



**TỔNG CÔNG TY ĐIỆN LỰC MIỀN BẮC (NPC)  
CÔNG TY DỊCH VỤ ĐIỆN LỰC MIỀN BẮC (NPSC)  
XÍ NGHIỆP TƯ VẤN**

---

**Công trình 2025**

**LẮP ĐẶT MBA T2 TBA 110KV VŨNG ÁNG,  
TỈNH HÀ TĨNH  
THIẾT KẾ BẢN VẼ THI CÔNG**

**TẬP 4**

**CÁC PHỤ LỤC TÍNH TOÁN**



**HÀ NỘI - 2025**

---



CÔNG TY DỊCH VỤ ĐIỆN LỰC MIỀN BẮC  
XÍ NGHIỆP TƯ VẤN

Công trình 2025

# LẮP ĐẶT MBA T2 TBA 110KV VŨNG ÁNG, TỈNH HÀ TĨNH

THIẾT KẾ BẢN VẼ THI CÔNG

TẬP 4

## PHỤ LỤC TÍNH TOÁN

Chủ trì thiết kế XD : Vũ Quang Minh

Chủ trì thiết kế điện : Hoàng Tôn Hiến

Chủ nhiệm thiết kế : Cao Trọng Dũng

P. Trưởng phòng : Nguyễn Hữu Thắng

Hà Nội, ngày tháng năm 2025

KT. GIÁM ĐỐC

Phó Giám đốc



Trần Văn Ngọc



Hồ sơ dự án **Lắp đặt MBA T2 Trạm 110kV Vũng Áng, tỉnh Hà Tĩnh** giai đoạn TKBVTC được biên chế thành các phần như sau:

- Tập 1: Thuyết minh.
- Tập 2: Tổ chức xây dựng và dự toán.
- Tập 3: Các bản vẽ
  - + Tập 3.1: Các bản vẽ phần điện và scada
  - + Tập 3.2: Các bản vẽ phần xây dựng và PCCC.

**- Tập 4: Phụ lục tính toán.**

- Tập 5: Báo cáo khảo sát.
- Tập 6: Chỉ dẫn kỹ thuật.
- Tập 7: Quy trình bảo trì công trình.

## MỤC LỤC

|   |           |
|---|-----------|
| <b>CHƯƠNG 1 : PHẦN ĐIỆN .....</b>                             | <b>3</b>  |
| 1.1.    TÍNH TOÁN DÒNG ĐIỆN, XUNG LƯỢNG NHIỆT KHI NGẮN MẠCH . | 3         |
| 1.2.    CHỌN CÁC THIẾT BỊ ĐÓNG CẮT.....                       | 4         |
| 1.3.    CHỌN CHỐNG SÉT VAN.....                               | 6         |
| 1.4.    TÍNH TOÁN CÔNG SUẤT CT, VT.....                       | 6         |
| 1.5.    CHỌN DÂY DẪN, CÁP LỰC .....                           | 9         |
| <b>CHƯƠNG 2 : PHẦN XÂY DỰNG .....</b>                         | <b>13</b> |



## CHƯƠNG 1 : PHẦN ĐIỆN

### 1.1. TÍNH TOÁN DÒNG ĐIỆN, XUNG LƯỢNG NHIỆT KHI NGẮN MẠCH

#### 1.1.1. Tính toán dòng điện ngắn mạch

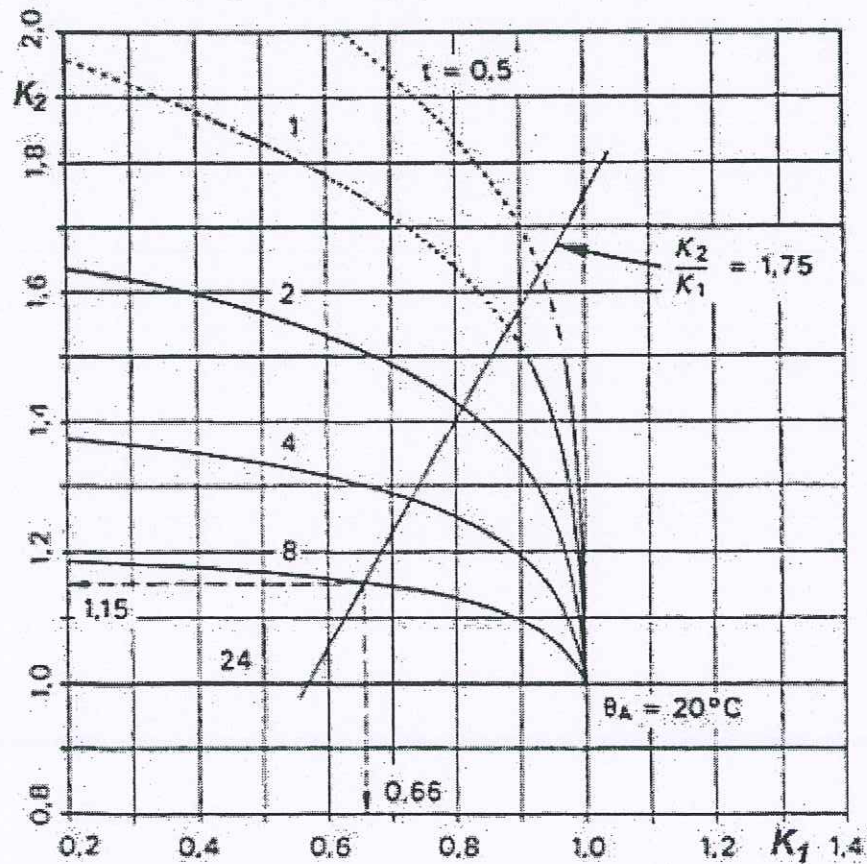
Để tính toán ngắn mạch cho trạm, sử dụng chương trình tính toán hệ thống điện PSS/E trên máy tính với hệ thống điện Việt Nam vận hành tất cả các nguồn hiện có và sơ đồ kết dây hệ thống điện tính đến năm 2035.

- ❖ Kết quả tính toán ngắn mạch ( $I_N$ -kA) lựa chọn theo kết quả lớn nhất của dòng ngắn mạch (1pha; 3 pha).

| TBA 110kV   |       | Dòng lớn nhất – 2025 (kA) |
|-------------|-------|---------------------------|
| Vũng<br>Áng | 110kV | 2,527                     |
|             | 35kV  | 4,224                     |
|             | 22kV  | 6,363                     |

#### 1.1.2. Tính toán các dòng điện cưỡng bức và dòng xung kích

Đặc tính quá tải của máy biến được xác định theo phần trăm mang tải trước khi quá tải và số giờ quá tải cho phép trong 1 ngày.



**Biểu đồ khả năng quá tải của máy biến áp**

Dựa theo tình hình phụ tải thực tế và theo quy hoạch phát triển điện lực Hà Tĩnh giai đoạn 2016 – 2025 có xét đến năm 2035, TBA 110kV sau khi đưa vào vận hành bình thường mang tải khoảng 65% sau tăng lên 75%. Tra biểu đồ trên với số giờ quá tải cho phép của máy biến áp là 4h trong 1 ngày, không quá tải quá 5 ngày liên tiếp là

1,3.

❖ **Phía 110kV**

- Chế độ cường bức phía 110kV được lấy với  $S_{cb} = k.S_{dm}$
- k là hệ số quá tải của máy biến áp,  $k = 1,3$ .
- Dòng điện làm việc cường bức:

$$I_{lvcb}^{110} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \times U_{dm}} (A)$$

- Dòng điện xung kích:

$$I_{xk}^{110} = k_{xk} \cdot \sqrt{2} \cdot I_N^{110} (kA)$$

Trong đó  $k_{xk}=1,8$  là hệ số xung kích của dòng ngắn mạch.

❖ **Phía 35kV**

- Dòng điện cường bức:

$$I_{lvcb}^{35} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \times U_{dm}} (A)$$

- Dòng điện xung kích:

$$I_{xk}^{35} = k_{xk} \cdot \sqrt{2} \cdot I_N^{35} (kA)$$

Trong đó  $k_{xk}=1,8$  là hệ số xung kích của dòng ngắn mạch.

❖ **Phía 22kV**

- Dòng điện cường bức:

$$I_{lvcb}^{22} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3} \times U_{dm}} (A)$$

- Dòng điện xung kích:

$$I_{xk}^{22} = k_{xk} \cdot \sqrt{2} \cdot I_N^{22} (kA)$$

Trong đó  $k_{xk}=1,8$  là hệ số xung kích của dòng ngắn mạch.

**1.1.3. Tính toán xung lượng nhiệt ngắn mạch (BN)**

**a. Phía 110kV**

- Xung lượng nhiệt ngắn mạch:  $B_N = B_{NKCK} + B_{NCK}$ .
- Trong đó:
  - +  $B_{NCK}$ : Xung lượng nhiệt của dòng ngắn mạch chu kỳ.
  - +  $B_{NKCK}$ : Xung lượng nhiệt của dòng ngắn mạch không chu kỳ.

$$B_{NCK} = I^2 \times t$$

- + ( $t=0,07s$  là tổng thời gian ngắt của máy cắt).

$$B_{NKCK} = I^2 \times T_a \times (1 - e^{-2t/T_a})$$

- + Với  $T_a$  là hằng số thời gian  $T_a=0,05s$

$$\Rightarrow B_N = B_{NCK} + B_{NKCK}$$

**b. Phía 35kV**



- Xung lượng nhiệt ngắn mạch:  $B_N = B_{NKCK} + B_{NCK}$ .

- Trong đó:

+  $B_{NCK}$ : Xung lượng nhiệt của dòng ngắn mạch chu kỳ.

+  $B_{NKCK}$ : Xung lượng nhiệt của dòng ngắn mạch không chu kỳ.

$$B_{NCK} = I^2 \times t$$

+ ( $t=0,07s$  là tổng thời gian ngắt của máy cắt).

$$B_{NKCK} = I^2 \times T_a \times (1 - e^{-2t/T_a})$$

+ Với  $T_a$  là hằng số thời gian  $T_a=0,05s$

$$\Rightarrow B_N = B_{NCK} + B_{NKCK}$$

### c. Phía 22kV

- Xung lượng nhiệt ngắn mạch:  $B_N = B_{NKCK} + B_{NCK}$ .

- Trong đó:

+  $B_{NCK}$ : Xung lượng nhiệt của dòng ngắn mạch chu kỳ.

+  $B_{NKCK}$ : Xung lượng nhiệt của dòng ngắn mạch không chu kỳ.

$$B_{NCK} = I^2 \times t$$

+ ( $t=0,07s$  là tổng thời gian ngắt của máy cắt).

$$B_{NKCK} = I^2 \times T_a \times (1 - e^{-2t/T_a})$$

+ Với  $T_a$  là hằng số thời gian  $T_a=0,05s$

$$\Rightarrow B_N = B_{NCK} + B_{NKCK}$$

Kết quả tính toán dòng ngắn mạch và xung lượng nhiệt theo bảng dưới đây:

| STT | Cấp điện áp<br>(nơi ngắn mạch) | Tính toán    |           |              |                   |
|-----|--------------------------------|--------------|-----------|--------------|-------------------|
|     |                                | $I_{lvc}(A)$ | $I_N(kA)$ | $I_{XK}(kA)$ | $B_N(10^6 A^2 s)$ |
| 1   | Phía 110kV                     | 231          | 2,527     | 6,43         | 0,75              |
| 2   | Phía 35kV                      | 1248         | 4,224     | 10,75        | 2,09              |
| 3   | Phía 22kV                      | 1305,31      | 6,363     | 16,20        | 4,74              |

## 1.2. CHỌN CÁC THIẾT BỊ ĐÓNG CẮT

Căn cứ theo điều 9 của thông tư 39/2015/TT-BCT ngày 18/11/2015 về dòng ngắn mạch lớn nhất cho phép và thời gian tối đa loại trừ sự cố của bảo vệ.

Qua các kết quả tính toán ở trên, các điều kiện để chọn thiết bị đóng cắt và qua tham khảo các thông số của các loại thiết bị hiện đang vận hành trong các trạm biến áp tại Việt Nam, tiến hành chọn các thiết bị đóng cắt cho trạm như sau:

### 1.2.1. Điều kiện lựa chọn máy cắt

- Loại máy cắt

SF6.

- Điện áp định mức

$$U_{dmMC} \geq U_{max rate.}$$

- Dòng điện định mức

$$I_{dmMC} \geq I_{lvc}$$

- Điều kiện ngắt

$$I_{cdm} \geq I_{ctt}$$

- Điều kiện ổn định động lực  $I_{\text{odd}} \geq I_{\text{xk}}$
- Điều kiện ổn định nhiệt  $I_{\text{nh}}^2 T_{\text{nh}} \geq B_N$

Nếu  $I_{\text{mđMC}} \geq 1000\text{A}$ , điều kiện ổn định nhiệt có thể bỏ qua

- Lựa chọn máy cắt theo bảng phụ lục kiểm tra và lựa chọn máy cắt.

### 1.2.2. Điều kiện lựa chọn dao cách ly

#### Điều kiện lựa chọn dao cách ly (DS)

- Loại DS
- Điện áp định mức  $U_{\text{đmCL}} \geq U_{\text{mangdien}}$
- Dòng điện định mức  $I_{\text{đmCL}} \geq I_{\text{lvcb}}$
- Điều kiện ổn định động lực  $I_{\text{odd}} \geq I_{\text{xk}}$
- Điều kiện ổn định nhiệt  $I_{\text{nh}}^2 T_{\text{nh}} \geq B_N$
- Nếu  $I_{\text{đmCL}} \geq 1000\text{A}$ , điều kiện ổn định nhiệt có thể bỏ qua
- Dao cách ly lựa chọn theo bảng phụ lục kiểm tra và lựa chọn dao cách ly.

### 1.3. CHỌN CHỐNG SÉT VAN

Chống sét van được chọn theo điều kiện:  $U_{\text{rCSV}} \geq U_{\text{r}}$ .

Sử dụng chống sét van 1 pha kiểu oxit kim loại, không khe hở, lắp ngoài trời.

Dựa vào điều kiện lựa chọn, chống sét van được lựa chọn theo thông số sau:

| STT | Mức điện áp<br>Mức điện áp | Phía 110kV | TT Phía<br>110kV | Phía 35kV | Phía 22kV |
|-----|----------------------------|------------|------------------|-----------|-----------|
| 1   | $U_{\text{max}}$ (kV)      | 123        | 72               | 48        | 24        |
| 2   | $U_{\text{r}}$ (kV)        | 96         | 72               | 48        | 18        |
| 3   | $U_{\text{c}}$ (kV)        | 76         | 57               | 38        | 14,67     |

Kết luận: Chống sét van được lựa chọn là thỏa mãn.

### 1.4. TÍNH TOÁN CÔNG SUẤT CT, VT

#### 1.4.1. Tính toán cho CT

##### 1.4.1.1. Các điều kiện chọn biến dòng điện

- Điện áp định mức :  $U_{\text{đmCT}} \geq U_{\text{mạng}}$ .
- Dòng định mức sơ cấp :  $I_{\text{đm}} \times k_{\text{qd}} \geq I_{\text{lvcb}}$ .
- $k_{\text{qd}}$  – hệ số quá dòng cho phép của biến dòng điện
- Dòng định mức thứ cấp: chọn theo dòng định mức của các rơle và thiết bị đo
- Công suất thứ cấp: chọn theo công suất yêu cầu của rơ le và thiết bị đo.

##### 1.4.1.2. Chọn biến dòng điện 110kV

- Biến dòng điện đặt trên cả ba pha, mắc hình sao.
- Chọn biến dòng có tỉ số biến đổi 200-400/1/1/1/1/1/A
- Phụ tải của biến dòng điện 110kV (cuộn đo lường có phụ tải lớn nhất nên kiểm tra theo cuộn này).

