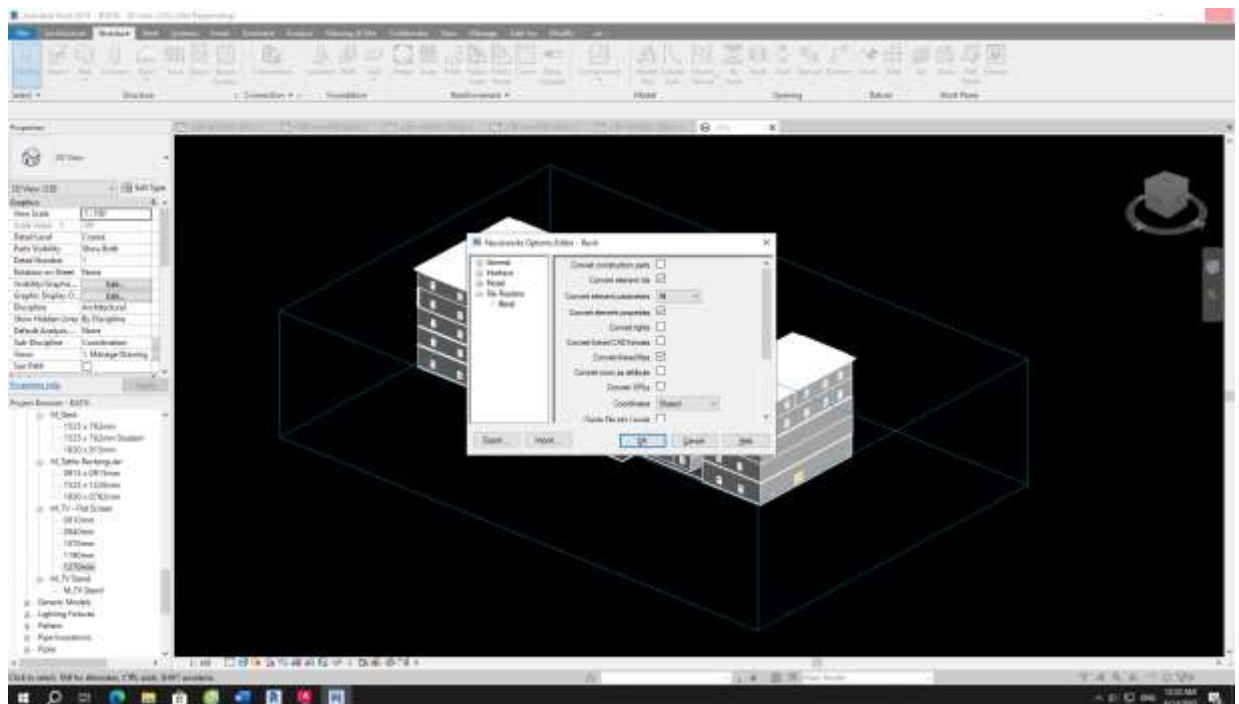


Hình 5.2 Chọn thư mục lưu File Naviswork



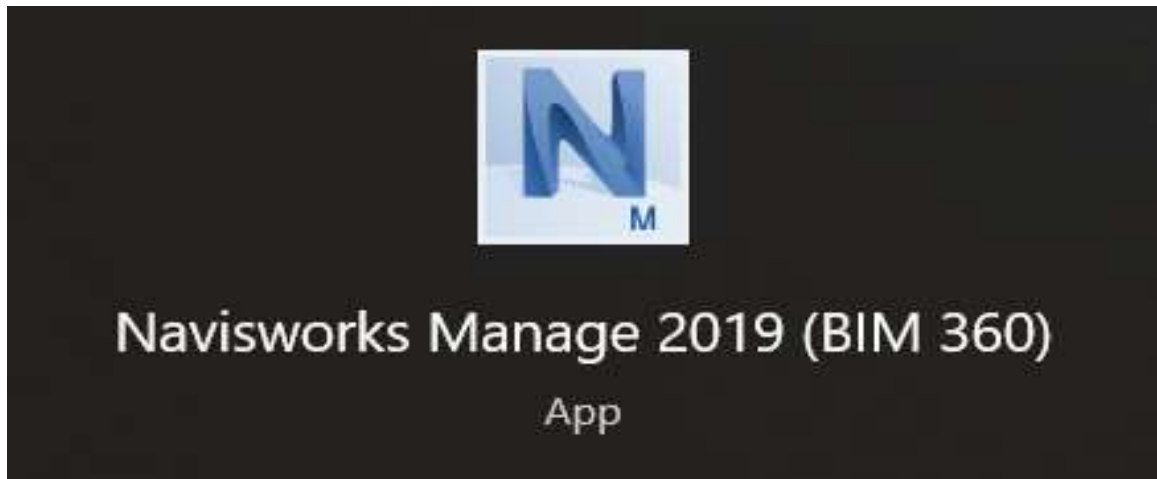
Hình 5.3 Chọn Naviswork settings để cài đặt File Naviswork

Bước 5: Bỏ tích các ô như hình để không thêm những đối tượng trong các file liên kết.



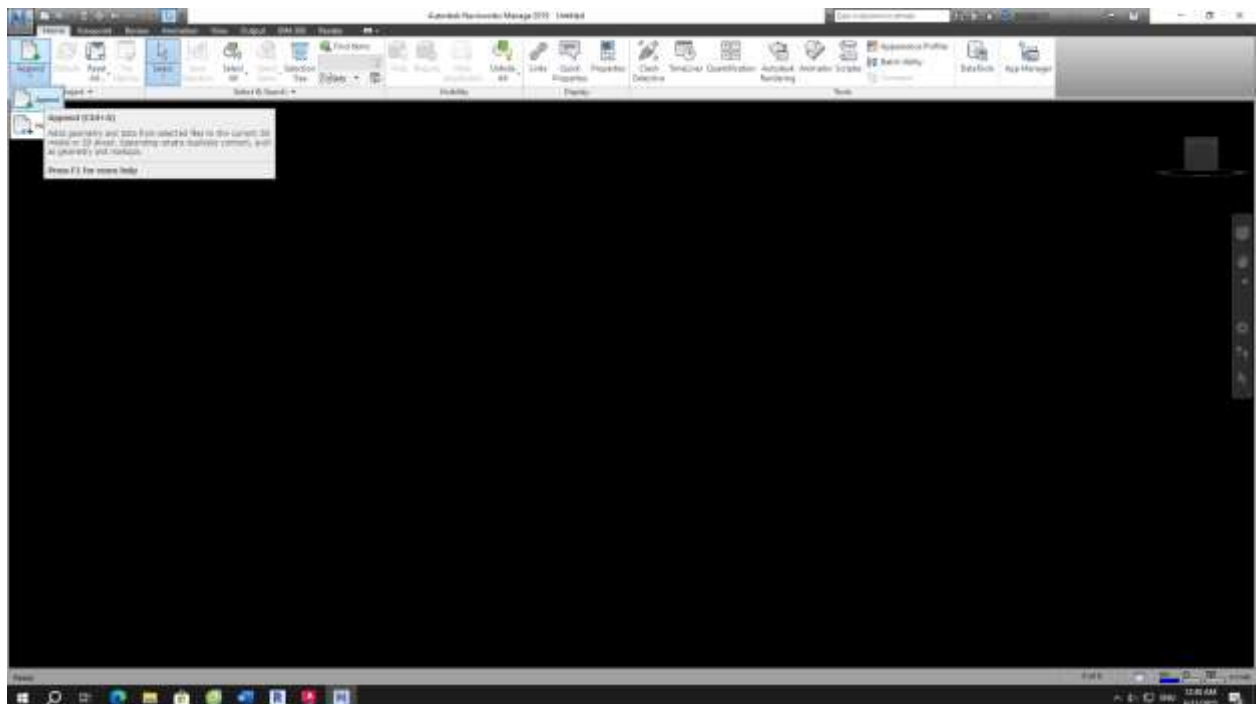
Hình 5.4 Cài đặt File Naviswork

Bước 6: Khởi động phần mềm Naviswork bằng cách Click đúp vào biểu tượng trên màn hình sau khi đã cài đặt phần mềm. Nhóm chọn sử dụng phiên bản Naviswork Manage2019.



Hình 5.5 Khởi động phần mềm Naviswork

Bước 7: Chọn Append để mở hai file đã chuyển đổi từ Revit trong thư mục.



