

MÔ HÌNH HÓA TẦN SUẤT HỎNG HÓC CỦA CÁC ĐƯỜNG DÂY TRUNG ÁP THUỘC LƯỚI ĐIỆN VIỆT NAM

MODELLING FAILURE RATE OF MEDIUM VOLTAGE OVERHEAD LINES IN VIETNAM POWER GRID

Nguyễn Xuân Tùng, Lê Việt Anh*

TÓM TẮT

Bài báo trình bày nghiên cứu, xây dựng mô hình hỏng hóc đối với các đường dây trung áp của Việt Nam. Phương pháp tiếp cận dựa trên thống kê, xử lý các dữ liệu của thực tế vận hành, có xử lý để loại bỏ các yếu tố bất thường. Lựa chọn hàm mô tả phù hợp với quá trình già hóa, hư hỏng theo thời gian của đường dây phân phối; trong bài báo này đã lựa chọn phân phối Poisson không thuần nhất do có các đặc điểm phù hợp. Phần mềm Matlab được sử dụng để tính toán các ước lượng tham số của phân phối này.

Kết quả đạt được là cách tiếp cận và các thông số đặc trưng của tần suất hỏng hóc theo phân phối Poisson không thuần nhất đối với một số đường dây trung áp phổ biến của lưới điện Việt Nam. Các kết quả này là tiền đề cho các nghiên cứu khác liên quan tới độ tin cậy, bài toán tối ưu bảo dưỡng, thay thế, dự phòng thiết bị và bài toán qui hoạch vận hành lưới điện phân phối.

Từ khóa: Quá trình Poisson không thuần nhất (NHPP); đường dây trung áp; tần suất sự cố.

ABSTRACT

This paper presents analysis and find out a suitable statistical model for modelling failures of medium voltage overhead lines in Vietnam grid. Practical operation data is collected and filtering out outlier in order to support modelling process. Application of the non-homogeneous Poisson point process is selected to the study of the rates of occurrence of failures when they are time dependent, and the times between failures are neither independent nor identically distributed. Matlab software is utilized in all calculation for maximum likelihood estimation.

Result of study is an appropriate approach for modelling failures of Vietnam distribution overhead lines and typical parameters for those common distribution lines. Result of study is also a ground work for other research on reliability analysis, optimal preventive maintenance, asset management and planning of medium distribution grid.

Keywords: Non-Homogeneous Poisson Process (NHPP); medium voltage distribution line; rates of occurrence of failures (ROCOF).

Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

*Email: levietanh@hdu.edu.vn

Ngày nhận bài: 20/12/2020

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 20/02/2021

Ngày chấp nhận đăng: 26/02/2021

λ		Tham số tỉ lệ
β		Tham số hình dạng
$v(t)$	(lần/ngày)	Tần suất sự cố
V		Giá trị kiểm định thống kê

CHỮ VIẾT TẮT:

NHPP	Non-Homogeneous Poisson Process (Quá trình Poisson không thuần nhất)
ROCOF	Rates of occurrence of failures (Tần suất sự cố)
HPP	Homogeneous Poisson Point (Quá trình Poisson đồng nhất)

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lưới phân phối đóng vai trò quan trọng trong hệ thống điện vì có số lượng trang thiết bị, chiều dài đường dây lớn, trực tiếp kết nối tới khách hàng. Do vậy hiện nay các yêu cầu về độ tin cậy ngày càng được nâng cao. Việc đánh giá chính xác được đặc tính già hóa, hư hỏng của các trang thiết bị trên lưới điện có ý nghĩa quan trọng trong việc hỗ trợ ra quyết định đầu tư, bảo dưỡng. Thực tế hiện nay các công ty điện lực đang tập trung vào việc thu thập, tổng hợp các dữ liệu sự cố trong vận hành mà chưa phân tích, mô hình hóa các dữ liệu này. Xuất phát từ yêu cầu thực tế này, nghiên cứu sẽ đi sâu vào mô hình hóa tần suất hỏng hóc đối với đường dây thuộc lưới điện trung áp của Việt Nam.

Tổng hợp các công trình đã công bố cho thấy phạm vi nghiên cứu tập trung vào các hướng sau:

- Với các nghiên cứu trong nước: hầu như chưa có các công bố liên quan tới đánh giá số liệu thống kê sự cố và chưa có mô hình mô tả phù hợp với các số liệu thống kê này.

