

NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN XÂY DỰNG ĐỂ TUABIN GIÓ ĐẠT SẢN LƯỢNG ĐIỆN TỐI ƯU

STUDY OF SELECTION OF CONSTRUCTION PLAN FOR WIND TURBINES TO ACHIEVE OPTIMAL POWER OUTPUT

Nguyễn Văn Đoài

Trường Đại học Quảng Bình; doaidhqb@gmail.com

Tóm tắt - Đầu tư phát triển bền vững năng lượng tái tạo, trong đó có năng lượng gió để kịp thời bổ sung nguồn điện năng đang là hướng đi đầy tiềm năng và nhận được sự quan tâm đặc biệt của Chính phủ. Việc khai thác nguồn năng lượng tái tạo có ý nghĩa hết sức quan trọng cả về kinh tế, xã hội, an ninh năng lượng và bảo vệ môi trường. Tuy nhiên, việc nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến sản lượng điện của tuabin gió để lựa chọn thông số kỹ thuật, vị trí lắp đặt,... sao cho phù hợp với tiềm năng gió của từng vùng chưa được đánh giá, tính toán kỹ càng, dẫn đến một số dự án khi triển khai còn lãng phí tiềm năng và chi phí, dẫn đến hiệu quả của dự án không cao.

Từ khóa - tuabin; tốc độ gió; sản lượng điện; hiệu suất tuabin; tiêu chuẩn IEC; phần mềm Wind Pro,...

Abstract - Sustainable investment and development of renewable energy, including wind energy to supplement power source is a potential direction and has received special attention from the government. The exploitation of renewable energy sources is extremely important in terms of economy, society, energy security and environmental protection. However, the study of factors affecting the power output of the wind turbine to choose technical specifications, installation location that suit each region's wind potential has not yet been carefully calculated, resulting in a number of wasteful and ineffective projects.

Key words - Turbine; Wind speed; Electricity production; Performance turbines; IEC standards; Wind Pro software,...

1. Đặt vấn đề

Việt Nam được đánh giá là quốc gia có tiềm năng phát triển năng lượng gió. Theo các báo cáo thì tiềm năng năng lượng gió của Việt Nam tập trung nhiều nhất tại vùng duyên hải miền Trung, miền Nam, Tây Nguyên và các đảo. Đánh giá của Ngân hàng Thế giới (WB) cũng cho thấy khoảng 8% lãnh thổ của Việt Nam có tiềm năng về năng lượng gió, cao hơn hẳn so với các nước trong khu vực [2].

Sự nghiên cứu triển khai năng lượng gió ở Việt Nam đã đi những bước đầu tiên. Nhưng cơ bản sự phát triển năng lượng gió trong nước còn nhỏ lẻ, còn khá khiêm tốn so với tiềm năng to lớn của Việt Nam. Vì thế việc nghiên cứu phát triển năng lượng gió là một công việc cần thiết.

2. Các yếu tố ảnh hưởng đến sản lượng điện của tuabin gió

2.1. Cách xác định sản lượng điện của một tuabin

Năng lượng gió là một hàm của tốc độ và khối lượng không khí. Khi tốc độ gió cao thì năng lượng gió lớn. Mỗi quan hệ giữa khối lượng, tốc độ không khí và năng lượng gió được thể hiện bởi phương trình động năng [1]:

$$E_g = \frac{1}{2} m V^2 \quad (1)$$

Khối lượng của không khí được xác định bằng công thức:

$$m = \rho \cdot F \cdot V \cdot t \quad (2)$$

Diện tích cản gió của cánh quạt được xác định bằng công thức:

$$F = \pi R^2 \quad (3)$$

Thay (2) và (3) vào (1) ta có:

$$E_g = \frac{1}{2} \rho \cdot \pi \cdot R^2 \cdot V^3 \cdot t \quad (4)$$

Trong đó:

E_g : năng lượng gió (J);

m : khối lượng của không khí (kg);

V : vận tốc của không khí (m/s);

ρ : mật độ không khí (kg/m³);

F : diện tích không khí đi qua (diện tích cản gió của cánh quạt) (m²);

R : bán kính cánh quạt của tuabin (m);

t : thời gian tính toán (s).

