

DÒNG NĂNG LƯỢNG SÓNG HƯỚNG BỜ VÀ DỌC BỜ BIỂN NAM TRUNG BỘ

Phạm Trung

Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

Tóm tắt: Năng lượng sóng là một trong những tác nhân quan trọng của hiện tượng sạt lở bờ biển. Mật độ năng lượng sóng vùng ven biển Nam Trung Bộ có trị số cao nhất so với các vùng ven biển khác của Việt nam và thay đổi mạnh giữa mùa gió Tây Nam và gió mùa Đông Bắc. Nghiên cứu các thành phần dòng năng lượng sóng hướng bờ và dọc bờ biển Nam Trung Bộ nhằm đánh giá nguy cơ sạt lở bờ biển đồng thời làm cơ sở để xuất giải pháp kỹ thuật để ổn định đường bờ biển.

Từ khóa: Nam Trung Bộ, Năng lượng sóng biển, sạt lở bờ biển, ...

Summary: Wave energy is one of the most important factors in coastal erosion process. Wave energy density in the South Central Coast area has the highest value compared to other coastal areas of Vietnam and varies strongly between the southwest monsoon and the northeast monsoon. Study the components of wave energy flux perpendicular to the coastline and parallel to the shoreline along the South Central Coast to assess the potential risk of shoreline erosion and to provide the basis for proposing technical solutions to stabilize the coastline.

1. MỞ ĐẦU

Vùng ven biển Nam Trung Bộ được xác định trong nghiên cứu này gồm 7 tỉnh, thành phố từ Đà Nẵng đến Bình Thuận có diện tích tự nhiên trên đất liền là 44.376,8 km² và dân số (2015) 9.185.000 người.

Đây là dải đất hẹp kéo dài từ Bắc xuống Nam, mặt phía Đông giáp biển Đông, phía Tây là dãy Trường Sơn thành một vách đứng gần như song song với bờ biển chắn gió ảm từ biển Đông thổi vào, có nhiều dãy núi chạy sát ra biển chia cắt địa hình thành nhiều lưu vực sông suối ngắn và dốc.

Đường viền các cửa sông ven biển ở Nam Trung Bộ và miền Trung nói chung tạo với đường bờ thành một vệt thẳng, có thể chia thành 3 dạng chính: (i) Loại đổ thẳng ra biển theo hướng chủ đạo của sông chính như cửa Nhật Lệ, Trà Khúc, Đà Nẵng...(ii) Loại đổ vào đầm phá

(đầm phá thông ra biển) như sông Ô Lâu, sông Hương đổ vào phá Tam Giang thông ra biển qua cửa Thuận An, sông Truồi, sông Nông đổ ra đầm Cầu Hai thông ra biển qua cửa Tư Hiền, sông Kone - Hà Thanh đổ ra đầm Thị Nại thông ra cửa biển Quy Nhơn và (iii) Loại cửa sông đi động như cửa Đà Nẵng, cửa sông Vệ. Các cửa sông có độ rộng thường không lớn, độ sâu trung bình nhỏ. Các cửa sông lớn như Trà Khúc, Đà Nẵng... thường có nhiều bãi cát ngầm, nổi chắn ngang và phân cách với biển bởi những dải cát cao từ 2m÷50m, thường có những đầm phá, luôn di chuyển do gió làm cho hình thái cửa sông biến đổi liên tục.

Đường bờ biển Nam Trung Bộ khúc khuỷu hình răng cưa. Địa hình bờ bị chia cắt bởi các dãy núi, cồn cát và các cửa sông, vịnh, đầm. Đây là khu vực có điều kiện tự nhiên khắc nghiệt, thường xuyên phải hứng chịu những trận mưa bão, lũ lụt lớn. Vì vậy đường bờ biển, cửa sông

Ngày nhận bài: 04/10/2018
Ngày thông qua phản biện: 26/11/2018

Ngày duyệt đăng: 10/12/2018

ở khu vực này thường có những diễn biến, thay đổi rất phức tạp và mạnh mẽ. Đường bờ từ đèo Hải Vân đến Nha Trang thuộc kiểu xâm thực, bờ đá thấp, bờ đụn cát hoặc vũng vịnh, cửa sông. Đây là quá trình tân kiến tạo, hoạt động mạnh có nhiều dãy núi hoặc khối núi nhô ra sát biển.