Hình 5.6 Mở File đã chuyển đổi

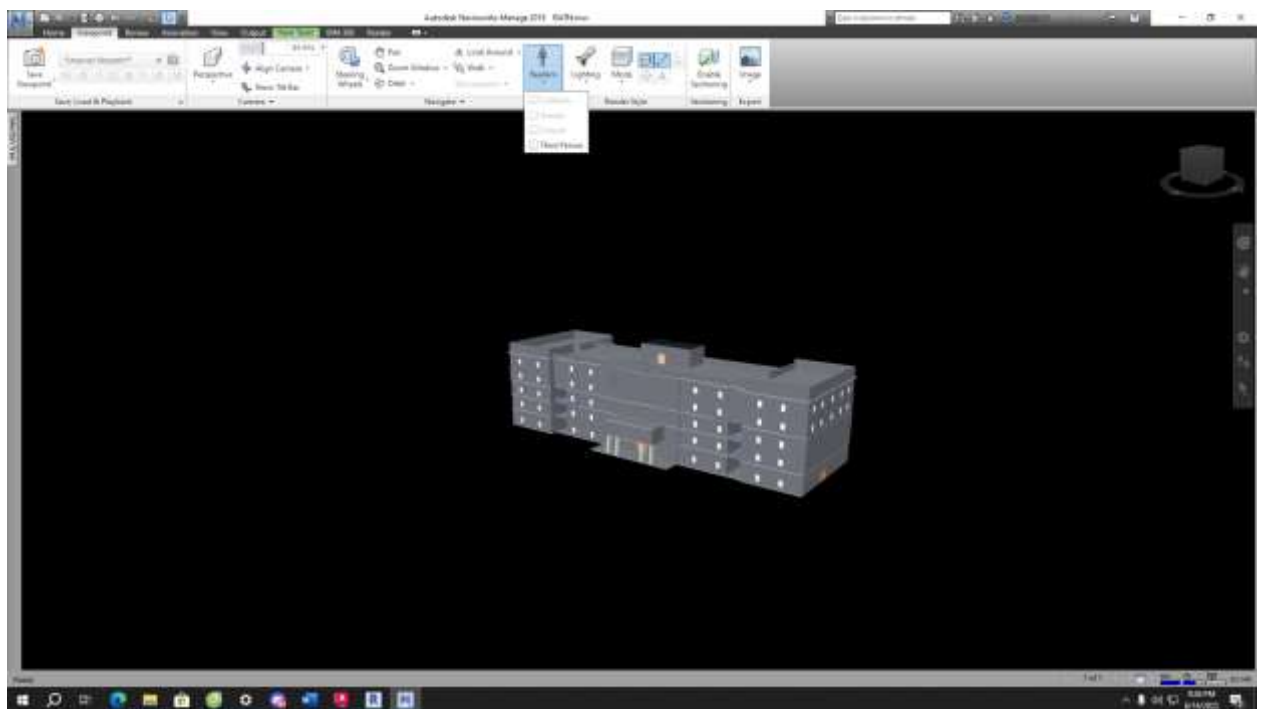
Bước 8: Chọn cả hai file đã chuyển đổi từ Revit và chọn Open để mở.

5.2.3 Khảo sát công trình và ghi chú lỗi

Công tác trao đổi thông tin trong đồ án thiết kế đã được Navisworks nâng lên một tầm cao mới nhằm cải thiện năng lực làm việc theo nhóm; trực tiếp đưa ra các bình luận, góp ý thiết kế trên mô hình; hỗ trợ tìm kiếm và trích xuất các thông tin phản hồi từ các thành viên khác.

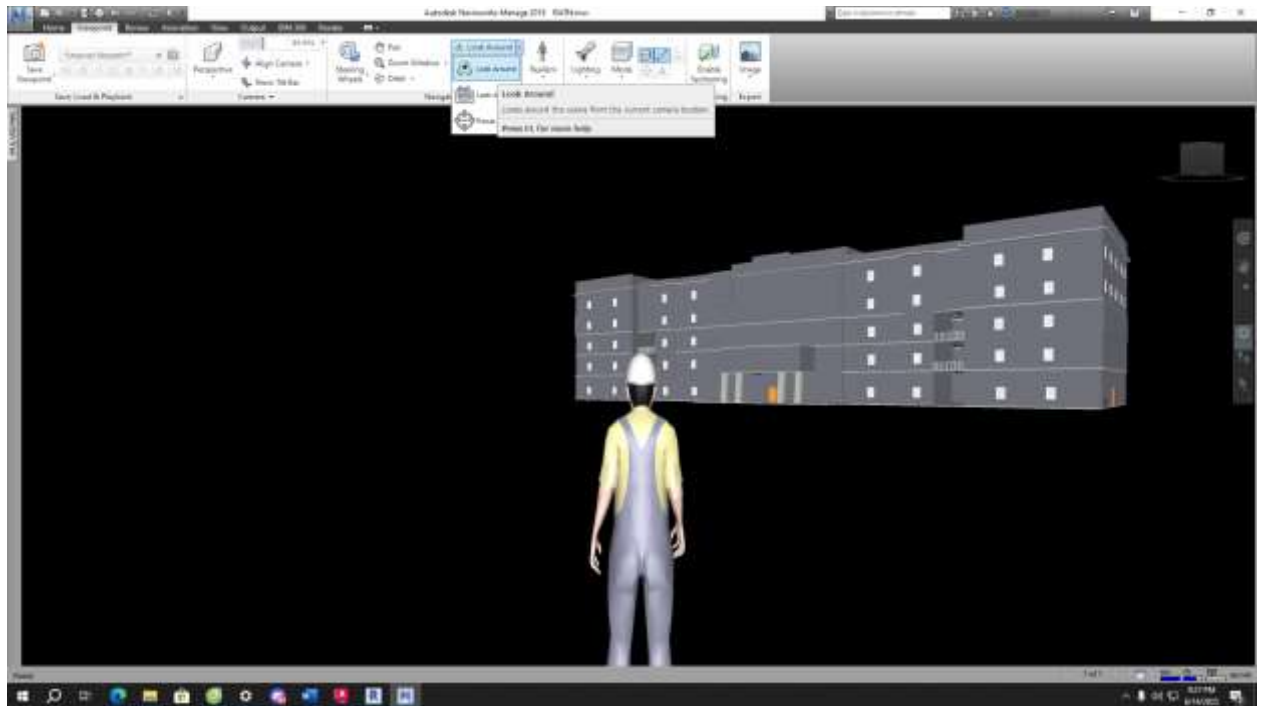
Để vào vai một kỹ sư khảo sát công trình ghi chú và xem ghi chú của những lỗi sai trong thiết kế như các va chạm giữa những hệ thống với nhau hoặc chỉnh sửa theo yêu cầu thẩm mỹ, ta tiến hành theo các bước:

Bước 1: Chọn Reaslim trong Viewpoint.



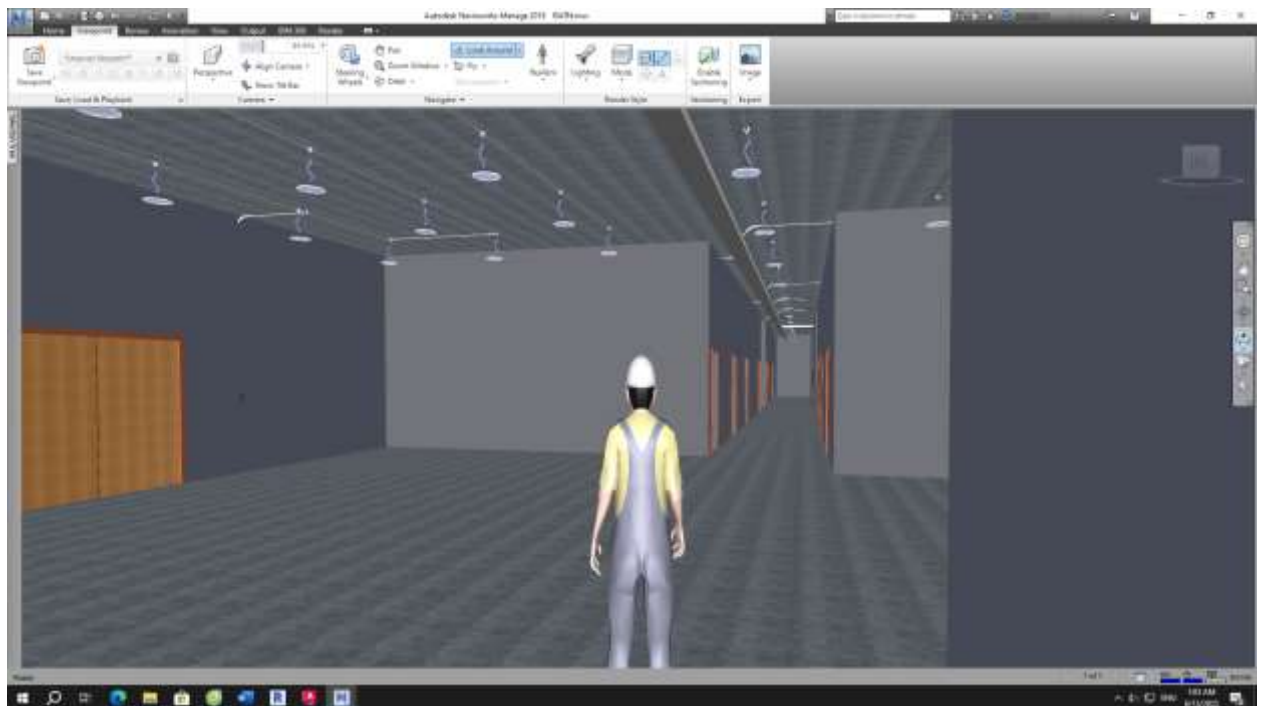
Hình 5.9 Chọn Reaslim trong Viewpoint

Bước 2: Điều chỉnh hướng nhìn tại Look Around và chọn Walk để di chuyển.



