

## NỘI DUNG BIÊN CHẾ

Quy định về công tác **Thiết kế dự án lưới điện phân phối cấp điện áp đến 35kV** được biên chế thành các Tập như sau:

**Tập 1: Quy định chung**

**Tập 2: Nội dung biên chế hồ sơ**

**Tập 3: Các bản vẽ định hướng thiết kế**

**Tập 1: Quy định chung** gồm các nội dung chính như sau:

### Mục lục:

<b>CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN</b> .....	<b>5</b>
<b>1.1. Giải thích từ ngữ</b> .....	<b>5</b>
<b>1.2. Các điều kiện chung</b> .....	<b>7</b>
1.2.1. Điều kiện môi trường làm việc của thiết bị.....	7
1.2.2. Điều kiện vận hành của hệ thống.....	7
1.2.3. Phân vùng khu vực áp dụng.....	8
<b>1.3. Yêu cầu đối với công tác thiết kế xây dựng</b> .....	<b>8</b>
<b>1.4. Phụ tải điện</b> .....	<b>9</b>
<b>1.5. Yêu cầu về chất lượng điện</b> .....	<b>14</b>
1.5.1. Các yêu cầu về chất lượng điện.....	14
1.5.2. Bán kính cấp điện.....	14
<b>1.6. Độ tin cậy cung cấp điện và tổn thất điện năng</b> .....	<b>15</b>
1.6.1. Độ tin cậy cung cấp điện.....	15
1.6.2. Tổn thất điện năng.....	16
<b>1.7. Sơ đồ lưới điện phân phối</b> .....	<b>16</b>
<b>1.8. Cấp điện áp phân phối</b> .....	<b>16</b>
1.8.1. Các cấp điện áp danh định trong hệ thống điện phân phối.....	16
1.8.2. Định hướng điện áp phân phối.....	16
<b>1.9. Kết cấu lưới điện phân phối</b> .....	<b>17</b>
1.9.1. Định hướng thiết kế lưới điện hạ áp.....	17
1.9.2. Định hướng thiết kế lưới điện 22kV.....	17
1.9.3. Định hướng thiết kế lưới điện 35kV.....	18
<b>1.10. Tiêu chí lựa chọn tuyến đường dây</b> .....	<b>19</b>
1.10.1. Lựa chọn tuyến đường dây dựa trên các cơ sở sau:.....	19
1.10.2. Việc chọn tuyến nhằm thỏa mãn các điều kiện sau:.....	19
<b>1.11. Tiêu chí lựa chọn vị trí trạm biến áp</b> .....	<b>20</b>
<b>1.12. Tiêu chí lựa chọn công nghệ đường dây trên không và đường cáp ngầm</b> .....	<b>20</b>
1.12.1 Tiêu chí lựa chọn công nghệ đường dây nổi sử dụng dây trần.....	20
1.12.2. Tiêu chí lựa chọn công nghệ đường dây nổi sử dụng dây bọc.....	21
1.12.3 Tiêu chí lựa chọn công nghệ đường cáp ngầm.....	22
<b>1.13. Tự động hóa lưới điện</b> .....	<b>23</b>
1.13.1. Giải pháp tổng thể.....	24
1.13.2. Giải pháp từng bước.....	24
<b>1.14. Điều kiện khí hậu và tổ hợp tải trọng gió tác dụng</b> .....	<b>25</b>

<b>1.15. Tính toán áp lực gió tác động và kết cấu.....</b>	<b>25</b>
<b>1.16. Khoảng cách an toàn và hành lang bảo vệ.....</b>	<b>27</b>
<b>1.17. Yêu cầu khảo sát khi xây dựng.....</b>	<b>27</b>
<b>CHƯƠNG 2: CƠ SỞ PHÁP LÝ VÀ CÁC TÀI LIỆU LIÊN QUAN.....</b>	<b>28</b>
<b>2.1. Các tiêu chuẩn, qui chuẩn áp dụng.....</b>	<b>28</b>
2.1.1. Các văn bản quy phạm pháp luật hiện hành.....	28
2.1.2. Các tiêu chuẩn áp dụng vật liệu thiết bị điện hiện hành.....	29
2.1.3. Các tiêu chuẩn áp dụng thiết kế xây dựng hiện hành.....	29
2.1.4. Các quy chuẩn áp dụng hiện hành.....	29
<b>2.2. Trình tự thực hiện và quản lý chất lượng đầu tư xây dựng.....</b>	<b>30</b>
<b>2.3. Các thủ tục pháp lý cần thiết phục vụ đầu tư xây dựng công trình.....</b>	<b>30</b>
<b>2.4. Các tính toán và phần mềm áp dụng.....</b>	<b>31</b>
<b>CHƯƠNG 3: TRẠM BIẾN ÁP PHÂN PHỐI.....</b>	<b>32</b>
<b>3.1. Phạm vi áp dụng và định nghĩa.....</b>	<b>32</b>
<b>3.2. Phạm vi cấp điện và vị trí xây dựng trạm biến áp.....</b>	<b>32</b>
<b>3.3. Công nghệ lắp đặt trạm biến áp.....</b>	<b>33</b>
<b>3.4. Cấp điện áp, công suất máy biến áp.....</b>	<b>34</b>
<b>3.5. Sơ đồ nguyên lý, kiểu trạm.....</b>	<b>35</b>
<b>3.6. Thiết bị đóng cắt bảo vệ.....</b>	<b>37</b>
3.6.1. Phía sơ cấp:.....	37
3.6.2. Phía thứ cấp:.....	37
<b>3.7. Thiết bị chống sét và nối đất.....</b>	<b>38</b>
3.7.1. Thiết bị chống sét.....	38
3.7.2. Nối đất trạm biến áp.....	38
<b>3.8. Thiết bị đo đếm.....</b>	<b>39</b>
<b>3.9. Các vật tư thiết bị khác.....</b>	<b>39</b>
<b>3.10. Giải pháp xây dựng trạm biến áp.....</b>	<b>39</b>
3.9.1. Các loại hình trạm.....	39
3.9.2. Quy định kết cấu xây dựng TBA.....	40
3.9.3. Quy định lắp đặt ghé thao tác.....	42
<b>CHƯƠNG 4: ĐƯỜNG DÂY TRÊN KHÔNG.....</b>	<b>43</b>
<b>4.1. Phạm vi áp dụng và định nghĩa.....</b>	<b>43</b>
<b>4.2. Giải pháp công nghệ đường dây hạ áp.....</b>	<b>43</b>
4.2.1. Dây dẫn.....	43
4.2.2. Cách điện, phụ kiện.....	44
4.2.3. Nối đất.....	44
4.2.4. Giải pháp đóng cắt, bảo vệ.....	45
4.2.5. Giải pháp sơ đồ cột.....	45
4.2.6. Bố trí dây dẫn trên cột.....	46
4.2.7. Khoảng cách an toàn.....	46
4.2.8. Cáp vận xoắn ABC.....	46
<b>4.3. Giải pháp công nghệ đường dây trung áp.....</b>	<b>46</b>
4.3.1. Dây dẫn.....	46
4.3.2. Cách điện, phụ kiện.....	47
4.3.3. Chống sét và nối đất.....	50
4.3.4. Giải pháp đóng cắt, bảo vệ.....	51
4.3.5. Giải pháp sơ đồ cột và khoảng cách an toàn.....	52

4.4. Bố trí xà trên cột. ....	53
4.5. Chung loại cột và chiều cao cột. ....	54
4.6. Chung loại móng cột. ....	54
4.7. Xử lý nền móng và chân cột trong điều kiện đặc biệt. ....	58
4.8. Xà, giá đỡ. ....	58
<b>CHƯƠNG 5: ĐƯỜNG CÁP NGẦM. ....</b>	<b>60</b>
5.1. Phạm vi áp dụng và định nghĩa. ....	60
5.2. Chọn tiết diện cáp ngầm. ....	60
5.3. Phương thức lắp đặt đường cáp, loại cáp. ....	61
5.4. Lắp đặt hộp nối và đầu cáp. ....	62
5.5. Thiết bị đóng cắt bảo vệ. ....	63
5.5.1. Phần lưới ngầm trung áp. ....	63
5.5.2. Phần lưới ngầm hạ áp. ....	63
5.6. Nối đất. ....	64
5.7. Cảnh báo an toàn. ....	64
<b>CHƯƠNG 6: TÍNH TOÁN KIỂM TRA. ....</b>	<b>66</b>
6.1. Tính toán dự báo nhu cầu phụ tải. ....	66
6.1.1. Cơ sở lý thuyết. ....	66
6.1.2. Phân loại phụ tải. ....	67
6.1.3. Xác định phụ tải khu vực cấp điện. ....	70
6.1.4. Dự báo phụ tải. ....	72
6.2. Tính toán lựa chọn vật tư thiết bị điện. ....	75
6.2.1. Tính toán trào lưu công suất, tổn thất lưới điện và ngắn mạch hệ thống. ....	75
6.2.2. Tính toán kiểm tra các chỉ tiêu độ tin cậy cung cấp điện. ....	76
6.2.3. Tính toán kiểm tra lựa chọn tiết diện dây dẫn. ....	80
6.2.4. Tính toán kiểm tra lựa chọn MBA. ....	83
6.2.5. Tính toán kiểm tra lựa chọn thiết bị đóng cắt bảo vệ. ....	83
6.2.6. Tính toán kiểm tra tiếp địa. ....	86
6.3. Tính toán kiểm tra kết cấu cơ lý đường dây. ....	89
6.3.1. Các căn cứ tính toán kiểm tra. ....	89
6.3.2. Các thông số đầu vào. ....	89
6.3.3. Các chế độ làm việc của đường dây trên không. ....	89
6.3.4. Tính toán tải trọng cơ học tác động lên dây dẫn. ....	90
6.3.5. Tính toán sức kéo và độ võng căng dây. ....	93
6.3.6. Tính toán kiểm tra trạng thái của dây dẫn. ....	94
6.3.7. Tính toán kiểm tra khoảng cột tới hạn. ....	97
6.3.8. Tính toán kiểm tra khoảng cách an toàn của các dây pha. ....	99
6.3.9. Tính toán kiểm tra khả năng chịu lực của cách điện và phụ kiện. ....	100
6.4. Tính toán kiểm tra kết cấu xây dựng. ....	101
6.4.1. Tính toán kiểm tra tải trọng cơ học lên cột. ....	101
6.4.2. Tính toán kiểm tra cột. ....	103
6.4.3. Tính toán kiểm tra kết cấu xà. ....	116
6.4.4. Tính toán kiểm tra móng. ....	123
<b>CHƯƠNG 7: YÊU CẦU KỸ THUẬT CHO VẬT TƯ THIẾT BỊ CHÍNH. ....</b>	<b>138</b>
7.1. Yêu cầu chung. ....	138
7.1.1. Tiêu chuẩn áp dụng. ....	138
7.1.2. Điều kiện môi trường và vận hành. ....	138

7.1.3. Yêu cầu khác .....	138
<b>7.2. Máy biến áp.....</b>	<b>138</b>
<b>7.3. Thiết bị đóng cắt.....</b>	<b>138</b>
7.3.1. Recloser cho lưới 22, 35kV .....	138
7.3.2. Máy cắt điện ngoài trời cho lưới 22kV, 35kV .....	138
7.3.3. Dao cắt có tải loại chân không hoặc SF6 dùng cho lưới 22kV, 35kV .....	138
7.3.4. Cầu dao 3 pha 35kV, 22kV, ký hiệu DS-35 và DS-22 .....	138
7.3.5. Cầu chì tự rơi 35kV, 22kV, ký hiệu FCO-35 và FCO-22.....	139
<b>7.4. Thiết bị bảo vệ.....</b>	<b>139</b>
7.4.1. Chống sét van (ký hiệu LA) .....	139
7.4.2. Tủ RMU (O.D) loại ngoài trời .....	139
7.4.3. Tủ RMU (I.D) loại trong nhà .....	139
7.4.4. Máy biến điện áp trung thế .....	139
7.4.5. Máy biến dòng điện trung thế .....	139
7.4.6. Máy cắt hạ thế.....	139
7.4.7. Biến dòng điện (TI đo lường) hạ thế .....	139
7.4.8. Bộ thiết bị cảnh báo sự cố đường dây.....	139
<b>7.5. Cách điện và phụ kiện.....</b>	<b>139</b>
7.5.1. Cách điện đứng .....	139
7.5.2. Cách điện treo .....	139
7.5.3. Phụ kiện đường dây.....	139
<b>7.6. Cáp và dây dẫn điện.....</b>	<b>139</b>
7.6.1. Cáp ngầm XLPE 24kV (3 lõi) chống thấm nước, màng chắn băng đồng.....	139
7.6.2. Cáp ngầm XLPE 24kV (1 lõi) chống thấm nước, màng chắn băng đồng.....	140
7.6.3. Cáp ngầm sử dụng màn chắn đồng kim loại làm dây trung tính.....	140
7.6.4. Cáp bọc cách điện hạ thế 0,6/1kV.....	140
7.6.5. Cáp ngầm hạ thế 4 lõi (0,6/1kV).....	140
7.6.6. Cáp hạ thế 2 lõi 2x16mm <sup>2</sup> -0,6/1kV.....	140
7.6.7. Cáp vặn xoắn hạ thế.....	140
7.6.8. Dây nhôm lõi thép trần.....	140
7.6.9. Dây nhôm lõi thép bọc cách điện 22kV.....	140
<b>7.7. Cột bê tông.....</b>	<b>140</b>
7.7.1. Cột bê tông vuông .....	140
7.7.2. Cột bê tông ly tâm .....	141

## CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN

### 1.1. Giải thích từ ngữ.

1) **Báo cáo nghiên cứu khả thi đầu tư xây dựng** là tài liệu trình bày các nội dung nghiên cứu về sự cần thiết, mức độ khả thi và hiệu quả của việc đầu tư xây dựng theo phương án thiết kế cơ sở được lựa chọn, làm cơ sở xem xét, quyết định đầu tư xây dựng.

2) **Báo cáo kinh tế - kỹ thuật đầu tư xây dựng** là tài liệu trình bày các nội dung về sự cần thiết, mức độ khả thi và hiệu quả của việc đầu tư xây dựng theo phương án thiết kế bản vẽ thi công xây dựng công trình quy mô nhỏ, làm cơ sở xem xét, quyết định đầu tư xây dựng.

3) **Thiết kế cơ sở** là thiết kế được lập trong Báo cáo nghiên cứu khả thi đầu tư xây dựng trên cơ sở phương án thiết kế được lựa chọn, thể hiện được các thông số kỹ thuật chủ yếu phù hợp với tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật được áp dụng, là căn cứ để triển khai các bước tiếp theo.

4) **Thiết kế bản vẽ thi công** là thiết kế thể hiện đầy đủ các thông số kỹ thuật, vật liệu sử dụng và chi tiết cấu tạo phù hợp với tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật được áp dụng, đảm bảo đủ điều kiện để triển khai thi công xây dựng công trình.

5) **Sơ đồ hệ thống điện** là sơ đồ thể hiện các thông tin về hệ thống điện, nội dung thông tin tùy thuộc vào các yêu cầu cụ thể.

6) **Quy hoạch hệ thống điện** là toàn bộ các nghiên cứu và chương trình liên quan đến sự phát triển của hệ thống điện, đảm bảo các tính năng kinh tế - kỹ thuật, đảm bảo yêu cầu tăng trưởng phụ tải điện.

7) **Đô thị** là khu vực tập trung dân cư sinh sống có mật độ cao và chủ yếu hoạt động trong lĩnh vực kinh tế phi nông nghiệp, là trung tâm chính trị, hành chính, kinh tế, văn hóa hoặc chuyên ngành, có vai trò thúc đẩy sự phát triển kinh tế - xã hội của quốc gia hoặc một vùng lãnh thổ, một địa phương, bao gồm nội thành, ngoại thành của thành phố, nội thị, ngoại thị của thị xã, thị trấn.

8) **Nông thôn** là phần lãnh thổ không thuộc nội thành, nội thị các thành phố, thị xã, thị trấn.

9) **Khu vực đông dân cư** được hiểu là các thị tứ, trung tâm xã, xí nghiệp, công nông nghiệp, bến đò, cảng, nhà ga, bến xe, công viên, trường học, chợ, sân vận động, bãi tắm, khu vực xóm làng đông dân v.v.

**10) Khu vực ít dân cư** là những nơi tuy thường xuyên có người và xe cộ qua lại nhưng nhà cửa thưa thớt, đồng ruộng, vườn đồi, khu vực chỉ có nhà cửa hoặc các công trình kiến trúc tạm thời.

**11) Khu vực khó đến** là những nơi mà người đi bộ rất khó tới được.

**12) Hoạt động tư vấn đầu tư xây dựng** gồm lập Quy hoạch xây dựng, lập Báo cáo nghiên cứu khả thi đầu tư xây dựng; khảo sát, thiết kế xây dựng, thẩm tra, kiểm định, thí nghiệm, quản lý dự án, giám sát thi công và các công việc tư vấn khác có liên quan đến hoạt động đầu tư xây dựng.

**13) Các chữ viết tắt.**

Trong qui định này các chữ viết tắt được hiểu như sau:

1. EVN: Tập đoàn Điện lực Việt Nam
2. EVN NPC: Tổng công ty Điện lực miền Bắc
3. EVN HANOI: Tổng công ty Điện lực thành phố Hà Nội
4. EVN CPC: Tổng công ty Điện lực miền Trung
5. EVN HCMC: Tổng công ty Điện lực thành phố Hồ Chí Minh
6. EVN SPC: Tổng công ty Điện lực miền Nam
7. CĐT: Chủ đầu tư
8. QLDA: Cơ quan Quản lý dự án
9. TVTK: Cơ quan Tư vấn thiết kế
10. TVTT: Cơ quan Tư vấn thẩm tra
11. BCNCKT: Báo cáo nghiên cứu khả thi đầu tư xây dựng
12. BCKT-KT: Báo cáo kinh tế kỹ thuật
13. TKBVTC: Thiết kế bản vẽ thi công
14. TCXD: Tổ chức xây dựng
15. TKCS: Thiết kế cơ sở
16. TMĐT: Tổng mức đầu tư
17. TDT: Tổng dự toán
18. ĐDK: Đường dây điện trên không
19. ĐCN: Đường cáp điện ngầm
20. TBA: Trạm biến áp

21. MBA: Máy biến áp
22. QPTBĐ 11TCN-2006: Quy phạm trang bị điện 11TCN-2006
23. QĐKT.ĐNT-2006: Quy định kỹ thuật điện nông thôn năm 2006

Các thuật ngữ và định nghĩa khác tham khảo QPTBĐ 11TCN-2006 và TCVN 6306-1:2015.

**14) Về từ ngữ.**

1. Phải: Bắt buộc thực hiện
2. Cần: Cần thiết, cần có nhưng không bắt buộc
3. Nên: Không bắt buộc nhưng thực hiện được thì tốt
4. Thường, thông thường: Có tính phổ biến, được sử dụng rộng rãi
5. Có thể: Khi chưa có luận cứ khác xác định hơn thì áp dụng được
6. Cho phép: Được thực hiện; như vậy là thỏa đáng và cần thiết.
7. Không cho phép: Bắt buộc không làm như vậy
8. Không nhỏ hơn hoặc ít nhất là: là nhỏ nhất
9. Không lớn hơn hoặc nhiều nhất là: là lớn nhất
10. Từ....đến....: Kể cả trị số đầu và trị số cuối.
11. Khoảng cách: Từ điểm nọ đến điểm kia
12. Khoảng trống: từ mép nọ đến mép kia trong không khí.

**1.2. Các điều kiện chung.**

**1.2.1. Điều kiện môi trường làm việc của thiết bị.**

Áp dụng các quy định, tiêu chuẩn, quy chuẩn hiện hành và các quy định được Tập đoàn Điện lực Việt NamS ban hành đang còn hiệu lực.

**1.2.2. Điều kiện vận hành của hệ thống.**

Điện áp danh định của hệ thống (kV)	35	22	15	10&6
Sơ đồ nối	3 pha 3 dây	3 pha 3 dây hoặc 3 pha 4 dây	3 pha 3 dây hoặc 3 pha 4 dây	3 pha 3 dây
Chế độ nối đất trung tính	Trung tính cách ly hoặc nối đất qua trở kháng	Nối đất trực tiếp hoặc nối đất lặp lại	Nối đất trực tiếp hoặc nối đất lặp lại	Trung tính cách ly

Điện áp làm việc lớn nhất của thiết bị (kV)	40,5/38,5	24	17,5	12&7,2
Tần số (Hz)	50	50	50	50

### 1.2.3. Phân vùng khu vực áp dụng.

*Vùng 1: Khu vực thành phố, thị xã, thị trấn* là khu vực tập trung dân cư sinh sống có mật độ cao và chủ yếu hoạt động trong lĩnh vực kinh tế phi nông nghiệp, là trung tâm chính trị, hành chính, kinh tế, văn hóa hoặc chuyên ngành, có vai trò thúc đẩy sự phát triển kinh tế - xã hội của quốc gia hoặc một vùng lãnh thổ, một địa phương, bao gồm nội thành của thành phố, nội thị của thị xã, thị trấn.

*Vùng 2: Khu vực nông thôn tập trung* là khu vực không thuộc nội thành, nội thị các thành phố, thị xã, thị trấn. Khu vực dân cư tập trung được hiểu là các thị tứ, trung tâm xã, xí nghiệp, công nông nghiệp, bến đò, cảng, nhà ga, bến xe, công viên, trường học, chợ, sân vận động, bãi tắm, khu vực xóm làng đông dân...

*Vùng 3: Khu vực nông thôn phân tán* là khu vực không thuộc nội thành, nội thị các thành phố, thị xã, thị trấn. Khu vực dân cư phân tán là những nơi tuy thường xuyên có người và xe cộ qua lại nhưng nhà cửa thưa thớt, đồng ruộng, vườn đồi, khu vực chỉ có nhà cửa hoặc các công trình kiến trúc tạm thời.

*Vùng 4: Khu vực đặc biệt* là khu vực có ảnh hưởng bởi các điều kiện khó khăn về khí hậu như vùng chịu ảnh hưởng bởi băng tuyết, ô nhiễm môi trường, khí hậu biến đổi và khí hậu cực đoan. (Các định hướng thiết kế thuộc *Vùng 4* sẽ được tham khảo trong Đề án: Quy định về công tác thiết kế lưới điện khu vực ô nhiễm môi trường và băng tuyết, khi EVN ban hành).

### 1.3. Yêu cầu đối với công tác thiết kế xây dựng.

1) Đáp ứng yêu cầu của Nhiệm vụ thiết kế; phù hợp với nội dung BCNCKT được duyệt, quy hoạch xây dựng, quy hoạch chuyên ngành, cảnh quan kiến trúc, điều kiện tự nhiên, văn hóa xã hội khu vực xây dựng.

2) Nội dung thiết kế xây dựng công trình phải đáp ứng yêu cầu của từng bước thiết kế xây dựng công trình.

3) Tuân thủ tiêu chuẩn áp dụng, quy chuẩn kỹ thuật, quy định của pháp luật về sử dụng vật liệu xây dựng, đáp ứng yêu cầu về công năng sử dụng, công nghệ áp dụng, đảm bảo an toàn chịu lực, an toàn trong sử dụng, mỹ quan, bảo vệ môi trường, ứng phó với biến đổi khí hậu, phòng, chống , cháy nổ và điều kiện an toàn khác.



4) Có giải pháp thiết kế phù hợp và chi phí xây dựng hợp lý; đảm bảo đồng bộ trong từng công trình và với các công trình liên quan; đảm bảo điều kiện về tiện nghi, vệ sinh, sức khỏe cho người sử dụng. Khai thác lợi thế và hạn chế tác động bất lợi của điều kiện tự nhiên; ưu tiên sử dụng vật liệu tại chỗ, vật liệu thân thiện với môi trường.

5) Thiết kế xây dựng phải được thẩm tra, thẩm định, phê duyệt theo quy định của Thông tư, Nghị định và Luật.

6) Nhà thầu thiết kế xây dựng phải có đủ điều kiện năng lực phù hợp với loại, cấp công trình và công việc do mình thực hiện.

#### **1.4. Phụ tải điện.**

1) Khi thực hiện công tác khảo sát, thiết kế xây dựng lập BCNCKT hoặc BCKT-KT đầu tư xây dựng dự án, TVTK phải điều tra thu thập các số liệu và dự báo nhu cầu phụ tải cho khoảng thời gian không ít hơn 10 năm kể từ sau khi dự án hoàn thành.

2) Phụ tải điện (công suất và điện năng) bao gồm toàn bộ các phụ tải: Phụ tải Nông - Lâm - Thủy sản; phụ tải Công nghiệp - Xây dựng; phụ tải Thương nghiệp - Khách sạn - Nhà hàng; phụ tải sinh hoạt dân dụng; phụ tải hoạt động khác.

3) Phụ tải điện Nông - Lâm - Thủy sản bao gồm:

- Bơm tưới, tiêu nước phục vụ nông nghiệp (kể cả các trạm bơm cục bộ do HTX nông nghiệp quản lý và trạm bơm).

- Các hoạt động đóng, mở các cống điều tiết nước, phân lũ và sản xuất nông nghiệp khác.

- Điện cấp cho các hoạt động nông nghiệp khác như: Bơm tưới vườn cây, dịch vụ cây trồng, bơm nước rửa chuồng trại, bảo vệ thực vật, lai tạo giống mới, sưởi ấm gia súc...

- Điện cấp cho lâm nghiệp: Bao gồm các cơ sở sản xuất lâm nghiệp, các hoạt động chế biến phụ thuộc trong ngành lâm nghiệp như: Trồng và tu bổ rừng, khoanh nuôi bảo vệ rừng. Hoạt động khai thác những sản phẩm từ rừng như: khai thác gỗ, tre, nứa và các lâm sản khác.

- Điện cấp cho thủy sản: Gồm điện dùng cho việc đánh bắt, nuôi trồng thủy sản và các hoạt động dịch vụ có liên quan.

4) Phụ tải điện Công nghiệp - Xây dựng bao gồm:

- Khai khoáng: khai thác than, khai thác dầu khí, khai thác quặng kim loại, sản xuất các sản phẩm từ chất khoáng phi kim loại, tái chế phế liệu v.v...

- Luyện kim: Sản xuất các kim loại như: Sắt, thép, kim loại màu và kim loại quý, đúc sắt thép, đúc kim loại màu và sản xuất các sản phẩm từ kim loại.
  - Chế tạo máy và thiết bị:
    - + Chế tạo máy móc thiết bị cho sản xuất và hoạt động văn phòng như: Động cơ, tuabin, thiết bị văn phòng, máy tính.
    - + Sản xuất các thiết bị, dụng cụ điện, dây điện, pin, ắc qui, đèn điện và thiết bị chiếu sáng.
    - + Sản xuất radio, tivi, thiết bị truyền thông và các linh kiện điện tử.
    - + Sản xuất và lắp ráp các sản phẩm gia dụng như: Quạt điện, bàn là, máy giặt, tủ lạnh...
    - + Sản xuất dụng cụ y tế, dụng cụ chính xác, dụng cụ quang học và đồng hồ các loại.
    - + Sản xuất xe có động cơ, rơ móc; Sản xuất các phương tiện đi lại (xe đạp, xe máy); Sản xuất và sửa chữa các phương tiện vận tải đường bộ, đường thủy, đường sắt và hàng không.
    - + Sản xuất giường, tủ, bàn ghế và các sản phẩm khác (nhạc cụ, dụng cụ thể dục thể thao, đồ chơi giải trí).
  - Cung cấp và phân phối gas, nước: Sản xuất tập trung và phân phối khí đốt, Sản xuất gas, phân phối nhiên liệu khí bằng đường ống. Khai thác, lọc và phân phối nước
  - Xây dựng: San lấp mặt bằng, xây dựng, lắp đặt thiết bị.
- 5) Phụ tải Thương nghiệp - Khách sạn - Nhà hàng bao gồm:
- Bán buôn, bán lẻ và cửa hàng sửa chữa: Bán buôn, bán lẻ của các công ty, cửa hàng (kể cả các hoạt động bao gói, bảo hành trong cửa hàng) và sửa chữa, bảo dưỡng vật phẩm tiêu dùng.
  - Khách sạn, quán trọ.
  - Nhà hàng.
  - Văn phòng/ngân hàng.
  - Liên doanh nước ngoài và cơ sở nước ngoài.
- 6) Phụ tải sinh hoạt dân dụng.
- Sinh hoạt dân dụng thành thị: Điện sinh hoạt của hộ gia đình dân cư thuộc thành thị.

- Sinh hoạt dân dụng nông thôn: Điện sinh hoạt của hộ gia đình dân cư thuộc nông thôn, miền núi, hải đảo, vùng sâu, vùng xa.

7) Phụ tải của các hoạt động khác.

- Văn phòng công chính

+ Điện cấp cho các cơ quan Đảng, Nhà nước và tổ chức đoàn thể trong nước, gồm: Các cơ quan Đảng, Nhà nước, các lực lượng vũ trang và các tổ chức đoàn thể quần chúng, các phường hội trong nước từ Trung ương đến các cấp địa phương.

+ Các đại sứ quán, các tổ chức của Liên hợp quốc, các cơ quan đại diện của nước ngoài đặt tại Việt Nam.

+ Điện cấp cho văn phòng làm việc của các doanh nghiệp và đơn vị sự nghiệp gồm: Điện cấp cho các hoạt động của bộ máy văn phòng các doanh nghiệp và cho các hoạt động của các đơn vị sự nghiệp (trừ các đơn vị văn hóa, bệnh viện, trường học).

- Cơ sở văn hóa, thể thao

+ Nhà hát, rạp chiếu bóng, rạp xiếc, nhà thông tin văn hóa, triển lãm, viện bảo tàng, nhà lưu niệm, khu du lịch lịch sử, nơi thờ cúng của các tôn giáo tín ngưỡng.

+ Các câu lạc bộ văn hóa thể thao, khu vui chơi giải trí, công viên, sân bãi thể dục thể thao.

- Trường/đại học:

+ Điện dùng trong các trường mẫu giáo mầm non, trường phổ thông, trường dạy nghề, các trường trung học, đại học và các trường đào tạo khác.

+ Điện dùng trong các hoạt động của các viện nghiên cứu khoa học

- Bệnh viện: Các bệnh viện, bệnh xá, trạm xá, khu điều dưỡng, các trại dưỡng lão, trại trẻ mồ côi.

- Chiếu sáng đèn đường:

+ Điện cấp cho ánh sáng công cộng và các hoạt động công cộng khác: Bao gồm các điện chiếu sáng ở những nơi công cộng đường phố và điện cấp cho các hoạt động công cộng khác không phải là kinh doanh.

+ Điện dùng trong các hoạt động chỉ huy giao thông.

+ Điện cấp cho các kho, bãi hàng hóa.

+ Điện dùng trong các hoạt động của các trung tâm phát triển tin học và phần mềm.

- Cơ sở truyền thông: Điện dùng trong hoạt động phát thanh, phát tin, truyền

hình, thông tin, liên lạc.

- Các hoạt động khác: Các hoạt động xã hội khác chưa được phân vào đâu.

8) Nhu cầu phụ tải sinh hoạt dân dụng (phụ tải tiêu dùng dân cư) được xác định trên cơ sở đăng ký sử dụng điện, các số liệu điều tra về số liệu kinh doanh hiện trạng, điều kiện mức sống, số lượng và chủng loại thiết bị sử dụng điện của các hộ dân cư và các chỉ tiêu phát triển kinh tế xã hội trên địa bàn.

9) Các nhu cầu phụ tải khác được xác định bằng phương pháp điều tra trực tiếp tại địa phương đồng thời có đối chiếu với các tài liệu tham khảo Quy hoạch xây dựng hoặc quy hoạch chuyên ngành để dự báo.

- Xác định công suất tưới, tiêu nước: Căn cứ vào hệ số tưới và hệ số tiêu nước có thể xác định được công suất phụ tải. Suất phụ tải tưới tiêu tham khảo trong “Quy định kỹ thuật điện nông thôn QĐKT.ĐNT - 2006”

- Xác định công suất cung cấp cho lĩnh vực công nghiệp - xây dựng: Nhu cầu công suất cho lĩnh vực này tham khảo quy hoạch phát triển kinh tế của khu vực và bản sơ đồ quy hoạch phát triển lưới điện của khu vực.

- Xác định công suất cung cấp cho lĩnh vực thương mại dịch vụ: Nhu cầu công suất cho lĩnh vực này tham khảo trong TCVN9206:2012-“Đặt thiết bị điện trong nhà ở và công trình công cộng - tiêu chuẩn thiết kế” của Bộ KH&CN

- Xác định công suất cung cấp cho lĩnh vực nông - lâm - thủy sản: Nhu cầu công suất cho lĩnh vực này tham khảo quy hoạch phát triển kinh tế của khu vực và bản sơ đồ quy hoạch phát triển lưới điện của khu vực.

10) Khi số liệu điều tra không đầy đủ có thể tham khảo áp dụng “Quy hoạch phát triển điện lực” giai đoạn hiện hành.

11) Dự báo nhu cầu điện sinh hoạt dân dụng.

Khi tính toán cấp điện cho khu vực dân cư nào đó người ta dùng suất phụ tải sinh hoạt cho một hộ gia đình, khi đó suất phụ tải tính toán cho toàn khu vực là:

$$P_{sh} = P_{osh} \cdot H$$

Trong đó:

- H là số hộ gia đình trong khu vực;

-  $P_{osh}$  là suất phụ tải sinh hoạt/hộ gia đình

Để xác định suất phụ tải sinh hoạt/hộ gia đình, đơn vị tư vấn thiết kế thực hiện thu thập số liệu về tiêu thụ điện năng tại các Công ty điện lực/Tổng công ty điện lực trong khoảng thời gian 3 đến 5 năm gần nhất tính từ năm dự báo để xác định được diễn

biến tốc độ tăng trưởng phụ tải và giá trị nhu cầu điện năng kWh/hộ/năm, nhu cầu công suất W/hộ.

Nhu cầu điện năng của các năm thứ  $i$  tiếp theo sẽ được xác định dựa theo nhu cầu điện năng của năm liền trước năm lập dự án và tốc độ tăng trưởng nhu cầu điện năng của khu vực như sau:

$$P_{\text{osh(năm } i)} = P_{\text{osh(năm liền trước)}} \cdot (1 + A\%)^i$$

Trong đó:  $A\%$  là tốc độ tăng trưởng nhu cầu điện năng của khu vực.

12) Tổng hợp nhu cầu công suất cực đại ( $P_{\text{max}}$ ).

$$P_{\text{max}} = K_{\text{kV}}(K_{\text{N-L-TS}} \cdot P_{\text{N-L-TS}} + K_{\text{CN-XD}} \cdot P_{\text{CN-XD}} + K_{\text{TM-DV}} \cdot P_{\text{TM-DV}} + K_{\text{SH}} \cdot P_{\text{SH}} + K_{\text{HĐK}} \cdot P_{\text{HĐK}})$$

Trong đó:

- $P_{\text{max}}$ : Công suất cực đại của khu vực.
- $P_{\text{N-L-TS}}$ : Tổng nhu cầu công suất phụ tải Nông - Lâm - Thủy sản.
- $P_{\text{CN-XD}}$ : Tổng nhu cầu công suất phụ tải Công nghiệp - Xây dựng.
- $P_{\text{TM-DV}}$ : Tổng nhu cầu công suất phụ tải Thương mại - Dịch vụ.
- $P_{\text{SH}}$ : Tổng nhu cầu công suất phụ tải Sinh hoạt dân dụng.
- $P_{\text{HĐK}}$ : Tổng nhu cầu công suất của các hoạt động khác.
- $K_{\text{kV}}$ : Hệ số đồng thời cho các loại phụ tải trong khu vực dự báo.
- $K_{\text{N-L-TS}}$ : Hệ số đồng thời của các phụ tải Nông - Lâm - Thủy sản trong khu vực dự báo.
- $K_{\text{CN-XD}}$ : Hệ số đồng thời của các phụ tải Công nghiệp - Xây dựng trong khu vực dự báo.
- $K_{\text{TM-DV}}$ : Hệ số đồng thời của các phụ tải Thương mại - Dịch vụ trong khu vực dự báo.
- $K_{\text{SH}}$ : Hệ số đồng thời của các phụ tải Sinh hoạt dân dụng trong khu vực dự báo.
- $K_{\text{HĐK}}$ : Hệ số đồng thời của các hoạt động khác trong khu vực dự báo.

Khi các số liệu về hệ số đồng thời chưa có cơ sở lựa chọn chắc chắn có thể áp dụng công thức gần đúng như sau:

$$P_{\text{max}} = K_{\text{dt}}(P_{\text{N-L-TS}} + P_{\text{CN-XD}} + P_{\text{TM-DV}} + P_{\text{SH}} + P_{\text{HĐK}}) = K_{\text{dt}} \cdot \Sigma P$$

Trong đó:

$K_{\text{dt}}$  là hệ số đồng thời công suất của các phụ tải khu vực, có thể lựa chọn như sau:

- $K_{\text{dt}} = 0,6$  khi  $P_{\text{SH}} \leq 0,5\Sigma P$
- $K_{\text{dt}} = 0,7$  khi  $P_{\text{SH}} = 0,7\Sigma P$

-  $K_{dt} = 0,9$  khi  $P_{SH} = \Sigma P$

Các trường hợp  $K_{dt}$  khác có thể nội suy.

## **1.5. Yêu cầu về chất lượng điện.**

### ***1.5.1. Các yêu cầu về chất lượng điện.***

- 1) Điện áp.
- 2) Tần số.
- 3) Cân bằng pha.
- 4) Sóng hài điện áp.
- 5) Nhấp nháy điện áp.
- 6) Dòng ngắn mạch và thời gian loại trừ sự cố.
- 7) Chế độ nổi đất.
- 8) Hệ số sự cố chạm đất.

*(Các yêu cầu về chất lượng điện tuân thủ theo Thông tư 39/2015/TT-BCT ngày 18/11/2015 của Bộ Công Thương quy định hệ thống điện phân phối, và các quy định hiện hành khác).*

### ***1.5.2. Bán kính cấp điện.***

1) Bán kính cấp điện hạ áp được áp dụng tính toán theo QĐKT.ĐNT-2006. Tuy nhiên đến thời điểm hiện tại, quy định này không còn phù hợp với một số khu vực. Bán kính cấp điện hạ áp được lựa chọn lại như sau.

2) Bán kính cấp điện không nên vượt quá các khoảng cách dưới đây và khi áp dụng cần phải tính toán điện áp cuối đường dây đảm bảo không vượt quá giới hạn cho phép.

Loại đường dây	Bán kính cấp điện (m)		
	Vùng 1	Vùng 2	Vùng 3
Đường trục	400	600	800
Đường nhánh	200	300	500

Vùng 4: Được áp dụng cụ thể theo địa điểm xây dựng dự án

## **1.6. Độ tin cậy cung cấp điện và tổn thất điện năng.**

### **1.6.1. Độ tin cậy cung cấp điện.**

1) Căn cứ Thông tư số 39/2015/TT-BCT ngày 18/11/2015 của Bộ Công Thương về việc “Quy định hệ thống điện phân phối” và Quyết định số 717/QĐ- EVN ngày 28/8/2014 của Tập đoàn Điện lực Việt Nam về việc ban hành “Quy định thống kê, báo cáo sự cố và độ tin cậy lưới điện” thì các chỉ tiêu đánh giá công tác quản lý vận hành lưới điện từ 0,4kV đến dưới 110kV dựa trên các chỉ số độ tin cậy cung cấp điện bao gồm:

+ Chỉ số về thời gian mất điện trung bình của lưới điện phân phối (System Average Interruption Duration Index - SAIDI)

+ Chỉ số về số lần mất điện trung bình của lưới điện phân phối (System Average Interruption Frequency Index - SAIFI)

+ Chỉ số về số lần mất điện thoáng qua trung bình của lưới điện phân phối (Momentary Average Interruption Frequency Index - MAIFI)

2) Các chỉ số về độ tin cậy của lưới điện phân phối được tính toán theo Quy định tại Thông tư 39/2015/TT-BCT ngày 18/11/2015 của Bộ Công Thương:

3) Bộ chỉ số Độ tin cậy cung cấp điện của lưới điện phân phối là một trong các chỉ tiêu được sử dụng để đánh giá hiệu quả hoạt động của Đơn vị phân phối điện được tính toán theo quy định trên khi không xét các trường hợp ngừng cung cấp điện do các nguyên nhân sau:

+ Khách hàng sử dụng lưới điện phân phối đề nghị cắt điện

+ Thiết bị của khách hàng sử dụng lưới điện phân phối không đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật, an toàn điện để được khôi phục cung cấp điện.

+ Do sự cố thiết bị của khách hàng sử dụng lưới điện phân phối.

+ Do các sự kiện bất phản kháng, ngoài khả năng kiểm soát của đơn vị phân phối điện hoặc do khách hàng sử dụng lưới điện phân phối điện vi phạm quy định của pháp luật theo quy định điều kiện, trình tự ngừng, giảm mức cung cấp điện do Bộ Công Thương ban hành.

+ Do mất điện từ hệ thống truyền tải.

+ Sa thải phụ tải theo lệnh điều độ của Cấp điều độ có quyền điều khiển.

+ Cắt điện khi xét thấy có khả năng gây mất an toàn nghiêm trọng đối với con người và thiết bị trong quá trình vận hành hệ thống điện.

### **1.6.2. Tổn thất điện năng.**

1) Tổn thất điện năng kỹ thuật là tổn thất điện năng gây ra do bản chất vật lý của đường dây dẫn điện, trang thiết bị điện trên lưới điện phân phối.

2) Tổn thất điện năng phi kỹ thuật là tổn thất điện năng do ảnh hưởng của các yếu tố trong quá trình quản lý kinh doanh điện mà không phải do bản chất vật lý của đường dây dẫn điện, trang thiết bị điện trên lưới điện phân phối gây ra.

### **1.7. Sơ đồ lưới điện phân phối.**

1) Khu vực vùng 1, khu đô thị mới, khu công nghiệp và các hộ phụ tải quan trọng: Lưới điện trung áp được thiết kế mạch vòng, vận hành hở. Mạch vòng được cấp điện từ 02 trạm 110kV, từ 02 thanh cái phân đoạn của 01 trạm 110kV có 02 MBA hoặc từ thanh cái TBA 110kV và trạm cắt.

2) Khu vực vùng 2: Sơ đồ lưới điện trung hạ áp được thiết kế chủ yếu theo dạng hình tia phân đoạn. Trong trường hợp cấp điện cho khu vực có mật độ phụ tải cao, nhiều phụ tải quan trọng nên thiết kế theo dạng khép kín vận hành hở để nâng cao độ tin cậy cung cấp điện.

3) Khu vực vùng 3: Sơ đồ lưới điện trung hạ áp được thiết kế hình tia.

4) Các đường trục trung áp ở chế độ làm việc bình thường mang tải từ (55÷60)% công suất so với công suất mang tải cực đại cho phép để đảm bảo an toàn cấp điện khi sự cố.

5) Để đảm bảo độ tin cậy, cần tăng cường lắp đặt các thiết bị đóng lặp lại (recloser) trên các tuyến trung áp quan trọng và nhánh rẽ lớn nhằm phân đoạn sự cố.

6) Tăng cường phân đoạn sự cố các đường trục, các nhánh rẽ lớn bằng các thiết bị recloser, LBS, DS, LBFCO, FCO...; khu vực các thành phố trang bị hệ thống thiết bị bảo vệ, điều khiển từ xa, chỉ báo sự cố,....

7) Lưới điện ngầm: Khu trung tâm các thành phố, khu vực có chủ trương ngầm hóa như TP. Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh,... Các khu đô thị mới, khu công nghiệp, các khu vực du lịch cần đảm bảo mỹ quan hoặc theo quy hoạch của địa phương,...

### **1.8. Cấp điện áp phân phối.**

#### **1.8.1. Các cấp điện áp danh định trong hệ thống điện phân phối.**

Các cấp điện áp danh định trong hệ thống điện phân phối bao gồm: 110kV; 35kV; 22kV; 15kV; 10kV; 6kV và 0,4kV.

#### **1.8.2. Định hướng điện áp phân phối.**

1) Cấp điện áp phân phối hạ áp: 380/220V với lưới 3 pha, 220V với lưới 1 pha và lưới 2 pha.



2) Cấp điện áp phân phối trung áp, lưới điện phân phối trung áp phải được thiết kế và xây dựng theo hướng quy hoạch lâu dài về các cấp điện áp chuẩn là 22kV và 35kV trong đó:

- Cấp 22kV cho các khu vực đã có nguồn 22kV và các khu vực theo quy hoạch sẽ chuyển đổi từ cấp điện áp khác về điện áp 22kV.
- Cấp điện áp 35kV cho các khu vực nông thôn, miền núi có mật độ phụ tải phân tán, chiều dài truyền tải lớn, nằm xa các trạm nguồn.
- Cấp điện áp 6kV, 10kV, 15kV hạn chế phát triển.

