

NĂNG LƯỢNG SÓNG BIỂN TRÊN THẾ GIỚI VÀ ĐỀ XUẤT NGHIÊN CỨU, PHÁT TRIỂN ĐỐI VỚI CÁC VÙNG BIỂN VIỆT NAM

Lê Đức Đạt, Dư Văn Toán, Nguyễn Cao Văn, Đỗ Tá Hòa
Viện Nghiên cứu Biển và Hải đảo

Ngày nhận bài 16/5/2017; ngày chuyển phản biện 17/5/2017; ngày chấp nhận đăng 15/6/2017

Tóm tắt: Bài báo giới thiệu sơ bộ hiện trạng tài nguyên năng lượng sóng biển trên thế giới và đề xuất về năng lượng sóng biển đối với các vùng biển Việt Nam. Tiềm năng năng lượng sóng có thể khai thác được trên thế giới là 29.500 TWh/năm. Các trạm điện bằng sóng biển có công suất phổ biến từ 50 kW, 100 kW, 300 kW đến 500 kW đã được xây dựng ở một số nước như Ấn Độ, Scotland, Na Uy, Bồ Đào Nha, Anh. Theo kết quả tính toán năng lượng sóng trung bình năm dựa trên các nguyên lý tạo ra năng lượng sóng biển, cách tính toán mật độ năng lượng sóng, phương thức phân vùng tài nguyên năng lượng sóng biển Việt Nam cho thấy khu vực có tiềm năng năng lượng sóng 10 kW/m trải rộng toàn bộ vùng giữa Biển Đông, áp sát vào khu vực ven bờ biển Nam Trung Bộ và đây là khu vực khai thác năng lượng sóng thuận lợi nhất.

Từ khóa: Biển Đông, điện sóng biển, tính toán, tài nguyên sóng.

1. Mở đầu

Theo báo cáo đánh giá Đại dương thế giới “World Ocean Review” lần thứ nhất năm 2010 của Hiệp hội các nhà Nghiên cứu biển châu Âu, tổng năng lượng sóng biển toàn cầu vào khoảng 11.400 TWh mỗi năm và có thể chuyển 1.700 TWh trong đó thành điện năng, đáp ứng khoảng 10% nhu cầu dùng điện của thế giới.

Hiện nay các quốc gia ven biển trên thế giới như Mỹ, Đức, Nhật Bản, Thụy Điển, Đan Mạch, Scotland, Bồ Đào Nha, Nga, Trung Quốc,... có nhiều nghiên cứu ứng dụng tài nguyên năng lượng sóng để phát điện năng phục vụ chiếu sáng và hoạt động kinh tế ở các hải đảo và vùng ven biển. Năng lượng sóng biển có ưu điểm là nó có chu kỳ và dự đoán được. Hiện có khá nhiều công nghệ phát điện từ sóng biển thành công và đã được thương mại hóa. Nhà máy điện thương mại từ sóng biển đầu tiên với công suất 30 MW được xây dựng ở Bồ Đào Nha bằng công nghệ hình rắn biển Pelamis và 1 nhà máy 100 MW đang được xây dựng tại vương quốc Anh.

Việt Nam là nước có đường bờ biển dài trên 3.260 km có nhiều tiềm năng về năng lượng sóng biển nhưng cho đến hiện nay chúng ta mới chỉ có một số nghiên cứu đề cập đến tài nguyên năng lượng sóng, mật độ năng lượng sóng biển tại Việt Nam, do đó việc “Nghiên cứu tài nguyên

năng lượng sóng biển trên thế giới và đề xuất đối với các vùng biển Việt Nam” là rất cần thiết.

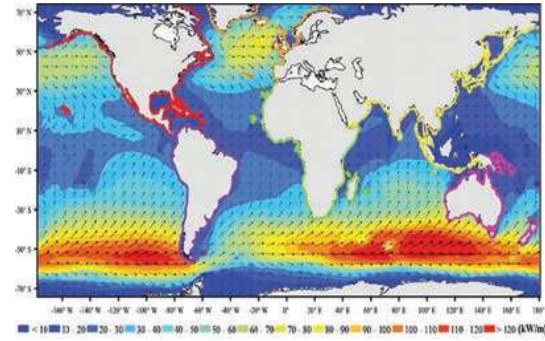
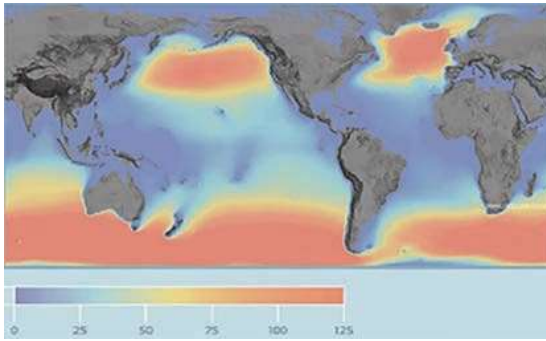
2. Hiện trạng năng lượng sóng biển trên thế giới