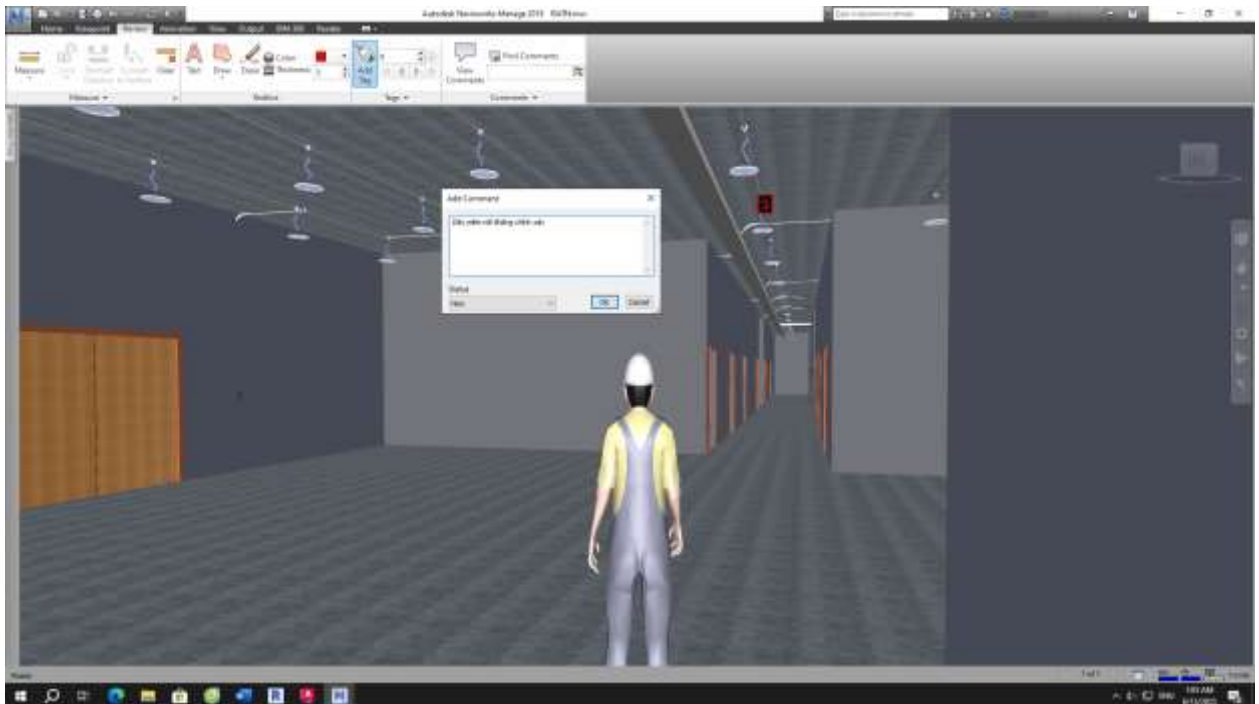
Hình 5.10 Điều chỉnh hướng nhìn và di chuyển

Bước 3: Di chuyển vào công trình và ẩn cái đối tượng trong file kiến trúc.



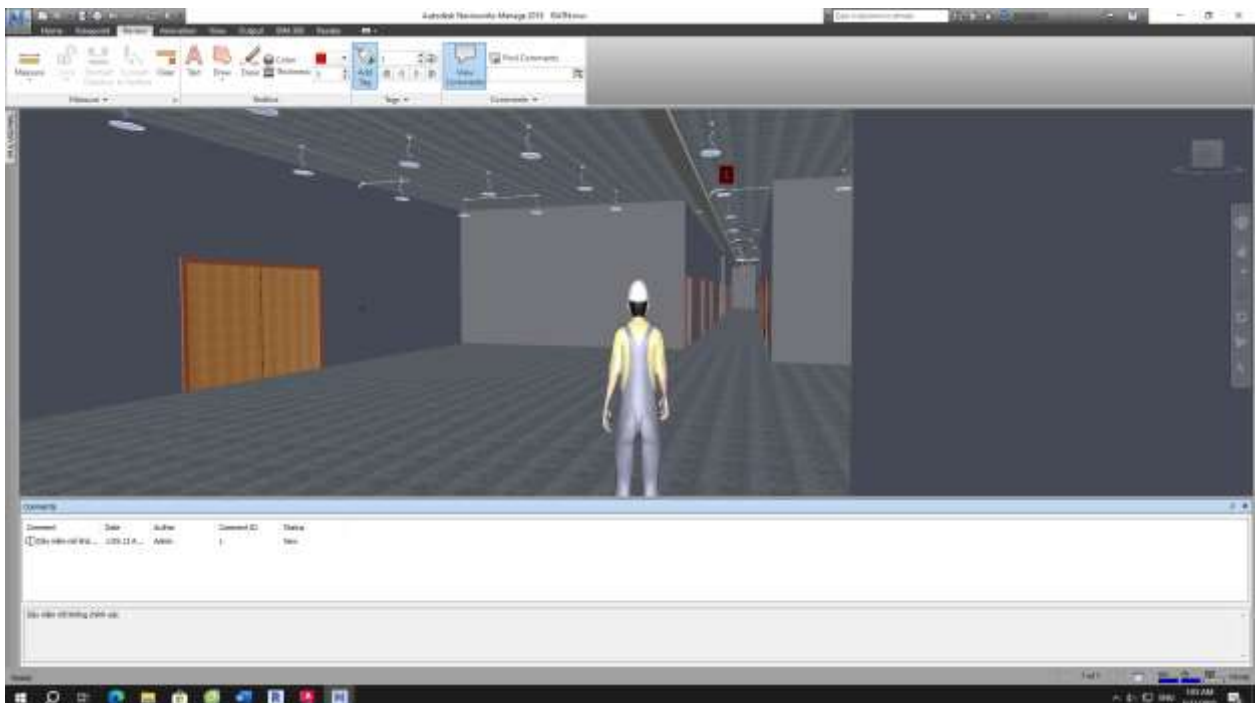
Hình 5.11 Di chuyển vào công trình

Bước 4: Chọn Add Tag để thêm chú thích cho những phần cần sửa như các thiết bị chưa được đấu nối, vị trí đặt thiết bị chưa thích hợp.



Hình 5.12 Ghi chú lỗi

Bước 5: Chọn View Comments để xem lại danh sách các ghi chú lỗi.