## **1.9. Kết cấu lưới điện phân phối.**

### ***1.9.1. Định hướng thiết kế lưới điện hạ áp.***

1) Lưới hạ áp khu vực thành phố, thị xã, thị trấn có kết cấu mạch vòng kín, vận hành hở. Khu vực nông thôn có thiết kế dạng hình tia, khu vực phụ tải đặc biệt có thiết kế mạch vòng liên kết dự phòng.

2) Lưới điện hạ áp sử dụng hệ thống hạ áp 220/380V, 3 pha 4 dây, 1 pha 2 dây hoặc 1 pha 3 dây, trung tính nối đất trực tiếp.

3) Việc cấp điện cho các phụ tải điện được thực hiện bằng các nhánh rẽ 1 pha 2 dây hoặc 1 pha 3 dây. Chỉ nên xây dựng các nhánh rẽ 3 pha 4 dây trong trường hợp cấp điện cho các hộ phụ tải điện 3 pha và các khu vực có phụ tải tập trung.

4) Dây dẫn hạ áp sử dụng dây bọc cách điện đơn pha hoặc cáp vặn xoắn ABC.

5) Đối với khu vực thành phố, khu đô thị mới, khu công nghiệp, khu vực có chủ trương ngầm hóa lưới điện sử dụng cáp ngầm hạ áp chôn trực tiếp trong đất, chôn trong đất qua ống bảo vệ, chôn trong khối ống hoặc trong mương cáp.

6) Vị trí lắp đặt công tơ (điện kế): Khu vực mặt đường phố, mặt vỉa hè nhỏ, công tơ được lắp đặt trong hộp công tơ và treo trên tường nhà dân, nơi dễ quan sát; khu vực có vỉa hè rộng, khu vực được quy hoạch lắp đặt các tủ điện thì công tơ được lắp đặt trong tủ điện (khoang chứa công tơ) với kích thước phù hợp; các khu vực còn lại công tơ được lắp đặt tại cột điện của lưới điện hạ áp.

### ***1.9.2. Định hướng thiết kế lưới điện 22kV.***

1) Đối với lưới điện trung áp dưới 22kV cải tạo thành 22kV.

- Lưới điện hiện tại có điện áp 6kV, 10kV, 15kV, khi cải tạo theo hướng chuyển về cấp điện áp 22kV với kết cấu đường dây trục chính cùng các nhánh rẽ 3 pha 3 dây hoặc 3 pha 4 dây với MBA 3 pha cấp cho các phụ tải có nhu cầu sử dụng điện 3 pha (khu vực thành phố, thị xã, thị trấn, nông thôn dân cư tập trung), kết cấu đường dây 1

pha 2 dây với MBA 1 pha cấp cho các phụ tải có nhu cầu sử dụng điện 1 pha 2 dây hoặc 1 pha 3 dây (khu vực nông thôn dân cư phân tán, vùng sâu, vùng xa, hải đảo, vùng khó khăn).

- TBA được cải tạo phù hợp với cấp điện áp 22kV, MBA được thay mới với cấp điện áp sơ cấp 22kV.

2) Đối với lưới 22kV xây dựng mới.

Lưới điện 22kV mới được xây dựng theo kết cấu đường dây 3 pha 3 dây hoặc 3 pha 4 dây với MBA 3 pha cấp cho các phụ tải có nhu cầu sử dụng điện 3 pha (khu vực thành phố, thị xã, thị trấn, nông thôn dân cư tập trung), kết cấu đường dây 1 pha 2 dây với MBA 1 pha cấp cho các phụ tải có nhu cầu sử dụng điện 1 pha 2 dây hoặc 1 pha 3 dây (khu vực nông thôn dân cư phân tán, vùng sâu, vùng xa, hải đảo, vùng khó khăn).

3) Lưới điện 22kV xây dựng mới, cải tạo nên thiết kế theo định hướng áp dụng công nghệ vận hành sửa chữa hotline để nâng cao độ tin cậy cung cấp điện.

### **1.9.3. Định hướng thiết kế lưới điện 35kV.**

1) Đối với lưới điện 35kV hiện có, không cải tạo thành lưới điện 22kV.

Các đường trục cung cấp cho các phụ tải lớn và quan trọng giữ nguyên kết cấu 3 pha 3 dây.

2) Đối với lưới điện 35kV hiện có cải tạo thành lưới điện 22kV.

- Các đường trục 35kV cấp điện cho các phụ tải lớn và quan trọng sẽ cải tạo thành 22kV với kết cấu 3 pha 3 dây hoặc 3 pha 4 dây để chuẩn bị vận hành ở chế độ trung tính nối đất trực tiếp.

- Đối với các nhánh rẽ 35kV và các TBA 35kV cấp điện cho các phụ tải nằm trong khu vực quy hoạch, sau này sẽ cấp điện bằng lưới 22kV thì khi cải tạo và chuyển cấp:

+ Các TBA phải được thiết kế với hai cấp điện áp phía sơ cấp là 35kV và 22kV để tạo điều kiện thuận lợi cho việc chuyển đổi lưới sau này.

+ Đường dây được cải tạo sang lưới 22kV trung tính nối đất trực tiếp.

3) Đối với lưới điện 35kV xây mới: Lưới điện 35kV trung tính cách ly, lưới điện được xây dựng với kết cấu đường dây trục chính 35kV 3 pha 3 dây cùng các nhánh rẽ 35kV 3 pha 3 dây và các TBA 3 pha 35/0,4kV cấp điện cho các trung tâm phụ tải lớn có nhu cầu sử dụng điện 3 pha.

4) Lưới điện 35kV xây dựng mới, cải tạo nên thiết kế theo định hướng áp dụng công nghệ vận hành sửa chữa hotline để nâng cao độ tin cậy cung cấp điện.

## **1.10. Tiêu chí lựa chọn tuyến đường dây.**

### ***1.10.1. Lựa chọn tuyến đường dây dựa trên các cơ sở sau:***

- 1) Xác định và thỏa thuận điểm đầu và điểm cuối đường dây trên bản đồ địa hình với tỷ lệ bản đồ theo quy định hiện hành.
- 2) Điểm đầu và điểm cuối đường dây phải được sự thống nhất của Điện lực cơ sở, Công ty Điện lực tỉnh/thành phố quản lý mạng điện sở tại.
- 3) Vạch tuyến trên bản đồ địa hình, đưa ra các phương án khả thi.
- 4) Điều tra sơ bộ các phương án tuyến, gồm các nội dung:
  - Tổng chiều dài tuyến.
  - Số góc lồi trên tuyến.
  - Số lần vượt sông ngòi, vượt đường bộ, đường sắt, giao chéo với đường điện lực, đường dây khác,.v.v..
  - Thống kê sơ bộ số nhà, công trình, diện tích đất công trình, nông, lâm nghiệp trong hành lang tuyến.
  - Tham khảo ý kiến tổ chức quản lý mạng điện và chính quyền địa phương.

### ***1.10.2. Việc chọn tuyến nhằm thỏa mãn các điều kiện sau:***

- 1) Tuyến được lựa chọn là khả thi cả về điều kiện bố trí cột, móng, đèn bù - giải phóng mặt bằng và các điều kiện an toàn khác theo các Quy định hiện hành, được địa phương và các cơ quan có thẩm quyền liên quan chấp thuận.
- 2) Điều kiện thi công là khả thi.
- 3) Giá thành xây dựng đường dây là hợp lý.
- 4) Chọn tuyến đường dây dựa trên các phương án đi dây khả thi. Các tiêu chí lựa chọn như sau:
  - Chọn tuyến đi gần các đường trục giao thông, để đảm bảo công tác vận chuyển trong quá trình thi công, và kiểm tra, sửa chữa trong quá trình vận hành được thuận lợi.
  - Tuyến đường dây đi là ngắn nhất có thể có.
  - Tuyến đường dây ít giao chéo với các công trình giao thông, ít vượt sông, ít cắt qua các đường điện khác, các công trình xây dựng, không cắt qua khu vực quân sự, di tích lịch sử, cơ sở tôn giáo.
  - Tuyến đường dây có mức đèn bù di dân ít nhất có thể.
  - Tuyến đường dây cần đảm bảo các quy định về quy phạm an toàn của các công trình đặc biệt như sân bay, các công trình quốc phòng, các khu vực bảo tồn, bảo tàng

- Tuyến đường dây ít ảnh hưởng đến công trình khác như truyền thanh, truyền hình, thông tin liên lạc,...

- Nếu vượt sông lớn, tuyến đường dây phải ở vị trí khả thi

- Ở các khu đô thị, công nghiệp, tuyến đường dây cần phù hợp với quy hoạch phát triển khu vực.

5) Từ các điều kiện trên, lựa chọn một số phương án tuyến khả thi. Số phương án xem xét nên từ hai đến ba hoặc bốn. Với các đường dây quá dài, có thể phải phân đoạn để lựa chọn phương án tuyến.

6) Thủ tục chọn tuyến đường dây gồm lập các phương án khả thi nêu trên và luận chứng lựa chọn phương án tuyến.

7) Việc luận chứng có thể áp dụng theo một trong hai cách là phương pháp chuyên gia và phương pháp chỉ tiêu kinh tế - tài chính:

- Phương pháp chuyên gia: Dựa trên quyết định của các chuyên gia có kinh nghiệm

- Phương pháp kinh tế - tài chính: Xác định các chỉ tiêu kinh tế EIRR, B/C, NPV để đánh giá lựa chọn.

### **1.11. Tiêu chí lựa chọn vị trí trạm biến áp.**

1) Vị trí TBA xây dựng mới được xem xét lựa chọn ở khu vực trung tâm và gần nhất trong khu dân cư để giảm thiểu chiều dài bán kính cấp điện hạ áp, nâng cao chất lượng điện áp cho các hộ sử dụng điện.

2) Vị trí các TBA được chọn trên nền đất khô ráo, ổn định, an toàn gần khu vực đường giao thông để thuận lợi trong việc vận chuyển thiết bị và vận hành sửa chữa.

### **1.12. Tiêu chí lựa chọn công nghệ đường dây trên không và đường cáp ngầm.**

#### ***1.12.1 Tiêu chí lựa chọn công nghệ đường dây nổi sử dụng dây trần.***

1) Đặc điểm chung.

- Loại hình đường dây có kết cấu móng - cột - cách điện - dây dẫn trần, được áp dụng cho đường dây trung áp.

- Áp dụng đường dây trong thiết kế mới, thiết kế phù hợp với quy hoạch và thiết kế đường dây cải tạo.

2) Đường dây 35kV:

- Khu vực áp dụng: Nông thôn phân tán (vùng 3), các đường dây đang tồn tại cấp điện áp 35kV và các khu vực có quy hoạch lưới điện 35kV.

- Dây dẫn: Dây nhôm lõi thép cho trục chính có tiết diện 150, 185, 240, 300mm<sup>2</sup>, nhánh rẽ có tiết diện 70, 95, 120mm<sup>2</sup>, dây chống ăn mòn với khu vực ô nhiễm có hoạt chất ăn mòn kim loại.

- Số mạch: Sử dụng đường dây 1 mạch, 2 mạch hoặc nhiều mạch

- Sơ đồ cột đường dây: Sử dụng cột bê tông ly tâm (BTLT); cột BTLT có hỗ trợ dây néo; cột thép hình (áp dụng cho vị trí đặc biệt hoặc khoảng vượt lớn); bố trí treo dây cân, đối xứng hoặc lệch.

3) Đường dây 22kV.

- Khu vực áp dụng: Nông thôn phân tán (vùng 3).

- Dây dẫn: Dây nhôm lõi thép cho trục chính với tiết diện 150, 185, 240, 300mm<sup>2</sup>, nhánh rẽ có tiết diện 50, 70, 95, 120mm<sup>2</sup>, dây chống ăn mòn với khu vực ô nhiễm có hoạt chất ăn mòn kim loại.

- Số mạch: Sử dụng đường dây 1 mạch, 2 mạch, 4 mạch hoặc nhiều mạch

- Sơ đồ cột đường dây: Sử dụng cột BTLT; cột BTLT có hỗ trợ dây néo; cột thép hình (áp dụng cho vị trí đặc biệt hoặc khoảng vượt lớn); bố trí treo dây cân, đối xứng hoặc lệch.

### **1.12.2. Tiêu chí lựa chọn công nghệ đường dây nổi sử dụng dây bọc.**

1) Đặc điểm.

- Đây là loại hình đường dây có kết cấu móng - cột - cách điện - dây dẫn bọc cách điện, được áp dụng cho cả đường dây hạ áp và trung áp.

- Áp dụng đường dây trong thiết kế mới, thiết kế phù hợp với quy hoạch và thiết kế đường dây cải tạo.

2) Đường dây 22kV.

- Khu vực áp dụng: Khu vực thành phố, thị xã, thị trấn (vùng 1); khu vực nông thôn tập trung (vùng 2), khu vực có môi trường khắc nghiệt (vùng 4) gần biển, có sương muối, bụi bẩn công nghiệp.

- Dây dẫn: Dây bọc cách điện XLPE, trục chính với tiết diện 185, 240mm<sup>2</sup>, 300mm<sup>2</sup>, nhánh rẽ có tiết diện 50, 70, 95, 120, 150mm<sup>2</sup>.

- Số mạch: 1 mạch; 2 mạch; 3 mạch; 4 mạch hoặc nhiều mạch; các khu vực thành phố, khu đô thị mới,.. nên tính toán thiết kế đường dây từ 2 mạch trở lên để tận dụng hành lang tuyến, ổn định lưới điện.

- Sơ đồ cột đường dây: Sử dụng cột BTLT, cột thép hình, cột thép đơn thân (áp dụng cho vị trí đặc biệt cần tải trọng lớn), bố trí treo dây cân, đối xứng hoặc lệch.

3) Đường dây hạ áp sử dụng cáp bọc đơn pha.

- Khu vực áp dụng: Khu vực nông thôn (vùng 2, 3), khu vực có môi trường đặc biệt (vùng 4).

- Dây dẫn: Dây bọc cách điện đơn pha có tiết diện 50, 70, 95, 120, 150 mm<sup>2</sup>.

- Số mạch: Sử dụng đường dây 1 mạch, 2 mạch, 3 mạch, 4 mạch hoặc nhiều mạch

- Sơ đồ cột đường dây: Sử dụng cột bê tông (BT) vuông, BTLT, sử dụng kết hợp đường dây trung áp, bố trí treo dây đối xứng hoặc lệch.

4) Đường dây cáp vặn xoắn có kết cấu móng - cột - cáp vặn xoắn.

- Áp dụng đường dây trong thiết kế mới và đường dây cải tạo.

- Khu vực áp dụng: khu vực thành phố, thị xã, thị trấn (vùng 1), khu vực nông thôn (vùng 2,3), khu vực có môi trường đặc biệt (vùng 4).

- Dây dẫn: Cáp vặn xoắn 2 hoặc 4 lõi có tiết diện 4x16, 4x25, 4x35, 4x50, 4x70, 4x95, 4x120, 4x150mm<sup>2</sup>.

- Số mạch: Sử dụng đường dây 1 mạch, 2 mạch, 3 mạch, 4 mạch hoặc nhiều mạch.

- Sơ đồ cột đường dây: Sử dụng cột BT vuông, BTLT, kết hợp đường dây trung áp, bố trí treo dây đối xứng hoặc lệch.

### **1.12.3 Tiêu chí lựa chọn công nghệ đường cáp ngầm.**

1) Đặc điểm: ĐCN có kết cấu cáp - môi trường đặt cáp.

2) Cáp ngầm 35kV:

- Áp dụng đối với đoạn vượt, giao chéo cần thiết và các nơi có yêu cầu đặc biệt.

- Cáp ngầm: Sử dụng cáp khô, cách điện XLPE hoặc EPR.

+ Cáp 03 lõi đồng hoặc nhôm, tiết diện 3x50, 3x70, 3x95, 3x120; 3x150; 3x185; 3x240; 3x300mm<sup>2</sup>.

+ Cáp 01 lõi đồng hoặc nhôm, tiết diện 1x240, 1x300, 1x400, 1x500mm<sup>2</sup>.

- Số mạch: Sử dụng cáp ngầm 1 mạch, 2 mạch hoặc nhiều mạch.

- Phương thức đặt cáp: Cáp đặt trực tiếp trong đất, luồn trong ống đặt trong đất, đặt trong khối ống, đặt trong mương cáp.

3) Cáp ngầm 22kV:

- Áp dụng cáp ngầm 22kV trong thiết kế mới và cải tạo.

- Khu vực áp dụng: Các khu vực có chủ trương ngầm hóa lưới điện; khu vực trung tâm thành phố, thị xã, thị trấn (vùng 1); khu công nghiệp,..

- Cáp ngầm: Sử dụng cáp khô, cách điện XLPE hoặc EPR.

+ Cáp 03 lõi đồng hoặc nhôm, tiết diện 3x50, 3x70, 3x95, 3x120; 3x150; 3x185; 3x240; 3x300mm<sup>2</sup>;

+ Cáp 01 lõi đồng hoặc nhôm, tiết diện 1x240, 1x300, 1x400, 1x500mm<sup>2</sup>.

- Số mạch: Sử dụng cáp ngầm 1 mạch, 2 mạch, 4 mạch, nhiều mạch hoặc hỗn hợp.

- Phương thức đặt cáp: Cáp đặt trực tiếp trong đất, luồn trong ống đặt trong đất, đặt trong khối ống, trong mương cáp hoặc trong tuynen công trình hạ tầng, các trục chính của tuyến cáp cần xem xét lắp đặt ít nhất 01 sợi cáp quang hoặc ống chờ để luồn cáp quang sau này.

4) Cáp ngầm hạ áp:

- Áp dụng cáp ngầm hạ áp trong thiết kế mới và cải tạo.

- Khu vực áp dụng: Các khu vực có chủ trương ngầm hóa lưới điện; khu vực trung tâm thành phố, thị xã, thị trấn (vùng 1), khu công nghiệp,..

- Cáp ngầm: Sử dụng cáp khô, 4 lõi đồng hoặc nhôm, cách điện XLPE hoặc EPR, tiết diện dây pha 6, 10, 25, 50; 70; 95; 120; 150; 240 (mm<sup>2</sup>); cáp ngầm 2 lõi, cách điện XLPE, tiết diện 2x6; 2x10; 2x16; 2x25mm<sup>2</sup>.

- Số mạch: Sử dụng cáp ngầm 1 mạch, 2 mạch, 4 mạch, nhiều mạch hoặc hỗn hợp.

- Phương thức đặt cáp: Cáp đặt trực tiếp trong đất, luồn trong ống đặt trong đất, đặt trong khối ống, đặt trong mương cáp hoặc trong tuynen công trình hạ tầng khác.

### **1.13. Tự động hóa lưới điện.**

1) Việc nâng cao độ tin cậy của lưới điện phân phối là một yêu cầu cấp thiết nhằm phục vụ cho việc phát triển lưới điện thông minh.

2) Có nhiều phương pháp để nâng cao độ tin cậy của lưới điện phân phối như áp dụng thiết bị giám sát sự cố hoặc tái cấu trúc lưới điện để tạo nguyên tắc phối hợp giữa các thiết bị tự động đóng lại (recloser) và dao cắt có tải (LBS) phân đoạn trên lưới phân phối nhằm nhanh chóng cô lập điểm sự cố, giảm thời gian tìm điểm sự cố, nhanh chóng cung cấp điện lại cho các phân đoạn không bị sự cố trong thời gian nhanh nhất, tăng độ tin cậy cung cấp điện.

3) Hiện nay trên lưới điện phân phối, việc phân đoạn tìm điểm sự cố còn thực hiện thủ công. Khi có sự cố trên đường dây máy cắt đầu nguồn cắt, nhân viên quản lý vận hành bắt đầu đi cắt các thiết bị phân đoạn từ xa đến gần để xác định và cách ly phân đoạn sự cố. Đối với lưới mạch vòng, sau khi cách ly phân đoạn sự cố mới tiến

hành xem xét đóng các thiết bị phân đoạn để cung cấp điện cho các phân đoạn không bị sự cố.

4) Thời gian để xử lý cách ly sự cố theo quy trình này thường phụ thuộc rất nhiều vào trình độ xử lý sự cố của điều độ viên cũng như thời gian triển khai lực lượng đi thao tác tại các thiết bị phân đoạn, khoảng cách và địa hình giữa điểm trực tiếp thao tác và các thiết bị cần phân vùng sự cố.

5) Việc phối hợp tự động các thiết bị phân đoạn trên lưới nhằm nhanh chóng cách ly phân đoạn sự cố và tự động cấp điện trở lại cho các phân đoạn không bị sự cố chưa được xem xét và đầu tư đúng mức.

### **1.13.1. Giải pháp tổng thể.**

1) Các vấn đề chính về chất lượng dịch vụ như an toàn, tổn thất điện áp và sụt áp, mất điện thời gian dài và mất điện ngắn hạn thường xuyên, có thể được giải quyết bằng các biện pháp thích hợp trên lưới trung áp như bảo vệ, bù công suất phản kháng, nối đất trung tính qua cuộn dập hồ quang, dùng máy cắt phân đoạn và sử dụng các thiết bị phát hiện sự cố.

2) Trong các vấn đề chính nêu trên, mất điện dài hạn và mất điện ngắn hạn thường xuyên có thể được giải quyết theo các giải pháp sau:

- Chỉ báo sự cố tại chỗ.
- Chỉ báo sự cố giám sát từ xa.
- Thiết bị đóng cắt điều khiển từ xa.
- Tự động hóa với máy cắt đóng lặp lại và máy cắt phân đoạn.

3) Các giải pháp trên có thể được sử dụng riêng lẻ hoặc kết hợp với nhau.

4) Với giải pháp tổng thể mang tính khả thi nhằm mục đích tăng hiệu quả trong việc quản lý lưới điện có chú ý đến tối ưu hóa vốn đầu tư, giảm thời gian mất điện, giảm số khách hàng bị mất điện, đồng thời giảm thời gian định vị sự cố và tái cấu trúc lưới.

### **1.13.2. Giải pháp từng bước.**

1) Từ giải pháp tổng thể như trên giúp đơn giản hóa các phân tích về đầu tư theo thực tế của lưới điện. Một lưới điện có thể được trang bị từng bước theo khả năng đầu tư cho phép.

2) Bước thứ nhất: Đặt chỉ báo sự cố tại chỗ cho tất cả các trạm ở vị trí thích hợp.

3) Bước thứ hai: Lắp toàn bộ các bộ trạm còn lại có điều khiển từ xa (với RTU) nhằm cô lập vùng sự cố từ trung tâm điều khiển, hoặc lắp đặt chỉ báo sự cố có kết nối tới trung tâm điều khiển để giảm thời gian mất điện.



#### **1.14. Điều kiện khí hậu và tổ hợp tải trọng gió tác dụng.**

1) Trong thiết kế lưới điện phải tính toán kiểm tra điều kiện làm việc của dây dẫn, cách điện và các kết cấu xây dựng ở chế độ vận hành bình thường và các chế độ sự cố, lắp ráp, quá điện áp khí quyển theo các quy định tại QPTBĐ 11TCN-2006.

2) Các trị số về nhiệt độ môi trường, áp lực gió được xác định theo khí hậu từng vùng, trong đó áp lực gió tiêu chuẩn lớn nhất với tần suất 1 lần trong 10 năm lấy theo quy định của Tiêu chuẩn tải trọng và tác động TCVN 2737-1995, Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng QCVN 02:2009/BXD.

3) Tải trọng đầu cột tính toán không được lớn hơn tải trọng lực đầu cột quy định trong tiêu chuẩn cột thép và cột bê tông cốt thép.

#### **1.15. Tính toán áp lực gió tác động và kết cấu.**

1) Tải trọng cơ học lớn nhất tác dụng lên cột phụ thuộc rất nhiều vào điều kiện khí hậu: gió, nhiệt độ, độ cao v.v.. và xác định khó chính xác.

2) Tải trọng cơ học lên cột chia làm 3 loại: lâu dài, ngắn hạn và đặc biệt.

- Tải trọng lâu dài gồm: trọng lượng cột, dây, xà, sứ, lực kéo của dây ở nhiệt độ trung bình.

- Tải trọng ngắn hạn gồm: áp lực gió lên dây, lên cột, tải trọng khi xây lắp.

- Tải trọng đặc biệt xuất hiện khi đứt dây.

3) Căn cứ theo phương tác dụng của tải trọng cơ giới lên cột gồm tải trọng nằm ngang và thẳng đứng:

a. Nằm ngang:

- Tải trọng gió lên cột.

- Tải trọng gió lên dây dẫn và dây chống sét.

- Tải trọng do sức căng của dây.

b. Thẳng đứng:

- Trọng lượng cột.

- Trọng lượng chuỗi sứ (kể cả phụ tùng). Đối với lưới trung - hạ áp tải trọng này có thể bỏ qua.

- Trọng lượng dây.

- Tải trọng xây lắp (đối với ĐDK trung áp là 1000N).

4) Tải trọng gió lên cột:

Áp lực gió lên mặt cột có diện tích  $S$  xác định theo công thức:

$$P_c = \alpha \cdot C_c \cdot q \cdot S \quad [\text{daN}]$$

Trong đó :

+ S: diện tích mặt cột.

+  $C_c$ : hệ số khí động học tùy thuộc vào đường kính của cột;

- Với cột phẳng  $C_c = 1,5$ ;

- Với cột tròn  $C_c = 0,7$ ;

+ Trị số  $\alpha$  hệ số biểu thị sự phân bố không đồng đều của gió trên khoảng cột;

+ q: Giá trị của áp lực gió lấy theo TCVN 2737-1995.

5) Tải trọng gió lên dây:

Tải trọng tiêu chuẩn của gió trong một khoảng cột l xác định theo công thức :

$$P_d = \alpha \cdot C_x \cdot q \cdot d \cdot l \quad [\text{daN}]$$

Trong đó :

+ d: đường kính dây dẫn

+ l: chiều dài khoảng cột.

+ Trị số  $\alpha$  hệ số biểu thị sự phân bố không đồng đều của gió trên khoảng cột;

+ q : Giá trị của áp lực gió lấy theo TCVN 2737-1995

6) Tải trọng do sức căng dây:

Lực kéo của một dây dẫn tiết diện F, lên cột xác định theo công thức:

$$T_d = \sigma \cdot F \quad [\text{daN}]$$

Trong đó : + F: tiết diện dây dẫn [ $\text{mm}^2$ ] .

+  $\sigma$ : ứng suất của dây được xác định từ tính toán cơ lý dây [ $\text{daN}$ ].

7) Sơ đồ tính toán :

a. *Cột đường dây hạ thế.*

Cột đường dây hạ thế chỉ cần tính theo tải trọng cơ học ứng với chế độ làm việc bình thường của đường dây không (dây dẫn không bị đứt) trong hai trường hợp áp lực gió lớn nhất và nhiệt độ thấp nhất.

b. *Cột đường dây trung thế.*

Cột đường dây tải điện được tính toán với tình trạng làm việc bình thường và sự cố trong hai trường hợp áp lực gió lớn nhất và nhiệt độ thấp nhất.

Sơ đồ tính toán, kiểm tra khả năng chịu uốn của cột (trung gian, góc, cuối) trong trạng thái làm việc bình thường trong 2 trường hợp dây dẫn đặt nằm ngang và đặt lệch.

Trường hợp sự cố, lực tác dụng gây nguy hiểm cho cột là lực kéo của dây còn lại gây ra mô men xoắn phá hoại cột, do đó cần phải tính toán kiểm tra xoắn cho cột.

#### **1.16. Khoảng cách an toàn và hành lang bảo vệ.**

Khoảng cách an toàn trong lưới điện phân phối cấp điện áp đến 35kV được quy định trong Quy phạm trang bị điện 11TCN-2006 của Bộ Công Nghiệp (nay là Bộ Công Thương) và các quy định tại các Thông tư, Nghị định về an toàn và hành lang bảo vệ lưới điện hiện hành.

#### **1.17. Yêu cầu khảo sát khi xây dựng.**

Quy định nội dung và trình tự khảo sát phục vụ thiết kế các dự án điện tại Quyết định 1179/QĐ-EVN ngày 25/12/2014 của Tập đoàn Điện lực Việt Nam và các Quy định có hiệu lực khác.

## **CHƯƠNG 2: CƠ SỞ PHÁP LÝ VÀ CÁC TÀI LIỆU LIÊN QUAN**

### **2.1. Các tiêu chuẩn, qui chuẩn áp dụng.**

#### **2.1.1. Các văn bản quy phạm pháp luật hiện hành.**

1. Luật điện lực số 28/2014/QH11 ban hành ngày 03/12/2004 và Luật số 24/2013/QH13 về việc sửa đổi, bổ sung một số điều của luật điện lực;
2. Luật xây dựng số 50/2014/QH13 ban hành ngày 18/6/2014;
3. Luật bảo vệ tài nguyên và môi trường số 55/2014/QH13 ban hành ngày 23/6/2014;
4. Luật phòng cháy, chữa cháy số 27/2001/QH10 ngày 29/06/2001 và luật số 40/2013/QH13 về việc sửa đổi bổ sung một số điều của Luật phòng cháy chữa cháy;
5. Nghị định số 59/2015/NĐ-CP ngày 18/6/2015 của Chính Phủ về quản lý dự án đầu tư xây dựng công trình;
6. Nghị định số 42/2017/NĐ-CP ngày 05/4/2017 của Chính Phủ về sửa, đổi, bổ sung một số điều Nghị định số 59/2015/NĐ-CP ngày 18/9/2015 của Chính Phủ về Quản lý dự án đầu tư xây dựng.
7. Nghị định số 32/2015/NĐ-CP ngày 25/3/2015 của Chính phủ về quản lý chi phí đầu tư xây dựng;
8. Nghị định số 46/2015/NĐ-CP ngày 12/5/2015 của Chính phủ về quản lý chất lượng và bảo trì công trình xây dựng;
9. Nghị định số 14/2014/NĐ-CP ngày 26/02/2014 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành Luật điện lực về an toàn điện;
10. Thông tư 39/2015/TT-BCT ngày 18/11/2015 của Bộ Công Thương về Quy định hệ thống điện phân phối;
11. Thông tư số 18/2016/TT-BXD ngày 30/6/2016 của Bộ Xây dựng quy định chi Tiết và hướng dẫn một số nội dung về thẩm định, phê duyệt dự án và thiết kế, dự toán xây dựng công trình;
12. Quyết định số 60/QĐ-EVN ngày 17/02/2014 của Tập đoàn Điện lực Việt Nam về việc ban hành Quy định Quản lý chất lượng công trình trong Tập đoàn Điện lực Việt Nam;
13. Quyết định số 712/QĐ-EVN ngày 22/10/2014 của Tập đoàn Điện lực Việt Nam về việc sửa đổi bổ sung một số điều tại Quy định quản lý chất lượng xây dựng các công trình trong Tập đoàn điện lực Việt Nam ban hành kèm theo Quyết định số 60/QĐ-EVN ngày 17/2/2014 của Hội đồng thành viên;

14. Quyết định số 1179/QĐ-EVN-TĐ ngày 25/12/2014 của Tập đoàn Điện lực Việt Nam về quy định nội dung và trình tự khảo sát phục vụ thiết kế các dự án lưới điện.

**2.1.2. Các tiêu chuẩn áp dụng vật liệu thiết bị điện hiện hành.**

1. Tiêu chuẩn máy biến áp và kháng điện: IEC 60076
2. Tiêu chuẩn máy cắt điện cao áp: IEC 62271-100
3. Tiêu chuẩn thiết bị đóng cắt trọn bộ điện áp trên 1kV đến 52kV: IEC 62271 200
4. Tiêu chuẩn dao cách ly: IEC 62271-102
5. Tiêu chuẩn biến dòng điện: IEC 61869-2
6. Tiêu chuẩn biến điện áp: IEC 61869-3,5
7. Tiêu chuẩn chống sét van: IEC 60099- 4
8. Tiêu chuẩn cách điện: IEC 60273, 60383, 60305.
9. Tiêu chuẩn dây dẫn: IEC 60189
10. Tiêu chuẩn cáp lực: IEC 60502, IEC 60228 TCVN
11. Dây trần dùng cho đường dây tải điện: TCVN 5064:1994
12. Quy định kỹ thuật điện nông thôn QĐKT.ĐNT-2006
13. Quy phạm trang bị điện:

*Phần I: Quy định chung IITCN-18-2006*

*Phần II: Hệ thống đường dẫn điện IITCN-19-2006*

*Phần III: Trang bị phân phối và trạm biến áp IITCN-20-2006*

*Phần IV: Bảo vệ và tự động IITCN-21-2006*

**2.1.3. Các tiêu chuẩn áp dụng thiết kế xây dựng hiện hành.**

1. Tiêu chuẩn tải trọng và tác động: TCVN 2737-1995
2. Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông cốt thép: TCVN 5574-2012
3. Tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép: TCVN 5575-2012
4. Tiêu chuẩn quốc gia cột điện bê tông cốt thép ly tâm: TCVN 5847:2016

**2.1.4. Các quy chuẩn áp dụng hiện hành.**

1. QCVN QTĐ 5:2009/BCT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về kỹ thuật điện; Tập 5: Kiểm định trang thiết bị hệ thống điện.
2. QCVN QTĐ 6:2009/BCT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về kỹ thuật điện; Tập 6: Vận hành sửa chữa trang thiết bị hệ thống điện.

3. QCVN QTĐ 7:2009/BCT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về kỹ thuật điện; Tập 7: Thi công các công trình điện.
4. QCVN 01:2008/BCT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn điện
5. QCVN QTĐ-8:2010/BCT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về kỹ thuật điện; Tập 8: Quy chuẩn kỹ thuật điện hạ áp
6. QCVN 01:2008/BXD Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về quy hoạch xây dựng.
7. QCVN 02:2009/BXD Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng.
8. QCVN 08:2009/BXD Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về công trình ngầm đô thị.

## **2.2. Trình tự thực hiện và quản lý chất lượng đầu tư xây dựng.**

Các cơ quan chủ quản đầu tư; các CĐT; cơ quan QLDA phải thực hiện theo trình tự và quản lý chất lượng thiết kế xây dựng công trình theo quy định của Luật xây dựng hiện hành.

## **2.3. Các thủ tục pháp lý cần thiết phục vụ đầu tư xây dựng công trình.**

1) Các cơ quan chủ quản đầu tư; các CĐT; các QLDA khi thực hiện công tác lựa chọn và ký hợp đồng với các TVTK cần xác định và quy định về khối lượng công việc, chi phí để thực hiện các thủ tục pháp lý cần thiết phục vụ đầu tư xây dựng công trình điện để đảm bảo đủ điều kiện trình duyệt và làm các thủ tục để đấu nối hạ tầng, đền bù giải phóng mặt bằng...

2) Các tư vấn khi thực hiện công tác khảo sát thiết kế, căn cứ theo nhiệm vụ được giao về thủ tục pháp lý cần thiết phục vụ đầu tư xây dựng công trình điện phải chủ động phối hợp và thực hiện đầy đủ các thủ tục pháp lý tối thiểu sau đây:

### **(1) Các thủ tục về thỏa thuận tuyến cần thiết.**

+ Mặt bằng hướng tuyến và vị trí công trình phải được cấp có thẩm quyền thỏa thuận bằng văn bản.

+ Mặt bằng hướng tuyến và vị trí TBA phải được thể hiện trên bản đồ với tỷ lệ theo quy định khảo sát hiện hành, theo quy định của từng địa phương và giai đoạn khảo sát xây dựng.

+ Ngoài ra, đối với các mặt bằng hướng tuyến và vị trí TBA có giao chéo, đi gần hoặc ảnh hưởng đến các công trình hạ tầng kỹ thuật thì phải có ý thỏa thuận bằng văn bản của các cơ quan chủ quản hạ tầng kỹ thuật này.

### **(2) Các thủ tục về thỏa thuận môi trường.**

Các quy định về thỏa thuận môi trường áp dụng theo Thông tư số 27/2015/TT-BTNMT ngày 29/05/2015 của bộ Tài Nguyên và Môi Trường và các quy định hiện hành khác tại thời điểm lập dự án.

Tùy theo quy mô và đặc điểm của công trình cụ thể, phải thực hiện thủ tục xác nhận đăng ký Kế hoạch bảo vệ môi trường hoặc Đánh giá tác động môi trường (ĐTM) được chấp thuận, phê duyệt của cơ quan có thẩm quyền.

### **(3) Các thủ tục về thỏa thuận đấu nối kỹ thuật.**

Khi thực hiện các công trình điện mà có nhu cầu đấu nối với các công trình kỹ thuật hiện có (đường dây tải điện, trạm điện, nhà máy điện, đường thông tin viễn thông...) phải thực hiện việc thỏa thuận đấu nối với cơ quan chủ quản của công trình kỹ thuật nêu trên.

## **2.4. Các tính toán và phần mềm áp dụng.**

- 1) Tính toán trào lưu công suất, ngắn mạch hệ thống: Phần mềm PSS/ADEPT
- 2) Tính toán dự báo phụ tải, lựa chọn tiết diện dây dẫn.
- 3) Tính toán cơ lý dây dẫn
- 4) Tính toán độ võng căng dây
- 5) Tính toán tiếp địa.
- 6) Tính toán các chỉ số độ tin cậy cung cấp điện SAIDI, SAIFI, MAIFI
- 7) Tính toán ứng suất cột thép: Phần mềm SAP,...
- 8) Tính toán lựa chọn kết cấu móng, cột điện
- 9) Tính toán bulông chân cột.
- 10) Phân tích kinh tế - tài chính
- 11) Tổng mức đầu tư/tổng dự toán

### **CHƯƠNG 3: TRẠM BIẾN ÁP PHÂN PHỐI**

#### **3.1. Phạm vi áp dụng và định nghĩa.**

1) Chương này áp dụng cho trạm bị phân phối và trạm biến áp cố định, điện áp đến 35kV.

2) Trạm bị điện dùng để thu nhận và phân phối điện năng, gồm các thiết bị điện đóng cắt, điều khiển, bảo vệ, đo lường, thanh dẫn, cách điện, kết cấu kiến trúc liên quan và thiết bị phụ khác.

Trạm thiết bị ngoài trời là trạm thiết bị mà toàn bộ thiết bị hoặc các thiết bị chủ yếu của nó được đặt ngoài trời.

Trạm thiết bị trong nhà là trạm thiết bị được đặt trong nhà.

3) TBA có các máy biến áp lực kết nối hai hoặc nhiều lưới điện có điện áp khác nhau. Ngoài ra, trạm biến áp còn có các trang thiết bị đóng cắt, các thiết bị điều khiển, bảo vệ, đo lường và các thiết bị phụ.

4) TBA trong nhà là TBA được bố trí trong phạm vi nhà.

5) TBA trọn bộ là TBA gồm MBA và các khối hợp bộ (tủ phân phối trọn bộ trong nhà hoặc ngoài trời v.v..) đã lắp ráp sẵn toàn bộ hoặc từng khối.

6) TBA trên cột là TBA ngoài trời mà tất cả các thiết bị cao áp đều đặt trên cột hoặc kết cấu trên cao của cột, ở độ cao đủ an toàn về điện, không cần rào chắn xung quanh.

7) Trạm cắt là trạm gồm thiết bị đóng cắt, thanh dẫn và không có MBA lực.

#### **3.2. Phạm vi cấp điện và vị trí xây dựng trạm biến áp.**

1) TBA cấp điện cho các thành phần phụ tải: Công nghiệp - xây dựng; Nông - Lâm - Ngư nghiệp; Thương mại - Dịch vụ; Tiêu dùng dân cư; và các phụ tải điện khác. Với nhu cầu phát triển của phụ tải khu vực trong thời hạn 5 năm, có tính đến quy hoạch dài hạn không ít hơn 10 năm.

2) Vị trí đặt TBA: vị trí tối ưu đặt các trạm biến áp là trung tâm phụ tải của khu vực mà trạm cần cấp điện. Giả thiết của phụ tải trong khu vực có các tọa độ  $x_i$ ;  $y_i$  thì điểm trọng tâm phụ tải có tọa độ  $x, y$  là  $M(x, y)$  được xác định theo công thức.

$$x = \frac{\sum x_i * S_i}{\sum S_i} \qquad y = \frac{\sum y_i * S_i}{\sum S_i}$$

Trong đó:  $S_i$ : Công suất phụ tải thứ  $i$  trong khu vực.



3) Vị trí đặt TBA cần thiết phải đặt ở vị trí khô ráo, an toàn. Ngoài ra cũng nên xem xét thêm các yếu tố mỹ quan xây dựng, giao thông,...

### **3.3. Công nghệ lắp đặt trạm biến áp.**

1) Đối với khu vực trung tâm phụ tải có nhu cầu sử dụng điện 3 pha, bán kính cấp điện lớn và công suất phụ tải từ 100kVA trở lên nên xây dựng các mô hình trạm như sau:

- Trạm treo (trạm giàn): Bố trí MBA 3 pha trên 02 cột hình II, sử dụng cột BTLT loại có lỗ xuyên tâm, khoảng cách tim 2 cột là 2,4m cho cấp điện áp  $\leq 22kV$  (2,6m đối với cấp điện áp 35kV), tủ hạ áp lắp đặt trên giá và phía dưới MBA, không sử dụng ghế thao tác, loại trạm lắp đặt cho MBA 3 pha có dung lượng đến 630kVA. Loại TBA này áp dụng cho các khu vực nông thôn tập trung và nông thôn phân tán (vùng 2, 3).

- Trạm treo lệch (trạm ngòai hay trạm giàn 1 cột) MBA 3 pha : Bố trí đặt MBA 3 pha lệch 1 bên, trên 1 cột hoặc 2 cột ghép, sử dụng cột BTLT loại có lỗ xuyên tâm hoặc cột thép hình, tủ hạ áp lắp đặt trên giá đối diện và phía dưới MBA, không sử dụng ghế thao tác, loại trạm lắp đặt cho MBA 3 pha có dung lượng đến 560kVA. Loại TBA này áp dụng cho các khu vực thành phố, thị xã, thị trấn (vùng 1), khu vực nông thôn tập trung (vùng 2).

- Trạm thân trụ thép (trạm giàn 1 cột) 22kV, hợp bộ tủ hạ áp: Bố trí đặt MBA 3 pha trên thân trụ thép, trụ thép làm từ thép hình tạo khuôn chứa thiết bị bảo vệ hạ áp, loại trạm lắp đặt cho MBA 3 pha có dung lượng đến 630kVA. Loại TBA này áp dụng cho các khu vực thành phố, thị xã, có yêu cầu về mỹ quan đô thị (vùng 1).

- Trạm thân trụ thép (trạm giàn 1 cột) 22kV, hợp bộ tủ trung áp, hạ áp : Bố trí đặt MBA 3 pha trên thân trụ thép, trụ thép làm từ thép hình tạo khuôn chứa thiết bị bảo vệ trung áp và hạ áp, loại trạm lắp đặt cho MBA 3 pha có dung lượng đến 630kVA. Loại TBA này áp dụng cho các khu vực trung tâm thành phố, thị xã, thị trấn có yêu cầu về mỹ quan đô thị (vùng 1).

2) Đối với khu vực có nhu cầu sử dụng điện chủ yếu là sinh hoạt gia dụng, bán kính cấp điện ngắn, phụ tải công suất nhỏ ở khu vực miền núi và đồng bằng, trung du nên xây dựng các mô hình trạm:

- Trạm treo lệch (trạm ngòai hay trạm giàn 1 cột) MBA 1 pha: Bố trí MBA 1 pha treo trên cột BTLT loại có lỗ xuyên tâm, tủ hạ áp lắp đặt trên giá và phía dưới MBA, không sử dụng ghế thao tác, loại trạm lắp đặt cho MBA 1 pha có dung lượng đến 1x100kVA.

- Trạm treo lệch (trạm ngõ hay trạm giàn 1 cột) MBA 3 pha : Bố trí MBA 3 pha treo trên cột BTLT loại có lỗ xuyên tâm, tủ hạ áp lắp đặt trên giá và phía dưới MBA, không sử dụng ghế thao tác, loại trạm lắp đặt cho MBA 3 pha có dung lượng đến 160kVA.

3) Đối với khu vực có mật độ phụ tải lớn, sử dụng điện 3 pha, bán kính cấp điện lớn, công suất phụ tải lớn và bố trí được mặt bằng xây dựng thì nên sử dụng các mô hình trạm như sau:

- Trạm hợp bộ kios (trạm compact hay trạm hợp bộ): Trạm hợp bộ cả phần tủ trung áp, MBA, tủ hạ áp trong 1 khối kios, trạm được bố trí tại nơi cần đảm bảo về mỹ quan đô thị, đặt trong khu vực quy hoạch sẵn, vườn hoa, công viên.

