

**KHOA XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH THỦY**



# **ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP**

*Tên đề tài:*

**THIẾT KẾ KẾT CẤU CÔNG TRÌNH TÒA ÁN  
NHÂN DÂN QUẬN THANH KHÊ**

**SVTH: Trần Thị Thanh Hiền\_ 20THXD2**

**GVHD: TS. Vũ Huy Công**

## LỜI NÓI ĐẦU

Ngành xây dựng là một ngành đang không ngừng phát triển và luôn có vai trò hết sức quan trọng trong việc xây dựng và phát triển đất nước. Ý thức được điều đó, trong 5 năm học tập tại khoa Xây dựng Công trình thủy, trường Đại học Bách khoa – Đại học Đà Nẵng, dưới sự dạy bảo và giúp đỡ tận tình của các thầy cô giảng viên, bạn bè cũng như sự nỗ lực học tập của bản thân, em đã tích lũy và trao dồi được những kiến thức, kỹ năng quan trọng phục vụ cho công việc sau này.

Đồ án tốt nghiệp lần này là một bước đi cần thiết cho em nhằm hệ thống các kiến thức đã được học ở nhà trường sau gần năm năm học. Đồng thời giúp cho em bắt đầu làm quen với công việc thiết kế một công trình hoàn chỉnh tạo tiền đề vững chắc cho công việc sau này.

Với nhiệm vụ được giao, thiết kế đề tài: “Thiết kế kết cấu trụ sở làm việc Tòa án nhân dân quận Thanh Khê, thành phố Đà Nẵng”. Trong giới hạn đồ án thiết kế: Sàn, Dầm, Cột, Vách, Móng.

Giáo viên hướng dẫn: TS. Vũ Huy Công. ThS. Phạm Lý Triều

Trong quá trình thiết kế, tính toán, tuy đã có nhiều cố gắng, nhưng do kiến thức còn hạn chế, và chưa có nhiều kinh nghiệm nên chắc chắn không tránh khỏi sai sót. Kính mong được sự góp ý chỉ bảo của các thầy, cô để em có thể hoàn thiện hơn đề tài này.

Em xin chân thành cảm ơn tất cả các quý thầy cô giảng viên trường Đại học Bách Khoa, trong khoa Xây Dựng Công Trình Thủy, đặc biệt là thầy Vũ Huy Công và thầy Phạm Lý Triều đã trực tiếp hướng dẫn em trong đề tài tốt nghiệp này.

## **CAM ĐOAN**

Tôi xin cam đoan đồ án tốt nghiệp với đề tài “Thiết kế kết cấu trụ sở làm việc Tòa án nhân dân quận Thanh Khê, thành phố Đà Nẵng” là đồ án được chính bản thân tôi thực hiện. Các số liệu và tài liệu trong đồ án là chính xác và được tính toán. Tất cả những tham khảo và kế thừa đều được trích dẫn và tham chiếu đầy đủ.

**Sinh viên thực hiện**

**Trần Thị Thanh Hiền**

## MỤC LỤC

<b>LỜI NÓI ĐẦU .....</b>	<b>i</b>
<b>CAM ĐOAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>MỤC LỤC.....</b>	<b>iv</b>
<b>DANH MỤC HÌNH ẢNH.....</b>	<b>ix</b>
<b>DANH MỤC BẢNG BIỂU .....</b>	<b>xi</b>
<b>CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ KIẾN TRÚC CỦA CÔNG TRÌNH.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1. Nhu cầu đầu tư xây dựng công trình.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2. Sự cần thiết phải đầu tư.....</b>	<b>13</b>
<b>1.3. Các tài liệu và tiêu chuẩn dùng trong thiết kế kiến trúc .....</b>	<b>14</b>
<b>1.4. Vị trí, đặc điểm, điều kiện tự nhiên khu đất xây dựng.....</b>	<b>14</b>
1.4.1. Vị trí địa lí, đặc điểm khu đất xây dựng.....	14
1.4.2. Điều kiện tự nhiên khu đất xây dựng .....	15
<b>1.5. Quy mô công trình.....</b>	<b>16</b>
1.5.1. Cấp công trình .....	16
1.5.2. Loại công trình .....	16
1.5.3. Quy mô dự án.....	16
1.5.4. Giải pháp kiến trúc .....	17
<b>1.6. Giao thông trong công trình.....</b>	<b>20</b>
<b>1.7. Các giải pháp kỹ thuật.....</b>	<b>20</b>
1.7.1. Giải pháp về sử dụng vật liệu.....	20
1.7.2. Giải pháp chống thấm .....	21
1.7.3. Giải pháp chọn thang máy, thang thoát hiểm, đường dốc .....	21
<b>CHƯƠNG 2. TỔNG QUAN VỀ KẾT CẤU CÔNG TRÌNH .....</b>	<b>23</b>

<b>2.1. Lựa chọn giải pháp kết cấu công trình.....</b>	<b>23</b>
2.1.1. Hệ kết cấu chịu lực cơ bản: .....	23
2.1.2. Hệ kết cấu chịu lực hỗn hợp.....	23
2.1.3. Hệ kết cấu sàn.....	23
<b>2.2. Lựa chọn vật liệu: .....</b>	<b>24</b>
2.2.1. Bê tông (theo TCVN 5574-2018).....	24
2.2.2. Cốt thép (theo TCVN 5574-2018).....	24
2.2.3. Một số vật liệu khác .....	25
<b>2.3. Tiêu chuẩn, quy phạm dùng trong tính toán kết cấu.....</b>	<b>25</b>
<b>2.4. Phương án tính toán kết cấu.....</b>	<b>25</b>
2.4.1. Mô hình tính toán .....	25
2.4.2. Các giả thiết tính toán.....	26
2.4.3. Tải trọng lên công trình .....	26
2.4.4. Phương pháp tính toán xác định nội lực.....	26
2.4.5. Lựa chọn công cụ tính toán .....	27
<b>2.5. Cơ sở lựa chọn sơ bộ tiết diện.....</b>	<b>27</b>
2.5.1. Tiết diện cột.....	27
2.5.2. Tiết diện dầm.....	29
2.5.3. Tiết diện vách .....	30
<b>CHƯƠNG 3. THIẾT KẾ SÀN TẦNG ĐIỂN HÌNH.....</b>	<b>32</b>
<b>3.1. Số liệu tính toán .....</b>	<b>32</b>
<b>3.2. Sơ đồ sàn tầng điển hình .....</b>	<b>33</b>
<b>3.3. Chọn chiều dày bản sàn .....</b>	<b>34</b>
<b>3.4. Xác định tải trọng tác dụng lên sàn .....</b>	<b>35</b>
3.4.1. Cấu tạo các lớp mặt sàn:.....	35
3.4.2. Tĩnh tải.....	36
3.4.3. Hoạt tải: .....	37

<b>3.5. Xác định nội lực</b> .....	<b>38</b>
3.5.1. Phân loại ô sàn.....	38
3.5.2. Xác định nội lực .....	40
<b>3.6. Tính toán cốt thép</b> .....	<b>41</b>
<b>3.7. Các yêu cầu chọn và bố trí thép sàn</b> .....	<b>43</b>
3.7.1. Khoảng cách lớp bảo vệ:.....	43
3.7.2. Khoảng cách của cốt thép .....	44
3.7.3. Chiều dài thép mũ .....	44
3.7.4. Phối hợp cốt thép.....	45
<b>3.8. Kiểm tra độ võng sàn</b> .....	<b>45</b>
3.8.1. Trình tự thực hiện.....	46
<b>CHƯƠNG 4. TÍNH TOÁN CẦU THANG BỘ</b> .....	<b>53</b>
<b>4.1. Cấu tạo cầu thang tầng điển hình</b> .....	<b>53</b>
<b>4.2. Tính toán cầu thang tầng điển hình</b> .....	<b>54</b>
4.2.1. Mặt bằng cầu thang .....	54
4.2.2. Xác định tải trọng.....	54
4.2.3. Tính toán ô sàn bản thang (BT1 và BT2).....	57
4.2.4. Tính dầm chiếu nghỉ.....	63
<b>CHƯƠNG 5. TÍNH TOÁN KHUNG TRỤC 5</b> .....	<b>66</b>
<b>5.1. Tải trọng thẳng đứng</b> .....	<b>66</b>
5.1.1. Tĩnh tải sàn .....	66
5.1.2. Tĩnh tải tác dụng lên dầm biên .....	67
<b>5.2. Tải trọng ngang</b> .....	<b>67</b>
5.2.1. Tải trọng gió .....	67
<b>5.3. Xác định tải trọng động đất</b> .....	<b>68</b>
<b>5.4. Tổ hợp tải trọng</b> .....	<b>68</b>
5.4.1. Phương pháp tính toán .....	68

5.4.2. Các trường hợp tải trọng.....	68
<b>5.5. Kết quả nội lực, chuyển vị .....</b>	<b>69</b>
5.5.1. Nội lực .....	69
5.5.2. Chuyển vị.....	69
<b>5.6. Tính toán cấu kiện khung trục 5.....</b>	<b>73</b>
5.6.1. Tính toán dầm khung trục 5 .....	73
5.6.2. Tính toán cột khung trục 5 .....	79
<b>CHƯƠNG 6. THIẾT KẾ MÓNG KHUNG TRỤC 5.....</b>	<b>84</b>
<b>6.1. Điều kiện địa chất công trình .....</b>	<b>84</b>
6.1.1. Địa tầng .....	84
6.1.2. Lựa chọn mặt cắt địa chất để tính móng .....	86
6.1.3. Lựa chọn giải pháp móng .....	86
<b>6.2. Thiết kế móng .....</b>	<b>87</b>
6.2.1. Vật liệu làm móng .....	87
6.2.2. Xác định tải trọng truyền xuống móng.....	87
6.2.3. Cấu tạo cọc và đài.....	89
6.2.4. Sức chịu tải của cọc .....	89
6.2.5. Tính toán móng M1 .....	97
6.2.6. Tính toán móng M2 .....	105
<b>chuyên đề 1: Ứng dụng phần mềm ETABS và sap2000 trong tính toán kết cấu</b>	<b>113</b>
<b>1. Phần mềm Etabs .....</b>	<b>113</b>
1.1. Xuất xứ phần mềm.....	113
1.2.Chức năng của phần mềm .....	113
1.3.Các loại đối tượng trong Etabs .....	114
1.4.Phương pháp tính toán.....	114
1.5.Các thao tác sử dụng phần mềm.....	114
1.6.Ứng dụng phần mềm trong đồ án.....	115

2. Ứng dụng Sap2000 .....	120
<b>CHUYÊN ĐỀ 2: Lập trình REVIT API LỌC DỮ LIỆU CẤU KIỆN THEO YÊU CẦU .....</b>	<b>124</b>
<b>1. Mục tiêu và phạm vi nghiên cứu.....</b>	<b>124</b>
1.1. Sự cần thiết phải xây dựng chương trình tính.....	124
1.2. Mục tiêu cần đạt được .....	124
<b>2. Tổng quan về RevitAPI và Add-in for Revit .....</b>	<b>125</b>
2.1. Tổng quan về RevitAPI.....	125
2.2. Tổng quan về Add-in.....	126
<b>3. Thiết kế cơ sở dữ liệu .....</b>	<b>126</b>
3.1. Các khối dữ liệu đầu vào và mối quan hệ .....	126
3.2. Thiết kế cơ sở dữ liệu đầu vào .....	126
3.3. Các khối dữ liệu đầu ra .....	127
<b>4. Phân tích và thiết kế giải thuật .....</b>	<b>127</b>
4.1.Thiết kế giải thuật tổng thể của toàn bộ chương trình .....	127
4.2.Giải thuật chi tiết đưa dữ liệu đầu vào .....	128
<b>5. Lựa chọn ngôn ngữ và lập trình .....</b>	<b>129</b>
5.1. Lựa chọn ngôn ngữ lập trình.....	129
5.2. Các form nhập và truy xuất dữ liệu.....	130
<b>6.Kết quả .....</b>	<b>138</b>
<b>6.1. Áp dụng trong thiết kế công trình .....</b>	<b>138</b>
<b>6.2. Kết luận và kiến nghị .....</b>	<b>139</b>
<b>KẾT LUẬN .....</b>	<b>140</b>
<b>PHỤ LỤC .....</b>	<b>141</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>.....</b>

## **DANH MỤC HÌNH ẢNH**

Hình 1.1. Vị trí khu đất xây dựng.....	11
Hình 1.2. Mặt bằng tổng thể.....	13
Hình 1.3. Mặt bằng kiến trúc tầng 2.....	14
Hình 1.4. Mặt cắt đứng công trình.....	16
Hình 2.1 Các trường hợp quy tải về cột.....	24
Hình 3.1: Sơ đồ sàn.....	29
Hình 3.2: Sơ đồ tính nội lực trong ô sàn bản dầm.....	36
Hình 3.3: Momen theo phương cạnh ngắn, cạnh dài.....	36
Hình 3.4: Momen dùng để tính thép sàn.....	37
Hình 3.5: Nguyên tắc bố trí thép mũ.....	40
Hình 3.6: Momen theo quan niệm tính toán và thực tế.....	41
Hình 3.7: Chọn tiêu chuẩn tính độ võng.....	42
Hình 3.8: Chọn lớp bê tông bảo vệ cốt thép sàn.....	42
Hình 3.9: Điều chỉnh thông số vật liệu.....	43
Hình 3.10: Trường hợp F1.....	44
Hình 3.12: Trường hợp F3.....	45
Hình 4.1: Mặt bằng kiến trúc cầu thang.....	50
Hình 4.2: Chi tiết cấu tạo bảng thang.....	51
Hình 4.3: Sơ đồ tính cầu thang vế 1.....	54
Hình 4.4: Biểu đồ Momen cầu thang vế 1.....	54
Hình 4.5: Biểu đồ Lực cắt cầu thang ở vế 1.....	54
Hình 4.6: Sơ đồ tính cầu thang vế 1.....	57
Hình 4.7: Biểu đồ Momen cầu thang vế 1.....	57

Hình 4.8: Biểu đồ Lực cắt cầu thang ở vế 1 .....	57
Hình 4.9: Sơ đồ tính dầm chiếu nghi.....	59
Hình 4.10: Biểu đồ momen dầm chiếu nghi cầu thang .....	61
Hình 5.1: Sơ đồ khung trục 5 .....	62
Hình 5.2: Biểu đồ momen .....	67
Hình 5.3: Biểu đồ lực cắt.....	68
Hình 5.5: Sơ đồ ứng suất dùng để tính tiết diện chữ T .....	70
Hình 5.6: Sơ đồ tính toán cột .....	75
Hình 6.1 Mặt cắt địa chất công trình.....	82
Hình 6.2: Mặt bằng bố trí cọc khoan nhồi móng M1 .....	93
Hình 6.3: Tháp xuyên thủng móng M1 .....	96
Hình 6.4: Sơ đồ tính thép móng M1 .....	100
Hình 6.5: Mặt bằng bố trí cọc khoan nhồi móng M2.....	102
Hình 6.6: Tháp xuyên thủng móng M2 .....	103
Hình 1.1: Phần mềm ETABS .....	110
Hình 1.2: Tạo hệ lưới trục .....	112
Hình 1.3: Tạo cao trình .....	113
Hình 1.4: Định nghĩa tiết diện cột.....	114
Hình 1.5: Định nghĩa vật liệu .....	115
Hình 1.6: Vẽ cột, dầm, sàn .....	116
Hình 2.1: Giao diện phần mềm Sap2000 .....	117
Hình 2.2: Nội lực bản thang được xuất ra từ phần mềm.....	120
Hình 5.1. Menu quản lí.....	127
Hình 5.2. Giao diện tạo lọc cấu kiện .....	128
Hình 5.3: Kết quả khi chạy chương trình.....	137

## **DANH MỤC BẢNG BIỂU**

Bảng 2.1: Thông số vật liệu bê tông.....	21
Bảng 2.2: Thông số vật liệu thép.....	21
Bảng 2.3: Sơ bộ tiết diện cột .....	25
Bảng 2.4: Công thức chọn sơ bộ tiết diện dầm .....	26
Bảng 2.5: Chọn sơ bộ tiết diện dầm .....	27
Bảng 3.1: Sơ bộ tiết diện sàn.....	31
Bảng 3.2: Tĩnh tải sàn phòng làm việc .....	33
Bảng 3.3: Tĩnh tải sàn hành lang, ban công .....	33
Bảng 3.4: Tĩnh tải sàn vệ sinh .....	34
Bảng 3.6: Giá trị tiêu chuẩn của hoạt tải theo TCVN 2737 - 2023 .....	35
Bảng 3.7: Phân loại ô sàn .....	36
Bảng 3.8: Bảng thông số vật liệu cốt thép.....	38
Bảng 3.9: Kết quả tính toán và chọn thép sàn tầng điển hình bản kê 4 cạnh (Tầng 2) .	47
Bảng 3.10: Kết quả tính toán và chọn thép sàn tầng điển hình bản dầm (Tầng 2) .....	49
Bảng 4.1: Cấu tạo cầu thang tầng điển hình.....	50
Bảng 4.2: Tải trọng lớp cấu tạo bản nghiêng và bản chiếu nghỉ.....	53
Bảng 4.3: Bảng tính cốt thép bản thang vế 1.....	57
Bảng 4.4: Bảng tính cốt thép dầm chiếu nghỉ .....	62
Bảng 5.1: Bảng tính tải trọng gió tĩnh .....	65
Bảng 5.2: Bảng tổ hợp tải trọng cơ bản theo TCVN 2737:2023.....	66
Bảng 5.3: Chuyển vị ngang lớn nhất theo 2 phương.....	67
Bảng 5.4: Bảng giá trị $\mu_{min}$ .....	79
Bảng 6.1: Chỉ tiêu cơ lý của đất nền.....	81

Bảng 6.2: Trường hợp tính móng .....	85
Bảng 6.3: Trường hợp tải tính toán móng M1 ( 5-A).....	85
Bảng 6.4: Trường hợp tải tiêu chuẩn móng M1 (5-A) .....	86
Bảng 6.5: Sức kháng thân cọc theo cơ lý đất nền.....	89
Bảng 6.6: Sức chịu tải do cọc ma sát.....	91
Bảng 6.7: Sức chịu tải cực hạn do ma sát theo chỉ số SPT.....	93
Bảng 1: Bảng tính thép dầm khung trục 5 .....	142

## **CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ KIẾN TRÚC CỦA CÔNG TRÌNH**

### **1.1. Nhu cầu đầu tư xây dựng công trình**

Trong bối cảnh đô thị hóa nhanh và dân số ngày càng gia tăng, nhu cầu giải quyết các tranh chấp dân sự, hành chính, kinh tế ngày một lớn. Tòa án Nhân dân quận hiện tại đã quá tải, không còn đáp ứng được yêu cầu về không gian làm việc, lưu trữ hồ sơ và tiếp đón công dân. Việc xây dựng công trình Tòa án Nhân dân mới với quy mô phù hợp, hạ tầng hiện đại là yêu cầu cấp thiết nhằm nâng cao hiệu quả hoạt động tư pháp, bảo đảm công bằng và kịp thời trong giải quyết các vụ việc pháp lý tại địa phương.

### **1.2. Sự cần thiết phải đầu tư**

Thành phố Đà Nẵng là Trung tâm thương mại, du lịch của cả nước với tốc độ phát triển đang dần nhanh và mạnh cùng với sự hội nhập toàn cầu về văn hóa, kinh tế và giáo dục dẫn đến nhu cầu về sinh hoạt đi lại, học tập, tham quan, trao đổi kinh nghiệm công tác, làm việc của khách trong nước và quốc tế tại thành phố đang không ngừng ngày một tăng cao.

Việc xây dựng Tòa án Nhân dân quận Thanh Khê, Đà Nẵng là cần thiết để đáp ứng nhu cầu phát triển và đảm bảo công tác xét xử công minh, hiệu quả trong khu vực. Quận Thanh Khê có mật độ dân cư cao, cùng với sự phát triển mạnh mẽ về kinh tế và xã hội, dẫn đến sự gia tăng các vụ án và các yêu cầu pháp lý. Một tòa án hiện đại và đầy đủ chức năng sẽ không chỉ giúp giải quyết các tranh chấp, bảo vệ quyền lợi hợp pháp của công dân mà còn góp phần tăng cường niềm tin của người dân vào hệ thống tư pháp.

Đặc biệt, việc xây dựng Tòa án Nhân dân quận Thanh Khê sẽ giúp giảm tải cho các cơ quan tư pháp tại các khu vực lân cận, rút ngắn thời gian giải quyết các vụ án, đồng thời tạo điều kiện thuận lợi cho người dân tiếp cận các dịch vụ pháp lý. Đây là bước đi quan trọng nhằm nâng cao chất lượng công tác xét xử và thực thi pháp luật tại địa phương:

Chính vì những lý do và đặc điểm thuận lợi nêu trên của khu đất, khả năng thành công cao của Dự án về nhu cầu phục vụ và thực thi công lý đang sẵn có. Chúng tôi mạnh dạn đề nghị đầu tư xây dựng khu đất này thành Tòa án Nhân dân quận Thanh Khê.

Mục tiêu hoạt động

Tăng cường hiệu quả xét xử với cơ sở vật chất hiện đại.

Bảo vệ quyền lợi hợp pháp của công dân.

Giảm tải cho các tòa án cấp trên.

Tăng cường tiếp cận công lý cho người dân.

Nâng cao uy tín của hệ thống tư pháp và tăng cường sự tin tưởng của người dân.

Ứng dụng công nghệ trong công tác xét xử để nâng cao hiệu quả.

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

Tòa án Nhân dân có nhiệm vụ xét xử các vụ án hình sự, dân sự, hành chính, và giải quyết tranh chấp, bảo vệ quyền lợi hợp pháp của công dân, tổ chức và Nhà nước. Tòa án cũng giám sát việc thực thi pháp luật, đảm bảo quyền tiếp cận công lý, giải quyết khiếu nại, tố cáo, và thực hiện công tác giáo dục pháp luật, góp phần duy trì trật tự xã hội và bảo vệ công lý.

### **1.3. Các tài liệu và tiêu chuẩn dùng trong thiết kế kiến trúc**

Các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật được tính toán trên căn cứ Tiêu chuẩn Xây dựng Việt Nam do Bộ Xây dựng ban hành bao gồm:

- Tiêu chuẩn về Công sở cơ quan hành chính nhà nước: TCVN 4601:2012
- Tiêu chuẩn thiết kế hệ thống thoát nước bên trong: TCVN 4474 – 1987;
- Tiêu chuẩn hệ thống cấp nước: TCVN 4513 – 19988;
- Tiêu chuẩn hệ thống cấp nước sinh hoạt: TCVN 5502 – 2003;
- Tiêu chuẩn phòng cháy chữa cháy. Nhà cao tầng TCVN 6160:1996;
- Chất lượng nước. Nước thải sinh hoạt. Giới hạn ô nhiễm cho phép: TCVN 6772:2000;

### **1.4. Vị trí, đặc điểm, điều kiện tự nhiên khu đất xây dựng**

#### **1.4.1. Vị trí địa lí, đặc điểm khu đất xây dựng**

Dự án đầu tư xây dựng Tòa án nhân dân Quận Thanh Khê nằm trên khu đất tại địa điểm số 48 Trần Xuân Lê, phường Hoà Khê, quận Thanh Khê, TP Đà Nẵng cụ thể như sau:

Diện tích sử dụng đất: 1255,8 m<sup>2</sup> (Theo Bản vẽ trích đo địa chính 1/500 ).

Phía Nam : Giáp với khu dân cư.

Phía Bắc : Giáp với Viện Kiểm Sát Nhân Dân quận Thanh Khê.

Phía Đông : Giáp với đường Trần Xuân Lê.

Phía Tây : Giáp với khu dân cư.



*Hình 1.1. Vị trí khu đất xây dựng*

Dân số tại quận Thanh Khê năm 2023 là 236.754 người.

Hiện trạng sử dụng đất: Khu vực được giải toả. Hiện đang chờ xây dựng,

#### **1.4.2. Điều kiện tự nhiên khu đất xây dựng**

Theo Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia QCVN 02 : 2009/BXD về số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng, địa điểm xây dựng công trình thuộc TP Hồ Chí Minh nằm trong vùng Khí hậu Nam Bộ với đặc điểm khí hậu như sau:

- Nhiệt độ và độ ẩm không khí:
  - Nhiệt độ trung bình năm : 25,9<sup>0</sup>C
  - Nhiệt độ trung bình tháng cao nhất (tháng 6) : 41<sup>0</sup>C
  - Nhiệt độ trung bình tháng thấp nhất (tháng 12) : 10<sup>0</sup>C
  - Nhiệt độ cao nhất tuyệt đối năm : 41<sup>0</sup>C
  - Nhiệt độ thấp nhất tuyệt đối năm : 10,2<sup>0</sup>C
- Độ ẩm không khí:
  - Độ ẩm tuyệt đối trung bình năm : 82%
  - Độ ẩm cao nhất trung bình năm : 90%

- Độ ẩm tương đối thấp nhất trung bình năm : 7%
- Độ ẩm tương đối thấp nhất tuyệt đối năm : 10%
- Gió
  - Vận tốc gió trung bình năm : 3,3m/s
- ❖ Bức xạ mặt trời:
  - Tổng xạ trên mặt bằng : 5595W/m<sup>2</sup>/ngày
  - Tán xạ trên mặt bằng : 2742 W/m<sup>2</sup>/ngày
  - Tổng số giờ nắng trung bình năm : 2489giờ
- Mưa
  - Lượng mưa trung bình năm : 2066mm
  - Lượng mưa ngày lớn nhất : 332mm
  - Số ngày mưa trung bình năm : 144 ngày

## **1.5. Quy mô công trình**

### **1.5.1. Cấp công trình**

Cấp công trình được xác định theo TT06/2021/TT-BXD về phân cấp công trình

Công trình Tòa án nhân dân quận Thanh Khê : Cấp III

### **1.5.2. Loại công trình**

Công trình dân dụng: dịch vụ và công cộng.

### **1.5.3. Quy mô dự án**

Công trình cần đầu tư xây dựng trong khu đất bao gồm:

Diện tích khu đất : 1255,8m<sup>2</sup>

Diện tích đất xây dựng trệt: 886m<sup>2</sup>

Tổng diện tích sàn XD :4419m<sup>2</sup>

Số tầng cao : 1 tầng trệt, 6 tầng lầu, 1 tầng mái

Mật độ xây dựng : 54,6%

Hệ số sử dụng đất : 3,5

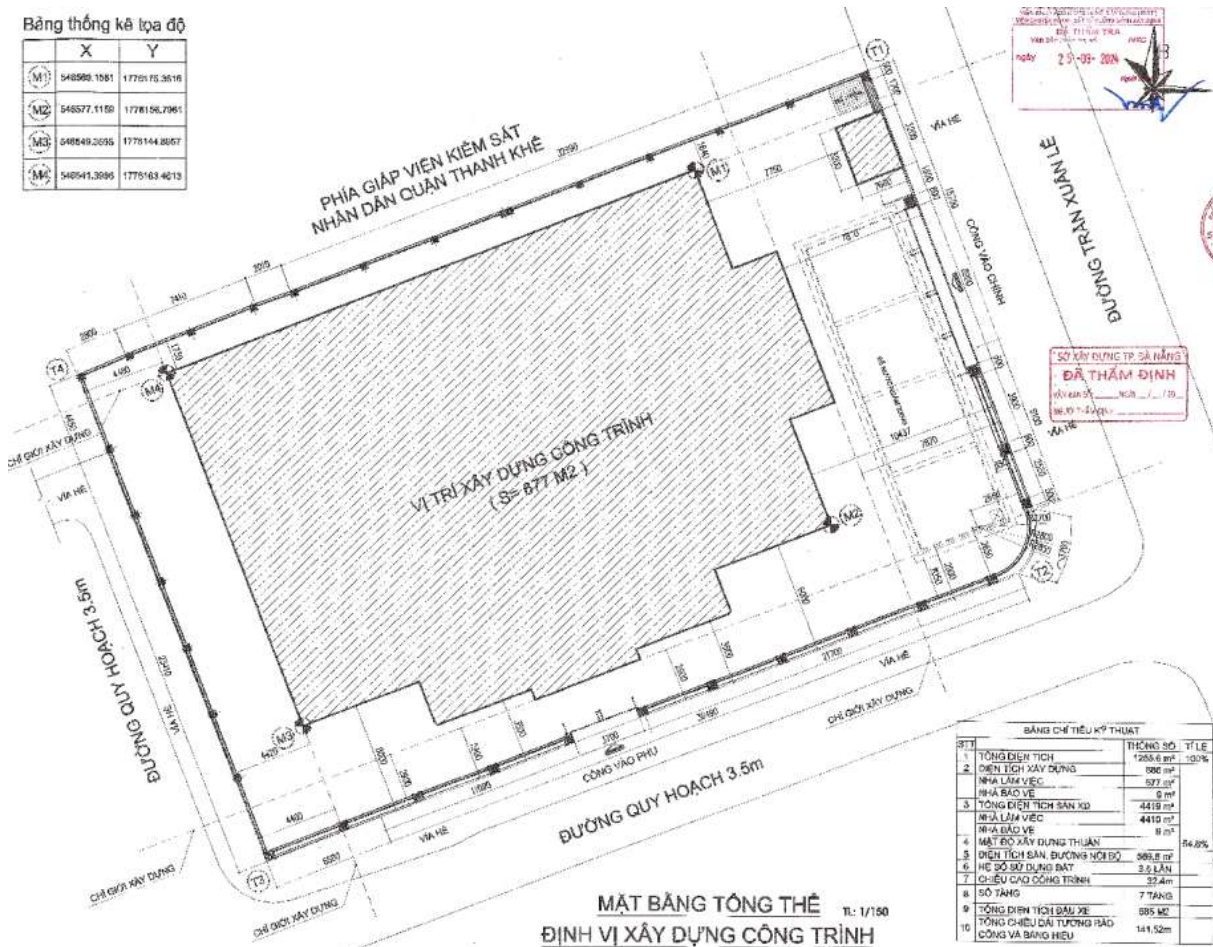
Chiều cao công trình 32,4m

Diện tích bãi đậu xe : 685m<sup>2</sup>

### 1.5.4. Giải pháp kiến trúc

#### 1.5.4.1. Giải pháp quy hoạch tổng mặt bằng

Thiết kế về không gian quy hoạch cũng như kiến trúc rất phù hợp, hài hòa, các trục giao thông ngắn gọn, tiện lợi.

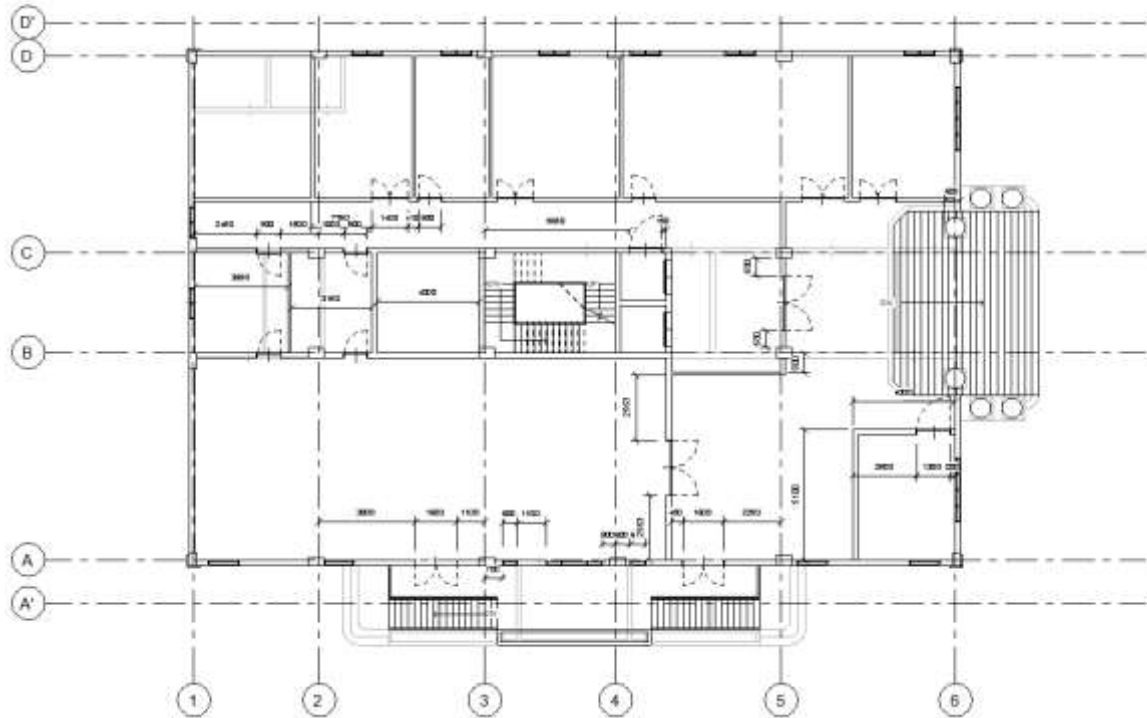


Hình 1.2. Mặt bằng tổng thể

Công trình gồm 1 tầng trệt, 6 tầng và 1 tầng mái. Công trình có tổng chiều cao là 31,3m tính từ cốt 0,00.

#### 1.5.4.2. Phương án thiết kế mặt bằng các tầng

Mặt cắt công trình dựa trên cơ sở của mặt bằng và mặt đứng đã thiết kế, thể hiện được mối liên hệ bên trong công trình theo phương thẳng đứng giữa các tầng, thể hiện sơ đồ kết cấu bố trí làm việc trong công trình.



*Hình 1.3. Mặt bằng kiến trúc tầng 2*

Khối công trình cụ thể như sau:

Tầng 1 : Diện tích sàn : 587.06 m<sup>2</sup> gồm :

TT	Tên phòng chức năng	Số lượng	Diện Tích (m <sup>2</sup> )
1	KT Điện	01	62
2	Phòng tiếp dân	01	17
3	Khu vực để xe ô tô- xe máy	01	487
4	Thang máy	02	10
5	Thang bộ (không tính thang sắt)	02	14

Tầng 2,3,4,5,6,7 : Diện tích sàn :  $456,8 \times 6 = 2740,8 \text{ m}^2$  gồm:

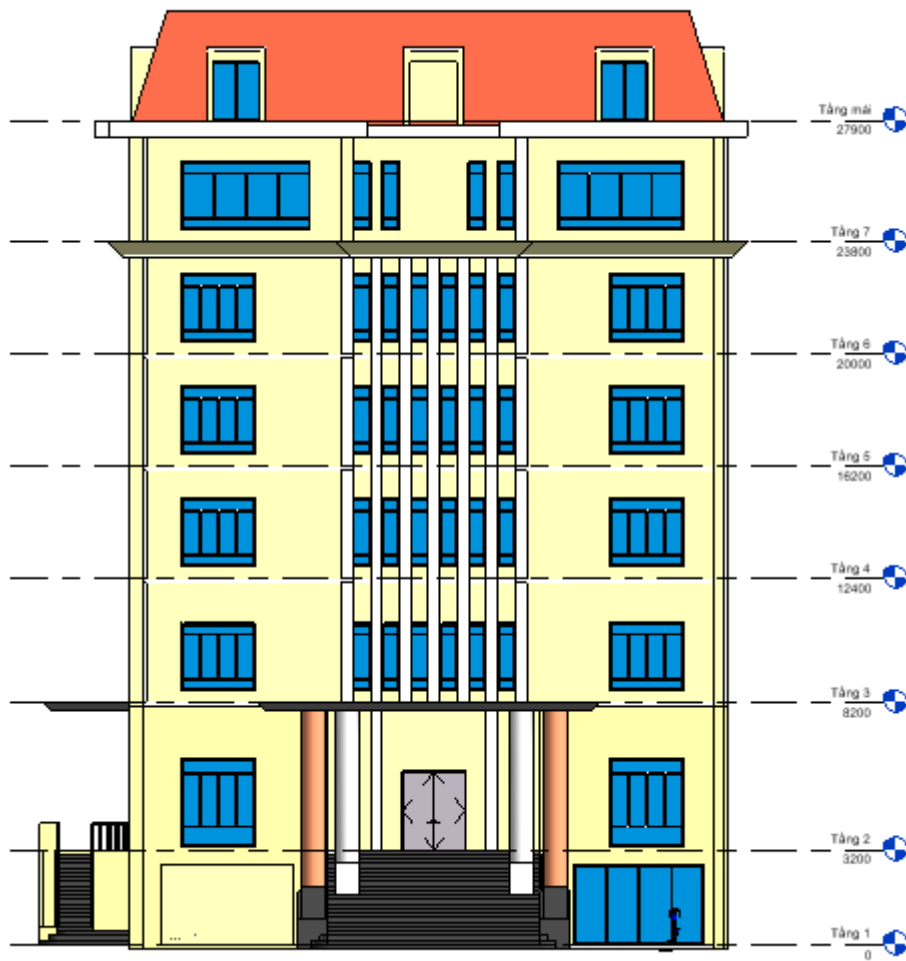
TT	Tên phòng chức năng	Số lượng	Diện Tích (m <sup>2</sup> )
1	Phòng hoà giải	1	52,36
2	Phòng trao đổi án	1	38,35
3	Phòng chánh án	1	26,55
4	Phòng phó chánh án	1	41,89
5	Phòng xét xử hình sự	1	41,89
6	Phòng làm việc	8	94,5
7	Thang máy	1	8
8	Thang bộ (không tính thang sắt)	2	42
9	Sảnh, hành lang		113,5

#### **1.5.4.3. Phương án thiết kế kiến trúc mặt đứng**

Mặt đứng ảnh hưởng đến tính nghệ thuật của công trình và kiến trúc cảnh quan của khu phố. Khi nhìn từ xa ta có thể cảm nhận toàn bộ công trình trên hình khối kiến trúc của nó. Các tầng của công trình xây tường ngoài kết hợp với mặt kính là những ô cửa rộng nhằm đảm bảo chiếu sáng tự nhiên và tăng tính thẩm mỹ công trình. Mặt đứng của công trình được thiết kế theo hình khối và ốp đá bên ngoài, tạo nên cảm giác vững chãi, hiện đại nhằm nhấn mạnh sự phát triển không ngừng của kinh tế.

Nhìn tổng quan mặt đứng tòa nhà cơ bản được chia làm 3 phần: phần chân, phần thân và phần mái.

- ❖ Phần chân là tầng 1-2: tầng dịch vụ công cộng có chiều cao cao hơn các tầng điển hình.
- ❖ Phần thân là tầng 3-6 và tầng kỹ thuật
- ❖ Trên cùng là phần mái của công trình.



*Hình 1.4. Mặt cắt đứng công trình*

## **1.6. Giao thông trong công trình**

Giao thông theo phương ngang chính của công trình là các hành lang và sảnh. Giao thông theo phương đứng sử dụng hệ thang máy kết hợp với thang bộ đặt tại trung tâm của công trình.

Ở một bên của công trình được bố trí thêm hệ thống cầu thang bộ để phục vụ cho việc đi lại xuống hầm nhanh gọn hơn khi ở các tầng dịch vụ.

## **1.7. Các giải pháp kỹ thuật**

### **1.7.1. Giải pháp về sử dụng vật liệu**

Công trình sử dụng vật liệu thông thường chủ yếu: móng, khung, cột, thang, sàn, mái bằng BTCT, tường bao và tường ngăn bằng gạch xây, cửa nhôm kính và các vật

liệu hoàn thiện, trang trí khác, tường sơn lãn, khu dịch vụ thương mại có trần thạch cao khung xương, ốp đá mặt tiền

### **1.7.2. Giải pháp chống thấm**

Giải pháp kiến trúc, sử dụng vật liệu hợp lý là những yếu tố quan trọng hàng đầu. Việc chống thấm về cơ bản là ngăn nguồn nước thấm thấu. Do đó ở một vài giải pháp chống thấm có liên quan đến chống nóng.

Đánh dốc đủ (2 - 3%) và đúng hướng cho các sàn vệ sinh, các sàn chịu nước như sân thượng, ban công, lô gia. Thiết kế vị trí ga thu hợp lý.

Bảo vệ kết cấu mái cố định (mái bê tông), tránh tác động trực tiếp của mưa nắng bằng các giải pháp kê tấm đan. Việc được che phủ này giúp mái bê tông tránh được sự co ngót.

Chống thấm sàn tầng hầm: Sử dụng bê tông phụ gia chống thấm mác B10. Trước khi đổ bê tông, nền đất phải được đầm chặt với hệ số  $k=90$ . Sau khi đầm, trải một lớp nilon lót dày 0,5mm nhằm hạn chế mất nước của bê tông. Tại các mạch ngừng theo biện pháp thi công đặt tấm ngăn nước Waterbar 250.

Chống thấm thành tầng hầm: Tại các điểm ngừng kỹ thuật có thiết kế các tấm ngăn nước Waterbar theo mạch ngừng ngang, dọc. Bê tông thành tầng hầm sử dụng phụ gia chống thấm mác B10 của hãng Sika hoặc tương đương. Sau khi đổ bê tông thành tầng hầm trong thời gian 24 tiếng quét 3 lớp Sika chống thấm gốc Bitum phía bên ngoài thành tầng hầm. Sau khi hoàn thiện việc thi công thành tầng hầm sử dụng đất sét đỏ bao quanh phía ngoài thành tầng hầm có chiều dày 50 cm và được đầm chặt, hệ số  $k=90$ .

Thực hiện đúng quy trình kỹ thuật khi thi công: sử dụng đúng mác bê tông, mác vữa; dỡ cốp pha khi bê tông đủ tuổi (tránh gây võng, nứt, biến dạng kết cấu).

### **1.7.3. Giải pháp chọn thang máy, thang thoát hiểm, đường dốc**

Thang bộ thoát hiểm:

- Công trình được bố trí hai thang bộ thoát hiểm tại hai vị trí giao thông của công trình. Một thang BTCT thoát hiểm tại vị trí ô thông tầng và một thang BTCT tại góc ngoài cùng toà nhà.
- Theo tiêu chuẩn về phòng cháy chữa cháy, vị trí điểm cửa xa nhất tới thang không lớn hơn 25m. Thang thoát hiểm được làm bằng bê tông lõi cứng, cửa

mở ra hành lang bằng cửa chống cháy, đảm bảo lửa không xâm nhập vào lồng thang nếu có sự cố cháy nổ.

- Chiều rộng bậc thang: 250, chiều cao tối đa là 180
- Mặt bậc thang ngang phẳng, mặt bậc trùm lên nhau 20mm
- Chiều cao thông thủy >2m

Thang máy:

- Để đáp ứng nhu cầu sử dụng, công trình được hoạt động theo hai luồng giao thông chính: khách và nhân viên. Do đó, cần phải có hai thang máy để phục vụ. Cụ thể:

+ Thang khách: Tải trọng 900kg, kích thước hố thang 2000x1910, tốc độ 2m/s

+ Thang nội bộ: Tải trọng 600kg, kích thước hố thang 2000x1910, tốc độ 1.5m/s

Đường dốc:

- Theo tiêu chuẩn QCVN 05:2008/BXD thì độ dốc là 1:12
- Bố trí rào chắn xe cơ giới ở 2 bên đường có cao độ 400mm (TC >375mm)

## **CHƯƠNG 2. TỔNG QUAN VỀ KẾT CẤU CÔNG TRÌNH**

### **2.1. Lựa chọn giải pháp kết cấu công trình**

#### **2.1.1. Hệ kết cấu chịu lực cơ bản:**

Hệ kết cấu khung có khả năng tạo ra các không gian lớn, linh hoạt thích hợp với các công trình công cộng.

Hệ kết cấu vách cứng có thể được bố trí thành hệ thống theo một phương, hai phương hoặc có thể liên kết lại thành các hệ không gian gọi là lõi cứng.

#### **2.1.2. Hệ kết cấu chịu lực hỗn hợp**

Hệ kết cấu khung-vách không gian:

Hệ kết cấu khung có sơ đồ làm việc rõ ràng, nhưng có nhược điểm là kém hiệu quả khi chiều cao của công trình lớn. Trong thực tế kết cấu khung BTCT được sử dụng cho các công trình có chiều cao đến 20 tầng đối với cấp phòng chống động đất  $\leq 7$ ; 15 tầng đối với nhà trong vùng có chấn động động đất cấp 8 và 10 tầng đối với cấp 9.

Hệ kết cấu vách cứng với đặc điểm quan trọng của loại kết cấu này là khả năng chịu lực ngang tốt nên thường được sử dụng cho các công trình có chiều cao trên 20 tầng. Tuy nhiên độ cứng theo phương ngang của các vách cứng tỏ ra là hiệu quả ở những độ cao nhất định, khi chiều cao công trình lớn thì bản thân vách cứng phải có kích thước đủ lớn, mà điều đó thì khó có thể thực hiện được. Ngoài ra, hệ thống vách cứng trong công trình là sự cản trở để tạo ra các không gian rộng. Trong thực tế hệ kết cấu vách cứng thường được sử dụng có hiệu quả cho các công trình nhà ở, khách sạn với độ cao không quá 40 tầng đối với cấp phòng chống động đất  $\leq 7$ . Độ cao giới hạn bị giảm đi nếu cấp phòng chống động đất của nhà cao hơn.

#### **2.1.3. Hệ kết cấu sàn**

Hệ kết cấu sàn độc lập là phương án kết cấu trong đó các ô sàn được phân chia bởi hệ dầm chính và dầm phụ, làm việc riêng lẻ và chịu tải độc lập. Mỗi ô sàn có kích thước và khả năng chịu lực riêng, giúp phân bố tải trọng đều hơn xuống hệ dầm và cột. Ưu điểm của dạng kết cấu này là dễ tính toán, thi công đơn giản, hạn chế nứt sàn do giảm chiều dài làm việc của bản, đồng thời đảm bảo tính ổn định và an toàn cho công trình. Hệ sàn này thường được áp dụng cho các công trình có mặt bằng vuông vức và tải trọng phân bố đều.