Quá trình xói lở bờ biển đang diễn ra trên địa bàn của hầu hết các tỉnh ven biển với mức độ khác nhau và với các kiểu cấu tạo bờ khác nhau song chủ yếu là vật liệu cát. Một số đoạn bờ đã có các công trình chỉnh trị như đê, kè nhưng vẫn tiếp tục bị xói mòn. Hiện tượng bồi tụ thường diễn ra ở một số cửa sông lớn, quá trình này liên quan nhiều đến sự gia tăng của bão trong mấy chục năm qua. Vùng ven biển Quảng Ngãi phần lớn là những bãi cát dài và phẳng cho thấy tình trạng xói bờ cát xảy ra tại khu vực Mộ Đức, Đức Phổ. Vùng ven biển tỉnh Bình Định, đường bờ có hình răng lược rất điển hình và có nhiều vũng kín. Tại vũng kín có nhiều cửa sông đổ ra như ở Quy Nhơn, đường bờ thường được tích tụ và bồi đắp dần, các cửa sông có xu hướng bị thu hẹp gây khó khăn cho việc thoát lũ trong mùa mưa và giao thông thủy. Khu vực ven biển Phú Yên từ Sông Cầu đến Tuy Hòa bờ biển có nhiều biến động, dải bờ cát chạy dài tại khu bờ thuộc huyện Sông Cầu là nơi xảy ra quá trình xói bờ khá mạnh, đường bờ có nơi bị dịch chuyển vào sâu tới 60 m (bờ biển Xuân Hải). Vùng ven biển Khánh Hòa từ Vạn Ninh tới vịnh Cam Ranh có nhiều đảo và bán đảo lớn. Quá trình tích tụ thường thấy ở trong các vụng biển điển hình là vụng Cam Ranh, quá trình xói lở xảy ra ở Thành phố Nha Trang, Ninh Hòa, Cam Ranh... Vùng biển từ Ninh Thuận là nơi có nhiều dải cát dài, đặc biệt ở khu vực Phan Rang, là vùng tích tụ mài mòn, hẹp, dốc thoải, đường bờ ở đây ít có biến động lớn, ranh giới giữa đất liền và nước biển thường rất rõ và không bị gồ ghề. Vùng bờ biển Bình Thuận đặc trưng bởi các cung đường cong lớn có đỉnh là các điểm cứng phân chia cung bờ trên tại mũi La Gàn, mũi Đá Dựng, mũi Né, mũi Kê Gà,... Xói bồi diễn ra trong phạm vi

các cung chịu ảnh hưởng mạnh của 2 mùa gió chính là Đông Bắc và Tây Nam.

Năng lượng sóng là một trong những yếu tố quan trọng nhất tác động vào bờ gây ra sạt lở hay bồi tụ. Nicoletta Leonardi, Neil K. Ganju và nnk, 2015 đã nghiên cứu mối liên hệ giữa năng lượng sóng và mức độ xói lở bờ biển ở Mỹ, Ý và đã phát hiện mối tương quan bậc nhất giữa hai đại lượng không thứ nguyên đại diện cho năng lượng sóng (P^*) và mức độ xói lở (E^*) [6]; Trước đó, năm 2010, Prasertsak Ekphisutsuntorn và Prungchan Wongwises cũng đã công bố kết quả nghiên cứu mối tương quan giữa chiều cao sóng biển và mức độ xói lở bờ biển Bangkhuntien của Thái Lan [5].