- Trạm xây (trạm phòng) sử dụng 01 MBA hoặc 02 MBA công suất theo nhu cầu: Toàn bộ thiết bị đóng cắt, MBA, tủ hạ áp được đặt trong nhà, nhà trạm được xây dựng với kích thước phù hợp đảm bảo các yêu cầu về kỹ thuật và an toàn theo quy định.

- Trạm nền (trạm bệt): TBA có MBA đặt trên nền trạm; phần đóng cắt, bảo vệ trung áp và hạ áp được đặt trên giàn trạm là cột giàn cột BTLT; khu vực trạm nền được rào kín bởi rào thép hoặc tường xây tùy theo điều kiện khu vực; loại trạm này được xây dựng cho các khu vực như: khu, cụm công nghiệp, khu vực thủy lợi bơm tưới tiêu.

- Trạm trong tầng hầm nhà: Thường áp dụng cho các TBA khách hàng, khu vực bố trí thiết bị trạm được xây dựng tách biệt đặt trong tầng hầm của tòa nhà, với kích thước phù hợp đảm bảo các yêu cầu về kỹ thuật và an toàn theo quy định.

### **3.4. Cấp điện áp, công suất máy biến áp.**

1) Cấp điện áp, điện áp của MBA phải được lựa chọn theo nguyên tắc sau:

- Tại các khu vực hiện đang tồn tại và trong tương lai sẽ phát triển lưới điện 35kV hoặc 22kV, điện áp phía sơ cấp MBA được chọn với một cấp điện áp tương ứng là 35kV hoặc 22kV.

- Tại các khu vực đã có quy hoạch lưới điện 22kV, nhưng hiện đang tồn tại các cấp điện áp 35kV; 15kV hoặc 6-10kV, thì phía sơ cấp của MBA phải có 2 cấp điện áp 22kV và cấp điện áp đang tồn tại với bộ phận chuyển đổi điện áp sơ cấp có thể thao tác từ bên ngoài MBA.

- Các MBA đều phải có 5 nấc phân áp là: 5%; 2,5%; 0%; -2,5% và -5% ( $\pm 2 \times 2,5\%$ ).

2) Xác định số lượng MBA trong một TBA: Số lượng MBA đặt trong một TBA chủ yếu phụ thuộc vào loại hộ tiêu thụ.

- Trạm cấp điện cho hộ tiêu thụ loại 1: Trạm được trang bị 02 MBA từ 02 nguồn điện khác nhau và có dự phòng nguồn máy phát.

- Trạm cấp điện cho hộ tiêu thụ loại 2: Trạm được trang bị 01 MBA và có dự phòng nguồn máy phát.

- Trạm cấp điện cho hộ tiêu thụ loại 3: Trạm được trang bị 01 MBA với công suất tính toán phù hợp với phụ tải khu vực.

3) Xác định công suất MBA: Công suất tính toán lựa chọn công suất định mức của MBA. Công suất MBA được tính toán lựa chọn sao cho có thể đáp ứng yêu cầu cung cấp điện đầy đủ với chất lượng đảm bảo với nhu cầu phát triển của phụ tải khu vực trong thời hạn 5 năm, có tính đến quy hoạch dài hạn ít nhất là 10 năm, đồng thời có thể đảm bảo công suất sử dụng không dưới 30% vào năm thứ nhất và không dưới 60% vào năm thứ ba để tránh non tải lâu dài cho MBA.

4) Công suất tính toán của MBA:

$$S_{tt} = P_{max} / \cos\varphi \text{ (kVA)}$$

Trong đó:

$P_{max}$  là tổng nhu cầu công suất cực đại:

$\cos\varphi$  là hệ số công suất MBA

5) Gam công suất MBA 3 pha: 50; 75; 100; 160; 250; 320; 400; 560; 630; 750; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500 và 3200 kVA (chi tiết theo Quyết định số 62/QĐ-EVN ngày 05/5/2017)

6) Gam công suất MBA 1 Pha: 15; 25; 37,5; 50; 75; 100 kVA (chi tiết theo Quyết định số 62/QĐ-EVN ngày 05/5/2017)

7) Khu vực cấp riêng cho khách hàng: Sử dụng các MBA công suất lớn theo quy cách của Nhà sản xuất.

### **3.5. Sơ đồ nguyên lý, kiểu trạm.**

1) Các TBA 3 pha 35/0,4kV, ĐDK đến

- Sơ đồ nguyên lý TBA 3 pha 35/0,4kV: ĐDK-35kV→CSV-35kV→FCO-35kV→MBA-35/0,4kV→Tủ hạ áp 600V.

- Bố trí thiết bị TBA 3 pha 35/0,4kV - ĐDK đến kiểu dọc tuyến hoặc ngang tuyến.

2) Các TBA 3 pha 35/0,4kV, ĐCN đến

- Sơ đồ nguyên lý TBA 3 pha 35/0,4kV: CN-35kV→DS-35kV (LBS-35kV)→CSV-35kV→FCO-35kV→MBA-35/0,4kV→Tủ hạ áp 600V.

- Bố trí thiết bị TBA 3 pha 35/0,4kV - CN đến, phân đoạn bằng DS-35kV (LBS-35kV).

3) Các TBA 3 pha 22/0,4kV; 22(15)/0,4kV; 22(10)/0,4kV; 22(6)/0,4kV; 22(35)/0,4kV, ĐDK đến

- Sơ đồ nguyên lý TBA 3 pha 22/0,4kV; 22(15)/0,4kV; 22(10)/0,4kV; 22(6)/0,4kV; 22(35)/0,4kV: ĐDK→CSV→FCO→MBA→Tủ hạ áp.

- Bố trí thiết bị TBA 3 pha 22/0,4kV; 22(15)/0,4kV; 22(10)/0,4kV; 22(6)/0,4kV; 22(35)/0,4kV - ĐDK đến kiểu dọc tuyến hoặc ngang tuyến.

4) Các TBA 3 pha 22/0,4kV; 22(15)/0,4kV; 22(10)/0,4kV; 22(6)/0,4kV; 22(35)/0,4kV ĐCN đến

- Sơ đồ nguyên lý TBA 3 pha 22/0,4kV; 22(15)/0,4kV; 22(10)/0,4kV; 22(6)/0,4kV; 22(35)/0,4kV: CN-22kV→DS-22kV(LBS-22kV)→FCO-22kV→MBA-22/0,4kV; 22(15)/0,4kV; 22(10)/0,4kV; 22(6)/0,4kV; 22(35)/0,4kV→ Tủ hạ áp 600V.

- Bố trí thiết bị TBA 3 pha 22/0,4kV; 22(15)/0,4kV; 22(10)/0,4kV; 22(6)/0,4kV; 22(35)/0,4kV - CN đến, phân đoạn bằng bộ DS-22kV (LBS-22kV).

5) Các TBA 1 pha 12,7/0,23kV ĐDK đến

- Sơ đồ nguyên lý TBA 1 pha 12,7/0,23kV: ĐDK-22kV→CSV-22kV→FCO-22kV→MBA-12,7/0,23kV→Tủ hạ áp 600V.

- Bố trí thiết bị TBA 1 pha 12,7/0,23kV- ĐDK đến.

6) Các TBA 3 pha 22/0,4kV trạm kios và trạm xây

- Sơ đồ nguyên lý TBA 3 pha 22/0,4kV: CN-22kV→Tủ RMU-22kV (CD+Chi)→ MBA-22/0,4kV → Tủ hạ áp 600V.

- Bố trí thiết bị TBA 3 pha 22/0,4kV- cáp ngầm đến kết hợp tủ RMU.

7) Các TBA 3 pha 22/0,4kV, trạm thân trụ thép

- Sơ đồ nguyên lý TBA 3 pha 22/0,4kV: CN-22kV→Tủ RMU-22kV (CD+Chi)→ MBA-22/0,4kV → Tủ hạ áp 600V.

- Bố trí thiết bị TBA 3 pha 22/0,4kV- cáp ngầm đến kết hợp tủ RMU ngoài lưới hoặc hợp bộ trong trạm.

8) Đối với các TBA hiện trạng đang sử dụng CSV lắp đặt sau FCO nên có lộ trình chuyển đổi lại sơ đồ lắp đặt trước FCO để thống nhất trong toàn EVN.

### **3.6. Thiết bị đóng cắt bảo vệ.**

#### **3.6.1. Phía sơ cấp:**

1) Đối với các TBA treo, treo lệch, trạm nền ngoài trời: Phía sơ cấp (trung áp) sử dụng cầu chảy tự rơi (FCO) hoặc cầu chảy phụ tải (LBFCO) để bảo vệ ngăn mạch TBA có điện áp phía sơ cấp đến 35kV. Các TBA có kết hợp chức năng phân đoạn trên đường dây bố trí thêm cầu dao phân đoạn. Điện áp danh định của cầu chảy và cầu dao phân đoạn chọn theo điện áp của lưới điện ổn định lâu dài.

2) Đối với các TBA thân trụ thép, trạm kios, TBA trong nhà sử dụng tủ RMU: Phía sơ cấp sử dụng thiết bị hợp bộ (cầu dao kết hợp cầu chì) để bảo vệ ngăn mạch TBA có điện áp sơ cấp đến 35kV. Các TBA có kết hợp chức năng phân đoạn đường dây bố trí thêm các ngăn hợp bộ LBS phân đoạn ở tại thân TBA hoặc ở tủ RMU. Điện áp danh định của cầu chì và LBS chọn theo điện áp của lưới điện ổn định lâu dài.

4) Đối với TBA có MBA công suất lớn hơn 1600kVA phải sử dụng máy cắt để bảo vệ chống quá dòng do ngắn mạch ngoài.

#### **3.6.2. Phía thứ cấp:**

1) Thiết bị đóng cắt bảo vệ tổng hạ áp có thể sử dụng những trường hợp sau:

- Lắp đặt aptomat tổng có dòng điện định mức tính toán theo quy định, nên tính toán phối hợp bảo vệ của aptomat tổng và aptomat xuất tuyến sao cho tác động cắt của aptomat xuất tuyến phải trước aptomat tổng, tránh mất điện cả trạm.

- Lắp đặt cầu dao LBS hạ thế có chì bảo vệ.

2) Lắp đặt các aptomat nhánh phù hợp với từng trường hợp cụ thể, tùy thuộc vào quy mô, công suất và phạm vi cấp điện của trạm. Tuy nhiên có thể tham khảo một số định hướng như sau:

+ TBA có công suất > 250kVA lắp đặt  $\geq 4$  xuất tuyến ( $\geq 4$  aptomat xuất tuyến)

+ TBA có công suất từ 100 đến 250kVA lắp đặt 3 xuất tuyến (3 aptomat xuất tuyến)

+ TBA có công suất đến 100kVA lắp đặt 2 xuất tuyến (2 aptomat xuất tuyến)

+ TBA có công suất đến 50kVA lắp đặt 1 xuất tuyến. (1 aptomat xuất tuyến)

3) Đối với TBA trụ thép phía sơ cấp được đặt trong thân trạm, các aptomat nhánh có thể không cần thiết phải bố trí tại thân trạm để giảm kích thước cho thân trụ, các aptomat nhánh sẽ được bố trí tại các tủ phân phối hạ áp gần nhất trong lưới điện hạ áp.

4) Công tơ, aptomat tổng, aptomat nhánh và các thiết bị khác phía thứ cấp được đặt trong tủ phân phối hạ áp treo hoặc đặt giá đỡ (đối với các TBA treo, TBA nền), hợp bộ trong thân trụ thép (đối với TBA thân trụ thép), trong ngăn hạ áp (đối với TBA trong nhà, TBA kios).

### **3.7. Thiết bị chống sét và nối đất.**

#### **3.7.1. Thiết bị chống sét.**

- 1) Không lắp đặt bảo vệ chống sét đánh trực tiếp tại các TBA.
- 2) Chuỗi cách điện tại cột của TBA 35kV nối với ĐDK có dây chống sét nhưng không kéo vào trạm phải tăng thêm 1 bát cách điện so với yêu cầu đối với đường dây.
- 3) Bảo vệ quá điện áp khí quyển lan truyền từ đường dây vào trạm bằng chống sét van.
- 4) Chống sét van được lắp đặt tại các TBA đến 35kV với quy mô công suất bất kỳ.
- 5) Khi chọn chống sét van cho TBA cần lưu ý đến kết cấu và điện áp của lưới điện hiện tại kết hợp với quy hoạch sau này để có được các giải pháp phù hợp về kinh tế.
- 6) Chống sét van lắp đặt tại TBA phải được lựa chọn theo các thông số kỹ thuật phù hợp với các tiêu chuẩn theo quy định.

#### **3.7.2. Nối đất trạm biến áp.**

- 1) Trung tính MBA, chống sét, các cấu kiện sắt thép và vỏ thiết bị trong trạm đều được nối vào hệ thống nối đất của trạm.
- 2) Nối đất an toàn, nối đất làm việc và nối đất chống sét phải được nối đất vào lưới nối đất bằng dây nhánh riêng.
- 3) Lưới nối đất của trạm bao gồm dây nối và bộ tiếp đất, trong đó:
  - + Dây nối vào bộ tiếp đất của trạm là dây thép tròn, thép dẹt được mạ kẽm nhúng nóng với chiều dày lớp mạ không nhỏ hơn 80 $\mu$ m hoặc nối bằng dây đồng, trường hợp dây nối không đi trong thân cột BTLT thì nên luồn trong ống nhựa bảo vệ.
  - + Bộ tiếp đất của trạm có kết cấu dạng cọc hoặc cọc tia hỗn hợp bằng thép hoặc thép mạ đồng hoặc đồng, chiều dài mỗi cọc nên được tính toán từ 2m đến 3m tùy theo khu vực địa hình, địa chất và điện trở suất của đất, các chi tiết thép được mạ kẽm nhúng nóng theo quy định.
    - + Thép hoặc thép mạ đồng hoặc đồng tròn cho dây nối chọn tiết diện  $\geq \Phi 10$  hoặc thép dẹt tiết diện 50x4 trở lên, các chi tiết thép cho dây nối đất được mạ kẽm nhúng nóng theo quy định.
    - + Thép hoặc thép mạ đồng hoặc đồng tròn cho cọc nối đất chọn thép  $\geq \Phi 16$  hoặc thép góc có tiết diện L50x50x5 trở lên.

4) Chỗ nối dây tiếp đất với cọc tiếp đất phải được hàn chắc chắn tuân thủ quy định của hàn hóa nhiệt hoặc hàn điện. Dây tiếp đất bắt vào vỏ thiết bị, vào kết cấu công trình hoặc nối giữa các dây tiếp đất với nhau có thể bắt bằng bu lông hoặc hàn. Cắm nối bằng cách vặn xoắn.

5) Trị số tổng trở nối đất cho TBA phân phối cấp điện áp đến 35kV áp dụng theo Quy phạm trạng bị điện 11TCN-2006.

### **3.8. Thiết bị đo đếm.**

1) Chỉ lắp đặt công tơ điện tại các TBA có nhu cầu kiểm tra tổn thất điện năng và tại các lộ, mà ở đó có giao dịch mua bán điện trực tiếp.

2) Việc đo đếm điện năng bằng công tơ điện thực hiện gián tiếp qua máy biến dòng điện (TI) đối với các lộ có dòng điện trên 75A và trực tiếp (không qua biến dòng) đối với các lộ còn lại.

3) Trong trường hợp cần kiểm tra điện áp và dòng điện, sử dụng đồng hồ Vôn (V) và Ampe (A) cố định tại tủ tổng hạ áp hoặc thiết bị xách tay. Trường hợp lắp đặt công tơ điện tử thì không nên sử dụng đồng hồ Vôn, Ampe, các trị số điện áp và dòng điện được theo dõi ngay trên công tơ điện tử khi cần.

4) Máy biến dòng điện, công tơ điện nên được đặt cùng trong tủ phân phối hạ áp hoặc đặt riêng độc lập đối với từng thiết bị.

### **3.9. Các vật tư thiết bị khác.**

1) Nên sử dụng nắp chụp cách điện tại các đầu cực của thiết bị và chụp đầu elbow cực máy biến áp, nhằm hạn chế sự xâm nhập của nước vào đầu thiết bị và hạn chế được sự cố ngắn mạch.

2) Đầu nối thanh cái trạm biến áp lên đường dây dùng kẹp quai hoặc kẹp hotline nhằm thao tác không tải khi vận hành sửa chữa bảo dưỡng các thiết bị trong trạm.

3) Thanh cái TBA sử dụng thanh cái bọc cách điện với tiết diện phù hợp công suất MBA.

### **3.10. Giải pháp xây dựng trạm biến áp.**

#### **3.9.1. Các loại hình trạm.**

a. Trạm trên cột.

1) Trạm treo (trạm giàn) MBA 3 pha trên giàn 02 cột BTLT hình II, ĐDK đến.

2) Trạm treo (trạm giàn) MBA 3 pha trên giàn 02 cột BTLT hình II, ĐCN đến.

3) Trạm treo lệch (trạm ngòi hay trạm giàn 1 cột) MBA 3 pha trên cột BTLT đơn, ĐDK đến.

4) Trạm treo lệch (trạm ngòi hay trạm giàn 1 cột) MBA 3 pha trên cột BTLT ghép đôi, ĐDK đến.

5) Trạm treo lệch (trạm ngòi hay trạm giàn 1 cột) MBA 1 pha trên cột BTLT đơn, ĐDK đến.

b. Trạm thân trụ thép (trạm giàn 1 cột).

1) Trạm MBA 3 pha bố trí trên trụ thép, phần thân trụ tích hợp tủ hạ áp, ĐCN đến.

2) Trạm MBA 3 pha bố trí trên trụ thép, phần thân trụ tích hợp tủ trung - hạ áp, ĐCN cấp đến và đi.

c. Trạm hợp bộ kios (trạm hợp bộ): Trạm hợp bộ cả phần tủ trung áp, MBA 3 pha, tủ hạ áp trong 1 khối kios, ĐCN cấp đến và đi.

d. Trạm xây (trạm phòng).

1) Trạm trong nhà lắp đặt 01 MBA: MBA 3 pha, thiết bị đóng cắt, bảo vệ MBA, tủ hạ áp được đặt trong không gian xây dựng của nhà trạm, ĐCN cấp đến và đi.

2) Trạm trong nhà lắp đặt 02 MBA: 02 MBA 3 pha, thiết bị đóng cắt, bảo vệ MBA, tủ hạ áp được đặt trong không gian xây dựng của nhà trạm, ĐCN cấp đến và đi.

e. Trạm nền: MBA 3 pha được đặt trực tiếp trên bệ đỡ nền trạm, thiết bị đóng cắt, bảo vệ, tủ hạ áp được lắp đặt trên giàn đón dây ĐDK cột BTLT, khuôn viên trạm nền được bảo vệ bằng rào chắn hoặc xây tường rào bằng gạch hoặc bê tông.

### **3.9.2. Quy định kết cấu xây dựng TBA.**

a. Đối với trạm treo (trạm giàn hoặc trạm ngòi).

1) Cột được sử dụng để xây dựng trạm treo là loại cột BTLT hoặc cột BTLT ứng lực (trong trường hợp cần thiết có thể xây dựng trạm treo lệch trên cột thép).

2) Xà, giá được chế tạo bằng thép hình mạ kẽm nhúng nóng với chiều dày lớp mạ tối thiểu bằng 80 $\mu$ m.

3) Móng cột là loại móng khối bằng bê tông đúc tại chỗ, hoặc móng đà cản cho khu vực đất tốt, ổn định.

4) Có thể xem xét bố trí giàn thao tác tại những vùng trũng, thường xuyên úng ngập.

b. Đối với trạm thân trụ thép (trạm giàn 1 cột).

1) Trụ thép được chế tạo từ thép hình với kích thước phù hợp, mạ kẽm nhúng nóng theo quy định. Các vật tư, thiết bị điện cao áp và hạ áp được tích hợp trong



không gian của thân trụ, tủ RMU được đặt trên hệ thống khung đỡ và có hệ thống thanh ray để tiện lợi tháo lắp, máy cắt hạ áp tổng được bố trí ở mặt trước, các máy cắt lộ ra được bố trí ở mặt sau.

2) Móng MBA là loại móng trụ bằng bê tông cốt thép đúc tại chỗ, liên kết giữa móng và thân trụ thép bằng bu lông neo, toàn bộ phần thân trụ, móng đỡ, bu lông neo được tính toán đảm bảo chịu tải trọng theo quy định.

c. Trạm kios (trạm hợp bộ).

1) Móng trạm được phân chia thành 03 khoang, 01 khoang cho tủ RMU trung thế, 01 khoang cho MBA, 01 khoang cho tủ hạ áp, móng được đúc bằng bê tông cốt thép tại chỗ hoặc xây bằng gạch với vữa xi măng cát, mặt móng cao hơn cốt nền ít nhất 0,4m.

2) Bảo vệ cho không gian chứa thiết bị tủ RMU, MBA, tủ hạ áp bằng vỏ trạm, vỏ trạm được sơn mạ tĩnh điện theo quy định và phủ sơn có màu hài hòa với cảnh quan môi trường khu vực xung quanh.

3) Liên kết giữa phần móng và vỏ trạm qua hệ thống bu lông neo.

4) Vỏ trạm được thiết kế lưu thông khí tự nhiên.

c. Trạm xây (trạm phòng).

1) Nhà TBA được xây dựng theo dạng hình hộp, với kích thước phù hợp với số MBA và quy mô công suất của TBA.

2) Nhà trạm được xây dựng bằng gạch với vữa xi măng cát, mái đỡ bằng bê tông cốt thép, nền trạm được thiết kế cao hơn mặt đất ít nhất 0,5m, bố trí lỗ thông thoáng và lắp khung lưới mắt cáo chống chim, chuột thâm nhập.

d. Trạm nền.

1) Móng MBA có thể đúc tại chỗ bằng bê tông hoặc xây bằng gạch với vữa xi măng cát và cao hơn mặt đất ít nhất là 0,5m.

2) Tủ hạ áp đặt ngoài trời giống như trạm treo, hoặc tủ đặt trong nhà thì nhà được xây dựng bằng gạch với vữa xi măng cát, mái bằng bê tông cốt thép hoặc lợp tôn, cửa bằng thép và được sơn chống gỉ.

3) Trụ công, hàng rào bằng thép lưới thì được quét sơn chống gỉ, nếu là tường hàng rào thì được xây bằng gạch vữa xi măng cát, cánh cổng bằng thép và được quét sơn chống gỉ.

**3.9.3. Quy định lắp đặt ghế thao tác.**

1) Đối với các trạm biến áp treo sử dụng kẹp quai, kẹp hotline, cầu chì tự rơi (FCO), khu vực có đường bộ, xe vận hành sửa chữa đến được thì không phải lắp ghế thao tác, khi đó người vận hành sẽ đứng trên xe thao tác để sửa chữa, vận hành.

2) Đối với các trạm biến áp treo sử dụng kẹp quai, kẹp hotline, cầu chì tự rơi (FCO), khu vực không có đường ô tô đến hoặc những vùng trũng thường xuyên ngập nước thì cần phải lắp đặt ghế thao tác, người vận hành sẽ đứng trên ghế thao tác để sửa chữa, vận hành.

## **CHƯƠNG 4: ĐƯỜNG DÂY TRÊN KHÔNG**

### **4.1. Phạm vi áp dụng và định nghĩa.**

1) Chương này áp dụng cho đường dây tải điện trên không điện áp đến 35kV. Dây dẫn hạ áp áp dụng cho dây bọc cách điện và dây cáp vặn xoắn, dây dẫn trung áp áp dụng cho dây trần, dây bọc.

2) ĐDK là công trình truyền tải và phân phối điện năng, bố trí ngoài trời, mắc trên vật cách điện và phụ kiện, đặt trên cột hoặc trên kết cấu của công trình khác (cầu, đập,...).

3) Cơ lý đường dây hạ áp:

- Chế độ bình thường của ĐDK là chế độ làm việc khi dây dẫn không bị đứt.

- Chế độ sự cố của ĐDK là chế độ làm việc khi dây dẫn bị đứt.

4) Cơ lý đường dây trung áp:

- Chế độ bình thường của ĐDK là chế độ làm việc khi dây dẫn hoặc dây chống sét (nếu có) không bị đứt.

- Chế độ sự cố của ĐDK là chế độ làm việc khi một hoặc một số dây dẫn hoặc dây chống sét (nếu có) bị đứt.

- Chế độ lắp ráp của ĐDK là trạng thái của đường dây trong quá trình dựng cột, lắp đặt dây dẫn hoặc dây chống sét.

5) Ngoài các kết cấu đường dây truyền thống có thể áp dụng kết cấu đường dây phù hợp với công nghệ dây dẫn, điều kiện địa hình, điều kiện môi trường khu vực dự án, đơn vị tư vấn thiết kế phải có luận chứng cụ thể khi áp dụng.

### **4.2. Giải pháp công nghệ đường dây hạ áp.**

#### **4.2.1. Dây dẫn.**

a. Loại dây dẫn: Dây dẫn đường dây hạ áp trên không của lưới điện hạ áp có thể dùng:

1) Dây bọc cách điện - dây dẫn đơn pha.

2) Dây bọc cách điện - cáp vặn xoắn ABC.

b. Tiết diện dây dẫn.

1) Tiết diện dây dẫn được chọn sao cho có thể đáp ứng yêu cầu cung cấp điện đầy đủ với chất lượng đảm bảo đối với nhu cầu phát triển của phụ tải khu vực theo quy hoạch dài hạn tối thiểu là 10 năm.

- 2) Đảm bảo chất lượng điện áp cuối đường dây.
- 3) Đảm bảo các điều kiện kinh tế, kỹ thuật trong phạm vi cung cấp điện.
- 4) Điều kiện tiêu chuẩn hóa tiết diện dây dẫn trong thiết kế xây dựng và quản lý vận hành.
- 5) Tiết diện dây dẫn hạ áp được lựa chọn theo các tiêu chí: Tổn thất điện áp cho phép  $\Delta U$  và độ phát nóng cho phép.

#### **4.2.2. Cách điện, phụ kiện.**

1) Cách điện sử dụng cho các đường dây hạ áp phải đảm bảo các tiêu chuẩn kỹ thuật theo quy định, hệ số an toàn cơ học của cách điện (tỷ số giữa lực phá hủy và lực căng dây tối đa) không được nhỏ hơn 2,5.

2) Đối với đường dây trên không hạ áp tùy theo sơ đồ bố trí dây dẫn trên cột có thể sử dụng loại cách điện đứng hoặc cách điện ống chỉ. Khi sử dụng cách điện đứng thì cách điện được lắp đặt như sau:

- 01 cách điện đứng đỡ 1 dây dẫn cho vị trí đỡ thẳng.
- 02 cách điện đứng néo dây dẫn cho các vị trí néo góc, néo hãm.

3) Khi sử dụng cách điện ống chỉ thì lắp đặt 1 cách điện đỡ đỡ thẳng, đỡ góc hoặc néo dây dẫn, chiều lắp đặt phải đảm bảo đáp ứng được yêu cầu chịu lực của cách điện tại vị trí cột. Nếu cần mắc nhiều dây dẫn trên một cách điện thì phải dùng cách điện nhiều tán hoặc cách điện đệm nhiều tầng. Cắm mắc nhiều dây dẫn chồng lên nhau trên một cách điện. Cách điện đỡ hoặc néo dây phải được bắt trên xà hoặc giá dọc.

4) Các phụ kiện như chân cách điện, cặp cáp đều được chế tạo theo tiêu chuẩn Việt Nam. Các yêu cầu về hệ số an toàn của phụ kiện tương tự như đối với phụ kiện đường dây trung áp.

5) Nối dây dẫn bằng nối ép, bằng nối hàn hoặc kẹp nối dây.

6) Để buộc cổ cách điện sử dụng loại nhôm 1 sợi có tiết diện  $3,5\text{mm}^2$  hoặc dây buộc composit.

7) Cách điện phụ kiện cáp vặn xoắn sử dụng phụ kiện cáp vặn xoắn đồng bộ: Kẹp treo, kẹp hãm (kẹp ngừng), ghíp bọc cách điện, bịt đầu cáp,...

#### **4.2.3. Nối đất.**

a) Các vị trí cần nối đất.

1) Đối với đường dây hạ áp đi độc lập, nối đất chống sét và nối đất lặp lại cho trung tính được kết hợp làm một và bố trí theo từng khoảng 200m đến 250m tại khu vực đông dân cư và 400m đến 500m tại khu vực thưa dân cư.

2) Các vị trí cột: rẽ nhánh, néo cuối, vượt đường giao thông hoặc tại đó tiết diện dây dẫn thay đổi phải được nổi đất.

3) Tại tủ phân phối điện hạ áp và các cột rẽ nhánh vào hộ tiêu thụ lắp đặt chống sét hạ áp.

b) Điện trở nổi đất tuân thủ theo các quy định tại QPTBD 11TCN-2006.

#### **4.2.4. Giải pháp đóng cắt, bảo vệ.**

Các thiết bị dùng đóng cắt, bảo vệ cho lưới hạ áp như sau:

1) Cầu dao hạ áp

- Cầu dao có trị số điện áp 220V - Điện áp pha, dòng điện tính toán theo phụ tải.

- Cầu dao có trị số điện áp 380V - Điện áp dây, dòng điện tính toán theo phụ tải.

2) Aptomat, thiết bị đóng cắt điện hạ áp, aptomat có loại 1 pha và loại 3 pha.

#### **4.2.5. Giải pháp sơ đồ cột.**

1) Tại tất cả các vị trí đỡ thẳng, đỡ vượt, đỡ góc nên sử dụng sơ đồ cột đơn, trừ các trường hợp đặc biệt.

2) Tại các vị trí néo góc, néo cuối, néo rẽ nhánh nếu có yêu cầu chịu lực lớn hơn giới hạn chịu tải trọng thường xuyên của sơ đồ cột đơn thì sử dụng sơ đồ cột kép. Trong trường hợp đường dây đi qua các khu vực dân cư thưa thớt, diện tích rộng rãi, có thể bố trí được dây néo thì tại các vị trí cột néo nên thay sơ đồ cột kép bằng sơ đồ cột đơn kết hợp với dây néo. Cấm bố trí dây néo cạnh đường giao thông hoặc tại những nơi có người và vật nuôi thường xuyên va quệt. Dây néo có thể là cáp thép hoặc cáp lụa bọc nhựa.

3) Tại các vị trí đường dây hạ áp đi chung cột với đường dây trung áp (được đầu tư đồng thời), thì việc chọn sơ đồ và kiểm tra khả năng chịu lực của kết cấu cột, móng được xem xét, tính toán trong phần đường dây trung áp.

4) Trong trường hợp đường dây hạ áp mới được lắp đặt lên cột của đường dây trung áp có sẵn, thì phải tính toán kiểm tra lại các kết cấu chịu lực hiện có và thực hiện giải pháp tăng cường khả năng chịu lực của kết cấu hiện có nếu thấy cần thiết.

5) Đối với đường dây hạ áp, ngoài kết cấu 3 pha 4 dây và 1 pha 2 dây như hiện nay nên phát triển thêm loại kết cấu 1 pha 3 dây. Khoảng cột của đường dây hạ áp có thể giao động trong giới hạn từ 30m đến 70m, đôi khi dưới 30m hoặc trên 70m cho các trường hợp đặc biệt.

6) Đối với các trường hợp mặt bằng chật hẹp, mặt bằng khó thực hiện đèn bù nên xem xét lựa chọn giải pháp sơ đồ cột theo tuần tự sau: cột đơn → cột kép → cột thép → cột bổ sung dây néo.

#### **4.2.6. Bố trí dây dẫn trên cột.**

1) Tùy theo yêu cầu cụ thể về hành lang tuyến và chiều cao cột có thể bố trí dây dẫn trên cột theo hàng ngang hay thẳng đứng. Trong trường hợp bố trí theo phương nằm ngang thì cho phép dây trung tính bố trí ngang với các dây pha, còn nếu bố trí theo phương thẳng đứng thì dây trung tính phải bố trí dưới các dây pha.

2) Khoảng cách giữa các dây dẫn được áp dụng theo các quy định tại QPTBĐ 11TCN-2006 và các quy định hiện hành khác.

#### **4.2.7. Khoảng cách an toàn.**

Các quy định về khoảng cách an toàn của đường dây hạ áp được quy định tại QPTBĐ 11TCN-2006, QĐKT.ĐNT-2006 và các quy định về an toàn, hành lang bảo vệ lưới điện được áp dụng.

#### **4.2.8. Cáp vặn xoắn ABC.**

1) Cáp vặn xoắn không được chôn ngầm dưới đất.

2) Các phụ kiện của cáp phải đồng bộ và phù hợp với yêu cầu sử dụng. Khi thi công phải dùng các dụng cụ phù hợp với hướng dẫn của nhà cung cấp cáp và phụ kiện.

3) Khi tuyến cáp vặn xoắn hạ áp đi chung cột với tuyến ĐDK trên 1kV, về tiêu chuẩn khoảng cách, tuyến cáp vặn xoắn được áp dụng như tuyến dây bọc cách điện và thực hiện theo các yêu cầu như trên.

4) Khoảng cách của tuyến cáp vặn xoắn hạ áp: Khi độ võng lớn nhất, tới mặt đất không nhỏ hơn 6m đối với khu vực đông dân cư và 5m đối với khu vực ít dân cư; ở đoạn nhánh ĐDK đi vào nhà, khoảng cách thẳng đứng từ dây dẫn tới mặt vỉa hè và đường dành cho người đi bộ được phép giảm tới 3,5m.

5) Khi lắp đặt tuyến cáp vặn xoắn vào tường nhà hoặc kết cấu kiến trúc thì khoảng cách đến tường nhà hoặc kết cấu kiến trúc không được nhỏ hơn 5cm.

### **4.3. Giải pháp công nghệ đường dây trung áp.**

#### **4.3.1. Dây dẫn.**

a. Loại dây dẫn.

1) Loại dây dẫn điện được chọn theo điều kiện môi trường làm việc, yêu cầu về độ bền cơ học và độ an toàn trong các trường hợp giao chéo.

2) Loại dây dẫn sử dụng cho đường dây trung áp là dây nhôm lõi thép áp dụng cho khu vực có hành lang rộng, khu vực ngoại thành, nông thôn, miền núi (vùng 2, 3); dây dẫn bọc cách điện áp dụng cho khu vực có hành lang chật hẹp, khu vực đông dân cư, khu vực thành phố, thị xã, thị trấn (vùng 1, 2).

3) Khi lựa chọn loại dây dẫn cần có tính toán so sánh kinh tế - kỹ thuật.

4) Không sử dụng loại dây nhôm không có lõi thép với tiết diện từ 95mm<sup>2</sup> trở xuống trên các đường dây trung áp và với tiết diện bất kỳ làm dây trung tính và trong các khoảng vượt sông, vượt đường sắt,...

5) Khi đường dây đi qua khu vực bị nhiễm mặn (cách bờ biển đến 5km), nhiễm bụi bẩn công nghiệp (cách nhà máy đến 1,5km) có hoạt chất ăn mòn kim loại, cần sử dụng loại dây dẫn chống ăn mòn hoặc dây bọc cách điện.

b. Tiết diện dây dẫn.

1) Tiết diện dây dẫn được chọn sao cho có thể đáp ứng yêu cầu cung cấp điện đầy đủ với chất lượng đảm bảo đối với nhu cầu phát triển của phụ tải khu vực theo quy hoạch dài hạn tối thiểu là 10 năm.

2) Tiết diện dây dẫn được lựa chọn theo các điều kiện về: Mật độ dòng kinh tế và tổn thất điện áp cho phép.

c. Các yêu cầu khác.

1) Đường dây trục chính cung cấp điện cho các phụ tải lớn nên sử dụng kết cấu dạng lưới kín, vận hành hở với đường dây có tiết diện dây dẫn từ 150mm<sup>2</sup> trở lên.

2) Đối với các đường trục cung cấp điện cho nhiều xã vùng đồng bằng, miền núi với chiều lớn, nên chọn tiết diện dây dẫn từ 95mm<sup>2</sup> trở lên.

3) Đối với lưới điện có trung tính trực tiếp nối đất, tiết diện dây trung tính được chọn thấp hơn một cấp so với dây pha cho các đường dây 3 pha 4 dây, và bằng tiết diện dây pha cho các đường dây 1 pha 2 dây và 1 pha 3 dây.

4) Đối với những đường dây dài, khi chọn tiết diện dây dẫn cần tính toán kinh tế kỹ thuật so sánh với việc lắp đặt tụ bù tại cuối đường dây để đảm bảo mức điện áp cho phép (bù kỹ thuật).

#### **4.3.2. Cách điện, phụ kiện.**

a. Bố trí cách điện

1) Đỡ dây dẫn tại các vị trí cột đỡ đường dây trung áp có thể dùng cách điện đứng hoặc chuỗi đỡ tùy theo đường kính dây dẫn và yêu cầu chịu lực đối với cách điện.

2) Khi đỡ dây dẫn bằng cách điện đứng nên bố trí như sau:

- Tại các vị trí đỡ thẳng dùng một cách điện đứng đỡ 01 dây dẫn

- Tại các vị trí đỡ vượt đường giao thông, vượt các đường dây khác hoặc vượt qua nhà ở, công trình có người thường xuyên sinh hoạt phải dùng 02 cách điện đứng

đặt ngang tuyến đối với dây dẫn trần, đặt dọc tuyến đối với dây dẫn bọc cách điện.

- Tại các vị trí đỡ góc nhỏ, đỡ thẳng trên đường dây trung áp có trung tính cách ly đi chung với đường dây hạ áp dùng 2 cách điện đứng đặt dọc tuyến.

- Trên các đường dây trung áp có trung tính trực tiếp nối đất đi chung với đường dây hạ áp cho phép dùng 01 cách điện đứng đỡ 01 dây dẫn.

2) Khi sử dụng cách điện chuỗi đỡ cho đường dây thì bố trí mỗi dây dẫn 01 chuỗi đỡ. Trường hợp đỡ dây qua khu dân cư, nơi thường xuyên tập trung đông người, khu công nghiệp, khu công nghệ cao, khu chế xuất, công trình quan trọng liên quan đến an ninh, quốc phòng, khu di tích lịch sử - văn hóa, danh lam thắng cảnh đã được nhà nước xếp hạng thì chuỗi phải bố trí kép cùng chủng loại để tăng cường về lực.

3) Đối với các đường dây có tiết diện dây dẫn từ 240mm<sup>2</sup> trở lên nói chung hoặc từ 120mm<sup>2</sup> trở lên tại khu vực chịu ảnh hưởng trực tiếp của gió bão nên dùng cách điện chuỗi để đỡ dây dẫn.

4) Tại các vị trí néo cuối, néo góc, néo thẳng, với dây dẫn có tiết diện từ 70mm<sup>2</sup> trở lên phải dùng cách điện chuỗi néo để néo dây dẫn.

5) Tại các vị trí cột đỡ vượt, néo vượt có chiều cao trên 40m phải dùng 02 chuỗi đỡ hoặc 02 chuỗi néo để đỡ hoặc néo dây và phải tăng thêm một bát cách điện cho mỗi đoạn 10m cột tăng thêm.

b. Lựa chọn loại cách điện.

1) Cách điện đứng được lựa chọn theo cấp điện áp của lưới điện: Cách điện 38,5kV cho đường dây 35kV và cách điện 24kV cho đường dây 22kV.

2) Cách điện đứng được sử dụng là loại cách điện polymer, gốm hoặc thủy tinh (loại Line Post, Pine Type hoặc Pine Post) với các tiêu chuẩn kỹ thuật được nêu trong TCVN-4759-1993, TCVN-5851-1994, IEC 60383. Trường hợp công trình đi qua khu vực ô nhiễm, sử dụng cách điện chống sương muối.

3) Đối với các chuỗi đỡ và chuỗi néo có thể sử dụng loại cách điện chuỗi bao gồm các bát gốm hoặc thủy tinh hoặc chuỗi liên bằng composite.

4) Khi sử dụng cách điện chuỗi gồm các bát gốm hoặc thủy tinh thì số lượng bát cách điện được lựa chọn phụ thuộc vào điện áp làm việc, mức độ ô nhiễm môi trường và đặc tính kỹ thuật của cách điện.

- Với các bát cách điện có chiều dài đường rò không nhỏ hơn 250mm thì số lượng bát trong một chuỗi đỡ ở điều kiện bình thường được chọn như sau:

03 bát đối với đường dây điện áp 35kV

02 bát đối với đường dây điện áp 22kV



Đối với cách điện composite phải chọn loại có chiều dài dòng rò không nhỏ hơn 25mm/kV.

- Số lượng bát cách điện của chuỗi néo được chọn lớn hơn 1 bát so với chuỗi đỡ.

- Đối với khu vực bị ô nhiễm nặng như nhiễm mặn (cách bờ biển đến 5km), nhiễm bụi bản công nghiệp (cách nhà máy đến 1,5km) hoặc có hoạt chất ăn mòn kim loại, số lượng bát cách điện được tăng thêm 1 bát cho chuỗi đỡ và chuỗi néo, đối với chuỗi composit thì tính toán lựa chọn theo tiêu chuẩn đường rò cho môi trường ô nhiễm nặng hoặc gần biển.

- Đối với các đường dây sử dụng cách điện đứng (đỡ dây dẫn) và cách điện treo (chuỗi néo) với các bát cách điện cho chiều dài đường rò lớn hơn 250mm khi lựa chọn số bát cách điện cho chuỗi néo phải tính toán phối hợp mức độ cách điện giữa cách điện đỡ và cách điện néo.

- Việc lựa chọn cách điện phải được căn cứ vào các điều kiện cơ lý, môi trường làm việc và vận chuyển trong quá trình thi công, vận hành và sửa chữa đường dây sau này.

5) Đối với các đường dây điện áp đến 35kV, việc lựa chọn số lượng bát trong một chuỗi cách điện hoặc chiều cao của cách điện đứng không phụ thuộc vào độ cao so với mực nước biển.

6) Hệ số an toàn cơ học của cách điện (tỷ số giữa tải trọng cơ học phá hủy và tải trọng tiêu chuẩn lớn nhất tác động lên vật cách điện) phải được chọn không nhỏ hơn 2,7 đối với đường dây điện áp trên 1kV ở nhiệt độ trung bình năm không nhỏ hơn 5°C và không nhỏ hơn 1,8 trong chế độ sự cố của đường dây.

#### c. Phụ kiện đường dây

1) Phụ kiện đường dây như khóa đỡ, khóa néo, chân cách điện đứng... đều phải được mạ kẽm nhúng nóng và chế tạo theo Tiêu chuẩn Việt Nam. Hệ số an toàn của các phụ kiện được chọn không nhỏ hơn 2,5 ở chế độ bình thường và không nhỏ hơn 1,7 ở chế độ sự cố. Hệ số an toàn chân cách điện đứng không nhỏ hơn 2 ở chế độ bình thường và không nhỏ hơn 1,3 ở chế độ sự cố.

2) Giáp nứ: Được sử dụng để néo dây, dừng dây, nối dây, giáp buộc cổ sứ...giáp nứ được tạo dáng trước để có thể áp trực tiếp lên dây dẫn mà không cần dụng cụ lắp đặt, không làm hư hỏng dây dẫn và đảm bảo vận hành an toàn trong vận hành.

3) Sử dụng nắp chụp cách điện tại các đầu đầu nối đường dây và đầu cực của thiết bị nhằm hạn chế sự xâm nhập của nước vào đầu thiết bị và hạn chế được sự cố ngắn mạch.

4) Nối dây dẫn trên đường dây được thực hiện bằng ống nối. Trong 1 khoảng cột,

mỗi dây chỉ được phép nối tại 1 vị trí. Không được phép nối dây các vị trí vượt sông, vượt quốc lộ và giao chéo.

5) Nối dây lèo tại vị trí cột néo dùng đầu cốt bắt bu lông cho các vị trí cần thiết phải tháo lèo vận hành sửa chữa, các trường hợp nối lèo khác dùng ống nối.

6) Độ bền cơ học tại các vị trí khóa néo và mối nối phải đảm bảo không nhỏ hơn 90% lực kéo đứt của dây dẫn.

#### **4.3.3. Chống sét và nối đất.**

*a) Các vị trí cần nối đất và chống sét.*

1) Đường dây trên không điện áp đến 35kV không phải bảo vệ bằng dây chống sét (trừ các đoạn 35kV đấu nối vào TBA có công suất từ 1600kVA trở lên).

2) Đối với đường dây trên không điện áp đến 35kV vận hành theo chế độ trung tính cách ly, không có bảo vệ chạm đất cắt nhanh, tất cả các vị trí cột đều phải nối đất.

3) Đối với đường dây điện áp đến 35kV vận hành theo chế độ trung tính trực tiếp nối đất hoặc có bảo vệ chạm đất cắt nhanh, chỉ nối đất tại các cột vượt, cột rẽ nhánh, cột có lắp đặt thiết bị, cột trên các đoạn giao chéo với đường giao thông, đường dây thông tin, các cột đi chung với đường dây hạ áp.