Hình 5.13 Xem danh sách ghi chú lỗi

5.2.4 Phát hiện va chạm trong Naviswork

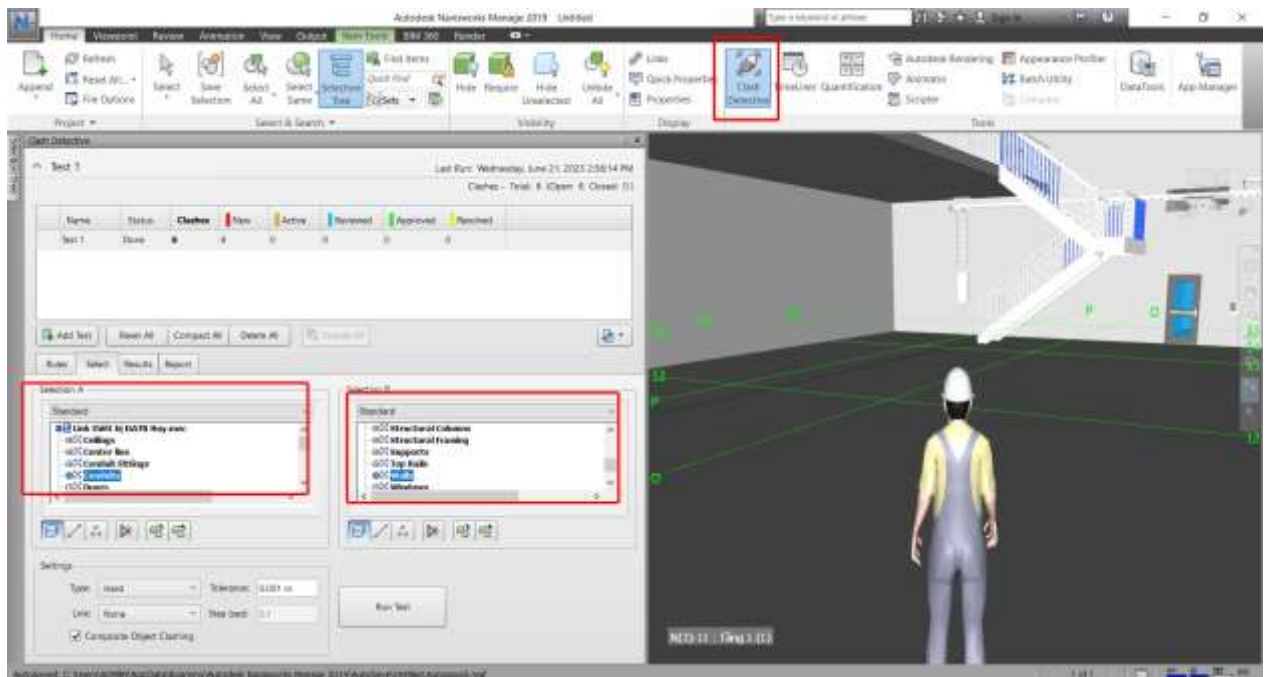
Dò tìm sự va đụng vật lý, xung đột vùng không gian làm việc và thực hiện quản lý chúng một cách hiệu quả chính là điểm nổi bật của Navisworks trong quản lý thi công. Việc lường trước được các vấn đề tiềm tàng từ trước khi triển khai xây dựng giúp tiết kiệm chi phí thông qua sự giảm thiểu các chậm trễ cũng như sự làm đi làm lại một công tác nào đó.

Ngoài chức năng dò tìm, Navisworks còn trang bị cho chúng ta công cụ giúp kiểm tra các va đụng, xung đột đó trong không gian 3D, điều này thực sự dễ dàng và các quyết định khắc phục sẽ được đưa ra một cách nhanh chóng và chuẩn xác.

Sau khi kiểm tra, các hoạt vật đó sẽ được liên kết chặt chẽ đến tiến độ 4D và chúng ta hoàn toàn kiểm soát được xem vấn đề đó đã được giải quyết thấu đáo chưa, theo thời gian, những xung đột đó có thể tái hiện hoặc là một mối nguy tiềm tàng với công trình hay không.

Ta tiến hành theo các bước sau:

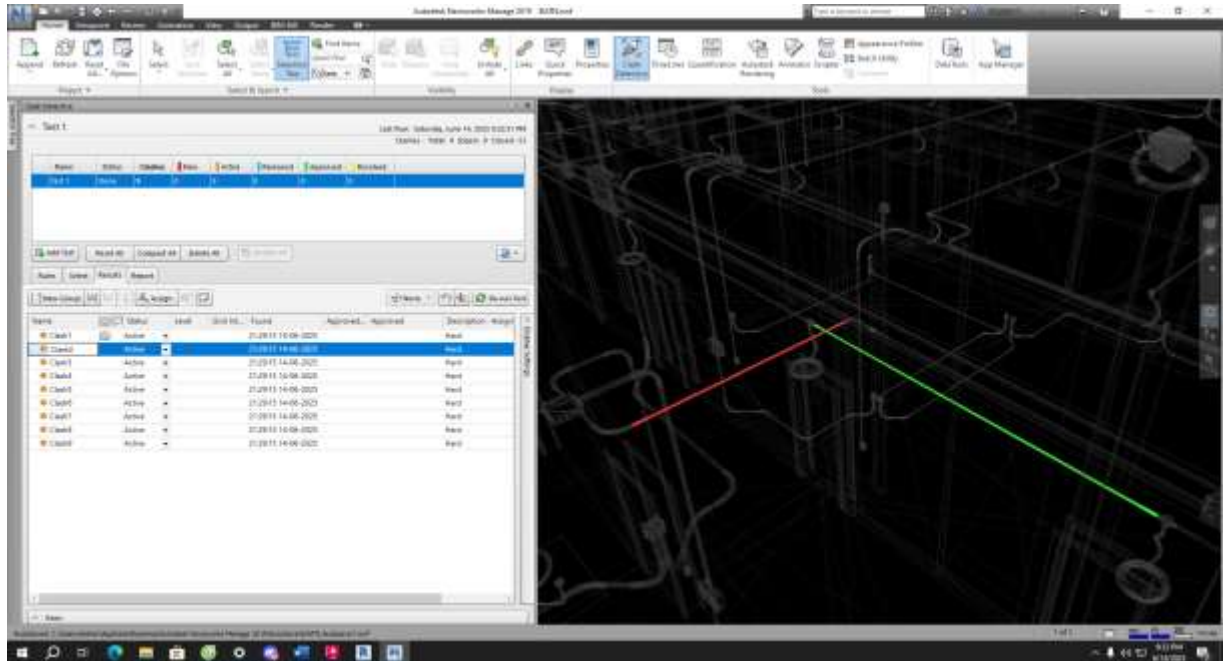
Bước 1: Chọn Clash Detective và 2 nhóm đối tượng muốn kiểm tra va chạm.



Hình 5.14 Sử dụng công cụ Clash Detective để phát hiện va chạm

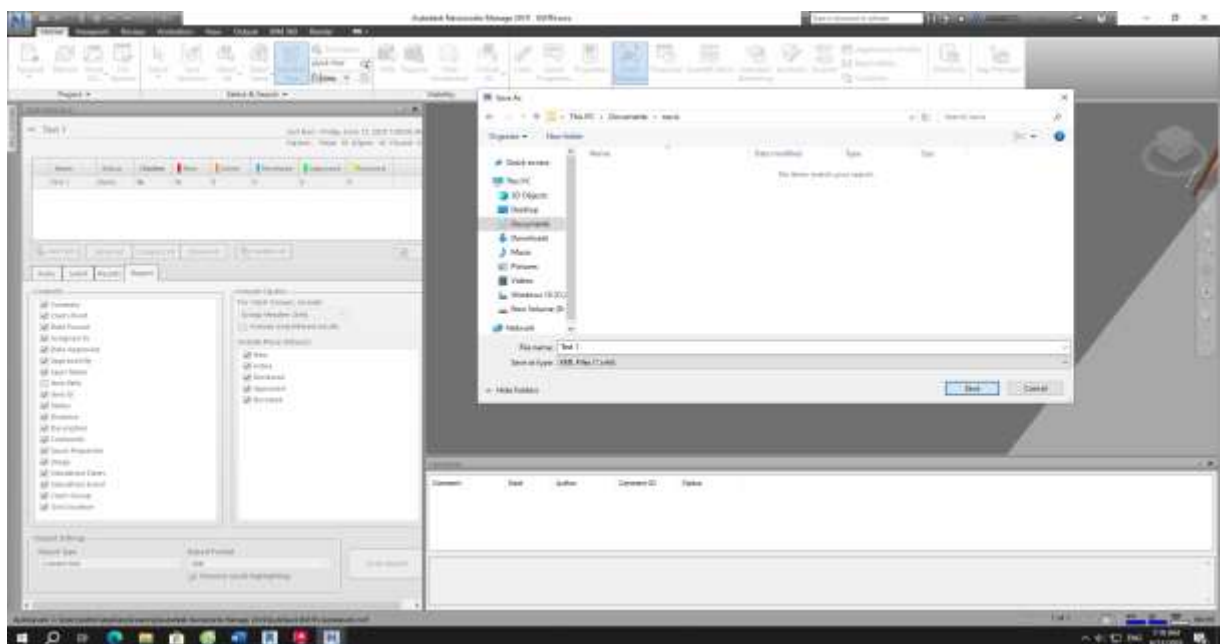
Bước 2: Chọn Run Text để tiến hành kiểm tra va chạm và 2 nhóm đối tượng nhóm muốn kiểm tra va chạm là ống của hệ thống điện với thành phần khác của kiến trúc. Khi có các hệ thống khác như hệ thống bơm, điều hoà thông gió,... cũng có thể kiểm tra tương tự.

Ở cửa sổ này ta có thể chọn New Group để nhóm các đối tượng va chạm có tính chất giống nhau để dễ dàng chỉnh sửa, đổi màu sắc 2 đối tượng trong va chạm.