Vận công suất gió của một tuabin được tính theo công thức [1]:

$$P_g = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \pi \cdot R^2 \cdot V^3 \quad (5)$$

Ta thấy, năng lượng tỷ lệ bậc 3 với tốc độ gió nên cần phải đặc biệt quan tâm đến vị trí đặt tuabin để thu được tốc độ gió lớn [7].

$$V(Z) = V(Z_r) \cdot \left(\frac{Z}{Z_r}\right)^\alpha \quad (6)$$

$V(z)$: vận tốc gió ở độ cao z (m/s);

$V(z_r)$: vận tốc gió ở độ cao z_r tham khảo (m/s);

α : hệ số mũ, thay đổi theo độ mấp mô bề mặt (là một đại lượng đo của lực ma sát bởi gió thổi ngang qua mặt đất) [8].

Qua đó, ta thấy việc lựa chọn vị trí và cao độ lắp đặt của tuabin gió ảnh hưởng rất lớn đến sản lượng điện thu được.

Ngoài ra, công suất điện thu được của một tuabin gió còn phụ thuộc vào công nghệ của tuabin, hay hệ số công suất (hiệu suất) của tuabin. Do đó công suất điện thực tế của tuabin được xác định theo công thức:

$$P_R = P_g \cdot C_F(\gamma, \beta) \quad (7)$$

Trong đó, P_R : công suất thực tế;

$C_F(\gamma, \beta)$: hệ số công suất (hiệu suất) của tuabin, là một hàm của tỷ số tốc độ γ và góc điều chỉnh cánh quạt β .

Tỷ số tốc độ γ được định nghĩa bởi:

$$\gamma = \frac{\omega}{V} \cdot R \quad (8)$$

Trong đó: ω là vận tốc góc của cánh quạt.

Hiệu suất tổng cộng của một tuabin = hiệu suất rotor x hiệu suất truyền động x hiệu suất máy phát x điều kiện về gió...[1].

Vì vậy, một tuabin gió được thiết kế hoàn chỉnh tương đối tốt thì cũng chỉ nhận được khoảng 30% đến 40% tổng năng lượng của tiềm năng gió.

Từ những phân tích trên ta có thể xác định được sản lượng điện trung bình trong năm:

$$AE = P_R \cdot T = P_G \cdot C_F(\gamma, \beta) \cdot T \quad (9)$$

Trong đó:

AE (MWh/tuabin): sản lượng điện thực tế hàng năm trên 1 tuabin;

C_F : hệ số công suất;

T (h/năm): số giờ vận hành trong năm.

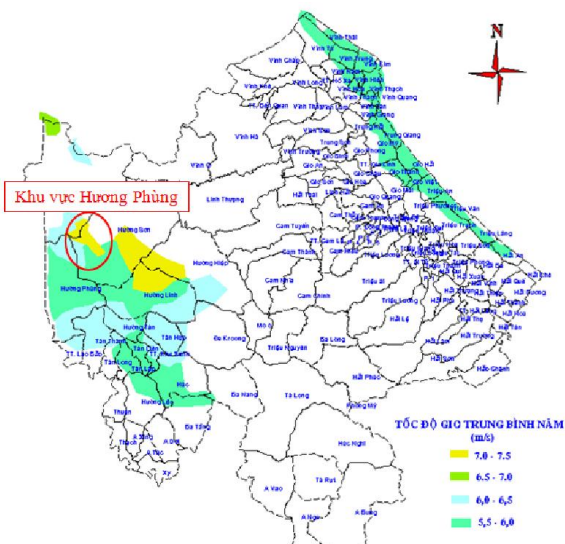
2.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến sản lượng điện

Sản lượng điện của một tuabin gió phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- + Tỷ lệ bậc 3 với tốc độ gió;
- + Độ mập mô bề mặt, hay lực ma sát của gió thổi qua mặt đất nơi lắp đặt tuabin gió;
- + Hệ số công suất của tuabin hay phụ thuộc vào chủng loại của tuabin (hãng sản xuất)
- + Độ cao của trụ tuabin và diện tích cản gió của cánh quạt (hay còn gọi là thông số kỹ thuật của tuabin).
- Để đạt được sản lượng điện tối ưu thì việc lựa chọn chủng loại, thông số kỹ thuật của tuabin, vị trí lắp đặt của tuabin phù hợp với tiềm năng gió của khu vực nghiên cứu là hết sức cần thiết.

