

NGHIÊN CỨU PHÂN VÙNG TIỀM NĂNG NĂNG LƯỢNG GIÓ NGOÀI KHƠI TỈNH QUẢNG NINH

PHẠM KHẮC THÙY¹, LÊ THỊ TRINH¹
NGUYỄN THỊ THANH², PHẠM VĂN TIẾN²
VŨ VĂN DOANH¹

¹ Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

² Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

Tóm tắt:

Trong bối cảnh các nguồn năng lượng truyền thống ngày càng cạn kiệt, phát triển năng lượng tái tạo, trong đó có năng lượng gió ngoài khơi, là xu hướng tất yếu, giải pháp đột phá phục vụ phát triển kinh tế bền vững ở Việt Nam và tỉnh Quảng Ninh. Nghiên cứu sử dụng kết hợp phương pháp tính toán mật độ năng lượng gió và phương pháp thành lập bản đồ dựa trên công nghệ GIS để phân vùng tiềm năng năng lượng gió ngoài khơi tỉnh Quảng Ninh theo số liệu tốc độ gió mô phỏng ở mực độ cao 100 m trong giai đoạn 20 năm (2003 - 2022). Kết quả tính toán cho thấy, tỉnh Quảng Ninh có tiềm năng gió trung bình đến cao, phù hợp cho việc phát triển năng lượng điện gió. Từ đó, nghiên cứu đề xuất một số giải pháp kỹ thuật và chính sách nhằm thúc đẩy khai thác và sử dụng hiệu quả nguồn năng lượng gió ngoài khơi tỉnh Quảng Ninh.

Từ khóa: Năng lượng gió, ngoài khơi, phân vùng tiềm năng, tỉnh Quảng Ninh.

Ngày nhận bài: 24/5/2024; Ngày sửa chữa: 18/6/2024;

Ngày duyệt đăng: 26/6/2024.

1. Đặt vấn đề

Năng lượng tái tạo được xem là giải pháp và xu hướng tất yếu của ngành năng lượng hiện nay trên thế giới. Khi các nguồn nhiên liệu hóa thạch như than đá, dầu mỏ ngày càng trở nên cạn kiệt, gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng, buộc các quốc gia trên thế giới phải đẩy mạnh chuyển dịch cơ cấu ngành năng lượng theo hướng sạch và bền vững. Việc sử dụng năng lượng tái tạo góp phần giảm tác động của hiệu ứng nhà kính và biến đổi khí hậu (BĐKH) gây ra. Theo nghiên cứu của Cơ quan năng lượng quốc tế (IAEA), đến năm 2025, năng lượng tái tạo sẽ trở thành nguồn sản xuất điện chính, cung cấp 1/3 lượng điện trên thế giới. Khai thác sử dụng nguồn năng lượng tái tạo biển như năng lượng gió, sóng, thủy triều... đang trở thành một giải pháp quan trọng trong đảm bảo an ninh năng lượng, BVMT và ứng phó với BĐKH trên thế giới và ở Việt Nam.

Tại Nghị quyết số 36-NQ/TW ngày 22/10/2018 của Ban chấp hành Trung ương Đảng về Chiến lược phát

POTENTIAL ZONING FOR THE OFFSHORE WIND ENERGY IN QUANG NINH PROVINCE

Abstract:

In the context of traditional energy sources becoming increasingly depleted, developing renewable energy, including offshore wind energy, is an inevitable trend and breakthrough solution for sustainable economic development in Vietnam and Quang Ninh province. Using a combination of wind energy density calculation methods and mapping methods based on GIS technology, zoning of offshore wind energy potential was carried out in Quang Ninh province according to simulated wind speed data at 100 m above ground level for a period of 20 years (2003 - 2022). Results showed that Quang Ninh province has medium to high wind potential, suitable for wind power development. Accordingly, a number of technical and policy solutions to promote the effective exploitation and use of offshore wind energy in Quang Ninh province was proposed.

Keywords: Offshore wind energy, Potential zoning, Quang Ninh province.

JEL Classifications: O13, P48, O44.

triển bền vững kinh tế biển Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 đã đề cập rõ vai trò của nguồn năng lượng này “Năng lượng tái tạo và các ngành kinh tế biển mới: Thúc đẩy đầu tư xây dựng, khai thác điện gió, điện mặt trời và các dạng năng lượng tái tạo khác. Phát triển ngành chế tạo thiết bị phục vụ ngành công nghiệp năng lượng tái tạo, tiến tới làm chủ một số công nghệ, thiết kế, chế tạo và sản xuất thiết bị; ưu tiên đầu tư phát triển năng lượng tái tạo trên các đảo phục vụ sản xuất, sinh hoạt, bảo đảm quốc phòng, an ninh...”. Trong văn kiện Đại hội Đảng XIII cũng đã nhấn mạnh “Phát triển các ngành kinh tế biển có lợi thế, mũi nhọn như: Năng lượng tái tạo. Đặc biệt, trong bối cảnh nước ta đang nỗ lực thực hiện cam kết tại Hội nghị lần thứ 26 các bên tham gia Công ước khung của Liên hiệp quốc về biến đổi khí hậu - COP26 với mục tiêu đạt mức phát thải ròng bằng “0” vào năm 2050, nghiên cứu sử dụng năng lượng tái tạo biển như năng lượng gió ngoài khơi và năng lượng thủy triều ngày càng có ý nghĩa thực tiễn và tiến tới thay thế các loại năng lượng truyền thống.



Tỉnh Quảng Ninh nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới, chịu ảnh hưởng bởi hoàn lưu gió mùa châu Á mạnh và ổn định, có lợi thế đường bờ biển dài (khoảng 250 km bờ biển). Theo đánh giá của Bộ TN&MT, 2022, vùng biển trung tâm Vịnh Bắc bộ, trong đó có tỉnh Quảng Ninh, là một trong bốn khu vực có tiềm năng năng lượng gió ngoài khơi tốt nhất.