Công tơ đo đếm điện năng : 0.02VA

Khởi điều khiển mức ngăn : 0,02VA



|                           |          |
|---------------------------|----------|
| Tổn thất trên cáp nhị thứ | : 3,66VA |
| Công suất dự phòng        | : 0,7VA  |
| Tổng                      | : 4,44VA |

- Với giá trị phụ tải này chọn biến dòng có công suất cho đo lường là 10VA, cho bảo vệ là 20VA.

- Chọn dây dẫn bằng đồng và chiều dài từ biến dòng điện đến các phụ tải  $l = 60m$ .

- Trong trường hợp có biến dòng cả ba pha.

$$l_{tt} = l = 120m$$

- Để đảm bảo độ bền cơ học, bảo đảm điều kiện bảo hòa, chọn dây dẫn bằng đồng có tiết diện  $S = 4mm^2$

Kiểm tra điều kiện bảo hòa của biến dòng

Thông số đầu vào :

- Dòng ngắn mạch cực đại phía sơ cấp :  $I_N$  (kA)
- Dòng tải cực đại trên đường dây :  $I_{lvcb}$  (A)
- Dòng tải định mức phía MBA :  $I_{dn}$  (A)
- Biến dòng phía đường dây sẽ sử dụng ở tỉ số : mức max
- Biến dòng phía MBA sẽ sử dụng ở tỉ số : mức max

Kiểm tra điều kiện bảo hòa của biến dòng:

|  |                         |
|--|-------------------------|
| Điện trở dây dẫn ( $2R_{Line}$ xét trong trường hợp<br>sự cố bất đối xứng) | : $2.0,28 = 0,56\Omega$ |
| Điện trở cuộn dây thứ cấp biến dòng  | : $3,1\Omega$           |
| Tổng điện trở mạch thứ cấp   | : $3,66\Omega$          |

- Dòng ngắn mạch cực đại phía mạch thứ cấp:

$$I_f = I_{NSC} * 1 / (I_{TCmin}) \text{ (cho từng ngăn)}$$

- Điện áp thứ cấp của biến dòng

$$V_2 = I_f * Z_2 \text{ (V) (cho từng ngăn)}$$

- Điện áp bảo hòa của biến dòng

$$V_k = 0,8 * ((S_R / 1,25 + R_{CT}) * ALF * I_N) > V_2 \text{ (V)}$$

(ALF - bội số dòng tới hạn của cấp chính xác;  $R_{CT}$  - điện trở thứ cấp cuộn dây biến dòng)

Vậy thiết bị được lựa chọn theo bảng phụ lục kiểm tra và lựa chọn biến dòng điện

#### 1.4.2. Tính toán VT

##### 1.4.2.1. Các điều kiện chọn biến điện áp

- Điện áp sơ cấp định mức :  $U_{dmVT} \geq U_{dm}$
- Điện áp thứ cấp định mức : Phù hợp với điện áp định mức của mạng
- Công suất định mức :  $S_2 \leq S_{dmVT}$
- Cấp chính xác : 0,5/3P

##### 1.4.2.2. Chọn biến điện áp 35kV

- Chọn biến điện áp kiểu tự loại  $Y_o / Y_o / Y_o / \Delta$  hở
- CVT, 1 pha lắp đặt

trong nhà có điện áp định mức 38,5kV.

- Tỷ số biến đổi của biến điện áp là:

$$\frac{38,5}{\sqrt{3}} / \frac{0,11}{\sqrt{3}} / \frac{0,11}{\sqrt{3}} / \frac{0,11}{\sqrt{3}} \text{ (kV)}$$

- U<sub>dm.Bu</sub> = 38.5 (kV) = U<sub>dm</sub> = 38.5 (kV)

- Số cuộn thứ cấp: 03 cuộn, trong đó 01 cuộn dùng cho đo lường và 02 cuộn dùng cho bảo vệ

- Tỷ số biến:

+ Cuộn dùng cho đo lường:  $38.5/\sqrt{3} : 0,11/\sqrt{3}$  (kV)

+ Cuộn dùng cho bảo vệ:  $38.5/\sqrt{3} : 0,11/\sqrt{3}$  (kV)

+ Cuộn dùng cho bảo vệ:  $38.5/\sqrt{3} : 0,11/3$  (kV) (dùng phát hiện điện áp thứ tự không khi chạm đất)

- Công suất cuộn thứ cấp của biến điện áp là 3x30VA; cấp chính xác là 0,5/3P.

\* Cuộn đo lường 0,5 gồm các phụ tải

+ Công tơ đo đếm điện năng : 10VA

+ Khối điều khiển mức ngăn : 1,3VA

+ Phụ tải mạch áp : 1,2 VA

+ Phụ tải dự phòng : 2,36VA

+ Tổng : 14,86VA

\* Cuộn bảo vệ 3P gồm các phụ tải

+ Rơ le bảo F50, : 1,3VA

+ Phụ tải mạch áp : 1,2VA

+ Phụ tải dự phòng : 2,36VA

+ Tổng : 4,86VA

- Vậy chọn máy biến điện áp có công suất định mức là 30VA.

| U <sub>dmCT</sub><br>(kV) | Tỷ số biến dòng  | Cấp chính xác | Công suất<br>thứ cấp | K.n chịu<br>dòng n.m |
|---------------------------|--|---------------|----------------------|----------------------|
| 38,5                      | $35/\sqrt{3} ; 0,11/\sqrt{3} ; 0,11/\sqrt{3} ; 0,11/3$ | 0,5/3P20      | 3x30VA               | 25kA/1s              |

- Kiểm tra điện áp định mức:

$$U_{dm1} = 38,5 \text{ kV} > U_{lvcb1} = 35 \text{ kV} \Rightarrow \text{Thỏa mãn điều kiện}$$

*Vậy biến điện áp đã chọn thỏa mãn điều kiện kỹ thuật*

#### 1.4.2.3. Chọn biến điện áp 22kV

- Chọn biến điện áp kiểu tự loại Y<sub>o</sub>/Y<sub>o</sub>/Y<sub>o</sub> - CVT, 1 pha lắp đặt trong nhà có điện áp định mức 24kV.

- Tỷ số biến đổi của biến điện áp là:



$$\frac{23}{\sqrt{3}} / \frac{0,11}{\sqrt{3}} / \frac{0,11}{\sqrt{3}} (kV)$$

- U<sub>dm.Bu</sub>=23 (kV) = U<sub>dm</sub> = 23 (kV)
- Số cuộn thứ cấp: 02 cuộn, trong đó 01 cuộn dùng cho đo lường và 01 cuộn dư cho bảo vệ
- Tỷ số biến:
  - + Cuộn dùng cho đo lường:  $23/\sqrt{3} : 0,11/\sqrt{3}$  (kV)
  - + Cuộn dùng cho bảo vệ:  $23/\sqrt{3} : 0,11/\sqrt{3}$  (kV)
- Công suất cuộn thứ cấp của biến điện áp là 2x30VA; cấp chính xác là 0,5/3P.
- \* Cuộn đo lường 0,5 gồm các phụ tải
  - + Công tơ đo đếm điện năng : 10VA
  - + Khối điều khiển mức ngăn : 1,3VA
  - + Phụ tải mạch áp : 1,2 VA
  - + Phụ tải dự phòng : 2,36VA
  - + Tổng : 14,86VA
- \* Cuộn bảo vệ 3P gồm các phụ tải
  - + Rơ le bảo F67 : 1,3VA
  - + Phụ tải mạch áp : 1,2VA
  - + Phụ tải dự phòng : 2,36VA
  - + Tổng : 4,86VA
- Vậy chọn máy biến điện áp có công suất định mức là 30VA.

| U <sub>dmCT</sub><br>(kV) | Tỷ số biến dòng                               | Cấp chính xác | Công suất thứ cấp | K.n chịu dòng n.m |
|---------------------------|---|---------------|-------------------|-------------------|
| 24                        | $23/\sqrt{3} ; 0,11/\sqrt{3} ; 0,11/\sqrt{3}$ | 0,5/3P20      | 2x30VA            | 25kA/1s           |

- Kiểm tra điện áp định mức:

$$U_{dm1} = 24 \text{ kV} > U_{lvcb1} = 23 \text{ kV} \Rightarrow \text{Thỏa mãn điều kiện}$$

Vậy biến điện áp đã chọn thỏa mãn điều kiện kỹ thuật

## 1.5. CHỌN DÂY DẪN, CẤP LỰC

### 1.5.1. Lựa chọn dây dẫn phía 110kV

#### 1.5.1.1. Lựa chọn dây dẫn phía 110kV

- Khu vực bộ phận dây dẫn được lựa chọn theo theo mật độ dòng điện kinh tế (J<sub>kt</sub>):

$$F_{kt} = \frac{I_{lvcb}}{J_{kt}}$$

- Trong đó:

- + Với ngăn MBA: được lấy bằng dòng điện khi máy biến áp làm việc ở chế độ quá tải (hệ số quá tải: 1,3).
- + Với ngăn đường dây: được lấy bằng dòng định mức truyền tải dây dẫn.
- + Với ngăn liên lạc: dòng làm việc lớn nhất của thanh cái và ngăn liên lạc được chọn bằng dòng định mức truyền tải dây dẫn.
- +  $J_{kt}$ : mật độ dòng điện kinh tế, xác định theo thời gian mang tải lớn nhất trong 1 năm của phụ tải.
- Đối với phụ tải mà TBA 110kV cấp nguồn có  $T_{max}=3000h$ .
- Dây dẫn loại ACSR, Ứng với  $T_{max}=3000-5000h$  thì  $J_{kt} = 1,3 \text{ (A/mm}^2\text{)}$ .

#### 1.5.1.2. Các điều kiện kiểm tra

- Kiểm tra điều kiện phát nóng của dây dẫn:  $I_{hcCP} \geq I_{lvc}$

$$I_{hcCP} = I_{CP} \cdot \sqrt{\frac{\theta_{cp} - \theta_{xq}}{\theta_{cp} - 25}}$$

- Trong đó :

- +  $I_{cp}$ : Dòng điện lâu dài cho phép đối với dây dẫn
- +  $\theta_{cp}$ : Nhiệt độ cho phép lâu dài của dây dẫn ( $90^\circ$ ).
- +  $\theta_{xq}$ : Nhiệt độ môi trường làm việc ( $45^\circ$ ).

- Kiểm tra tính ổn định nhiệt của dòng ngắn mạch:

- Điều kiện:

$$F_{dd} \geq \frac{\sqrt{B_N}}{C}$$

- Trong đó:  $F_{dd}$  là tiết diện nhỏ nhất của dây dẫn ( $\text{mm}^2$ ).
- Đối với dây dẫn AC có  $C=79A^2/s$ .

❖ Dây dẫn được chọn: ngăn MBA sử dụng dây ACSR-300  $\text{mm}^2$

#### 1.5.2. Lựa chọn cáp lộ tổng và liên lạc 35kV

##### 1.5.2.1. Lựa chọn tiết diện dây dẫn

❖ Lựa chọn tiết diện dây dẫn

- Khu vực bộ phận dây dẫn được lựa chọn theo theo mật độ dòng điện kinh tế ( $J_{kt}$ ),

$$F_{kt} = \frac{I_{lvc}}{J_{kt}}$$

Trong đó:

- $I_{lvc}$ : Dòng điện qua dây dẫn trong điều kiện làm việc lớn nhất:
    - + Với ngăn tổng, liên lạc: được lấy bằng dòng điện khi máy biến áp làm việc ở chế độ quá tải (hệ số quá tải: 1,3);
    - + Với thanh cái: Dòng định mức thanh cái và ngăn liên lạc được chọn bằng 80% dòng điện lớn nhất qua 2 ngăn lộ tổng 35kV ;  $I_{dmTC} = 0,8.2.I_{lvmax}$
  - $J_{kt}$ : mật độ dòng điện kinh tế, xác định theo thời gian mang tải lớn nhất trong 1 năm của phụ tải,
- Đối với phụ tải có  $T_{max}=3000h$ ,



Dây dẫn đầu nối trong trạm chọn là cáp đồng, Ứng với  $T_{\max}=3000h$  thì  $J_{kt} = 3,5$  ( $A/mm^2$ ),

#### 1.5.2.2. Các điều kiện kiểm tra

- Kiểm tra điều kiện phát nóng của dây dẫn:  $I_{hcCP} \geq I_{lvcb}$

Trong đó:  $I_{hcCP} = a.k_1.k_2.I_{cp}$

- +  $I_{cp}$ : Dòng điện lâu dài cho phép của cáp
- +  $k_1$ : hệ số hiệu chỉnh về nhiệt độ của cáp theo nhiệt độ môi trường
- +  $k_2$ : hệ số hiệu chỉnh về số sợi cáp trong mương cáp (số mạch)
- +  $a$ : số sợi cáp/ 1pha.

- Kiểm tra tính ổn định nhiệt của dòng ngắn mạch

$$F_{dd} \geq \frac{\sqrt{B_N}}{C}$$

- Điều kiện:  $F_{dd}$  là tiết diện nhỏ nhất của dây dẫn ( $mm^2$ )  
Đối với dây dẫn cáp đồng  $C=143A^2/s$

❖ Dây dẫn được chọn: 38,5kV-Cu/XLPE/PVC -Fr- 1x400mm<sup>2</sup> ( 2 sợi/ 1pha)

#### 1.5.3. Lựa chọn cáp lộ tổng và liên lạc 22kV

##### 1.5.3.1. Lựa chọn tiết diện dây dẫn

❖ Lựa chọn tiết diện dây dẫn

- Khu vực bộ phận dây dẫn được lựa chọn theo theo mật độ dòng điện kinh tế ( $J_{kt}$ ),

$$F_{kt} = \frac{I_{lvcb}}{J_{kt}}$$

Trong đó:

- $I_{lvcb}$ : Dòng điện qua dây dẫn trong điều kiện làm việc lớn nhất:
  - + Với ngắn tổng, liên lạc: được lấy bằng dòng điện khi máy biến áp làm việc ở chế độ quá tải (hệ số quá tải: 1,3);
  - + Với thanh cái: Dòng định mức thanh cái và ngắn liên lạc được chọn bằng dòng điện lớn nhất qua 2 ngắn lộ tổng 22kV ;  $I_{dmTC} = I_{lvmax}$

- $J_{kt}$ : mật độ dòng điện kinh tế, xác định theo thời gian mang tải lớn nhất trong 1 năm của phụ tải,

Đối với phụ tải có  $T_{\max}=3000h$ ,

Dây dẫn đầu nối trong trạm chọn là cáp đồng, Ứng với  $T_{\max}=3000h$  thì  $J_{kt} = 3,5$  ( $A/mm^2$ ),

##### 1.5.3.2. Các điều kiện kiểm tra

- Kiểm tra điều kiện phát nóng của dây dẫn:  $I_{hcCP} \geq I_{lvcb}$

Trong đó:  $I_{hcCP} = a.k_1.k_2.I_{cp}$

- +  $I_{cp}$ : Dòng điện lâu dài cho phép của cáp
- +  $k_1$ : hệ số hiệu chỉnh về nhiệt độ của cáp theo nhiệt độ môi trường
- +  $k_2$ : hệ số hiệu chỉnh về số sợi cáp trong mương cáp (số mạch)
- +  $a$ : số sợi cáp/ 1pha.