## 2.2. Lựa chọn vật liệu:

### 2.2.1. Bê tông (theo TCVN 5574-2018)

*Bảng 2.1: Thông số vật liệu bê tông*

Cấp độ bền	Cấu kiện sử dụng
Bê tông cấp độ bền B25: $R_b = 14,5\text{MPa}$ $R_{bt} = 1,05\text{MPa}$ $E_b = 30 \times 10^3\text{MPa}$	Sàn, dầm, cột, lõi cứng, sàn cầu thang, bể nước, móng

Trong đó:

$R_b$  - Cường độ chịu nén tính toán dọc trục của bê tông đối với trạng thái giới hạn thứ nhất

$R_{bt}$  - Cường độ chịu kéo tính toán dọc trục của bê tông đối với trạng thái giới hạn thứ nhất

$E_b$  - Mô đun đàn hồi ban đầu của bê tông khi nén và kéo

### 2.2.2. Cốt thép (theo TCVN 5574-2018)

*Bảng 2.2: Thông số vật liệu thép*

STT	Loại thép	Cấu kiện sử dụng
1	Thép CB400V: (Theo TCVN 1651 – 2:2008) $R_s = R_{sc} = 350\text{ MPa}$ $E_s = 200000\text{MPa}$	Cốt thép chủ chịu lực cho cột, dầm, móng, ...
2	Thép CB240T: (Theo TCVN 1651 – 1:2008) $R_s=R_{sc}=210\text{ Mpa}$ $E_s=200000\text{Mpa}$	Thép đai

Trong đó:

$R_s$  - Cường độ chịu kéo tính toán dọc trục của cốt thép đối với trạng thái giới hạn thứ nhất

$R_{sc}$  - Cường độ chịu nén tính toán dọc trục của cốt thép đối với trạng thái giới hạn thứ nhất

$R_{sw}$  - Cường độ chịu kéo tính toán của cốt thép ngang

$E_s$  - Mô đun đàn hồi của cốt thép

### **2.2.3. Một số vật liệu khác**

Gạch:  $\gamma = 18\text{KN/m}^3 = 1,8\text{T/m}^3$

Gạch lát nền:  $\gamma = 20\text{KN/m}^3 = 2\text{T/m}^3$

Vữa xây:  $\gamma = 18\text{KN/m}^3 = 1,8\text{T/m}^3$

### **2.3. Tiêu chuẩn, quy phạm dùng trong tính toán kết cấu**

Quy chuẩn xây dựng Việt Nam ban hành ngày 14 tháng 12 năm 1996;

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 9386-2012 ( Phần 1& Phần 2) Thiết kế công trình chống động đất;

TCXD229-1999 Chi dẫn về tính toán thành phần động của tải trọng gió theo TCVN 2737-1995;

TCVN 10304-2014 Móng – Tiêu chuẩn thiết kế;

TCVN 198-1997 Tiêu chuẩn thiết kế nhà nhiều tầng;

TCVN 4447-2012 Tiêu chuẩn công tác đất – Quy phạm thi công và nghiệm thu;

TCXD 9379-2012 Kết cấu xây dựng, nguyên tắc tính toán cơ bản;

TCVN 5573-2012 Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu gạch đá và cốt thép;

TCVN 9346-2012 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép – yêu cầu bảo vệ chống ăn mòn trong môi trường biển;

TCVN 9362-2012 Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình;

### **2.4. Phương án tính toán kết cấu**

#### **2.4.1. Mô hình tính toán**

Hệ kết cấu khung – vách không gian.

### **2.4.2. Các giả thiết tính toán**

Các giả thiết tính toán sẽ được trình bày theo từng cấu kiện.

### **2.4.3. Tải trọng lên công trình**

Tải trọng thẳng đứng

Trọng lượng bản thân kết cấu và các loại hoạt tải tác dụng lên sàn, lên mái.

Tải trọng tác dụng lên sàn, kể cả tải trọng các tường ngăn (dày 100mm), thiết bị, tường nhà vệ sinh, thiết bị vệ sinh: đều qui về tải trọng phân bố đều trên diện tích ô sàn.

Tải trọng tác dụng lên dầm do sàn truyền vào, do tường bao trên dầm (dày 200): phân bố đều trên dầm.

Tải trọng ngang

Tải trọng gió và tải trọng động đất được tính theo Tiêu chuẩn tải trọng và tác động TCVN 2737-2023 .

Tải trọng gió và tải trọng động đất được tính toán qui về lực phân bố tại các mức sàn.

### **2.4.4. Phương pháp tính toán xác định nội lực**

Để xác định nội lực và chuyển vị, sử dụng phần mềm tính kết cấu ETABS .Đây là một phần mềm tính kết cấu khá mạnh hiện nay và được ứng dụng khá rộng rãi trong việc tính toán kết cấu công trình.

Các quy ước của ETABS giống như những phần mềm tính toán kết cấu xây dựng bằng phương pháp phần tử hữu hạn khác, ETABS chia hệ chịu lực thành các thành phần nhỏ hơn gọi là phần tử, các phần tử trong hệ kết cấu được liên kết với nhau bởi các nút ETABS có các loại phần tử.

Với bài toán không gian, mỗi nút có 6 thành phần chuyển vị (3 thành phần chuyển vị thẳng và 3 thành phần chuyển vị xoay) ứng với 6 bậc tự do. Mỗi thành phần chuyển vị được biểu diễn bởi một phương trình cân bằng. Khi ta chia hệ kết cấu thành nhiều phần tử càng nhỏ bao nhiêu thì số lượng các nút liên kết giữa các phần tử tăng lên, số phương trình cân bằng tương ứng cũng tăng lên, việc nhập dữ liệu và giải bài toán sẽ mất nhiều thời gian nhưng độ chính xác cũng cao hơn.

Lấy kết quả nội lực và chuyển vị ứng với từng phương án tải trọng.

#### **2.4.5. Lựa chọn công cụ tính toán**

SAP2000 tính nội lực cầu thang, cấu kiện đơn giản.

ETABS xác định nội lực và chuyển vị khung-vách, tính móng.

Bảng tính Excel tổ hợp tải trọng, tính thép theo TCVN.

### **2.5. Cơ sở lựa chọn sơ bộ tiết diện**

#### **2.5.1. Tiết diện cột**

Kích thước tiết diện cột thường được chọn trong giai đoạn thiết kế cơ sở, được dựa vào kinh nghiệm thiết kế, dựa vào các kết cấu tương tự hoặc cũng có thể tính toán sơ bộ dựa vào lực nén N được xác định một cách gần đúng.

Diện tích tiết diện cột  $A_c$  được sơ bộ theo công thức sau:

$$A_c = \frac{k \cdot N}{R_b}$$

Trong đó :

k - Hệ số xét đến ảnh hưởng momen, lấy:

- $k = 1.1$  (cột giữa)
- $k = 1.3$  (cột biên)
- $k = 1.5$  (cột góc)

$R_b$  - Cường độ chịu nén tính toán dọc trục của bê tông

N - Lực dọc tại chân cột đang sơ bộ, với:

$$N = \sum_{i=1}^n q_i \times m_i \times S_i$$

$q_i$  - Tải trọng tương đương tính trên mỗi mét vuông mặt sàn, gồm: tải thường xuyên và tạm thời trên sàn, trọng lượng dầm, tường, cột.

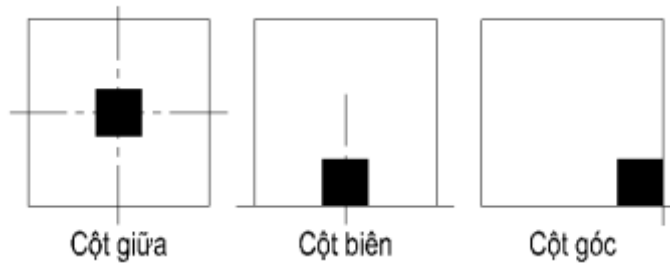
(Theo trang 20, 21 sách Tính toán tiết diện cột BTCT của GS.Nguyễn Đình Cống)

- $q = 10 - 14(\text{KN/m}^2)$ : với nhà có bề dày sàn 10 - 14(cm) có ít tường, kích thước cột dầm thuộc loại bé.
- $q = 15 - 18(\text{KN/m}^2)$ : với nhà có bề dày sàn 15 - 20(cm) có ít tường, kích thước cột dầm thuộc loại trung bình.

- $q \geq 20(\text{KN/m}^2)$ : với nhà có bề dày sàn  $> 25(\text{cm})$  có ít tường, kích thước cột dầm thuộc loại lớn.

$m_i$  - Số tầng trên cột đang xét

$S_i$  - Diện tích truyền tải của sàn vào cột thứ



*Hình 2.1 Các trường hợp quy tải về cột*

Theo TCVN theo Mục 2.5.4 TCVN 198:1997: Độ cứng và cường độ của kết cấu nhà cao tầng cần được thiết kế đều hoặc thay đổi giảm dần lên phía trên, tránh thay đổi đột ngột. Độ cứng của kết cấu ở tầng trên không nhỏ hơn 70% độ cứng của kết cấu ở tầng dưới kê nó. Nếu 3 tầng giảm độ cứng liên tục thì tổng mức giảm không vượt quá 50%.

*Bảng 2.3: Sơ bộ tiết diện cột*

Tầng	Tên cột	Loại cột	k	S	N	Ac	h chọn	b chọn	bxh (mm)
				(m <sup>2</sup> )	kN	(cm <sup>2</sup> )	(cm)	(cm)	
TẦNG 2	A1	Cột góc	1,5	4,96	416,64	431,01	70	70	700 X 700
	B1	Cột biên	1,3	9,73	817,32	732,77	70	70	700 X 700
	C1	Cột biên	1,3	9,49	797,16	714,70	70	70	700 X 700
	D1	Cột góc	1,5	4,72	396,48	410,15	70	70	700 X 700
	A2	Cột biên	1,3	2,03	170,52	152,88	70	70	700 X 700
	B2	Cột giữa	1,2	13,71	1151,64	953,08	70	70	700 X 700
	C2	Cột giữa	1,2	13,37	1122,98	929,36	70	70	700 X 700
	D2	Cột biên	1,3	6,64	557,87	500,15	70	70	700 X 700
	A3	Cột biên	1,3	9,72	816,48	732,02	70	70	700 X 700
	B3	Cột giữa	1,2	9,72	816,48	675,71	70	70	700 X 700
C3	Cột giữa	1,2	9,24	776,16	642,34	70	70	700 X 700	
	D3	Cột biên	1,3	9,24	776,16	695,87	70	70	700 X 700
	A4	Cột biên	1,3	7,19	603,86	541,39	70	70	700 X 700
	D4	Cột biên	1,3	6,83	574,04	514,65	70	70	700 X 700
	A5	Cột biên	1,3	7,59	637,88	571,89	70	70	700 X 700

B5	Cột giữa	1,2	14,91	1252,13	1036,24	70	70	700 X 700
C5	Cột giữa	1,2	13,18	1106,70	915,89	70	70	700 X 700
D5	Cột biên	1,3	7,22	606,38	543,65	70	70	700 X 700
A6	Cột góc	1,5	3,95	331,49	342,92	70	70	700 X 700
B6	Cột biên	1,3	7,94	667,28	598,25	70	70	700 X 700
C6	Cột biên	1,3	7,07	594,09	532,63	70	70	700 X 700
D6	Cột góc	1,5	0,00	0,00	0,00	70	70	700 X 700

### 2.5.2. Tiết diện dầm

Tiết diện dầm được sơ bộ theo công thức kinh nghiệm (theo 2 điều kiện võng và điều kiện độ bền) sau:

*Bảng 2.4: Công thức chọn sơ bộ tiết diện dầm*

Tên dầm	Công thức sơ bộ	
	Chiều cao dầm ( $h_d$ )	Bề rộng dầm ( $b_d$ )
Dầm chính	$h_{dc} = \left(\frac{1}{8} \div \frac{1}{12}\right) \times l_n$	$b_{dc} = \left(\frac{1}{4} \div \frac{1}{2}\right) \times h_{dc}$
Dầm phụ	$h_{dp} = \left(\frac{1}{16} \div \frac{1}{20}\right) \times l_n$	$b_{dp} = \left(\frac{1}{4} \div \frac{1}{2}\right) \times h_{dp}$

Với  $l_n$  là nhịp của dầm

*Bảng 2.5: Chọn sơ bộ tiết diện dầm*

Vậy chọn sơ bộ tiết diện dầm chính là : D400x600, dầm phụ D300x600

### 2.5.3. Tiết diện vách

Chiều dài vách của lõi cứng được lựa chọn sơ bộ vào chiều cao toà nhà, số tầng... đồng thời đảm bảo các điều quy định theo Mục 3,4,1 – TCXD 198:1997

Bố trí vách thành dạng tổ hợp C, L, T, I để tăng khả năng kháng uốn của hệ vách,

Nên kéo dài vách theo phương mặt phẳng uốn,

Bố trí sao cho tâm cứng của hệ trùng với tâm hình học và tâm khối lượng,

Tổng diện tích mặt cắt ngang của vách (lõi) cứng có thể xác định theo công thức gần đúng như sau:  $A_{vl} = 0,015A_{st}$

Loại dầm	Nhịp dầm	Kết quả tính h	Chọn h	Kết quả tính b	Chọn b	Tiết diện chọn bxh
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Dầm chính	7700	481 - 642	600	180 - 300	400	400 x 600
	3900	244 - 325	500	150 - 250	300	300 x 500
	8100	506 - 675	400	120 - 200	200	200 x 400
	4900	306 - 408	500	150 - 250	300	300 x 500
	6500	406 - 542	400	120 - 200	200	200 x 400
	5100	319 - 425	400	120 - 200	300	300 x 400
	6800	425 - 567	400	120 - 200	300	300 x 400
Dầm phụ	5900	369 - 492	300	90 - 150	250	250 x 300
	1800	113 - 150	300	90 - 150	250	250 x 300
	6300	394 - 525	300	90 - 150	250	250 x 300
	2000	125 - 167	300	90 - 150	250	250 x 300
	4500	281 - 375	300	90 - 150	250	250 x 300
	2700	169 - 225	300	90 - 150	250	250 x 300
	4100	256 - 342	300	90 - 150	250	250 x 300
	5100	319 - 425	300	90 - 150	250	250 x 300
	4900	306 - 408	300	90 - 150	250	250 x 300

Trong đó:

$A_{st}$  - Diện tích sàn từng tầng

Chiều dày vách đổ tầng khối không nhỏ hơn 150(mm) và không nhỏ hơn  $\frac{1}{20}$  chiều cao tầng theo Mục 3,4,1 – TCXD 198:1997

Chiều dày vách được sơ bộ theo công thức:

$$t_p \geq (150\text{mm} ; h_p / 20)$$

Trong đó:

$h_p$  - Chiều cao vách (chiều cao thông thủy tầng)

**Kết luận:** Chọn chiều dày cho 2 loại vách 200mm (V200)

### CHƯƠNG 3. THIẾT KẾ SÀN TẦNG ĐIỂN HÌNH

#### 3.1. Số liệu tính toán

**\*Quan niệm tính toán:**

Do các ô bản trong sàn tầng điển hình đều có nhà vệ sinh, nên để đảm bảo tính năng sử dụng tốt yêu cầu sàn không được phép nứt, do vậy tính sàn theo sơ đồ đàn hồi thì sẽ đảm bảo được yêu cầu đó,

-Nội lực trong sàn được xác định theo sơ đồ ĐÀN HỒI,

Gọi  $l_1$  : kích thước cạnh ngắn của ô sàn

$l_2$  : kích thước cạnh dài của ô sàn,

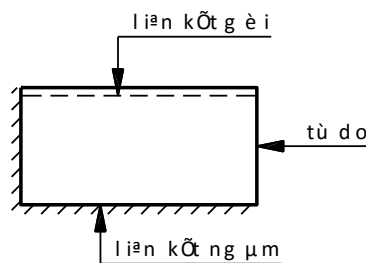
(Do sơ đồ đàn hồi nên kích thước này lấy theo tim dầm),

-Dựa vào tỉ số  $l_2/l_1$  người ta phân ra 2 loại bản sàn:

•  $l_2/l_1 \leq 2$  : sàn làm việc theo 2 phương  $\Rightarrow$  sàn bản kê 4 cạnh,

•  $l_2/l_1 > 2$  : sàn làm việc theo 1 phương  $\Rightarrow$  sàn bản dầm,

-Dựa vào liên kết sàn với dầm : có 3 loại liên kết



Có nhiều quan niệm về liên kết sàn với dầm :

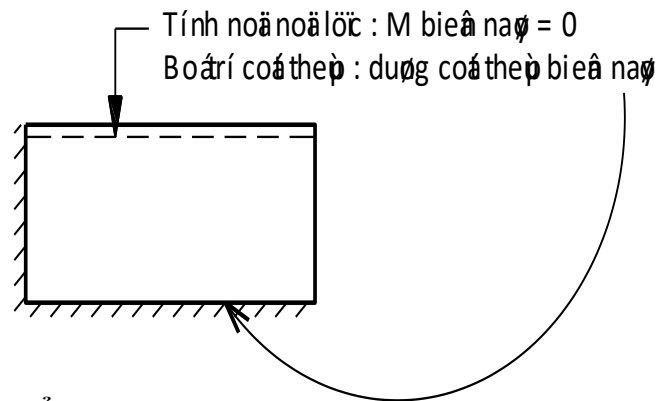
+ Nếu sàn liên kết với dầm biên thì xem đó là liên kết khớp, Nếu sàn liên kết với dầm giữa thì xem là liên kết ngàm, nếu dưới sàn không có dầm thì xem là tự do,

+ Lại có quan niệm nếu dầm biên mà là dầm khung thì xem là ngàm, dầm phụ (dầm dọc) thì xem là khớp,

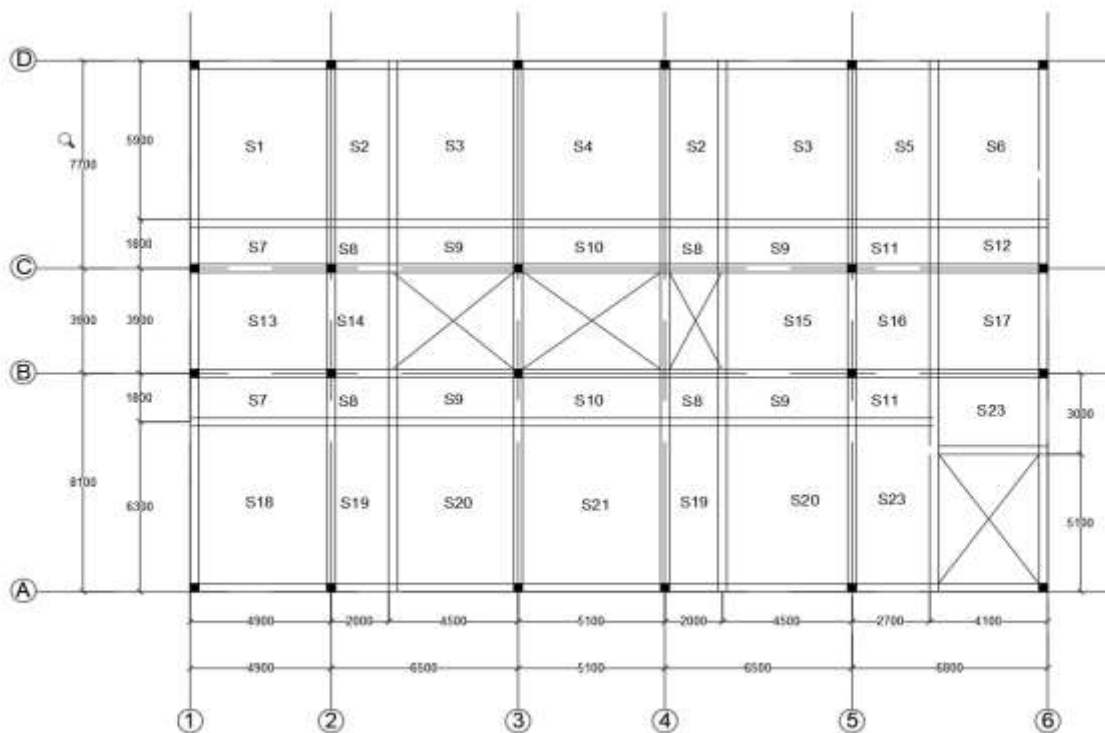
+ Lại có quan niệm dầm biên xem là khớp hay ngàm phụ thuộc vào tỉ số độ cứng của sàn và dầm biên,

Các quan niệm này cũng chỉ là gần đúng vì thực tế liên kết sàn vào dầm là liên kết có độ cứng hữu hạn (mà khớp thì có độ cứng = 0, ngàm có độ cứng =  $\infty$ ),

Nên thường thiên về an toàn : quan niệm sàn liên kết vào dầm biên là liên kết khớp để xác định nội lực trong sàn, Nhưng khi bố trí thép thì dùng thép tại biên ngàm đối diện để bố trí cho biên khớp  $\Rightarrow$  an toàn,



### 3.2. Sơ đồ sàn tầng điển hình



*Hình 3.1: Sơ đồ sàn*

### 3.3. Chọn chiều dày bản sàn

Chiều dày bản sàn được chọn sơ bộ theo công thức sau:

$$h_s = \frac{D}{m_b} \times L_1$$

Trong đó:

$D = 0,8 \div 1,4$  - Hệ số phụ thuộc vào tải trọng

$m_b = 30 \div 35$  - Đối với sàn làm việc 1 phương ( $L_2 \geq 2L_1$ )

$m_s = 40 \div 50$  - Đối với sàn làm việc 2 phương ( $L_2 < 2L_1$ )

$m_s = 10 \div 15$  - Đối với bản công xôn

$L_1, L_2$  - Lần lượt là nhịp theo phương cạnh ngắn và cạnh dài

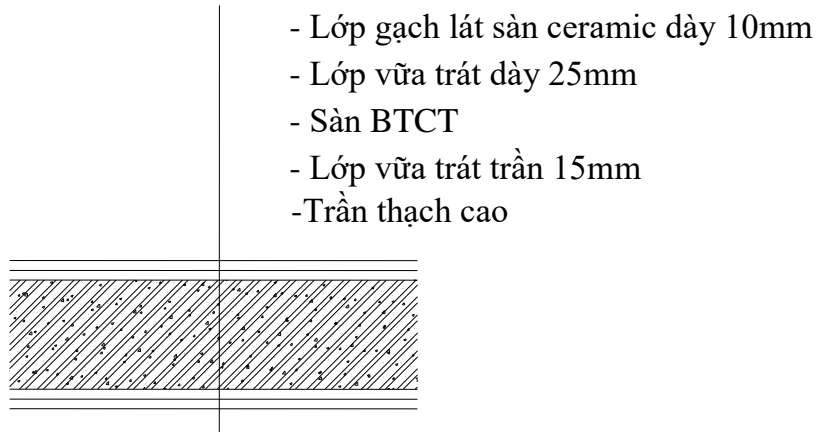
*Bảng 3.1: Sơ bộ tiết diện sàn*

Tên ô sàn	Kích thước		Tỉ số $k=l2/l1$	Loại bản		D mm	m		hs		Chọn hs mm
	L1	L2 (mm)		Bản kê 4 cạnh	Bản đầm		m1	m2	hs1	hs2	
	mm	mm							mm	mm	
S1	4900	5900	1.20	x		1.2	40	45	147	131	120
S2	2000	5900	2.95		x	1.2	30	35	80	69	150
S3	4500	5900	1.31	x		1.2	40	45	135	120	150
S4	5100	5900	1.16	x		1.2	40	45	153	136	150
S5	2700	5900	2.19		x	1.2	30	35	108	93	150
S6	4100	5900	1.44	x		1.2	40	45	123	109	150
S7	1800	4900	2.72		x	1.2	30	35	72	62	150
S8	1800	2000	1.11	x		1.2	40	45	54	48	150
S9	1800	4500	2.50		x	1.2	30	35	72	62	150
S10	1800	5100	2.83		x	1.2	30	35	72	62	150
S11	1800	2700	1.50	x		1.2	40	45	54	48	150
S12	1800	4100	2.28		x	1.2	30	35	72	62	150
S13	3900	4900	1.26	x		1.2	40	45	117	104	150
S14	2000	3900	1.95	x		1.2	40	45	60	53	150
S15	3900	4500	1.15	x		1.2	40	45	117	104	150
S16	2700	3900	1.44	x		1.2	40	45	81	72	150
S17	3900	4100	1.05	x		1.2	40	45	117	104	150
S18	4900	6300	1.29	x		1.2	40	45	147	131	150
S19	2000	6300	3.15		x	1.2	30	35	80	69	150
S20	4500	6300	1.40	x		1.2	40	45	135	120	150
S21	5100	6300	1.24	x		1.2	40	45	153	136	150
S22	2700	6300	2.33		x	1.2	30	35	108	93	150

S23	3000	4100	1.37	x		1.2	40	45	90	80	150
-----	------	------	------	---	--	-----	----	----	----	----	-----

### 3.4. Xác định tải trọng tác dụng lên sàn

#### 3.4.1. Cấu tạo các lớp mặt sàn:



Sàn căn hộ:

- Gạch Ceramic 10mm
- Lớp vữa lát nền 25mm
- Sàn bê tông cốt thép 160mm
- Vữa trát trần 15mm

Sàn ban công:

- Gạch Ceramic 10mm
- Lớp vữa lát nền 25mm
- Sàn bê tông cốt thép 160mm
- Vữa trát trần 15mm

Sàn vệ sinh:

- Gạch Ceramic 10mm
- Lớp vữa lát nền 25mm
- Lớp chống thấm 3mm
- Sàn bê tông cốt thép 160mm
- Vữa trát trần 15mm

### 3.4.2. Tĩnh tải

a. Tải trọng sàn phòng làm việc:

*Bảng 3.2: Tĩnh tải sàn phòng làm việc*

STT	Vật liệu	Trọng lượng riêng	Chiều dày	Tải tiêu chuẩn
		(kN/m <sup>3</sup> )	(mm)	(kN/m <sup>2</sup> )
1	BTCT	25	150	3,75
2	Các lớp hoàn thiện sàn và trần			
	- Gạch Ceramic	20	10	0,2
	- Vữa lát nền	18	25	0,45
	- Vữa lát trần	18	15	0,27
3	Hệ thống kỹ thuật			0,5
4	Tổng tĩnh tải hoàn thiện không kể đến BTCT			1,67

b. Tải trọng sàn hành lang, ban công:

*Bảng 3.3: Tĩnh tải sàn hành lang, ban công*

STT	Vật liệu	Trọng lượng riêng	Chiều dày	Tải tiêu chuẩn
		(kN/m <sup>3</sup> )	(mm)	(kN/m <sup>2</sup> )
1	BTCT	25	150	3,75
2	Các lớp hoàn thiện sàn và trần			
	- Gạch Ceramic	20	10	0,20
	- Vữa lát nền	18	25	0,45
	- Vữa lát trần	18	15	0,27
3	Hệ thống kỹ thuật			0,50
4	Tổng tĩnh tải hoàn thiện không kể đến BTCT			1,67

**c. Tải trọng sàn vệ sinh:**

*Bảng 3.4: Tĩnh tải sàn vệ sinh*

STT	Vật liệu	Trọng lượng riêng	Chiều dày	Tải tiêu chuẩn
		(kN/m <sup>3</sup> )	(mm)	(kN/m <sup>2</sup> )
1	Bản thân kết cấu sàn	25	160	4,00
2	Các lớp hoàn thiện sàn và trần			
	- Gạch Ceramic	20	10	0,20
	- Vữa lát nền + tạo dốc	18	25	0,45
	- Lớp chống thấm	10	3	0,03
	- Vữa lát trần	18	15	0,27
3	Hệ thống kỹ thuật			0,50
4	Tổng tĩnh tải hoàn thiện			1,45

**d. Tải trọng tường:**

*Bảng 3.5: Trọng lượng bản thân tường xây*

Loại tường	Tải trọng tiêu chuẩn	Hệ số vượt tải	Tải trọng tính toán	Cao tường	TT trên 1m dài (TC)	TT trên 1m dài (TT)
	(kN/m <sup>2</sup> )	n	(kN/m <sup>2</sup> )	(m)	kN/m	kN/m
Tường 200	3,3	1,1	3,63	5	16,5	18,15
				4,2	13,86	15,15
				3,8	12,54	13,79
				3,7	12,21	13,4
Tường 100	1,8	1,1	1,98	5	9	9,9
				4,2	7,56	8,3
				3,8	6,84	7,5
				3,7	6,66	7,3

**3.4.3. Hoạt tải:**

Hoạt tải tiêu chuẩn  $p_{tc}$  (kN/m<sup>2</sup>) lấy theo TCVN 2737-2023,

Công trình được chia làm nhiều loại phòng với chức năng khác nhau, Căn cứ vào mỗi loại phòng chức năng ta tiến hành xác định hoạt tải tiêu chuẩn và sau đó nhân với hệ số vượt tải  $n$ , Ta sẽ có hoạt tải tính toán  $p_{tt}(kN/m^2)$ ,

Trong phạm vi đồ án, một ô sàn đã chia có thể có nhiều loại phòng tương ứng với đó là các tải trọng tiêu chuẩn khác nhau, Để đơn giản trong tính toán và thiên về an toàn ta lấy giá trị lớn nhất cho toàn bộ ô sàn đó,

Theo TCXDVN 2737-2023, khi thiết kế nhà cao tầng thì hoạt tải sử dụng được nhân với hệ số giảm tải theo chiều cao, Tuy nhiên để thiên về an toàn và đơn giản trong tính toán không xét đến hệ số giảm tải,

Kết quả tính toán cụ thể thể hiện trong các bảng sau:

*Bảng 3.6: Giá trị tiêu chuẩn của hoạt tải theo TCVN 2737 - 2023*

STT	Loại sàn	Hoạt tải tiêu chuẩn (kN/m <sup>2</sup> )
1	Sàn văn phòng	2,0
2	Sàn hành lang, ban công	3,0
3	Sàn vệ sinh	2,0

### **3.5. 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,

#### **3.5.1. Phân loại ô sàn**

*Bảng 3.7: Phân loại ô sàn*

Tên ô sàn	Kích thước		Tỉ số	Loại bản	
	L1	L2 (mm)	$k=12/11$	Bản kê 4 cạnh	Bản dầm
	mm	mm			
S1	4900	5900	1.20	x	
S2	2000	5900	2.95		x
S3	4500	5900	1.31	x	
S4	5100	5900	1.16	x	
S5	2700	5900	2.19		x
S6	4100	5900	1.44	x	
S7	1800	4900	2.72		x
S8	1800	2000	1.11	x	
S9	1800	4500	2.50		x
S10	1800	5100	2.83		x
S11	1800	2700	1.50	x	
S12	1800	4100	2.28		x
S13	3900	4900	1.26	x	
S14	2000	3900	1.95	x	
S15	3900	4500	1.15	x	
S16	2700	3900	1.44	x	
S17	3900	4100	1.05	x	
S18	4900	6300	1.29	x	
S19	2000	6300	3.15		x
S20	4500	6300	1.40	x	
S21	5100	6300	1.24	x	
S22	2700	6300	2.33		x
S23	3000	4100	1.37	x	

### 3.5.2. Xác định nội lực

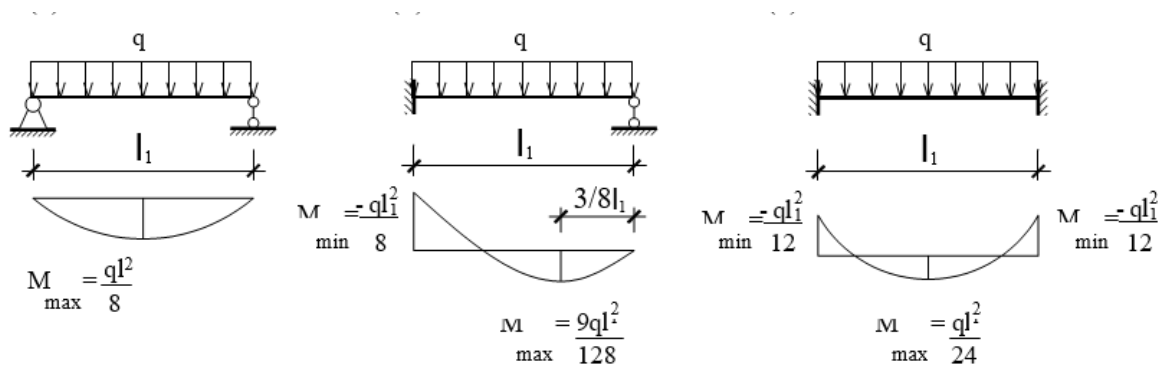
#### 3.5.2.1. Nội lực trong bản dầm

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

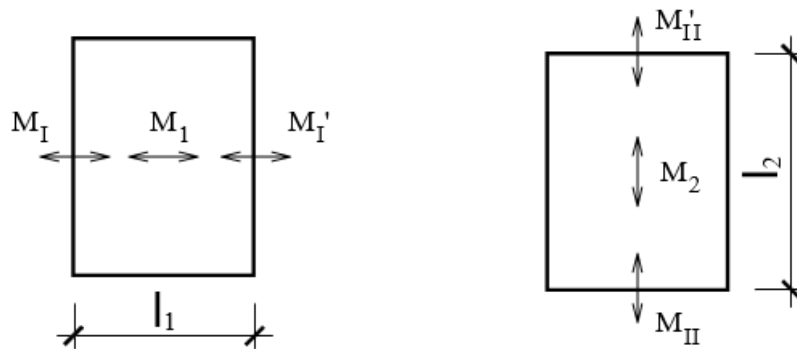
$l_1$ : chiều dài cạnh ngắn của ô sàn



Hình 3.2: Sơ đồ tính nội lực trong ô sàn bản dầm

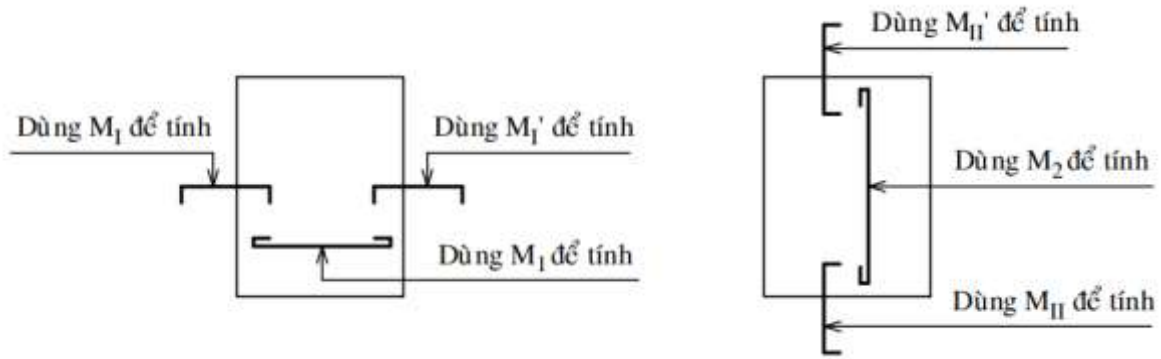
#### 3.5.2.2. Nội lực trong bản kê 4 cạnh,

Xét từng ô bản : có 6 momen



Hình 3.3: 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 3.4: Momen dùm để tính thép sàn*

Với  $M_I = \alpha_1 \cdot (g + p) \cdot l_1 \cdot l_2$

$$M_{I'} = -\beta_1 \cdot (g + p) \cdot l_1 \cdot l_2$$

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

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

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,

### 3.6. Tính toán cốt thép

*Bảng 3.8: Bảng thông số vật liệu cốt thép*

STT	Cấp độ bền	Kết cấu sử dụng
1	Thép CB240T ( $\varnothing < 10$ ): $R_s = R_{sc} = 210$ MPa $R_{sw} = 170$ MPa; $E_s = 2,10^5$ MPa,	Cốt thép có $\varnothing < 10$ mm
2	Thép CB300V ( $\varnothing \geq 10$ ): $R_s = R_{sc} = 260$ MPa $R_{sw} = 210$ MPa; $E_s = 2,10^5$ MPa,	Cốt thép dọc kết cấu các loại có $\varnothing \geq 10$ mm
3	Thép CB400V ( $\varnothing \geq 10$ ): $R_s = R_{sc} = 350$ MPa $R_{sw} = 280$ MPa; $E_s = 2,10^5$ MPa,	Cốt thép dọc kết cấu các loại có $\varnothing \geq 10$ mm

$h_0 = h - a_0$ : Chiều cao làm việc của tiết diện, bằng khoảng cách từ trọng tâm  $A_s$  đến mép vùng nén,

$a_0$ : Chiều dày lớp đệm, bằng khoảng cách từ trọng tâm của  $A_s$  đến mép chịu kéo,

$$a_0 = c + 0,5, \phi$$

$c$ : Chiều dày lớp bảo vệ lấy như sau: Với bê tông nặng  $c \geq \phi$  đồng thời  $c \geq c_0$

Với bản có:  $h \leq 100\text{mm}$  lấy  $c_0 = 10\text{mm}$

$$h > 100\text{mm} \text{ lấy } c_0 = 15\text{mm}$$

Giả thiết  $a_0$ , Với bản thường chọn  $a_0 = 15 \div 20\text{mm}$ , Khi  $h$  khá lớn ( $h > 150\text{mm}$ ) có thể chọn  $a_0 = 25 \div 30\text{mm}$ , Tính  $h_0 = h - a_0$ ,

+ Tính toán:

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{R_s}{\sigma_{sc,u}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)}$$

$\omega$ : Đặc trưng tính chất biến dạng của vùng bê tông chịu nén,  $\omega = \alpha - 0,008, R_b$

$\alpha = 0,85$  đối với bê tông nặng,

$\sigma_{sc,u}$ : ứng suất giới hạn của cốt thép trong vùng bê tông chịu nén,  $\sigma_{sc,u} = 400\text{Mpa}$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b, b, h_0^2}$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2, \alpha_m}$$

$$\alpha_R = \xi_R, (1 - 0,5, \xi_R)$$

Kiểm tra điều kiện hạn chế:  $\xi \leq \xi_R$

Khi điều kiện hạn chế được thỏa mãn, tính  $\zeta = 1 - 0,5, \xi$

Tính diện tích cốt thép:  $A_s = \frac{M}{R_s, \zeta, h_0}$

+ Xử lý kết quả:

Tính tỷ lệ cốt thép  $\mu$ :  $\mu = \frac{A_s, 100}{b, h_0}$

Kiểm tra điều kiện  $\mu \geq \mu_{\min} = 0,1\%$ , Khi xảy ra  $\mu < \mu_{\min}$  chứng tỏ  $h$  quá lớn so với yêu cầu, nếu được thì rút bớt  $h$  để tính lại, Nếu không thể giảm  $h$  thì cần chọn  $A_s$  theo yêu cầu tối thiểu bằng  $\mu_{\min}, b, h_0$

Sau khi chọn và bố trí cốt thép cần tính lại  $a_0$  và  $h_0$ , Khi  $h_0$  không nhỏ hơn giá trị đã dùng để tính toán thì kết quả là thiên về an toàn, Nếu  $h_0$  nhỏ hơn giá trị đã dùng với mức độ đáng kể thì cần tính toán lại,  $\mu$  nằm trong khoảng  $0,3\% \div 0,9\%$  là hợp lý,

### Cốt thép chịu lực

Đường kính  $\phi$  nên chọn  $\phi \leq h/10$ , Để chọn khoảng cách  $a$  có thể tra bảng hoặc tính toán như sau:

Tính  $a_s$  là diện tích thanh thép, từ  $a_s$  và  $A_s$  tính  $a$ ,

$$a_s = \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} = 0,785 \cdot \phi^2; a = \frac{b \cdot a_s}{A_s}$$

Chọn  $a$  không lớn hơn giá trị vừa tính được, Nên chọn  $a$  là bội số của 10mm để thuận tiện cho thi công,

Khoảng cách cốt thép chịu lực còn cần tuân theo các yêu cầu cấu tạo sau:  $a_{\min} \leq a \leq a_{\max}$ , Thường lấy  $a_{\min} = 70\text{mm}$ ,

Khi  $h \leq 150\text{mm}$  thì lấy  $a_{\max} = 200\text{mm}$

Khi  $h > 150\text{mm}$  lấy  $a_{\max} = \min(1,5, h \text{ và } 400)$

Đối với bản kê bốn cạnh, cốt thép ở nhịp theo phương cạnh ngắn đặt ở lớp ngoài (lớp dưới), cốt thép ở nhịp theo phương cạnh dài đặt ở lớp trong (lớp trên),

## 3.7. Các yêu cầu chọn và bố trí thép sàn

### 3.7.1. Khoảng cách lớp bảo vệ:

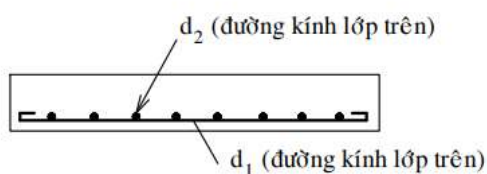
$a_{bv}$  = khoảng cách từ mép BT đến đáy cốt thép,

$a_{bv} = 10 \text{ mm}$  đối với sàn có  $h \leq 100 \text{ mm}$ ,

$a_{bv} = 15 \text{ mm}$  đối với sàn có  $h > 100 \text{ mm}$ ,

⇒ Khoảng cách từ mép bê tông đến trọng tâm cốt thép  $a$ :

$$a = a_{bv} + d_1 \text{ hoặc } a = a_{bv} + d_1 + \frac{d_2}{2}$$



Chú ý : đối với cốt thép chịu momen dương thì a của 2 phương khác nhau, Do momen theo phương cạnh ngắn thường lớn hơn momen theo phương cạnh dài nên người ta thường đặt thép cạnh ngắn nằm dưới để tăng  $h_0$ ,

### 3.7.2. Khoảng cách của cốt thép

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

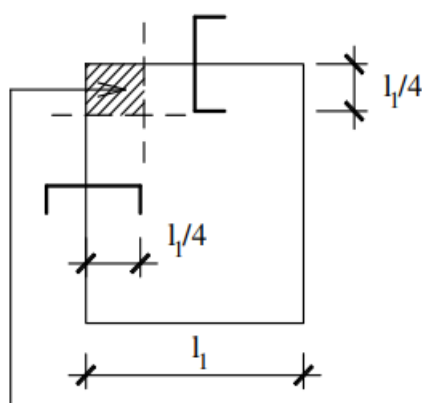
Khi chiều dày bản  $h \geq 80\text{mm}$  nên dùng các thanh thép uốn đặt xen kẽ nhau, điểm uốn cách mép gối  $= 1/6$ , góc uốn  $= 30^\circ$  khi  $h \leq 100\text{mm}$ ,  $= 45^\circ$  khi  $h > 100\text{mm}$ , Số thép sau khi uốn được neo vào gối  $\geq 1/3 AS$  giữa nhịp và không ít hơn 3 thanh/1m dài,

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 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,
- + Cản trở sự mở rộng khe nứt,

### 3.7.3. Chiều dài thép mũ



*Hình 3.5: Nguyên tắc bố trí thép mũ*

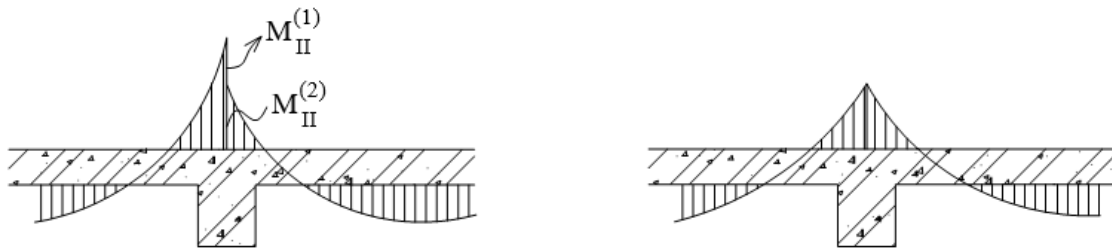
Tại vùng giao nhau để tiết kiệm có thể đặt 50% AS của mỗi phương nhưng không ít hơn 3 thanh/1m dài (để an toàn thì không áp dụng),

### 3.7.4. Phối hợp cốt thép

Do quan niệm tính toán các ô sàn độc lập nhau (điều này đã trình bày ở trên) nên thường xảy ra hiện tượng: tại 2 bên của 1 dầm, các ô sàn có moment gôđ khác nhau,

Điều này không đđng với thực tế vì các dầm có khả năng bị xoắn do đó phân phối lại moment trong sàn, nên các momen trong hai ô sàn ở hai bên dầm thường = nhau,

Sở dĩ kết quả 2 momen đó không bằng nhau do quan niệm tính toán chưa chính xác (thực tế các ô sàn không độc lập nhau, tải trọng tác dụng lên ô này có thể gây ra nội lực trong các ô khác),



*Hình 3.6: Momen theo quan niệm tính toán và thực tế*

⇒ Để đơn giản và thiên về an toàn ta lấy momen lớn nhất bố trí cốt thép cho cả 2 bên gôđ,

Đối với cốt thép chịu moment dương thì không nhất thiết phải thực hiện như trên, nhưng có thể để thuận tiện thi công ta bố trí cốt thép ở các ô sàn lân cận nhau cùng một loại thép nếu diện tích cốt thép tính toán ở các ô sàn đó chênh lệch nhau không nhiều,

### 3.8. Kiểm tra độ võng sàn

Tính toán, kiểm tra độ võng sàn theo mục 8,2,3,2 TCVN 5574-2018:

$$f \leq [f_u]$$

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

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

+ Với nhịp sàn lấy an toàn theo phương cạnh ngắn ta đđợc nhịp sàn  $L = 8120\text{mm}$ , tra bảng M,4,1,3 TCVN 5574-2018 lấy thiên về an toàn ta đđợc  $[f_u] = L/200$

$$\Rightarrow f_u = 8120/200 = 40,6 \text{ mm}$$

- Theo mục 8,2,3,3,2, đối với các đđoạn cầu kiện xuất hiện vết nứt trong vùng chịu kéo, độ cong toàn phần của cầu kiện chịu uốn đđợc xác đđịnh 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,

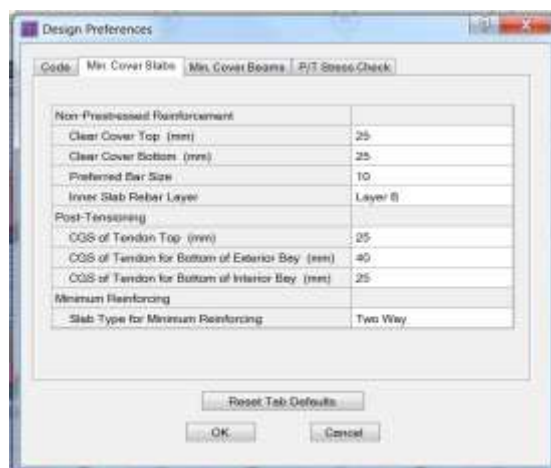
Hệ số từ biến của bê tông ( $\phi_{b,cr}$ ) được cho tại bảng 11 TCVN 5574-2018, Với bê tông B25, độ ẩm tại môi trường làm việc lớn hơn 75%, ta có  $\phi_{b,cr} = 1,8$

