

KHOA XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH THỦY



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

Tên đề tài:

**ÁP DỤNG CÔNG NGHỆ BIM THIẾT KẾ TRƯỜNG TIỂU
HỌC HÒA XUÂN SỐ 2 VÀ THCS HÒA XUÂN(GD 1)**

**SVTH: Phạm Phú Trung_ 20THXD2
GVHD : TS. Nguyễn Thanh Hải**

Đà Nẵng, 2025

LỜI NÓI ĐẦU

Trong bối cảnh phát triển nhanh chóng của xã hội, các công trình xây dựng hiện đại, “Công trình xây dựng Xanh” đang ngày càng xuất hiện phổ biến nhằm đáp ứng nhu cầu về không gian sinh hoạt, học tập, làm việc và phát triển hạ tầng đô thị. Cùng với đó, ngành xây dựng cũng không ngừng đổi mới, hiện đại hóa về mặt kỹ thuật và công nghệ. Điều này đòi hỏi đội ngũ kỹ sư tương lai phải có nền tảng kiến thức vững chắc, khả năng tư duy sáng tạo và làm chủ các phần mềm chuyên ngành để bắt kịp với xu hướng phát triển chung.

Đồ án Tốt nghiệp là một mốc quan trọng đánh dấu bước chuyển mình từ quá trình học tập lý thuyết sang việc vận dụng kiến thức vào thực tế. Đây là cơ hội để sinh viên tự tổng hợp, hệ thống hóa toàn bộ kiến thức đã tích lũy trong suốt quá trình học tập tại trường; đồng thời rèn luyện kỹ năng phân tích, thiết kế, tính toán và ứng dụng phần mềm chuyên ngành trong việc giải quyết các vấn đề kỹ thuật cụ thể.

Trong khuôn khổ đề tài được giao, đồ án tập trung vào các nội dung chính sau:

Chuyên đề 1: Thiết kế kết cấu công trình xây dựng;

Chuyên đề 2: Xây dựng bộ chương trình API hỗ trợ bố trí và vẽ tự động thép đài móng trên Revit.

Quá trình thực hiện đồ án là một thử thách lớn đối với bản thân tôi. Mặc dù đã nỗ lực hết sức, nhưng do còn hạn chế về kinh nghiệm thực tế cũng như khả năng khai thác phần mềm chuyên sâu, nên không thể tránh khỏi những thiếu sót. Kính mong nhận được sự góp ý, định hướng từ quý thầy, cô để tôi có thể hoàn thiện hơn về kiến thức cũng như kỹ năng nghề nghiệp.

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành đến quý thầy, cô trong Khoa Xây dựng Công trình Thủy – Trường Đại học Bách Khoa – Đại học Đà Nẵng, đặc biệt là quý thầy, cô đã trực tiếp hướng dẫn và tạo điều kiện giúp đỡ trong suốt quá trình thực hiện Đồ án tốt nghiệp này.

Tôi xin trân trọng cảm ơn!

Sinh viên thực hiện

Phạm Phú Trung

CAM ĐOAN

Tôi xin cam kết rằng toàn bộ nội dung trong Đồ án Tốt nghiệp này là kết quả của quá trình học tập, nghiên cứu và thực hiện nghiêm túc của bản thân, dưới sự hướng dẫn của giảng viên phụ trách. Trong quá trình thực hiện, tôi tuyệt đối không sao chép hay sử dụng trái phép bất kỳ kết quả, nội dung hay số liệu nào từ các công trình học thuật khác. Các số liệu, kết quả tính toán, mô hình, bản vẽ và toàn bộ nội dung trình bày trong đồ án đều được thực hiện một cách trung thực, dựa trên cơ sở khoa học và tuân thủ đầy đủ các tiêu chuẩn, quy chuẩn hiện hành trong thiết kế và thi công. Tôi luôn tuân thủ nghiêm túc các quy định về liêm chính học thuật, không gian lận hay sử dụng công cụ không hợp lệ trong suốt quá trình thực hiện đồ án. Những tài liệu tham khảo và sản phẩm học thuật của người khác được sử dụng đều được trích dẫn rõ ràng, đầy đủ và đúng quy định về bản quyền và sở hữu trí tuệ. Đồ án này chưa từng được sử dụng để bảo vệ học vị hay cấp bằng tại bất kỳ cơ sở đào tạo nào. Tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm trước pháp luật và trước quy định của nhà trường về tính trung thực, bản quyền và tính nguyên bản của toàn bộ nội dung trong đồ án.

Sinh viên thực hiện

PHẠM PHÚ TRUNG

MỤC LỤC

PHẦN I: THIẾT KẾ KẾT CẤU CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG 2

CHƯƠNG 1: ĐẶC ĐIỂM KIẾN TRÚC CÔNG TRÌNH.....	5
1.1. Nhu cầu đầu tư xây dựng công trình	5
1.2. Các tài liệu và tiêu chuẩn dùng trong thiết kế kiến trúc	6
1.3. Vị trí, đặc điểm, điều kiện tự nhiên khu đất xây dựng	7
1.3.1. Vị trí.....	7
1.3.2. Điều kiện tự nhiên	7
1.4. Quy mô công trình	7
1.4.1. Quy mô dự án	7
1.4.2. Quy mô xây dựng	8
1.5. Giải pháp kiến trúc	8
1.6. Giao thông trong công trình	13
1.7. Các giải pháp kỹ thuật	13
1.8. Kết luận	14
CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN VỀ KẾT CẤU CÔNG TRÌNH.....	16
2.1. Lựa chọn giải pháp kết cấu công trình.....	16
2.1.1. Hệ kết cấu chịu lực cơ bản:	16
2.1.2. Hệ kết cấu chịu lực hỗn hợp:.....	16
2.1.3. Hệ kết cấu sàn.....	18
2.2. Lựa chọn vật liệu	20
2.3. Tiêu chuẩn, quy phạm dùng trong tính toán thiết kế kết cấu	21
2.4. Phương án tính toán kết cấu.....	21
2.4.1. Mô hình tính toán	21
2.4.2. Các giả thiết tính toán.....	22
2.4.3. Tải trọng lên công trình	23
2.4.4. Phương pháp tính toán xác định nội lực	24
2.5. Cơ sở lựa chọn sơ bộ tiết diện	25
2.5.1. Phân loại ô sàn.....	25
2.5.2. Cơ sở lựa chọn sơ bộ chiều dày bản sàn.....	25
2.5.3. Chọn sơ bộ tiết diện dầm.....	27
2.5.4. Chọn sơ bộ tiết diện cột.....	28

CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ SÀN TẦNG ĐIỂN HÌNH.....	35
3.1. Số liệu tính toán.....	35
3.2. Sơ đồ sàn tầng điển hình:	35
3.3. Xác định tải trọng tác dụng lên sàn.....	35
3.3.1. Tải trọng thường xuyên	35
3.4. Xác định nội lực.....	39
3.4.1. Xác định nội lực trong bản sàn.....	39
3.4.2. Xác định nội lực trong bản kê 4 cạnh	39
3.5. Tính toán cốt thép:.....	40
3.6. Các yêu cầu chọn và bố trí thép sàn.....	40
3.6.1. VD tính toán ô sàn S2-5(Phòng học phòng làm việc)	41
3.6.2. VD tính toán ô sàn S2-14(Sảnh, hành lang)	44
3.7. Kiểm tra độ võng sàn.....	49
CHƯƠNG 4: TÍNH TOÁN CẦU THANG BỘ.....	52
4.1. Cấu tạo cầu thang tầng điển hình.....	52
4.2. Tính toán cầu thang tầng điển hình:	55
4.2.1. Số liệu tính toán và sơ đồ tính	55
4.2.2. Xác định tải trọng.....	55
4.2.3. Tính toán bản thang.....	56
4.2.4. Tính toán dầm chiếu nghỉ (DCN):.....	58
CHƯƠNG 5: TÍNH TOÁN CẤU KIỆN KHUNG TRỤC 8.....	60
5.1. Tải trọng thẳng đứng.....	61
5.1.1. Tải trọng sàn truyền vào dầm	62
5.1.2. Tải trọng tường tác động lên dầm.....	62
5.2. Tải trọng ngang:	63
5.2.1. Tải trọng gió:	63
5.3. Tổ hợp tải trọng.....	66
5.4. Kết quả nội lực, chuyển vị	69
5.4.1. Nội lực	69
5.4.2. Chuyển vị	70
5.5. Tính toán cấu kiện khung trục	72
5.5.1. Tính toán dầm khung trục C – Khối A	72

5.5.1. Kiểm tra độ võng dầm	78
5.5.2. Tính toán cột khung trục C – Khôi A	81
CHƯƠNG 6: THIẾT KẾ MÓNG KHUNG TRỤC	87
<i>6.1. Điều kiện địa chất công trình</i>	<i>87</i>
6.1.1. Địa tầng	87
6.1.2. Đánh giá địa chất	87
6.1.3. Lựa chọn giải pháp móng	87
<i>6.2. Thiết kế móng.....</i>	<i>87</i>
6.2.1. Các giả thiết tính toán.....	87
6.2.2. Xác định tải trọng truyền xuống móng	88
6.2.3. Chọn sơ bộ kích thước đài cọc	88
6.2.4. Chọn kích thước sơ bộ cọc	89
6.2.5. Xác định sức chịu tải của cọc theo vật liệu.....	89
6.2.6. Sức chịu tải của cọc theo chỉ tiêu trạng thái đất nền.....	90
6.2.7. Sức chịu tải của cọc theo kết quả thí nghiệm SPT.....	91
6.2.8. Xác định số lượng cọc trong đài.....	91
6.2.9. Kiểm tra tải trọng tác dụng lên cọc.....	93
6.2.10. Kiểm tra nền đất tại mặt phẳng mũi cọc	94
6.2.11. Tính toán và thiết kế cấu tạo đài cọc.....	96

PHẦN II: XÂY DỰNG BỘ CHƯƠNG TRÌNH API HỖ TRỢ BỐ TRÍ VÀ VẼ TỰ ĐỘNG CỐT THÉP ĐÀI MÓNG TRÊN REVIT 98

CHƯƠNG 1: MỤC TIÊU VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU	98
<i>1.1. Sự cần thiết phải xây dựng chương trình tính</i>	<i>98</i>
<i>1.2. Mục tiêu cần đạt được</i>	<i>98</i>
<i>1.3. Phạm vi giới hạn cần đạt được.....</i>	<i>98</i>
CHƯƠNG 2: GIAO DIỆN VÀ CẤU TRÚC MÃ NGUỒN	99
<i>2.1. Mô hình kiến trúc tổng thể.....</i>	<i>99</i>
<i>2.2. Công nghệ sử dụng</i>	<i>99</i>
<i>2.3. Cấu trúc thư mục</i>	<i>99</i>
2.3.1. Thuộc tính móng.....	99
2.3.2. Tự động vẽ đai thép ngang	99

2.3.3. Tự động vẽ lớp cốt thép dưới.....	103
2.3.4. Tự động bố trí cốt thép lớp trên.....	104
2.3.5. Tự động bố trí thép lớp giữa.....	104
2.4. Hướng dẫn sử dụng giao diện	105
CHƯƠNG 3: MÔ PHỎNG VÀ KẾT QUẢ THỰC TẾ	108
3.1. Các bước thực hiện.....	108
3.2. So sánh kết quả.....	108
3.3. Ưu điểm và đóng góp công cụ.....	108
3.4. Kết luận và định hướng phát triển.....	108

DANH MỤC BẢNG BIỂU

BẢNG 1: THÔNG SỐ VẬT LIỆU BÊ TÔNG.....	20
BẢNG 2: THÔNG SỐ VẬT LIỆU CỐT THÉP.....	21
BẢNG 3: BẢNG TỔ HỢP TẢI TRỌNG.....	24
BẢNG 4: SƠ BỘ KÍCH THƯỚC SÀN.....	26
BẢNG 5: SƠ BỘ KÍCH THƯỚC DẦM.....	27
BẢNG 6: SƠ BỘ KÍCH THƯỚC CỘT.....	29
BẢNG 7: TRỌNG LƯỢNG BẢN THÂN CỦA CÁC LỚP VẬT LIỆU.....	36
BẢNG 8: CẤU TẠO SÀN TẦNG.....	37
BẢNG 9: CẤU TẠO SÀN VỆ SINH.....	37
BẢNG 10: CẤU TẠO SÀN MÁI.....	37
BẢNG 11: CẤU TẠO SÀN MÁI TRỒNG CÂY.....	37
BẢNG 12: TƯỜNG XÂY GẠCH NUNG DÀY 200MM.....	37
BẢNG 13: TƯỜNG XÂY GẠCH RỖNG DÀY 100MM.....	38
BẢNG 14: HOẠT TẢI SỬ DỤNG.....	38
BẢNG 15: TÍNH TOÁN VÀ BỐ TRÍ CỐT THÉP SÀN.....	46
BẢNG 16: BẢNG TÍNH TOÁN TÌNH TẢI LÊN BẢN CHIẾU TỐI, BẢN CHIẾU NGHỈ.....	56
BẢNG 17: BẢNG CHU KÌ DAO ĐỘNG KHỐI A.....	63
BẢNG 18: BẢNG CHU KÌ DAO ĐỘNG KHỐI B.....	64
BẢNG 19: BẢNG TÍNH TOÁN TẢI TRỌNG GIÓ KHỐI A – GIÓ X.....	65
BẢNG 20: BẢNG TÍNH TOÁN TẢI TRỌNG GIÓ KHỐI A – GIÓ Y.....	65
BẢNG 21: BẢNG TÍNH TOÁN TẢI TRỌNG GIÓ KHỐI B – GIÓ X.....	65
BẢNG 22: BẢNG TÍNH TOÁN TẢI TRỌNG GIÓ KHỐI B – GIÓ Y.....	65
BẢNG 23: BẢNG TỔ HỢP TẢI TRỌNG.....	69
BẢNG 24: KẾT QUẢ CHUYỂN VỊ ĐỈNH KHỐI A.....	70
BẢNG 25: BẢNG KẾT QUẢ CHUYỂN VỊ LỆCH TẦNG KHỐI A.....	71
BẢNG 26: CHUYỂN VỊ ĐỈNH KHỐI B.....	71
BẢNG 27: CHUYỂN VỊ LỆCH TẦNG KHỐI B.....	72
BẢNG 28: BẢNG TÍNH TOÁN VÀ BỐ TRÍ THÉP KHUNG C – KHỐI A.....	75
BẢNG 30: BẢNG TÍNH TOÁN VÀ BỐ TRÍ CỐT THÉP KHỐI B – TRỤC 9.....	76
BẢNG 31: BẢNG TÍNH TOÁN THÉP ĐAI DẦM KHỐI A - TRỤC C.....	77

BẢNG 32: BẢNG TÍNH TOÁN THÉP ĐAI DÀM KHỐI B – TRỤC 9.....	78
BẢNG 33: BẢNG TÍNH TOÁN CỐT THÉP CỘT	86
BẢNG 34: CHỈ TIÊU CƠ LÝ CỦA CÁC LỚP ĐẤT	87
BẢNG 35:TÍNH TOÁN VÀ BỐ TRÍ CỌC.....	92
BẢNG 36: BẢNG KẾT QUẢ KIỂM TRA ĐẤT NỀN	95
BẢNG 37: TÍNH TOÁN VÀ BỐ TRÍ THÉP ĐÀI	96

DANH MỤC HÌNH ẢNH

HÌNH 1: VỊ TRÍ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH	7
HÌNH 2: MẶT BẰNG KIẾN TRÚC TẦNG 3	12
HÌNH 3: GIẢI PHÁP MẶT ĐÚNG CÔNG TRÌNH	13
HÌNH 4: SƠ ĐỒ SÀN TẦNG 2	35
HÌNH 5: MOMEN THEO PHƯƠNG CẠNH NGẮN, CẠNH DÀI	39
HÌNH 6: MOMEN DÙNG ĐỂ TÍNH THÉP SÀN	40
HÌNH 7: MẶT BẰNG CẦU THANG	53
HÌNH 8: MẶT CẮT CẦU THANG	54
HÌNH 9: CHI TIẾT CÁC LỚP CẤU TẠO BẢN CHIẾU NGHỈ VÀ BẢN THANG	54
HÌNH 10: SƠ ĐỒ TÍNH CẦU THANG	57
HÌNH 11: MẶT BẰNG PHÂN CHIA KHỐI CÔNG TRÌNH	60
HÌNH 12: MÔ HÌNH ETABS CÔNG TRÌNH KHỐI A	60
HÌNH 13: MÔ HÌNH ETABS CÔNG TRÌNH KHỐI B	61
HÌNH 14: KHỐI A – TRỤC C	61
HÌNH 15: TRỤC B – TRỤC 9	61
HÌNH 16: TẢI TRỌNG TƯỜNG TÁC DỤNG LÊN DẦM KHỐI A (KN/M)	66
HÌNH 17: TẢI TRỌNG TƯỜNG TÁC ĐỘNG LÊN SÀN KHỐI A (KN/M ²)	67
HÌNH 18: TẢI TRỌNG TƯỜNG TÁC DỤNG LÊN KHỐI A	67
HÌNH 19: TẢI TRỌNG TRƯỜNG TÁC ĐỘNG LÊN SÀN KHỐI B (KN/M)	67
HÌNH 20: TẢI TRỌNG TƯỜNG TÁC ĐỘNG LÊN SÀN KHỐI B (KN/M ²)	68
HÌNH 21: TẢI TRỌNG TƯỜNG TÁC DỤNG LÊN KHỐI A	68
HÌNH 22: HOẠT TẢI TÁC DỤNG LÊN SÀN KHỐI A	68
HÌNH 23: HOẠT TẢI TÁC DỤNG LÊN SÀN KHỐI B	69
HÌNH 24: BIỂU ĐỒ MÔ MEN KHUNG C – KHỐI A (KNM)	70
HÌNH 25 BIỂU ĐỒ MÔ MEN KHUNG 9 – KHỐI B (KNM)	70
HÌNH 26: GENERAL SETTING	106
HÌNH 27: TAB BOTTOM LAYER / TOP LAYER / MIDDLE LAYER	106
HÌNH 28: TAB HORIZONTAL STIRRUP	107

PHẦN I: THIẾT KẾ KẾT CẤU CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG

CHƯƠNG 1: ĐẶC ĐIỂM KIẾN TRÚC CÔNG TRÌNH

1.1. Nhu cầu đầu tư xây dựng công trình

Trong những năm gần đây, tốc độ gia tăng dân số cơ học tại phường Hòa Xuân, quận Cẩm Lệ diễn ra nhanh chóng, kéo theo nhu cầu học tập của con em trên địa bàn tăng cao. Trước tình hình đó, việc đầu tư xây dựng, mở rộng hệ thống trường lớp là yêu cầu cấp thiết nhằm đáp ứng nhu cầu thực tế, đảm bảo quyền được học tập trong môi trường chất lượng, khang trang và đạt chuẩn.

Dự án đầu tư xây dựng Cơ sở 2 Trường Tiểu học Trần Văn Dư được đề xuất với mục tiêu:

- + Tăng cường cơ sở vật chất, mở rộng quy mô trường lớp phù hợp với tốc độ phát triển dân cư;
- + Đáp ứng nhu cầu học tập của học sinh trên địa bàn phường Hòa Xuân;
- + Nâng cao chất lượng dạy và học, hướng tới đạt chuẩn kiểm định chất lượng giáo dục theo quy định của Bộ Giáo dục và Đào tạo.

Cơ sở vật chất hiện có trong năm học 2023-2024 của Trường Tiểu học Trần Văn Dư tại đường Đặng Nhơn, phường Hòa Xuân, quận Cẩm Lệ gồm:

+ Phòng học lý thuyết: Tổng cộng 30 phòng, trong đó có 21 phòng được đầu tư xây dựng từ trước năm 2010 và tận dụng các phòng bộ môn hiện có để làm 09 phòng học lý thuyết.

+ Phòng học bộ môn: Do đã sử dụng tất cả các phòng học bộ môn để làm phòng học lý thuyết, vì vậy năm học 2023-2024 nhà trường không có phòng học bộ môn phục vụ học tập cũng như công tác kiểm định chất lượng giáo dục (các phòng bộ môn đã tận dụng gồm: Vật lý, hóa học, sinh học, tin học, ngoại ngữ, âm nhạc, mỹ thuật).

+ Khối hiệu bộ, thư viện, phòng họp hội đồng, văn thư, kế toán, nhà đa năng, tường rào, cổng ngõ, sân trường, nhà xe, nhà bảo vệ,... Hiện nay do thiếu phòng nên trường tận dụng khu vực sảnh trống tầng 1 để làm phòng đoàn đội.

Nhu cầu mở rộng, đề xuất đầu tư: Hoàn trả các phòng học bộ môn, các phòng khác đã tận dụng tạm làm phòng học và bổ sung đủ các phòng học bộ môn cho nhà trường đạt chuẩn theo quy định, dự kiến xây dựng 9 phòng học (tương đương 18 lớp).

Phục vụ dạy học cho số lượng học sinh dự kiến tăng trong năm học 2024-2025 khoảng 180 em (tương đương 04 lớp).

⇒ Vậy tổng số lớp dự kiến là 22 lớp (tương đương 15 phòng học).

Dựa trên hiện trạng quá tải, thiếu hụt phòng học, sĩ số lớp vượt chuẩn và nhu cầu tăng dân số học đường, việc đầu tư xây dựng Cơ sở 2 Trường Tiểu học Trần Văn Dư là hết sức cần thiết và cấp bách. Dự án không chỉ giải quyết tình trạng quá tải hiện nay mà còn tạo tiền đề để nhà trường từng bước hoàn thiện cơ sở vật chất, hướng đến mục tiêu xây dựng môi trường học tập chất lượng, hiện đại, văn minh và hiệu quả.

1.2. Các tài liệu và tiêu chuẩn dùng trong thiết kế kiến trúc

- TCVN 8793 - 2011: Trường tiểu học - Yêu cầu thiết kế.
- TCVN 8794 - 2011: Trường trung học - Yêu cầu thiết kế.
- Luật Xây dựng số 50/2014/QH11 ban hành ngày 18/6/2014;
- Nghị định số 06/2021/NĐ-CP ngày 26/01/2021 của Chính phủ Quy định chi tiết một số nội dung về quản lý chất lượng, thi công xây dựng và bảo trì công trình xây dựng;
- Nghị định 10/2021/NĐ-CP ngày 09/02/2021 của Chính phủ về quản lý chi phí đầu tư xây dựng;
- Nghị định số 15/2021/NĐ-CP ngày 27/9/2021 của Chính phủ về Quản lý dự án đầu tư xây dựng;
- TCVN 4319:2012 Nhà và công trình công cộng - Nguyên tắc cơ bản để thiết kế;
- TCVN 5568:2012 Điều hợp kích thước theo mô đun trong xây dựng - Nguyên tắc cơ bản;
- TCVN 9254-1:2012 (ISO 6707-1:2003) Nhà và công trình dân dụng- Từ vựng- Phần 1: Thuật ngữ chung;
- TCVN 9255:2012 (ISO 9836:2011) Tiêu chuẩn tính năng trong toà nhà - Định nghĩa, phương pháp tính các chỉ số diện tích và không gian;
- TCVN 4474 – 1987: Tiêu chuẩn thiết kế hệ thống thoát nước bên trong;
- TCVN 4513 – 19988: Tiêu chuẩn hệ thống cấp nước;
- TCVN 5502 – 2003: Tiêu chuẩn hệ thống cấp nước sinh hoạt;
- TCVN 6160:1996: Tiêu chuẩn phòng cháy chữa cháy. Nhà cao tầng;
- TCVN 6772:2000: Chất lượng nước. Nước thải sinh hoạt. Giới hạn ô nhiễm cho phép;

- QCVN 10:2014/BXD Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về xây dựng công trình đảm bảo người khuyết tật tiếp cận sử dụng.

- Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 02: 2009/BXD về số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng.

- QCVN 06:2022/BXD – PCCC: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn cháy cho nhà và công trình.

1.3. Vị trí, đặc điểm, điều kiện tự nhiên khu đất xây dựng

1.3.1. Vị trí



Hình 1: Vị trí xây dựng công trình

Khu đất xây dựng thuộc Phường Hòa Xuân, Quận Cẩm Lệ, Thành Phố Đà Nẵng. Khu đất có tứ cận tiếp giáp:

- + Phía Bắc giáp : Đường Phạm Duy Tồn (B=15,5m);
- + Phía Đông giáp : Đường khu đất quy hoạch trường THCS;
- + Phía Nam giáp : Đường Lương Khắc Ninh (B=15,5m);
- + Phía Tây giáp : Đường Nguyễn Quang Lâm (B=11,5m).

1.3.2. Điều kiện tự nhiên

Hiện trạng khu vực có nền địa hình bằng phẳng, cao trình thấp hơn với hiện trạng cao trình vỉa hè của đường giao thông xung quanh từ 0,15m~0,25m.

Khu vực dự kiến quy hoạch hiện trạng là đất trống, người dân xung quanh đang tận dụng để canh tác hoa màu...

1.4. Quy mô công trình

1.4.1. Quy mô dự án

- Dự án đầu tư xây dựng công trình giáo dục nhóm C, công trình Dân dụng cấp III. (Phân cấp dựa vào bảng 2, phụ lục II – Phân cấp công trình xây dựng theo quy mô kết cấu - [Thông tư 06/2021/TT-BXD](#))
- Thời hạn sử dụng: Thời hạn sử dụng công trình chính theo thiết kế (các hạng mục công trình dân dụng): từ 50 đến dưới 100 năm.
- Xây mới khối phòng học, hỗ trợ học tập và công trình phụ trợ với quy mô 3 tầng + 1 tầng tum
- Tổng diện tích đất quy hoạch: 11.960 m²

1.4.2. Quy mô xây dựng

- Xây mới Khối hiệu bộ, lớp học và phục vụ học tập với quy mô 3 tầng bố trí: 15 phòng học, 02 phòng học bộ môn (khoa học công nghệ và mỹ thuật); các phòng hiệu bộ, làm việc, các phòng hỗ trợ học tập và phụ trợ (hiệu phó, tài vụ, y tế, các phòng nghỉ giáo viên, thư viện, đội thiếu niên, tư vấn học đường, truyền thông, hội đồng sư phạm...); khu vệ sinh, hệ thống hành lang và cầu thang bộ kèm theo. Diện tích xây dựng 1.540m², tổng diện tích sàn xây dựng 4.940m².

- Hệ thống tường rào, cổng ngõ, nhà bảo vệ; vịnh dừng xe đưa đón học sinh.
- Hệ thống sân nền và hạ tầng kỹ thuật ngoài nhà: Sân chào cờ, sân tập thể dục, sân đường giao thông nội bộ; Cây xanh, thảm cỏ; hệ thống cấp nước, thoát nước, cấp điện, chiếu sáng, hệ thống PCCC...

1.5. Giải pháp kiến trúc

- Giải pháp mặt bằng:

Nhà 03 tầng, diện tích xây dựng 1.540m², tổng diện tích sàn 4.940m². Giao thông trên mặt bằng sử dụng hành lang bên gồm hành lang trước rộng 2,2m, hành lang sau rộng 1,2m. Bố trí các mặt bằng công năng chính như sau:

+ Tầng 1 gồm: 04 phòng học; 01 phòng y tế; 01 phòng Tài vụ; 01 phòng đội thiếu niên; 01 phòng tư vấn học đường hỗ trợ học sinh khuyết tật hòa nhập cộng đồng; 01 phòng nghỉ giáo viên; 01 phòng kho; 01 phòng máy bơm; 02 khu vệ sinh chung; 01 sảnh trồng đa năng; 03 khu cầu thang. Tổng diện tích 1.540m²;

+ Tầng 2 gồm: 06 phòng học; 01 phòng hiệu trưởng; 01 phòng khách; 01 phòng truyền thông; 01 phòng hiệu phó; 01 phòng nghỉ giáo viên; 01 phòng đọc giáo viên; 01 phòng đọc học sinh; 01 kho sách; 01 sảnh đọc sách; 02 khu vệ sinh chung; 01 phòng thiết bị giáo dục; 03 khu cầu thang; hành lang trước sau. Tổng diện tích 1.740m².

+ Tầng 3 gồm: 05 phòng học; 01 phòng giáo viên; 01 văn phòng; 01 phòng đảng, đoàn thể; 01 phòng nghỉ giáo viên; 01 phòng thiết bị giáo dục; 01 phòng hội đồng sư phạm; 01 phòng bộ môn tin học; 01 phòng bộ môn khoa học công nghệ và mỹ thuật có khu chuẩn bị; 02 khu vệ sinh chung; 03 khu cầu thang; hành lang trước sau.

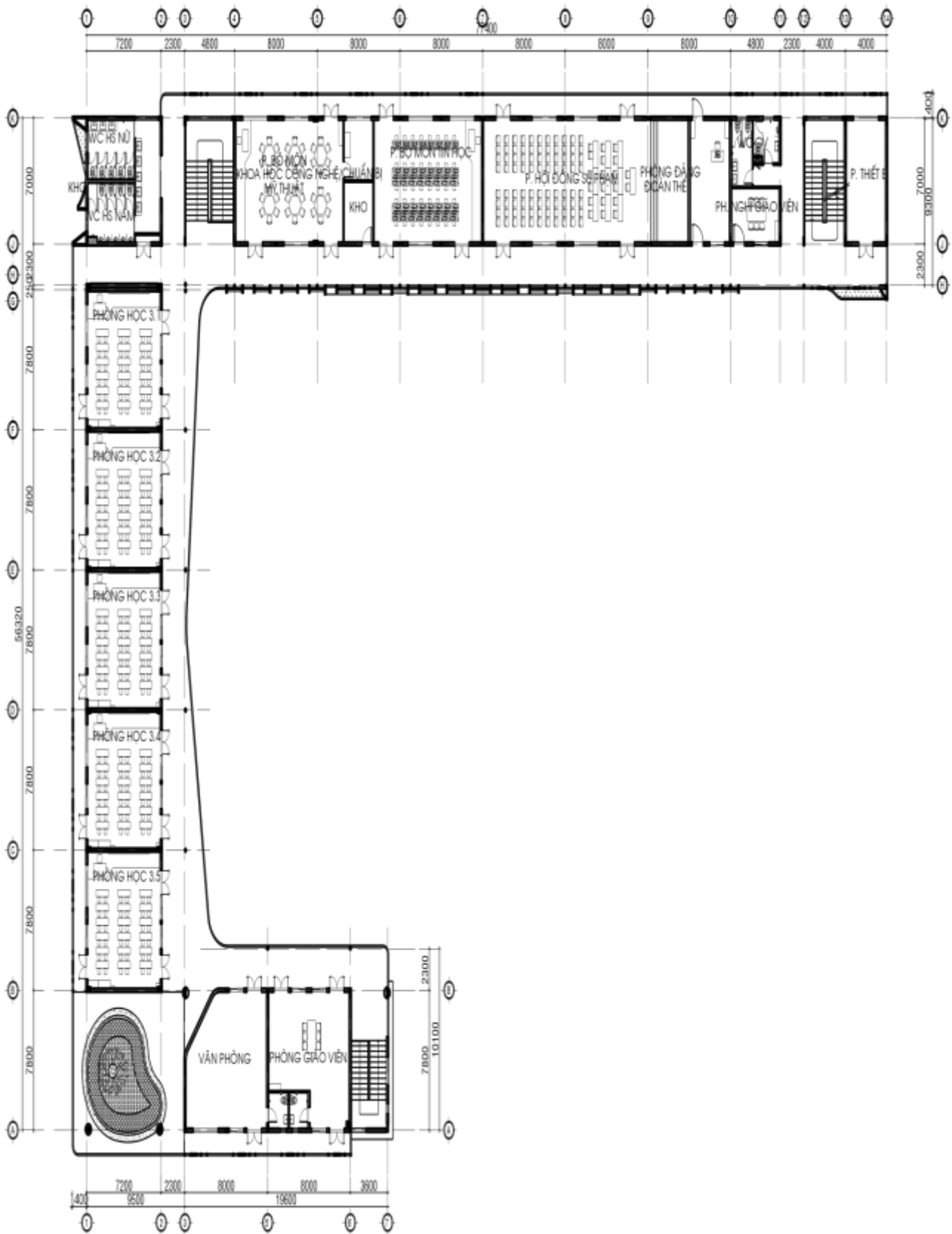
+ Tầng tum gồm: 01 khu cầu thang đầu nhà có phòng kỹ thuật với tổng diện tích 47m².

- Bảng quy mô diện tích các phòng công năng:

	STT	Loại phòng	Số lượng	Diện tích (m²)
Tầng 1	1	Phòng học(53m ²)	4	212
	2	Phòng y tế	1	26
	3	Phòng tài vụ	1	26
	4	Phòng đội thiếu niên	1	26
	5	Phòng tư vấn học đường	1	26
	6	Phòng nghỉ giáo viên	1	14
	7	Phòng kho	1	13
	8	Phòng máy bơm	1	12
	9	Khu vệ sinh giáo viên	1	17
	10	Khu vệ sinh chung	1	48
	11	Cầu thang bộ		85
	12	Sảnh đa năng, hành lang, tường xây		1035
Tổng				1540

Tầng 2	1	Phòng học (53m ²)	6	318
	2	Phòng hiệu trưởng	1	32
	3	Phòng khách	1	21
	4	Phòng truyền thống	1	54
	5	Phòng hiệu phó	1	26
	6	Phòng nghỉ giáo viên	1	14
	7	Phòng đọc giáo viên	1	53
	8	Phòng đọc học sinh	1	92
	9	Kho sách	1	53
	10	Phòng thiết bị giáo dục	1	26
	11	Sảnh đọc sách	1	101
	12	Khu vệ sinh giáo viên	1	17
	13	Khu vệ sinh chung	1	48
	14	Cầu thang bộ		85
	15	Sảnh, hành lang		800
Tổng				1740

Tầng 3	1	Phòng học(53m2)	5	265
	2	Phòng Đảng, đoàn thể	1	26
	3	Phòng nghỉ giáo viên	1	14
	4	Phòng giáo viên	1	55
	5	Khu văn phòng	1	53
	6	Phòng kho	1	10
	7	Phòng hội đồng sư phạm	1	134
	8	Phòng bộ môn tin học	1	70
	9	Phòng bộ môn khoa học công nghệ và mỹ thuật (70)+ phòng chuẩn bị(10)	1	80
	10	Phòng thiết bị giáo dục	1	26
	11	Khu vệ sinh giáo viên	2	25
	12	Khu vệ sinh chung	1	48
	13	Cầu thang bộ		85
	14	Sảnh, hành lang		748
	Tổng			1639
Tầng Tum	Tổng			47



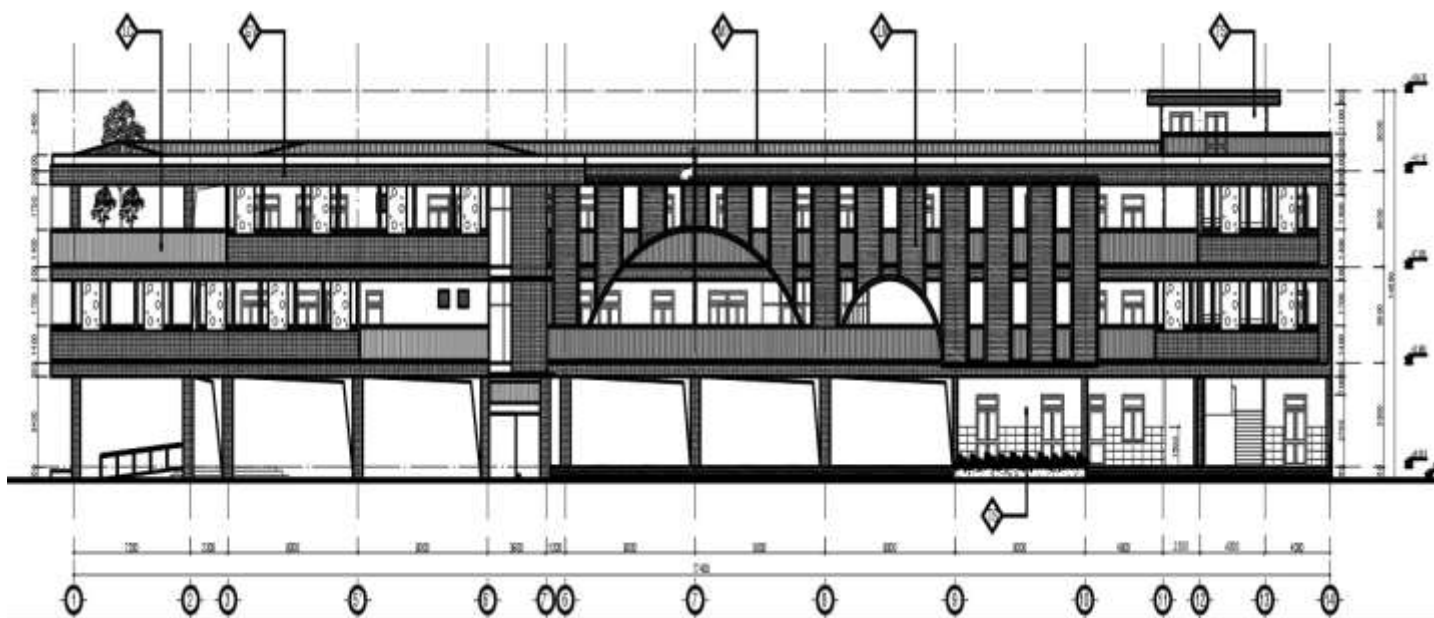
Hình 2: Mặt bằng kiến trúc tầng 3

- Giải pháp mặt đứng, mặt cắt:

+ Tổng chiều cao công trình là 14,10m. Trong đó chiều cao nền nhà so với nền sân là 0,45m; chiều cao tầng 1 là 3,9m; tầng 2, 3: 3,6m; Tầng tum 3,0m.