Nhiều nước trên thế giới đã đưa vào ứng dụng trong thực tế nhiều trạm phát điện bằng năng lượng sóng biển có công suất từ vài chục, vài trăm kW đến vài MW cung cấp điện cho các khu dân cư, đặc biệt cho các hải đảo xa bờ.

Năng lượng sóng biển có tiềm năng rất phong phú và có thể khai thác khắp mọi nơi để làm nguồn phát điện. Theo kết quả điều tra, tiềm năng năng lượng sóng có thể khai thác được trên thế giới là 29.500 TWh/năm [5]. Tiềm năng năng lượng sóng biển trên thế giới là rất khác nhau, dưới đây là hình ảnh thể hiện nguồn tài nguyên năng lượng sóng biển và mật độ năng lượng sóng biển trên thế giới (Hình 1).

Cho đến nay đã có trên 30 nước đầu tư hơn 20 năm nghiên cứu công nghệ khai thác nguồn năng lượng này. Năng lượng sóng biển rất thích hợp cho việc cung cấp điện cho các hải đảo. Các trạm điện bằng sóng biển có công suất phổ biến từ 50 kW, 100 kW, 300 kW đến 500 kW đã được xây dựng ở một số nước như Ấn Độ, Scotland, Na Uy, Bồ Đào Nha, Anh.

Châu Âu là khu vực đứng đầu trong việc áp dụng năng lượng sóng, hiện đã có 4 dự án khai thác thương mại năng lượng sóng. Giá thành



Hình 1. Tài nguyên và mật độ năng lượng sóng biển trên thế giới [5]

điện năng từ sóng hiện nay đã giảm 80% trong vòng 20 năm vừa qua nhờ có các tiến bộ về thiết bị và tối ưu hóa trong kết cấu. Với chi phí đầu tư ban đầu khoảng 1/2 chi phí đầu tư ban đầu của năng lượng gió và 1/4 chi phí đầu tư ban đầu của năng lượng pin mặt trời, năng lượng sóng có một tiềm năng rất lớn để trở thành một nguồn năng lượng có giá rẻ nhất trong tương lai [4].

Khai thác năng lượng sóng biển để cung cấp điện ngày càng được nhiều nước đặc biệt quan tâm. Các chương trình nghiên cứu quốc gia đã thành lập từ những năm 80 của thế kỷ trước, hiệu quả của các nguồn điện từ sóng biển ngày càng cao, công suất các tổ máy ngày càng lớn (750 kW tổ máy), các sản phẩm đã bắt đầu thương mại hóa.

3. Công nghệ chuyển đổi năng lượng sóng

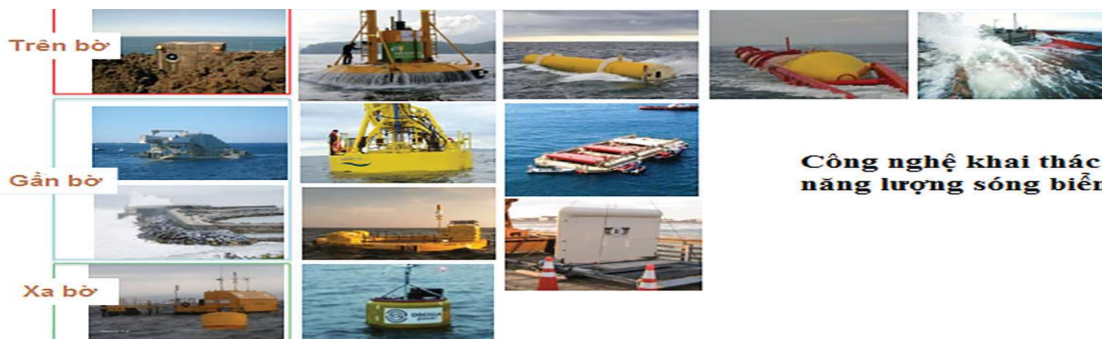
Hiện nay, công nghệ phát điện bằng chuyển đổi năng lượng sóng biển rất đa dạng, có loại được lắp trên bờ (onshore), có loại gần bờ (nearshore), có loại xa bờ (offshore).