- Kiểm tra tính ổn định nhiệt của dòng ngắn mạch

$$\text{Điều kiện: } F_{\text{dd}} \geq \frac{\sqrt{B_N}}{C}$$

Trong đó:  $F_{\text{dd}}$  là tiết diện nhỏ nhất của dây dẫn ( $\text{mm}^2$ )

Đối với dây dẫn cáp đồng  $C=143\text{A}^2/\text{s}$

- ❖ Dây dẫn được chọn: 23kV-Cu/XLPE/PVC-Fr – 1x500 $\text{mm}^2$  ( 2 sợi/ 1pha)

#### 1.5.4. Dây dẫn và cáp lực được lựa chọn theo phụ lục tính toán chọn dây, cáp lực



**PHỤ LỤC BẢNG THÔNG SỐ THIẾT BỊ**

**Máy biến áp 110kV**

| Stt |           | $S_{dm}$ (kVA) | $U_{dm}$ (kV) | $U_{dmC}$ (kV) | $U_{dmH}$ (kV) |
|-----|-----------|----------------|---------------|----------------|----------------|
| 1   | MBA 110kV | 40000          | 123           | 38,5           | 23             |

**Máy cắt, dao cách ly 110kV**

| Stt | 3 pha, ngoài trời | $U_{dm}$ (kV) | $I_{dm}$ (kA) | $I_{cdm}$ (kA) | $I_{dd}$ (kA) |
|-----|-------------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
| 1   | Ngăn Đường dây    | 123           | 1250          | 31,5           | 80            |
| 2   | Ngăn Liên Lạc     | 123           | 1250          | 31,5           | 80            |
| 3   | Ngăn MBA          | 123           | 1250          | 31,5           | 80            |

**Máy cắt, dao cách ly 35kV**

| Stt | 3 pha, ngoài trời | $U_{dm}$ (kV) | $I_{dm}$ (kA) | $I_{cdm}$ (kA) | $I_{dd}$ (kA) |
|-----|-------------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
| 1   | Ngăn lộ tổng      | 38,5          | 1250          | 25             | 63            |
| 2   | Ngăn Liên Lạc     | 38,5          | 1250          | 25             | 63            |
| 3   | Ngăn xuất tuyến   | 38,5          | 630           | 25             | 63            |

**Máy cắt, dao cách ly 22kV**

| Stt | 3 pha, ngoài trời | $U_{dm}$ (kV) | $I_{dm}$ (kA) | $I_{cdm}$ (kA) | $I_{dd}$ (kA) |
|-----|-------------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
| 1   | Ngăn lộ tổng      | 24            | 2500          | 25             | 50            |
| 2   | Ngăn Liên Lạc     | 24            | 2500          | 25             | 50            |
| 3   | Ngăn xuất tuyến   | 24            | 630           | 25             | 50            |

**Biến dòng 110kV**

| Stt | 1 pha, ngoài trời | $U_{dm}$ (kV) | $I_{Sdm}$ (A) | $I_{Sdm}$ (A) | $I_{Sdm}$ (A) | $I_{Sdm}$ (A) | $I_{dm}$ (A) | $I_{Tdm}$ (A) | $P_{dm}$ (VA) | $I_{dd}$ (kA) |
|-----|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| 3   | Ngăn MBA          | 123           | 200           | 400           |               |               |              | 1             | 30            | 80            |

**Biến dòng 35kV**

| Stt | 1 pha, ngoài trời | $U_{dm}$ (kV) | $I_{Sdm}$ (A) | $I_{Sdm}$ (A) | $I_{Sdm}$ (A) | $I_{Sdm}$ (A) | $I_{dm}$ (A) | $I_{Tdm}$ (A) | $P_{dm}$ (VA) | $I_{dd}$ (kA) |
|-----|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| 1   | Ngăn lộ tổng, LL  | 38,5          | 600           | 800           | 1200          |               |              | 1             | 20            | 63            |
| 3   | Ngăn xuất tuyến   | 38,5          | 200           | 400           | 600           |               |              | 1             | 20            | 63            |

**Biến dòng 22kV**

| Stt | 1 pha, ngoài trời | $U_{dm}$ (kV) | $I_{Sdm}$ (A) | $I_{Sdm}$ (A) | $I_{Sdm}$ (A) | $I_{Sdm}$ (A) | $I_{dm}$ (A) | $I_{Tdm}$ (A) | $P_{dm}$ (VA) | $I_{dd}$ (kA) |
|-----|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| 1   | Ngăn lộ tổng, LL  | 24            | 1000          | 1500          | 2500          |               |              | 1             | 20            | 50            |
| 3   | Ngăn xuất tuyến   | 24            | 200           | 400           | 600           |               |              | 1             | 20            | 50            |

## PHỤ LỤC TÍNH TOÁN CHỌN DÂY DẪN, CÁP LỰC

|                     |                         |  |       |      |     |     |  |
|---------------------|-------------------------|--|-------|------|-----|-----|--|
| 1) Thông số đầu vào | Máy biến áp :           |  | 40000 |      |     | KVA |  |
|                     | Quá tải 24h             |  | 1,3   |      |     |     |  |
|                     | Điện áp định mức        |  | 115   | 38,5 | 23  | KV  |  |
|                     | Số ngăn lộ đường dây/TC |  | 400   | 2    | 840 |     |  |

2) Tính dòng làm việc cường bức thiết bị:

| TT | Điện áp phía | Thông số TT I <sub>lvc</sub> (A) |  |              | Dòng I <sub>lvc</sub> TB (A) | Lựa chọn TI    |
|----|--------------|----------------------------------|--|--------------|------------------------------|----------------|
| 3  | 115          | 261                              |  | Ngăn MBA     | 1250                         | 200-400        |
| 4  | 38,5         | 779,80                           |  | Ngăn Tổng/LL | 2000                         | 600-800-1200   |
|    | 38,5         | 1248                             |  | Thanh cái    | 2000                         |                |
| 5  | 23           | 1305,31                          |  | Ngăn Tổng/LL | 2500                         | 1000-1500-2500 |
|    | 23           | 1305                             |  | Thanh cái    | 2500                         |                |

3) Chọn dây dẫn và cáp:

| TT | Điện áp phía | Thông số | J <sub>kt</sub> (A/mm) | Kết quả | Dây dẫn/ cáp | Số sợi /1 pha |
|----|--------------|----------|------------------------|---------|--------------|---------------|
| 1  | 115          | 261,1    | 1,3                    | 200,8   | 300          | 1             |
| 2  | 38,5         | 779,8    | 1,5                    | 519,9   | 400          | 2             |
|    | 38,5         | 259,9    | 1,5                    | 173,3   |              |               |
| 3  | 23           | 1305,3   | 1,5                    | 870,2   | 500          | 2             |
|    | 23           | 217,6    | 1,5                    | 145,0   |              |               |

### 3. CHỌN DÂY DẪN VÀ CÁP LỰC:

#### 3.1. Chọn dây dẫn trần 110kV:

a. Chọn tiết diện dây dẫn:

Tiết diện dây dẫn được chọn theo mật độ dòng kinh tế (J<sub>kt</sub>)

$$\text{Ta có } S_{kt} = \frac{I_{lvc}}{J_{kt}}$$

$$\text{Trong đó: } I_{lvc} = \frac{S_{dm}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}} = 261,1 \text{ A}$$

J<sub>kt</sub> : Mật độ dòng kinh tế .

$$J_{kt} = 1,3 \text{ A/mm}^2$$

$$S_{kt} = 200,8$$

Do đó chọn tiết diện dây nhôm là :

$$\begin{aligned} S_{kt} &= 300 \text{ mm}^2 & \text{có } I_{cp} &= 690 \text{ A} \\ \text{số sợi/pha là } a &= 1 \end{aligned}$$

b. Kiểm tra điều kiện phát nóng:

Điều kiện kiểm tra: I<sub>hCP</sub> > I<sub>lvc</sub>

$$\text{Trong đó: } I_{hCP} = I_{CP}^* \sqrt{\frac{\theta_{cpbt} - \theta_{xq}}{\theta_{cpbt} - 25}} = 574,1$$

I<sub>cp</sub> : Dòng điện lâu dài cho phép đối với dây dẫn

I<sub>hCP</sub> : Dòng điện cho phép lâu dài đã được hiệu chỉnh theo nhiệt độ.

q<sub>cpbt</sub> : Nhiệt độ cho phép lâu dài của dây dẫn là 90°C.



$q_{\text{cpqx}}$  : Nhiệt độ môi trường là  $45^{\circ}\text{C}$ .

$I_{\text{CP}}$  : Dòng điện cho phép của dây nhôm = 690 A

$I_{\text{lvcb}} = 261,1$

Như vậy:  $I_{\text{hCP}} > I_{\text{lvcb}}$  Đạt yêu cầu

c. Kiểm tra điều kiện vầng quang: Vì dây có tiết diện  $> 70\text{mm}^2$  nên không cần kiểm tra điều kiện vầng quang

### 3.2. Chọn cáp tổng phía: 38,5 kV

a. Chọn tiết diện dây dẫn theo J kinh tế:

Tiết diện dây dẫn được chọn theo mật độ dòng kinh tế ( $J_{\text{kt}}$ )

$$\text{Ta có } S_{\text{kt}} = \frac{I_{\text{lvcb}}}{J_{\text{kt}}}$$

$$\text{Trong đó: } I_{\text{lvcb}} = \frac{S_{\text{dm}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{dm}}} = 779,8 \text{ A}$$

$J_{\text{kt}}$  : Mật độ dòng kinh tế.

$$J_{\text{kt}} = 3,5 \text{ A/mm}^2$$

$$S_{\text{kt}} = 222,8$$

Do đó chọn tiết diện cáp là :

$$S_{\text{kt}} = 400 \text{ mm}^2$$

số sợi/pha là  $a = 2$

6 Sợi cáp trong 1 mương :

b) Kiểm tra điều kiện phát nóng:

$$\text{Điều kiện kiểm tra: } a \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot I_{\text{CP}} \cdot I_{\text{bt}} \geq$$

Trong đó:

$I_{\text{CP}}$  : Dòng điện cho phép của cáp = 840

$K_1$  : Hệ số hiệu chỉnh về nhiệt độ của môi trường xung quanh = 0,87

$K_2$  : Hệ số hiệu chỉnh theo số mạch cáp = 0,85

$$\text{Do đó } a \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot I_{\text{CP}} = 1242,4$$

$$\text{Trong đó: } I_{\text{lvcb}} = 779,8$$

$$a \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot I_{\text{CP}} > I_{\text{lvcb}} \text{ Đạt yêu cầu}$$

### 3.1. Chọn cáp tổng phía: 23 kV

a. Chọn tiết diện dây dẫn:

Tiết diện dây dẫn được chọn theo mật độ dòng kinh tế ( $J_{\text{kt}}$ )

$$\text{Ta có } S_{\text{kt}} = \frac{I_{\text{lvcb}}}{J_{\text{kt}}}$$

$$\text{Trong đó: } I_{\text{lvcb}} = \frac{S_{\text{dm}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{dm}}} = 1305,3 \text{ A}$$

$J_{\text{kt}}$  : Mật độ dòng kinh tế.

$$J_{\text{kt}} = 3,5 \text{ A/mm}^2$$

$$S_{\text{kt}} = 372,9$$

Do đó chọn tiết diện cáp là :

Skt = 500 mm<sup>2</sup>  
số sợi/pha là a = 2

6 Số sợi cáp trong 1 mương :

b) Kiểm tra điều kiện phát nóng:

Điều kiện kiểm tra:  $a \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot I_{CP} \cdot I_{bt} \geq$

Trong đó:

$I_{CP}$  : Dòng điện cho phép của cáp = 940

$K_1$  : Hệ số hiệu chỉnh về nhiệt độ của môi trường xung quanh = 0,87

$K_2$  : Hệ số hiệu chỉnh theo số mạch cáp = 0,85

Do đó  $a \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot I_{CP} = 1390,3$

Trong đó :  $I_{Ivcb} = 1305,3$

$a \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot I_{CP} > I_{Ivcb}$  Đạt yêu cầu



## PHỤ LỤC KIỂM TRA VÀ LỰA CHỌN MÁY CẮT

**Ngăn MBA 110kV**

| Stt | Các điều kiện chọn và kiểm tra  | Điều kiện                        | Đơn vị         | Thông số TT | Thông số TB | Kết quả     |
|-----|---|----------------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| 1   | - Điện áp định mức  | $U_{dmMC} \geq U_{mang}$         | kV             | 110         | 123         | Đạt yêu cầu |
| 2   | - Dòng điện định mức  | $I_{dmMC} \geq I_{lvcb}$         | A              | 261,06      | 1250        | Đạt yêu cầu |
| 3   | - Điều kiện cắt, hệ số: 1,25  | $I_{dmdMC} \geq I_{ctt}$         | kA             | 3,16        | 31,5        | Đạt yêu cầu |
| 4   | - Điều kiện ổn định động  | $I_{lđđ} \geq I_{xk}$            | kA             | 6,43        | 80          | Đạt yêu cầu |
| 5   | - Điều kiện ổn định nhiệt   | $I_{nh}^2 \cdot T_{nh} \geq B_N$ | $(10^6 A^2.s)$ | 0,75        |             | Đạt yêu cầu |
|     | <b>Nếu <math>I_{dmMC} &gt; 1000A</math> thì không cần kiểm tra ổn định nhiệt.</b> |                                  |                |             |             |             |

Ngăn lô tổng 35kV

| Stt | Các điều kiện chọn và kiểm tra  | Điều kiện                        | Đơn vị           | Thông số TT | Thông số TB | Kết quả     |
|-----|---|----------------------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| 1   | - Điện áp định mức  | $U_{dmMC} \geq U_{mang}$         | kV               | 35          | 38,5        | Đạt yêu cầu |
| 2   | - Dòng điện định mức  | $I_{dmMC} \geq I_{lvcb}$         | A                | 779,80      | 1250        | Đạt yêu cầu |
| 3   | - Điều kiện cắt, hệ số: 1,25  | $I_{dmđMC} \geq I_{ctt}$         | kA               | 5,28        | 25          | Đạt yêu cầu |
| 4   | - Điều kiện ổn định động  | $I_{lđđ} \geq I_{xk}$            | kA               | 10,75       | 63          | Đạt yêu cầu |
| 5   | - Điều kiện ổn định nhiệt   | $I_{nh}^2 \cdot T_{nh} \geq B_N$ | ( $10^6 A^2.s$ ) | 2,09        |             | Đạt yêu cầu |
|     | <b>Nếu <math>I_{dmMC} &gt; 1000A</math> thì không cần kiểm tra ổn định nhiệt.</b> |                                  |                  |             |             |             |

**Ngăn lô tổng, liên lạc 22kV**

| Stt | Các điều kiện chọn và kiểm tra  | Điều kiện                        | Đơn vị                 | Thông số TT | Thông số TB | Kết quả     |
|-----|---|----------------------------------|------------------------|-------------|-------------|-------------|
| 1   | - Điện áp định mức  | $U_{dmMC} \geq U_{mạng}$         | kV                     | 22          | 24          | Đạt yêu cầu |
| 2   | - Dòng điện định mức  | $I_{dmMC} \geq I_{lvcb}$         | A                      | 1.305,31    | 2500        | Đạt yêu cầu |
| 3   | - Điều kiện cắt, hệ số: 1,25  | $I_{dmdMC} \geq I_{ctt}$         | kA                     | 7,95        | 25          | Đạt yêu cầu |
| 4   | - Điều kiện ổn định động  | $I_{ldđ} \geq I_{xk}$            | kA                     | 16,20       | 50          | Đạt yêu cầu |
| 5   | - Điều kiện ổn định nhiệt   | $I_{nh}^2 \cdot T_{nh} \geq B_N$ | ( $10^6 A^2 \cdot s$ ) | 4,74        |             | Đạt yêu cầu |
|     | <b>Nếu <math>I_{dmMC} &gt; 1000A</math> thì không cần kiểm tra ổn định nhiệt.</b> |                                  |                        |             |             |             |

