

# NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN VỀ TUABIN GIÓ VÀ CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN SẢN LƯỢNG ĐIỆN CỦA TUABIN

## Study the overview of wind turbines and the factors that affect the power output of the turbine

Nguyễn Văn Đoài

doaidhq@gmail.com

Khoa kỹ thuật – Công nghệ, Trường Đại học Quảng Bình  
Đến tòa soạn: 08/09/2017; Chấp nhận đăng: 22/09/2017

**Tóm tắt.** Đầu tư vào phát triển bền vững năng lượng tái tạo, trong đó có năng lượng gió để kịp thời tạo nguồn bổ sung điện năng đang là hướng đi đầy tiềm năng và nhận được sự quan tâm đặc biệt của Chính phủ. Chính vì vậy, việc xem xét khai thác nguồn năng lượng tái tạo trong giai đoạn tới sẽ 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, tìm hiểu về Tuabin gió, lựa chọn các thông số kỹ thuật, vị trí lắp đặt, 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. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu một cách tổng quan về Tuabin gió và các yếu tố ảnh hưởng đến sản lượng điện của tuabin gió để các nhà đầu tư xem xét nhằm nâng cao hiệu quả của các dự án điện gió.

**Từ khóa:** Tuabin; Tiêu chuẩn IEC; Năng lượng; Công suất; Sản lượng

**Abstract.** Sustainable investment and development of renewable energy, including wind energy to timely additional power source is a potential direction and received special attention of the Government. The exploitation of renewable energy sources is extremely important in terms of economic, social, energy security and environmental protection. However, the study, learn about wind turbine, selection of technical parameters, installation location, has not been evaluated, carefully calculated leading to some projects when deploying potential waste and The cost of project effectiveness is not high. This article presents the results of an overview of wind turbines and the factors that affect the wind turbine's power output so that investors mistakenly improve the efficiency of wind power projects.

**Keywords:** Turbin; IEC standard; Energy, Power; Electricity output

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

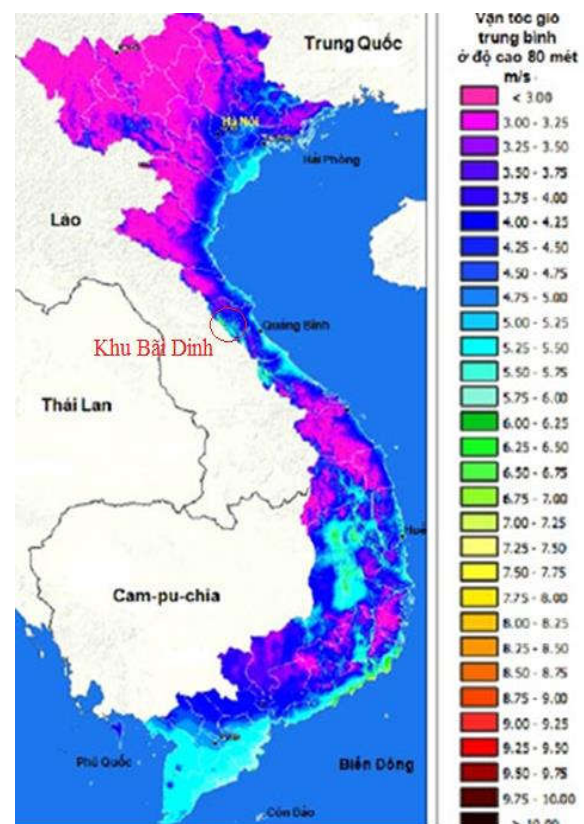
Xu thế phát triển năng lượng điện gió đang trở thành trào lưu của nhiều quốc gia trên thế giới nhất là các nước phát triển và những nền kinh tế tiêu thụ nhiều năng lượng... Kinh nghiệm thực tiễn của Đức, Ấn Độ, Trung Quốc sẽ là bài học cho phát triển điện gió ở Việt Nam.

Việt Nam được đánh giá là quốc gia có tiềm năng phát triển năng lượng gió. Theo báo cáo của Viện Năng lượng 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[5]. 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 [4].

Hiện tại, Việt Nam có tất cả 20 dự án điện gió với dự kiến sản xuất 20 GW. Nguồn điện gió này sẽ kết nối với hệ thống điện lưới quốc gia và sẽ được phân phối và quản lý bởi Tổng Công ty Điện lực Việt Nam [4].