Thiết bị trên bờ (onshore): Những thiết bị chuyển đổi này nằm ở bờ và có thể được đặt trên mặt biển (nước cạn), trong đập, hoặc cố định vào một vách đá. Ưu điểm của những bộ

chuyển đổi này là dễ dàng bảo trì và cài đặt. Hơn nữa, họ không cần hệ thống neo đậu hoặc cáp dài để kết nối WEC với lưới điện. Tuy nhiên, tại bờ biển, sóng có ít năng lượng hơn do sự tương tác của chúng với đáy biển, và việc thiếu đất đai phù hợp cũng gây khó khăn cho việc triển khai các hệ thống này.

Thiết bị gần bờ (nearshore): Những thiết bị chuyển đổi này được lắp đặt cách bờ khoảng độ sâu trung bình khoảng 10 m đến vài trăm mét. Chúng thường nằm trên đáy biển (tránh những chỗ neo đậu) nhưng cấu trúc phải chịu đựng được áp lực phát sinh khi sóng vượt qua nó; trong các trường hợp khác, chúng cũng là cấu trúc nổi.

Thiết bị ngoài khơi (offshore): Những thiết bị chuyển đổi này nằm trong vùng nước sâu (hơn 40 m), cách bờ và được xây dựng trong các cấu trúc nổi hoặc ngập nước được gắn ở đáy biển để khai thác sức mạnh sóng to lớn của vùng biển mở. Tuy nhiên, độ tin cậy và khả năng tồn tại của thiết bị là một vấn đề lớn, và cấu trúc của chúng phải chịu tải rất cao. Hơn nữa, bảo trì thiết bị là một quá trình phức tạp và tốn kém. Các loại cáp biển dài được sử dụng để vận chuyển năng lượng cho lưới điện.



Hình 2. Công nghệ khai thác năng lượng sóng biển [6]

4. Phương pháp tính toán và phân vùng tiềm năng năng lượng sóng biển

4.1. Nguyên lý tạo ra năng lượng sóng biển

Có 7 nguyên lý chính tạo ra tài nguyên năng lượng sóng biển:

- Nguyên lý sử dụng dao động của sóng biển để tạo ra dao động của hệ phao nổi, biến chuyển động sóng thành sự thay đổi của áp suất không khí trong phao nổi.

- Phương pháp biến đổi dòng điện cảm ứng để tạo ra điện năng.

- Nguyên lý sử dụng phương pháp dao động thủy lực để biến đổi điện năng bằng cách tạo áp suất không khí.

- Nguyên lý sử dụng phương pháp lắc có công suất lớn để biến đổi năng lượng sóng sang cơ - điện năng.

- Nguyên lý tạo điện năng từ sóng với công suất nhỏ thông qua tuốc bin thủy lực.

- Nguyên lý tạo điện năng bằng guồng quay.

- Phương pháp tích tụ năng lượng sóng biển để chuyển sang điện năng với công suất lớn.

4.2. Công thức tính năng lượng sóng và thông lượng năng lượng sóng

a. *Năng lượng sóng*: Bao gồm động năng và thế năng

- Động năng được gây ra bởi tốc độ quỹ đạo của hạt nước trong chuyển động sóng.

- Thế năng thể hiện ở độ cao của phần nước phía trên bụng sóng.

Theo lý thuyết sóng tuyến tính, thế năng tương ứng với mực nước trung bình khi lặng sóng. Các sóng chuyển động theo một hướng thì các thành phần thế năng và động năng bằng nhau. Năng lượng cho mỗi bước sóng (độ dài sóng) trên một đơn vị bề rộng của đỉnh sóng là:

$$E = E_k + E_p = \frac{\rho g H^2 L}{16} + \frac{\rho g H^2 L}{16} = \frac{\rho g H^2 L}{8} \quad (4.1)$$

