

# MÔ HÌNH HÓA XÁC SUẤT HỒNG HỌC CỦA CÁC ĐƯỜNG DÂY TRUNG ÁP TRONG LƯỚI PHÂN PHỐI

Lê Việt Anh<sup>1</sup>

TÓM TẮT

*Bài báo tập trung nghiên cứu, xây dựng mô hình hồng học đối với các đường dây trung áp trong lưới điện phân phối của Việt Nam. Phương pháp tiếp cận dựa trên việc thống kê, xử lý các dữ liệu thu được từ 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 hàm phân bố Weibull do có các đặc điểm phù hợp. Phần mềm Matlab được sử dụng để tính toán các tham số của phân bố Weibull. Kết quả của nghiên cứu là một cách tiếp cận phù hợp để mô hình hóa các hư hỏng của đường dây phân phối của lưới điện Việt Nam và bộ thông số đặc trưng cho các đường dây phân phối đó.*

**Từ khóa:** Phân bố Weibull, đường dây trung áp, mô hình hồng học, các tham số của phân bố Weibull.

## 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 hầu hết chỉ thu thập, thống kê, tổng hợp các dữ liệu sự cố vận hành mà chưa có 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 phân bố xác suất hồng học đối với lưới điện phân phối của Việt Nam.

Tổng hợp các nghiên cứu 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 mô hình mô tả phù hợp với các số liệu thống kê này.

Với các nghiên cứu ở nước ngoài: tập trung theo các hướng như nghiên cứu lựa chọn mức độ phức tạp của các hàm mô hình hóa [1] phân tích ưu nhược điểm của các hàm phân bố khi mô tả quá trình hồng học [2,3] sự cố ngẫu nhiên [4,5,6] nghiên cứu phương pháp để tính toán tham số của các hàm phân bố dựa trên số liệu thống kê hoặc số liệu giả thiết [7,8,9]. Các kết quả nghiên cứu đã cho thấy hàm phân bố Weibull được sử dụng phổ biến và phù hợp khi mô hình hóa quá trình hồng học ngẫu nhiên của lưới điện.

<sup>1</sup> Khoa Kỹ thuật Công nghệ, Trường Đại học Hồng Đức; Email: levietanh@hdu.edu.vn

Dựa trên các kết quả của các nghiên cứu đã có, bài báo sẽ đi theo hướng phân tích, lựa chọn và áp dụng mô hình phân bố xác suất phù hợp nhất với điều kiện lưới điện Việt Nam. Đóng góp của nghiên cứu sẽ là việc tính toán được bộ thông số đặc trưng cho các đường dây phân phối.

Phạm vi nghiên cứu sẽ tập trung vào các đường dây trung áp 35kV & 22kV do hạn chế về số liệu thống kê thu thập được. Tuy nhiên hoàn toàn có thể mở rộng áp dụng cho các đường dây, trang thiết bị khác trong tương lai.

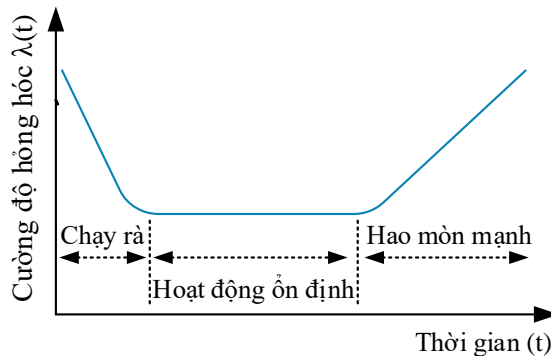
Kết quả nghiên cứu mang ý nghĩa đóng góp ban đầu về cách tiếp cận và phương pháp luận, từ đó có thể là cơ sở để đề xuất các thay đổi trong công tác thu thập, quản lý dữ liệu vận hành và là cơ sở tham chiếu cho các nghiên cứu tiếp theo.

Trong các phần tiếp theo sẽ trình bày các nội dung: Giới thiệu về mô hình độ tin cậy, tổng quát về hàm phân bố Weibull và các tham số theo kèm, lý do lựa chọn hàm phân bố Weibull để mô hình hoá, thu thập và xử lý dữ liệu, xác định hàm Weibull phù hợp với các đường dây phân phối Việt Nam, tính toán một số thông số liên quan tới kết quả tính được và cuối cùng là phần kết luận.