+ Giao thông theo trục đứng sử dụng sử dụng 03 cầu thang bộ, chiều rộng vế thang là 1,6m, 1,8m và 2,1m, đảm bảo yêu cầu PCCC và thoát nạn.

+ Hình khối công trình gọn nhẹ, đa dạng về đường nét tạo thành nhiều lớp không gian. Mặt đứng công trình được thiết kế theo hình thức bố cục đăng đối hiện đại, thống nhất với mặt bằng, sử dụng các hệ cửa sổ, hệ lam nhôm chắn nắng, lan can song thép kết hợp lan can xây gạch hoàn thiện ốp gạch vi, tăng cường hiệu quả thẩm mỹ cho công trình, đồng nhất trong hình thức mặt đứng, tạo ra một tổng thể công trình chung thống nhất với nhau, phù hợp với tính chất của công trình giáo dục.



Hình 3: Giải pháp mặt đứng công trình

1.6. Giao thông trong công trình

Vị trí khu vực quy hoạch tiếp giáp trực tiếp với đường hiện trạng: phía Tây giáp đường Nguyễn Quang Lâm; phía Bắc giáp đường Phạm Duy Tồn; phía Nam giáp đường Lương Khắc Ninh, đây là các tuyến giao thông chính tại khu vực.

1.7. Các giải pháp kỹ thuật

- Bố trí các khối phòng học cần đặt vị trí ưu tiên nhất, trực tiếp nhận ánh sáng tự nhiên, đón gió mát về mùa hè, tránh gió lùa và hạn chế gió lạnh, hạn chế tối đa ảnh hưởng của bức xạ mặt trời hướng Tây.

- Bố trí các khối công trình rõ ràng, yên tĩnh cho việc giảng dạy và học tập, đáp ứng nhu cầu sử dụng và quản lý, đảm bảo giao thông nội bộ an toàn và hợp lý.

- Quy hoạch tổng mặt bằng phải phù hợp với công năng và các yêu cầu về giao thông nội bộ, kiến trúc, cảnh quan.

- Đảm bảo xây dựng môi trường đạt trường học xanh, mang lại môi trường xanh, sạch, đẹp, tạo không gian giúp trẻ học tập tốt, hình thành nhân cách, ý thức cho trẻ ngay từ những năm đầu đến trường.

- Với diện tích khu đất đáp ứng các khu chức năng của Nhà trường, chọn giải pháp thiết kế theo hướng xây dựng các khối công trình xen kẽ với các cụm cây xanh, cảnh quan...nhằm đáp ứng yêu cầu về bố trí các khu chức năng.

- Bố trí khuôn viên cây xanh để cải tạo vi khí hậu và là không gian vui chơi, nơi giải lao cho học sinh và giáo viên;

- Các khối công trình đảm bảo tính logic gắn kết, liên hệ chặt chẽ và đảm bảo bán kính sử dụng ngắn nhất, đảm bảo điều kiện dạy và học.

1.8. Kết luận

Việc xây dựng Trường Tiểu học Trần Văn Dư – Cơ sở 2 là cấp thiết và cần thiết khi tốc độ tăng trưởng dân số cơ học tại phường Hòa Xuân ngày càng tăng, kéo theo nhu cầu học tập và cơ sở vật chất cho giáo dục ngày càng gia tăng. Hiện trạng trường học trên địa bàn không đáp ứng đủ nhu cầu học tập của học sinh, dẫn đến tình trạng quá tải trong lớp học và thiếu hụt phòng chức năng. Vì vậy, việc đầu tư xây dựng công trình trường học này là giải pháp tối ưu để giải quyết vấn đề này, đảm bảo cung cấp đủ không gian học tập cho học sinh trong khu vực.

Công trình được thiết kế với kiến trúc hiện đại, tính năng sử dụng tối ưu và an toàn tuyệt đối, phù hợp với yêu cầu giáo dục hiện nay:

+ Giải pháp không gian của công trình đáp ứng đầy đủ các yêu cầu về môi trường học tập: các phòng học được thiết kế thông thoáng, có đủ ánh sáng tự nhiên và có thể dễ dàng điều chỉnh nhiệt độ, độ ẩm, đảm bảo một không gian học tập lý tưởng.

+ Hệ thống giao thông được tổ chức khoa học, dễ dàng di chuyển giữa các không gian học tập, khu chức năng và thoát hiểm nhanh chóng trong trường hợp khẩn cấp.

+ Kiến trúc mặt đứng được thiết kế hài hòa với môi trường xung quanh, với các vật liệu vừa hiện đại vừa thân thiện với người sử dụng, tạo ra một không gian học tập và sinh hoạt thoải mái, đồng thời giảm thiểu các tác động tiêu cực đến môi trường tự nhiên.

+ Tính bền vững trong thiết kế được thể hiện qua việc sử dụng các vật liệu xây dựng thân thiện với môi trường và thiết kế giảm thiểu tối đa tiêu thụ năng lượng.

Công trình này không chỉ góp phần đáp ứng nhu cầu cấp bách về cơ sở vật chất cho giáo dục mà còn thể hiện cam kết của cộng đồng đối với việc nâng cao chất lượng giáo dục, xây dựng một môi trường học tập an toàn, hiện đại và bền vững cho thế hệ trẻ. Việc đầu tư xây dựng trường học là một bước đi chiến lược nhằm phát triển đồng bộ cơ sở hạ tầng giáo dục, đáp ứng xu thế phát triển đô thị và nâng cao chất lượng sống cho cư dân tại phường Hòa Xuân nói riêng và quận Cẩm Lệ nói chung.

CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN VỀ KẾT CẤU CÔNG TRÌNH

2.1. Lựa chọn giải pháp kết cấu công trình

Các cấu kiện chịu lực chính tạo thành các hệ chịu lực nhà cao tầng bao gồm:

- Cấu kiện dạng thanh: Cột, dầm, thanh chống, thanh giằng.
- Cấu kiện dạng tấm: Tường (vách hoặc có lỗ cửa), sàn (sàn phẳng, sàn sườn, các loại panen đúc sẵn có lỗ hoặc nhiều lớp..).

Từ các thành phần kết cấu chính trên, tùy thuộc vào các giải pháp kiến trúc, khi chúng được liên kết với nhau theo những yêu cầu cấu tạo nhất định sẽ tạo thành nhiều hệ chịu lực khác nhau.

2.1.1. Hệ kết cấu chịu lực cơ bản:

Hệ kết cấu chịu lực cơ bản là chỉ gồm một loại cấu kiện chịu lực độc lập như khung, tường, vách, lõi hộp (ống).

a) Hệ khung

- Hệ khung chịu lực được tạo thành từ các cấu kiện thanh như cột, dầm, liên kết cứng tại các nút tạo thành các hệ khung phẳng hoặc khung không gian dọc theo các trục lưới cột trên mặt bằng nhà.

- Khung bê tông cốt thép thường đổ liền khối. Tuy nhiên đối với nhà cao tầng việc thi công các kết cấu dạng thanh như dầm, cột càng trở nên phức tạp trên những độ cao lớn. Nhược điểm này có thể khắc phục bằng việc sử dụng các cấu kiện đúc sẵn tại công trường rồi lắp ghép. Khung BTCT lắp ghép khó thực hiện liên kết cứng, đòi hỏi độ chính xác cao trong lắp ghép và đều được xét đến trong quá trình tính toán.

- Hệ khung chịu lực thuần túy có độ cứng uốn thấp theo phương ngang nên bị hạn chế sử dụng trong nhà có chiều cao trên 40m. Trong kiến trúc nhà cao tầng luôn có những bộ phận như hộp thang máy, thang bộ, tường ngăn hoặc bao che liên tục trên chiều cao nhà có thể sử dụng như lõi, vách cứng nên hệ kết cấu khung chịu lực thuần túy trên thực tế không tồn tại.

- Các hệ khung bê tông cốt thép lắp ghép có thể được thực hiện bằng công nghệ căng sau các cấu kiện bê tông ứng lực trước theo cả hai phương, và được sử dụng có hiệu quả trong vùng có động đất.

2.1.2. Hệ kết cấu chịu lực hỗn hợp:

Hệ kết cấu chịu lực hỗn hợp là các hệ chịu lực được tổ hợp từ 2 hoặc 3 loại cấu kiện cơ bản trở lên chẳng hạn:

- Kết cấu khung + vách.
- Kết cấu khung + lõi.
- Kết cấu khung + vách + lõi .v.v..

a) Hệ kết cấu khung – vách

Hệ kết cấu này thường được sử dụng cho những nhà có mặt bằng hình chữ nhật kéo dài, chịu lực chủ yếu theo phương ngang nhà. Các vách cứng được bố trí chủ yếu theo phương ngang ngôi nhà. Trong các kiểu nhà lắp ghép là tấm lớn nhiều tầng có thể xem các tấm tường liên kết với nhau tạo thành một hệ tường cứng ngang dọc liên tục. Các mô hình tính toán phụ thuộc nhiều vào cấu tạo các mạch lắp ghép tường với tường và tường với sàn.

Kết cấu khung – vách thường được sử dụng phổ biến hơn cả vì hệ này phù hợp với hầu hết các giải pháp kiến trúc nhà cao tầng. Hệ kết cấu này tạo điều kiện ứng dụng linh hoạt các công nghệ xây dựng khác nhau như vừa có thể lắp ghép vừa đổ tại chỗ các kết cấu bê tông cốt thép. Có thể chỉ đổ tại chỗ các vách cứng bằng công nghệ dùng ván khuôn trượt, còn phần khung (cột, dầm), sàn lắp ghép, thậm chí với các liên kết khớp giữa cột với cột và dầm sàn với vách cứng. Với công nghệ xây dựng lắp ghép, bán lắp ghép cho phép sử dụng hệ kết cấu chịu lực một cách hợp lý và đem lại những hiệu quả kinh tế kỹ thuật nhất định.

Có thể lắp ghép toàn bộ các cấu kiện khung, cột dầm, tường cứng bằng công nghệ gậy ứng lực trước bằng phương pháp căng sau cho toàn bộ hệ dầm dọc theo 2 phương. Hệ kết cấu này có khả năng tiếp thu tốt các tải trọng gió và động đất.

b) Hệ khung – lõi

Hệ khung – lõi chịu lực thường được sử dụng có hiệu quả cho các nhà có độ cao trung bình và thật lớn, có mặt bằng đơn giản dạng như hình chữ nhật, hình vuông. Lõi (ống) có thể đặt trong hoặc ngoài biên trên mặt bằng. Hệ sàn các tầng được gối trực tiếp vào tường lõi – hộp hoặc qua các hệ cột trung gian. Phần trong lõi thường dùng để bố trí thang máy, cầu thang và các hệ thống kỹ thuật nhà cao tầng.

c) Hệ lõi – hộp

Hộp là những lõi có kích thước lớn thường được bố trí cả bên trong và gần biên ngôi nhà. Khác với hệ khung – lõi, hệ hộp chịu lực toàn bộ tải trọng đứng và ngang do sàn truyền vào, không có hoặc rất ít cột trung gian đỡ sàn.

Hộp trong nhà cũng giống như lõi, được hợp thành từ các tường đặc hoặc có lỗ cửa.

Hộp ngoài biên có diện tích mặt phẳng lớn, được tạo thành từ các cột có khoảng cách nhỏ liên kết với nhau bởi các thanh ngang có chiều cao lớn theo hai phương ngang hoặc chéo tạo nên những mặt nhà dạng khung – lưới, có hình dáng phù hợp với các giải pháp kiến trúc mặt đứng. Tiết diện cột ngoài biên có thể đặc hoặc rỗng tạo nên những dây ống nhỏ nên còn gọi là kết cấu hộp trong hộp hay ống trong ống, thường được sử dụng trong các ngôi nhà rất cao.

2.1.3. Hệ kết cấu sàn

2.1.3.1. Đề xuất phương án kết cấu sàn

- + Sàn BTCT có hệ dầm chính, phụ (sàn sườn bê tông toàn khối)
- + Hệ sàn ô cờ
- + Sàn phẳng BTCT ứng lực trước không dầm

Trên cơ sở phân tích ưu điểm của từng loại phương án kết cấu sàn để lựa chọn ra dạng kết cấu sàn để lựa chọn ra một dạng kết cấu phù hợp nhất về kinh tế, kỹ thuật, phù hợp với khả năng thiết kế và thi công của công trình.

a) Phương án kết cấu sàn sườn toàn khối BTCT:

Cấu tạo hệ kết cấu sàn bao gồm hệ dầm chính, phụ và bản sàn.

Ưu điểm: Lý thuyết tính toán và kinh nghiệm tính toán khá hoàn thiện, thi công đơn giản, được sử dụng phổ biến ở nước ta với công nghệ thi công phong phú nên thuận tiện cho việc lựa chọn phương tiện thi công. Chất lượng đảm bảo do đã có nhiều kinh nghiệm thiết kế và thi.

Nhược điểm: Chiều cao dầm và độ võng của bản sàn rất lớn khi vượt khẩu độ lớn, hệ dầm phụ bố trí nhỏ lẻ với những công trình không có hệ thống cột giữa, dẫn đến chiều cao thông thủy mỗi tầng thấp hoặc phải nâng cao chiều cao tầng không có lợi cho kết cấu khi chịu tải trọng ngang. Không gian kiến trúc bố trí nhỏ lẻ, khó tận dụng. Quá trình thi công chi phí thời gian và vật liệu lớn cho công tác lắp dựng ván khuôn

b) Phương án sàn ô cờ BTCT:

Cấu tạo hệ kết cấu sàn bao gồm hệ dầm vuông góc với nhau theo hai phương, chia bản sàn thành các ô bản kê bốn cạnh có nhịp bé, theo yêu cầu cấu tạo khoảng cách giữa các dầm và khoảng 3m. Các dầm chính có thể làm ở dạng dầm bệ để tiết kiệm không gian sử dụng trong phòng.

Ưu điểm: Tránh được có quá nhiều cột bên trong nên tiết kiệm được không gian sử dụng và có kiến trúc đẹp, thích hợp với các công trình yêu cầu thẩm mỹ cao và không

gian sử dụng lớn như hội trường, câu lạc bộ. Khả năng chịu lực tốt, thuận tiện cho bố trí mặt bằng.

Nhược điểm: Không tiết kiệm thi công phức tạp. Mặt khác, khi mặt bằng sàn quá rộng cần phải bố trí thêm các dầm chính. Vì vậy, nó cũng không tránh được những hạn chế do chiều cao dầm chính phải lớn để giảm độ võng. Việc kết hợp sử dụng chính dạng dầm bet để giảm chiều cao dầm có thể được thực hiện nhưng chi phí cũng sẽ tăng cao vì kích thước dầm rất lớn.

c) Phương án sàn không dầm ứng lực trước:

Cấu tạo hệ kết cấu sàn bao gồm các bản kê trực tiếp lên cột.

Ưu điểm:

- + Chiều cao kết cấu nhỏ nên giảm được chiều cao công trình
- + Tiết kiệm được không gian sử dụng
- + Dễ phân chia không gian
- + Do có thiết kế đến tầng điển hình không có dầm giữa sàn nên công tác thi công ghép ván khuôn cũng dễ dàng và thuận tiện từ tầng này sang tầng khác do ván khuôn được tổ hợp thành những mảng lớn, không bị chia cắt, do đó lượng tiêu hao vật tư giảm đáng kể, năng suất lao động được nâng cao.
- + Khi bê tông đạt cường độ nhất định, thép ứng lực trước được kéo căng và nó sẽ chịu toàn bộ tải trọng bản thân của kết cấu mà không cần chờ bê tông đạt cường độ 28 ngày. Vì vậy thời gian tháo dỡ cốt pha sẽ được rút ngắn, tăng khả năng luân chuyển và tạo điều kiện cho công việc tiếp theo được tiến hành sớm hơn.
- + Do sàn phẳng nên bố trí các hệ thống kỹ thuật như điều hòa trung tâm, cung cấp nước, cứu hỏa, thông tin liên lạc được cải tiến và đem lại hiệu quả kinh tế cao.

Nhược điểm:

- + Tính toán tương đối phức tạp, mô hình tính mang tính quy ước cao, đòi hỏi nhiều kinh nghiệm vì phải thiết kế theo tiêu chuẩn nước ngoài.
- + Thi công phức tạp đòi hỏi quá trình giám sát chất lượng nghiêm ngặt.
- + Thiết bị và máy móc thi công chuyên dùng, đòi hỏi thợ tay nghề cao. Giá cả đắt và những bất ổn khó lường trước được trong quá trình thiết kế, thi công và sử dụng.

d) Phương án sàn dự ứng lực trước hai phương trên dầm:

Cấu tạo hệ kết cấu sàn tương tự như sàn phẳng nhưng giữa các đầu cột có thể được bố trí thêm hệ dầm, làm tăng độ ổn định cho sàn. Phương án này cũng mang các ưu

nhược điểm chung của việc dùng sàn BTCT ứng lực trước. So với sàn phẳng trên cột, phương án này có mô hình tính toán quen thuộc và tin cậy hơn, tuy nhiên chi phí vật liệu cho việc thi công hệ dầm đỡ toàn khối với sàn.

2.1.3.2. Kết luận

Căn cứ vào mặt bằng công trình, chiều cao công trình, chức năng, những yêu cầu về không gian kiến trúc và tải trọng tác động lên công trình, chọn giải pháp kết cấu cho phần thân công trình là hệ khung không gian, dầm cột BTCT kết hợp chịu lực làm việc đồng thời với hệ sàn, cầu thang BTCT và có bố trí khe co dãn.

2.2. Lựa chọn vật liệu

Vật liệu xây dựng cần có cường độ cao, trọng lượng nhỏ, chống cháy tốt.

Vật liệu có tính biến dạng cao: khả năng biến dạng cao có thể bổ sung cho tính năng.

Vật liệu có tính thoái biến thấp: có tác dụng tốt khi chịu tác dụng của tải trọng lặp lại (động đất, gió bão).

Vật liệu có tính liên khối cao: có tác dụng trong trường hợp có tính chất lặp lại, không bị tách rời các bộ phận công trình.

Vật liệu có giá thành hợp lý.

Hiện nay chủ yếu sử dụng vật liệu thép hoặc bê tông cốt thép với các lợi thế như dễ chế tạo, nguồn cung cấp dồi dào. Ngoài ra còn có các loại vật liệu khác được sử dụng như vật liệu liên hợp thép – bê tông (composite), hợp kim nhẹ... Tuy nhiên các loại vật liệu mới này chưa được sử dụng nhiều do công nghệ chế tạo còn mới, giá thành tương đối cao. Vì vậy, vật liệu sử dụng trong phạm vi đề án toàn bộ là Bê tông cốt thép.

Các vật liệu chính được sử dụng cho công trình bao gồm bê tông cốt thép và các vật liệu phụ trợ khác, tất cả đều được lựa chọn kỹ lưỡng dựa trên các yêu cầu về cường độ, chịu tải, và khả năng chịu cháy. Ngoài ra đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật được nêu ra trong tiêu chuẩn Việt Nam về kết cấu Bê tông cốt thép:

Bảng 1: Thông số vật liệu bê tông

THÔNG SỐ VẬT LIỆU BÊ TÔNG	
Cấp độ bền	Kết cấu sử dụng
BT B25 theo : $R_b = 14.5 \text{ MPa}$, $R_{bt} = 1.05 \text{ MPa}$, $E_b = 30.10^3 \text{ MPa}$	Kết cấu chính: Móng, cột, dầm, sàn

- Thép dùng cho kết cấu bê tông cốt thép là các loại thép phù hợp với tiêu chuẩn TCVN 1651- 1- 2008, 1651-2-2008, 1651-3-2008 như cường độ chịu kéo, chịu nén độ giãn dài, độ uốn cong.

Bảng 2: Thông số vật liệu cốt thép

THÔNG SỐ VẬT LIỆU CỐT THÉP	
Loại thép	Kết cấu sử dụng
Thép CB240T ($\varnothing < 10$) $R_s = R_{sc} = 210\text{MPa}$ $R_{sw} = 210\text{ Mpa}; E_s = 2.10^5\text{ Mpa}$	Cốt thép có $\varnothing < 10\text{mm}$
Thép CB300V ($\varnothing \geq 10$): $R_s = R_{sc} = 260\text{ Mpa}$ $R_{sw} = 280\text{ Mpa}; E_s = 2.10^5\text{ MPa.}$	Cốt thép dọc kết cấu các loại có $\varnothing \geq 10\text{ mm}$

2.3. Tiêu chuẩn, quy phạm dùng trong tính toán thiết kế kết cấu

- TCVN 2737–2023: “Tải trọng và tác động - Tiêu chuẩn thiết kế ”.
- TCVN 5574–2018:“Kết cấu bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế ”.
- TCVN 5575 – 2012: “Kết cấu thép - Tiêu chuẩn thiết kế ”.
- TCVN 9386– 2012:“Thiết kế công trình chịu động đất”.
- TCVN 5573–2011: “ Kết cấu gạch đá - Tiêu chuẩn thiết kế ”.
- TCXDVN 9362 – 2012: “ Nền và móng công trình - Tiêu chuẩn thiết kế ”.
- TCVN 1651-2008: “Thép cốt bê tông”.
- TCVN 10304– 2014: “ Móng cọc – Tiêu chuẩn thiết kế”.
- TCVN 7888– 2014: “ Cọc bê tông ly tâm ứng lực trước”.
- Vị trí xây dựng và điều kiện thi công lắp dựng.
- Những tiêu chuẩn và các tài liệu có liên quan.

2.4. Phương án tính toán kết cấu

2.4.1. Mô hình tính toán

Mô hình tính toán kết cấu theo phương pháp phần tử hữu hạn. Mô hình tính toán này hiệu quả trong việc phân tích ứng xử của kết cấu BTCT dưới tác động khác nhau. Phương pháp này chia kết cấu thành các phần tử nhỏ (phần tử hữu hạn), sau đó sử dụng các phương trình cân bằng và điều kiện biên để mô phỏng ứng suất, biến dạng của vật liệu.

Phương pháp phần tử hữu hạn dựa trên việc chia nhỏ kết cấu thành các phần tử có hình dạng đơn giản (tam giác, tứ giác, khối tứ diện, lục diện...), mỗi phần tử được liên

kết với nhau tại các nút. Các bước thực hiện tính toán theo phương pháp phần tử hữu hạn:

- Mô hình hóa kết cấu: Xác định hình học, điều kiện biên, tải trọng tác dụng.
- Chia lưới phần tử hữu hạn: Phân chia kết cấu thành các phần tử nhỏ.
- Lập phương trình cân bằng: Sử dụng phương trình phần tử và điều kiện liên kết để thiết lập hệ phương trình.
- Giải hệ phương trình: Áp dụng phương pháp số để tìm nghiệm, thường sử dụng phương pháp ma trận độ cứng.
- Phân tích kết quả: Xác định ứng suất, biến dạng, kiểm tra khả năng chịu lực của BTCT.

2.4.2. Các giả thiết tính toán

Thiết kế theo trạng thái giới hạn được phân ra làm 2 nhóm (TTGH 1, TTGH 2), tương ứng là thỏa mã điều kiện chịu lực, ổn định và thỏa mãn điều kiện sử dụng bình thường.

- Tính toán theo trạng thái giới hạn thứ nhất (TTGHT1) nhằm đảm bảo cho kết cấu:
 - + Không bị phá hoại dòn, dẻo.
 - + Không bị mất ổn định về hình dạng hoặc về vị trí.
 - + Không bị phá hoại vì mỏi.
 - + Không bị phá hoại do tác động đồng thời của các yếu tố về lực và những ảnh hưởng bất lợi của môi trường.
- Tính toán theo TTGH2 nhằm đảm bảo sự làm việc bình thường của kết cấu sao cho:
 - + Không cho hình thành cũng như mở rộng vết nứt quá mức hoặc vết nứt dài hạn nếu điều kiện sử dụng không cho phép hình thành hoặc mở rộng vết nứt.
 - + Không có những biến dạng vượt quá giới hạn cho phép (độ võng, góc xoay, góc trượt, dao động).
- Các liên kết giữa dầm và cột được xem là liên kết cứng, có khả năng truyền cả mô men và lực cắt.
- Sàn BTCT có thể làm việc như một tấm chịu lực ngang, giúp phân phối tải trọng xuống hệ khung và tạo sự ổn định không gian.
- Tải trọng tác động lên sàn được phân bố xuống dầm theo phương pháp ô sàn (dựa trên hệ số phân phối tải hoặc mô hình tính toán như dải sàn, tấm sàn).
- Dầm tiếp tục phân phối tải trọng xuống các cột, và cuối cùng truyền xuống móng.

- Trong nhiều trường hợp, sàn BTCT được giả thiết là có độ cứng màng lớn, tức là nó có thể phân phối lại tải trọng ngang hiệu quả giữa các khung, đặc biệt quan trọng trong tính toán động đất.

- Nếu sàn đủ cứng trong mặt phẳng ngang, hệ kết cấu có thể được tính toán như một hệ khung chịu lực kết hợp với màng sàn.

- Khi dầm, cột và sàn làm việc đồng thời, chúng có cùng chuyển vị tại các nút liên kết, đảm bảo tính thống nhất trong biến dạng của hệ kết cấu.

- Co ngót và từ biến của bê tông có thể làm thay đổi nội lực trong hệ khung không gian, đặc biệt đối với kết cấu cao tầng hoặc nhịp lớn.

- Trong một số trường hợp, cần xét đến các hiệu ứng dài hạn này để đảm bảo kết cấu không bị ứng suất quá lớn theo thời gian.

2.4.3. Tải trọng lên công trình

Phụ thuộc vào mục đích xây dựng công trình và công năng làm việc của các phòng mà xác định độ lớn tính toán của tải trọng khác nhau. Tải trọng trong công trình trường học – trường THCS Nguyễn Thiện Thuật được xác định như sau:

a) Tĩnh tải

Tĩnh tải bao gồm trọng lượng bản thân kết cấu chịu lực và các kết cấu bao che, trang thiết bị đặt trên công trình.

b) Hoạt tải

Hoạt tải tính toán được xác định theo tiêu chuẩn Tải trọng và tác động TCVN 2737-2023.

c) Tải trọng gió

Tải trọng gió (thành phần tĩnh và thành phần động) được xác định theo tiêu chuẩn Tải trọng và tác động TCVN 2737 – 2023. Do chiều cao của tòa nhà nhỏ hơn 40m nên không cần tính toán thành phần động tải trọng gió.

d) Tải trọng động đất

Tải trọng động đất tác dụng lên công trình được xác định theo tiêu chuẩn Thiết kế công trình chịu động đất: TCVN 9386:2012 với các thông số đầu vào được lấy như sau:

Gia tốc nền tại địa điểm xây dựng: theo TCVN 9386:2012, gia tốc nền tại Phường Hòa Xuân, Quận Cẩm Lệ, Huyện Hòa Vang, Thành phố Đà Nẵng là $a_g = 0,0730g < 0,08g$ (trong đó g là gia tốc trọng trường). Do đó Công trình không thuộc vùng động đất mạnh, không cần thiết kế kháng chấn.

e) Tổ hợp tải trọng

Tổ hợp tải trọng được xác định theo TCVN 2737-2023 (mục 6) với GX và GY lần lượt là tải trọng gió theo phương X và phương Y của công trình.

Các tổ hợp tải trọng được xây dựng để mô phỏng các tình huống thực tế mà công trình có thể gặp phải trong suốt quá trình sử dụng. Việc tính toán các tổ hợp tải trọng này giúp đảm bảo tính ổn định và an toàn cho công trình, đặc biệt là trong điều kiện gió mạnh và hoạt tải thay đổi. Việc sử dụng tổ hợp tải trọng Envelope (THBAO) giúp xác định tình huống xấu nhất khi công trình phải chịu tác động đồng thời của tất cả các loại tải trọng, đảm bảo sự an toàn tối đa cho người sử dụng và các phần kết cấu.

Đối với dự án trường học 4 tầng, nằm ở khu vực gia tốc nền không cần xét đến tải trọng động đất nên không xác định các tổ hợp tải trọng đặc biệt khi tính toán với mô hình Etabs.

Với các tải trọng được xác định như trên, công trình sẽ được tính toán với 13 tổ hợp cơ bản và 1 tổ hợp bao, được tổng hợp như bảng dưới đây:

Bảng 3: Bảng tổ hợp tải trọng

TỔ HỢP TẢI TRỌNG		TẢI TRỌNG THƯỜNG XUYÊN			TẢI TRỌNG TẠM THỜI		
		TLBT	HOÀN THIỆN	TƯỜNG	Hoạt tải	Gió X	Gió Y
THCB 1	COMBO 1		1		1		
	COMBO 2		1			1	
	COMBO 3		1			-1	
	COMBO 4		1				1
	COMBO 5		1				-1
THCB 2	COMBO 6		1		1	0.9	
	COMBO 7		1		1	-0.9	
	COMBO 8		1		1		0.9
	COMBO 9		1		1		-0.9
	COMBO 10		1		0.9	1	
	COMBO 11		1		0.9	-1	
	COMBO 12		1		0.9		1
	COMBO 13		1		0.9		-1

2.4.4. Phương pháp tính toán xác định nội lực

- Để xác định nội lực và chuyển vị, sử dụng chương trình phần mềm tính kết cấu CSI Etabs. Đây là chương trình tính toán kết cấu rất mạnh hiện nay. Các chương trình này tính toán dựa trên cơ sở của phương pháp phần tử hữu hạn, sơ đồ đàn hồi.

- Lấy kết quả nội lực ứng với phương án tải trọng do tĩnh tải (chưa kể đến trọng lượng dầm, cột) và hoạt tải toàn bộ (có thể kể đến hệ số giảm tải theo các ô sàn, các tầng) và các tải trọng trong công trình để tính toán kết cấu cho khung trục, sau đó xuất nội lực tại chân cột để sử dụng tính toán kết cấu móng.

2.5. Cơ sở lựa chọn sơ bộ tiết diện

2.5.1. Phân loại ô sàn

Nếu sàn liên kết với dầm giữa thì xem là ngàm, nếu dưới sàn không có dầm thì xem là tự do. Nếu sàn liên kết với dầm biên thì xem là khớp, nhưng thiên về an toàn ta lấy cốt thép ở biên ngàm để bố trí cho cả biên khớp. Khi dầm biên lớn ta có thể xem là ngàm.

- Khi $l_2/l_1 \leq 2$: Bản làm việc theo cả 2 phương. Bản kê bốn cạnh

- Khi $l_2/l_1 > 2$: Bản chủ yếu làm việc theo phương cạnh ngắn. Bản loại dầm.

Trong đó: l_1 : kích thước theo phương cạnh ngắn.

l_2 : kích thước theo phương cạnh dài.

Bản loại dầm: $m = 30 \div 35$

Bản kê 4 cạnh: $m = 40 \div 45$

Bản console: $m = 10 \div 18$.

2.5.2. Cơ sở lựa chọn sơ bộ chiều dày bản sàn

Lựa chọn chiều dày bản sàn theo công thức sau: $h_b = \frac{D}{m} l$

Trong đó:

+ l : chiều dài cạnh ngắn ô sàn.

+ m : hệ số phụ thuộc vào sự làm việc của ô sàn. Với bản loại dầm: $m = 30 \div 35$, bản kê 4 cạnh: $m = 40 \div 45$, bản console: $m = 10 \div 18$.

+ $D = 0,8 \div 1,4$ phụ thuộc tải trọng, tải trọng lớn thì lấy D lớn.

Ví dụ sơ bộ tiết diện ô sàn S4-3

Ô sàn có chiều dài các cạnh $L_1 = 4\text{m}$, $L_2 = 4.4\text{m}$

Công năng của ô sàn: Phòng học, làm việc => Vậy chọn $D = 1.1$, do hoạt tải tác động thường xuyên lên ô sàn.

Ta có tỉ số: $k = L_2/L_1 = 1.1 \Rightarrow$ Ô sàn thuộc loại sàn bản kê 4 cạnh, vậy chiều cao yêu cầu tối thiểu của ô sàn:

$h_b = D/m.l$; $m = 40-45 \Rightarrow h_b = (98-110)\text{mm}$

Ta chọn $h_b = 120\text{mm}$

Ví dụ sơ bộ tiết diện ô sàn S5-3

Ô sàn có chiều dài các cạnh $L_1 = 1.4\text{m}$, $L_2 = 3.6\text{m}$

Công năng của ô sàn: Sảnh, hành lang => Vậy chọn $D = 1.2$, do hoạt tải tác động thường xuyên lên ô sàn.

Ta có tỉ số: $k = L_2/L_1 = 2.57 \Rightarrow$ Ô sàn thuộc loại sàn bản loại dầm, vậy chiều cao yêu cầu tối thiểu của ô sàn:

$h_b = D/m.l$; $m = 30-35 \Rightarrow h_b = (48-56)\text{mm}$

Ta chọn $h_b = 100\text{mm}$

Tương tự cho các ô sàn khác, ta có bảng tính toán sơ bộ kích thước các ô sàn trong công trình như bảng bên dưới:

Bảng 4: Sơ bộ kích thước sàn

SƠ BỘ TIẾT DIỆN SÀN											
Tên ô sàn	Kích thước		Tỉ số $k=L_2/L_1$	Loại bản			m		hs		Chọn hs
	L1	L2		Bản kê 4 cạnh	Bản Console	Bản dầm	m1	m2	hs1	hs2	
	mm	mm	mm				mm	mm	mm	mm	
S2-1	1400	4000	2.86			X	30	35	51	44	120
S2-2	1400	2300	1.64	X			40	45	39	34	120
S2-3	1400	3600	2.57			X	30	35	51	44	120
S2-4	1400	1400	1.00	X			40	45	39	34	120
S2-5	3900	4000	1.03	X			40	45	107	95	120
S2-6	2300	3900	1.70	X			40	45	69	61	120
S2-7	3600	3900	1.08	X			40	45	99	88	120
S2-8	1400	3900	2.79			X	30	35	51	44	120
S2-9	2800	3600	1.29	X			40	45	84	75	120
S2-10	2300	3600	1.57	X			40	45	63	56	120
S2-11	2300	4000	1.74	X			40	45	69	61	120
S2-12	2300	2300	1.00	X			40	45	69	61	120
S2-13	3500	3600	1.03	X			40	45	96	86	100
S2-14	2300	7000	3.04			X	30	35	92	79	120
S2-15	1400	4800	3.43			X	30	35	51	44	120
S2-16	3550	4800	1.35	X			40	45	107	95	120
S2-17	3500	4000	1.14	X			40	45	96	86	120
S2-18	3800	4800	1.26	X			40	45	105	93	100
S2-19	3100	4800	1.55	X			40	45	85	76	120
S2-20	2300	4800	2.09			X	30	35	84	72	120
S2-21	750	8000	10.67			X	30	35	33	28	120
S2-22	3600	4000	1.11	X			40	45	108	96	120
S2-23	3900	4000	1.03	X			40	45	117	104	120
S2-24	2300	3900	1.70	X			40	45	69	61	120
S2-25	2300	3900	1.70	X			40	45	69	61	120

Tên ô sàn	Kích thước		Tỉ số	Loại bản			m		hs		Chọn hs
	L1	L2	k=l2/l1	Bản kê	Bản	Bản	m1	m2	hs1	hs2	
	mm	mm		4 cạnh	Console				mm	mm	
S2-26	2300	3900	1.70	X			40	45	69	61	120
S2-27	2300	3900	1.70	X			40	45	69	61	120
S2-28	2300	3900	1.70	X			40	45	69	61	120
S2-29	3500	4000	1.14	X			40	45	88	78	120
S2-5T	3900	4000	1.03	X			40	45	107	95	120
S2-13T	3500	3600	1.03	X			40	45	96	86	120
S2-17T	3500	4000	1.14	X			40	45	96	86	120
S2-18T	3800	4800	1.26	X			40	45	105	93	120

=> Chọn bề dày sàn dày 120mm

=> Sàn vè sinh dày 100mm

2.5.3. Chọn sơ bộ tiết diện dầm

$$h_{dc} = \left(\frac{1}{15} \div \frac{1}{10} \right) L \text{ (mm)}$$

$$h_{dp} = \left(\frac{1}{20} \div \frac{1}{15} \right) L \text{ (mm)}$$

$$b = (0,3 - 0,5)h_d$$

Trong đó:

h_{dc} : Chiều cao của dầm chính

h_{dp} : Chiều cao của dầm phụ

b : Chiều rộng của dầm

Bảng 5: Sơ bộ kích thước dầm

Nhịp dầm (mm)	Loại dầm	h (mm)	h _c (mm)	b (mm)	b _c (mm)	Tiết diện bxh (mm)
1400	Dầm chính	117 - 175	500	150 - 250	300	300 x 500
7200	Dầm chính	600 - 900	700	210 - 350	300	300 x 700
2300	Dầm chính	192 - 288	500	150 - 250	300	300 x 500
8000	Dầm chính	667 - 1000	700	210 - 350	300	300 x 700
3600	Dầm chính	300 - 450	500	150 - 250	300	300 x 500
4800	Dầm chính	400 - 600	500	150 - 250	300	300 x 500
4000	Dầm chính	333 - 500	500	150 - 250	300	300 x 500
7800	Dầm chính	650 - 975	700	210 - 350	300	300 x 700
7000	Dầm chính	583 - 875	700	210 - 350	300	300 x 700
1400	Dầm phụ	70 - 117	300	90 - 150	200	200 x 300
3600	Dầm phụ	180 - 300	300	90 - 150	200	200 x 300
4000	Dầm phụ	200 - 333	300	90 - 150	200	200 x 300
3600	Dầm phụ	180 - 300	300	90 - 150	200	200 x 300
2300	Dầm phụ	115 - 192	300	90 - 150	200	200 x 300
4800	Dầm phụ	240 - 400	300	90 - 150	200	200 x 300
3900	Dầm phụ	195 - 325	300	90 - 150	200	200 x 300

=> Từ bảng sơ bộ kích thước chọn được kích thước cấu kiện:

+ Dầm chính: 300x700, 300 x 500

+ Dầm phụ: 200x300

2.5.4. Chọn sơ bộ tiết diện cột

Kích thước tiết diện cột được tính theo công thức

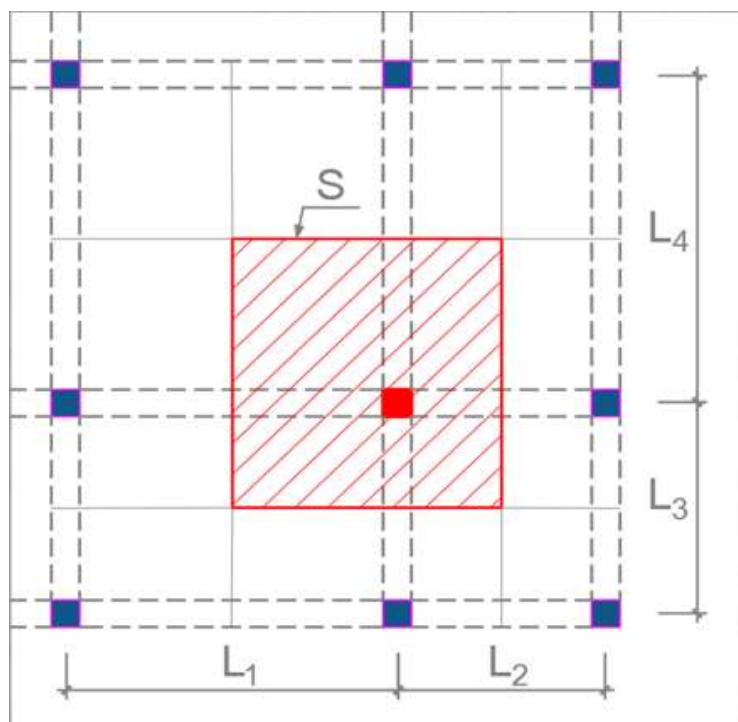
$$A = \frac{k.N}{R_b}$$

Trong đó:

R_b : Cường độ chịu nén của bê tông

k : hệ số xét đến ảnh hưởng momen uốn với cột giữa $k = 1,1$; cột biên $k = 1,3$ và cột góc $k = 1,5$

S_i : Diện tích mặt sàn truyền tải trọng lên cột đang xét.