Nghiên cứu về năng lượng sóng vùng biển Đông đã được một số tác giả trong nước thực hiện [1], [2], [3]; Kết quả các nghiên cứu đã chỉ ra rằng mật độ năng lượng sóng khu vực ven biển Nam Trung Bộ lớn hơn nhiều so với các vùng biển phía Bắc và phía Nam. Nghiên cứu này tập trung nghiên cứu chi tiết hơn năng lượng sóng do gió tại vùng biển Nam Trung Bộ trong đó tác giả đã phân tích dòng năng lượng sóng theo hai hướng chính vuông góc và tiếp tuyến với đường bờ với mong muốn sử dụng các đại lượng này giải thích cơ chế, xu hướng xói lở hay bồi tụ dọc theo dải ven biển nghiên cứu.

2. CÁCH TIẾP CẬN VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Cách tiếp cận

Trị số năng lượng sóng và thông lượng năng lượng là hai đại lượng quan trọng để tính toán các thay đổi của sóng khi truyền vào bờ.

Theo lý thuyết sóng điều hòa, năng lượng toàn phần của sóng bao gồm phần thế năng E_p và động năng E_d được xác định bởi biểu thức sau:

$$E = E_p + E_d = \frac{\rho g H^2}{16} L + \frac{\rho g H^2}{16} L = \frac{\rho g H^2}{8} L \quad (1)$$

Lấy trung bình (theo không gian trên một chiều dài sóng L và theo thời gian trong một chu kỳ), ta có năng lượng sóng trung bình trên một đơn

vị diện tích bề mặt biển còn gọi là mật độ năng lượng sóng (Energy density):

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

Thông lượng năng lượng sóng trung bình \bar{P} (hay công suất sóng) là số năng lượng trung bình truyền qua 1 mét dài theo hướng truyền sóng trong một đơn vị thời gian, qua 1 mặt phẳng thẳng đứng cố định vuông góc với phương truyền sóng :

$$\bar{P} = \left(\frac{\rho g H^2}{8}\right) C_g = \bar{E} C_g \quad (3)$$

Trong đó :

E là mật độ năng lượng sóng (J/m^2)

C_g là vận tốc truyền năng lượng sóng (còn gọi là vận tốc nhóm sóng)

$$C_g = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{2kd}{\sinh(2kd)}\right) \quad (4)$$

Với k là số sóng, d là chiều sâu nước;

Sh là hàm sin hyperbol theo định nghĩa

$$\text{sh}x = \frac{1}{2}(e^x - e^{-x})$$

Đối với sóng thực, có thể sử dụng công thức sau đây để xác định giá trị của thông lượng sóng [3] :

$$P = \rho g \int_0^{2\pi} \int_0^\infty C_g(f, \theta) E(f, \theta) df d\theta \quad (5)$$

ρ : Mật độ của nước biển

g: Gia tốc trọng trường

f: Tần số sóng

θ : Hướng sóng

Trong (5), P là thông lượng năng lượng của cả hệ sóng (tất cả các hướng, tất cả các tần số). Để có thể đánh giá tổng thông lượng đó truyền theo hướng nào (giả sử xét trong hệ trục tọa độ Descartes hai chiều XY) ta có [3]:

$$\vec{P} = (P_x, P_y) \quad (6)$$

$$P_x = \rho g \int_0^{2\pi} \int_0^\infty C_g(f, \theta) \cos(\theta) E(f, \theta) df d\theta \quad (7)$$

$$P_y = \rho g \int_0^{2\pi} \int_0^\infty C_g(f, \theta) \sin(\theta) E(f, \theta) df d\theta \quad (8)$$