Việc phát triển nguồn năng lượng tái tạo, năng lượng sạch sẽ giúp tạo đà cho nền kinh tế Quảng Ninh ngày càng bền vững. Theo Quyết định số 80/QĐ-TTg ngày 11/2/2023 của Thủ tướng Chính phủ về việc phê duyệt Quy hoạch tỉnh Quảng Ninh thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050, Quảng Ninh đã xác định tập trung phát triển công nghiệp năng lượng thân thiện với môi trường; tiếp tục duy trì là một trung tâm năng lượng của quốc gia (một trong những trung tâm điện gió, điện khí LNG của miền Bắc), chuyển dần sang phát triển năng lượng sạch và năng lượng tái tạo; phát triển mạng lưới điện tỉnh, phát triển nguồn điện gió trên bờ, gần bờ và ngoài khơi với tổng công suất bước đầu khoảng 2.500MW (2.000 MW trên bờ và 500 MW ngoài khơi).

Hiện nay, đánh giá tiềm năng năng lượng gió ngoài khơi chủ yếu được thực hiện trên quy mô quốc gia và khu vực Biển Đông (Nguyễn Mạnh Hùng, 2010; Bộ TN&MT, 2022; Nguyễn Việt Hằng và cs, 2023). Nghiên cứu về tiềm năng năng lượng gió ngoài khơi ở quy mô khu vực và cấp tính đang rất hạn chế, đặc biệt chưa có đánh giá cụ thể về tiềm năng năng lượng gió ngoài khơi cho khu vực biển tỉnh Quảng Ninh.

Trên cơ sở số liệu tốc độ gió mô phỏng ở mực độ cao 100 m trong giai đoạn 20 năm (2003 - 2022), bài báo tiến hành tính toán mật độ năng lượng gió và lập bản đồ, phân vùng tiềm năng năng lượng gió ngoài khơi tỉnh Quảng Ninh. Kết quả nghiên cứu sẽ cung cấp cơ sở khoa học, góp phần khai thác và sử dụng hiệu quả nguồn năng lượng tái tạo từ gió ngoài khơi trên vùng biển tỉnh Quảng Ninh, phát triển kinh tế bền vững tại tỉnh Quảng Ninh nhằm đạt mục tiêu quốc gia về giảm phát thải khí nhà kính.

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Số liệu

Số liệu được sử dụng trong Nghiên cứu phân vùng tiềm năng năng lượng gió ngoài khơi tỉnh Quảng Ninh bao gồm:

- Bộ số liệu tốc độ gió khu vực biển tỉnh Quảng Ninh trong giai đoạn 20 năm (2003 - 2022) được kế thừa từ kết quả nghiên cứu của Nhiệm vụ KH&CN cấp tỉnh năm 2023 "Đánh giá tiềm năng năng lượng từ gió ngoài khơi có tính đến địa hình, biến đổi khí hậu và nước biển dâng phục vụ phát triển công trình khai thác năng lượng tái tạo tỉnh Quảng Ninh" đang được Viện Nghiên cứu Biến đổi toàn cầu và Phát triển bền vững

chủ trì thực hiện. Đây là bộ số liệu tốc độ gió được mô phỏng bằng mô hình khí tượng WRF với độ phân giải ngang 3 x 3 km, trích xuất hàng giờ, ở mực độ cao 100 m trên bề mặt.

- Cơ sở dữ liệu nền địa lý tỷ lệ 1/50.000 được thu thập từ Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam, năm 2020.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp tính toán mật độ năng lượng gió

Theo Mohammadi et al., 2013, có hai phương pháp tính toán mật độ năng lượng gió, cụ thể: (1) phương pháp tính toán mật độ năng lượng gió ước lượng từ mật độ không khí và tốc độ gió; (2) sử dụng hàm phân bố xác suất của tốc độ gió (hàm phân bố Weibull). Đối với trường hợp dung lượng mẫu đủ lớn, phương pháp ước lượng từ mật độ không khí và tốc độ gió đáp ứng tốt cho yêu cầu đánh giá tiềm năng năng lượng. Do đó, trong nghiên cứu này, áp dụng phương pháp (1) ước lượng từ mật độ không khí và tốc độ gió được lựa chọn nhằm tính toán mật độ năng lượng gió ngoài khơi tại tỉnh Quảng Ninh từ chuỗi số liệu tốc độ gió hàng giờ trong giai đoạn 20 năm (2003 - 2022). Cụ thể:

Mật độ năng lượng gió tức thời ứng với vận tốc gió v và mật độ không khí ρ là:

$$E = \frac{1}{2} \rho v^3 \quad (1)$$

Gió là một yếu tố biến thiên liên tục, trong khoảng thời gian nào đó (năm, mùa, tháng, ...), giá trị trung bình của \bar{v}^3 được tính như sau:

$$\bar{v}^3 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_i^3 \quad (2)$$

trong đó, v_i là tốc độ gió tại thời điểm i (m/s), N là dung lượng mẫu.

Theo đó, mật độ năng lượng gió trung bình \bar{E} (W/m²) được tính theo công thức:

$$\bar{E} = \frac{1}{2} \rho \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_i^3 \quad (3)$$

Mật độ không khí tăng hoặc giảm làm cho mật độ năng lượng gió thay đổi theo với tỷ lệ tương ứng. Tuy nhiên, tại cùng một thời điểm, mức độ biến thiên của ρ nhỏ hơn rất nhiều so với mức độ biến thiên của v . Để đơn giản trong việc tính toán, với độ chính xác cho phép có thể coi ρ là hằng số và lấy bằng 1,225 kg/m³.