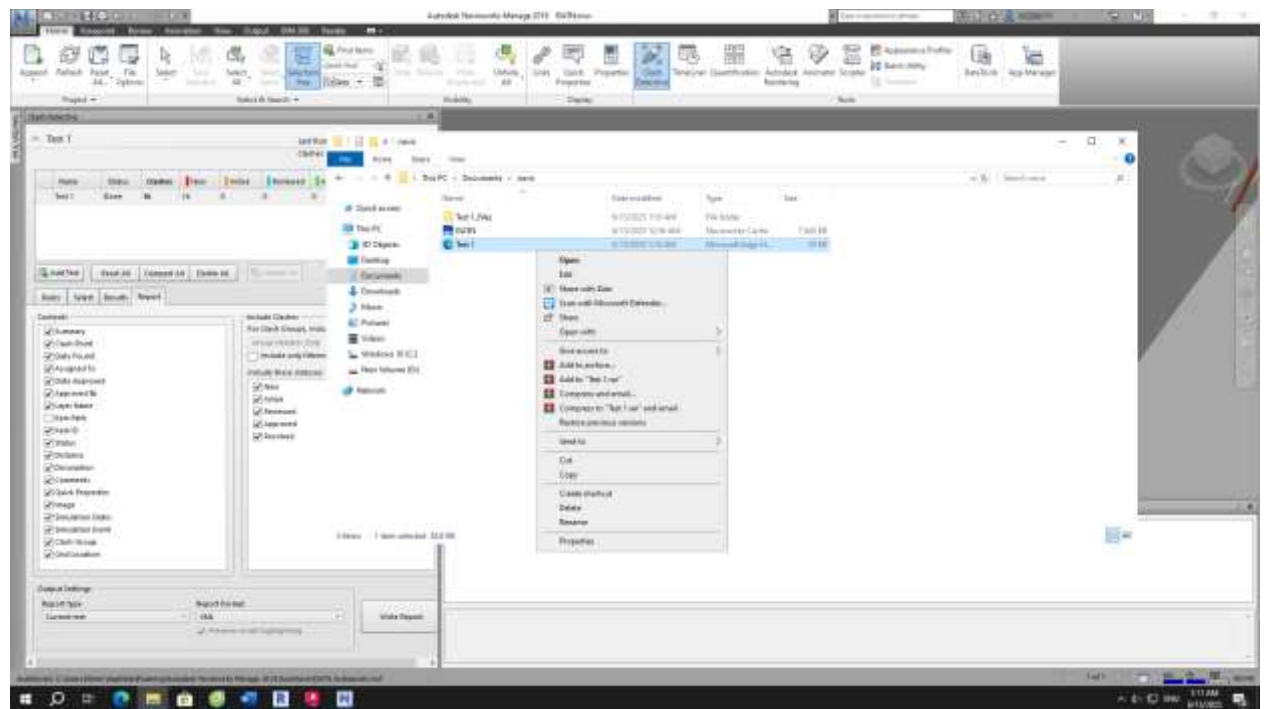
Hình 5.15 Thông tin của va chạm

Bước 3: Chọn Report -> Write report -> Save để lưu lại báo cáo các va chạm.



Hình 5.16 Lưu báo cáo va chạm

Bước 4: Báo cáo và chạm sẽ được lưu dưới dạng file Google, chọn Open để xem.



Hình 5.17 Mở xem File báo cáo va chạm

Trong file báo cáo, ta cần chú ý đến những mục sau:

AUTODESK NAVISWORKS Clash Report														
Test 3														
Image	Clash Name	Status	Distance	Clash Location	Description	Date Found	Clash Point	Clash ID	Path	Item Name	Item Type	Item ID	Path	Item Name
	Clash1	New	0.041	A-12 / Tầng 5	Hard	2023/6/22 07:43	x=58.815, y=45.858, z=4.169	Clashment ID: 21937916	File > Link thiết bị DATN Huynh > Conduit > Conduit with Fittings > Line	Conduit with Fittings	Line	Clashment ID: 21937916	File > Link thiết bị DATN Huynh > Wall > Basic Wall > Tường 200mm > Basic Wall > Concrete, Cast in situ	Concrete, Cast in situ
	Clash2	New	0.041	A-12 / Tầng 5	Hard	2023/6/22 07:43	x=49.815, y=45.863, z=4.161	Clashment ID: 21937909	File > Link thiết bị DATN Huynh > Conduit > Conduit with Fittings > Right Roundmetallic Conduit (RNC) > Conduit with Fittings > Line	Conduit with Fittings	Line	Clashment ID: 21937914	File > Link thiết bị DATN Huynh > Wall > Basic Wall > Tường 200mm > Basic Wall > Concrete, Cast in situ	Concrete, Cast in situ
	Clash3	New	0.041		Hard	2023/6/22 07:43	x=2.539, y=63.486, z=8.388	Clashment ID: 21937915	File > Link thiết bị DATN Huynh > Conduit > Conduit with Fittings > Right Roundmetallic Conduit (RNC) > Conduit with Fittings > Line	Conduit with Fittings	Line	Clashment ID: 21937902	File > Link thiết bị DATN Huynh > Wall > Basic Wall > Tường 200mm > Basic Wall > Concrete, Cast in situ	Concrete, Cast in situ
	Clash4	New	0.041		Hard	2023/6/22 07:43	x=6.529, y=63.486, z=8.388	Clashment ID: 21937919	File > Link thiết bị DATN Huynh > Conduit > Conduit with Fittings > Right Roundmetallic Conduit (RNC) > Conduit with Fittings > Line	Conduit with Fittings	Line	Clashment ID: 21937903	File > Link thiết bị DATN Huynh > Wall > Basic Wall > Tường 200mm > Basic Wall > Concrete, Cast in situ	Concrete, Cast in situ
	Clash5	New	0.041		Hard	2023/6/22 07:43	x=38.310, y=63.486, z=8.388	Clashment ID: 21937919	File > Link thiết bị DATN Huynh > Conduit > Conduit with Fittings > Right Roundmetallic Conduit (RNC) > Conduit with Fittings > Line	Conduit with Fittings	Line	Clashment ID: 21937909	File > Link thiết bị DATN Huynh > Wall > Basic Wall > Tường 200mm > Basic Wall > Concrete, Cast in situ	Concrete, Cast in situ
	Clash6	New	0.038	A-11 / Tầng 5	Hard	2023/6/22 07:43	x=62.319, y=45.862, z=4.169	Clashment ID: 21937916	File > Link thiết bị DATN Huynh > Conduit > Conduit with Fittings > Right Roundmetallic Conduit (RNC) > Conduit with Fittings > Line	Conduit with Fittings	Line	Clashment ID: 21937907	File > Link thiết bị DATN Huynh > Wall > Basic Wall > Tường 200mm > Basic Wall > Concrete, Cast in situ	Concrete, Cast in situ

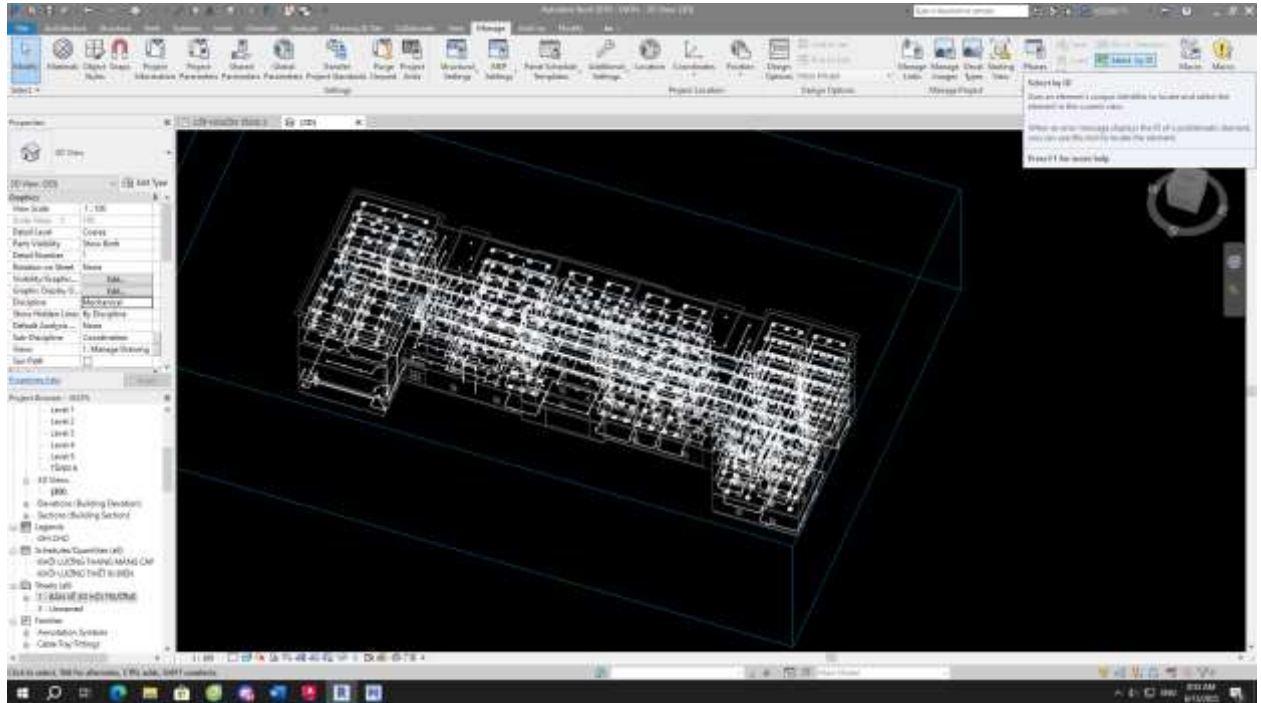
Hình 5.18 Bảng thành phần của báo cáo va chạm