- Với các nghiên cứu ở nước ngoài [1-7]: tập trung theo các hướng như phân tích ưu, nhược điểm của các hàm phân phối khi mô tả quá trình hỏng hóc, sự cố ngẫu nhiên; nghiên cứu lựa chọn mức độ phức tạp của các hàm mô hình hóa; nghiên cứu phương pháp để tính toán tham số của các hàm phân phối dựa trên số liệu thống kê hoặc số liệu giả thiết.

Dựa trên các kết quả của các nghiên cứu đã có, nghiên cứu sẽ đi theo hướng phân tích, lựa chọn và áp dụng mô

KÝ HIỆU:

Ký hiệu	Đơn vị	Ý nghĩa
$N(t)$		Quá trình ngẫu nhiên

hình phân phối xác suất phù hợp nhất với điều kiện lưới điện Việt Nam. Đóng góp của nghiên cứu sẽ là việc tính toán được các thông số đặc trưng về tần suất sự cố cho một số đường dây trung áp thuộc lưới điện phân phối.

Phạm vi nghiên cứu sẽ tập trung chủ yếu vào các đường dây trung áp; tuy nhiên hoàn toàn có thể mở rộng áp dụng cho các đường dây, trang thiết bị khác trong tương lai.

Kết quả nghiên cứu mang ý nghĩa đóng góp ban đầu về cách tiếp cận và phương pháp luận, từ đó có thể là cơ sở để xuất các thay đổi trong công tác thu thập, quản lý dữ liệu vận hành và là cơ sở tham chiếu cho các nghiên cứu tiếp theo.

Trong các phần tiếp theo sẽ trình bày các nội dung: giới thiệu ngắn gọn về phân loại mô hình hệ thống cần quan tâm trong bài toán bảo dưỡng trang thiết bị; đặc điểm của quá trình Poisson (thuần nhất và không thuần nhất) và lý do sử dụng để mô hình hóa tần suất xuất hiện hư hỏng ngẫu nhiên của các đường dây tải điện. Tính toán các thông số đặc trưng của NHPP cho đường dây trung áp của Việt Nam dựa trên số liệu thu thập từ thực tế và cuối cùng là phần kết luận. Các tính toán được thực hiện bằng phần mềm Matlab.

2. MÔ HÌNH ĐƯỜNG DÂY TRONG BÀI TOÁN BẢO DƯỠNG

Quá trình già hóa của các phần tử, thiết bị và hệ thống cần phải được giám sát, quản lý để đảm bảo giới hạn an toàn trong vận hành. Quá trình già hóa làm tăng khả năng xảy ra hư hỏng và được mô hình hóa theo các hàm phụ thuộc vào thời gian (hoặc tuổi vận hành của thiết bị). Quá trình già hóa của phần tử hoặc hệ thống trong vận hành thể hiện qua tần suất hư hỏng theo thời gian, tuy nhiên tần suất hư hỏng này có thể thay đổi theo thời gian, tăng lên hoặc giữ không đổi trong một khoảng thời gian nào đó. Các phần tử có thể có đặc tính già hóa rất khác nhau, việc lựa chọn mô hình để mô tả sự biến đổi của tần suất hư hỏng có ảnh hưởng mạnh tới việc đánh giá rủi ro trong vận hành.

Việc quản lý các phần tử già hóa theo thời gian có thể giúp đoán trước hoặc phát hiện sự xuống cấp của phần tử và kịp thời có các biện pháp bảo dưỡng hoặc sửa chữa. Do vậy cần thiết phải mô hình hóa được sự biến đổi của tần suất hư hỏng đối với các phần tử và với cả hệ thống.

Khi một phần tử bị hư hỏng và được thay thế bởi phần tử mới thì chỉ riêng phần tử đó trở lại trạng thái hoạt động tốt như mới. Tuy nhiên do hệ thống còn là tổ hợp của nhiều phần tử đang cũ khác, mỗi phần tử có tuổi đời khác nhau nên nhìn chung việc thay mới một phần tử không thể đưa toàn bộ hệ thống trở về trạng thái mới như ban đầu được; ví dụ khi một chiếc ô tô bị hỏng đèn và được thay thế bóng đèn mới thì toàn bộ chiếc ô tô đó không thể vận hành như mới được. Trong thực tế, với rất nhiều hệ thống thì việc sửa chữa chỉ có thể đủ để đưa hệ thống trở về trạng thái vận hành trở lại. Việc sửa chữa này được gọi là sửa chữa tối thiểu trong bài toán về công tác bảo dưỡng [2].