Việc nghiên cứu triển khai năng lượng gió ở Việt Nam đã đi những bước đầu tiên. Nhưng về 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.

Với xu thế phát triển những nguồn năng lượng “xanh” vì một tương lai “xanh” của Việt Nam và của toàn nhân loại, việc nghiên cứu tiềm năng của các khu vực và tính toán lựa chọn các thông số kỹ thuật của Tuabin gió cho phù hợp để xây dựng Nhà máy Điện gió tại các vùng có tiềm năng gió là rất cần thiết.



Hình 1. Bản đồ phân bố tốc độ gió trung bình của Việt Nam [5]

## 2. TỔNG QUAN VỀ THIẾT BỊ TUABIN GIÓ

### 2.1 Cấu tạo chung của Tuabin gió

Thiết bị tua bin gió bao gồm các phần chính sau: [3]&[10]

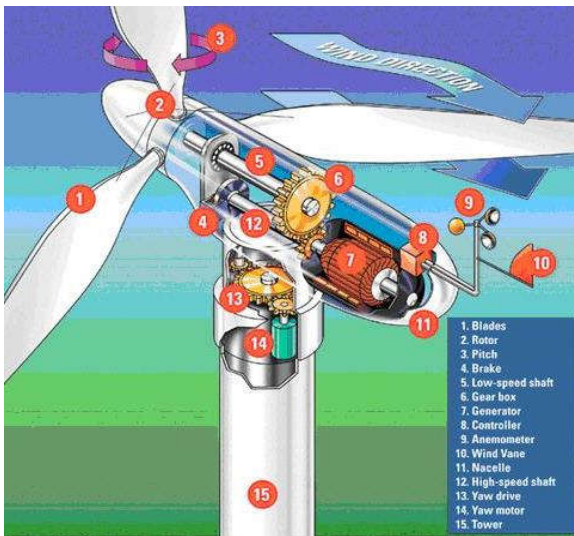
- *Anemometer*: Bộ đo lường tốc độ gió và truyền dữ liệu tốc độ gió tới bộ điều khiển.

- *Cánh quạt (Blades)*: Gió thổi qua các cánh quạt và là nguyên nhân làm cho các cánh quạt chuyển động và quay.

- *Bộ hãm (Brakes)*: Dùng để dừng rotor trong tình trạng khẩn cấp bằng điện, bằng sức nước hoặc bằng động cơ.

- *Bộ điều khiển (Controller)*: Bộ điều khiển sẽ khởi động động cơ ở tốc độ gió khoảng 2m/s đến 3m/s và tắt động cơ khoảng 25m/s bởi vì các máy phát này có thể phát nóng.

- *Hộp số (Gear box)*: Bánh răng được nối với trục có tốc độ thấp với trục có tốc độ cao và tăng tốc độ quay từ 30 đến 60 vòng/phút lên 1200 đến 1500 vòng/phút, tốc độ quay là yêu cầu của hầu hết các máy phát điện sản xuất ra điện. Bộ bánh răng này rất đắt tiền, nó là một phần của bộ động cơ và tuabin gió.



Hình 2. Mô phỏng các bộ phận của tuabin gió [10]

Hiện nay, trên thế giới có hai công nghệ phổ biến là loại có hộp số và không có hộp số, tùy thuộc vào ưu điểm và bí mật công nghệ mà các hãng lựa chọn, chế tạo thiết bị cho riêng mình.

+ Loại có hộp số: dùng cho máy phát bình thường (chuyển đổi vòng quay lên, tùy thuộc thiết kế có số cấp cực).

+ Loại không có hộp số: dùng cho máy phát kích từ bằng nam châm vĩnh cửu (Trục Rotor chuyển thẳng đến trục máy phát, vòng quay tùy thuộc thiết kế số cấp cực, số cực càng lớn thì vòng quay càng thấp)

- *Máy phát (Generator)*: Máy phát làm nhiệm vụ biến đổi năng lượng cơ học của rotor thành năng lượng điện. Ở các tua bin thường sử dụng các máy phát đồng bộ lẫn máy phát không đồng bộ. Đối với các tua bin cỡ công suất từ vài trăm kW tới vài MW thông thường phát dòng điện 3 pha AC với điện áp từ 400V đến 1000V.