- Grid Location: Nơi xảy ra va chạm.
- Item ID: Mã ID của đối tượng va chạm.
- Item Name: Tên đối tượng va chạm.

5.2.5 Xử lý va chạm trong công trình

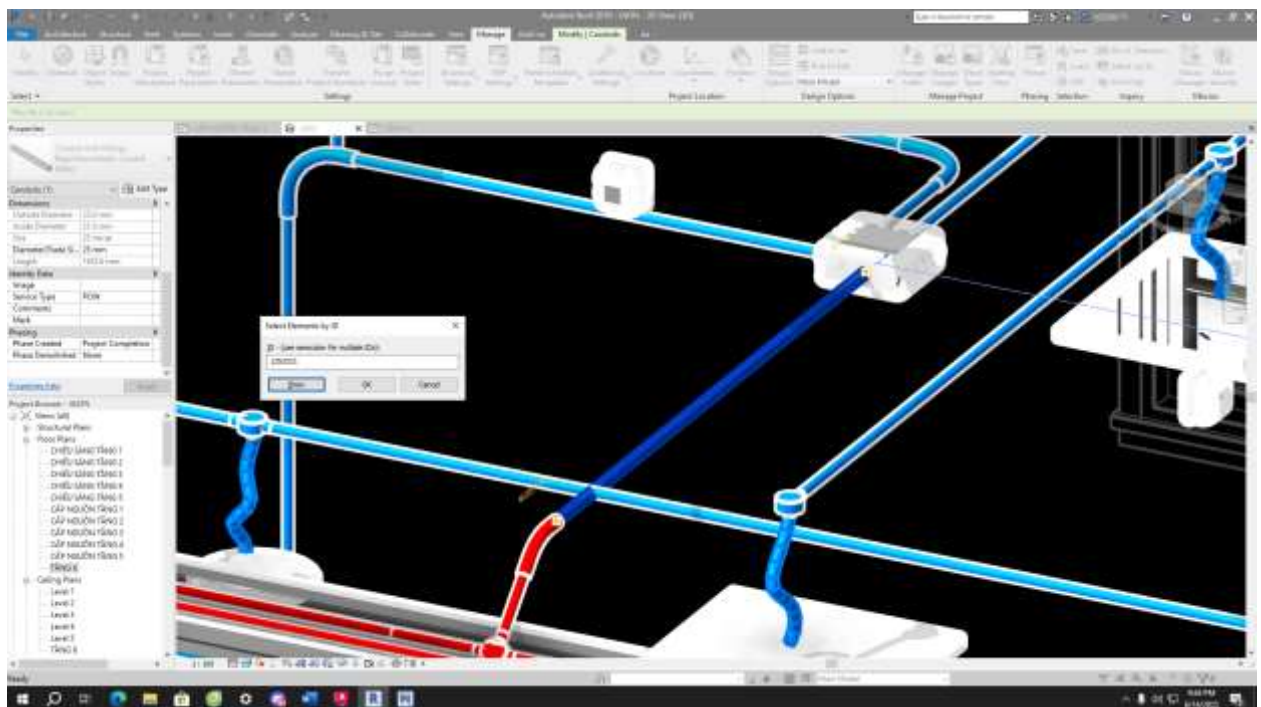
Sau khi có báo cáo về va chạm trong công trình và nhờ đó có phương hướng điều chỉnh, ta tiến hành chỉnh sửa các thiết kế theo những bước sau:

Bước 1: Trở lại file cơ điện trong phần mềm Revit và Chọn Manage->Select by ID



Hình 5.19 Trở lại phần mềm Revit để tìm vị trí va chạm

Bước 2: Copy mã Item ID -> Show để tìm chính xác vị trí va chạm và tiến hành sửa.



Hình 5.20 Trở lại phần mềm Revit để tìm vị trí va chạm

Ở đây ta chọn phương hướng chỉnh sửa là điều chỉnh cao độ của 2 ống luồn dây để tránh va chạm.

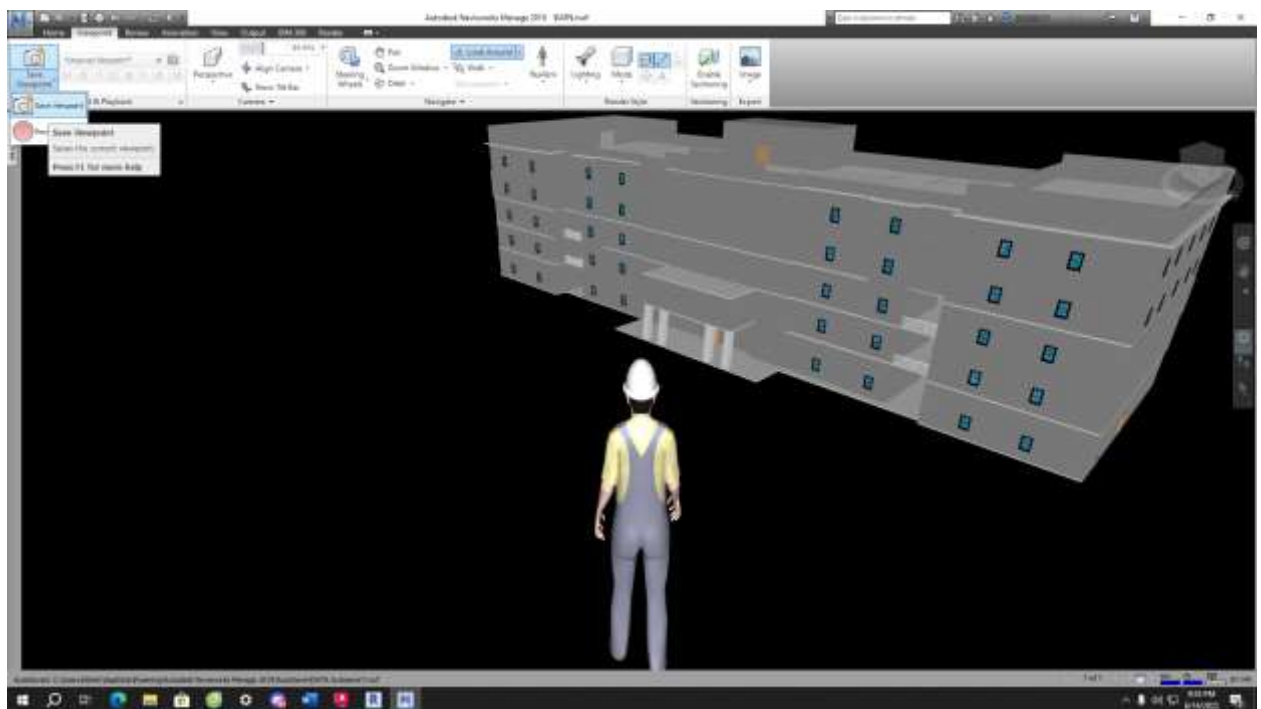
5.2.6 Khởi tạo và chia sẻ các thước phim giả lập về công trình

Navisworks được trang bị sẵn bộ thư viện gồm 1000 chủng loại vật liệu khác nhau. Với chức năng cho phép định hình các thiết lập về khởi tạo ảnh giả lập như điều chỉnh nguồn sáng, thể hiện vật tư, hậu cảnh, tiền cảnh và tạo ra các kịch bản như trong không gian thực (tùy theo vị trí địa lý & khí hậu từng vùng miền) sẽ mang đến cho chúng ta cái nhìn trực quan nhất & sát thực nhất trước cả khi dự án được xây dựng hoàn chỉnh.