### 3.8.1. Trình tự thực hiện

Chọn tiêu chuẩn áp dụng, khai báo lớp bê tông bảo vệ và cốt thép



*Hình 3.7: Chọn tiêu chuẩn tính độ võng*



*Hình 3.8: Chọn lớp bê tông bảo vệ cốt thép sàn*

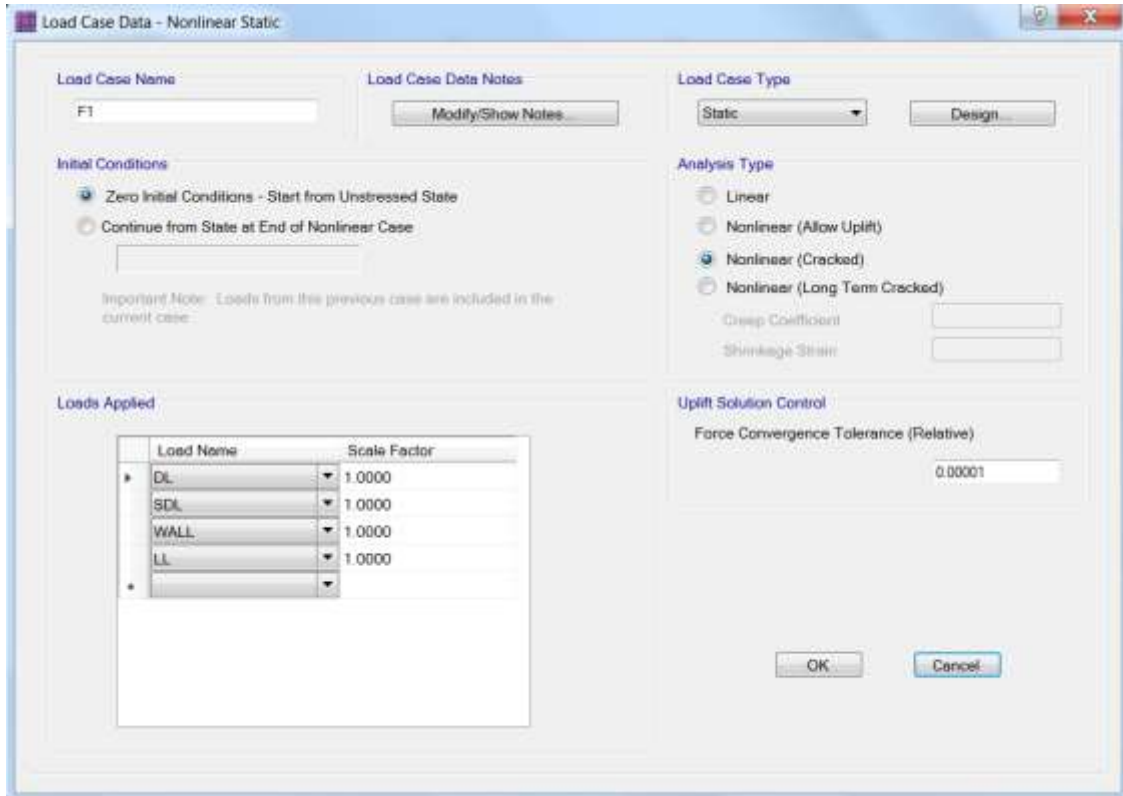
Kiểm tra và điều chỉnh lại các thông số vật liệu được xuất từ mô hình ETABS

Hiệu chỉnh lại tên vật liệu và khai báo cường độ chịu nén của bê tông quy đổi sang tiêu chuẩn EC2

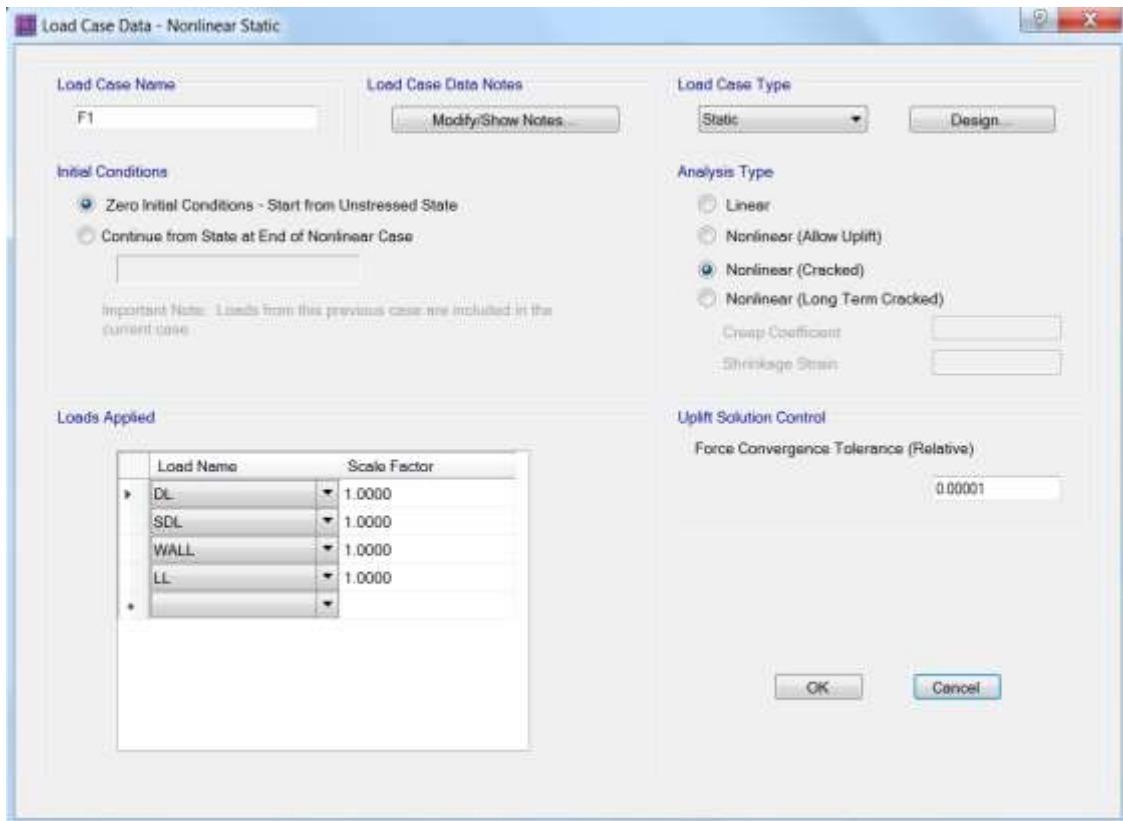
Section	Property	Value	Unit
General Data	Material Name	B25	
	Material Type	Concrete	
	Material Display Color	Cyan	
	Material Notes		
Material Weight	Weight per Unit Volume	2.4525E+01	kN/m3
Isotropic Property Data	Modulus of Elasticity, E	30000	N/mm2
	Poisson's Ratio, U	0.2	
	Coefficient of Thermal Expansion, A	9.9E-06	1/C
	Shear Modulus, G	12500	N/mm2
Other Properties for Concrete Materials	Characteristic Concrete Cylinder Strength, fck	20	N/mm2
	Lightweight Concrete	<input type="checkbox"/>	
Modulus of Rupture for Cracked Deflections	Program Default (Based on Concrete Slab Design Code)	<input checked="" type="radio"/>	
	User Specified	<input type="radio"/>	

*Hình 3.9: Điều chỉnh thông số vật liệu*

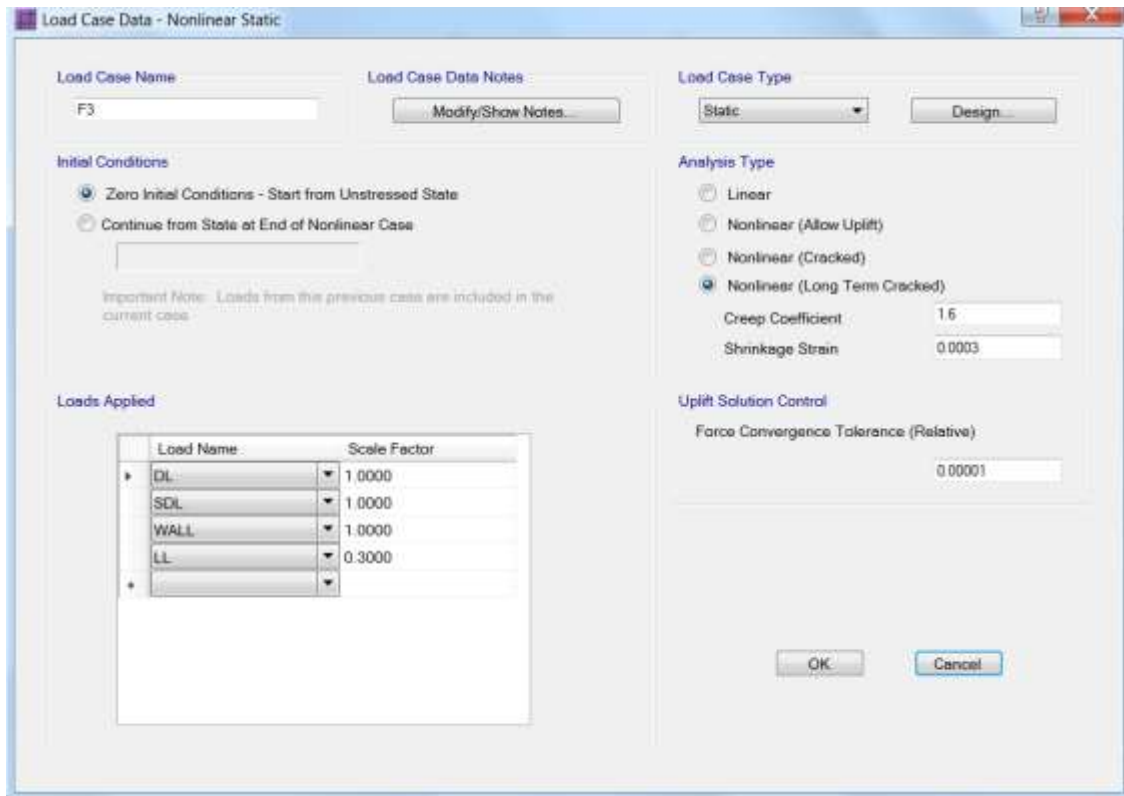
Khai báo các trường hợp tính toán



Hình 3.10: Trường hợp F1



Hình 3.11: Trường hợp F2

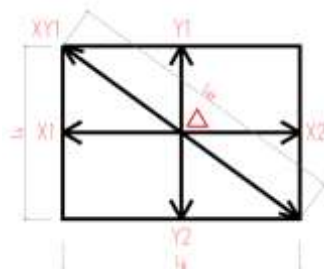


Hình 3.12: Trường hợp F3

Trong đó Creep Coefficient là hệ số từ biến của bê tông (B25 có hệ số từ biến là 1,6) và Shrinkage Strain là hệ số co ngót của bê tông có thể lấy bằng 0,0003

Sử dụng phần mềm SAFE ta có được độ võng  $f_{\max} = 22,5 \text{ mm}$

Vì chỉ xét riêng cấu kiện nên chỉ lấy độ võng tương đối của sàn, ta tính độ võng tương đối của sàn so với 2 dầm đỡ



$$\begin{aligned} \rightarrow \text{Độ võng tương đối của sàn theo phương } f_y &= \Delta - 0,5 (\Delta_{y1} + \Delta_{y2}) \\ &= 37,541 - 0,5(17,809 + 24,263) \\ &= 16,5 \text{ mm} < [f_u] \end{aligned}$$

Nhận xét:  $f_{\max} = 22,5 \text{ mm} < f_u = 40,6 \rightarrow$  Sàn thỏa điều kiện độ võng,

Bảng 3.9: Kết quả tính toán và chọn thép sàn tầng điển hình bản kê 4 cạnh (Tầng 2)

Tên ô sàn	TÍNH TOÁN NỘI LỰC (SƠ ĐỒ ĐÀN HỒI)								Tính thép				Chọn thép				Kiểm tra			
	Tải trọng				Nhịp tính toán			Hệ số	Momen		$\alpha_m$	$\zeta$	$A_s^{TT}$	H.lượng	$\emptyset$	$a^{BT}$		$A_s^{CH}$	H.lượng	
	p	g	$g_{tường}$	$p + g + g_{tường}$	$l_1$	$l_2$	$l_2/l_1$		$(cm^2/m)$	$m^{TT} (%)$			$(mm)$	$(mm)$		$(cm^2/m)$		$m^{BT} (%)$		
	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	m	m			kNm											
S1	2.6	4.969	2.766	10.335	4.9	5.9	1.20	$\alpha_1$	0.020	$M^I =$	6.103	0.042	0.698	3.36	0.34%	12	200	5.65	0.57%	Đạt
								$\alpha_2$	0.014	$M^2 =$	4.221	0.029	0.698	2.32	0.23%	12	200	5.65	0.57%	Đạt
								$-\beta_1$	-0.047	$M^I =$	-13.995	-0.097	0.698	7.71	0.77%	12	100	11.31	1.13%	Đạt
								$-\beta_2$	-0.032	$M^{II} =$	-9.657	-0.067	0.698	5.32	0.53%	12	100	11.31	1.13%	Đạt
S3	2.6	4.529	3.412	10.541	4.5	5.9	1.31	$\alpha_1$	0.021	$M^I =$	5.834	0.024	0.698	2.47	0.02%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$\alpha_2$	0.012	$M^2 =$	3.393	0.014	0.698	1.44	0.01%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$-\beta_1$	-0.047	$M^I =$	-13.287	-0.054	0.698	5.63	0.06%	12	150	7.54	0.58%	Đạt
								$-\beta_2$	-0.028	$M^{II} =$	-7.746	-0.032	0.698	3.28	0.03%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
S4	2.6	4.529	0	7.129	5.1	5.9	1.16	$\alpha_1$	0.020	$M^I =$	4.302	0.018	0.698	2.37	0.02%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$\alpha_2$	0.015	$M^2 =$	3.194	0.013	0.698	1.76	0.02%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$-\beta_1$	-0.046	$M^I =$	-9.910	-0.040	0.698	5.46	0.05%	12	150	7.54	0.58%	Đạt
								$-\beta_2$	-0.035	$M^{II} =$	-7.416	-0.030	0.698	4.08	0.04%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
S6	2.6	4.529	0	7.129	4.1	5.9	1.44	$\alpha_1$	0.021	$M^I =$	3.608	0.015	0.698	1.99	0.02%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$\alpha_2$	0.010	$M^2 =$	1.751	0.007	0.698	0.96	0.01%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$-\beta_1$	-0.047	$M^I =$	-8.103	-0.033	0.698	4.46	0.04%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$-\beta_2$	-0.023	$M^{II} =$	-3.910	-0.016	0.698	2.15	0.02%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
S8	3.9	4.529	0	8.429	1.8	2	1.11	$\alpha_1$	0.020	$M^I =$	0.593	0.002	0.698	0.33	0.00%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$\alpha_2$	0.016	$M^2 =$	0.481	0.002	0.698	0.27	0.00%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$-\beta_1$	-0.045	$M^I =$	-1.373	-0.006	0.698	0.76	0.01%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$-\beta_2$	-0.037	$M^{II} =$	-1.113	-0.005	0.698	0.61	0.01%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
S11	2.6	4.529	0	7.129	1.8	2.7	1.50	$\alpha_1$	0.021	$M^I =$	0.721	0.003	0.698	0.40	0.00%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$\alpha_2$	0.009	$M^2 =$	0.322	0.001	0.698	0.18	0.00%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$-\beta_1$	-0.046	$M^I =$	-1.608	-0.007	0.698	0.89	0.01%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$-\beta_2$	-0.021	$M^I =$	-0.714	-0.003	0.698	0.39	0.00%	12	200	5.65	0.43%	Đạt

SVTH: Trần Thị Thanh Hiền

GVHD: TS. Vũ Huy Công – ThS. Phạm Lý Triệu

*Thiết kế kết cấu trụ sở làm việc Toà án nhân dân quận Thanh Khê, thành phố Đà Nẵng*

Tên ô sàn	TÍNH TOÁN NỘI LỰC (SƠ ĐỒ ĐÀN HỒI)							Tính thép				Chọn thép				Kiểm tra				
	Tải trọng				Nhịp tính toán			Hệ số	Momen		$\alpha_m$	$\zeta$	$A_s^{TT}$	H.lượng	$\emptyset$		$a^{BT}$	$A_s^{CH}$	H.lượng	
	p	g	g <sub>tường</sub>	p + g + g <sub>tường</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>2</sub> /l <sub>1</sub>		(cm <sup>2</sup> /m)	m <sup>TT</sup> (%)			(mm)	(mm)	(cm <sup>2</sup> /m)		m <sup>BT</sup> (%)			
	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	m	m			kNm											
S13	2.6	4.529	0	7.129	3.9	4.9	1.26	$\alpha_1$	0.021	$M^I =$	2.822	0.012	0.698	1.55	0.02%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$\alpha_2$	0.013	$M^2 =$	1.794	0.007	0.698	0.99	0.01%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$-\beta_1$	-0.047	$M^I =$	-6.447	-0.026	0.698	3.55	0.04%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$-\beta_2$	-0.030	$M^{II} =$	-4.090	-0.017	0.698	2.25	0.02%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
S14	3.9	4.529	0	8.429	2	3.9	1.95	$\alpha_1$	0.019	$M^I =$	1.223	0.005	0.698	0.67	0.01%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$\alpha_2$	0.005	$M^2 =$	0.322	0.001	0.698	0.18	0.00%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$-\beta_1$	-0.040	$M^I =$	-2.630	-0.011	0.698	1.45	0.01%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$-\beta_2$	-0.011	$M^{II} =$	-0.703	-0.003	0.698	0.39	0.00%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
S15	3.9	4.529	0	8.429	3.9	4.5	1.15	$\alpha_1$	0.020	$M^I =$	2.963	0.012	0.698	1.63	0.02%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$\alpha_2$	0.015	$M^2 =$	2.210	0.009	0.698	1.22	0.01%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$-\beta_1$	-0.046	$M^I =$	-6.827	-0.028	0.698	3.76	0.04%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$-\beta_2$	-0.035	$M^{II} =$	-5.135	-0.021	0.698	2.83	0.03%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
S16	2.6	4.529	3.643	10.772	2.7	3.9	1.44	$\alpha_1$	0.021	$M^I =$	2.372	0.010	0.698	1.31	0.01%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$\alpha_2$	0.010	$M^2 =$	1.143	0.005	0.698	0.63	0.01%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$-\beta_1$	-0.047	$M^I =$	-5.325	-0.022	0.698	2.93	0.03%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$-\beta_2$	-0.022	$M^{II} =$	-2.551	-0.010	0.698	1.41	0.01%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
S17	2.6	4.529	0	7.129	3.9	4.1	1.05	$\alpha_1$	0.019	$M^I =$	2.134	0.009	0.698	1.18	0.01%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$\alpha_2$	0.017	$M^2 =$	1.946	0.008	0.698	1.07	0.01%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$-\beta_1$	-0.044	$M^I =$	-4.985	-0.020	0.698	2.75	0.03%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$-\beta_2$	-0.039	$M^{II} =$	-4.485	-0.018	0.698	2.47	0.02%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
S18	2.6	4.529	0	7.129	4.9	6.3	1.29	$\alpha_1$	0.021	$M^I =$	4.571	0.019	0.698	2.52	0.03%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$\alpha_2$	0.013	$M^2 =$	2.770	0.011	0.698	1.53	0.02%	12	200	5.65	0.43%	Đạt
								$-\beta_1$	-0.047	$M^I =$	-10.441	-0.043	0.698	5.75	0.06%	12	150	7.54	0.58%	Đạt
								$-\beta_2$	-0.029	$M^{II} =$	-6.322	-0.026	0.698	3.48	0.03%	12	200	5.65	0.43%	Đạt

Bảng 3.10: Kết quả tính toán và chọn thép sàn tầng điển hình bản dầm (Tầng 2)

Tên ô sàn	Kích thước					Momen kNm	Tính thép		Chọn thép						Kết quả	
	Cạnh ngắn	Nhịp tính toán	h	a	h0		$\alpha_m$	$\zeta$	$A_s^{TT}$	H.lượng	$\emptyset$	$a^{BT}$	$A_s^{CH}$	H.lượng		
	L1 (m)	L0 (m)	mm	mm	mm				( $cm^2/m$ )	$m^{TT}$ (%)	(mm)	(mm)	( $cm^2/m$ )	$m^{BT}$ (%)		
S2	2	5.9	150	20	130	M+ =	1.188	0.00485	0.99757	0.43629	0.000336	12	200	5.6549	0.0043	Đạt
						M- =	2.376	0.00970	0.99513	0.87471	0.000673	12	200	5.6549	0.0043	Đạt
S5	2.7	5.9	150	20	130	M+ =	2.165	0.00884	0.99556	0.79674	0.000613	12	200	5.6549	0.0043	Đạt
						M- =	4.331	0.01767	0.99108	1.60067	0.001231	12	200	5.6549	0.0043	Đạt
S7	1.8	4.9	150	20	130	M+ =	1.138	0.00464	0.99767	0.41779	0.000321	12	200	5.6549	0.0043	Đạt
						M- =	2.276	0.00929	0.99533	0.83754	0.000644	12	200	5.6549	0.0043	Đạt
S9	1.8	4.5	150	20	130	M+ =	1.138	0.00464	0.99767	0.41779	0.000321	12	200	5.6549	0.0043	Đạt
						M- =	2.276	0.00929	0.99533	0.83754	0.000644	12	200	5.6549	0.0043	Đạt
S10	1.8	5.1	150	20	130	M+ =	1.138	0.00464	0.99767	0.41779	0.000321	12	200	5.6549	0.0043	Đạt
						M- =	2.276	0.00929	0.99533	0.83754	0.000644	12	200	5.6549	0.0043	Đạt
S12	1.8	4.1	150	20	130	M+ =	0.962	0.00393	0.99803	0.35323	0.000272	12	200	5.6549	0.0043	Đạt
						M- =	1.925	0.00785	0.99606	0.70786	0.000545	12	200	5.6549	0.0043	Đạt
S19	2	6.3	150	20	130	M+ =	1.405	0.00573	0.99713	0.51607	0.000397	12	200	5.6549	0.0043	Đạt
						M- =	2.810	0.01147	0.99423	1.03515	0.000796	12	200	5.6549	0.0043	Đạt
S22	2.7	6.3	150	20	130	M+ =	2.165	0.00884	0.99556	0.79674	0.000613	12	200	5.6549	0.0043	Đạt
						M- =	4.331	0.01767	0.99108	1.60067	0.001231	12	200	5.6549	0.0043	Đạt

## CHƯƠNG 4. TÍNH TOÁN CẦU THANG BỘ

Cầu thang bộ là bộ phận kết cấu công trình thực hiện chức năng đi lại, vận chuyển trang thiết bị hàng hóa theo phương đứng, Vì vậy cầu thang phải được bố trí ở vị trí thuận tiện nhất, đáp ứng được nhu cầu đi lại và thoát hiểm tốt,

Về mặt kết cấu, cầu thang phải đáp ứng được yêu cầu về độ bền, độ ổn định, khả năng chống cháy và chống rung động, Về mặt kiến trúc, cầu thang phải đảm bảo được yêu cầu thẩm mỹ cho công trình, Chọn cầu thang tầng 3 để tính toán,

### 4.1. Cấu tạo cầu thang tầng điển hình

Cầu thang tầng điển hình là cầu thang dạng bản hai vế song song chữ O với:

Số bậc thang gồm 28 bậc

$$\text{Kích thước bậc: } h_b = \frac{4200}{28} = 150(\text{mm})$$

Chọn  $h_b = 150(\text{mm}); l_b = 300(\text{mm})$

Chiều dày bản thang được chọn theo Giáo trình Kết cấu Bê tông cốt thép Tập 3 – Võ Bá Tâm:

$$h_{bt} = \frac{L_0}{(25 \div 30)} = \frac{4200}{(25 \div 30)} = (168 \div 140)\text{mm}$$

$L_0$ : chiều dài tính toán của ô bản

Chọn  $h_{bt} = 130(\text{mm})$

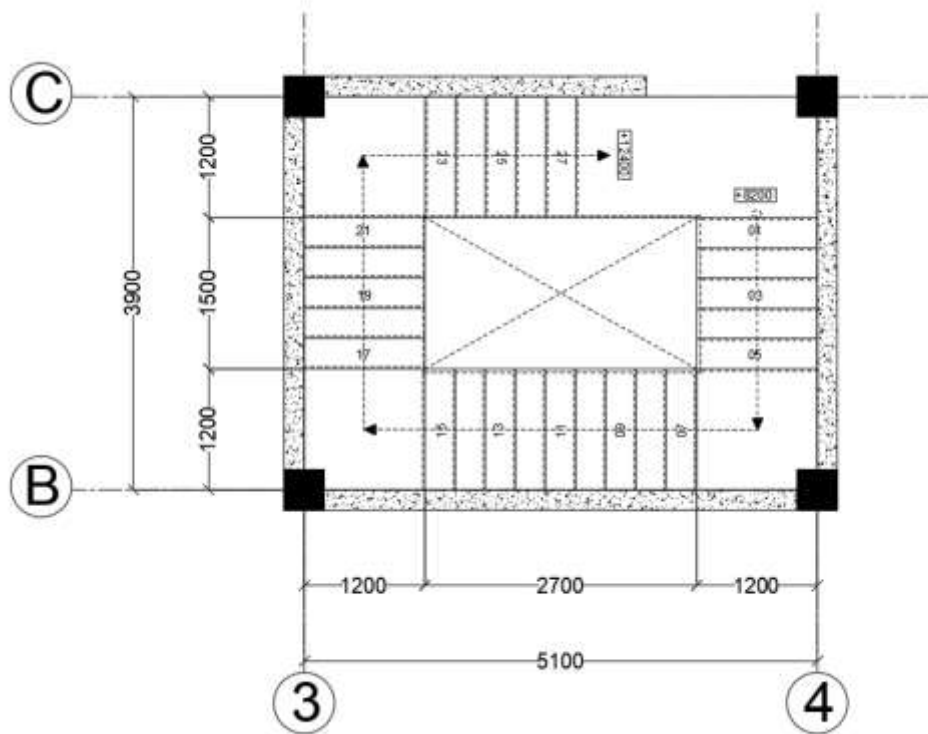
$$\text{Góc nghiêng cầu thang: } \tan \alpha = \frac{h_b}{l_b} = \frac{150}{300} = 0,5 \Rightarrow \alpha \approx 27^\circ \Rightarrow \text{Cos} \alpha = 0,89$$

*Bảng 4.1: Cấu tạo cầu thang tầng điển hình*

Kích thước	Giá trị	Đơn vị
Chiều cao tầng	4200	mm
Số bậc thang	28	Bậc
Chiều cao bậc thang	150	mm
Bề rộng bậc thang	300	mm
Chiều dày bản thang	130	mm
Độ dốc	27	Độ

## 4.2. Tính toán cầu thang tầng điển hình

### 4.2.1. Mặt bằng cầu thang



*Hình 4.1: Mặt bằng kiến trúc cầu thang*

### 4.2.2. Xác định tải trọng

#### 4.2.2.1. Tĩnh tải

Chiều nghi:

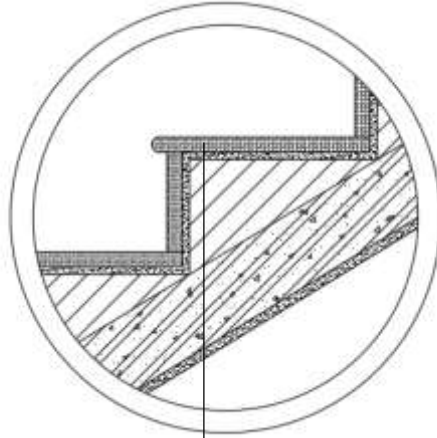
$$g_1 = \sum_1^n \gamma_i \cdot \delta_i \cdot n_i (\text{kN/m}^2)$$

Trong đó:  $\gamma_i$  – khối lượng lớp thứ  $i$

$n_i$  - hệ số tin cậy lớp thứ  $i$

$\delta_{tdi}$ - chiều dày tương đương của lớp thứ  $i$ ,

Bản thang:



Mặt bậc ốp đá dày 20mm

Lớp vữa lót dày 10mm

Bậc thang xây gạch thẻ

Bản BTCT dày 140mm

*Hình 4.2: Chi tiết cấu tạo bệ thang*

Tĩnh tải được tính theo công thức sau:

$$g_1 = \sum_1^n \gamma_i, \delta_{tdi}, n_i (\text{kN/m}^2)$$

Trong đó:  $\gamma_i$  – khối lượng lớp thứ  $i$

$n_i$  - hệ số tin cậy lớp thứ  $i$

$\delta_{tdi}$ - chiều dày tương đương của lớp thứ  $i$  theo phương bản nghiêng,

- Đối với lớp gạch đá và lớp vữa xi măng có chiều dày  $\delta_{tdi}$ , chiều dày tương đương được xác định như sau:

$$\delta_{tdi} = \frac{(h_b + l_b) \cdot \delta_i \cdot \cos \alpha}{l_b}$$

- Đối với bậc thang (xây gạch hoặc BTCT) có kích thước ( $l_b, h_b$ ), chiều dày tương đương được xác định như sau:

$$\delta_{td} = \frac{(h_b + l_b) \cdot \cos \alpha}{2}$$

Tải trọng tác dụng lên bản thang  $g_1$  có phương thẳng góc với với trục của bản nghiêng, phân làm hai lực theo hai hướng :

+ Theo phương dọc trục bản nghiêng là  $g_1 \cdot \tan \alpha$  tạo nên lực dọc trong bản nghiêng, để đơn giản khi tính toán không xét đến thành phần lực dọc này,

+ Theo phương đứng là  $g_1 / \cos \alpha$  gây ra momen( xem bản thang là cấu kiện chịu uốn)

*Bảng 4.2: Tải trọng lớp cấu tạo bản nghiêng và bản chiếu nghỉ*

Loại tải	Các lớp cấu tạo sàn	Chiều Dày $\delta_i$ (m)	TL lớp qui đổi (m)	Trọng Lượng riêng $\gamma_i$ (kN/m <sup>3</sup> )	n	Tải trọng bản nghiêng kN/m <sup>2</sup>	Tải trọng bản chiếu nghỉ kN/m <sup>2</sup>
Tải hoàn thiện (SDL)	Đá Granite	0,02	0,028	22	1,2	0,74	0,528
	Vữa lót	0,01	0,014	18	1,2	0,3	0,216
	Gạch xây		0,072	18	1,1	1,43	0
	Vữa trát	0,01	0,014	18	1,2	0,3	0,216
Tải bản thân (DL)	Bản BTCT	0,14		25	1,1	3,85	3,85
Tổng tĩnh tải			$\Sigma Q = \text{SDL} + \text{DL}$ = (kN/m <sup>2</sup> )			6,62	4,81

Trọng lượng lan can  $g_{lc} = 0,3$  (kN/m), quy tải lan can trên đơn vị m<sup>2</sup> bản thang:

$$g_{lc} = \frac{0,3}{1,2} = 0,25 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

#### 4.2.2.2. Hoạt tải

Hoạt tải lấy theo TCVN 2737-2023 cho cầu thang là  $p^{tc} = 3$  kN/m<sup>2</sup>, hệ số vượt tải lấy bằng 1,2 =>  $p^{tt} = 1,2 \times 3 = 3,6$  (kN/m<sup>2</sup>)

Tổng tải trọng tác dụng lên bản nghiêng và bản chiếu nghỉ

Tổng tải trọng tác dụng lên 1m bản nghiêng là:

$$q_{bn} = (6,62 + 3,6 + 0,25) \times 1\text{m} = 10,47 \text{ (kN/m)}$$

Tổng tải trọng tác dụng lên 1m bản chiều nghi:

$$q_{cn} = (4,81 + 3,6) \times 1m = 8,41 \text{ (kN/m)}$$

#### **4.2.3. Tính toán ô sàn bản thang (BT1 và BT2)**

Cắt một dải bản có bề rộng  $b = 1(m)$  để tính toán như một dầm gãy khúc có liên kết hai đầu với dầm khung và dầm chiều nghi, 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,

Để xác định liên kết giữa bản thang với dầm khung và dầm chiều nghi, ta xét tỷ số  $h_d/h_s$ :

- Nếu  $h_d/h_s < 3$  thì liên kết đó được xem là liên kết khớp
- Nếu  $h_d/h_s \geq 3$  thì liên kết đó được xem là liên kết ngàm

Đây chỉ là thao tác sơ đồ hóa gần đúng để tính toán kết cấu bê tông cốt thép vì trong thực tế không có liên kết nào là ngàm tuyệt đối và khớp tuyệt đối, Liên kết giữa bản thang với dầm là liên kết nửa cứng,

Đối với đồ án tỷ số  $h_d/h_s = 500/120 = 4,1 > 3 \rightarrow$  liên kết ngàm, Nhưng trong thực tế thì cầu thang là cấu kiện thi công không cùng lúc với cột, dầm, sàn dẫn đến việc xử lý liên kết giữa bản thang với dầm thang tại vị trí neo cốt thép là không đảm bảo độ ngàm cứng,

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 sơ đồ 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,

Chọn sơ bộ kích thước các dầm cầu thang:

$$h = \frac{L_0}{10 \div 13} = \frac{4200}{10 \div 13} = 420 \div 323 \text{ (mm)}, \text{ Chọn } 350\text{mm}$$

$$b = \frac{h}{2+3} = \frac{300}{2+3} = 150 \div 100 \text{ (mm)}, \text{ Chọn } 150 \text{ (mm)}$$

#### 4.2.3.1. Ô bản thang 1(Vế 1)

- Sơ đồ tính:

Cắt dây bê rộng 1m để tính

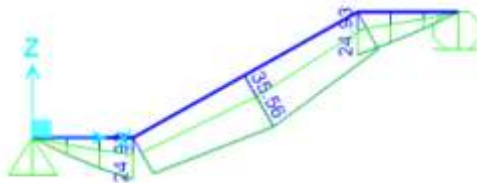
$$h_{bt} = \frac{L_0}{(25+30)} = \frac{3900}{(25+30)} = (156 \div 130) \text{ Chọn } h_s = 130,$$

Xét tỷ số  $\frac{h_d}{h_s} = \frac{350}{130} = 2,7 \Rightarrow$  Liên kết sàn với dầm chiếu tới là liên kết khớp,

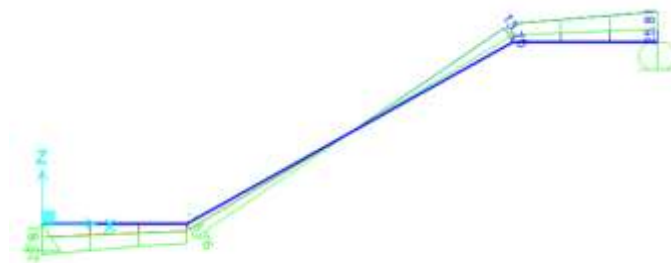
Sơ đồ tính đơn giản nhất của vế 1:



*Hình 4.3: Sơ đồ tính cầu thang vế 1*



*Hình 4.4: Biểu đồ Momen cầu thang vế 1*



*Hình 4.5: Biểu đồ Lực cắt cầu thang ở vế 1*

$$M_{\max}=35,56(\text{kNm});$$

Phân phối Moment nhịp và gối :

$$M_n = 0,7, M_{\max}$$

$$M_g = 0,4, M_{\max}$$

• Tính Cốt thép Vê 1

- Bê tông có cấp độ bền chịu nén B25:  $R_b = 14,5 \text{ MPa}$
- Cốt thép bản thang sử dụng loại CB400V:  $R_s = R_{sc} = 350 \text{ Mpa}$
- Với thép CB400V và bê tông B25 :  $\xi_R = 1,15$ ;  $\alpha_R = 0,8$
- Chọn  $\gamma_b = 1,0$  là hệ số điều kiện làm việc của bê tông
- Từ các giá trị mômen ở nhịp và ở gối, giả thiết  $a = 30 \text{ mm}$ , tính cốt thép theo các công thức sau:

Tính toán cốt thép cho bản thang theo cấu kiện chịu uốn có kích thước(Bxhs) = (1x0,13)m đặt cốt đơn,

- Moment ở Nhịp  $M = 24,89(\text{kNm})$ ,

$$\text{Từ } M \text{ tính } \alpha_m = \frac{M}{\gamma_b * R_b * b * h_0^2}$$

Với  $b = 1000\text{mm}$ ;  $h_0 = h - a = 130 - 30 = 100\text{mm}$ ;

$$\alpha_m = \frac{M}{\gamma_b * R_b * b * h_0^2} = \frac{24,89.10^6}{1.14,5.1000.100^2} = 0,17 < \alpha_R = 0,8$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2.0,17} = 0,187$$

Diện tích cốt thép

$$A_s = \frac{\xi * \gamma_b * R_b * b * h_0}{R_s} = \frac{0,187.1.14,5.1000.100}{350} = 774,7(\text{mm}^2)$$

-Moment ở gối  $M = 14,22 (\text{kNm})$ ,

$$\text{Từ } M \text{ tính } \alpha_m = \frac{M}{\gamma_b * R_b * b * h_0^2}$$

Với  $b = 1000\text{mm}$ ;  $h_0 = h - a = 130 - 30 = 100\text{mm}$ ;

$$\alpha_m = \frac{M}{\gamma_b * R_b * b * h_0^2} = \frac{14,22.10^6}{1.14,5.1000.100^2} = 0,098 < \alpha_R = 0,8$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2.0,098} = 0,103$$

Diện tích cốt thép

$$A_s = \frac{\xi * \gamma_b * R_b * b * h_0}{R_s} = \frac{0,103.1.14,5.1000.100}{350} = 426,714(\text{mm}^2)$$

Hàm lượng cốt thép tính toán và hàm lượng bố trí thỏa điều kiện sau:

$$\mu \frac{A_s}{bh_0} \frac{R_b}{R_{s_{\min}}}$$

Hàm lượng cốt thép tính toán (0,3-0,9) % là hợp lý,

- Khoảng cách tính toán giữa các thanh thép:

$$s_u = \frac{10 \times \left( \frac{\pi \times \phi^2}{4} \right)}{A_s''}$$

*Bảng 4.3: Bảng tính cốt thép bản thang vẽ 1*

Vị trí	M (kNm)	b (m)	h (m)	a (m)	$\alpha_m$	$\xi$	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	Bố trí thép	$A_{sc}$ (mm <sup>2</sup> )	$\mu$ (%)
Nhịp	24,89	1	0,13	0,03	0,17	0,187	774,7	$\phi 10a100$	785	0,8
Gối	14,22	1	0,13	0,03	0,098	0,103	426,714	$\phi 10a100$	785	0,8

- Kiểm tra khả năng chịu cắt của bản thang:

Từ kết quả nội lực từ phần mềm SAP2000, ta được lực cắt lớn nhất là:  $Q = 25,8(\text{kN})$ , Dùng lực này để kiểm tra khả năng chịu cắt bản thang như sau:

- Bê tông không bị phá hoại do ứng suất nén chính:

$$Q_{0,bt} = \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 = 0,3 \cdot 14,5 \cdot 1000 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = 435(\text{kN})$$

- Khả năng chịu cắt của bê tông được xác định:

$$Q_{bt} = 0,5 \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 = 0,5 \cdot 14,5 \cdot 1000 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = 725 > 25,8(\text{kN})$$

Vậy bê tông bản thang đủ khả năng chịu cắt, không cần phải tính toán và bố trí thêm cốt đai,

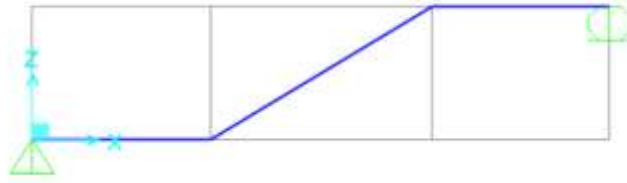
#### 4.2.3.2. Ô bản thang 2 ( Vẽ 2)

Tương tự vẽ 1, liên kết sàn với dầm chiếu nghỉ là liên kết khớp

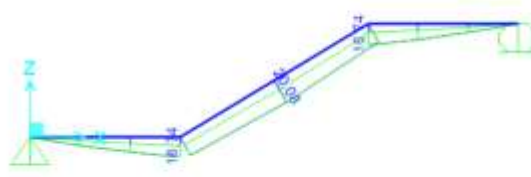
$$h_{bt} = \frac{L_0}{(25 \div 30)} = \frac{3900}{(25 \div 30)} = (156 \div 130) \text{ Chọn } h_s = 130$$

Xét tỷ số  $\frac{h_d}{h_s} = \frac{350}{130} = 2,7 \Rightarrow$  Liên kết sàn với dầm chiếu tới là liên kết khớp,

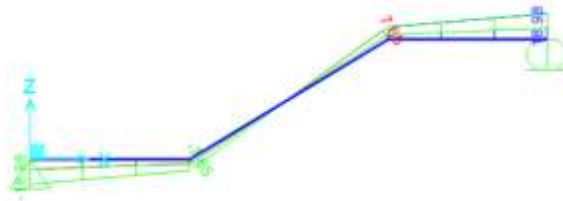
Sơ đồ tính đơn giản nhất của vẽ 2:



Hình 4.6: Sơ đồ tính cầu thang vế 1



Hình 4.7: Biểu đồ Momen cầu thang vế 1



Hình 4.8: Biểu đồ Lực cắt cầu thang ở vế 1

$M_{\max} = 20,08 (\text{kNm})$ ;

Phân phối Moment nhịp và gối :

$$M_n = 0,7, M_{\max}$$

$$M_g = 0,4, M_{\max}$$

• Tính Cốt thép Vế 2

- Bê tông có cấp độ bền chịu nén B25:  $R_b = 14,5 \text{ MPa}$
- Cốt thép bản thang sử dụng loại CB400V:  $R_s = R_{sc} = 350 \text{ Mpa}$
- Với thép CB400V và bê tông B25 :  $\xi_R = 1,15$ ;  $\alpha_R = 0,8$
- Chọn  $\gamma_b = 1,0$  là hệ số điều kiện làm việc của bê tông
- Từ các giá trị mômen ở nhịp và ở gối, giả thiết  $a = 30 \text{ mm}$ , tính cốt thép theo các công thức sau:

Tính toán cốt thép cho bản thang theo cấu kiện chịu uốn có kích thước(Bxh)  
= (1x0,13)m đặt cốt đơn,

- Moment ở Nhịp  $M = 14,056, (\text{kNm})$ ,

$$\text{Từ } M \text{ tính } \alpha_m = \frac{M}{\gamma_b * R_b * b * h_0^2}$$

Với  $b = 1000\text{mm}$ ;  $h_0 = h - a = 130 - 30 = 100\text{mm}$ ;

$$\alpha_m = \frac{M}{\gamma_b * R_b * b * h_0^2} = \frac{14,056.10^6}{1.14,5.1000.100^2} = 0,0969 < \alpha_R = 0,8$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2.0,0969} = 0,102$$

Diện tích cốt thép

$$A_s = \frac{\xi * \gamma_b * R_b * b * h_0}{R_s} = \frac{0,187.1.14,5.1000.100}{350} = 422,57(\text{mm}^2)$$

-Moment ở gối  $M = 8,032 (\text{kNm})$ ,

$$\text{Từ } M \text{ tính } \alpha_m = \frac{M}{\gamma_b * R_b * b * h_0^2}$$

Với  $b = 1000\text{mm}$ ;  $h_0 = h - a = 130 - 30 = 100\text{mm}$ ;

$$\alpha_m = \frac{M}{\gamma_b * R_b * b * h_0^2} = \frac{14,22.10^6}{1.14,5.1000.100^2} = 0,055 < \alpha_R = 0,8$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2.0,055} = 0,057$$

Diện tích cốt thép

$$A_s = \frac{\xi * \gamma_b * R_b * b * h_0}{R_s} = \frac{0,103.1.14,5.1000.100}{350} = 236,14(\text{mm}^2)$$

Hàm lượng cốt thép tính toán và hàm lượng bố trí thỏa điều kiện sau:

$$\mu \frac{A_s}{bh_{0R}} \frac{R_b}{R_{s \min}}$$

Hàm lượng cốt thép tính toán (0,3-0,9) % là hợp lý,

- Khoảng cách tính toán giữa các thanh thép:

$$s_{tt} = \frac{10 \times \left( \frac{\pi \times \phi^2}{4} \right)}{A_s''}$$

**Bảng 4,4 Tính toán cốt thép bản**

Vị trí	M (kNm)	b (m)	h (m)	a (m)	$\alpha_m$	$\xi$	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	Bố trí thép	$A_{sc}$ (mm <sup>2</sup> )	$\mu$ (%)
Nhịp	14,056	1	0,13	0,03	0,0969	0,102	422,57	φ10a100	785	0,74
Gối	8,032	1	0,13	0,03	0,055	0,057	236,14	φ10a100	785	0,74

- Kiểm tra khả năng chịu cắt của bản thang:

Từ kết quả nội lực từ phần mềm Etabs, ta được lực cắt lớn nhất là:  $Q = 18,89$  (kN), Dùng lực này để kiểm tra khả năng chịu cắt bản thang như sau:

- Bê tông không bị phá hoại do ứng suất nén chính:

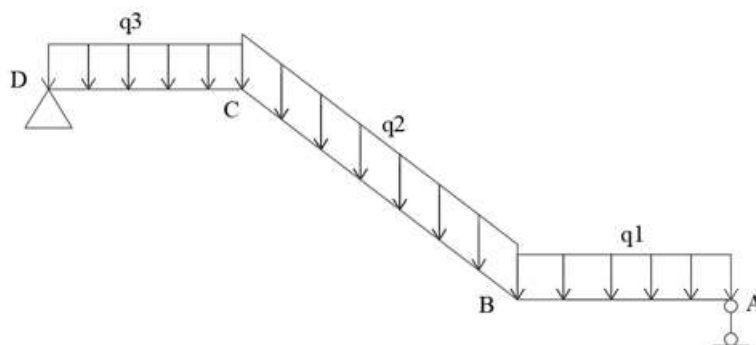
$$Q_{0,bt} = \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 = 0,3 \cdot 14,5 \cdot 1000 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = 435 \text{ (kN)}$$