- *Trục truyền động của máy phát ở tốc độ cao (High-speed shaft)*

- *Trục quay tốc độ thấp (Low-speed shaft)*

- *Vỏ (Nacelle)*: Bao gồm rotor và vỏ bọc ngoài, toàn bộ được đặt trên đỉnh trụ và bao gồm các phần: hộp số, trục truyền động tốc độ cao và thấp, máy phát, bộ điều khiển và bộ hãm. Vỏ bọc ngoài dùng bảo vệ các thành phần bên trong vỏ. Một số vỏ phải đủ rộng để một kỹ thuật viên có thể đứng bên trong trong khi làm việc.

- *Bước răng (Pitch)*: Cánh được xoay hoặc làm nghiêng một ít để giữ cho rotor quay trong gió không quá cao hay quá thấp để

tạo ra điện.

- *Rotor*: Bao gồm các cánh quạt và trục.

Hiện nay rotor 3 cánh quạt được sử dụng rộng rãi trên thế giới, điều này do các yếu tố sau đây:

+ Hiệu suất: Hiệu suất cao hơn các loại khác đối với vận tốc gió từ 6m/s đến 8m/s.

+ Về lý thuyết thì hiệu suất tăng lên cùng với số cánh quạt. Nếu như tăng số cánh quạt từ 2 lên 3 thì hiệu suất sẽ tăng lên vào khoảng 3% đến 4%. Tuy nhiên nếu tăng số cánh quạt lên 4 thì hiệu suất chỉ tăng thêm từ 1% đến 2%.

+ Đối với các đặc tính về tải cũng như khí động học của các loại tua bin có 3 cánh quạt thì các thiết bị này có một sự phân bố đồng đều hơn về trọng lực cũng như lực khí động học trên toàn bộ chu vi của rotor.

+ Cánh quạt của một tua bin có công suất từ 1MW đến 2,5MW thường có chiều dài 25m đến 65m. Các cánh quạt này ở mỗi vòng quay sẽ chịu những tải trọng rất khác nhau phụ thuộc vào vận tốc gió. Cánh quạt được làm từ nhựa tổng hợp với sợi thủy tinh hoặc sợi carbon, chịu lực tốt.

+ Cấu trúc của cánh quạt cho tua bin gió có 2 loại: stall (cố định) và Pitch (điều khiển xoay góc hứng gió)

• Loại Stall thường thiết kế cho các tua bin công suất thấp ( $\leq 300$  kW)

• Loại Pitch thiết kế cho các tua bin có công suất cao hơn ( $\geq 500$  kW)

+ Điều khiển cánh quạt:

Đối với các Rotor có cánh quạt điều khiển theo kiểu “Pitch” thì vị trí của các cánh quạt có thể được điều khiển nhờ vào một động cơ điện ở trục quay. Bộ điều khiển điện tử sẽ đo thường xuyên công suất đầu ra của thiết bị ở một tải trọng danh nghĩa. Nếu như giá trị đo quá cao hoặc quá thấp thì các cánh quạt sẽ được điều khiển quay hướng vào hoặc hướng ra khỏi hướng gió một cách tương ứng (Tốc độ điều chỉnh góc của cánh là 5<sup>o</sup>/s).

+ Thông qua việc điều chỉnh cánh quạt này có thể đảm bảo được rằng các cánh quạt luôn nằm ở một góc đúng đắn hợp lý nhất và do đó có thể đạt được một sự tối ưu về lượng điện năng tạo ra.

+ Khi vận tốc gió vượt giới hạn theo thiết kế thì bộ phận điều khiển cánh tự động điều chỉnh góc của cánh trở về bằng 90<sup>o</sup> (song song với hướng gió) đồng thời kết hợp với hệ thống phanh để rotor ngừng quay. Rotor sẽ tự động ngừng quay với 2 mức: Nếu vận tốc gió tăng lên khoảng 25 m/s không quá 10 phút hoặc 35 m/s không quá 2 giây.

- *Trụ đỡ (Tower)*: Được làm bằng thép hình trụ hoặc thanh dầm bằng thép. Bởi vì tốc độ gió tăng lên nếu trụ càng cao, trụ đỡ cao hơn để thu được năng lượng gió nhiều hơn và phát ra điện nhiều hơn.