Đường dây tải điện có đặc điểm trải dài theo địa hình, bao gồm nhiều phần tử như sứ cách điện, chống sét van

đường dây, dây lèo, cột, dao cách ly. Do số lượng phần tử cấu thành đường dây lớn nên việc sửa chữa khôi phục, thay thế một hoặc một số phần tử không thể làm cho đường dây trở thành tốt như mới. Việc sửa chữa, thay thế phần tử hoặc các phần tử chỉ có thể làm đường dây trở lại chức năng truyền tải điện với trạng thái như ngay trước khi xảy ra hư hỏng. Với các đặc điểm như vậy thì đường dây được coi như một hệ thống phức tạp với thuộc tính là có thể sửa chữa được.

3. QUÁ TRÌNH POISSON VÀ PHÂN PHỐI POISSON

Quá trình Poisson (Poisson Process) là một quá trình ngẫu nhiên được định nghĩa theo sự xuất hiện của các sự kiện. Sự xuất hiện của một sự kiện là hoàn toàn độc lập với sự kiện đã diễn ra trước đó [8].

Một quá trình ngẫu nhiên $N(t)$ là một quá trình Poisson nếu:

- $N(0) = 0$
- Số các sự kiện xảy ra trong hai khoảng con không giao nhau là các biến ngẫu nhiên độc lập.
- Hai sự kiện không xuất hiện cùng lúc.
- Xác suất của số sự kiện trong một khoảng con $[t, t+\tau]$ nào đó được cho bởi:

$$P[N(t+\tau) - N(t) = n] = \frac{(\lambda\tau)^n}{n!} e^{-\lambda\tau} \text{ với } n = 0, 1, \dots \quad (1)$$

Trong đó, số $\lambda > 0$ là một tham số cố định, được gọi là tham số tỉ lệ. Có nghĩa là, biến ngẫu nhiên $[N(t+\tau) - N(t)]$ mô tả số lần xuất hiện sự kiện trong khoảng thời gian $[t, t+\tau]$ tuân theo một phân phối Poisson với tham số λ .

Phân phối Poisson sử dụng để mô tả số lần xuất hiện của một sự kiện trong khoảng thời gian đã cho, ví dụ số lượng cuộc gọi đến tổng đài mỗi phút, số từ bị lỗi trong mỗi trang của một văn bản; như vậy phân phối Poisson là một phân phối xác suất rời rạc (có tính chất điểm, không liên tục). Phân phối Poisson khác với các phân phối xác suất rời rạc khác ở chỗ thông tin cho biết không phải là xác suất để một sự kiện xảy ra thành công trong một lần thử như trong phân phối Bernoulli, hay là số lần mà sự kiện đó xảy ra trong n lần thử như trong phân phối nhị thức, mà chính là trung bình số lần xảy ra thành công của một sự kiện trong một khoảng thời gian nhất định. Giá trị trung bình này được gọi là tham số tỷ lệ λ .

Phân phối Poisson được ứng dụng trong các lĩnh vực khi muốn tìm khả năng có một số lượng sự kiện nào đó trong một khoảng thời gian quan sát nhất định.

Quá trình Poisson thuần nhất và không thuần nhất:

Giả thiết $N(t)$ là số lần sự kiện A xuất hiện trong khoảng $[0, t]$; quá trình ngẫu nhiên $N(t)$ là một quá trình Poisson đồng nhất (Homogeneous Poisson Point - HPP) nếu tham số tỷ lệ λ là hằng số không đổi theo thời gian [9].

Xác suất để sự kiện A xuất hiện n lần trong khoảng thời gian $(0, t]$ là:

$$P[N(t + \tau) - N(t) = n] = \frac{(\lambda\tau)^n}{n!} e^{-\lambda\tau} \text{ với } n = 0, 1, \dots \quad (2)$$

Số lần xuất hiện trung bình của sự kiện trong khoảng (0, t] là:

$$E(N(t)) = \sum_{n=0}^{\infty} n \cdot \Pr(N(t) = n) = \lambda t \quad (3)$$

Từ công thức trên thì tham số λ có thể viết là $\lambda = N(t)/t$: là số lần xuất hiện sự kiện trung bình trong một đơn vị thời gian; do vậy λ còn được gọi là tần suất của HPP. Khi sự kiện A là sự cố xảy ra thì λ là cường độ sự cố.