- Khả năng chịu cắt của bê tông được xác định:

$$Q_{bt} = 0,5 \cdot R_b \cdot b \cdot h_0 = 0,5 \cdot 14,5 \cdot 1000 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = 725 > 18,89 \text{ (kN)}$$

Vậy bê tông bản thang đủ khả năng chịu cắt, không cần phải tính toán và bố trí thêm cốt đai,

#### 4.2.4. Tính dầm chiếu nghỉ



Hình 4.9: Sơ đồ tính dầm chiếu nghỉ

##### 4.2.4.1. Sơ bộ chọn tiết diện

Chọn chiều cao dầm chiếu nghỉ  $h_{dcn} = 500$  (mm)

Chọn bề rộng dầm chiếu nghỉ  $b_{dcn} = 100$  (mm)

##### 4.2.4.2. Tải trọng tác dụng

Dầm chiếu nghỉ là dầm gãy khúc, sơ đồ tính là dầm đơn giản, nhịp tính toán là khoảng cách giữa hai trục cột, chịu tác dụng của:

- Đoạn AB:

$$\begin{aligned} \text{Trọng lượng bản thân dầm: } g_d &= b_d(h_d - h_s) \cdot n \cdot \gamma_b = 0,1 \cdot (0,5 - 0,13) \cdot 1 \cdot 1.2500 \\ &= 101,75 \text{ (daN/m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Trọng lượng tường xây trên dầm: } g_t &= b_t \cdot h_t \cdot n \cdot \gamma_t = 0,1 \cdot (11,5 - 8,75) \cdot 1 \cdot 1.1800 \\ &= 544,5 \text{ (daN/m)} \end{aligned}$$

Do bản thang truyền vào, là phản lực của các gối tựa tại A của vế 1 được quy về dạng phân bố đều:  $\frac{R_A}{m} = 1754 \text{ (daN/m)}$

$$q_1 = g_d + g_t + R_A = 101,75 + 544,5 + 1754 = 2400,25 \text{ (daN/m)}$$

- Đoạn BC:

Trọng lượng bản thân dầm:

$$g_d = \frac{b_d(h_d - h_s) \cdot n \cdot \gamma_b}{\cos \alpha} = \frac{0,1 \cdot (0,5 - 0,13) \cdot 1 \cdot 1.2500}{0,89} = 111,33 \text{ (daN/m)}$$

Trọng lượng tường xây trên dầm:

$$g_t = b_t \cdot h_t \cdot n \cdot \gamma_t = 0,1 \cdot \frac{(2,625 + 1,575)}{2} \cdot 1 \cdot 1.1800 = 415,8 \text{ (daN/m)}$$

$$\text{Do bản thang truyền vào : } q_b = \frac{1125,12}{0,89} = 1516,85 \text{ (daNm/m)}$$

$$q_2 = g_d + g_t + q_b = 111,33 + 415,8 + 1516,85 = 2043,89 \text{ (daN/m)}$$

- Đoạn CD:

$$\begin{aligned} \text{Trọng lượng bản thân dầm: } g_d &= b_d(h_d - h_s) \cdot n \cdot \gamma_b = 0,1 \cdot (0,5 - 0,13) \cdot 1 \cdot 1.2500 \\ &= 101,75 \text{ (daN/m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Trọng lượng tường xây trên dầm: } g_t &= b_t \cdot h_t \cdot n \cdot \gamma_t = 0,1 \cdot (11,5 - 9,75) \cdot 1 \cdot 1.1800 \\ &= 346,5 \text{ (daN/m)} \end{aligned}$$

Do bản thang truyền vào, là phản lực của các gối tựa tại A của vế 1 được quy về dạng phân bố đều:  $\frac{R_D}{m} = 1754 \text{ (daN/m)}$

$$q_3 = g_d + g_t + R_A = 101,75 + 346,5 + 1754 = 2202,25 \text{ (daN/m)}$$

#### 4.2.4.3. Nội lực dầm chiếu nghỉ,



Hình 4.10: Biểu đồ mômen dầm chiếu nghỉ cầu thang

#### 4.2.4.4. Tính cốt thép dầm chiếu nghỉ

##### a) Tính cốt thép dọc

Bảng 4.4: Bảng tính cốt thép dầm chiếu nghỉ

Vị trí	$M_{\max}$ (kNm)	b (m)	h (m)	a (m)	$\alpha_m$	$\xi$	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	Chọn thép	$A_{sc}$ (mm <sup>2</sup> )	$\mu$ (%)
Nhịp	31,107	0,1	0,5	0,04	0,11	0,11	253	2 $\phi$ 16	402	0,87

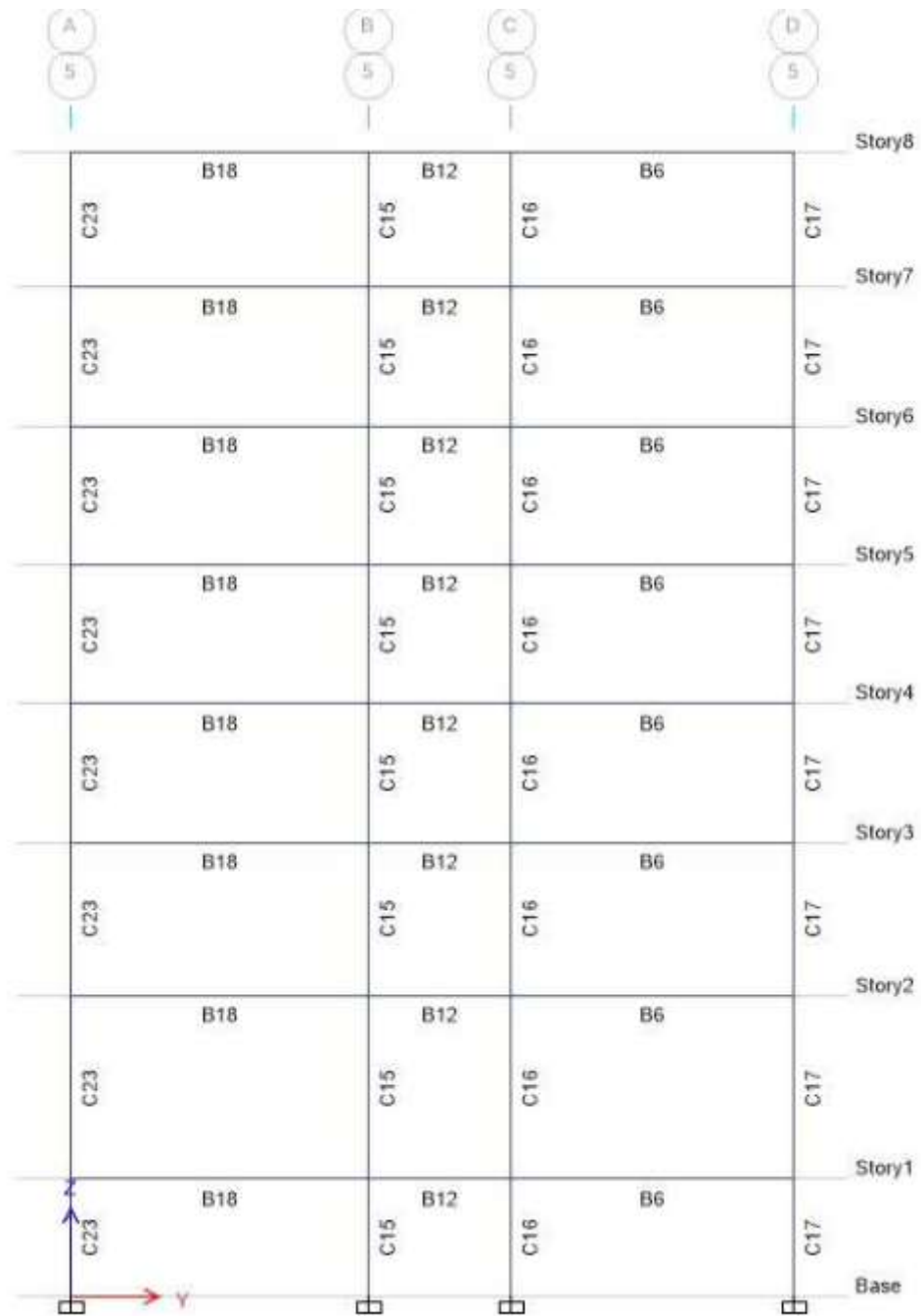
##### b) Tính cốt thép đai

Khả năng chịu cắt của bê tông :

$$Q_{bt} = 0,5R_{bt}bh_0 = 0,5 \cdot 1,05 \cdot 100 \cdot 460 \cdot 10^{-3} = 24,15 \text{ (kN)} > Q_{\max} = 15,89 \text{ (kN)}$$

Vậy bê tông đủ khả năng chịu cắt, không cần phải tính toán cốt đai, bố trí cốt đai theo cấu tạo

## CHƯƠNG 5. TÍNH TOÁN KHUNG TRỤC 5



Hình 5.1: Sơ đồ khung trục 5

### 5.1. Tải trọng thẳng đứng

#### 5.1.1. Tính tải sàn

$$g_{bt} = \sum_{i=1}^n n_i \times \gamma_i \times \delta_i$$

Trong đó  $\gamma_i$  (kN/m<sup>3</sup>): trọng lượng riêng của vật liệu thứ i,

$n_i$ : hệ số độ tin cậy của tải trọng lấy theo TCVN2737-2023,

$\delta_i$ : Bề dày của lớp thứ i

Bảng tính tải trọng tiêu chuẩn và tải trọng tính toán như bảng tính toán trọng lượng bản thân các lớp ở phần tính toán sàn,

### 5.1.2. Tính tải tác dụng lên dầm biên

Bảng tính tải trọng tường như bảng tính toán trọng lượng tường ở phần tính toán sàn

## 5.2. Tải trọng ngang

### 5.2.1. Tải trọng gió

Theo mục 8,2 của TCVN 2737:2023, giá trị tiêu chuẩn W tại độ cao z được xác định theo công thức sau:

$$W = 1,2 \times (W_0 \times k \times c) \times (G_f \times I_w)$$

Trong đó:

+ 1,2 là hệ số chuyển đổi áp lực gió từ chu kỳ 20 năm lên chu kỳ lặp chuẩn 50 năm

+  $W_0$  là áp lực gió cơ bản tương ứng với vận tốc gió cơ bản  $V_0$  ở độ cao 10 m so với mặt đất lấy trung bình trong khoảng thời gian 3 giây, bị vượt trung bình một lần trong 20 năm, tương ứng với địa hình dạng B, tính bằng daN/m<sup>2</sup>, xác định theo 8,3 ( $W_0 = 95 \text{ daN/m}^2$ )

+ k là hệ số kể đến sự thay đổi áp lực gió theo độ cao và dạng địa hình tại độ cao z, xác định theo 8,4.

$$k = 2,01 \left( \frac{z}{z_g} \right)^{2/\alpha} \text{ với } \alpha = 9,5, z_g = 274,32 \text{ (m)} \text{ đối với địa hình B}$$

+ c là hệ số khi động, xác định theo 8,6.

+  $G_f$  là hệ số giật xác định theo 8,12, Trường hợp với kết cấu "mềm" (có chu kỳ dao động riêng cơ bản thứ nhất  $T_1 > 1 \text{ s}$ ) thì  $G_f$  được xác định theo 10.2.7.3

+  $I_w$  là hệ số tầm quan trọng khi tính tải trọng gió, phụ thuộc vào mức độ quan trọng của công trình (cấp công trình xây dựng), xác định theo 8.13

Cần xét tác động của gió vào công trình theo 4 hướng: Hướng dọc nhà (hướng X+ và X-) và hướng ngang nhà (hướng Y+ và Y-), Xây dựng mô hình tính kết cấu nhà cao tầng nói trên trong hệ trục Oxyz, xác định các trường hợp gió tĩnh theo phương ngang và dọc theo các hướng dẫn trong TCVN 2737:2023

Hướng đón gió	Tầng	Chiều cao tầng	Hệ số chuyển đổi $\gamma_t$	Áp lực gió cơ sở $W_0$ (daN/m <sup>2</sup> )	$W_{3s,10}$ (daN/m <sup>2</sup> )	Bề rộng đón gió	$k(Z_e)$	c	$G_f$	$W_k$ kN/m <sup>2</sup>	$W_{kTC}$ KN	$W_{kTT}$ kN
Phương Y	2	5	0.852	1.25	1.065	19.7	0.87	0.8	0.917	0.680	66.97	140.64
	3	4.2	0.852	1.25	1.065	19.7	0.917	0.8	0.917	0.717	59.29	124.52
	4	3.8	0.852	1.25	1.065	19.7	1.00	0.8	0.917	0.784	58.68	123.22
	5	3.8	0.852	1.25	1.065	19.7	1.06	0.8	0.917	0.828	62.01	130.23
	6	3.8	0.852	1.25	1.065	19.7	1.12	0.8	0.917	0.875	65.52	137.6
	7	3.8	0.852	1.25	1.065	19.7	1.13	0.8	0.917	0.883	66.11	138.83
	Mái	3.7	0.852	1.25	1.065	19.7	1.16	0.8	0.917	0.907	66.08	138.76
Phương X	2	5	0.852	1.25	1.065	29.8	0.87	0.8	0.917	0.680	101.3	212.74
	3	4.2	0.852	1.25	1.065	29.8	0.917	0.8	0.917	0.717	89.69	188.36
	4	3.8	0.852	1.25	1.065	29.8	1.00	0.8	0.917	0.784	88.76	186.4
	5	3.8	0.852	1.25	1.065	29.8	1.06	0.8	0.917	0.828	93.81	196.99
	6	3.8	0.852	1.25	1.065	29.8	1.12	0.8	0.917	0.875	99.12	208.14
	7	3.8	0.852	1.25	1.065	29.8	1.13	0.8	0.917	0.883	100	210
	Mái	3.7	0.852	1.25	1.065	29.8	1.16	0.8	0.917	0.907	99.95	209.91

*Bảng 5.1: Bảng tính tải trọng gió tĩnh*

### 5.3. Xác định tải trọng động đất

Tải trọng động đất ta có thể tính theo hai cách:

\*Cách 1: Sử dụng phần mềm để phân tích động đất theo phương pháp phổ phản ứng, (Lực động đất và tổ hợp nội lực do các dạng dao động khác nhau gây ra được công trình tự tính),

\*Cách 2: Tính toán tác dụng của động đất bằng phương pháp phổ phản ứng, (Tính ra lực, rồi gán vào mô hình công trình)

### 5.4. Tổ hợp tải trọng

#### 5.4.1. Phương pháp tính toán

Tổ hợp tải trọng được xác định dựa trên TCVN 2737 – 2023.

#### 5.4.2. Các trường hợp tải trọng

Các trường hợp tải trọng xảy ra đối với công trình :

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

+ Tải trọng tạm thời (hoạt tải) : Live Load (LL)

+ Tải trọng gió tĩnh phương X(WX)

+ Tải trọng gió tĩnh theo phương Y(WY)

#### 5.4.2.1. Tổ hợp tải trọng

*Bảng 5.2: Bảng tổ hợp tải trọng cơ bản theo TCVN 2737:2023*

Tải trọng	Tĩnh tải	Hoạt tải	Gió X	Gió -X	Gió Y	Gió -Y
Tổ hợp						
TH1	1	1				
TH2	1		1			
TH3	1			1		
TH4	1				1	
TH5	1					1
TH6	1	1	0,9			
TH7	1	1		0,9		
TH8	1	1			0,9	
TH9	1	1				0,9
TH10	1	0,9	1			
TH11	1	0,9		1		
TH12	1	0,9			1	
TH13	1	0,9				1
BAO	= ENVELOP(TH1,TH2,TH3,,,,,TH12,TH13)					

### 5.5. Kết quả nội lực, chuyển vị

#### 5.5.1. Nội lực

Sử dụng phần mềm ETABS để tính toán nội lực. Nhập tất cả các tải trọng đã tính toán ở phần trên vào chương trình để tính toán.

#### 5.5.2. Chuyển vị

Theo bảng M4 TCVN 5574:2018 chuyển vị ngang tại đỉnh công trình tính theo phương pháp đàn hồi phải thoả mãn điều kiện sau:

$$f \leq \frac{h}{500}$$

Trong đó:

+ f : chuyển vị lớn nhất theo phương ngang tại đỉnh công trình.

+ h : chiều cao công trình tính từ mặt móng, để an toàn khi thiết kế chọn chiều cao công trình tính từ mặt đất tự nhiên, h = 31,3(m)

Chuyển vị ngang lớn nhất tại đỉnh công trình được xuất từ mô hình ETABS ứng với tổ hợp CVDINHX và CVDINHY, kết quả chuyển vị ngang lớn nhất được thống kê trong bảng sau.

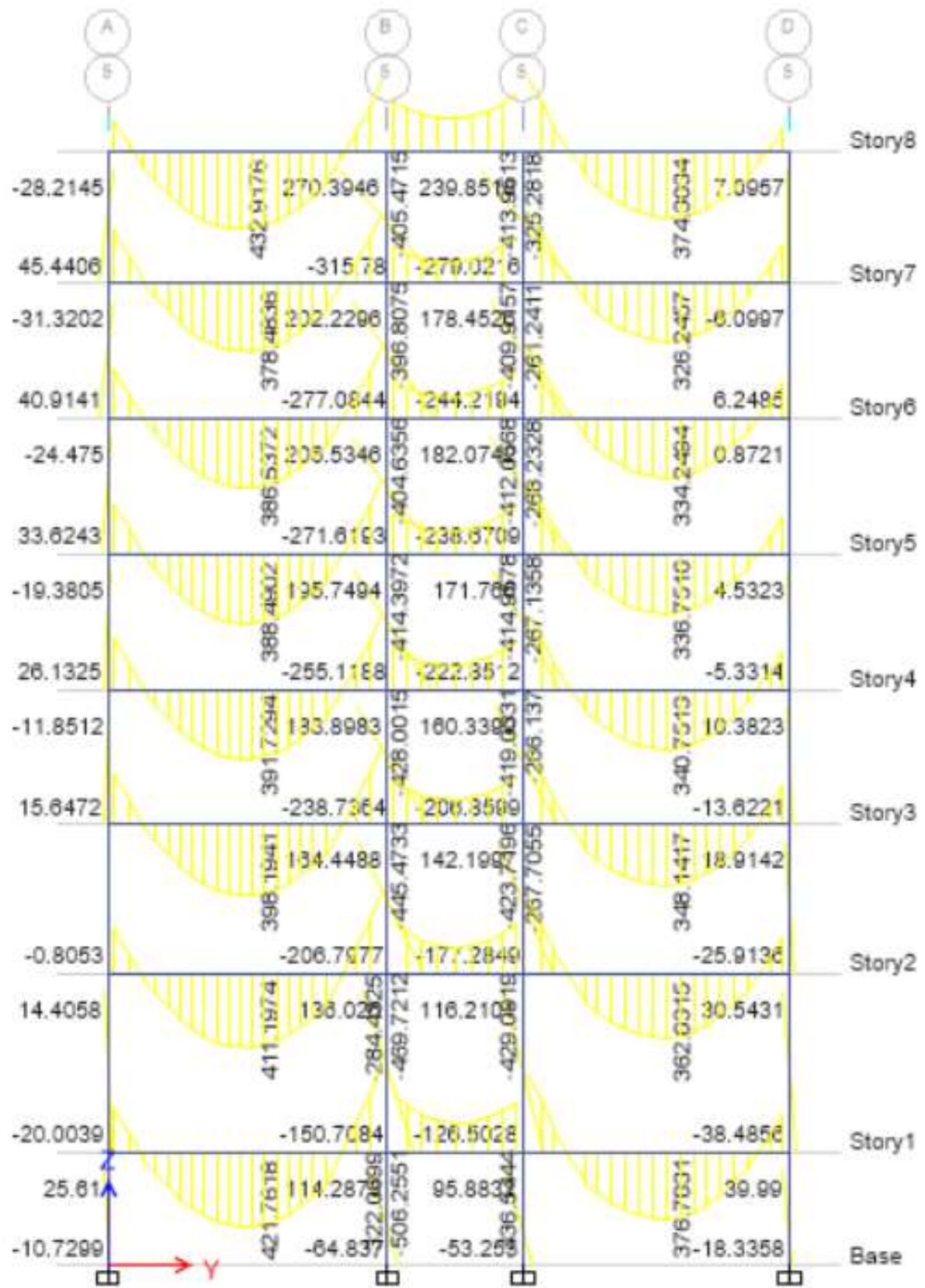
*Bảng 5.3: Chuyển vị ngang lớn nhất theo 2 phương*

Tổ hợp	Max	$f = \sqrt{u_x^2 + u_y^2}$
CVDINHX	-0,045	0,062
CVDINHY	-0,043	

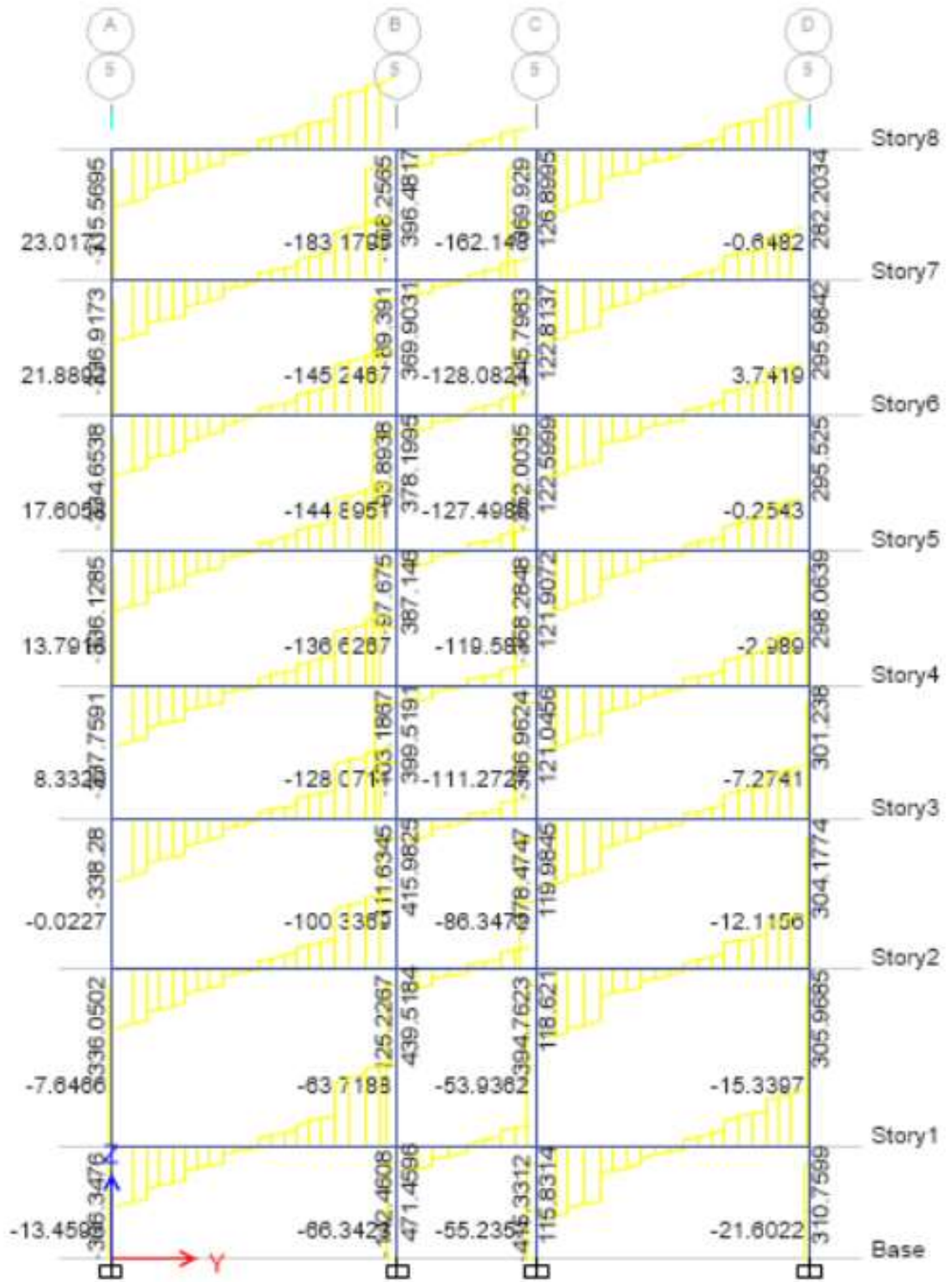
Áp dụng bài toán ta có:

$$f = 0,062 \leq \frac{31,3}{500} = 0,0626$$

Kết luận: Công trình thỏa mãn điều kiện chuyển vị đỉnh



Hình 5.2: Biểu đồ momen



Hình 5.3: Biểu đồ lực cắt

## **5.6. Tính toán cấu kiện khung trục 5**

### **5.6.1. Tính toán dầm khung trục 5**

#### **5.6.1.1. Tính toán cốt thép dọc**

Tính toán cốt thép theo bài toán cấu kiện chịu uốn, đặt cốt đơn.

Tổ hợp tính toán cốt thép dầm là tổ hợp bao được lấy từ mô hình ETABS.

Tính toán cốt thép dầm theo 2 trường hợp: tính toán tiết diện chữ nhật (2 đầu dầm chịu momen âm), tính toán tiết diện chữ T (giữa nhịp dầm chịu momen dương).

Trình tự tính toán dầm tiết diện hình chữ nhật được trình bày tương tự, Ở phần này chỉ đề cập đến phần tính toán dầm tiết diện chữ T.

Sử dụng bê tông cấp độ bền B25 có  $R_b = 14,5(\text{MPa})$ ,  $R_{bt} = 1,05(\text{MPa})$

Cốt thép dọc sử dụng CB400-V có  $R_s = R_{sc} = 350(\text{MPa})$

Cốt thép đai sử dụng CB240T có  $R_s = R_{sc} = 210(\text{MPa})$ ,  $R_{sw} = 210(\text{MPa})$

Xác định chiều dài bản cánh chịu nén tiết diện chữ T của dầm sàn toàn khối:

$$b'_f = b + 2S_f$$

Trong đó:

b - bề rộng tiết diện dầm đang tính toán

$S_f$  - bề rộng một bên của bản cánh dầm, được xác định như

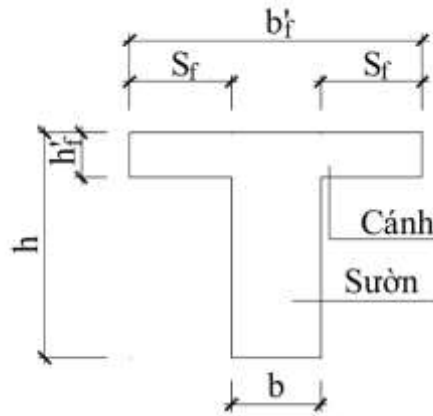
sau:

$$S_f \leq \min\left(\frac{L_0}{6}; 6h'_f\right)$$

Trong đó:

$L_0$  - nhịp tính toán dầm

$h'_f$  - chiều dày bản cánh dầm (chính bằng chiều dày sàn)



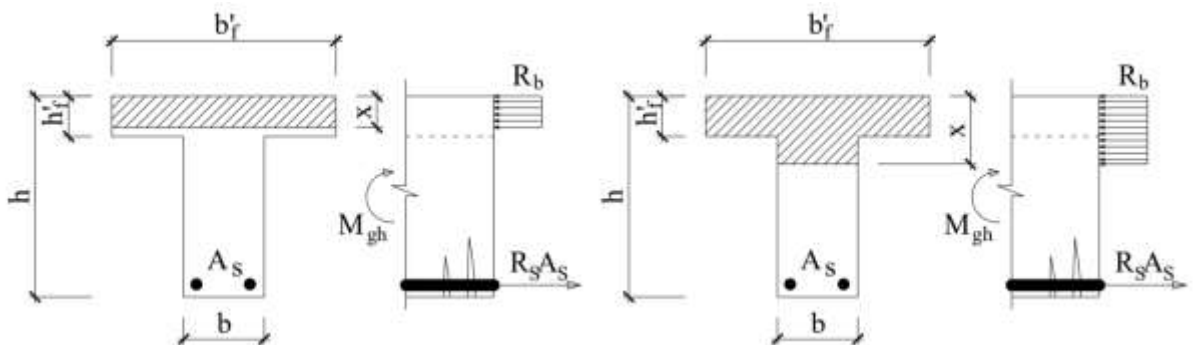
*Hình 5.4: Xác định bề rộng cánh chữ T*

Giả thiết khoảng cách mép ngoài tiết diện đến trọng tâm cốt thép chịu kéo  $a_{gt}$

Chiều cao làm việc thực tế:  $h_0 = h - a_{gt}$ . Hệ số điều kiện làm việc  $\gamma_b = 1,0$

Xác định momen của bản cánh, ứng với trường hợp trục trung hoà qua mép giữa cánh và sườn, được xác định theo công thức sau:

$$M_f = \gamma_b R_b b h'_f (h_0 - 0.5h'_f)$$



*Hình 5.5: Sơ đồ ứng suất dùng để tính tiết diện chữ T*

Trường hợp 1: Nếu  $M \leq M_f$  thì trục trung hoà qua cánh, việc tính toán giống trường hợp tiết diện chữ nhật, nhưng tính toán với tiết diện  $(b'_f \times h)$ .

Trình tự tính toán:  $b'_f = b + 2s_f$

Giả thiết  $a_0$

Có  $R_b, R_s$

$$\xi_R = \frac{0,8}{1 + \frac{R_s / E_s}{\varepsilon_{b2}}} \text{ với } \varepsilon_{b2} = 0,0035 \text{ (Bê tông có cấp độ bền B60 trở xuống)}$$

$$\alpha_R = \xi_R (1 - 0,5\xi_R)$$

Kiểm tra điều kiện hạn chế : điều kiện xảy ra phá hoại dẻo, ứng suất trong cốt thép đạt đến  $R_s$

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b_f \cdot h_0^2} < \alpha_R$$

Nếu  $\alpha_m > \alpha_R$  thì phải đặt cốt thép kép

$$A'_s = \frac{M - \alpha_R R_b b h_0^2}{R_{sc} (h_0 - a')}$$

$$A_s = \frac{\xi_R R_b b h_0}{R_s} + \frac{R_{sc}}{R_s} A'_s$$

Xác định các hệ số

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \alpha_m}$$

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

Diện tích cốt thép xác định theo công thức :

$$A_s = \frac{M}{R_s, \zeta, h_0}$$

Kiểm tra hàm lượng cốt thép theo điều kiện

$$\mu_{\min} = 0.1\% \leq \mu = \frac{A_s^{\text{chon}}}{b h_0} \leq \xi_R \frac{\gamma_b R_b}{R_s}$$

Trường hợp 2: Nếu  $M > M_f$  thì trục trung hoà qua sườn, lúc này phần bê tông chịu nén gồm cánh và sườn, Trường hợp này phải tính tiết diện chữ T.

Xác định hệ số  $\xi_R$  tương tự như trên.

Xác định hệ số :

$$\alpha_m = \frac{M - R_b (b'_f - b) h'_f (h_0 - 0,5 h'_f)}{R_b \cdot b \cdot h_0^2}$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \alpha_m}$$

Diện tích cốt thép xác định theo công thức:

$$A_s = \frac{\xi \gamma_b R_b b h_0 + \gamma_b R_b (b'_f - b) h'_f}{R_s}$$

Nếu  $\alpha_m > \alpha_R$  thì phải đặt cốt thép chịu nén  $A'_s$

Kiểm tra hàm lượng cốt thép theo điều kiện:

$$\mu_{\min} = 0.1\% \leq \mu = \frac{A_s^{\text{chon}}}{bh_0} \leq \xi_R \frac{\gamma_b R_b}{R_s}$$

### 5.6.1.2. Tính toán cốt thép đai

Tính toán thép đai cho dầm chịu lực cắt lớn nhất tại gối  $Q = 248,95\text{kN}$  và tại giữa nhịp  $Q = 65,55$  Kiểm tra điều kiện:

Kiểm tra khả năng chịu cắt của bê tông:

$$Q_{\max} \leq Q_b = \frac{\varphi_{b2} R_{bt} b h_0^2}{C}$$

$$Q_{\max} = 2,5R_{bt} b h_0 \geq Q_b \geq Q_{\min} = 0,5R_{bt} b h_0$$

$$Q_b = \frac{\varphi_{b2} R_{bt} b h_0^2}{C} = \frac{1,5 \cdot 1,05 \cdot 0,14 \cdot 0,55^2}{82,5} = 231(\text{kN})$$

Kết luận: Bê tông không đủ khả năng chịu cắt, cần tính toán thép đai cho dầm tại gối.

Chọn đường kính thép đai  $\emptyset 8 (A_{sw} = 50,26\text{mm}^2)$ , số nhánh đai  $n = 2$

Vùng thép đai gần gối tựa  $L/4$  :

$$h = 600\text{mm} \Rightarrow s_{ct1} \leq \min(300\text{mm}; h_0/2) = 275(\text{mm})$$

Chọn bước đai  $\emptyset 8a100\text{mm}$  bố trí trên đoạn  $L/4$  ở 2 đầu dầm.

Vùng thép đai ở nhịp dầm

$$h = 600\text{mm} > 300\text{mm} \Rightarrow s_{ct2} \leq \min(3h/4; 500\text{mm}) = 450(\text{mm})$$

Chọn bước đai  $\emptyset 8a250\text{mm}$  bố trí ở đoạn giữa dầm và chọn bước đai  $\emptyset 8a100\text{mm}$  tại  $L/4$  nhịp.

Kiểm tra lại điều kiện khả năng chịu cắt của dầm khi bố trí cốt đai:

$$Q \leq Q_b + Q_{sw}$$

Trong đó:  $Q_{sw}$  là lực cắt chịu bởi cốt thép ngang trong tiết diện nghiêng, được xác định theo công sau:

$$Q_{sw} = \varphi_{sw} q_{sw} c$$

Với:

$\varphi_{sw}$  - hệ số, kể đến sự suy giảm nội lực dọc theo chiều dài hình chiếu của tiết diện nghiêng c, lấy bằng 0,75

$q_{sw}$  - lực dọc trong cốt thép ngang trên một đơn vị chiều dài cầu kiện, được xác định như sau:

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} A_{sw}}{s_w} = \frac{(170.10^{-3}).(2.50,26)}{100} = 0,17(\text{kN/m})$$

C là chiều dài hình chiếu, lấy không nhỏ hơn  $h_0$  và không lớn hơn  $2h_0$

Suy ra lực cắt  $Q_{sw} = 0,75 \times 0,17 \times 825 = 105,18$  (kN)

Kiểm tra điều kiện chịu cắt của dầm:

$$Q = 248,95(\text{kN}) < Q_b + Q_{sw} = 231 + 105,18 = 336,18(\text{kN})$$

Kết luận: Dầm đảm bảo khả năng chịu cắt.

### 5.6.1.3. Tính toán đoạn neo, nối cốt thép

Chiều dài đoạn neo, nối cốt thép được xác định theo TCVN 5574:2018 ở mục 10,3,5 và 10.3.6

- Chiều dài đoạn neo:
  - Xác định chiều dài neo cơ sở:

$$L_{0,an} = \frac{R_s A_s}{R_{bond} u_s} = \frac{0,25 R_s d_s}{R_{bond}} = 24,76 d_s$$

$R_{bond}$  : cường độ bám dính tính toán của cốt thép với bê tông, với giả thiết là độ bám dính này phân bố đều theo chiều dài neo, và được xác định theo công thức:

$$R_{bond} = \eta_1 \eta_2 R_{bt} = 2,5.1.1,05 = 2,625(\text{MPa})$$

$\eta_1$  là hệ số kể đến ảnh hưởng của loại bề mặt cốt thép,  $\eta_1 = 2,5$  với cốt thép không ứng suất trước, cốt thép cán nóng có gân và cốt thép gia công cơ nhiệt có gân.

$\eta_2$  là hệ số kể đến ảnh hưởng của cỡ đường kính cốt thép,  $\eta_2 = 1$  đối với cốt thép có đường kính  $\leq 32\text{mm}$ .

- Xác định chiều dài neo tính toán yêu cầu:

- $$L_{an} = \alpha L_{0,an} \frac{A_{s,cal}}{A_{s,ef}}$$

$$L_{an} = 1.24,76d_s = 24,76d_s$$

- $$L_{an} \geq (15d_s; 200mm; 0,3L_{0,an})$$

Trong đó:  $\alpha$  là hệ số kể đến ảnh hưởng của trạng thái ứng suất của bê tông và của cốt thép và ảnh hưởng của giải pháp cấu tạo vùng neo của cấu kiện đến chiều dài neo.

$\alpha = 0,75$  : đối với cốt thép chịu nén,

$\alpha = 1$  : đối với cốt thép chịu kéo

Với cốt thép chịu nén:  $L_{an} = 0,75.24,76d_s = 20d_s$

Với cốt thép chịu kéo:  $L_{an} = 1.24,76d_s = 25d_s$

- Chiều dài đoạn nối:

Các mối nối cốt thép thanh chịu kéo hoặc chịu nén phải có chiều dài nối chông không nhỏ hơn giá trị chiều dài  $L_{lap}$  xác định theo công thức :

$$L_{lap} = \alpha L_{0,an} \frac{A_{s,cal}}{A_{s,ef}}$$

Trong đó :  $L_{0,an}$  là chiều dài neo cơ sở, xác định ở trên,

$\alpha$  là hệ số kể đến ảnh hưởng của trạng thái ứng suất của cốt thép thanh, giải pháp cấu tạo của cấu kiện trong vùng nối các thanh thép, số lượng thanh thép được nối trong một tiết diện so với tổng số thanh thép trong tiết diện này, khoảng cách giữa các thanh thép được nối.

$\alpha = 1,2$  đối với cốt thép chịu kéo

$\alpha = 0,9$  đối với cốt thép chịu nén

Với cốt thép chịu kéo:  $L_{lap} = 1,2.24,76d_s,1 = 30d_s$

Với cốt thép chịu nén:  $L_{lap} = 0,9.24,76d_s,1 = 25d_s$

## 5.6.2. Tính toán cột khung trục 5

### 5.6.2.1. Xác định điều kiện tính toán

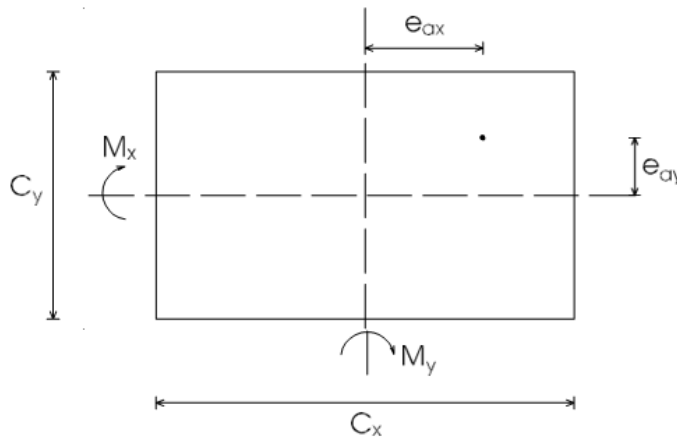
Ta tính toán cho từng bộ 3 nội lực  $N$ ,  $M_x$ ,  $M_y$  cho tất cả các tổ hợp nội lực (trừ tổ hợp Bao) và chọn lượng thép lớn nhất để bố trí cho cả cột.

Cột thép tính toán được đặt theo chu vi của cột.

### 5.6.2.2. Tính toán cốt thép dọc

- Nguyên tắc tính toán:

Dùng phương pháp gần đúng dựa trên việc biến đổi trường hợp nén lệch tâm xiên thành nén lệch tâm phẳng tương đương để tính cốt thép.



*Hình 5.6: Sơ đồ tính toán cột*

- Trình tự tính toán

Bước 1: Kiểm tra điều kiện để áp dụng phương pháp này:  $0,5 \leq \frac{C_x}{C_y} \leq 2$  với  $C_x$ ,  $C_y$

lần lượt là cạnh của tiết diện.

Cột thép được đặt theo chu vi, phân bố đều hoặc mật độ cốt thép trên cạnh  $b$  có thể lớn hơn.

Bước 2: Tính toán ảnh hưởng của uốn dọc theo 2 phương:

Chiều dài tính toán:  $l_{ox} = \psi_x l$ ,  $l_{oy} = \psi_y l$

Độ lệch tâm ngẫu nhiên:  $e_{ax} = \max\left(\frac{l_{ox}}{600}; \frac{C_x}{30}; 10\text{mm}\right)$ ;  $e_{ay} = \max\left(\frac{l_{oy}}{600}; \frac{C_y}{30}; 10\text{mm}\right)$

$$\text{Độ lệch tĩnh học: } e_{1x} = \frac{M_x}{N}; e_{1y} = \frac{M_y}{N}$$

$$\text{Độ lệch tính toán: } e_{0x} = \max(e_{ax}; e_{1x}); e_{0y} = \max(e_{ay}; e_{1y});$$

$$\text{Độ mảnh theo hai phương: } \lambda_x = \frac{l_{ox}}{0,288C_x}; \lambda_y = \frac{l_{oy}}{0,288C_y}$$

Theo TCVN 5574:2018 :

+ Nếu  $\lambda < 14$  thì  $\eta = 1$  (bỏ qua ảnh hưởng của uốn dọc)

$$+ \text{ Nếu } \lambda > 14 \text{ thì } \eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}} \text{ trong đó } N_{cr} = \frac{\pi^2 D}{L_0^2} \text{ được quy định trong mục}$$

8,1,2,4,2 TCVN 5574:2018,

$$\text{Momen uốn tăng lên do uốn dọc : } M_x^* = N\eta_x e_{0x}; M_y^* = N\eta_y e_{0y}$$

Bước 3: Quy đổi bài toán lệch tâm xiên thành bài toán lệch tâm phẳng tương đương:

$$\text{Nếu } \frac{M_x^*}{C_x} > \frac{M_y^*}{C_y} \text{ thì } h = C_x; b = C_y; M_1 = M_x^*; M_2 = M_y^*, e_a = e_{ax} + 0,2e_{ay}$$

$$\text{Nếu } \frac{M_y^*}{C_y} > \frac{M_x^*}{C_x} \text{ thì } h = C_y; b = C_x; M_1 = M_y^*; M_2 = M_x^*, e_a = e_{ay} + 0,2e_{ax}$$

Bước 4: Tính toán diện tích cốt thép

Giả thiết chiều dày lớp đệm a, tính  $h_0 = h - a$ ;  $Z = h - 2a$ , Chuẩn bị các số liệu  $R_b$ ,  $R_s$ ,  $R_{sc}$ ,  $\xi_R$  như đối với tròng hợp nén lệch tâm phẳng, Tiến hành tính toán theo trường hợp đặt cốt thép đối xứng.

$$\text{Xác định } x_1 = \frac{N}{R_b \cdot b}$$

$$+ \text{ Khi } x_1 < h_0 \text{ thì } m_0 = 1 - \frac{0,6x_1}{h_0}$$

$$+ \text{ Khi } x_1 > h_0 \text{ thì } m_0 = 0,4$$

⇒ Tính momen tương đương (đổi nén lệch tâm xiên ra nén lệch tâm phẳng)

$$\bullet M = M_1 + m_0 M_2 \frac{h}{b}$$

Độ lệch tâm tính toán:  $e = e_0, \eta + h/2 - a$ ;  $e_0 = \max(e_a; e_1)$ ;  $e_1 = \frac{M}{N}$

Kiểm tra trường hợp lệch tâm:

Trường hợp 1: Nén lệch tâm rất bé khi  $\varepsilon = \frac{e_0}{h_0} \leq 0,3$  tính toán gần như nén đúng tâm,

$$\text{Hệ số độ lệch tâm: } \lambda_e = \frac{1}{(0,5 - \varepsilon)(2 + \varepsilon)}$$

$$\text{Hệ số uốn dọc phụ thêm khi xét nén đúng tâm: } \varphi_e = \varphi + \frac{(1 - \varphi)\varepsilon}{0,3}$$

Khi  $\lambda \leq 14$  lấy  $\lambda = 1$ ; khi  $14 < \lambda < 104$  thì lấy  $\lambda$  theo công thức:

$$\varphi = 1,028 - 0,0000288\lambda^2 - 0,0016\lambda$$

$$\text{Diện tích toàn bộ cốt thép } A_{st} = \frac{\frac{\lambda_e N}{\varphi_e} - \gamma_b R_b b h}{R_s - R_b}$$

Trường hợp 2: Khi  $\varepsilon = \frac{e_0}{h_0} > 0,3$  đồng thời  $x_1 > \xi_R$ ,  $h_0$  tính toán theo trường hợp nén lệch tâm bé.

$$\text{Xác định chiều cao vùng nén } x: x = \left( \xi_R + \frac{1 - \xi_R}{1 + 50\varepsilon_0^2} \right) h_0 \text{ với } \varepsilon_0 = e_0 / h$$

$$\text{Diện tích toàn bộ cốt thép } A_{st} = \frac{Ne - R_b b x (h_0 - \frac{x}{2})}{k R_{sc} Z_a} \text{ với } k = 0,4$$

Trường hợp 3: Khi  $\varepsilon = \frac{e_0}{h_0} > 0,3$  đồng thời  $x_1 \leq \xi_R$ ,  $h_0$  tính toán theo trường hợp nén lệch tâm lớn.

