

# NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA TỐC ĐỘ GIÓ, NHIỆT ĐỘ CỦA MÔI TRƯỜNG XUNG QUANH VÀ ĐIỀU KIỆN ĐỊA HÌNH ĐỐI VỚI KHẢ NĂNG MANG TẢI CỦA MẠNG ĐIỆN

TRẦN QUANG KHÁNH

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Phần lớn hệ thống phân phối và truyền tải điện năng ở nước ta là mạng điện ngoài trời, chúng luôn luôn phải chịu sự tác động của các điều kiện khí hậu và địa hình. Sự thay đổi của nhiệt độ môi trường có thể làm thay đổi khả năng truyền tải của các thiết bị điện, trong một số trường hợp khi nhiệt độ tăng có thể làm cho các thiết bị điện bị quá tải, dẫn đến sự cố trong hệ thống. Tốc độ gió có liên quan trực tiếp đến quá trình truyền nhiệt của dây dẫn. Sự phát xạ của Mặt Trời có thể làm thay đổi điện trở của dây dẫn... Tất cả những ảnh hưởng này có thể làm sai lệch những tính toán thiết kế cung cấp điện và làm tăng chi phí cho quá trình phân phối và truyền tải điện năng, vì vậy nếu không xét đến những ảnh hưởng của các điều kiện bên ngoài thì có thể no thiệt hại rất đáng kể. Do đó việc nghiên cứu sự ảnh hưởng của các điều kiện khí hậu địa lý đối với các thông số của mạng điện là hết sức cần thiết và cấp bách.

## 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Dưới sự tác động của bức xạ Mặt Trời, bề mặt của dây dẫn hấp thụ một lượng nhiệt năng, mà đôi khi có thể tương đương với lượng nhiệt do dòng điện sinh ra. lúc đó nhiệt độ của dây dẫn có thể tăng đến giá trị lớn hơn mức cho phép. Quan hệ giữa điện trở và nhiệt độ được xác định theo biểu thức

$$R_{\theta} = R_0[1 + \alpha(\theta - 20)] \quad (1)$$

trong đó:  $R_{\theta}$  - điện trở của dây dẫn ở nhiệt độ  $\theta$ ,  $\Omega/m$ ;  $R_0$  - điện trở của dây dẫn ở nhiệt độ chuẩn ( $20^{\circ}\text{C}$ );  $\theta$  - nhiệt độ thực tế của dây dẫn,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $\alpha$  - hệ số giãn nở nhiệt, đối với dây nhôm và nhôm lõi thép  $\alpha = 0,004$ .

Ở chế độ làm việc bình thường dây dẫn mặt bị đốt nóng bởi lượng nhiệt dòng dòng điện sinh ra theo định luật Jun-Lenxơ, mặt khác nó luôn luôn hấp thụ một lượng nhiệt do bức xạ Mặt Trời. Nhiệt lượng này sẽ đốt nóng dây dẫn và truyền ra môi trường xung quanh. Sự truyền nhiệt ra môi trường xung quanh được thực hiện theo nguyên lý đối lưu và bức xạ. Nếu xét mạng điện ở chế độ xác lập, tức là bỏ qua lượng nhiệt đốt nóng dây dẫn từ nhiệt độ ban đầu đến nhiệt độ xác lập thì phương trình cân bằng nhiệt của dây dẫn có dạng

$$I^2 \cdot R_{\theta} + W_{bx} = W_k + W_R \quad (2)$$

trong đó:  $I$  - cường độ dòng điện chạy qua dây dẫn, A;  $W_{bx}$  - nhiệt năng do dây dẫn hấp thụ dưới bức xạ của Mặt Trời trong một đơn vị thời gian;  $W_k$ ,  $W_R$  - lượng nhiệt toả ra môi trường xung quanh theo nguyên lý đối lưu và bức xạ.