4) Đối với đường dây trên không 35kV được bảo vệ bằng dây chống sét đoạn đầu trạm mà vào mùa sét có thể bị cắt điện lâu dài một phía nên đặt thêm chống sét van tại cột đầu trạm hoặc cột đầu tiên của đường dây về phía có thể bị cắt điện.

*b) Điện trở nối đất.*

1) Trị số điện trở nối đất tại các vị trí cột có lắp đặt thiết bị như MBA đo lường, dao cách ly, cầu chì, máy cắt, recloser hoặc thiết bị khác và các vị trí cột không lắp thiết bị đi qua các khu vực đông dân cư phải đảm bảo không lớn hơn trị số nêu trong bảng dưới đây:

Điện trở suất của đất, $\rho$ ( $\Omega.m$ )	Điện trở nối đất ( $\Omega$ )
Đến 100	Đến 10
Trên 100 đến 500	15
Trên 500 đến 1000	20
Trên 1000 đến 5000	30
Trên 5000	$6.10^{-3}\rho/m$ nhưng không quá 50 $\Omega$

2) Trị số điện trở nối đất tại các vị trí cột không lắp thiết bị đi qua các khu vực ít dân cư được quy định như sau:

- Không quá 30 $\Omega$  khi điện trở suất của đất đến 100 $\Omega.m$  .

- Không quá 0,3p/m ( $\Omega$ ) khi điện trở suất của đất lớn hơn 100 $\Omega$ .m nhưng không quá 50 $\Omega$ .

3) Đối với ĐDK có dây chống sét và cột có chiều cao trên 40m, điện trở nối đất phải chọn bằng một nửa trị số nêu trong bảng trên và được đo khi dây chống sét được tháo ra.

#### **4.3.4. Giải pháp đóng cắt, bảo vệ.**

##### *a. Đối với lưới điện 22kV.*

1) Tại thanh cái 22kV các trạm nguồn phải lắp đặt máy cắt cho từng xuất tuyến.

2) Trên các trục chính đường dây bố trí lắp đặt LBS hay recloser để tạo phân đoạn trên đường dây, việc bố trí các thiết bị phân đoạn phụ thuộc vào địa hình và tình trạng phân bố tải.

3) Đối với các nhánh rẽ lớn bố trí lắp đặt recloser phối hợp bảo vệ cùng các máy cắt phân đoạn và máy cắt đầu nguồn, nâng cao độ tin cậy cung cấp điện, khoanh vùng sự cố, hạn chế mất điện trên diện rộng.

4) Tại đầu các nhánh rẽ cấp cho nhiều phụ tải có chiều dài dưới 1km với dòng điện phụ tải cực đại nhỏ hơn 50A cần lắp đặt cầu chảy tự rơi (FCO). Tại đầu các nhánh rẽ có chiều dài trên 1km với dòng điện phụ tải cực đại từ 50A đến dưới 100A thì lắp đặt cầu chảy tự rơi phụ tải (LBFCO) hoặc kết hợp FCO với LBS có dòng điện định mức tới 630A hoặc với DS liên động 3 pha.

5) Trong trường hợp sử dụng các thiết bị như recloser có thể lắp đặt thêm dao cách ly đường dây tại đầu thiết bị về phía nguồn đến hoặc về cả hai phía nếu lưới điện có kết cấu mạch vòng, để tạo khoảng hở nhìn thấy khi cắt điện.

6) Đối với lưới điện trung áp với các cấp điện áp hiện tại là 15, 10 và 6kV nhưng sẽ chuyển về 22kV, việc bố trí thiết bị bảo vệ được thực hiện như sau:

- Đối với lưới điện 15kV hiện tại đang vận hành theo chế độ trung tính nối đất trực tiếp tương tự như lưới điện 22kV sau này nên các giải pháp bảo vệ và phân đoạn cũng thực hiện hoàn toàn giống như đối với lưới điện 22kV.

- Đối với lưới điện 10, 6kV hiện tại đang vận hành theo chế độ trung tính cách ly, các giải pháp bảo vệ và phân đoạn được quy định như sau:

\* Đối với các đường dây có chiều dài lớn và tại đầu các nhánh rẽ có dòng điện cực đại từ 100A trở lên ( $I_{\max} \geq 100A$ ) phải lắp đặt dao cách ly phụ tải 24kV với dòng điện định mức đến 630A.

\* Tại đầu các nhánh rẽ 3 pha có chiều dài trên 1km, đấu nối vào đường dây trục

chính phải lắp đặt dao cách ly 3 pha 24kV, còn đối với các nhánh rẽ ngắn thì không cần thiết.

\* Không cần lắp đặt cầu chảy tự rơi tại đầu các nhánh rẽ khi lưới điện vận hành ở các cấp điện áp 10, 6kV.

*b. Đối với lưới điện 35kV.*

1) Tại thanh cái 35kV các trạm nguồn phải có máy cắt 35kV cho từng xuất tuyến.

2) Trên các trục chính đường dây bố trí lắp đặt LBS hay recloser để tạo phân đoạn trên đường dây, dòng điện tối đa của phân đoạn từ 50A đến 150A hay chiều dài phân đoạn có thể áp dụng trong khoảng 3km.

3) Tại đầu các nhánh rẽ 3 pha ngắn hơn 1km không cần lắp thiết bị phân đoạn, nhưng phải có lều dễ tháo lắp khi cần xử lý sự cố.

4) Tại đầu các nhánh rẽ 3 pha có chiều dài trên 1km đấu nối vào đường dây trục chính phải lắp đặt dao cách ly loại thông thường khi dòng điện phụ tải cực đại đến 30A, dao cách ly phụ tải khi dòng điện phụ tải cực đại lớn hơn 30A. Dao cách ly và dao cách ly phụ tải được sử dụng là loại 3 pha 35kV với dòng điện định mức đến 630A.

5) Đối với lưới điện 35kV trung tính cách ly không sử dụng dao cách ly 1 pha và không lắp đặt cầu chảy tự rơi tại đầu các nhánh rẽ để hạn chế khả năng sinh ra cộng hưởng từ.

6) Tại đoạn đầu hoặc đoạn cuối của đường dây 35kV đấu nối vào trạm 110kV hoặc trạm 35kV có công suất từ 1600kVA trở lên phải lắp đặt dây chống sét với chiều dài và giải pháp kỹ thuật phù hợp các qui định của QPTBĐ 11TCN - 2006.

**4.3.5. Giải pháp sơ đồ cột và khoảng cách an toàn.**

**a. Giải pháp sơ đồ cột.**

1) Các đường dây trung áp khi đi qua khu vực đông dân cư, khu vực đã có quy hoạch dân cư nên được thiết kế dự phòng cho đường dây hạ áp đi chung ở phía dưới.

2) Tại các vị trí cột đỡ thẳng, đỡ vượt, đỡ góc nên sử dụng sơ đồ cột đơn, trừ trường hợp đặc biệt.

3) Tại các vị trí cột đặc biệt như néo góc, néo cuối, néo vượt các khoảng rộng trên 200m có yêu cầu chịu lực lớn hơn giới hạn chịu tải trọng thường xuyên của cột đơn nên sử dụng sơ đồ cột ghép đôi, cột cổng (cột hình II) hoặc cột thép. Khi tuyến dây đi qua khu vực ít dân cư, đất rộng rãi, công tác đền bù, giải phóng mặt bằng đơn giản có thể dùng sơ đồ cột kết hợp các bộ dây néo và móng néo, nhưng không được đặt dây néo ra sát đường và khu vực có người và vật nuôi thường xuyên va quệt.

4) Tại vị trí néo vượt có khoảng rộng trên 400m, có khả năng tận dụng được độ cao địa hình nên sử dụng sơ đồ cột 3 (hoặc 4) thân, mỗi thân cột néo 1 dây dẫn.

5) Tại các vị trí vượt sông rộng, yêu cầu cột có chiều cao trên 22m thì sử dụng cột đỡ vượt (theo sơ đồ Néo - Đỡ - Đỡ - Néo) bằng thép. Sơ đồ cột néo vượt bằng thép chỉ sử dụng trong trường hợp đặc biệt.

7) Khoảng cột của các đường dây trung áp được tính toán phù hợp với từng dự án cụ thể. Thông thường khu vực vùng 2, 3 thì khoảng cột của đường dây trung áp có thể lấy trong khoảng 60÷150m tùy theo loại địa hình và tải trọng của dây dẫn; đối với khu vực vùng 1 việc tính toán khoảng cột đảm bảo theo quy định hiện hành về hành lang an toàn lưới điện và tính toán kết hợp treo dây hạ áp; cũng như đảm bảo mỹ quan xây dựng đô thị (cột chiếu sáng, cây xanh, ...).

8) Tại các vị trí đặt cột ở những nơi dễ xói lở (ven sông, ven đồi...), cần tính đến khả năng lũ lụt với tần suất 5%.

b. Khoảng cách an toàn.

Các khoảng cách an toàn của đường dây trung áp được quy định tại Nghị định của Chính phủ Quy định về an toàn điện, QPTBĐ 11TCN-2006 và các Quy chuẩn, tiêu chuẩn hiện hành.

#### **4.4. Bố trí xà trên cột.**

Tùy theo sơ đồ chịu lực và kết quả tính toán lực đầu cột cụ thể mà có thể chọn các cấu hình xà trên sơ đồ cột như sau:

1) Xà bằng (cách điện được bố trí ngang) áp dụng cho các vị trí đỡ thẳng, đỡ vượt, néo khi cần tận dụng chiều cao cột.

2) Xà tam giác (cách điện được bố trí tam giác) áp dụng cho các vị trí đỡ thẳng, đỡ góc, đỡ vượt, néo khi cần giảm hành lang, nói rộng khoảng cách pha để kéo dài khoảng cột.

3) Xà lệch (cách điện được bố trí chủ yếu về một bên) áp dụng cho các vị trí cột ở gần các đối tượng (nhà cửa, công trình) đòi hỏi có khoảng cách an toàn đến dây dẫn điện mà không phải di dời.

4) Xà hình II áp dụng cho các vị trí néo có yêu cầu chịu lực lớn, cần nói rộng khoảng cách pha.

5) Xà đơn pha áp dụng cho các vị trí cột sử dụng sơ đồ cột đơn pha.

6) Xà rẽ nhánh áp dụng cho các vị trí rẽ của đường dây.

*Chi tiết Tham khảo các bản vẽ hình thức bố trí sơ đồ cột, Phụ lục 2: Các bản vẽ định hướng thiết kế*

#### **4.5. Chủng loại cột và chiều cao cột.**

1) Cột điện được sử dụng cho đường dây trung áp chủ yếu là cột bê tông tâm (BTLT) hoặc cột bê tông ly tâm ứng lực trước (LT-ULT) có chiều cao tiêu chuẩn đến 22m. Tại các vị trí đặc biệt khó khăn, các vị trí vượt, giao chéo cần cột có chiều cao lớn hơn 22m và các vị trí có yêu cầu chịu lực lớn, vượt quá khả năng chịu lực của cột BTLT thì được phép sử dụng cột thép.

2) Việc lựa chọn cột trên đường dây hạ áp phải dựa trên cơ sở các yêu cầu về chịu lực, thẩm mỹ, khả năng đáp ứng của thị trường, các điều kiện vận chuyển, quản lý vận hành và so sánh kinh tế. Cột sử dụng cho đường dây hạ áp có thể dùng cột bê tông vuông có chiều cao đến 8,5m hoặc các cột BTLT có chiều cao đến 9m. Tại các vị trí đặc biệt như khoảng vượt, giao chéo, ... có thể sử dụng cột cao hơn. Nên sử dụng cột bê tông ly tâm cho các đường dây: i) đi chung tuyến với đường dây trung áp; ii) đi qua các thành phố, thị xã, thị trấn, thị tứ, dọc theo các đường quốc lộ, tỉnh lộ, các khu vực có yêu cầu mỹ quan cao; iii) đi qua khu vực nhiễm mặn; iv) tại khu vực không thể vận chuyển cột bê tông vuông an toàn vào công trình.

3) Chiều cao cột được lựa chọn trên cơ sở tính toán kinh tế và các yêu cầu kỹ thuật theo QPTBĐ 11TCN-2006.

4) Kích thước cột bê tông ly tâm và lực giới hạn đầu cột được tham khảo trong Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 5847:2016 Cột điện bê tông cốt thép ly tâm.

5) Cột điện bê tông ly tâm sử dụng trong lưới điện phân phối tuân thủ theo Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 5847:2016 và phải là cột có lỗ để bố trí lắp đặt giàn xà, lỗ thang trèo an toàn và thuận lợi trong quá trình lắp đặt, vận hành, . .

*(Tham khảo một số mô hình cột bê tông ly tâm dạng có lỗ, thể hiện trong Quyển phụ lục 2: Các bản vẽ định hướng thiết kế).*

#### **4.6. Chủng loại móng cột.**

- Khi tính toán, lựa chọn chủng loại móng cột, đơn vị thiết kế phải sử dụng số liệu khảo sát địa chất khu vực và áp dụng kiểm tra, tính toán cụ thể.

- Các loại móng được sử dụng cho đường dây phân phối bao gồm:

1) Móng cọc (kiểu lọ mực)

- Phạm vi áp dụng: Khu vực nền đất có cường độ chịu tải  $R_N < 1 \text{ kg/cm}^2$ . Móng cọc được sử dụng tại khu vực có địa chất nền không cho phép đào mái hồ móng thẳng

đứng, điều kiện địa hình tại vị trí cột không bằng phẳng, bề mặt chân cột không bị thay đổi bởi điều kiện môi trường và khu vực có địa chất dọc tuyến thay đổi nhiều.

- Khu vực áp dụng: Móng cọc có thể được sử dụng ở khu vực đồng bằng Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, Nam Bộ.

- Các phương pháp tính toán kiểm tra: Theo tiêu chuẩn TCVN 9362:2012; kiểm tra chịu nén của nền đất; khả năng chống nhổ, chống lật của móng; biến dạng nền; tính toán cốt thép.

## 2) Móng hộp.

- Phạm vi áp dụng: Khu vực nền đất có cường độ chịu tải  $R_N > 1 \text{ kg/cm}^2$ , khu vực cho phép đào hố móng thẳng đứng, địa hình vị trí đặt cột khá bằng phẳng, bề mặt chân cột ít có khả năng thay đổi bởi điều kiện môi trường.

- Khu vực áp dụng: Móng hộp có thể được sử dụng ở khu vực Tây Bắc Bộ, Nam Trung Bộ và khu vực Tây Nguyên.

- Các phương pháp tính toán kiểm tra: Theo tiêu chuẩn TCVN 9362:2012, tính toán khả năng chịu nén của đất nền; tính toán khả năng chống lật của móng; tính biến dạng nền; tính toán cốt thép.

## 3) Móng giếng.

- Phạm vi áp dụng: Móng giếng được sử dụng cho đường dây đi qua các dải cồn cát, nền móng có hiện tượng chảy cát, khu vực có diện tích đặt cột chật hẹp.

- Khu vực áp dụng: Móng giếng được sử dụng cho khu vực vùng duyên hải gần bờ biển, cồn cát, các khu vực lều, hè đường phố chật hẹp.

- Các phương pháp tính toán kiểm tra: Theo tiêu chuẩn TCVN 9362:2012, tính toán khả năng chịu nén của đất nền; tính toán khả năng chống lật của móng; tính biến dạng nền; tính toán cốt thép.

## 4) Móng đà cản (thanh ngang).

- Phạm vi áp dụng: Khu vực nền đất có cường độ chịu tải  $R_N > 1,8 \text{ kg/cm}^2$ , khu vực có địa hình khá bằng phẳng, bề mặt chân cột ít có khả năng thay đổi bởi điều kiện môi trường, khu vực đòi hỏi mỹ quan không cao, hành lang an toàn không bị giới hạn khuất khe và khu vực mà công trình không chịu ảnh hưởng trực tiếp của gió bão, điều kiện địa chất dọc tuyến ít thay đổi.

- Khu vực áp dụng: Móng đà cản có thể áp dụng cho khu vực Tây Bắc Bộ, Tây Nguyên và một số khu vực thuộc Nam Bộ.

- Các phương pháp tính toán kiểm tra: Theo tiêu chuẩn TCVN 9362:2012, tính toán khả năng chịu nén của đất nền; tính toán khả năng chống lật của móng; tính biến dạng nền.

#### 5) Móng đất gia cường (cột chôn không móng)

- Phạm vi áp dụng: Khu vực nền đất có cường độ chịu tải  $R_N > 2,0 \text{ kg/cm}^2$ , sử dụng cho các vị trí cột đỡ có yêu cầu chịu lực không lớn, khu vực không chịu ảnh hưởng trực tiếp của gió bão, địa hình ổn định, bề mặt không bị thay đổi điều kiện môi trường, địa chất rất tốt và ổn định với nền đất và không bị toi bờ khi gặp nước.

- Khu vực áp dụng: Móng đất gia cường có thể được sử dụng cho khu vực Tây Nguyên.

#### 6) Móng trụ.

- Phạm vi áp dụng: Khu vực đất nền có cường độ chịu nén  $R_N > 1,0 \text{ kg/cm}^2$ , sử dụng cho các vị trí cột bằng thép, khu vực có địa chất tốt, ổn định.

- Khu vực áp dụng: Móng trụ có thể áp dụng để xây dựng cho khu vực Tây Bắc Bộ, Nam Trung Bộ, Tây Nguyên.

- Khi thiết kế móng trụ cần phải kiểm tra các trường hợp sau:

+ Tính toán, kiểm tra cốt thép bản đế móng, cốt thép trụ móng theo TCVN 5574:2012 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế. Trong đó, lớp bảo vệ bê tông móng tuân thủ theo TCVN 5574:2012 và TCVN 5847: 2016; ngoài ra việc bố trí thép tuân thủ yêu cầu cấu tạo theo TCVN 5574:2012.

+ Kiểm tra chọc thủng, kiểm tra ép mặt cục bộ của chân cột thép xuống mặt trụ móng theo TCVN 5574:2012.

+ Kiểm tra độ lún tuyệt đối, lún lệch và kiểm tra chống nhổ của móng theo TCVN 9362:2012.

- Trường hợp đặc biệt, có thể sử dụng móng giếng (hoặc móng hộp, móng cọc,...) cho mỗi trụ độc lập. Khi đó chiều sâu chôn móng do Đơn vị thiết kế tính toán quyết định.

#### 7) Móng bản.

- Phạm vi áp dụng: Khu vực đất nền có cường độ chịu nén  $R_N < 1,0 \text{ kg/cm}^2$ , sử dụng cho các vị trí cột bằng thép, khu vực có địa chất kém.

- Khu vực áp dụng: Móng bản có thể áp dụng để xây dựng cho khu vực đồng bằng Đông Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, Nam Bộ.

- Khi thiết kế móng bản cần phải kiểm tra các trường hợp sau:



+ Tính toán, kiểm tra cốt thép bản đế móng, dầm móng (nếu có), cốt thép trụ móng theo TCVN 5574:2012. Trong đó, lớp bảo vệ bê tông móng tuân thủ theo TCVN 5574:2012 và TCVN 5847: 2016; ngoài ra việc bố trí thép tuân thủ yêu cầu cấu tạo theo TCVN 5574:2012.

+ Kiểm tra chọc thủng, kiểm tra ép mặt cục bộ của chân cột thép xuống mặt trụ móng theo TCVN 5574:2012.

+ Kiểm tra độ lún tuyệt đối, lún lệch và kiểm tra chống nhổ của móng theo TCVN 9362:2012.

#### 8) Móng cọc.

- Phạm vi áp dụng: Móng cọc có thể được sử dụng cho các vị trí cột bằng thép tại các khu vực mặt bằng quá chật hẹp.

- Khu vực áp dụng: Khu vực lòng hè đường phố chật hẹp, khu vực có hành lang chật hẹp.

- Khi thiết kế móng cọc cần phải kiểm tra các trường hợp sau:

+ Tính toán kiểm tra sức chịu tải tính toán của cọc theo TCVN 10304:2014 Móng cọc-Tiêu chuẩn thiết kế.

+ Thiết kế cọc bê tông cốt thép đúc sẵn tuân thủ theo TCVN 5574:2012, TCVN 10304:2014.

+ Tính toán, kiểm tra cốt thép đài móng, cốt thép trụ móng theo TCVN 5574:2012. Trong đó, lớp bảo vệ bê tông móng tuân thủ theo TCVN 5574:2012 và TCVN 5847: 2016; ngoài ra việc bố trí thép tuân thủ yêu cầu cấu tạo theo TCVN 5574:2012.

+ Kiểm tra chọc thủng, kiểm tra ép mặt cục bộ của chân cột thép xuống mặt trụ móng theo TCVN 5574:2012.

+ Kiểm tra độ lún tuyệt đối và kiểm tra chống nhổ của móng theo theo TCVN 10304:2014, TCVN 9362:2012.

#### 9) Móng cọc đơn.

- Phạm vi áp dụng: Móng cọc đơn áp dụng cho việc leo cây cột trên cọc bê tông đúc sẵn.

- Khu vực áp dụng: Áp dụng cho các khu vực tuyến đường dây đi qua khu vực ngập nước, ao hồ, đầm, móng cọc đơn này có thể được áp dụng cho xây dựng đường dây khu vực đồng bằng Nam Bộ.

- Khi thiết kế móng cọc cần phải kiểm tra các trường hợp sau:

- + Tính toán kiểm tra sức chịu tải tính toán của cọc theo TCVN 10304:2014 Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế.
- + Thiết kế cọc bê tông cốt thép đúc sẵn tuân thủ theo TCVN 5574:2012, TCVN 10304:2014.
- + Kiểm tra ép mặt cục bộ của chân cột thép xuống mặt trụ móng theo TCVN 5574:2012.
- + Kiểm tra độ lún tuyệt đối và kiểm tra chống nhổ của móng theo TCVN 10304:2014, TCVN 9362:2012.

#### **4.7. Xử lý nền móng và chân cột trong điều kiện đặc biệt.**

1) Trường hợp móng bê tông thường xuyên nằm dưới mực nước nhiễm mặn, nước ngầm có hoạt chất ăn mòn bê tông, nên sử dụng loại bê tông chống thấm, chống ăn mòn nước biển. Mác bê tông yêu cầu đối với vị trí xây dựng móng cách biển nhỏ hơn 30km tuân thủ theo TCVN9346:2012 - Bảng 1: Các yêu cầu tối thiểu về thiết kế bảo vệ kết cấu chống ăn mòn trong môi trường biển.

2) Chân cột phải được chọn cao hơn mức nước tần suất 5% ít nhất là 0,3m. Trường hợp chân cột (cột BTLT hoặc cột thép) không thể nâng cao theo quy định để tránh bị ngập nước mặn, nước có hoạt chất ăn mòn bê tông cốt thép thì xung quanh phần ngập nước phải được bọc một lớp bê tông chống thấm, chống ăn mòn có cấp bền từ B20 (tương đương mác M250) trở lên với chiều dày bảo vệ ( $\beta$ ) từ 20cm trở lên và cao hơn mức nước cao nhất là 0,3m.

3) Trường hợp đất nền có cường độ chịu tải quá thấp, cột và móng lún quá giới hạn cho phép (nền đất bùn, sét bùn,...), tùy theo phân tầng địa chất của khu vực và yêu cầu chịu tải có thể nghiên cứu các giải pháp gia cố nền móng theo phương pháp cọc cừ bằng bê tông cốt thép, tre, tràm, hoặc đệm cát phân tải,...

#### **4.8. Xà, giá đỡ.**

1) Kết cấu thép sử dụng chế tạo xà dùm thép góc đều cạnh và các tấm thép bản. Liên kết dùm liên kết bu lông hoặc hàn.

2) Thép hình:

- Các thanh có tiết diện nhỏ hơn L120x8 sử dụng thép có giới hạn chảy  $\sigma_c \geq 245$  N/mm<sup>2</sup>, giới hạn bền  $\sigma_b \geq 400$  N/mm<sup>2</sup>.

- Các thanh có tiết diện từ L120x8 trở lên sử dụng thép có giới hạn chảy  $\sigma_c \geq 400$  N/mm<sup>2</sup>, giới hạn bền  $\sigma_b \geq 540$  N/mm<sup>2</sup>.

3) Thép bản:

+ Thép có chiều dày 16mm hoặc dưới 16mm có: Giới hạn chảy:  $\sigma_c \geq 245$  N/mm<sup>2</sup>, giới hạn bền:  $\sigma_b = 400 \div 510$  N/mm<sup>2</sup>.

+ Thép có chiều dày lớn hơn 16mm có: Giới hạn chảy:  $\sigma_c \geq 235$  N/mm<sup>2</sup>, giới hạn bền:  $\sigma_b = 400 \div 510$  N/mm<sup>2</sup>.

4) Bu lông liên kết cột dùng loại GR4.6, GR5.6, GR6.6.

- Bulông sử dụng theo tiêu chuẩn TCVN 1916-1995 hoặc tiêu chuẩn tương đương:

- Bulông liên kết xà cáp GR5.6: có cường độ chịu cắt tính toán là:  $R_c'' = 190$  N/mm<sup>2</sup>;

5) Que hàn: Dùng loại E42, E46 hoặc tương đương.

6) Mạ kẽm: Toàn bộ thép xà, giá đỡ, thép cột được mạ kẽm nhúng nóng theo 18TCN 04-92 hoặc tiêu chuẩn tương đương. Bulông được mạ kẽm theo tiêu chuẩn ASTM A153 hoặc tương đương.

## CHƯƠNG 5: ĐƯỜNG CÁP NGẦM

### 5.1. Phạm vi áp dụng và định nghĩa.

- 1) Chương này áp dụng cho đường cáp lực điện áp đến 35kV.
- 2) Đường cáp là đường dây truyền tải điện cấu tạo bằng 1 hoặc nhiều ruột cáp có cách điện và được nối dài bằng hộp cáp, đầu nối và các chi tiết giữ cáp.
- 3) Công trình cáp là công trình dành riêng để đặt cáp, hộp nối cáp và các thiết bị bảo vệ khác.
- 4) Công trình cáp gồm có: Tuynen cáp; hào cáp; mương cáp; tầng cáp; khối cáp; cầu cáp; máng cáp.
- 5) Đoạn đường cáp là phần của đường cáp nằm giữa hai hộp cáp hoặc giữa hộp cáp và đầu cáp.

### 5.2. Chọn tiết diện cáp ngầm.

- 1) Tiết diện của cáp phải được lựa chọn theo mật độ dòng điện kinh tế.
- 2) Sau khi được lựa chọn cáp phải được tính toán kiểm tra theo các điều kiện tổn thất điện áp và độ phát nóng cho phép.
- 3) Dòng điện liên tục cho phép của cáp điện áp đến 35kV có cách điện cao su, XLPE, vỏ bọc PVC được lấy theo nhiệt độ phát nóng cho phép của ruột cáp là 50°C. Trong trường hợp nhà chế tạo đưa ra các thông số cho phép hoặc định mức cụ thể thì lấy theo số liệu của nhà chế tạo.
- 4) Đối với cáp đặt trong đất, dòng điện liên tục cho phép được tính với trường hợp cáp đặt trong hào ở độ sâu 0,7 - 1,0m, khi đất có nhiệt độ là 15°C và nhiệt trở suất là 120cm.<sup>0</sup>K/W.

Trong trường hợp nhiệt trở suất của đất khác 120cm.<sup>0</sup>K/W thì dòng điện cho phép của cáp được hiệu chỉnh theo các hệ số phụ thuộc vào độ ẩm của đất theo bảng dưới đây:

Đặc điểm của đất	Nhiệt trở suất cm. <sup>0</sup> K/W	Hệ số hiệu chỉnh
Cát có độ ẩm trên 9%, đất sét pha cát, độ ẩm trên 1%	80	1,05
Đất và cát có độ ẩm 7-9%, đất sét pha cát độ ẩm 12-14%	120	1,00

Cát có độ ẩm trên 4% và nhỏ hơn 7%, đất sét pha cát có độ ẩm 8-12%	200	0,87
Cát có độ ẩm tới 4%, đất đá	300	0,75

5) Đối với cáp đặt trong nước, dòng điện liên tục cho phép được tính với nhiệt độ của nước là 150C. Đối với cáp đặt trong không khí, dòng điện liên tục cho phép được tính với khoảng cách giữa các cáp khi đặt trong nhà, ngoài trời và trong hầm không nhỏ hơn 35mm, còn khi đặt trong mương thì khoảng cách đó không nhỏ hơn 50mm, với số lượng cáp bất kỳ và nhiệt độ không khí là 250C. Đối với cáp đơn đặt trong ống chôn dưới đất không có thông gió nhân tạo thì dòng điện liên tục cho phép cũng lấy như khi đặt cáp trong không khí.

6) Khi tuyến cáp đi qua các vùng đất có điều kiện môi trường khác nhau, phải lựa chọn tiết diện và kết cấu theo đoạn tuyến có điều kiện môi trường khắc nghiệt nhất (kể cả trong trường hợp đoạn tuyến còn lại đi qua khu vực có điều kiện môi trường tốt hơn và chiều dài không vượt quá chiều dài chế tạo của cáp).

7) Đối với hệ thống lưới 3 pha 4 dây, cáp ngầm được lựa chọn là loại cáp sử dụng màng chắn kim loại đồng làm dây trung tính, màng chắn kim loại được làm bằng các sợi dây đồng và một lớp băng đồng cho từng lõi riêng rẽ, tiết diện tổng của màng chắn này phải đủ để đảm bảo dòng điện mất cân bằng pha và dòng điện ngắn mạch.

### 5.3. Phương thức lắp đặt đường cáp, loại cáp.

1) Phương thức đặt cáp thông thường là đặt chìm trực tiếp trong đất hoặc cáp trong ống và đi trong đất, cáp đặt trong mương bê tông,...đi men theo đường, hoặc đi bên cạnh các dải đất trống, hạn chế cắt các tuyến phố cho xe cơ giới. Dọc theo đường cáp điện ngầm phải đặt cột mốc hoặc dấu hiệu báo cáp ngầm, khoảng cách giữa các cột mốc quy định bằng 20m.

2) Cáp đặt trực tiếp trong đất hoặc trong nước phải là cáp bọc thép có phủ lớp chống tác dụng hóa học. Các loại cáp có vỏ bọc không phải chịu tác động cơ học khi lắp đặt ở bất kỳ vùng đất nào; khi kéo, luồn cáp và chịu được tác động nhiệt trong quá trình vận hành, sửa chữa.

3) Đối với các khu vực đất bị nhiễm mặn, bùn lầy, đất đắp có chứa xỉ, vật liệu xây dựng hoặc hoạt chất ăn mòn điện hóa phải sử dụng loại cáp vỏ bọc bằng chì hoặc nhôm với lớp bảo vệ bên ngoài bằng nhựa tổng hợp. Tại các khu vực bùn lầy khi lựa chọn cáp phải tính đến các điều kiện địa chất, hóa học và cơ học.

4) Đối với các vùng đất không ổn định phải chọn loại cáp có vỏ bọc bằng đai hoặc sợi thép và có biện pháp phòng chống tác động nguy hại đến cáp khi đất dịch chuyển (dự phòng chiều dài cáp, lèn chặt đất, đóng cọc,...)

5) Tại những chỗ tuyến đi qua suối, bãi bồi, kênh rạch dùng loại cáp tương tự như cáp đặt trong đất. Các ống dẫn cáp đặt trong đất hoặc trong nước đều phải có giải pháp bảo vệ chống ăn mòn.

6) Các tuyến cáp được đặt trong đất theo phương thức: Cáp đặt trong hào cáp, phía dưới rải một lớp đất mịn, phía trên cũng phủ đất mịn, không lẫn sỏi, đá, xi măng hoặc rác. Dọc theo chiều dài tuyến cáp phải có bảo vệ để tránh tác động về cơ học như phủ lên mặt hào các tấm đan bê tông có chiều dày không nhỏ hơn 50mm đối với cáp điện áp 35kV. Đối với cáp điện áp dưới 35kV có thể phủ bằng các tấm đan bê tông hoặc xây gạch (không dùng gạch silicat, gạch lỗ, gạch rỗng) hoặc bằng các vật liệu có đủ độ cứng cần thiết. Đối với các tuyến cáp điện áp đến 22kV, nếu được chôn sâu từ 1m trở lên thì không phải có biện pháp bảo vệ tránh tác động cơ học trừ trường hợp tuyến cáp chui qua đường xe cơ giới, đường sắt. Dọc theo tuyến phải bố trí cọc bê tông báo hiệu cáp ngầm.

7) Độ sâu đặt cáp so với cốt chuẩn quy hoạch được quy định không nhỏ hơn: 0,7m đối với cáp điện áp 22kV và 1,0m đối với cáp điện áp 35kV. Đối với các đoạn cáp có chiều dài dưới 5m, hoặc tại các vị trí dẫn vào tòa nhà, giao chéo với công trình ngầm, cho phép giảm độ sâu còn 0,5m.

8) Khoảng cách giữa cáp chôn trong đất với các kết cấu khác và công trình được quy định tại QPTBĐ 11TCN-2006, Nghị định của Chính phủ về hành lang an toàn công trình điện và các khuyến cáo của Nhà chế tạo cáp.

#### **5.4. Lắp đặt hộp nối và đầu cáp.**

1) Việc lắp đặt hộp nối và đầu cáp phải đảm bảo kết cấu phù hợp với các chế độ làm việc của cáp và điều kiện môi trường xung quanh, không được để lọt ẩm và các chất có hại vào trong cáp. Đối với các loại cáp, điện áp đến 35kV hộp nối và đầu cáp được sử dụng phải đảm bảo các tiêu chuẩn kỹ thuật, trong đó có tiêu chuẩn phải chịu được điện áp thử nghiệm đối với toàn tuyến cáp.

2) Đối với các tuyến cáp ngầm điện áp trên 1kV sử dụng loại cáp mềm, cách điện XLPE, PE hoặc EPR...(không dùng cáp cách điện loại PVC đi ngầm) và vỏ bọc bằng cao su. Việc đấu nối cáp phải được hiện bằng phương pháp lưu hóa nóng (hấp chín) cao su vỏ cáp và phủ lên trên mỗi nối một lớp chống ẩm hoặc sử dụng các hộp nối kiểu quấn băng bơm nhựa epoxy.

3) Số lượng hộp nối trong 1 km cáp xây dựng mới không được vượt quá: 4 hộp đối với loại cáp 3 ruột điện áp 1÷10kV có tiết diện đến  $3 \times 95 \text{mm}^2$ ; 5 hộp đối với loại cáp 3 ruột điện áp 1÷10kV có tiết diện đến  $3 \times 120 \text{mm}^2 \div 3 \times 240 \text{mm}^2$ ; 6 hộp đối với cáp 3 ruột điện áp 15-22-35kV; 2 hộp đối với cáp 1 ruột.

4) Đoạn cáp từ mặt đất đến độ cao 2m phải đặt trong ống bảo vệ.

## **5.5. Thiết bị đóng cắt bảo vệ.**

### **5.5.1. Phân lưới ngầm trung áp.**

1) Các trục chính (mạch vòng cấp 1) xuất phát từ trạm cắt (hoặc trạm trung gian) phải được liên kết với các tuyến dây khác để tạo thành cấu trúc mạch vòng kín, vận hành hờ. Các tuyến dây liên kết này phải được cấp nguồn theo thứ tự ưu tiên như sau:

+ Từ 02 trạm cắt khác nhau.

+ Từ 02 phân đoạn khác nhau của cùng 01 trạm cắt.

+ Từ 02 trạm trung gian khác nhau.

+ Từ 02 thanh cái khác nhau của cùng 01 trạm trung gian.

2) Trên trục chính lắp đặt các tủ phân đoạn hay còn gọi là các trạm nút. Các trạm phân đoạn sử dụng các tủ module lắp ghép (hoặc tủ compact nhiều ngăn) bao gồm các ngăn LBS để đấu nối cáp vào và ra từ trục chính; ngăn LBS hoặc ngăn máy cắt để đóng cắt hoặc bảo vệ cho nhánh rẽ (mạch vòng cấp 2). Khi sử dụng ngăn máy cắt, phải tính toán vị trí lắp đặt và đặc tính cắt có thời gian nhằm phối hợp với chì bảo vệ MBA phân phối lắp đặt trong mạch vòng cấp 2 và máy cắt đầu tuyến.

3) Các tủ phân đoạn trong mạch vòng cấp 1 được xem xét trang bị hệ thống Scada để phục vụ điều khiển xa và tự động hóa lưới điện.

4) Các mạch vòng cấp 2 được đấu nối vào trục chính tại các tủ phân đoạn bằng cáp ngầm trung áp.

5) Các TBA phân phối được cấp điện từ mạch vòng cấp 2 bằng các tủ điện lắp ghép hoặc tủ compact nhiều ngăn bao gồm ngăn thanh cái hoặc ngăn LBS để đấu nối với mạch vòng cấp 2 và ngăn LBS có bộ đỡ chì bảo vệ MBA.

6) Lựa chọn máy cắt, LBS, cầu chì theo các điều kiện: Điện áp định mức, dòng điện định mức, dòng cắt định mức, công suất cắt định mức, dòng ổn định động, dòng ổn định nhiệt.

*(Xem bản vẽ CH.THT.QUC.01÷05: Sơ đồ nguyên lý lưới điện trung thế ngầm)*

### **5.5.2. Phân lưới ngầm hạ áp.**

Phần đóng cắt bảo vệ cho lưới hạ áp sử dụng các máy cắt hạ áp.

1) Sử dụng tủ liên kết hạ áp (TLK): Chức năng đóng cắt bảo vệ đầu xuất tuyến hoặc liên kết 01 nhánh của trạm thứ nhất với 01 nhánh của trạm thứ hai bằng máy cắt hạ áp. Trường hợp 02 xuất tuyến của TBA đi cùng hướng, có thể xem xét sử dụng 1 tủ liên kết 2 xuất tuyến của trạm thứ nhất với 2 xuất tuyến của trạm thứ hai bằng 2 máy cắt hạ áp.

2) Sử dụng tủ phân phối hạ áp (TPP): Liên kết cáp ngầm hạ áp đường trục với cáp ngầm nhánh cấp điện cho khách hàng bằng cách đấu nối trực tiếp cáp ngầm hạ áp vào thanh cái qua đầu cosse.

*(Xem bản vẽ CH.THT.QUC.06÷10: Cấu trúc lưới hạ thế ngầm)*

## **5.6. Nối đất.**

1) Vỏ kim loại của cáp và các kết cấu đặt cáp phải được nối đất hoặc nối trung tính theo các yêu cầu kỹ thuật chung. Vỏ kim loại của cáp và đai thép phải được nối với nhau và nối với vỏ hộp nối bằng dây đồng mềm, tiết diện không nhỏ hơn 6mm<sup>2</sup>.

2) Trong trường hợp trên kết cấu của cáp có đặt các đầu nối và chống sét thì đai, vỏ kim loại và vỏ hộp cáp phải nối với trang bị nối đất của chống sét.

3) Không được sử dụng vỏ kim loại của cáp làm dây nối đất.

4) Khi nối cáp với đường dây trên không tại cột điện không có nối đất, được phép sử dụng vỏ cáp kim loại làm dây nối đất cho hộp đầu cáp.

## **5.7. Cảnh báo an toàn.**

1) Chiều dài hành lang được tính từ vị trí cáp ra khỏi ranh giới phạm vi bảo vệ của trạm này đến vị trí vào ranh giới phạm vi bảo vệ của trạm kế tiếp.

2) Chiều rộng hành lang được quy định trong QPTBĐ 11TCN-2006, Nghị định của Chính phủ về hành lang an toàn lưới điện và các quy định hiện hành khác.

3) Chiều cao được tính từ mặt đất, mặt nước đến mặt ngoài của đáy móng móng cáp đối với cáp đặt trong móng, hoặc bằng độ sâu thấp hơn điểm thấp nhất của vỏ cáp là 1,5m đối với cáp đặt trực tiếp trong đất, trong nước.

4) Mỗi đường cáp phải được đánh số hoặc tên gọi riêng nếu đường cáp có nhiều cáp đặt song song với nhau.

5) Cáp đặt hở và hộp nối cáp phải có nhãn. Trên nhãn cáp ghi: Mã hiệu, điện áp, tiết diện, số hiệu hoặc tên gọi. Trên nhãn hộp cáp ghi: ngày lắp, đơn vị lắp. Các nhãn đó phải được cố định chắc chắn, không cách nhau quá 50m và không bị ảnh hưởng do tác động của môi trường xung quanh.

6) Trên toàn tuyến cáp ngầm phải có mốc đánh dấu tuyến cáp theo quy định.



7) Tuyến của mỗi ĐCN trong đất hoặc trong nước phải có bản đồ mặt bằng ghi rõ đầy đủ các tọa độ tương ứng so với các mốc cố sẵn của công trình đã xây dựng hoặc so với các mốc đặc biệt. Ở những chỗ có hộp nối cáp cũng phải đánh dấu trên bản đồ.

## CHƯƠNG 6: TÍNH TOÁN KIỂM TRA

### 6.1. Tính toán dự báo nhu cầu phụ tải.

#### 6.1.1. Cơ sở lý thuyết.

##### a. Một số định nghĩa

1) *Phụ tải điện*: Phụ tải điện là công suất tác dụng và công suất phản kháng yêu cầu tại một điểm nào đó của lưới điện ở điện áp định mức.

2) *Đồ thị phụ tải điện*: Đồ thị phụ tải điện là đường cong biểu diễn sự thay đổi công suất tiêu thụ của phụ tải theo thời gian. Trục tung của đồ thị có thể biểu diễn công suất tác dụng, công suất phản kháng, công suất biểu kiến ở dạng đơn vị có tên hay tương đối, còn trục hoành biểu diễn thời gian.

Mức điện năng luôn luôn thay đổi theo thời gian. Đồ thị phụ tải có thể phân loại theo công suất (đồ thị công suất phản kháng, công suất tác dụng, công suất biểu kiến), theo thời gian (đồ thị phụ tải ngày, tháng, năm), theo địa dư (đồ thị phụ tải toàn hệ thống, đồ thị phụ tải của NMD hay trạm biến áp, đồ thị phụ tải của hộ tiêu thụ).

##### b. Các thông số đặc trưng của đồ thị phụ tải

##### 1) Công suất trung bình ( $P_{tb}$ )

$$P_{tb} = \frac{A}{t}$$

Trong đó: A- Điện năng sản xuất ra trong thời gian t.

##### 2) Hệ số điền kín phụ tải $\alpha$

$$\alpha = \frac{P_{tb}}{P_{max}}$$

Trong đó:  $P_{max}$ - Công suất cực đại trong thời gian t

##### 3) Thời gian sử dụng công suất cực đại $T_{max}$ :

$$A = \int_0^t P(t)dt = P_{tb} \cdot t = P_{max} \cdot T_{max}$$

$$T_{max} = \frac{A}{P_{max}}$$

##### 4) Thời gian tổn thất công suất lớn nhất $\tau_{max}$ :

$$\Delta A = \Delta P \cdot \tau_{max}$$

$$\tau_{max} = \frac{\Delta A}{\Delta P}$$

### **6.1.2. Phân loại phụ tải**

Phụ tải điện có thể được phân loại theo các cách sau:

- Phân loại theo độ tin cậy cung cấp điện.
- Phân loại theo tính chất tiêu thụ điện.

a. Phân loại theo độ tin cậy cung cấp điện - tính kinh tế.

Phân loại dựa trên mức đảm bảo liên tục cung cấp điện, tùy thuộc vào tính chất của hộ dùng điện.

Hộ loại 1: là những hộ rất quan trọng, không được để mất điện, nếu để xảy ra mất điện sẽ gây ra hậu quả nghiêm trọng.

- Làm mất an ninh chính trị, mất trật tự xã hội: sân bay, hải cảng, khu quân sự, khu ngoại giao, khu đại sứ quán v.v...

- Làm thiệt hại lớn tới nền kinh tế quốc dân: khu công nghiệp, khu chế xuất, dầu khí...

- Làm nguy hại tới tính mạng con người.

Hộ loại 2: bao gồm các xí nghiệp chế tạo hàng tiêu dùng (xe đạp, đồ nhựa v.v...) và thương mại – dịch vụ (khách sạn, siêu thị, trung tâm thương mại v.v...). Với những hộ này, nếu mất điện sẽ làm gây thiệt hại về kinh tế như nhân công, gây ra phế phẩm, làm giảm doanh số v.v...

Hộ loại 3: là những hộ không quan trọng, cho phép mất điện tạm thời khi cần thiết.

b. Phân loại theo tính chất tiêu thụ điện.