2.2.2. Phương pháp phân vùng tiềm năng năng lượng gió

Tiềm năng từ năng lượng gió sẽ được định nghĩa và phân chia thành các loại: (1) Tiềm năng lý thuyết; (2) Tiềm năng kỹ thuật; (3) Tiềm năng quy hoạch (hay tiềm năng kinh tế); (4) Tiềm năng tài chính (hay tiềm

năng khả thi). Trong đó, tiềm năng lý thuyết là tiềm năng thuần túy về mặt năng lượng, có được thông qua việc xử lý các số liệu quan trắc khí tượng. Tiềm năng được gọi là lý thuyết vì thực chất để khai thác được tiềm năng này, còn cần nhiều các yếu tố khác.

Theo Thông tư số 06/2013/TT-BCT ngày 8/3/2013 Quy định về nội dung, trình tự, thủ tục lập, thẩm định và phê duyệt quy hoạch phát triển điện gió, khu vực được coi là có tiềm năng gió lý thuyết khi có vận tốc gió trung bình năm tại độ cao 80 m đạt từ 6,0m/s trở lên. Tuy nhiên, với công nghệ máy phát điện tuabin gió được cải tiến, vận tốc gió có thể khai thác năng lượng gió là từ 5 -5,5 m/s và sản xuất điện ở trang trại điện gió ở mức chấp nhận được về mặt kinh tế với tốc độ gió từ 7 m/s (World Bank, 2021).

Nhằm cung cấp cơ sở khoa học ban đầu cho việc xác định khu vực phát triển điện gió ngoài khơi tỉnh Quảng Ninh, nghiên cứu thực hiện phân vùng tiềm năng năng lượng gió lý thuyết. Theo Mohammadi and cs, 2012; Tong, 2010, phân vùng tiềm năng năng lượng gió lý thuyết thông thường dựa mật độ năng lượng gió ứng với các mức tốc độ gió ở các mực độ cao nhất định. Manwell and cs, 2009, phân vùng tiềm năng năng lượng gió dựa trên mật độ năng lượng gió ở độ cao 50 m trên khu vực châu Âu theo các kiểu địa hình khác nhau (địa hình bị che chắn, đồng bằng bằng phẳng, đồi núi, ven biển và ngoài khơi). Trong đó, đối với kiểu địa hình ngoài khơi, tác giả đã phân vùng thành 5 vùng: vùng 1 ($E < 200 \text{ W/m}^2$) là vùng hiếm khi phát triển được điện gió; vùng 2 ($200 \leq E < 400 \text{ W/m}^2$) là vùng phù hợp để phát triển năng lượng gió nếu sử dụng các tua-bin lớn; vùng 3 ($400 \leq E < 600 \text{ W/m}^2$) là vùng phù hợp cho phát triển năng lượng gió hiệu quả; vùng 4 ($600 \leq E < 800 \text{ W/m}^2$) là vùng phát triển tốt năng lượng điện gió; vùng 5 ($E > 800 \text{ W/m}^2$) là vùng phát triển rất tốt năng lượng điện gió.

Căn cứ số liệu gió thực tế trên khu vực và dựa vào phân vùng tiềm năng năng lượng gió của Manwell and cs, 2009, đối với kiểu địa hình ngoài khơi, phân vùng tiềm năng năng lượng gió khu vực ngoài khơi tỉnh Quảng Ninh được phân thành 5 cấp dựa vào mật độ năng lượng gió tại mực độ cao 100 m. Bảng 1 trình bày phân cấp năng lượng gió theo tốc độ gió và mật độ năng lượng gió.

Bảng 1. Phân cấp năng lượng gió theo mật độ năng lượng gió tương ứng với các mức tốc độ gió ở mực độ cao 100 m

E (W/m^2)	V (m/s) tương ứng	Phân cấp
< 200	$< 5,5$	Rất thấp
$200 \leq E < 400$	$5,5 \leq V < 7,0$	Thấp
$400 \leq E < 600$	$7,0 \leq V < 8,0$	Trung bình
$600 \leq E < 800$	$8,0 \leq V < 9,0$	Cao
>800	$>9,0$	Rất cao

Nguồn: Tổng hợp của nhóm nghiên cứu

2.2.3. Phương pháp xây dựng bản đồ phân vùng tiềm năng năng lượng gió

Nghiên cứu sử dụng phần mềm ArcGIS phiên bản 11 (Esri, 2022) để xây dựng các bản đồ chuyên đề phân vùng tiềm năng năng lượng gió ngoài khơi ở độ cao 100 m cho tỉnh Quảng Ninh với tỷ lệ: 1/50.000. Sau khi thu thập đầy đủ các lớp dữ liệu không gian, tiến hành xử lý, phân tích và thành lập bản đồ theo các bước sau:

Bước 1: Xác định vùng thành lập, chủ đề của bản đồ, tỷ lệ, đặt tên bản đồ, các chỉ tiêu thể hiện nội dung, bố cục nội dung, định dạng bản đồ sản phẩm.

Bước 2: Thiết kế thư viện ký hiệu, phân lớp các yếu tố nội dung.

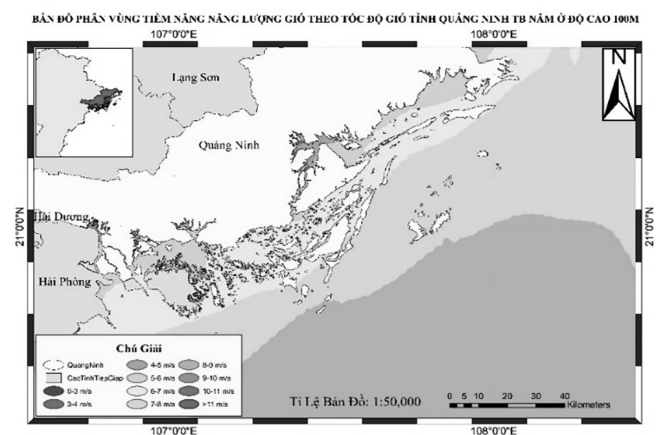
Bước 3: Phân tích, chọn các chỉ tiêu biểu thị, tổng hợp các yếu tố nội dung, tạo lớp chuyên môn và tiến hành biên vẽ yếu tố chuyên đề. Dữ liệu mật độ năng lượng được chuyển đổi định dạng sang dạng raster và phân loại theo 5 lớp giá trị bằng công cụ Reclassify.