**Ngăn lô xuất tuyến 22kV**

| Stt | Các điều kiện chọn và kiểm tra  | Điều kiện                  | Đơn vị           | Thông số TT | Thông số TB | Kết quả     |
|-----|---|----------------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| 1   | - Điện áp định mức  | $U_{dmMC} \geq U_{mạng}$   | kV               | 22          | 24          | Đạt yêu cầu |
| 2   | - Dòng điện định mức  | $I_{dmMC} \geq I_{lvcb}$   | A                | 217,55      | 630         | Đạt yêu cầu |
| 3   | - Điều kiện cắt, hệ số: 1,25  | $I_{dmdMC} \geq I_{ctt}$   | kA               | 7,95        | 25          | Đạt yêu cầu |
| 4   | - Điều kiện ổn định động  | $I_{lđđ} \geq I_{xk}$      | kA               | 16,20       | 50          | Đạt yêu cầu |
| 5   | - Điều kiện ổn định nhiệt   | $I^2_{nh}.T_{nh} \geq B_N$ | ( $10^6 A^2.s$ ) | 4,74        | 43,75       | Đạt yêu cầu |
|     | <b>Nếu <math>I_{dmMC} &gt; 1000A</math> thì không cần kiểm tra ổn định nhiệt.</b> |                            |                  |             |             |             |



## PHỤ LỤC KIỂM TRA VÀ LỰA CHỌN ĐẠO CÁCH LY

**Ngăn MBA 110kV**

| Stt | Các điều kiện chọn và kiểm tra  | Điều kiện                        | Đơn vị         | Thông số TT | Thông số TB | Kết quả     |
|-----|---|----------------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| 1   | - Điện áp định mức  | $U_{dmDCL} \geq U_{mạng}$        | kV             | 110         | 123         | Đạt yêu cầu |
| 2   | - Dòng điện định mức  | $I_{dmDCL} \geq I_{lvcb}$        | A              | 261,06      | 1250        | Đạt yêu cầu |
| 3   | - Điều kiện cắt, hệ số: 1,25  | $I_{dmđDCL} \geq I_{ctt}$        | kA             | 3,16        | 31,5        | Đạt yêu cầu |
| 4   | - Điều kiện ổn định động  | $I_{lđđ} \geq I_{xk}$            | kA             | 6,43        | 80          | Đạt yêu cầu |
| 5   | - Điều kiện ổn định nhiệt   | $I_{nh}^2 \cdot T_{nh} \geq B_N$ | $(10^6 A^2.s)$ | 0,75        |             | Đạt yêu cầu |
|     | <b>Nếu <math>I_{dmMC} &gt; 1000A</math> thì không cần kiểm tra ổn định nhiệt.</b> |                                  |                |             |             |             |

**Ngăn lộ tổng 35kV**

| Stt | Các điều kiện chọn và kiểm tra  | Điều kiện                        | Đơn vị                 | Thông số TT | Thông số TB | Kết quả     |
|-----|---|----------------------------------|------------------------|-------------|-------------|-------------|
| 1   | - Điện áp định mức  | $U_{dmDCL} \geq U_{mạng}$        | kV                     | 35          | 38,5        | Đạt yêu cầu |
| 2   | - Dòng điện định mức  | $I_{dmDCL} \geq I_{lvc}$         | A                      | 779,80      | 1250        | Đạt yêu cầu |
| 3   | - Điều kiện cắt, hệ số: 1,25  | $I_{dmDCL} \geq I_{ctt}$         | kA                     | 5,28        | 25          | Đạt yêu cầu |
| 4   | - Điều kiện ổn định động  | $I_{ld} \geq I_{xk}$             | kA                     | 10,75       | 63          | Đạt yêu cầu |
| 5   | - Điều kiện ổn định nhiệt   | $I_{nh}^2 \cdot T_{nh} \geq B_N$ | ( $10^6 A^2 \cdot s$ ) | 2,09        |             | Đạt yêu cầu |
|     | <b>Nếu <math>I_{dmMC} &gt; 1000A</math> thì không cần kiểm tra ổn định nhiệt.</b> |                                  |                        |             |             |             |

**Ngăn lô tổng, liên lạc 22kV**

| Stt | Các điều kiện chọn và kiểm tra  | Điều kiện                        | Đơn vị                 | Thông số TT | Thông số TB | Kết quả     |
|-----|---|----------------------------------|------------------------|-------------|-------------|-------------|
| 1   | - Điện áp định mức  | $U_{dmDCL} \geq U_{mạng}$        | kV                     | 22          | 24          | Đạt yêu cầu |
| 2   | - Dòng điện định mức  | $I_{dmDCL} \geq I_{lvc}$         | A                      | 1.305,31    | 2500        | Đạt yêu cầu |
| 3   | - Điều kiện cắt, hệ số: 1,25  | $I_{dmDCL} \geq I_{ctt}$         | kA                     | 7,95        | 25          | Đạt yêu cầu |
| 4   | - Điều kiện ổn định động  | $I_{ld} \geq I_{xk}$             | kA                     | 16,20       | 50          | Đạt yêu cầu |
| 5   | - Điều kiện ổn định nhiệt   | $I_{nh}^2 \cdot T_{nh} \geq B_N$ | ( $10^6 A^2 \cdot s$ ) | 4,74        |             | Đạt yêu cầu |
|     | <b>Nếu <math>I_{dmMC} &gt; 1000A</math> thì không cần kiểm tra ổn định nhiệt.</b> |                                  |                        |             |             |             |

**Ngăn lộ xuất tuyến 22kV**

| Stt | Các điều kiện chọn và kiểm tra  | Điều kiện                        | Đơn vị                 | Thông số TT | Thông số TB | Kết quả     |
|-----|---|----------------------------------|------------------------|-------------|-------------|-------------|
| 1   | - Điện áp định mức  | $U_{dmDCL} \geq U_{mang}$        | kV                     | 22          | 24          | Đạt yêu cầu |
| 2   | - Dòng điện định mức  | $I_{dmDCL} \geq I_{lvc}$         | A                      | 217,55      | 630         | Đạt yêu cầu |
| 3   | - Điều kiện cắt, hệ số: 1,25  | $I_{dmđDCL} \geq I_{ctt}$        | kA                     | 7,95        | 25          | Đạt yêu cầu |
| 4   | - Điều kiện ổn định động  | $I_{lđđ} \geq I_{xk}$            | kA                     | 16,20       | 50          | Đạt yêu cầu |
| 5   | - Điều kiện ổn định nhiệt   | $I_{nh}^2 \cdot T_{nh} \geq B_N$ | ( $10^6 A^2 \cdot s$ ) | 4,74        | 43,75       | Đạt yêu cầu |
|     | <b>Nếu <math>I_{dmMC} &gt; 1000A</math> thì không cần kiểm tra ổn định nhiệt.</b> |                                  |                        |             |             |             |



## PHỤ LỤC KIỂM TRA VÀ LỰA CHỌN BIẾN DÒNG ĐIỆN

**Ngăn MBA 110kV**

| Stt | Các điều kiện chọn và kiểm tra  | Điều kiện                        | Đơn vị           | Thông số TT | Thông số TB | Kết quả     |
|-----|---|----------------------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| 1   | - Điện áp định mức  | $U_{dmMC} \geq U_{mạng}$         | kV               | 110         | 123         | Đạt yêu cầu |
| 2   | - Dòng điện định mức  | $I_{dmMC} \geq I_{lvc}$          | A                | 261,06      | 1250        | Đạt yêu cầu |
| 3   | - Điều kiện cắt, hệ số: 1.25  | $I_{dmđMC} \geq I_{ctt}$         | kA               | 3,16        | 31,5        | Đạt yêu cầu |
| 4   | - Điều kiện ổn định động  | $I_{lđđ} \geq I_{xk}$            | kA               | 6,43        | 80          | Đạt yêu cầu |
| 5   | - Điều kiện ổn định nhiệt   | $I_{nh}^2 \cdot T_{nh} \geq B_N$ | ( $10^6 A^2.s$ ) | 0,75        |             | Đạt yêu cầu |
|     | <b>Nếu <math>I_{dmMC} &gt; 1000A</math> thì không cần kiểm tra ổn định nhiệt.</b> |                                  |                  |             |             |             |

**Ngăn lộ tổng, liên lạc 35kV**

| Stt | Các điều kiện chọn và kiểm tra  | Điều kiện                        | Đơn vị         | Thông số TT | Thông số TB | Kết quả     |
|-----|---|----------------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| 1   | - Điện áp định mức  | $U_{dmMC} \geq U_{mạng}$         | kV             | 35          | 38,5        | Đạt yêu cầu |
| 2   | - Dòng điện định mức  | $I_{dmMC} \geq I_{lvc}$          | A              | 779,80      | 1250        | Đạt yêu cầu |
| 3   | - Điều kiện cắt, hệ số: 1.25  | $I_{dmđMC} \geq I_{ctt}$         | kA             | 5,28        | 25          | Đạt yêu cầu |
| 4   | - Điều kiện ổn định động  | $I_{lđđ} \geq I_{xk}$            | kA             | 10,75       | 63          | Đạt yêu cầu |
| 5   | - Điều kiện ổn định nhiệt   | $I_{nh}^2 \cdot T_{nh} \geq B_N$ | $(10^6 A^2.s)$ | 2,09        |             | Đạt yêu cầu |
|     | <b>Nếu <math>I_{dmMC} &gt; 1000A</math> thì không cần kiểm tra ổn định nhiệt.</b> |                                  |                |             |             |             |

### Ngăn xuất tuyến 35kV

| Stt | Các điều kiện chọn và kiểm tra  | Điều kiện                        | Đơn vị         | Thông số TT | Thông số TB | Kết quả     |
|-----|---|----------------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| 1   | - Điện áp định mức  | $U_{dmMC} \geq U_{mạng}$         | kV             | 35          | 38,5        | Đạt yêu cầu |
| 2   | - Dòng điện định mức  | $I_{dmMC} \geq I_{lvc}$          | A              | 259,93      | 630         | Đạt yêu cầu |
| 3   | - Điều kiện cắt, hệ số: 1.25  | $I_{dmdMC} \geq I_{ctt}$         | kA             | 5,28        | 25          | Đạt yêu cầu |
| 4   | - Điều kiện ổn định động  | $I_{lđđ} \geq I_{xk}$            | kA             | 10,75       | 63          | Đạt yêu cầu |
| 5   | - Điều kiện ổn định nhiệt   | $I_{nh}^2 \cdot T_{nh} \geq B_N$ | $(10^6 A^2.s)$ | 2,09        | 43,75       | Đạt yêu cầu |
|     | <b>Nếu <math>I_{dmMC} &gt; 1000A</math> thì không cần kiểm tra ổn định nhiệt.</b> |                                  |                |             |             |             |

**Ngăn lô tổng, liên lạc 22kV**

| Stt | Các điều kiện chọn và kiểm tra  | Điều kiện                        | Đơn vị         | Thông số TT | Thông số TB | Kết quả     |
|-----|---|----------------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| 1   | - Điện áp định mức  | $U_{dmMC} \geq U_{mang}$         | kV             | 22          | 24          | Đạt yêu cầu |
| 2   | - Dòng điện định mức  | $I_{dmMC} \geq I_{ivcb}$         | A              | 1.305,31    | 2500        | Đạt yêu cầu |
| 3   | - Điều kiện cắt, hệ số: 1.25  | $I_{dmdMC} \geq I_{ctt}$         | kA             | 7,95        | 25          | Đạt yêu cầu |
| 4   | - Điều kiện ổn định động  | $I_{idd} \geq I_{xk}$            | kA             | 16,20       | 50          | Đạt yêu cầu |
| 5   | - Điều kiện ổn định nhiệt   | $I_{nh}^2 \cdot T_{nh} \geq B_N$ | $(10^6 A^2.s)$ | 4,74        |             | Đạt yêu cầu |
|     | <b>Nếu <math>I_{dmMC} &gt; 1000A</math> thì không cần kiểm tra ổn định nhiệt.</b> |                                  |                |             |             |             |

## PHỤ LỤC KIỂM TRA VÀ LỰA CHỌN BIẾN DÒNG ĐIỆN

**Ngăn lộ liên lạc 22kV**

| Stt | Các điều kiện chọn và kiểm tra  | Điều kiện                        | Đơn vị           | Thông số TT | Thông số TB | Kết quả     |
|-----|---|----------------------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| 1   | - Điện áp định mức  | $U_{dmMC} \geq U_{mạng}$         | kV               | 22          | 24          | Đạt yêu cầu |
| 2   | - Dòng điện định mức  | $I_{dmMC} \geq I_{lvc}$          | A                | 217,55      | 630         | Đạt yêu cầu |
| 3   | - Điều kiện cắt, hệ số: 1.25  | $I_{dmđMC} \geq I_{ctt}$         | kA               | 7,95        | 25          | Đạt yêu cầu |
| 4   | - Điều kiện ổn định động  | $I_{lđđ} \geq I_{xk}$            | kA               | 16,20       | 50          | Đạt yêu cầu |
| 5   | - Điều kiện ổn định nhiệt   | $I_{nh}^2 \cdot T_{nh} \geq B_N$ | ( $10^6 A^2.s$ ) | 4,74        | 43,75       | Đạt yêu cầu |
|     | <b>Nếu <math>I_{dmMC} &gt; 1000A</math> thì không cần kiểm tra ổn định nhiệt.</b> |                                  |                  |             |             |             |



KẾT QUẢ TÍNH NGẮN MẠCH DỰ ÁN:  
LẮP ĐẶT MBA T2 TBA 110KV VŨNG ÁNG, TỈNH HÀ TĨNH

1. NĂM 2025

a) Ngắn mạch thanh cái 110kV:

|   |   |   |         |        |        |      |       |       |        |        |        |       |       |
|---|---|---|---------|--------|--------|------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|
| PSS/E SHORT CIRCUIT OUTPUT  |   |   |         |        |        |      |       |       |        |        |        |       |       |
| LƯỚI ĐIỆN 110-220-500 KV TỈNH HÀ TỈNH NAM 2025  |   |   |         |        |        |      |       |       |        |        |        |       |       |
| *** FAULTED BUS IS : 38141 [VUNGANG 110] ***  |   |   |         |        |        |      |       |       |        |        |        |       |       |
| AT BUS 38141 [VUNGANG 110] AREA 1 (KV L-G) V+: / 0.000/ 0.00 (KV L-G) VA: / 0.000/ 0.00 V0: / 15.591/ -165.81 |   |   |         |        |        |      |       |       |        |        |        |       |       |
| V+: / 38.154/ 2.51 V-: / 23.103/ 174.65   |   |   |         |        |        |      |       |       |        |        |        |       |       |
| THEV. R, X, X/R: POSITIVE 0.09945 0.20367 2.048 NEGATIVE 0.09945 0.20367 2.048 ZERO 0.01728 0.15198 8.794     |   |   |         |        |        |      |       |       |        |        |        |       |       |
| T H R E E P H A S E F A U L T   |   |   |         |        |        |      |       |       |        |        |        |       |       |
| O N E P H A S E F A U L T   |   |   |         |        |        |      |       |       |        |        |        |       |       |
| ----- FROM -----AREA CKT I/Z  |   |   |         |        |        |      |       |       |        |        |        |       |       |
| 38131 [KY ANH 110]  | 1 | 1 | AMP/OHM | 2228.7 | -64.43 | 4.98 | 71.95 | 3.069 | 2185.5 | -67.46 | 7.13   | 74.55 | 3.618 |
| WND 1 [AT1]   |   | 2 | AMP/    | 0.0    | 0.00   |      |       |       | 259.7  | -73.54 |        |       |       |
| WND 1 [AT1]   |   | 1 | AMP/    | 0.0    | 0.00   |      |       |       | 93.8   | -72.91 |        |       |       |
| TO SHUNT (AMPS)   |   |   |         |        |        |      |       |       |        | 47.0   | 8.69   |       |       |
| TOTAL FAULT CURRENT (AMPS)  |   |   |         |        |        |      |       |       |        | 2527.2 | -69.32 |       |       |