Tổng năng lượng trung bình cho một đơn vị bề mặt biển - mật độ năng lượng sóng là:

$$\bar{E} = \frac{E}{L} = \frac{\rho g H^2}{8} \quad (4.2)$$

b. *Thông lượng năng lượng sóng*

Thông lượng năng lượng sóng là năng lượng sóng truyền theo hướng truyền sóng qua một mặt phẳng vuông góc với hướng truyền sóng tính từ mặt biển đến đáy biển. Thông lượng

năng lượng trung bình cho một đơn vị đỉnh sóng, truyền qua một mặt phẳng vuông góc với hướng truyền sóng sẽ được biểu diễn như sau:

$$\bar{P} = \bar{E} n \bar{C} = \bar{E} C_g \quad (4.3)$$

Trong đó: \bar{P} là thông lượng năng lượng sóng, mà còn được gọi là lực sóng

- Tại vùng nước sâu:

$$\bar{P} = \frac{1}{2} \bar{E}_0 C_0 \quad (4.4)$$

- Tại vùng nước nông:

$$\bar{P} = \bar{E} C_g = \bar{E} C \quad (4.5)$$

Khi đỉnh sóng song song với các đường đẳng sâu, phương trình cân bằng năng lượng sóng sẽ là:

$$\bar{E}_0 n_0 C_0 = \bar{E} C \quad (4.6)$$

Với $n_0 = \frac{1}{2}$, suy ra

$$\frac{1}{2} \bar{E}_0 C_0 = \bar{E} C \quad (4.7)$$

Khi đỉnh sóng không song song với đường đẳng sâu, (4.6) sẽ không đúng vì các sóng sẽ truyền với các tốc độ khác nhau mà thông thường được gọi là hiện tượng khúc xạ.

Tốc độ của nhóm sóng hay tốc độ truyền năng lượng sóng C_g được xác định bởi:

$$C_g = \frac{1}{2} \frac{L}{T} \left[1 + \frac{4\pi d / L}{\sinh(4\pi d / L)} \right] = nC \quad (4.8)$$

Trong đó: C là tốc độ pha của sóng

$$C_g = \frac{gL}{2\pi} \tanh \left[\frac{2\pi d}{L} \right] = \frac{gL}{2\pi} \tanh[kd] \quad (4.9)$$

Trong đó: k là số sóng.

4.3. Tiềm năng năng lượng sóng Việt Nam

Theo kết quả nghiên cứu khoa học về khai thác sử dụng năng lượng sóng biển ở nước ta trong những năm gần đây đã xây dựng được tập bản đồ năng lượng sóng khu vực Biển Đông. Tập bản đồ năng lượng sóng được xây dựng dựa trên các tham số sóng tính toán từ mô hình tính sóng toàn cầu SWAN cho khu vực Biển Đông với số liệu đầu vào là trường gió phân tích từ vệ tinh của JMA. Dưới đây là một số là bản đồ về độ cao sóng và năng lượng sóng trong tập bản đồ mà đề tài đã nghiên cứu được:

Các bản đồ năng lượng sóng theo tháng, mùa và năm chỉ ra rằng tiềm năng năng lượng sóng vùng Biển Đông và ven bờ biển Việt Nam phụ thuộc trực tiếp vào chế độ gió, trong đó chế độ gió mùa đóng vai trò quyết định.

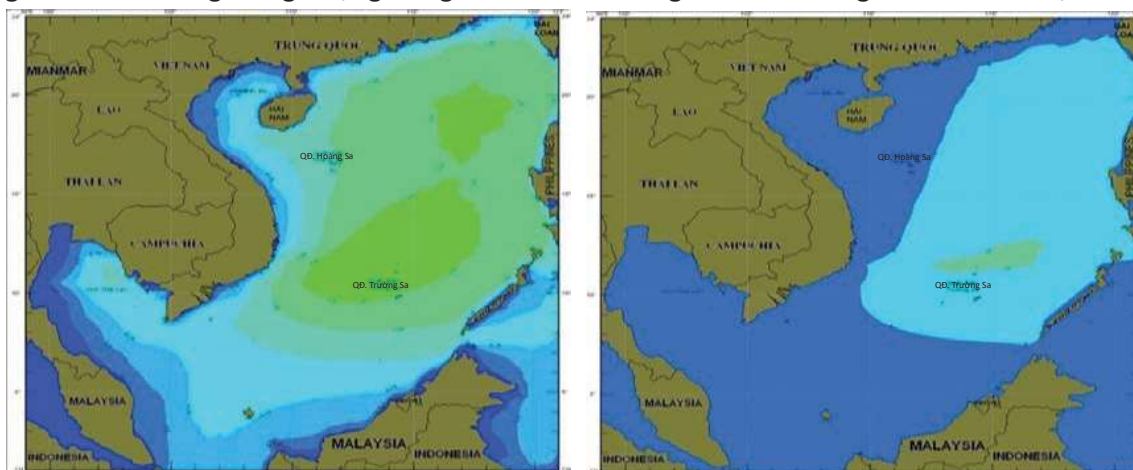
- Gió mùa Đông Bắc tạo ra vùng năng lượng