Diện tích toàn bộ cốt thép tính như sau:

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

Khi tính được cốt thép, tính hàm lượng cốt thép:  $\mu = \frac{A_{st}}{bh}$

Kiểm tra điều kiện:  $\mu_{\min} \leq \mu \leq \mu_{\max}$

Trong đó  $\mu_{\min}$  lấy theo độ mảnh cho theo bảng sau( Theo TCVN 5574:2018)

*Bảng 5.4: Bảng giá trị  $\mu_{\min}$*

$\lambda = \frac{l_0}{h}$	$\leq 5$	$\geq 25$
$\mu_{\min}$	0,1%	0,25%

$\mu_{\max}$  Khi cần hạn chế việc sử dụng quá nhiều thép người ta lấy  $\mu_{\max} = 3\%$ , Để đảm bảo sự làm việc chung giữa thép và bê tông thường lấy  $\mu_{\max} = 6\%$

### 5.6.2.3. Tính toán cốt đai

Cốt đai trong cột được tính tương tự như cốt đai trong dầm, Theo hai phương ta chọn tại vị trí cột có lực cắt lớn nhất tính cốt đai cho cột khung trục 2

Xét cột trục 2 – C10 tầng kỹ thuật có lực cắt lớn nhất  $|Q|_{\max} = 184,21kN$ , có  $|N| = 776,39kN$

Cột (400x400) tính cho toàn bộ cột, Giả thiết  $a = 50mm \rightarrow h_0 = 400 - 50 = 350(mm)$

Kiểm tra khả năng chịu cắt của bê tông:

$$Q_{\max} \leq Q_b = \frac{\varphi_{b2} R_{bt} b h_0^2}{C}$$

$$Q_{\max} = 2,5 R_{bt} b h_0 \geq Q_b \geq Q_{\min} = 0,5 R_{bt} b h_0$$

$$Q_b = \frac{\varphi_{b2} R_{bt} b h_0^2}{C} = \frac{1,5 \cdot 1,05 \cdot 0,140 \cdot 35^2}{50} = 154,35(kN)$$

Kết luận: Bê tông không đủ khả năng chịu cắt, cần tính toán thép đai cho cột

Chọn đường kính thép đai  $\varnothing 8 (A_{sw} = 50,26mm^2)$ , số nhánh đai  $n = 2$

Chọn bước đai  $\varnothing 8a250mm$  bố trí cốt đai cho cột.

Kiểm tra lại điều kiện khả năng chịu cắt của dầm khi bố trí cốt đai:

$$Q \leq Q_b + Q_{sw}$$

Trong đó  $Q_{sw}$  là lực cắt chịu bởi cốt thép ngang trong tiết diện nghiêng, được xác định theo công sau:

$$Q_{sw} = \varphi_{sw} q_{sw} c$$

Trong đó:

$\varphi_{sw}$  - hệ số, kể đến sự suy giảm nội lực dọc theo chiều dài hình chiếu của tiết diện nghiêng  $c$ , lấy bằng 0,75

$q_{sw}$  - lực dọc trong cốt thép ngang trên một đơn vị chiều dài cầu kiện, được xác định như sau:

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} A_{sw}}{s_w} = \frac{(170.10^{-3}).(2.50,26)}{200} = 0,085(\text{kN} / \text{m})$$

$c$  là chiều dài hình chiếu, lấy không nhỏ hơn  $h_0$  và không lớn hơn  $2h_0$

Suy ra lực cắt  $Q_{sw} = 0,75 \times 0,085 \times 500 = 31,875$  (kN)

Kiểm tra điều kiện chịu cắt của dầm:

$$Q = 184,21(\text{kN}) < Q_b + Q_{sw} = 154,35 + 31,875 = 186,225(\text{kN})$$

Kết luận: Dầm đảm bảo khả năng chịu cắt,

Toàn bộ bảng tính cốt thép dầm cột khung trục 5 được thể hiện ở PHỤ LỤC 1

## CHƯƠNG 6. THIẾT KẾ MÓNG KHUNG TRỤC 5

### 6.1. Điều kiện địa chất công trình

#### 6.1.1. Địa tầng

Công trình tọa lạc đường Trần Xuân Lê, Quận Thanh Khê, TP Đà Nẵng

Theo kết quả khảo sát thì đất nền công trình gồm có các lớp khác nhau, Do độ dốc các lớp nhỏ, chiều dày khá đồng đều nên một cách gần đúng có thể xem nền đất tại mỗi điểm khác nhau của công trình có chiều dày và cấu tạo như mặt cắt địa chất điển hình,

Căn cứ vào kết quả khảo sát hiện trường và kết quả trong phòng thí nghiệm, địa tầng của công trình có thể chia thành các lớp đất chính sau

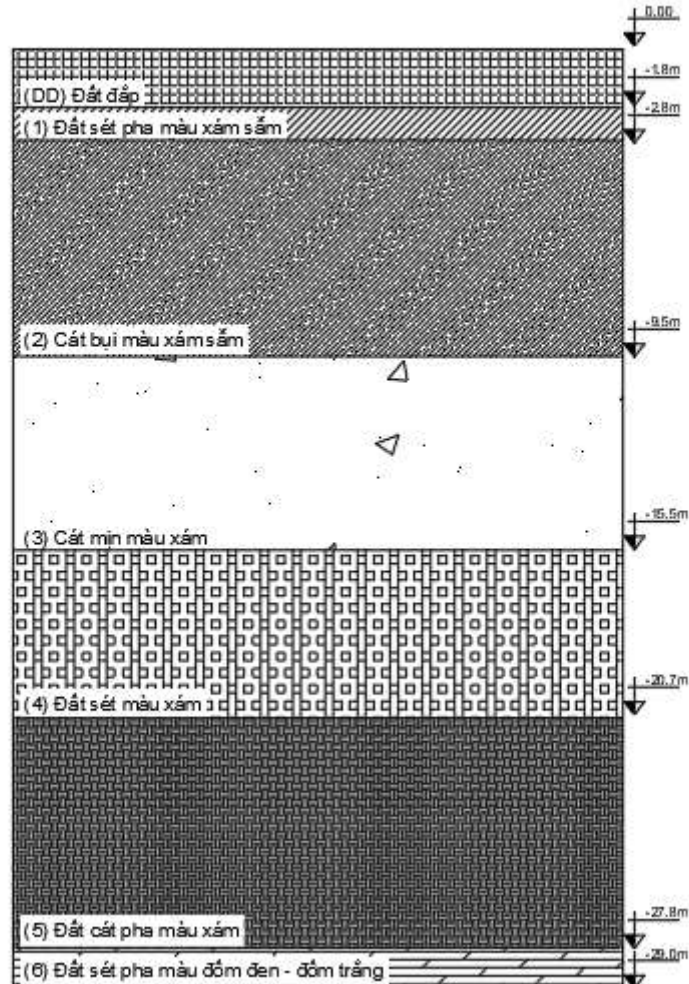
*Bảng 6.1: Chỉ tiêu cơ lý của đất nền*

Lớp	Tên đất	Bề dày	Dung trọng tự nhiên	Dung trọng khô	Dung trọng đẩy nổi	Độ ẩm tự nhiên	Chỉ số SPT	Góc nội ma sát	Lực dính kết	Mô đun tổng biến dạng
		H (m)	$\gamma_w$ KN/m <sup>3</sup>	$\gamma_d$ KN/m <sup>3</sup>	$\gamma_{dn}$ KN/m <sup>3</sup>	W (%)	N <sub>30</sub>	$\varphi$ (°)	C <sub>II</sub> KN/m <sup>2</sup>	E KN/m <sup>2</sup>
DD	Đất đắp: sét pha màu nâu đỏ - xám sẫm, lẫn dăm sạn, trạng thái dẻo mềm,	1,8	18,25	14,98	9,75	21,86	6	13°36'	12,4	11250
1	Sét pha màu xám sẫm, xám đen, Trạng thái dẻo mềm,	1,0	18,07	13,30	9,7	35,90	4	05°29'	11,3	4230
2	Cát bụi, màu xám sẫm- xám xanh- xám vàng lẫn ít bột sét, Trạng thái bão hòa nước, Kết cấu xốp,	6,7	18,39	14,63	9,01	25,72	7	26°04'	1,2	7880

*Thiết kế kết cấu trụ sở làm việc Tòa án nhân dân quận Thanh Khê, thành phố Đà Nẵng*

3	Cát mịn, màu xám xanh - xám sẫm, Trạng thái bão hòa nước, Kết cấu xốp – chặt vừa,	6,0	18,65	15,05	9,25	24,08	9	29°26'	0,7	9710
4	Sét màu xám – xám xanh, Trạng thái dẻo mềm,	5,2	18,23	13,51	9,2	34,93	8	8°06'	15,0	11150
5	Cát pha màu xám xanh, xen kẹp sét pha, Trạng thái dẻo,	7,1	18,94	15,15	8,6	25,01	6	15°21'	8,3	7650
6	Sét pha, màu đốm đen – đốm trắng, lẫn dăm sạn (sản phẩm đá phong hóa hoàn toàn), Trạng thái cứng,	1,2	20,41	17,42	9	17,15	52	26°18'	32,4	48390

### 6.1.2. Lựa chọn mặt cắt địa chất để tính móng



*Hình 6.1 Mặt cắt địa chất công trình*

### 6.1.3. Lựa chọn giải pháp móng

Với các điều kiện về địa chất nêu trên được kiến nghị các vấn đề kỹ thuật sau:

- Không nên sử dụng móng nông để thiết kế cho công trình.
- Công trình nên sử dụng phương án móng cọc ( cọc ép, cọc khoan nhồi ) với các hạng mục của công trình.

Với điều kiện kỹ thuật hiện nay, cả hai phương án móng đều có đầy đủ các thiết bị cần thiết cho việc thi công móng, Cọc ép thi công đơn giản hơn nhưng gây chấn động làm ảnh hưởng đến các công trình xung quanh và thường gặp các sự cố trong quá trình thi công do gặp phải đá ngầm, không thể ép qua các lớp đất cứng hay đất cát...Cọc khoan nhồi thi công phức tạp hơn cọc ép nhưng có thể thi công qua các lớp đất cứng, ít

gặp sự cố trong quá trình thi công và không gây chấn động ảnh hưởng đến công trình xung quanh, Và trong điều kiện hiện nay cọc khoan nhồi đã trở nên thông dụng ở nước ta nên kỹ thuật thi công cũng được cải tiến nhiều và có máy móc hiện đại giúp cho việc thi công nhanh hơn và chính xác hơn tránh những rủi ro xảy ra trong quá trình thi công, Độ chính xác của cọc khoan nhồi theo phương thẳng đứng cao hơn so với công nghệ ép cọc, vì quá trình ép cọc dễ bị gãy cọc, cọc nghiêng, lệch tim cọc ...

⇒ Nên ta chọn phương án cọc khoan nhồi cho công trình này.

## **6.2. Thiết kế móng**

### **6.2.1. Vật liệu làm móng**

Bê tông cấp độ bền B30:  $R_b = 17\text{MPa}$ ,  $R_{bt} = 1,15\text{MPa}$ ,  $E_b = 32,5 \times 10^3\text{MPa}$

Thép CB400V:  $R_s = R_{sc} = 350\text{MPa}$ ,  $R_{sw} = 280\text{MPa}$ ,  $E_s = 200000\text{MPa}$

Thép CB240T:  $R_s = R_{sc} = 210\text{MPa}$ ,  $R_{sw} = 170\text{MPa}$ ,  $E_s = 200000\text{MPa}$

### **6.2.2. Xác định tải trọng truyền xuống móng**

Trong đồ án tiến hành tính toán móng chung cho khung trục 5

- Tính móng cột giữa M1

Vì mặt móng M1 có sơ đồ tính phức tạp nhất nên ta chọn móng này để tính trong đồ án cụ thể như sau:

Móng cột biên C1: M1 (Trục 5 giao Trục B)

#### **6.2.2.1. Tải trọng tính toán**

Tải trọng tính toán được sử dụng để tính toán nền móng theo TTGH I.

Xác định tải trọng tính toán để tính toán cho móng, ta xuất từ phần mềm Etabs với các tổ hợp tính toán từ THCB1 đến THDB14.

Dùng tải trọng tính toán để kiểm tra sức chịu tải của cọc, kiểm tra xuyên thủng, lực cắt cho đài móng, tính cốt thép cho đài cọc.

Theo đúng nguyên tắc tính toán và thiết kế móng cọc, phải chọn tất cả các cặp nội lực để tính toán và kiểm tra, Tuy nhiên để đơn giản trong tính toán, trong phạm vi đồ án, sinh viên chỉ sử dụng các cặp tổ hợp nội lực sau để thiết kế:

**Bảng 6.2: Trường hợp tính móng**

Tổ hợp 1 ( $N_{max}$ , $M_{tur}$ và $Q_{tur}$ )	$N_{max}$ , $M_x$ , $M_y$ , $Q_x$ , $Q_y$
Tổ hợp 2 ( $M_{max}$ , $N_{tur}$ và $Q_{tur}$ )	$N$ , $M_{xmax}$ , $M_y$ , $Q_x$ , $Q_y$
	$N$ , $M_x$ , $M_{ymax}$ , $Q_x$ , $Q_y$
Tổ hợp 3 ( $Q_{max}$ , $M_{tur}$ và $N_{tur}$ )	$N$ , $M_x$ , $M_y$ , $Q_{xmax}$ , $Q_y$
	$N$ , $M_x$ , $M_y$ , $Q_x$ , $Q_{ymax}$

Tổ hợp nội lực nguy hiểm nhất cho móng được lọc từ Etabs như sau:

**Bảng 6.3: Trường hợp tải tính toán móng M1 ( 5-A)**

Cột	Trường hợp	Tổ hợp	N	$M_x$	$M_y$	$Q_x$	$Q_y$
			(KN)	(KN,m)	(KN,m)	(KN)	(KN)
5-B	$N_{max}$	U10	8535,89	61,72	17,77	39,17	-58,39
	$M_{xmax}$	U10	8535,89	61,72	17,77	39,17	-58,39
	$M_{ymax}$	U3	7521,69	52,67	112,33	91,56	-51,22
	$Q_{xmax}$	U11	8134,11	57,18	111,91	93,52	-55,44
	$Q_{ymax}$	U10	8535,89	61,72	17,77	39,17	-58,39

Trong tính toán móng cọc, ta thường chọn cặp tổ hợp 1 (lực dọc lớn nhất) để tính toán và thiết kế móng cọc, sau đó lấy các cặp nội lực còn lại để kiểm tra,

### 6.2.2.2. Tải trọng tiêu chuẩn

Tải trọng tiêu chuẩn được sử dụng để tính toán nền móng theo TTGH II.

Xác định tải trọng tính toán để tính toán cho móng, ta xuất từ phần mềm Etabs với các tổ hợp tính toán từ THCB1 đến THDB15.

Dùng tải trọng tiêu chuẩn để kiểm tra lún cho móng và kiểm tra ổn định đất nền dưới đáy khối móng quy ước.

Tải trọng tiêu chuẩn được dùng để tính toán theo trạng thái giới hạn II , được xác định bằng cách lấy tải trọng tính toán chia cho hệ số vượt tải  $n=1,15$

*Bảng 6.4: Trường hợp tải tiêu chuẩn móng M1 (5-A)*

Cột	Trường hợp	Tổ hợp	N	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	Q <sub>x</sub>	Q <sub>y</sub>
			(KN)	(KN,m)	(KN,m)	(KN)	(KN)
5-A	N <sub>max</sub>	U10	7422,51	53,67	15,45	34,06	-50,78
	M <sub>xmax</sub>	U10	7422,51	53,67	15,45	34,06	-50,78
	M <sub>ymax</sub>	U3	6540,60	45,80	97,68	79,62	-44,54
	Q <sub>xmax</sub>	U11	7073,14	49,72	97,31	81,32	-48,21
	Q <sub>ymax</sub>	U10	7422,51	53,67	15,45	34,06	-50,78

### 6.2.3. Cấu tạo cọc và đài

#### 6.2.3.1. Sơ bộ chiều cao đài móng

Chọn đài móng cao 1,9m

Mặt đài móng bằng với mặt sàn tầng hầm để xe tại cao độ 0,00m ( so với mặt đất tự nhiên)

Đáy móng tại cao độ -1,9m ( so với mặt đất tự nhiên)

#### 6.2.3.2. Cấu tạo cọc

Chọn cọc tròn có đường kính: d=1,2(m)

Chu vi tiết diện ngang cọc:  $U = \pi \times d = 3,14 \times 1,2 = 3,77(\text{m})$

Diện tích mặt cắt ngang cọc:  $A_b = \pi \times \frac{1,2^2}{4} = 1,13(\text{m}^2)$

Cốt thép trong cọc: chọn 16φ20 có:

$$A_s = n \times \frac{\pi \phi^2}{4} = 16 \times \frac{3,14 \times 2^2}{4} = 50,27(\text{cm}^2)$$

Chiều dài đoạn cọc neo vào đài là 0,1m

Chọn cọc tính từ đáy đài đến mũi cọc là 27m

Chiều sâu mũi cọc -28,9m ( so với mặt đất tự nhiên)

### 6.2.4. Sức chịu tải của cọc

#### 6.2.4.1. Sức chịu tải theo điều kiện vật liệu

$$R_{c,a(vl)} = \varphi(\gamma_{cb}\gamma'_{cb}A_bR_b + A_sR_s)$$

Trong đó:

$A_s$  - Diện tích mặt cắt ngang của cốt thép dọc,  $A_s = 5,027 \times 10^{-3} (m^2)$

$A_b$  - Diện tích mặt cắt ngang của cọc (đã trừ diện tích cốt thép)

$$A_b = 1,13 - 5,027 \times 10^{-3} = 1,126 (m^2)$$

$R_b$  - Cường độ chịu nén tính toán của bê tông,

$R_{sc}$  - Cường độ chịu nén tính toán của cốt thép,

$\gamma_{cb}$  - Hệ số điều kiện làm việc của bê tông kể đến việc đổ bê tông trong không gian chật hẹp của hố và ống vách,  $\gamma_{cb} = 0,85$  mục 7.1.9 TCVN 10304 – 2014

$\gamma'_{cb}$  - Hệ số kể đến phương pháp thi công cọc,  $\gamma'_{cb} = 0,7$  (mục 7.1.9 TCVN 10304 – 2014)

Hệ số uốn dọc của cọc:  $\varphi$ : với móng cọc đài thấp, cọc xuyên qua các lớp đất khác nhau, lấy  $\varphi = 1$

Sức chịu cho phép theo vật liệu:

$$\begin{aligned} R_{c,a(vl)} &= \varphi (\gamma_{cb} \gamma'_{cb} A_b R_b + A_s R_s) \\ &= 1 \times (0,85 \times 0,7 \times 1,126 \times 17 \times 10^3 + 5,027 \times 10^{-3} \times 350 \times 10^3) \\ &= 13148,94 (KN) \end{aligned}$$

#### **6.2.4.2. Sức chịu tải theo chỉ tiêu cơ lý**

Theo mục 7.1.11 TCVN – 10304:2014

$$R_{c,d} = R_{c,k}$$

Trong đó:

$R_{c,k}$  - Giá trị tiêu chuẩn sức chịu tải trọng nén, được xác định theo các giá trị riêng sức chịu tải trọng nén cực hạn  $R_{c,u}$ :

$$R_{c,u} = \gamma_c \left( \gamma_{cq} q_b A_b + u \sum \gamma_{cf} f_{li} \right)$$

Trong đó:

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

$\gamma_{cq} = 0,9$  - Hệ số điều kiện làm việc của đất dưới mũi cọc Bảng 4 TCVN 10304 – 2014

$\gamma_{cf} = 0,6$  - Hệ số điều kiện làm việc của đất trên thân cọc, lấy theo Bảng 5 Mục 7.2.3.3 TCVN 10304 – 2014

$u$  - Chu vi tiết diện ngang thân cọc,

$q_b$  - Cường độ sức kháng của đất dưới mũi cọc, xác định theo chỉ dẫn 7.2.3.2 TCVN 10304 – 2014.

$A_b$  - Tiết diện mặt cắt ngang cọc (đối với trường hợp không mở rộng mũi),

$f_i$  - Cường độ sức kháng trung bình của lớp đất thứ  $i$  trên thân cọc, lấy theo Bảng 3 TCVN 10304 – 2014.

$l_i$  - bề dày của lớp đất thứ  $i$ .

Theo chú thích 1 – Bảng 3. khi xác định cường độ  $f_i$  trên thân cọc phải chia từng lớp đất thành các lớp phân tố đất đồng nhất dày tối đa 2(m).

Cường độ sức kháng mũi của đất dưới mũi cọc

$$R_b = \gamma_{cq} q_b A_b$$

Trong đó:

$\gamma_{cq} = 0,9$  - Trường hợp phương pháp đổ bê tông dưới nước

$A_b = 1,125(m^2)$  - Diện tích mặt cắt ngang của cọc (đã trừ diện tích cốt thép)

$q_b$  - Cường độ chịu tải của đất dưới mũi cọc với độ sâu mũi cọc -52m tại lớp đất số 4 (sâu 52m tính từ mặt đất tự nhiên đến mũi cọc) , đất dưới mũi cọc là cát sét dẻo, tra Bảng 7 TCVN 10304:2014 và nội suy ta được giá trị  $q_b = 4500 (KN/m^2)$

$$\rightarrow R_b = \gamma_{cq} q_b A_b = 0,9 \times 4500 \times 1,126 = 4580,44(kN)$$

Cường độ sức kháng trung bình trên thân cọc

$$R_s = u \sum \gamma_{cf} f_i l_i$$

Trong đó:

$$u = \pi \times d = 1,2\pi = 3,77(m)$$

$\gamma_{cf} = 0,6$  - Đối với trường hợp đổ bê tông dưới nước hay vữa sét

$f_i$  - Cường độ sức kháng trung bình của lớp đất thứ  $i$  trên thân cọc, lấy theo Bảng 3 TCVN 10304 – 2014

$l_i$  - Bề dày đoạn cọc nằm trong lớp đất thứ  $i$  tính từ đáy đài

Bảng 6.5: Sức kháng thân cọc theo cơ lý đất nền

Lớp đất	Lớp phân tổ	Loại đất	L <sub>L</sub>	l <sub>i</sub>	z	γ <sub>cf</sub>	f <sub>i</sub>	γ <sub>cf</sub> *f <sub>i</sub> *l <sub>i</sub>
				(m)	m		(kN/m <sup>2</sup> )	
1	1	Sét	0,749	1	2,8	0,8	7,2	5,76
2	2	Cát		2	4,8	0,8	55,4	88,64
	3	Cát		2	6,8	0,8	59,6	95,36
	4	Cát		2	8,8	0,8	63,2	101,12
	5	Cát		0,7	9,5	0,8	64,25	35,98
3	6	Cát		2	11,5	0,8	67,1	107,36
	7	Cát		2	13,5	0,8	69,9	111,84
	8	Cát		2	15,5	0,8	72,7	116,32
4	9	Sét	0,551	2	17,5	0,8	24,4	39,04
	10	Sét	0,551	2	19,5	0,8	24,8	39,68
	11	Sét	0,551	1,2	20,7	0,8	25	24
5	12	Cát	0,715	2	22,7	0,8	11,4	18,24
	13	Cát	0,715	2	24,7	0,8	11,4	18,24
	14	Cát	0,715	2	26,7	0,8	11,5	18,4
	15	Cát	0,715	1,1	27,8	0,8	11,5	10,12
6	16	Sét	0	1,2	29	0,8	91,6	87,936
TỔNG								918,036

Sức chịu tải cực hạn do ma sát bên:

$$R_s = u \sum \gamma_{cf} f_i l_i = 3,77 \times 918,036 = 3460,99 \text{ (kN)}$$

Vậy sức chịu tải cực hạn của cọc theo cơ lý đất nền là:

$$R_{c,u} = \gamma_c \left( \gamma_{cq} q_b A_b + u \sum \gamma_{cf} f_i l_i \right) = 1 \times (4557,77 + 3460,99) = 8018,76 \text{ (kN)}$$

#### 6.2.4.3. Sức chịu tải của cọc theo chỉ tiêu cường độ đất nền

Theo mục G,1 TCVN 10304 – 2014, công thức chung xác định sức chịu tải cực hạn  $R_{c,u}$  của cọc theo cường độ của nền đất:

$$R_{c,u} = Q_b + Q_s = q_b A_b + u \sum f_i l_i$$

Trong đó:

$Q_s$  - Sức chịu tải cực hạn do ma sát

$Q_b$  - Sức chịu tải cực hạn do kháng mũi

$q_p$  - Sức kháng đơn vị dưới mũi cọc

$A_b$  - Diện tích tiết diện ngang mũi cọc

$u$  - Chu vi tiết diện ngang cọc

$f_i$  - Lực ma sát đơn vị của đất bên hông thứ  $i$

$l_i$  - Chiều dài đoạn cọc thứ  $i$

Tính toán sức chịu tải cực hạn do kháng mũi:

$$Q_b = q_b A_b$$

Trong đó:

$A_b$  - Diện tích tiết diện ngang mũi cọc  $A_b = 0,503(\text{m}^2)$

$q_b$  - Được tính theo công thức Terzaghi  $q_b = 1,3cN_c + \sigma'_v N_q + 0,3\gamma d N_\gamma$

$\sigma'_v$  - Ứng suất hữu hiệu theo phương đứng tại cao trình mũi cọc,

$N_c, N_q, N_\gamma$  - Hệ số sức chịu tải, tra bảng theo Terzaghi phụ thuộc  $\varphi$

$$\varphi = 30^\circ 31' \begin{cases} N_c = 38,79 \\ N_q = 23,87 \\ N_\gamma = 20,49 \end{cases}$$

$$\sigma'_v = \delta_v - u = 8,5 \times 4 + 5,1 \times 21,9 + 3,1 \times 6,1 + 4,3 \times 10,1 + 9,9 \times 16,7 + 10,2 \times 2 = 393,76(\text{kN}/\text{m}^2)$$

$$\rightarrow q_b = 1,3 \times 10,5 \times 38,79 + 393,76 \times 23,87 + 0,3 \times 10,2 \times 1,2 \times 20,49 = 10003,71(\text{kN}/\text{m}^2)$$

$$\rightarrow Q_b = q_b A_b = 10003,71 \times 1,13 = 11304,19(\text{kN})$$

Tính toán sức chịu tải cực hạn do ma sát:

$$Q_s = u \sum f_i l_i$$

Trong đó:

$\alpha$  - Là hệ số xác định dựa vào Hình G,1 TCVN 10304 – 2014

$c_i$  - Lực dính của đất nền thứ  $i$

$f_{s_i}$  - Lực ma sát lớp đất thứ  $i$  tác dụng lên cọc:

$$f_{s_i} = \alpha c_i + \sigma'_{hi} \tan \varphi_i$$

$\sigma'_{hi}$  - Ứng suất hữu hiệu giữa lớp đất thứ  $i$  theo phương thẳng đứng

$$\sigma'_{hi} = \sigma'_v k_0$$

$k_0 = 1 - \sin \varphi_i$  - Hệ số áp lực ngang của lớp đất thứ  $i$

*Bảng 6.6: Sức chịu tải do cọc ma sát*

Lớp đất	$l_i$	$c$	$\varphi$	$\gamma$	$\sigma'_{hi}$	$k_0$	$f_{s_i}$	$f_{s_i, l_i}$
	(m)	(kN/m <sup>2</sup> )	deg	(kN/m <sup>3</sup> )	(kN/m <sup>2</sup> )		(kN/m <sup>2</sup> )	(kN/m)
Lớp 1	2,8	11,3	13°36'	9,7	57,88	0,765	25,307	70,86
Lớp 2	6,7	1,2	05°29'	9,01	89,85	0,904	9,8256	65,83
Lớp 3	6	0,7	26°04'	9,25	155,15	0,592	76,5684	459,41
Lớp 4	5,2	15	29°26'	9,2	186,32	0,506	120,084	624,44
Lớp 5	7,1	8,3	8°06'	8,6	290,7	0,859	49,5794	352,01
Lớp 6	1,2	32,4	15°21'	9	383,56	0,735	145,55	174,66
Tổng								1747,21

$$Q_s = 3,77 \times 1747,21 = 6586,98(\text{KN})$$

Sức chịu tải cực hạn của cọc theo cường độ đất nền:

$$R_{c,u} = Q_b + Q_s = 11304,19 + 6586,98 = 17891,09(\text{KN})$$

#### **6.2.4.4. Sức chịu tải của cọc theo chỉ tiêu SPT ( Công thức Nhật Bản)**

Mục G.3.2 – Phụ lục G – TCVN 10304 – 2014 công thức của viện kiến trúc Nhật Bản, sức chịu tải cực hạn của cọc:

$$R_{c,u} = q_b A_b + u \sum (f_{c,i} l_{c,i} + f_{s,i} l_{s,i})$$

Trong đó:

$q_b$  - Cường độ sức kháng của đất dưới mũi cọc, mũi cọc nằm trong đất dính,  $q_b = 9c_u$  (cọc đóng, ép), với  $c_u = 6,25N_{c,i}$

$N_{c,i}$  - Chỉ số SPT trung bình trong đất dính

$A_b = 1,126(m^2)$  - Diện tích tiết diện ngang mũi cọc

$u = \pi \times d = 1,2\pi = 3,77(m)$ - Chu vi tiết diện ngang cọc

$f_{c,i}, f_{s,i}$  - Cường độ sức kháng trung bình trên đoạn cọc nằm trong lớp đất thứ “i”

Đối với cọc đóng, ép cường độ sức kháng trên đoạn cọc nằm trong lớp đất dính thứ i:

$$f_{c,i} = \alpha_p f_L c_{u,i}$$

Đối với cọc đóng, ép cường độ sức kháng trên đoạn cọc nằm trong lớp đất rời thứ i:

$$f_{s,i} = \frac{10N_{s,i}}{3}$$

Trong đó:

$N_{c,i} - N_{s,i}$  - Chỉ số SPT trong đất dính thứ “i” và chỉ số SPT trong đất rời thứ “i”

$l_{c,i}$  - Chiều dài đoạn cọc nằm trong lớp đất dính thứ “i”

$c_u$  - Cường độ sức kháng cắt không thoát nước của đất dính:

$$c_{u,i} = 6,25 \times N_{c,i} (kPa)$$

$\alpha_p$  - Hệ số điều chỉnh cho cọc đóng, phụ thuộc vào tỷ lệ giữa sức kháng cắt không thoát nước của đất dính  $c_u$  và trị số trung bình ứng suất pháp hiệu quả thẳng đứng, xác định theo biểu đồ trên Hình G,2a – Phụ lục G trong TCVN 10304 – 2014

$f_L$  - Hệ số điều chỉnh theo độ mảnh h/d của cọc đóng, xác định theo biểu đồ Hình G,2b – Phụ lục G trong TCVN 10304 – 2014

Sức chịu tải cực hạn do sức kháng mũi

Cường độ sức kháng của đất dưới mũi cọc:

$$q_b = 9c_u = 9 \times 6,25 \times 34 = 1912,5(kN/m^2)$$

$$\rightarrow q_b A_b = 1912,5 \times 1,126 = 2153,47(kN)$$

Sức chịu tải cực hạn do ma sát

Bảng 6.7: Sức chịu tải cực hạn do ma sát theo chỉ số SPT

Lớp đất	L (m)	SPT	$c_u$	$\sigma'_v$	$c_{ui}/\sigma'_v$	$\alpha_p$	$f_L$	$f_{c,i(s,i)}$	$f_{c,i(s,i)}l_i$
			kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>				kN/m <sup>2</sup>	kN/m
Lớp 1	2,8	4	25	57,88	0,43	0,87	0,9	19,6	54,8
Lớp 2	6,7	7	44	89,85	0,49	0,81	0,9	23,3	156,3
Lớp 3	6	9	56	155,15	0,36	0,9	0,9	30,0	180,0
Lớp 4	5,2	8	50	186,32	0,27	0,9	0,9	40,5	210,6
Lớp 5	7,1	6	38	290,7	0,13	0,9	0,9	30,4	215,7
Lớp 6	1,2	52	325	383,56	0,85	0,5	0,9	146,3	175,5
Tổng cộng									992,9

$$\rightarrow u \sum f_{c,i}l_i = 3,77 \times 992,9 = 3743,233 \text{ (kN)}$$

Sức chịu tải cực hạn của cọc theo SPT:

$$R_{c,u} = q_b A_b + u \sum (f_{c,i}l_{c,i} + f_{s,i}l_{s,i}) = 2153,47 + 3743,233 = 5896,703 \text{ (kN)}$$

#### 6.2.4.5. Chọn sức chịu tải thiết kế cọc

- Theo cơ lý đất nền:  $R_{c,u(CL)} = 7961,45 \text{ (kN)}$
- Theo cường độ đất nền:  $R_{c,u(CD)} = 17891,09 \text{ (kN)}$
- Theo chỉ tiêu SPT:  $R_{c,u(SPT)} = 5896,703 \text{ (kN)}$

Sức chịu tải thiết kế:

$$P_{tk} = R_{c,u} = \min(R_{c,u(CL)}, R_{c,u(CD)}, R_{c,u(SPT)}) = R_{c,u(SPT)} = 5896,703 \text{ (kN)}$$

Sức chịu tải cọc

$$R_{c,a} = \frac{\gamma_0 R_{c,u}}{\gamma_n \gamma_k} = \frac{1,15 \times 5896,703}{1,15 \times 1,65} = 3573,76 \text{ (kN)}$$

Trong đó:

$\gamma_0$  - Hệ số kể đến sự tăng độ đồng nhất của nền xung quanh cọc, lấy bằng 1,15

$\gamma_n$  - Hệ số tin cậy về tầm quan trọng công trình, công trình cấp II lấy bằng 1,15

$\gamma_k$  - Hệ số tin cậy, móng từ 6-10 cọc lấy bằng 1,65

Sức chịu tải thiết kế của cọc đơn:

$$R_c^{tk} = \min(R_{v1}, R_{c,a(DN)}) = \min(13148,94, 4825,12) = 4825,12(\text{kN}) \\ = 482,512(\text{T})$$

### **6.2.5. Tính toán móng M1**

#### **6.2.5.1. Xác định số cọc trong đài được sơ bộ theo công thức**

Số lượng cọc trong đài được sơ bộ theo công thức:

$$n_c = \frac{N^{tt}}{R_{c,d}} \beta = \frac{8535,89}{4724} \times 1,2 = 2,17$$

Trong đó:

- $N_{tt}$  - lực dọc tính toán tại chân cột (ngoại lực tác dụng lên móng).
- $R_{c,d}=4724(\text{kN})$ : sức chịu tải thiết kế của cọc.
- $\beta$  - hệ số xét đến do moment tác động lên móng cọc, lấy  $\beta=1,2 \div 1,6$

Vậy chọn số cọc là : 4 cọc

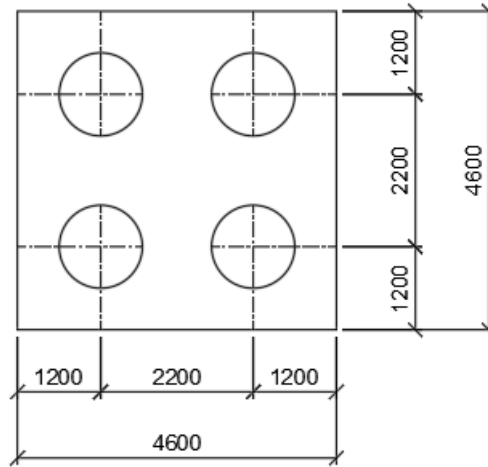
Diện tích sơ bộ đáy đài:

$$F_{sb} \geq \frac{N^{tt}}{R_{c,d} - n\gamma_{tb}D_f} = \frac{8535,89}{4724 - 1,1 \times 25 \times 1,9} = 1,8(\text{m}^2)$$

Chọn diện tích đài cọc:  $F=4,6 \times 4,6\text{m}$

Khoảng cách giữa các mép cọc là 1m

Khoảng cách giữa mép cọc đến mép ngoài của đài chọn :  $s=600\text{mm}$



*Hình 6.2: Mặt bằng bố trí cọc khoan nhồi móng M1*

### 6.2.5.2. Kiểm tra cọc làm việc nhóm

Hệ số nhóm cọc:

$$\eta = 1 - \theta \left[ \frac{(n_1 - 1)n_2 + (n_2 - 1)n_1}{90n_1n_2} \right]$$

Trong đó:

$n_1=2$  - Số hàng cọc

$n_2=2$  - Số cọc trong 1 hàng

$d$  - Đường kính cọc

$s$  - Khoảng cách giữa các cọc

$$\theta = \arctg\left(\frac{d}{s}\right) = \arctg\left(\frac{1,2}{2,2}\right) = 28,61$$

$$\eta = 1 - 28,61 \times \left[ \frac{(2 - 1) \times 2 + (2 - 1) \times 2}{90 \times 2 \times 2} \right] = 0,682$$

Sức chịu tải của nhóm cọc:

$$\sum N^{tt} = N^{tt} + W_d^{tt} = 8535,89 + 1105,61 = 9641,5(\text{KN})$$

$$R_{n \text{ hom}} = \eta n_c R_c^{tk} = 0,629 \times 4 \times 4825,12 = 12140 > N^{tt} + W_d^{tt}$$

Thỏa điều kiện sức chịu tải của nhóm cọc

### 6.2.5.3. Kiểm tra phản lực đầu cọc

- Điều kiện kiểm tra: 
$$\begin{cases} N_{j\max} \leq P_{(TK)} \\ N_{j\min} \geq 0 \end{cases}$$

- Chiều cao đài được giả thiết ban đầu  $h_d = 1,9\text{m}$ .

- Trọng lượng tính toán của đài:

$$N_d = n\gamma_{bt}F_d h_d = 1,1 \times 25 \times (4,6 \times 4,6) \times 1,9 = 1105,61\text{kN}$$

Với:

+  $F_d$  ( $\text{m}^2$ ): diện tích đài móng

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

- Chuyển các ngoại lực tác dụng về đáy đài tại trọng tâm nhóm cọc (trường hợp này trùng với trọng tâm đài).

- Tổng lực dọc và tổng mômen gây ra ở cao độ đáy đài cọc:

$$+ \sum N^{tt} = N_0^{tt} + N_d^{tt} = 8535,89 + 1105,61 = 9641,5 \text{ kN}$$

$$+ \sum M_x^{tt} = M_x^{tt} + Q_y^{tt} \times h_d = 61,72 + 58,39 \times 1,9 = 172,66\text{kN}, \text{m}$$

$$+ \sum M_y^{tt} = M_y^{tt} + Q_x^{tt} \times h_d = 17,77 + 39,17 \times 1,9 = 92,19 \text{ kN}, \text{m}$$

- Tải trọng tác dụng lên cọc: 
$$N_j = \frac{N}{n} + \frac{M_x \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n y_i^2} + \frac{M_y \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2}$$

$$\bullet \quad N_{i,\max} = \frac{N}{n} + \frac{M_x \cdot y_{\max}}{\sum_{i=1}^n y_i^2} + \frac{M_y \cdot x_{\max}}{\sum_{i=1}^n x_i^2}$$

$$= \frac{9641,5}{4} + \frac{172,66 \times 1,1}{4,84} + \frac{192,19 \times 1,1}{4,84} = 2493,3 \text{ kN}$$

$$N_{i,\min} = \frac{N}{n} + \frac{M_x \cdot y_{\min}}{\sum_{i=1}^n y_i^2} + \frac{M_y \cdot x_{\min}}{\sum_{i=1}^n x_i^2}$$

$$= \frac{9641,5}{4} + \frac{172,66 \times (-1,1)}{4,84} + \frac{192,19 \times (-1,1)}{4,84} = 2327,45 \text{ kN}$$

- Trong đó:

+  $N$ : lực dọc truyền xuống cọc.

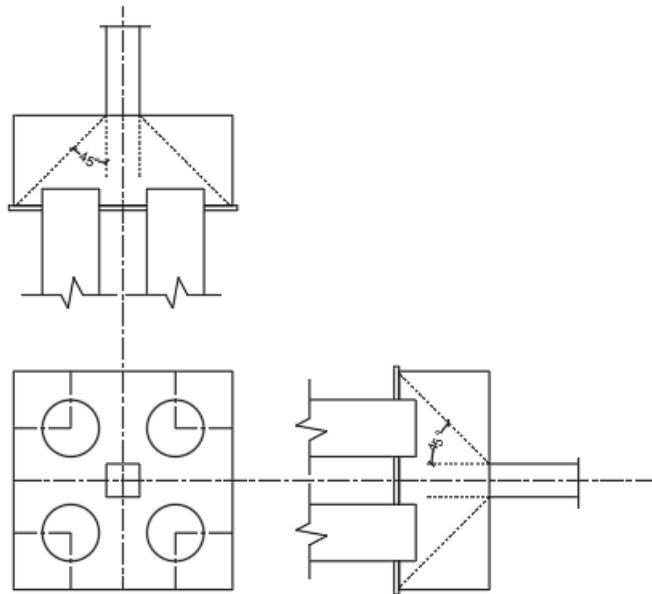
+  $n$ : số lượng cọc trong móng.

+  $x_i, y_i$ : tọa độ tìm cọc thứ  $i$  tại cao trình đáy đài.

+  $M_x, M_y$  : là momen uốn , tương ứng với trục trọng tâm chính x,y mặt bằng cọc tại cao trình đáy đài.

❖ Kiểm tra điều kiện : 
$$\begin{cases} N_{j\max} = 2493,3 \text{ kN} < R_c^{tk} = 4825,12 \text{ kN} \\ N_{j\min} = 2327,45 \text{ kN} \geq 0 \end{cases} \quad (\text{Thỏa})$$

#### 6.2.5.4. Kiểm tra điều kiện xuyên thủng



*Hình 6.3: Tháp xuyên thủng móng M1*

Theo điều kiện này người ta cho rằng nếu móng bị chọc thủng thì sự chọc thủng xảy ra theo bề mặt hình chóp cụt có các mặt bên xuất phát từ chân cột, và nghiêng 1 góc  $45^\circ$  so với phương thẳng đứng.