3. Kết quả tính chọn chủng loại và vị trí lắp đặt của tuabin gió cho vùng khe gió Hướng Phùng

3.1. Tiềm năng gió tại khu vực Hướng Phùng



Hình 1. Bản đồ tiềm năng gió tỉnh Quảng Trị ở 60m [4]

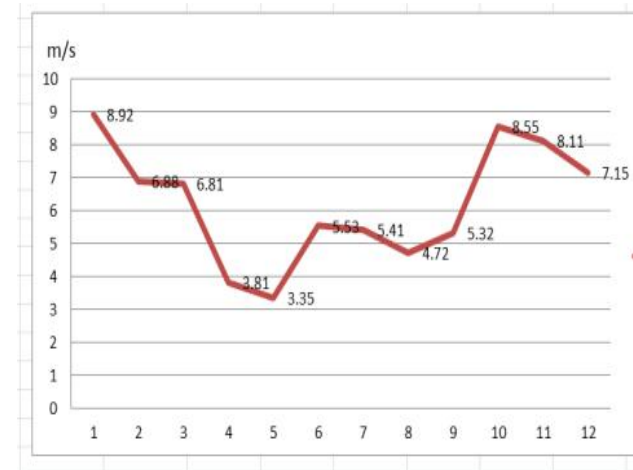
Căn cứ vào Quy hoạch phát triển điện gió tỉnh Quảng Trị giai đoạn đến 2020, tầm nhìn đến 2030 đã được Bộ Công thương phê duyệt thì tỉnh Quảng Trị được đánh giá

là một trong những tỉnh có tiềm năng gió, trong đó khu vực xã Hướng Phùng, huyện Hướng Hóa nằm trong khu vực có vận tốc gió bình quân cao, cụ thể như Hình 1 [4].

Trạm đo gió Hướng Phùng được xây dựng tại thôn Xa Ry, xã Hướng Phùng, huyện Hướng Hóa, tỉnh Quảng Trị. Tọa độ địa lý hệ VN2000 múi 3 là 535342, 1851841. Cao độ địa hình khu vực đặt trạm so với mặt biển là 650m[5].

Số liệu thu được ở dạng file *.RWD. Nội dung chuỗi số liệu gồm: ngày - tháng, giờ - phút, giá trị trung bình, độ lệch chuẩn, max, min với tần suất 10 phút/lần theo từng kênh như đã nêu trên.

Vận tốc gió trung bình khu vực nghiên cứu:

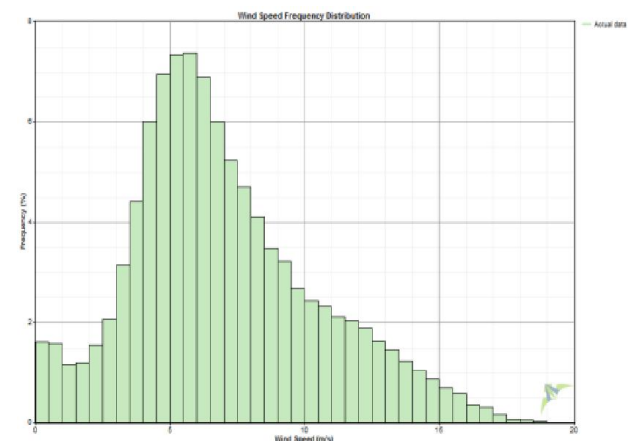


Hình 2. Đồ thị biến thiên tốc độ gió tại độ cao 60m

Nhận xét:

Kết quả cho thấy tháng có vận tốc gió trung bình lớn nhất là tháng 10, 11, 12, 1; tháng có vận tốc gió trung bình thấp nhất là tháng 4, 5.