sóng khá mạnh trên vùng Bắc và giữa Biển Đông. Vào thời kỳ các tháng 11 năm trước đến tháng 1 năm sau trường sóng trên Biển Đông trong gió mùa Đông Bắc rất mạnh tạo ra các vùng có tiềm năng năng lượng sóng cực đại khoảng 40 kW/m. Vào tháng 12, khu vực với năng lượng sóng đạt 30 kW/m bao phủ toàn bộ vùng giữa Biển Đông và ép sát vào vùng bờ biển miền Trung Việt Nam từ Đà Nẵng đến Ninh Thuận. Đây là thời gian khai thác năng lượng sóng thuận lợi nhất trong năm. Năng lượng sóng trung bình trong mùa gió mùa Đông Bắc có độ lớn cực đại đạt 25 kW/m tập trung tại hai khu vực phía ngoài khơi Đông Bắc Biển Đông và phía ngoài khơi Nam Trung Bộ.

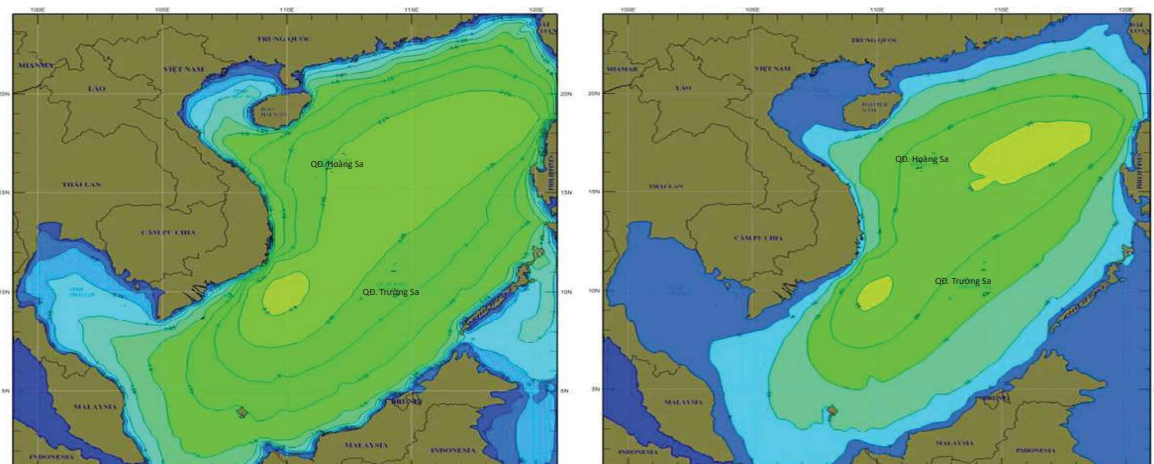
- Mùa gió mùa Tây Nam, do tốc độ gió không mạnh bằng gió mùa Đông Bắc và khu vực ảnh hưởng cũng hạn chế ở vùng phía Nam Biển Đông nên tiềm năng năng lượng sóng về cơ

bản không lớn. Năng lượng sóng cực đại trong mùa này chỉ đạt khoảng 20 kW/m xảy ra vào các tháng 7, tháng 8 và tập trung tại khu vực ngoài khơi phía Đông Nam Biển Đông. Tại khu vực quần đảo Trường Sa có thể tận dụng nguồn năng lượng sóng trong mùa gió mùa Tây Nam để khai thác năng lượng sóng. Năng lượng sóng trung bình trong mùa này có khu vực cực đại tại vùng biển Đông Nam Biển Đông và độ lớn của năng lượng sóng cực đại tại vùng này chỉ đạt khoảng 10 kW/m.