$Q_i = 10 - 14$ kN/m² đối với sàn có chiều dày trung bình 10-14cm

m : Số sàn trên diện tích đang xét

$N = m.Q.S$: Lực nén được tính gần đúng:

Kiểm tra tiết diện (kiểm tra độ mảnh):

Căn cứ mục 10.2.2 TCVN 5574:2018 – Tiêu chuẩn quốc gia về thiết kế kết cấu bê tông cốt thép: Để đảm bảo độ cứng của các cấu kiện chịu nén lệch tâm thì kích thước

tiết diện của chúng nên lấy sao cho độ mảnh L_0/i của các cấu kiện này theo phương bất kỳ không vượt quá:

200 – đối với các cấu kiện bê tông cốt thép

120 – đối với cột nhà

90 – đối với các cấu kiện bê tông

+ Đối với tiết diện cột vuông, chữ nhật: $\lambda = l_0/b$, $i = b$

+ Đối với tiết diện cột tròn, $\lambda = l_0/i$, $i = 0.25D$, i là bán kính quán tính cột, D

là đường kính tiết diện cột.

Chiều dài tính toán cột nhà nhiều tầng nhiều nhịp $l_0 = 0,7l$ với l và b là chiều dài dọc cột và chiều rộng ngang cột.

Dự án trường TH Trần Văn Dư với việc định vị cột tầng 2,3 là giống nhau, kết hợp với các công thức ở trên, ta có bảng sơ bộ tiết diện cột cho tầng 2, 3 của dự án.

Ví dụ chọn tiết diện cho cột góc C1-A

- Chiều cao cột C1-A: $H = 3,9m$

- Cường độ bê tông B25, $R_b = 14,5 Mpa$

$$A = \frac{k.N}{R_b} = \frac{1.5 \times 14 \times 3 \times 14.04}{14.5} = 610 cm^2$$

=> Chọn được tiết diện cột 300x500

- Kiểm tra điều kiện ổn định

$$l_0 = 0,7l = 0,7 \cdot 3,9 = 2,73 m$$

$$\Rightarrow \lambda = l_0/b = 2,73/3 = 0,091 < 30 \text{ (Đạt)}$$

Bảng 6: Sơ bộ kích thước cột

Tầng	Tên cột	Loại cột	k	N	A _{yc}	h _c	b _{yc}	b _c	Chiều cao tầng	Lo = 0.7H	λ	Kiểm tra
				kN	(cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(m)	m		
1	C1-A	Cột góc	1.5	589.7	610	50	12	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C1-B	Cột giữa	1.2	1408.7	1166	50	23	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C1-C	Cột giữa	1.2	1408.7	1166	50	23	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C1-D	Cột giữa	1.2	1408.7	1166	50	23	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C1-E	Cột giữa	1.2	1408.7	1166	50	23	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C1-F	Cột giữa	1.2	1408.7	1166	50	23	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C1-G	Cột biên	1.3	704.3	631	50	13	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C1-H	Cột biên	1.3	207.7	186	50	4	20	3.9	2.73	14	Đạt
1	C1-J	Cột giữa	1.2	839.8	695	50	14	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C1-K	Cột biên	1.3	632.1	567	50	11	30	3.9	2.73	9	Đạt

Tầng	Tên cột	Loại cột	k	N	Ayc	h _c	b _{yc}	b _c	Chiều cao tầng	Lo = 0.7H	λ	Kiểm tra
				kN	(cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(m)	m		
1	C2-A	Cột giữa	1.2	917.7	759	50	15	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C2-B	Cột giữa	1.2	483.2	400	50	8	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C2-C	Cột giữa	1.2	483.2	400	50	8	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C2-D	Cột giữa	1.2	483.2	400	50	8	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C2-E	Cột giữa	1.2	483.2	400	50	8	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C2-F	Cột giữa	1.2	483.2	400	50	8	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C2-G	Cột biên	1.3	241.6	217	50	4	20	3.9	2.73	14	Đạt
1	C2-H	Cột biên	1.3	142.5	128	50	3	20	3.9	2.73	14	Đạt
1	C2-J	Cột giữa	1.2	359.3	297	50	6	20	3.9	2.73	14	Đạt
1	C2-K	Cột biên	1.3	154.9	139	50	3	20	3.9	2.73	14	Đạt
1	C3-A	Cột giữa	1.2	350.6	290	50	6	20	3.9	2.73	14	Đạt
1	C3-B	Cột giữa	1.2	516.0	427	50	9	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C3-C	Cột giữa	1.2	516.0	427	50	9	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C3-D	Cột giữa	1.2	516.0	427	50	9	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C3-E	Cột giữa	1.2	516.0	427	50	9	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C3-F	Cột giữa	1.2	516.0	427	50	9	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C3-G	Cột biên	1.3	188.4	169	50	3	20	3.9	2.73	14	Đạt
1	C3-H	Cột biên	1.3	171.5	154	50	3	20	3.9	2.73	14	Đạt
1	C3-J	Cột giữa	1.2	432.4	358	50	7	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C3-K	Cột giữa	1.2	365.3	302	50	6	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C4-H	Cột biên	1.3	212.5	191	50	4	20	3.9	2.73	14	Đạt
1	C4-J	Cột giữa	1.2	535.9	444	50	9	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C4-K	Cột giữa	1.2	452.8	375	50	7	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C5-H	Cột biên	1.3	193.2	173	50	3	20	3.9	2.73	14	Đạt
1	C5-J	Cột giữa	1.2	487.2	403	50	8	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C5-K	Cột giữa	1.2	411.6	341	50	7	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C6-H	Cột biên	1.3	193.2	173	50	3	20	3.9	2.73	14	Đạt
1	C6-J	Cột giữa	1.2	487.2	403	50	8	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C6-K	Cột giữa	1.2	411.6	341	50	7	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C7-J	Cột giữa	1.2	487.2	403	50	8	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C7-K	Cột giữa	1.2	411.6	341	50	7	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C8-H	Cột biên	1.3	193.2	173	50	3	20	3.9	2.73	14	Đạt
1	C8-J	Cột giữa	1.2	487.2	403	50	8	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C8-K	Cột giữa	1.2	411.6	341	50	7	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C9-H	Cột biên	1.3	193.2	173	50	3	20	3.9	2.73	14	Đạt
1	C9-J	Cột giữa	1.2	487.2	403	50	8	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C9-K	Cột giữa	1.2	411.6	341	50	7	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C10-H	Cột biên	1.3	193.2	173	50	3	20	3.9	2.73	14	Đạt
1	C10-J	Cột giữa	1.2	487.2	403	50	8	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C10-K	Cột giữa	1.2	411.6	341	50	7	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C11-J	Cột giữa	1.2	432.4	358	50	7	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C11-K	Cột giữa	1.2	365.3	302	50	6	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C12-H	Cột giữa	1.2	205.1	170	50	3	20	3.9	2.73	14	Đạt
1	C12-J	Cột giữa	1.2	383.7	318	50	6	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C12-K	Cột giữa	1.2	324.1	268	50	5	20	3.9	2.73	14	Đạt

Tầng	Tên cột	Loại cột	k	N	Ayc	h _c	b _{yc}	b _c	Chiều cao tầng	Lo = 0.7H	λ	Kiểm tra
				kN	(cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(m)	m		
1	C13-J	Cột giữa	1.2	487.2	403	50	8	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C13-K	Cột giữa	1.2	411.6	341	50	7	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C14-H	Cột biên	1.3	130.2	117	50	2	20	3.9	2.73	14	Đạt
1	C14-J	Cột biên	1.3	243.6	218	50	4	20	3.9	2.73	14	Đạt
1	C14-K	Cột biên	1.3	205.8	185	50	4	20	3.9	2.73	14	Đạt
1	C5'-A	Cột giữa	1.2	445.2	368	50	7	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C5'-B	Cột giữa	1.2	655.2	542	50	11	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	CT5'	Cột biên	1.3	193.2	173	50	3	20	3.9	2.73	14	Đạt
1	C6'-A	Cột giữa	1.2	510.7	423	50	8	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	C6'-B	Cột giữa	1.2	407.0	337	50	7	30	3.9	2.73	9	Đạt
1	CT6'	Cột biên	1.3	183.5	165	50	3	20	3.9	2.73	14	Đạt
1	C7'-A	Cột góc	1.5	189.0	196	50	4	20	3.9	2.73	14	Đạt
1	C7'-B	Cột biên	1.3	192.8	173	50	3	20	3.9	2.73	14	Đạt
2	C1-A	Cột góc	1.5	365.0	378	50	8	30	3.6	2.52	8	Đạt
2	C1-B	Cột giữa	1.2	872.0	722	50	14	30	3.6	2.52	8	Đạt
2	C1-C	Cột giữa	1.2	872.0	722	50	14	30	3.6	2.52	8	Đạt
2	C1-D	Cột giữa	1.2	872.0	722	50	14	30	3.6	2.52	8	Đạt
2	C1-E	Cột giữa	1.2	872.0	722	50	14	30	3.6	2.52	8	Đạt
2	C1-F	Cột giữa	1.2	872.0	722	50	14	30	3.6	2.52	8	Đạt
2	C1-G	Cột biên	1.3	436.0	391	50	8	30	3.6	2.52	8	Đạt
2	C1-H	Cột biên	1.3	128.6	115	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C1-J	Cột giữa	1.2	519.9	430	50	9	30	3.6	2.52	8	Đạt
2	C1-K	Cột biên	1.3	391.3	351	50	7	30	3.6	2.52	8	Đạt
2	C2-A	Cột giữa	1.2	568.1	470	50	9	30	3.6	2.52	8	Đạt
2	C2-B	Cột giữa	1.2	299.1	248	50	5	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C2-C	Cột giữa	1.2	299.1	248	50	5	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C2-D	Cột giữa	1.2	299.1	248	50	5	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C2-E	Cột giữa	1.2	299.1	248	50	5	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C2-F	Cột giữa	1.2	299.1	248	50	5	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C2-G	Cột biên	1.3	149.6	134	50	3	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C2-H	Cột biên	1.3	88.2	79	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C2-J	Cột giữa	1.2	222.4	184	50	4	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C2-K	Cột biên	1.3	95.9	86	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C3-A	Cột giữa	1.2	217.0	180	50	4	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C3-B	Cột giữa	1.2	319.4	264	50	5	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C3-C	Cột giữa	1.2	319.4	264	50	5	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C3-D	Cột giữa	1.2	319.4	264	50	5	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C3-E	Cột giữa	1.2	319.4	264	50	5	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C3-F	Cột giữa	1.2	319.4	264	50	5	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C3-G	Cột biên	1.3	116.6	105	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C3-H	Cột biên	1.3	106.1	95	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C3-J	Cột giữa	1.2	267.7	222	50	4	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C3-K	Cột giữa	1.2	226.1	187	50	4	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C4-H	Cột biên	1.3	131.6	118	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C4-J	Cột giữa	1.2	331.8	275	50	5	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C4-K	Cột giữa	1.2	280.3	232	50	5	20	3.6	2.52	13	Đạt

Tầng	Tên cột	Loại cột	k	N	Ayc	h _c	b _{yc}	b _c	Chiều cao tầng	Lo = 0.7H	λ	Kiểm tra
				kN	(cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(m)	m		
2	C5-H	Cột biên	1.3	119.6	107	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C5-J	Cột giữa	1.2	301.6	250	50	5	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C5-K	Cột giữa	1.2	254.8	211	50	4	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C6-H	Cột biên	1.3	119.6	107	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C6-J	Cột giữa	1.2	301.6	250	50	5	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C6-K	Cột giữa	1.2	254.8	211	50	4	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C7-J	Cột giữa	1.2	301.6	250	50	5	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C7-K	Cột giữa	1.2	254.8	211	50	4	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C8-H	Cột biên	1.3	119.6	107	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C8-J	Cột giữa	1.2	301.6	250	50	5	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C8-K	Cột giữa	1.2	254.8	211	50	4	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C9-H	Cột biên	1.3	119.6	107	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C9-J	Cột giữa	1.2	301.6	250	50	5	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C9-K	Cột giữa	1.2	254.8	211	50	4	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C10-H	Cột biên	1.3	119.6	107	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C10-J	Cột giữa	1.2	301.6	250	50	5	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C10-K	Cột giữa	1.2	254.8	211	50	4	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C11-J	Cột giữa	1.2	267.7	222	50	4	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C11-K	Cột giữa	1.2	226.1	187	50	4	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C12-H	Cột giữa	1.2	126.9	105	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C12-J	Cột giữa	1.2	237.5	197	50	4	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C12-K	Cột giữa	1.2	200.7	166	50	3	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C13-J	Cột giữa	1.2	301.6	250	50	5	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C13-K	Cột giữa	1.2	254.8	211	50	4	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C14-H	Cột biên	1.3	80.6	72	50	1	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C14-J	Cột biên	1.3	150.8	135	50	3	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C14-K	Cột biên	1.3	127.4	114	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C5'-A	Cột giữa	1.2	275.6	228	50	5	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C5'-B	Cột giữa	1.2	405.6	336	50	7	30	3.6	2.52	8	Đạt
2	CT5'	Cột biên	1.3	119.6	107	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C6'-A	Cột giữa	1.2	316.2	262	50	5	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C6'-B	Cột giữa	1.2	251.9	209	50	4	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	CT6'	Cột biên	1.3	113.6	102	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C7'-A	Cột góc	1.5	117.0	121	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
2	C7'-B	Cột biên	1.3	119.3	107	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C1-A	Cột góc	1.5	168.5	174	50	3	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C1-B	Cột giữa	1.2	402.5	333	50	7	30	3.6	2.52	8	Đạt
3	C1-C	Cột giữa	1.2	402.5	333	50	7	30	3.6	2.52	8	Đạt
3	C1-D	Cột giữa	1.2	402.5	333	50	7	30	3.6	2.52	8	Đạt
3	C1-E	Cột giữa	1.2	402.5	333	50	7	30	3.6	2.52	8	Đạt
3	C1-F	Cột giữa	1.2	402.5	333	50	7	30	3.6	2.52	8	Đạt
3	C1-G	Cột biên	1.3	201.2	180	50	4	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C1-H	Cột biên	1.3	59.3	53	50	1	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C1-J	Cột giữa	1.2	239.9	199	50	4	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C1-K	Cột biên	1.3	180.6	162	50	3	20	3.6	2.52	13	Đạt

Tầng	Tên cột	Loại cột	k	N	Ayc	h _c	b _{yc}	b _c	Chiều cao tầng	Lo = 0.7H	λ	Kiểm tra
				kN	(cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(m)	m		
3	C2-A	Cột giữa	1.2	262.2	217	50	4	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C2-B	Cột giữa	1.2	138.1	114	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C2-C	Cột giữa	1.2	138.1	114	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C2-D	Cột giữa	1.2	138.1	114	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C2-E	Cột giữa	1.2	138.1	114	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C2-F	Cột giữa	1.2	138.1	114	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C2-G	Cột biên	1.3	69.0	62	50	1	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C2-H	Cột biên	1.3	40.7	36	50	1	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C2-J	Cột giữa	1.2	102.7	85	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C2-K	Cột biên	1.3	44.3	40	50	1	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C3-A	Cột giữa	1.2	100.2	83	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C3-B	Cột giữa	1.2	147.4	122	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C3-C	Cột giữa	1.2	147.4	122	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C3-D	Cột giữa	1.2	147.4	122	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C3-E	Cột giữa	1.2	147.4	122	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C3-F	Cột giữa	1.2	147.4	122	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C3-G	Cột biên	1.3	53.8	48	50	1	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C3-H	Cột biên	1.3	49.0	44	50	1	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C3-J	Cột giữa	1.2	123.5	102	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C3-K	Cột giữa	1.2	104.4	86	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C4-H	Cột biên	1.3	60.7	54	50	1	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C4-J	Cột giữa	1.2	153.1	127	50	3	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C4-K	Cột giữa	1.2	129.4	107	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C5-H	Cột biên	1.3	55.2	49	50	1	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C5-J	Cột giữa	1.2	139.2	115	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C5-K	Cột giữa	1.2	117.6	97	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C6-H	Cột biên	1.3	55.2	49	50	1	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C6-J	Cột giữa	1.2	139.2	115	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C6-K	Cột giữa	1.2	117.6	97	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C7-J	Cột giữa	1.2	139.2	115	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C7-K	Cột giữa	1.2	117.6	97	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C8-H	Cột biên	1.3	55.2	49	50	1	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C8-J	Cột giữa	1.2	139.2	115	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C8-K	Cột giữa	1.2	117.6	97	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C9-H	Cột biên	1.3	55.2	49	50	1	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C9-J	Cột giữa	1.2	139.2	115	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C9-K	Cột giữa	1.2	117.6	97	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C10-H	Cột biên	1.3	55.2	49	50	1	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C10-J	Cột giữa	1.2	139.2	115	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C10-K	Cột giữa	1.2	117.6	97	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C11-J	Cột giữa	1.2	123.5	102	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C11-K	Cột giữa	1.2	104.4	86	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C12-H	Cột giữa	1.2	58.6	48	50	1	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C12-J	Cột giữa	1.2	109.6	91	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C12-K	Cột giữa	1.2	92.6	77	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C13-J	Cột giữa	1.2	139.2	115	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C13-K	Cột giữa	1.2	117.6	97	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt

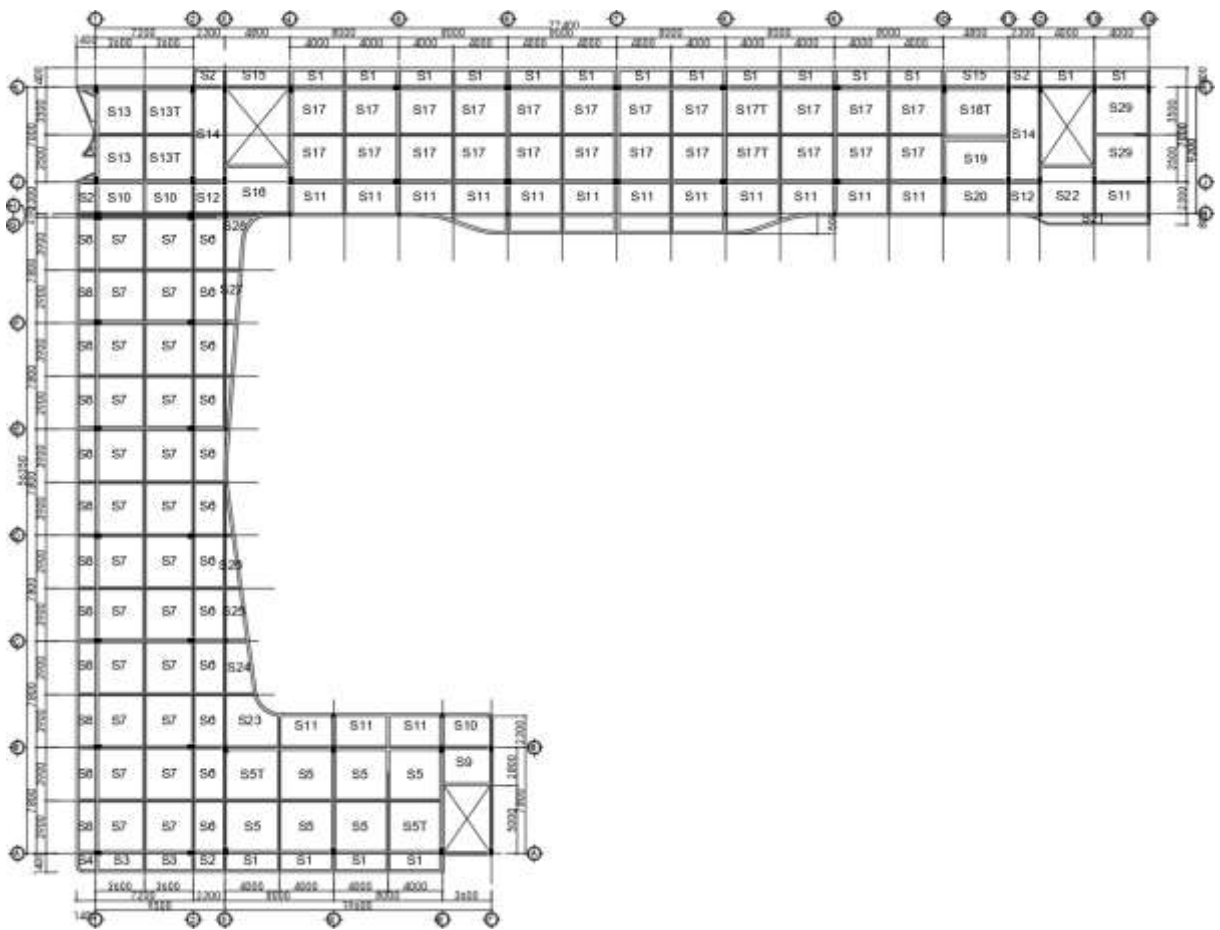
Tầng	Tên cột	Loại cột	k	N	Ayc	h _c	b _{yc}	b _c	Chiều cao tầng	Lo = 0.7H	λ	Kiểm tra
				kN	(cm ²)	(cm)	(cm)	(cm)	(m)	m		
3	C14-H	Cột biên	1.3	37.2	33	50	1	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C14-J	Cột biên	1.3	69.6	62	50	1	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C14-K	Cột biên	1.3	58.8	53	50	1	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C5'-A	Cột giữa	1.2	127.2	105	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C5'-B	Cột giữa	1.2	187.2	155	50	3	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	CT5'	Cột biên	1.3	55.2	49	50	1	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C6'-A	Cột giữa	1.2	145.9	121	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C6'-B	Cột giữa	1.2	116.3	96	50	2	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	CT6'	Cột biên	1.3	52.4	47	50	1	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C7'-A	Cột góc	1.5	54.0	56	50	1	20	3.6	2.52	13	Đạt
3	C7'-B	Cột biên	1.3	55.1	49	50	1	20	3.6	2.52	13	Đạt

CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ SÀN TẦNG ĐIỂN HÌNH

3.1. Số liệu tính toán

- Thông số vật liệu bê tông cốt thép
- Số liệu đầu vào tính toán gồm có kích thước nhịp bản sàn, công năng làm việc của tầng ô sàn.
- Tải trọng tác dụng lên sàn
- Kích thước chiều dày sàn

3.2. Sơ đồ sàn tầng điển hình:

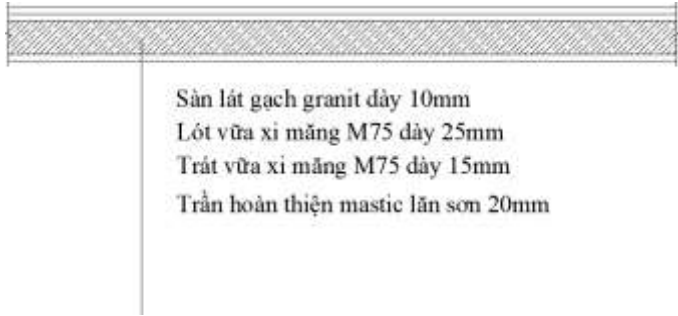
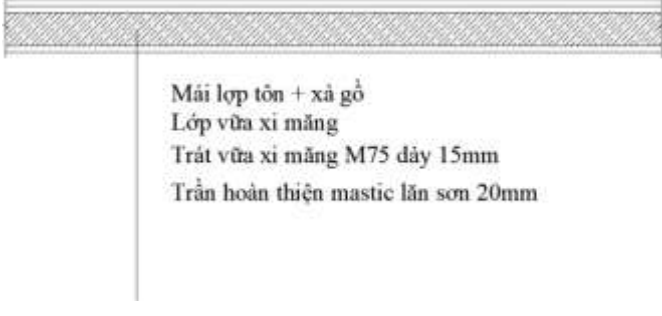
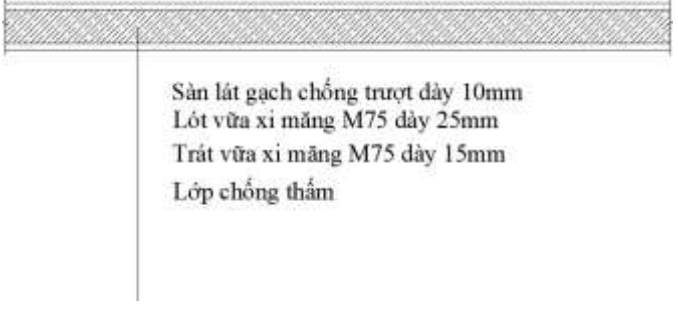
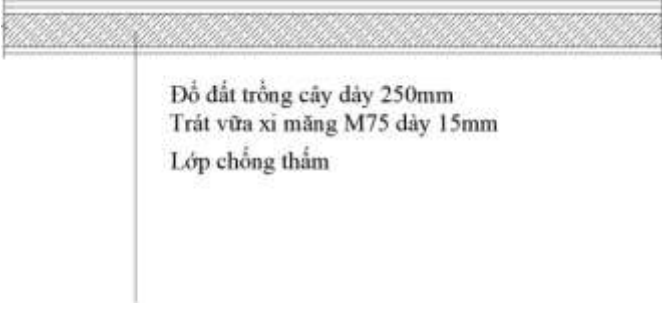


Hình 4: Sơ đồ sàn tầng 2

3.3. Xác định tải trọng tác dụng lên sàn

3.3.1. Tải trọng thường xuyên

- a) Cấu tạo các lớp mặt sàn:

 <p>Sàn lát gạch granit dày 10mm Lót vữa xi măng M75 dày 25mm Trát vữa xi măng M75 dày 15mm Trần hoàn thiện mastic lăn sơn 20mm</p> <p>Cấu tạo các lớp sàn tầng</p>	 <p>Mái lợp tôn + xà gỗ Lớp vữa xi măng Trát vữa xi măng M75 dày 15mm Trần hoàn thiện mastic lăn sơn 20mm</p> <p>Cấu tạo các lớp sàn vệ sinh</p>
 <p>Sàn lát gạch chống trượt dày 10mm Lót vữa xi măng M75 dày 25mm Trát vữa xi măng M75 dày 15mm Lớp chống thấm</p> <p>Cấu tạo các lớp sàn mái</p>	 <p>Đổ đất trồng cây dày 250mm Trát vữa xi măng M75 dày 15mm Lớp chống thấm</p> <p>Cấu tạo các lớp sàn trồng cây</p>

b) Tĩnh tải

Tĩnh tải của sàn gồm có:

- + Trọng lượng bản thân sàn BTCT
- + Tải trọng các lớp hoàn thiện sàn
- + Tải trọng tường tác dụng lên ô sàn
- + Các tải trọng thiết bị khác...

Bảng 7: Trọng lượng bản thân của các lớp vật liệu

TRỌNG LƯỢNG BẢN THÂN VẬT LIỆU		
STT	Loại vật tư	Trọng lượng riêng (kG/m ³)
1	Bê tông cốt thép	2500
2	Vữa xi măng	1800
3	Tường xây gạch rỗng	1500
4	Tường xây gạch đặc	1800
5	Bê tông	2200
6	Thép	7850

Bảng 8: Cấu tạo sàn tầng

Cấu tạo sàn tầng	Chiều dày lớp (mm)	γ (kG/m ³)	TT tiêu chuẩn (kG/m ²)	Hệ số vượt tải	TT tính toán (kG/m ²)
Sàn lát gạch granite	10	2200	22	1.2	26.4
Lót vữa xi măng M75	25	1800	45	1.3	58.5
Trát vữa xi măng M75	15	1800	27	1.3	35.1
Trần hoàn thiện mastic lăn sơn	20	1800	36	1.3	46.8
Tổng trọng lượng các lớp hoàn thiện			130		166.8

Bảng 9: Cấu tạo sàn vệ sinh

Các lớp hoàn thiện	Chiều dày lớp (mm)	γ (kG/m ³)	TT tiêu chuẩn (kG/m ²)	Hệ số vượt tải	TT tính toán (kG/m ²)
Thiết bị vệ sinh	1	22000	22	1	22
Sàn lát gạch chống trượt	10	2200	22	1.2	26.4
Lót vữa xi măng M75	25	1800	45	1.3	58.5
Lớp chống thấm	1	6000	6	1.3	7.8
Trát vữa xi măng M75	15	1800	27	1.3	35.1
Trần + hệ thống thiết bị	1	30000	30	1.2	36
Tổng trọng lượng các lớp hoàn thiện			152		185.8

Bảng 10: Cấu tạo sàn mái

Các lớp hoàn thiện	Chiều dày lớp (mm)	γ (kG/m ³)	TT tiêu chuẩn (kG/m ²)	Hệ số vượt tải	TT tính toán (kG/m ²)
Mái lợp tôn + xà gồ	1	15000	15	1.3	19.5
Lót vữa xi măng	20	1800	36	1.3	46.8
Trát vữa xi măng M75	15	1800	27	1.3	35.1
Trần hoàn thiện mastic lăn sơn	20	1800	36	1.3	46.8
Tổng trọng lượng các lớp hoàn thiện			114		148.2

Bảng 11: Cấu tạo sàn mái trồng cây

Các lớp hoàn thiện	Chiều dày lớp (mm)	γ (kG/m ³)	TT tiêu chuẩn (kG/m ²)	Hệ số vượt tải	TT tính toán (kG/m ²)
Đổ đất trồng cây dày 250mm	250	2000	500	1.1	550
Trát vữa xi măng M75	15	1800	27	1.3	35.1
Lớp chống thấm	1	6000	6	1.3	7.8
Tổng trọng lượng các lớp hoàn thiện			533		592.9

Bảng 12 Tường xây gạch nung dày 200mm

Các lớp hoàn thiện	Chiều dày lớp (m)	γ (kG/m ³)	TT tiêu chuẩn (kG/m ²)	Hệ số vượt tải	TT tính toán (kG/m ²)
Vữa trát tường	0.03	1800	54	1.3	70.2
Gạch không nung	0.2	1500	300	1.1	330
Tải trọng tường			354		400.2
Tải tường có kể đến cửa lấy 0.75			265.5		300.15

Bảng 13: Tường xây gạch rỗng dày 100mm

Các lớp hoàn thiện	Chiều dày lớp (m)	γ (kG/m ³)	TT tiêu chuẩn (kG/m ²)	Hệ số vượt tải	TT tính toán (kG/m ²)
Vữa trát tường	0.03	1800	54	1.3	70.2
Gạch xây	0.1	1500	0.15	1.1	0.165
Tải trọng tường			54.15		70.365
Tải tường có kể đến cửa lấy 0.75			40.6125		52.77375

c) Hoạt tải

- Hoạt tải sử dụng

Dựa vào công năng sử dụng để xác định hoạt tải sử dụng cho công trình dưới dạng tải phân bố đều lên các cấu kiện theo TCVN 2737-2023: Tải trọng và tác động – Tiêu chuẩn thiết kế

$$p^{tt} = p^{tc} \cdot n_p$$

Trong đó:

p^{tc} : tải trọng tiêu chuẩn lấy theo bảng 3 TCVN 2737:2023, phụ thuộc vào công năng cụ thể của các phòng.

n_p : Hệ số độ tin cậy

Bảng 14: Hoạt tải sử dụng

STT	Loại phòng	Tải tiêu chuẩn p^{tc} (kN/m ²)	Hệ số độ tin cậy γ_r	Tải tính toán p^{tt} (kN/m ²)
1	Phòng học, phòng kỹ thuật, phòng làm việc	2	1.3	2.6
2	Khu vệ sinh	2	1.3	2.6
3	Cầu thang bộ	3	1.3	3.9
4	Thư viện	4	1.3	5.2
5	Phòng hội trường	5	1.3	6.5
6	Sảnh, hành lang	3	1.3	3.9
7	Sàn ban công	2.5	1.3	3.25
8	Sàn mái	0.3	1.3	0.39
9	Sàn kho	5	1.3	6.5

3.4. Xác định nội lực

Với hệ lưới dầm đã bố trí, mặt bằng sàn được chia thành các ô sàn. Ta quan niệm các ô sàn làm việc độc lập với nhau: tải trọng tác dụng lên ô sàn này không gây ra nội lực trong các ô sàn lân cận (quan niệm này không được chính xác nhưng được áp dụng vì cách tính đơn giản, nếu không: cần tính và tổ hợp nội lực trong sàn - xem thêm giáo trình KC BTCT). Vì quan niệm rằng các ô sàn làm việc độc lập nên ta xét riêng từng ô sàn để tính.

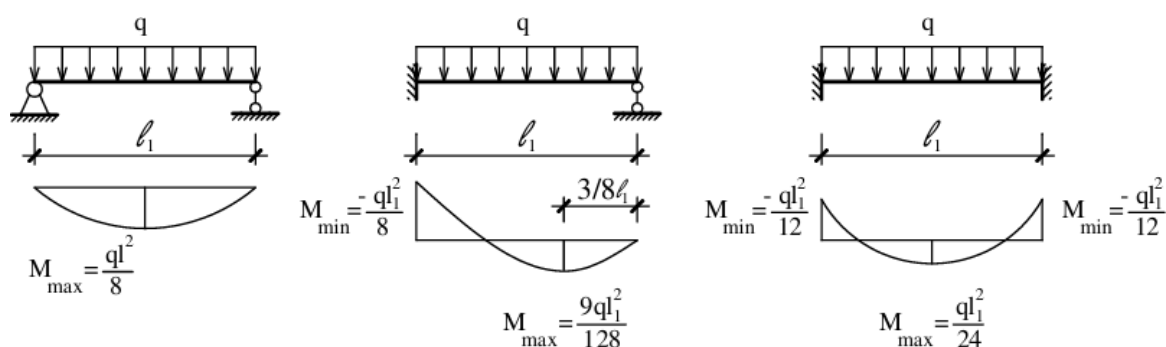
3.4.1. Xác định nội lực trong bản sàn

Cắt dải bản rộng 1m theo phương cạnh ngắn (vuông góc cạnh dài) và xem như 1 dầm. Tải trọng phân bố đều tác dụng lên dầm: $q = (p + g) \cdot 1\text{m}$ (kN/m)

Tùy thuộc vào liên kết cạnh bản mà có sơ đồ tính đối với dầm trong bản

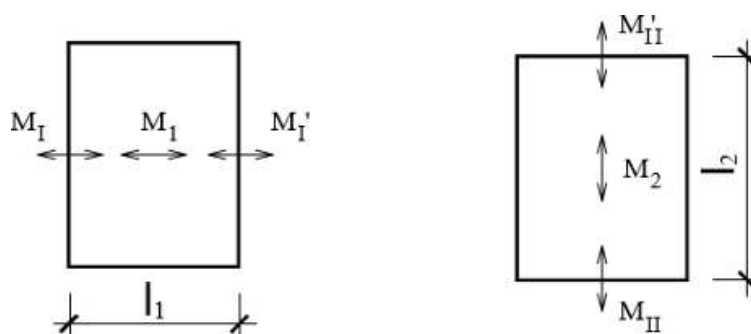
Trong đó: $q = g + p$: tải trọng phân bố đều tác dụng lên ô sàn

l_1 : chiều dài cạnh ngắn của ô sàn.