Sự hấp thụ nhiệt của dây dẫn phụ thuộc vào vật liệu dẫn, cường độ bức xạ của Mặt Trời và vị trí địa hình nơi đường dây đi qua và có thể xác định theo biểu thức

$$W_{bx} = \beta \cdot d \cdot K \cdot \omega_R \cdot \sin \delta, \text{ W/m} \quad (3)$$

$\beta$  - hệ số phụ thuộc vào vật liệu dây dẫn;  $d$  - đường kính của dây dẫn, m;  $K$  - hệ số tính đến độ cao của đường dây so với mặt biển  $H$ :

$$K = 0,116 \cdot \lg H + 0,752 \quad \text{nếu } H \leq 1000 \text{ m}; \quad (4)$$

$$K = 0,306 \cdot \lg H + 0,182 \quad \text{nếu } H > 1000 \text{ m};$$

$\delta$  - góc chiếu của tia sáng Mặt Trời;

$$\delta = \arccos[\cosh - \cos(180 - \psi)]; \quad (5)$$

$H$  - góc cao của Mặt Trời phụ thuộc vào vĩ tuyến

$$h = 113,5 - \varphi \quad (6)$$

$\varphi$  - độ vĩ tuyến;  $\psi$  - góc phương vị Mặt Trời, tại thời điểm bức xạ cực đại ứng với 12 giờ trưa,  $\psi = 150^\circ$ .

Thành phần nhiệt truyền ra môi trường xung quanh theo nguyên lý đối lưu phụ thuộc vào tốc độ gió, nhiệt độ của môi trường và được xác định theo biểu thức

$$W_k = 1,068 \cdot 10^{-3} \cdot N_U \cdot T^{0,754} \cdot \Delta\theta; \quad (7)$$

$\Delta\theta$  - độ chênh lệch nhiệt độ giữa dây dẫn và môi trường xung quanh;  $T = \theta_0 + 273 + 0,5\Delta\theta$ ;

$\theta_0$  - nhiệt độ không khí ở môi trường xung quanh,  $^\circ\text{C}$ ;  $N_U$  - chuẩn số Nusselt khi lặng gió ( $v = 0$ )

$$N_U = 0,436 + 0,55 \cdot G^{0,217} \quad \text{nếu } G \leq 10^4; \quad (8)$$

$$N_U = 0,55 \cdot G^{0,228} \quad \text{nếu } G > 10^4;$$

trong đó:  $G$  - chuẩn số Grashop

$$G = 202160 \frac{d^3 P_0^2 \Delta\theta \cdot M^2}{T^{4,508}} \quad (9)$$

$P_0$  - áp suất không khí ở độ cao mặt biển, atm;

$$M = 1 - 0,034 \frac{H}{T_0} + 0,0005 \left( \frac{H}{T_0} \right)^2 \quad (10)$$

$$T_0 = 273 + \theta.$$

Khi tốc độ gió lớn hơn 0 ( $v > 0$ )

$$N_U = 0,32 + 0,43 \cdot R_a^{0,52} \quad \text{nếu } R_a \leq 10^3 \quad (11)$$

$$N_U = 0,24 \cdot R_a^{0,6} \quad \text{nếu } R_a > 10^3$$

$R_a$  - chuẩn số Rayleigh

$$R_a = 143576 \frac{v \cdot d \cdot P_0 \cdot M}{T^{1,754}}. \quad (12)$$

Nhiệt năng toả ra môi trường theo nguyên lý bức xạ được xác định theo biểu thức

$$W_{bx} = 71,2513 \cdot \varepsilon \cdot d \cdot T^3 \cdot \Delta\theta \cdot 10^{-11}, \text{ W/m}; \quad (13)$$

trong đó:  $\varepsilon$  - hệ số bức xạ của dây dẫn.

Thay các giá trị tương ứng vào biểu thức (2) ta sẽ được biểu thức cho phép đánh giá mức độ ảnh hưởng của các điều kiện khí hậu và địa lý đối với dòng điện truyền tải trên đường dây.