b) Ngắn mạch thanh cái 35kV:

|  |              |         |        |          |              |         |         |       |                       |
|--|--------------|---------|--------|----------|--------------|---------|---------|-------|-----------------------|
| PSS/E SHORT CIRCUIT OUTPUT                     |              |         |        |          |              |         |         |       |                       |
| LUOI DIEN 110-220-500 KV TINH HA TINH NAM 2025 |              |         |        |          |              |         |         |       |                       |
| *** FAULTED BUS IS : 38143 [VUNGANG 35.0] ***  |              |         |        |          |              |         |         |       |                       |
| AT BUS 38143 [VUNGANG 35.0] AREA 381           | (KV L-G) V+: | /       | 0.000/ | 0.00     | (KV L-G) VA: | /       | 0.000/  | 0.00  | V0: / 19.448/ 179.54  |
|  |              |         |        |          | V+:          | /       | 19.448/ | -0.46 | V-: / 0.000/ 0.00     |
| THEV. R, X, X/R: POSITIVE                      | 0.10634      | 0.36044 | 3.390  | NEGATIVE | 0.10634      | 0.36044 | 3.390   | ZERO  | 0.00000***** 9999.999 |
| T H R E E P H A S E F A U L T                  |              |         |        |          |              |         |         |       |                       |
| ----- FROM -----AREA CKT I/Z                   | /I+ /        | AN(I+)  | /Z+ /  | AN(Z+)   | APP X/R      | /IA/    | AN(IA)  | /ZA/  | AN(ZA) APP X/R        |
| WND 3 [AT1 ]                                   | 2 AMP/       | 2675.7  | -74.25 |          |              | 0.0     | 0.00    |       |                       |
| WND 3 [AT1 ]                                   | 1 AMP/       | 1548.9  | -73.61 |          |              | 0.0     | 0.00    |       |                       |
| TOTAL FAULT CURRENT (AMPS)                     |              | 4224.5  | -74.02 |          |              | 0.0     | 0.00    |       |                       |

c) Ngắn mạch thanh cái 22kV:

|  |              |         |        |          |              |         |        |      |                        |
|--|--------------|---------|--------|----------|--------------|---------|--------|------|------------------------|
| PSS/E SHORT CIRCUIT OUTPUT                     |              |         |        |          |              |         |        |      |                        |
| LUOI DIEN 110-220-500 KV TINH HA TINH NAM 2025 |              |         |        |          |              |         |        |      |                        |
| *** FAULTED BUS IS : 38144 [VUNGANG 22.0] ***  |              |         |        |          |              |         |        |      |                        |
| AT BUS 38144 [VUNGANG 22.0] AREA 381           | (KV L-G) V+: | /       | 0.000/ | 0.00     | (KV L-G) VA: | /       | 0.000/ | 0.00 | V0: / 2.214/ -173.37   |
|  |              |         |        |          | V+:          | /       | 7.212/ | 0.63 | V-: / 5.015/ 177.98    |
| THEV. R, X, X/R: POSITIVE                      | 0.10765      | 0.47652 | 4.427  | NEGATIVE | 0.10765      | 0.47652 | 4.427  | ZERO | 0.01535 0.21512 14.011 |
| T H R E E P H A S E F A U L T                  |              |         |        |          |              |         |        |      |                        |
| ----- FROM -----AREA CKT I/Z                   | /I+ /        | AN(I+)  | /Z+ /  | AN(Z+)   | APP X/R      | /IA/    | AN(IA) | /ZA/ | AN(ZA) APP X/R         |
| WND 2 [AT1 ]                                   | 2 AMP/       | 3005.8  | -77.96 |          |              | 3988.7  | -79.52 |      |                        |
| WND 2 [AT1 ]                                   | 1 AMP/       | 2164.3  | -77.40 |          |              | 2375.0  | -78.90 |      |                        |
| TOTAL FAULT CURRENT (AMPS)                     |              | 5170.0  | -77.73 |          |              | 6363.5  | -79.29 |      |                        |



2. NĂM 2030

a) Ngắn mạch thanh cái 110kV

|   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| PSS/E SHORT CIRCUIT OUTPUT  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| FRI, JUL 11 2025 10:45 . HOME BUS IS : .  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| LUOI DIEN 110-220-500 KV TINH HA TINH NAM 2030 . 38141 [VUNGANG 110] .  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *** FAULTED BUS IS : 38141 [VUNGANG 110] *** . 0 LEVELS AWAY .  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| AT BUS 38141 [VUNGANG 110] AREA 1 (KV L-G) V+: / 0.000/ 0.00 (KV L-G) VA: / 0.000/ 0.00 V0: / 13.024/ -169.80 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| V+: / 39.014/ 9.03 V-: / 25.994/ -171.55  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| THEV. R, X, X/R: POSITIVE 0.00765 0.05618 7.344 NEGATIVE 0.00765 0.05618 7.344 ZERO 0.00297 0.02825 9.509     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ONE P H A S E F A U L T   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| T H R E E P H A S E F A U L T   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ----- FROM -----AREA CKT I/Z /I+/ AN(I+) /Z+/ AN(Z+) APP X/R /IA/ AN(IA) /ZA/ AN(ZA) APP X/R                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 38301 [VUNG_ANG 110] 1 1 AMP/OHM 4737.9 -73.45 1.54 79.49 5.388 5337.0 -73.33 2.43 79.79 5.554                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 38301 [VUNG_ANG 110] 1 2 AMP/OHM 4737.9 -73.45 1.54 79.49 5.388 5337.0 -73.33 2.43 79.79 5.554                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| WND 1 [AT1 ] 2 AMP/ 0.0 0.00 217.2 -77.52   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| WND 1 [AT1 ] 1 AMP/ 0.0 0.00 485.6 -77.92   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TO SHUNT (AMPS) 0.0 0.00 38.2 4.64  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TOTAL FAULT CURRENT (AMPS) 9475.8 -73.45 11367.1 -73.80   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

b) Ngắn mạch thanh cái 35kV

|  |              |         |        |                |                |         |                |                |                       |
|--|--------------|---------|--------|----------------|----------------|---------|----------------|----------------|-----------------------|
| PSS/E SHORT CIRCUIT OUTPUT                     |              |         |        |                |                |         |                |                |                       |
| LƯỚI ĐIỆN 110-220-500 KV TỈNH HÀ TỈNH NAM 2030 |              |         |        |                |                |         |                |                |                       |
| *** FAULTED BUS IS : 38143 [VUNGANG 35.0] ***  |              |         |        |                |                |         |                |                |                       |
| AT BUS 38143 [VUNGANG 35.0] AREA 381           | (KV L-G) V+: | /       | 0.000/ | 0.00           | (KV L-G) VA:   | /       | 0.000/         | 0.00           | V0: / 20.684/ -171.20 |
|  |              |         |        |                | V+:            | /       | 20.684/        | 8.80           | V-: / 0.000/ 0.00     |
| THEV. R, X, X/R: POSITIVE                      | 0.01132      | 0.15842 | 14.000 | NEGATIVE       | 0.01132        | 0.15842 | 14.000         | ZERO           | 0.00000***** 9999.999 |
| T H R E E P H A S E F A U L T                  |              |         |        |                |                |         |                |                |                       |
| ----- FROM -----                               | AREA         | CKT     | I/Z    | /I+/<br>AN(I+) | /Z+/<br>AN(Z+) | APP X/R | /IA/<br>AN(IA) | /ZA/<br>AN(ZA) | APP X/R               |
| WND 3 [AT1]                                    | J            | 2 AMP/  |        | 4449.6         | -76.89         |         | 0.0            | 0.00           |                       |
| WND 3 [AT1]                                    | J            | 1 AMP/  |        | 6181.9         | -77.28         |         | 0.0            | 0.00           |                       |
| TOTAL FAULT CURRENT (AMPS)                     |              |         |        | 10631.4        | -77.11         |         | 0.1            | -81.20         |                       |

c) Ngắn mạch thanh cái 22kV:

|  |              |         |        |                |                |         |                |                |                        |
|--|--------------|---------|--------|----------------|----------------|---------|----------------|----------------|------------------------|
| PSS/E SHORT CIRCUIT OUTPUT                     |              |         |        |                |                |         |                |                |                        |
| LƯỚI ĐIỆN 110-220-500 KV TỈNH HÀ TỈNH NAM 2030 |              |         |        |                |                |         |                |                |                        |
| *** FAULTED BUS IS : 38144 [VUNGANG 22.0] ***  |              |         |        |                |                |         |                |                |                        |
| AT BUS 38144 [VUNGANG 22.0] AREA 381           | (KV L-G) V+: | /       | 0.000/ | 0.00           | (KV L-G) VA:   | /       | 0.000/         | 0.00           | V0: / 2.009/ -171.83   |
|  |              |         |        |                | V+:            | /       | 7.505/         | 8.72           | V-: / 5.496/ -171.09   |
| THEV. R, X, X/R: POSITIVE                      | 0.01183      | 0.23807 | 20.117 | NEGATIVE       | 0.01183        | 0.23807 | 20.117         | ZERO           | 0.00545 0.08697 15.948 |
| T H R E E P H A S E F A U L T                  |              |         |        |                |                |         |                |                |                        |
| ----- FROM -----                               | AREA         | CKT     | I/Z    | /I+/<br>AN(I+) | /Z+/<br>AN(Z+) | APP X/R | /IA/<br>AN(IA) | /ZA/<br>AN(ZA) | APP X/R                |
| WND 2 [AT1]                                    | J            | 2 AMP/  |        | 4360.8         | -78.06         |         | 5072.2         | -77.93         |                        |
| WND 2 [AT1]                                    | J            | 1 AMP/  |        | 6909.0         | -78.54         |         | 9220.0         | -78.41         |                        |
| TOTAL FAULT CURRENT (AMPS)                     |              |         |        | 11269.7        | -78.35         |         | 14292.1        | -78.24         |                        |



3. NĂM 2035

a) Ngắn mạch thanh cái 110kV

|   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| PSS/E SHORT CIRCUIT OUTPUT  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| FRI, JUL 11 2025 10:51 . HOME BUS IS : .  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| LUOI DIEN 110-220-500 KV TINH HA TINH NAM 2035 . 38141 [VUNGANG 110] .  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *** FAULTED BUS IS : 38141 [VUNGANG 110] *** . 0 LEVELS AWAY .  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| AT BUS 38141 [VUNGANG 110] AREA 1 (KV L-G) V+: / 0.000/ 0.00 (KV L-G) VA: / 0.000/ 0.00 V0: / 13.034/ -170.91 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| V+: / 38.969/ 7.73 V-: / 25.940/ -172.95  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| THEV. R, X, X/R: POSITIVE 0.00791 0.05598 7.077 NEGATIVE 0.00791 0.05598 7.077 ZERO 0.00297 0.02825 9.508     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| T H R E E P H A S E F A U L T O N E P H A S E F A U L T   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ----- FROM -----AREA CKT I/Z /I+ / AN(I+) /Z+ / AN(Z+) APP X/R /IA/ AN(IA) /ZA/ AN(ZA) APP X/R                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 38301 [VUNG_ANG 110] 1 1 AMP/OHM 4744.1 -74.50 1.54 79.49 5.388 5341.5 -74.42 2.43 79.78 5.549                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 38301 [VUNG_ANG 110] 1 2 AMP/OHM 4744.1 -74.50 1.54 79.49 5.388 5341.5 -74.42 2.43 79.78 5.549                |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| WND 1 [AT1 ] 2 AMP/ 0.0 0.00 217.4 -78.63   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| WND 1 [AT1 ] 1 AMP/ 0.0 0.00 486.0 -79.03   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TO SHUNT (AMPS) 0.0 0.00 42.5 3.51  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TOTAL FAULT CURRENT (AMPS) 9488.3 -74.50 11375.9 -74.91   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

b) Ngắn mạch thanh cái 35kV

|   |      |        |     |         |        |      |        |         |                                 |
|---|------|--------|-----|---------|--------|------|--------|---------|---------------------------------|
| PSS/E SHORT CIRCUIT OUTPUT  |      |        |     |         |        |      |        |         |                                 |
| LUOI DIEN 110-220-500 KV TINH HA TINH NAM 2035  |      |        |     |         |        |      |        |         |                                 |
| *** FAULTED BUS IS : 38143 [VUNGANG 35.0] ***   |      |        |     |         |        |      |        |         |                                 |
| FRI, JUL 11 2025 10:53 . HOME BUS IS : .  |      |        |     |         |        |      |        |         |                                 |
| . 38143 [VUNGANG 35.0] .  |      |        |     |         |        |      |        |         |                                 |
| . 0 LEVELS AWAY .   |      |        |     |         |        |      |        |         |                                 |
| AT BUS 38143 [VUNGANG 35.0] AREA 381 (KV L-G) V+: / 0.000/ 0.00 V0: / 20.652/ -172.54                       |      |        |     |         |        |      |        |         |                                 |
| THEV. R, X, X/R: POSITIVE 0.01158 0.15822 13.668 NEGATIVE 0.01158 0.15822 13.668 ZERO 0.00000***** 9999.999 |      |        |     |         |        |      |        |         |                                 |
| V+: / 20.652/ 7.46 V-: / 0.000/ 0.00  |      |        |     |         |        |      |        |         |                                 |
| T H R E E P H A S E F A U L T O N E P H A S E F A U L T   |      |        |     |         |        |      |        |         |                                 |
| ----- FROM -----  | AREA | CKT    | I/Z | /I+/    | AN(I+) | /Z+/ | AN(Z+) | APP X/R | /IA/ AN(IA) /ZA/ AN(ZA) APP X/R |
| WND 3 [AT1  | J    | 2 AMP/ |     | 4447.8  | -78.13 |      |        | 0.0     | 0.00                            |
| WND 3 [AT1  | J    | 1 AMP/ |     | 6179.3  | -78.52 |      |        | 0.0     | 0.00                            |
| TOTAL FAULT CURRENT (AMPS)  |      |        |     | 10627.1 | -78.36 |      |        | 0.1     | -82.54                          |

c) Ngắn mạch thanh cái 22kV:

|  |      |        |     |         |        |      |        |         |                                 |
|--|------|--------|-----|---------|--------|------|--------|---------|---------------------------------|
| PSS/E SHORT CIRCUIT OUTPUT   |      |        |     |         |        |      |        |         |                                 |
| LUOI DIEN 110-220-500 KV TINH HA TINH NAM 2035   |      |        |     |         |        |      |        |         |                                 |
| *** FAULTED BUS IS : 38144 [VUNGANG 22.0] ***  |      |        |     |         |        |      |        |         |                                 |
| FRI, JUL 11 2025 10:55 . HOME BUS IS : .   |      |        |     |         |        |      |        |         |                                 |
| . 38144 [VUNGANG 22.0] .   |      |        |     |         |        |      |        |         |                                 |
| . 0 LEVELS AWAY .  |      |        |     |         |        |      |        |         |                                 |
| AT BUS 38144 [VUNGANG 22.0] AREA 381 (KV L-G) V+: / 0.000/ 0.00 V0: / 2.008/ -173.12                         |      |        |     |         |        |      |        |         |                                 |
| THEV. R, X, X/R: POSITIVE 0.01209 0.23787 19.667 NEGATIVE 0.01209 0.23787 19.667 ZERO 0.00545 0.08697 15.948 |      |        |     |         |        |      |        |         |                                 |
| V+: / 7.494/ 7.38 V-: / 5.487/ -172.44   |      |        |     |         |        |      |        |         |                                 |
| T H R E E P H A S E F A U L T O N E P H A S E F A U L T  |      |        |     |         |        |      |        |         |                                 |
| ----- FROM -----   | AREA | CKT    | I/Z | /I+/    | AN(I+) | /Z+/ | AN(Z+) | APP X/R | /IA/ AN(IA) /ZA/ AN(ZA) APP X/R |
| WND 2 [AT1   | J    | 2 AMP/ |     | 4357.4  | -79.34 |      |        | 5067.7  | -79.22                          |
| WND 2 [AT1   | J    | 1 AMP/ |     | 6903.7  | -79.82 |      |        | 9211.9  | -79.70                          |
| TOTAL FAULT CURRENT (AMPS)   |      |        |     | 11261.1 | -79.63 |      |        | 14279.5 | -79.53                          |