3.4.2. Xác định nội lực trong bản kê 4 cạnh

Xét từng ô bản có 6 momen



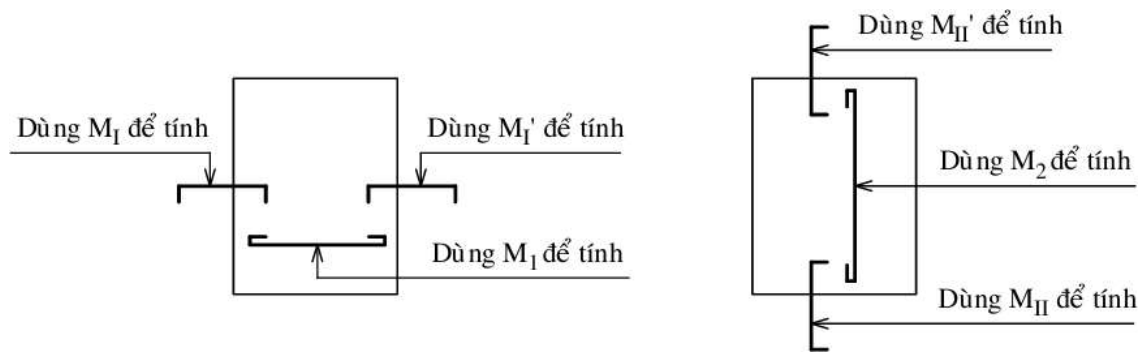
Hình 5: Momen theo phương cạnh ngắn, cạnh dài

- M_1, M_I, M_I' : dùng để tính cốt thép đặt dọc cạnh ngắn.

($M_I' = 0$ nếu là biên khớp, $M_I' = M_I$ nếu là biên ngàm).

- M_2, M_{II}, M_{II}' : dùng để tính cốt thép đặt dọc cạnh dài.

($M_{II}' = 0$ nếu là biên khớp, $M_{II}' = M_{II}$ nếu là biên ngàm).



Hình 6: Momen dùm để tính thép sàn

$$\text{Với } M_1 = \alpha_1 \cdot (g + p) \cdot l_1 \cdot l_2$$

$$M_I = -\beta_1 \cdot (g + p) \cdot l_1 \cdot l_2$$

$$M_2 = \alpha_2 \cdot (g + p) \cdot l_1 \cdot l_2$$

$$M_{II} = -\beta_2 \cdot (g + p) \cdot l_1 \cdot l_2$$

Trong đó: $+ q_s = g_s + p_s$ tổng tải trọng tác dụng lên ô sàn

+ l_1, l_2 : lần lượt chiều dài cạnh ngắn và cạnh dài ô sàn

+ $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$: hệ số phụ thuộc vào sơ đồ tính ô bản và tỷ số l_2/l_1 , xác định bằng cách tra Phụ lục của giáo trình KCBTCT hoặc các sổ tay kết cấu, nếu l_1/l_2 là số lẻ thì cần phải nội suy.

3.5. Tính toán cốt thép:

- Tính thép bản như kết cấu kiện chịu uốn có bề rộng $b = 1\text{m} = 1000\text{mm}$, chiều cao $h =$ chiều dày sàn.

- Xác định $\alpha_M = \frac{M}{R \cdot b \cdot h^2}$ (Kiểm tra điều kiện $\alpha_M < \alpha_R$)

Nếu $\alpha_M > \alpha_R$: tăng chiều dày hoặc tăng cấp độ bê tông.

α_R : Xác định bằng cách tra Phụ lục của giáo trình KCBTCT phụ thuộc nhóm cốt thép và cấp bền bê tông, ứng với $g_{b2} = 1$.

- Sau khi tính α_M và thỏa mãn $\alpha_M < \alpha_R$

$$\Rightarrow \zeta = 0,5 \cdot (1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m})$$

$$\Rightarrow A_s = \frac{M_1}{\zeta \cdot R_s \cdot h}$$

3.6. Các yêu cầu chọn và bố trí thép sàn

Diện tích cốt thép A_s được xác định ở trên xem như bố trí cho 1 m chiều dài bản. Khi thiết kế cốt thép sàn ta thường chọn đường kính và tính toán khoảng cách các thanh thép. Chọn đường kính thép: chọn $\varnothing 6; 8; 10; \dots$ đồng thời thỏa mãn điều kiện $\varnothing \leq h/10$.

$$\text{Từ đẳng thức } \frac{A_s}{1000\text{mm}} = \frac{a_s}{S^{TT}}$$

a_s : Diện tích 1 thanh thép

S^{TT} : khoảng cách cốt thép theo tính toán

$$\Rightarrow S^{TT} = \frac{a_s \cdot 1000}{A_s}$$

- Tính hàm lượng cốt thép $\mu\% = \frac{A_s}{b \cdot h_0} \cdot 100$

- Trong sàn $\mu = 0,3\% - 0,9\%$ là hợp lý và $\mu > \mu_{\min} = 0,05\%$ (thường lấy 0,1%).

- Việc bố trí cốt thép cần phải phối hợp cốt thép giữa các ô sàn với nhau, khoảng cách cốt thép bố trí $S^{BT} \leq S^{TT}$. Tính lại diện tích cốt thép bố trí theo khoảng cách S^{BT}

$$A_s^{BT} = \frac{a_s \cdot 1000}{S^{BT}}$$

- Kết quả tính toán nội lực và thép trong sàn nên lập thành bảng để tiện theo dõi, kiểm tra.

- Khoảng cách lớp bảo vệ: $a_{bv} = 10 \text{ mm}$ đối với $h \leq 100\text{mm}$

- Khoảng cách lớp bảo vệ: $a_{bv} = 115 \text{ mm}$ đối với $h > 100\text{mm}$

- Khoảng cách giữa các cốt thép chịu lực $a = 70 \div 200\text{mm}$.

- Cốt thép phân bố (cốt thép đặt theo phương cạnh dài đối với sàn bản dầm) không ít hơn 10% cốt chịu lực nếu $l_2/l_1 \geq 3$; không ít hơn 20% cốt chịu lực nếu $l_2/l_1 < 3$. Khoảng cách các thanh $\leq 350\text{mm}$, đường kính cốt thép phân bố \leq đường kính cốt thép chịu lực.

Cốt thép phân bố có tác dụng

+ Chống nứt do bê tông co ngót.

+ Cố định cốt chịu lực.

+ Truyền tải sang vùng xung quanh tránh tập trung ứng suất.

+ Chịu ứng suất nhiệt.

+ Giảm sự mở rộng khe nứt.

3.6.1. VD tính toán ô sàn S2-5 (Phòng học phòng làm việc)

Tải trọng tác dụng ô sàn S2-5

- Tĩnh tải

Cấu tạo sàn tầng	Chiều dày lớp (mm)	γ (kG/m ³)	TT tiêu chuẩn (kG/m ²)	Hệ số vượt tải	TT tính toán (kG/m ²)
Sàn lát gạch granite	10	2200	22	1.2	26.4
Lót vữa xi măng M75	25	1800	45	1.3	58.5
Trát vữa xi măng M75	15	1800	27	1.3	35.1
Bản BTCT	120	2500	300	1.1	330
Trần hoàn thiện mastic lăn sơn	20	1800	36	1.3	46.8
Tổng trọng lượng các lớp hoàn thiện			430		496.8

- Hoạt tải

STT	Loại phòng	Tải tiêu chuẩn p ^{tc} (kN/m ²)	Hệ số độ tin cậy γ_r	Tải tính toán p _{ttts} (kN/m ²)
1	Phòng học, phòng kỹ thuật, phòng làm việc	2	1.3	2.6
2	Khu vệ sinh	2	1.3	2.6
3	Cầu thang bộ	3	1.3	3.9
4	Thư viện	4	1.3	5.2
5	Phòng hội trường	5	1.3	6.5
6	Sảnh, hành lang	3	1.3	3.9
7	Sàn ban công	2.5	1.3	3.25
8	Sàn mái	0.3	1.3	0.39
9	Sàn kho	5	1.3	6.5

- Tính toán nội lực

Sơ đồ tính $l_2/l_1 = 1.03 < 2 \Rightarrow$ Bản kê 4 cạnh

Tra giá trị $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$ phụ lục giáo trình KCBTC.

$$\alpha_1 = 0.0183$$

$$\alpha_2 = 0.0175$$

$$\beta_1 = 0.0427$$

$$\beta_2 = 0.0405$$

$$\Rightarrow M_1 = 0.0183 \times (2.6 + 4.97) \times 3.9 \times 4 = 2.16 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\Rightarrow M_2 = 0.0175 \times (2.6 + 4.97) \times 3.9 \times 4 = 2.07 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\Rightarrow M_I = 0.0427 \times (2.6 + 4.97) \times 3.9 \times 4 = 5.05 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\Rightarrow M_{II} = 0.0405 \times (2.6 + 4.97) \times 3.9 \times 4 = 4.79 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- Tính toán cốt thép

$$\text{Thép CB300V} \Rightarrow R_s = 260 \text{ MPa, } \xi_R = 0.623$$

$$\text{Bê tông B25} \Rightarrow R_b = 14.5 \text{ MPa}$$

$$\text{Chọn } a = 15 \text{ mm} \Rightarrow h_0 = 105 \text{ mm}$$

a) Tiết diện nhịp

- Cốt thép chịu momen theo phương cạnh ngắn

$$\alpha_M = \frac{M}{R \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{2.16 \times 10^6}{14.5 \times 1000 \times 105^2} = 0.014 < \alpha_R = 0.446$$

$$\zeta = 0.5 \cdot (1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}) = 0.993$$

$$\Rightarrow A_s = \frac{M_1}{\zeta \cdot R_s \cdot h_0} = 79.75 \text{ mm}^2$$

$$\text{- Hàm lượng cốt thép } \mu_{\min} = 0.05\% \leq \mu\% = \frac{A_s}{b \cdot h_0} \cdot 100 = 0.08\%$$

$$\Rightarrow \text{Chọn thép } \Phi 10 \text{ a} 200 \Rightarrow A_{sch} = 393 \text{ mm}^2$$

- Cốt thép chịu momen theo phương cạnh dài

$$\alpha_M = \frac{M}{R \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{2.07 \times 10^6}{14.5 \times 1000 \times 105^2} = 0.013 < \alpha_R = 0.446$$

$$\zeta = 0.5 \cdot (1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}) = 0.993$$

$$\Rightarrow A_s = \frac{M_1}{\zeta \cdot R_s \cdot h_0} = 76.15 \text{ mm}^2$$

$$\text{- Hàm lượng cốt thép } \mu_{\min} = 0.05\% \leq \mu\% = \frac{A_s}{b \cdot h_0} \cdot 100 = 0.08\%$$

$$\Rightarrow \text{Chọn thép } \Phi 10 \text{ a} 200 \Rightarrow A_{sch} = 393 \text{ mm}^2$$

b) Tiết diện gối

- Cốt thép chịu momen theo phương cạnh ngắn

$$\alpha_M = \frac{M}{R \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{5.05 \times 10^6}{14.5 \times 1000 \times 105^2} = 0.032 < \alpha_R = 0.429$$

$$\zeta = 0.5 \cdot (1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}) = 0.984$$

$$\Rightarrow A_s = \frac{M_1}{\zeta_s \cdot R_s \cdot h_0} = 187.83 \text{ mm}^2$$

- Hàm lượng cốt thép $\mu_{\min} = 0,05\% \leq \mu\% = \frac{A_s}{b \cdot h_0} \cdot 100 = 0.18\%$

$$\Rightarrow \text{Chọn thép } \Phi 10a100 \Rightarrow A_{sch} = 785.4 \text{ mm}^2$$

- Cốt thép chịu momen theo phương cạnh dài

$$\alpha_M = \frac{M}{R \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{4.79 \times 10^6}{14.5 \times 1000 \times 105^2} = 0.03 < \alpha_R = 0,429$$

$$\zeta = 0,5 \cdot (1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}) = 0.985$$

$$\Rightarrow A_s = \frac{M_1}{\zeta_s \cdot R_s \cdot h_0} = 177.99 \text{ mm}^2$$

- Hàm lượng cốt thép $\mu_{\min} = 0,05\% \leq \mu\% = \frac{A_s}{b \cdot h_0} \cdot 100 = 0.18\%$

$$\Rightarrow \text{Chọn thép } \Phi 10a100 \Rightarrow A_{sch} = 785.4 \text{ mm}^2$$

3.6.2. VD tính toán ô sàn S2-14 (Sảnh, hành lang)

Sàn S2-14 có kích thước 2,3 x 7m

Sơ đồ tính $l_2/l_1 = 7/2,3 = 3,04 \Rightarrow$ Sàn làm việc một phương

Tải trọng tính toán $q=(g+p) = (4,97+3,9)=8,87 \text{ kN/m}^2$

$$\text{Xác định nội lực tại nhịp } M = \frac{ql^2}{24} = \frac{8,84 \cdot 2,3^2}{24} = 1.96 \text{ kNm}$$

$$\text{Xác định nội lực tại gối } M = \frac{ql^2}{12} = \frac{8,87 \cdot 2,3^2}{12} = 3,91 \text{ kNm}$$

Tính toán bố trí cốt thép ô sàn S2-14

$$\alpha_{M1} = \frac{M}{R \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{1.96 \times 10^6}{14.5 \times 1000 \times 105^2} = 0.01 < \alpha_R = 0,429$$

$$\alpha_{M2} = \frac{M}{R \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{3,91 \times 10^6}{14.5 \times 1000 \times 105^2} = 0,02 < \alpha_R = 0,429$$

$$\zeta_1 = 0,5 \cdot (1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}) = 0,99$$

$$\zeta_2 = 0,5 \cdot (1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}) = 0,99$$

$$A_{s1} = \frac{M_1}{\zeta \cdot R_s \cdot h_0} = 72 \text{mm}^2$$

$$A_{s2} = \frac{M_2}{\zeta \cdot R_s \cdot h_0} = 145,03 \text{mm}^2$$

-Kiểm tra hàm lượng cốt thép

$$+ \text{Tại nhịp } \mu_{\min} = 0,05\% \leq \mu\% = \frac{A_s}{b \cdot h_0} \cdot 100 = 0,07\%$$

$$+ \text{Tại gối } \mu_{\min} = 0,05\% \leq \mu\% = \frac{A_s}{b \cdot h_0} \cdot 100 = 0,14\%$$

$$\Rightarrow \text{Bố trí thép tại nhịp } \Phi 10 \text{a} 200 \Rightarrow A_{sch} = 393 \text{mm}^2$$

$$\Rightarrow \text{Bố trí thép tại gối } \Phi 10 \text{a} 100 \Rightarrow A_{sch} = 785,4 \text{mm}^2$$

Bảng 15: Tính toán và bố trí cốt thép sàn

Ô sàn	Kích thước L ₁ xL ₂ (m)		Tỷ số (L ₂ /L ₁)	Bề rộng b (mm)	h ₀ (mm)	Công năng	Tĩnh tải g ^{tt} (kN/m ²)	Hoạt tải p ^{tt} (kN/m ²)	A _s (mm ²)				μ% (Nhịp)	μ% (Gối)	Thép chọn				A _s ⁿ chọn (mm ²)	A _s ^g chọn (mm ²)
									α1	α2	β1	β2			Thép nhịp		Thép gối			
S2-1	1.4	4.0	2.86	1000	105	Sàn ban công	4.97	3.25	24.64	24.64	49.39	49.39	0.02	0.05	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-2	1.4	2.3	1.64	1000	105	Sàn ban công	4.97	3.25	19.66	7.26	43.49	16.10	0.02	0.04	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-3	1.4	3.6	2.57	1000	105	Sàn ban công	4.97	3.25	24.64	24.64	49.39	49.39	0.02	0.05	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-4	1.4	1.4	1.00	1000	105	Sàn ban công	4.97	3.25	10.57	10.57	24.66	24.66	0.01	0.02	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-5	3.9	4.0	1.03	1000	105	Phòng học/ làm việc	4.97	2.6	79.75	76.15	187.83	177.99	0.08	0.18	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-6	2.3	3.9	1.70	1000	105	Sảnh, hành lang	4.97	3.9	58.63	20.27	129.28	44.77	0.06	0.12	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-7	3.6	3.9	1.08	1000	105	Phòng học/ làm việc	4.97	2.6	75.10	64.33	176.15	149.59	0.07	0.17	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-8	1.4	3.9	2.79	1000	105	Sàn ban công	4.97	3.25	24.64	24.64	49.39	49.39	0.02	0.05	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-9	2.8	3.6	1.29	1000	105	Cầu thang bộ	4.97	3.9	68.43	41.37	157.50	94.86	0.07	0.15	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-10	2.3	3.6	1.57	1000	105	Sàn ban công	4.97	3.25	51.51	21.02	115.03	46.74	0.05	0.11	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-11	2.3	4.0	1.74	1000	105	Sảnh, hành lang	4.97	3.9	59.38	19.49	130.75	43.02	0.06	0.12	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-12	2.3	2.3	1.00	1000	105	Sảnh, hành lang	4.97	3.9	30.85	30.85	72.12	72.12	0.03	0.07	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-13	3.5	3.6	1.03	1000	105	Khu vệ sinh	4.61	3.9	72.55	68.92	170.76	160.83	0.07	0.16	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-14	2.3	7.0	3.04	1000	105	Sảnh, hành lang	4.97	3.9	72.06	72.06	145.03	145.03	0.07	0.14	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-15	1.4	4.8	3.43	1000	105	Sàn ban công	4.97	3.25	24.64	24.64	49.39	49.39	0.02	0.05	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-16	3.6	4.8	1.35	1000	105	Sảnh, hành lang	4.97	3.9	117.44	63.83	268.56	146.37	0.11	0.26	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-17	3.5	4.0	1.14	1000	105	Phòng học/ làm việc	4.97	2.6	77.83	59.14	181.15	138.39	0.07	0.17	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-18	3.8	4.8	1.26	1000	105	Khu vệ sinh	4.61	3.9	119.06	74.60	275.73	171.50	0.11	0.26	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-19	3.1	4.8	1.55	1000	105	Phòng học/ làm việc	4.97	2.6	85.65	35.69	192.62	79.55	0.08	0.18	10	200	10	200	392.70	392.70

Ô sần	Kích thước L ₁ xL ₂ (m)		Tỷ số (L ₂ /L ₁)	Bề rộng b (mm)	h ₀ (mm)	Công năng	Tĩnh tải g ^{tt} (kN/m ²)	Hoạt tải p ^{tt} (kN/m ²)	A _s				μ% (Nhịp)	μ% (Gối)	Thép chọn				A ^{tt} chọn (mm ²)	A ^g _s chọn (mm ²)
									α1	α2	β1	β2			Thép nhịp		Thép gối			
S2-20	2.3	4.8	2.09	1000	105	Sân ban công	4.97	3.25	66.75	66.75	134.27	134.27	0.06	0.13	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-21	0.8	8.0	10.67	1000	105	Khác (Sân vườn...)	4.97	3.9	7.62	7.62	15.25	15.25	0.01	0.01	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-22	3.6	4.0	1.11	1000	105	Sảnh, hành lang	4.97	3.9	92.11	74.66	215.66	174.25	0.09	0.21	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-23	3.9	4.0	1.03	1000	105	Sảnh, hành lang	4.97	3.9	93.55	89.33	220.72	209.11	0.09	0.21	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-24	2.3	3.9	1.70	1000	105	Sảnh, hành lang	4.97	3.9	58.63	20.27	129.28	44.77	0.06	0.12	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-25	2.3	3.9	1.70	1000	105	Sảnh, hành lang	4.97	3.9	58.63	20.27	129.28	44.77	0.06	0.12	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-26	2.3	3.9	1.70	1000	105	Sảnh, hành lang	4.97	3.9	58.63	20.27	129.28	44.77	0.06	0.12	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-27	2.3	3.9	1.70	1000	105	Sảnh, hành lang	4.97	3.9	58.63	20.27	129.28	44.77	0.06	0.12	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-28	2.3	3.9	1.70	1000	105	Sảnh, hành lang	4.97	3.9	58.63	20.27	129.28	44.77	0.06	0.12	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-29	3.5	4.0	1.14	1000	105	Phòng kỹ thuật, thiết bị	4.97	3.9	91.30	69.36	212.85	162.50	0.09	0.20	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-28	1.7	3.9	2.33	1000	105	Sân ban công	4.97	3.25	35.31	35.31	70.83	70.83	0.03	0.07	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-29	3.5	4.0	1.14	1000	105	Phòng kỹ thuật, thiết bị	4.97	3.9	91.30	69.36	212.85	162.50	0.09	0.20	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-30	1.5	4.0	2.67	1000	105	Sân ban công	4.97	3.25	28.30	28.30	56.73	56.73	0.03	0.05	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-5T	3.9	4.0	1.03	1000	105	Khu vệ sinh	4.61	3.9	89.73	85.68	211.59	200.48	0.09	0.20	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-13T	3.5	3.6	1.03	1000	105	Phòng học/ làm việc	4.97	2.6	64.49	61.26	151.65	142.84	0.06	0.14	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-17T	3.5	4.0	1.14	1000	105	Phòng học/ làm việc	4.97	2.6	77.83	59.14	181.15	138.39	0.07	0.17	10	200	10	200	392.70	392.70
S2-18T	3.8	4.8	1.26	1000	105	Khu vệ sinh	4.61	3.9	119.06	74.60	275.73	171.50	0.11	0.26	10	200	10	200	392.70	392.70
S3-1	1.4	4.0	2.86	1000	105	Sân ban công	4.97	3.25	24.64	24.64	49.39	49.39	0.02	0.05	10	200	10	200	392.70	392.70
S3-2	1.4	2.3	1.64	1000	105	Sân ban công	4.97	3.25	19.66	7.26	43.49	16.10	0.02	0.04	10	200	10	200	392.70	392.70
S3-3	1.4	3.6	2.57	1000	105	Sân ban công	4.97	3.25	24.64	24.64	49.39	49.39	0.02	0.05	10	200	10	200	392.70	392.70
S3-4	1.4	1.4	1.00	1000	105	Sân ban công	4.97	3.25	10.57	10.57	24.66	24.66	0.01	0.02	10	200	10	200	392.70	392.70
S3-5	3.9	4.0	1.03	1000	105	Phòng học/ làm việc	4.97	2.6	79.75	76.15	187.83	177.99	0.08	0.18	10	200	10	200	392.70	392.70
S3-6	3.9	4.0	1.03	1000	105	Khu vệ sinh	4.61	3.9	89.73	85.68	211.59	200.48	0.09	0.20	10	200	10	200	392.70	392.70
S3-7	2.8	3.6	1.29	1000	105	Cầu thang bộ	4.97	3.9	68.43	41.37	157.50	94.86	0.07	0.15	10	200	10	200	392.70	392.70

Ô sàn	Kích thước L ₁ xL ₂ (m)		Tỷ số (L ₂ /L ₁)	Bề rộng b (mm)	h ₀ (mm)	Công năng	Tĩnh tải g ^{tt} (kN/m ²)	Hoạt tải p ^{tt} (kN/m ²)	A _s				μ% (Nhịp)	μ% (Gối)	Thép chọn				A _s ⁿ chọn (mm ²)	A _s ^g chọn (mm ²)
									α1	α2	β1	β2			Thép nhịp		Thép gối			
S3-8	2.3	3.9	1.70	1000	105	Sảnh, hành lang	4.97	3.9	58.63	20.27	129.28	44.77	0.06	0.12	10	200	10	200	392.70	392.70
S3-9	1.4	3.9	2.79	1000	105	Sàn ban công	4.97	3.25	24.64	24.64	49.39	49.39	0.02	0.05	10	200	10	200	392.70	392.70
S3-10	2.3	3.6	1.57	1000	105	Sàn ban công	4.97	3.25	51.51	21.02	115.03	46.74	0.05	0.11	10	200	10	200	392.70	392.70
S3-11	2.3	4.0	1.74	1000	105	Sàn ban công	4.97	3.25	55.01	18.06	121.06	39.86	0.05	0.12	10	200	10	200	392.70	392.70
S3-12	3.9	4.0	1.03	1000	105	Sàn ban công	4.97	3.25	86.65	82.74	204.25	193.53	0.08	0.19	10	200	10	200	392.70	392.70
S3-13	3.6	3.9	1.08	1000	105	Khu vệ sinh	4.61	3.9	84.49	72.37	198.41	168.44	0.08	0.19	10	200	10	200	392.70	392.70
S3-14	2.3	3.6	1.57	1000	105	Sảnh, hành lang	4.97	3.9	55.60	22.69	124.23	50.45	0.05	0.12	10	200	10	200	392.70	392.70
S3-15	2.3	2.3	1.00	1000	105	Sàn ban công	4.97	3.25	28.58	28.58	66.80	66.80	0.03	0.06	10	200	10	200	392.70	392.70
S3-16	1.2	4.8	4.00	1000	105	Sảnh, hành lang	4.97	3.9	19.53	19.53	39.12	39.12	0.02	0.04	10	200	10	200	392.70	392.70
S3-17	3.5	3.6	1.03	1000	105	Khu vệ sinh	4.61	3.9	72.55	68.92	170.76	160.83	0.07	0.16	10	200	10	200	392.70	392.70
S3-18	2.3	7.0	3.04	1000	105	Sảnh, hành lang	4.97	3.9	72.06	72.06	145.03	145.03	0.07	0.14	10	200	10	200	392.70	392.70
S3-19	1.4	2.3	1.64	1000	105	Sàn ban công	4.97	3.25	19.66	7.26	43.49	16.10	0.02	0.04	10	200	10	200	392.70	392.70
S3-20	1.4	4.8	3.43	1000	105	Sàn ban công	4.97	3.25	24.64	24.64	49.39	49.39	0.02	0.05	10	200	10	200	392.70	392.70
S3-21	1.4	4.0	2.86	1000	105	Sàn ban công	4.97	3.25	24.64	24.64	49.39	49.39	0.02	0.05	10	200	10	200	392.70	392.70
S3-22	3.5	4.0	1.14	1000	105	Phòng học/ làm việc	4.97	2.6	77.83	59.14	181.15	138.39	0.07	0.17	10	200	10	200	392.70	392.70
S3-23	3.9	4.8	1.25	1000	105	Khu vệ sinh	4.61	3.9	120.37	77.47	278.93	178.08	0.11	0.27	10	200	10	200	392.70	392.70
S3-24	3.2	4.8	1.52	1000	105	Phòng học/ làm việc	4.97	2.6	87.46	37.72	196.85	83.98	0.08	0.19	10	200	10	200	392.70	392.70
S3-25	2.3	4.8	2.09	1000	105	Sàn ban công	4.97	3.25	66.75	66.75	134.27	134.27	0.06	0.13	10	200	10	200	392.70	392.70
S3-26	3.5	4.0	1.14	1000	105	Phòng kỹ thuật, thiết bị	4.97	3.9	91.30	69.36	212.85	162.50	0.09	0.20	10	200	10	200	392.70	392.70
S3-5T	3.9	4.0	1.03	1000	105	Phòng học/ làm việc	4.97	2.6	79.75	76.15	187.83	177.99	0.08	0.18	10	200	10	200	392.70	392.70
S3-6T	3.9	4.0	1.03	1000	105	Khu vệ sinh	4.61	3.9	89.73	85.68	211.59	200.48	0.09	0.20	10	200	10	200	392.70	392.70

3.7. Kiểm tra độ võng sàn

a. Xác định độ võng giới hạn và cơ sở tính toán

Tính toán, kiểm tra độ võng sàn theo mục 8.2.3.2 TCVN 5574:2018:

Điều kiện kiểm tra:

$$f \leq [f_u]$$

Với:

+ f là độ võng của cầu kiện bê tông cốt thép dưới tác dụng của ngoại lực

+ f_u là giá trị độ võng của giới hạn cho phép của cầu kiện bê tông cốt thép

+ Với nhịp sàn lấy an toàn theo phương cạnh ngắn ta được nhịp sàn dài $L = 8000\text{mm}$, tra bảng M.4.2.1 TCVN 5574:2018 lấy thiên về an toàn ta được:

$$[f_u] = 8000/200 = 40 \text{ mm}$$

- Theo mục 8.2.3.3.2, đối với các đoạn cầu kiện xuất hiện vết nứt trong vùng chịu kéo, độ cong toàn phần của cầu kiện chịu uốn được xác định với công thức sau:

$$f = f_1 - f_2 + f_3$$

$f = (1/r)$ là độ võng toàn phần

$f_1 = (1/r_1)$ là độ võng do tác dụng ngắn hạn của toàn bộ tải trọng

$f_2 = (1/r_2)$ là độ võng do tác dụng ngắn hạn của tĩnh tải và tải trọng tạm thời dài hạn

$f_3 = (1/r_3)$ là độ võng do tác dụng dài hạn của tĩnh tải và tải trọng tạm thời dài hạn

Đối với thành phần dài hạn của tải trọng tạm thời, lấy gần đúng bằng 30% giá trị toàn phần của tải trọng tạm thời.

Hệ số từ biến của bê tông ($\phi_{b.cr}$) được cho tại bảng 11 TCVN 5574-2018. Với bê tông B25, độ ẩm tại môi trường làm việc lớn hơn 75%, ta có $\phi_{b.cr} = 1,8$

b. Kiểm tra bằng phần mềm Etabs

Từ bản Etabs v21, CSI đã tích hợp tính toán, kiểm tra độ võng sàn trong Etabs, nhờ đó giúp giảm thời gian cho các kỹ sư xây dựng, không phải thông qua một phần mềm khác cùng hãng là CSI Safe.

Sau khi hoàn thiện mô hình tính toán và hoàn thiện quá trình gán tải trọng cho công trình, thực hiện các bước để khai báo và tính toán độ võng sàn:

B1. Khai báo tiêu chuẩn tính độ võng

Trước khi khai báo tiêu chuẩn tính toán độ võng, đảm bảo đã mô hình hoàn thi

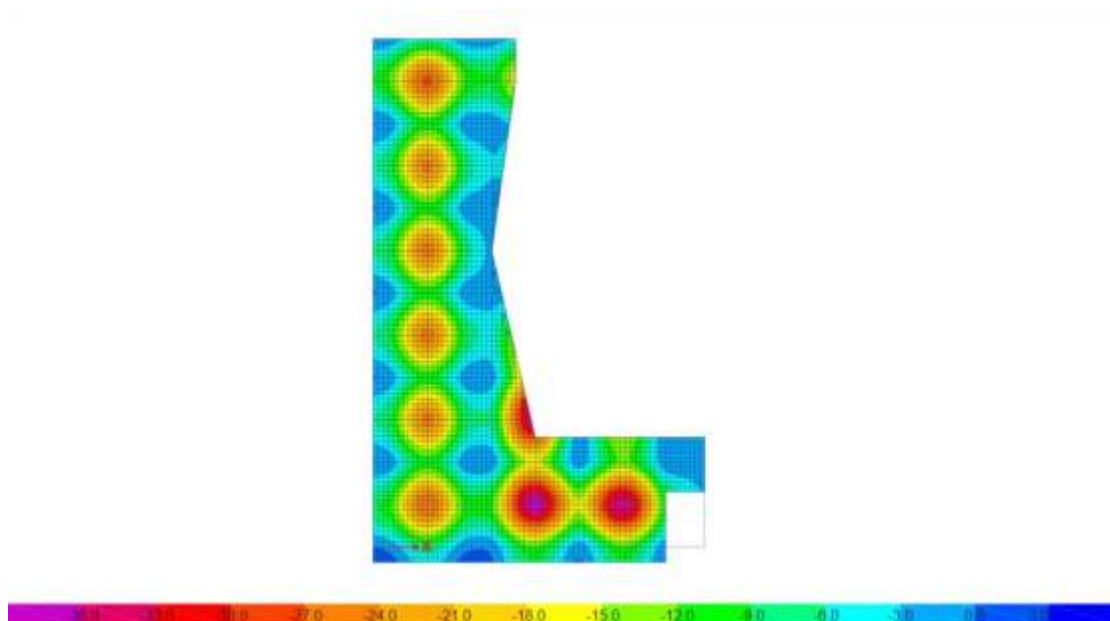
Vào Design -> Concrete Frame Design -> View/Revise Preferences...=> Chọn TCVN 5574:2012.



B2. Khai báo các trường hợp tính toán



B3. Khai báo tổ hợp tính toán



Dựa vào kết quả phần mềm Etabs cho được, độ võng lớn nhất:

$$f_{\max} = 3.6 \text{ mm}$$

và độ võng chủ yếu chỉ dao động trong khoảng (0-30) mm.

$$\text{Vậy: } f_{\max} = 3.6 \text{ mm} < [f_u] = 40\text{mm}$$

Sàn thiết kế thỏa mãn điều kiện về độ võng.

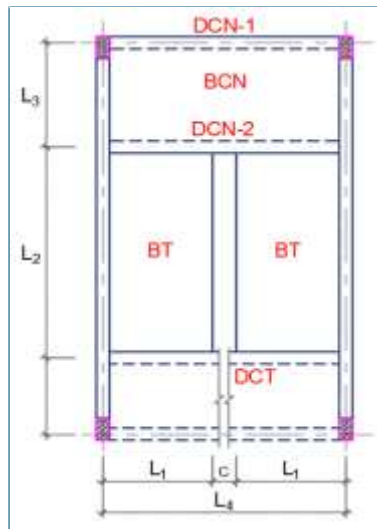
Nhận xét: Riêng đối với khu vực với độ võng lớn nhất là 3.6mm, sẽ có phương án thiết kế thép gia cường để đảm bảo độ võng có thể giảm hơn mặc dù đã đạt điều kiện độ võng.