Bước 4: Gán thuộc tính và hiển thị mức độ mật độ năng lượng gió cho từng vùng biển thuộc tỉnh Quảng Ninh bằng các dải màu được lựa chọn ứng với 5 lớp giá trị.

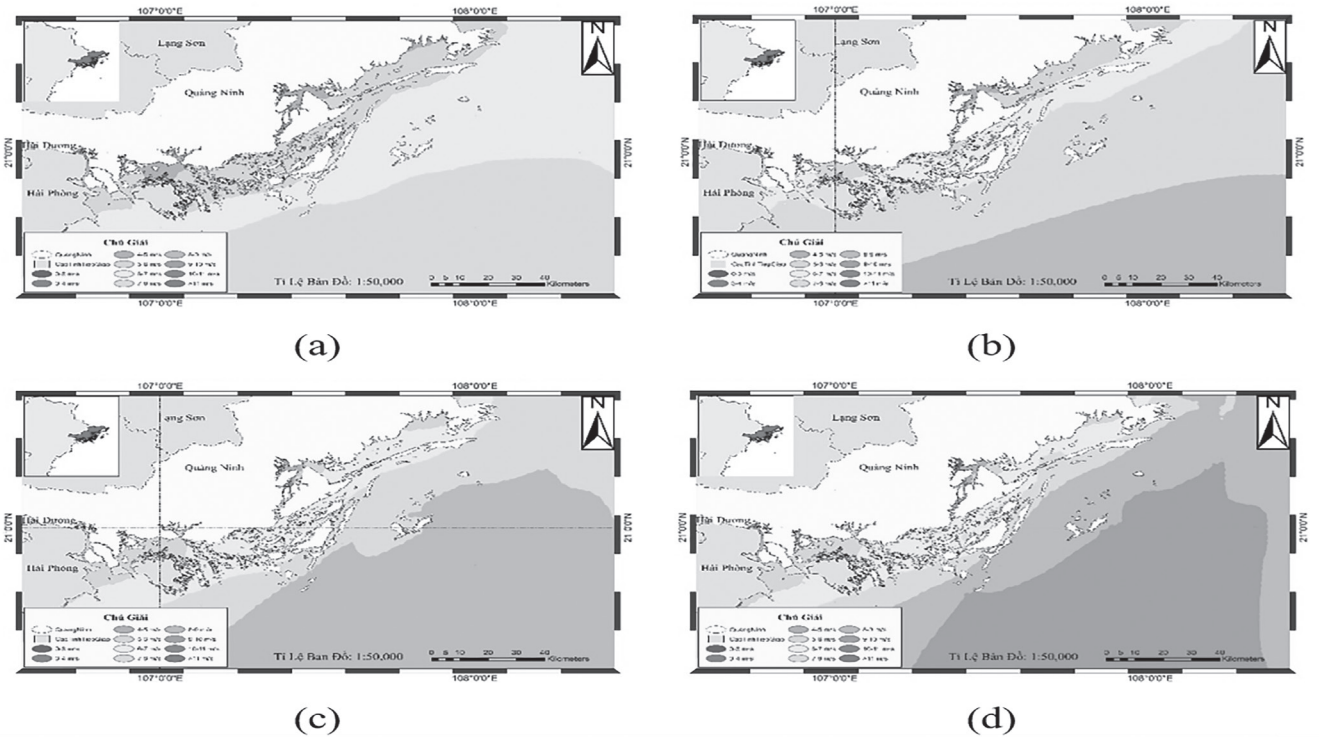
3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Phân bố tốc độ gió tại mực độ cao 100 m

Phân bố tốc độ gió trung bình năm khu vực biển tỉnh Quảng Ninh ở mực độ cao 100 m được trình bày tại Hình 1. Theo đó, phân bố tốc độ gió trung bình năm tăng dần từ bờ ra ngoài khơi. Ở vùng ven bờ, tốc độ gió trung bình năm dao động trong khoảng 4 -5 m/s. Ở khu vực ven biển thuộc Vịnh Bái Tử Long, các đảo Vạn Canh, Trà Bàn, Trà Ngọ, tốc độ gió trung bình năm dao động trong khoảng 5 -7 m/s. Khu vực ven bờ Móng Cái, đảo Vân Đồn, phía Tây Bắc đảo Cô Tô và khu vực phía ngoài biển thuộc vùng biển ven bờ, tốc độ gió trung bình năm trong khoảng 7-8 m/s. Khu vực phía Đông Nam đảo Cô Tô và ngoài khơi, tốc độ gió trung bình năm tương đối mạnh, ở khoảng 8-9 m/s.



▲ Hình 1. Phân bố tốc độ gió trung bình năm khu vực biển tỉnh Quảng Ninh ở mực độ cao 100 m

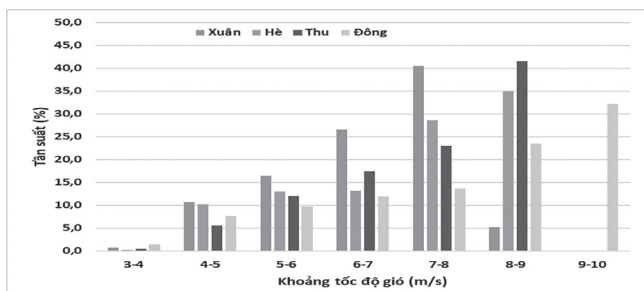


▲ Hình 2. Phân bố tốc độ gió trung bình khu vực biển tỉnh Quảng Ninh ở mức độ cao 100 m theo các mùa (a) mùa xuân, (b) mùa hạ, (c) mùa thu và (d) mùa đông