- *Wind vane*: Để xử lý hướng gió và liên lạc với “yaw drive” để định hướng tua-bin gió.

- *Yaw drive*: Dùng để giữ cho rotor luôn luôn hướng về hướng gió chính khi có sự thay đổi hướng gió.

- *Yaw motor*: Động cơ cung cấp cho “yaw drive” định được hướng gió.

### 2.2 Các kiểu tua-bin gió hiện nay

Các tua-bin gió hiện nay được chia thành hai loại:

Một loại theo trục đứng giống như máy bay trực thăng.

Một loại theo trục ngang.

Các loại tua-bin gió trục ngang là loại phổ biến có 2 hay 3 cánh quạt. Tua-bin gió 3 cánh quạt hoạt động theo chiều gió với bề mặt cánh quạt hướng về chiều gió đang

thời. Ngày nay, tua-bin gió 3 cánh quạt được sử dụng rộng rãi.

### 2.3 Công suất các loại tua-bin gió

Dãy công suất tua-bin gió từ 50 kW tới công suất lớn hơn cỡ vài MW thường được tập hợp thành một nhóm những tua-bin với nhau trong một trại gió ( Nhà máy điện gió) và nó sẽ cung cấp điện năng cho lưới điện.

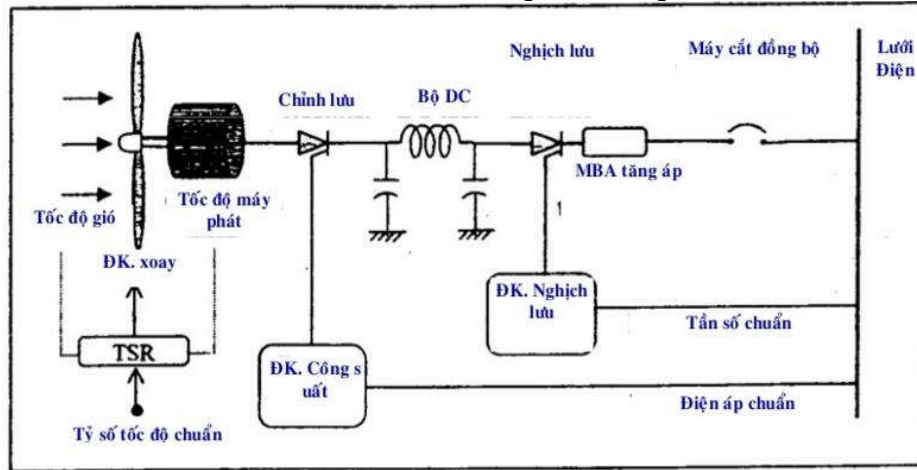
Các tua-bin gió loại nhỏ có công suất dưới 50 kW được sử dụng cho gia đình. Viễn thông hoặc bơm nước, đôi khi cũng dùng để nối với máy phát điện diesel, pin và hệ thống quang điện. Các hệ thống này được gọi là hệ thống lai gió và điển hình là sử dụng cho các vùng sâu vùng xa, những địa phương chưa có lưới điện, những nơi mà mạng điện không thể nối tới các khu vực này.

### 2.4 Nguyên lý hoạt động của các tua-bin gió [3]

Các tua-bin gió tạo ra điện như thế nào? Một cách đơn giản là một tua-bin gió làm việc trái ngược với một máy quạt điện, thay vì sử dụng điện để tạo ra gió như quạt điện thì ngược lại tua-bin gió lại sử dụng gió để tạo ra điện.

Các tua-bin gió hoạt động theo một nguyên lý rất đơn giản. Năng lượng của gió làm cho 2 hoặc 3 cánh quạt quay quanh một rotor. Mà rotor được nối với trục chính và trục chính sẽ truyền động làm quay trục quay máy phát để tạo ra điện.

Các tua-bin gió được đặt trên trụ cao để thu hầu hết năng lượng gió. Ở độ cao trên 30m so với mặt đất thì các tua-bin gió thuận lợi: Tốc độ nhanh hơn và ít bị các luồng gió bất thường.