CHƯƠNG 4: TÍNH TOÁN CẦU THANG BỘ

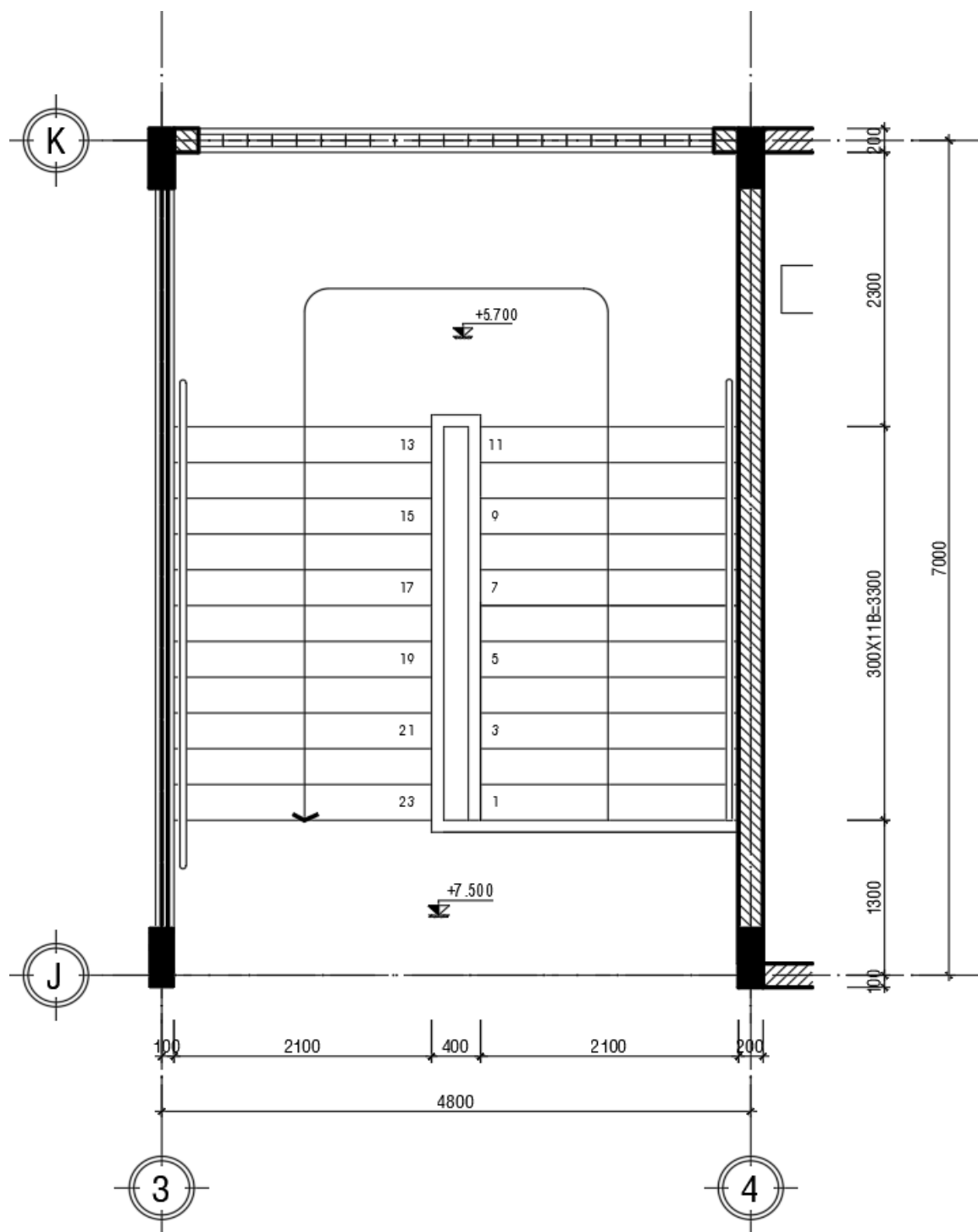
4.1. Cấu tạo cầu thang tầng điển hình

Trong phạm vi thiết kế và tính toán kết cấu Trường TH Trần Văn Dư cơ sở 2 với các đặc điểm kiến trúc, kết cấu đã được đề cập ở chương 1 và chương 2, cầu thang bộ điển hình T1 tầng 2-3 với các kích thước và đặc điểm như sau:

- + Chiều rộng của bản thang L1: 2100mm
- + Chiều dài bản thang trên mặt bằng: L2 = 3300mm
- + Chiều rộng bản chiếu nghỉ: L3 = 2300mm
- + Khoảng thông thủy giữa 2 bản thang: c = 400mm
- + Chiều cao tầng: H= 3900mm
- + Chiều rộng cầu thang L4 = 4600mm

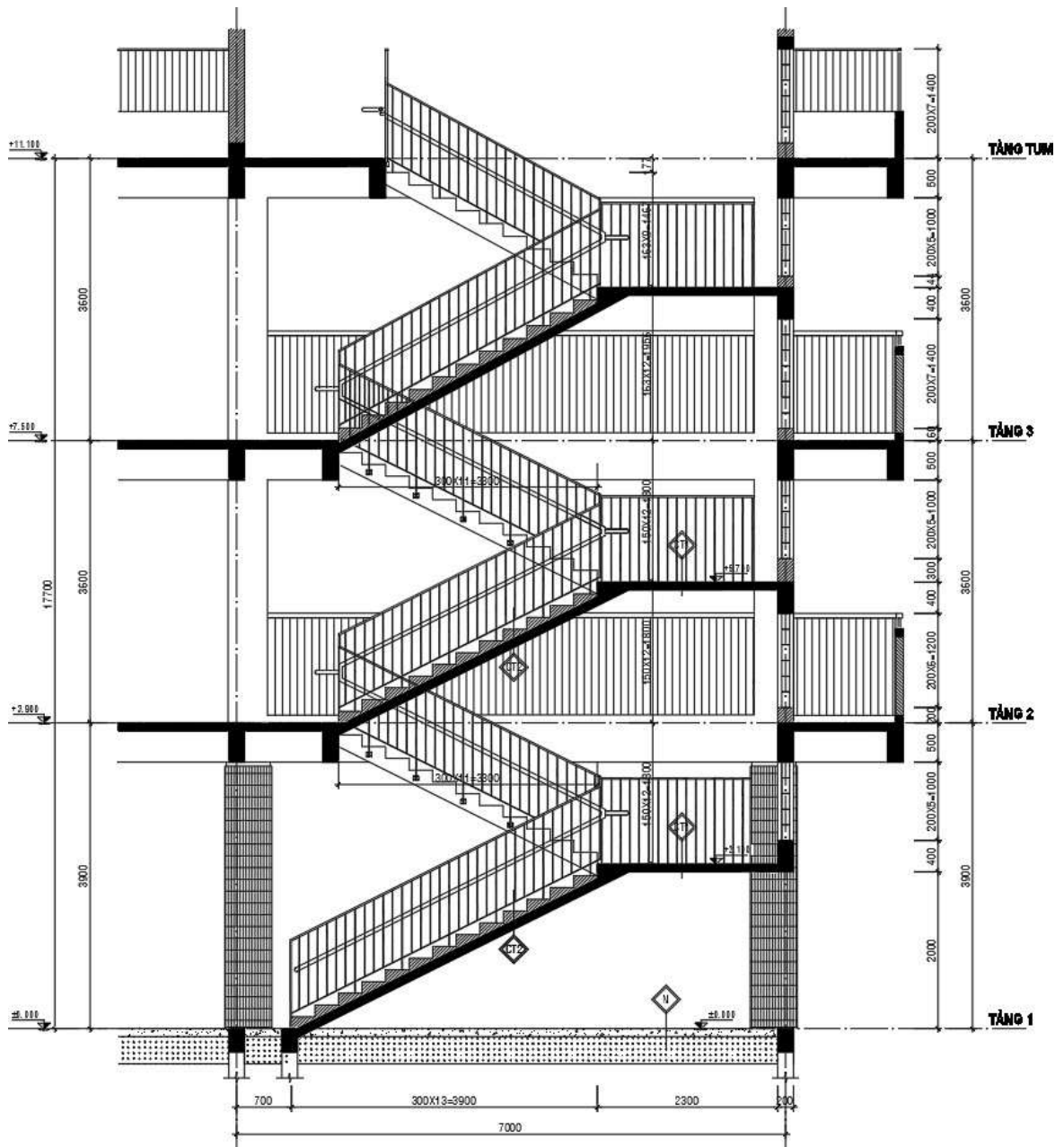


a) Mặt bằng cầu thang



Hình 7: Mặt bằng cầu thang

b) Mặt đứng cầu thang



Hình 8: Mặt cắt cầu thang

Chi tiết các lớp cấu tạo của bản thang, bản chiếu nghỉ, bản chiếu tới được thể hiện:

CT1	CT2
+ SÀN LÁT ĐÁ GRANITE DÀY 20 MÀU XÁM	+ MẶT BÁC, THÀNH ĐỨNG LÁT, ỐP ĐÁ GRANITE DÀY 20
+ VỮA LÓT XM M.75 DÀY 20	+ BÁC XÂY GẠCH THÈ, VXM M.75
+ SÀN BTCT (XEM KẾT CẤU)	+ LỚP BTCT (XEM KẾT CẤU)
+ TRÁT TRẦN VXM M.75 DÀY 15	+ TRÁT TRẦN VXM M.75 DÀY 15
+ HOÀN THIẾN MATTIC LẤN SƠN	+ HOÀN THIẾN MATTIC LẤN SƠN

Hình 9: Chi tiết các lớp cấu tạo bản chiếu nghỉ và bản thang

4.2. Tính toán cầu thang tầng điển hình:

4.2.1. Số liệu tính toán và sơ đồ tính

a) Số liệu tính toán

Vật liệu tính toán cầu thang đã xác định ở chương 2 (Tổng quan về kết cấu công trình), được tổng hợp lại như sau:

- Bê tông: sử dụng bê tông cấp độ bền B25: $R_b = 14,5 \text{ MPa}$, $R_{bt} = 1,05 \text{ Mpa}$
- Thép:
 - + Thép $\phi \leq 10$ nhóm CB240T: $R_s = 210 \text{ MPa}$;
 - + Thép $\phi > 10$ nhóm CB300V: $R_s = 260 \text{ MPa}$;

b) Sơ đồ tính

Bản thang không có cốn thang, ta cắt một dải rộng $b_1 = 1 \text{ m}$ theo phương cạnh dài để tính toán. Tính dải bản như dầm đơn giản hai đầu tựa khớp lên hai dầm chiếu nghỉ và dầm chiếu tới. Trong công trình, hai vế thang có kích thước chênh lệch nhau không nhiều nên chỉ cần tính toán cho 1 vế rồi lấy kết quả tương tự cho vế còn lại.

Cầu thang bộ là một trong những hệ thống giao thông đứng trong công trình, khi xảy ra sự cố bất thường như cháy nổ, hoả hoạn, động đất... thì nơi đây chính là lối thoát hiểm duy nhất (thang máy sẽ không được dùng trong những trường hợp này), và khi đó tải trọng sẽ có thể tăng hơn những lúc bình thường rất nhiều, vì thế tính an toàn của cầu thang cần được đảm bảo tối đa. ***Ta ưu tiên sử dụng tính toán theo sơ đồ dàn hồi và liên kết 2 đầu khớp.***

Tuy nhiên sơ đồ 2 đầu khớp không hoàn toàn diễn tả với sự làm việc của cầu thang trên thực tế vì bản thang và dầm thang làm việc cùng nhau nên liên kết khớp không hoàn toàn là đúng mà có xu hướng làm việc như liên kết ngàm (nhưng không phải ngàm tuyệt đối). Do đó, ở gối vẫn tồn tại giá trị mô men. Để đảm bảo tính thẩm mỹ của cầu thang trong giai đoạn sử dụng (không cho nứt tại gối, vì trong thực tế nếu cầu thang bị nứt tại gối thì dẫn đến các lớp gạch lát sẽ bong nên không cho phép nứt cầu thang) nên trong thiết kế, khi tính toán cần bố trí thêm thép cấu tạo chịu mô men ở gối.

Kết luận: Sử dụng sơ đồ dàn hồi, liên kết 2 đầu là khớp và bố trí thép cấu tạo chịu mô men ở gối.

4.2.2. Xác định tải trọng

Tính tải bản thang: Gồm trọng lượng bản thang các lớp cấu tạo

$$g_2^t = \sum_{i=1}^n \gamma_i \times \delta_i \times n_i \text{ kN/m}^2$$

Trong đó: γ_i - khối lượng của lớp thứ i cả chiều dày δ_i

n_i - hồ sơ tính của lớp thứ

- Tải trọng lên bản chiếu nghỉ, bản chiếu tới

Tính tải: Tải trọng các lớp quy về tải phân bố đều tác dụng theo phương vuông góc với bản chiếu. Với các lớp hoàn thiện được nêu ở hình 3, ta có bảng tính toán tải sau đây, với lớp hoàn thiện mastic lăn sơn không được kể đến do tải trọng không đáng kể.

Bảng 16: Bảng tính toán tải lên bản chiếu tới, bản chiếu nghỉ

Cấu tạo các lớp	Chiều dày lớp	g	Hệ số vượt tải	Tải trọng tính toán
	(mm)	(kN/m ³)		(kN/m ²)
Lát đá Granite	20	20	1.1	0.44
Vữa xi măng M75#	20	18	1.3	0.468
Bậc gạch	100	18	1.1	1.98
Hoàn thiện Mastic lăn sơn trắng	15	18	1.3	0.351
Bản BTCT	120	25	1.1	3.3
Vữa trát trần	15	18	1.3	0.351
Tổng tải trọng				6.89

Hoạt tải: Theo TCVN 2737:2023, giá trị hoạt tải tác dụng lên cầu thang:

$$p = 3 * 1.3 = 3.9 \text{ kN/m}^2$$

Tổng tải trọng tính toán tác dụng theo phương vuông góc với bản thang:

$$q^t = \frac{g_{\text{banthang}}}{\cos\alpha} + p_{\text{hoattai}} = \frac{6.89}{0.861} + 3.9 = 11.903 \text{ kN/m}$$

4.2.3. Tính toán bản thang

a) Sơ bộ tiết diện

-Chiều dày bản xác định sơ bộ theo công thức: $h_b = \frac{D}{m} l$

Trong đó:

+ $D = (0,8 \div 1,4)$ là hệ số phụ thuộc tải trọng, lấy $D = 1.2$

$$+ \frac{l_2}{l_1} = \frac{3300}{2200} = 1.5 \text{ Bản thang thuộc bản dầm (m = 30 \div 35)}$$

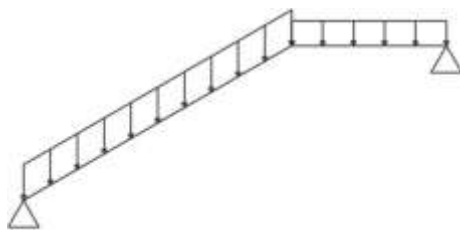
(Với l_1 và l_2 lần lượt là chiều dài cạnh ngắn và cạnh dài của bản thang)

$$+ h = 1,6 \times 1,2 \times \left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{35} \right) = (55 \div 64) = 120\text{mm}$$

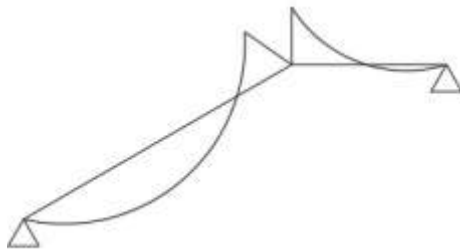
-Theo yêu cầu cấu tạo, chọn bản thang dày $h_b = 120\text{mm}$

b) Tính toán nội lực

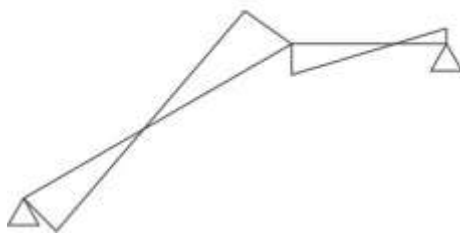
Sơ đồ tính dải bản như dầm đơn giản hai đầu tựa khớp lên hai dầm chiếu nghỉ và dầm chiếu tới nên có sơ đồ như sau:



Mô hình tải trọng cầu thang



Biểu đồ Mô men cầu thang



Biểu đồ lực cắt cầu thang

Hình 10: Sơ đồ tính cầu thang

+ Mô men dương lớn nhất ở nhịp:

$$M_{\max \text{ nhịp}} = \frac{9}{128} \frac{qL_2^2}{\cos\alpha} = \frac{9 \times 12.533 \times 3.3^2}{128 \times 0.86} = 10.59\text{kNm}$$

+ Mô men dương lớn nhất ở gối:

$$M_{\max \text{ gối}} = \frac{1}{8} \frac{ql_2^2}{\cos\alpha} = \frac{12.53 \times 3.3^2}{8 \times 0.86} = 13.95\text{kNm}$$

c) Tính toán cốt thép nhịp

- Chọn $a_0 = 15\text{mm}$
- Chiều cao làm việc của tiết diện là: $h_0 = h_b - a_0 = 120 - 15 = 105\text{ mm}$

$$\alpha_M = \frac{M}{R \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{11.5 \times 10^6}{14.5 \times 1000 \times 105^2} = 0.0662 < \alpha_R = 0,418$$

$$\sqrt{\quad}$$

$$A_s = \frac{M_1}{\zeta \cdot R_s \cdot h_0} = 401.55\text{mm}^2$$

Hàm lượng cốt thép $\mu_{\min} = 0,05\% \leq \mu\% = \frac{A_s}{b \cdot h_0} \cdot 100 = 0.382\%$

=> Chọn thép $\Phi 10a150 \Rightarrow A_{sch} = 523.3\text{mm}^2$

d) Tính toán cốt thép gối

- Chọn $a_0 = 15\text{mm}$
- Chiều cao làm việc của tiết diện là: $h_0 = h_b - a_0 = 120 - 15 = 105\text{ mm}$

$$\alpha_M = \frac{M}{R \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{14.69 \times 10^6}{14.5 \times 1000 \times 105^2} = 0.0873 < \alpha_R = 0,418$$

$$\sqrt{\quad}$$

$$A_s = \frac{M_1}{\zeta \cdot R_s \cdot h_0} = 535.45\text{mm}^2$$

Hàm lượng cốt thép $\mu_{\min} = 0,05\% \leq \mu\% = \frac{A_s}{b \cdot h_0} \cdot 100 = 0.51\%$

=> Chọn thép $\Phi 10a100 \Rightarrow A_{sch} = 785\text{mm}^2$

4.2.4. Tính toán dầm chiếu nghỉ (DCN):

a) Sơ bộ tiết diện

$$h = \left(\frac{1}{8} \div \frac{1}{20}\right) l = \left(\frac{1}{8} \div \frac{1}{20}\right) \times 4,8 = (0.24 \div 0.6)\text{m}. \text{ Chọn } h = 40\text{ (cm)}.$$

Chiều rộng tiết diện:

$$b = (0,3 \div 0,5)h = (0,3 \div 0,5) \times 40 = (12 \div 20)\text{cm}. \text{ Chọn } b = 20\text{ (cm)}$$

Tiết diện dầm chiếu nghỉ: $b \times h = 20 \times 40\text{ (cm)}$

b) Tính toán nội lực

Tải trọng:

Tải trọng do bản thang truyền vào:

$$q_1 = \frac{q_{bt}}{2} = \frac{10.79}{2} = 5.4 \text{ kN/m}$$

Tải trọng do trọng lượng bản thân dầm:

$$g_2 = b \times h \times 25 \times 1.1 = 0.2 \times 0.4 \times 25 \times 1.1 = 2.2 \text{ (kN/m)}.$$

Tải trọng do trọng lượng lớp trát:

$$g_3 = (2 \times (h - h_s) + b) \times 0.015 \times 18 \times 1.3 \\ = (2 \times (0.4 - 0.12) + 0.2) \times 0.015 \times 18 \times 1.3 = 0.17 \text{ (kN/m)}.$$

Tổng tải tác dụng lên dầm chiều nghỉ:

$$g = g_1 + g_2 + g_3 = 5.4 + 2.2 + 0.17 = 7.76 \text{ kN/m}$$

Nội lực:

$$M = \frac{ql^2}{8} = \frac{7.76 \times 4.8^2}{8} = 22.36 \text{ kN/m}$$

$$Q = \frac{ql}{2} = \frac{7.76 \times 4.8}{2} = 18.63 \text{ kN}$$

c) Tính toán bố trí cốt thép dọc

- Chọn lớp bê tông bảo vệ $a_{bv} = 30 \text{ mm}$

$$\Rightarrow h_0 = h - a = 400 - 30 = 370 \text{ mm}$$

$$\alpha_M = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{22.36 \times 10^6}{14.5 \times 200 \times 370^2} = 0.0113 < \alpha_R = 0.418$$

$$\zeta = 0.5 \cdot (1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m}) = 0.9943$$

$$A_s = \frac{M_1}{\zeta \cdot R_s \cdot h_0} = 233.74 \text{ mm}^2$$

$$\text{Hàm lượng cốt thép } \mu_{\min} = 0.05\% \leq \mu\% = \frac{A_s}{b \cdot h_0} \cdot 100 = 0.063\%$$

$$\Rightarrow \text{Chọn thép } \Phi 2a18 \Rightarrow A_{sch} = 508.7 \text{ mm}^2$$

c) Tính toán bố trí cốt thép đai

$$\text{- Khả năng chịu cắt của bê tông } Q = 0.75 \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0 = 0.75 \cdot 1.05 \cdot 200 \cdot 370 = 58.275 \text{ kN}$$

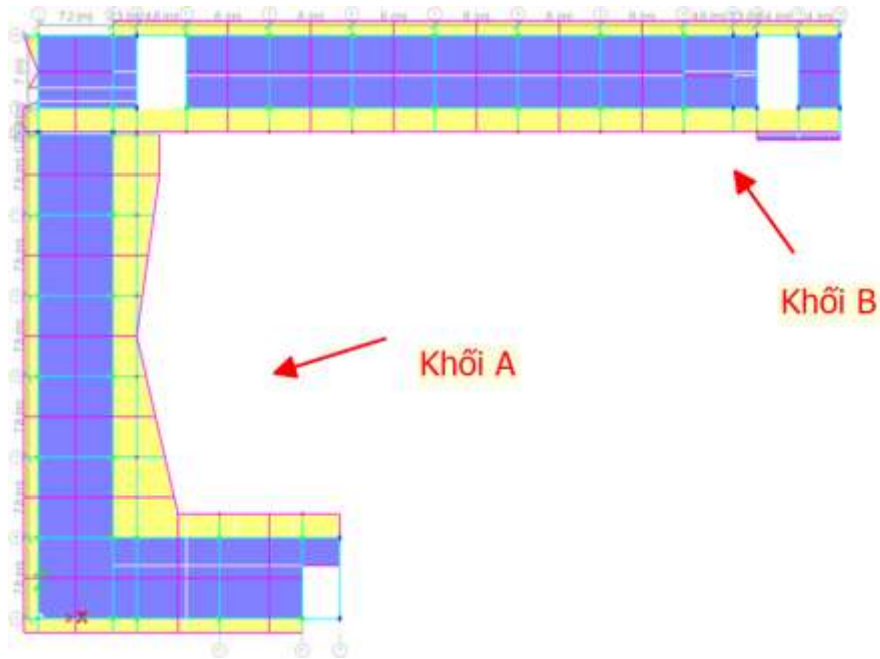
$$\text{- Lực cắt tại dầm chiều nghỉ } Q_{\max} = \frac{ql}{2} = \frac{7.76 \times 4.8}{2} = 18.63 \text{ kN} < [Q] = 58.275 \text{ kN}$$

=> Bố trí cấu tạo: + Đoạn ¼ đầu đâm: $\Phi 6a150$

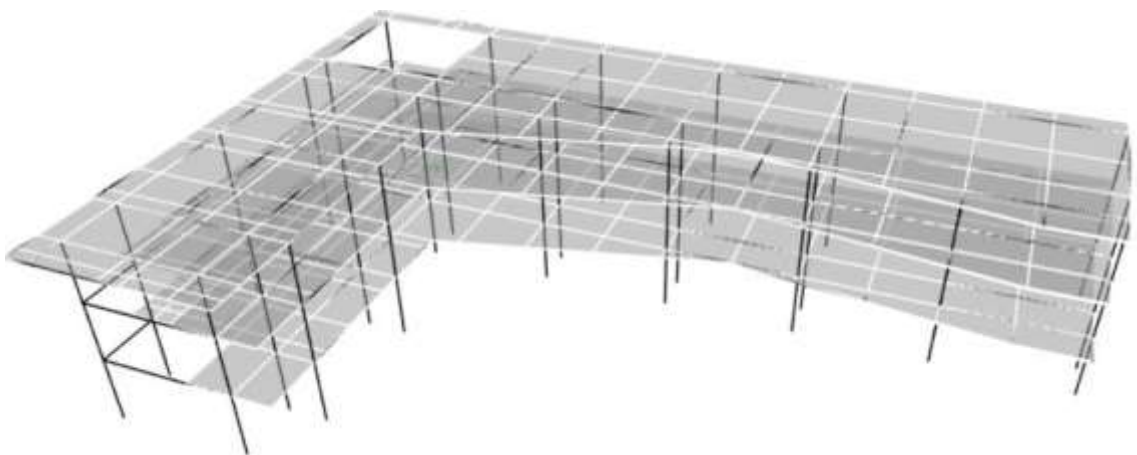
+ Đoạn còn lại giữa nhịp: $\Phi 6a200$

CHƯƠNG 5: TÍNH TOÁN CẤU KIỆN KHUNG TRỤC 8

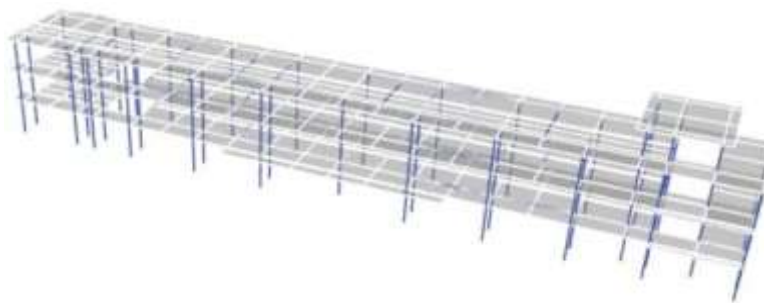
Công trình dự án trường THCS Trần Văn Dư cơ sở 2 gồm hai khối (block) chính, vuông góc và phân cách với nhau bởi khe co giãn. Trong phạm vi đồ án sẽ tính toán 1 khung trục điển hình cho mỗi khối.



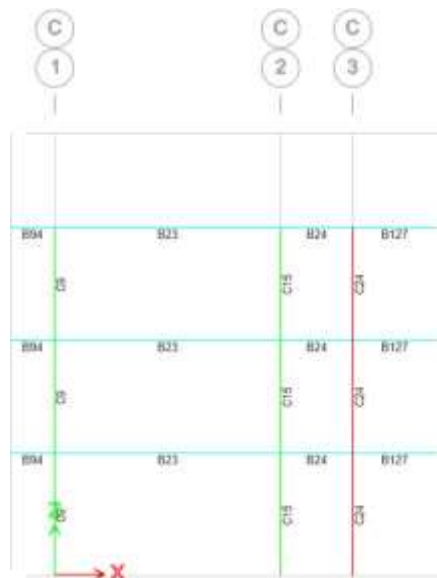
Hình 11: Mặt bằng phân chia khối công trình



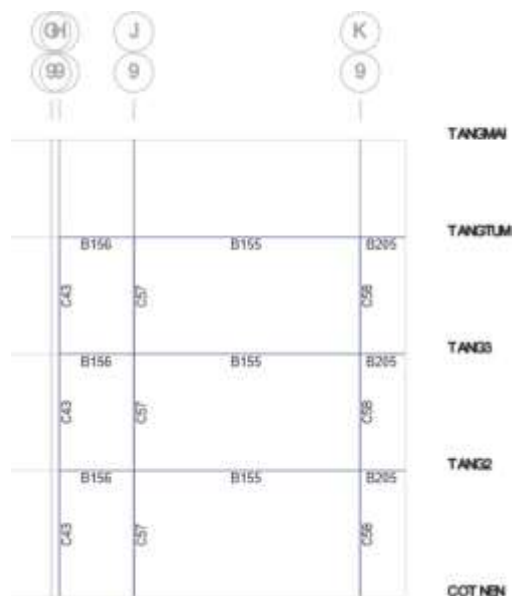
Hình 12: Mô hình Etabs công trình khối A



Hình 13: Mô hình Etabs công trình khối B



Hình 14: Khối A – Trục C



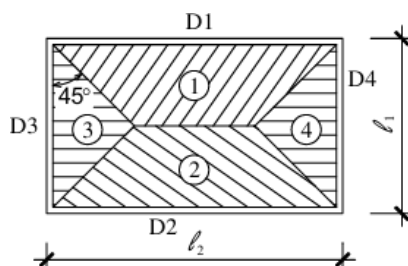
Hình 15: Trục B – Trục 9

5.1. Tải trọng thẳng đứng

5.1.1. Tải trọng sàn truyền vào dầm

Xem gần đúng tải trọng do sàn truyền vào dầm phân bố theo diện chịu tải. Từ các góc bản, vẽ các đường phân giác

- + Phần 1 truyền vào dầm D1.
- + Phần 2 truyền vào dầm D2.
- + Phần 3 truyền vào dầm D3.
- + Phần 4 truyền vào dầm D4.



Gọi g_s là tải trọng tác dụng lên ô sàn.

=> Tải trọng tác dụng từ sàn truyền vào dầm :

(Việc quy đổi này dựa trên cơ sở momen do tải trọng hình thang hay tam giác gây ra bằng momen do tải trọng quy đổi phân bố đều gây ra).

Đối với sàn bản dầm : xem tải trọng chỉ truyền vào dầm theo phương cạnh dài, dầm theo phương cạnh ngắn không chịu tải trọng từ sàn.

$$D1, D2: q_{TT} = g_s \cdot \frac{l_1}{2}$$

$$D3, D4 \quad q_{TT} = 0$$

Đối với dầm có 2 bên sàn cần tính tải trọng do cả 2 bên truyền vào (cùng tác dụng vào 1 dầm).

5.1.2. Tải trọng tường tác động lên dầm

- Tải trọng tường

$$g_{tt} = g_t \cdot h_{tuong}$$

Trong đó:

g_t : Tải trọng của các cấu tạo tường (kN/m²)

$$h_{tuong} = h_{tan g} - h_{dam}$$

Loại tường	Có cửa	$h_{\text{tầng}}$ (m)	$h_{\text{dầm}}$ (m)	$h_{\text{tường}}$ (m)	g_t (kN/m ²)	g_t^t (kN/m)
Dày 200		3.6	0.7	2.9	4.002	11.6058
	x	3.6	0.7	2.9	3.0015	8.70435
		3.6	0.3	3.3	4.002	13.2066
	x	3.6	0.3	3.3	3.0015	9.90495
Dày 100		3.6	0.7	2.9	2.352	6.8208
	x	3.6	0.7	2.9	1.764	5.1156
		3.6	0.3	3.3	2.352	7.7616
	x	3.6	0.3	3.3	1.764	5.8212

5.2. Tải trọng ngang:

5.2.1. Tải trọng gió:

Theo TCVN 2737-2023, giá trị tiêu chuẩn của tải trọng gió W_k tại độ cao tương đương z_e được xác định theo công thức:

$$W_k = W_{3s,10} \cdot k(Z_e) \cdot c \cdot G_f$$

Trong đó:

$W_{3s,10}$ là áp lực gió 3 s ứng với chu kỳ lặp 10 năm: $W_{3s,10} = (\gamma_T, W_0)$ với γ_T là hệ số chuyển đổi áp lực gió từ chu kỳ lặp từ 20 năm xuống 10 năm, lấy bằng 0,852; W_0 là áp lực gió cơ sở (xem 3.1.1), tính bằng daN/m², tương ứng với vận tốc gió cơ sở V_0 (xem 3.1.24). W_0 được xác định theo 10.2.3;

$k(Z_e)$ là hệ số kể đến sự thay đổi áp lực gió theo độ cao và dạng địa hình tại độ cao tương đương z_e (xem 10.2.4) và được xác định theo 10.2.5;

c là hệ số khí động, xác định theo 10.2.6;

G_f là hệ số hiệu ứng giật là vật liệu cứng (có chu kỳ dao động $T=1s$) có thể lấy bằng 0,85

Áp lực gió cơ sở W_0 được lấy theo phân vùng gió trên lãnh thổ Việt Nam theo địa danh hành chính hoặc theo bản đồ phân vùng áp lực gió nêu trong [1]. Giá trị W_0 nêu trong Bảng 7 được trích dẫn từ 5.2 của [1].

Ví dụ tính toán tầng tum Tầng 3 - Khối A – Gió X:

Bảng 17: Bảng chu kì dao động khối A

Case	Mode	Period
		sec
Modal	1	0.935
Modal	2	0.831
Modal	3	0.719
Modal	4	0.316
Modal	5	0.279
Modal	6	0.24
Modal	7	0.211
Modal	8	0.183
Modal	9	0.153
Modal	10	0.018
Modal	11	0.018
Modal	12	0.016

Bảng 18: Bảng chu kì dao động khối B

Case	Mode	Period
		sec
Modal	1	0.843
Modal	2	0.764
Modal	3	0.619
Modal	4	0.319
Modal	5	0.269
Modal	6	0.265
Modal	7	0.218
Modal	8	0.198
Modal	9	0.182
Modal	10	0.177
Modal	11	0.15
Modal	12	0.127

Vì công trình được xây dựng ở P. Hòa Xuân, Q.Cẩm Lệ, TP.Đà Nẵng.Vùng có áp lực gió III. Dạng địa hình B

$W_0 = 1.25 \text{ kN/m}^2$, γ_T : Là hệ số chuyển đổi áp lực gió từ chu kỳ lặp từ 20 xuống 10 năm, lấy bằng 0,852.

$W_{3s,10}$ là áp lực gió 3 s ứng với chu kỳ lặp 10 năm.

$$W_{3s,10} = \gamma_T \times W_0 \Rightarrow W_{3s,10} = 0.852 \times 1.25 = 1.07 \text{ kN/m}^2$$

C: Cho tường thẳng đứng của nhà có mặt bằng chữ nhật (Bảng F.4 TCVN2737-2023).

Độ cao từng tầng tum là 3,6m (Tra bảng 9 TCVN2737-2023) $\Rightarrow k(Z_e) = 1$;

Công trình có tần số dao động $T = 0.935 \text{ (s)} \Rightarrow$ Lấy $G_f = 0.85$.

$$\Rightarrow W_k = W_{3s,10} \cdot k(z_e) \cdot c \cdot G_f \cdot b \cdot H_{tb} = 1.07 \times 1.02 \times 1.46 \times 0.85 \times 30.5 \times 3.6 = 148.27 \text{ kN}$$

Bảng 19: Bảng tính toán tải trọng gió Khối A – Gió X

TẢI TRỌNG GIÓ TÁC DỤNG VÀO CÔNG TRÌNH								
Tầng	Chiều cao tầng	Cao độ sàn (m)	Độ cao tương đương	Hệ số độ cao	Áp lực gió 3s ứng với chu kỳ lặp 10 năm	Bề rộng đón gió	Chiều cao đón tải trọng gió	Tải trọng gió tiêu chuẩn
k	h(m)	z(m)	z _e (m)	k(z _e)	W _{3s,10} (kN/m ²)	B(m)	H _{tb} (m)	W _k ^{tc} (kN)
-								
Tầng Tum	3.60	11.07	11.07	1.02	1.07	32.50	1.80	79.00
Tầng 3	3.60	7.47	11.07	1.02	1.07	30.50	3.60	148.27
Tầng 2	3.92	3.87	11.07	1.02	1.07	30.50	3.76	154.86
Tầng 1		-0.05						

Bảng 20: Bảng tính toán tải trọng gió Khối A – Gió Y

TẢI TRỌNG GIÓ TÁC DỤNG VÀO CÔNG TRÌNH								
Tầng	Chiều cao tầng	Cao độ sàn (m)	Độ cao tương đương	Hệ số độ cao	Áp lực gió 3s ứng với chu kỳ lặp 10 năm	Bề rộng đón gió	Chiều cao đón tải trọng gió	Tải trọng gió tiêu chuẩn
k	h(m)	z(m)	z _e (m)	k(z _e)	W _{3s,10} (kN/m ²)	B(m)	H _{tb} (m)	W _k ^{tc} (kN)
-								
Tầng Mái	3.60	11.07	11.07	1.02	1.07	32.50	1.80	63.85
Tầng 3	3.60	7.47	11.07	1.02	1.07	30.50	3.60	119.84
Tầng 2	3.92	3.87	11.07	1.02	1.07	30.50	3.76	125.17
Tầng 1		-0.05						

Bảng 21: Bảng tính toán tải trọng gió Khối B – Gió X

TẢI TRỌNG GIÓ TÁC DỤNG VÀO CÔNG TRÌNH								
Tầng	Chiều cao tầng	Cao độ sàn (m)	Độ cao tương đương	Hệ số độ cao	Áp lực gió 3s ứng với chu kỳ lặp 10 năm	Bề rộng đón gió	Chiều cao đón tải trọng gió	Tải trọng gió tiêu chuẩn
k	h(m)	z(m)	z _e (m)	k(z _e)	W _{3s,10} (kN/m ²)	B(m)	H _{tb} (m)	W _k ^{tc} (kN)
-	0.80							
Tầng mái	3.00	14.07	14.07	1.08	1.07	8.80	1.90	9.71
Tầng Tum	3.60	11.07	12.20	1.04	1.07	10.70	3.30	19.90
Tầng 3	3.60	7.47	12.20	1.04	1.07	11.50	3.60	23.34
Tầng 2	3.92	3.87	12.20	1.04	1.07	12.20	3.76	25.86
Tầng 1		-0.05						

Bảng 22: Bảng tính toán tải trọng gió Khối B – Gió Y

TẢI TRỌNG GIÓ TÁC DỤNG VÀO CÔNG TRÌNH								
Tầng	Chiều cao tầng	Cao độ sàn (m)	Độ cao tương đương	Hệ số độ cao	Áp lực gió 3s ứng với chu kỳ lặp 10 năm	Bề rộng đón gió	Chiều cao đón tải trọng gió	Tải trọng gió tiêu chuẩn
k	$h(m)$	$z(m)$	$z_e(m)$	$k(z_e)$	$W_{3s,10}$ (kN/m^2)	$B(m)$	$H_{tb}(m)$	$W_{k^{tc}}$ (kN)
-	0.80							
Tầng Mái	3.00	14.07	14.07	1.08	1.07	8.10	1.90	18.69
Tầng Tum	3.60	11.07	14.07	1.08	1.07	78.80	3.30	315.78
Tầng 3	3.60	7.47	14.07	1.08	1.07	78.80	3.60	344.48
Tầng 2	3.92	3.87	14.07	1.08	1.07	78.80	3.76	359.80
Tầng 1		-0.05						

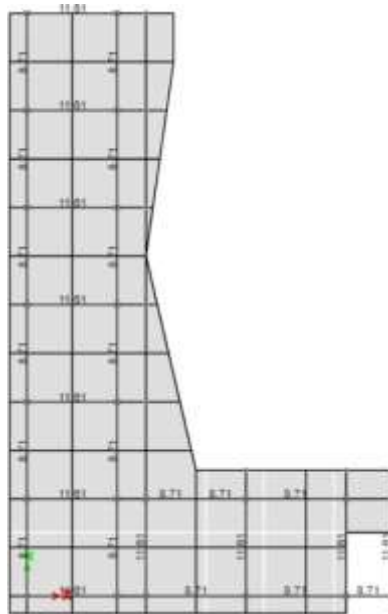
5.3. Tổ hợp tải trọng

Tổ hợp tải trọng được xác định dựa trên TCVN 2737:2023 (Tải trọng và tác động – Tiêu chuẩn thiết kế)

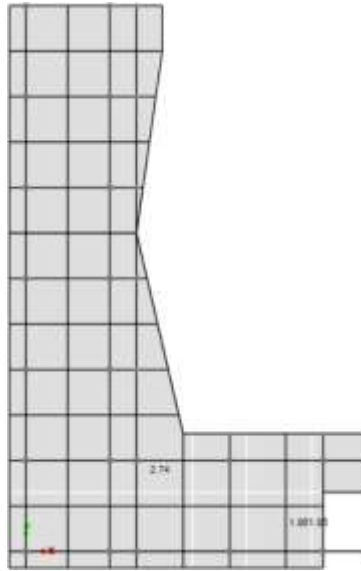
Các trường hợp tải trọng:

Các trường hợp tải trọng trong công trình:

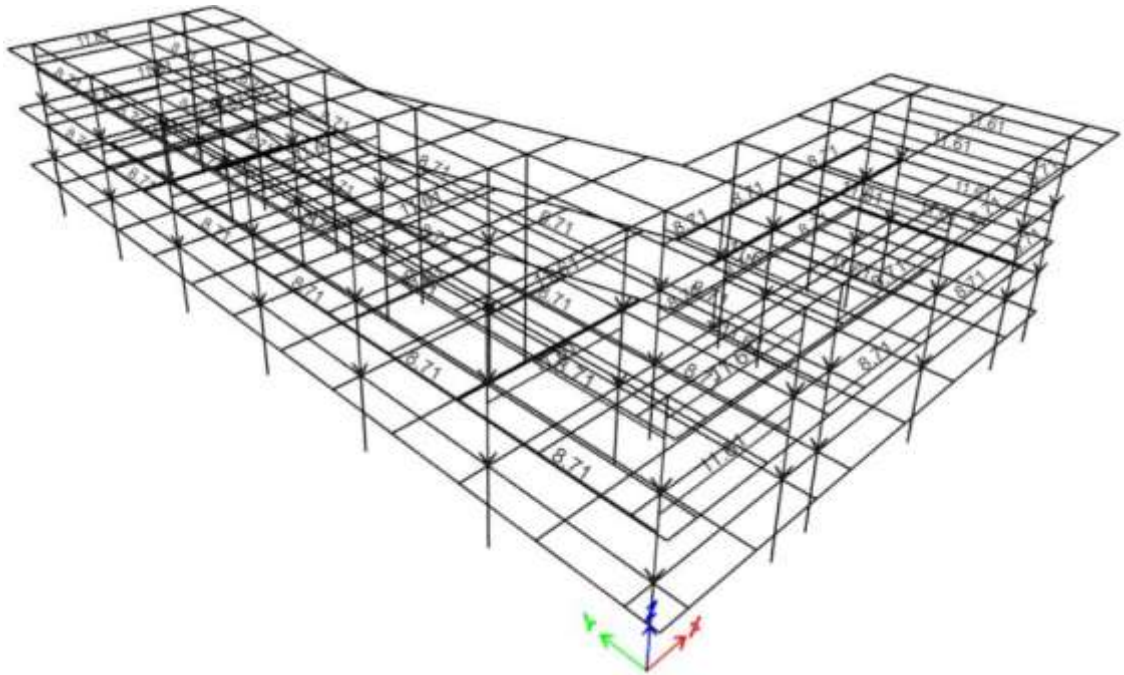
- + Tải trọng bản thân công trình: Dead Load (DL)
- + Tải trọng hoàn thiện và tường: Super Dead Load (SDL).