Navisworks trang bị một công cụ cho phép chúng ta tạo ra các thước phim giả lập (Walkthrough) để khám phá mô hình trung tâm của mình tại từng góc ngách, từng vị trí chi tiết nhất trong không gian 3D.

Ta tiến hành theo các bước sau:

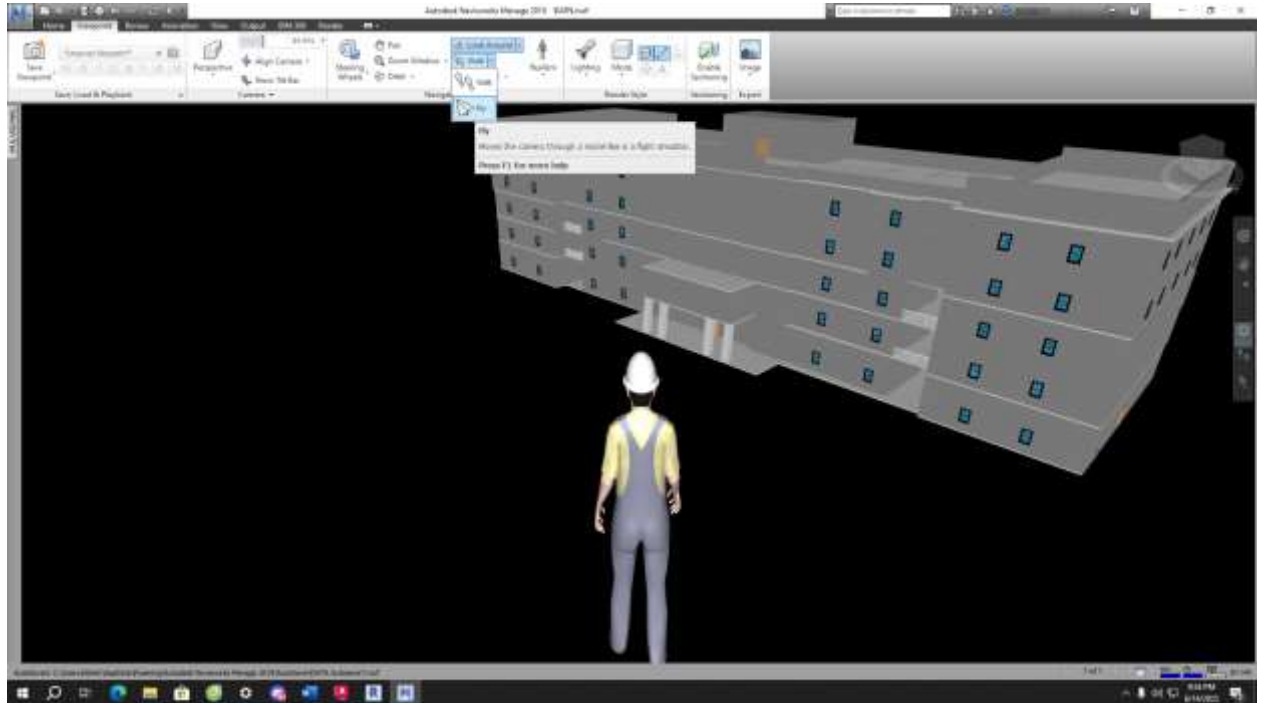
Bước 1: Trong mục Save Viewpoint ta có thể chọn tiếp Save Viewpoint để chụp ảnh công trình hoặc chọn Record để khởi tạo thước phim giả lập công trình.



Hình 5.21 Khởi tạo thước phim giả lập công trình

Bước 2: Mục bên cạnh để ta có thể xem lại thước phim.

Sử dụng Fly để có cái nhìn tổng quát xung quanh công trình, Walk để đi và quan sát những địa điểm cụ thể nơi các hệ thống phối hợp với nhau, ví dụ như tầng hầm công trình. Pause và Stop để dừng và kết thúc thước