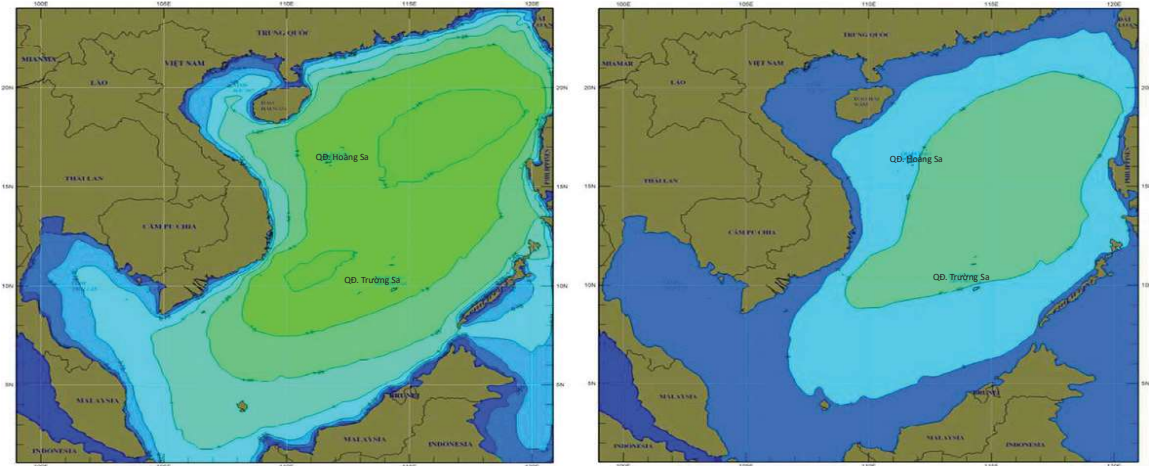
Theo kết quả tính toán năng lượng sóng trung bình năm cho thấy khu vực có tiềm năng năng lượng sóng 10 kW/m trải rộng toàn bộ vùng giữa Biển Đông và áp sát vào khu vực ven bờ biển Nam Trung Bộ. Xét trung bình mùa gió Đông Bắc và trung bình năm cho thấy đây là khu vực khai thác năng lượng sóng thuận lợi nhất trong tất cả các vùng ven bờ biển Việt Nam.



Hình 3. Bản đồ độ cao sóng (trái) và năng lượng sóng (phải) trung bình gió mùa Tây Nam [1]



Hình 4. Bản đồ độ cao sóng (trái) và năng lượng sóng (phải) trung bình gió mùa Đông Bắc [1]



Hình 5. Bản đồ độ cao sóng (trái) và năng lượng sóng (phải) trung bình năm [1]

4.4. Phân vùng năng lượng sóng biển [3]

- Vùng 1: Bắc Vịnh Bắc Bộ từ Móng Cái đến Thanh Hóa: Tại vùng này, do đặc điểm rất thoáng đối với sóng từ phía Nam - là trường sóng chiếm ưu thế trong gió mùa Tây Nam tại khu vực Vịnh Bắc Bộ nên năng lượng sóng chiếm ưu thế vào các tháng 6, 7, 8 với giá trị từ 16 kW/m trở lên vào thời gian này. Vào mùa gió mùa Đông Bắc, trường sóng tại khu vực này bị giới hạn bởi đà sóng ngắn nên năng lượng sóng không lớn. Tại các trạm phía Nam của vùng này (từ trạm 7-11) năng lượng sóng khá đều quanh năm đạt từ 15 kW/m trở lên. Dòng năng lượng sóng trung bình năm của vùng này đạt khoảng 15 kW/m.

- Vùng 2: Từ Thanh Hóa - Quảng Bình là vùng phía Nam Vịnh Bắc Bộ với đặc điểm là dòng năng lượng sóng trong gió mùa Đông Bắc chiếm ưu thế. Tại vùng này, từ tháng 10 năm trước đến tháng 2 năm sau, dòng năng lượng sóng đạt giá trị 30 kW/m trở lên trong mùa gió mùa Tây Nam, vào các tháng mùa hè, năng lượng sóng tại khu vực này nhỏ hơn 20 kW/m. Dòng năng lượng sóng trung bình của khu vực này đạt khoảng 25 kW/m.

- Vùng 3: Quảng Bình đến Quảng Nam là khu vực Bắc miền Trung. Đây là khu vực có dòng năng lượng khá nhỏ quanh năm vì nguồn gió mùa Đông Bắc trường sóng bị đảo Hải Nam che chắn trong khi đó trong mùa gió Tây Nam thì gió thường thổi từ trong bờ ra. Tuy nhiên, vào mùa đông, dòng năng lượng sóng tại vùng biển này khá mạnh. Dòng năng lượng sóng trung bình

năm của vùng này đạt khoảng 10 kW/m.