Vẽ tháp chọc thủng thì lăng thể chọc thủng trùm qua tất cả các cọc, Như vậy đài cọc không bị đâm thủng tự do theo góc  $\varphi = 45^\circ$

Vì các cọc nằm trong vùng tháp xuyên thủng nên không cần kiểm tra xuyên thủng

#### 6.2.5.5. Kiểm tra ổn định dưới đáy móng quy ước

Kích thước khối móng quy ước

Theo mục 7,4,4 – TCVN 10304:2014, mặt truyền tải của khối móng quy ước được mở rộng hơn so với diện tích đáy đài với góc mở

$\varphi_{tb}$ - Góc ma sát trong tính toán trung bình của đất.

$$\varphi_{tb} = \frac{\sum \varphi_i l_i}{L_{tb}}$$
$$= \frac{5^{\circ}29' \times 0,9 + 26^{\circ}4' \times 6,7 + 29^{\circ}42' \times 6 + 8^{\circ}6' \times 5,2 + 15^{\circ}21' \times 7,1 + 26^{\circ}18' \times 1,2}{0,9 + 6,7 + 6 + 5,2 + 7,1 + 1,2}$$
$$= 16^{\circ}40'$$

Chiều dài cọc trong đất:  $L_{coc} = 27(\text{m})$

Chiều rộng khối móng quy ước:

$$B_{qu} = B + 2L_{tb} \tan\left(\frac{\varphi_{tb}}{4}\right) = 4,6 + 2 \times 27 \times \tan\left(\frac{16^{\circ}40'}{4}\right) = 8,53(\text{m})$$

Chiều dài khối móng quy ước:

$$L_{qu} = L + 2L_{tb} \tan\left(\frac{\varphi_{tb}}{4}\right) = 4,6 + 2 \times 27 \times \tan\left(\frac{16^{\circ}40'}{4}\right) = 8,53(\text{m})$$

Diện tích khối móng quy ước:

$$A_{qu} = L_{qu} B_{qu} = 8,53 \times 8,53 = 72,76(\text{m}^2)$$

Trọng lượng khối móng quy ước:

Trọng lượng đất trong khối móng quy ước:

$$G_1 = A_{qu} \sum H_i \gamma_i$$
$$= 72,76 \times (2,8 \times 9,7 + 6,7 \times 9,01 + 6 \times 9,25 + 5,2 \times 9,2 + 7,1 \times 8,6 + 1,2 \times 9)$$
$$= 19116,02(\text{kN})$$

Trọng lượng đất bị cọc và đài chiếm chỗ:

$$G_2 = n_c A_c \sum H_i \gamma_i + \gamma V_{dai} = 4 \times 1,13 \times 262,73 + 25 \times 4,6 \times 4,6 \times 1,9$$
$$= 2192,64(\text{kN})$$

Trọng lượng cọc và đài:

$$G_3 = n_c A_c \gamma_{bt} L_c + \gamma_{bt} V_{dai} = 4 \times 1,13 \times 25 \times 27 + 25 \times 4,6 \times 4,6 \times 1,9$$
$$= 4056,1(\text{kN})$$

Trọng lượng khối móng quy ước:

$$G = G_1 - G_2 + G_3 = 19116,02 - 2192,64 + 4056,1 = 20679,48(\text{kN})$$

Tải trọng quy về khối móng quy ước:

Kiểm tra ứng với giả trị tải tiêu chuẩn  $N_{\max}, M_{x_{tu}}, M_{y_{tu}}, Q_{x_{tu}}, Q_{y_{tu}}$

Chiều cao khối móng qui ước:

$$H_{qu} = L_{tb} + h_d = 27 + 1,9 = 28,9(\text{m})$$

$$N_{qu}^{tc} = N^{tc} + G = 7422,51 + 20679,48 = 28101,99(\text{KN})$$

$$M_{x,qu}^{tc} = M_x^{tc} + H_{qu} Q_y^{tc} = 53,67 + 28,9 \times 50,78 = 1521,21(\text{KN}, \text{m})$$

$$M_{y,qu}^{tc} = M_y^{tc} + H_{qu} Q_x^{tc} = 15,45 + 28,9 \times 34,04 = 999,206(\text{KN}, \text{m})$$

Momen kháng uốn của móng khối qui ước:

$$W_x = \frac{L_{qu} \times B_{qu}^2}{4} = \frac{8,53 \times 8,53^2}{4} = 155,16(\text{m}^3)$$

$$W_y = \frac{B_{qu} \times L_{qu}^2}{4} = \frac{8,53 \times 8,53^2}{4} = 155,16(\text{m}^3)$$

Ứng suất dưới móng qui ước:

$$P_{tb}^{tc} = \frac{\sum N_{qu}^{tc}}{A_{qu}} = \frac{28101,99}{72,76} = 386,23(\text{kN/m}^2)$$

$$\begin{aligned} P_{\max}^{tc} &= \frac{\sum N_{qu}^{tc}}{A_{qu}} + \frac{M_{x,qu}^{tc}}{W_x} + \frac{M_{y,qu}^{tc}}{W_y} = 386,23 + \frac{1521,21}{155,16} + \frac{999,206}{155,16} \\ &= 402,47(\text{kN/m}^2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\min}^{tc} &= \frac{\sum N_{qu}^{tc}}{A_{qu}} + \frac{M_{x,qu}^{tc}}{W_x} + \frac{M_{y,qu}^{tc}}{W_y} = 386,23 - \frac{1521,21}{155,16} - \frac{999,206}{155,16} \\ &= 369,98(\text{kN/m}^2) \end{aligned}$$

Kiểm tra cường độ đất nền dưới đáy khối móng qui ước:

Theo mục 4,6,9 – TCVN 9362 – 2012, áp lực trung bình tác dụng lên nền dưới đáy móng không được vượt quá áp lực tính toán tác dụng lên nền tính theo công thức:

$$R^{tc} = \frac{m_1 m_2}{k_{tc}} (AB_{qu} \gamma_{II} + BH_{qu} \gamma'_{II} + Dc_{II})$$

Trong đó:

$m_1$  - Hệ số điều kiện làm việc của đất nền, tra, lấy  $m_1 = 1,2$  (Bảng 15, mục 4.6.10)

$m_2$  - Hệ số điều kiện làm việc của công trình, tra, lấy  $m_2 = 1,1$  (Bảng 15, mục 4.6.10)

$k_{tc}$  - Hệ số độ tin cậy ( $k_{tc} = 1$ : đặc trưng tính toán lấy trực tiếp từ thí nghiệm)

$\gamma_{II}$  - Dung trọng đất nằm phía dưới mũi cọc,  $\gamma_{II} = 10,2$  (KN/m<sup>3</sup>)

$$\gamma'_{II} = \frac{\sum \gamma_i h_i}{h_i} = \frac{2,8 \times 9,7 + 6,7 \times 9,01 + 6 \times 9,25 + 5,2 \times 9,2 + 7,1 \times 8,6 + 1,2 \times 9}{2,8 + 6,7 + 6 + 5,2 + 7,1 + 1,2} = 9,05(\text{kN/m}^3)$$

$c_{II}$ : Lực dính của đất dưới mũi cọc,  $c_{II} = 10,5$  (KN/m<sup>2</sup>)

A, B, D: hệ số phụ thuộc góc ma sát trong của đất nền, đáy móng quy ước nằm trong lớp đất số 6 có  $\varphi = 15^{\circ}21'$ , tra Bảng 14 TCVN 9362 – 2012 ta được

$$\varphi = 15^{\circ}21' \rightarrow \begin{cases} A = 1,193 \\ B = 5,7719 \\ D = 8,0957 \end{cases}$$

$$R^{tc} = \frac{1,2 \times 1,1}{1} \times (1,193 \times 8,53 \times 10,2 + 5,7719 \times 28,9 \times 9,05 + 8,0957 \times 10,5) = 2241,91(\text{kN/m}^2)$$

$$\text{Điều kiện kiểm tra: } \begin{cases} P_{\max}^{tc} = 402,47(\text{KN/m}^2) < 1,2R^{tc} = 2690,28(\text{KN/m}^2) \\ P_{\min}^{tc} = 369,98(\text{KN/m}^2) > 0 \\ P_{tb}^{tc} = 386,225(\text{KN/m}^2) < R^{tc} = 2241,91(\text{KN/m}^2) \end{cases}$$

Thỏa điều kiện kiểm tra

#### **6.2.5.6. Tính toán và bố trí thép đài cọc**

Xem đài làm việc như một dầm consol ngàm ở mép cột và chịu tác dụng của các phản lực đầu cọc

Momen tại ngàm do phản lực các đầu cọc gây ra với các giá trị:

$$M = \sum x_i P_i$$

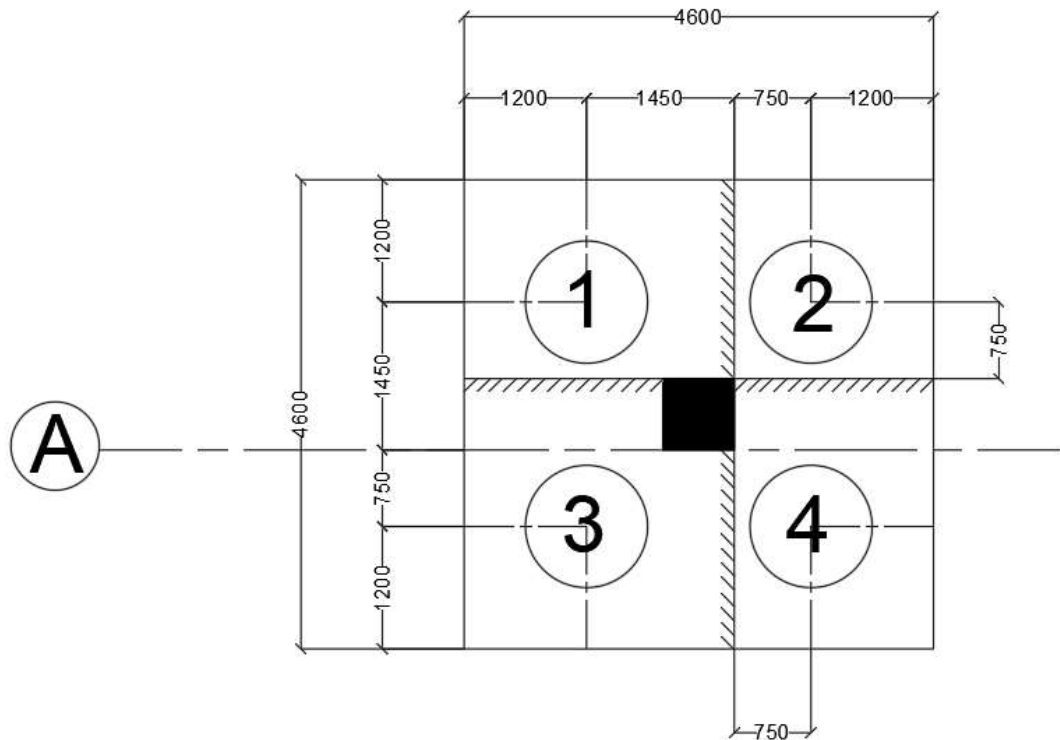
Trong đó:

$x_i$  - Khoảng cách từ tâm cọc thứ  $i$  đến mặt ngàm,

$P_i$  - Phản lực đầu cọc thứ  $i$

Tính toán cốt thép đài:

$$\alpha_m = \frac{M}{\gamma_b R_b b h_0^2} ; \quad \xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} ; \quad A_s = \frac{\xi \gamma_b R_b b h_0}{R_s}$$



*Hình 6.4: Sơ đồ tính thép móng M1*

Tính toán cốt thép theo phương trục X

Tiết diện xét tính là tiết diện chữ nhật:  $b \times h = 460 \times 190\text{cm}$

Giả thiết :  $a = 15(\text{cm}) \Rightarrow h_0 = h - a = 190 - 15 = 175(\text{cm})$

Chọn  $\gamma_b = 0,9$  là hệ số điều kiện làm việc của bê tông,

Mômen tương ứng với mặt ngàm I-I:

- $M_x = x_2 P_2 + x_4 P_4 = 0,75 \times 2493,3 + 0,75 \times 2493,3 = 3739,95 \text{ (kN, m)}$

Tính các hệ số

$$\alpha_m = \frac{M_{I-I}}{\gamma_b R_b b h_0^2} = \frac{3739,95 \times 1000}{0,9 \times 17 \times 370 \times 175^2} = 0,017$$

$$\zeta = (1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m}) = (1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,017}) = 0,99$$

Diện tích cốt thép cần thiết:

$$A_s = \frac{M_{I-I}}{\gamma_b \times R_s \times \xi \times h_0} = \frac{3739,95 \times 100}{0,9 \times 35 \times 0,99 \times 175} = 68,53(\text{cm}^2)$$

$\Rightarrow$  Chọn 26 $\Phi$ 20a150 có  $A_s^{\text{ch}} = 81,68 \text{ cm}^2$

Tính toán cốt thép theo phương trục Y

Tiết diện xét tính là tiết diện chữ nhật:  $b \times h = 460 \times 190 \text{ cm}$

Giả thiết :  $a = 15(\text{cm}) \Rightarrow h_0 = h - a = 190 - 15 = 175(\text{cm})$

Chọn  $\gamma_b = 0,9$  là hệ số điều kiện làm việc của bê tông.

Mômen tương ứng với mặt ngàm II-II:

- $M_y = y_3, P_3 + y_4, P_4 = 0,75 \times 2493,3 + 0,75 \times 2493,3 = 3739,95 \text{ (kN, m)}$

Tính các hệ số

$$\alpha_m = \frac{M_{II-II}}{\gamma_b R_b b h_0^2} = \frac{3739,95 \times 1000}{0,9 \times 17 \times 370 \times 175^2} = 0,041$$

$$\zeta = (1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m}) = (1 - \sqrt{1 - 2 \times 0,041}) = 0,08$$

Diện tích cốt thép cần thiết:

$$A_s = \frac{M_{I-I}}{\gamma_b \times R_s \times \zeta \times h_0} = \frac{3739,95 \times 100}{0,9 \times 35 \times 0,08 \times 175} = 68,53(\text{cm}^2)$$

$\Rightarrow$  Chọn 26 $\Phi$ 20a150 có  $A_s^{\text{ch}} = 81,68 \text{ cm}^2$

## 6.2.6. Tính toán móng M2

### 6.2.6.1. Xác định số cọc trong đài được sơ bộ theo công thức

Số lượng cọc trong đài được xác định theo công thức sau:  $n = \beta \times \frac{\sum N^{tt}}{R_{tk}}$

+  $\sum N^{tt}$  : Tổng tải trọng thẳng đứng tính toán tại đáy đài

$$\sum N^{tt} = N^{tt} + n \cdot \gamma_{tb} \cdot F_d \cdot h$$

Với :  $F_d$  là diện tích sơ bộ đáy đài:  $F_d = 4,6,2 = 9,2 \text{ (m}^2\text{)}$

$\gamma_{tb}$  là dung trọng trung bình giữa vật liệu làm móng và đất nền

$$\gamma_{tb} = (20 - 22) \text{ kN/m}^3, \text{ lấy } \gamma_{tb} = 20 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$h$  là chiều sâu chôn đài,  $h = 1,9 \text{ m}$

$$\sum N^{tt} = N^{tt} + n \cdot \gamma_{tb} \cdot F_d \cdot h = 6517,79 + 1,1,20,9,2,1,9 = 6902,35 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

+  $\beta$  : hệ số xét đến do moment, chọn  $\beta = 1,2$

- $n_c = \frac{N^{tt}}{R_{c,d}} \beta = \frac{6902,35}{4724} \times 1,2 = 1,75$

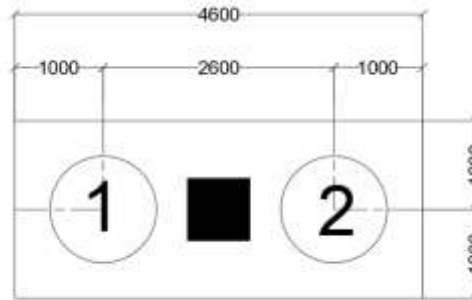
- Vậy chọn số lượng cọc là: 2 cọc,

Diện tích sơ bộ đài đài:

$$F_{sb} \geq \frac{N^{tt}}{R_{c,d} - n\gamma_{tb}D_f} = \frac{6902,35}{4724 - 1,1 \times 25 \times 1,9} = 1,477(m^2)$$

Chọn diện tích đài cọc:  $F=4,6 \times 2m$

Khoảng cách giữa mép cọc đến mép ngoài của đài chọn :  $s=400mm$



*Hình 6.5: Mặt bằng bố trí cọc khoan nhồi móng M2*

#### **6.2.6.2. Kiểm tra phản lực đầu cọc**

- Điều kiện kiểm tra: 
$$\begin{cases} N_{jmax} \leq P_{(TK)} \\ N_{jmin} \geq 0 \end{cases}$$
- Chiều cao đài được giả thiết ban đầu  $h_d = 1,9m$
- Trọng lượng tính toán của đài:

$$N_d = n\gamma_{bt}F_d h_d = 1,1 \times 25 \times (4,6 \times 4,6) \times 1,9 = 480,7 \text{ kN}$$

Với:

+  $F_d (m^2)$  : diện tích đài móng

+  $\gamma_{bt} = 25(kN/m^3)$  : trọng lượng riêng của bê tông

- Chuyển các ngoại lực tác dụng về đáy đài tại trọng tâm nhóm cọc (trường hợp này trùng với trọng tâm đài),
- Tổng lực dọc và tổng mômen gây ra ở cao độ đáy đài cọc:  
+  $\sum N^{tt} = N_0^{tt} + N_d^{tt} = 6902,35 + 1105,61 = 8001,96 \text{ kN}$   
+  $\sum M_x^{tt} = M_x^{tt} + Q_y^{tt} \times h_d = 83,75 + 79,7 \times 1,9 = 235,18 \text{ kN.m}$   
+  $\sum M_y^{tt} = M_y^{tt} + Q_x^{tt} \times h_d = 30,86 + 9,14 \times 1,9 = 48,226 \text{ kN.m}$

- Tải trọng tác dụng lên cọc : 
$$N_j = \frac{N}{n} + \frac{M_x \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n y_i^2} + \frac{M_y \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2}$$

• 
$$N_{i,max} = \frac{N}{n} + \frac{M_x \cdot y_{max}}{\sum_{i=1}^n y_i^2} + \frac{M_y \cdot x_{max}}{\sum_{i=1}^n x_i^2}$$
  

$$= \frac{8001,96}{2} + \frac{235,18 \times 1,1}{1} + \frac{48,226 \times 1,1}{1} = 4312,22 \text{ kN}$$

$$N_{i,min} = \frac{N}{n} + \frac{M_x \cdot y_{min}}{\sum_{i=1}^n y_i^2} + \frac{M_y \cdot x_{min}}{\sum_{i=1}^n x_i^2}$$
  

$$= \frac{8001,96}{2} + \frac{235,18 \times (-1,1)}{1} + \frac{8,226 \times (-1,1)}{1} = 3688,73 \text{ kN}$$

- Trong đó:

+ N: lực dọc truyền xuống cọc.

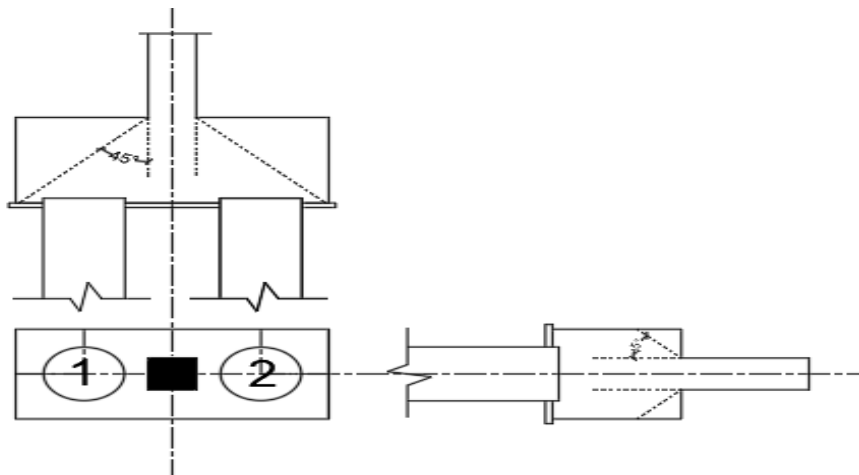
+ n: số lượng cọc trong móng.

+  $x_i, y_i$ : tọa độ tìm cọc thứ i tại cao trình đáy đài.

+  $M_x, M_y$ : là momen uốn, tương ứng với trục trọng tâm chính x,y mặt bằng cọc tại cao trình đáy đài.

❖ Kiểm tra điều kiện : 
$$\begin{cases} N_{jmax} = 4312,22 \text{ kN} < R_c^{tk} = 4825,12 \text{ kN} \\ N_{j \min} = 3688,73 \geq 0 \end{cases} \quad (\text{Thỏa})$$

### 6.2.6.3. Kiểm tra điều kiện xuyên thủng



*Hình 6.6: Tháp xuyên thủng móng M2*

Theo điều kiện này người ta cho rằng nếu móng bị chọc thủng thì sự chọc thủng xảy ra theo bề mặt hình chóp cụt có các mặt bên xuất phát từ chân cột, và nghiêng 1 góc  $45^\circ$  so với phương thẳng đứng.

Vẽ tháp chọc thủng thì lăng thể chọc thủng trùm qua tất cả các cọc, Như vậy đài cọc không bị đâm thủng tự do theo góc  $\varphi = 45^\circ$

Vì các cọc nằm trong vùng tháp xuyên thủng nên không cần kiểm tra xuyên thủng

#### **6.2.6.4. Kiểm tra ổn định dưới đáy móng quy ước**

Kích thước khối móng quy ước

Theo mục 7,4,4 – TCVN 10304:2014, mặt truyền tải của khối móng quy ước được mở rộng hơn so với diện tích đáy đài với góc mở

$\varphi_{tb}$  - Góc ma sát trong tính toán trung bình của đất.

$$\begin{aligned}\varphi_{tb} &= \frac{\sum \varphi_i l_i}{L_{tb}} \\ &= \frac{5^\circ 29' \times 0,9 + 26^\circ 4' \times 6,7 + 29^\circ 42' \times 6 + 8^\circ 6' \times 5,2 + 15^\circ 21' \times 7,1 + 26^\circ 18' \times 1,2}{0,9 + 6,7 + 6 + 5,2 + 7,1 + 1,2} \\ &= 16^\circ 40'\end{aligned}$$

Chiều dài cọc trong đất:  $L_{coc} = 27(\text{m})$

Chiều rộng khối móng quy ước:

$$B_{qu} = B + 2L_{tb} \tan\left(\frac{\varphi_{tb}}{4}\right) = 2 + 2 \times 27 \times \tan\left(\frac{16^\circ 40'}{4}\right) = 5,93(\text{m})$$

Chiều dài khối móng quy ước:

$$L_{qu} = L + 2L_{tb} \tan\left(\frac{\varphi_{tb}}{4}\right) = 4,6 + 2 \times 27 \times \tan\left(\frac{16^\circ 40'}{4}\right) = 8,53(\text{m})$$

Diện tích khối móng quy ước:

$$A_{qu} = L_{qu} B_{qu} = 5,93 \times 8,53 = 50,62(\text{m}^2)$$

Trọng lượng khối móng quy ước:

Trọng lượng đất trong khối móng quy ước:

$$\begin{aligned}G_1 &= A_{qu} \sum H_i \gamma_i \\ &= 50,62 \times (2,8 \times 9,7 + 6,7 \times 9,01 + 6 \times 9,25 + 5,2 \times 9,2 + 7,1 \times 8,6 \\ &\quad + 1,2 \times 9) \\ &= 13299,24(\text{kN})\end{aligned}$$

Trọng lượng đất bị cọc và đài chiếm chỗ:

$$G_2 = n_c A_c \sum H_i \gamma_i + \gamma V_{\text{dai}} = 4 \times 1,13 \times 262,73 + 25 \times 4,6 \times 2 \times 1,9 \\ = 1624,54(\text{kN})$$

Trọng lượng cọc và đài:

$$G_3 = n_c A_c \gamma_{\text{bt}} L_c + \gamma_{\text{bt}} V_{\text{dai}} = 4 \times 1,13 \times 25 \times 27 + 25 \times 2 \times 4,6 \times 1,9 = 3488(\text{kN})$$

Trọng lượng khối móng quy ước:

$$G = G_1 - G_2 + G_3 = 13299,24 - 1624,54 + 3488 = 15162,7(\text{kN})$$

Tải trọng quy về khối móng quy ước:

Kiểm tra ứng với giá trị tải tiêu chuẩn  $N_{\text{max}}, M_{\text{xtu}}, M_{\text{ytu}}, Q_{\text{xtu}}, Q_{\text{ytu}}$

Chiều cao khối móng quy ước:

$$H_{\text{qu}} = L_{\text{tb}} + h_d = 27 + 1,9 = 28,9(\text{m})$$

$$N_{\text{qu}}^{\text{tc}} = N^{\text{tc}} + G = 6517,79 + 15162,7 = 21680,49(\text{KN})$$

$$M_{\text{x,qu}}^{\text{tc}} = M_x^{\text{tc}} + H_{\text{qu}} Q_y^{\text{tc}} = 83,75 + 28,9 \times 79,7 = 2387,08(\text{KN} \cdot \text{m})$$

$$M_{\text{y,qu}}^{\text{tc}} = M_y^{\text{tc}} + H_{\text{qu}} Q_x^{\text{tc}} = 30,86 + 28,9 \times 9,14 = 295,006(\text{KN} \cdot \text{m})$$

Momen kháng uốn của móng khối quy ước:

$$W_x = \frac{L_{\text{qu}} \times B_{\text{qu}}^2}{4} = \frac{8,53 \times 5,93^2}{4} = 74,99(\text{m}^3)$$

$$W_y = \frac{B_{\text{qu}} \times L_{\text{qu}}^2}{4} = \frac{5,93 \times 8,53^2}{4} = 107,87(\text{m}^3)$$

Ứng suất dưới móng quy ước:

$$P_{\text{tb}}^{\text{tc}} = \frac{\sum N_{\text{qu}}^{\text{tc}}}{A_{\text{qu}}} = \frac{21680,49}{50,62} = 428,3(\text{kN}/\text{m}^2)$$

$$P_{\text{max}}^{\text{tc}} = \frac{\sum N_{\text{qu}}^{\text{tc}}}{A_{\text{qu}}} + \frac{M_{\text{x,qu}}^{\text{tc}}}{W_x} + \frac{M_{\text{y,qu}}^{\text{tc}}}{W_y} = 428,3 + \frac{2387,08}{74,99} + \frac{295,006}{107,87} = 462,87(\text{kN}/\text{m}^2)$$

$$P_{\text{min}}^{\text{tc}} = \frac{\sum N_{\text{qu}}^{\text{tc}}}{A_{\text{qu}}} + \frac{M_{\text{x,qu}}^{\text{tc}}}{W_x} + \frac{M_{\text{y,qu}}^{\text{tc}}}{W_y} = 428,3 - \frac{2387,08}{74,99} - \frac{295,006}{107,87} = 393,73(\text{kN}/\text{m}^2)$$

Kiểm tra cường độ đất nền dưới đáy khối móng quy ước:

Theo mục 4,6,9 – TCVN 9362 – 2012, áp lực trung bình tác dụng lên nền dưới đáy móng không được vượt quá áp lực tính toán tác dụng lên nền tính theo công thức:

$$R^{tc} = \frac{m_1 m_2}{k_{tc}} (AB_{qu} \gamma_{II} + BH_{qu} \gamma'_{II} + Dc_{II})$$

Trong đó:

$m_1$  - Hệ số điều kiện làm việc của đất nền, tra, lấy  $m_1 = 1,2$  (Bảng 15, mục 4.6.10)

$m_2$  - Hệ số điều kiện làm việc của công trình, tra, lấy  $m_2 = 1,1$  (Bảng 15, mục 4.6.10)

$k_{tc}$  - Hệ số độ tin cậy ( $k_{tc} = 1$ : đặc trưng tính toán lấy trực tiếp từ thí nghiệm)

$\gamma_{II}$  - Dung trọng đất nằm phía dưới mũi cọc,  $\gamma_{II} = 10,2$  (KN/m<sup>3</sup>)

$$\gamma'_{II} = \frac{\sum \gamma_i h_i}{h_i} = \frac{2,8 \times 9,7 + 6,7 \times 9,01 + 6 \times 9,25 + 5,2 \times 9,2 + 7,1 \times 8,6 + 1,2 \times 9}{2,8 + 6,7 + 6 + 5,2 + 7,1 + 1,2} = 9,05(\text{kN/m}^3)$$

$c_{II}$ : Lực dính của đất dưới mũi cọc,  $c_{II} = 10,5$  (KN/m<sup>2</sup>)

A, B, D: hệ số phụ thuộc góc ma sát trong của đất nền, đáy móng quy ước nằm trong lớp đất số 6 có  $\varphi = 15^{\circ}21'$ , tra Bảng 14 TCVN 9362 – 2012 ta được

$$\varphi = 15^{\circ}21' \rightarrow \begin{cases} A = 1,193 \\ B = 5,7719 \\ D = 8,0957 \end{cases}$$

$$R^{tc} = \frac{1,2 \times 1,1}{1} \times (1,193 \times 8,53 \times 10,2 + 5,7719 \times 28,9 \times 9,05 + 8,0957 \times 10,5) = 2241,91(\text{kN/m}^2)$$

$$\text{Điều kiện kiểm tra: } \begin{cases} P_{\max}^{tc} = 462,87(\text{KN/m}^2) < 1,2R^{tc} = 2690,28(\text{KN/m}^2) \\ P_{\min}^{tc} = 393,73(\text{KN/m}^2) > 0 \\ P_{tb}^{tc} = 428,3(\text{KN/m}^2) < R^{tc} = 2241,91(\text{KN/m}^2) \end{cases}$$

Thỏa điều kiện kiểm tra

#### **6.2.6.5. Tính toán và bố trí thép đài cọc**

Xem đài làm việc như một dầm consol ngàm ở mép cột và chịu tác dụng của các phản lực đầu cọc

Momen tại ngàm do phản lực các đầu cọc gây ra với các giá trị:

$$M = \sum x_i P_i$$

Trong đó:

$x_i$  - Khoảng cách từ tâm cọc thứ  $i$  đến mặt ngàm,

$P_i$  - Phản lực đầu cọc thứ  $i$

Tính toán cốt thép đài:

$$\alpha_m = \frac{M}{\gamma_b R_b b h_0^2} ; \quad \xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} ; \quad A_s = \frac{\xi \gamma_b R_b b h_0}{R_s}$$

Tính toán cốt thép theo phương trục X

Tiết diện xét tính là tiết diện chữ nhật:  $b \times h = 460 \times 190 \text{ cm}$

Giả thiết :  $a = 15(\text{cm}) \Rightarrow h_0 = h - a = 190 - 15 = 175(\text{cm})$

Chọn  $\gamma_b = 0,9$  là hệ số điều kiện làm việc của bê tông.

Mômen tương ứng với mặt ngàm I-I:

- $M_x = x_1 P_1 = 1,3 \times 4312,22 = 5605,89 \text{ (kN.m)}$

Tính các hệ số

$$\alpha_m = \frac{M_{I-I}}{\gamma_b R_b b h_0^2} = \frac{5605,89 \times 1000}{0,9 \times 17 \times 370 \times 175^2} = 0,032$$

$$\zeta = 0,5 \left( 1 + \sqrt{1 - 2\alpha_m} \right) = 0,5, \left( 1 + \sqrt{1 - 2 \times 0,017} \right) = 0,98$$

Diện tích cốt thép cần thiết:

$$A_s = \frac{M_{I-I}}{\gamma_b \times R_s \times \xi \times h_0} = \frac{5605,89 \times 100}{0,9 \times 35 \times 0,98 \times 175} = 103,76(\text{cm}^2)$$

$\Rightarrow$  Chọn 34 $\Phi$ 20a150 có  $A_s^{\text{ch}} = 106,83 \text{ cm}^2$

Tính toán cốt thép theo phương trục Y

Tiết diện xét tính là tiết diện chữ nhật:  $b \times h = 200 \times 190 \text{ cm}$

Giả thiết :  $a = 15(\text{cm}) \Rightarrow h_0 = h - a = 190 - 15 = 175(\text{cm})$

Chọn  $\gamma_b = 0,9$  là hệ số điều kiện làm việc của bê tông.

Mômen tương ứng với mặt ngàm II-II:

$$M_{II-II} = l_1 P_1 = 0(\text{kNm})$$

d Cốt thép phương này được bố trí cấu tạo  $\Phi 20a200$

Với chiều cao đài móng là 1,9m, ta bố trí thêm 4 lớp thép đai cấu tạo xung quanh  $4\Phi 12$

## **CHUYÊN ĐỀ 1: ỨNG DỤNG PHẦN MỀM ETABS VÀ SAP2000 TRONG TÍNH TOÁN KẾT CẤU**

### **1. Phần mềm Etabs**

#### **1.1. Xuất xứ phần mềm**



*Hình 1.1: Phần mềm ETABS*

Phần mềm Etabs là 1 trong 5 sản phẩm của hãng CSI-Mỹ, CSI: Computer and Structure, Inc được thành lập từ năm 1975.

Phần mềm này được sử dụng trên 160 quốc gia, cho việc thiết kế các dự án lớn, bao gồm cả Taipei 101 Tower ở Đài Loan, One World Trade Center ở New York, Olympics Birds Nest Stadium ở Bắc Kinh và dây văng cầu Centenario vượt kênh đào Panama.

#### **1.2. Chức năng của phần mềm**

Phần mềm Etabs được sử dụng để phân tích kết cấu các công trình xây dựng dân dụng, đặc biệt là nhà cao tầng, Nói như thế không có nghĩa rằng Etabs chỉ giải quyết được bài toán phân tích kết cấu cho nhà cao tầng, mà cần hiểu rằng Etabs được trang bị các công cụ để thực hiện việc phân tích kết cấu nhà cao tầng một cách thuận lợi nhất (so với các sản phẩm của c của hãng CSI), Việc phân tích kết cấu cuối cùng nhằm mục đích tìm ra được nội lực (dùng để thiết kế cốt thép), Phản lực (dùng để thiết kế móng) và các giá trị về chuyển vị (dùng để kiểm tra kết cấu ở trạng thái giới hạn về điều kiện sử dụng)

### **1.3. Các loại đối tượng trong Etabs**

Trong Etabs, có hai đối tượng cơ bản đó là phần tử Frame (thanh) và phần tử Shell (tấm), Tùy thuộc phương cấu ầu kiện và đặc trưng chịu lực của phần tử Shell còn được chia ra thành Slab (bản) và Wall (tường), tuy nhiên chúng đều thuộc chung một dạng phần tử đó là dạng tấm, Và mọi kết cấu trên thực tế đều có thể mô hình hóa bằng hai dạng phần tử này, bởi các nguyên nhân sau:

+ Trên thực tế từ thanh và tấm chúng ta có thể mô hình hóa được bất cứ dạng kết cấu thường gặp nào

+ Việc mô hình hóa kết cấu luôn mang ý nghĩa gần đúng, nghĩa là chúng ta có thể chấp nhận được những sai số nhất định

### **1.4. Phương pháp tính toán**

- Phần mềm ETABS là gói phần mềm tích hợp tối ưu cho việc phân tích kết cấu và thiết kế nhà cao tầng, Hơn 40 năm nghiên cứu và phát triển liên tục, ETABS mới nhất cung cấp các đối tượng 3D dựa trên nhưng công cụ mô hình trực quan, sức mạnh phân tích tuyến tính và phi tuyến với tốc độ cực nhanh, khả năng thiết kế phức tạp và toàn diện cho nhiều loại vật liệu, và hiển thị đồ họa, các báo cáo, và bản vẽ sơ đồ chi tiết và sâu sắc, cho phép người dùng nhanh chóng và dễ dàng giải mã và hiểu rõ kết quả phân tích và thiết kế,

- Phương pháp phần tử hữu hạn là phương pháp phân tích kết cấu gần đúng bằng cách chia tách hệ kết cấu thành các phần tử đơn giản được định nghĩa trước.

- Etabs là phần mềm sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn để phân tích kết cấu.

### **1.5. Các thao tác sử dụng phần mềm**

Bước 1: Thiết lập cơ bản, tạo lưới trục, cao độ tầng cho dự án.

Bước 2: Định nghĩa vật liệu.

Bước 3: Khai báo tiết diện cột, dầm, sàn, vách.

Bước 4: Dựng mô hình cho dự án.

Bước 5: Khai báo các trường hợp tải trọng, tổ hợp tải trọng.

Bước 6: Gán tải trọng cho dự án.

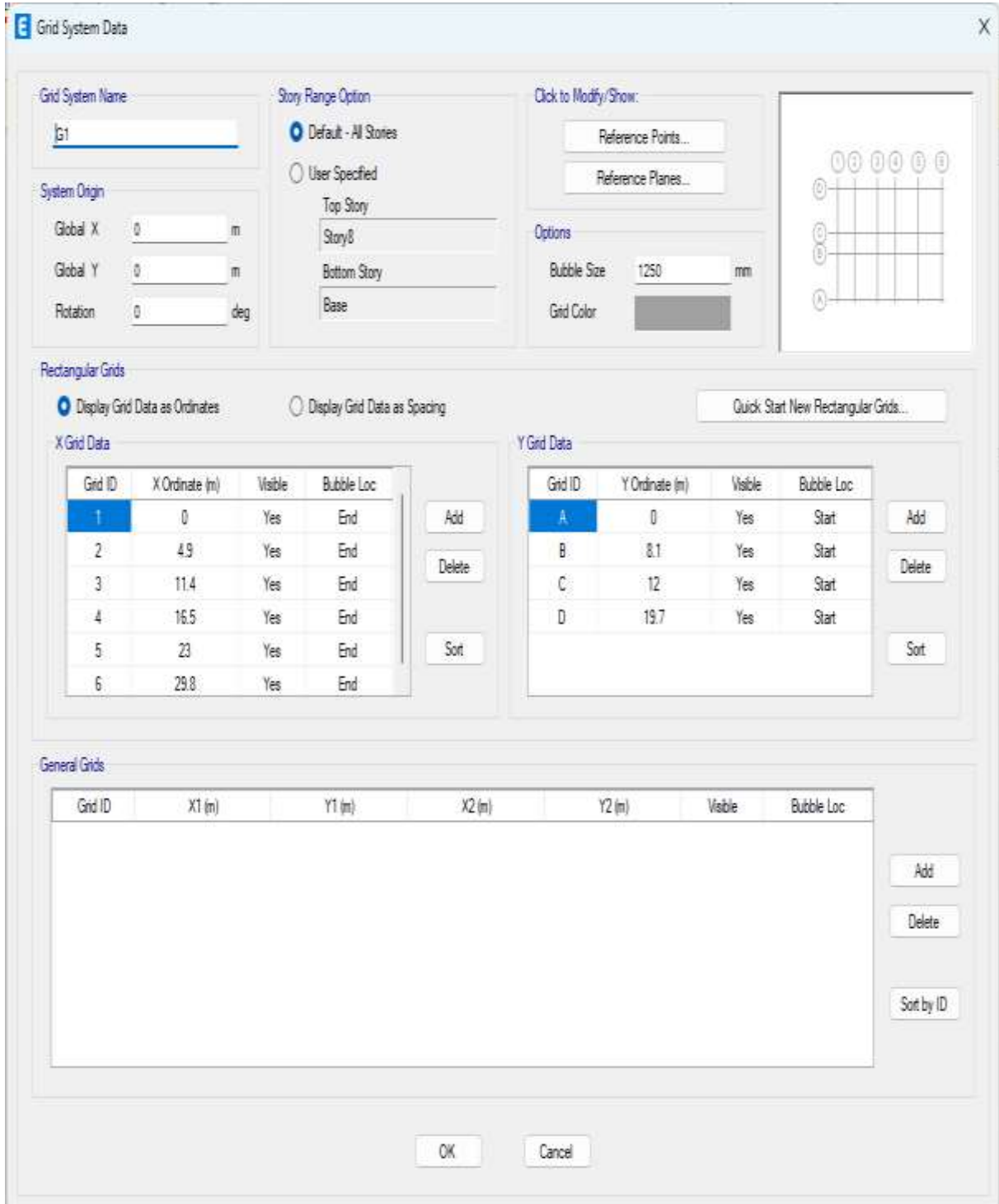
Bước 7: Kiểm tra mô hình.

Bước 8: Chia ảo phần tử, gán tâm cứng, lựa chọn trường hợp phân tích

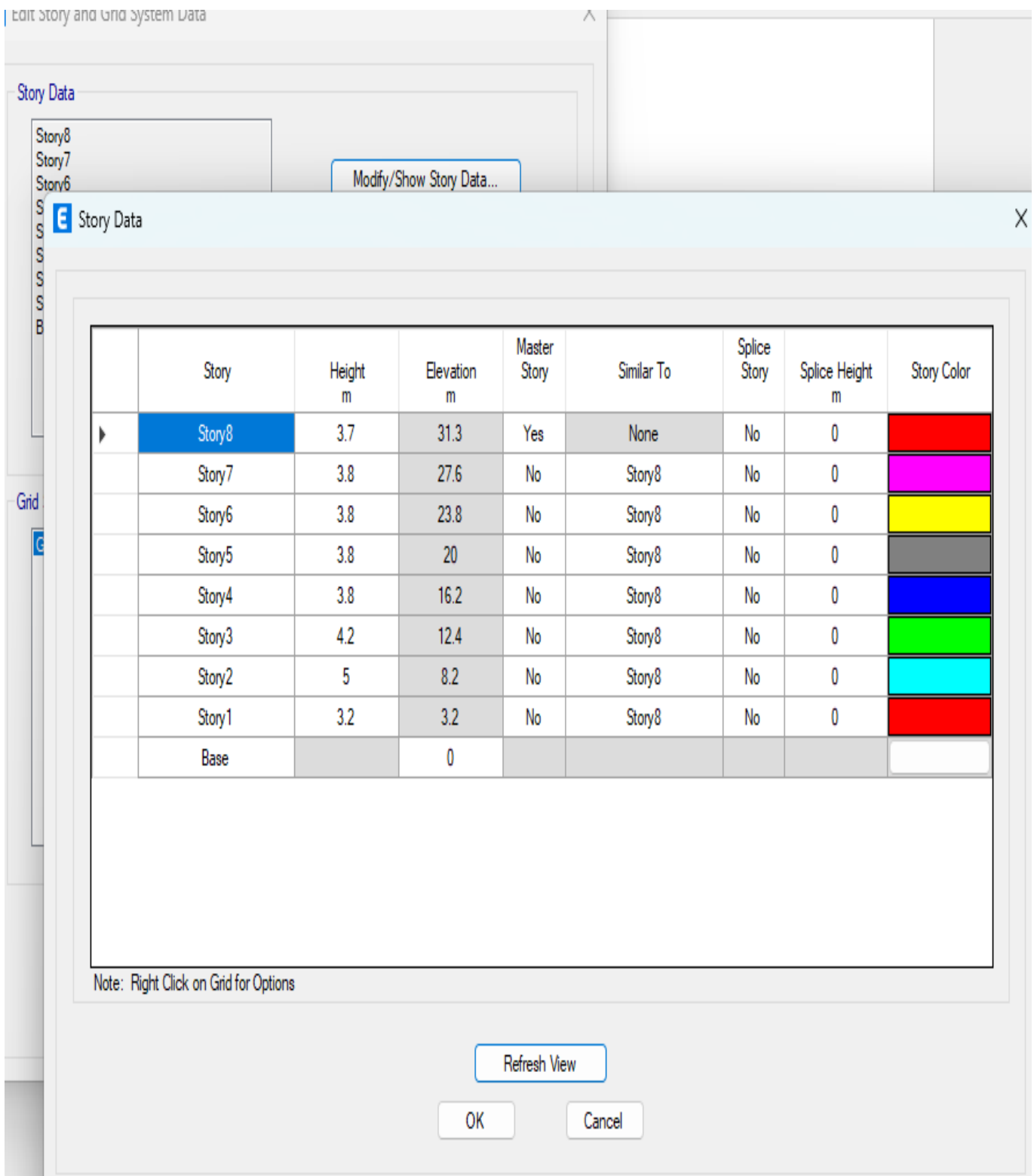
Bước 9: Chạy phân tích và xem kết quả phân tích.

Bước 10: Xuất kết quả nội lực

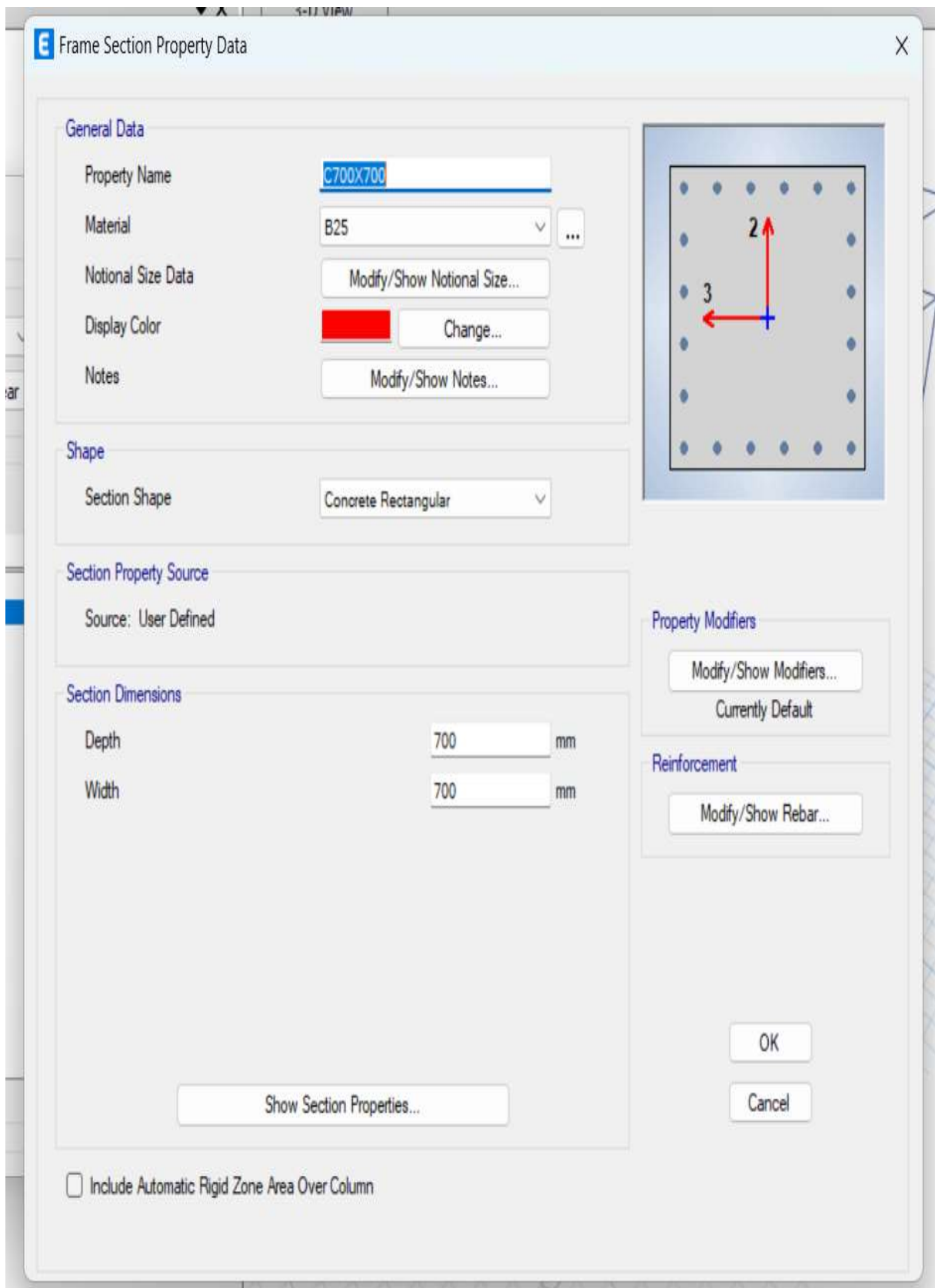
### 1.6. Ứng dụng phần mềm trong đồ án



Hình 1.2: Tạo hệ lưới trục



*Hình 1.3: Tạo cao trình*



*Hình 1.4: Định nghĩa tiết diện cột*

**Material Property Data**

**General Data**

Material Name: CB400-V

Material Type: Rebar

Directional Symmetry Type: Uniaxial

Material Display Color:  Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density       Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 77 kN/m<sup>3</sup>

Mass per Unit Volume: 7850 kg/m<sup>3</sup>

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E: 200000 MPa

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.000012 1/C

**Design Property Data**

Modify/Show Material Property Design Data...

**Advanced Material Property Data**

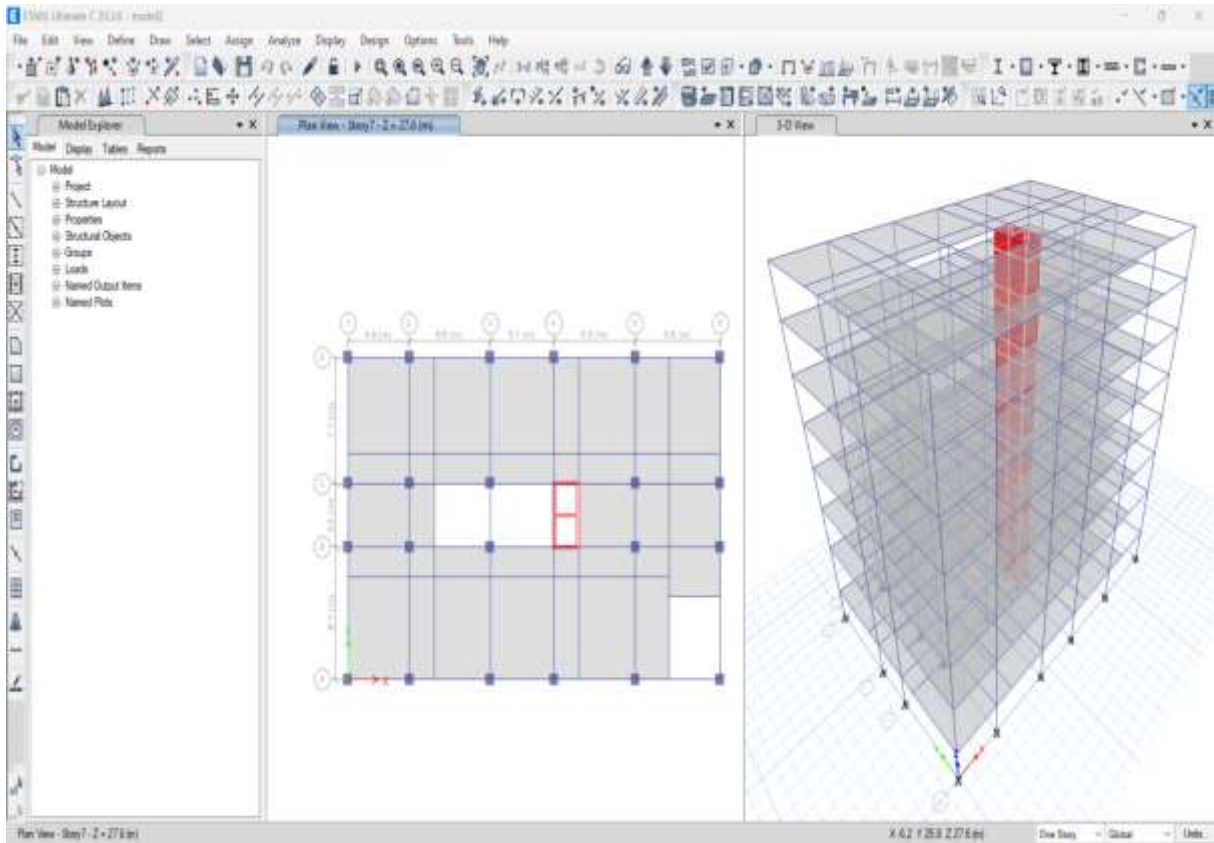
Nonlinear Material Data...      Material Damping Properties...