Một phần tử thuộc loại có thể sửa chữa, được đưa vào vận hành tại thời gian $t = 0$, sự cố xuất hiện lần đầu tiên tại thời điểm T1. Khi bị hư hỏng thì phần tử đó được thay thế bởi phần tử mới cùng loại. Thời gian thay thế rất nhỏ so với thời gian vận hành và có thể bỏ qua. Lần sự cố thứ hai xuất hiện tại T2 (tính từ khi sửa chữa, thay thế) và tương tự với các lần tiếp theo; qua đó thu được một chuỗi lần lượt các hư hỏng cách nhau các khoảng thời gian T1, T2... Số lần sự cố N(t) trong khoảng (0, t] được giả thiết tuân theo phân phối Poisson với cường độ sự cố λ .

Với một hệ thống gồm nhiều phần tử thì các khoảng thời gian giữa các lần sự cố của hệ thống (T1, T2...) thường là không độc lập với nhau và cũng không phân phối đồng nhất, trừ khi hệ thống được thay thế toàn bộ mới để trở về trạng thái tốt như mới; đồng thời môi trường, điều kiện vận hành giữ nguyên không đổi trong suốt quá trình vận hành.

Quá trình Poisson được gọi là không thuận nhất (NHPP) nếu tham số λ thay đổi theo thời gian thay vì là hằng số.

NHPP thích hợp để sử dụng mô hình hóa các hệ thống thuộc dạng sửa chữa tối thiểu với thời gian sửa chữa, thay thế là nhỏ so với thời gian vận hành của hệ thống [9]. Sửa chữa tối thiểu là cách phân loại ứng với hệ thống khi có phần tử hư hỏng sẽ được thay thế hoặc sửa chữa. Sau sửa chữa hệ thống trở về trạng thái vận hành như trước khi sự cố xảy ra (*kém như cũ*), không trở về trạng thái mới như ban đầu.

Khi sử dụng NHPP để mô hình hóa hệ thống thuộc loại có thể sửa chữa thì toàn bộ hệ thống được coi như một hộp đen, không cần thiết phải quan tâm bên trong hệ thống có gì và vận hành như thế nào.

Các đường dây trên không được coi như một hệ thống phức tạp với thuộc tính là có thể sửa chữa được, do vậy sẽ áp dụng phân phối Poisson không thuận nhất khi mô hình hóa dữ liệu sự cố.

4. MÔ HÌNH BIỂU DIỄN PHÂN PHỐI POISSON KHÔNG THUẬN NHẤT (NHPP) VÀ ƯỚC LƯỢNG THAM SỐ DỰA THEO SỐ LIỆU THỰC TẾ

(a) Mô hình và phương thức đánh giá tham số

Mô hình phổ biến được sử dụng để mô tả tần suất sự cố của một NHPP là mô hình hàm lũy thừa (power law) với dạng tổng quát sau [9]:

$$v(t) = \lambda \beta t^{\beta-1} \quad (v, i, \lambda, \beta > 0) \quad (4)$$

- Nếu $0 < \beta < 1$ thì hệ thống đang có số lần sự cố giảm dần theo thời gian (hệ thống đang tốt lên);

- Nếu $\beta > 1$ thì hệ thống đang già hóa, kém đi;

- Nếu $\beta = 1$ thì hệ thống trở thành HPP với tần suất sự cố không đổi theo thời gian.

Việc tính toán các thông số λ, β từ dữ liệu thực tế thường dựa trên phương pháp ước lượng hợp lý cực đại. Giả thiết một hệ thống thuộc loại có thể sửa chữa, được quan sát trong khoảng thời gian (0, t_0] và các thời điểm xảy ra sự cố là tại t_1, t_2, \dots, t_n .