Như vậy, thay vì chiếu véc tơ P lên hệ tọa độ Descartes, có thể sử dụng chính đường bờ biển để phân tích hướng truyền năng lượng sóng. Phân tích véc tơ thông lượng sóng P thành hai thành phần: thành phần vuông góc với đường bờ, gọi là "Dòng năng lượng sóng hướng bờ" (P_n) và thành phần song song với đường bờ, gọi là "Dòng năng lượng sóng dọc bờ" (P_t). Tích phân giá trị dòng năng lượng sóng hướng bờ và dọc bờ trong khoảng thời gian nhất định (tuần, tháng hay mùa) chúng ta có thể xác định được "Tổng dòng năng lượng sóng hướng bờ" và "Tổng dòng năng lượng sóng dọc bờ" trong thời đoạn xác định. Giá trị tổng năng lượng sóng hướng bờ càng lớn cho thấy nguy cơ tác động của sóng biển lên đoạn đường bờ đó càng nghiêm trọng ; giá trị tổng năng lượng sóng dọc bờ càng lớn cho thấy năng lượng vận chuyển bùn cát dọc bờ càng cao. Ngoài ra, giá trị dương hoặc âm của P_t còn cho biết hướng vận chuyển bùn cát theo mùa dưới tác động của sóng do gió mùa.

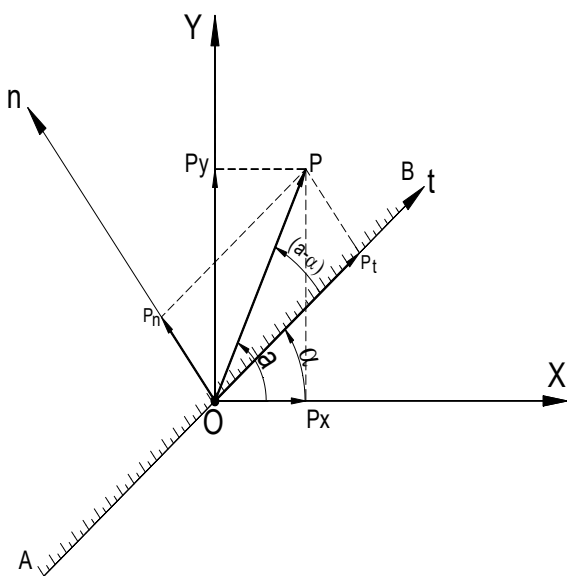
2.2. Phương pháp

Trong nghiên cứu này, mô hình toán MIKE21/3 Couple FM Model đã được sử dụng để mô phỏng chế độ thủy động lực học vùng biển Đông và sau đó chi tiết hóa cho dải ven biển Nam Trung Bộ.

Module phổ sóng MIKE21 SW được tích hợp trong mô hình MIKE21/3 Coupled Model FM là một mô hình động lực sóng thế hệ thứ ba, giải trên lưới phi cấu trúc. Chức năng chính là mô phỏng sự hình thành, phát triển, phân rã và biến đổi của sóng gió dưới sự tác động của các yếu tố quan trọng

Sử dụng MIKE21 SW cho phép xác định được các thành phần của thông lượng sóng tại mỗi điểm bất kỳ trong miền tính khi chiếu lên hai trục vĩ tuyến và kinh tuyến (P_x, P_y). Trong nghiên cứu này thông lượng sóng P được phân tích theo hai thành phần vuông góc (P_n) và song song (P_t) với đoạn đường bờ AB như

sau:



Hình 1: Hệ trục tọa độ và các quy ước

$$P_t = P \cdot \cos(a - \alpha) \quad (9)$$

$$P_n = P \cdot \sin(a - \alpha) \quad (10)$$

Trong đó:

P được xác định theo (6)

a (radian): Góc hợp bởi trục X đến \vec{P} (chiều quy ước như Hình 1, có giá trị từ $-\pi$ đến π)

α (radian): Góc hợp bởi trục X và đường bờ (chiều quy ước như Hình 1, có giá trị từ $-\pi$ đến π)