## 2. PHƯƠNG PHÁP MÔ HÌNH HÓA QUÁ TRÌNH HỒNG HÓC DỰA TRÊN PHÂN BỐ WEIBULL

### 2.1. Mô hình độ tin cậy

Tần suất xảy ra sự cố của thiết bị nói chung là một hàm của thời gian và sự tiến triển của nó thường được biểu diễn bằng đường cong bồn tắm như Hình 1. Đường cong này chia ra làm 3 vùng: Vùng chạy rà, vận hành ổn định và hao mòn gia tăng. Giai đoạn chạy rà là khoảng thời gian trong một hoặc những năm đầu của quá trình vận hành, sự cố xảy ra nhiều trong giai đoạn này chủ yếu do lỗi trong quá trình sản xuất mà đã không được phát hiện khi kiểm tra sản phẩm, cường độ hỏng hóc của giai đoạn này có thể cao. Giai đoạn vận hành ổn định là khi các chi tiết đã hoạt động trơn tru, đúng theo đặc tính kỹ thuật; trong khoảng thời gian này thiết bị có cường độ hỏng hóc có thể coi như không đổi. Giai đoạn hư hỏng là thời kỳ các chi tiết của máy móc xuống cấp ở cuối vòng đời, thể hiện qua sự tăng lên của cường độ hỏng hóc theo thời gian.



Hình 1. Mô hình đường cong bồn tắm dùng trong độ tin cậy

## 2.2. Tổng quát về hàm phân bố Weibull và các tham số theo kèm

Một số nghiên cứu đã chứng minh, sự hư hỏng của một thiết bị chỉ tuân theo một số hàm phân bố xác định vì thế việc nghiên cứu các hàm đó cùng với các yếu tố liên quan đến nó có ý nghĩa rất quan trọng. Hàm phân bố Weibull có công thức toán học được thể hiện như sau trong đó  $a, b$  lần lượt là hệ số tỷ lệ và hệ số hình dáng  $\{t, a, b\} > 0$ . Theo Baron (1988), IEC 61649 (2008) và Dorin Sarchiz đã tổng kết về hàm phân bố Weibull dạng 2 tham số ở [7],[8], [9] sẽ được áp dụng để tính toán trong bài báo theo công thức:

Hàm mật độ xác suất với hàm Weibull kiểu hai tham số có dạng:

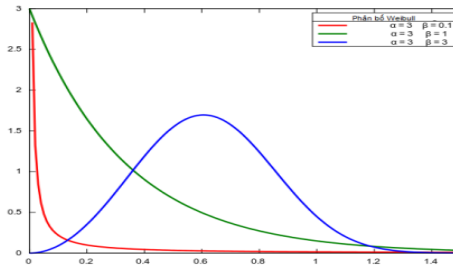
$$f(t) = \left(\frac{b}{a}\right) \cdot t^{b-1} e^{-\frac{1}{a}t^b} \quad (1)$$

để thuận tiện sẽ ký hiệu:  $\alpha = \frac{1}{a}$  và  $\beta = b$

Hàm độ phân bố tích lũy có dạng:  $F(t) = 1 - e^{-\alpha \cdot t^\beta}$  (2)

Hàm độ tin cậy của phân bố có dạng:  $R(t) = e^{-\alpha \cdot t^\beta}$  (3)

Hình dáng hàm Weibull phụ thuộc vào hai hệ số là  $\alpha, \beta$  ngoài ra còn sử dụng mô hình hàm phân bố Weibull với 3 tham số, trong đó thêm một hệ số nữa để thể hiện thời gian bắt đầu xem xét, thông thường trong các tính toán coi thời gian bắt đầu là  $t = 0$  nên không cần phải xét tới hàm loại có 3 hệ số.



Hình 2. Mô hình hàm phân bố Weibull với 2 tham số

Có thể thấy:

Khi  $\beta < 1$ : sử dụng khi mô hình hóa các thiết bị có cường độ hỏng hóc giảm theo thời gian (tương ứng với giai đoạn đầu của đường cong “bồn tắm” cường độ hỏng hóc);

Khi  $\beta = 1$  dùng trong trường hợp cường độ hỏng hóc là không đổi trong quá trình sử dụng.

Khi  $\beta > 1$ : cường độ xảy ra sự cố tăng theo thời gian, tương ứng với giai đoạn hao mòn cơ khí, điện hóa của thiết bị tăng lên.