Áp dụng phương pháp ước lượng hợp lý cực đại, thì giá trị ước lượng $\hat{\lambda}, \hat{\beta}$ của các tham số λ, β xác định theo [8]:

$$\begin{cases} \hat{\beta} = \frac{n}{n \ln t_0 - \sum_{i=1}^n \ln t_i} \\ \hat{\lambda} = \frac{n}{t_0^{\hat{\beta}}} \end{cases} \quad (5)$$

(b) Kiểm định thống kê

Kiểm định giả thuyết thống kê là phương pháp ra quyết định sử dụng dữ liệu, hoặc từ thí nghiệm hoặc từ nghiên cứu quan sát. Trong thống kê, một kết quả được gọi là đủ độ tin cậy mang tính thống kê nếu nó ít có khả năng diễn ra theo một ngưỡng xác suất cho trước (ví dụ 5% hay 10%).

Hiện tại đang giả thiết hàm phân phối ứng với NHPP, nghĩa là cường độ sự cố là một hàm biến đổi theo thời gian, không phải là hằng số.

Để thực hiện kiểm định thống kê sẽ giả thiết:

- Giả thuyết không (*null hypothesis*) là cường độ sự cố là hằng số ($H_0: \beta = 1$)

- Giả thuyết ngược (*alternative hypothesis*) là cường độ sự cố tăng dần theo thời gian ($H_1: \beta > 1$) hoặc giảm dần theo thời gian ($H_1: \beta < 1$). Giả thuyết ngược phải xét hai phía (kiểm định hai đầu) vì đường dây tải điện có thể thuộc loại có cường độ sự cố tăng dần hoặc giảm dần.

Dạng phổ biến nhất được sử dụng để kiểm chứng giả thiết " H_0 : cường độ sự cố là hằng số hay $\beta = 1$ " tương ứng với mô hình hàm phân phối dạng lũy thừa là:

$$V = 2 \sum_{i=1}^n \ln \left(\frac{t_0}{t_i} \right) \quad (6)$$

Giá trị V lớn là căn cứ để bác bỏ giả thuyết không H_0 (tần suất sự cố là hằng số) theo phía độ tin cậy tăng dần ($\beta < 1$); giá trị V nhỏ bác bỏ giả thuyết không theo phía chỉ số của độ tin cậy giảm dần ($\beta > 1$).

5. ƯỚC LƯỢNG THAM SỐ PHÂN PHỐI POISSON KHÔNG ĐỒNG NHẤT VỚI MỘT SỐ ĐƯỜNG DÂY TRUNG ÁP VIỆT NAM

(a) Phân tích và biểu diễn dữ liệu thu thập được

Hiện tại các công ty điện lực đang có hệ thống thu thập dữ liệu liên quan tới vận hành; bao gồm các thông số vận hành, các sự kiện xảy ra trong quá trình vận hành. Các sự cố xảy ra trong quá trình vận hành được ghi nhận đầy đủ dưới

dạng nhật ký, gồm các trường dữ liệu như: tên thiết bị, đơn vị quản lý, ngày giờ bắt đầu, ngày giờ sự cố được xử lý, nguyên nhân sự cố, diễn giải, số khách hàng bị ảnh hưởng...

Đối với bài toán mô hình hóa hàm phân phối sự cố của đường dây thì dữ liệu sẽ được lọc đi các trường hợp cắt điện do kế hoạch (bảo dưỡng, thay thế), mất điện do sự cố từ nguồn cấp (110kV).

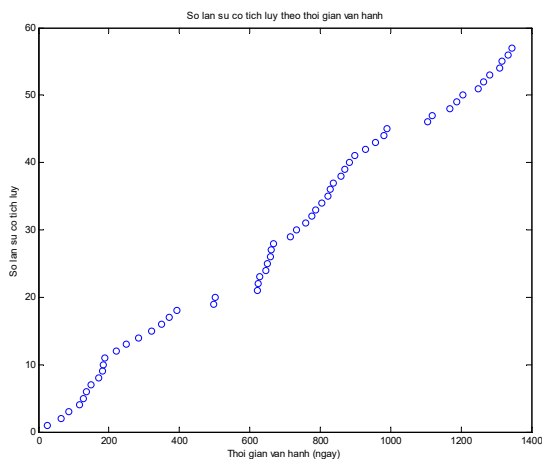
Bảng 1 là dữ liệu sự cố thu thập với một đường dây 35kV (chiều dài tổng cả trục chính và nhánh rẽ xấp xỉ 218km) trong khoảng thời gian 5 năm vận hành (từ 2014 đến 2018).