Time Dependent Properties...

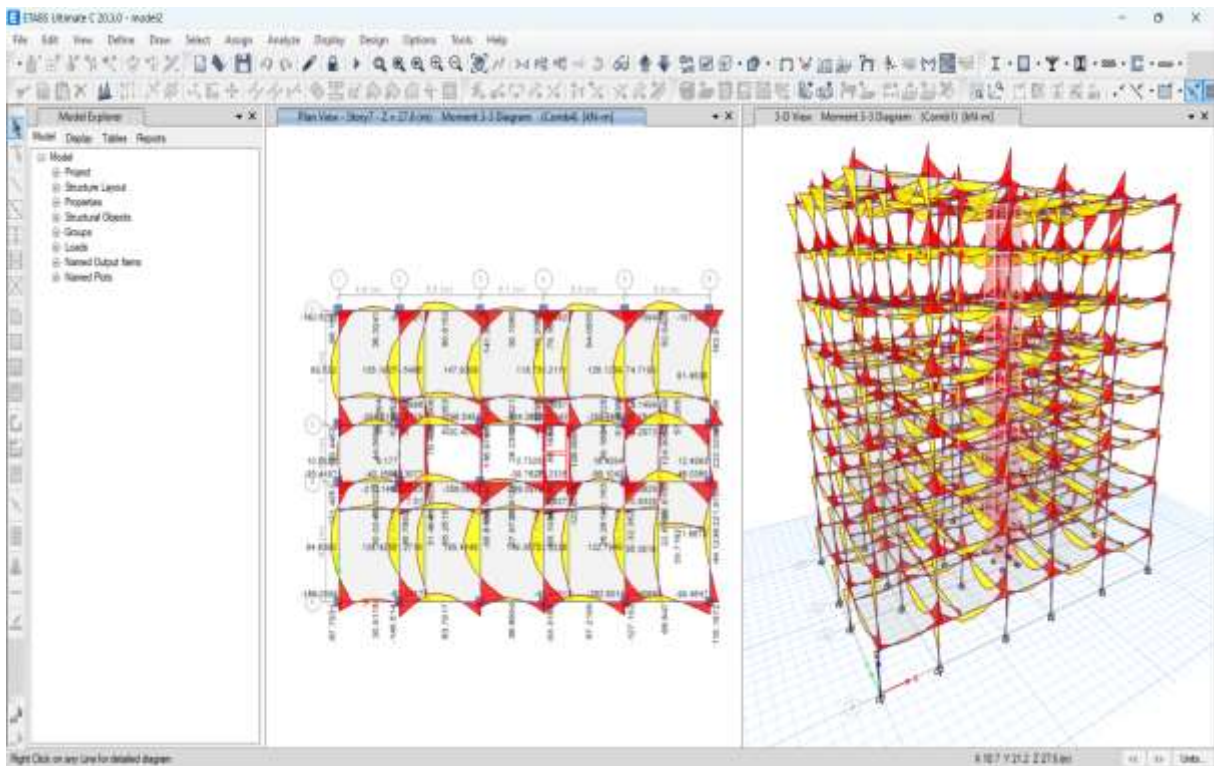
OK      Cancel

*Hình 1.5: Định nghĩa vật liệu*

*Thiết kế kết cấu trụ sở làm việc Toà án nhân dân quận Thanh Khê, thành phố Đà Nẵng*



*Hình 1.6: Vẽ cột, dầm, sàn*

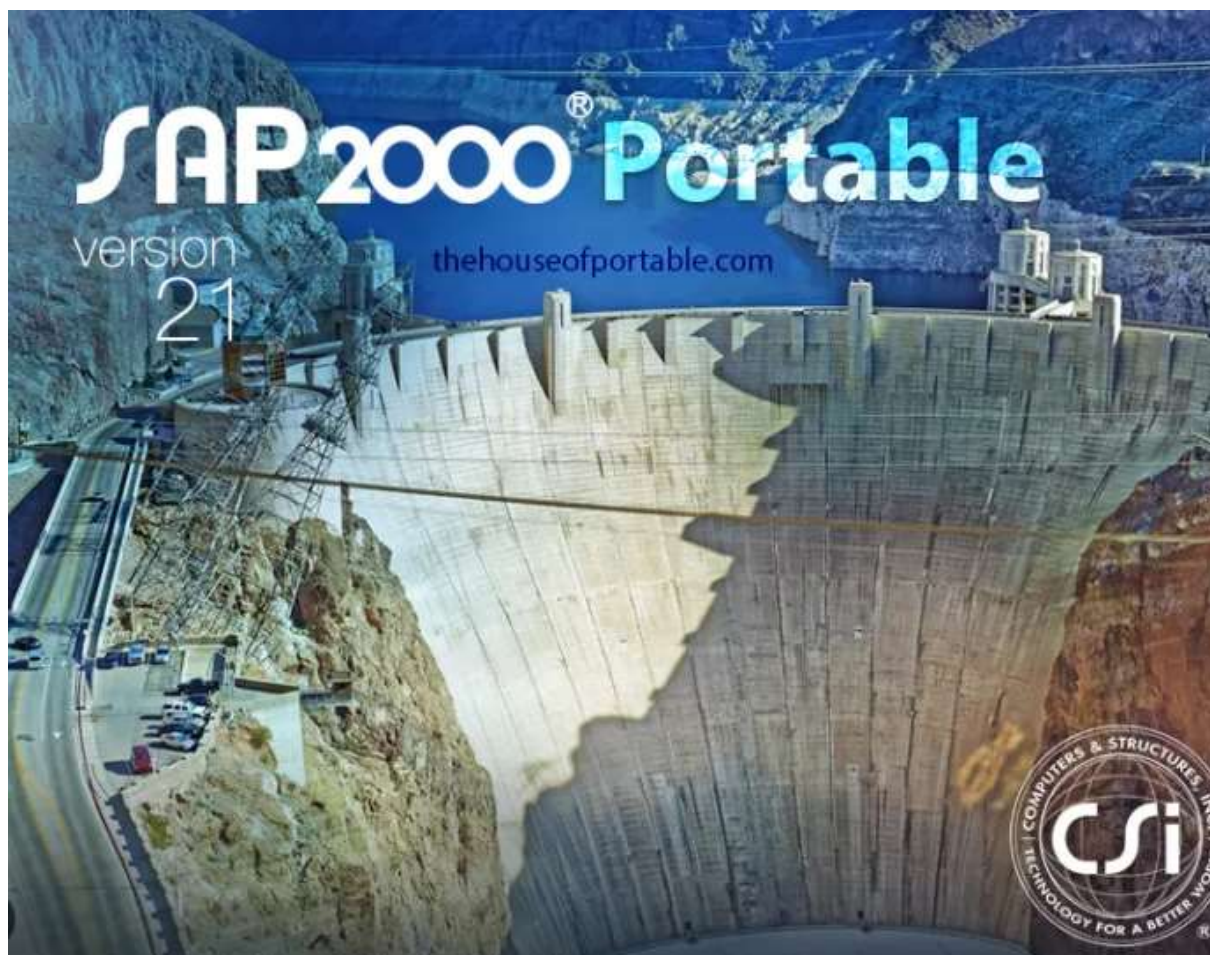


*Hình 1.7: Biểu đồ moment của khung trục 5*

## 2. Ứng dụng Sap2000

### 2.1. Giới thiệu về phần mềm

#### a. Yêu cầu thực tiễn



*Hình 2.1: Giao diện phần mềm Sap2000*

Đời sống hiện đại đòi hỏi sự chính xác và hiệu quả trong thiết kế và thi công các công trình xây dựng, Bên cạnh những phần mềm như Revit hỗ trợ mạnh mẽ trong lĩnh vực kiến trúc, thì trong lĩnh vực phân tích và thiết kế kết cấu, SAP2000 là một công cụ không thể thiếu đối với các kỹ sư kết cấu, Được phát triển bởi hãng CSI, SAP2000 là phần mềm chuyên dụng trong việc mô hình hóa, phân tích và tính toán các hệ kết cấu phức tạp từ cầu đường, nhà cao tầng đến các công trình công nghiệp, Với khả năng xử lý tải trọng tĩnh và động, kể cả động đất hay gió, cùng giao diện trực quan, SAP2000 không chỉ giúp giảm thiểu sai sót mà còn nâng cao độ chính xác trong thiết kế, đảm bảo an toàn và tối ưu hóa vật liệu cho công trình, Nhờ đó, phần mềm này đã trở thành cánh tay đắc lực không thể thiếu của các kỹ sư xây dựng hiện đại.

## **b. Xuất xứ phần mềm**

Phần mềm SAP2000 được phát triển bởi Computers and Structures, Inc, (CSI) – một công ty phần mềm hàng đầu có trụ sở tại Walnut Creek, California, Hoa Kỳ, CSI được thành lập vào năm 1975 bởi Tiến sĩ Ashraf Habibullah, một chuyên gia hàng đầu trong lĩnh vực kỹ thuật kết cấu, SAP2000 là một trong những sản phẩm chủ lực của công ty, ra đời nhằm phục vụ nhu cầu phân tích và thiết kế kết cấu một cách toàn diện, chính xác và trực quan.

Phiên bản đầu tiên của SAP (viết tắt của *Structural Analysis Program*) được giới thiệu từ thập niên 1970, và SAP2000 là phiên bản nâng cao với giao diện đồ họa mạnh mẽ, tích hợp nhiều công cụ phân tích hiện đại như phân tích phi tuyến, động đất, dao động riêng, tải trọng gió, và nhiều tiêu chuẩn thiết kế quốc tế.

SAP2000 hiện nay được sử dụng rộng rãi trên toàn thế giới, từ các trường đại học đến các công ty tư vấn kỹ thuật và tổ chức xây dựng quy mô lớn.

## **c. Tính năng**

Mô hình hóa kết cấu 2D và 3D: dầm, khung, sàn, vòm, vỏ mỏng, cầu dây văng, cầu treo...

Nhập mô hình từ AutoCAD, Revit, IFC hoặc tạo trực tiếp trên phần mềm.

Hỗ trợ tạo các hệ kết cấu không gian phức tạp bằng thao tác kéo – thả trực quan.

## **2.2. Phương pháp tính toán**

- Phương pháp phần tử hữu hạn (FEM – Finite Element Method):

Mô hình kết cấu được chia nhỏ thành các phần tử (dầm, tấm, vỏ, khung...)

Phân tích kết cấu bằng cách giải hệ phương trình nội lực – biến dạng trên từng phần tử

- Phương pháp ma trận độ cứng (Stiffness Matrix Method):

Xây dựng ma trận độ cứng tổng thể từ các phần tử

Áp dụng điều kiện biên và tải trọng để giải hệ phương trình cân bằng

Tính toán chuyển vị nút và nội lực trong kết cấu

- Phân tích tuyến tính và phi tuyến:

Tuyến tính: Giả định vật liệu đàn hồi tuyến tính, phù hợp với tải trọng nhỏ

Phi tuyến: Xét đến vật liệu phi tuyến (thép chảy, bê tông nứt), biến dạng lớn hoặc liên kết phi tuyến

- Phân tích động học:

Phân tích dao động riêng (Eigenvalue Analysis): xác định tần số và dạng dao động riêng

Phân tích phổ phản ứng (Response Spectrum): áp dụng cho thiết kế động đất

Phân tích lịch sử thời gian (Time History): mô phỏng tác động động lực theo thời gian

- Phân tích ổn định kết cấu (Buckling Analysis):

Đánh giá nguy cơ mất ổn định (uốn, xoắn, bực) dưới tải trọng nén

- Phân tích tổ hợp tải trọng:

Tự động kết hợp các tải trọng theo tiêu chuẩn (TCVN, ASCE...)

Xác định nội lực nguy hiểm nhất phục vụ thiết kế

- Phân tích P-Delta:

Tính đến ảnh hưởng của chuyển vị lớn lên nội lực

Phù hợp cho nhà cao tầng và kết cấu chịu tải trọng

### **2.3. Các thao tác sử dụng phần mềm**

- Bước 1: Tạo mô hình mới, thiết lập đơn vị và hệ lưới (Grid)

- Bước 2: Vẽ các phần tử kết cấu: dầm, cột, sàn, tường

- Bước 3: Gán vật liệu và tiết diện cho các phần tử

- Bước 4: Gán tải trọng và điều kiện biên

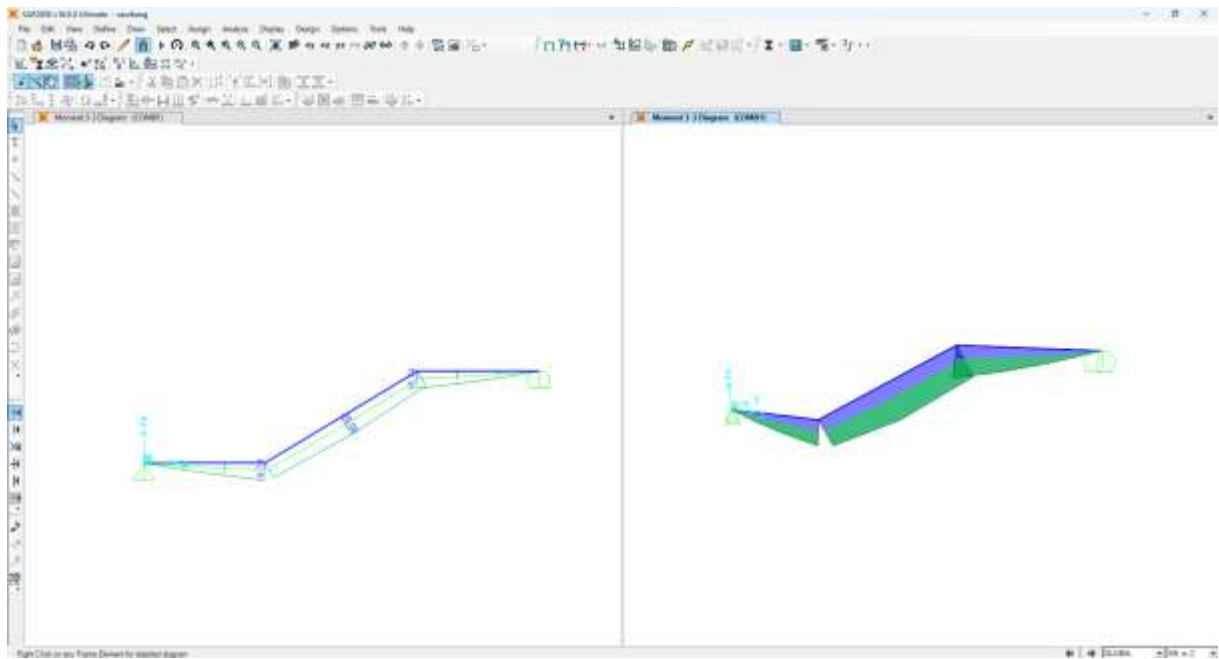
- Bước 5: Khai báo tổ hợp tải trọng và thiết lập phân tích

- Bước 6: Chạy phân tích và xem kết quả nội lực, chuyển vị

- Bước 7: Thiết kế cốt thép, kiểm tra tiết diện theo tiêu chuẩn

- Bước 8: Xuất kết quả, báo cáo và triển khai bản vẽ kết cấu

## 2.4. Ứng dụng phần mềm trong đồ án



*Hình 2.2: Nội lực bản thang được xuất ra từ phần mềm*

## **CHUYÊN ĐỀ 2: LẬP TRÌNH REVIT API LỌC DỮ LIỆU CẤU KIỆN THEO YÊU CẦU**

### **1. Mục tiêu và phạm vi nghiên cứu**

#### **1.1. Sự cần thiết phải xây dựng chương trình tính**

Ngành xây dựng cơ bản đang ngày một phát triển cả về quy mô lẫn chất lượng đã phần nào đáp ứng được nhu cầu về nhà ở và cơ sở vật chất cho sản xuất, Không những thế, nhiều công trình có tầm vóc thế kỷ cũng được xây dựng tạo nên nhiều điểm nhấn trong không gian môi trường sống, Để có được sự độ phá trong xây dựng như hiện nay, chúng ta không thể không nhắc đến sự hỗ trợ đắc lực của máy tính điện tử.

Autodesk là một trong những hãng phần mềm tiên phong và đang dẫn đầu trong việc phát triển các ứng dụng hỗ trợ cho quy trình BIM, Trong đó Autodesk Revit đang nổi lên trở thành một phần mềm không thể thiếu khi nhắc đến BIM.

Revit là phần mềm mạnh mẽ, hỗ trợ đắc lực cho các Kiến trúc sư - Kỹ sư, được xây dựng dựa theo hướng mô hình công trình gán thông tin BIM (Building Information Modeling), cho phép các chuyên gia thiết kế những ý tưởng từ cách tiếp cận trên mô hình phối hợp nhất quán.

Hầu hết các phần mềm đều có một API (Application Programming Interface) cho phép can thiệp sâu hơn vào phần mềm để tạo ra các add-ins, tiện ích giúp giải quyết công việc của chúng ta nhanh và hiệu quả hơn, Bởi tính chất công việc, dự án, quy trình của mỗi công ty là khác nhau nên Autodesk không thể tạo ra quá nhiều công cụ cho Revit mà chỉ tạo ra những thứ chung cho số đông người dùng, Vì vậy, cá nhân hoặc doanh nghiệp nào muốn cải thiện việc xây dựng mô hình trong Revit đòi hỏi phải sử dụng các ngôn ngữ lập trình can thiệp sâu vào phần mềm.

Đặt biệt trong quá trình tạo các bản vẽ khi sử dụng phần mềm Revit, việc lọc các cấu kiện theo kích thước hiện nay phải lọc thủ công, điều đó gây cản trở mất thời gian cho người thực hiện.

#### **1.2. Mục tiêu cần đạt được**

- Các vấn đề cần giải quyết:

Lọc ra các đối tượng kết cấu theo loại (dầm, cột, sàn...) trong mô hình Revit

Lọc theo kích thước cụ thể (chiều dài, rộng, cao, tiết diện...)

Lọc theo vị trí tầng (Level) hoặc view đang làm việc

Hiển thị rõ ràng các thông tin như: tên Family, Type, kích thước, vị trí.

Cho phép người dùng chọn và làm nổi bật các đối tượng sau khi lọc

Hỗ trợ xem nhanh các thông số kỹ thuật để đối chiếu và kiểm tra

- Giao diện chương trình:

Giao diện thân thiện, dễ thao tác và trực quan

Cho phép người dùng chọn loại cấu kiện, điều kiện lọc và tầng cần tìm

Hiển thị danh sách kết quả lọc kèm theo thông tin chi tiết

Cho phép chọn các phần tử từ danh sách để làm nổi bật trong mô hình

Hỗ trợ tìm kiếm nhanh và lọc nâng cao theo nhiều tiêu chí kết hợp

Với các yêu cầu về mục tiêu cần đạt được, tác giả sử dụng ngôn ngữ lập trình C# kết hợp bộ công cụ RevitAPI của Autodesk để xây dựng chương trình Add-in hỗ trợ người dùng lọc và quản lý cấu kiện trong môi trường BIM hiệu quả hơn.

## **2. Tổng quan về RevitAPI và Add-in for Revit**

### **2.1. Tổng quan về RevitAPI**

API là viết tắt của cụm từ Application Programming Interface hay giao diện lập trình ứng dụng, API đơn giản là một công cụ lập trình mà bạn có thể áp dụng trong quá trình làm việc, API cho phép người dùng và các nhà phát triển mở rộng khả năng của ứng dụng hiện có bằng cách viết chương trình hoặc tập lệnh bổ sung chức năng mới cho phần mềm, Revit API cho phép lập trình viên thay đổi trực tiếp các phần tử trong Mô hình thông tin tòa nhà (BIM) hoặc truy cập dữ liệu để thực hiện các tác vụ chuyên biệt, Hay nói một cách đơn giản hơn Revit API là một giao diện lập trình ứng dụng do Autodesk cung cấp với mục đích can thiệp vào quá trình sử dụng Revit bằng các lệnh ngoài.

Các nhà phát triển phần mềm đang tận dụng Revit API để tạo các công cụ tùy chỉnh của riêng họ, Bằng cách sử dụng Revit API, họ có thể nâng cao sức mạnh của Revit để cải thiện quy trình làm việc và tạo ra các thiết kế tòa nhà tốt hơn nhanh hơn.

Revit API cho phép người dùng tương tác với các đối tượng trong mô hình Revit, chẳng hạn như dầm, cột, cửa đi, cửa sổ, ống nước...v.v... bằng cách sử dụng mã lập trình, Nó cũng cho phép người dùng tạo các công cụ để tự động hóa các công việc trên Revit, giúp tăng tốc quá trình và giảm thời gian và chi phí của dự án.

## **2.2. Tổng quan về Add-in**

Add-in là một chương trình viết thêm, chạy phụ thuộc trong một ứng dụng khác để thực thi một số tác vụ chuyên biệt mà ứng dụng đó chưa hoặc không hỗ trợ.

Add-in hay Plugin đều có nghĩa là một chương trình phụ thuộc, bản thân nó không thể chạy độc lập, nó sử dụng các thư viện DLL, các lệnh mở, tài nguyên và dữ liệu của ứng dụng chính, nó thường được dùng để tự động hóa một số chuỗi thao tác có định hướng.

Add-in được sử dụng trong nhiều ứng dụng, đặc biệt trong lĩnh vực đồ họa, Add-in được dùng để vẽ bằng lệnh thay vì bằng chuột cho nhiều đối tượng đồ họa phức tạp khó vẽ bằng chuột hoặc tự động hóa thao tác chỉnh sửa khi các đối tượng liên quan có sự thay đổi...

Viết Add-in bằng nhiều ngôn ngữ khác nhau tùy thuộc vào ứng dụng chính hỗ trợ. Trong Revit thì có 2 ngôn ngữ phổ biến được hỗ trợ là VBA và C Sharp (C#), Dùng VB.net hay C# chỉ khác nhau về cú pháp của ngôn ngữ, lập trình viên có thể tùy chọn ngôn ngữ sở trường của mình để tận dụng lợi thế,.

## **3. Thiết kế cơ sở dữ liệu**

### **3.1. Các khối dữ liệu đầu vào và mối quan hệ**

Đối với công cụ lọc cấu kiện (FilterForm):

Các khối dữ liệu đầu vào gồm:

Category: Loại cấu kiện cần lọc (cột, dầm, sàn)

Level: Tầng mà người dùng muốn lọc (Level từ mô hình Revit)

Parameter Filters: Các điều kiện lọc theo tham số (ví dụ: kích thước chiều cao, bề rộng, vật liệu)

View hoặc Active Document: Dữ liệu của mô hình hiện tại

- Mối quan hệ dữ liệu:

Mỗi cấu kiện có liên kết với một Level cụ thể

Tham số lọc gắn liền với từng FamilyType trong mỗi Category

Việc lọc kết quả dựa trên điều kiện đồng thời giữa Category, Level và Parameter.

### **3.2. Thiết kế cơ sở dữ liệu đầu vào**

Danh sách các Category hợp lệ (Beam, Column, Floor...)

Danh sách các Level có trong mô hình

- **Danh sách các Parameter có thể lọc** (Length, Width, Height, FamilyName...)

### 3.3. Các khối dữ liệu đầu ra

#### **Kết quả lọc:**

Danh sách các cấu kiện thỏa mãn điều kiện lọc, hiển thị trong bảng với thông tin như:

Tên Family – Type

Kích thước

Level

ID phần tử

Tương tác với mô hình:

Khi chọn cấu kiện trong danh sách, phần tử tương ứng sẽ được highlight trong mô hình.

Có thể chọn một hoặc nhiều cấu kiện để thực hiện các tác vụ khác như thống kê, xuất danh sách...

## 4. Phân tích và thiết kế giải thuật

### 4.1. Thiết kế giải thuật tổng thể của toàn bộ chương trình

- Đối với công cụ lọc cấu kiện (FilterForm), giải thuật tổng thể như sau:
  - Bước 1: Bắt đầu
  - Bước 2: Lấy toàn bộ các phần tử thuộc các Category (dầm, cột, sàn...) từ mô hình
  - Bước 3: Lấy thông tin tất cả các Level có trong dự án
  - Bước 4: Người dùng chọn Category, Level và các tham số cần lọc (kích thước, tên Family...)
  - Bước 5: Áp dụng các điều kiện lọc để lọc danh sách phần tử theo yêu cầu
  - Bước 6: Hiển thị danh sách kết quả lọc trên giao diện (DataGridView)
  - Bước 7: Khi người dùng chọn phần tử trong danh sách, phần tử được highlight trên mô hình
  - Bước 8: Kết thúc.

## **4.2. Giải thuật chi tiết đưa dữ liệu đầu vào**

Các dữ liệu đầu vào được lấy trực tiếp từ mô hình Revit thông qua API, Dữ liệu được trích xuất, chọn lọc theo điều kiện người dùng nhập vào từ giao diện:

- **Dữ liệu đầu vào bao gồm:**
  - Danh sách Category cần lọc
  - Danh sách Level trong dự án
  - Các tham số kỹ thuật (Parameter) như: chiều dài, chiều rộng, chiều cao, tên Family...
  - View hiện hành (ActiveView) để phục vụ thao tác highlight

### **4.2.1. Giải thuật chi tiết tất cả các modul tính toán**

- a. Công cụ lọc cấu kiện (FilterForm)
  - Bước 1: Dùng Revit API truy xuất toàn bộ các phần tử thuộc các Category có thể lọc (Beam, Column, Floor...)
  - Bước 2: Lấy danh sách tất cả các Level và hiển thị vào ComboBox để người dùng chọn
  - Bước 3: Khi người dùng chọn loại cấu kiện và tầng, hệ thống lọc ra các phần tử tương ứng
  - Bước 4: Nếu có thêm điều kiện lọc (kích thước, tên Family...) áp dụng tiếp các bộ lọc bằng cách truy xuất Parameter của từng đối tượng và so sánh giá trị
  - Bước 5: Đưa danh sách kết quả thỏa điều kiện vào DataGridView để hiển thị
  - Bước 6: Khi người dùng nhấn chọn một phần tử trong bảng, gọi phương thức UIDocument, Selection, SetElementIds() để highlight phần tử trong mô hình
  - Bước 7: Cho phép xuất danh sách phần tử lọc được ra Excel (nếu cần)
- b. Giải thuật kết xuất và biểu diễn kết quả
  - Các phần tử được lọc ra sẽ hiển thị dưới dạng bảng ngay trên giao diện người dùng
  - Khi chọn vào dòng dữ liệu, phần tử tương ứng sẽ tự động được làm nổi bật trong mô hình 3D
  - Người dùng có thể thao tác trực tiếp trên mô hình, kiểm tra lại kích thước, vị trí

- Cho phép thêm nút “Xuất danh sách ra Excel” nếu cần quản lý dữ liệu ngoài mô hình

## **5. Lựa chọn ngôn ngữ và lập trình**

### **5.1. Lựa chọn ngôn ngữ lập trình**

C# là một ngôn ngữ lập trình hướng đối tượng được phát triển bởi Microsoft, là phần khởi đầu cho kế hoạch .NET của họ, Tên của ngôn ngữ bao gồm ký tự thăng theo Microsoft nhưng theo ECMA là C#, chỉ bao gồm dấu số thường, Microsoft phát triển C# dựa trên C++ và Java, C# được miêu tả là ngôn ngữ có được sự cân bằng giữa C++, Visual Basic, Delphi và Java.

C# được thiết kế chủ yếu bởi Anders Hejlsberg kiến trúc sư phần mềm nổi tiếng với các sản phẩm Turbo Pascal, Delphi, J++, WFC.

Ngôn ngữ lập trình C# có những đặc trưng cơ bản sau:

- + Là một ngôn ngữ thuần hướng đối tượng
- + Là ngôn ngữ khá đơn giản, chỉ có khoảng 80 từ khóa và hơn mười mấy kiểu dữ liệu được dựng sẵn
- + Cung cấp những đặc tính hướng thành phần (component-oriented) như là Property, Event, C# không khuyến khích sử dụng con trỏ như trong C++ nhưng nếu bạn thực sự muốn sử dụng thì phải đánh dấu đây là mã không an toàn (unsafe)
- + C# có bộ Garbage Collector sẽ tự động thu gom vùng nhớ khi không còn sử dụng nữa
- + C# đã loại bỏ đa kế thừa trong C++ mà thay vào đó C# sẽ hỗ trợ thực thi giao diện interface

Một số ưu điểm nổi bật của C#:

- + Gần gũi với các ngôn ngữ lập trình thông dụng (C++, Java, Pascal)
- + Xây dựng dựa trên nền tảng của các ngôn ngữ lập trình mạnh nên thừa hưởng những ưu điểm của những ngôn ngữ đó
- + Cải tiến các khuyết điểm của C/C++ như con trỏ, các hiệu ứng phụ, , , , Dễ tiếp cận, dễ phát triển
- + Được sự chống lưng của .NET Framework

Đi kèm với những điểm mạnh trên thì C# cũng có những nhược điểm:

- + Nhược điểm lớn nhất của C# là chỉ chạy trên nền Windows và có cài .NET Framework
- + Thao tác đối với phần cứng yếu hơn so với ngôn ngữ khác
- + Hầu hết phải dựa vào windows

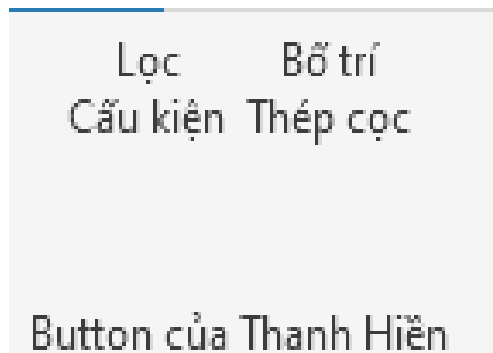
Tuy các nhược điểm như vậy, tại sao lại lựa chọn ngôn ngữ C#?

- + C# là một ngôn ngữ đơn giản, C# là một ngôn ngữ hiện đại,
- + C# là một ngôn ngữ mạnh mẽ và mềm dẻo
- + C# là một ngôn ngữ ít từ khóa, C# là một ngôn ngữ phổ biến
- + C# mang sức mạnh của nhiều ngôn ngữ (C++, Java,...) Mỗi ngôn ngữ sẽ có một thế mạnh phát triển riêng
- + Nhưng C# đang chứng minh cho thế giới thấy nó có khả năng thay thế một số ngôn ngữ khác và trở mạnh ngôn ngữ đa năng

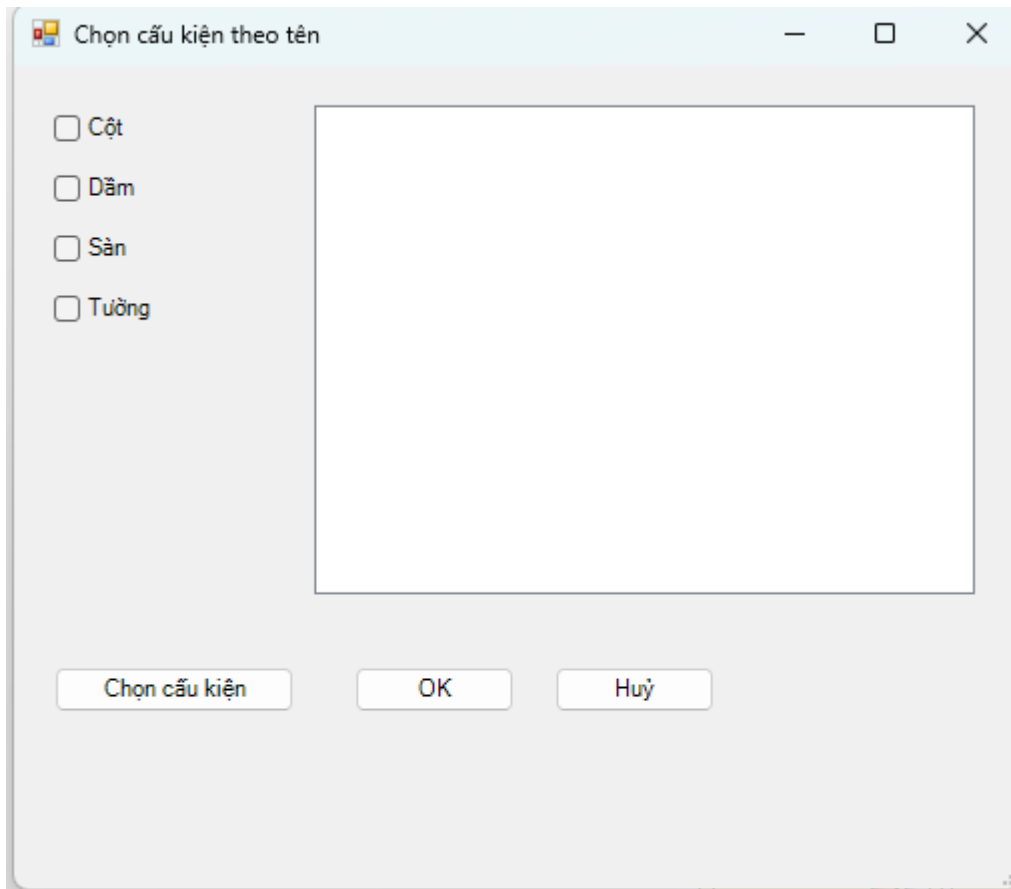
## **5.2. Các form nhập và truy xuất dữ liệu**

### **5.2.1. Tổ chức chương trình – Hệ thống menu**

Bao gồm 1 menu có Button đại diện cho công cụ



*Hình 5.1. Menu quản lí*



*Hình 5.2. Giao diện tạo lọc cấu kiện*

### 5.2.2. Code của tất cả các modul

#### ❖ Code FilterForm:

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Windows.Forms;
using Autodesk.Revit.DB;
using Autodesk.Revit.UI;
using WinForms = System.Windows.Forms;
namespace RevitColumnBeamFilter
{
    public class FilterForm2 : System.Windows.Forms.Form
    {
        {
            private UIDocument _uidoc;
            private Document _doc;
```

```
private CheckBox chkColumn;
private CheckBox chkBeam;
private CheckBox chkSlab;
private CheckBox chkWall;
private CheckedListBox lstElements;
private Button btnPick;
private Button btnOK;
private Button btnCancel;

private Dictionary<string, List<Element>> _groupedElements = new
Dictionary<string, List<Element>>();
private List<ElementId> _highlightedIds = new List<ElementId>();

public List<ElementId> SelectedElementIds => _highlightedIds;

public FilterForm2(UIDocument uidoc)
{
    _uidoc = uidoc;
    _doc = uidoc.Document;

    this.Text = "Chọn cấu kiện theo tên";
    this.Size = new System.Drawing.Size(520, 450);
    InitializeControls();
}

private void InitializeControls()
{
    chkColumn = new CheckBox() { Text = "Cột", Location = new
System.Drawing.Point(20, 20) };
    chkBeam = new CheckBox() { Text = "Dầm", Location = new
System.Drawing.Point(20, 50) };
    chkSlab = new CheckBox() { Text = "Sàn", Location = new
System.Drawing.Point(20, 80) };
    chkWall = new CheckBox() { Text = "Tường", Location = new
System.Drawing.Point(20, 110) };
```

```
chkColumn.CheckedChanged += (s, e) => LoadElements();
chkBeam.CheckedChanged += (s, e) => LoadElements();
chkSlab.CheckedChanged += (s, e) => LoadElements();
chkWall.CheckedChanged += (s, e) => LoadElements();

lstElements = new CheckedListBox()
{
    Location = new System.Drawing.Point(150, 20),
    Size = new System.Drawing.Size(330, 250)
};

btnPick = new Button() { Text = "Chọn cấu kiện", Location = new
System.Drawing.Point(20, 300), Width = 120 };
btnOK = new Button() { Text = "OK", Location = new
System.Drawing.Point(170, 300), Width = 80 };
btnCancel = new Button() { Text = "Huỷ", Location = new
System.Drawing.Point(270, 300), Width = 80 };

btnPick.Click += BtnPick_Click;
btnOK.Click += (s, e) => { this.DialogResult = DialogResult.OK;
this.Close(); };
btnCancel.Click += (s, e) => { this.DialogResult =
DialogResult.Cancel; this.Close(); };

this.Controls.AddRange(new WinForms.Control[]
{
    chkColumn, chkBeam, chkSlab, chkWall,
    lstElements, btnPick, btnOK, btnCancel
});
}

private void LoadElements()
{
    lstElements.Items.Clear();
    _groupedElements.Clear();
}
```

```
List<BuiltInCategory> categories = new List<BuiltInCategory>();
    if (chkColumn.Checked)
categories.Add(BuiltInCategory.OST_StructuralColumns);
    if (chkBeam.Checked)
categories.Add(BuiltInCategory.OST_StructuralFraming);
    if (chkSlab.Checked) categories.Add(BuiltInCategory.OST_Floors);
    if (chkWall.Checked) categories.Add(BuiltInCategory.OST_Walls);

    if (categories.Count == 0) return;

    var collector = new FilteredElementCollector(_doc)
        .WherePasses(new LogicalOrFilter(categories.Select(c =>
(ElementFilter)new ElementCategoryFilter(c)).ToList()))
        .WhereElementIsNotElementType()
        .ToElements();

    foreach (var el in collector)
    {
        string name = string.Empty;

        if (el.Category.Id.Value ==
(int)BuiltInCategory.OST_StructuralFraming)

        {
            // Dầm - lấy tên từ Type
            Element type = _doc.GetElement(el.GetTypeId());
            name = type?.Name ?? "(Không xác định)";
        }
        else
        {
            name = el.Name;
            if (string.IsNullOrEmpty(name))
            {
                Element type = _doc.GetElement(el.GetTypeId());
                name = type?.Name ?? "(Không xác định)";
            }
        }
    }
}
```

```
    }  
  }  
  
  if (!_groupedElements.ContainsKey(name))  
    _groupedElements[name] = new List<Element>();  
  
  _groupedElements[name].Add(el);  
}  
  
foreach (var key in _groupedElements.Keys.OrderBy(k => k))  
{  
  lstElements.Items.Add(key);  
}  
}  
  
private void BtnPick_Click(object sender, EventArgs e)  
{  
  _highlightedIds.Clear();  
  foreach (int i in lstElements.CheckedIndices)  
  {  
    string key = lstElements.Items[i].ToString();  
    if (_groupedElements.TryGetValue(key, out var elements))  
    {  
      _highlightedIds.AddRange(elements.Select(el => el.Id));  
    }  
  }  
  
  if (_highlightedIds.Count == 0)  
  {  
    TaskDialog.Show("Thông báo", "Bạn chưa chọn cấu kiện nào.");  
    return;  
  }  
  
  _uidoc.Selection.SetElementIds(_highlightedIds.Distinct().ToList());  
  
  OverrideGraphicSettings ogs = new OverrideGraphicSettings();
```

```
ogs.SetProjectionLineColor(new Autodesk.Revit.DB.Color(255, 128, 0)); // Màu cam
```

```
using (Transaction t = new Transaction(_doc, "Highlight"))  
{  
    t.Start();  
    foreach (ElementId id in _highlightedIds)  
    {  
        _doc.ActiveView.SetElementOverrides(id, ogs);  
    }  
    t.Commit();  
}
```

```
TaskDialog.Show("Thông báo", $"{\u0110\u0303 highlight  
{_highlightedIds.Count} cấu kiện.");  
}
```

❖ Code khai báo tạo nút button:

```
using Autodesk.Revit.UI;  
using System;  
using System.Reflection;  
  
namespace RevitColumnBeamFilter  
{  
    public class ExternalApplication : IExternalApplication  
    {  
        public Result OnStartup(UIControlledApplication application)  
        {  
            string tabName = "ĐATN";  
            string panelName = "Button của Thanh Hiền";  
            string assemblyPath = Assembly.GetExecutingAssembly().Location;  
  
            try  
            {  
                // Tạo tab nếu chưa tồn tại  
                Application.CreateRibbonTab(tabName);  
            }  
        }  
    }  
}
```

```
}
catch { /* Tab đã tồn tại, bỏ qua */ }

// Tạo panel chứa các nút
RibbonPanel panel = application.CreateRibbonPanel(tabName, panelName);

// =====
// ☉ Nút 1: Lọc cấu kiện
// =====
PushButtonData btnLoc = new PushButtonData(
    "btnLoc",
    "Lọc\nCấu kiện",
    assemblyPath,
    "RevitColumnBeamFilter.ExternalCommand"
);
btnLoc.ToolTip = "Lọc và chọn cột, dầm, tường, sàn trong Revit,";
panel.AddItem(btnLoc);
public Result OnShutdown(UIControlledApplication application)
{
    return Result.Succeeded;
}
}
```

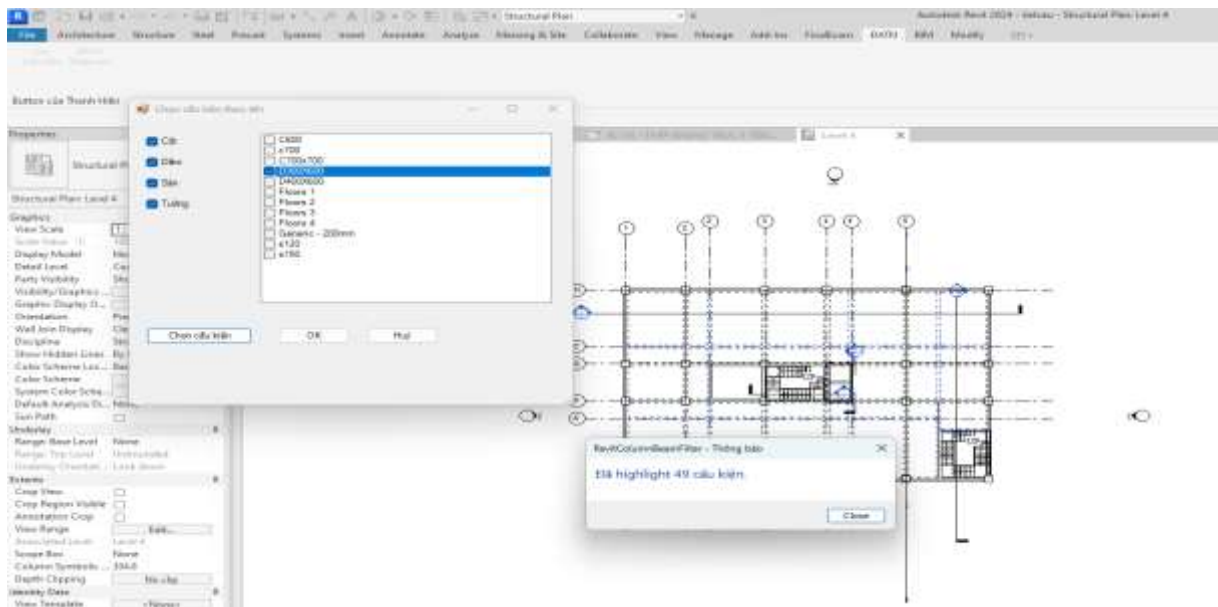
#### ❖ Code ExternalApplication:

```
using Autodesk.Revit.Attributes;
using Autodesk.Revit.DB;
using Autodesk.Revit.UI;
using System.Collections.Generic;

namespace RevitColumnBeamFilter
{
    [Transaction(TransactionMode.Manual)]
    public class ExternalCommand : IExternalCommand
    {
```

public Result Execute(ExternalCommandData commandData, ref string message, ElementSet elements)

```
{  
    UIDocument uidoc = commandData.Application.ActiveUIDocument;  
  
    FilterForm2 form = new FilterForm2(uidoc);  
    if (form.ShowDialog() == System.Windows.Forms.DialogResult.OK)  
    {  
        List<ElementId> selected = form.SelectedElementIds;  
  