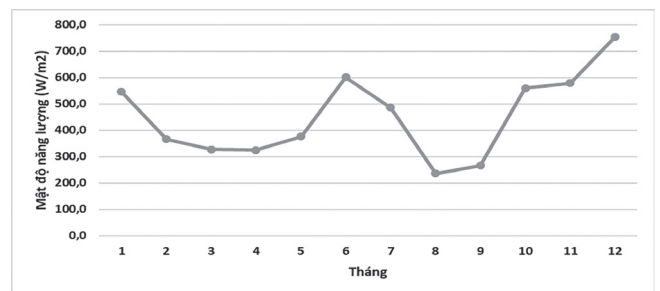
Theo Hình 2, tốc độ gió trung bình mùa khu vực biển tỉnh Quảng Ninh phân bố không đồng đều theo các mùa trong năm. Tốc độ gió trung bình mùa xuân đạt giá trị nhỏ nhất (dao động từ 3 – 8 m/s) và tốc độ gió trung bình mùa đông đạt giá trị lớn nhất nhất (dao động từ 3 – 10 m/s). Vào mùa xuân, dải tốc độ gió rất yếu 3 - 4 m/s chiếm ưu thế ở khu vực ven bờ và dải tốc độ gió 6 - 7 m/s chiếm ưu thế ở khu vực phía ngoài biển thuộc vùng biển ven bờ. Khu vực ngoài khơi, tốc độ gió trung bình mùa xuân chỉ đạt khoảng 6 - 8 m/s. Vào mùa hè, khu vực ven bờ có tốc độ gió trung bình khoảng 3 – 5 m/s, khu vực phía ngoài biển thuộc vùng ven bờ có tốc độ gió trung bình 7 - 8 m/s và khu vực ngoài khơi có tốc độ gió trung bình đạt 7 - 9 m/s. Vào mùa thu, tốc độ gió trung bình mùa tăng so với mùa hè, dải tốc độ gió 8 - 9 m/s lan rộng vào vùng biển ven bờ. Vào mùa đông, dải tốc độ gió trung bình 8 - 9 m/s và 9 - 10 m/s chiếm ưu thế và lan rộng vào sát vùng ven bờ,

vùng ven bờ có tốc độ gió trung bình biến thiên trong khoảng 3 - 8 m/s.

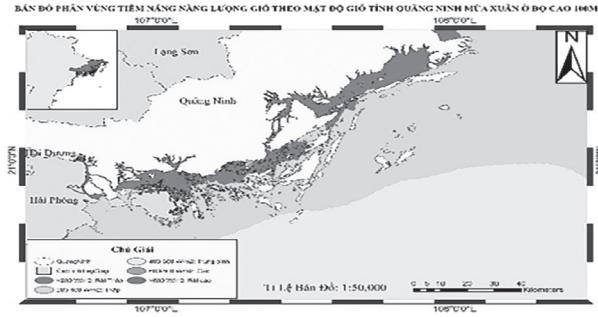
Theo Hình 3 cho thấy, vào mùa xuân, khoảng tốc độ gió 7-8 m/s chiếm ưu thế trên khu vực biển tỉnh Quảng Ninh. Ở mùa hè và mùa thu, khoảng tốc độ gió 7 - 8 m/s và 8 - 9 m/s chiếm ưu thế trên khu vực biển tỉnh Quảng Ninh, trong đó, tần suất xuất hiện khoảng tốc độ gió 8 - 9 m/s lớn hơn so với tần suất xuất hiện khoảng tốc độ gió 7 - 8 m/s. Trong mùa đông, khoảng tốc độ gió 9 - 10 m/s có tần suất xuất hiện lớn nhất, sau đó đến khoảng tốc độ gió 8 - 9 m/s. Theo World Bank, 2021, khu vực có tốc độ gió trung bình từ 7 m/s trở lên thì có thể khai thác trang trại điện gió cho hiệu quả kinh tế. Như vậy, khu vực biển tỉnh Quảng Ninh có tiềm năng năng lượng gió lý thuyết tương đối tốt, đặc biệt khu vực ngoài khơi tỉnh Quảng Ninh (Hình 2 và 3).



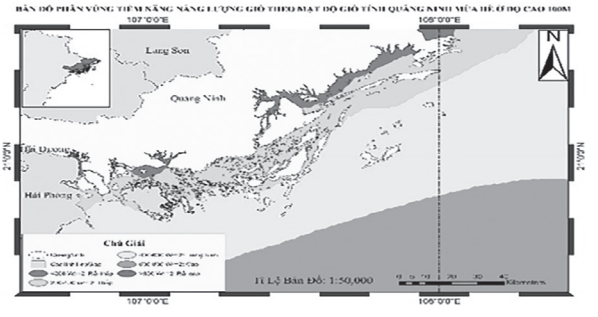
▲ Hình 3. Tần suất xuất hiện khoảng tốc độ gió theo các mùa trong năm trên khu vực biển tỉnh Quảng Ninh giai đoạn 2003 - 2022



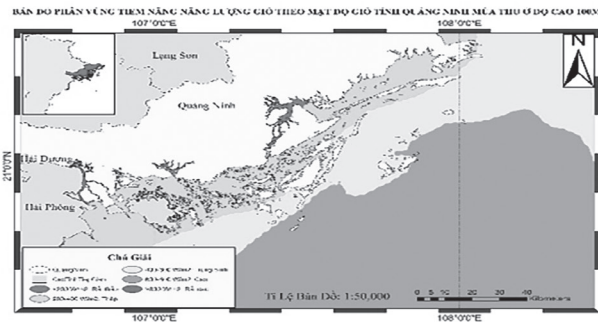
▲ Hình 4. Mật độ năng lượng trung bình trên khu vực biển tỉnh Quảng Ninh theo tháng giai đoạn 2003 - 2022