Bảng 1. Thời điểm sự cố theo ngày của 5 năm vận hành

24	65	87	116	127	137	149
172	181	185	188	221	250	285
321	350	372	392	498	501	622
623	628	645	650	658	661	668
716	733	758	776	787	804	822
829	837	860	870	883	898	928
958	980	989	1.105	1.117	1.168	1.187
1.205	1.248	1.265	1.281	1.309	1.316	1.334
1.345						

Tổng số lần sự cố ghi nhận được thể hiện ở bảng 1 là 57 lần. Thời gian xử lý các sự cố rất là nhỏ so với thời gian vận hành của đường dây, do vậy bỏ qua trong các tính toán.

Biểu diễn số liệu thống kê thời điểm sự cố dưới dạng đồ thị như hình 1.



Hình 1. Số lần sự cố tích lũy theo ngày vận hành

Đồ thị hình 1 cho thấy không có sự liên hệ tuyến tính giữa số lần sự cố tích lũy và thời gian vận hành của đường dây, do vậy cường độ sự cố thể hiện là hàm phụ thuộc thời gian.

(b) Ước lượng các tham số của phân phối Poisson

Phân phối Poisson dưới dạng hàm lũy thừa như sau:

$$v(t) = \lambda \beta t^{\beta-1} \quad (v, i, \lambda, \beta > 0) \quad (7)$$

Sử dụng phương pháp ước lượng hợp lý cực đại với công thức ước lượng các giá trị $\hat{\lambda}, \hat{\beta}$ như sau:

$$\hat{\beta} = \frac{n}{n \ln t_0 - \sum_{i=1}^n \ln t_i} ; \hat{\lambda} = \frac{n}{t_0^\beta} \quad (8)$$

Trong đó: $t_0 = 1345$; $n = 57$; t_i : lấy theo các giá trị của bảng 1.

Kết quả tính toán: $\hat{\lambda} = 0,064$; $\hat{\beta} = 0,944$

Tính toán giá trị kiểm định thống kê:

$$V = 2 \sum_{i=1}^n \ln \left(\frac{t_0}{t_i} \right) = 108,43$$

Giá trị $V = 108,43$ được coi là lớn [9, 10] và như vậy các giá trị ước lượng được $\hat{\lambda}, \hat{\beta}$ được coi là phù hợp với mô hình (loại bỏ giả thuyết không $H_0: \beta = 1$). Giá trị V lớn cũng thể hiện sự phù hợp của mô hình độ tin cậy tăng dần dựa theo dữ liệu thu được.

Kết luận: Với dữ liệu của đường dây xem xét thì sử dụng phân phối phân phối Poisson không thuần nhất là phù hợp và tần suất sự cố có dạng sau:

$$v(t) = 0,064t^{-0,056} \text{ (lần/ngày)}$$

(c) Đánh giá kết quả

Kết quả đánh giá các tham số của tần suất sự cố đối với các sự cố xảy ra trên một đường dây 35kV cho thấy:

- Đường dây đang có độ tin cậy tăng dần (thể hiện ở giá trị $\beta < 1$), tần suất sự cố có xu hướng giảm dần theo thời gian. Tuy nhiên giá trị $\beta = 0,944$ là xấp xỉ 1, điều này thể hiện việc giảm tần suất sự cố theo thời gian vận hành là không đáng kể.

- Trong quá trình vận hành đường dây sẽ già hóa theo thời gian, do vậy về nguyên tắc tần suất sự cố sẽ tăng dần; tuy nhiên các tính toán với đường dây này cho thấy tần suất sự cố giảm nhẹ theo thời gian. Điều này có thể được giải thích là do trong quá trình vận hành đường dây được bảo dưỡng, thí nghiệm, kiểm tra định kỳ tốt, thay thế thiết bị định kỳ đúng qui định nên giảm được tần suất sự cố; điều này cũng phù hợp với chủ trương của ngành điện đẩy mạnh công tác giảm suất sự cố đối với các công ty điện lực.

- Các nhận xét trên đây đúng với đường dây cụ thể đang được xem xét; với các đường dây khác có thể ở trạng thái tần suất sự cố tăng dần theo thời gian ($\beta > 1$) hoặc không đổi theo thời gian ($\beta = 1$). Với các đường dây mà giá trị $\beta > 1$ thì hiệu quả của công tác bảo dưỡng không bù lại được mức độ già hóa, xuống cấp của đường dây; có thể đến thời điểm nào đó sẽ cần đầu tư để thay thế mới toàn bộ đường dây.