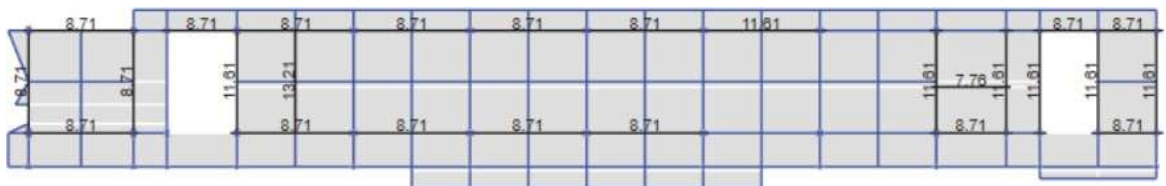
Hình 16: Tải trọng tường tác dụng lên dầm khối A (kN/m)



Hình 17: Tải trọng tường tác động lên sàn khối A (kN/m²)



Hình 18: Tải trọng tường tác dụng lên khối A



Hình 19: Tải trọng trường tác động lên sàn khối B (kN/m)

Hình 23: Hoạt tải tác dụng lên sàn khối B

- + Tải trọng gió tĩnh phương X(WX)
- + Tải trọng gió tĩnh theo phương Y(WY)

Dựa trên cơ sở cách xác định tổ hợp tải trọng và dựa trên các trường hợp tải trọng nêu trên, ta xác định các tổ hợp tải trọng cho công trình dự án như bảng sau:

Bảng 23: Bảng tổ hợp tải trọng

TỔ HỢP TẢI TRỌNG		TẢI TRỌNG THƯỜNG XUYÊN			TẢI TRỌNG TẠM THỜI		
		TLBT	HOÀN THIỆN	TƯỜNG	Hoạt tải	Gió X	Gió Y
THCB 1	COMBO 1		1		1		
	COMBO 2		1			1	
	COMBO 3		1			-1	
	COMBO 4		1				1
	COMBO 5		1				-1
THCB 2	COMBO 6		1		1	0.9	
	COMBO 7		1		1	-0.9	
	COMBO 8		1		1		0.9
	COMBO 9		1		1		-0.9
	COMBO 10		1		0.9	1	
	COMBO 11		1		0.9	-1	
	COMBO 12		1		0.9		1
	COMBO 13		1		0.9		-1

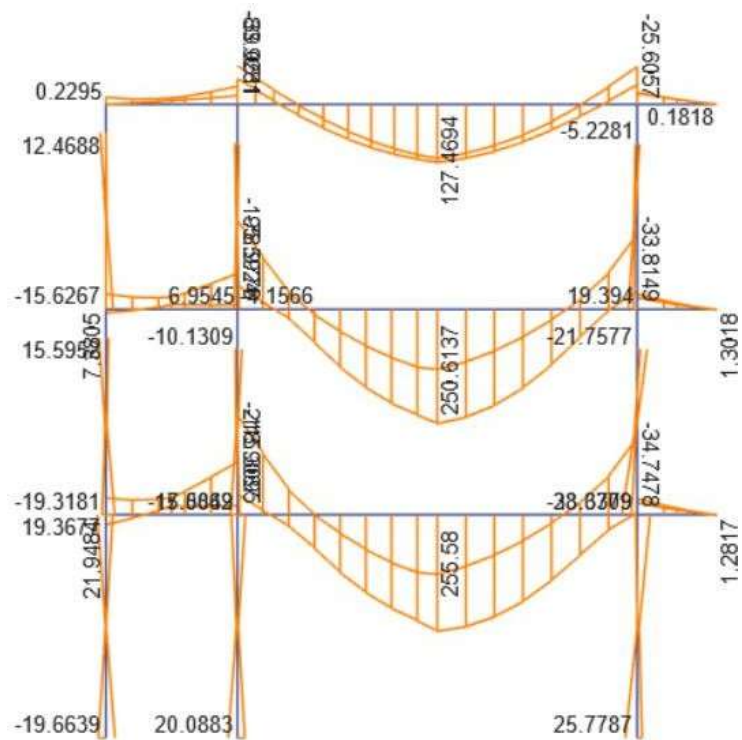
5.4. Kết quả nội lực, chuyển vị

5.4.1. Nội lực

Sử dụng phần mềm ETABS để tính toán nội lực, bảng dưới đây là kết quả tính toán nội lực được xuất từ phần mềm Etabs cho 2 khung trục tính toán tương ứng với Trục C (Khối A) và Trục 9 (Khối B).



Hình 24: Biểu đồ mô men Khung C – Khối A (kNm)



Hình 25 Biểu đồ mô men Khung 9 – Khối B (kNm)

5.4.2. Chuyển vị

- Chuyển vị Khối A

Bảng 24: Kết quả chuyển vị đỉnh khối A

Story	Step Type	UX	UY
		mm	mm
TANGTUM	Max	4.919	3.537
TANGTUM	Min	-3.534	-3.064
TANG3	Max	3.947	2.95
TANG3	Min	-3.051	-2.55
TANG2	Max	2.197	1.716
TANG2	Min	-1.883	-1.554

Ta thấy:

$$\Delta x = 4.919 \text{ mm} < [\Delta] = h/500 = 11100/500 = 22.2 \text{ mm} \text{ (Thỏa)}$$

$$\Delta y = 3.537 \text{ mm} < [\Delta] = h = 11100/500 = 22.2 \text{ mm} \text{ (Thỏa)}$$

Bảng 25: Bảng kết quả chuyển vị lệch tầng khối A

Story	Step Type	Direction	Drift
TANGTUM	Max	X	0.000355
TANGTUM	Max	Y	0.000167
TANGTUM	Min	X	0.000161
TANGTUM	Min	Y	0.000182
TANG3	Max	X	0.000618
TANG3	Max	Y	0.000371
TANG3	Min	X	0.000416
TANG3	Min	Y	0.000332
TANG2	Max	X	0.000682
TANG2	Max	Y	0.000468
TANG2	Min	X	0.000582
TANG2	Min	Y	0.000441

Chuyển vị lớn nhất là ở tầng 2 theo phương Y có giá trị là 0.001198

$$f_u = 0.000682 < [f_u] = 1/500 = 0.002 \text{ (Thỏa)}$$

- Chuyển vị khối B

Bảng 26: Chuyển vị đỉnh Khối B

Story	Step Type	UX	UY
		mm	mm
TANGMAI	Max	2.138	9.534
TANGMAI	Min	-2.007	-10.876
TANGTUM	Max	1.631	8.294
TANGTUM	Min	-1.104	-8.879
TANG3	Max	1.278	6.668
TANG3	Min	-0.923	-7.322
TANG2	Max	0.678	3.832
TANG2	Min	-0.566	-4.099

Ta thấy:

$$\Delta x = 2.138 \text{ mm} < [\Delta] = h/500 = 11100/500 = 22.2 \text{ mm} \text{ (Thỏa)}$$

$$\Delta y = 10.88 \text{ mm} < [\Delta] = h = 11100/500 = 22.2 \text{ mm} \text{ (Thỏa)}$$

Bảng 27: Chuyển vị lệch tầng khối B

Story	Case Type	Step Type	Direction	Drift
TANGMAI	Combination	Max	X	0.000204
TANGMAI	Combination	Max	Y	0.000282
TANGMAI	Combination	Min	X	0.000344
TANGMAI	Combination	Min	Y	0.000319
TANGTUM	Combination	Max	X	0.000104
TANGTUM	Combination	Max	Y	0.000476
TANGTUM	Combination	Min	X	0.000055
TANGTUM	Combination	Min	Y	0.000546
TANG3	Combination	Max	X	0.000174
TANG3	Combination	Max	Y	0.000804
TANG3	Combination	Min	X	0.000106
TANG3	Combination	Min	Y	0.001007
TANG2	Combination	Max	X	0.000177
TANG2	Combination	Max	Y	0.001068
TANG2	Combination	Min	X	0.000148
TANG2	Combination	Min	Y	0.001198

Chuyển vị lớn nhất là ở tầng 2 theo phương Y có giá trị là 0.001198

$$f_u = 0.001198 < [f_u] = 1/500 = 0.002 \text{ (Thỏa)}$$

5.5. Tính toán cấu kiện khung trục

5.5.1. Tính toán dầm khung trục C – Khối A

Ví dụ tính toán cho dầm B155 – Tầng 2

a) Thép dọc chịu momen nhịp:

Số liệu tính toán: $b=300$; $h=700$; $M = 255.52$ (kNm)

+ Giả thiết $a_0 = 40$ (mm) ; $h_0 = h - a = 700 - 40 = 660$ (mm)

+ Bê tông B25 có $R_b = 14,5$ (MPa)

+ Cốt thép CB300-V có $R_s = 260$ (MPa)

$\xi_R = 0,626$

$\alpha_R = 0,418$

Tính toán các hệ số:

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \times b \times h_0^2} = \frac{255.58.10^6}{14,5 \times 300 \times 660^2} = 0,135 < \alpha_R = 0,418$$

$$\zeta = 1 - 0.5(1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m}) = 1 - 0.5(1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,135}) = 0.927$$

Ta có diện tích cốt thép tính toán:

$$A_s^{tt} = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h_0} = \frac{255.52 \times 10^6}{260 \times 0.927 \times 660} = 16.06 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\text{Hàm lượng cốt thép: } \mu = \frac{A_s \cdot 100\%}{b \cdot h_0} = \frac{1606 \cdot 100\%}{300 \times 660} = 0.81 \%$$

Bố trí cốt thép:

+ Chọn $3\Phi 20 + 3\Phi 18$, $A_s = 17.06$ (cm²), hàm lượng $\mu = 0,86$ %

+ Lớp bê tông bảo vệ $c = 40$ (mm).

+ Khoảng hở theo phương ngang giữa các cốt thép:

$$t = \frac{300 - 3 \times 20 - 2 \times 40}{2} = 80 \text{ (mm)} > 40 \text{ (mm)}$$

Vậy bố trí đạt yêu cầu.

b) Thép dọc chịu momen gối:

Số liệu tính toán : $b=300$; $h=700$; $M = -218.96$ (kNm)

+ Giả thiết $a_0 = 40$ (mm) ; $h_0 = h - a = 700 - 40 = 660$ (mm)

+ Bê tông B25 có $R_b = 14,5$ (MPa)

+ Cốt thép CB300-V có $R_s = 260$ (MPa)

$\xi_R = 0,626$

$\alpha_R = 0,418$

Tính toán các hệ số:

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \times b \times h_0^2} = \frac{218.96 \cdot 10^6}{14,5 \times 300 \times 660^2} = 0,146 < \alpha_R = 0,418$$

$$\zeta = 1 - 0.5 \times (1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m}) = 1 - 0.5 \times (1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,146}) = 0,86$$

Diện tích cốt thép tính toán:

$$A_s^{tt} = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h_0} = \frac{218.96 \cdot 10^6}{260 \times 0,86 \times 660} = 13.86 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$\text{Hàm lượng cốt thép: } \mu = \frac{A_s \cdot 100\%}{b \cdot h_0} = \frac{1386 \cdot 100\%}{300 \times 660} = 0.7 \%$$

Lớp bê tông bảo vệ: $c = 40 \text{ mm}$

Bố trí cốt thép:

- + Chọn $3\Phi 20 + 2\Phi 18$, $A_s = 14.51 \text{ (cm}^2\text{)}$, hàm lượng $\mu = 0,73 \%$
- + Khoảng hở theo phương ngang giữa các cốt thép:

$$t = \frac{300 - 3 \times 20 - 2.40}{2} = 80 \text{ (mm)} > 40 \text{ (mm)}$$

Bảng 28: Bảng tính toán và bố trí thép Khung C – Khối A

Tên dầm	Vị trí mặt cắt	Vị trí (m)	M _{max} (kNm)	b (mm)	h (mm)	a = a' (mm)	h ₀ (mm)	α _m	ξ	C.thép tính A _s (cm ²)	Chọn thép				C.thép chọn A _s (cm ²)	μ _{tt} (%)	μ _{ch} (%)
B23 - TANGTUM	Gối trái	0.00	-98.51	200	700	40	660.0	0.098	0.104	6.05	2	Ø 20			6.28	0.46	0.48
	Nhịp	3.60	127.71	200	700	40	660.0	0.127	0.137	7.99	2	Ø 20	2	Ø 18	11.37	0.61	0.86
	Gối Phải	7.20	-138.02	200	700	40	660.0	0.138	0.149	8.69	2	Ø 20	2	Ø 18	11.37	0.66	0.86
B24 - TANGTUM	Gối trái	0.00	-73.37	200	500	40	460.0	0.151	0.164	6.68	2	Ø 20	2	Ø 18	11.37	0.73	1.24
	Nhịp	0.00	-56.20	200	500	40	460.0	0.115	0.123	5.01	2	Ø 20			6.28	0.54	0.68
	Gối Phải	2.30	-80.28	200	500	40	460.0	0.165	0.181	7.38	2	Ø 20	2	Ø 18	11.37	0.80	1.24
B94 - TANGTUM	Gối trái	0.00	0.17	200	500	40	460.0	0.000	0.000	0.01	2	Ø 20			6.28	0.00	0.68
	Nhịp	0.00	0.26	200	500	40	460.0	0.001	0.001	0.02	2	Ø 20			6.28	0.00	0.68
	Gối Phải	1.40	-26.85	200	500	40	460.0	0.055	0.057	2.31	2	Ø 20			6.28	0.25	0.68
B127 - TANGTUM	Gối trái	0.00	-102.07	200	500	40	460.0	0.210	0.238	9.69	2	Ø 20	2	Ø 18	11.37	1.05	1.24
	Nhịp	2.72	1.75	200	500	40	460.0	0.004	0.004	0.15	2	Ø 20			6.28	0.02	0.68
	Gối Phải	2.72	1.41	200	500	40	460.0	0.003	0.003	0.12	2	Ø 20			6.28	0.01	0.68
B23 - TANG3	Gối trái	0.00	-206.74	300	700	40	660.0	0.138	0.149	13.01	3	Ø 20	2	Ø 18	14.51	0.66	0.73
	Nhịp	3.60	191.05	300	700	40	660.0	0.127	0.136	11.95	3	Ø 20	2	Ø 18	14.51	0.60	0.73
	Gối Phải	7.20	-241.38	300	700	40	660.0	0.161	0.176	15.42	3	Ø 20	2	Ø 20	15.71	0.78	0.79
B24 - TANG3	Gối trái	0.00	-79.23	300	500	40	460.0	0.109	0.115	7.03	3	Ø 20	2	Ø 20	15.71	0.51	1.14
	Nhịp	0.00	-33.75	300	500	40	460.0	0.046	0.047	2.89	3	Ø 20			9.42	0.21	0.68
	Gối Phải	2.30	-116.02	300	500	40	460.0	0.159	0.174	10.63	3	Ø 20	2	Ø 20	15.71	0.77	1.14
B94 - TANG3	Gối trái	0.00	0.53	300	500	40	460.0	0.001	0.001	0.04	3	Ø 20			9.42	0.00	0.68
	Nhịp	0.00	0.89	300	500	40	460.0	0.001	0.001	0.07	3	Ø 20			9.42	0.01	0.68
	Gối Phải	1.40	-34.71	300	500	40	460.0	0.048	0.049	2.97	3	Ø 20	2	Ø 18	14.51	0.22	1.05
B127 - TANG3	Gối trái	0.00	-154.73	300	500	40	460.0	0.212	0.241	14.71	3	Ø 20	2	Ø 20	15.71	1.07	1.14
	Nhịp	2.72	2.37	300	500	40	460.0	0.003	0.003	0.20	3	Ø 20			9.42	0.01	0.68
	Gối Phải	2.72	1.19	300	500	40	460.0	0.002	0.002	0.10	3	Ø 20			9.42	0.01	0.68
B23 - TANG2	Gối trái	0.00	-222.30	300	700	40	660.0	0.148	0.161	14.09	3	Ø 20	2	Ø 18	14.51	0.71	0.73
	Nhịp	3.60	202.96	300	700	40	660.0	0.135	0.146	12.76	3	Ø 20	2	Ø 18	14.51	0.64	0.73
	Gối Phải	7.20	-248.44	300	700	40	660.0	0.165	0.182	15.93	3	Ø 20	3	Ø 18	17.06	0.80	0.86
B24 - TANG2	Gối trái	0.00	-87.68	300	500	40	460.0	0.120	0.128	7.83	3	Ø 20	3	Ø 18	17.06	0.57	1.24
	Nhịp	0.00	-22.42	300	500	40	460.0	0.031	0.031	1.90	3	Ø 20			9.42	0.14	0.68
	Gối Phải	2.30	-130.97	300	500	40	460.0	0.179	0.199	12.16	3	Ø 20	3	Ø 18	17.06	0.88	1.24
B94 - TANG2	Gối trái	0.00	0.45	300	500	40	460.0	0.001	0.001	0.04	3	Ø 20			9.42	0.00	0.68
	Nhịp	0.00	0.86	300	500	40	460.0	0.001	0.001	0.07	3	Ø 20			9.42	0.01	0.68
	Gối Phải	1.40	-36.65	300	500	40	460.0	0.050	0.052	3.15	3	Ø 20	2	Ø 18	14.51	0.23	1.05
B127 - TANG2	Gối trái	0.00	-155.90	300	500	40	460.0	0.214	0.243	14.84	3	Ø 20	3	Ø 18	17.06	1.08	1.24
	Nhịp	2.72	2.31	300	500	40	460.0	0.003	0.003	0.19	3	Ø 20			9.42	0.01	0.68
	Gối Phải	2.72	1.13	300	500	40	460.0	0.002	0.002	0.09	3	Ø 20			9.42	0.01	0.68

Bảng 29: Bảng tính toán và bố trí cốt thép Khối B – Trục 9

Tên dầm	Vị trí mặt cắt	Vị trí (m)	M _{max} (kNm)	b (mm)	h (mm)	a = a' (mm)	h ₀ (mm)	α _m	ξ	C.thép tính A _s (cm ²)	Chọn thép				C.thép chọn A _s (cm ²)	μ _{tt} (%)	μ _{ch} (%)
B155 - TANGTUM	Gối trái	0.00	-80.57	200	700	40	660.0	0.064	0.066	4.86	2	Ø 20			6.28	0.37	0.48
	Nhịp	3.50	153.79	200	700	40	660.0	0.122	0.130	9.59	2	Ø 20	2	Ø 18	11.37	0.73	0.86
	Gối Phải	7.00	-81.21	200	700	40	660.0	0.064	0.066	4.90	2	Ø 20			6.28	0.37	0.48
B156 - TANGTUM	Gối trái	0.00	-15.75	200	500	40	460.0	0.026	0.026	1.33	2	Ø 20			6.28	0.15	0.68
	Nhịp	0.00	-0.07	200	500	40	460.0	0.000	0.000	0.01	2	Ø 20			6.28	0.00	0.68
	Gối Phải	2.30	-33.24	200	500	40	460.0	0.054	0.056	2.86	2	Ø 20			6.28	0.31	0.68
B205 - TANGTUM	Gối trái	0.00	-25.16	200	500	40	460.0	0.041	0.042	2.15	2	Ø 20			6.28	0.23	0.68
	Nhịp	1.40	0.22	200	500	40	460.0	0.000	0.000	0.02	2	Ø 20			6.28	0.00	0.68
	Gối Phải	1.40	0.14	200	500	40	460.0	0.000	0.000	0.01	2	Ø 20			6.28	0.00	0.68
B155 - TANG3	Gối trái	0.00	-195.62	300	700	40	660.0	0.103	0.109	12.06	3	Ø 20	2	Ø 18	14.51	0.61	0.73
	Nhịp	3.50	251.12	300	700	40	660.0	0.133	0.143	15.76	3	Ø 20	3	Ø 18	17.06	0.80	0.86
	Gối Phải	7.00	-163.67	300	700	40	660.0	0.086	0.090	9.99	3	Ø 20	2	Ø 18	14.51	0.50	0.73
B156 - TANG3	Gối trái	0.00	-33.97	300	500	40	460.0	0.037	0.038	2.89	3	Ø 20			9.42	0.21	0.68
	Nhịp	0.00	7.38	300	500	40	460.0	0.008	0.008	0.62	3	Ø 20			9.42	0.04	0.68
	Gối Phải	2.30	-79.97	300	500	40	460.0	0.087	0.091	7.01	3	Ø 20	2	Ø 18	14.51	0.51	1.05
B205 - TANG3	Gối trái	0.00	-33.88	300	500	40	460.0	0.037	0.038	2.89	3	Ø 20	2	Ø 18	14.51	0.21	1.05
	Nhịp	1.40	1.30	300	500	40	460.0	0.001	0.001	0.11	3	Ø 20			9.42	0.01	0.68
	Gối Phải	1.40	0.56	300	500	40	460.0	0.001	0.001	0.05	3	Ø 20			9.42	0.00	0.68
B155 - TANG2	Gối trái	0.00	-218.96	300	700	40	660.0	0.116	0.123	13.60	3	Ø 20	2	Ø 18	14.51	0.69	0.73
	Nhịp	3.50	255.58	300	700	40	660.0	0.135	0.145	16.06	3	Ø 20	3	Ø 18	17.06	0.81	0.86
	Gối Phải	7.00	-168.44	300	700	40	660.0	0.089	0.093	10.30	3	Ø 20	2	Ø 18	14.51	0.52	0.73
B156 - TANG2	Gối trái	0.00	-36.35	300	500	40	460.0	0.039	0.040	3.10	3	Ø 20			9.42	0.22	0.68
	Nhịp	0.00	22.01	300	500	40	460.0	0.024	0.024	1.86	3	Ø 20			9.42	0.13	0.68
	Gối Phải	2.30	-115.44	300	500	40	460.0	0.125	0.134	10.35	3	Ø 20	2	Ø 18	14.51	0.75	1.05
B205 - TANG2	Gối trái	0.00	-34.74	300	500	40	460.0	0.038	0.038	2.96	3	Ø 20	2	Ø 18	14.51	0.21	1.05
	Nhịp	1.40	1.40	300	500	40	460.0	0.002	0.002	0.12	3	Ø 20			9.42	0.01	0.68
	Gối Phải	1.40	0.53	300	500	40	460.0	0.001	0.001	0.04	3	Ø 20			9.42	0.00	0.68

c) Thép đai:

Phương pháp tính:

Kiểm tra điều kiện chịu cắt của bê tông (Nếu bê tông đủ khả năng chịu cắt, chỉ cần bố trí cốt đai cấu tạo)

$$Q_{bt} = \varphi_{b3}(1 + \varphi_f + \varphi_n)\gamma_b R_{bt} b h_0$$

Tính khoảng cách cấu tạo của cốt đai: s_{ct}

+ Nếu h_d ≤ 450mm:

$$s_{ct} \leq \begin{cases} h/2 \\ 150mm \end{cases}$$

+ Nếu h > 450mm:

$$s_{ct} \leq \begin{cases} h/3 \\ 300mm \end{cases}$$

Tính khoảng cách tính toán của cốt đai: s_{tt}

$$s_{tt} = R_{sw} n \pi d^2 \frac{[\varphi_b 2(1 + \varphi_F)] \gamma_b R_{bt} b h^2}{Q^2}$$

Tính khoảng cách cực đại của cốt đai: s_{max}

$$s_{max} = \frac{[\varphi_b 4(1 + \varphi_F)] \gamma_b R_{bt} b h_0^2}{Q}$$

Chọn thép đai cho dầm:

+ Bước cốt thép đai được chọn phải chẵn cm để đảm bảo cho quá trình thi công.

+ Giá trị bước cốt đai:

$$s \leq \min(s_{ct}; s_{tt}; s_{max})$$

+ Đường kính thép đai: Thực tế thường sử dụng thép đai $\Phi 6$ cho dầm khung và $\Phi 8$ cho dầm móng, tuy nhiên còn phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố khác.

Công trình trường TH Trần Văn Dư cơ sở 2 với quy mô tải trọng không phải quá lớn, ở phạm vi khối lượng này đề xuất sử dụng thép đai $\Phi 6$.

Bảng 30: Bảng tính toán thép đai dầm Khối A - Trục C

Tên dầm	Vị trí	Q_{max} (kN)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	h_0 (mm)	Bước cốt đai				Bố trí cốt đai	φ_{w1}	φ_{b1}	K.tr điều kiện phá hoại theo ứng suất nén chính
							s_{tt} (mm)	s_{max} (mm)	s_{ct} (mm)	$s_{chọn}$ (mm)				
B23 - TANGTUM	0.00	-96.21	300	700	40	660	1267	1925	233	100	Ø6 a100	1.07	0.86	Thỏa
	7.20	106.62	300	700	40	660	1032	1737	233	100				
B24 - TANGTUM	0.00	-9.07	300	500	40	460	69276	9921	167	100	Ø6 a100	1.07	0.86	Thỏa
	2.30	20.32	300	500	40	460	13802	4428	167	100				
B94 - TANGTUM	0.00	13.81	300	500	40	460	29882	6516	167	100	Ø6 a100	1.07	0.86	Thỏa
	1.40	23.65	300	500	40	460	10189	3805	167	100				
B127 - TANGTUM	0.00	-52.71	300	500	40	460	2051	1707	167	100	Ø6 a100	1.07	0.86	Thỏa
	2.72	-18.81	300	500	40	460	16107	4784	167	100				
B23 - TANG3	0.00	-174.63	300	700	40	660	385	1061	233	100	Ø6 a100	1.07	0.86	Thỏa
	7.20	183.63	300	700	40	660	348	1009	233	100				
B24 - TANG3	0.00	13.22	300	500	40	460	32609	6807	167	100	Ø6 a100	1.07	0.86	Thỏa
	2.30	41.15	300	500	40	460	3366	2187	167	100				
B94 - TANG3	0.00	18.14	300	500	40	460	17319	4960	167	100	Ø6 a100	1.07	0.86	Thỏa
	1.40	30.88	300	500	40	460	5976	2914	167	100				
B127 - TANG3	0.00	-79.04	300	500	40	460	912	1138	167	100	Ø6 a100	1.07	0.86	Thỏa
	2.72	-29.36	300	500	40	460	6611	3065	167	100				
B23 - TANG2	0.00	-180.59	300	700	40	660	360	1026	233	100	Ø6 a100	1.07	0.86	Thỏa
	7.20	189.16	300	700	40	660	328	979	233	100				
B24 - TANG2	0.00	26.02	300	500	40	460	8418	3458	167	100	Ø6 a100	1.07	0.86	Thỏa
	2.30	53.60	300	500	40	460	1984	1679	167	100				
B94 - TANG2	0.00	19.25	300	500	40	460	15379	4674	167	100	Ø6 a100	1.07	0.86	Thỏa
	1.40	32.46	300	500	40	460	5409	2772	167	100				
B127 - TANG2	0.00	-79.39	300	500	40	460	904	1133	167	100	Ø6 a100	1.07	0.86	Thỏa
	2.72	-29.78	300	500	40	460	6426	3022	167	100				

Bảng 31: Bảng tính toán thép đai dầm Khối B – Trục 9

Tên dầm	Vị trí	Q _{max} (kN)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	h ₀ (mm)	Bước cốt đai				Bố trí cốt đai	φ _{w1}	φ _{b1}	K.tr điều kiện phá hoại theo ứng suất nén chính
							S _{tt} (mm)	S _{max} (mm)	S _{ct} (mm)	S _{chọn} (mm)				
B155 - TANGTUM	0.00	-93.33	300	700	40	660	1347	1985	233	100	Ø6 a100	1.07	0.86	Thỏa
	7.00	98.51	300	700	40	660	1209	1880	233	100	Ø6 a100	1.07	0.86	Thỏa
B156 - TANGTUM	0.00	-12.42	200	500	40	460	24630	4830	167	100	Ø6 a100	1.10	0.86	Thỏa
	2.30	22.93	200	500	40	460	7226	2616	167	100	Ø6 a100	1.10	0.86	Thỏa
B205 - TANGTUM	0.00	-21.45	200	500	40	460	8258	2797	167	100	Ø6 a100	1.10	0.86	Thỏa
	1.40	-13.32	200	500	40	460	21414	4504	167	100	Ø6 a100	1.10	0.86	Thỏa
B155 - TANG3	0.00	-179.27	300	700	40	660	365	1033	233	100	Ø6 a100	1.07	0.86	Thỏa
	7.00	173.25	300	700	40	660	391	1069	233	100	Ø6 a100	1.07	0.86	Thỏa
B156 - TANG3	0.00	-21.66	300	500	40	460	12147	4154	167	100	Ø6 a100	1.07	0.86	Thỏa
	2.30	49.98	300	500	40	460	2281	1800	167	100	Ø6 a100	1.07	0.86	Thỏa
B205 - TANG3	0.00	-30.44	300	500	40	460	6151	2956	167	100	Ø6 a100	1.07	0.86	Thỏa
	1.40	-17.88	300	500	40	460	17826	5033	167	100	Ø6 a100	1.07	0.86	Thỏa
B155 - TANG2	0.00	-186.28	300	700	40	660	338	994	233	100	Ø6 a100	1.07	0.86	Thỏa
	7.00	173.47	300	700	40	660	390	1068	233	100	Ø6 a100	1.07	0.86	Thỏa
B156 - TANG2	0.00	39.32	300	500	40	460	3686	2288	167	100	Ø6 a100	1.07	0.86	Thỏa
	2.30	71.98	300	500	40	460	1100	1250	167	100	Ø6 a100	1.07	0.86	Thỏa
B205 - TANG2	0.00	-31.19	300	500	40	460	5858	2885	167	100	Ø6 a100	1.07	0.86	Thỏa
	1.40	-18.34	300	500	40	460	16950	4907	167	100	Ø6 a100	1.07	0.86	Thỏa

5.5.1. Kiểm tra độ võng dầm

Giá trị biến dạng giới hạn cho phép của cấu kiện được lấy theo Phụ lục 26 (Bảng M.1/Phụ lục M trong TCVN 5574:2018)

Phương pháp tính toán:

Độ cong toàn phần là bằng:

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}$$

Với:

$\frac{1}{r_1}$: Độ cong ở giữa nhịp do tác dụng ngắn hạn của toàn bộ tải trọng.

$\frac{1}{r_2}$: Độ cong ở giữa nhịp do tác dụng ngắn hạn của tải trọng dài hạn.

$\frac{1}{r_3}$: Độ cong ở giữa nhịp do tác dụng dài hạn của tải trọng dài hạn.

$$\frac{1}{r_i} = \frac{M_i}{h_0 z} \left(\frac{\Psi_s}{E_s A_s} + \frac{\Psi_b}{v E_b A_{bred}} \right)$$

Tính toán các hệ số lần lượt theo trình tự:

$$\text{Ta có: } \xi = \frac{x}{h_0} = \frac{1}{\beta + \frac{1+5(\delta+\lambda)}{10\mu\alpha}}$$

$$\delta = \frac{M}{bh_0^2 R_{b,ser}}; \alpha = \frac{E_s}{E_b}; \mu = \frac{A_s}{bh_0}; \varphi = \frac{(b'f-b)h'f + \frac{\alpha}{2v} A's}{bh_0}; \lambda = \varphi \left(1 - \frac{h'f}{2h_0} \right)$$

v: Hệ số đàn hồi của bê tông vùng nén, tác dụng ngắn hạn lấy 0,45; dài hạn lấy 0,15.

$$z = 1 - \frac{\xi^2}{2(\psi_f + \xi)} \cdot h; W_{pl} = \frac{z(I_{b0} + \alpha I_{so} + \alpha I'_{so})}{h-x} + S_{b0}$$

Với I_{b0} , I_{so} , $\alpha I'_{so}$, S_{b0} lần lượt là mô men quán tính đối với trục trung hoà của tiết diện vùng bê tông chịu nén, của tiết diện cốt thép chịu kéo và của diện tích cốt thép chịu nén, mô men tĩnh đối với trục trung hoà của diện tích vùng bê tông chịu kéo.

1. Dầm:	Tầng 2 (trục C)			3. Kích thước tiết diện dầm:	
2. Vật liệu sử dụng					
- Bê tông:	+ Cấp độ bền:	B25		- Bề rộng dầm: b (cm) =	30
	+ $R_{b,ser}$ (MPa) =	18,5		- Chiều cao dầm: h (cm) =	70
	+ $R_{bt,ser}$ (MPa) =	1,6		- Chiều dài dầm: L (cm) =	700
	+ E_b (MPa) =	30000		- Lớp bảo vệ cốt thép: a_c (cm) =	4
- Cốt thép:	+ Nhóm cốt thép:	CB300-V		4. Các thông số khác:	
	+ R_{sw} (MPa) =	210		+ [f] (cm) =	2.8
	+ E_s (MPa) =	200000		+ β =	1.8
	+ $a = E_s / E_b$ =	6,67		+ ψ_b =	0.9

a) Xác định độ cong đầu gối bên trái dầm

Cốt thép trong vùng kéo					Cốt thép trong vùng nén			
Bố trí		As	ao	ho	Bố trí		As'	ao'
		cm ²	cm	cm			cm ²	cm
3	20	14.5	7.25	62.75	3	20	9.4	5
2	18							

μ	Ared	x	lbo	lso	l'so	Sbo	Wpl
	cm ²	cm	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³
0.008	2260	35.4	441896	10893	8684	18005	51049

- Độ cong dưới tác dụng ngắn hạn của toàn bộ tải trọng, 1/r1

M1	δ	v	φ_f, λ	ξ	Ab,red	z	φ_{ls}	ψ_s
kNm					cm ²	cm		
199.34	0.09	0.45	0.037	0.2	447	57.4	1.1	0.8

$$\Rightarrow 1/r1 = 2.30E-05 (1/cm)$$

- Độ cong dưới tác dụng ngắn hạn của tải trọng dài hạn

M2	δ	v	φ_f, λ	ξ	Ab,red	z	φ_{ls}	ψ_s
kNm					cm ²	cm		
166.266	0.08	0.45	0.037	0.206	458	57.3	1.1	0.71

$$\Rightarrow 1/r2 = 1.80E-05 (1/cm)$$

- Độ cong dưới tác dụng dài hạn của tải trọng dài hạn, 1/r3

M3	δ	v	φ_f, λ	ξ	Ab,red	z	φ_{ls}	ψ_s
kNm					cm ²	cm		
182.59	0.08	0.15	0.111	0.177	543	59.3	1.1	0.76

$$\Rightarrow 1/r3 = 3.10E-05 (1/cm)$$

- Độ cong toàn phần

$$1/r_l = 1/r_1 - 1/r_2 + 1/r_3 = 2.30E-05 - 2.30E-05 + 3.10E-05 = 3.60E-05 \text{ (1/cm)}$$

b) Xác định độ cong đầu gối bên phải dầm

Cốt thép trong vùng kéo				Cốt thép trong vùng nén				
Bố trí		As	ao	ho	Bố trí		As'	ao'
		cm ²	cm	cm			cm ²	cm
3	20	18.8	7.25	62.75	3	20	9.4	5
3	20							

μ	Ared	x	lbo	lso	l'so	Sbo	Wpl
	cm ²	cm	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³
0.01	2288	35.7	454997	13792	8883	17647	52992

- Độ cong dưới tác dụng ngắn hạn của toàn bộ tải trọng, 1/r1

M1	δ	v	φ _f , λ	ξ	Ab,red	z	φ _{ls}	ψ _s
kNm					cm ²	cm		
207.79	0.1	0.45	0.037	0.233	509	56.4	1.1	0.8

$$\Rightarrow 1/r_1 = 2.00E-05 \text{ (1/cm)}$$

- Độ cong dưới tác dụng ngắn hạn của tải trọng dài hạn

M2	δ	v	φ _f , λ	ξ	Ab,red	z	φ _{ls}	ψ _s
kNm					cm ²	cm		
174.69	0.08	0.45	0.037	0.24	521	56.2	1.1	0.72

$$\Rightarrow 1/r_2 = 1.60E-05 \text{ (1/cm)}$$

- Độ cong dưới tác dụng dài hạn của tải trọng dài hạn, 1/r3

M3	δ	v	φ _f , λ	ξ	Ab,red	z	φ _{ls}	ψ _s
kNm					cm ²	cm		
185.48	0.08	0.15	0.111	0.21	604	58.4	1.1	0.75

$$\Rightarrow 1/r_3 = 2.70E-05 \text{ (1/cm)}$$

- Độ cong toàn phần

$$1/r_l = 1/r_1 - 1/r_2 + 1/r_3 = 2.00E-05 - 1.60E-05 + 2.70E-05 = 3.10E-05 \text{ (1/cm)}$$

c) Xác định độ cong giữa nhịp dầm

Cốt thép trong vùng kéo				Cốt thép trong vùng nén				
Bố trí		As	ao	ho	Bố trí		As'	ao'
		cm ²	cm	cm			cm ²	cm
3	20	14.5	7.25	62.75	3	20	9.4	5
2	18							

μ	Ared	x	lbo	lso	l'so	Sbo	Wpl
	cm ²	cm	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³
0.008	2260	35.4	441896	10893	8684	18005	51049

- Độ cong dưới tác dụng ngắn hạn của toàn bộ tải trọng, $1/r_1$

M1	δ	ν	φ_f, λ	ξ	Ab,red	z	φ_{ls}	ψ_s
kNm					cm ²	cm		
142.98	0.07	0.45	0.037	0.211	467	57.1	1.1	0.62

$$\Rightarrow 1/r_1 = 1.40E-05 \text{ (1/cm)}$$

- Độ cong dưới tác dụng ngắn hạn của tải trọng dài hạn

M2	δ	ν	φ_f, λ	ξ	Ab,red	z	φ_{ls}	ψ_s
kNm					cm ²	cm		
120.6	0.06	0.45	0.037	0.215	475	57	1.1	0.51

$$\Rightarrow 1/r_2 = 1.10E-05 \text{ (1/cm)}$$

- Độ cong dưới tác dụng dài hạn của tải trọng dài hạn, $1/r_3$

M3	δ	ν	φ_f, λ	ξ	Ab,red	z	φ_{ls}	ψ_s
kNm					cm ²	cm		
127.84	0.06	0.15	0.111	0.185	558	59.1	1.1	0.55

$$\Rightarrow 1/r_3 = 1.90E-05 \text{ (1/cm)}$$

- Độ cong toàn phần

$$1/r_l = 1/r_1 - 1/r_2 + 1/r_3 = 1.40E-05 - 1.10E-05 + 1.90E-05 = 2.20E-05 \text{ (1/cm)}$$

d) Xác định độ võng dầm

$$f = \left[\frac{5}{48} \frac{1}{r} - \frac{1}{96} \frac{1}{r_r} - \frac{1}{96} \frac{1}{r_l} \right] l^2$$

$$= \left[\frac{5}{48} (2.20E-05) - \frac{1}{96} (3.10E-05 + 3.60E-05) \right] = 0.8cm$$

$$\rightarrow f = 0.8cm < [f] = \frac{l}{250} = \frac{700}{250} = 2.8cm \text{ (Đạt)}$$

5.5.2. Tính toán cột khung trục C – Khối A

Cột là cấu kiện chịu nén lệch tâm xiên, tùy theo vị trí điểm đặt lực dọc cũng như tương quan giữa các N, M_x và M_y với kích thước tiết diện và việc bố trí cốt thép mà có thể xảy ra trường hợp toàn bộ tiết diện chịu nén hay một phần chịu nén, một phần chịu kéo.