        TaskDialog.Show("Danh sách", $"Bạn đã chọn {selected.Count} cấu kiện.");  
    }  
  
    return Result.Succeeded;  
}  
}
```



*Hình 5.3: Kết quả khi chạy chương trình*

## 6. Kết quả

### 6.1. Áp dụng trong thiết kế công trình

Công cụ FilterForm hỗ trợ người dùng trong quá trình kiểm tra, quản lý và lựa chọn nhanh các đối tượng kết cấu trong mô hình Revit. Cho phép lọc theo loại cấu kiện

(dầm, cột, sàn...), vị trí tầng (Level), và các thông số kỹ thuật (kích thước, tên Family, vật liệu...).

Hiển thị trực quan danh sách cấu kiện thỏa điều kiện và hỗ trợ làm nổi bật (highlight) các đối tượng ngay trên mô hình.

Giúp tiết kiệm thời gian thao tác, đặc biệt hiệu quả khi xử lý các mô hình có quy mô lớn hoặc yêu cầu kiểm tra thống kê chi tiết.

## **6.2. Kết luận và kiến nghị**

Công cụ FilterForm là bước khởi đầu trong việc hỗ trợ người dùng lọc và quản lý cấu kiện theo yêu cầu cụ thể trong môi trường làm việc BIM với Revit, Tuy nhiên, công cụ hiện tại vẫn còn giới hạn trong việc xử lý dữ liệu liên kết giữa các cấu kiện (như dầm – cột – sàn – móng,..), chưa tích hợp các chức năng xử lý đa điều kiện hoặc truy xuất dữ liệu thống kê nâng cao, Dựa trên nền tảng nghiên cứu và kết quả đạt được, tôi đề xuất mở rộng chương trình theo hướng:

- Cho phép lọc theo nhiều điều kiện đồng thời (ví dụ: theo vật liệu và kích thước).
- Tích hợp tính năng xuất danh sách ra Excel hoặc tự động thống kê số lượng từng loại cấu kiện.
- Kết hợp các công cụ kiểm tra xung đột (clash detection) hoặc hỗ trợ tổ hợp cấu kiện theo tiêu chuẩn thiết kế.

## **KẾT LUẬN**

Đồ án tốt nghiệp với đề tài “Tính toán kết cấu trụ sở làm việc Tòa án nhân dân quận Thanh Khê, thành phố Đà Nẵng” đã hoàn thành các nội dung chính theo yêu cầu của một đồ án thiết kế công trình dân dụng.

Trong quá trình thực hiện, đồ án đã:

Khảo sát và phân tích nhiệm vụ thiết kế công trình trụ sở làm việc có quy mô và công năng sử dụng phù hợp với cơ quan hành chính nhà nước.

Thiết lập mô hình kết cấu chịu lực chính của công trình gồm hệ khung bê tông cốt thép toàn khối, đảm bảo yêu cầu chịu lực, độ bền và tính kinh tế.

Tính toán kết cấu dầm, sàn, cột, móng, sử dụng tổ hợp tải trọng theo TCVN hiện hành, trong đó đặc biệt chú trọng đến an toàn chịu lực và khả năng thi công.

Triển khai bản vẽ cấu tạo các cấu kiện chính bằng phần mềm Revit/AutoCAD, đảm bảo đủ thông tin phục vụ công tác thi công.

Thông qua đồ án, em đã vận dụng tổng hợp các kiến thức đã học vào thực tế thiết kế một công trình cụ thể, đồng thời rèn luyện kỹ năng tính toán, sử dụng phần mềm, đọc bản vẽ và lập hồ sơ kỹ thuật.

Tuy nhiên, do hạn chế về thời gian và kinh nghiệm thực tế, đồ án khó tránh khỏi một số thiếu sót nhất định. Rất mong nhận được sự đóng góp, chỉ dẫn của quý thầy cô để đồ án được hoàn thiện hơn.

## PHỤ LỤC

Bảng 1: Bảng tính thép dầm khung trục 5

DẦM		M	b	h	a <sub>gt</sub>	h <sub>0</sub>	α <sub>m</sub>	ξ	A <sub>stt</sub>	CHỌN THÉP				As <sup>ch</sup>	μ
		T.m	m	m	m	m			cm <sup>2</sup>	n1	θ	n2	θ	cm <sup>2</sup>	%
B32-MÁI	GỐI 1	20.88	0.4	0.6	0.05	0.55	0.119	0.127	11.58	2	20	2	20	12.56	0.57
	NHỊP	12.26	0.4	0.6	0.05	0.55	0.070	0.073	6.61	2	20	2	20	12.56	0.57
	GỐI 2	22.17	0.4	0.6	0.05	0.55	0.126	0.136	12.35	2	20	2	20	12.56	0.57
B35-MÁI	GỐI 1	6.69	0.4	0.6	0.05	0.55	0.038	0.039	3.54	2	18	0	20	5.09	0.23
	NHỊP	0.37	0.4	0.6	0.05	0.55	0.002	0.002	0.19	2	18	0	20	5.09	0.23
	GỐI 2	5.70	0.4	0.6	0.05	0.55	0.032	0.033	3.01	2	18	0	20	5.09	0.23
B22-MÁI	GỐI 1	22.95	0.4	0.6	0.05	0.55	0.131	0.141	12.83	3	20	2	20	15.70	0.71
	NHỊP	12.42	0.4	0.6	0.05	0.55	0.071	0.073	6.70	2	20	2	20	12.56	0.57
	GỐI 2	20.64	0.4	0.6	0.05	0.55	0.118	0.126	11.44	3	20	1	20	12.56	0.57
B32-TẦNG 7	GỐI 1	23.01	0.4	0.6	0.05	0.55	0.131	0.141	12.86	3	20	2	20	15.70	0.71
	NHỊP	11.34	0.4	0.6	0.05	0.55	0.065	0.067	6.09	2	20	2	20	12.56	0.57
	GỐI 2	22.66	0.4	0.6	0.05	0.55	0.129	0.139	12.65	3	20	2	20	15.70	0.71
B35-TẦNG 7	GỐI 1	4.90	0.4	0.6	0.05	0.55	0.028	0.028	2.58	2	18	0	18	5.09	0.23
	NHỊP	1.24	0.4	0.6	0.05	0.55	0.007	0.007	0.65	2	18	0	18	5.09	0.23
	GỐI 2	3.62	0.4	0.6	0.05	0.55	0.021	0.021	1.90	2	18	0	18	5.09	0.23
B22-TẦNG 7	GỐI 1	23.61	0.4	0.6	0.05	0.55	0.135	0.145	13.22	3	20	2	20	15.70	0.71
	NHỊP	11.41	0.4	0.6	0.05	0.55	0.065	0.067	6.13	2	20	0	20	6.28	0.29
	GỐI 2	22.77	0.4	0.6	0.05	0.55	0.130	0.139	12.71	3	20	2	20	15.70	0.71

*Thiết kế kết cấu trụ sở làm việc Toà án nhân dân quận Thanh Khê, thành phố Đà Nẵng*

DẦM		M	b	h	a <sub>gt</sub>	h <sub>0</sub>	α <sub>m</sub>	ξ	A <sub>stt</sub>	CHỌN THÉP				As <sup>ch</sup>	μ
		T.m	m	m	m	m			cm <sup>2</sup>	n1	θ	n2	θ	cm <sup>2</sup>	%
B32-TẦNG 6	GỐI 1	22.37	0.4	0.6	0.05	0.55	0.127	0.137	12.47	3	20	2	20	15.70	0.71
	NHỊP	11.54	0.4	0.6	0.05	0.55	0.066	0.068	6.21	2	20	2	20	12.56	0.57
	GỐI 2	22.69	0.4	0.6	0.05	0.55	0.129	0.139	12.67	3	20	2	20	15.70	0.71
B35-TẦNG 6	GỐI 1	5.26	0.4	0.6	0.05	0.55	0.030	0.030	2.77	2	18	0	18	5.09	0.23
	NHỊP	0.86	0.4	0.6	0.05	0.55	0.005	0.005	0.45	2	18	0	18	5.09	0.23
	GỐI 2	4.12	0.4	0.6	0.05	0.55	0.023	0.024	2.17	2	18	0	18	5.09	0.23
B22-TẦNG 6	GỐI 1	23.61	0.4	0.6	0.05	0.55	0.135	0.145	13.23	3	20	2	20	15.70	0.71
	NHỊP	11.64	0.4	0.6	0.05	0.55	0.066	0.069	6.26	2	20	0	20	6.28	0.29
	GỐI 2	22.14	0.4	0.6	0.05	0.55	0.126	0.135	12.34	3	20	2	20	15.70	0.71
B32-TẦNG 5	GỐI 1	22.37	0.4	0.6	0.05	0.55	0.128	0.137	12.48	3	20	2	20	15.70	0.71
	NHỊP	11.53	0.4	0.6	0.05	0.55	0.066	0.068	6.20	2	20	2	20	12.56	0.57
	GỐI 2	23.04	0.4	0.6	0.05	0.55	0.131	0.141	12.88	3	20	2	20	15.70	0.71
B35-TẦNG 5	GỐI 1	5.17	0.4	0.6	0.05	0.55	0.029	0.030	2.72	2	18	0	18	5.09	0.23
	NHỊP	0.94	0.4	0.6	0.05	0.55	0.005	0.005	0.49	2	18	0	18	5.09	0.23
	GỐI 2	4.10	0.4	0.6	0.05	0.55	0.023	0.024	2.15	2	18	0	18	5.09	0.23
B22-TẦNG 5	GỐI 1	23.95	0.4	0.6	0.05	0.55	0.137	0.147	13.43	3	20	2	20	15.70	0.71
	NHỊP	11.57	0.4	0.6	0.05	0.55	0.066	0.068	6.22	2	20	0	20	6.28	0.29
	GỐI 2	22.16	0.4	0.6	0.05	0.55	0.126	0.135	12.35	3	20	2	20	15.70	0.71

*Thiết kế kết cấu trụ sở làm việc Toà án nhân dân quận Thanh Khê, thành phố Đà Nẵng*

DẦM		M	b	h	a <sub>gt</sub>	h <sub>0</sub>	α <sub>m</sub>	ξ	A <sub>stt</sub>	CHỌN THÉP				As <sup>ch</sup>	μ
		T.m	m	m	m	m			cm <sup>2</sup>	n1	θ	n2	θ	cm <sup>2</sup>	%
B32-TẦNG 4	GỐI 1	22.19	0.4	0.6	0.05	0.55	0.126	0.136	12.37	3	20	2	20	15.70	0.71
	NHỊP	11.57	0.4	0.6	0.05	0.55	0.066	0.068	6.22	2	20	2	20	12.56	0.57
	GỐI 2	23.46	0.4	0.6	0.05	0.55	0.134	0.144	13.14	3	20	2	20	15.70	0.71
B35-TẦNG 4	GỐI 1	5.15	0.4	0.6	0.05	0.55	0.029	0.030	2.72	2	18	0	18	5.09	0.23
	NHỊP	0.91	0.4	0.6	0.05	0.55	0.005	0.005	0.47	2	18	0	18	5.09	0.23
	GỐI 2	4.20	0.4	0.6	0.05	0.55	0.024	0.024	2.21	2	18	0	18	5.09	0.23
B22-TẦNG 4	GỐI 1	24.36	0.4	0.6	0.05	0.55	0.139	0.150	13.68	3	20	2	20	15.70	0.71
	NHỊP	11.66	0.4	0.6	0.05	0.55	0.066	0.069	6.27	2	20	0	20	6.28	0.29
	GỐI 2	21.99	0.4	0.6	0.05	0.55	0.125	0.134	12.25	3	20	2	20	15.70	0.71
B32-TẦNG 3	GỐI 1	21.95	0.4	0.6	0.05	0.55	0.125	0.134	12.22	3	20	2	20	15.70	0.71
	NHỊP	11.62	0.4	0.6	0.05	0.55	0.066	0.069	6.25	2	20	2	20	12.56	0.57
	GỐI 2	23.97	0.4	0.6	0.05	0.55	0.137	0.148	13.44	3	20	2	20	15.70	0.71
B35-TẦNG 3	GỐI 1	5.16	0.4	0.6	0.05	0.55	0.029	0.030	2.72	2	18	0	18	5.09	0.23
	NHỊP	0.86	0.4	0.6	0.05	0.55	0.005	0.005	0.45	2	18	0	18	5.09	0.23
	GỐI 2	4.35	0.4	0.6	0.05	0.55	0.025	0.025	2.29	2	18	0	18	5.09	0.23
B22-TẦNG 3	GỐI 1	24.85	0.4	0.6	0.05	0.55	0.142	0.153	13.98	3	20	2	20	15.70	0.71
	NHỊP	11.71	0.4	0.6	0.05	0.55	0.067	0.069	6.30	3	20	0	20	9.42	0.43
	GỐI 2	21.77	0.4	0.6	0.05	0.55	0.124	0.133	12.12	3	20	2	20	15.70	0.71

*Thiết kế kết cấu trụ sở làm việc Toà án nhân dân quận Thanh Khê, thành phố Đà Nẵng*

DẦM		M	b	h	a <sub>gt</sub>	h <sub>0</sub>	α <sub>m</sub>	ξ	A <sub>stt</sub>	CHỌN THÉP				As <sup>ch</sup>	μ
		T.m	m	m	m	m			cm <sup>2</sup>	n1	θ	n2	θ	cm <sup>2</sup>	%
B32-TẦNG 2	GỐI 1	21.46	0.4	0.6	0.05	0.55	0.122	0.131	11.93	3	20	2	20	15.70	0.71
	NHỊP	11.74	0.4	0.6	0.05	0.55	0.067	0.069	6.32	2	20	2	20	12.56	0.57
	GỐI 2	24.55	0.4	0.6	0.05	0.55	0.140	0.151	13.80	3	20	2	20	15.70	0.71
B35-TẦNG 2	GỐI 1	5.28	0.4	0.6	0.05	0.55	0.030	0.031	2.78	2	18	0	18	5.09	0.23
	NHỊP	0.67	0.4	0.6	0.05	0.55	0.004	0.004	0.35	2	18	0	18	5.09	0.23
	GỐI 2	4.73	0.4	0.6	0.05	0.55	0.027	0.027	2.49	2	18	0	18	5.09	0.23
B22-TẦNG 2	GỐI 1	25.39	0.4	0.6	0.05	0.55	0.145	0.157	14.31	3	20	2	20	15.70	0.71
	NHỊP	11.84	0.4	0.6	0.05	0.55	0.068	0.070	6.38	3	20	0	20	9.42	0.43
	GỐI 2	21.31	0.4	0.6	0.05	0.55	0.121	0.130	11.84	3	20	2	20	15.70	0.71
B32-TẦNG 1	GỐI 1	20.93	0.4	0.6	0.05	0.55	0.119	0.127	11.62	3	20	2	20	15.70	0.71
	NHỊP	11.86	0.4	0.6	0.05	0.55	0.068	0.070	6.38	2	20	2	20	12.56	0.57
	GỐI 2	25.40	0.4	0.6	0.05	0.55	0.145	0.157	14.32	3	20	2	20	15.70	0.71
B35-TẦNG 1	GỐI 1	5.32	0.4	0.6	0.05	0.55	0.030	0.031	2.81	2	18	0	18	5.09	0.23
	NHỊP	0.51	0.4	0.6	0.05	0.55	0.003	0.003	0.26	2	18	0	18	5.09	0.23
	GỐI 2	5.14	0.4	0.6	0.05	0.55	0.029	0.030	2.71	2	18	0	18	5.09	0.23
B22-TẦNG 1	GỐI 1	19.42	0.4	0.6	0.05	0.55	0.111	0.118	10.72	3	20	2	20	15.70	0.71
	NHỊP	8.77	0.4	0.6	0.05	0.55	0.050	0.051	4.68	2	20	0	20	6.28	0.29
	GỐI 2	15.34	0.4	0.6	0.05	0.55	0.087	0.092	8.35	3	20	2	20	15.70	0.71

Bảng 2. Bảng tính cốt thép cột

Tầng	Phần tử	Tiết diện	C <sub>x</sub> (cm)	C <sub>y</sub> (cm)	b (cm)	h (cm)	l <sub>o</sub> (m)	a (cm)	M (kg.m)	Tr. hợp	e (cm)	x (cm)	μ <sub>min</sub> (%)	A <sub>st</sub> <sup>TT</sup> (cm <sup>2</sup> )	μ <sub>s</sub> (%)	Chọn thép φ						A <sub>st</sub> <sup>ch</sup> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>st</sub> <sup>TT</sup> (cm <sup>2</sup> )
																18	20	22	25	28	32		
Story8	C16	0	70	70	70	70	2.6	3	50803.68	L.T.L	75.65	11.47	0.05%	17.92	0.38%							49.26	43.24
					70	70	2.6		50803.68	L.T.L	74.15	11.47	0.05%	16.05	0.34%								
					70	70	2.6		50803.68	L.T.L	74.15	11.47	0.05%	16.05	0.34%								
		3.7			70	70	2.6		73668.50	L.T.L	99.73	10.48	0.05%	43.24	0.92%								
					70	70	2.6		73668.50	L.T.L	99.73	10.48	0.05%	43.24	0.92%								
					70	70	2.6		73668.50	L.T.L	99.73	10.48	0.05%	43.24	0.92%								
Story7	C16	0	70	70	70	70	2.7	3	38577.17	Đ.T	48.91	44.72	0.05%	4.69	- 1.83%							22.81	4.69
					70	70	2.7		38577.17	Đ.T	47.41	44.72	0.05%	4.69	- 1.83%								
					70	70	2.7		38577.17	Đ.T	47.41	44.72	0.05%	4.69	- 1.83%								
		3.8			70	70	2.7		34125.33	Đ.T	46.16	45.57	0.05%	4.69	- 2.09%								
					70	70	2.7		34125.33	Đ.T	46.16	45.57	0.05%	4.69	- 2.09%								
					70	70	2.7		34125.33	Đ.T	46.16	45.57	0.05%	4.69	- 2.09%								

*Thiết kế kết cấu trụ sở làm việc Toà án nhân dân quận Thanh Khê, thành phố Đà Nẵng*

Tầng	Phần tử	Tiết diện	C <sub>x</sub> (cm)	C <sub>y</sub> (cm)	b (cm)	h (cm)	l <sub>o</sub> (m)	a (cm)	M (kg.m)	Tr. hợp	e (cm)	x (cm)	μ <sub>min</sub> (%)	A <sub>st</sub> <sup>TT</sup> (cm <sup>2</sup> )	μ <sub>s</sub> (%)	Chọn thép φ						A <sub>st</sub> <sup>ch</sup> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>st</sub> <sup>TT</sup> (cm <sup>2</sup> )
																18	20	22	25	28	32		
Story6	C16	0	70	70	70	70	2.7	3	39403.36	Đ.T	43.54	49.51	0.05%	4.69	-1.41%							22.81	4.69
					70	70	2.7		39403.36	Đ.T	42.04	49.51	0.05%	4.69	-1.41%								
					70	70	2.7		39403.36	Đ.T	42.04	49.51	0.05%	4.69	-1.41%								
		3.8			70	70	2.7		40717.16	Đ.T	42.80	48.63	0.05%	4.69	-1.41%								
					70	70	2.7		40717.16	Đ.T	42.80	48.63	0.05%	4.69	-1.41%								
					70	70	2.7		40717.16	Đ.T	42.80	48.63	0.05%	4.69	-1.41%								
Story5	C16	0	70	70	70	70	2.7	3	37340.43	Đ.T	40.20	54.47	0.05%	4.69	-0.87%							22.81	4.69
					70	70	2.7		37340.43	Đ.T	38.70	54.47	0.05%	4.69	-0.87%								
					70	70	2.7		37340.43	Đ.T	38.70	54.47	0.05%	4.69	-0.87%								
		3.8			70	70	2.7		37531.16	Đ.T	38.93	54.07	0.05%	4.69	-0.92%								
					70	70	2.7		37531.16	Đ.T	38.93	54.07	0.05%	4.69	-0.92%								
					70	70	2.7		37531.16	Đ.T	38.93	54.07	0.05%	4.69	-0.92%								
Story4	C16	0	70	70	70	70	2.7	3	36654.19	Đ.T	38.42	57.80	0.05%	4.69	-0.22%							22.81	4.69
					70	70	2.7		36654.19	Đ.T	36.92	57.80	0.05%	4.69	-0.22%								
					70	70	2.7		36654.19	Đ.T	36.92	57.80	0.05%	4.69	-0.22%								
		3.8			70	70	2.7		36638.28	Đ.T	37.03	57.57	0.05%	4.69	-0.28%								
					70	70	2.7		36638.28	Đ.T	37.03	57.57	0.05%	4.69	-0.28%								
					70	70	2.7		36638.28	Đ.T	37.03	57.57	0.05%	4.69	-0.28%								





*Thiết kế kết cấu trụ sở làm việc Toà án nhân dân quận Thanh Khê, thành phố Đà Nẵng*

Tầng	Phần tử	Tiết diện	C <sub>x</sub> (cm)	C <sub>y</sub> (cm)	b (cm)	h (cm)	l <sub>o</sub> (m)	a (cm)	M (kg.m)	Tr. hợp	e (cm)	x (cm)	μ <sub>min</sub> (%)	A <sub>st</sub> <sup>TT</sup> (cm <sup>2</sup> )	μ <sub>s</sub> (%)	Chọn thép φ						A <sub>st</sub> <sup>ch</sup> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>st</sub> <sup>TT</sup> (cm <sup>2</sup> )
																18	20	22	25	28	32		
Story8	C17	0	70	70	70	70	2.6	3	49617.66	L.T.L	88.17	8.70	0.05%	24.13	0.51%							61.58	51.56
					70	70	2.6		49617.66	L.T.L	86.67	8.70	0.05%	22.71	0.48%								
					70	70	2.6		49617.66	L.T.L	86.67	8.70	0.05%	22.71	0.48%								
		3.7			70	70	2.6		73753.33	L.T.L	124.62	7.72	0.05%	51.56	1.10%								
					70	70	2.6		73753.33	L.T.L	124.62	7.72	0.05%	51.56	1.10%								
					70	70	2.6		73753.33	L.T.L	124.62	7.72	0.05%	51.56	1.10%								
Story7	C17	0	70	70	70	70	2.7	3	37972.30	L.T.L	53.53	17.38	0.05%	9.03	0.19%							22.81	11.86
					70	70	2.7		37972.30	L.T.L	52.03	17.38	0.05%	11.86	0.25%								
					70	70	2.7		37972.30	L.T.L	52.03	17.38	0.05%	11.86	0.25%								
		3.8			70	70	2.7		32342.69	Đ.T	49.97	43.33	0.05%	4.69	-2.22%								
					70	70	2.7		32342.69	Đ.T	49.97	43.33	0.05%	4.69	-2.22%								
					70	70	2.7		32342.69	Đ.T	49.97	43.33	0.05%	4.69	-2.22%								
Story6	C17	0	70	70	70	70	2.7	3	40043.63	Đ.T	47.13	45.97	0.05%	4.69	-1.68%							22.81	4.69
					70	70	2.7		40043.63	Đ.T	45.63	45.97	0.05%	4.69	-1.68%								
					70	70	2.7		40043.63	Đ.T	45.63	45.97	0.05%	4.69	-1.68%								
		3.8			70	70	2.7		41085.71	Đ.T	46.65	45.22	0.05%	4.69	-1.66%								
					70	70	2.7		41085.71	Đ.T	46.65	45.22	0.05%	4.69	-1.66%								
					70	70	2.7		41085.71	Đ.T	46.65	45.22	0.05%	4.69	-1.66%								

*Thiết kế kết cấu trụ sở làm việc Toà án nhân dân quận Thanh Khê, thành phố Đà Nẵng*

Tầng	Phần tử	Tiết diện	C <sub>x</sub> (cm)	C <sub>y</sub> (cm)	b (cm)	h (cm)	l <sub>o</sub> (m)	a (cm)	M (kg.m)	Tr. hợp	e (cm)	x (cm)	μ <sub>min</sub> (%)	A <sub>st</sub> <sup>TT</sup> (cm <sup>2</sup> )	μ <sub>s</sub> (%)	Chọn thép φ						A <sub>st</sub> <sup>ch</sup> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>st</sub> <sup>TT</sup> (cm <sup>2</sup> )
																18	20	22	25	28	32		
Story5	C17	0	70	70	70	70	2.7	3	38921.72	Đ.T	43.03	50.16	0.05%	4.69	-1.36%							22.81	4.69
					70	70	2.7		38921.72	Đ.T	41.53	50.16	0.05%	4.69	-1.36%								
					70	70	2.7		38921.72	Đ.T	41.53	50.16	0.05%	4.69	-1.36%								
		3.8			70	70	2.7		38613.36	Đ.T	41.77	49.85	0.05%	4.69	-1.42%								
					70	70	2.7		38613.36	Đ.T	41.77	49.85	0.05%	4.69	-1.42%								
					70	70	2.7		38613.36	Đ.T	41.77	49.85	0.05%	4.69	-1.42%								
Story4	C17	0	70	70	70	70	2.7	3	39197.50	Đ.T	40.88	53.31	0.05%	4.69	-0.89%							22.81	4.69
					70	70	2.7		39197.50	Đ.T	39.38	53.31	0.05%	4.69	-0.89%								
					70	70	2.7		39197.50	Đ.T	39.38	53.31	0.05%	4.69	-0.89%								
		3.8			70	70	2.7		39200.38	Đ.T	39.59	52.97	0.05%	4.69	-0.95%								
					70	70	2.7		39200.38	Đ.T	39.59	52.97	0.05%	4.69	-0.95%								
					70	70	2.7		39200.38	Đ.T	39.59	52.97	0.05%	4.69	-0.95%								
Story3	C17	0	70	70	70	70	2.9	3	39768.52	Đ.T	39.48	55.75	0.05%	4.69	-0.39%							22.81	4.69
					70	70	2.9		39768.52	Đ.T	37.98	55.75	0.05%	4.69	-0.39%								
					70	70	2.9		39768.52	Đ.T	37.98	55.75	0.05%	4.69	-0.39%								
		4.2			70	70	2.9		38508.32	Đ.T	37.90	55.90	0.05%	4.69	-0.48%								
					70	70	2.9		38508.32	Đ.T	37.90	55.90	0.05%	4.69	-0.48%								
					70	70	2.9		38508.32	Đ.T	37.90	55.90	0.05%	4.69	-0.48%								

*Thiết kế kết cấu trụ sở làm việc Toà án nhân dân quận Thanh Khê, thành phố Đà Nẵng*

Tầng	Phần tử	Tiết diện	C <sub>x</sub> (cm)	C <sub>y</sub> (cm)	b (cm)	h (cm)	l <sub>o</sub> (m)	a (cm)	M (kg.m)	Tr. hợp	e (cm)	x (cm)	μ <sub>min</sub> (%)	A <sub>st</sub> <sup>TT</sup> (cm <sup>2</sup> )	μ <sub>s</sub> (%)	Chọn thép φ						A <sub>st</sub> <sup>ch</sup> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>st</sub> <sup>TT</sup> (cm <sup>2</sup> )
																18	20	22	25	28	32		
Story2	C17	0	70	70	70	70	3.5	3	37399.72	Đ.T	38.00	58.63	0.10%	4.82	0.10%							30.41	9.38
					70	70	3.5		37399.72	Đ.T	36.50	58.63	0.10%	4.82	0.10%								
					70	70	3.5		37399.72	Đ.T	36.50	58.63	0.10%	4.82	0.10%								
		5			70	70	3.5		37343.80	Đ.T	36.62	58.38	0.10%	9.38	0.02%								
					70	70	3.5		37343.80	Đ.T	36.62	58.38	0.10%	9.38	0.02%								
					70	70	3.5		37343.80	Đ.T	36.62	58.38	0.10%	9.38	0.02%								
Story1	C17	0	70	70	70	70	2.2	3	16783.38	Đ.T	34.80	64.65	0.05%	14.37	0.31%							30.41	28.63
					70	70	2.2		16783.38	Đ.T	33.30	64.65	0.05%	14.37	0.31%								
					70	70	2.2		16783.38	Đ.T	33.30	64.65	0.05%	14.37	0.31%								
		3.2			70	70	2.2		39490.36	Đ.T	36.12	59.39	0.05%	28.63	0.61%								
					70	70	2.2		39490.36	Đ.T	36.12	59.39	0.05%	28.63	0.61%								
					70	70	2.2		39490.36	Đ.T	36.12	59.39	0.05%	28.63	0.61%								

*Thiết kế kết cấu trụ sở làm việc Toà án nhân dân quận Thanh Khê, thành phố Đà Nẵng*

Tầng	Phần tử	Tiết diện	C <sub>x</sub> (cm)	C <sub>y</sub> (cm)	b (cm)	h (cm)	l <sub>o</sub> (m)	a (cm)	M (kg.m)	Tr. hợp	e (cm)	x (cm)	μ <sub>min</sub> (%)	A <sub>st</sub> <sup>TT</sup> (cm <sup>2</sup> )	μ <sub>s</sub> (%)	Chọn thép φ						A <sub>st</sub> <sup>ch</sup> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>st</sub> <sup>TT</sup> (cm <sup>2</sup> )					
																18	20	22	25	28	32							
Story8	C23	0	70	70	70	70	2.6	3	61284.95	L.T.L	106.22	8.14	0.05%	38.25	0.82%							12	73.89	71.93				
					70	70	2.6		61284.95	L.T.L	104.72	8.14	0.05%	36.93	0.79%													
					70	70	2.6		61284.95	L.T.L	104.72	8.14	0.05%	36.93	0.79%													
		3.7			70	70	2.6		91115.15	L.T.L	156.00	7.15	0.05%	71.93	1.53%													
					70	70	2.6		91115.15	L.T.L	156.00	7.15	0.05%	71.93	1.53%													
					70	70	2.6		91115.15	L.T.L	156.00	7.15	0.05%	71.93	1.53%													
Story7	C23	0	70	70	70	70	2.7	3	46559.91	L.T.L	60.14	16.30	0.05%	4.69	0.05%										30.41	5.20		
					70	70	2.7		46559.91	L.T.L	58.64	16.30	0.05%	4.69	0.01%													
					70	70	2.7		46559.91	L.T.L	58.64	16.30	0.05%	4.69	0.01%													
		3.8			70	70	2.7		39930.61	L.T.L	56.23	15.29	0.05%	5.20	0.11%													
					70	70	2.7		39930.61	L.T.L	56.23	15.29	0.05%	5.20	0.11%													
					70	70	2.7		39930.61	L.T.L	56.23	15.29	0.05%	5.20	0.11%													
Story6	C23	0	70	70	70	70	2.7	3	48230.81	Đ.T	51.42	43.35	0.05%	4.69	-1.18%												30.41	10.16
					70	70	2.7		48230.81	Đ.T	49.92	43.35	0.05%	4.69	-1.18%													
					70	70	2.7		48230.81	Đ.T	49.92	43.35	0.05%	4.69	-1.18%													
		3.8			70	70	2.7		49489.52	L.T.L	51.29	23.46	0.05%	10.16	0.22%													
					70	70	2.7		49489.52	L.T.L	51.29	23.46	0.05%	10.16	0.22%													
					70	70	2.7		49489.52	L.T.L	51.29	23.46	0.05%	10.16	0.22%													

Thiết kế kết cấu trụ sở làm việc Tòa án nhân dân quận Thanh Khê, thành phố Đà Nẵng

*Thiết kế kết cấu trụ sở làm việc Toà án nhân dân quận Thanh Khê, thành phố Đà Nẵng*

Tầng	Phần tử	Tiết diện	C <sub>x</sub> (cm)	C <sub>y</sub> (cm)	b (cm)	h (cm)	l <sub>o</sub> (m)	a (cm)	M (kg.m)	Tr. hợp	e (cm)	x (cm)	μ <sub>min</sub> (%)	A <sub>st</sub> <sup>TT</sup> (cm <sup>2</sup> )	μ <sub>s</sub> (%)	Chọn thép φ						A <sub>st</sub> <sup>ch</sup> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>st</sub> <sup>TT</sup> (cm <sup>2</sup> )
																18	20	22	25	28	32		
Story5	C23	0	70	70	70	70	2.7	3	46100.50	Đ.T	45.91	47.00	0.05%	4.69	-1.20%			8				30.41	4.69
					70	70	2.7		46100.50	Đ.T	44.41	47.00	0.05%	4.69	-1.20%								
					70	70	2.7		46100.50	Đ.T	44.41	47.00	0.05%	4.69	-1.20%								
		3.8			70	70	2.7		45740.64	Đ.T	44.74	46.70	0.05%	4.69	-1.25%								
					70	70	2.7		45740.64	Đ.T	44.74	46.70	0.05%	4.69	-1.25%								
					70	70	2.7		45740.64	Đ.T	44.74	46.70	0.05%	4.69	-1.25%								
Story4	C23	0	70	70	70	70	2.7	3	45578.70	Đ.T	43.00	50.20	0.05%	4.69	-0.85%			8				30.41	4.69
					70	70	2.7		45578.70	Đ.T	41.50	50.20	0.05%	4.69	-0.85%								
					70	70	2.7		45578.70	Đ.T	41.50	50.20	0.05%	4.69	-0.85%								
		3.8			70	70	2.7		44971.64	Đ.T	41.62	50.03	0.05%	4.69	-0.92%								
					70	70	2.7		44971.64	Đ.T	41.62	50.03	0.05%	4.69	-0.92%								
					70	70	2.7		44971.64	Đ.T	41.62	50.03	0.05%	4.69	-0.92%								
Story3	C23	0	70	70	70	70	2.9	3	44813.41	Đ.T	40.98	53.14	0.05%	4.69	-0.44%			8				30.41	4.69
					70	70	2.9		44813.41	Đ.T	39.48	53.14	0.05%	4.69	-0.44%								
					70	70	2.9		44813.41	Đ.T	39.48	53.14	0.05%	4.69	-0.44%								
		4.2			70	70	2.9		42374.50	Đ.T	39.19	53.63	0.05%	4.69	-0.57%								
					70	70	2.9		42374.50	Đ.T	39.19	53.63	0.05%	4.69	-0.57%								
					70	70	2.9		42374.50	Đ.T	39.19	53.63	0.05%	4.69	-0.57%								

*Thiết kế kết cấu trụ sở làm việc Toà án nhân dân quận Thanh Khê, thành phố Đà Nẵng*

Tầng	Phần tử	Tiết diện	C <sub>x</sub> (cm)	C <sub>y</sub> (cm)	b (cm)	h (cm)	l <sub>o</sub> (m)	a (cm)	M (kg.m)	Tr. hợp	e (cm)	x (cm)	μ <sub>min</sub> (%)	A <sub>st</sub> <sup>TT</sup> (cm <sup>2</sup> )	μ <sub>s</sub> (%)	Chọn thép φ						A <sub>st</sub> <sup>ch</sup> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>st</sub> <sup>TT</sup> (cm <sup>2</sup> )
																18	20	22	25	28	32		
Story2	C23	0	70	70	70	70	3.5	3	40292.88	Đ.T	38.88	56.90	0.10%	9.38	-0.06%			8				30.41	9.38
					70	70	3.5		40292.88	Đ.T	37.38	56.90	0.10%	9.38	-0.06%								
					70	70	3.5		40292.88	Đ.T	37.38	56.90	0.10%	9.38	-0.06%								
		5			70	70	3.5		38959.91	Đ.T	37.31	57.03	0.10%	9.38	-0.16%								
					70	70	3.5		38959.91	Đ.T	37.31	57.03	0.10%	9.38	-0.16%								
					70	70	3.5		38959.91	Đ.T	37.31	57.03	0.10%	9.38	-0.16%								
Story1	C23	0	70	70	70	70	2.2	3	18545.68	Đ.T	34.80	64.65	0.05%	4.69	0.02%			8				30.41	16.36
					70	70	2.2		18545.68	Đ.T	33.30	64.65	0.05%	4.69	0.02%								
					70	70	2.2		18545.68	Đ.T	33.30	64.65	0.05%	4.69	0.02%								
		3.2			70	70	2.2		39285.82	Đ.T	36.46	58.70	0.05%	16.36	0.35%								
					70	70	2.2		39285.82	Đ.T	36.46	58.70	0.05%	16.36	0.35%								
					70	70	2.2		39285.82	Đ.T	36.46	58.70	0.05%	16.36	0.35%								

*Thiết kế kết cấu trụ sở làm việc Toà án nhân dân quận Thanh Khê, thành phố Đà Nẵng*

Tầng	Phần tử	Tiết diện	C <sub>x</sub> (cm)	C <sub>y</sub> (cm)	b (cm)	h (cm)	l <sub>o</sub> (m)	a (cm)	M (kg.m)	Tr. hợp	e (cm)	x (cm)	μ <sub>min</sub> (%)	A <sub>st</sub> <sup>TT</sup> (cm <sup>2</sup> )	μ <sub>s</sub> (%)	Chọn thép φ						A <sub>st</sub> <sup>ch</sup> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>st</sub> <sup>TT</sup> (cm <sup>2</sup> )
																18	20	22	25	28	32		
Story8	C15	0	70	70	70	70	2.6	3	45511.22	L.T.L	71.52	11.34	0.05%	16.38	0.35%							49.26	46.48
					70	70	2.6		45511.22	L.T.L	70.02	11.34	0.05%	13.97	0.30%								
					70	70	2.6		45511.22	L.T.L	70.02	11.34	0.05%	13.97	0.30%								
		3.7			70	70	2.6		66257.04	L.T.L	93.49	10.36	0.05%	46.48	0.99%								
					70	70	2.6		66257.04	L.T.L	93.49	10.36	0.05%	46.48	0.99%								
					70	70	2.6		66257.04	L.T.L	93.49	10.36	0.05%	46.48	0.99%								
Story7	C15	0	70	70	70	70	2.7	3	34469.90	Đ.T	47.23	47.45	0.05%	4.69	-2.71%							22.81	4.69
					70	70	2.7		34469.90	Đ.T	45.73	47.45	0.05%	4.69	-2.71%								
					70	70	2.7		34469.90	Đ.T	45.73	47.45	0.05%	4.69	-2.71%								
		3.8			70	70	2.7		30350.72	Đ.T	44.55	48.37	0.05%	4.69	-3.00%								
					70	70	2.7		30350.72	Đ.T	44.55	48.37	0.05%	4.69	-3.00%								
					70	70	2.7		30350.72	Đ.T	44.55	48.37	0.05%	4.69	-3.00%								
Story6	C15	0	70	70	70	70	2.7	3	35563.33	Đ.T	42.50	52.05	0.05%	4.69	-2.03%							22.81	4.69
					70	70	2.7		35563.33	Đ.T	41.00	52.05	0.05%	4.69	-2.03%								
					70	70	2.7		35563.33	Đ.T	41.00	52.05	0.05%	4.69	-2.03%								
		3.8			70	70	2.7		36859.19	Đ.T	41.73	51.17	0.05%	4.69	-2.05%								
					70	70	2.7		36859.19	Đ.T	41.73	51.17	0.05%	4.69	-2.05%								
					70	70	2.7		36859.19	Đ.T	41.73	51.17	0.05%	4.69	-2.05%								

*Thiết kế kết cấu trụ sở làm việc Toà án nhân dân quận Thanh Khê, thành phố Đà Nẵng*

Tầng	Phần tử	Tiết diện	C <sub>x</sub> (cm)	C <sub>y</sub> (cm)	b (cm)	h (cm)	l <sub>o</sub> (m)	a (cm)	M (kg.m)	Tr. hợp	e (cm)	x (cm)	μ <sub>min</sub> (%)	A <sub>st</sub> <sup>TT</sup> (cm <sup>2</sup> )	μ <sub>s</sub> (%)	Chọn thép φ						A <sub>st</sub> <sup>ch</sup> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>st</sub> <sup>TT</sup> (cm <sup>2</sup> )
																18	20	22	25	28	32		
Story5	C15	0	70	70	70	70	2.7	3	33994.50	Đ.T	39.52	56.52	0.05%	4.69	-1.28%			6				22.81	4.69
					70	70	2.7		33994.50	Đ.T	38.02	56.52	0.05%	4.69	-1.28%								
					70	70	2.7		33994.50	Đ.T	38.02	56.52	0.05%	4.69	-1.28%								
		3.8			70	70	2.7		34258.02	Đ.T	38.26	56.12	0.05%	4.69	-1.34%								
					70	70	2.7		34258.02	Đ.T	38.26	56.12	0.05%	4.69	-1.34%								
					70	70	2.7		34258.02	Đ.T	38.26	56.12	0.05%	4.69	-1.34%								
Story4	C15	0	70	70	70	70	2.7	3	33759.75	Đ.T	37.96	59.32	0.05%	4.69	-0.41%			6				22.81	4.69
					70	70	2.7		33759.75	Đ.T	36.46	59.32	0.05%	4.69	-0.41%								
					70	70	2.7		33759.75	Đ.T	36.46	59.32	0.05%	4.69	-0.41%								
		3.8			70	70	2.7		33871.91	Đ.T	36.59	59.08	0.05%	4.69	-0.48%								
					70	70	2.7		33871.91	Đ.T	36.59	59.08	0.05%	4.69	-0.48%								
					70	70	2.7		33871.91	Đ.T	36.59	59.08	0.05%	4.69	-0.48%								
Story3	C15	0	70	70	70	70	2.9	3	33473.41	Đ.T	36.89	61.29	0.05%	22.59	0.48%			6				22.81	22.59
					70	70	2.9		33473.41	Đ.T	35.39	61.29	0.05%	22.59	0.48%								
					70	70	2.9		33473.41	Đ.T	35.39	61.29	0.05%	22.59	0.48%								
		4.2			70	70	2.9		32347.86	Đ.T	35.31	61.45	0.05%	17.11	0.36%								
					70	70	2.9		32347.86	Đ.T	35.31	61.45	0.05%	17.11	0.36%								
					70	70	2.9		32347.86	Đ.T	35.31	61.45	0.05%	17.11	0.36%								

*Thiết kế kết cấu trụ sở làm việc Toà án nhân dân quận Thanh Khê, thành phố Đà Nẵng*

Tầng	Phần tử	Tiết diện	C <sub>x</sub> (cm)	C <sub>y</sub> (cm)	b (cm)	h (cm)	l <sub>o</sub> (m)	a (cm)	M (kg.m)	Tr. hợp	e (cm)	x (cm)	μ <sub>min</sub> (%)	A <sub>st</sub> <sup>TT</sup> (cm <sup>2</sup> )	μ <sub>s</sub> (%)	Chọn thép φ						A <sub>st</sub> <sup>ch</sup> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>st</sub> <sup>TT</sup> (cm <sup>2</sup> )
																18	20	22	25	28	32		
Story2	C15	0	70	70	70	70	3.5	3	32532.66	Đ.T	36.03	62.84	0.10%	67.69	1.44%							73.89	67.69
					70	70	3.5		32532.66	Đ.T	34.53	62.84	0.10%	67.69	1.44%								
					70	70	3.5		32532.66	Đ.T	34.53	62.84	0.10%	67.69	1.44%								
		5			70	70	3.5		32055.78	Đ.T	34.54	62.82	0.10%	62.16	1.33%								
					70	70	3.5		32055.78	Đ.T	34.54	62.82	0.10%	62.16	1.33%								
					70	70	3.5		32055.78	Đ.T	34.54	62.82	0.10%	62.16	1.33%								
Story1	C15	0	70	70	70	70	2.2	3	14811.67	Đ.T	34.80	64.82	0.05%	105.59	2.25%							112.59	111.84
					70	70	2.2		14811.67	Đ.T	33.30	64.82	0.05%	105.59	2.25%								
					70	70	2.2		14811.67	Đ.T	33.30	64.82	0.05%	105.59	2.25%								
		3.2			70	70	2.2		34942.25	Đ.T	34.30	63.24	0.05%	111.84	2.38%								
					70	70	2.2		34942.25	Đ.T	34.30	63.24	0.05%	111.84	2.38%								
					70	70	2.2		34942.25	Đ.T	34.30	63.24	0.05%	111.84	2.38%								

Bảng 3. Bảng tính độ võng dầm

Tầng	Tiết diện dầm	Vị trí	Vị trí m	Độ cong	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a(mm)	$\delta$	$\nu$	$\varphi_{ls}$	$\psi_s$	so sánh	1/ri	1/r		
T2	B18	Đầu gối	0	1/r1	8100	400	600	30	0.0811	0.45	1.1	0.760357	Dầm bình thường	2.02659E-06	4.45E-06		
				1/r2		400	600	30	0.0394	0.45	1.1	0.247753	Dầm bình thường	5.33584E-07			
				1/r3		400	600	30	0.0509	0.15	0.8	0.683227	Dầm bình thường	1.89432E-06			
		Giữa nhịp	4.05	1/r1		400	600	30	0.0443	0.45	1.1	0.286608	Dầm bình thường	1.01573E-06		4.61E-06	
				1/r2		400	600	30	0.0465	0.45	1.1	0.33376	Dầm bình thường	1.15807E-06			
				1/r3		400	600	30	0.0459	0.15	0.8	0.572229	Dầm bình thường	2.43948E-06			
		Cuối gối	8.1	1/r1		400	600	30	0.1013	0.45	1.1	0.849322	Dầm bình thường	1.65268E-06			7.91E-06
				1/r2		400	600	30	0.1385	0.45	1.1	0.954859	Dầm bình thường	2.43617E-06			
				1/r3		400	600	30	0.1282	0.15	0.8	1.017446	Dầm nút	3.82437E-06			
	B12	Đầu gối	0	1/r1	3900	400	600	30	0.1804	0.45	1.1	1.015824	Dầm nút	2.98041E-06	9.97E-06		
				1/r2		400	600	30	0.1532	0.45	1.1	0.97585	Dầm bình thường	2.46311E-06			
				1/r3		400	600	30	0.1608	0.15	0.8	1.058694	Dầm nút	4.52653E-06			
		Giữa nhịp	1.95	1/r1		400	600	30	0.1178	0.45	1.1	0.871583	Dầm bình thường	6.67545E-06		2.29E-05	
				1/r2		400	600	30	0.1166	0.45	1.1	0.86755	Dầm bình thường	6.57852E-06			

*Thiết kế kết cấu trụ sở làm việc Toà án nhân dân quận Thanh Khê, thành phố Đà Nẵng*

B6	Cuối gói	3.9	1/r3	7700	400	600	30	0.1169	0.15	0.8	0.970973	Dầm bình thường	9.68246E-06	1.08E-05
			1/r1		400	600	30	0.1829	0.45	1.1	1.005793	Dầm nút	2.55088E-06	
			1/r2		400	600	30	0.2127	0.45	1.1	1.038776	Dầm nút	3.03054E-06	
			1/r3		400	600	30	0.2045	0.15	0.8	1.08966	Dầm nút	5.20381E-06	
	Đầu gói	0	1/r1		400	600	30	0.0738	0.45	1.1	0.713404	Dầm bình thường	1.72296E-06	3.99E-06
			1/r2		400	600	30	0.0391	0.45	1.1	0.242031	Dầm bình thường	5.14142E-07	
			1/r3		400	600	30	0.0487	0.15	0.8	0.658813	Dầm bình thường	1.75089E-06	
	Giữa nhịp	3.85	1/r1		400	600	30	0.029	0.45	1.1	-0.3061	Dầm bình thường	-1.11502E-07	8.86E-07
			1/r2		400	600	30	0.028	0.45	1.1	-0.36004	Dầm bình thường	-1.98071E-07	
			1/r3		400	600	30	0.0283	0.15	0.8	0.087179	Dầm bình thường	1.19574E-06	
	Cuối gói	7.7	1/r1		400	600	30	0.0527	0.45	1.1	0.505173	Dầm bình thường	7.72971E-07	5.1E-06
			1/r2		400	600	30	0.0894	0.45	1.1	0.808198	Dầm bình thường	1.72885E-06	
1/r3			400	600	30	0.0792	0.15	0.8	0.886622	Dầm bình thường	2.60118E-06			



## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Võ Bá Tâm (2005), Kết cấu bê tông cốt thép - Tập 3 (Cấu kiện đặc biệt), Nhà xuất bản Đại học quốc gia thành phố Hồ Chí Minh,
2. (2014), TCVN 10304:2014 “Móng cọc – Tiêu chuẩn thiết kế”, Hà Nội,
3. (2023), TCVN 2737:2023 “Tải trọng và tác động – Tiêu chuẩn thiết kế”, Hà Nội,
4. (2012), TCVN 9362:2012 “Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình”, Hà Nội,
5. (2018) TCVN 5574:2018 “ Tiêu chuẩn thiết kế bê tông cốt thép”
6. Trang web hỗ trợ tra công cụ RevitAPI: [Revit API 2024 \(revitapidocs.com\)](https://revitapidocs.com)