Hệ số hình dáng  $\beta$  trong một số tính toán có giá trị lớn có thể gây lo lắng về độ chính xác của kết quả. Giá trị  $\beta$  mô tả cường độ sự cố biến đổi theo thời gian như thế nào, nói một cách khác hệ số hình dáng  $\beta$  tương quan với mức độ biến đổi của dữ liệu. Giá trị  $\beta$  lớn có nghĩa dữ liệu ít biến đổi, nghĩa là có thể đoán được tương đối chính xác thời gian thiết bị sẽ hư hỏng, tăng hiệu quả của các chương trình bảo dưỡng phòng ngừa.

Giá trị hệ số tỷ lệ  $\alpha$  thay đổi có ảnh hưởng đến hàm phân bố xác suất của sự cố. Tăng giá trị hệ số tỷ lệ  $\alpha$  trong khi giữ nguyên hệ số hình dáng  $\beta$  sẽ có tác dụng kéo dài đồ thị hàm phân bố. Do diện tích đồ thị giới hạn bởi hàm mật độ xác suất và trục hoành không đổi nên giá trị đỉnh sẽ có xu hướng giảm theo sự giảm của hệ số tỷ lệ.

### 2.3. Lý do dùng hàm phân bố Weibull để mô hình hóa

Như đã trình bày ở bên trên hàm phân bố Weibull có thể được dùng để mô hình hóa cả 3 giai đoạn của đường cong bồn tắm (tuy nhiên chủ yếu được dùng trong giai đoạn chạy rà). Chưa có quy luật nào cho việc lựa chọn này, nguyên nhân chủ yếu để dạng phân bố này được lựa chọn là do xem hàm phân bố nào khớp nhất với dữ liệu. Trên cơ sở đây thì hàm phân bố Weibull thỏa mãn các yêu cầu được chọn có thể mô hình hóa được quá trình hỏng hóc của các thiết bị. Mặt khác các thiết bị điện trên lưới phân phối có quá trình hư hỏng gần như giống đa số các thiết bị dùng đường cong bồn tắm để mô hình hóa quá trình hỏng hóc. Vì do các nguyên nhân trên nên bài báo lựa chọn hàm phân bố Weibull trong số các hàm phân bố để mô hình hóa quá trình hỏng hóc các thiết bị trên lưới phân phối.

### 2.4. Thu thập và xử lý dữ liệu

Để thực hiện nghiên cứu về việc xây dựng mô hình hóa xác suất sự cố của các đường dây lưới phân phối theo phân bố Weibull cần thu thập và xử lý số liệu. Số liệu được thống kê trong bài báo này được thu thập từ thực tế ở một số công ty điện lực miền bắc Việt Nam trong vài năm (2017-2018), tuy nhiên do quy định của công ty nên đã bỏ các thông tin chi tiết liên quan tới mã hiệu đường dây. Sau khi thu thập được cơ sở dữ liệu từ các công ty, do mỗi công ty lại có một bộ dữ liệu riêng nên cần xử lý và chuẩn hóa. Từ đó thu được các bảng thống kê dữ liệu được liệt kê bên dưới, với:

$t_i$ : thời điểm xảy ra sự cố có dẫn đến mất điện và sau đó có sửa chữa, thay thế để cấp điện trở lại (đơn vị tính: ngày)

$t_{ri}$ : thời gian thực hiện thao tác sửa chữa để cấp điện trở lại (đơn vị tính: phút)

Trong đó 2 đường dây cấp điện áp 35 kV và 22 kV được dùng trong tính toán được thể hiện bên dưới. Ngoài ra còn một số đường dây khác dùng cho việc tính toán tuy nhiên do khuôn khổ của bài báo nên sẽ được trình bày ở trong phần phụ lục theo kèm.