Hình 3. Sơ đồ nguyên lý phát điện của tuabin gió

## 3. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN SẢN LƯỢNG ĐIỆN CỦA TUABIN GIÓ

### 3.1 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. Mối quan hệ giữa khối lượng, tốc độ không khí và năng lượng gió được thể hiện bởi phương trình động năng[1]:

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

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

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

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:

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

Trong đó:

$E_g$  – Năng lượng gió (J)

$m$  – Khối lượng của không khí (kg)

$V$  – Vận tốc của không khí ( m/s)

$\rho$  - Mật độ không khí (kg/m<sup>3</sup>)

$F$  – Diện tích không khí đi qua (Diện tích cản gió của cánh quạt) (m<sup>2</sup>)

$R$  – Bán kính cánh quạt của Tuabin(m)

$t$  – Thời gian tính toán (s)

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

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

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 [8].

$$V(z) = V(z_r) \left( \frac{z}{z_r} \right)^\alpha \quad (6)$$

$V(z)$ : Vận tốc gió ở độ cao  $z$  (m/s)

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

$\alpha$ : hệ số mũ, thay đổi theo độ mập mô bề mặt (là một đại lượng đo của lực ma sát bởi gió thổi ngang qua mặt đất) [9].

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:

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

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  $\gamma$  và góc điều chỉnh cánh quạt  $\beta$ .

Tỷ số tốc độ  $\gamma$  được định nghĩa bởi:



$$\lambda = \frac{\omega}{V} R \tag{8}$$

Trong đó:  $\omega$  - 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.....[2]

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:

$$AE = P_R \cdot T = P_g \cdot C_F (\gamma \cdot \beta) \cdot T \tag{9}$$

Trong đó:

AE (MWh/tuabin) - Sản lượng điện thực tế hằng năm trên 1 tuabin

CF: Hệ số công suất

T (h/năm): Số giờ vận hành trong năm

### 3.2 Các yếu tố ảnh hưởng đến sản lượng điện

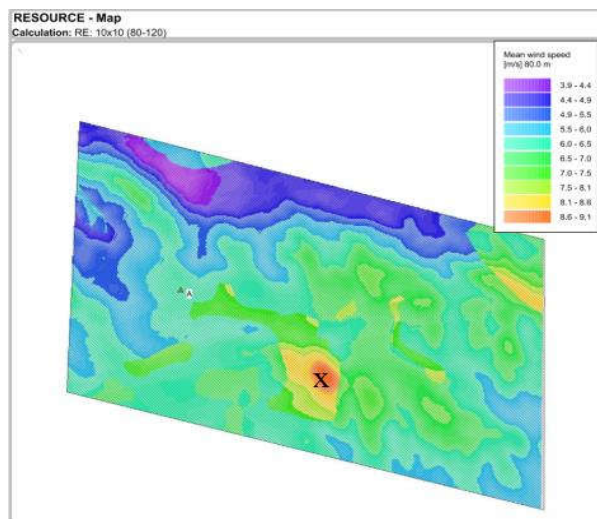
- Sản lượng điện của một Tuabin gió phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- + Tỷ lệ bậc 3 với tốc độ gió
- + Phụ thuộc vào độ nhấp nhô bề mặt, hay lực ma sát của gió thổi qua mặt đất nơi lắp đặt tuabin gió
- + Phụ thuộc vào hệ số công suất của tuabin hay phụ thuộc vào chủng loại của tuabin (Hãng sản xuất)
- + Phụ thuộc vào độ cao của trụ tuabin và diện tích cản gió của cánh quạt (hay còn gọi là thông số kỹ thuật của tuabin).

### 3.3 Kết quả mô phỏng

Để làm rõ hơn những vấn đề đã nghiên cứu lý thuyết, tác giả sử dụng phần mềm Windpro Version 2.7.490 [7] để tính toán sản lượng điện của một số loại Tuabin khác nhau đối với tiềm năng gió của khu vực Hướng Phùng, huyện Hướng Hóa, Tỉnh Quảng Trị [6].