$\Delta X, \Delta Y$: Chênh lệch tọa độ giữa 2 điểm A và B ($\Delta X = X_B - X_A, \Delta Y = Y_B - Y_A$)

$$a = \arctan2(P_X, P_Y) \quad (11)$$

$$\alpha = \arctan2(\Delta X, \Delta Y) \quad (12)$$

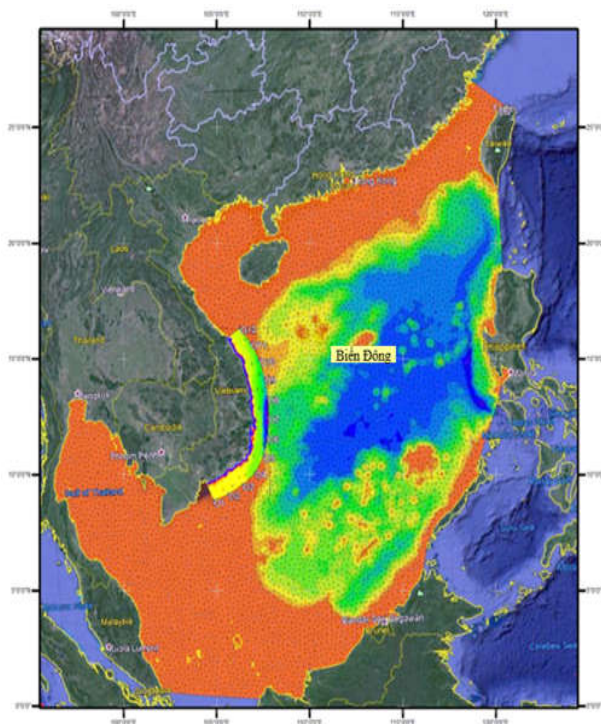
Tổng dòng năng lượng sóng hướng bờ và dọc bờ cho một thời đoạn (từ T1 đến T2) của mùa gió mùa Đông Bắc và Tây Nam có thể tính toán được bằng cách tích phân (9) và (10) trong thời gian xác định đó.

$$P_t = \int_{T_1}^{T_2} P \cdot \cos(a - \alpha) dt \quad (13)$$

$$P_n = \int_{T_1}^{T_2} P \cdot \sin(a - \alpha) dt \quad (14)$$

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

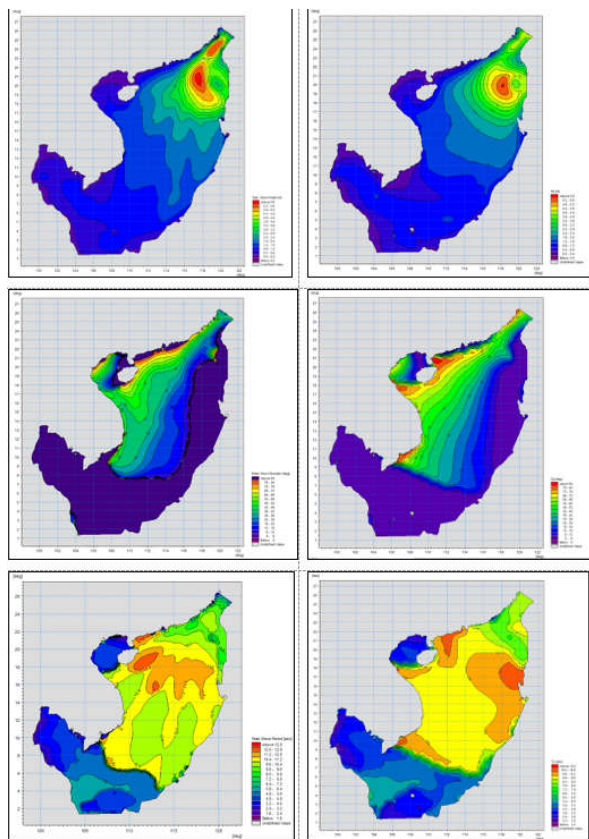
3.1. Mô hình tính sóng toàn biển Đông và mô hình Nam Trung Bộ