*Đường dây cấp 35kV*

*Đường dây 1*

STT	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$t_i$ (ngày)	60	66	85	89	135	166	212	259	336
$t_{ri}$ (phút)	15	190	52	54	100	35	154	128	70

*Đường dây cấp 22kV*

*Đường dây 1*

STT	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$t_i$ (ngày)	11	21	66	90	111	151	153	155	170
$t_{ri}$ (phút)	10	7	10	49	26	60	41	91	44

STT	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$t_i$ (ngày)	179	189	196	198	207	212	212	213	235
$t_{ri}$ (phút)	10	23	7	19	14	65	34	12	63

STT	19	20	21	22	23	24	25	26	27
$t_i$ (ngày)	247	250	251	253	254	272	276	284	361
$tr_i$ (phút)	28	29	13	12	8	12	20	20	50

**2.5. Xác định hàm Weibull phù hợp cho các đường dây phân phối của Việt Nam**

Có nhiều phương pháp có thể hỗ trợ để xây dựng được hàm Weibull từ các dữ liệu thống kê về sự cố. Trong phần mềm Matlab đã có sẵn hàm “wblfit” trong bộ công cụ Statistics Toolbox Matlab cho phép tìm ra hàm Weibull phù hợp nhất với dữ liệu đã có.

Với một bộ dữ liệu đã có, cần tìm hai tham số là  $\alpha$  và  $\beta$  của hàm mật độ xác suất, từ đó có thể xác định được hàm độ tin cậy tích lũy  $R(t) = e^{-\alpha.t^\beta}$ .

Cấu trúc câu lệnh trong Matlab có dạng:

[parmhat,parmci]=wblfit (t)

parmhat (1); parmhat (2);

Với bộ số t chính là các thời điểm xảy ra sự cố  $t_i$  (tính theo ngày). Giá trị trả về là hai tham số { parmhat (1); parmhat (2)} tương ứng với cặp giá trị {a, b} của hàm mật độ xác suất  $f(t)$ ; tuy nhiên do đã giả thiết  $\alpha = \frac{1}{a}$  và  $\beta = b$  nên kết quả tính toán được sẽ là:

$$\begin{cases} \alpha = \frac{1}{a} = \frac{1}{\text{parmhat (1)}} \\ \beta = b = \text{parmhat (2)} \end{cases}$$

**3. KẾT QUẢ THU ĐƯỢC**

Từ bảng thống kê về sự cố đối với các đường dây 22kV và 35kV đã được trình bày trong mục 2.4 , áp dụng hàm “wblfit” trong bộ công cụ Statistics Toolbox của Matlab cho bộ cơ sở dữ liệu đã qua xử lý sẽ tính được cụ thể các hệ số tỷ lệ  $\alpha$  và hệ số hình dáng và  $\beta$  theo bảng thống kê bên dưới:

**Bảng 1. Thống kê các hệ số tỷ lệ và hệ số hình dạng theo phân bố Weibull cho các đường dây cấp 35 kV**

Hệ số \ 1	1	2	3	4	5	6	7	8
$\alpha$	0.0056	0.0053	0.0046	0.0121	0.0023	0.0027	0.006	0.0023
$\beta$	1.8581	2.9755	2.6595	1.3505	3.7369	2.3033	1.2494	3.4059

**Bảng 2. Thống kê các hệ số tỷ lệ và hệ số hình dạng theo phân bố Weibull cho các đường dây cấp 22 kV**

Hệ số \ 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\alpha$	0.0047	0.0051	0.0056	0.0083	0.0042	0.0035	0.0019	0.0022	0.0024
$\beta$	2.4657	1.9716	1.6006	1.5346	4.3299	1.5652	2.3177	2.235	2.9468

Từ các giá trị  $\alpha, \beta$  thu được ta sẽ có được hàm độ tin cậy của từng đường dây phân phối có cấp điện áp khác nhau (22kV, 35kV) cũng như các chỉ tiêu độ tin cậy.

Công thức xác định hàm độ tin cậy:  $R(t) = e^{-\alpha.t^\beta}$  (4)

Việc xác định các chỉ tiêu độ tin cậy sẽ giúp chúng ta phân tích và đánh giá được những mức độ an toàn trong việc vận hành các đường dây trên lưới phân phối. Các đường dây phân phối đang xét được đánh giá về khả năng phục hồi sau hỏng hóc thông qua các hoạt động sửa chữa, bảo dưỡng, sau đó nó sẽ tiếp tục vận hành cho đến lần gặp hỏng hóc tiếp theo.