---

## CHƯƠNG 2 : PHẦN XÂY DỰNG

**A - Tiêu chuẩn áp dụng**

**B - Tính toán móng máy biến áp**

**1. Số liệu thiết kế**

**2. Tính toán kết cấu móng**

**3. Kiểm tra khả năng chịu tải của đất nền**

**4. Tính toán độ lún của móng**



## TÍNH TOÁN MÓNG MÁY BIẾN ÁP 110KV

### A - TIÊU CHUẨN ÁP DỤNG

- TCVN 2737-2023 Tải trọng và tác động- Tiêu chuẩn thiết kế
- TCVN 5574:2018 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế
- TCVN 9362:2012 Thiết kế nền nhà và công trình- Tiêu chuẩn thiết kế

### B - TÍNH TOÁN TOÁN MÓNG MÁY BIẾN ÁP

#### 1. Số liệu thiết kế

- Trọng lượng Máy biến áp (kể cả dầu)  $P = 108 \text{ T}$
- Tải trọng gió xác định theo vùng IV  $W_o = 155 \text{ kg/m}^2$
- Kích thước quy đổi của máy để tính áp lực gió:
  - Dài  $L = 7.50 \text{ m}$
  - Rộng  $B = 6.00 \text{ m}$
  - Cao  $H = 4.50 \text{ m}$
- Móng bằng bê tông cốt thép, cấp độ bền của móng B15 (tương ứng mác theo cường độ chịu nén M200). Cốt thép nhóm CB300-V.
- Nền đất dưới đáy móng có các chỉ tiêu cơ lý:

| Lớp đất | Chiều dày | C<br>( $\text{T/m}^2$ ) | $\gamma_w$<br>( $\text{T/m}^3$ ) | $\varphi$<br>độ | $E^{tc}$<br>( $\text{T/m}^2$ ) |
|---------|-----------|-------------------------|----------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| Lớp 2   | 2         | 2.8                     | 2.7                              | 17.2            | 950                            |
|         |           |                         |                                  |                 |                                |
|         |           |                         |                                  |                 |                                |

#### 2. Tính toán kết cấu móng

##### a) Chọn kích thước móng

Kích thước móng phải đảm bảo đỡ máy biến áp nằm hoàn toàn trên mặt móng và đủ diện tích để đặt kích trong quá trình lắp đặt MBA. Với MBA trên, chọn kích thước đáy móng như sau:

Dài  $L = 5.90 \text{ m}$   
 Rộng  $B = 3.25 \text{ m}$   
 Cao  $H = 0.70 \text{ m}$

Chi tiết mặt bằng móng xem bản vẽ móng máy biến áp.

##### b) Tải trọng tính toán

- Trọng lượng bản thân MBA kể cả dầu với hệ số an toàn kể đến sự rung của MBA khi làm việc  $n_1 = 1.15$

$$P = 124.20 \text{ T}$$

- Áp lực gió trên một mét dài MBA:

$$Q = 2,1 \cdot W_{(3s,10)} \cdot k_{(ze)} \cdot c \cdot G_f = 0.34 \text{ T}$$

Trong đó:

$\gamma_f$  - hệ số tin cậy của tải trọng gió,  $\gamma_f = 2.1 \text{ kg/m}^2$   
 $W_o$  - áp lực gió cơ sở,  $W_o = 155$   
 $W_{(3s,10)}$  - áp lực gió 3s ứng với chu kỳ 10 năm  
 $W_{3s,10} = (\gamma_f \cdot W_o) = 132 \text{ m}$   
 $\gamma_t$  - Hệ số chuyển đổi áp lực gió  $= 0.85$   
 $k_{(ze)}$  - hệ số thay đổi áp lực gió theo chiều cao;  $k = 1.03$   
 $c$  - hệ số khí động;  $c = 1.4$   
 $G_f$  - hệ số hiệu ứng giạt;  $G_f = 0.85$

**c) Tính cốt thép móng**

Toàn bộ trọng lượng máy biến áp (có kể đến trọng lượng dầu) được truyền xuống móng. Coi móng tuyệt đối cứng, trọng lượng này được truyền xuống nền đất dưới đáy móng dưới dạng lực phân bố đều (áp lực mặt).

Phản lực của nền đất lên móng cũng phân bố đều:

$$q_1 = \frac{P}{A} = 6.48 \text{ T/m}^2$$

Trong đó: P- tải trọng máy kể đến sự rung khi làm việc = 124.20 T

$$A\text{- diện tích đáy móng} = 19.175 \text{ m}^2$$

Phản lực của nền đất do tải trọng gió gây ra:

$$q_2 = \frac{M}{W} = 0.06 \text{ T/m}^2$$

Trong đó: Q - lực gió tác dụng tại đỉnh dải móng = 0.34 T

h - chiều cao móng 0.70 m

$$W\text{- mô men kháng uốn của móng} = \frac{hL^2}{6} = 4.06 \text{ m}^3$$

M - mô men do lực ngang Q gây ra;  $M = Q.h$  0.24 Tm

Cắt 1m dọc theo chiều dài móng để tính thép, phản lực của nền:

$$P_{\max} = (q_1 + q_2)/1 = 6.54 \text{ T/m}$$

$$P_{\min} = (q_1 - q_2)/1 = 6.42 \text{ T/m}$$

Ta tính bộ móng máy biến áp đặt lùi vào 0.5m so với mép móng

Mômen lớn nhất tại mép móng:  $M_1 = 0.82 \text{ Tm}$

$$\text{Diện tích cốt thép cần thiết: } F_a = \frac{M}{0.9h_0R_{ct}} = 0.47 \text{ cm}^2$$

$$\text{Với } R_{ct} = 2600 \text{ kg/cm}^2$$

Vậy thép được đặt theo cấu tạo  $\phi 12a200$  (1m đặt 5 thanh  $\phi 14$ ,  $F_a = 5.65 \text{ cm}^2$ )

**d) Kiểm tra chọc thủng của kích đối với móng**

Trong trường hợp dùng kích để lắp đặt, sửa chữa máy biến áp, trọng lượng của MBA sẽ được chia đều cho 4 kích đặt trên móng. Khi đó móng có thể bị chọc thủng bởi lực từ kích truyền xuống.

$$\text{Điều kiện chống chọc thủng: } P_1 \leq 0.75R_k b_{tb} h_0$$

Trong đó:

$$P_1\text{- tải trọng tác dụng lên mỗi kích. } P_1 = \frac{P}{4} = 31.05 \text{ T}$$

$b_{tb}$ - chu vi trung bình của tháp chọc thủng. Từ góc mở của tháp chọc

thủng là  $45^\circ$ , chiều cao móng  $h=0.8\text{m}$  và tiết diện đáy kích  $300 \times 300$

ta tính được  $b_{tb} = 4.00 \text{ m}$

$h_0$ - chiều cao tính toán của móng, Với chiều dày lớp bảo vệ  $a_0 = 5\text{cm}$

ta có  $h_0 = h - a_0 = 65 \text{ cm}$

$$\text{Ta có: } P_1 = 31.05 \text{ (T)} \leq 0.75R_k b_{tb} h_0 = 146.25 \text{ (T)}$$

**Kết luận: móng đảm bảo không bị chọc thủng.**



### 3. Kiểm tra khả năng chịu lực của đất nền:

- Trọng lượng bản thân MBA kể cả dầm (tải trọng tiêu chuẩn):

$$P = 124.20 \text{ T}$$

- Trọng lượng bản thân móng MBA và đất phía trên móng:

$$p = 33.556 \text{ T}$$

- Tổng tải trọng thẳng đứng tác dụng lên móng:

$$N_{tt} = P + p = 157.76 \text{ T}$$

Cường độ áp lực tiêu chuẩn của đất nền:

$$R_{tc} = m \times (A \times b \times \gamma + B \times q_0 + D \times C^{tc})$$

Hệ số điều kiện làm việc  $m = 1$

A, B, D tra bảng tương ứng với góc ma sát trong  $\varphi = 17^\circ$

Móng được chôn sâu:  $0.5 \text{ m}$

Tải trọng bên  $q_0 = \gamma \times h = 1.350 \text{ T/m}^2$

Kích thước móng  $l \times b \text{ (m)}$ ;  $c, \gamma, E$ : chỉ tiêu cơ lý đất nền

| l   | b   | C                | $\gamma$         | E                | A     | B     | D     | Rtc              | $\sigma_{tb}$    |
|-----|-----|------------------|------------------|------------------|-------|-------|-------|------------------|------------------|
| m   | m   | T/m <sup>2</sup> | T/m <sup>3</sup> | T/m <sup>2</sup> |       |       |       | T/m <sup>2</sup> | T/m <sup>2</sup> |
| 5.9 | 3.3 | 2.8              | 2.7              | 950              | 0.395 | 2.575 | 5.155 | 21.38            | 8.23             |

Trong đó:  $\sigma_{tb} = \frac{P_{tt}}{A}$

Diện tích chịu tải của móng:  $A = 19.18 \text{ m}^2$

Kiểm tra theo công thức:  $\sigma_{tb} \leq 1.2^* R_{tc} = 25.65$

**Kết luận:** Đất dưới đáy móng đảm bảo khả năng chịu lực.

#### 4 - Tính toán độ lún của móng:

Ứng suất trung bình do tải trọng tiêu chuẩn tác dụng tại đáy móng:

$$\sigma_{tb} = 8.23 \text{ T/m}^2$$

| Vị trí điểm xét   | Cường độ áp lực do                                   |  |
|-------------------|--|--|
|                   | trọng lượng bản thân                                 | ngoại lực  |
| Trong lớp đất nền | $\sigma_{bt} = \gamma_o * h_o + \sum \gamma_i * h_i$ | $\sigma_{gl} = \alpha * (\sigma - \gamma_o * h)$ |

Trong đó:  $\gamma_o$ : Trọng lượng thể tích đất đắp trên móng

$h_o$ : Chiều sâu chôn móng

$\gamma_i$ : Trọng lượng thể tích lớp đất thứ i

$h_i$ : Chiều sâu lớp đất thứ i

$\alpha$ : Hệ số phân tán ứng suất

Giới hạn phạm vi tính lún:  $\sigma_{gl} < \sigma_{bt}/5$

**Bảng tính toán độ lún của móng theo phương pháp công lún từng l**

0

| Lớp đất | z (m) | $\frac{2z}{b}$ | $\gamma_i$ (T/m <sup>3</sup> ) | $h_i$ (m) | $\alpha$ | $\sigma_{bt}$ (T/m <sup>2</sup> ) | $\sigma_{gl}$ (T/m <sup>2</sup> ) | $\sigma_{gl}^{tb}$ (T/m <sup>2</sup> ) | $E_i$ (T/m <sup>2</sup> ) | $\beta_i$ | $S_i$ (cm) |
|---------|-------|----------------|--------------------------------|-----------|----------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|---------------------------|-----------|------------|
| 2       | 0     | 0.0            | 2.70                           | 0.20      | 1.000    | 0.54                              | 7.687                             |  | 950                       | 0.80      |            |
| 2       | 0.5   | 0.2            | 2.70                           | 0.50      | 0.920    | 1.89                              | 7.072                             | 7.380                                  | 950                       | 0.80      | 0.311      |
| 2       | 1.00  | 0.3            | 2.70                           | 0.50      | 0.703    | 3.24                              | 5.404                             | 6.238                                  | 950                       | 0.80      | 0.263      |
| 2       | 1.50  | 0.5            | 2.70                           | 0.50      | 0.488    | 4.59                              | 3.753                             | 4.579                                  | 950                       | 0.80      | 0.193      |
| 2       | 2.00  | 0.7            | 2.70                           | 0.50      | 0.336    | 5.94                              | 2.583                             | 3.168                                  | 950                       | 0.80      | 0.133      |
|         |       |                |                                |           |          |                                   |                                   |  |                           |           |            |
|         |       |                |                                |           |          |                                   |                                   |  |                           |           |            |
|         |       |                |                                |           |          |                                   |                                   |  |                           |           |            |
|         |       |                |                                |           |          |                                   |                                   |  |                           |           |            |
|         |       |                |                                |           |          |                                   |                                   |  |                           |           |            |

—Độ lún tổng cộng:  $S = \sum S_i = 0.900 \text{ cm}$

**Kết luận:** Móng đảm bảo độ lún trong giới hạn cho phép



# THUYẾT MINH TÍNH TOÁN MÓNG TRỤ ĐỖ BIẾN DÒNG 110 KV

Mã hiệu: MBD-110

## I. Số liệu tính toán

### 1. Chỉ tiêu cơ lý của đất đắp, nền đất dưới đáy móng

| Chỉ tiêu cơ lý                | Đất đắp | Nền đất |
|-------------------------------|---------|---------|
| $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | 15.30   | 18.00   |
| $\phi$ (độ)                   | 16.00   | 20.00   |
| $c$ (kN/m <sup>2</sup> )      | 13.5    | 18      |

### 2. Lực tác dụng tại đỉnh móng

$$N = 7.26 \text{ kN}$$

$$Q_x = 3.72 \text{ kN} \quad Q_y = 4.57 \text{ kN}$$

$$M_y = 9.7 \text{ kN.m} \quad M_x = 14.24 \text{ kN.m}$$

### 3. Sơ bộ chọn kích thước móng (xem hình vẽ)

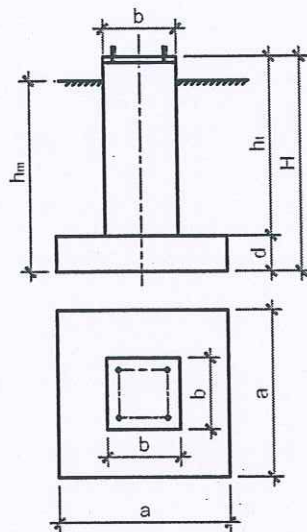
$$a = 1.5 \text{ m}$$

$$b = 0.7 \text{ m}$$

$$H = 1.5 \text{ m}$$

$$d = 0.3 \text{ m}$$

$$h_m = 1.3 \text{ m}$$



## II. Tính toán móng trụ

### 1. Kiểm tra sức chịu tải của nền

Trong đó:

$$N^{tc} - \text{Tổng tải trọng} \frac{N^{tc}}{F} + \frac{M_1 + M_2}{W} \leq 1.2 R^{tc} \text{ ứng lên đỉnh móng;}$$

$$N^{tc} = \frac{N}{1.1} + G = 65.1 \text{ kN}$$

$$\text{Với} \quad G = \gamma_b(a^2d + b^2h_m) + \gamma_{dl}(a^2 - b^2)(h_m - d) = 58.5 \text{ kN}$$

$M_1, M_2$ - Mô men tại đáy móng do tải trọng tiêu chuẩn gây ra;

$$M_1 = \frac{M_x + Q_y H}{1.1} = 19.18 \text{ kN.m}$$

$$M_2 = \frac{M_y + Q_x H}{1.1} = 13.89 \text{ kN.m}$$

$$F - \text{Diện tích đáy móng;} \quad F = a^2 = 2.25 \text{ m}^2$$

$$W - \text{Khả năng kháng uốn của bản đáy móng;} \quad W = \frac{a^3}{6} = 0.56 \text{ m}^3$$