- Trong tính toán thực tế, người ta thường sử dụng công thức gần đúng để đơn giản và thuận tiện hơn.

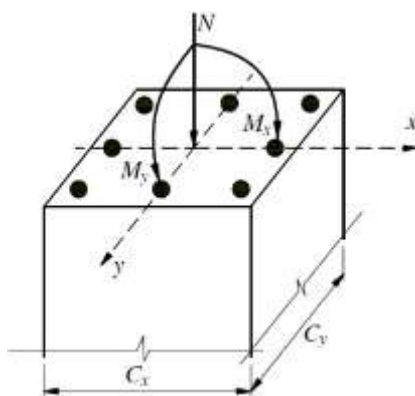
- Nội lực để tính toán lệch tâm xiên được lấy từ kết quả tổ hợp trong đó chú ý các bộ ba nội lực như sau:

- + Có N lớn nhất và M_x, M_y tương ứng.
- + Có M_x lớn nhất và N, M_y tương ứng.
- + Có M_y lớn nhất và N, M_x tương ứng.
- + Có M_x và M_y đều lớn và N tương ứng.
- + Có độ lệch tâm $e_{1x} = M_x/N$ hoặc $e_{1y} = M_y/N$ lớn.

- Sử dụng phương pháp gần đúng để tính toán cột nén lệch tâm xiên. Chuyển từ trường hợp nén lệch tâm xiên thành lệch tâm phẳng tương đương để tính với trình tự như sau:

Tính toán cốt thép:

Cốt thép được đặt theo chu vi, trong đó cốt thép đặt theo cạnh b có mật độ lớn hơn hoặc bằng theo cạnh h .



Tính độ lệch tâm theo mỗi phương

$$e_a \geq \begin{cases} l / 600 \\ h / 300 \end{cases}$$

Độ lệch tâm ban đầu; với kết cấu siêu tĩnh

$$e_{0x} = \max(e_{1x}, e_{ax})$$

$$e_{0y} = \max(e_{1y}, e_{ay})$$

Trong đó:

$$e_{1x} = \frac{M_x}{N_x}; e_{1y} = \frac{M_y}{N_y}$$

Tính hệ số uốn dọc theo từng phương

Tính độ mảnh từng phương:

$$\lambda_x = \frac{l_{ox}}{i_x}; \lambda_y = \frac{l_{oy}}{i_y}$$

Trong đó:

Chiều dài tính toán phụ thuộc vào phụ lục $l_{ox} = 0.7l; l_{oy} = 0.7l$

i_x, i_y : bán kính quán tính của tiết diện cột theo phương x,y.

Xét ảnh hưởng của uốn dọc theo từng phương:

+ Khi độ mảnh theo từng phương $(\lambda_x, \lambda_y) \leq 14$ lấy $\eta = 1$

+ Khi độ mảnh theo theo từng phương $(\lambda_x, \lambda_y) > 14$, tính hệ số ảnh hưởng uốn dọc:

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}}$$

Trong đó:

N : Là lực dọc do ngoại lực

N_{cr} : Là lực tới hạn quy ước, được xác định theo công thức

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 D}{L_o^2}$$

Trong đó:

D : Là độ cứng của cấu kiện bê tông cốt thép ở trạng thái giới hạn về độ bền, được xác định theo các chỉ dẫn về tính toán biến dạng

L_o : Là chiều dài tính toán của cấu kiện

Cho phép xác định giá trị D theo công thức:

$$D = k_b E_B I + k_s E_S I_S$$

Trong đó:

$E_B; E_S$: Là mô đun đàn hồi lần lượt của bê tông và cốt thép;

$I; I_S$: Là mô men quán tính của diện tích tiết diện lần lượt của bê tông và của toàn bộ cốt thép dọc

$$k_s = 0,7$$

Do ban đầu chưa biết A_s nên giả thiết trước hàm lượng cốt thép μ_t

$$I_s = \mu_t b h_o (0,5h - a)^2$$

$$k_b = \frac{0,15}{\varphi_L (0,3 + \delta_e)}$$

φ_L : Là hệ số, kể đến ảnh hưởng của thời hạn của tác dụng của tải trọng:

$$\varphi_L = 1 + \frac{M_{L1}}{M_L}$$

M_L : Là mô men đối với trọng tâm của thanh thép chịu kéo nhiều nhất hoặc chịu nén ít nhất (khi toàn bộ tiết diện chịu nén) do tác dụng của toàn bộ tải trọng;

M_{L1} : Là mô men đối với trọng tâm của thanh thép chịu kéo nhiều nhất hoặc chịu nén ít nhất (khi toàn bộ tiết diện chịu nén) do tác dụng của tải trọng thường xuyên và tạm thời dài hạn.

δ_e : Là giá trị độ lệch tâm tương đối của lực dọc ($\delta_e = e_0 / h$) lấy không nhỏ hơn 0,15 và không lớn hơn 1,5

- Mô men đã gia tăng: $M_{x1} = \eta_x M_x; M_{y1} = \eta_y M_y$

- Tùy theo giá trị M_{x1}, M_{y1} và C_x, C_y đưa về tính nén lệch tâm phẳng theo phương x hoặc theo phương y.

+ Theo phương x khi $\frac{M_{x1}}{C_x} > \frac{M_{y1}}{C_y}$

+ Theo phương y khi $\frac{M_{y1}}{C_y} > \frac{M_{x1}}{C_x}$

Giả thiết chiều dày a, tính $h_0 = h - a; Z_a = h - 2a$

- Tính toán theo trường hợp đặt cốt thép đối xứng:

$$x_1 = \frac{N}{R_b b}$$

- Hệ số chuyển đổi m_o ;

+ Khi $x_1 \leq h_0$ thì $m_o = 1 - \frac{0,6x_1}{h_0}$

+ Khi $x_1 > h_0$ thì $m_o = 0,4$

- Tính toán mô men tương đương (đổi lệch tâm xiên ra lệch tâm phẳng)

$$M = M_1 + m_o M_2 \frac{b}{h}$$

- Tiến hành tính toán cốt thép theo lệch tâm phẳng với cặp nội lực N, M, với kích thước tiết diện b x h

- Độ lệch tâm tĩnh học (đã xét uốn dọc) $e_1 = \frac{M}{N}$

- Độ lệch tâm tính toán: $e_o = \max(e_1, e_o)$

$\Rightarrow e = e_o + 0,5h - a$

Dựa vào độ lệch tâm e_o với giá trị x_1 để phân biệt các trường hợp tính toán.

a) Trường hợp 1: nén lệch tâm rất bé khi $\varepsilon = \frac{e_o}{h_0} \leq 0,3$ tính toán gần như nén đúng tâm

tâm

- Hệ số ảnh hưởng độ lệch tâm γ_e

$$\gamma_e = \frac{1}{(0,5 - \varepsilon)(2 + \varepsilon)}$$

+ Khi $\lambda \leq 14$ lấy $\varphi = 1$

+ Khi $\lambda > 14$ lấy φ theo công thức sau

$$\varphi = 1,028 - 0,0000299\lambda^2 - 0,0016\lambda$$

- Hệ số uốn dọc phụ thêm khi xét nén đúng tâm

$$\varphi_e = \varphi + \frac{(1 - \varphi)\varepsilon}{0,3}$$

- Diện tích toàn bộ cốt thép dọc A_{st}

$$A_{st} \geq \frac{\frac{\gamma_e N}{\varphi_e} - R_b b h}{R_{sc} - R_b}$$

b) Trường hợp 2: nén lệch tâm bé khi $\varepsilon = \frac{e_o}{h_0} \leq 0,3$ và $x_1 > \xi_R h_0$

Xác định lại chiều cao vùng nén x với mức độ gần đúng:

$$x = \frac{\lceil \lceil (1 - \xi_R) \gamma_a n + 2 \zeta_R (n \varepsilon - 0,48) \rceil \rceil h_0}{(1 - \xi_R) \gamma_a + 2(n \varepsilon - 0,48)}$$

Trong đó:

$$n = \frac{N}{R_b b h_0}; \varepsilon = \frac{e}{h_0}; \gamma_a = \frac{Z_a}{h_0}$$

Điều kiện của x: $\xi_R h_0 < x \leq h_0$, nếu $x > h_0$ thì lấy $x = h_0$; nếu $x < \xi_R h_0$ thì lấy $x = \xi_R h_0$

Tính diện tích toàn bộ cốt thép A_{st} theo công thức:

$$A_{st} = \frac{Ne - R b x_0 (h - \frac{x_0}{2})}{0,4 R_{sc} Z_a}$$

c) Trường hợp 3: nén lệch tâm lớn khi $\varepsilon = \frac{e_0}{h_0} > 0,3$ và $x_1 \leq \xi_R h_0$

$$A_{st} = \frac{N(e + 0,5x_1 - h_0)}{0,4 R_s Z_a}$$

- Chọn, bố trí cốt thép theo chu vi, trong đó cốt thép đặt theo cạnh b có mật độ lớn hơn hoặc bằng mật độ theo cạnh h.

Sau khi đã tính được cốt thép theo phương pháp gần đúng như trên, tiến hành đánh giá tính hợp lý của lượng cốt thép tính được bằng cách kiểm tra hàm lượng cốt thép hợp lý. Đối với cấu kiện cột, hàm lượng cốt thép hợp lý là $1\% \leq \mu \leq 3\%$.

Bảng 32: Bảng tính toán cốt thép cột

KHỐI	Tầng	Tên Cột	Tổ hợp Tải trọng	Vị trí (m)	P (kN)	$M_1 = M_2$ (kN.m)	$M_1 = M_3$ (kN.m)	l_t (mm)	$C_1 = t_1$ (mm)	$C_2 = t_2$ (mm)	a (mm)	Quy về bài toán lệch tâm phẳng tương đương	b (mm)	h (mm)	Trường hợp tính toán	A_{cal}	A_{req}	m (%)	Kiểm tra	Chọn thép	A_t
																(cm ²)	(cm ²)				(cm ²)
A	TANGTUM	C15	Combo10	0.0	306.69	-2.00	81.97	2520	500	200	35	Theo phương X	500	200	LTL	20.02	20.02	2.00	Tiết diện hợp lý	8 Ø 22	30.41
	TANG3	C15	Combo10	0.0	770.86	-1.00	123.80	2520	500	300	35	Theo phương X	500	300	LTL	27.96	27.96	1.86	Tiết diện hợp lý	8 Ø 22	30.41
	TANG2	C15	Combo6	0.0	1255.09	1.20	86.80	2744	500	300	35	Theo phương X	500	300	LTRB	33.12	33.12	2.21	Tiết diện hợp lý	8 Ø 25	39.27
	TANGTUM	C9	Combo11	3.6	295.07	-1.74	91.09	2520	500	200	35	Theo phương X	500	200	LTL	24.38	24.38	2.44	Tiết diện hợp lý	8 Ø 20	25.13
	TANG3	C9	Combo11	3.6	788.55	3.87	116.55	2520	500	300	35	Theo phương X	500	300	LTL	24.65	24.65	1.64	Tiết diện hợp lý	8 Ø 20	25.13
	TANG2	C9	Combo11	3.9	1297.45	1.68	107.35	2744	500	300	35	Theo phương X	500	300	LTB	29.95	29.95	2.00	Tiết diện hợp lý	8 Ø 22	30.41
B	TANGTUM	C57	Combo13	0.0	313.99	-73.51	0.46	2520	200	500	35	Theo phương Y	500	200	LTL	17.18	17.18	1.72	Tiết diện hợp lý	8 Ø 22	30.41
	TANG3	C57	Combo13	0.0	837.95	-98.55	4.16	2520	300	500	35	Theo phương Y	500	300	LTL	19.74	19.74	1.32	Tiết diện hợp lý	10 Ø 22	38.01
	TANG2	C57	Combo13	3.9	1367.67	84.60	-0.72	2744	300	500	35	Theo phương Y	500	300	LTRB	41.46	41.46	2.76	Tiết diện hợp lý	10 Ø 25	49.09
	TANGTUM	C58	Combo8	0.0	314.79	78.93	12.12	2520	200	500	35	Theo phương Y	500	200	LTL	21.12	21.12	2.11	Tiết diện hợp lý	8 Ø 22	30.41
	TANG3	C58	Combo8	0.0	859.02	97.82	21.23	2520	300	500	35	Theo phương Y	500	300	LTL	20.59	20.59	1.37	Tiết diện hợp lý	10 Ø 22	38.01
	TANG2	C58	Combo12	3.9	1359.58	-84.47	-10.47	2744	300	500	35	Theo phương Y	500	300	LTRB	41.30	41.30	2.75	Tiết diện hợp lý	10 Ø 25	49.09

CHƯƠNG 6: THIẾT KẾ MÓNG KHUNG TRỤC

6.1. Điều kiện địa chất công trình

6.1.1. Địa tầng

- Công trình được xây dựng ở khu vực P.Hòa Xuân, Q.Cẩm Lệ, TP. Đà Nẵng. Có các lớp địa tầng được sắp xếp từ trên xuống dưới như sau:

Bảng 33: Chỉ tiêu cơ lý của các lớp đất

STT	Tên lớp	Loại đất			γ (kN/m ³)	Δ (kN/m ³)	e	B	SPT	ϕ
1	Lớp DD	Đất lấp	cứng	-	18.96	26.8	0.708		9	14.02
2	Lớp 1	Sét pha	đẻo mềm	-	18.08	26.8	1.023	0.65	5	6.17
3	Lớp 2	Cát mịn	xốp	-	18.35	26.5	0.859	0.5	5	28.1
4	Lớp 3	Cát thô	chặt vừa	-	18.96	26.4	0.713	0.7	10	30.04
5	Lớp 4	Cát mịn	xốp	-	18.48	26.5	0.815	0.5	7	28.45
6	Lớp 5	Sét pha	đẻo mềm	-	17.18	26.9	1.138	0.756	5	5.56
7	Lớp 6	Cát pha	đẻo mềm	-	19.45	26.7	0.685	0.61	17	21.16
8	Lớp 7	Sét	đẻo cứng	-	19.08	27	0.83	0.235	18	18.07
9	Lớp 8	Sét pha	đẻo cứng	-	18.7	26.9	0.917	0.529	8	7.49
10	Lớp 9	Cát pha	đẻo	-	19.31	26.9	0.696	0.229	19	19.24
11	Lớp 10	Sét pha	cứng	-	20.03	27.3	0.622	0.647	46	27.22

6.1.2. Đánh giá địa chất

6.1.3. Lựa chọn giải pháp móng

- Giải pháp móng nông

Dựa vào số liệu thí nghiệm, tài liệu địa chất khu vực, theo thành phần các lớp và tính chất cơ lý của chúng, xét thấy phương án móng nông là không đảm bảo chịu lực cho công trình bởi vì tải trọng công trình khá lớn các lớp đầu tiên của địa tầng không đảm bảo chịu tải trọng công trình.

- Giải pháp móng sâu

Trong những năm gần đây mật độ xây dựng các khu trung cư cao tầng, văn phòng làm việc cao tầng.. ngày càng nhiều tại nước ta, đòi hỏi việc phân tích, lựa chọn giải pháp cho các công trình này thường là móng sâu là móng cọc bê tông cốt thép chế tạo sẵn. Bởi vì chúng có khả năng cắm vào các lớp đất tốt ở độ sâu tương đối lớn

6.2. Thiết kế móng

6.2.1. Các giả thiết tính toán

Việc tính toán móng dựa trên tiêu chuẩn TCVN 10304:2014: Móng cọc – Tiêu chuẩn thiết kế.

Tải trọng ngang hoàn toàn do các lớp đất từ đáy đài trở lên chịu khi chiều sâu chôn đài đảm bảo chiều sâu chôn đài tối thiểu, do đó cọc bê tông cốt thép thì chịu nén hoặc kéo.

Đài cọc xem là tuyệt đối cứng khi truyền xuống cọc.

Tải trọng của công trình qua đài cọc chỉ truyền trực tiếp lên các cọc chứ không truyền qua các lớp đất nằm giữa các cọc tại mặt tiếp giáp với cọc.

Khi kiểm tra cường độ của đất nền và tính lún cho móng cọc thì ta xem cọc và phần đất xung quanh cọc như một khối móng quy ước. Vì vậy việc tính toán khối móng quy ước của móng cọc như với móng nông trên nền thiên nhiên (bỏ qua ma sát xung quanh khối móng), nên giá trị mô men tại đáy đài cộng với giá trị mô men do tải ngang gây ra.

6.2.2. Xác định tải trọng truyền xuống móng

Từ kết tính toán của phần mềm phân tích kết cấu ta chọn được cặp nội lực để tính toán của cột trục C

Tên Móng	Tổ hợp	Qx	Qy	N	Mx	My
		kN	kN	kN	kN-m	kN-m
M1	Combo1	45.527	0.5795	1327.244	-0.938	76.7745
	Combo11	47.4414	0.6992	1307.684	-1.1898	81.6827
	Combo12	22.5776	-9.7319	1279.343	19.9637	25.6706
M2	Combo5	-15.0746	9.7983	1061.779	-19.4349	-20.8589
	Combo7	6.8153	0.3888	1308.777	-0.3395	27.3762
	Combo10	-49.0275	-0.4537	1259.14	1.3743	-89.1684
	Combo12	-19.8327	-9.7679	1273.994	20.1702	-28.4472
M3	Combo6	-0.3875	-0.5748	891.9474	0.9627	-3.5948
	Combo11	7.9727	-0.4068	794.77	0.6148	13.0469
	Combo12	3.4536	-4.2484	839.8977	8.1926	4.0869

6.2.3. Chọn sơ bộ kích thước đài cọc

Chiều sâu h được tính từ mặt đất tự nhiên phải thỏa mãn điều kiện móng cọc đài thấp, tải trọng ngang hoàn toàn do các lớp đất từ đáy đài trở lên tiếp nhận. Vì vậy độ sâu đặt đài phải đảm bảo điều kiện cân bằng giữa tải trọng ngang lớn nhất và áp lực bị động của đất từ đáy đài trở lên.

$$h_{min} = 0,7 \times \operatorname{tg}(45^{\circ} - \frac{\varphi}{2}) \sqrt{2 \frac{\sum Q_{max}^{tt}}{\gamma B}}$$

$$= 0,7 \times \operatorname{tg}(45^{\circ} - \frac{14.02^{\circ}}{2}) \sqrt{\frac{2 \times (49.03 + 0.45)}{18.96 \times 2}} = 1.26 \text{ m}$$

Trong đó:

B: Là bề rộng đài giả định $B = 2\text{m}$.

⇒ Chọn chiều sâu đặt đài móng là 1.65 m.

6.2.4. Chọn kích thước sơ bộ cọc

Do cấu tạo địa chất để đảm bảo cọc phải cắm vào lớp đất tốt nên ta dự định chiều sâu cọc phải cắm vào lớp đất số 10 (Sét pha lẫn dăm sạn, dăm cục, tránh thái cứng). Mũi cọc sẽ cắm vào 2,6m. vậy chiều dài cọc sẽ là:

Lcọc = 36,5 m

Chiều chôn đài là 1,65m

Đoạn phá đầu cọc là 0,5m

Đoạn cọc ngàm vào đài là 0,1m

Chọn cọc tròn có kích thước $D = 400\text{mm}$

Diện tích tiết diện cọc $A_c = 1256,6 \text{ cm}^2$

Chu vi cọc $U = 1,26\text{m}$

Chọn cọc đúc sẵn gồm 3 đoạn cọc:

+ Đoạn 1: 12000mm

+ Đoạn 2: 12000mm

+ Đoạn 3: 12500mm

6.2.5. Xác định sức chịu tải của cọc theo vật liệu

- Sức chịu tải cọc theo vật liệu được xác định theo công thức:

$$R_m = \varphi (\gamma_{cb} \gamma'_{cb} (A - A_s) R_b + A_s R_s)$$

Trong đó:

$R_b = 14,5 \text{ MPa}$: Cường độ chịu nén của bê tông

$R_s = 260 \text{ MPa}$: Cường độ tính toán cốt thép

$A_s = 5.03 \text{ cm}^2$: Diện tích cốt thép

$A_b = 1256.6 \text{ cm}^2$: Diện tích tiết diện cọc

$\varphi = 1$: Hệ số uốn dọc

$\gamma_{cb} = 1$: Hệ số điều kiện làm việc

$\gamma'_{cb} = 1$: Hệ số điều kiện thi công

$$\Rightarrow R_m = 1946 \text{ kN}$$

6.2.6. Sức chịu tải của cọc theo chỉ tiêu trạng thái đất nền

- Sức chịu tải của cọc theo chỉ tiêu trạng thái của đất nền xác định theo công thức:

$$R_{c,u} = \gamma_c * \gamma_{cq} * q_b * A_b + \gamma_c * U * \sum (\gamma_{cf} * f_{si} * L_i)$$

Trong đó:

$\gamma_c = 1,25$: Hệ số điều kiện làm việc của cọc trong đất

$\gamma_{cq} = 1$: Hệ số điều kiện làm việc của đất dưới mũi cọc (Tra bảng 4)

q_b : Cường độ sức kháng của đất dưới mũi cọc (Tra bảng 2)

$A_b = 1256.6 \text{ m}^2$: Diện tích tiết diện cọc

$U = 1,26 \text{ m}$: Chu vi tiết diện cọc

$\gamma_{cf} = 1$: Hệ số điều kiện làm việc trên thân cọc

f_{si} : Cường độ sức kháng của lớp đất thứ i trên thân cọc (Tra bảng 3)

L_i : Chiều dày đoạn cọc nằm trong lớp thứ i.

Tên lớp	Loại đất	Độ sệt	C.Đày (m)	Độ sâu (m)	q_b kN/m ²	f_s kN/m ²	R_{si} kN	ΣR_{si} kN	R_b kN	$R_{c,u}$ kN
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Lớp 1	Sét pha - dẻo mềm	0.65	2.0	3.3	1400	11.6	36.44	1813.23	219.91	2033
			1.1	4.85		13.35	23.07			
Lớp 2	Cát mịn - xốp	0.5	1.6	6.2		25.1	63.08			
Lớp 3	Cát thô - chặt vừa	0.7	2.0	8			0.00			
		-	2.0	10			0.00			
Lớp 4	Cát mịn - xốp	0.5	1.7	11.85		27.37	73.09			
Lớp 5	Sét pha - dẻo mềm	0.756	2.0	13.7		9.2	28.90			
			2.0	15.7		9.4	29.53			
			2.0	17.7		9.56	30.03			
			1.1	19.25		9.7	16.76			
Lớp 6	Cát pha - dẻo mềm	0.61	1.2	20.4	19.2	36.19				
Lớp 7	Sét - dẻo cứng	0.235	2.0	22	73.47	230.81				
			2.0	24	76	238.76				
			2.0	26	78.51	246.65				
			1.8	27.9	81	229.02				
Lớp 8	Sét pha - dẻo cứng	0.529	2.0	29.8	30.16	94.75				
			2.0	31.8	30.85	96.92				
			0.5	33.05	31.27	24.56				
Lớp 9	Cát pha - dẻo	0.229	1.7	34.15	90.26	241.03				
Lớp 10	Sét pha - cứng	0.647	2.0	36	17.97	56.45				
			0.6	37.3	18.23	17.18				

6.2.7. Sức chịu tải của cọc theo kết quả thí nghiệm SPT

Sức chịu tải cực hạn theo kết quả thí nghiệm SPT được xác định theo công thức:

$$R_{c,u} = q_b * A_b + U * \sum f_{si} * L_i$$

Trong đó:

q_b : Cường độ sức kháng của đất dưới mũi cọc xác định theo công thức

$$q_b = k_1 * N_p$$

f_{si} : Cường độ sức kháng của lớp đất thứ “i” trên thân cọc xác định theo công thức

$$f_{si} = k_2 * N_{Si}$$

k_1 : Là hệ số, lấy $k_1 = 400$ đối với cọc đóng

N_p : Là chỉ số SPT trung bình trong khoảng 4d phía dưới và 1d phía trên mũi cọc;

k_2 : Lấy bằng 2 đối với cọc đóng

N_{Si} : Là chỉ số SPT trung bình của lớp đất thứ “i” trên thân cọc.

STT	SPT	Độ sâu	C.Đày	q_b	f_s	R_{si}	ΣR_{si}	R_b	$R_{c,u}$
		(m)	(m)						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	9	2.3	1.15	13000	18	26.0	1181	1633.6	2815
2	5	5.4	3.1		10	39.0			
3	5	7	1.6		10	20.1			
4	10	11	4		20	100.5			
5	7	12.7	1.7		14	29.9			
6	5	19.8	7.1		10	89.2			
7	17	21	1.2		34	51.3			
8	18	28.8	7.8		36	352.9			
9	8	33.3	4.5		16	90.5			
10	19	35	1.7		38	81.2			
11	46	40	2.6		92	300.6			

$$\Rightarrow P_{tk} = \min(P_{VL}, P_{dn}, P_{spt}) = \min(1946, 2033, 2815) = 1946kN$$

6.2.8. Xác định số lượng cọc trong đài

Áp lực tính toán do phản lực đầu cọc tác dụng lên đáy đài:

$$P_{tt} = \frac{P_{tk}}{(3d)^2} = \frac{1946}{(3 \times 0.4)^2} = 1351.059 \text{ kN/m}^2$$

Diện tích sơ bộ đáy đài:

$$A_d = \frac{N_o^{tt}}{P_{tt} - \gamma_{tb} h_n} = \frac{1327.24}{1351.06 - 22 \times 1.65 \times 1.1} = 1.0123 \text{ m}^2$$

Trong đó:

N_o^{tt} : lực dọc tính toán, lấy cặp thứ 3.

h: Chiều sâu đặt đáy đài.

γ_{tb} : Giá trị trung bình của trọng lượng riêng của đài cọc và đất trên đài, $\gamma_{tb}=20 - 22 \text{ kN/m}^3$.

n: Hệ số vượt tải lấy bằng 1.1

Trọng lượng tính toán sơ bộ của đài và lớp đất trên mặt đài:

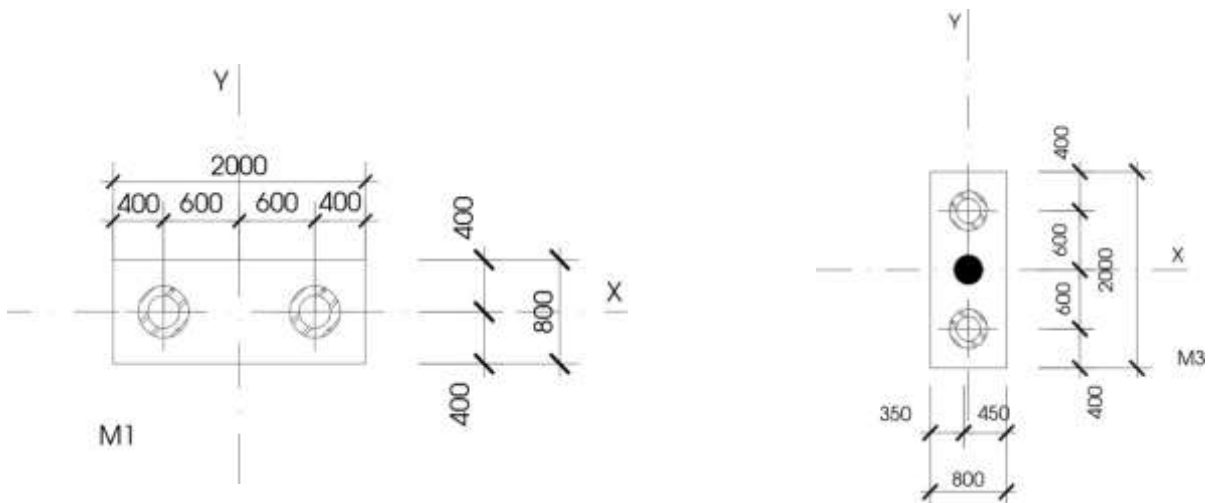
$$N_{sb}^{tt} = n A_d h \gamma_{tb} = 1.1 \times 1.0123 \times 1.65 \times 22 = 40.42 \text{ kN}$$

Số cọc dưới móng cột xác định sơ bộ theo công thức:

$$n_c = \beta \frac{N_o^{tt} + N_{sb}^{tt}}{P_{tk}} = 1.5 \frac{1327.224 + 40.42}{1946} = 1.05 \Rightarrow \text{Chọn 2 cọc}$$

Bảng 34: Tính toán và bố trí cọc

MÓNG	Combo	Lực dọc tt	γ_{tb}	A_d	N_{sb}^{tt}	nc	Chọn số cọc
		kN					
M1	Combo7	1327.2441	22	1.012291	40.42077	1.05447	2
	Combo11	1307.6839	22	0.997372	39.82507	1.038929	2
	Combo12	1279.3431	22	0.975757	38.96196	1.016413	2
M2	Combo5	1061.7792	22	0.80982	32.33613	0.843563	2
	Combo7	1308.7769	22	0.998206	39.85836	1.039798	2
	Combo10	1259.1404	22	0.960348	38.34669	1.000362	2
	Combo12	1273.9942	22	0.971677	38.79906	1.012163	2
M3	Combo6	891.9474	22	0.680289	27.16396	0.708635	2
	Combo11	794.77	22	0.606172	24.20445	0.631429	2
	Combo12	839.8977	22	0.640591	25.5788	0.667282	2



6.2.9. Kiểm tra tải trọng tác dụng lên cọc

- Kiểm tra tải trọng tác dụng lên cọc với tổng lực dọc tính toán, momen theo hai phương (M_x, M_y), lực ngang theo 2 phương (Q_x, Q_y).

- Vì móng chịu tải trọng lệch tâm theo hai phương x,y lực tác dụng xuống cọc bất kì được xác định theo công thức sau:

$$P_{\max, \min}^{\text{tt}} = \frac{N^{\text{tt}}}{n} \pm \frac{M^{\text{tt}} \cdot y_{\max}}{\sum_{i=1}^n y_i^2} \pm \frac{M^{\text{tt}} \cdot x_{\max}}{\sum_{i=1}^n x_i^2}$$

Trong đó:

- N^{tt} : tổng tải trọng thẳng đứng tính toán tại đáy đài, được xác định như sau:

- Trọng lượng tính toán của đài và đất đắp trên đài theo diện tích đáy đài thực tế:

$$N_d^{\text{tt}} = n F_d h_m \gamma_{bt} = 40.42 \text{ kN}$$

- Lực dọc tính toán xác định đến đáy đài:

$$N_0^{\text{tt}} = N_0 + N_d^{\text{tt}} \text{ (kN)} = 1327.244 + 40.42 = 1367.665 \text{ kN}$$

- n_c : Số lượng cọc trong móng

- $M_x^{\text{tt}}, M_y^{\text{tt}}$: tổng momen của tải trọng ngoài ứng với trục x và y so với trục đi qua trọng tâm của tiết diện cọc tại đáy đài:

$$M_x^{\text{tt}} = M_{ox} + Q_y \cdot h_d = 0.938 + 0.579 \times 1.65 = 1.89 \text{ (kN.m)}$$

$$M_y^{\text{tt}} = M_{oy} + Q_x \cdot h_d = 76.77 + 45.527 \times 1.65 = 122.302 \text{ (kN.m)}$$

- x_{\max}, y_{\max} : khoảng cách từ trục cọc chịu nén nhiều nhất đến trục x,y đi qua trọng tâm đài.

$$x_{\max} = 600 \text{ mm}$$

+ x_i, y_i : khoảng cách từ trục cọc thứ i đến trục đi qua trọng tâm đài.

- Trọng lượng cọc: $P_c = n \cdot \gamma \cdot A_p \cdot L = 1.1 \times 25 \times 0.13 \times 36.5 = 126.135 \text{ kN}$

-Kiểm tra lực truyền xuống cọc:

$$P_{\max}^{\text{tt}} + P_c < P_{tk}$$

$$P_{\max}^{\text{tt}} > 0$$

Tên Móng	Tổ hợp	Qx	Qy	N	Mx	My	N _d ^{tt}	N _{tt}	M _x ^{tt}	M _{tt} ^y	P _{max} ^{tt}	P _{min} ^{tt}	KT lực truyền xuống cọc max	KT lực truyền xuống cọc min
		kN	kN	kN	kN-m	kN-m	kN	kN	kN-m	kN-m	kN	kN		
M1	Combo1	45.527	0.5795	1327.244	-0.938	76.7745	40.42077	1367.665	1.894175	122.3015	744.9832	622.6817	Đạt	Đạt
	Combo11	47.4414	0.6992	1307.684	-1.1898	81.6827	39.82507	1347.509	2.34348	129.1241	738.3165	609.1924	Đạt	Đạt
	Combo12	22.5776	-9.7319	1279.343	19.9637	25.6706	38.96196	1318.305	3.906065	48.2482	683.2766	635.0284	Đạt	Đạt
M2	Combo5	-15.0746	9.7983	1061.779	-19.4349	-20.8589	32.33613	1094.115	35.6021	5.7843	549.9498	544.1655	Đạt	Đạt
	Combo7	6.8153	0.3888	1308.777	-0.3395	27.3762	39.85836	1348.635	0.98102	34.1915	691.4134	657.2219	Đạt	Đạt
	Combo10	-49.0275	-0.4537	1259.14	1.3743	-89.1684	38.34669	1297.487	0.625695	40.1409	668.814	628.6731	Đạt	Đạt
	Combo12	-19.8327	-9.7679	1273.994	20.1702	-28.4472	38.79906	1312.793	4.053165	8.6145	660.7039	652.0894	Đạt	Đạt
M3	Combo6	-0.3875	-0.5748	891.9474	0.9627	-3.5948	27.16396	919.1114	0.01428	3.2073	459.5628	459.5485	Đạt	Đạt
	Combo11	7.9727	-0.4068	794.77	0.6148	13.0469	24.20445	818.9745	-0.05642	21.0196	409.459	409.5154	Đạt	Đạt
	Combo12	3.4536	-4.2484	839.8977	8.1926	4.0869	25.5788	865.4765	1.18274	7.5405	433.3296	432.1469	Đạt	Đạt

6.2.10. Kiểm tra nền đất tại mặt phẳng mũi cọc

- Để kiểm tra cường độ nền đất tại mặt phẳng mũi cọc, giả thiết coi đài cọc và phần đất giữa các cọc là móng khối quy ước.

- Diện tích đáy móng khối quy ước xác định theo công thức:

Trong đó:

$$A_{qr} = A_n + 2L \cdot \operatorname{tg}\alpha = 1.6 + 2 \times 36.5 \times \operatorname{tg}(5.4) = 8.49 \text{ m}$$

$$B_{qr} = B_n + 2L \cdot \operatorname{tg}\alpha = 0.4 + 2 \times 36.5 \times \operatorname{tg}(5.4) = 7.29 \text{ m}$$

$$\Rightarrow F_{qr} = A_{qr} \cdot B_{qr} = 61.82 \text{ (m}^2\text{)}$$

A_n, B_n: khoảng cách tính từ mép ngoài của hai hàng cọc ngoài cùng.