Sự tiến triển trong thời gian trong phân tử như vậy là một chuỗi thời gian vận hành  $t_{fi} = t_i - t_{i-1}$  (Khoảng thời gian giữa thời điểm gặp hỏng hóc ở lần thứ  $(i-1)$  và thời điểm gặp hỏng hóc ở lần thứ  $i$ ) và thời gian sửa chữa  $tr_i$ . Với giá trị  $t_{fi}$  và  $tr_i$  ta đã xác định trước ta sẽ tìm được các chỉ tiêu độ tin cậy theo công thức của Dub (2008) [10]

a. *MTBF*- thời gian trung bình giữa các lần sự cố:

$$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^n t_{fi}}{n} \tag{5}$$

Với  $n$  là số lần lấy mẫu ngẫu nhiên

b.  $\lambda$  - Cường độ hỏng hóc

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \tag{6}$$

Sau khi tính toán ta thu được bảng thống kê thời gian trung bình giữa các lần sự cố MTBF và cường độ hỏng hóc  $\lambda$  ứng với từng đường dây có cấp điện áp khác nhau.

**Bảng 3. Thống kê thời gian trung bình giữa các lần sự cố MTBF và cường độ hỏng hóc  $\lambda$  cho các đường dây cấp 35 kV**

Chi tiêu \ i	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>MTBF</i>	34.5	21.6	16	22.7143	61	57.125	52.4286	84.2
$\lambda$	0.0289	0.0463	0.0625	0.044	0.0164	0.0175	0.0191	0.0119

**Bảng 4. Thống kê thời gian trung bình giữa các lần sự cố MTBF và cường độ hỏng hóc  $\lambda$  cho các đường dây cấp 22 kV**

Chi tiêu \ i	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>MTBF</i>	13.46	44.5	22.57	31.4	31.17	49	53.636	24.783
$\lambda$	0.0743	0.0225	0.0443	0.0319	0.0321	0.0204	0.0186	0.0404

c. *MTTR* thời gian sửa chữa trung bình

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^n tr_i}{(n - 1)} \tag{7}$$

d.  $\mu$  Tần suất sửa chữa

$$\mu = \frac{1}{MTTR} \tag{8}$$

Sau khi tính toán ta thu được bảng thống kê thời gian sửa chữa trung bình MTTR và tần suất sửa chữa  $\mu$  ứng với từng đường dây có cấp điện áp khác nhau.

**Bảng 5. Thống kê thời gian sửa chữa trung bình MTTR và tần suất sửa chữa  $\mu$  cho các đường dây cấp 35 kV**

1 Chi tiêu \	1	2	3	4	5	6	7	8
MTTR	1.6625	2.68	2.9511	1.0595	1.2889	1.95	1.6	1.1467
$\mu$	0.6015	0.3731	0.3389	0.9438	0.7759	0.5128	0.625	0.8721

**Bảng 6. Thống kê thời gian sửa chữa trung bình MTTR và tần suất sửa chữa  $\mu$  cho các đường dây cấp 22 kV**

1 Chi tiêu \	1	2	3	4	5	6	7	8	9
MTTR	0.4981	67.544	0.5464	0.6567	1.4889	1.8621	0.5803	0.5899	7.7375
$\mu$	2.008	0.0148	1.83	1.5228	0.6716	0.537	1.7232	1.6953	0.1292

*e. Với trường hợp trạng thái ổn định các chỉ tiêu xác suất P và Q được xác định*

$$P\text{- Xác suất tốt} \quad P = \frac{\mu}{(\lambda + \mu)} \quad (9)$$

$$Q\text{- Xác suất sự cố} \quad Q = \frac{\lambda}{(\lambda + \mu)} \quad (10)$$

Sau khi tính toán ta thu được bảng thống kê xác suất tốt P và xác suất sự cố Q ứng với từng đường dây có cấp điện áp khác nhau.

**Bảng 7. Thống kê xác suất tốt P và xác suất sự cố Q cho các đường dây cấp 35 kV**

1 Chi tiêu \	1	2	3	4	5	6	7	8
P	0.954	0.8896	0.8443	0.9554	0.9793	0.967	0.9704	0.9866
Q	0.0459	0.1104	0.1557	0.0446	0.0207	0.033	0.0296	0.0134

**Bảng 8. Thống kê xác suất tốt P và xác suất sự cố Q cho các đường dây cấp 22 kV**

1 Chi tiêu \	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P	0.9643	0.3972	0.9764	0.9795	0.9544	0.9634	0.9893	0.9768	0.9282
Q	0.0357	0.6028	0.0236	0.0205	0.0456	0.0366	0.0107	0.0232	0.0718