$R^{tc}$ - Sức chịu tải tiêu chuẩn của nền;

$$R^{tc} = \frac{m_1 m_2}{k} (A \gamma + B h_m \gamma_{dl} + D c) = 120.82 \text{ kN/m}^2$$

$m_1$ - hệ số làm việc của nền, lấy theo tính chất đất (bảng 1);  $m_1 = 1.1$

$m_2$ - hệ số điều kiện làm việc của công trình tác động qua lại với nền,  $m_2 = 1.0$

$k$ - hệ số tin cậy phụ thuộc vào phương pháp xác định các đặc trưng tính toán của đất;  $k = 1.0$

A,B,D- Các hệ số không thứ nguyên phụ thuộc vào góc ma sát trong  $\varphi$ , lấy theo bảng 2)

$\gamma_{dl}$ - dung trọng của đất lấp

$\gamma$ - dung trọng của đất nền

Kiểm tra sức chịu tải của nền:

$$\frac{N^{tc}}{F} + \frac{M_1 + M_2}{W} = 87.72 \text{ kN/m}^2 < 1.2 R^{tc} = 144.99 \text{ kN/m}^2$$

→ Nền đất đảm bảo khả năng chịu lực

## 2. Kiểm tra ổn định của móng

### a) Kiểm tra ổn định về lật quanh mép bản đáy móng

Mô men gây lật:

$$M_l = 1.1 \sqrt{M_1^2 + M_2^2} = 26.05 \text{ kN.m}$$

Mô men chống lại sự lật:

$$M_{gi} = (G + N) \frac{a}{2} = 49.32 \text{ kN.m}$$

Trong đó:  $\gamma_b$ - trọng lượng riêng của bê tông móng

$\gamma_{dl}$ - trọng lượng riêng của đất lấp móng

Điều kiện ổn định:

$$K_l = \frac{M_{gi}}{M_l} = 1.89 > [K_l] = 1.2$$

→ Móng đảm bảo ổn định về lật

### b) Kiểm tra ổn định về trượt phẳng

Tổng lực ngang gây trượt:

$$F_{tr} = \max(Q_x, Q_y) = 4.57 \text{ kN}$$

Tổng lực chống lại sự trượt:

$$F_{gi} = G \tan \varphi_o + F c_o = 23.82 \text{ kN}$$

Trong đó:

$$\varphi_o - \text{góc ma sát giữa đất với đáy móng; } \varphi_o = \frac{\varphi}{2} = 10^\circ$$

$$c_o - \text{lực dính đơn vị giữa đất với đáy móng; } c_o = \frac{c}{3} = 6 \text{ T/m}^2$$

Điều kiện ổn định:

$$K_{tr} = \frac{F_{gi}}{F_{tr}} = 5.21 > [K_{tr}] = 1.2$$

→ Móng đảm bảo ổn định về trượt phẳng

### c) Kiểm tra ổn định về trượt sâu:

Do tải trọng theo phương đứng nhỏ, lực ngang nhỏ nên không cần kiểm tra ổn định về trượt sâu.

## 3. Kiểm tra độ nghiêng của móng

$$\tan \theta = \frac{K(1 - \mu_{tb}^2) M^{tc}}{E_{tb} \left(\frac{a}{2}\right)^3} = 0.0002 < 0.004$$

→ Móng lún lệch trong giới hạn cho phép

## 4. Tính toán độ lún móng:



- ứng suất trung bình dưới đáy móng:

$$\sigma = 2.89 \quad (\text{T/m}^2)$$

- Cường độ áp lực gây lún:

$$\sigma_{gl} = \alpha \cdot (\sigma - \gamma_0 h_0)$$

- Cường độ áp lực do trọng lượng bản thân đất gây ra:

$$\sigma_{bt} = \gamma_0 h_0 + \sum \gamma_i h_i$$

Trong đó:

$\gamma_0$ : Trọng lượng thể tích đất đắp trên móng

$h_0$ : Chiều sâu chôn móng

$\gamma_i$ : Trọng lượng thể tích lớp đất thứ i

$h_i$ : Chiều sâu lớp đất thứ i

$\alpha$ : Hệ số phân tán ứng suất

Giới hạn phạm vi tính lún:  $\sigma_{gl} < \sigma_{bt}/5$

**Bảng tính toán độ lún của móng theo phương pháp công lún từng lớp:**

| Lớp đất | z<br>(m) | $\frac{2z}{b}$ |     | $\gamma_i$<br>(T/m <sup>3</sup> ) | $h_i$<br>(m) | $\alpha$ | $\sigma_{bt}$<br>(T/m <sup>2</sup> ) | $\sigma_{gl}$<br>(T/m <sup>2</sup> ) |
|---------|----------|----------------|-----|-----------------------------------|--------------|----------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Lớp 2   | 0        | 0.0            | 0.0 | 1.53                              | 0.0          | 1.000    | 0.00                                 | 2.89                                 |
| Lớp 2   | 0.5      | 0.7            | 0.7 | 1.53                              | 0.5          | 0.844    | 0.77                                 | 2.44                                 |
| Lớp 2   | 1        | 1.4            | 1.4 | 1.53                              | 0.5          | 0.523    | 1.53                                 | 1.51                                 |
| Lớp 2   | 1.5      | 2.1            | 2.1 | 1.53                              | 0.5          | 0.314    | 2.30                                 | 0.91                                 |
|         |          |                |     |                                   |              |          |                                      |                                      |
|         |          |                |     |                                   |              |          |                                      |                                      |

\*KT là kết thúc lún

Độ lún tổng cộng:  $S = \sum S_i = 0.25 \text{ cm} < [S] = 8 \text{ cm}$

Kết luận: Móng đảm bảo độ lún trong giới hạn cho phép

## 5. Kiểm tra chọc thủng móng

Điều kiện chống chọc thủng:  $N \leq 0.75 R_k b_{tb} d_o$

Trong đó:

N- tải trọng thẳng đứng tác dụng lên đỉnh trụ móng

$b_{tb}$ - chu vi trung bình của tháp chọc thủng;  $b_{tb} = 8(b+d) = 8 \text{ m}$

$d_o$ - chiều cao tính toán của móng. Với chiều dày lớp bảo vệ 5cm,  $d_o = 0.25 \text{ m}$

Ta có:

Bê tông mác 200 có:

$R_k = 7.5 \text{ kN/m}^2$

$N = 7.3 <$

$11.25 \rightarrow$

ok

## 6. Tính cốt thép móng

### a) Tính thép bản đáy móng

Ứng suất của nền đất dưới đáy móng:

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{F} + \frac{(M_x + M_y)}{W} = 96.49 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{\min} = \frac{N}{F} - \frac{(M_x + M_y)}{W} = -93.27 \text{ kN/m}^2$$

Ứng suất của nền đất dưới đáy móng tại mép của trụ móng:

$$\sigma_1 = \frac{a - a_1}{a} (\sigma_{\max} + |\sigma_{\min}|) - |\sigma_{\min}| = 45.89 \text{ kN/m}^2$$

Với:  $a_1 = \frac{a - b}{2} = 0.4 \text{ m}$

Mô men tại mặt cắt chân trụ móng:

$$M = \frac{\sigma_{\max} + \sigma_1}{2} a_1 = 28.48 \text{ kN.m}$$

$$A = \frac{M}{R_n b d_o^2} = 0.051$$

Với:  $d_o = d - 0.05 = 0.25 \text{ m}$

Bê tông mác 200 có:  $R_n = 90 \text{ kN/m}^2$  ; Thép nhóm All có  $R_a = 2700 \text{ kN/m}^2$

$$\gamma = 0.5[1 + \sqrt{1 - 2A}] = 0.97$$

$$F_a = \frac{M}{R_a \gamma h_o} = 4.33 \text{ cm}^2$$

Chọn: 6Φ12 có  $F_a = 6.79 \text{ cm}^2$

#### b) Tính thép trụ móng

Ảnh hưởng của uốn dọc:

$$\frac{l_o}{b} = \lambda \frac{h_t}{b} = 2 \frac{h_t}{b} = 3.43 < 8$$

→ Bỏ qua ảnh hưởng của uốn dọc

Trường hợp lệch tâm:

Vùng chịu nén:

$$x = \frac{N}{b \cdot R_n} = 0.12 \text{ m} < \alpha_o b_o = 0.42 \text{ m}$$

→ Lệch tâm lớn

Cốt thép trụ trong trường hợp 'Lệch tâm lớn':

$$F_a = 0.96 \text{ cm}^2$$

Chọn: 5Φ16 có  $F_a = 10.05 \text{ cm}^2$

# THUYẾT MINH TÍNH TOÁN MÓNG TRỤ ĐỠ MÁY CẮT 110KV

Mã hiệu: MMC-110

## I. Số liệu tính toán

### 1. Chỉ tiêu cơ lý của đất đắp, nền đất dưới đáy móng

| Chỉ tiêu cơ lý                | Đất đắp | Nền đất |
|-------------------------------|---------|---------|
| $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | 15.30   | 18.00   |
| $\phi$ (độ)                   | 16.00   | 20.00   |
| $c$ (kN/m <sup>2</sup> )      | 13.5    | 18      |

### 2. Lực tác dụng tại đỉnh móng

$$N = 8.04 \text{ kN}$$

$$Q_x = 2.54 \text{ kN} \quad Q_y = 3.55 \text{ kN}$$

$$M_y = 6.287 \text{ kN.m} \quad M_x = 11.64 \text{ kN.m}$$

### 3. Sơ bộ chọn kích thước móng (xem hình vẽ)

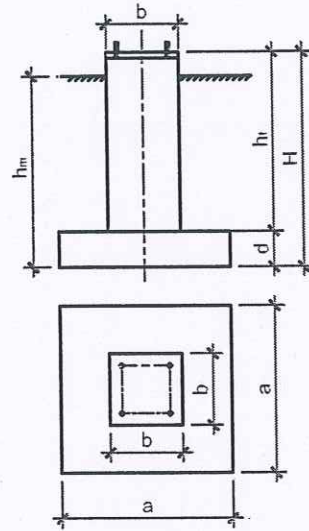
$$a = 1.4 \text{ m}$$

$$b = 0.6 \text{ m}$$

$$H = 1.5 \text{ m}$$

$$d = 0.3 \text{ m}$$

$$h_m = 1.3 \text{ m}$$



## II. Tính toán móng trụ

### 1. Kiểm tra sức chịu tải của nền

Trong đó:

$$N^{tc} - \text{Tổng tải trọng} \frac{N^{tc}}{F} + \frac{M_1 + M_2}{W} \leq 1.2 R^{tc} \text{ ứng lên đỉnh móng;}$$

$$N^{tc} = \frac{N}{1.1} + G = 57.29 \text{ kN}$$

$$\text{Với} \quad G = \gamma_b(a^2d + b^2h_t) + \gamma_{dl}(a^2 - b^2)(h_m - d) = 49.98 \text{ kN}$$

$M_1, M_2$ - Mô men tại đáy móng do tải trọng tiêu chuẩn gây ra;

$$M_1 = \frac{M_x + Q_y H}{1.1} = 15.42 \text{ kN.m}$$

$$M_2 = \frac{M_y + Q_x H}{1.1} = 9.18 \text{ kN.m}$$

$$F - \text{Diện tích đáy móng;} \quad F = a^2 = 1.96 \text{ m}^2$$

$$W - \text{Khả năng kháng uốn của bản đáy móng;} \quad W = \frac{a^3}{6} = 0.46 \text{ m}^3$$

$R^{tc}$ - Sức chịu tải tiêu chuẩn của nền;

$$R^{tc} = \frac{m_1 m_2}{k} (A \alpha \gamma + B h_m \gamma_{dl} + D c) = 120.51 \text{ kN/m}^2$$

$m_1$ - hệ số làm việc của nền, lấy theo tính chất đất (bảng 1);  $m_1 = 1.1$

$m_2$ - hệ số điều kiện làm việc của công trình tác động qua lại với nền,  $m_2 = 1.0$

$k$ - hệ số tin cậy phụ thuộc vào phương pháp xác định các đặc trưng tính toán của đất;  $k = 1.0$



A,B,D- Các hệ số không thứ nguyên phụ thuộc vào góc ma sát trong  $\varphi$ , lấy theo bảng 2)

$\gamma_{dl}$ - dung trọng của đất lấp

$\gamma$ - dung trọng của đất nền

Kiểm tra sức chịu tải của nền:

$$\frac{N^{tc}}{F} + \frac{M_1 + M_2}{W} = 83.02 \text{ kN/m}^2 < 1.2 R^{tc} = 144.61 \text{ kN/m}^2$$

—> Nền đất đảm bảo khả năng chịu lực

## 2. Kiểm tra ổn định của móng

### a) Kiểm tra ổn định về lật quanh mép bản đáy móng

Mô men gây lật:

$$M_l = 1.1 \sqrt{M_1^2 + M_2^2} = 19.74 \text{ kN.m}$$

Mô men chống lại sự lật:

$$M_{gi} = (G + N) \frac{a}{2} = 40.61 \text{ kN.m}$$

Trong đó:  $\gamma_b$ - trọng lượng riêng của bê tông móng

$\gamma_{dl}$ - trọng lượng riêng của đất lấp móng

Điều kiện ổn định:

$$K_l = \frac{M_{gi}}{M_l} = 2.06 > [K_l] = 1.2$$

—> Móng đảm bảo ổn định về lật

### b) Kiểm tra ổn định về trượt phẳng

Tổng lực ngang gây trượt:

$$F_{tr} = \max(Q_x, Q_y) = 3.55 \text{ kN}$$

Tổng lực chống lại sự trượt:

$$F_{gi} = G \tan \varphi_o + F_{c_o} = 20.57 \text{ kN}$$

Trong đó:

$$\varphi_o - \text{góc ma sát giữa đất với đáy móng; } \varphi_o = \frac{\varphi}{2} = 10^\circ$$

$$c_o - \text{lực dính đơn vị giữa đất với đáy móng; } c_o = \frac{c}{3} = 6 \text{ T/m}^2$$

Điều kiện ổn định:

$$K_{tr} = \frac{F_{gi}}{F_{tr}} = 5.8 > [K_{tr}] = 1.2$$

—> Móng đảm bảo ổn định về trượt phẳng

### c) Kiểm tra ổn định về trượt sâu:

Do tải trọng theo phương đứng nhỏ, lực ngang nhỏ nên không cần kiểm tra ổn định về trượt sâu.