Bảng 2 là bảng tổng hợp chung bao gồm kết quả tính toán với một số đường dây trung áp khác (thời gian thu thập dữ liệu sự cố từ năm 2014÷2018). Các đường dây tổng hợp được chia thành 3 cấp điện áp 35kV, 23kV và 10,5kV và được phân thành các nhóm theo đặc điểm của đường dây.

Bảng 2. Bảng kết quả tổng hợp

TT	Cấp điện áp	λ	β	Đặc điểm của đường dây
1	35	1,014	0,944	Đường dây ở khu vực miền núi có địa hình trải rộng
2	35	1,023	1,006	
3	35	1,027	0,996	
4	35	1,000	1,012	
5	35	1,025	0,998	
6	35	0,990	1,018	
7	35	1,000	1,012	
	Trung bình	1,011	0,998	
8	35	0,167	0,704	Đường dây ở khu vực không thuộc xã huyện miền núi nên có bán kính cấp điện ngắn
9	35	0,047	0,986	
10	35	0,034	1,074	
11	35	0,371	0,621	
12	35	0,022	0,955	
13	35	0,062	0,778	
14	35	0,343	0,551	
15	35	0,055	0,761	
	Trung bình	0,138	0,804	
	Trung bình chung	0,5745	0,894	
1	23	0,006	1,142	Đường dây cấp điện cho khu vực thành thị mới được xây dựng
2	23	0,024	0,906	
3	23	0,144	0,605	
4	23	0,083	0,996	
5	23	0,040	0,837	
	Trung bình	0,059	0,897	
6	23	0,071	1,016	Đường dây cấp điện cho khu vực thành thị
7	23	0,123	0,742	
8	23	0,024	1,016	
9	23	0,173	0,685	
10	23	0,016	1,035	
11	23	0,017	1,118	
	Trung bình	0,071	0,935	
	Trung bình chung	0,066	0,918	
1	10,5	0,020	1,036	Đường dây có bán kính cấp điện nhỏ, ít ảnh hưởng bởi các điều kiện về địa lý
2	10,5	0,191	0,577	
3	10,5	0,014	1,006	
4	10,5	0,008	1,105	
5	10,5	0,041	0,823	
6	10,5	0,057	0,768	
	Trung bình chung	0,055	0,886	

Kết quả ở bảng 2 thể hiện một số xu hướng có thể nghiên cứu áp dụng trong thực tế:

- Với cấp điện áp 35kV: có hai phần kết quả của (λ , β). Kết quả từ dòng 1 ÷ 7 tương ứng với các đường dây 35kV ở khu vực có địa hình trải rộng, bao gồm cả đồng bằng, đô

thị, khu vực xã huyện miền núi, giá trị trung bình của $\beta = 0,998$. Trong khi đó kết quả ở các dòng từ 8 ÷ 15 tương ứng với các đường dây 35 kV thuộc khu vực không có xã huyện miền núi, bán kính cấp điện ngắn hơn; do vậy tần suất sự cố của đường dây nhỏ hơn. Hiệu quả của quản lý vận hành tốt hơn thể hiện ở chỉ tiêu tần suất sự cố với $\beta = 0,894$ nhỏ hơn 1 nhiều hơn so với trường hợp trên.

- Với cấp điện áp 23kV: có hai phần kết quả của (λ , β). Hai phần kết quả này (từ 1 ÷ 5 và 6 ÷ 11) kết quả xu hướng ngược lại so với các đường dây 35kV. Điều này có thể giải thích là do các đường dây 23kV đa phần mới đang cấp điện cho khu vực thành thị đối với cả hai khu vực; như vậy về địa hình cấp điện có thể coi là tương đồng. Tuy nhiên đường dây của khu vực tương ứng với dữ liệu từ 1 ÷ 5 mới được xây dựng gần đây hơn; do vậy tần suất sự cố có xu hướng giảm theo thời gian nhiều hơn so với các đường dây từ 6 ÷ 11.

- So sánh giá trị β chung của cấp 23kV và 35kV: giá trị β của cấp 35kV nhỏ hơn, điều này cũng phù hợp vì đường dây 35kV có trung tính cách điện, do vậy số lần sự cố phải cắt điện có thể sẽ ít hơn.

- Với cấp điện áp 10,5 kV: giá trị β có phần nhỏ hơn so với các đường dây 23kV hoặc 35kV; điều này được giải thích do bán kính cấp điện của các đường dây này thường nhỏ, do vậy ít bị ảnh hưởng của các điều kiện địa lý hơn.