Tốc độ gió trung bình tại cột đo Hướng Phùng ở độ cao 60m là 6,21m/s.

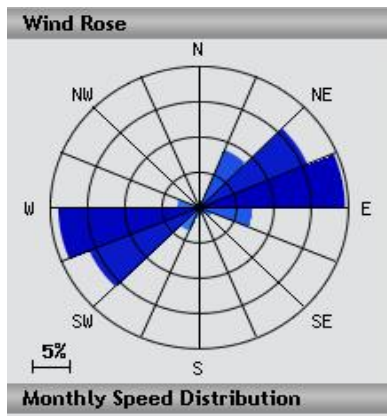


Hình 3. Biểu đồ phân bố tốc độ gió ở độ cao 60m [6]

Nhận xét:

Tần suất tốc độ gió để tuabin bắt đầu phát điện $\bar{v} \geq 3$ m/s ở độ cao 60m (Ch1) chiếm 90,8% thời gian đo đạc.

Với các đặc điểm gió như trên, khu vực này được xem như khu vực có tiềm năng gió rất tốt, có thể khai thác hiệu quả.



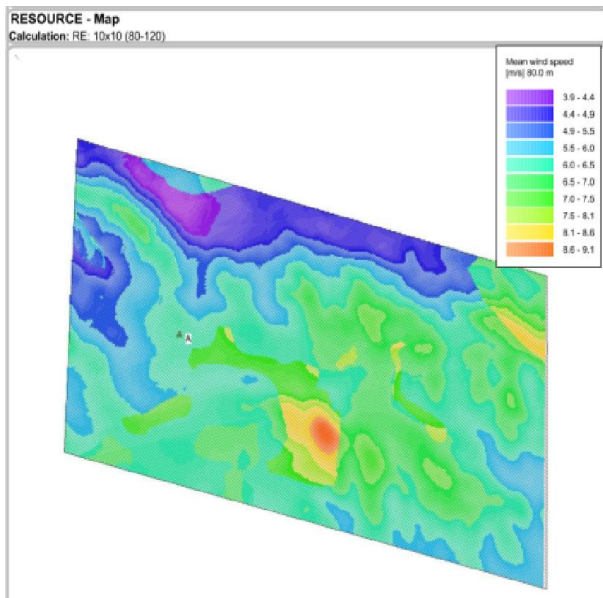
Hình 4. Hoa gió theo 16 hướng chính trong 1 năm, đo đạc ở độ cao 60m [5]

Nhận xét:

Hướng gió thịnh hành đối với chuỗi số liệu thu được là hướng Đông Bắc và Tây - Tây Nam, trong đó tần suất xuất hiện tương ứng đạt 30,5% và 25,7%.

3.2. Lựa chọn tuabin và vị trí lắp đặt

- Dựa vào file số liệu gió đo được ở 60m và tọa độ vùng khảo sát, sau khi đưa vào phần mềm Windpro tính toán ta thu được tiềm năng gió khu vực ở độ cao 80m [3]:



Hình 5. Bản đồ tiềm năng gió khu vực ở độ cao 80m [3]

Nhận xét:

Từ bản đồ này ta thấy, tốc độ gió ở độ cao 80m tại các vị trí khác nhau có độ chênh lệch khác nhau. Chính vì vậy, để đạt sản lượng điện tối ưu, ta cần bố trí cột tuabin gió vào các vị trí có gió cao nhất.