## 3. Kiểm tra độ nghiêng của móng

$$tg\theta = \frac{K(1 - \mu_{tb}^2)M^{tc}}{E_{tb}(\frac{a}{2})^3} = 0.0002 < 0.004$$

—> Móng lún lệch trong giới hạn cho phép

## 4. Tính toán độ lún móng:

- Ứng suất trung bình dưới đáy móng:

$$\sigma = 2.92 \quad (\text{T/m}^2)$$

- Cường độ áp lực gây lún:

$$\sigma_{gl} = \alpha \cdot (\sigma - \gamma_0 h)$$

- Cường độ áp lực do trọng lượng bản thân đất gây ra:

$$\sigma_{bt} = \gamma_0 h_0 + \sum \gamma_i h_i$$

Trong đó:

$\gamma_0$ : Trọng lượng thể tích đất đắp trên móng

$h_0$ : Chiều sâu chôn móng

$\gamma_i$ : Trọng lượng thể tích lớp đất thứ i

$h_i$ : Chiều sâu lớp đất thứ i

$\alpha$ : Hệ số phân tán ứng suất

Giới hạn phạm vi tính lún:  $\sigma_{gl} < \sigma_{bt}/5$

**Bảng tính toán độ lún của móng theo phương pháp công lún từng lớp:**

| Lớp đất | z (m) | $\frac{2z}{b}$ |     | $\gamma_i$ (T/m <sup>3</sup> ) | $h_i$ (m) | $\alpha$ | $\sigma_{bt}$ (T/m <sup>2</sup> ) | $\sigma_{gl}$ (T/m <sup>2</sup> ) |
|---------|-------|----------------|-----|--------------------------------|-----------|----------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Lớp 2   | 0     | 0.0            | 0.0 | 1.53                           | 0.0       | 1.000    | 0.00                              | 2.92                              |
| Lớp 2   | 0.5   | 0.7            | 0.7 | 1.53                           | 0.5       | 0.844    | 0.77                              | 2.47                              |
| Lớp 2   | 1     | 1.4            | 1.4 | 1.53                           | 0.5       | 0.523    | 1.53                              | 1.53                              |
| Lớp 2   | 1.5   | 2.1            | 2.1 | 1.53                           | 0.5       | 0.314    | 2.30                              | 0.92                              |
|         |       |                |     |                                |           |          |                                   |                                   |
|         |       |                |     |                                |           |          |                                   |                                   |

\*KT là kết thúc lún

Độ lún tổng cộng:  $S = \sum S_i = 0.25 \text{ cm} < [S] = 8 \text{ cm}$

Kết luận: Móng đảm bảo độ lún trong giới hạn cho phép

## 5. Kiểm tra chọc thủng móng

Điều kiện chống chọc thủng:  $N \leq 0.75 R_k b_{tb} d_o$

Trong đó:

N- tải trọng thẳng đứng tác dụng lên đỉnh trụ móng

$b_{tb}$ - chu vi trung bình của tháp chọc thủng;  $b_{tb} = 8(b+d) = 7.2\text{m}$

$d_o$ - chiều cao tính toán của móng. Với chiều dày lớp bảo vệ 5cm,  $d_o = 0.25\text{m}$

Ta có: Bê tông mác 200 có:

$R_k = 7.5 \text{ kN/m}^2$

$N = 8 < 10.125 \rightarrow \text{ok}$

## 6. Tính cốt thép móng

### a) Tính thép bản đáy móng

Ứng suất của nền đất dưới đáy móng:

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{F} + \frac{(M_x + M_y)}{W} = 91.33 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{\min} = \frac{N}{F} - \frac{(M_x + M_y)}{W} = -87.22 \text{ kN/m}^2$$

Ứng suất của nền đất dưới đáy móng tại mép của trụ móng:

$$\sigma_1 = \frac{a - a_1}{a} (\sigma_{\max} + |\sigma_{\min}|) - |\sigma_{\min}| = 40.31 \text{ kN/m}^2$$

Với:  $a_1 = \frac{a - b}{2} = 0.4 \text{ m}$

Mô men tại mặt cắt chân trụ móng:

$$M = \frac{\sigma_{\max} + \sigma_1}{2} a_1 = 26.33 \text{ kN.m}$$

$$A = \frac{M}{R_n b d_o^2} = 0.047$$

Với:  $d_o = d - 0.05 = 0.25 \text{ m}$

Bê tông mác 200 có:  $R_n = 90 \text{ kN/m}^2$  ; Thép nhóm AIII có  $R_a = 2700 \text{ kN/m}^2$

$$\gamma = 0.5[1 + \sqrt{1 - 2A}] = 0.98$$

$$F_a = \frac{M}{R_a \gamma h_o} = 4 \text{ cm}^2$$

Chọn:  $6\Phi 12$  có  $F_a = 6.79 \text{ cm}^2$

#### b) Tính thép trụ móng

Ảnh hưởng của uốn dọc:

$$\frac{l_o}{b} = \lambda \frac{h_t}{b} = 2 \frac{h_t}{b} = 4 < 8$$

→ Bỏ qua ảnh hưởng của uốn dọc

Trường hợp lệch tâm:

Vùng chịu nén:

$$x = \frac{N}{b \cdot R_n} = 0.15 \text{ m} < \alpha_o b_o = 0.36 \text{ m}$$

→ Lệch tâm lớn

Cốt thép trụ trong trường hợp 'Lệch tâm lớn':

$$F_a = 0.9 \text{ cm}^2$$

Chọn:  $5\Phi 16$  có  $F_a = 10.05 \text{ cm}^2$



# THUYẾT MINH TÍNH TOÁN MÓNG TRỤ ĐỖ DAO CÁCH LY 110 KV

Mã hiệu: MCL-110

## I. Số liệu tính toán

### 1. Chỉ tiêu cơ lý của đất đắp, nền đất dưới đáy móng

| Chỉ tiêu cơ lý                | Đất đắp | Nền đất |
|-------------------------------|---------|---------|
| $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | 15.30   | 18.00   |
| $\phi$ (độ)                   | 16.00   | 20.00   |
| $c$ (kN/m <sup>2</sup> )      | 13.5    | 18      |

### 2. Lực tác dụng tại đỉnh móng

$$N = 5.22 \text{ kN}$$

$$Q_x = 1.62 \text{ kN}$$

$$Q_y = 5.33 \text{ kN}$$

$$M_y = 3.713 \text{ kN.m}$$

$$M_x = 18.45 \text{ kN.m}$$

### 3. Sơ bộ chọn kích thước móng (xem hình vẽ)

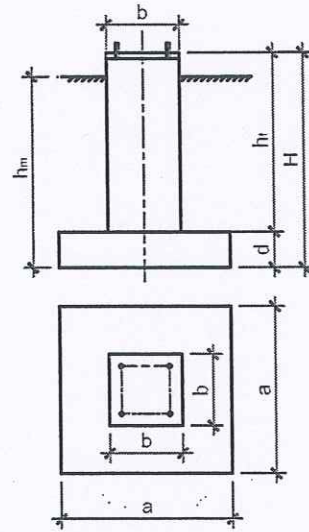
$$a = 1.4 \text{ m}$$

$$b = 0.6 \text{ m}$$

$$H = 1.5 \text{ m}$$

$$d = 0.3 \text{ m}$$

$$h_m = 1.3 \text{ m}$$



## II. Tính toán móng trụ

### 1. Kiểm tra sức chịu tải của nền

Trong đó:

$$N^{tc} - \text{Tổng tải trọng} \frac{N^{tc}}{F} + \frac{M_1 + M_2}{W} \leq 1.2 R^{tc} \text{ ứng lên đỉnh móng;}$$

$$N^{tc} = \frac{N}{1.1} + G = 54.73 \text{ kN}$$

$$\text{Với } G = \gamma_b(a^2d + b^2h_t) + \gamma_{dl}(a^2 - b^2)(h_m - d) = 49.98 \text{ kN}$$

$M_1, M_2$ - Mô men tại đáy móng do tải trọng tiêu chuẩn gây ra;

$$M_1 = \frac{M_x + Q_y H}{1.1} = 24.04 \text{ kN.m}$$

$$M_2 = \frac{M_y + Q_x H}{1.1} = 5.58 \text{ kN.m}$$

F- Diện tích đáy móng;  $F = a^2 = 1.96 \text{ m}^2$

W- Khả năng kháng uốn của bản đáy móng;  $W = \frac{a^3}{6} = 0.46 \text{ m}^3$

$R^{tc}$ - Sức chịu tải tiêu chuẩn của nền;

$$R^{tc} = \frac{m_1 m_2}{k} (A \alpha \gamma + B h_m \gamma_{dl} + D c) = 120.51 \text{ kN/m}^2$$

$m_1$ - hệ số làm việc của nền, lấy theo tính chất đất (bảng 1);  $m_1 = 1.1$

$m_2$ - hệ số điều kiện làm việc của công trình tác động qua lại với nền,  $m_2 = 1.0$

k- hệ số tin cậy phụ thuộc vào phương pháp xác định các đặc trưng tính toán của đất;  $k = 1.0$

A,B,D- Các hệ số không thứ nguyên phụ thuộc vào góc ma sát trong  $\varphi$ , lấy theo bảng 2)

$\gamma_{đl}$ - dung trọng của đất lấp

$\gamma$ - dung trọng của đất nền

Kiểm tra sức chịu tải của nền:

$$\frac{N^{tc}}{F} + \frac{M_1 + M_2}{W} = 92.7 \text{ kN/m}^2 < 1.2 R^{tc} = 144.61 \text{ kN/m}^2$$

→ Nền đất đảm bảo khả năng chịu lực

## 2. Kiểm tra ổn định của móng

### a) Kiểm tra ổn định về lật quanh mép bản đáy móng

Mô men gây lật:

$$M_l = 1.1 \sqrt{M_1^2 + M_2^2} = 27.15 \text{ kN.m}$$

Mô men chống lại sự lật:

$$M_{gi} = (G + N) \frac{a}{2} = 38.64 \text{ kN.m}$$

Trong đó:  $\gamma_b$ - trọng lượng riêng của bê tông móng

$\gamma_{đl}$ - trọng lượng riêng của đất lấp móng

Điều kiện ổn định:

$$K_l = \frac{M_{gi}}{M_l} = 1.42 > [K_l] = 1.2$$

→ Móng đảm bảo ổn định về lật

### b) Kiểm tra ổn định về trượt phẳng

Tổng lực ngang gây trượt:

$$F_{tr} = \max(Q_x, Q_y) = 5.33 \text{ kN}$$

Tổng lực chống lại sự trượt:

$$F_{gi} = G \tan \varphi_o + F c_o = 20.57 \text{ kN}$$

Trong đó:

$$\varphi_o - \text{góc ma sát giữa đất với đáy móng; } \varphi_o = \frac{\varphi}{2} = 10^\circ$$

$$c_o - \text{lực dính đơn vị giữa đất với đáy móng; } c_o = \frac{c}{3} = 6 \text{ T/m}^2$$

Điều kiện ổn định:

$$K_{tr} = \frac{F_{gi}}{F_{tr}} = 3.86 > [K_{tr}] = 1.2$$

→ Móng đảm bảo ổn định về trượt phẳng

### c) Kiểm tra ổn định về trượt sâu:

Do tải trọng theo phương đứng nhỏ, lực ngang nhỏ nên không cần kiểm tra ổn định về trượt sâu.

## 3. Kiểm tra độ nghiêng của móng

$$\tan \theta = \frac{K(1 - \mu_{tb}^2) M^{tc}}{E_{tb} \left(\frac{a}{2}\right)^3} = 0.0003 < 0.004$$

→ Móng lún lệch trong giới hạn cho phép

## 4. Tính toán độ lún móng:

- ứng suất trung bình dưới đáy móng:

$$\sigma = 2.79 \quad (\text{T/m}^2)$$

- Cường độ áp lực gây lún:

$$\sigma_{gl} = \alpha \cdot (\sigma - \gamma_0 h)$$

- Cường độ áp lực do trọng lượng bản thân đất gây ra:

$$\sigma_{bt} = \gamma_0 h_0 + \sum \gamma_i h_i$$

Trong đó:

$\gamma_0$ : Trọng lượng thể tích đất đắp trên móng

$h_0$ : Chiều sâu chôn móng

$\gamma_i$ : Trọng lượng thể tích lớp đất thứ i

$h_i$ : Chiều sâu lớp đất thứ i

$\alpha$ : Hệ số phân tán ứng suất

Giới hạn phạm vi tính lún:  $\sigma_{gl} < \sigma_{bt}/5$

**Bảng tính toán độ lún của móng theo phương pháp công lún từng lớp:**

| Lớp đất | z<br>(m) | $\frac{2z}{b}$ |     | $\gamma_i$<br>(T/m <sup>3</sup> ) | $h_i$<br>(m) | $\alpha$ | $\sigma_{bt}$<br>(T/m <sup>2</sup> ) | $\sigma_{gl}$<br>(T/m <sup>2</sup> ) |
|---------|----------|----------------|-----|-----------------------------------|--------------|----------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Lớp 2   | 0        | 0.0            | 0.0 | 1.53                              | 0.0          | 1.000    | 0.00                                 | 2.79                                 |
| Lớp 2   | 0.5      | 0.7            | 0.7 | 1.53                              | 0.5          | 0.844    | 0.77                                 | 2.36                                 |
| Lớp 2   | 1        | 1.4            | 1.4 | 1.53                              | 0.5          | 0.523    | 1.53                                 | 1.46                                 |
| Lớp 2   | 1.5      | 2.1            | 2.1 | 1.53                              | 0.5          | 0.314    | 2.30                                 | 0.88                                 |
|         |          |                |     |                                   |              |          |                                      |                                      |
|         |          |                |     |                                   |              |          |                                      |                                      |

\*KT là kết thúc lún

Độ lún tổng cộng:  $S = \sum S_i = 0.24 \text{ cm} < [S] = 8 \text{ cm}$

Kết luận: Móng đảm bảo độ lún trong giới hạn cho phép

## 5. Kiểm tra chọc thủng móng

Điều kiện chống chọc thủng:  $N \leq 0.75 R_k b_{tb} d_o$

Trong đó:

N- tải trọng thẳng đứng tác dụng lên đỉnh trụ móng

$b_{tb}$ - chu vi trung bình của tháp chọc thủng;  $b_{tb} = 8(b+d) = 7.2\text{m}$

$d_o$ - chiều cao tính toán của móng. Với chiều dày lớp bảo vệ 5cm,  $d_o = 0.25\text{m}$

Ta có:

Bê tông mác 200 có:

$R_k = 7.5 \text{ kN/m}^2$

$N = 5.2 < 10.125 \rightarrow \text{ok}$

## 6. Tính cốt thép móng

### a) Tính thép bản đáy móng

Ứng suất của nền đất dưới đáy móng:

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{F} + \frac{(M_x + M_y)}{W} = 101.97 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{\min} = \frac{N}{F} - \frac{(M_x + M_y)}{W} = -99.31 \text{ kN/m}^2$$



Ứng suất của nền đất dưới đáy móng tại mép của trụ móng:

$$\sigma_1 = \frac{a-a_1}{a} (\sigma_{\max} + |\sigma_{\min}|) - |\sigma_{\min}| = 44.46 \text{ kN/m}^2$$

Với:  $a_1 = \frac{a-b}{2} = 0.4 \text{ m}$

Mô men tại mặt cắt chân trụ móng:

$$M = \frac{\sigma_{\max} + \sigma_1}{2} a_1 = 29.29 \text{ kN.m}$$

$$A = \frac{M}{R_n b d_o^2} = 0.052$$

Với:  $d_o = d - 0.05 = 0.25 \text{ m}$

Bê tông mác 200 có:  $R_n = 90 \text{ kN/m}^2$  ; Thép nhóm AII có  $R_a = 2700 \text{ kN/m}^2$

$$\gamma = 0.5[1 + \sqrt{1 - 2A}] = 0.97$$

$$F_a = \frac{M}{R_a \gamma h_o} = 4.46 \text{ cm}^2$$

Chọn:  $6\Phi 12$  có  $F_a = 6.79 \text{ cm}^2$

#### b) Tính thép trụ móng

Ảnh hưởng của uốn dọc:

$$\frac{l_o}{b} = \lambda \frac{h_t}{b} = 2 \frac{h_t}{b} = 4 < 8$$

→ Bỏ qua ảnh hưởng của uốn dọc

Trường hợp lệch tâm:

Vùng chịu nén:

$$x = \frac{N}{b \cdot R_n} = 0.1 \text{ m} < \alpha_o b_o = 0.36 \text{ m}$$

→ Lệch tâm lớn

Cốt thép trụ trong trường hợp 'Lệch tâm lớn':

$$F_a = 1.52 \text{ cm}^2$$

Chọn:  $5\Phi 16$  có  $F_a = 10.05 \text{ cm}^2$