Phụ tải điện được phân thành các nhóm trong cơ cấu tiêu thụ điện (theo TT33/2011/TT-BCT ngày 06/09/2011):

1) Phụ tải Nông - Lâm - Thủy sản:

- Bơm tưới, tiêu nước phục vụ nông nghiệp (kể cả các trạm bơm cục bộ do HTX nông nghiệp quản lý và trạm bơm).

- Các hoạt động đóng, mở các cống điều tiết nước, phân lũ và sản xuất nông nghiệp khác.

- Điện cấp cho các hoạt động nông nghiệp khác như: Bơm tưới vườn cây, dịch vụ cây trồng, bơm nước rửa chuồng trại, bảo vệ thực vật, lai tạo giống mới, sưởi ấm gia súc...

- Điện cấp cho lâm nghiệp: Bao gồm các cơ sở sản xuất lâm nghiệp, các hoạt động chế biến phụ thuộc trong ngành lâm nghiệp như: Trồng và tu bổ rừng, khoanh nuôi bảo vệ rừng. Hoạt động khai thác những sản phẩm từ rừng như: khai thác gỗ, tre, nứa và các lâm sản khác.

- Điện cấp cho thủy sản: Gồm điện dùng cho việc đánh bắt, nuôi trồng thủy sản và các hoạt động dịch vụ có liên quan.

## 2) Phụ tải Công nghiệp-Xây dựng:

- Khai khoáng: khai thác than, khai thác dầu khí, khai thác quặng kim loại, sản xuất các sản phẩm từ chất khoáng phi kim loại, tái chế phế liệu v.v...

- Luyện kim: Sản xuất các kim loại như: Sắt, thép, kim loại màu và kim loại quý, đúc sắt thép, đúc kim loại màu và sản xuất các sản phẩm từ kim loại.

- Chế tạo máy và thiết bị:

+ Chế tạo máy móc thiết bị cho sản xuất và hoạt động văn phòng như: Động cơ, tuabin, thiết bị văn phòng, máy tính.

+ Sản xuất các thiết bị, dụng cụ điện, dây điện, pin, ắc qui, đèn điện và thiết bị chiếu sáng.

+ Sản xuất radio, tivi, thiết bị truyền thông và các linh kiện điện tử.

+ Sản xuất và lắp ráp các sản phẩm gia dụng như: Quạt điện, bàn là, máy giặt, tủ lạnh...

+ Sản xuất dụng cụ y tế, dụng cụ chính xác, dụng cụ quang học và đồng hồ các loại.

+ Sản xuất xe có động cơ, rơ móc; Sản xuất các phương tiện đi lại (xe đạp, xe máy); Sản xuất và sửa chữa các phương tiện vận tải đường bộ, đường thủy, đường sắt và hàng không.

+ Sản xuất giường, tủ, bàn ghế và các sản phẩm khác (nhạc cụ, dụng cụ thể dục thể thao, đồ chơi giải trí).

- Cung cấp và phân phối gas, nước: Sản xuất tập trung và phân phối khí đốt, Sản xuất gas, phân phối nhiên liệu khí bằng đường ống. Khai thác, lọc và phân phối nước

- Xây dựng: San lấp mặt bằng, xây dựng, lắp đặt thiết bị.

## 3) Phụ tải Thương nghiệp - Khách sạn - Nhà hàng:

- Bán buôn, bán lẻ và cửa hàng sửa chữa: Bán buôn, bán lẻ của các công ty, cửa hàng (kể cả các hoạt động bao gói, bảo hành trong cửa hàng) và sửa chữa, bảo dưỡng vật phẩm tiêu dùng.

- Khách sạn, quán trọ.
- Nhà hàng.
- Văn phòng/ ngân hàng.
- Liên doanh nước ngoài & cơ sở NN.

4) Phụ tải sinh hoạt dân dụng:

- Sinh hoạt dân dụng thành thị: Điện sinh hoạt của hộ gia đình dân cư thuộc thành thị.
- Sinh hoạt dân dụng nông thôn: Điện sinh hoạt của hộ gia đình dân cư thuộc nông thôn, miền núi, hải đảo, vùng sâu, vùng xa.

5) Các hoạt động khác:

- Văn phòng công chính
  - + Điện cấp cho các cơ quan Đảng, Nhà nước và tổ chức đoàn thể trong nước, gồm: Các cơ quan Đảng, Nhà nước, các lực lượng vũ trang và các tổ chức đoàn thể quần chúng, các phường hội trong nước từ Trung ương đến các cấp địa phương.
  - + Các đại sứ quán, các tổ chức của Liên hợp quốc, các cơ quan đại diện của nước ngoài đặt tại Việt Nam.
  - + Điện cấp cho văn phòng làm việc của các doanh nghiệp và đơn vị sự nghiệp gồm: Điện cấp cho các hoạt động của bộ máy văn phòng các doanh nghiệp và cho các hoạt động của các đơn vị sự nghiệp (trừ các đơn vị văn hóa, bệnh viện, trường học).
- Cơ sở văn hóa, thể thao
  - + Nhà hát, rạp chiếu bóng, rạp xiếc, nhà thông tin văn hóa, triển lãm, viện bảo tàng, nhà lưu niệm, khu du lịch lịch sử, nơi thờ cúng của các tôn giáo tín ngưỡng.
  - + Các câu lạc bộ văn hóa thể thao, khu vui chơi giải trí, công viên, sân bãi thể dục thể thao.
- Trường/Đại học:
  - + Điện dùng trong các trường mẫu giáo mầm non, trường phổ thông, trường dạy nghề, các trường trung học, đại học và các trường đào tạo khác.
  - + Điện dùng trong các hoạt động của các viện nghiên cứu khoa học
- Bệnh viện: Các bệnh viện, bệnh xá, trạm xá, khu điều dưỡng, các trại dưỡng lão, trại trẻ mồ côi.
- Chiếu sáng đèn đường:
  - + Điện cấp cho ánh sáng công cộng và các hoạt động công cộng khác: Bao gồm

các điện chiếu sáng ở những nơi công cộng đường phố và điện cấp cho các hoạt động công cộng khác không phải là kinh doanh.

+ Điện dùng trong các hoạt động chỉ huy giao thông.

+ Điện cấp cho các kho, bãi hàng hóa.

+ Điện dùng trong các hoạt động của các trung tâm phát triển tin học và phần mềm.

- Cơ sở truyền thông: Điện dùng trong hoạt động phát thanh, phát tin, truyền hình, thông tin, liên lạc.

- Các hoạt động khác: Các hoạt động xã hội khác chưa được phân vào đâu

### **6.1.3. Xác định phụ tải khu vực cấp điện.**

a. Các phương pháp xác định phụ tải

Hiện nay có nhiều phương pháp để tính toán phụ tải. Những phương pháp đơn giản, tính toán thuận tiện, thường cho kết quả không thật chính xác. Ngược lại, nếu độ chính xác được nâng cao thì phương pháp tính phức tạp. Sau đây sẽ trình bày một số phương pháp xác định phụ tải tính toán thường dùng nhất.

1) Xác định phụ tải tính toán theo suất tiêu hao điện năng trên một đơn vị sản phẩm.

Phụ tải tác dụng tính toán trong trường hợp này được xác định:

$$P_{tt} = \frac{M \cdot W_0}{T_{max}}$$

Trong đó:

M - Số đơn vị sản phẩm được sản xuất ra trong một năm, đvsp/năm.

$W_0$  - Suất tiêu thụ điện năng cho một đơn vị sản phẩm, kWh/đvsp.

$T_{max}$  - Thời gian sử dụng công suất cực đại, h

2) Xác định phụ tải tính toán theo suất phụ tải trên một đơn vị diện tích sản xuất:

Công thức tính toán:  $P_{tt} = p_0 \cdot F$

Trong đó:

$P_0$  - Suất phụ tải trên  $1m^2$  diện tích sản xuất, kW/ $m^2$ .

F - Diện tích sản xuất.  $m^2$  (diện tích bố trí nhóm hộ tiêu thụ)

3) Xác định phụ tải tính toán theo công suất đặt và hệ số yêu cầu.

Khi đó phụ tải tính toán của nhóm thiết bị có cùng chế độ làm việc được tính theo công thức:

$$P_{tt} = k_{yc} \cdot \sum_{i=1}^n P_{di}$$
$$Q_{tt} = P_{tt} \cdot \operatorname{tg}\varphi$$
$$S_{tt} = \sqrt{P_{tt}^2 + Q_{tt}^2} = \frac{P_{tt}}{\cos\varphi}$$

Ở đây lấy gần đúng:  $P_d = P_{dm}$  thì ta được

$$P_{tt} = k_{yc} \cdot \sum_{i=1}^n P_{dmi}$$

Trong đó:

$P_{di}$ ,  $P_{dmi}$  - Công suất đặt và công suất định mức của thiết bị thứ  $i$ .

$P_{tt}$ ,  $Q_{tt}$ ,  $S_{tt}$  - Công suất tác dụng, phản kháng và toàn phần tính toán của nhóm thiết bị, kW, kVAr, kVA.

$n$  - Số thiết bị trong nhóm.

$k_{yc}$  - Hệ số yêu cầu của nhóm thiết bị tiêu thụ đặc trưng, tra cứu ở các cảm nang

$\operatorname{tg}\varphi$  - Ứng với  $\cos\varphi$  đặc trưng cho nhóm thiết bị.

4) Xác định phụ tải tính toán theo hệ số cực đại  $k_{\max}$  và công suất trung bình  $P_{tb}$  (còn gọi là phương pháp số thiết bị làm việc hiệu quả  $n_{hq}$ ).

Khi cần nâng cao độ chính xác của phụ tải tính toán hoặc khi không có số liệu cần thiết để áp dụng các phương pháp khác thì có thể dùng phương pháp tính theo hệ số cực đại  $k_{\max}$  hay phương pháp số thiết bị làm việc hiệu quả  $n_{hq}$ . Trình tự xác định  $n_{hq}$  như sau:

- Xác định  $n_1$  là số thiết bị có công suất lớn hơn hay bằng một nửa công suất của thiết bị có công suất lớn nhất.

- Xác định  $P_1$  là tổng công suất của  $n_1$  thiết bị trên.

$$P_1 = \sum_{i=1}^{n_1} P_{dmi}$$

- Xác định  $n^*$  và  $P^*$

$$n_* = \frac{n_1}{n}; P_* = \frac{P_1}{P_\Sigma}$$

Trong đó:

$n$  - Tổng số thiết bị trong nhóm.

$P_\Sigma$  - Tổng công suất của nhóm.

$$P_\Sigma = \sum_{i=1}^{n_1} P_{dmi}$$

Từ  $n_*$  và  $P_*$  tra được nhp trong cảm nang tra cứu.

- Xác định nhq theo công thức:

$$n_{hq} = n \times n_{hq*}$$

Phụ tải tính toán của nhóm động cơ xác định theo công thức sau:

$$P_{tt} = k_{\max} \cdot k_{sd} \cdot \sum_{i=1}^n P_{dmi}$$

Trong đó:

$k_{sd}$  - hệ số sử dụng của nhóm thiết bị, tra sổ tay.

$k_{\max}$  - hệ số cực đại, tra đồ thị hoặc tra theo 2 đại lượng  $n_{hq}$  và  $k_{sd}$ .

b. Các chọn lựa phương pháp xác định phụ tải tính toán.

Khi tính toán phụ tải cho các khu công nghiệp, phương pháp phù hợp để sử dụng là xác định phụ tải theo phương pháp công suất đặt trên một đơn vị diện tích, lúc này suất phụ tải của các khu công nghiệp được tính toán dựa theo suất phụ tải của các khu công nghiệp đang vận hành ở các khu vực lân cận.

Với phụ tải sinh hoạt cho các khu dân cư, phương pháp phù hợp để sử dụng là xác định theo phương pháp công suất đặt theo các hộ gia đình (là phương pháp biến thể của phương pháp suất tiêu hao điện năng cho một đơn vị sản phẩm).

#### **6.1.4. Dự báo phụ tải.**

a. Khái niệm chung

1) Dự báo nhu cầu điện năng và xây dựng đồ thị phụ tải điện là số liệu đầu vào rất quan trọng, quyết định lớn đến chất lượng của việc quy hoạch và cải tạo lưới điện.

2) Trên cơ sở định hướng cho sự phát triển của phụ tải điện người ta xây dựng quy hoạch phát triển của lưới điện cho từng giai đoạn 5 năm có xét đến triển vọng phát triển 10÷15 năm sau.



3) Tầm dự báo phụ tải điện càng ngắn thì độ chính xác đòi hỏi càng cao. Dự báo tầm ngắn cho phép sai số khoảng 5% tới 10%, tầm vừa và dài cho phép sai số khoảng 10% tới 20%. Đối với công tác dự báo tầm xa có tính chiến lược thì chỉ cần nêu lên phương hướng phát triển chủ yếu của phụ tải mà không cần xác định các chỉ tiêu tiêu thụ điện năng cụ thể.

b. Phương pháp tính toán dự báo phụ tải điện có thể phân làm các loại sau:

1) Phương pháp tính trực tiếp: nội dung của phương pháp là xác định nhu cầu điện năng của các năm dự báo dựa trên tổng sản lượng kinh tế của các phụ tải năm đó và suất tiêu hao điện năng của từng loại sản phẩm. Phương pháp này tỏ ra khá chính xác khi có tương đối đầy đủ thông tin về tốc độ phát triển kinh tế - xã hội, các phụ tải dự kiến mới và phát triển mở rộng của các phụ tải kinh tế, mức độ áp dụng tiến bộ khoa học, kỹ thuật,... Với các ưu điểm về độ chính xác, bám sát thực tế phát triển của khu vực dự báo, không quá phức tạp nên phương pháp này được dùng phổ biến cho các dự báo tầm ngắn (1-2) năm và tầm trung (3-10) năm trong các đề án quy hoạch.

2) Phương pháp ngoại suy theo thời gian: nội dung của phương pháp là nghiên cứu diễn biến của điện năng trong thời gian quá khứ tương đối ổn định để tìm ra 1 quy luật nào đó rồi dùng nó để dự đoán tương lai. Phương pháp này thường chỉ sử dụng khi thiếu các thông tin về tốc độ phát triển của các phụ tải, các phụ tải dự kiến, mức độ hiện đại hóa,... trong tương lai để làm cơ sở dự báo.

3) Phương pháp hồi qui một chiều và hồi qui nhiều chiều: phương pháp này dựa trên mối tương quan giữa phụ tải điện và các phụ tải kinh tế khác của nền kinh tế quốc dân để tìm ra nhu cầu điện năng trong tương lai. Phương pháp này đòi hỏi phải biết kế hoạch phát triển kinh tế quốc dân và cũng cần nhiều số liệu trong quá khứ.

4) Phương pháp đối chiếu: nội dung của phương pháp là so sánh đối chiếu nhu cầu phát triển điện năng của các nước có hoàn cảnh tương tự. Phương pháp này tương đối đơn giản, thường mang tính tham khảo, nghiệm chứng.

5) Phương pháp chuyên gia: nội dung chính của phương pháp là dựa trên sự hiểu biết sâu sắc của các chuyên gia. Những chuyên gia giỏi có tầm nhìn, tầm dự báo chiến lược về tất cả các khía cạnh liên quan tới dự báo phụ tải điện. Các chuyên gia sẽ đưa ra các ý kiến nhận định và dự báo của mình về phụ tải điện trong tương lai.

6) Phương pháp hệ số đàn hồi (phương pháp tính gián tiếp theo GDP): là phương pháp thích hợp với các dự báo trung và dài hạn. Phương pháp này dựa trên cơ sở dự báo của các kịch bản phát triển kinh tế - xã hội của khu vực. Nhu cầu điện năng được mô phỏng theo quan hệ đàn hồi với tốc độ tăng trưởng kinh tế.

7) Phương pháp hệ số vượt trước: hệ số vượt trước  $k$  là tỷ số giữa nhịp độ phát

triển năng lượng điện với nhịp độ phát triển của toàn bộ nền kinh tế quốc dân. Như vậy căn cứ vào nhịp độ phát triển thực tế của quá khứ (thông thường lấy với khoảng thời gian 5 năm hay 10 năm), sẽ xác định được điện năng của năm dự báo. Hệ số vượt trước k có thể lớn hơn 1 hay nhỏ hơn 1, nó chịu tác động của khá nhiều yếu tố như: xu hướng tiêu thụ điện năng của các loại phụ tải điện, tiến bộ khoa học kỹ thuật (tiến bộ khoa học kỹ thuật càng cao làm cho suất tiêu thụ điện năng trên một đơn vị sản phẩm càng nhỏ ...). Chính vì thế hệ số vượt trước chỉ nêu lên được xu thế phát triển trong tương lai với độ chính xác không thật cao.

Ngoài ra còn có một số các phương pháp khác như: *phương pháp áp dụng mô hình sử dụng năng lượng cuối cùng, phương pháp đa hồi quy (Simple-E)...*

c. Dự báo phụ tải điện.

1) Theo quy định thì khi xây dựng một lưới điện phân phối thì tuổi thọ của công trình yêu cầu từ 10-15 năm. Vì vậy yêu cầu đơn vị tư vấn thiết kế khi lập hồ sơ thiết kế phải dự báo nhu cầu điện năng cho khu vực đến 15 năm sau.

2) Trong đề án này, đề xuất sử dụng phương pháp hệ số đàn hồi (phương pháp tính gián tiếp theo GDP) để dự báo nhu cầu điện năng.

3) Trình tự tiến hành phương pháp:

+ Hệ số đàn hồi theo GDP trung bình được xác định như sau:

- Từ số liệu nhu cầu điện năng trong quá khứ, xác định tốc độ tăng nhu cầu điện năng (%) của các năm trong quá khứ.

- Tra cứu tốc độ tăng trưởng GDP của các năm trong quá khứ tương ứng (lấy trong báo cáo kinh tế - xã hội của khu vực), từ đó xác định được các hệ số đàn hồi theo GDP của năm đó theo biểu thức sau.

- Xác định giá trị trung bình của hệ số đàn hồi theo GDP trong khoảng thời gian khảo sát (số liệu thu thập trong quá khứ yêu cầu tối thiểu 3 năm).

$$\text{Hệ số đàn hồi theo GDP} = \frac{\text{Tốc độ tăng nhu cầu điện năng (\%)}}{\text{Tốc độ tăng trưởng GDP (\%)}}$$

+ Xác định tốc độ tăng trưởng GDP của giai đoạn dự báo (lấy theo dự báo tăng trưởng kinh tế của khu vực);

+ Xác định tốc độ tăng nhu cầu điện năng theo biểu thức.

+ Xác định được nhu cầu điện năng ở năm dự báo thứ n theo biểu thức:

$$A_{\max(n)} = A_{\max(n-1)} \cdot (k_A \cdot V_{0GDP} + 1)$$

Trong đó:

$A_{(n)}$ - điện năng yêu cầu của năm thứ n.  $A_{(n-1)}$ - điện năng yêu cầu của năm thứ n-1.

$k_A$  – hệ số đàn hồi điện năng theo GDP

$V_{OGDP}$ - tốc độ tăng trưởng GDP giai đoạn dự báo của khu vực.

## **6.2. Tính toán lựa chọn vật tư thiết bị điện.**

### ***6.2.1. Tính toán trào lưu công suất, tổn thất lưới điện và ngắn mạch hệ thống.***

a. Mục đích tính toán

1) Phân tích, kiểm tra phân bố công suất và điện áp tại các nút của hệ thống điện theo các chế độ phụ tải cực đại, cực tiểu tại thời điểm trước và sau khi đường dây và trạm biến áp dự kiến đi vào vận hành để tính toán thời điểm (Y) cần thiết đưa vào vận hành của trạm biến áp và đường dây.

2) Phân tích, kiểm tra phân bố công suất và điện áp tại các nút, dòng ngắn mạch của hệ thống điện tại nút lựa chọn thiết bị theo các chế độ phụ tải cực đại, cực tiểu tại thời điểm Y, Y+5, Y+10 nhằm lựa chọn thiết bị và sự đảm bảo an toàn cung cấp điện cho khu vực tính toán.

b. Cơ sở tính toán và số liệu đầu vào.

1) Quy hoạch phát triển điện lực tỉnh, thành phố

2) Dữ liệu, thông số kỹ thuật của hệ thống lưới điện hiện trạng.

3) Dữ liệu, thông số kỹ thuật của hệ thống lưới điện dự kiến đầu tư.

4) Phần mềm sử dụng tính toán PSS/ADEPT của hãng *Shaw Power Technologies*.

c. Nội dung tính toán.

- Sử dụng phần mềm PSS/ADEPT để tính toán trào lưu công suất. Về cơ bản chương trình PSS/ADEPT dùng các thuật toán bằng phương pháp Gauss-Seidel và Newton-Raphson để giải các bài toán phân bố công suất và tối ưu hoá hệ thống cũng như tính toán các chế độ của lưới điện.

- Chương trình tính toán và kiểm tra lưới trung thế bằng phần mềm PSS/ADEPT được dựa trên cơ sở là các công thức tính toán dòng điện, tổn thất điện áp, tổn thất công suất tác dụng, phản kháng, các công thức kiểm tra, đánh giá các chỉ tiêu về kinh tế và kỹ thuật của đường dây và trạm. Với bài toán tìm điểm tối ưu của mạch vòng vận hành hở thì chương trình sẽ giải bằng phương pháp lặp và kiểm tra theo điều kiện cho đến khi tổn thất của toàn mạng là nhỏ nhất. Ngoài ra chương trình còn kiểm tra, tìm ra các vị trí đóng, mở máy cắt, cầu dao một cách hợp lý nhất.

- Đối với bài toán mạng điện phải lắp đặt tụ bù thì chương trình chạy tính toán cho người làm một cách trực quan, xuất ra điện áp tại nút bằng hình vẽ để kiểm tra điện áp tại nút để từ đó xem xét có phải lắp đặt tụ bù hay không (giải bài toán tối ưu).

- Kiểm tra dòng ngắn mạch: Tính toán tại thời điểm đưa công trình vào vận hành (Y) và thời điểm Y+5, Y+10.

d. Đánh giá kết quả.

- Từ kết quả tính toán đánh giá được thời điểm xuất hiện trạm biến áp và đường dây.

- Tính toán được các thông số dòng điện, điện áp, dòng ngắn mạch phục vụ lựa chọn thiết bị.

### **6.2.2. Tính toán kiểm tra các chỉ tiêu độ tin cậy cung cấp điện.**

a) Để triển khai tính toán các chỉ số độ tin cậy cung cấp điện, các đơn vị Tư vấn thiết lập bảng thông kê chi tiết như sau:

1) Số vụ ngừng cấp điện.

2) Thời gian mất điện.

3) Số lượng khách hàng bị mất điện.

Lưu ý: Số liệu sẽ được các Công ty Điện lực cung cấp và có sự thống nhất khi tính toán số liệu.

b) Tách riêng chỉ số tin cậy cung cấp điện cho các trường hợp mất điện như sau:

1) Mất điện do sự cố lưới điện trung, hạ áp bao gồm tất cả các trường hợp mất điện do sự cố, do cắt điện đột xuất để xử lý ngăn ngừa sự cố.

2) Cắt điện cho công tác bảo trì, bảo dưỡng lưới điện trung hạ áp, bao gồm công tác cắt điện theo kế hoạch như cải tạo, đấu nối công trình mới, cắt điện để chuyển đổi phương thức lưới điện phân phối. Trong trường hợp các công tác nêu trên thực hiện trong thời gian cắt điện của lưới truyền tải thì chỉ tính vào trường hợp (3) hoặc (4) dưới đây.

3) Mất điện do sự cố hoặc cắt điện công tác trên thiết bị thuộc quản lý của Tổng công ty truyền tải điện quốc gia.

4) Mất điện do sự cố hoặc cắt điện công tác trên thiết bị thuộc quản lý của Công ty lưới điện cao thế.

5) Cắt điện do các lý do khác: bao gồm các trường hợp mất điện có lý do không thuộc các trường hợp trên.

6) Đối với trường hợp sự cố/cắt điện công tác lưới điện trung hạ áp liên thông, cắt điện cho khách hàng thuộc 02 đơn vị quản lý trở lên: Sự cố/cắt điện công tác thuộc

trách nhiệm quản lý của đơn vị nào thì tính chỉ số tin cậy cho đơn vị đó, gồm cả khách hàng bị ảnh hưởng mất điện của các đơn vị khác.

c. Tính toán các chỉ số cung cấp điện dựa trên các số liệu thống kê như trên và áp dụng các công thức tính toán như sau:

1) SAIDI được tính bằng tổng số thời gian mất điện kéo dài trên 05 phút của Khách hàng sử dụng điện và Đơn vị phân phối và bán lẻ điện mua điện của Đơn vị phân phối điện chia cho tổng số Khách hàng sử dụng điện và Đơn vị phân phối và bán lẻ điện mua điện của Đơn vị phân phối điện, xác định theo công thức sau:

$$SAIDI_t = \frac{\sum_{i=1}^n T_i \times K_i}{K_t}$$

$$SAIDI_y = \sum_{t=1}^{12} SAIDI_t$$

Trong đó:

$T_i$ : Thời gian mất điện lần thứ  $i$  trong tháng  $t$  (chỉ xét các lần lượt mất điện có thời gian kéo dài trên 05 phút);

$K_i$ : Tổng số Khách hàng sử dụng điện và các Đơn vị phân phối và bán lẻ điện mua điện của Đơn vị phân phối điện bị ảnh hưởng bởi lần mất điện thứ  $i$  trong tháng  $t$ ;

$n$ : số lần mất điện kéo dài trên 5 phút trong tháng  $t$  thuộc phạm vi cung cấp điện của Đơn vị phân phối điện;

$K_t$ : Tổng số Khách hàng sử dụng điện và các Đơn vị phân phối và bán lẻ điện mua điện của Đơn vị phân phối điện trong quý  $t$ ;

$SAIDI_t$  (phút): Chỉ số về thời gian mất điện trung bình của lưới điện phân phối trong tháng  $t$ ;

$SAIDI_y$  (phút): Chỉ số về thời gian mất điện trung bình của lưới điện phân phối trong năm  $y$ ;

2) SAIFI được tính bằng tổng số lượt khách hàng sử dụng điện và Đơn vị phân phối và bán lẻ điện mua điện của Đơn vị phân phối điện bị mất điện kéo dài trên 05 phút chia cho tổng số khách hàng sử dụng điện và Đơn vị phân phối và bán lẻ điện mua điện của Đơn vị phân phối điện, xác định theo công thức sau:

$$SAIFI_t = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{K_t} \qquad SAIFI_y = \sum_{t=1}^{12} SAIFI_t$$

Trong đó:

n: số lần mất điện kéo dài trên 5 phút trong tháng t thuộc phạm vi cung cấp điện của Đơn vị phân phối điện;

$K_i$ : Tổng số Khách hàng sử dụng điện và các Đơn vị phân phối và bán lẻ điện mua điện của Đơn vị phân phối điện bị ảnh hưởng bởi lần mất điện thứ i trong tháng t;

$K_t$ : Tổng số Khách hàng sử dụng điện và các Đơn vị phân phối và bán lẻ điện mua điện của Đơn vị phân phối điện trong quý t;

SAIFI<sub>t</sub>: Chỉ số về số lần mất điện trung bình của lưới điện phân phối trong tháng t;

SAIFI<sub>y</sub>: Chỉ số về số lần mất điện trung bình của lưới điện phân phối trong năm y;

3) MAIFI được tính bằng tổng số lượt khách hàng sử dụng điện và Đơn vị phân phối và bán lẻ điện mua điện của Đơn vị phân phối điện bị mất điện thoáng qua (thời gian mất điện kéo dài từ 05 phút trở xuống) chia cho tổng số khách hàng sử dụng điện và Đơn vị phân phối và bán lẻ điện mua điện của Đơn vị phân phối điện, xác định theo công thức sau:

$$MAIFI_t = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{K_t} \qquad MAIFI_y = \sum_{t=1}^{12} MAIFI_t$$

Trong đó:

n: số lần mất điện thoáng qua trong tháng t thuộc phạm vi cung cấp điện của Đơn vị phân phối điện;

$K_i$ : Tổng số Khách hàng sử dụng điện và các Đơn vị phân phối và bán lẻ điện mua điện của Đơn vị phân phối điện bị ảnh hưởng bởi lần mất điện thứ i trong tháng t;

$K_t$ : Tổng số Khách hàng sử dụng điện và các Đơn vị phân phối và bán lẻ điện mua điện của Đơn vị phân phối điện trong quý t;

MAIFI<sub>t</sub>: Chỉ số về số lần mất điện thoáng qua trung bình của lưới điện phân phối trong tháng t;

MAIFI<sub>y</sub>: Chỉ số về số lần mất điện thoáng qua trung bình của lưới điện phân phối trong năm y;

d. Hoặc tính toán các chỉ số cung cấp điện áp dụng phần mềm tính toán PSS/ADEPT.

e. Kết quả tính toán thể hiện tại các bảng sau:

1) Bảng các chỉ số lưới trước khi có dự án:

TT	Hạng mục	Trước khi có dự án			
		Số hộ được cấp điện (hộ)	SAIDI (phút/KH)	SAIFI (phút/KH)	MAIFI (phút/KH)
1	Hạng mục 1: ĐDK và TBA.				
2	Hạng mục 2: ĐDK và TBA.				
	.....				
n	Hạng mục n: ĐDK và TBA.				
	<b>Tổng cộng</b>				

2) Bảng các chỉ số lưới sau khi có dự án:

TT	Hạng mục	Sau khi có dự án			
		Số hộ được cấp điện (hộ)	SAIDI (phút/KH)	SAIFI (phút/KH)	MAIFI (phút/KH)
1	Hạng mục 1: ĐDK và TBA.				
2	Hạng mục 2: ĐDK và TBA.				
	.....				
n	Hạng mục n: ĐDK và TBA.				
	<b>Tổng cộng</b>				

3) Tăng giảm trước và sau khi có dự án (+/-):

TT	Hạng mục	Tăng giảm trước và sau khi có dự án (+/-)			
		Số hộ được cấp điện (hộ)	SAIDI (phút/KH)	SAIFI (phút/KH)	MAIFI (phút/KH)
1	Hạng mục 1: ĐDK và TBA.	(1)-(2)	(1)-(2)	(1)-(2)	(1)-(2)
2	Hạng mục 2: ĐDK và TBA.	(1)-(2)	(1)-(2)	(1)-(2)	(1)-(2)
	.....				
n	Hạng mục n: ĐDK và TBA.	(1)-(2)	(1)-(2)	(1)-(2)	(1)-(2)
	<b>Tổng cộng</b>	(1+2+...+n)	(1+2+...+n)	(1+2+...+n)	(1+2+...+n)

### **6.2.3. Tính toán kiểm tra lựa chọn tiết diện dây dẫn.**

a. Tính toán cho dây dẫn hạ áp.

1) Tiết diện dây dẫn hạ áp được lựa chọn theo các tiêu chí: Tổn thất điện áp cho phép  $\Delta U$  và độ phát nóng cho phép.

2) Tổn thất điện áp cho phép ( $\Delta U$ ):

Phương pháp này lấy tiêu chí chất lượng điện áp làm điều kiện tiên quyết, chỉ tiêu điện áp rất dễ bị vi phạm.

Tổn thất điện áp của một đoạn đường dây được xác định như sau:

$$\Delta U = \frac{P.R + Q.X}{U_{dm}} = \Delta U' + \Delta U''$$

Vậy trình tự xác định tiết diện dây dẫn theo phương pháp này như sau:

1- Từ giá trị  $x_0$  của dây dự định dùng (ta xét với trường hợp tổng quát đường dây vận hành với  $n$  tải, tính được thành phần tổn thất điện áp do  $Q$  gây ra:

$$\Delta U'' = \frac{Q.X}{U_{dm}} = \frac{x_0}{U_{dm}} \sum Q.I$$

(Trường hợp giá trị  $x_0$  quá nhỏ có thể bỏ qua thành phần tổn thất công suất phản kháng)

2- Ta tính được giá trị thành phần tổn thất điện áp do  $P$  gây ra:

$$\Delta U' = \frac{P.R}{U_{dm}} = \Delta U_{cp} - \Delta U''$$

3- Xác định được tiết diện tính toán theo  $\Delta U_{cp}$  là

$$S = \frac{\rho}{U_{dm} \cdot \Delta U'} \sum P.I$$

Căn cứ vào trị số  $S$  tính được ta chọn tiết diện tiêu chuẩn gần nhất lớn hơn.

Kiểm tra điều kiện làm việc

Tiết diện dây dẫn được chọn phải thỏa mãn các điều kiện kỹ thuật sau đây:

$$\Delta U_{bt} \leq \Delta U_{btcp}$$

$$\Delta U_{sc} \leq \Delta U_{sccp}$$

$$I_{cs} \leq I_{cp}$$

Trong đó:

$\Delta U_{bt}$ ,  $\Delta U_{sc}$  là tổn thất điện áp lúc đường dây vận hành bình thường và khi đường dây bị sự cố nặng nề nhất.



$\Delta U_{btcp}$ ,  $\Delta U_{sccp}$  là trị số tổn thất điện áp cho phép lúc đường dây vận hành bình thường và sự cố.

$I_{sc}$ ,  $I_{cp}$  là dòng điện sự cố lớn nhất qua dây dẫn và dòng điện phát nóng lâu dài cho phép.

3) Độ phát nóng cho phép

Phương pháp này tận dụng hết khả năng của dây dẫn và cáp, được áp dụng cho lưới hạ áp đô thị, công nghiệp và sinh hoạt.

Công thức xác định tiết diện theo dòng điện cho phép ( $I_{cp}$ ):

$$k_1.k_2.I_{cp} \geq I_{tt}$$

Trong đó:

$k_1$ - Là hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ, tính đến sự chênh lệch nhiệt độ môi trường chế tạo và môi trường đặt dây

$k_2$ - Là hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ, tính đến số lượng cáp đặt chung 1 rãnh.

$I_{cp}$ - Dòng phát nóng cho phép, nhà chế tạo cho ứng với từng loại dây.

$I_{tt}$  - Dòng điện làm việc lớn nhất (dài hạn) qua dây.

Nếu đường dây được bảo vệ bằng cầu chì

$$k_1.k_2.I_{cp} \geq \frac{I_{dc}}{\alpha}$$

Với:  $\alpha = 3$  cho mạng động lực

$\alpha = 0,8$  cho mạng sinh hoạt

Nếu đường dây được bảo vệ bằng aptomat.

$$k_1.k_2.I_{cp} \geq \frac{1,25I_{dm}}{1,5}$$

Với:  $1,25I_{dm}$  là dòng khởi động nhiệt ( $I_{kd.nh}$ ) của aptomat

1,25 là hệ số quá tải của aptomat.

b. Tính toán cho dây dẫn trung áp.

1) Tiết diện dây dẫn được chọn sao cho có thể đáp ứng yêu cầu cung cấp điện đầy đủ với chất lượng đảm bảo đối với nhu cầu phát triển của phụ tải khu vực theo quy hoạch dài hạn tới 10 năm.

2) Tiết diện dây dẫn được chọn theo các điều kiện về: Mật độ dòng kinh tế và tổn thất điện áp cho phép.

3) Mật độ dòng kinh tế:

Xét với nhu cầu phụ tải của khu vực cho 10 năm tiếp theo tiết diện (S) dây dẫn được chọn theo mật độ dòng điện kinh tế ( $J_{kt}$ ).

$$S_{kt} = \frac{I_{lvbt}}{J_{kt}}$$

$I_{lvbt}$ : Dòng điện qua dây dẫn trong điều kiện làm việc bình thường.

$J_{kt}$  : Mật độ dòng điện kinh tế.

$I_{lvbt}$ : Dòng điện qua dây dẫn trong điều kiện làm việc bình thường.

$$I_{lvbt} = \frac{S_{dm}}{n \cdot \sqrt{3} \cdot U_{dm}}$$

$$\rightarrow S_{kt} = \frac{I_{lvbt}}{J_{kt}}$$

Căn cứ vào trị số  $S_{kt}$  tính được ta chọn tiết diện tiêu chuẩn gần nhất bé hơn.

Kiểm tra điều kiện làm việc

Tiết diện dây dẫn được chọn phải thỏa mãn các điều kiện kỹ thuật sau đây:

$$\Delta U_{bt} \leq \Delta U_{btcp}$$

$$\Delta U_{sc} \leq \Delta U_{sccp}$$

$$I_{cs} \leq I_{cp}$$

Trong đó:

$\Delta U_{bt}$ ,  $\Delta U_{sc}$  là tổn thất điện áp lúc đường dây vận hành bình thường và khi đường dây bị sự cố nặng nề nhất.

$\Delta U_{btcp}$ ,  $\Delta U_{sccp}$  là trị số tổn thất điện áp cho phép lúc đường dây vận hành bình thường và sự cố.

$$\text{Với } U \leq 35kV: \quad \Delta U_{btcp} = 5\% U_{dm}$$

$$\Delta U_{sccp} = 10\% U_{dm}$$

$I_{sc}$ ,  $I_{cp}$  là dòng điện sự cố lớn nhất qua dây dẫn và dòng điện phát nóng lâu dài cho phép.

Riêng với cáp ở mọi cấp điện áp cần thỏa mãn điều kiện ổn định nhiệt khi có dòng ngắn mạch.

$$F \geq \alpha \cdot I_{\infty} \cdot \sqrt{t_{qd}}$$

Trong đó:

$\alpha$  - là hệ số nhiệt (với nhôm  $\alpha=11$ , với đồng  $\alpha=6$ )

$t_{qd}$  - là thời gian quy đổi với ngắn mạch trung hạ áp cho phép lấy  $t_{qd}=t_c=(0,5 \div 1)s$  (thời gian cắt ngắn mạch).

#### **6.2.4. Tính toán kiểm tra lựa chọn MBA.**

1) Công suất MBA được tính toán lựa chọn sao cho có thể đáp ứng yêu cầu cung cấp điện đầy đủ với chất lượng đảm bảo với nhu cầu phát triển của phụ tải khu vực trong thời hạn 5 năm, có tính đến quy hoạch dài hạn tối thiểu là 10 năm, đồng thời có thể đảm bảo công suất sử dụng không dưới 30% vào năm thứ nhất và không dưới 60% vào năm thứ ba để tránh non tải lâu dài cho MBA.

2) Dựa trên số liệu tính toán từ phụ tải, dự báo phụ tải.

3) Công suất tính toán của MBA:

$$S_{tt} = P_{max} / \cos\varphi \text{ (kVA)}$$

+  $P_{max}$  là tổng nhu cầu công suất cực đại:

+  $\cos\varphi$  là Hệ số công suất MBA

4) Gam công suất MBA 3 pha: 50; 75; 100; 160; 180; 250; 320; 400; 560; 630; 750; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500 và 3200 kVA.

5) Gam công suất MBA 1 Pha: 15; 25; 37,5; 50; 75; 100 kVA.

6) Khu vực cấp riêng cho khách hàng: Sử dụng các MBA công suất lớn theo quy cách của Nhà sản xuất.

#### **6.2.5. Tính toán kiểm tra lựa chọn thiết bị đóng cắt bảo vệ.**

a. Tính toán lựa chọn thiết bị cho lưới hạ áp.

1) Lựa chọn cầu dao hạ áp: Cầu dao hạ áp được lựa chọn theo 2 điều kiện sau:

$$U_{dmCD} \geq U_{dmLD}$$

$$I_{dmCD} \geq I_{tt}$$

Trong đó:

$U_{dmCD}$  - là điện áp định mức của cầu dao (theo nhà chế tạo)

$U_{dmLD}$  - là điện áp định mức của lưới điện hạ áp, có trị số 220V- điện áp pha; 380V-điện áp dây.

$I_{dmCD}$  - là dòng điện định mức của cầu dao (theo nhà chế tạo)

$I_{tt}$  - là dòng điện tính toán theo phụ tải.

2) Lựa chọn aptomat: Aptomat là thiết bị đóng cắt điện hạ áp. Người ta chế tạo các loại aptomat 1 pha hoặc 3 pha với các cấp điện áp khác nhau. Aptomat được chọn theo 3 điều kiện sau:

$$U_{dmA} \geq U_{dmLD}$$

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

$$I_{cdmA} \geq I_N$$

b. Tính toán lựa chọn thiết bị cho lưới trung áp.

1) Lựa chọn máy cắt.

- Nhiệm vụ của máy cắt là thao tác đóng cắt mạch điện và cắt ngắn mạch để bảo vệ các thiết bị điện khác khỏi hư hỏng do ngắn mạch.

Các điều kiện chọn và kiểm tra máy cắt

Các điều kiện chọn và kiểm tra	Điều kiện
Điện áp định mức (kV)	$U_{dmMC} \geq U_{dmLD}$
Dòng điện định mức (A)	$I_{dmMC} \geq I_{cb}$
Dòng cắt định mức (kA)	$I_{Cdm} \geq I^*N$
Công suất cắt định mức (MVA)	$S_{Cdm} \geq S^*N$
Dòng điện ổn định động (kA)	$I_{odd} \geq i_{xk}$
Dòng điện ổn định nhiệt (kA)	$I_{odnh} \geq I_{\infty} \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{nh.dm}}}$

- Máy cắt phụ tải bao gồm dao cắt phụ tải dùng kết hợp với cầu chì, trong đó dao cắt phụ tải dùng để đóng cắt phụ tải, còn cầu chì dùng để cắt dòng ngắn mạch.

Các điều kiện chọn và kiểm tra máy cắt phụ tải

Các điều kiện chọn và kiểm tra	Điều kiện
Điện áp định mức (kV)	$U_{dmMC} \geq U_{dmLD}$
Dòng điện định mức (A)	$I_{dmMC} \geq I_{cb}$
Dòng ổn định động (kA)	$I_{odd} \geq i_{xk}$
Dòng ổn định nhiệt (kA)	$I_{odnh} \geq I_{\infty} \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{nh.dm}}}$
Dòng điện định mức của cầu chì (A)	$I_{dmCC} \geq I_{cb}$
Dòng cắt định mức của cầu chì (kA)	$I_{Cdm} \geq I''$
Công suất cắt định mức của cầu chì	$S_{Cdm} \geq S''$

Trong đó:

$U_{dmLD}$  - Là điện áp định mức của lưới điện (kV)

$I_{cb}$  - Là dòng điện cường bức đi qua máy cắt (A)

$I_{\infty}, I''$  - Là dòng ngắn mạch vô cùng và siêu quá độ, trong tính toán ngắn mạch lưới cung cấp điện, coi ngắn mạch là xa nguồn, các trị số này bằng nhau và bằng với ngắn mạch chu kỳ.

$i_{xk}$  - Là dòng ngắn mạch xung kích, là trị số tức thời lớn nhất của dòng ngắn mạch:

$$I_{xk} = 1,8 \cdot \sqrt{2} I_N, (kA)$$

$S''$  - Công suất ngắn mạch

$$S'' = \sqrt{3} U_{tb} I'', (kA)$$

$t_{nh.dm}$  - Thời gian ổn định nhiệt định mức.

$t_{qd}$  - Thời gian quy đổi. Trong tính toán thực tế lưới trung áp, người ta cho phép lấy  $t_{qd}$  bằng thời gian tồn tại ngắn mạch, có nghĩa là bằng thời gian cắt ngắn mạch.

$$I_{cdm} = I_{nh.dm} \geq I_{\infty} \sqrt{\frac{t_c}{t_{nh.dm}}}, (kA)$$

Các thiết bị có  $I_{dm} \geq 1000$  (A) không cần kiểm tra ổn định nhiệt.

2) Lựa chọn dao cách ly, cầu chì cao áp.

Trong lưới cao áp cầu chì thường được dùng trong các vị trí sau:

- Bảo vệ máy biến áp
- Kết hợp với dao cắt phụ tải thành bộ máy cắt phụ tải trung áp để bảo vệ các đường dây.
- Đặt tại phía cao áp để bảo vệ ngắn mạch cho MBA.
- Trong lưới điện trung áp dao cách ly thường được dùng kết hợp chứ không dùng riêng rẽ.

Các điều kiện chọn và kiểm tra dao cách ly

Các điều kiện chọn và kiểm tra	Điều kiện
Điện áp định mức (kV)	$U_{dmDCL} \geq U_{dmLD}$
Dòng điện định mức (A)	$I_{dmDCL} \geq I_{cb}$
Dòng ổn định động (kA)	$I_{d.dm} \geq i_{xk}$
Dòng ổn định nhiệt (kA)	$I_{odnh} \geq I_{\infty} \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{nh.dm}}}$

Các điều kiện chọn và kiểm tra cầu chì

Các điều kiện chọn và kiểm tra	Điều kiện
Điện áp định mức (kV)	$U_{dmCC} \geq U_{dmLD}$
Dòng điện định mức (A)	$I_{dmDCL} \geq I_{cb}$
Dòng cắt định mức của cầu chì (kA)	$I_{dm} \geq I''$
Công suất cắt định mức của cầu chì	$S_{Cdm} \geq S''$

#### 6.2.6. Tính toán kiểm tra tiếp địa.

1) Nối đất bằng cọc, tia hoặc cọc tia hỗn hợp.