Giá trị dòng điện cực đại cho phép được xác định theo điều kiện đốt nóng có thể rút ra từ biểu thức (2)

$$I_{cp} = \sqrt{\frac{W_k + W_R - W_{bx}}{R_\theta}} = f(v, \theta, H). \quad (14)$$

Biểu thức (14) chính là mô hình toán học cho phép đánh giá sự ảnh hưởng của các điều kiện khí hậu, địa lí đối với các tham số kĩ thuật khác nhau của mạng điện như dòng điện đốt nóng cho phép, tổn thất công suất vv. Giá trị hao tổn công suất có thể được thể hiện theo biểu thức

$$\Delta P = I^2 R_\theta = f_1(v, \theta, H).$$

### 3. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

Trên cơ sở lí thuyết đã trình bày chúng ta áp dụng cụ thể đối với mạng điện vùng đồng bằng Bắc bộ với nhiệt độ trung bình của môi trường trong năm là  $22 \div 24^\circ\text{C}$ . Bài toán được giải trên vi tính theo sơ đồ thuật giải hình 1. Kết quả tính toán đối với dây nhôm được biểu thị trong bảng 1.

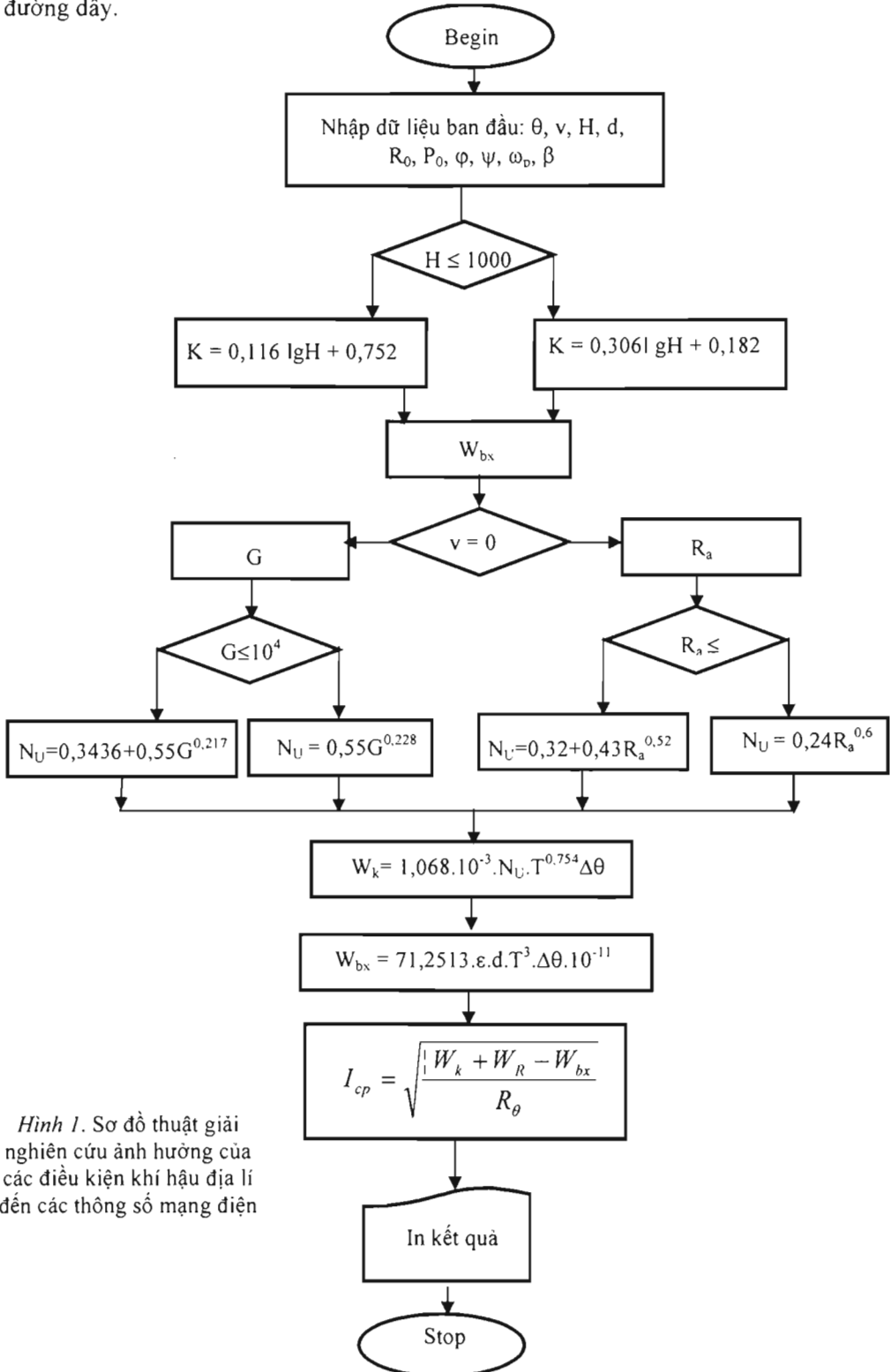
Bảng 1. Kết quả tính toán dòng điện cho phép của dây nhôm