- Vùng 4: Từ Quảng Ngãi đến Ninh Thuận - khu vực Nam Trung Bộ. Đây là vùng có dòng năng lượng sóng mạnh nhất trên toàn dải ven bờ Việt Nam vì là vùng tiếp xúc trực tiếp với biển thoáng và có đà sóng gần như không bị giới hạn, trong cả hai mùa gió thịnh hành. Trong gió mùa Đông Bắc, năng lượng sóng tại vùng này đạt khoảng 30 kW/m trở lên. Đặc biệt, tại các vùng ven bờ Phú Yên, Ninh Thuận, dòng năng lượng sóng đạt xấp xỉ 100 kW/m. Dòng năng lượng sóng trung bình năm của vùng này đạt khoảng 18 kW/m.

- Vùng 5: Từ Bình Thuận đến Mũi Cà Mau - khu vực đồng bằng Nam Bộ. Dòng năng lượng sóng tại vùng này không lớn. Vì ở đây tác động của trường sóng trong gió mùa Đông Bắc đã bị yếu đi. Dòng năng lượng sóng trung bình năm của vùng này đạt khoảng 18 kW/m.

- Vùng 6: Ven bờ phía Tây từ Cà Mau đến Kiên Giang - khu vực biển phía Tây Nam là vùng có dòng năng lượng sóng yếu nhất trong toàn dải ven biển Việt Nam có những trạm quanh năm độ cao sóng nhỏ hơn 0,5 m và chu kỳ sóng nhỏ hơn 5 s. Do đó, không tính năng lượng sóng. Dòng năng lượng sóng lớn nhất phía Tây đảo Phú Quốc với khoảng 15 kW/m và xảy ra vào thời gian tháng 8, thời gian hoạt động mạnh của gió mùa Tây Nam. Dòng năng lượng sóng trung bình của vùng này là khoảng 5-6 kW/m.

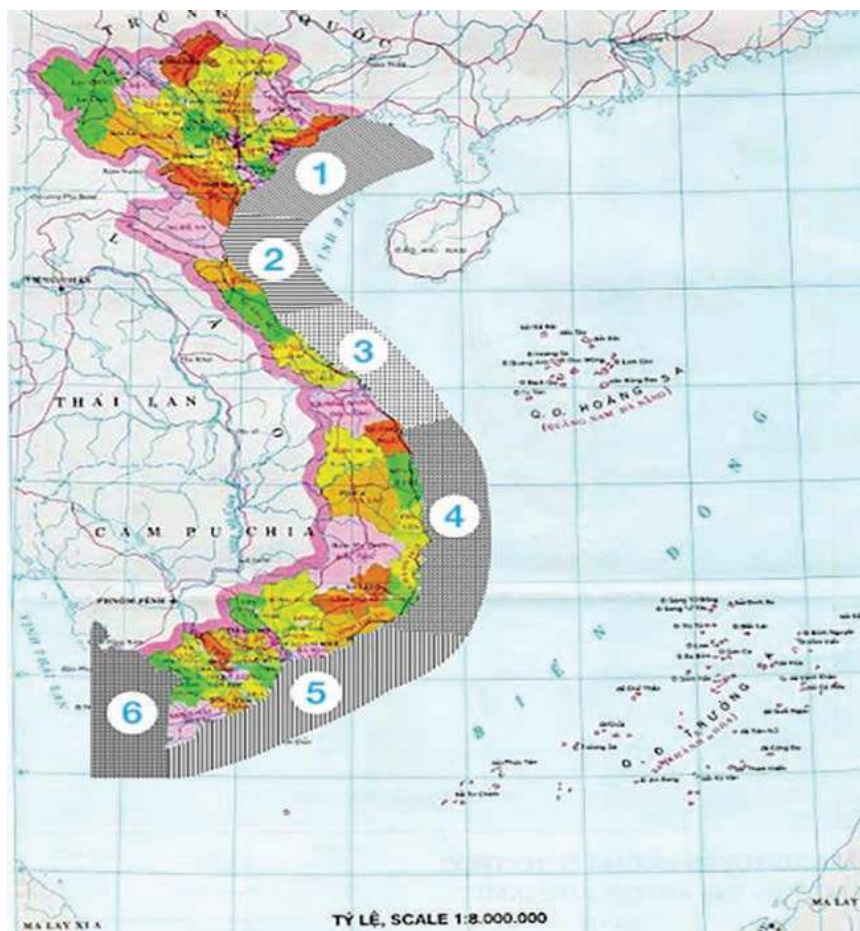
5. Kết quả và thảo luận

Kết quả nghiên cứu ứng dụng công nghệ khai thác sử dụng năng lượng sóng biển hiện nay

trên thế giới là rất khả quan, đạt được nhiều thành tựu, nhất là các công nghệ sản xuất điện năng từ sóng biển. Tạo điều kiện cho cho các nước có tiềm năng về năng lượng sóng biển, trong đó có Việt Nam có thể khai thác và sử dụng, góp phần đa dạng hóa nguồn năng lượng và bảo đảm an ninh năng lượng quốc gia.