2) Nối đất an toàn, nối đất làm việc và nối đất chống sét phải được đấu nối vào lưới nối đất bằng dây nhánh riêng.

3) Lưới nối đất của trạm bao gồm dây nối và bộ tiếp đất, trong đó:

+ Dây nối vào bộ tiếp đất là dây thép tròn, thép dẹt được mạ kẽm nhúng nóng với chiều dày lớp mạ không nhỏ hơn 80 $\mu$ m hoặc mạ đồng, hoặc dây đồng mềm hoặc dây nhôm.

+ Bộ tiếp đất của trạm có kết cấu dạng cọc bằng thép, chiều dài mỗi cọc khoảng từ 2m đến 3m được mạ kẽm nhúng nóng hoặc cọc tia hỗn hợp (tia bằng thép như dây nối đất).

+ Tiết diện tối thiểu của cọc và dây tiếp đất được quy định như sau:

Loại vật liệu	Trong nhà	Ngoài trời	Trong đất
Thép tròn cho dây nối (mm)	6	6	8
Thép tròn cho cọc (mm)	16	16	16
Thép dẹt: - Tiết diện (mm <sup>2</sup> )	24	48	48
- Độ dày tối thiểu (mm)	3	4	4
Thép góc có độ dày tối thiểu (mm)	3	4	4
Dây đồng, đường kính (mm)	4	4	6
Dây nhôm, đường kính (mm)	10	10	cắm

4) Chỗ nối dây tiếp đất với cọc tiếp đất phải được hàn chắc chắn. Dây tiếp đất bắt vào vỏ thiết bị, vào kết cấu công trình hoặc nối giữa các dây tiếp đất với nhau có thể bắt bằng bu lông hoặc hàn. Cắm nối bằng cách vặn xoắn.

5) Quy định điện trở nối đất phần lưới hạ áp.

- Đối với các đường dây hạ áp đi độc lập:

+ Điện trở nối đất không được lớn hơn  $50\Omega$  đối với các đường dây đi qua khu vực có nhiều nhà cao tầng, cây cối cao che chắn, khó có thể bị sét đánh trực tiếp.

+ Điện trở nối đất không được lớn hơn  $30\Omega$  đối với các đường dây đi qua khu vực trống trải không có nhà cửa, công trình, cây cối che chắn, đường dây dễ bị sét đánh trực tiếp.

- Đối với đường dây hạ áp đi chung với đường dây trung áp thì trị số điện trở nối đất phải đảm bảo cả 2 yêu cầu qui định cho đường dây hạ áp và đường dây trung áp đi phía trên.

- Hộp công tơ bằng kim loại cách điện đơn phải nối đất vỏ hộp với trị số điện trở nối đất không được lớn hơn  $50\Omega$ . Trong trường hợp sử dụng hộp công tơ composit hoặc hộp kim loại có cách điện kép thì không cần phải nối đất vỏ hộp.

6) Quy định điện trở nối đất phần lưới trung áp.

- Trị số điện trở nối đất tại các vị trí cột có lắp đặt thiết bị như MBA đo lường, dao cách ly, cầu chì, máy cắt, recloser hoặc thiết bị khác và các vị trí cột không lắp thiết bị đi qua các khu vực đông dân cư phải đảm bảo không lớn hơn trị số nêu trong bảng dưới đây:

Điện trở suất của đất ( $\rho, \Omega.m$ )	Điện trở nối đất ( $\Omega$ )
Đến 100	Đến 10
Trên 100 đến 500	15
Trên 500 đến 1000	20
Trên 1000 đến 5000	30
Trên 5000	$6.10^{-3}\rho/m$ nhưng không quá $50 \Omega$

- Trị số điện trở nối đất tại các vị trí cột không lắp thiết bị đi qua các khu vực ít dân cư được quy định như sau:

+ Không quá  $30\Omega$  khi điện trở suất của đất đến  $100\Omega.m$ .

+ Không quá  $0,3\rho/m$  ( $\Omega$ ) khi điện trở suất của đất lớn hơn  $100\Omega.m$  nhưng không quá  $50\Omega$ .

- Đối với ĐDK có dây chống sét và cột có chiều cao trên 40m, điện trở nối đất phải chọn bằng một nửa trị số nêu trong bảng trên và được đo khi dây chống sét được tháo ra.

7) Tính toán điện trở nối đất:

1. Tính điện trở nối đất của một cọc:

$$R_{lc} = \frac{\rho \cdot k_m}{2\pi l} \cdot \left( \ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right), \Omega \quad (1)$$

Trong đó:

$\rho$  - là điện trở suất của đất.

$k_m$  - hệ số mùa.

$d$  - là đường kính của cọc tiếp địa

$l$  - là chiều dài của cọc tiếp địa

$t = h + l/2$  - là độ chôn sâu của cọc, tính từ mặt đất tới điểm giữa của cọc,  $h$  là chiều sâu từ mặt đất tới cọc

2. Xác định sơ bộ số cọc:

$$n = \frac{R_{lc}}{\eta_c \cdot R_{yc}}$$

Trong đó:

$\eta_c$  - là hệ số sử dụng cọc.

$R_{yc}$  - là điện trở nối đất yêu cầu ( $R_{yc} = 4\Omega$ )

3. Xác định điện trở thanh nối đất:

$$R_t = \frac{\rho \cdot k_m}{2 \cdot \pi l} \cdot \ln \left( \frac{K \cdot l^2}{b \cdot h} \right) \quad (2)$$

Trong đó:

$\rho$  - là điện trở suất của đất

$k_m$  - hệ số mùa

$K$  - hệ số phụ thuộc hình dạng thanh tiếp địa

$l$  - chiều dài thanh tiếp địa

$h$  - độ chôn sâu của thanh

$b$  - đường kính thanh

4. Xác định điện trở lưới nối đất:

Với một hệ thống nối đất gồm  $n$  cọc chôn dọc theo một thanh ngang thì điện trở tản của các hệ thống nối đất xác định theo biểu thức sau:

$$R_{ht} = \frac{1}{m} \cdot \frac{R_{lc} R_t}{\eta_t R_{lc} + n \eta_c R_t} \quad (3)$$

Trong đó:

$m$  - số hệ thống ghép song song

$n$  - số cọc tiếp địa



$\eta_c$  - hệ số sử dụng của cọc  $\eta_c = f(n, \frac{a}{l})$

$\eta_t$  - hệ số sử dụng của thanh  $\eta_t = f(n, \frac{a}{l})$

### **6.3. Tính toán kiểm tra kết cấu cơ lý đường dây.**

#### **6.3.1. Các căn cứ tính toán kiểm tra.**

- Quy phạm trang bị điện 11TCN-19-2006 Phần 2: Hệ thống đường dẫn điện.
- Tiêu chuẩn Tải trọng và tác động TCVN 2737-1995.
- Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng QCVN 02:2009/BXD.

#### **6.3.2. Các thông số đầu vào.**

- Bình đồ tuyến ĐDK, các cắt dọc cắt ngang tuyến ĐDK
- Thông số về điều kiện khí hậu, địa hình khu vực tuyến đường dây đi qua.
- Xác định thông số về nhiệt độ ở chế độ lạnh nhất, chế độ bão và chế độ trung bình năm (theo Thông tư 29/2009/TT-BXD ban hành Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong quốc gia)
- Xác định vùng gió tính toán, áp lực gió, loại địa hình (theo Tiêu chuẩn tác động và tải trọng của TCVN 2737-1995)
- Bảng phân loại vùng áp lực gió theo từng khu vực (TCVN 2737-1995)

Vùng gió	IB	IA	IIB	IIA	IIIA	IIIB	IVB	VB
$q_0$ [daN/m <sup>2</sup> ]	65	55	95	83	110	125	155	185

- Xác định thời gian sử dụng công trình điện dưới 35kV để tính toán là: 15 năm

#### **6.3.3. Các chế độ làm việc của đường dây trên không.**

Bài toán cơ lý đường dây để tính toán thiết kế đường dây, nhằm xác định ứng suất nguy hiểm xuất hiện ở dây dẫn, trong từng điều kiện khí hậu cụ thể. Kết quả tính toán làm cơ sở để xác định độ võng dây tương ứng và lực tác dụng lên các phần tử của đường dây.

Kết quả của bài toán là có thể biểu diễn dưới dạng biểu đồ ứng suất - độ võng hoặc bảng ứng suất - độ võng

##### Các chế độ tính toán:

a) Chế độ bình thường: là chế độ làm việc khi dây dẫn (hoặc dây chống sét) không bị đứt.

- Nhiệt độ không khí cao nhất  $T_{max}$ , áp lực gió  $q=0$

- Nhiệt độ không khí thấp nhất  $T_{\min}$ , áp lực gió  $q=0$
- Nhiệt độ không khí trung bình năm  $T_{tb}$ , áp lực gió  $q=0$
- Áp lực gió lớn nhất  $q_{\max}$ , nhiệt độ không khí  $T=25^{\circ}\text{C}$

b) Chế độ sự cố: Là chế độ làm việc khi dẫn dẫn bị đứt (hoặc đứt dây chống sét - dây dẫn không đứt).

- Nhiệt độ không khí thấp nhất  $T_{\min}$ , áp lực gió  $q=0$
- Nhiệt độ không khí trung bình năm  $T_{tb}$ , áp lực gió  $q=0$
- Áp lực gió lớn nhất  $q_{\max}$ , nhiệt độ không khí  $T=25^{\circ}\text{C}$

c) Chế độ lắp ráp - Đối với ĐDK có cấp điện áp lớn hơn 1kV:

- Nhiệt độ không khí  $t = 15^{\circ}\text{C}$ , áp lực gió  $q=6,25\text{daN/m}^2$

d) Chế độ quá điện áp khí quyển - Đối với ĐDK có cấp điện áp lớn hơn 1kV:

- Nhiệt độ không khí  $t = 20^{\circ}\text{C}$ , áp lực gió  $q=0,1q_{\max}$  nhưng không nhỏ hơn  $6,25\text{daN/m}^2$

#### **6.3.4. Tính toán tải trọng cơ học tác động lên dây dẫn.**

Có hai tải trọng tác động lên dây dẫn là:

- Tải trọng do trọng lượng dây dẫn gây ra;
- Tải trọng do áp lực gió tác động lên dây dẫn gây ra.

a) Tải trọng cơ học do trọng lượng dây.

Trong tính toán thường dùng khái niệm tỷ tải. Tỷ tải là phụ tải cơ giới tác dụng lên 1m dây có tiết diện  $1\text{mm}^2$

$$g = \frac{P}{F}$$

Trong đó:

g- tỷ tải do trọng lượng dây tác dụng lên dây dẫn ( $\text{daN/m.mm}^2$ )

P- trọng lượng của 1m dây dẫn ( $\text{daN/m}$ )

F- tiết diện dây ( $\text{mm}^2$ )

b) Tải trọng do gió.

Áp lực gió tác động lên 1m dây dẫn xác định như sau:

$$\begin{aligned} P_v &= \alpha C_x \frac{V^2}{16} F_v \sin \varphi (\text{kG/m}) \\ &= \alpha C_x \cdot q_v \cdot d \cdot \sin \varphi \cdot 10^{-3} (\text{kG/m}) \\ &= 0,981 \cdot \alpha C_x \cdot q_v \cdot d \cdot \sin \varphi \cdot 10^{-3} (\text{daN/m}) \end{aligned}$$

Nếu góc tác động của gió vào đường dây  $\varphi=90^0$  thì áp lực gió tác động lên 1m dây dẫn được xác định như sau:

$$\begin{aligned} P_v &= \alpha C_x \frac{V^2}{16} F_v (kG/m) \\ &= \alpha C_x .q.d.10^{-3} (kG/m) \\ &= 0,981.\alpha C_x .q.d.10^{-3} (daN/m) \end{aligned}$$

Trong đó:

- v (m/s) : tốc độ gió
- $C_x$ : hệ số khí động học của dây dẫn, phụ thuộc vào đường kính dây
- Với  $d < 20\text{mm}$ :  $C_x = 1,2$ ;
- Với  $d \geq 20\text{mm}$ :  $C_x = 1,1$ ;
- $\alpha$  :Hệ số tính đến sự không bằng nhau của áp lực gió trong khoảng cột

Bảng 6.1: Hệ số  $\alpha$

q (daN/m <sup>2</sup> )	≤27	40	50	60	70	>76
$\alpha$	1	0,85	0,77	0,73	0,71	0,7

Các giá trị trung gian tính theo nội suy.

- $F_v=1.d.10^{-3}$  là diện tích chắn gió của 1m dây.
- d (mm): đường kính dây.
- $q_v(\text{daN/m}^2)$ : áp suất gió tính cho độ cao dưới 15m. Áp lực gió phụ thuộc vào vùng khí hậu, độ cao treo dây, loại địa hình và tuổi thọ của công trình:

$$q_v = q_0 \cdot \gamma_{sd} \cdot k$$

Trong đó:

- +  $q_0$  (daN/m<sup>2</sup>): áp lực gió tiêu chuẩn (tra trong TCVN 2737-1995)

Bảng 6.2: Áp lực gió tiêu chuẩn

Vùng áp lực gió	I	II	III	IV	V
$q_0(\text{daN/m}^2)$	65	95	125	155	185

- +  $\gamma_{sd}$ : hệ số điều chỉnh tải trọng gió với thời gian sử dụng giả định của công trình

Bảng 6.3: Hệ số điều chỉnh tải trọng gió với thời gian sử dụng giả định của công trình khác nhau

Thời gian sử dụng giả định, năm	5	10	20	30	40	50
$\gamma_{sd}$	0,61	0,72	0,83	0,91	0,96	1

+ k: hệ số theo độ cao của công trình, phụ thuộc vào dạng địa hình đường dây đi qua.

Địa hình dạng A: Địa hình trống trải, không có hoặc có rất ít vật cản cao không quá 1,5m (bờ biển thoáng, mặt sông, hồ lớn, đồng muối, cánh đồng không có cây cao...)

Địa hình dạng B: Địa hình tương đối trống trải, có một số vật cản thưa thớt cao không quá 10m (vùng ngoại ô ít nhà, thị trấn, làng mạc, rừng thưa hoặc rừng non, vùng trồng cây thưa...)

Địa hình dạng C: Địa hình bị che chắn mạnh, có nhiều vật cản sát nhau cao từ 10m trở lên (trong thành phố, vùng rừng rậm...)

Bảng 6.4: Hệ số k kể đến sự thay đổi áp lực gió theo độ cao và dạng địa hình

Độ cao (m)	Địa hình			Độ cao (m)	Địa hình		
	A	B	C		A	B	C
5	1,07	0,88	0,54	80	1,57	1,45	1,18
10	1,18	1	0,66	100	1,62	1,51	1,25
15	1,24	1,08	0,74	150	1,72	1,63	1,4
20	1,29	1,13	0,8	200	1,79	1,71	1,52
30	1,37	1,22	0,89	250	1,84	1,78	1,62
40	1,43	1,28	0,97	300	1,84	1,84	1,7
50	1,47	1,34	1,03	350	1,84	1,84	1,78
60	1,51	1,38	1,08	$\geq 400$	1,84	1,84	1,84

Tỷ tải do gió:  $g_v = \frac{P_v}{F}$

c) Tỷ tải tổng hợp:  $\vec{g}_T = \vec{g} + \vec{g}_v$ ;  $g_T = \sqrt{g^2 + g_v^2}$

Góc giữa tải trọng tổng hợp và mặt thẳng đứng:  $tg \varphi = \frac{P_v}{P} = \frac{g_v}{g}$

Bảng 6.5: Tổng hợp tải trọng ở các trạng thái đặc trưng

Trạng thái	Nhiệt độ	Tỷ tải do trọng lượng	Tỷ tải do gió	Tỷ tải tổng hợp	Ứng suất	Ứng suất cho phép
	$^{\circ}\text{C}$	$\text{daN/m.mm}^2$	$\text{daN/m.mm}^2$	$\text{daN/m.mm}^2$	$\text{daN/mm}^2$	$\text{daN/mm}^2$
1- Nhiệt độ thấp nhất	$T_{\min}$	$g$	-	$g_{T\min}=g$	$\sigma_{T\min}$	$\sigma_{CP}$
2 - Bão	$T_B$	$g$	$g_{gB} = g_g$	$g_B = \sqrt{g^2 + g_g^2}$	$\sigma_B$	$\sigma_{CP}$
3 - Nhiệt độ trung bình năm	$T_{tb}$	$g$	-	$g_{tb} = g$	$\sigma_{TB}$	$\sigma_{CPtb}$
4 - Nóng nhất	$T_{\max}$	$g$	-	$g_{T\max} = g$	$\sigma_{Max}$	-
5 - Quá điện khí quyển	$T_q$	$g$	$g_{gq} = g_g$	$g_T = \sqrt{g^2 + g_g^2}$	$\sigma_q$	-

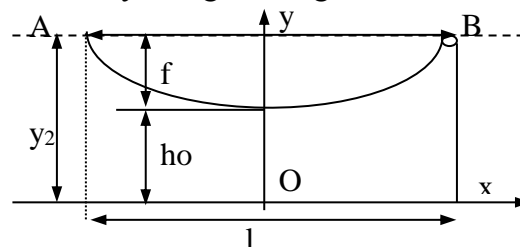
### 6.3.5. Tính toán sức kéo và độ võng căng dây.

Phương trình đường cong dây dẫn được treo tự do trên 2 điểm có cùng độ cao có dạng dây xích như sau:

$$\begin{cases} y = h_0 \cosh \frac{x}{h_0} \\ L = 2h_0 \sinh \frac{x}{h_0} \end{cases}$$

Trong đó:  $h_0$  - khoảng cách từ điểm thấp nhất của dây tới trục  $x$

$L$  - Chiều dài dây trong khoảng cột.



Hình 6.1: Biểu diễn đường cong căng dây trên 2 điểm A-B

Khai triển công thức trên ta được :

$$y = \frac{\sigma_0}{g} + \frac{x^2}{2!} \frac{g}{\sigma_0} + \frac{x^4}{4!} \frac{g^3}{\sigma_0^3} + \dots$$

thay  $x=l/2$  có :

$$y = \frac{\sigma_0}{g} + \frac{l^2 g}{8\sigma_0} + \frac{l^4 g^3}{4! 16\sigma_0^3} + \dots$$

Độ võng lớn nhất dây dẫn là:

$$f = \frac{l^2 g}{8 \sigma_0} + \frac{l^4 g^3}{4! 16\sigma_0^3} + \dots$$

Độ dài dây dẫn trong khoảng cột là:

$$L = l + \frac{l^3 g^2}{3! 4\sigma_0^2} + \frac{l^5 g^4}{5! 16\sigma_0^4} \dots$$

Trong các công thức trên:

+ L: chiều dài thực tế của dây dẫn

+ f : độ võng (khoảng cách theo phương thẳng đứng từ điểm thấp nhất của dây dẫn đến điểm treo cao của dây).

+ $\sigma_0$ : ứng suất tại điểm thấp nhất của dây dẫn, có thứ nguyên là  $\text{kG/mm}^2$  hay  $\text{daN/mm}^2$ .

Trong tính toán gần đúng, với những khoảng cột nhỏ (<400m) thì lấy số hạng thứ nhất ta có:

$$\begin{cases} f = \frac{l^2 g}{8 \sigma_0} \\ L = l + \frac{l^3 g^2}{24 \sigma_0^2} = l + \frac{8f}{3l} \end{cases}$$

Khoảng cách từ điểm thấp nhất của dây đến trục x:  $h_0 = \frac{\sigma_0}{g_3}$

$h_0$  chính là tỉ số giữa ứng suất tại điểm thấp nhất và tỉ tải tổng hợp.

$$+ \text{Lực căng tại điểm treo dây : } T_A = \sqrt{T_0^2 + \left(g_T F \frac{l}{2}\right)^2}$$

Với  $T_0$ : Lực căng dây tại điểm thấp nhất.

### **6.3.6. Tính toán kiểm tra trạng thái của dây dẫn.**

Khi treo dây dẫn lên hai cột có khoảng cột l, với độ võng ban đầu là f khi nhiệt độ môi trường là T thì trong dây xảy ra ứng suất  $\sigma_{bd}$  ban đầu (ngay lúc treo dây) (đây là ứng suất ở điểm thấp nhất). Sau đó nhiệt độ thay đổi, tốc độ gió thay đổi ứng suất  $\sigma$  sẽ thay đổi theo và cùng với nó là độ võng f và L (độ dài khoảng cột) cũng sẽ thay đổi theo.

Với nhiệt độ khác nhau, tải trọng cơ học khác nhau thì ứng lực trong dây và độ võng cũng thay đổi.

Phương trình trạng thái của dây dẫn:

$$\sigma - \frac{g_T^2 \cdot E \cdot l^2}{24 \cdot \sigma^2} = \sigma_0 - \frac{g_{T0}^2 \cdot E \cdot l^2}{24 \cdot \sigma_0^2} - \alpha \cdot E \cdot (T - T_0)$$

Trong đó:

- $\sigma$  (daN/mm<sup>2</sup>): ứng suất dây dẫn
- $g$  (daN/m.mm<sup>2</sup>): tỉ tải
- $E$  (daN/mm<sup>2</sup>): mô đun đàn hồi của vật liệu làm dây dẫn.
- $\alpha$  ( /<sup>0</sup>C): Hệ số giãn dài nhiệt của vật liệu làm dây dẫn.
- $T$  (°C): Nhiệt độ dây dẫn.
- $l$  (m) : Chiều dài khoảng cột.

Giải phương trình trạng thái:

$$A = \sigma_0 - \frac{g_{T0}^2 \cdot E \cdot l^2}{24 \cdot \sigma_0^2} - \alpha \cdot E \cdot (T - T_0)$$

$$B = \frac{g_T^2 \cdot E \cdot l^2}{24 \cdot \sigma^2}$$

Ta có phương trình bậc 3:  $\sigma^3 - A \cdot \sigma^2 - B = 0$

Phương trình này được giải bằng phương pháp gần đúng để tìm  $\sigma$

Tuy nhiên ngày nay có thể dùng máy tính để giải phương trình bằng thuật toán Newton như sau: Ứng suất ở bước tính thứ k+1 tính theo bước tính của bước tính thứ k:

$$\sigma_{k+1} = \sigma_k - \frac{f(\sigma_k)}{f'(\sigma_k)}$$

Trong đó:  $f(\sigma_k) = \sigma_k^3 - A \cdot \sigma_k^2 - B$  và  $f'(\sigma_k) = 3\sigma_k^2 - 2A \cdot \sigma_k$

Thay vào trên ta được:

$$\sigma_{k+1} = \sigma_k - \frac{\sigma_k^3 - A \cdot \sigma_k^2 - B}{3\sigma_k^2 - 2A \cdot \sigma_k} = \frac{\sigma_k^2 (2 \cdot \sigma_k - A) + B}{\sigma_k (3 \cdot \sigma_k - 2A)}$$

Điều kiện dừng tính là :  $|\sigma_{k+1}| - |\sigma_k| \leq \varepsilon$  với  $\varepsilon$ : sai số cho phép

Nhận xét:

Từ phương trình trạng thái của dây dẫn ta thấy rằng, để xác định ứng suất dây dẫn trong trạng thái nào đó, cần xuất phát từ một trạng thái đầu xác định. Trong đó tỷ tải  $g_{T0}$ , nhiệt độ  $T_0$ , và ứng suất  $\sigma_0$  đã biết, trạng thái này gọi là trạng thái ban đầu hay

trạng thái xuất phát. Từ trạng thái xuất phát, nhờ phương trình trạng thái ta tính được ứng suất của các trạng thái khác khi biết tỷ tải và nhiệt độ của chúng.

Để dây dẫn có thể làm việc được thì ứng suất  $\sigma$  trong dây dẫn trong mọi trạng thái phải nhỏ hơn ứng suất cho phép  $\sigma_{CP}$  của dây trong trạng thái đó. Nếu biết được trạng thái có ứng suất vận hành lớn nhất, lấy trạng thái này làm trạng thái xuất phát với  $\sigma = \sigma_{CP}$  thì ứng suất tính được của tất cả các trạng thái khác sẽ thỏa mãn điều kiện nhỏ hơn ứng suất cho phép.

Đường dây không khí vận hành phải đảm bảo ứng suất cho phép trong 3 trạng thái ứng suất:

- 1- Trạng thái nhiệt độ thấp nhất
- 2- Trạng thái bão
- 3- Trạng thái nhiệt độ trung bình.

Trong 3 trạng thái trên, trạng thái 1 và 2 là hai trạng thái có thể xảy ra ứng suất lớn nhất, trạng thái 3 có ứng suất không lớn như hai trạng thái trên nhưng vì trạng thái này diễn ra lâu dài và có ứng suất cho phép thấp hơn nên cũng có nguy cơ vượt ứng suất cho phép như hai trạng thái trên. Vì vậy cần phải lấy một trong các trạng thái này làm trạng thái xuất phát.

Khi thay đổi tải trọng, nhiệt độ thì ảnh hưởng của nó đến những thông số cho trước về điều kiện khí hậu lớn hơn hoặc nhỏ hơn phụ thuộc vào chiều dài khoảng cột. Với khoảng cột nhỏ, ứng suất trong dây dẫn bị ảnh hưởng mạnh bởi nhiệt độ, còn khoảng cột lớn ứng suất trong dây dẫn sẽ bị ảnh hưởng mạnh bởi tải trọng ngoài.

Ứng suất cho phép lớn nhất của dây dẫn hoặc dây chống sét theo các điều kiện trên được thể hiện trong Bảng 7.3.

Bảng 6.6: Ứng suất cho phép của dây dẫn và dây chống sét

Tiết diện của dây dẫn và dây chống sét	Ứng suất cho phép tính theo % ứng suất đứt của dây dẫn và dây chống sét	
	Khi tải trọng ngoài lớn nhất và nhiệt độ thấp nhất	Khi nhiệt độ trung bình năm
Dây nhôm và hợp kim nhôm, dây bọc lõi nhôm	50	30
Dây dẫn và dây chống sét bằng thép mọi tiết diện	50	35
Dây hợp kim nhôm mm <sup>2</sup> :		
+ 16-95	40	25
+ >120	45	



### 6.3.7. Tính toán kiểm tra khoảng cột tới hạn.

Là khoảng cột mà trong đó ảnh hưởng của nhiệt độ, tải trọng lên ứng suất dây dẫn gây ra nguy hiểm được gọi là khoảng cột tới hạn ( $l_k$ )

Theo ứng suất giới hạn thì dây dẫn ở 3 chế độ làm việc, do vậy tồn tại 3 khoảng cột tới hạn:

-  $l_{1k}$ : Khoảng cột tới hạn giữa trạng thái nhiệt độ trung bình và trạng thái nhiệt độ thấp nhất

-  $l_{2k}$ : Khoảng cột tới hạn giữa trạng thái nhiệt độ lạnh nhất và trạng thái bão.

-  $l_{3k}$ : Khoảng cột tới hạn giữa trạng thái nhiệt độ trung bình và trạng thái bão.

#### \* Khoảng cột tới hạn $l_{1k}$

- Là khoảng cột với độ dài mà theo đó ứng suất dây dẫn ở chế độ nhiệt độ trung bình hằng năm ( $t_{tb}$ ) bằng ứng suất cho phép ở nhiệt độ trung bình hằng năm ( $\sigma_{CPtb}$ ), còn ở chế độ nhiệt độ thấp nhất ( $t_{min}$ ) bằng ứng suất cho phép ở nhiệt độ thấp nhất ( $\sigma_{CP}$ )

$$l_{1K} = \frac{\sigma_{CP}}{g} \sqrt{\frac{\alpha \cdot E \cdot (T_{tb} - T_{min}) - (\sigma_{CP} - \sigma_{CPtb})}{\frac{E}{24} \left[ \left( \frac{\sigma_{CP}}{\sigma_{CPtb}} \right)^2 - 1 \right]}}$$

#### \* Khoảng cột tới hạn $l_{2k}$

- Là khoảng cột với độ dài mà theo đó ứng suất dây dẫn khi tải trọng lớn nhất ở nhiệt độ lúc tải trọng lớn nhất ( $t_{bão}$ ) bằng ứng suất cho phép tải trọng lớn nhất ( $\sigma_{CP}$ ), còn ở chế độ nhiệt độ thấp nhất ( $t_{min}$ ) bằng ứng suất cho phép ở nhiệt độ thấp nhất ( $\sigma_{CP}$ )

$$l_{2K} = \sigma_{CP} \sqrt{\frac{24 \cdot \alpha \cdot (T_B - T_{Min})}{g_B^2 - g_{T_{min}}^2}} = \frac{\sigma_{CP}}{g_B} \sqrt{24 \cdot \alpha \cdot (T_B - T_{Min})}$$

#### \* Khoảng cột tới hạn $l_{3k}$

- Là khoảng cột với độ dài mà theo đó ứng suất dây dẫn ở chế độ nhiệt độ trung bình hằng năm ( $t_{tb}$ ) bằng ứng suất cho phép ở nhiệt độ trung bình hằng năm ( $\sigma_{CPtb}$ ), còn ở chế độ tải trọng ngoài lớn nhất bằng ứng suất cho phép tải trọng ngoài lớn nhất ( $\sigma_{CP}$ )

$$l_{3K} = \sqrt{\frac{24 \cdot (\sigma_{CP} - \sigma_{CPtb})}{E \cdot \left( \frac{g_B^2}{\sigma_{CB}^2} - \frac{g^2}{\sigma_{CBtb}^2} \right)}}$$

Mục đích xác định khoảng cột tới hạn  $l_k$  để xem với 1 khoảng cột  $l$  nào đó, ứng suất lớn nhất sẽ xuất hiện khi nào.

Thực tế, việc xác định các chế độ trạng thái ban đầu đòi hỏi phải kết hợp so sánh xem mối quan hệ giữa khoảng cột thực tế với 3 khoảng cột tới hạn nêu trên cùng một lúc chứ không so sánh riêng lẻ trong từng khoảng cột tới hạn. Ta có bảng quan hệ giữa khoảng cột thực tế với 3 khoảng cột tới hạn để xác định chế độ ban đầu.

Các phương trình trạng thái:

- Nếu lấy trạng thái nhiệt độ thấp nhất làm cơ sở thì dùng công thức:

$$\sigma - \frac{g^2 \cdot E \cdot l^2}{24 \cdot \sigma^2} = \sigma_{CP} - \frac{g^2 \cdot E \cdot l^2}{24 \cdot \sigma_{CP}^2} - \alpha \cdot E \cdot (T_{\max} - T_{\min}) \quad (1)$$

- Nếu lấy trạng thái bão làm cơ sở thì dùng công thức:

$$\sigma - \frac{g^2 \cdot E \cdot l^2}{24 \cdot \sigma^2} = \sigma_{CP} - \frac{g_B^2 \cdot E \cdot l^2}{24 \cdot \sigma_{CP}^2} - \alpha \cdot E \cdot (T_{\max} - T_B) \quad (2)$$

- Nếu lấy trạng thái nhiệt độ trung bình năm làm cơ sở thì dùng công thức:

$$\sigma - \frac{g^2 \cdot E \cdot l^2}{24 \cdot \sigma^2} = \sigma_{CPtb} - \frac{g^2 \cdot E \cdot l^2}{24 \cdot \sigma_{CPtb}^2} - \alpha \cdot E \cdot (T_{\max} - T_{tb}) \quad (3)$$

Bảng 6.7: Khoảng cột tới hạn

Trường hợp	Khoảng cột so sánh	Điều kiện so sánh	Trạng thái xuất phát	Dùng công thức
$0 < l_{1K} < l_{2K} < l_{3K}$	$l_{1K}; l_{3K}$	Nếu $l_t < l_{1K}$	Lạnh nhất	(1)
		Nếu $l_{1K} < l_t < l_{3K}$	Nhiệt độ trung bình	(3)
		Nếu $l_t > l_{3K}$	Bão	(2)
$l_{1K} > l_{2K} > l_{3K}$	$l_{2K}$	Nếu $l_t < l_{2K}$	Lạnh nhất	(1)
		Nếu $l_t > l_{2K}$	Bão	(2)
$l_{1K} \leq 0 < l_{2K} < l_{3K}$	$l_{3K}$	Nếu $l_t < l_{3K}$	Nhiệt độ trung bình	(3)
		Nếu $l_t > l_{3K}$	Bão	(2)
$l_{3K} \leq 0 < l_{1K} < l_{2K}$ hoặc $l_{1K} < l_{2K} \ll l_{3K}$	$l_{1K}$	Nếu $l_t < l_{1K}$	Lạnh nhất	(1)
		Nếu $l_t > l_{1K}$	Nhiệt độ trung bình	(3)

Sau khi xác định được ứng suất của dây dẫn ứng với khoảng cột l trong điều kiện xuất phát nào đó, thì tính được độ võng trong từng khoảng cột, lực tác dụng lên cột, từ đó kiểm tra các khả năng chịu uốn, chịu xoắn của cột và kiểm tra tính ổn định, độ bền của móng.

### **6.3.8. Tính toán kiểm tra khoảng cách an toàn của các dây pha.**

Để tránh hiện tượng va chạm hoặc đến gần nhau quá giữa các dây dẫn và dây chống sét ở điểm giữa khoảng cột khi có gió bão, cần phải đảm bảo khoảng cách tối thiểu giữa các dây pha với nhau và với dây chống sét ở điểm định vị chúng trên cột.

#### Đường dây hạ thế:

- Đối với dây trần:

+ Khoảng cách giữa các dây trần không được nhỏ hơn 20cm khi khoảng cột tới 30m, và không nhỏ hơn 30cm khi khoảng cột lớn hơn 30m.

+ Khoảng cách ngang giữa các dây trần nối với nhau giữa các tầng xà trên cột không được nhỏ hơn 15cm.

+ Khoảng cách từ dây trần đến cột, xà hoặc bộ phận khác của cột không được nhỏ hơn 5cm.

- Đối với dây bọc:

Các khoảng cách nêu ở trên được nhân với hệ số 0,5.

#### Đối với ĐDK điện áp 35kV dùng cách điện treo:

+ Khoảng cách giữa các dây dẫn bố trí trong mặt phẳng ngang theo điều kiện làm việc của dây trong khoảng cột không được nhỏ hơn trị số xác định theo công thức sau:

$$D = \frac{U}{110} + 0,65\sqrt{f + \lambda}$$

Trong đó: D-khoảng cách pha (m); U-điện áp danh định (kV); f-độ võng tính toán lớn nhất (m);  $\lambda$ -chiều dài chuỗi cách điện (m).

+ Khi bố trí dây dẫn theo mặt phẳng thẳng đứng, thì khoảng cách đó xác định theo công thức:

$$D = \frac{U}{110} + 0,42\sqrt{f}$$

+ Khi dây bố trí không cùng trên một mặt phẳng:

$$D = \frac{U}{110} + 0,65\sqrt{f + \lambda} \text{ khi chênh lệch độ cao treo dây } h < \frac{U}{110}$$

$$D = \frac{U}{110} + 0,43\sqrt{f} \text{ khi chênh lệch độ cao treo dây } h \geq \frac{U}{110}$$

Đối với ĐDK điện áp 35kV dùng cách điện đứng và điện áp đến 22kV dùng loại cách điện bất kỳ:

Khoảng cách giữa các dây dẫn theo điều kiện làm việc của dây trong khoảng cột không được nhỏ hơn trị số xác định theo công thức sau:

$$D = \frac{U}{110} + 0,45\sqrt{f}$$

Trong đó: D-khoảng cách pha (m); U-điện áp danh định (kV); f-độ võng tính toán lớn nhất (m).

- Khoảng cách thẳng đứng giữa dây chống sét và dây dẫn ở giữa khoảng cột của đường dây không, áp dụng quy định tại mục II.5.64-Quy phạm trang bị điện Phần II: Hệ thống đường dẫn điện 11TCN-19-2006

- Trên cột nhiều mạch của ĐDK khoảng cách tại cột giữa các dây dẫn gần nhất của hai mạch liền kề cùng điện áp không được nhỏ hơn:

+ 2m đối với ĐDK dây trần điện áp đến 22kV với cách điện đứng, 1m đối với ĐDK dây bọc điện áp 22kV với cách điện đứng.

+ 2,5m đối với ĐDK điện áp 35kV với cách điện đứng và 3m với cách điện treo.

### **6.3.9. Tính toán kiểm tra khả năng chịu lực của cách điện và phụ kiện.**

Tải trọng cách điện lựa chọn phải đảm bảo các hệ số an toàn ( $K_{at}$ ) tương ứng với các chế độ làm việc theo điều II.5.52 của Quy phạm trang bị điện 11TCN-19-2006, cụ thể:

- Trong chế độ làm việc bình thường, tải trọng lớn nhất:  $K_{at} \geq 2,7$ ;
- Trong chế độ làm việc bình thường, chế độ nhiệt trung bình năm:  $K_{at} \geq 5$ ;
- Trong chế độ sự cố:  $K_{at} \geq 1,8$ ;

Tải trọng cách điện được lựa chọn như sau:

\* Chuỗi cách điện đỡ:

+ Đối với cách điện:

Chế độ nhiệt độ trung bình năm	$P_{CD} \geq 5(P_1 + G_s)$
Chế độ bình thường	$P_{CD} \geq 2,7\sqrt{(P_1 + G_s)^2 + (P_2)^2}$
Chế độ sự cố	$P_{CD} \geq 1,8\sqrt{\left(\frac{P_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{P_2}{2}\right)^2 + P_{3sc}^2}$

+ Đối với phụ kiện:

Chế độ tải trọng ngoài lớn nhất	$P_{CD} \geq 2,5\sqrt{(P_1 + G_s)^2 + (P_2)^2}$
---------------------------------	---

Chế độ sự cố	$P_{CD} \geq 1,7 \sqrt{\left(\frac{P_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{P_2}{2}\right)^2 + P_{3sc}^2}$
--------------	--

\* Chuỗi cách điện néo:

+ Đối với cách điện:

Chế độ nhiệt độ trung bình năm	$P_{CN} \geq 5 \sqrt{(P_{3TB})^2 + \left(\frac{P_1}{2} + G_s\right)^2}$
Chế độ tải trọng ngoài lớn nhất	$P_{CN} \geq 2,7 \sqrt{(P_{3max})^2 + \left(\frac{P_1}{2} + G_s\right)^2 + \left(\frac{P_2}{2}\right)^2}$

+ Đối với phụ kiện:

Chế độ tải trọng ngoài lớn nhất	$P_{CN} \geq 2,5 \sqrt{(P_{3max})^2 + \left(\frac{P_1}{2} + G_s\right)^2 + \left(\frac{P_2}{2}\right)^2}$
---------------------------------	---

Trong đó:

- $P_{CD}$  ;  $P_{CN}$ : Tải trọng phá hoại của sứ đỡ, sứ néo.
- $P_1$ : Lực dây thẳng đứng tác dụng lên chuỗi sứ.
- $G_s$  : Trọng lượng chuỗi sứ.
- $P_2$  : Lực dây theo phương ngang tác dụng lên chuỗi sứ.
- $P_{3sc}$  : Lực dọc theo dây ở chế độ sự cố tác dụng lên chuỗi sứ.
- $P_{3TB}$  : Lực dọc theo dây ở trạng thái tải trọng trung bình tác dụng lên chuỗi sứ.
- $P_{3max}$  : Lực dọc theo dây ở trạng thái tải trọng lớn nhất tác dụng lên chuỗi sứ.

## 6.4. Tính toán kiểm tra kết cấu xây dựng.

### 6.4.1. Tính toán kiểm tra tải trọng cơ học lên cột.

Tải trọng cơ học lớn nhất tác dụng lên cột phụ thuộc rất nhiều vào điều kiện khí hậu: gió, nhiệt độ, độ cao v.v..và xác định khó chính xác.

Tải trọng tác dụng lên cột gồm:

#### 1. Tải trọng gió lên cột:

- Gió tác dụng lên cột gồm 2 thành phần : gió tĩnh và gió động.

$$P = P_t + P_d$$

+ Thành phần tĩnh:

Thành phần tĩnh của tải trọng gió theo chiều cao được xác định theo công thức:

$$P_t = W_o \cdot K \cdot C \cdot \gamma \cdot \beta \cdot F$$

Với:

$W_0$  là giá trị của áp lực gió tính toán.

$K$  là hệ số tính đến sự thay đổi của áp lực gió.

$C$  là hệ số khí động:

$F$  là diện tích tải trọng gió tác động toán.

$\gamma$  là hệ số tin cậy của tải trọng gió.

$\beta$  là hệ số thời gian sử dụng.

+ Thành phần động:

Theo tiêu chuẩn TCVN 2737-1995 với công trình có tiết diện thay đổi theo chiều cao, tần số dao động riêng thứ nhất có thể xác định theo công thức: 
$$f_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g y_H}{\sum_{j=1}^n P_j y_j^2}}$$

hoặc theo phần mềm Sap 2000.

Trong đó:  $y_H, y_j$  là chuyển vị đỉnh và trọng tâm của đoạn thứ  $j$  của công trình.

$P_j$  là trọng lượng của phần công trình thứ  $j$ .

$n$  là số đoạn công trình.

$g$  là gia tốc trọng trường.

+ Khi  $f_1 > f_L$ , thành phần động của tải trọng gió chỉ cần kể đến tác dụng của xung vận tốc gió. Giá trị tiêu chuẩn thành phần động của áp lực gió  $W_{Fj}$  được tính theo công thức:

$$W_{Fj} = W_j \cdot \zeta_j \cdot v_1$$

Trong đó:

$W_j$  là thành phần tĩnh của áp lực gió tác dụng lên phần thứ  $j$  của công trình.

$\zeta_j$  là hệ số áp lực động ở độ cao ứng với phần thứ  $j$  của công trình;

$v_1$  là hệ số tương quan không gian ứng với dạng dao động thứ nhất của công trình.

+ Khi  $f_1 < f_L$  thành phần động của tải trọng gió phải kể đến tác dụng của xung vận tốc gió và lực quán tính của công trình. Khi đó, số dạng dao động đầu tiên cần tính toán (s) xác định theo biểu thức  $f_s < f_L < f_{s+1}$ ; Giá trị tiêu chuẩn thành phần động của tải trọng gió tác dụng lên phần thứ  $j$  của công trình ứng với dạng dao động thứ  $i$  ( $i=1-s$ ):

$$P_D^c = \sum \sqrt{W_{F1j}^2 + W_{F2j}^2 + \dots + W_{Fs_j}^2}$$

$$W_{Fij} = M_j \cdot \xi_i \cdot \psi_i \cdot y_{ij}$$

$M_j$ : khối lượng phần công trình thứ  $j$ .

$\xi_i$ : hệ số động lực ứng với dạng dao động thứ  $i$ ,

$y_{ij}$ : dịch chuyển phần công trình thứ  $j$  ứng với dao động riêng thứ  $i$ .

$\psi_i$  là hệ số được xác định bằng cách chia công trình thành  $n$  phần, trong phạm vi mỗi tầng có thể coi tải trọng gió là không đổi:

$$\psi_i = \frac{\sum y_{ij} \cdot W_{pi}}{\sum_{j=1}^n y_{ij}^2 \cdot M_j};$$

Với  $W_{Pj}$  : giá trị tiêu chuẩn thành phần động của tải trọng gió tác dụng lên phần thứ j của công trình, ứng với các dạng dao động khác nhau của công trình khi chỉ kể đến ảnh hưởng của xung vận tốc gió.

## 2. Tải trọng dây dẫn tác dụng lên cột:

*Tham khảo mục 6.3. Tính toán kiểm tra kết cấu cơ lý đường dây.*

## 3. Sơ đồ tính toán :

### *a. Cột đường dây hạ thế*

Cột đường dây hạ thế chỉ cần tính theo tải trọng cơ học ứng với chế độ làm việc bình thường của đường dây không (dây dẫn không bị đứt) trong hai trường hợp áp lực gió lớn nhất và nhiệt độ thấp nhất.

Trong tính toán chỉ tính các tải trọng chủ yếu sau đây:

- Cột đỡ: Tải trọng do gió tác động theo phương nằm ngang thẳng góc với tuyến dây dẫn và kết cấu cột.

- Cột néo thẳng: Tải trọng do gió tác động theo phương nằm ngang thẳng góc với tuyến dây dẫn và kết cấu cột; tải trọng dây dẫn theo phương nằm ngang do lực căng chênh lệch của dây dẫn ở các khoảng cột liền kề gây ra.

- Cột néo góc: Tải trọng theo phương nằm ngang do lực căng dây dẫn hợp thành (hướng theo các trục của xà; tải trọng theo phương nằm ngang do gió tác động lên dây dẫn và kết cấu cột.

- Cột néo cuối: Tải trọng theo phương nằm ngang tác động dọc tuyến do lực căng về một bên của dây dẫn và do gió tác động.