	Dòng điện cực đại cho phép		Hệ số hiệu chỉnh
	Theo biểu thức (6)	Theo sổ tay thiết kế	
A-16	81	105	0,77
A-25	106	130	0,82
A-35	135	175	0,77
A-50	160	210	0,77
A-70	200	265	0,76
A-95	245	330	0,74
A-120	280	380	0,74

Phân tích kết quả tính toán bảng 1 ta thấy ở điều kiện khí hậu thực tế của vùng đồng bằng Bắc bộ, dòng điện đốt nóng cho phép nhỏ hơn so với giá trị cho trong sổ tay thiết kế, mà được lấy theo điều kiện ôn đới. Như vậy để thiết bị điện có thể làm việc ổn định trong điều kiện khí hậu của miền Bắc nước ta thì các giá trị dòng điện cho phép trong các sổ tay thiết kế cần phải nhân với một hệ số hiệu chỉnh  $k_{hc}$ . Như số liệu tính toán (bảng 1) giá trị này dao động trong khoảng từ  $0,74 \div 0,82$ , có thể lấy giá trị trung bình là 0,77.

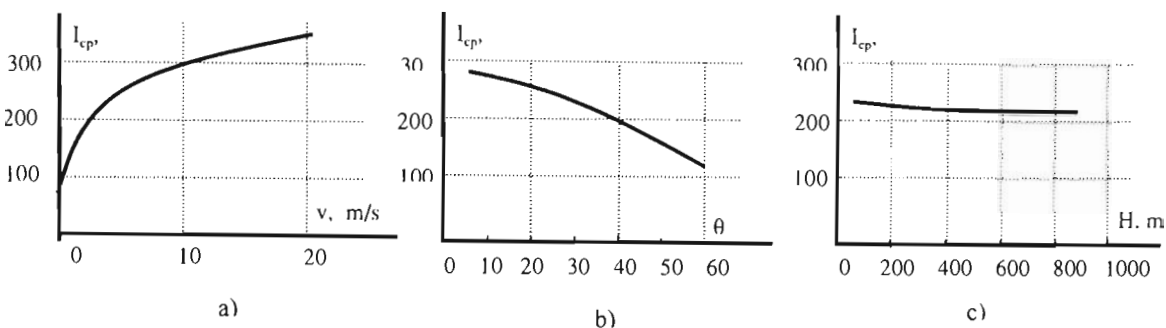
Mối quan hệ phụ thuộc giữa các tham số mạng điện với các yếu tố khí hậu và địa lí được thể hiện trên hình 2. Phân tích các đường cong phụ thuộc ta nhận thấy tốc độ gió có ảnh hưởng rất lớn đến các thông số của mạng điện. Khi tốc độ gió tăng từ 0 đến 5 m/s thì giá trị dòng điện cho phép tăng lên gần 2,5 lần. Sự tăng tiếp theo của tốc độ gió làm cho dòng điện phép tăng chậm hơn. Như vậy với mức độ gió vừa phải thì chế độ làm việc của mạng điện sẽ thuận lợi hơn.

Khi tốc độ gió lớn khả năng truyền tải của mạng điện sẽ tăng nhưng lúc đó đường dây sẽ phải chịu tải trọng cơ học lớn (phần này sẽ được trình bày ở chuyên đề sau) điều đó làm tăng chi phí của đường dây.