Tổng trọng lượng móng khối quy ước:

$$N_d = F_{qu} \cdot h \cdot \gamma_{tb} : \text{Trọng lượng của đài và đất đắp trên đài}$$

$$N_s = F_{qu} \cdot \sum \gamma_i l_i : \text{Trọng lượng của đất tính từ đáy đài đến mặt phẳng mũi cọc}$$

$$N_c = n \cdot A_p \cdot L_o \cdot \gamma_{bt} : \text{Trọng lượng của cọc ở trong đài}$$

Trong đó:

γ_{tb} : Dung trọng trung bình của vật liệu đài và đất đắp lấy từ 20-22 kN/m³

$\sum \gamma_i l_i$: Dung trọng và chiều dày của lớp đất thứ i mà cọc đi qua

n: Số lượng cọc trong đài

$\gamma_{bt} = 25 \text{ kN} / \text{m}^3$: Khối lượng riêng của bê tông

$$N_{qr} = \sum N_i = N_d + N_s + N_c = 501270 \text{ kN}$$

- Lực dọc tiêu chuẩn xác định đến đáy khối móng quy ước:

$$N^{tc} = N_{tc}^{t} + N_{qu} = 502425 + 1154.13 = 502425 \text{ kN}$$

- Momen tiêu chuẩn tại đáy móng khối quy ước:

$$M_x^{tc} = M_{Ox}^{tc} + Q_{Ox}^{tc} \cdot (h + l) = 0.82 + 0.5 \times (1 + 36.5) = 19.71 \text{ kNm}$$

$$M_y^{tc} = M_{Oy}^{tc} + Q_{Oy}^{tc} \cdot (h + l) = 66.76 + 39.6 \times (1 + 36.5) = 1551.34 \text{ kNm}$$

- Độ lệch tâm theo trục X, Y:

$$e_x = \frac{M_x^{tc}}{N^{tc}} = \frac{19.71}{502425} = 0.00004 \text{ (m)}$$

$$e_y = \frac{M_y^{tc}}{N_{qu}^{tc}} = \frac{1551.34}{502425} = 0.003 \text{ (m)}$$

- Áp lực tiêu chuẩn ở đáy khối móng quy ước

$$\sigma_{\max}^{tc} = \frac{N_{qu}^{tc}}{F_{qu}} \left(1 + \frac{6 \times e_x}{A_{qu}} + \frac{6 \times e_y}{B_{qu}} \right) = \frac{502425}{61.82} \left(1 + \frac{6 \times 0.00004}{8.49} + \frac{6 \times 0.003}{7.29} \right) = 8144.42 \text{ (kN / m}^2\text{)}$$

$$\sigma_{\min}^{tc} = \frac{N_{qu}^{tc}}{F_{qu}} \left(1 - \frac{6 \times e_x}{A_{qu}} - \frac{6 \times e_y}{B_{qu}} \right) = \frac{502425}{61.82} \left(1 - \frac{6 \times 0.00004}{8.49} - \frac{6 \times 0.003}{7.29} \right) = 8108.93 \text{ (kN / m}^2\text{)}$$

$$\sigma_{tb} = \frac{\sigma_{\max}^{tc} + \sigma_{\min}^{tc}}{2} = 8126.68 \text{ (kN / m}^2\text{)}$$

A = 0.98, B = 4.93, D = 7.4: Là hệ số sức chịu tải phụ thuộc vào ϕ của lớp đất

γ : Dung trọng của đất ở dưới đáy móng khối quy ước

H_{qu} : Chiều sâu của đáy móng khối quy ước tính từ mặt đất tự nhiên

$$R_{tc} = \frac{m1.m2}{k_{tc}} (A.B \cdot \gamma_{qu} + B.H \cdot \gamma_{tb} + D.C^{tc})$$

$$= \frac{1.2 \times 1}{1} (0.98 \times 7.29 \times 20.03 + 4.93 \times 38.05 \times \sum \frac{f_i l_i}{l_i} + 7.4 \times 27.22) = 48065.5 \text{ (kN / m}^2\text{)}$$

Kiểm tra điều kiện

$$\sigma_{tb} = 8126.68 \text{ (kPa)} < R_{tc} = 48065.5 \text{ (kPa)}$$

$$\sigma_{\max}^{tc} = 8144.42 \text{ (kPa)} < 1,2 R_{tc} = 57678.6 \text{ (kN / m}^2\text{)}$$

Bảng kết quả kiểm tra đất nền

Bảng 35: Bảng kết quả kiểm tra đất nền

Tên Móng	Tổ hợp	Qx	Qy	N	Mx	My	Ntc	Mtcx	Mtcy	σ_{\max}^{tc}	σ_{\min}^{tc}	σ^{tb}	Rtc	Kiểm tra điều kiện
		kN	kN	kN	kN-m	kN-m	kN	kN-m	kN-m	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	
M1	Combo7	39.5887	0.503913	1154.125	-0.81565	66.76043	498026.9	19.93915	1569.151	8151.845	8115.443	8133.644	48117.74	Thỏa
	Combo11	41.25339	0.608	1137.116	-1.03461	71.02843	498009.9	24.10821	1636.595	8152.35	8114.383	8133.367	47947.01	Thỏa
	Combo12	19.6327	-8.46252	1112.472	17.35974	22.32226	497985.2	338.5124	767.3831	8141.865	8124.063	8132.964	47947.01	Thỏa
M2	Combo5	-13.1083	8.520261	923.2863	-16.8999	-18.1382	497796	340.2438	515.6	8135.855	8123.894	8129.874	47947.01	Thỏa
	Combo7	5.926348	0.338087	1138.067	-0.29522	23.80539	498010.8	13.12562	248.7103	8136.267	8130.497	8133.382	47947.01	Thỏa
	Combo10	-42.6326	-0.39452	1094.905	1.195043	-77.5377	497967.7	16.16714	1695.445	8152.343	8113.011	8132.677	47947.01	Thỏa
	Combo12	-17.2458	-8.49383	1107.821	17.5393	-24.7367	497980.6	339.88	679.2158	8140.767	8125.01	8132.888	47947.01	Thỏa
M3	Combo6	-0.33696	-0.49983	775.6064	0.83713	-3.12591	497648.4	19.80553	15.91341	8127.647	8127.278	8127.462	47947.01	Thỏa
	Combo11	6.932783	-0.35374	691.1043	0.534609	11.34513	497563.9	13.95901	274.4442	8129.266	8122.899	8126.082	47947.01	Thỏa
	Combo12	3.00313	-3.69426	730.3458	7.124	3.553826	497603.1	147.3212	117.5226	8128.086	8125.36	8126.723	47947.01	Thỏa

6.2.11. Tính toán và thiết kế cấu tạo đài cọc

Tính toán cốt thép:

Việc tính toán đài chịu uốn được tiến hành theo trị số momen tại các tiết diện thẳng đứng của đài ở mép cột.

Xem đài móng như một thanh công xôn chịu lực tập trung:

Moment tương ứng với mặt ngàm I-I

$$M_{I-I} = 2 \cdot P_{\max} \cdot r_1 = 2 \times 744.98 \times 0.35 = 521.488 \text{ kNm}$$

$$M_{II-II} = (P_{\max} + P_{\min}) \cdot r_i = (744.98 + 622.68) \times 0.15 = 205.15 \text{ kNm}$$

- Diện tích cốt thép yêu cầu: $F \geq \frac{M_{tt}}{0,9 \cdot R_s \cdot h_0}$

$$F_{I-I} = \frac{M_{I-I}}{0,9 \times R_s \times h_0} = \frac{521.48 \times 10^6}{0,9 \times 260 \times 900} = 24.76 \text{ cm}^2$$

$$F_{II-II} = \frac{M_{II-II}}{0,9 \times R_s \times h_0} = \frac{168.4 \times 10^6}{0,9 \times 260 \times 700} = 10.28 \text{ cm}^2$$

Bảng 36: Tính toán và bố trí thép đài

Tên Móng	Tổ hợp	P_{max}^{tt}	P_{min}^{tt}	r_I	r_{II}	M_{I-I}	M_{II-II}	F_{I-I}	F_{II-II}
		kN	kN	m	m	kNm	kNm	cm ²	cm ²
M1	Combo1	741.0261	618.7246	0.35	0.15	518.7183	203.9626	24.630	9.684834
	Combo11	734.4178	605.2937	0.35	0.15	514.0925	200.9567	24.411	9.542105
	Combo12	679.4624	631.2142	0.35	0.15	475.6237	196.6015	22.584	9.335303
M2	Combo5	546.7842	540.9999	0.35	0.15	382.749	163.1676	18.174	7.74775
	Combo7	687.5114	653.3199	0.35	0.15	481.258	201.1247	22.852	9.55008
	Combo10	665.06	624.9191	0.35	0.15	465.542	193.4969	22.106	9.187885
	Combo12	656.9056	648.2911	0.35	0.15	459.8339	195.7795	21.834	9.296273
M3	Combo6	457.0904	456.7025	0.35	0.15	319.9633	137.0689	15.193	6.508496
	Combo11	407.2217	407.0137	0.35	0.15	285.0552	122.1353	13.535	5.799397
	Combo12	432.2063	428.2621	0.35	0.15	302.5444	129.0703	14.366	6.128692

PHẦN II: XÂY DỰNG BỘ CHƯƠNG TRÌNH API HỖ TRỢ BỐ TRÍ VÀ VẼ TỰ ĐỘNG CỐT THÉP ĐÀI MÓNG TRÊN REVIT

CHƯƠNG 1: MỤC TIÊU VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU

1.1. Sự cần thiết phải xây dựng chương trình tính

Trong ngành xây dựng hiện đại, việc triển khai bản vẽ kết cấu, đặc biệt là bố trí thép móng, đòi hỏi nhiều thời gian và công sức. Các thao tác thủ công thường tiềm ẩn sai sót và không đồng nhất giữa các kỹ sư. Do đó, việc xây dựng một công cụ hỗ trợ tự động hóa trong bố trí thép móng là hết sức cần thiết, giúp giảm thiểu thời gian thiết kế, tăng độ chính xác và nhất quán.

1.2. Mục tiêu cần đạt được

- Tự động hóa quá trình bố trí thép đài trong móng đơn hoặc móng cọc
- Tạo ra công cụ hỗ trợ người dùng Revit trong việc bố trí cốt thép đáy, giữa, trên, đài.
- Cho phép điều chỉnh nhanh chóng các thông số thép như lớp bảo vệ, chiều dài neo, đường kính, khoảng cách.
- Tăng tốc độ thiết kế, giảm lỗi thủ công, nâng cao năng suất.
- Tích hợp trực tiếp trong môi trường Revit để thuận tiện cho người sử dụng.
- Cung cấp giao diện trực quan, dễ thao tác và tùy biến cao

1.3. Phạm vi giới hạn cần đạt được

Tập trung vào bố trí thép đài có hình dạng không quá khó như hình chữ nhật nhưng đây là dạng đài móng phổ thông nên việc bố trí kiểu dạng đài này sẽ được sử dụng nhiều trong việc triển khai bản vẽ.

Chưa bao gồm các trường hợp đặc biệt như móng lệch tâm, móng xiên, hoặc kết cấu dạng đặc biệt.

Sử dụng dữ liệu đầu vào đơn giản như loại thép, khoảng cách, chiều dài móc...

CHƯƠNG 2: GIAO DIỆN VÀ CẤU TRÚC MÃ NGUỒN

2.1. Mô hình kiến trúc tổng thể

2.2. Công nghệ sử dụng

- Ngôn ngữ: C#
- Môi trường: Visual Studio, Revit 2022
- Thư viện: RevitAPI.dll, RevitAPIUI.dll, WPF

2.3. Cấu trúc thư mục

2.3.1. Thuộc tính móng

```
public class RecFoundation
{
    public double Height { get; set; }
    public double Width { get; set; }
    public double Length { get; set; }
    public double ConcreteLiningExcess { get; set; }
    public double ConcreteLiningHeight { get; set; }
    public RecFoundation(double height, double width, double length, double concreteLiningExcess, double
concreteLiningHeight)
    {
        Height = height;
        Width = width;
        Length = length;
        ConcreteLiningExcess = concreteLiningExcess;
        ConcreteLiningHeight = concreteLiningHeight;
    }
    public RecFoundation(Element ele)
    {
        if (ele is FamilyInstance ins)
        {
            IList<Parameter> paramters = ins.GetOrderedParameters();
            Height = paramters.Where(p => p.Definition.Name == "F_Height").First().AsDouble();
            Width = paramters.Where(p => p.Definition.Name == "F_Width").First().AsDouble();
            Length = paramters.Where(p => p.Definition.Name == "F_Length").First().AsDouble();
            ConcreteLiningExcess = paramters.Where(p => p.Definition.Name ==
"ConcreteLining_Excess").First().AsDouble();
            ConcreteLiningHeight = paramters.Where(p => p.Definition.Name ==
"ConcreteLining_Heigth").First().AsDouble();
        }
    }
}
```

- Tái hiện dữ liệu mô hình hóa của một đài móng hình chữ nhật.

- Hỗ trợ tạo mới từ số liệu hoặc trích xuất dữ liệu từ đối tượng trong mô hình Revit (FamilyInstance).

2.3.2. Tự động vẽ đai thép ngang

```
void CreateHorizontalStirrup(Document doc, PFViewModel vm, Element host)
{
    if (vm.IsPlaceHorizontalStirrup)
    {
        if (vm.IsAroundStirrup)
        {
            List<List<Curve>> aroundStirrupCurves = GetAroundStirrupCurves(doc, vm, host);
        }
    }
}
```

```

        foreach (var curves in aroundStirrupCurves)
        {
            Rebar.CreateFromCurves(doc, RebarStyle.Standard, vm.HorizontalStirrup.MainDirRebar.BarType,
            null, null,
            host, XYZ.BasisZ, curves,
            RebarHookOrientation.Right, RebarHookOrientation.Right,
            true, true);
        }
    }
    if (vm.IsSeparationStirrup)
    {
        (List<List<Curve>> mainCurves, List<List<Curve>> remainCurves) = GetSeparationCurves(doc, vm, host);
        foreach (var curves in mainCurves)
        {
            Rebar.CreateFromCurves(doc, RebarStyle.Standard, vm.HorizontalStirrup.MainDirRebar.BarType,
            null, null,
            host, XYZ.BasisZ, curves,
            RebarHookOrientation.Right, RebarHookOrientation.Right,
            true, true);
        }
        foreach (var curves in remainCurves)
        {
            Rebar.CreateFromCurves(doc, RebarStyle.Standard, vm.HorizontalStirrup.RemainDirRebar.BarType,
            null, null,
            host, XYZ.BasisZ, curves,
            RebarHookOrientation.Right, RebarHookOrientation.Right,
            true, true);
        }
    }
}
}
}
}

```

(List<List<Curve>> MainCurves, List<List<Curve>> RemainCurves) GetSeparationCurves(Document doc, PFViewModel vm, Element host)

```

{
    List<List<Curve>> mainCurves = new List<List<Curve>>();
    List<List<Curve>> remainCurves = new List<List<Curve>>();

```

```

    List<XYZ> pts = host.BoundingBox_Projections();

```

```

    double liningExcess = RecFoundation.ConcreteLiningExcess;
    double liningHeigth = RecFoundation.ConcreteLiningHeight;
    double sideCover = vm.SideRebarCover.ToRevit();
    double topCover = vm.TopRebarCover.ToRevit();
    double bottomCover = vm.BottomRebarCover.ToRevit();
    double mainHookLength = vm.HorizontalStirrup.MainDirRebar.HookLength.ToRevit();
    double remainHookLength = vm.HorizontalStirrup.RemainDirRebar.HookLength.ToRevit();
    double height = host.BoundingBox_Height() - liningHeigth;
    double offset = vm.HorizontalStirrup.Offset.ToRevit();
    int n = vm.NumberOfHorizontalStirrupLayer;

```

```

    XYZ p1, p2, p3, p4;

```

```

    p1 = pts[0].TransformByLength(XYZ.BasisZ, liningHeigth).TransformByVector(new XYZ(liningExcess +
    sideCover, liningExcess + sideCover, 0));

```

```

    p2 = pts[1].TransformByLength(XYZ.BasisZ, liningHeigth).TransformByVector(new XYZ(-liningExcess -
    sideCover, liningExcess + sideCover, 0));

```

```

    p3 = pts[2].TransformByLength(XYZ.BasisZ, liningHeigth).TransformByVector(new XYZ(-liningExcess -
    sideCover, -liningExcess - sideCover, 0));

```

```

    p4 = pts[3].TransformByLength(XYZ.BasisZ, liningHeigth).TransformByVector(new XYZ(liningExcess +
    sideCover, -liningExcess - sideCover, 0));

```

```

    if (n > 1)
    {

```

```

        double stirrupSpacing = (height - 2 * offset) / (n - 1);
    }
}

```

```

p1 = p1.TransformByLength(XYZ.BasisZ, offset);
p2 = p2.TransformByLength(XYZ.BasisZ, offset);
p3 = p3.TransformByLength(XYZ.BasisZ, offset);
p4 = p4.TransformByLength(XYZ.BasisZ, offset);
for (int i = 0; i < n; i++)
{
    XYZ _p1 = p1.TransformByLength(XYZ.BasisZ, stirrupSpacing * i);
    XYZ _p2 = p2.TransformByLength(XYZ.BasisZ, stirrupSpacing * i);
    XYZ _p3 = p3.TransformByLength(XYZ.BasisZ, stirrupSpacing * i);
    XYZ _p4 = p4.TransformByLength(XYZ.BasisZ, stirrupSpacing * i);

    XYZ _p1Hx, _p1Hy, _p2Hy, _p4Hx;
    if (vm.MainRebarDir.Equals(XYZ.BasisX))
    {
        _p1Hx = _p1.TransformByLength(XYZ.BasisX, remainHookLength);
        _p1Hy = _p1.TransformByLength(XYZ.BasisY, mainHookLength);
        _p2Hy = _p2.TransformByLength(XYZ.BasisY, mainHookLength);
        _p4Hx = _p4.TransformByLength(XYZ.BasisX, remainHookLength);

        List<XYZ> mainDirPts = new List<XYZ> { _p1Hy, _p1, _p2, _p2Hy };
        List<XYZ> remainDirPts = new List<XYZ> { _p1Hx, _p1, _p4, _p4Hx };
        mainCurves.Add(RebarUtils.CreateUnboundCurves(mainDirPts));
        remainCurves.Add(RebarUtils.CreateUnboundCurves(remainDirPts));
    }
    else
    {
        _p1Hx = _p1.TransformByLength(XYZ.BasisX, mainHookLength);
        _p1Hy = _p1.TransformByLength(XYZ.BasisY, remainHookLength);
        _p2Hy = _p2.TransformByLength(XYZ.BasisY, remainHookLength);
        _p4Hx = _p4.TransformByLength(XYZ.BasisX, mainHookLength);
        List<XYZ> remainDirPts = new List<XYZ> { _p1Hy, _p1, _p2, _p2Hy };
        List<XYZ> mainDirPts = new List<XYZ> { _p1Hx, _p1, _p4, _p4Hx };
        mainCurves.Add(RebarUtils.CreateUnboundCurves(mainDirPts));
        remainCurves.Add(RebarUtils.CreateUnboundCurves(remainDirPts));
    }
}
}
}
if (n == 1)
{
    p1 = p1.TransformByLength(XYZ.BasisZ, height / 2);
    p2 = p2.TransformByLength(XYZ.BasisZ, height / 2);
    p3 = p3.TransformByLength(XYZ.BasisZ, height / 2);
    p4 = p4.TransformByLength(XYZ.BasisZ, height / 2);
    XYZ _p1Hx, _p1Hy, _p2Hy, _p4Hx;
    if (vm.MainRebarDir.Equals(XYZ.BasisX))
    {
        _p1Hx = p1.TransformByLength(XYZ.BasisX, remainHookLength);
        _p1Hy = p1.TransformByLength(XYZ.BasisY, mainHookLength);
        _p2Hy = p2.TransformByLength(XYZ.BasisY, mainHookLength);
        _p4Hx = p4.TransformByLength(XYZ.BasisX, remainHookLength);

        List<XYZ> mainDirPts = new List<XYZ> { _p1Hy, p1, p2, _p2Hy };
        List<XYZ> remainDirPts = new List<XYZ> { _p1Hx, p1, p4, _p4Hx };
        mainCurves.Add(RebarUtils.CreateUnboundCurves(mainDirPts));
        remainCurves.Add(RebarUtils.CreateUnboundCurves(remainDirPts));
    }
    else
    {
        _p1Hx = p1.TransformByLength(XYZ.BasisX, mainHookLength);
        _p1Hy = p1.TransformByLength(XYZ.BasisY, remainHookLength);
        _p2Hy = p2.TransformByLength(XYZ.BasisY, remainHookLength);
        _p4Hx = p4.TransformByLength(XYZ.BasisX, mainHookLength);
        List<XYZ> remainDirPts = new List<XYZ> { _p1Hy, p1, p2, _p2Hy };
    }
}
}
}

```

```

        List<XYZ> mainDirPts = new List<XYZ> { _p1Hx, p1, p4, _p4Hx };
        mainCurves.Add(RebarUtils.CreateUnboundCurves(mainDirPts));
        remainCurves.Add(RebarUtils.CreateUnboundCurves(remainDirPts));
    }
}

return (mainCurves, remainCurves);
}

List<List<Curve>> GetAroundStirrupCurves(Document doc, PFViewModel vm, Element host)
{
    List<List<Curve>> curves = new List<List<Curve>>();

    List<XYZ> pts = host.BoundingBox_Projections();

    double liningExcess = RecFoundation.ConcreteLiningExcess;
    double liningHeigth = RecFoundation.ConcreteLiningHeight;
    double sideCover = vm.SideRebarCover.ToRevit();
    double topCover = vm.TopRebarCover.ToRevit();
    double bottomCover = vm.BottomRebarCover.ToRevit();
    double mainHookLength = vm.TopLayer.MainDirRebar.HookLength.ToRevit();
    double remainHookLength = vm.TopLayer.RemainDirRebar.HookLength.ToRevit();
    double height = host.BoundingBox_Height() - liningHeigth;
    double offset = height / 6; //offset from fSide to first rebar
    int n = vm.NumberOfHorizontalStirrupLayer;

    XYZ p1, p2, p3, p4;
    p1 = pts[0].TransformByLength(XYZ.BasisZ, liningHeigth).TransformByVector(new XYZ(liningExcess +
sideCover, liningExcess + sideCover, 0));
    p2 = pts[1].TransformByLength(XYZ.BasisZ, liningHeigth).TransformByVector(new XYZ(-liningExcess -
sideCover, liningExcess + sideCover, 0));
    p3 = pts[2].TransformByLength(XYZ.BasisZ, liningHeigth).TransformByVector(new XYZ(-liningExcess -
sideCover, -liningExcess - sideCover, 0));
    p4 = pts[3].TransformByLength(XYZ.BasisZ, liningHeigth).TransformByVector(new XYZ(liningExcess +
sideCover, -liningExcess - sideCover, 0));

    if (n > 1)
    {
        double stirrupSpacing = (height - 2 * offset) / (n - 1);
        p1 = p1.TransformByLength(XYZ.BasisZ, offset);
        p2 = p2.TransformByLength(XYZ.BasisZ, offset);
        p3 = p3.TransformByLength(XYZ.BasisZ, offset);
        p4 = p4.TransformByLength(XYZ.BasisZ, offset);
        for (int i = 0; i < n; i++)
        {
            XYZ _p1 = p1.TransformByLength(XYZ.BasisZ, stirrupSpacing * i);
            XYZ _p2 = p2.TransformByLength(XYZ.BasisZ, stirrupSpacing * i);
            XYZ _p3 = p3.TransformByLength(XYZ.BasisZ, stirrupSpacing * i);
            XYZ _p4 = p4.TransformByLength(XYZ.BasisZ, stirrupSpacing * i);

            List<XYZ> points = new List<XYZ> { _p1, _p2, _p3, _p4 };
            curves.Add(RebarUtils.CreateBoundCurves(points));
        }
    }
    if (n == 1)
    {
        p1 = p1.TransformByLength(XYZ.BasisZ, height / 2);
        p2 = p2.TransformByLength(XYZ.BasisZ, height / 2);
        p3 = p3.TransformByLength(XYZ.BasisZ, height / 2);
        p4 = p4.TransformByLength(XYZ.BasisZ, height / 2);

        List<XYZ> points = new List<XYZ> { p1, p2, p3, p4 };
        curves.Add(RebarUtils.CreateBoundCurves(points));
    }
}

```

```

        if (n == 0) return null;
        return curves;
    }
}

```

2.3.3. Tự động vẽ lớp cốt thép dưới

```

void CreateBottomLayer(Document doc, PFViewModel vm, Element host)
{
    try
    {
        //retrive curves and norms
        List<Curve> curves = new List<Curve>();
        (List<Curve> btmMainDirCurves, List<Curve> btmRemainDirCurves) = RetriveBtmCurvesFromHost(host, vm);
        (XYZ mainDirNorm, XYZ remainDirNorm) = RetriveRebarNormFromCurves(btmMainDirCurves,
        btmRemainDirCurves);

        Rebar mainDirRebar = Rebar.CreateFromCurves(doc, RebarStyle.Standard,
        vm.BtmLayer.MainDirRebar.BarType,
            null, null,
            host, mainDirNorm, btmMainDirCurves,
            RebarHookOrientation.Right, RebarHookOrientation.Right,
            true, true);

        if (vm.IsBotMainDirSpacing)
        {
            mainDirRebar.GetShapeDrivenAccessor().SetLayoutAsMaximumSpacing(
                vm.BtmLayer.MainDirRebar.Spacing.ToRevit(),
                vm.BtmLayer.MainDirArrayLength,
                true, true, true);
        }
        else
        {
            mainDirRebar.GetShapeDrivenAccessor().SetLayoutAsFixedNumber(
                vm.BtmLayer.MainDirRebar.RebarNumber,
                vm.BtmLayer.MainDirArrayLength,
                true, true, true);
        }

        Rebar remainDirRebar = Rebar.CreateFromCurves(doc, RebarStyle.Standard,
        vm.BtmLayer.MainDirRebar.BarType,
            null, null,
            host, remainDirNorm, btmRemainDirCurves,
            RebarHookOrientation.Right, RebarHookOrientation.Right,
            true, true);

        if (vm.IsBotRemainDirSpacing)
        {
            remainDirRebar.GetShapeDrivenAccessor().SetLayoutAsMaximumSpacing(
                vm.BtmLayer.RemainDirRebar.Spacing.ToRevit(),
                vm.BtmLayer.RemainDirArrayLength,
                true, true, true);
        }
        else
        {
            remainDirRebar.GetShapeDrivenAccessor().SetLayoutAsFixedNumber(
                vm.BtmLayer.RemainDirRebar.RebarNumber,
                vm.BtmLayer.RemainDirArrayLength,
                true, true, true);
        }
    }
    catch (Exception ex)
    {
        MessageBox.Show(ex.Message);
    }
}

```

}

2.3.4. Tự động bố trí cốt thép lớp trên

```
void CreateTopLayer(Document doc, PFViewModel vm, Element host)
{
    try
    {
        //retrive curves and norms
        (List<Curve> topMainDirCurves, List<Curve> topRemainDirCurves) = RetriveTopCurvesFromHost(host, vm);
        (XYZ mainDirNorm, XYZ remainDirNorm) = RetriveRebarNormFromCurves(topMainDirCurves,
topRemainDirCurves);

        Rebar mainDirRebar = Rebar.CreateFromCurves(doc, RebarStyle.Standard,
vm.TopLayer.MainDirRebar.BarType,
            null, null,
            host, mainDirNorm, topMainDirCurves,
            RebarHookOrientation.Right, RebarHookOrientation.Right,
            true, true);
        if (vm.IsTopMainDirSpacing)
        {
            mainDirRebar.GetShapeDrivenAccessor().SetLayoutAsMaximumSpacing(
vm.TopLayer.MainDirRebar.Spacing.ToRevit(),
vm.TopLayer.MainDirArrayLength,
            true, true, true);
        }
        else
        {
            mainDirRebar.GetShapeDrivenAccessor().SetLayoutAsFixedNumber(
vm.TopLayer.MainDirRebar.RebarNumber,
vm.TopLayer.MainDirArrayLength,
            true, true, true);
        }

        Rebar remainDirRebar = Rebar.CreateFromCurves(doc, RebarStyle.Standard,
vm.TopLayer.MainDirRebar.BarType,
            null, null,
            host, remainDirNorm, topRemainDirCurves,
            RebarHookOrientation.Right, RebarHookOrientation.Right,
            true, true);

        if (vm.IsTopRemainDirSpacing)
        {
            remainDirRebar.GetShapeDrivenAccessor().SetLayoutAsMaximumSpacing(
vm.TopLayer.RemainDirRebar.Spacing.ToRevit(),
vm.TopLayer.RemainDirArrayLength,
            true, true, true);
        }
        else
        {
            remainDirRebar.GetShapeDrivenAccessor().SetLayoutAsFixedNumber(
vm.TopLayer.RemainDirRebar.RebarNumber,
vm.TopLayer.RemainDirArrayLength,
            true, true, true);
        }
    }
    catch (Exception e) { MessageBox.Show(e.Message); }
}
```

2.3.5. Tự động bố trí thép lớp giữa

```
void CreateMiddleLayer(Document doc, PFViewModel vm, Element host)
{
    try
```

```
{
    //retrive curves and norms
    (List<List<Curve>> middleMainDirCurves, List<List<Curve>> middleRemainDirCurves) =
    RetriveMiddleCurvesFromHost(host, vm);
    (XYZ mainDirNorm, XYZ remainDirNorm) =
    RetriveRebarNormFromCurves(middleMainDirCurves.FirstOrDefault(), middleRemainDirCurves.FirstOrDefault());

    foreach(var mainCurves in middleMainDirCurves)
    {
        Rebar mainDirRebar = Rebar.CreateFromCurves(doc, RebarStyle.Standard,
vm.MiddleLayer.MainDirRebar.BarType,
        null, null,
        host, mainDirNorm, mainCurves,
        RebarHookOrientation.Right, RebarHookOrientation.Right,
        true, true);
        if (vm.IsMidMainDirSpacing)
        {
            mainDirRebar.GetShapeDrivenAccessor().SetLayoutAsMaximumSpacing(
vm.MiddleLayer.MainDirRebar.Spacing.ToRevit(),
vm.MiddleLayer.MainDirArrayLength,
            true, true, true);
        }
        else
        {
            mainDirRebar.GetShapeDrivenAccessor().SetLayoutAsFixedNumber(
vm.MiddleLayer.MainDirRebar.RebarNumber,
vm.MiddleLayer.MainDirArrayLength,
            true, true, true);
        }
    }

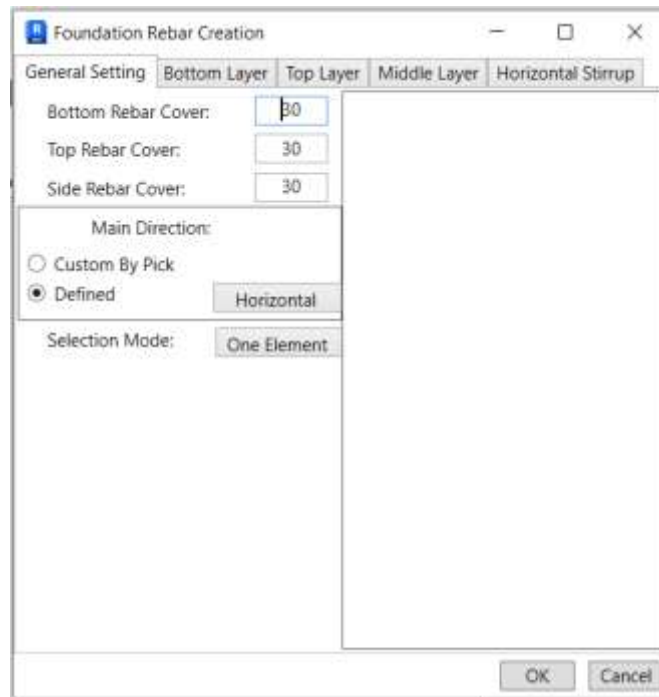
    foreach(var remainCurves in middleRemainDirCurves)
    {
        Rebar remainDirRebar = Rebar.CreateFromCurves(doc, RebarStyle.Standard,
vm.MiddleLayer.RemainDirRebar.BarType,
        null, null,
        host, remainDirNorm, remainCurves,
        RebarHookOrientation.Right, RebarHookOrientation.Right,
        true, true);
        if (vm.IsMidRemainDirSpacing)
        {
            remainDirRebar.GetShapeDrivenAccessor().SetLayoutAsMaximumSpacing(
vm.MiddleLayer.RemainDirRebar.Spacing.ToRevit(),
vm.MiddleLayer.RemainDirArrayLength,
            true, true, true);
        }
        else
        {
            remainDirRebar.GetShapeDrivenAccessor().SetLayoutAsFixedNumber(
vm.MiddleLayer.RemainDirRebar.RebarNumber,
vm.MiddleLayer.RemainDirArrayLength,
            true, true, true);
        }
    }

}

}
catch (Exception e) { MessageBox.Show(e.Message); }
}
```

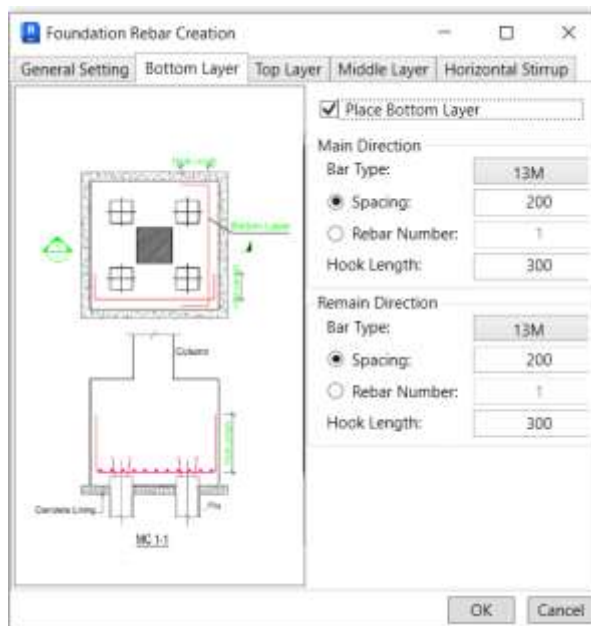
2.4. Hướng dẫn sử dụng giao diện

- Tab General Setting
- + Nhập lớp bảo vệ
- + Chọn hướng chính (ngang dọc hoặc pick)



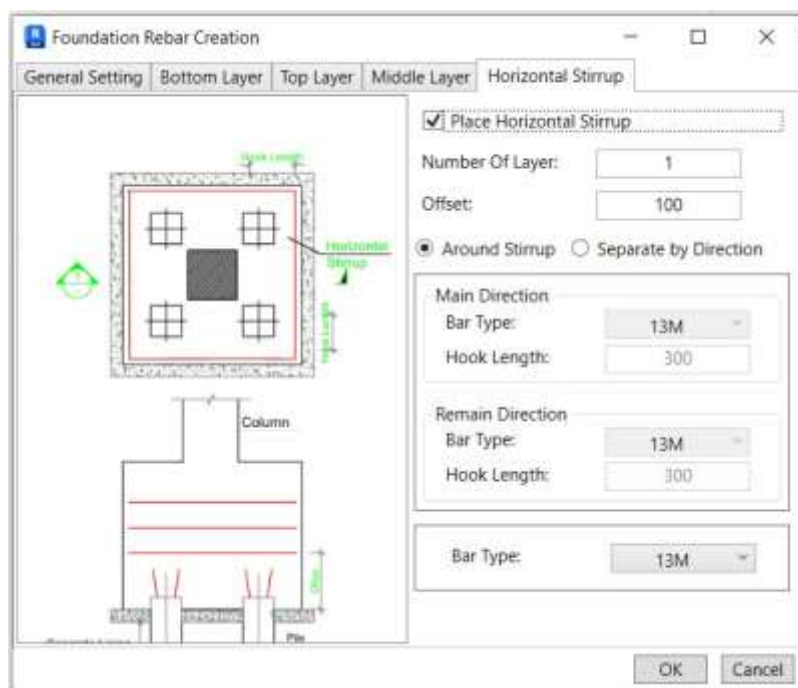
Hình 26: General Setting

- Tab Bottom Layer / Top Layer / Middle Layer
- + Chọn loại thép, khoảng cách hoặc số lượng
- + Nhập chiều dài móc neo
- + Có thể bật tắt từng lớp



Hình 27: Tab Bottom Layer / Top Layer / Middle Layer

- Tab Horizontal Stirrup
- + Bố trí đai viền quanh đài móng
- + Tùy chỉnh đường kính, số lượng, spacing



Hình 28: Tab Horizontal Stirrup

CHƯƠNG 3: MÔ PHỎNG VÀ KẾT QUẢ THỰC TẾ

3.1. Các bước thực hiện

Bước 1: Chọn đài móng → mở Add-in

Bước 2: Thiết lập thông số các lớp thép

Bước 3: Nhấn OK → hệ thống tự động bố trí thép

3.2. So sánh kết quả

Tiêu chí	Thủ công	Sử dụng công cụ
Thời gian bố trí	30 - 60 phút	3 – 5 phút
Độ chính xác	Dễ sai lớp bảo vệ, sai spacing	Chính xác theo thông số
Khả năng hiệu chỉnh	Khó thay đổi hàng loạt	Dễ dàng điều chỉnh
Tính tự động	Không có	Có

3.3. Ưu điểm và đóng góp công cụ

- Tự động hóa cao: Tối ưu quy trình bố trí thép trong Revit.
- Thân thiện với người dùng: Giao diện rõ ràng, có hình minh họa.
- Tùy biến mạnh: Dễ dàng điều chỉnh spacing, lớp thép, loại thép.
- Hiệu suất cao: Giảm 80-90% thời gian so với thủ công.
- Dễ bảo trì và mở rộng: Áp dụng mô hình MVC rõ ràng.

3.4. Kết luận và định hướng phát triển

a) Kết luận

Công cụ đã hoàn thành mục tiêu đề ra, giúp tự động hóa công tác bố trí và vẽ cốt thép đài móng trong Revit, góp phần nâng cao hiệu quả thiết kế kết cấu

b) Hướng phát triển

- Tích hợp bố trí cốt thép móng đơn, móng băng, móng bè.
- Thêm tính năng xuất bảng thống kê thép tự động.
- Đồng bộ hóa dữ liệu với Dynamo hoặc các phần mềm quản lý BIM.