Theo kết quả tính toán năng lượng sóng trung bình năm cho thấy khu vực có tiềm năng năng lượng sóng 10 kW/m trải rộng toàn bộ vùng giữa Biển Đông và áp sát vào khu vực ven bờ biển Nam Trung Bộ. Xét trung bình gió mùa Đông Bắc và trung bình năm cho thấy đây là khu vực khai thác năng lượng sóng thuận lợi nhất trong tất cả

các vùng ven bờ Việt Nam. Vào thời kỳ các tháng 11 năm trước đến tháng 1 năm sau trường sóng trên Biển Đông trong gió mùa Đông Bắc rất mạnh tạo ra các vùng có tiềm năng năng lượng sóng cực đại khoảng 40 kW/m. Vào tháng 12, khu vực với năng lượng sóng đạt 30 kW/m bao phủ toàn bộ vùng giữa Biển Đông và ép sát vào vùng bờ biển miền Trung Việt Nam từ Đà Nẵng đến Ninh Thuận. Đây là thời gian khai thác năng lượng sóng thuận lợi nhất trong năm. Năng lượng sóng trung bình trong mùa gió mùa Đông Bắc có độ lớn cực đại đạt 25 kW/m tập trung tại hai khu vực phía ngoài khơi Đông Bắc Biển Đông và phía ngoài khơi Nam Trung Bộ.



Hình 6. Sơ đồ các điểm tính dòng và phân vùng năng lượng sóng biển dài ven biển Việt Nam [3]

Tài liệu tham khảo

1. Báo cáo tổng hợp đề tài cấp Nhà nước, *Nghiên cứu đánh giá tiềm năng các nguồn năng lượng biển chủ yếu và đề xuất các giải pháp khai thác*, Viện Cơ học, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 2010.
2. Nguyễn Mạnh Hùng, Dương Công Điển (2007), “Khai thác năng lượng sóng trên thế giới và sơ bộ đánh giá tiềm năng nguồn năng lượng này ở Việt Nam”, *Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học toàn quốc “Năng lượng biển Việt Nam - Tiềm năng, Công nghệ và Chính sách”*, Hạ Long, 22 - 24/10/2007.
3. Đỗ Ngọc Quỳnh (2004), “Đánh giá tiềm năng năng lượng biển Việt Nam”, *Báo cáo tổng kết đề tài cấp Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 2002-2003*, Hà Nội.
4. Dư Văn Toán (2014), “Năng lượng tái tạo trên biển và định hướng phát triển tại Việt Nam”, *Tập san Tài nguyên và Môi trường biển*, Tổng cục Biển và Hải đảo Việt Nam.
5. Annual Report (2016), *Ocean Energy Systems*.
6. Iraide López (2013), *Review of wave energy technologies and the necessary power-equipment*, Universidad del País Vasco, Spain, 50pp.

OCEAN WAVE ENERGY IN THE WORLD AND PROPOSALS FOR RESEARCH AND DEVELOPMENT IN THE VIETNAMESE SEA

Le Duc Dat, Du Van Toan, Nguyen Cao Van, Do Ta Hoa
Viet Nam Institute of Seas and Islands

Abstract: *This paper presents the current situation of marine wave energy resources in the world and suggestions on wave energy in Vietnam's sea areas. The wave energy potential that can be exploited in the world is 29,500 TWh per year. Wave power stations with a common capacity of 50 kW, 100 kW, 300 kW and 500 kW have been built in some countries such as India, Scotland, Norway, Portugal and England. According to calculations of annual average wave energy based on the principles of generating wave energy, the calculation of wave energy density, the method of partitioning wave energy resources in Viet Nam shows that the area has potential 10 kW/m wave energy extends across the entire East Sea to the South Central Coast and is the most advantageous area for wave energy.*

Keywords: *East Sea, wave energy, calculation, wave resources.*