### *b. Cột đường dây trung thế*

Cột đường dây tải điện được tính toán với tình trạng làm việc bình thường và sự cố trong hai trường hợp áp lực gió lớn nhất và nhiệt độ thấp nhất.

Sơ đồ tính toán, kiểm tra khả năng chịu uốn của cột (trung gian, góc, cuối) trong trạng thái làm việc bình thường (dây dẫn không đứt) và chế độ sự cố ( 1 dây dẫn bị đứt) trong 2 trường hợp dây dẫn đặt nằm ngang và đặt lệch.

## **6.4.2. Tính toán kiểm tra cột.**

### *a. Tính toán kiểm tra cột BTLT, cột bê tông chữ H:*

Phương pháp dùng để tính toán cột bê tông thường được dùng là phương pháp trạng thái giới hạn, nghĩa là tính toán theo khả năng bền chắc của vật liệu.

Công thức tổng quát dùng để kiểm tra khả năng chịu uốn với tiết diện (thường là tiết diện sắt mặt đất) cột bê tông ly tâm:

+ Trường hợp không sử dụng dây néo :  $P_{tt} = \frac{M_{tt}}{h} + P_g \leq .P_{cp}$  ;

+ Trường hợp sử dụng dây néo:  $P_{tt} = \frac{M_{tt}}{h} + P_g - \frac{P_{dn}}{\sin \alpha} \leq .P_{cp}$

Trong đó:

$M_{tt}$  - là mô men tính toán của tổng các lực dây dẫn tác động lên tiết diện sắt mặt đất của cột;

$P_g$ : Lực gió tác dụng lên cột

$P_{tt}$  - Lực tính toán quy về đầu cột;

$P_{cp}$  - Lực đầu cột cho phép;

+ Đối với cột BTLT tra lực đầu cột cho phép theo TCVN 5847-2016

+ Đối với cột bê tông chữ H tra lực đầu cột cho phép, áp dụng theo Quyết định số 940/QĐ-EVN-TĐ ngày 03/04/2002 của Tổng công ty điện lực Việt Nam (nay là Tập đoàn điện lực Việt Nam).

$h$  - Chiều cao từ đỉnh cột đến mặt đất.

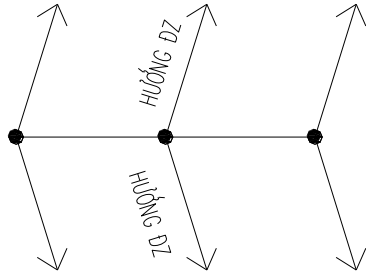
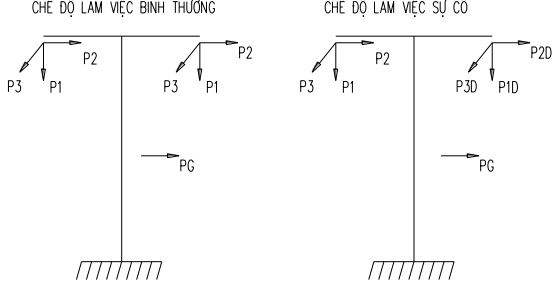
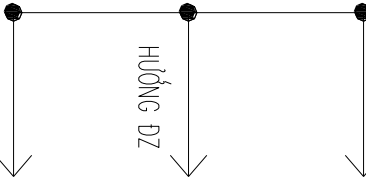
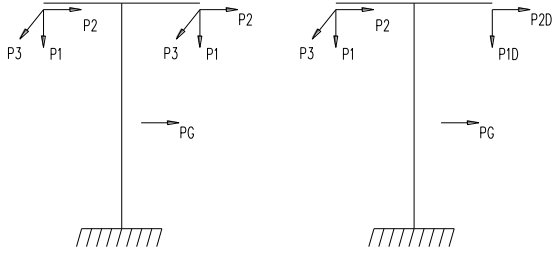
$P_{dn}$ : Lực giữ của dây néo thiết kế.

$\alpha$ : Góc hợp bởi dây néo và cột BTLT

\* Sơ đồ tính toán lực quy đổi tác dụng lên cột kết cấu xà 1 mạch 3 pha nằm ngang

Loại cột	Sơ đồ đầu dây trên cột	Sơ đồ tính toán
1. Cột trung gian		



<p>2. Cột góc</p>		
<p>3. Cột cuối</p>		

Trong đó:

P1, P2, P3: lực dây dẫn tác dụng lên cột ở chế độ bình thường (dây dẫn không đứt)

P1d, P2d, P3d: lực dây dẫn tác dụng lên cột ở chế độ sự cố (1 dây dẫn bị đứt)

PG: Lực gió tác dụng lên cột

a, Với cột trung gian: Lấy giá trị lớn nhất trong 2 chế độ sau dùng để tính toán

+ Chế độ bình thường (dây dẫn không đứt):

$$P_{bt} = \frac{n_1 \cdot n_2 \cdot \sqrt{P_2^2} \cdot h_1}{h} + P_g$$

+ Chế độ sự cố (1 dây dẫn bị đứt):

$$P_{sc} = \frac{n_1 \cdot (n_2 - 1) \cdot \sqrt{P_2^2} \cdot h_1 + n_1 \cdot \sqrt{P_{2d}^2 + P_{3d}^2} \cdot h_1}{h} + P_g$$

b, Với cột góc: Lấy giá trị lớn nhất trong 2 chế độ sau dùng để tính toán

+ Chế độ bình thường (dây dẫn không đứt):

$$P_{bt} = \frac{n_1 \cdot n_2 \cdot \sqrt{P_2^2 + P_3^2} \cdot h_1}{h} + P_g$$

+ Chế độ sự cố (1 dây dẫn bị đứt):

$$P_{sc} = \frac{n_1 \cdot (n_2 - 1) \cdot \sqrt{P_2^2 + P_3^2} \cdot h_1 + n_1 \cdot \sqrt{P_{2d}^2 + P_{3d}^2} \cdot h_1}{h} + P_g$$

b, Với cột cuối: Lấy giá trị lớn nhất trong 2 chế độ sau dùng để tính toán

+ Chế độ bình thường (dây dẫn không đứt):

$$P_{bt} = \frac{n_1 \cdot n_2 \cdot \sqrt{P_2^2 + P_3^2} \cdot h_1}{h} + P_g$$

+ Chế độ sự cố (1 dây dẫn bị đứt):

$$P_{sc} = \frac{n_1 \cdot (n_2 - 1) \cdot \sqrt{P_2^2 + P_3^2} \cdot h_1 + n_1 \cdot \sqrt{P_{2d}^2} \cdot h_1}{h} + P_g$$

Trong đó:

$n_1$ : Hệ số vượt tải ( lấy bằng 1.2)

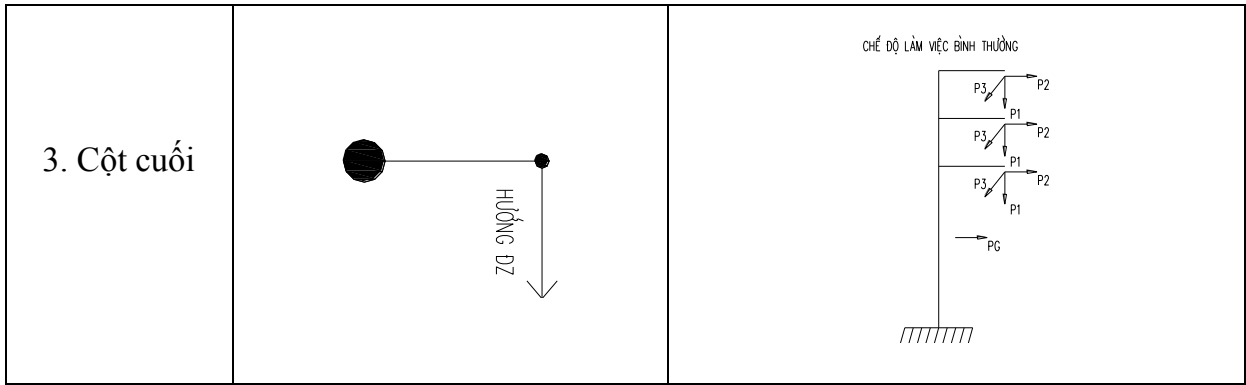
$n_2$ : số đường dây mắc trên cột.

$h_1$ : Khoảng cách từ điểm bắt xà tới cột

$h$ : Chiều cao từ đỉnh cột tới điểm chôn cột (mặt đất)

\* Sơ đồ tính toán lực quy đổi tác dụng lên cột kết cấu xà 1 mạch 3 pha thẳng đứng

Loại cột	Sơ đồ đầu dây trên cột	Sơ đồ tính toán
1. Cột trung gian		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC BÌNH THƯỜNG</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC SỰ CỐ</p> </div> </div>
2. Cột góc		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC BÌNH THƯỜNG</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC SỰ CỐ</p> </div> </div>



Trong đó:

P1, P2, P3: lực dây dẫn tác dụng lên cột ở chế độ bình thường (dây dẫn không đứt)

P1d, P2d, P3d: lực dây dẫn tác dụng lên cột ở chế độ sự cố (1 dây dẫn bị đứt)

PG: Lực gió tác dụng lên cột

a, Với cột trung gian: Lấy giá trị lớn nhất trong 2 chế độ sau dùng để tính toán

+ Chế độ bình thường (dây dẫn không đứt):

$$P_{bt} = \frac{n_1 \cdot \sqrt{P_1^2 + P_2^2} \cdot h_1 + n_1 \cdot \sqrt{P_1^2 + P_2^2} \cdot h_2 + n_1 \cdot \sqrt{P_1^2 + P_2^2} \cdot h_3}{h} + P_g$$

+ Chế độ sự cố (1 dây dẫn bị đứt):

$$P_{sc} = \frac{n_1 \cdot \sqrt{P_1^2 + P_2^2} \cdot h_1 + n_1 \cdot \sqrt{P_1^2 + P_2^2} \cdot h_2 + n_1 \cdot \sqrt{P_{1d}^2 + P_{2d}^2 + P_{3d}^2} \cdot h_3}{h} + P_g$$

b, Với cột góc: Lấy giá trị lớn nhất trong 2 chế độ sau dùng để tính toán

+ Chế độ bình thường (dây dẫn không đứt):

$$P_{bt} = \frac{n_1 \cdot \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + P_3^2} \cdot h_1 + n_1 \cdot \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + P_3^2} \cdot h_2 + n_1 \cdot \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + P_3^2} \cdot h_3}{h} + P_g$$

+ Chế độ sự cố (1 dây dẫn bị đứt):

$$P_{sc} = \frac{n_1 \cdot \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + P_3^2} \cdot h_1 + n_1 \cdot \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + P_3^2} \cdot h_2 + n_1 \cdot \sqrt{P_{1d}^2 + P_{2d}^2 + P_{3d}^2} \cdot h_3}{h} + P_g$$

b, Với cột cuối:

+ Chế độ bình thường (dây dẫn không đứt):

$$P_{bt} = \frac{n_1 \cdot \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + P_3^2} \cdot h_1 + n_1 \cdot \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + P_3^2} \cdot h_2 + n_1 \cdot \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + P_3^2} \cdot h_3}{h} + P_g$$

Trong đó:

$n_1$ : Hệ số vượt tải ( lấy bằng 1.2)

$h_1$ : Khoảng cách từ điểm bắt xà thứ 1 tới cột

h<sub>2</sub>: Khoảng cách từ điểm bắt xà thứ 2 tới cột

h<sub>3</sub>: Khoảng cách từ điểm bắt xà thứ 3 tới cột

h: Chiều cao từ đỉnh cột tới điểm chôn cột (mặt đất)

*Ví dụ tham khảo tính toán lực đầu cột:*

- Các thông số đầu vào:

+ Loại dây dẫn: 1 mạch, dây ACSR70/11

+ Địa hình, vùng áp lực gió tính toán: Vùng gió IA: W<sub>0</sub>=55(daN); địa hình A

+ Khoảng cột: 50m

- Các thông số tính toán:

+ Tính toán lực do dây dẫn tác dụng lên xà (xà ngang 3 pha nằm ngang) dựa vào kết quả tính toán cơ lý đường dây.

Loại dây	Khoảng cột (m)	Loại cột	% thả ứng suất	Lực dây dẫn (daN)					
				P1	P2	P3	P1d	P2d	P3d
ACSR-70/11	50	Néo cuối	50%	47	30	483	40	14	0
		Néo góc 30°	50%	53	294	0	47	154	466
		Đỡ thẳng	50%	28	40	0	22	23	145

+ Tính toán lực do gió tác dụng lên cột

Lực gió tác dụng lên cột BTLT (daN)						
10m	12m	14m	16m	18m	20m	22m
53	67	91	103	122	144	161

+ Tính lực quy đổi tới hạn đầu cột:

Lực đầu cột BTLT quy đổi (daN)							
Loại cột	10m	12m	14m	16m	18m	20m	22m
Néo cuối	1752	1773	1802	1818	1839	1864	1865
Néo góc 30°	1317	1336	1364	1379	1400	1423	1425
Đỡ thẳng	318	333	358	371	390	412	429

*b. Tính toán kiểm tra cột thép:*

Kết cấu cột thép hình được tính toán theo tiêu chuẩn TCVN 5575:2012. Từng chi tiết thanh cột được kiểm tra đảm bảo độ bền và độ mảnh cho phép cụ thể như sau:

- Các hệ số dùng trong tính toán:

+ Hệ số tải trọng :

Hệ số tin cậy đối với tải trọng thẳng đứng lấy  $\gamma_1 = 1,1$

Hệ số tin cậy đối với tải trọng nằm ngang (do gió tác dụng vào trụ P2 và P3) lấy  $\gamma_2 = 1,2$

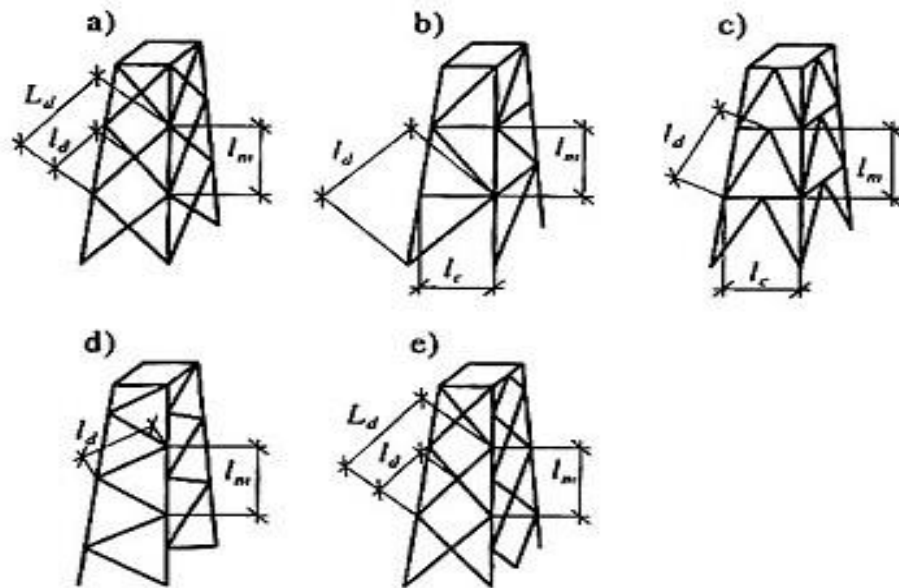
+ Hệ số điều kiện làm việc của thanh trụ :

Thanh cánh, thanh xiên truyền phản lực tại gối lấy  $\gamma_c = 0,9$

Các thanh cấu tạo xà treo dây  $\gamma_c = 0,75$

Các thanh còn lại  $\gamma_c = 1$

- Chiều dài tính toán của từng loại thanh trụ:



a, b, c - các mắt ở hai mặt tiếp giáp trùng nhau;

d, e - các mắt ở hai mặt tiếp giáp không trùng nhau.

Khi xác định độ mảnh của các thanh thép góc đơn chịu nén hoặc không chịu lực trong kết cấu không gian rỗng, chiều dài tính toán  $l_0$  và bán kính quán tính  $I$  của các thanh lấy theo Bảng 6.10.

Khi xác định độ mảnh của thanh chịu kéo bằng thép và góc đơn, chiều dài tính toán và bán kính quán tính của chúng lấy như sau:

Với thanh cánh theo Bảng 6.10.

Với thanh xiên:

+ Theo Hình a, e: trong mặt phẳng giàn -  $l_d$  và  $i_{min}$ ; ngoài mặt phẳng giàn -  $L_d$  (khoảng cách giữa hai mắt liên kết với thanh cánh) và  $i_x$  (lấy với trục song song với mặt phẳng dàn);

+ Theo Hình b, c, d: chiều dài  $l_d$  và  $i_{min}$ .

Bảng 6.10: Chiều dài tính toán  $l_0$  và bán kính quán tính  $i$  của các thanh (TCVN5575:2012)

Thanh	$l_0$	$i$
Cánh: - Theo Hình a, b, c - Theo Hình d, e	$l_m$ $1,14 l_m$	$i_{min}$ $i_x$ hoặc $i_y$
Xiên: - Theo Hình b, c, d - Theo Hình a, e	$\mu_d l_d$ $\mu_d l_{dc}$	$i_{min}$ $i_{min}$
- Ngang: - Theo Hình b - Theo Hình c	$0,8 l_c$ $0,65 l_c$	$i_{min}$ $i_{min}$
<p>Chú thích: <math>l_{dc}</math> là chiều dài qui ước của thanh xiên, lấy theo Bảng 6.11;</p> <p><math>\mu_d</math> là hệ số chiều dài tính toán của thanh xiên lấy theo Bảng 6.12; Trong hình a, e, các thanh xiên phải liên kết với nhau tại giao điểm của chúng. Giá trị <math>l_0</math> đối với thanh ngang theo Hình c ứng với thép góc đơn đều cạnh.</p>		

Bảng 6.11: Chiều dài qui ước  $l_{dc}$  của thanh xiên

Đặc điểm mắt giao nhau của các thanh xiên	Giá trị $l_{dc}$ của thanh xiên khảo sát nếu thanh giao nhau với thanh khảo sát là thanh		
	Chịu kéo	Không chịu lực	Chịu nén

Đặc điểm mặt giao nhau của các thanh xiên	Giá trị ldc của thanh xiên khảo sát nếu thanh giao nhau với thanh khảo sát là thanh		
	Chịu kéo	Không chịu lực	Chịu nén
+ Cả hai thanh không gián đoạn	$l_d$	$1,3l_d$	$0,8L_d$
+ Thanh giao nhau với thanh khảo sát gián đoạn và có phủ bản mã:			
- Kết cấu theo hình a;	$1,3l_d$	$1,6l_d$	$L_d$
- Kết cấu theo hình e, khi:			
$1 < n \leq 3$	$(1,75 - 0,15n)l_d$	$(1,9 - 0,1n)l_d$	$L_d$
$n > 3$	$1,3l_d$	$1,6l_d$	$L_d$
+ Mặt giao nhau của các thanh xiên được liên kết tránh chuyển vị ra ngoài mặt phẳng giàn	$l_d$	$l_d$	$l_d$

$L_d$  là chiều dài thanh xiên theo Hình a, e;  
 $n = (I_{m,min}l_d)/(I_{d,min}l_m)$ ;  $I_{m,min}$  và  $I_{d,min}$  là mômen quán tính nhỏ nhất của thanh cánh và thanh xiên.

Bảng 6.12: Hệ số chiều dài tính toán của thanh xiên  $\mu_d$

Liên kết của thanh xiên với thanh cánh	$n$	Giá trị của $\mu_d$ khi $l/i_{min}$ bằng		
		$\leq 60$	$60 < l/i_{min} \leq 160$	$\geq 160$
Bằng đường hàn hoặc bulông (không nhỏ hơn 2), không có bản mã	$\leq 2$	$1,14$	$0,54 + 36(i_{min}/l)$	0,
	$\geq 6$	$1,04$	$0,56 + 28,8(i_{min}/l)$	7 6
Bằng 1 bulông, không có bản mã	Không phụ thuộc n	$1,12$	$0,64 + 28,8(i_{min}/l)$	0,82

Chú thích:  
n xem Bảng 6.11, l là chiều dài thanh, lấy bằng  $l_d$  đối với Hình b, c, d; bằng  $l_{dc}$  theo Bảng 6.10 (đối với Hình a, e);  
- Giá trị của  $\mu_d$  khi n từ 2 đến 6 xác định theo nội suy tuyến tính;  
- Khi liên kết trực tiếp một đầu của thanh xiên với thanh cánh bằng đường hàn hoặc bulông, còn đầu kia qua bản mã thì hệ số chiều dài tính toán là  $0,5(1+\mu_d)$ ; khi liên kết cả hai đầu thanh qua bản mã thì  $\mu_d = 1$

- Tính toán ổn định của cấu kiện :

- Độ mảnh tính toán:

$$\lambda = \frac{l_{tt}}{R_{\min}}$$

- Độ mảnh giới hạn:

Đối với các thanh chịu kéo: Thanh cánh, thanh chân: 250 ; Các thanh còn lại: 350

Đối với các thanh chịu nén: Thanh cánh, thanh chân: 120 ;

Đối với các thanh chịu nén khác độ mảnh giới hạn được tính theo công thức:

$$\lambda_{gh} = 210 - 60\alpha$$

Trong đó :  $\alpha = \frac{N}{\varphi \cdot A \cdot f \cdot \gamma_c}$

+ A: diện tích tiết diện nguyên.

+  $\varphi$ : là hệ số uốn dọc phụ thuộc vào độ mảnh quy ước  $\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{f}{E}}$  được tính

theo các công thức:

$$0 < \bar{\lambda} \leq 2,5 : \varphi = 1 - (0,073 - 5,53 \frac{f}{E}) \bar{\lambda} \sqrt{\bar{\lambda}}$$

$$2,5 < \bar{\lambda} \leq 4,5 : \varphi = 1,47 - 13 \frac{f}{E} - (0,371 - 27,3 \frac{f}{E}) \bar{\lambda} + (0,0275 - 5,53 \frac{f}{E}) \bar{\lambda}^2$$

$$4,5 < \bar{\lambda} : \varphi = \frac{332}{\bar{\lambda}^2 (51 - \bar{\lambda})}$$

Ghi chú: Hệ số  $\varphi$  lấy không nhỏ hơn 0,5 (khi nén lệch tâm, nén uốn thay  $\varphi$  bằng  $\varphi_e$ )

$\varphi_e$  được xác định bằng cách nội suy tra theo bảng D.10, phụ lục D (TCVN 5575:2012) phụ thuộc vào độ mảnh quy ước  $\bar{\lambda}$  và độ lệch tâm tương đối tính đối  $m_e$  được xác định theo công thức :  $m_e = \eta \cdot m$

Trong đó :

+  $\eta$  là hệ số ảnh hưởng hình dạng tiết diện, lấy theo bảng D.9, phụ lục D (TCVN 5575:2012)

+  $m = \frac{e \cdot A}{W_c}$  là độ lệch tâm tương đối ( $e = M/N$  là độ lệch tâm;  $W_c$  là môđun chống

uốn của thớ chịu nén lớn nhất). Tuy nhiên trong trường hợp  $m \leq 20$  chúng ta mới tính toán độ mảnh giới hạn theo trụ nén lệch tâm, nén uốn.



- Tính toán bền cho cấu kiện :

+ Giới hạn chảy tính toán(cường độ tính toán của vật liệu):  $f_u = \frac{f_{tc}}{\gamma_m}$ ;  $\gamma_m = 1,1$

+ Các trường hợp tính toán ứng suất trong thanh:

TH1. Trường hợp tính toán ứng suất nén đúng tâm :  $\sigma_u = \frac{|N|}{\gamma_c \cdot A \cdot \varphi}$

TH2. Trường hợp tính toán ứng suất nén-uốn :  $\sigma_u = \frac{|N|}{\gamma_c \cdot A \cdot \varphi_{lt}}$

TH3. Trường hợp tính toán ứng suất kéo đúng tâm:  $\sigma_u = \frac{N}{\gamma_c \cdot A}$

TH4. Trường hợp tính toán ứng suất kéo uốn:  $\sigma_u = \frac{N}{\gamma_c \cdot A} + \frac{|M_{\max}|}{\gamma_c \cdot W_{n,\min}}$

TH5. Trường hợp tính toán ứng suất kéo-uốn/nén-uốn theo hai phương:

$$\sigma_u = \frac{|N|}{\gamma_c \cdot A} + \frac{|M_x|}{\gamma_c \cdot W_{nx,\min}} + \frac{|M_y|}{\gamma_c \cdot W_{ny,\min}}$$

+ Kết quả tính toán cuối cùng lấy ứng suất lớn nhất trong 5 trường hợp tính toán để so sánh với ứng suất cho phép chính là cường độ tính toán của vật liệu.

+ Từng chi tiết thanh trụ được kiểm tra phải đảm bảo cả về độ bền và độ mảnh cho phép.

c. Tính toán kiểm tra cột đơn thân:

Kết cấu được tính toán theo tiêu chuẩn ASCE-No72 của Hoa Kỳ. Tất cả kết cấu và các cấu kiện thành phần của chúng sẽ được thiết kế để ứng suất của chúng không vượt qua ứng suất cho phép do tổ hợp tải trọng lớn nhất tác dụng lên cột bao gồm cả hệ số an toàn.

Ứng suất lớn nhất tác dụng vào các cấu kiện:

Cấu kiện chịu kéo:  $F_T = F_Y$

Bảng 6.13: Tính ứng suất cho phép tác dụng vào cấu kiện.

Cc	KL/r	Ứng suất nén cho phép
$\pi \cdot \sqrt{\frac{2E}{F_Y}}$	$\leq Cc$	$F_a = F_Y (1 - 0,5 \frac{(KL/r)^2}{Cc})$
	$> Cc$	$F_a = \frac{\pi^2 \cdot E}{(KL/r)^2}$

Trong đó:

KL/r: là hệ số độ mảnh cấu kiện.

$F_a$  : là ứng suất dọc trục lớn nhất khi không có mômen uốn.

$F_y$  : là giới hạn chảy của vật liệu chế tạo.

E: là môđun đàn hồi.

K: là hệ số chiều dài tính toán.

L: là chiều dài tính toán của cấu kiện.

r: là bán kính quán tính tiết diện cấu kiện.

Bảng 6.14: Hệ số chiều dài tính toán K:

	a	b	c	d	e	f
Hình dáng cấu kiện tính toán						
Hệ số K	0.5	0.7	1	1	2	2

Ứng suất uốn cho phép của cấu kiện:  $F_b = F_y$

Ứng suất cắt cho phép của cấu kiện:  $F_v = 0.58F_y$

Ứng suất mang tải cho phép của cấu kiện:  $F_p = 1.5F_y \leq F_U$

$F_U$  là độ bền kéo của cấu kiện.

- Tổ hợp ứng suất cho phép:

$$\frac{f_a}{F'_a} + \frac{f_b}{F'_b} \leq 1 \text{ Bao gồm 2 loại ứng suất.}$$

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_y} \cdot \frac{1}{1 - f_a / F \cdot E} \leq 1 \text{ Không kể đến loại ứng suất thứ 2.}$$

$f_a$  là ứng suất nén tính toán.

$f_b$  là ứng suất uốn tính toán.

F.E là ứng suất ole, ứng suất tới hạn.  $F.E = \frac{\pi^2.E}{(KL/r)^2}$

- Ứng suất uốn cục bộ:

+ Ứng suất cho phép của ống đa giác:

$$F'_a = F'_b = F_y \text{ khi } \frac{w}{t} \leq \frac{2012.4}{\sqrt{F_y}}$$

$$F'_a = F'_b = 1.45F_y(1 - 0.000154 \cdot \sqrt{F_y} \cdot w/t) \text{ khi } \frac{2012.4}{\sqrt{F_y}} < \frac{w}{t} \leq \frac{3060.5}{\sqrt{F_y}}$$

$$F'_a = F'_b \text{ khi } \frac{3060.5}{\sqrt{F_y}} < \frac{w}{t}$$

+ Ứng suất cho phép của ống tròn:

$$F'_a = F_y \text{ khi } \frac{D}{t} \leq \frac{27165}{F_y}$$

$$F'_a = 0.75.F_y + (66791 \div (D/t)) \text{ khi } \frac{267165}{F_y} < \frac{D}{t} \leq \frac{843679}{F_y}$$

$$F'_b = F_y \text{ khi } \frac{D}{t} \leq \frac{421839}{F_y}$$

$$F'_b = 0.7.F_y + (126552 \div (D/t)) \text{ khi } \frac{421839}{F_y} < \frac{D}{t} \leq \frac{843679}{F_y}$$

Trong đó:

$F'_a$  là ứng suất nén cục bộ lớn nhất cho phép

$F'_b$  là ứng suất uốn cục bộ lớn nhất cho phép

D là đường kính cấu kiện tròn.

t là chiều dày cấu kiện.

- Bulông liên kết:

+ Ứng suất cắt cho phép:  $F_v = 0.45F_u$

+ Ứng suất đứt cho phép:  $f_p = 1.5F_u$

Sơ đồ kết cấu cột và các thành phần tải trọng tác dụng lên cột được mô hình và phân tích kết cấu bằng phần mềm SAP2000. Kết quả nội lực của các tổ hợp tải trọng được lấy ra và tính toán, kiểm tra theo ASCE-No72.

### 6.4.3. Tính toán kiểm tra kết cấu xà.

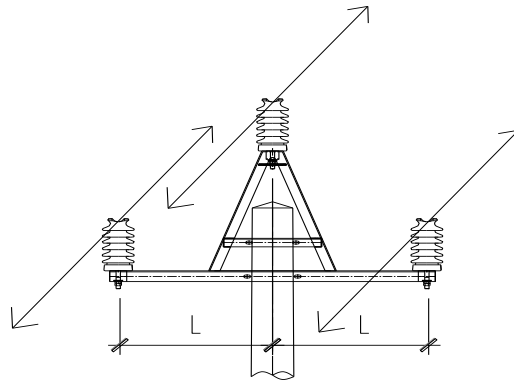
#### 1. Sơ đồ tính:

- Mô hình hóa sơ đồ thực của xà thành sơ đồ tính phù hợp: Đối với kết cấu xà của đường dây có thể chuyển đổi gần đúng về sơ đồ tĩnh định hoặc sơ đồ siêu tĩnh.

#### 2. Tính toán các loại xà:

Kết cấu xà của các công trình đường dây tải điện đa dạng, phụ thuộc vào sự làm việc của kết cấu đường dây. Thông thường các xà thường hay gặp là xà đỡ thẳng, xà đỡ góc, xà néo góc và xà néo cuối.

a/ Xà đỡ thẳng:

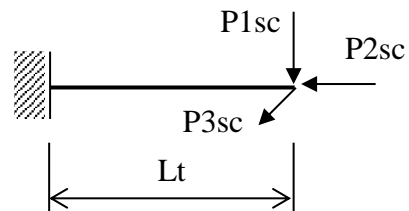
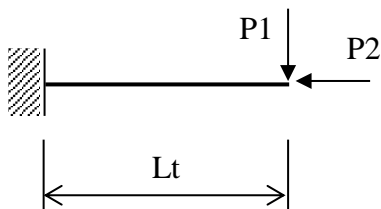


Để đơn giản trong tính toán giả thiết xà được bắt vào thân cột bằng 2 bulông được xiết chặt tạo liên kết ngàm tuyệt đối cứng.

Mô hình hóa sơ đồ xà như sau:

\* Trường hợp: Làm việc bình thường,  
gió tác dụng thẳng góc với dây.

\* Trường hợp: Sự cố, đứt 1 dây pha.



Trong đó:

$P_i$  là lực dây tác dụng lên cột trong trường hợp cột làm việc bình thường

$P_{isc}$  là lực dây tác dụng lên cột trong trường hợp dây bị đứt

Các lực  $P_i$ ;  $P_{isc}$  được tính toán trong việc tính toán cơ lý đường dây.

\* Kiểm tra độ ổn định của thanh xà:

Giả sử thanh xà được chọn có đặc trưng hình học tiết diện  $F$ , momen kháng uốn là  $W_x$ ,  $W_y$ . Công thức kiểm tra như sau:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot F} + \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq [\sigma_{cp}]$$

Để xác định nội lực của các thanh xà có thể giải theo các phương pháp trong Cơ học kết cấu, Sức bền vật liệu hoặc sử dụng các phần mềm tính toán kết cấu hiện nay như Sap2000...

\* Tính độ mảnh:  $\lambda = l_0/r$  ;

$l_0$  là chiều dài tính toán.

Khi chọn sơ bộ kích thước tiết diện xà cần phải đảm bảo độ mảnh  $\lambda \leq [\lambda]$  theo quy định như sau:

+ Đối với thanh chịu nén:

Thanh cánh:  $[\lambda] = 120$

Thanh giằng:  $[\lambda] = 150$

+ Đối với thanh chịu kéo:

Thanh cánh :  $[\lambda] = 250$

Thanh giằng :  $[\lambda] = 400$

$[\sigma_{cp}]$ : ứng suất cho phép của vật liệu

Ngoài ra trong điều kiện bình thường cần phải kiểm tra điều kiện biến dạng:

$$f \leq [f_{cp}]$$

Trong đó:

$[f_{cp}]$  là độ võng cho phép quy định theo quy phạm (TCVN5575-2012).

$$[f_{cp}] = \frac{1}{50} \cdot L$$

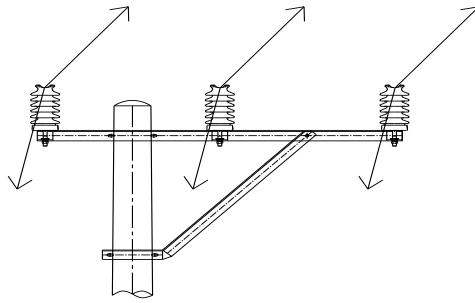
L- là nhịp tính toán của xà.

E- Modun đàn hồi của vật liệu

J- Momen quán tính.

f- Độ võng theo phương tác dụng của lực P (tải trọng tiêu chuẩn).

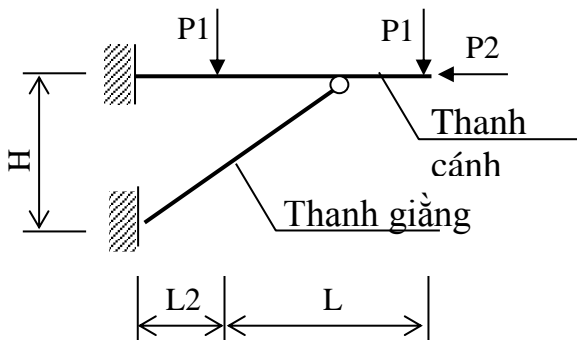
b/ Xà đỡ góc:



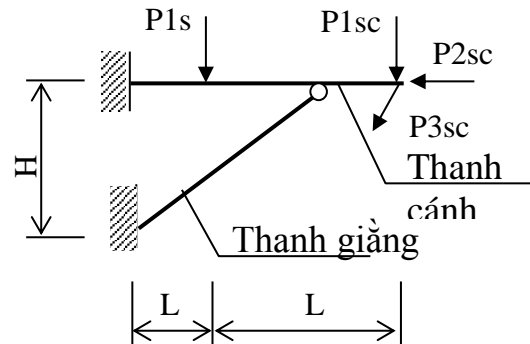
Để đơn giản trong tính toán giả thiết xà được bắt vào thân cột bằng 2 bulông được xiết chặt tạo liên kết ngàm tuyệt đối cứng.

Mô hình sơ đồ tính:

\* Trường hợp bình thường:



\* Trường hợp sự cố đứt dây:



Trong đó:

$P_i$  là lực dây tác dụng lên cột trong trường hợp cột làm việc bình thường

$P_{isc}$  là lực dây tác dụng lên cột trong trường hợp dây bị đứt

Các lực  $P_i$ ;  $P_{isc}$  được tính toán trong việc tính toán cơ lý đường dây.

\* Kiểm tra độ ổn định của thanh xà:

Giả sử thanh xà được chọn có đặc trưng hình học tiết diện  $F$ , momen kháng uốn là  $W_x$ ,  $W_y$ . Công thức kiểm tra như sau:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot F} + \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq [\sigma_{cp}]$$

Để xác định nội lực của các thanh xà có thể giải theo các phương pháp trong Cơ học kết cấu, Sức bền vật liệu hoặc sử dụng các phần mềm tính toán kết cấu hiện nay như Sap2000...

\* Tính độ mảnh:  $\lambda = l_0/r$  ;

$l_0$  là chiều dài tính toán.

Khi chọn sơ bộ kích thước tiết diện xà cần phải đảm bảo độ mảnh  $\lambda \leq [\lambda]$  theo quy định như sau:

+ Đối với thanh chịu nén:

Thanh cánh:  $[\lambda] = 120$

Thanh giằng:  $[\lambda] = 150$

+ Đối với thanh chịu kéo:

Thanh cánh :  $[\lambda] = 250$

Thanh giằng :  $[\lambda] = 400$

$[\sigma_{cp}]$ : ứng suất cho phép của vật liệu

Ngoài ra trong điều kiện bình thường cần phải kiểm tra điều kiện biến dạng:

$$f \leq [f_{cp}]$$

Trong đó:

$[f_{cp}]$  là độ võng cho phép quy định theo quy phạm (TCVN5575-2012).

$$[f_{cp}] = \frac{1}{50} \cdot L$$

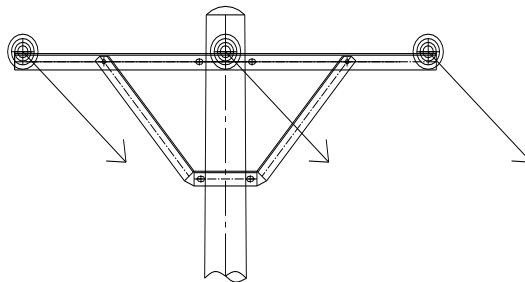
L- là nhịp tính toán của xà.

E- Modun đàn hồi của vật liệu

J- Momen quán tính.

f- Độ võng theo phương tác dụng của lực P (tải trọng tiêu chuẩn).

c/ Xà néo góc, néo cuối

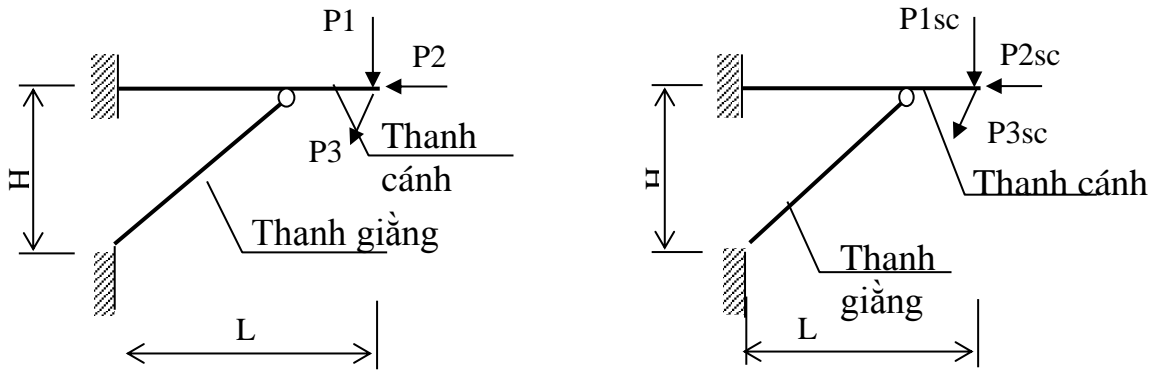


Để đơn giản trong tính toán giả thiết xà được bắt vào thân cột bằng 2 bulông được xiết chặt tạo liên kết ngàm tuyệt đối cứng.

Mô hình sơ đồ tính

\* Trường hợp bình thường:

\* Trường hợp sự cố đứt dây:



Trong đó:

$P_1$  là lực dây tác dụng lên cột trong trường hợp cột làm việc bình thường

$P_{1sc}$  là lực dây tác dụng lên cột trong trường hợp dây bị đứt

Các lực  $P_i$ ;  $P_{isc}$  được tính toán trong việc tính toán cơ lý đường dây.

\* Kiểm tra độ ổn định của thanh xà:

Giả sử thanh xà được chọn có đặc trưng hình học tiết diện  $F$ , momen kháng uốn là  $W_x$ ,  $W_y$ . Công thức kiểm tra như sau:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot F} + \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq [\sigma_{cp}]$$

Để xác định nội lực của các thanh xà có thể giải theo các phương pháp trong Cơ học kết cấu, sức bền vật liệu hoặc sử dụng các phần mềm tính toán kết cấu hiện nay như Sap2000...

\* Tính độ mảnh:  $\lambda = l_0/r$  ;

$l_0$  là chiều dài tính toán.

Khi chọn sơ bộ kích thước tiết diện xà cần phải đảm bảo độ mảnh  $\lambda \leq [\lambda]$  theo quy định như sau:

+ Đối với thanh chịu nén:

Thanh cánh:  $[\lambda] = 120$

Thanh giằng:  $[\lambda] = 150$

+ Đối với thanh chịu kéo:

Thanh cánh :  $[\lambda] = 250$

Thanh giằng :  $[\lambda] = 400$

$[\sigma_{cp}]$ : ứng suất cho phép của vật liệu

Ngoài ra trong điều kiện bình thường cần phải kiểm tra điều kiện biến dạng:



$$f \leq [f_{cp}]$$

Trong đó:

$[f_{cp}]$  là độ võng cho phép quy định theo quy phạm (TCVN5575-2012).

$$[f_{cp}] = \frac{1}{50} \cdot L$$

L- là nhịp tính toán của xà.

E- Modun đàn hồi của vật liệu

J- Momen quán tính.

f- Độ võng theo phương tác dụng của lực P (tải trọng tiêu chuẩn).

### 3. Tính toán liên kết xà:

Để thuận tiện cho việc chế tạo cũng như thi công lắp dựng xà, các loại kết cấu xà thép được liên kết chủ yếu bằng bu lông và liên kết hàn.

#### **a. Liên kết bu lông:**

Trong liên kết chia ra 3 trường hợp chịu lực của bu lông:

- Trường hợp 1: Bu lông chịu kéo, khi lực tác dụng dọc theo thân bu lông.
- Trường hợp 2: Bu lông vừa chịu ép mặt vừa chịu cắt, khi lực tác dụng thẳng góc với thân bu lông.
- Trường hợp 3: Bu lông đồng thời chịu tác dụng của 2 trường hợp 1 và 2.

Mỗi trường hợp cần xác định nội lực tác dụng lên thân bu lông và yêu cầu giá trị nội lực đó không vượt quá khả năng chịu lực của bu lông.

Công thức kiểm tra khả năng chịu lực của bu lông (Theo TCVN5575-2012)

a. Khả năng chịu lực cắt của bu lông:

$$N_c^{bl} = n_c \cdot \frac{\pi \cdot d_0^2}{4} \cdot R_c^{bl}$$

b. Khả năng chịu ép mặt của bu lông:

$$N_{em}^{bl} = d_0 \cdot R_{em}^{bl} \cdot \gamma_b \sum \delta.$$

c. Khả năng chịu kéo của bu lông:

$$N_k^{bl} = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \cdot R_k^{bl}$$

Trong đó

$d_0, d_1$  - đường kính thân bu lông và đường kính qua đoạn ren thân bu lông ( $d_1 < d_0$ ).

$n_c$  - số mặt cắt qua 1 bu lông.

$\gamma_b$  - hệ số điều kiện làm việc của liên kết bu lông

$\sum \delta$  - tổng nhỏ nhất các bề dày của liên kết bị ép mặt về một phía.

$R_c^{bl}, R_{em}^{bl}, R_k^{bl}$  - là cường độ tính toán chịu cắt, chịu ép mặt và chịu kéo của bu lông.

Khi tính toán liên kết có số lượng bu lông  $> 1$  và bố trí không đối xứng thì cần tăng số lượng bu lông tính toán lên 10%.

### **b. Liên kết hàn:**

Trong liên kết hàn chia ra 2 trường hợp:

- Liên kết hàn đối đầu: Tính toán sự làm việc của liên kết giống như sự làm việc thép cơ bản, tức là cũng kiểm tra kéo, nén và cắt.

Công thức kiểm tra như sau (Theo TCVN5575-2012)

Chịu kéo, nén:

$$\sigma = \frac{N}{F_h} \leq R_k^h, R_n^h$$

Chịu uốn:

$$\sigma = \frac{M}{W_h} = \frac{6.M}{\sigma_h \cdot l_h^2} \leq R_k^h$$

Chịu kéo và uốn:

$$\sigma = \frac{M}{W_h} + \frac{N}{F_h} \leq R_k^h$$

$$F_h = l_h \cdot d_h ; l_h = b - 1 \text{ cm} ; \delta_h = \delta_{\min}$$

Trong đó:  $l_h$  - chiều dài tính toán đường hàn .