Từ quy luật lũy thừa (6) và kết quả tính toán các hệ số dựa trên kết quả đo đạc ở các độ cao 40m/50m/60m:

$$\alpha = 0,275; z_0 = 1,21m; \text{thuộc nhóm độ nhám cấp } 4,08[8].$$

Ta nội suy được:

+ Vận tốc gió trung bình năm ở độ cao 80m là 6,9m/s

+ Độ nhiễu loạn TI (15 m/s) là: 0,104

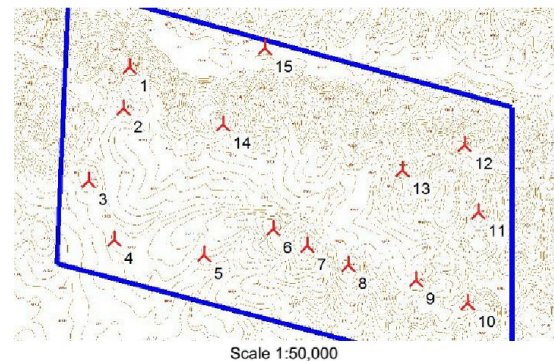
+ Vận tốc gió lớn nhất 50 năm (10phút): 40m/s

Bảng 1. Phân loại tua bin gió theo tiêu chuẩn IEC-61400-1[7]

Loại tuabin	Nhóm I	Nhóm II	Nhóm III	Nhóm IV
Tốc độ gió trung bình	10m/s	8,5m/s	7,5m/s	6m/s
Tốc độ gió lớn nhất mà tuabin có thể chịu đựng được (chu kì 50 năm) V_{e50}	70m/s	59,5m/s	52,5m/s	42m/s
Mật độ gió rối cao (Mức A) TI_{15}	0,18	0,18	0,18	0,18
Mật độ gió rối thấp (Mức B) TI_{15}	0,16	0,16	0,16	0,16

Như vậy, theo tiêu chuẩn IEC 61400 – 1 thì phân loại tua bin phù hợp nhất khu vực này là loại IIIC (class IIIC), có công suất từ (1,5÷2,5)MW và độ cao cột tuabin (80 ÷85)m.

Để chọn kiểm tra kết quả sản lượng điện của tuabin đạt được, tác giả sử dụng phần mềm Wind Pro để tính toán cho loại Tuabin Ge 2.0 -116[9] tại 15 vị trí tọa độ lắp đặt khác nhau để có sự so sánh sản lượng điện.



▲ New WTG

Hình 6. Tọa độ lắp đặt của tuabin gió tại 15 vị trí khác nhau trong khu vực khe gió Hướng Phùng [3]

Bảng 2. Kết quả tính toán sản lượng điện của tuabin Ge-116 tại 15 vị trí khác nhau [3]

Calculated Annual Energy for each of 15 new WTGs

Specific results ^{a)}							
		Capacity factor	Full load hours	Mean wind speed @hub height			
		[%]	[Hours/year]	[m/s]			
		35.5	3,049	6.9			
WTG type				Annual Energy			
Terrain	Valid	Manufact.	Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Result	Mean wind speed
			[kW]	[m]	[m]	[MWh]	[m/s]
1 A	No	GE WIND 2,000	116.0	116.0	80.0	8,195.2	6.85
2 A	No	GE WIND 2,000	116.0	116.0	80.0	5,412.0	5.49
3 A	No	GE WIND 2,000	116.0	116.0	80.0	6,474.5	6.20
4 A	No	GE WIND 2,000	116.0	116.0	80.0	9,054.0	7.45
5 A	No	GE WIND 2,000	116.0	116.0	80.0	7,834.4	6.65
6 A	No	GE WIND 2,000	116.0	116.0	80.0	10,025.5	8.33
7 A	No	GE WIND 2,000	116.0	116.0	80.0	10,862.4	9.02
8 A	No	GE WIND 2,000	116.0	116.0	80.0	8,828.8	7.42
9 A	No	GE WIND 2,000	116.0	116.0	80.0	8,137.9	7.07
10 A	No	GE WIND 2,000	116.0	116.0	80.0	7,721.4	6.55
11 A	No	GE WIND 2,000	116.0	116.0	80.0	8,282.7	7.07
12 A	No	GE WIND 2,000	116.0	116.0	80.0	8,177.1	7.14
13 A	No	GE WIND 2,000	116.0	116.0	80.0	8,302.6	7.11
14 A	No	GE WIND 2,000	116.0	116.0	80.0	6,799.6	6.31
15 A	No	GE WIND 2,000	116.0	116.0	80.0	4,175.7	4.78