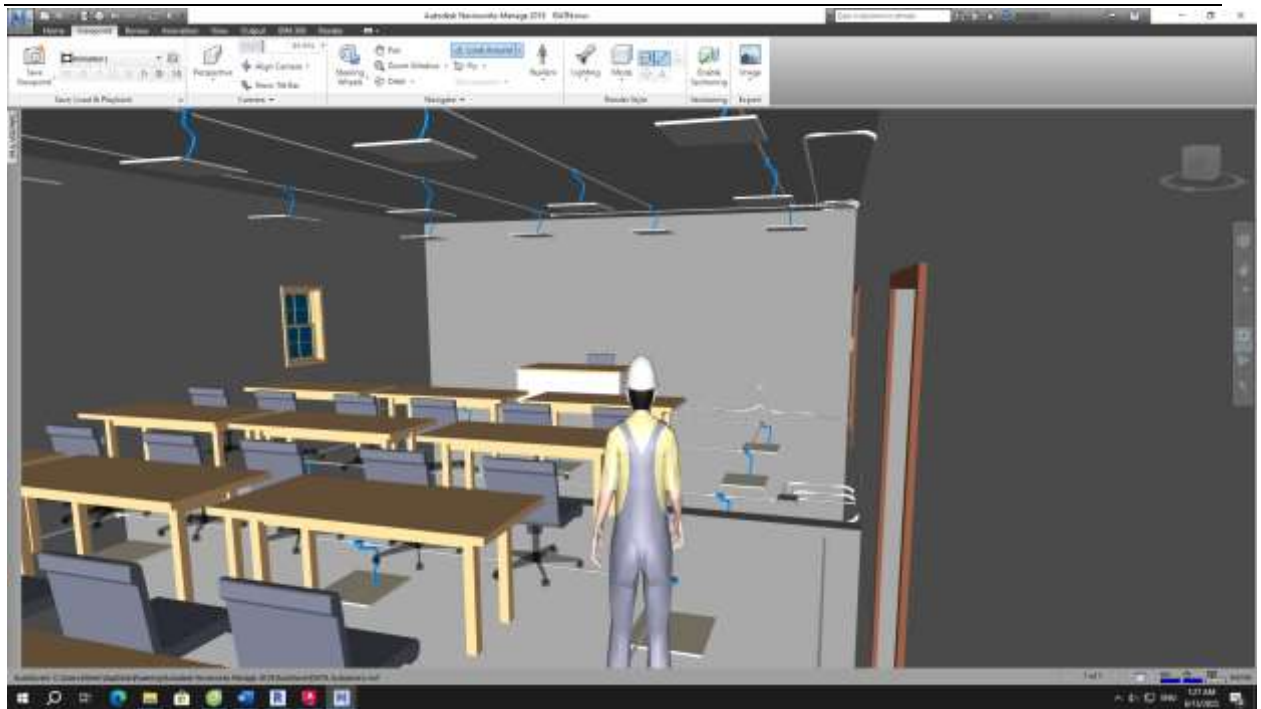


Hình 5.22 Cách tùy chỉnh thước phim giả lập công trình

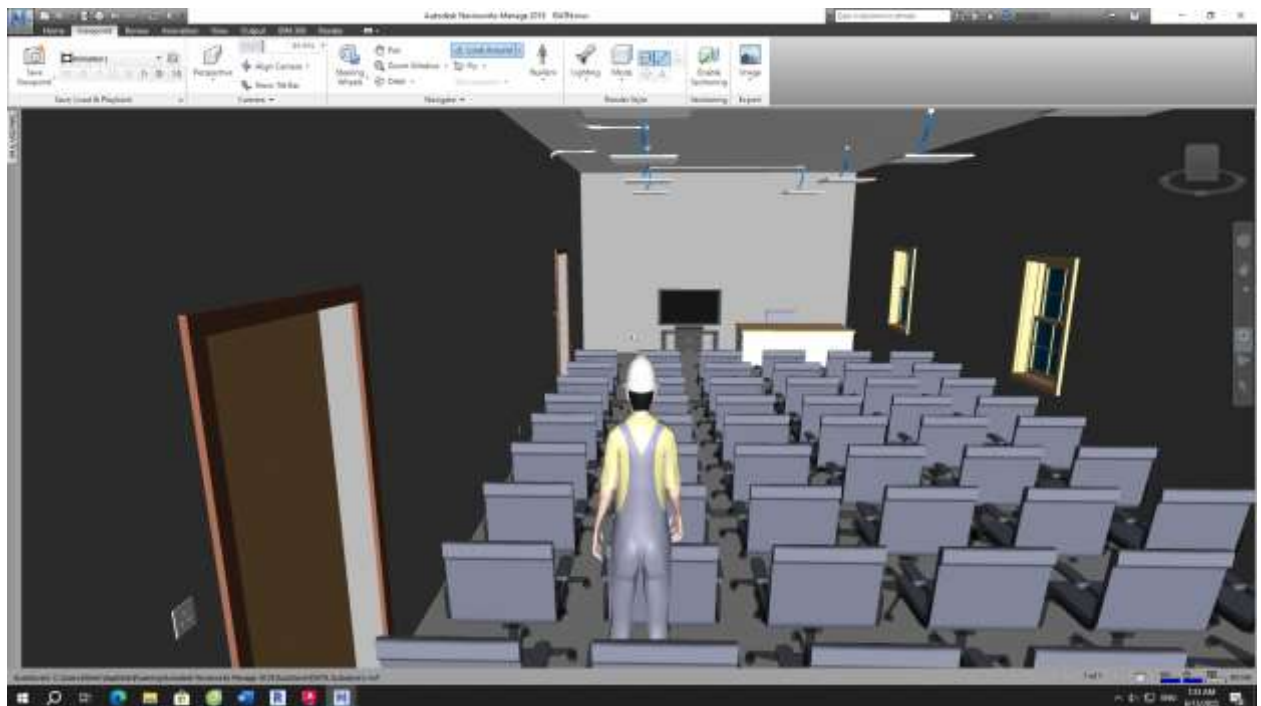
Một số hình ảnh Naviswork cung cấp



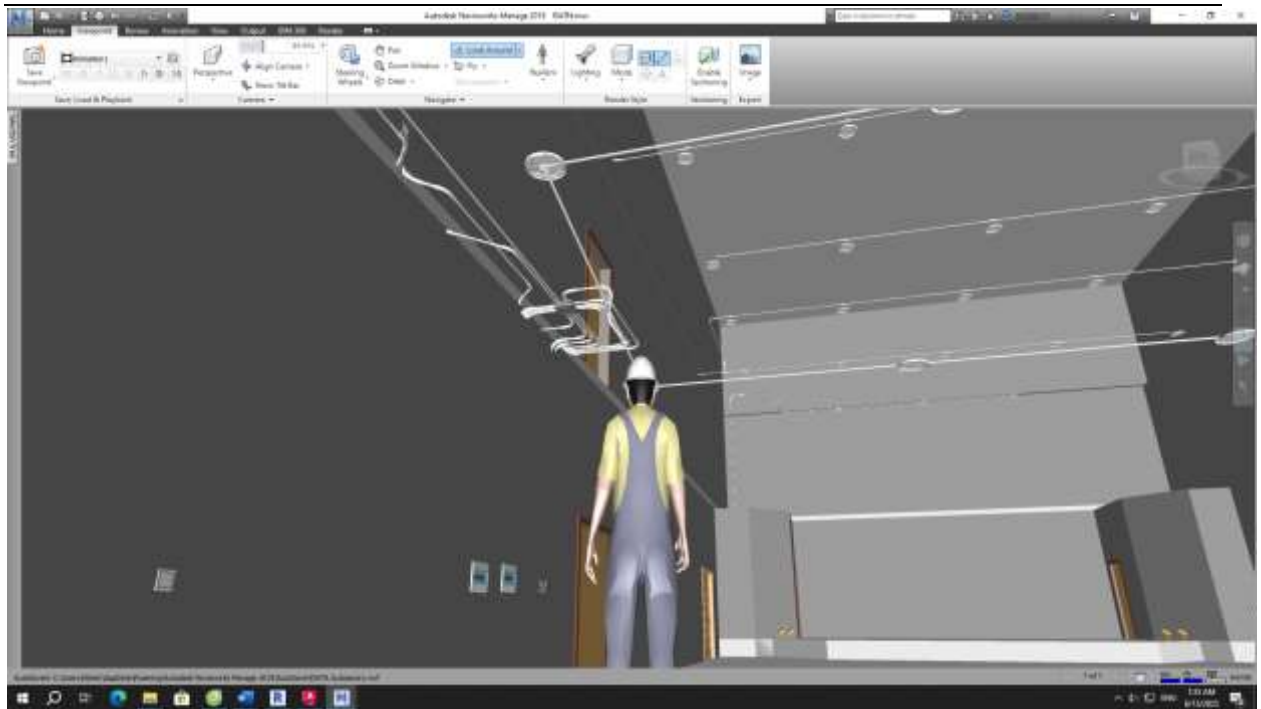
Hình 5.23 Hình ảnh Naviswork view 3D kiến trúc công trình



Hình 5.24 Hình ảnh Naviswork phòng Khoa kỹ thuật máy tính tầng 5



Hình 5.25 Hình ảnh Naviswork về Phòng chuyên đề tầng 3



Hình 5.26 Hình ảnh Naviswork cấp nguồn và chiếu sáng Phòng hội trường

5.3 Kết luận

- Thời gian được giảm xuống hàng loạt và việc phân tích, giải quyết các cuộc va chạm dễ dàng hơn.
- Có thể làm việc trên từng va chạm một cách độc lập, sửa đổi trạng thái, thêm nhận xét / ghi đề trực quan hóa, lịch biểu.
- Thông tin các xung đột đã được chuyển và tập trung từ Navisworks sang Revit, cho phép phân loại và xử lý tốt hơn.
- Sử dụng các bảng tính, chúng ta có thể so sánh và phát triển, số lượng các cuộc đụng độ thiết lập các khu vực xung đột mà chúng ta nên tập trung.

CHƯƠNG 6: KẾT LUẬN

6.1 Kết quả đạt được của đồ án

Trong quá trình tìm hiểu và thiết kế mô hình BIM cho tòa nhà chúng em có vướng mắc một số khó khăn trong việc tìm kiếm tài liệu nghiên cứu. Nhưng với sự nỗ lực của cả nhóm cũng như với sự hướng dẫn giúp đỡ của thầy Lưu Ngọc An giúp chúng em đạt được một số kết quả sau đây:

- Giúp chúng em biết được sự phát triển, vai trò, tình hình sử dụng, phổ biến của BIM cả trong thiết kế, thi công các dự án ở nước ta ngày nay.
- Thiết kế thành công mô hình BIM – Revit 3D của tòa nhà.
- Tìm hiểu được ý nghĩa của việc sử dụng BIM thông qua thiết kế để thi công, quản lý các hạng mục trong dự án.
- Hiểu được cách sử dụng, quản lý phần mềm.
- Lập được bản thông kê khối lượng của công trình để hỗ trợ cho quản lý dự toán.

6.2 Đánh giá về BIM

Từ những kết quả trên chúng em nhận thấy BIM nói chung và phần mềm Revit, Navisworks nói riêng giúp cải thiện sự phối hợp thông tin ở các giai đoạn thiết kế cung cấp điện nhằm mục đích mô hình hóa công trình từ các bản vẽ thiết kế.

Bên cạnh những kết quả đạt được vẫn còn một số mặt hạn chế nhất định trong quá trình ứng dụng BIM. Phần mềm BIM – Revit chỉ hỗ trợ dự án về mặt thi công từ những bản vẽ thiết kế, tính toán.

6.3 Định hướng nghiên cứu và ứng dụng

Nghiên cứu và ứng dụng những phần mềm BIM có tích hợp thêm các yếu tố:

- Chi phí và hao phí, được ứng dụng để lập dự toán chi phí, kiểm soát vốn cho dự án
- Kiểm soát năng lượng (chỉ số nhiệt độ, ánh sáng,..) trong và ngoài công trình.
- Thông tin về các thiết bị được sử dụng trong công trình với độ chi tiết cao, dùng trong việc bảo trì bảo dưỡng quá trình vận hành của công trình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Sổ tay lựa chọn và tra cứu thiết bị điện - Ngô Hồng Quang
2. TCVN9206_2012
3. Giáo trình kỹ thuật chiếu sáng – PGS Lê Thành Bắc
4. Giáo trình Kỹ thuật Điện cao áp – Thầy Trần Văn Tóp
5. Khóa REVIT MEP của thầy Đỗ Ngọc Tình
6. <https://vintecgroup.vn/may-bien-ap-1000kva-kieu-kin/>
7. <https://mayphatdienvietnhat.vn/san-pham/may-phat-dien-cummins-206kva.html>
8. <https://codienhaiau.com/product/cau-dao-tu-dong-mitsubishi-nf400-cw-3p-40ka-300a/>
9. <https://thietbidienlocphat.vn/tu-bu-samwaha-3-pha-capacitor-415v-30-kvar-50hz-tu-dau/>
10. <https://rdsic.edu.vn/hoc-thuat/bim-tong-quan-cong-nghe/kham-pha-city-revit-de-thiet-ke-kien-truc-thanh-pho-hien-dai-vi-cb.html>