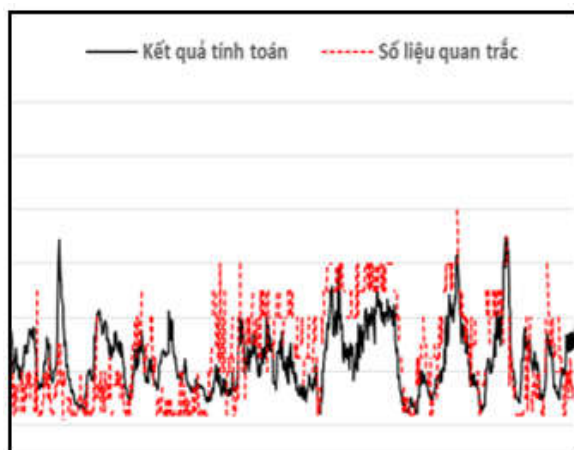
Hình 2: Vùng nghiên cứu chính Nam Trung Bộ và vùng mở rộng toàn Biển Đông

Chế độ sóng vùng ven biển Nam Trung Bộ đa phần bị tác động trực tiếp bởi chế độ sóng, dòng chảy, dao động mực nước, chế độ hải văn biển của toàn Biển Đông nói chung. Để đảm bảo tính hệ thống và liên tục, miền tính toán vì thế được mở rộng lên toàn Biển Đông, gọi là vùng tính toán mở rộng.

Nghiên cứu đã sử dụng số liệu sóng quan trắc tại trạm hải văn Phú Quý năm 2009 để kiểm chứng các mô hình trên. Ngoài ra còn sử dụng số liệu sóng quan trắc từ vệ tinh của tổ chức AVISO (Pháp) và kết quả sóng mô phỏng của mô hình WAVEWATCH-III cung cấp bởi NCEP/NOAA. Thời gian hiệu chỉnh và kiểm định gồm 2 giai đoạn, giai đoạn 1 từ tháng 7/2009÷9/2009 (mùa gió Tây Nam) và giai đoạn 2 từ tháng 10/2009÷12/2009 (mùa gió Đông Bắc).



Hình 3: So sánh dòng mức chiều cao, hướng và chu kỳ sóng tính bằng mô hình MIKE21 SW (trái) với WAVEWATCH-III (phải)



Hình 4: So sánh kết quả tính toán chiều cao sóng bằng mô hình với số liệu quan trắc tại trạm Phú Quý

Mô hình lan truyền sóng toàn vùng biển Đông cho thấy kết quả mô phỏng các quá trình vật lý trong thực tế có độ chính xác khá tốt. Thay vì sử dụng số liệu sóng của mô hình như

WAVEWATCH III với bước lưới tương đối thô ($0.5^0 \times 0.5^0$ tương ứng độ phân giải khoảng 50 Km/điểm), hoàn toàn có thể trích xuất biên tính toán từ mô hình mở rộng toàn Biển Đông cho mô hình nghiên cứu chính ven biển Nam Trung Bộ cũng như các mô hình chi tiết khác.

3.2. Kết quả tính toán dòng năng lượng sóng cho dải ven biển Nam Trung Bộ

Trong nghiên cứu, đường cơ sở là đường nối những vị trí lựa chọn tính toán các giá trị đặc trưng của dòng năng lượng sóng trước khi vào đến bờ. Đây là đường cong thể hiện hình dáng của đường bờ nên gần như song song với đường bờ biển. Việc chọn đường cơ sở có thể xem xét nhiều phương án đặt ở những độ sâu khác nhau, từ đó so sánh đưa ra kiến nghị chọn đường cơ sở hợp lý (tức là phản ánh được qui luật xói bồi).

Có hai vị trí đặc biệt có thể chọn làm đường cơ sở:

- Vị trí sóng vỡ: Từ vị trí sóng bị vỡ vào đến bờ là khu vực hoạt động mạnh nhất của chuyển động bùn cát ven biển, vì vậy để phản ánh tình trạng xói bồi thì đường cơ sở lấy ở ranh vùng hoạt động bùn cát là hợp lý. Đối với sóng thực là tổng nhiều sóng khác nhau, giá trị đại diện có thể chọn bằng chiều cao sóng có nghĩa H_s và MIKE21 SW cho giá trị này ở mọi điểm tính. Với sóng thực, giới hạn độ sâu vỡ thường được thừa nhận (trong nhiều TCVN dẫn theo Hà Lan) là $H_s > 0,6d$, hay sóng vỡ tại $d = 1,67H_s$. Tuy nhiên là chiều cao sóng lại thay đổi dọc theo đường cơ sở, và thay đổi theo thời gian, nên cần ước lượng một giá trị trung bình của H_s để xác định độ sâu của đường cơ sở.