$l$  - chiều dài đường hàn

$\delta_h$  - bề dày tính toán của đường hàn

$\delta_{\min}$  - bề dày nhỏ nhất của các bản thép

$R_k^h, R_n^h$  - Cường độ tính toán đường hàn chịu kéo, chịu nén.

- Liên kết hàn góc: Dưới tác dụng của lực, đường hàn góc chủ yếu chịu ứng suất cắt là chủ yếu. Công thức kiểm tra như sau:

Chịu kéo, nén:

$$\tau = \frac{N}{\delta_h \cdot \sum l_h} \leq R_g^h , \delta_h = 0,7 \cdot h_h$$

Chịu uốn:

$$\tau = \frac{M}{W_h} = \frac{6.M}{\delta_h \cdot I_h^2} \leq R_g^h$$

Chịu cắt và uốn:

$$\sqrt{\left(\frac{M}{W_h}\right)^2 + \left(\frac{Q_h}{F_h}\right)^2} \leq R_g^h$$

Trong đó,  $h_h$  - chiều cao đường hàn.

$\delta_h$  - bề dày tính toán của đường hàn.

$R_g^h$  - Cường độ đường hàn góc.

Đối với thép góc đơn chịu kéo và nén với lực dọc  $N$  ở đường hàn sống sẽ chịu lực  $N_1$  và đường hàn mép chịu lực  $N_2$ , được xác định như sau:

$$N_1 = K.N \text{ và } N_2 = (1 - K).N$$

$K$  là hệ số phân phối lực đường hàn sống và hàn mép

#### **6.4.4. Tính toán kiểm tra móng.**

*\* Các tiêu chuẩn, quy phạm áp dụng trong thiết kế móng.*

- Quy phạm trang bị điện 11 TCN- 19- 2006 (hệ thống đường dẫn điện) do Bộ Công nghiệp (nay là Bộ Công thương) ban hành kèm theo quyết định số 19/2006 QĐ-BCN ngày 11/7/2006;

- Tiêu chuẩn nhà nước về tải trọng và tác động: TCVN 2737-1995;

- Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế TCVN 5574 : 2012;

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

- Thép cốt bê tông TCVN 1651:08;

- TCVN 4453-1995: Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép toàn khối - Quy phạm thi công, nghiệm thu.

- TCVN 4447- 2012: Công tác đất. Qui phạm thi công và nghiệm thu

- TCVN 9361:2012: Công tác nền móng- Thi công và nghiệm thu

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

- TCVN 10304:2014 Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế

- TCVN 5847: 2016 Cột điện bê tông cốt thép li tâm

#### **1. Tính toán móng cốt thép hình:**

*a. Ứng suất dưới đáy móng:*

$$\sigma_{\max,\min} = \frac{N_{tc}}{F} \pm \left( \frac{M_x^{tc}}{W_x} + \frac{M_y^{tc}}{W_y} \right)$$

$$\sigma_{tb} = \frac{N_{tc}}{F}$$

$$\sigma_{\max} \leq 1,2 * R_{tc}$$

$$\sigma_{tb} \leq R_{tc}$$

Trong đó:

- $N^{tc}$  :Lực thẳng đứng truyền xuống đáy móng (T)
- $F$  :Diện tích đáy móng ( $m^2$ )
- $M_{xtc}$  :Mômen tiêu chuẩn theo phương x tại đáy móng (T.m)
- $W_x$  :mômen kháng uốn theo phương x của bản móng ( $m^3$ )
- $M_{ytc}$  :Mômen tiêu chuẩn theo phương y tại đáy móng (T.m)
- $W_y$  :mômen kháng uốn theo phương y của bản móng ( $m^3$ )
- $\sigma_{\max}$ ,  $\sigma_{\min}$ ,  $\sigma_{tb}$  :ứng suất lớn nhất, nhỏ nhất (hoặc ứng suất kéo), trung bình dưới đáy móng ( $T/m^2$ )

$R_{tc}$ : Cường độ chịu nén của nền đất dưới đáy móng ( $T/m^2$ )

$$R_{tc} = \frac{m_1.m_2}{k_{tc}} .(A.b.\gamma + B.h_m.\gamma' + D.C)$$

Trong đó:

- $m_1, m_2$  : hệ số điều kiện làm việc của móng và nền
- $k_{tc}$ : hệ số tin cậy
- $h_m$ : chiều sâu đáy móng (m)
- $b$ : bề rộng đáy móng. (m)
- $A, B, D$  các hệ số phụ thuộc góc ma sát trong  $\rho$
- $c$ : lực dính đơn vị ( $T/m^2$ )
- $\gamma'$ : trị trung bình của khối lượng thể tích tự nhiên ( $T/m^3$ ) đất phía trên chiều sâu đặt móng
- $\gamma$  : trị trung bình của khối lượng thể tích tự nhiên ( $T/m^3$ ) đất nằm dưới đáy móng

*b. Kiểm tra khả năng chống lật của móng:*

+ Đối với móng trụ:

$$M_{cl} > M_l$$

Trong đó:

- $M_{cl}$  : mô men chống lật ( $T_m$ )
- $M_l$  : mô men gây lật ( $T_m$ )

Mô men gây lật được xác định theo các công thức sau:

$$M_l = N_{nh} * (a4 + a2/2) + M_{chancot}$$

Trong đó:

- $N_{nh}$ : Lực nhỏ từ cột truyền xuống trụ móng.
- $a4$ : Khoảng cách từ điểm lật đến mép trụ móng.
- $a2$ : Kích thước trụ móng.
- $M_{chancot}$ : Mô men từ cột truyền xuống móng

Mô men chống lật:

$$M_{cl} = N_{d+bt} * (a/2)$$

- $N_{d+bt}$ : Tổng trọng lượng đất trên móng và khối lượng bê tông móng.
- $a$ : Kích thước bản móng theo phương lật móng

+ Đối với móng bản :

$$M_{cl} > M_l$$

Trong đó:

- $M_{cl}$  : mô men chống lật ( $T_m$ )
- $M_l$  : mô men gây lật ( $T_m$ )

Mô men gây lật được xác định theo các công thức sau:

$$M_l = N_{nh} * (a/2) + M_{chancot}$$

- $N_{nh}$ : Lực nhỏ từ cột truyền xuống các trụ móng được quy về tâm móng
- $a$ : Kích thước bản móng theo phương lật móng
- $M_{chancot}$ : Mô men từ cột truyền xuống các trụ móng được quy về tâm móng

Mô men chống lật:

$$M_{cl} = N_{d+bt} * (a/2)$$

- $N_{d+bt}$ : Tổng trọng lượng đất trên móng và khối lượng bê tông móng.
- $a$ : Kích thước bản móng theo phương lật móng
- c. Khả năng chống nhỏ của trụ móng.*

Công thức kiểm tra:  $N_{nh} \leq N_{cn}$

Trong đó:

$$N_{cn} = \frac{(0.85 \cdot \gamma_{tb} \cdot V_d + 0.9 \cdot V_{bt} \cdot \gamma_{bt} + C_0 \cdot S_{xq})}{k_{vt}}$$

- $k_{vt}$ : hệ số vượt tải đối với lực giữ ổn định, phụ thuộc vào loại móng.
- $\gamma_{tb}$ : khối lượng thể tích trung bình trên mặt móng ( $T/m^3$ )
- $\gamma_{bt}$ : khối lượng thể tích bê tông ( $T/m^3$ )
- $C_0$ : lực dính đơn vị ( $T/m^2$ )
- $S_{xq}$ : diện tích bao quanh trụ móng ( $m^2$ )

*d. Kiểm tra lún của móng:*

$$S < Sgh$$

Trong đó:

- $S$ : độ lún tính toán của móng theo phương pháp cộng lún các lớp phân tố (mô hình bán không gian biến dạng đàn hồi tuyến tính)
- $Sgh$ : Độ lún giới hạn cho phép xác định theo TCVN 9362 : 2012

*e. Kiểm tra độ lún nghiêng của móng:*

$$tg\theta = \frac{1-\mu^2}{E_0} k \frac{P_{tc} e}{\left(\frac{l}{2}\right)^3} \leq [tg\theta]$$

- $tg\theta$ : Độ lún nghiêng
- $\mu$ : hệ số nở hông của nền đất
- $E_0$ : Tổng mô đun biến dạng của đất ( $kg/cm^2$ )
- $k$ : Hệ số phụ thuộc vào tỉ lệ giữa hai cạnh móng
- $P_{tc}$ : Lực thẳng đứng tiêu chuẩn
- $e$ : độ lệch tâm (cm)
- $l$ : chiều dài (rộng) của móng (cm)

*f. Kiểm tra ép mặt cục bộ của trụ móng:*

$$N_{ntt} < N_{b.loc}$$

Trong đó:

- $N_{ntt}$ : lực nén lớn nhất từ một chân cột truyền vào một trụ móng
- $N_{b.loc}$ : Khả năng chịu nén cục bộ của bê tông trụ móng.  $N_{b.loc} = \psi \cdot R_{b.bm} \cdot A_b$
- $\Psi$ : Hệ số phụ thuộc vào đặc điểm phân bố tải trọng cục bộ
- $A_{bm}$ : Diện tích chịu nén cục bộ
- $R_{b.bm}$ : Cường độ tính toán về nén cục bộ của bê tông,  $R_{b.bm} = \alpha_{cb} \cdot \gamma_b \cdot R_b$

Với bê tông có cấp độ bền < B25,  $\alpha_{cb} = 1$ ,  $\gamma_b = 0.9$

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

g. Kiểm tra khả năng chịu lực của bulông neo

- Tiết diện một bu lông neo:

$$A_{bl} \geq \frac{N_{nh}^{tt \max}}{f_{tb} \cdot n_{bl}} + \frac{Q^{tt \max}}{\mu \cdot 0,85 \cdot f_{vb} \cdot n_{bl}}$$

Trong đó:

$n_{bl}$ : Số bu lông neo cột với móng trong một trụ.

$N_{nh}^{tt \max}$ : Lực nhổ tính toán max tác dụng xuống một trụ móng theo tổ hợp lớn nhất - (KG).

$Q^{tt \max}$ : Lực cắt tính toán max tác dụng xuống một trụ móng theo tổ hợp lớn nhất - (KG).

$f_{vb}, f_{tb}$ : Cường độ tính toán chịu cắt, chịu kéo của bu lông neo móng (KG/cm<sup>2</sup>)

$A_{bn}$ : Diện tích tiết diện thực của thân một bu lông neo - (cm<sup>2</sup>).

$\mu$ : Hệ số ma sát được lấy như sau:

- $\mu=0,9$  Cho bu lông neo khi mặt phẳng tiếp xúc của cột với móng là bản đế cột nằm trong mặt trụ bê tông móng.

- $\mu=0,7$  Cho bu lông neo khi mặt phẳng tiếp xúc của cột với móng là bản đế cột nằm trên bề mặt trụ bê tông móng.

- $\mu= 0,55$  Cho bu lông neo khi phẳng mặt tiếp xúc của cột với móng là bản đế cột nằm trên bề mặt lớp vữa xi măng trụ móng (không phải là bê tông cốt thép móng).

- Tính toán thép neo của bulông neo trong móng

Điều kiện kiểm tra khả năng chịu lực của thép neo

$$n \cdot \pi \cdot R_{mm} \cdot \left( \frac{\phi_{meo}}{2} \right)^2 \geq \pi \cdot R_{kbl} \cdot \left( \frac{\phi_{blneo}}{2} \right)^2$$

Trong đó:

$n$ : Số thanh thép neo

$\phi_{meo}$ : Đường kính thép neo

$R_{mm}$ : Cường độ thép neo

$R_{kbl}$ : Cường độ bulông neo

$\phi_{blneo}$  : Đường kính bulong neo

Tính chiều dài đoạn neo

$$l_{an} = \max(l_{an1}, l_{an2})$$

Trong đó:

$$l_{an1} = \left( \omega_{an} \cdot \frac{R_{kbl}}{R_b} + \Delta\lambda_{an} \right) \cdot d$$

$$l_{an2} = \lambda_{an} \cdot \phi_{blneo}$$

$R_b$ : Cường độ chịu nén của bê tông móng.

$\omega_{an}$ ,  $\Delta\lambda_{an}$ ,  $\lambda_{an}$ : Các hệ số để xác định đoạn neo cốt thép (tra bảng 36 TCVN 5574-2012)

Tính chiều dài đoạn nối hàn

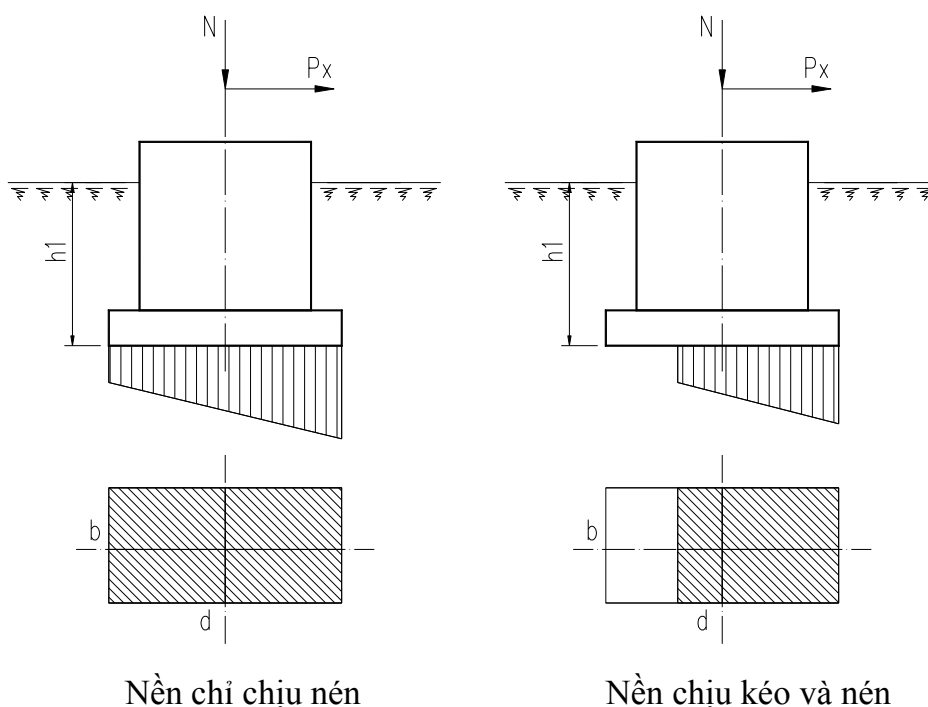
Chiều dài đoạn nối hàn  $l_h \geq 5 \cdot \phi_{blneo}$

## 2. Tính toán móng cột BTLT:

### a. Tính toán sự ổn định của móng:

Sự làm việc ổn định của móng chủ yếu dựa vào sức bền của đất dưới đế móng, trong tính toán bỏ qua sức kháng của khối đất xung quanh. Phương pháp tính toán là phương pháp tính theo trạng thái giới hạn thứ nhất.

Khi móng chịu tác dụng của tải trọng ngang, có thể xảy ra các trường hợp nền chịu nén như sau:





Ứng suất dưới đáy móng xác định theo công thức:

$$\sigma_{tb} = \frac{N_d^{tc} + Q_m + Q_d}{F}$$

$$\sigma_{max} = \frac{N_d^{tc} + Q_m + Q_d}{F} + \frac{P_x \cdot h_p}{W_y}$$

Trong đó:

$N_d^{tc}$  - Tổng lực dọc tiêu chuẩn truyền lên móng.

$Q_m$  - Trọng lượng móng.

$Q_d$  - Trọng lượng đất trên móng.

$F$  - Diện tích đáy móng.

$h_p$  - Chiều cao từ nền đến lực  $P$ .

$W_y$  - mômen chống uốn của đế móng.

Với móng tròn đường kính  $D$ , thì:

$$\sigma_{max} = \frac{4 \cdot \sum N}{\pi \cdot D^2} \left( 1 \pm 8 \cdot \frac{e}{D} \right)$$

Trong đó :  $\sum N = N_d^{tc} + Q_m + Q_d$ ;  $e = \frac{P_x \cdot h_p}{\sum N}$

Đề móng làm việc được ổn định yêu cầu:

$$\sigma_{tb} \leq R_{tc}$$

$$\sigma_{max} \leq 1.2 \times R_{tc}$$

$R_{tc}$ : Áp lực tiêu chuẩn của nền đất ở đáy móng (cường độ nền đất). Theo TCVN 9362 : 2012 quy định:  $R_{tc} = m \cdot (A \cdot b + B \cdot h) \cdot \gamma + D \cdot c$

Trong đó:

$b$  - chiều rộng của móng; đối với móng tròn hoặc đa giác lấy  $b = \sqrt{F}$  (F là diện tích đáy móng).

$h$  - chiều sâu chôn móng.

$g$  - trọng lượng thể tích của đất.

$m$  - hệ số điều kiện làm việc. Nếu hố móng nằm dưới mực nước ngầm và trong tầng đất cát nhỏ thì  $m = 0.8$  trong tầng cát bụi thì  $m = 0.6$  ; các trường hợp khác  $m = 1$

$A, B, D$  - Các hệ số không thứ nguyên, phụ thuộc góc ma sát trong  $\varphi^{tc}$ , tra Bảng 6.15.

Bảng 6.15: Hệ số A , B , D để xác định cường độ tính toán R của đất

φ (độ)	A	B	D	φ (độ)	A	B	D
0	0	1	3.14	24	0.72	3.87	6.45
2	0.03	1.12	3.32	26	0.84	4.37	6.9
4	0.06	1.25	3.51	28	0.98	4.93	7.4
6	0.10	1.39	3.71	30	1.15	5.59	7.95
8	0.14	1.55	3.93	32	1.34	6.35	8.55
10	0.18	1.73	4.17	34	1.55	7.21	9.21
12	0.23	1.94	4.42	36	1.81	8.25	9.98
14	0.29	2.17	4.69	38	2.11	9.44	10.8
16	0.36	2.43	5.00	40	2.46	10.84	11.73
18	0.43	2.72	5.31	42	2.87	12.5	12.77
20	0.51	3.06	5.66	44	3.37	14.48	13.96
22	0.61	3.44	6.04	45	3.66	15.64	14.64

b. Tính toán chống lật cho móng:

Móng chống lật có nhiệm vụ chủ yếu là chống lại lực lật (lực ngang) làm đổ cột. Ngoài lực ngang, trên móng còn chịu tác động của tải trọng thẳng đứng và mômen uốn.

Phương pháp để tính toán chống lật là tính theo phương pháp tải trọng phá hoại. Khả năng chống lật chủ yếu phụ thuộc vào sức kháng của đất ở mặt trước và mặt sau móng. Hệ số an toàn k của kết cấu phụ thuộc vào chế độ làm việc của đường dây, công thức:

$$K = \frac{S_{ph}}{S_{tc}}$$

Trong đó:

$S_{ph}$  - tải trọng phá hoại (khả năng bền vững của nền)

$S_{tc}$  - tải trọng tiêu chuẩn đặt lên móng

Trị số K cho trong Bảng 6.16.

Bảng 6.16: Hệ số độ tin cậy k của nền móng chống lật và chống nhổ theo tải trọng phá hoại

Dạng cột	Hệ số độ tin cậy
Cột đỡ	1.2
Cột néo góc, néo thẳng	1.3
Cột néo cuối, cột vượt	1.7

Các móng dùng trong tính toán chống lật gồm: Móng chôn sâu (không móng), móng tròn (dạng giếng), móng thanh ngang, móng ngắn, móng khối ...

**\* Trường hợp cột chôn không móng hoặc móng giếng:**

Công thức kiểm tra chống lật như sau:

$$K.S \leq \frac{1}{\alpha\mu}.m.b.h^2$$

Trong đó:  $\alpha = \frac{H}{h}$ ;  $\frac{1}{\alpha\mu}$  tra bảng 6.17.

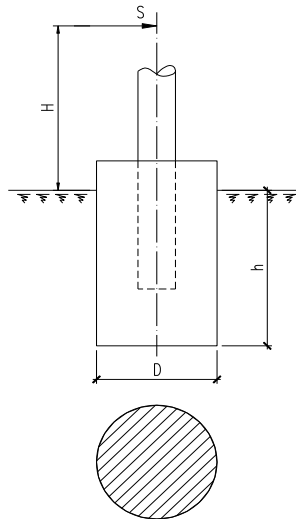
$$m - \text{đặc trưng cho sức kháng của đất. } m = \gamma \cdot \text{tg}^2\left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right)$$

với  $\varphi$  là góc ma sát trong của đất. Tra theo bảng 6.18

b - chiều rộng tính toán

Với cột tròn có đường kính trung bình phần chôn sâu  $d_0$  thì  $b = d_0.k_{og}$

Với móng tròn đường kính D thì:



Móng tròn (dạng móng giếng)

$$b = D.k_{og}$$

$k_{og}$  - hệ số tra bảng 6.19.

S - tổng lực ngang tác dụng lên cột

**\* Trường hợp móng thanh ngáng:**

Độ dài tính toán của thanh ngáng :

$$L = \frac{A}{m \cdot y_1 \cdot d_1 \cdot (1 + f)} + d'_o$$

Trong đó:

$f = \operatorname{tg}\varphi$  tra bảng 6.18.

$m$  - đặc trưng cho sức kháng của đất tra bảng 4.

$$A = E \cdot (1 - 2 \cdot \theta^2) + k \cdot S; E = \frac{m \cdot b \cdot h^2}{2}$$

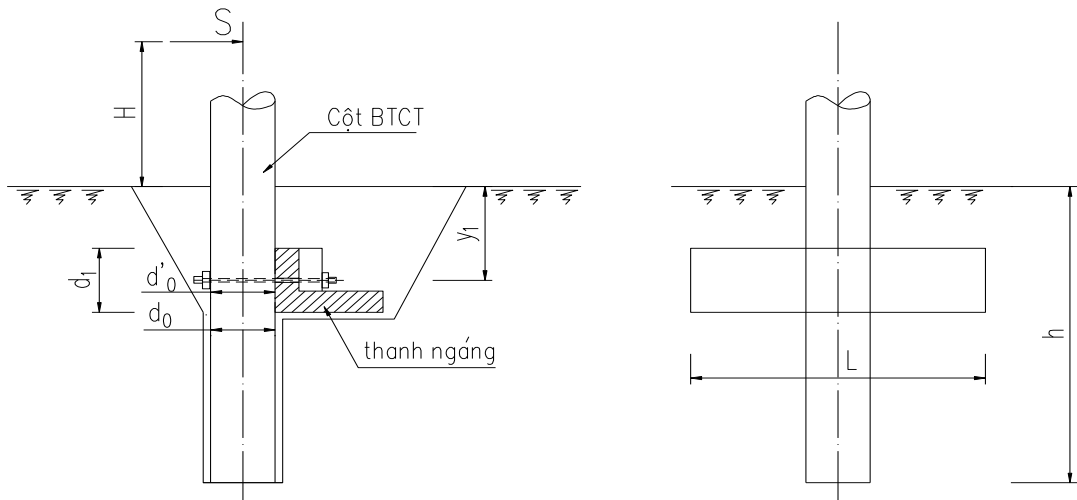
$d_1$  - đường kính (hay bề rộng) thanh ngáng;

$d'_o, d_o$  - đường kính cột tại vị trí lắp thanh ngáng và đường kính trung bình của phần chôn sâu cột trong đất.

$b$  - chiều rộng tính toán ;  $b = d_o \cdot k_{og} \cdot k_{og}$  tra bảng 6.19.

$\theta^2$  - được tính theo phương trình :

$$\theta^2 \cdot \left( 1,33 \cdot \theta - 2 \cdot \frac{y_1}{h} \right) = 0,667 - \frac{y_1}{h} - \frac{S \cdot K}{E \cdot h} \cdot (y_1 + H)$$



Móng chôn sâu đặt 1 thanh ngáng

Bảng 6.17: Các hệ số  $\mu$  và  $1/\alpha\mu$  dùng cho móng chống lật

$\alpha = H/h$	$\mu$	$\alpha\mu$	$1/\alpha\mu$
1	17.68	17.68	0.0566
2	14.06	28.12	0.0356
3	12.61	37.83	0.0264
4	12.13	48.52	0.0206

5	11.81	59.05	0.0169
6	11.55	69.3	0.0144
7	11.28	78.96	0.0127
8	11.15	89.2	0.0112
9	11.03	99.27	0.0109
10	10.91	109.1	0.0092

Bảng 6.18: Trị số  $f$ ,  $m$  và  $\gamma$  của các loại đất

Tên đất	$\varphi$	$f = \text{tg}\varphi$	$m = \gamma \text{tg}^2(45^\circ + \varphi/2)$ kN/ $\mu^3$	$\gamma$ kN/ $m^3$
Đất sét và đất cát ngầm nước	20	0.364	38.0	18.6
Đất sét và đất cát ẩm tự nhiên	40	0.389	67.7	14.7
Đất sét mềm ngầm nước	20	0.364	36.0	17.6
Đất sét mịn	40	0.839	72.2	15.7
Đất sét rất mịn	45	1.000	104.5	17.6
Đá nhỏ lẫn cát ngầm nước	25	0.466	48.3	23.5
Sỏi, cát lớn ngầm nước	25	0.466	45.8	18.6
Cát nhỏ sũng nước	15	0.268	31.7	18.6
Cát nhỏ sạch và ướt	25	0.466	48.3	19.6
Cát lớn lẫn sỏi, khô	35	0.700	57.8	15.7
Cát nhỏ sạch và khô	40	0.839	81	17.6
Đất sét lẫn đá	35	0.700	50.7	13.7
Gạch đá vụn cát, ướt	30	0.577	52.9	17.6

Bảng 6.19: Trị số của  $k_{og}$  dùng tính toán móng chống lật

$\varphi$	<b><math>h/d_o</math> ; <math>h/d'_o</math> hoặc <math>h/D</math></b>									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15 <sup>0</sup>	1.045	1.090	1.135	1.180	1.225	1.270	1.315	1.380	1.405	1.450
20 <sup>0</sup>	1.067	1.133	1.200	1.287	1.333	1.400	1.466	1.583	1.600	1.667
25 <sup>0</sup>	1.092	1.184	1.276	1.368	1.480	1.552	1.644	1.736	1.828	1.920
30 <sup>0</sup>	1.121	1.242	1.363	1.484	1.605	1.785	1.847	1.968	2.089	2.210

35 <sup>0</sup>	1.150	1.346	1.474	1.632	1.790	1.948	2.106	2.264	2.422	2.980
40 <sup>0</sup>	1.202	1.404	1.505	1.809	2.010	2.212	2.411	2.616	2.818	3.020
45 <sup>0</sup>	1.255	1.516	1.705	2.020	2.775	2.530	2.785	3.040	3.293	3.550

**\* Trường hợp móng nông:**

+ Móng nông không giạt cấp: Công thức kiểm tra như sau:

$$S.K \leq I, \quad I = \frac{1}{F_1} \cdot (F_2 \cdot E_n + F_3 \cdot Q_o)$$

Trong đó :

$$F_1 = 1,5 \cdot \left[ \frac{H}{h} + \left( \frac{H}{h} + 1 \right) \cdot \text{tg}^2 \varphi \right] + 0,5$$

$$F_2 = (1 + \text{tg}^2 \varphi) \left( 1 + 1,5 \cdot \frac{d}{h} \cdot \text{tg} \varphi \right)$$

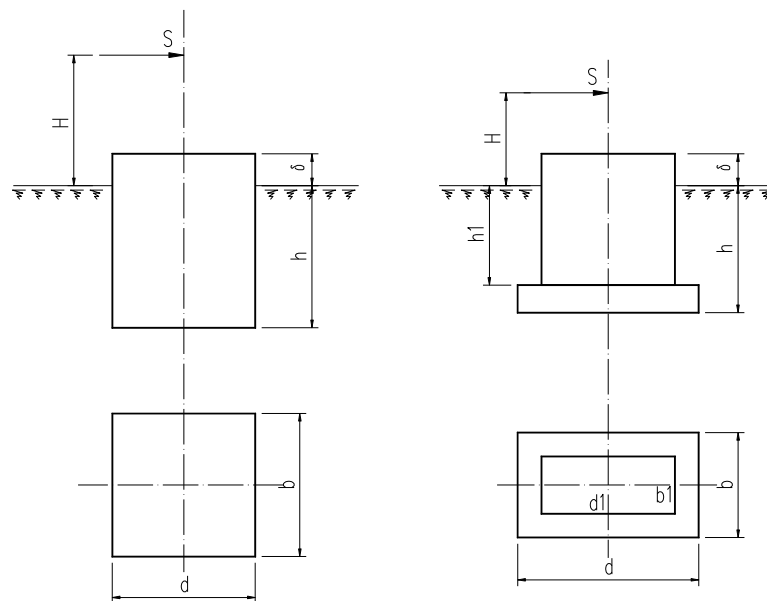
$$F_3 = (1 + \text{tg}^2 \varphi) \cdot \frac{d}{h} + \text{tg} \varphi$$

$$E_n = \frac{b \cdot h \cdot k_o}{\theta \cdot (\theta + \text{tg} \varphi)} \cdot [0,5 \cdot \gamma \cdot h + C \cdot (1 + \theta^2)]$$

$\theta, \theta^2$ : Tra theo bảng 6.20,  $k_o$ : Tra bảng 6.21.

$Q_o$  - tổng trọng lượng đặt lên nền, kể cả trọng lượng móng.

$S$  - tổng lực ngang (lực tính toán) lên cột.



Móng ngắn không cấp

Móng ngắn có cấp

+ Móng nông có giạt cấp: Công thức kiểm tra giống hệt như trường hợp móng nông không giạt cấp với  $Q_o$  bao gồm cả trọng lượng đất bao quanh móng.

Để tránh sự phá hoại của đất nằm trên cấp móng phía mặt trước cần phải thỏa mãn điều kiện:  $E_n \leq E'_n$

Trong đó:  $E_n$  - sức kháng của đất ở phía mặt sau móng;

$E'_n$  - sức kháng của đất ở phía mặt trước móng.

$$E'_n = k_0 \cdot b_1 \cdot \left[ \frac{2}{9} \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot \Phi^2 + C \cdot h \cdot (\Phi^2 - 1) \right]$$

$\gamma$  Tra theo bảng 6.18;  $\Phi^2$  Tra theo bảng 6.20;  $k_0$  tra theo bảng 6.21.

*Bảng 6.20: Trị số hàm số  $\theta$ ,  $\theta^2$  và  $\Phi^2$  dùng tính toán móng ngắn*

$\varphi$	$\theta$	$\theta^2$	$\Phi^2$	$\varphi$	$\theta$	$\theta^2$	$\Phi^2$
15	0.760	0.577	2.30	30	0.577	0.333	8.75
20	0.700	0.490	3.30	31	0.565	0.320	10.10
21	0.687	0.472	3.55	32	0.555	0.308	11.50
22	0.675	0.455	3.88	33	0.543	0.295	13.20
23	0.663	0.440	4.30	34	0.531	0.282	15.50
24	0.650	0.422	4.65	35	0.521	0.271	18.40
25	0.637	0.406	5.20	36	0.510	0.260	24.00
26	0.625	0.390	5.60	37	0.498	0.248	30.50
27	0.616	0.379	6.30	38	0.488	0.238	37.05
28	0.600	0.360	6.96	39	0.478	0.228	52.00
29	0.589	0.347	7.70	40	0.467	0.218	70.85

*Bảng 6.21: Trị số  $k_0$  dùng tính toán móng ngắn*

Tên đất	Số hiệu	h/b					
		0.6	0.8	1	2	3	4
Cát nhỏ no nước	1	1.03	1.01	1.05	1.09	1.14	1.18
Đất sét pha, cát pha no nước	2	1.04	1.05	1.07	1.13	1.2	1.27
Cát lẫn đá dăm no nước	3	1.06	1.08	1.10	1.18	1.28	1.37
Cát mịn ướt	4	1.06	1.08	1.10	1.18	1.28	1.37
Đất có mùn rác ẩm ướt	5	1.07	1.10	1.12	1.24	1.36	1.48

Cát khô mịn sạch	6	1.10	1.13	1.16	1.32	1.47	1.63
Cát lẫn mùn rác khô	7	1.10	1.13	1.16	1.32	1.47	1.63
Đất sét pha, cát pha ẩm tự nhiên	8	1.12	1.16	1.20	1.40	1.61	1.87
Đất rừng khô	9	1.12	1.16	1.20	1.40	1.61	1.87
Cát to lẫn đá dăm khô	10	1.12	1.16	1.20	1.40	1.61	1.87
Đất sét khô rất chặt	11	1.15	1.21	1.26	1.51	1.77	2.02

**c. Tính toán móng chống nhổ:**

Móng chống nhổ sử dụng cho cột BTLT chủ yếu là móng néo. Sự làm việc ổn định của loại móng này chủ yếu là do trọng lượng khối đất bị bật lên và lực ma sát giữa thành móng với khối đất xung quanh. Sơ đồ tính toán như hình vẽ.

- c.1. Khi góc  $\beta < 75^\circ$ : Công thức kiểm tra như sau

$$T.k \leq I, \quad I = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot b \cdot \lambda \quad \text{Trong đó:}$$

k - hệ số an toàn (lấy theo Bảng 6.16).

I - khả năng chống nhổ;

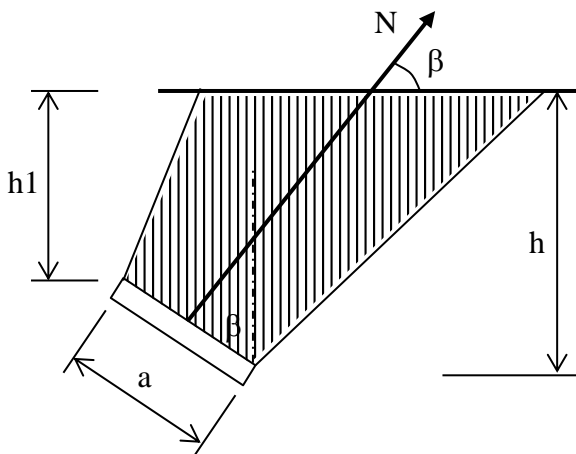
$\gamma$  - tra theo Bảng 6.18

$\lambda$  - sức bền thụ động của đất.

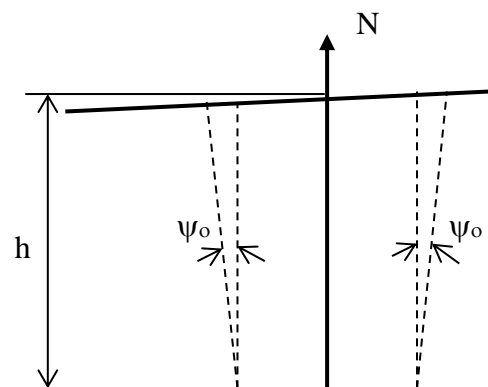
$$\lambda = \lambda' \cdot (1 - \xi^2 \cdot \eta^2) + \frac{2}{3} \cdot \frac{h}{b} \cdot A \cdot (1 - \xi^2 \cdot B)$$

$$\lambda' = \frac{\cos^2(\varphi + \beta)}{\cos \beta (\cos \varphi - \sin \varphi)^2}$$

$\varphi$  - góc ma sát trong của đất (Bảng 6.18). Các hệ số  $\eta, \xi, A, B$ : Tra Bảng 6.22; 6.23.



Khi góc néo  $\beta < 75^\circ$



Khi góc néo  $75^\circ \leq \beta \leq 90^\circ$



- c.2. Khi góc  $75^\circ \leq \beta < 90^\circ$ : Công thức kiểm tra như sau

$$T.k \leq I, \quad I = \gamma_o \cdot V_d + C_o \cdot S$$

Trong đó :  $\gamma_o$  - trọng lượng riêng của đất đắp;

$V_d$  - thể tích khối đất bị bật lên có kể cả góc nghiêng  $\psi_o$ :

$$V_d = a.b.h + h^2.(a + b + \frac{4}{3}.h.tg\varphi).tg\varphi$$

a, b - kích thước móng;

$C_o$  - lực dính kết của đất đắp;

S - diện tích khối đất xung quanh bị bật lên;

Bảng 6.22: Trị số  $\eta$ , A, B dùng để tính toán móng néo

$\beta$	$\varphi$	$\eta$	A	B	$\beta$	$\varphi$	$\eta$	A	B
40	20	0.719	0.560	0.719	60	20	0.828	0.800	0.828
	30	0.605	0.939	0.605		30	0.828	1.333	0.750
	40	0.504	1.543	0.504		40	0.676	2.041	0.676
	50	0.504	2.420	0.413		50	0.605	3.064	0.605
50	20	0.773	0.644	0.773	75	20	0.911	1.473	0.911
	30	0.676	1.092	0.676		30	0.868	2.394	0.868
	40	0.676	1.704	0.587		40	0.825	3.568	0.825
	50	0.604	2.612	0.504		50	0.782	5.207	0.782

Bảng 6.23: Trị số  $\xi$  dùng tính toán móng néo

d/h	Góc néo $\beta$				
	30	40	50	60	70
0.8	0.306	0.386	0.485	0.600	0.793
0.6	0.480	0.540	0.615	0.700	0.845
0.4	0.653	0.693	0.743	0.800	0.897
0.2	0.827	0.847	0.872	0.900	0.948

## **CHƯƠNG 7: YÊU CẦU KỸ THUẬT CHO VẬT TƯ THIẾT BỊ CHÍNH**

### **7.1. Yêu cầu chung.**

#### ***7.1.1. Tiêu chuẩn áp dụng.***

Tất cả các thiết bị và vật liệu phải đảm bảo các tiêu chuẩn Việt Nam và các tiêu chuẩn quốc tế được phép áp dụng tại Việt Nam.

#### ***7.1.2. Điều kiện môi trường và vận hành***

Áp dụng các quy định, tiêu chuẩn, quy chuẩn hiện hành và các quy định được EVN ban hành.

#### ***7.1.3. Yêu cầu khác***

Trong quá trình thiết kế cần căn cứ vào đặc điểm cụ thể của lưới điện để tính toán lựa chọn các thông số kỹ thuật của thiết bị, vật liệu cho phù hợp. Chương này chỉ liệt kê một số vật tư thiết bị chính sử dụng trên lưới điện phân phối cấp điện áp đến 35kV, các tiêu chuẩn kỹ thuật của vật tư thiết bị áp dụng theo các tiêu chuẩn được EVN ban hành.

### **7.2. Máy biến áp.**

Áp dụng theo Quyết định số 62/QĐ-EVN ngày 05/5/2017 về việc ban hành tiêu chuẩn kỹ thuật máy biến áp phân phối điện áp đến 35kV trong Tập đoàn Điện lực Quốc gia Việt Nam.

### **7.3. Thiết bị đóng cắt.**

#### ***7.3.1. Recloser cho lưới 22, 35kV***

Áp dụng theo Quyết định số 63/QĐ-EVN ngày 05/5/2017 về việc ban hành tiêu chuẩn kỹ thuật recloser điện áp 22kV và 35kV trong Tập đoàn Điện lực Việt Nam.

#### ***7.3.2. Máy cắt điện ngoài trời cho lưới 22kV, 35kV***

Thông số kỹ thuật được cập nhật khi EVN ban hành.

#### ***7.3.3. Dao cắt có tải loại chân không hoặc SF6 dùng cho lưới 22kV, 35kV***

Áp dụng theo Quyết định số 64/QĐ-EVN ngày 05/5/2017 về việc ban hành tiêu chuẩn kỹ thuật dao cắt tải có điện áp 22kV và 35kV trong Tập đoàn Điện lực Việt Nam.

#### ***7.3.4. Cầu dao 3 pha 35kV, 22kV, ký hiệu DS-35 và DS-22***

Thông số kỹ thuật được cập nhật khi EVN ban hành.

### **7.3.5. Cầu chì tự rơi 35kV, 22kV, ký hiệu FCO-35 và FCO-22**

Thông số kỹ thuật được cập nhật khi EVN ban hành.

## **7.4. Thiết bị bảo vệ.**

### **7.4.1. Chống sét van (ký hiệu LA)**

Thông số kỹ thuật được cập nhật khi EVN ban hành.

### **7.4.2. Tủ RMU (O.D) loại ngoài trời**

Thông số kỹ thuật được cập nhật khi EVN ban hành.

### **7.4.3. Tủ RMU (I.D) loại trong nhà**

Thông số kỹ thuật được cập nhật khi EVN ban hành.

### **7.4.4. Máy biến điện áp trung thế**

Thông số kỹ thuật được cập nhật khi EVN ban hành.

### **7.4.5. Máy biến dòng điện trung thế**

Thông số kỹ thuật được cập nhật khi EVN ban hành.

### **7.4.6. Máy cắt hạ thế**

Thông số kỹ thuật được cập nhật khi EVN ban hành.

### **7.4.7. Biến dòng điện (TI đo lường) hạ thế**

Thông số kỹ thuật được cập nhật khi EVN ban hành.

### **7.4.8. Bộ thiết bị cảnh báo sự cố đường dây.**

Thông số kỹ thuật được cập nhật khi EVN ban hành.

## **7.5. Cách điện và phụ kiện.**

### **7.5.1. Cách điện đứng**

Thông số kỹ thuật được cập nhật khi EVN ban hành.

### **7.5.2. Cách điện treo**

Thông số kỹ thuật được cập nhật khi EVN ban hành.

### **7.5.3. Phụ kiện đường dây**

Thông số kỹ thuật được cập nhật khi EVN ban hành.

## **7.6. Cáp và dây dẫn điện.**

### **7.6.1. Cáp ngầm XLPE 24kV (3 lõi) chống thấm nước, màng chắn băng đồng.**

Thông số kỹ thuật được cập nhật khi EVN ban hành.

**7.6.2. Cáp ngầm XLPE 24kV (1 lõi) chống thấm nước, màng chắn bằng đồng.**

Thông số kỹ thuật được cập nhật khi EVN ban hành.

**7.6.3. Cáp ngầm sử dụng màn chắn đồng kim loại làm dây trung tính.**

Thông số kỹ thuật được cập nhật khi EVN ban hành.

**7.6.4. Cáp bọc cách điện hạ thế 0,6/1kV.**

Thông số kỹ thuật được cập nhật khi EVN ban hành.

**7.6.5. Cáp ngầm hạ thế 4 lõi (0,6/1kV).**

Thông số kỹ thuật được cập nhật khi EVN ban hành.

**7.6.6. Cáp hạ thế 2 lõi 2x16mm<sup>2</sup> -0,6/1kV.**

Thông số kỹ thuật được cập nhật khi EVN ban hành.

**7.6.7. Cáp vắn xoắn hạ thế.**

Thông số kỹ thuật được cập nhật khi EVN ban hành.

**7.6.8. Dây nhôm lõi thép trần.**

Thông số kỹ thuật được cập nhật khi EVN ban hành.

**7.6.9. Dây nhôm lõi thép bọc cách điện 22kV.**

Thông số kỹ thuật được cập nhật khi EVN ban hành.

**7.7. Cột bê tông.**

**7.7.1. Cột bê tông vuông**

Các cột bê tông vuông dùng cho đường dây hạ áp phải được chế tạo theo các tiêu chuẩn Việt Nam về kết cấu bê tông cốt thép với các thông số cơ bản áp dụng theo Quyết định số 940/QĐ-EVN-TĐ ngày 03/4/2002 của Tổng công ty điện lực Việt Nam (nay là Tập đoàn Điện lực Việt Nam), các thông số kỹ thuật của cột bê tông được thể hiện như sau:

TT	Ký hiệu cột	Chiều dài cột ( m)	Kích thước ngoài (mm x mm)		Lực giới hạn đầu cột (kG)	Ghi chú
			Đỉnh cột	Đáy cột		
1	H6,5A	6,5	140 x140	230x310	230	
2	H6,5B	6,5	140 x140	230x310	360	

3	H6,5C	6,5	140 x140	230x310	460	
4	H7,5A	7,5	140 x140	240 x 340	230	
5	H7,5B	7,5	140 x140	240 x 340	360	
6	H7,5C	7,5	140 x140	240 x 340	460	
7	H8,5A	8,5	140 x140	250 x 370	230	
8	H8,5B	8,5	140 x140	250 x 370	360	
9	H8,5C	8,5	140 x140	250 x 370	460	

### **7.7.2. Cột bê tông ly tâm**

- Áp dụng theo Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 5847:2016 Cột điện bê tông cốt thép ly tâm.

- Các trường hợp sử dụng cột điện bê tông cốt thép ly tâm khác với Tiêu chuẩn Quốc gia nêu trên thì cần phải tính toán cụ thể trước khi áp dụng.

- Cột điện bê tông ly tâm sử dụng trong lưới điện phân phối tuân thủ theo Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 5847:2016 và phải là cột có lỗ để bố trí lắp đặt giàn xà, lỗ thang trèo an toàn và thuận lợi trong quá trình lắp đặt, vận hành,...