Từ kết quả tính toán nghiên cứu đã thống kê được xác định các chỉ tiêu độ tin cậy sẽ giúp chúng ta phân tích và đánh giá được những mức độ an toàn trong việc vận hành các đường dây trên lưới phân phối. Các đường dây phân phối đang xét được đánh giá về khả năng phục hồi sau hỏng hóc thông qua các hoạt động sửa chữa, bảo dưỡng, sau đó nó sẽ tiếp tục vận hành cho đến lần gặp hỏng hóc tiếp theo. Ngoài ra với việc tính toán được các tham số về thời gian trung bình giữa các lần sự cố, thời gian sửa chữa trung bình, tần suất sửa chữa cho các đường dây cấp 22 kV và 35 kV sẽ tạo điều kiện tiền đề cho các nghiên cứu cũng như những tính toán tiếp theo về độ tin cậy của hệ thống trong tương lai.

#### 4. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Trong bài báo này, chúng tôi đã nghiên cứu mô hình hóa quá trình hỏng hóc của các phần tử của một số đường dây trên lưới phân phối. Bằng cách áp dụng phần mềm matlab để xây dựng mô hình các hàm xác suất liên quan tới xác suất xuất hiện sự cố, hàm độ tin cậy theo phân bố Weibull cũng xác định các thông số của chúng dựa trên cơ sở dữ liệu thực tế thu thập được. Chúng tôi kết luận rằng công cụ lập trình trên đã được kiểm nghiệm và thể hiện tính hiệu quả cao, có thể sử dụng cho những nghiên cứu tiếp theo. Cụ thể 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. Các nghiên cứu tiếp theo có thể bao gồm xây dựng hàm liên hệ giữa các thông số của phân bố Weibull của các đường dây cụ thể cũng như có thể xét mối quan hệ giữa các thông số này với chiều dài của các đường dây tương ứng. Mặc dù với hướng tiếp cận vấn đề nghiên cứu như trên đã thu được một số kết quả đáng ghi nhận nhưng để tổng quát hóa được vấn đề cần thu thập nhiều dữ liệu sự cố của các công ty điện lực khác.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Mark A.Nielsen (2011), *Parameter estimation for the two-parameter Weibull distribution*, Master of science, Brigham Young University- Provo.
- [2] Stephen N. Luko (1999), A Review of the Weibull Distribution and Selected Engineering Application, *International Off - Highway & Powerplant Congress & Exposition*, Indiana.
- [3] Chin- Diew lai (2005), *Weibull distribution and their application*, Springer Handbook of Engineering Statistics, Massey University, pp.63-78.
- [4] W. Weibull 1951, A statistical distribution function of wide applicability, *Journal of Applied Mechanics*, vol. 18, pp.293-297.
- [5] W.Weibull (1939), *A statistical theory of the strength of material*, Ing. Vetenskapa Acad. Handlingar 151, pp 1-45.
- [6] A. J. Jr.Hallinan (1993), A review of the Weibull distribution, *J. Qual. Technol.* 25, pp 85-93.
- [7] Baron, T., Isaia- Maniu, A., & Tovissi, L. (1988), *Quality and Reliability*, Technical Publisher, Bucharest, Romania.
- [8] IEC 61649, International Standard (2008), *Edition 2.0, Weibull analysis*, ISBN 2-8318-9954-0.
- [9] Dorin Sarchiz, Mircea Dulau, Daniel Bucurand Ovidiu Georgescu (2011), *Reliability centered maintenance optimization*, www.intechopen.com.
- [10] Dub, V(2008), *System reliability*, Didactic and Pedagogic Publisher, ISBN 978-973-30-2371-5, Bucharest, Romania.



## MODELLING FAILURE RATE OF THE MEDIUM VOLTAGE OVERHEAD LINES IN DISTRIBUTION GRID

Le Viet Anh

### ABSTRACT

*This paper is to analyse and find out a suitable statistical model for modelling failures of medium voltage overhead lines in Vietnam grid. Practical operation data is collected and filtered out in order to support modelling process. The Weibull distribution function is selected to study the rates occurrences of the grid failures with aging. Matlab software is utilized in all calculations for parameters of Weibull distribution. The result of the study is an appropriate approach for modelling failures of Vietnam's distribution overhead lines and typical parameters for common distribution lines.*

**Keywords:** *Weibull distribution, medium voltage overhead line, modelling failure, parameters of Weibull distribution.*

*\* Ngày nộp bài: 10/6/2021; Ngày gửi phản biện: 10/6/2021; Ngày duyệt đăng: 11/10/2021*