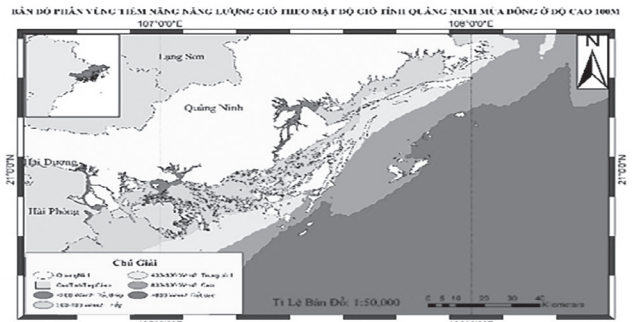
(a)



(b)



(c)



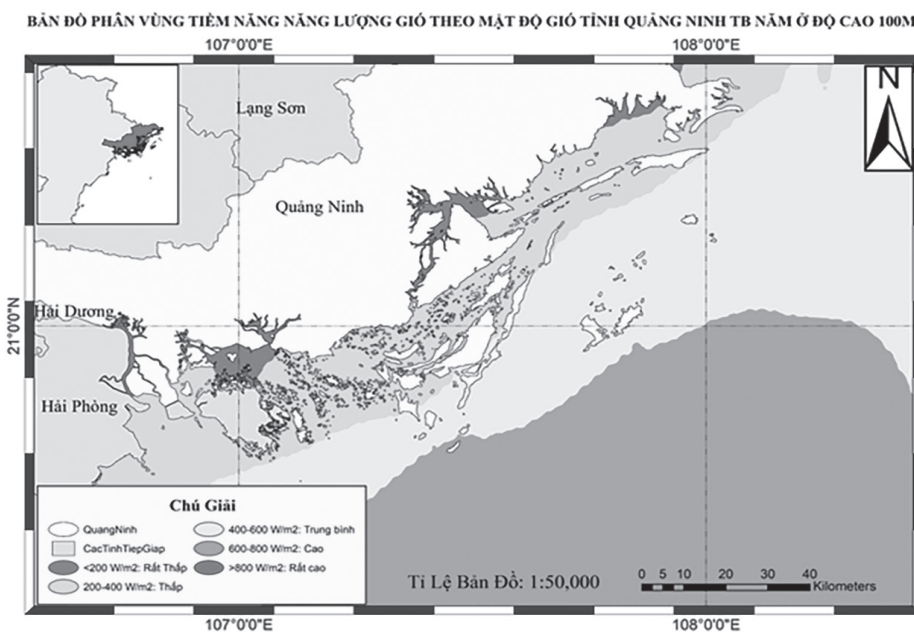
(d)

▲ Hình 5. Phân vùng tiềm năng năng lượng gió khu vực biển tỉnh Quảng Ninh ở mực độ cao 100 m trung bình các mùa (a) mùa xuân, (b) mùa hạ, (c) mùa thu và (d) mùa đông

3.2. Phân vùng tiềm năng năng lượng gió ngoài khơi tỉnh Quảng Ninh

Để đánh giá, phân vùng tiềm năng năng lượng gió ngoài khơi tỉnh Quảng Ninh, mật độ năng lượng gió ứng với độ cao 100 m được tính cho mỗi ô lưới 3 x 3 km trên toàn khu vực, trung bình giai đoạn 2003 - 2022.

Theo Hình 4, mật độ năng lượng trung bình trên khu vực biển tỉnh Quảng Ninh biến thiên đánh kể theo tháng. Mật độ năng lượng trung bình đạt giá trị cao nhất trong tháng 12 và thấp nhất trong tháng 8, 9. Phần lớn tháng có giá trị mật độ năng lượng ở mức trung bình trở lên, trừ các tháng 3, 4, 7 và 8 có giá trị mật độ năng lượng ở mức thấp.



▲ Hình 6. Phân vùng tiềm năng năng lượng gió trung bình năm khu vực biển tỉnh Quảng Ninh ở mực độ cao 100 m

Hình 5 biểu diễn phân vùng tiềm năng năng lượng gió khu vực biển tỉnh Quảng Ninh ở mực độ cao 100 m theo các mùa (a) mùa xuân, (b) mùa hạ, (c) mùa thu và (d) mùa đông. Khu vực phía ngoài biển thuộc vùng biển ven bờ tỉnh Quảng Ninh có tiềm năng năng lượng gió (mật độ năng lượng gió) biến động rất lớn theo mùa, ở mức độ thấp vào mùa xuân, trung bình vào mùa hè, từ khá đến cao ở mùa thu và ở mức độ cao ở mùa đông. Khu vực ven bờ tỉnh Quảng Ninh có tiềm năng năng lượng gió ở mức rất thấp đến thấp ở các mùa xuân, mùa



hạ và mùa thu. Vào mùa đông, khu vực ven bờ tỉnh Quảng Ninh có tiềm năng năng lượng gió biến động mạnh từ rất thấp đến trung bình. Ở khu vực ngoài khơi tỉnh Quảng Ninh, tiềm năng năng lượng gió đạt mức trung bình đến cao vào mùa xuân và hè, ở mức cao vào mùa thu và mức cao đến rất cao vào mùa đông.

Hình 6 cho thấy, mật độ năng lượng gió tỉnh Quảng Ninh ở mức rất thấp (dưới 200 W/m^2) và thấp (từ $200 - 400 \text{ W/m}^2$) đối với khu vực ven bờ, mức trung bình (từ $400 - 600 \text{ W/m}^2$) đối với khu vực phía ngoài thuộc vùng biển ven bờ và đạt mức cao (từ $600 - 800 \text{ W/m}^2$) đối với khu vực phía Đông Nam đảo Cô Tô và ngoài khơi. Không có khu vực đạt tiềm năng năng lượng gió ở mức rất cao. Theo Manwell và cs (2009), khu vực có mật độ năng lượng gió từ 200 W/m^2 trở lên thì có thể khai thác trang trại điện gió và từ 400 W/m^2 có thể khai thác hiệu quả trang trại điện gió. Theo đó, tỉnh Quảng Ninh có tiềm năng khai thác, phát triển nguồn năng lượng điện gió vùng ven biển và ngoài khơi với quy mô rộng lớn, cụ thể ở các khu vực sau đây:

- Khu vực phía Đông Nam đảo Cô Tô và khu vực ngoài khơi tỉnh Quảng Ninh có mật độ năng lượng gió trung bình năm từ 600 W/m^2 trở lên, tương ứng với tốc độ gió trung bình năm từ 8 m/s trở lên, là nơi có tiềm năng cao cho việc khai thác năng lượng điện gió.