Nhận xét:

Từ bảng tính toán trên ta thấy với tuabin Ge 2.0 – 116:

+ Hiệu suất thiết bị là $C_F = 35,5\%$

+ Số giờ hoạt động của Tuabin trong 1 năm là: $T = 3.049\text{h/năm}$

+ Sản lượng điện thực tế hằng năm trên tuabin tại vị trí số 7 là lớn nhất đạt 10.682,4MWh và vị trí số 15 là thấp nhất đạt 4.175,7MWh.

Kết quả này phản ánh đúng tiềm năng gió tại độ cao 80 tại các vị trí chọn lắp đặt tuabin (Hình 5).

4. Kết luận

Từ công thức xác định sản lượng điện của tuabin gió bài báo đã đánh giá được những yếu tố chính ảnh hưởng đến sản lượng điện. Từ đó thấy rằng việc lựa chọn chủng loại và vị trí lắp của tuabin gió phù hợp với tiềm năng gió sẽ quyết định rất lớn đến hiệu quả của các dự án đầu tư xây dựng nhà máy điện gió.

Qua nghiên cứu tiềm năng gió tại khu vực khe gió Hường Phùng, tác giả đã ứng dụng phần mềm Wind Pro để tính toán được các hệ số hiệu suất thiết bị (C_F); số giờ hoạt động của tuabin trong 1 năm (T) và sản lượng điện trong 1 năm tại 15 vị trí khác nhau cho thiết bị tuabin Ge 2.0 – 116.

Kết quả đạt được đã chứng minh đúng những gì tác giả đã nghiên cứu lý thuyết, đó là:

Sản lượng điện của một tuabin gió phụ thuộc vào:

+ Tỷ lệ bậc 3 với tốc độ gió;

+ Độ mấp mô bề mặt, hay lực ma sát của gió thổi qua mặt đất nơi lắp đặt tuabin gió.

Trong những nghiên cứu tiếp theo tác giả dự định sẽ tính toán sản lượng điện với nhiều chủng loại tuabin khác nhau để chứng minh rằng:

Sản lượng điện của một tuabin gió phụ thuộc vào:

+ Hệ số công suất của tuabin hay phụ thuộc vào chủng loại của tuabin (hãng sản xuất)

+ Độ cao của trụ tuabin và diện tích cản gió của cánh quạt (hay còn gọi là thông số kỹ thuật của tuabin).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Thương Bằng, Phạm Đức Cường, “Xây dựng thuật toán và chương trình tính toán năng lượng gió ở Việt Nam và đánh giá hiệu quả”, *Tạp chí Khoa học công nghệ xây dựng*, số 10 tháng 9/2011, (từ tr42 - tr50).
- [2] Ngân hàng Thế giới, *Chiến lược phát triển ngành Điện - Quản lý tăng trưởng và cải cách*, 2006.
- [3] Phần mềm tính toán số liệu gió Windpro Version 2.7.490.
- [4] Bộ Công thương, *Quyết định số 6185/QĐ-BCT ngày 19/6/2015 v/v phê duyệt Quy hoạch phát triển điện gió tỉnh Quảng Trị giai đoạn đến 2020, tầm nhìn đến năm 2030*.
- [5] Số liệu đo gió thực tế của cột đo gió lắp đặt tại khu vực xã Hường Phùng, huyện Hướng Hóa, tỉnh Quảng Trị.
- [6] Quy phạm quan trắc khí tượng bề mặt 94TCN6-2001.
- [7] Tiêu chuẩn IEC 61400-1 “Design requirements”, 2005.
- [8] Tiêu chuẩn IEC 61400-12-1 “Power performance measurements of electricity producing wind turbines”.
- [9] Catalog giới thiệu thiết bị của các hãng cung cấp thiết bị tuabin gió GE.

(BBT nhận bài: 26/07/2016, phân biện xong: 18/08/2016)