6. KẾT LUẬN

Bài báo đã nghiên cứu các phương pháp thống kê để mô hình hóa tần suất xảy ra sự cố đối với đường dây tải điện trung áp. Quá trình Poisson không thuận nhất (NHPP) là phù hợp để mô tả với các hệ thống có thể sửa chữa được như các đường dây tải điện, các đường dây tải điện có tần suất sự cố biến đổi theo thời gian do quá trình già hóa, do điều kiện vận hành luôn thay đổi. Nội dung nghiên cứu đã tổng hợp phương pháp tính toán các tham số của hàm phân phối Poisson không thuận nhất, cách thức để kiểm định, đánh giá sự phù hợp thống kê của mô hình với các số liệu thực tế.

Kết quả của nghiên cứu là các số liệu của hàm phân phối Poisson của tần suất sự cố đối với một số đường dây trung áp (10,5kV; 23kV; 35kV); do yêu cầu bảo mật của dữ liệu nên trong bài báo này không công bố tên chính xác của các đường dây này.

Các số liệu thu được cho phép đánh giá trạng thái thực tế của các đường dây, đồng thời có thể dự đoán trong tương lai số lần sự cố sẽ tăng hay giảm và nếu có thay đổi thì sẽ thay đổi ở mức độ nào theo thời gian. Các kết quả nghiên cứu cũng là tiền đề cho việc xây dựng bài toán tối ưu về quản lý tài sản, tối ưu chi phí cho công tác bảo dưỡng phòng ngừa đối với các công ty điện lực.

Các kết quả tính toán cũng cho thấy các công ty điện lực đều đã nỗ lực trong công tác giảm suất sự cố, tăng cường độ tin cậy cung cấp điện; tuy nhiên các yếu tố địa hình, vùng miền, khu vực cấp điện có ảnh hưởng đến các

chỉ tiêu độ tin cậy này. Việc giao chỉ tiêu độ tin cậy cần đạt nên xét tới cả các yếu tố về vùng địa lý như đã phân tích.

Qua việc đánh giá dữ liệu vận hành cũng cho thấy cần có cải tiến về công tác thu thập dữ liệu, cần bổ sung bộ mã code cho các nguyên nhân sự cố để công tác thống kê được nhanh và chính xác; việc ghi thông tin chi tiết của sự cố cũng cần được chuẩn hóa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. A. S. B. Tam, W. M. Chan, J. W. H. Price, 2006. *Optimal maintenance intervals for a multi-component*. Production Planning & Control: The Management of, pp. 769-779.
- [2]. A. Moradkhani, M. R. Haghifam, M. Mohammadzadeh, 2014. *Failure rate modelling of electric distribution overhead lines considering preventive maintenance*. IET Generation, Transmission & Distribution, vol. 8, no. 6, p. 1028-1038.
- [3]. R. Ross, 2019. *Reliability Analysis for Asset Management of Electric Power Grids*. John Wiley & Sons, Inc.
- [4]. P. L. Saldanha, E. A. d. Simone, P. F. e. Melo, 2001. *An application of non-homogeneous Poisson point processes to the reliability analysis of service water pumps*. Nuclear Engineering and Design, p. 125-133.
- [5]. R. Corporation, 2015. *Reliability Growth & Repairable System Data Analysis Reference*. Arizona: ReliaSoft Corporation.
- [6]. R. E. Brown, 2009. *Electric Power Distribution Reliability*. NewYork: CRC Press.
- [7]. A. A. Chowdhury, D. O. Koval, 2009. *Power Distribution System Reliability: Practical Methods and Applications*. John Wiley & Sons, Inc.
- [8]. A. H. Marvin Rausand, 2004. *System Reliability Theory: Models, Statistical Methods, and Applications*. John Wiley & Sons, Inc.
- [9]. A. K. T. S. R. S. Martin J. Crowder, 1994. *Statistical Analysis of Reliability Data*. Chapman and Hall/CRC.
- [10]. R. H. Stillman, 2003. *Power line maintenance with minimal repair and replacement*. in Annual Reliability and Maintainability Symposium, Tampa, FL, USA.

AUTHORS INFORMATION

Nguyen Xuan Tung, Le Viet Anh

Hanoi University of Science and Technology