Hình 1. Sơ đồ thuật giải nghiên cứu ảnh hưởng của các điều kiện khí hậu địa lí đến các thông số mạng điện

Khi nhiệt độ tăng thì lượng tổn thất công suất sẽ tăng, làm tăng chi phí và giảm hiệu quả truyền tải của đường dây. Đường đặc tính phụ thuộc giữa dòng điện cho phép và độ cao so với mặt biển  $I = f(H)$  cho thấy sự ảnh hưởng của chiều cao  $H$  đối với giá trị dòng điện cho phép là không đáng kể: cứ 200 m độ cao, dòng điện cho phép chỉ thay đổi khoảng 1%. Trong thực tế các điều kiện địa lý chủ yếu ảnh hưởng đến các chỉ tiêu kinh tế của mạng điện. Chẳng hạn đối với các vùng núi cao sự phức tạp của địa hình làm thay đổi kết cấu của đường dây, làm tăng chi phí xây dựng và lắp đặt...



Hình 2. Sự phụ thuộc của dòng điện cho phép vào các yếu tố: a) tốc độ gió; b) nhiệt độ trung bình của môi trường xung quanh; c) độ cao so với mặt biển

#### 4. KẾT LUẬN

Các yếu tố về điều kiện khí hậu và địa lý có ảnh hưởng trực tiếp hoặc gián tiếp đến các thông số của mạng điện, do đó rất cần được nghiên cứu một cách nghiêm túc để có các giải pháp hiệu chỉnh thích hợp trong quá trình thiết kế, xây dựng và vận hành mạng điện.

Khi nhiệt độ trung bình của môi trường xung quanh càng lớn thì giá trị dòng điện cho phép của dây dẫn càng nhỏ. Đối với khí hậu vùng đồng bằng Bắc bộ giá trị dòng điện cho phép của dây nhôm nhỏ hơn so với giá trị cho trong các sổ tay thiết kế khoảng 0,77 lần.

Tốc độ gió có ảnh hưởng rất đáng kể đến khả năng truyền tải của đường dây tải điện. Đối với các vùng thường xuyên có gió nhẹ khả năng truyền tải của đường dây sẽ tăng, tức là giá trị dòng điện cho phép tăng.

Điều kiện địa hình không có ảnh hưởng đáng kể đến các thông số kỹ thuật của mạng điện, mà chỉ ảnh hưởng đến các thông số kinh tế.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Erbs, D. G., S. A. Klein, and J. A. Duffie - Estimation of the Diffuse Radiation Fraction for Hourly, Daily and Monthly-Average Global Radiation, *Solar Energy* **28** (4) (1982) 293-302.
2. Leng G., N. Meloche, A. Monarque, G. Painchaud, D. Thevenard, M. Ross, and P. Hosette - Photovoltaic Project Analysis, *Renewable Energy Project Analysis: RETScreen Engineering & Cases*, CANMET Energy Technology, 2002.
3. Pereira M.C. and Rabl A. - The average distribution of solar radiation correlation between diffuse and hemispherical and total radiation, *Solar Energy* **24**, 1979.

4. Turan Gonen - Electric power transmission system engineering, Wiley, New York, 1993.

## SUMMARY

### RESEARCH OF WIND SPEED, SURROUNDING TEMPERATURE AND TOPOGRAPHIC CONDITIONS INFLUENCES ON LOADABILITY OF ELECTRIC NETS

Air-open electric nets are always effected by the surrounding environment conditions. Moreover the influences of climate and topographical conditions on electric nets are very complicated. The analysis of characteristics of Sun radiation and head transference helps to design a mathematical model to study the influences of wind speed, atmospheric temperature and topographical conditions on loadability of electric nets. The results of research show that in climate condition of Vietnam the critical currents of wires are lower than those in the temperate climate regions. That lets to adjustment edit correct the value of critical electric current in the design manual.

*Địa chỉ:*

Khoa Điện, Trường Đại học Điện lực.

*Nhận bài ngày 5 tháng 5 năm 2008*