- Khu vực ven bờ Móng Cái, đảo Vân Đồn, phía Tây Bắc đảo Cô Tô và khu vực phía ngoài biển thuộc vùng biển ven bờ tỉnh Quảng Ninh có mật độ năng lượng gió trung bình năm từ $400 - 600 \text{ W/m}^2$, tương ứng với tốc độ gió trung bình năm từ $7 - 8 \text{ m/s}$, là nơi có tiềm năng gió khá tốt cho việc khai thác năng lượng điện gió.

Tuy nhiên, đây mới chỉ là đánh giá ở dạng tiềm năng năng lượng gió lý thuyết, cần xem xét, đánh giá theo tiềm năng năng lượng kỹ thuật, tiềm năng quy hoạch và tiềm năng tài chính để xác định khu vực khả thi cho việc phát triển trang trại điện gió.

3.3. Đề xuất một số giải pháp khai thác hiệu quả nguồn năng lượng gió ngoài khơi tỉnh Quảng Ninh

Nhằm khai thác hiệu quả nguồn năng lượng gió ngoài khơi tỉnh Quảng Ninh, nghiên cứu đề xuất một số giải pháp được phân theo 2 nhóm giải pháp như sau:

(1) Nhóm giải pháp về kỹ thuật

Để lựa chọn địa điểm phù hợp cho việc phát triển điện gió ngoài khơi, cần thiết phải đánh giá kỹ lưỡng về khía cạnh tiềm năng kỹ thuật, tiềm năng quy hoạch và tiềm năng tài chính theo các nhóm tiêu chí cụ thể. Các nhóm tiêu chí cần xây dựng, đánh giá khi lựa chọn địa điểm phát triển điện gió ngoài khơi:

- Nhóm tiêu chí hạn chế, bao gồm: Khu vực an ninh quốc phòng; khu vực luồng hàng hải; khu vực di sản bảo tồn; khu vực sân bay, khu vực neo đậu tàu thuyền.

- Nhóm tiêu chí môi trường: Khu bảo tồn môi trường, cảnh quan; khu bảo tồn đa dạng sinh học; đường chim bay.

- Nhóm tiêu chí kỹ thuật: Tốc độ gió, mật độ năng lượng gió (tiến hành đo đạc, khảo sát chi tiết); đặc điểm địa chất, địa mạo, địa hình đáy biển; đặc điểm hải văn và các điều kiện cực đoan; khoảng cách đến bờ; khả năng đấu nối với lưới điện; khoảng cách đến nơi có nhu cầu điện cao.

- Nhóm tiêu chí kinh tế - xã hội: Khu du lịch, giải trí trên biển và ven biển; khu mật độ tàu thuyền cao; khu tập kết ngư trường.

(2) Nhóm giải pháp về chính sách

Hiện nay, Việt Nam đã có một số căn cứ pháp lý liên quan đến phát triển điện gió ngoài khơi như Quyết định số 500/QĐ-TTg ngày 15/5/2023 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050 và Nghị quyết số 139/2024/QH15 ngày 28/6/2024 về Quy hoạch không gian biển quốc gia thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050. Tuy nhiên, cho đến nay, chưa có những văn bản pháp lý quy định cụ thể cho việc phát triển điện gió ngoài khơi (bao gồm khung thể chế chính sách quốc gia về cấp phép, thẩm định, đánh giá tác động môi trường, giao thuê biển, phát triển các dự án điện gió ngoài khơi, xây dựng, cập nhật hệ thống chính sách giá mua điện, đấu nối lưới điện quốc gia, chính sách thuế cacbon của quốc gia). Do đó, cần thiết xây dựng các chính sách, văn bản pháp lý nhằm tháo gỡ những vướng mắc trên, cụ thể:

- Cần xây dựng hệ thống văn bản pháp lý cho việc phát triển điện gió: Xem xét ban hành Chiến lược quốc gia về phát triển điện gió ngoài khơi, để làm căn cứ, định hướng cho việc phát triển điện gió ngoài khơi ở Việt Nam; Bổ sung vào Luật Tài nguyên, môi trường biển và hải đảo các quy định về không gian biển kỹ thuật cho điện gió, hướng dẫn đánh giá tác động môi trường và quy định về cấp phép khảo sát trên biển.

- Xây dựng chính sách đặc thù, đột phá để khuyến khích và thúc đẩy phát triển mạnh mẽ nguồn năng lượng gió; thúc đẩy thực hiện các dự án thí điểm về điện gió ngoài khơi.

- Xây dựng cơ chế hỗ trợ cho việc thúc đẩy đào tạo nhân lực, chuyển giao công nghệ, nhằm sản xuất, nội địa hóa thiết bị khai thác điện gió ngoài khơi.