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 4. Bản đồ tiềm năng gió khu vực ở độ cao 80m [6]

**Nhận xét:**

Từ bản đồ này ta thấy, tốc độ gió tại 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 (ở đây ta sẽ bố trí tuabin vào vị trí đánh dấu X). Với:

P (MWh/tuabin): Sản lượng điện thực tế hằng năm trên 1 tuabin

CF: Hệ số công suất

T (h/năm): Số giờ vận hành trong năm

WTGs: Máy phát tuabin gió (Wind Tuabin Generator)

**Bảng 1.** Tổng hợp kết quả tính toán sản lượng điện cho các loại tuabin khác nhau [3]

| Loại tuabin | Thông số chính tuabin      | P (MWh)  | T (h/năm) | CF (%) |
|-------------|----------------------------|----------|-----------|--------|
| W2E         | 2.0MW;<br>h=85m;<br>d=100m | 9.880    | 3.092     | 35,3   |
| Gamesa 2.5  | 2,5MW;<br>h=85m;<br>d=114m | 11.541,5 | 2.812     | 32,1   |
| Vestas V100 | 2.0MW;<br>h=80m;<br>d=100m | 9.182,5  | 2.807     | 32,0   |
| GE 2.0      | 2.0MW;<br>h=80m;<br>d=116m | 10.682,4 | 3.049     | 35,5   |
| Suzlon      | 2.1MW;<br>h=80m; d=88m     | 9.088,9  | 2.555     | 29,1   |

Nguồn: Trích từ kết quả tính toán trong chương trình WindPro

h: độ cao trụ tuabin

d: đường kính cánh quạt tuabin

**Nhận xét:** Nếu cùng chung tọa độ lắp đặt, phương án tuabin Ge 2.0 (2MW) có hệ số CF và số giờ phát điện cao nhất. Do đó kiến nghị sử dụng loại tuabin Ge 2.0(2MW) cho vùng gió Hướng Phùng sẽ đem lại sản lượng điện tối ưu nhất.

## 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. Để 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.

Tác giả đã tính toán sản lượng điện với nhiều chủng loại Tuabin khác nhau tại cùng một vị trí lắp đặt 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).

Kết quả đạt được đã chứng minh đúng những gì tác giả đã nghiên cứu lý thuyết.

## 5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] PGS. TS Nguyễn Thượng Bằng, KS Phạm Đức Cường, Bài báo khoa học, “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, 8 trang (từ 42 đến 50).

[2] ThS. Nguyễn Văn Đoài, Bài báo khoa học, “Nghiên cứu lựa chọn phương án xây dựng đề tuabin gió đạt sản lượng điện

- tối ưu”, Tạp chí KH&CN Đại học Đà Nẵng, Số 9(106), 2016.
- [3] ThS. Nguyễn Văn Đoài, Đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở, “Nghiên cứu, tính chọn thông số kỹ thuật của tuabin phù hợp với tốc độ gió tại khu vực trung trung bộ nhằm đạt sản lượng điện tối ưu” Trường Đại Học Quảng Bình, năm 2016.
- [4] Ngân hàng thế giới, Chiến lược phát triển ngành Điện - Quản lý tăng trưởng và cải cách, Ngân hàng thế giới tại Việt Nam, 2006.
- [5] Báo cáo quy hoạch của viên Năng lượng về Tiềm năng năng lượng gió của Việt Nam .
- [6] Số liệu đo gió thực tế của cột đo gió lắp đặt tại khu vực xã Hường Phùng, huyện Hường Hóa, tỉnh Quảng Trị.
- [7] Phần mềm tính toán số liệu gió Windpro Version 2.7. 490.
- [8] Tiêu chuẩn IEC 61400-1 “Design requirements”, 2005.
- [9] Tiêu chuẩn IEC 61400-12-1 “Power performance measurements of electricity producing wind tuabins”.
- [10] <http://nangluongvietnam.vn/news/vn/khoa-hoc-va-cong-nghe/nguyen-ly-lam-viec-cua-tuabin-gio.html>

## TIỂU SỬ TÁC GIẢ



### *Nguyễn Văn Đoài*

Sinh năm 1979, tại Hải Ba, Hải Lăng, Quảng Trị. Học và tốt nghiệp Đại học tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, chuyên ngành thiết bị điện, điện tử. Từ năm 2012 đến 2014: Học và tốt nghiệp Thạc sỹ tại Đại học Đà Nẵng, chuyên ngành Tự Động Hóa- Từ năm 2011 đến nay công tác tại khoa Kỹ thuật công nghệ, Trường Đại Học Quảng Bình. Chức vụ hiện tại: Trưởng Bộ môn Điện - Kỹ thuật.