- Cần tăng cường tham vấn, hợp tác quốc tế trong việc phát triển điện gió ngoài khơi.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã tính toán và phân vùng tiềm năng năng lượng gió từ mật độ năng lượng gió vùng biển tỉnh Quảng Ninh ở mực độ cao 100 m từ chuỗi số liệu tốc độ gió mô phỏng bằng mô hình WRF trong 20 năm

(2003 - 2022). Tốc độ gió trung bình mùa khu vực biển tỉnh Quảng Ninh phân bố không đồng đều theo các mùa trong năm. Vào mùa xuân, khoảng tốc độ gió 7 - 8 m/s chiếm ưu thế trên khu vực biển tỉnh Quảng Ninh, vào mùa hè và mùa thu, khoảng tốc độ gió 7 - 8 m/s và 8 - 9 m/s chiếm ưu thế và trong mùa đông, khoảng tốc độ gió 9 - 10 m/s và 8 - 9 m/s có tần suất vượt trội. Phân bố tốc độ gió trung bình năm tăng dần từ bờ ra ngoài khơi. Ở vùng ven bờ, tốc độ gió trung bình năm dao động trong khoảng 4 - 5 m/s, trong khi đó, ở khu vực ngoài khơi, tốc độ gió trung bình năm ở khoảng 8 - 9 m/s. Kết quả phân vùng tiềm năng năng lượng gió cho thấy tỉnh Quảng Ninh có tiềm năng khai thác, phát triển nguồn năng lượng điện gió vùng ven biển và ngoài khơi với quy mô rộng lớn. Khu vực phía Đông Nam đảo Cô Tô và khu vực ngoài khơi tỉnh Quảng Ninh có mật độ năng lượng gió trung bình năm từ 600 W/m² trở lên, tương ứng với tốc độ gió trung bình năm từ 8 m/s trở lên, là nơi có tiềm năng cao cho việc khai thác năng lượng điện gió. Khu vực ven bờ Móng Cái, đảo Vân Đồn, phía Tây Bắc đảo Cô Tô và khu vực phía ngoài biển thuộc vùng biển ven bờ tỉnh Quảng Ninh có mật độ năng lượng gió trung bình năm từ 240 - 600W/m², tương ứng với tốc độ gió trung bình năm từ 7 - 8 m/s, là nơi có tiềm năng gió ở mức trung bình cho việc khai thác năng lượng điện gió. Kết quả nghiên cứu cung cấp cơ sở khoa học ban đầu cho việc xác định khu vực phát triển điện gió ngoài khơi tỉnh Quảng Ninh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ban Chấp hành Trung ương, 2018, Nghị quyết số 36-NQ/TW ngày 22/10/2018 về Chiến lược phát triển bền vững kinh tế biển Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045.
2. Bộ Công Thương, 2013, Thông tư số 06/2013/TT-BCT ngày 8/3/2013 Quy định về nội dung, trình tự, thủ tục lập, thẩm định và phê duyệt quy hoạch phát triển điện gió.
3. Bộ TN&MT, 2022, Báo cáo đánh giá tiềm năng năng lượng bức xạ, gió, sóng tại Việt Nam.
4. Nguyễn Việt Hằng, Phạm Duy Huy Bình, Phạm Quang Nam, Nguyễn Bách Tùng, Trịnh Tuấn Long, 2023, Đánh giá tiềm năng năng lượng gió cho phát triển năng lượng tái tạo trên khu vực Biển Đông, Việt Nam. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 756, 70-82.
5. Nguyễn Mạnh Hùng, 2010, Nghiên cứu đánh giá tiềm năng các nguồn năng lượng biển chủ yếu và đề xuất các giải pháp khai thác. Đề tài KC.09.19/06-10. Bộ Khoa học và Công nghệ.
6. Thủ tướng Chính phủ, 2023, Quyết định số 80/QĐ-TTg ngày 11/2/2023 của Thủ tướng Chính phủ về việc phê duyệt Quy hoạch tỉnh Quảng Ninh thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050.
7. Esri, 2022, <https://enterprise.arcgis.com/en/>.
8. Manwell J. F., Mcgowan J. G., Rogers A. L., 2009, Wind energy explained: Theory, design and application. John Wiley & Sons Ltd., West Sussex, United Kingdom.
9. Mohammadi K., Mostafaeipour A., 2013, Using different methods for comprehensive study of wind turbine utilization in Zarrineh, Iran. Energy Conversion and Management, 65, 463-470. doi:10.1016/j.enconman.2012.09.00.
10. Tong W., 2010, Wind Power Generation and Wind Turbine Design. Southampton: WIT Press.
11. World Bank (WB), 2021, "Offshore Wind Roadmap for Vietnam". World Bank, Washington, DC.

Nhằm khai thác hiệu quả nguồn năng lượng gió ngoài khơi tỉnh Quảng Ninh, nghiên cứu đề xuất một số giải pháp như: (1) xây dựng, đánh giá các nhóm tiêu chí khi lựa chọn địa điểm phát triển điện gió ngoài khơi (nhóm tiêu chí hạn chế, môi trường, kỹ thuật, kinh tế - xã hội); (2) xây dựng hệ thống văn bản pháp lý cho việc phát triển điện gió; (3) xây dựng chính sách đặc thù, đột phá để khuyến khích và thúc đẩy phát triển mạnh mẽ nguồn năng lượng gió; (4) xây dựng cơ chế hỗ trợ cho việc thúc đẩy đào tạo nhân lực, chuyển giao công nghệ, nhằm sản xuất, nội địa hóa thiết bị khai thác điện gió ngoài khơi; (5) tăng cường tham vấn, hợp tác quốc tế trong việc phát triển điện gió ngoài khơi.

Nghiên cứu mới chỉ đánh giá tiềm năng năng lượng gió ngoài khơi cho tỉnh Quảng Ninh dựa trên tiềm năng lý thuyết. Để phục vụ lựa chọn địa điểm phù hợp phát triển trang trại điện gió, cần có những nghiên cứu tiếp theo nhằm xây dựng bộ tiêu chí và đánh giá về khía cạnh tiềm năng kỹ thuật, tiềm năng quy hoạch và tiềm năng tài chính theo bộ tiêu chí đã đề xuất.

Lời cảm ơn: Tập thể tác giả xin trân trọng cảm ơn Nhiệm vụ Khoa học và Công nghệ cấp tỉnh Quảng Ninh năm 2023 "Đánh giá tiềm năng năng lượng từ gió ngoài khơi có tính đến địa hình, BDKH và nước biển dâng phục vụ phát triển công trình khai thác năng lượng tái tạo tỉnh Quảng Ninh", đã hỗ trợ về số liệu và phương pháp luận để thực hiện nghiên cứu này■