- Vị trí thứ hai là ranh giới phân biệt nước sâu và nước nông: Vị trí này về lý thuyết là tại $d = L/2$. Chiều dài sóng L được tính từ chu kỳ sóng T và độ sâu d . Ở nước sâu $L = L_0 = (gT^2/2\pi)$ không phụ thuộc d . Vậy vào tới $d = L_0/2$ thì sóng bắt đầu bị ảnh hưởng của đáy. Với sóng thực, chu kỳ đặc trưng có thể chọn là T_p (chu kỳ đỉnh phổ sóng), giá trị này

do mô hình MIKE cung cấp. Và cũng như trên, cần chọn một giá trị T_p trung bình (có thể dễ hơn là chọn H_s trung bình do T thay đổi ít hơn).

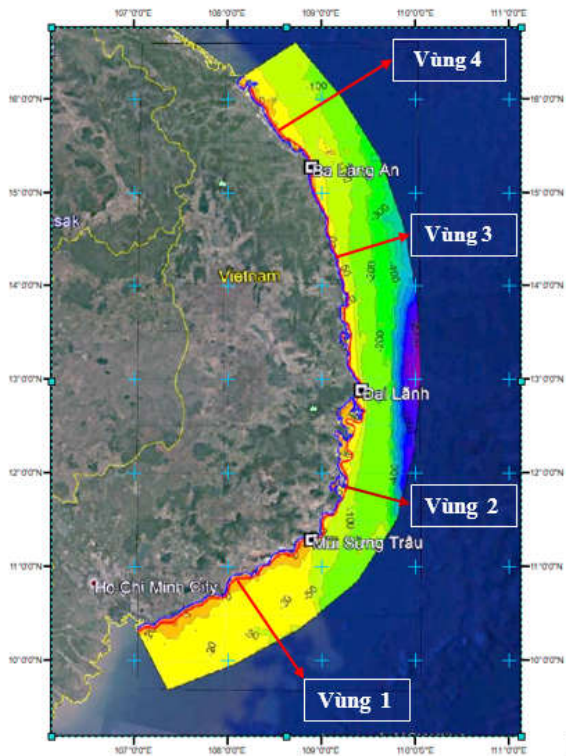
Dựa vào đặc điểm hướng đường bờ và các tiêu chí phân tích trên, tác giả tiến hành xác định đường cơ sở và tính toán các dòng năng lượng sóng cho khu vực nghiên cứu ven biển Nam Trung Bộ theo 4 vùng từ Nam ra Bắc như sau (Hình 5):

Vùng 1: Từ Vũng Tàu đến Mũi Sừng Trâu

Vùng 2: Mũi Sừng Trâu đến mũi Đại Lãnh

Vùng 3: Mũi Đại Lãnh đến Ba Làng An

Vùng 4: Từ Mũi Ba Làng An đến Đà Nẵng



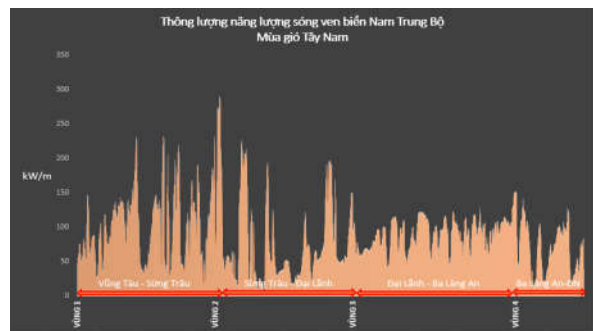
Hình 5: Đường cơ sở và các phân vùng tính toán dòng năng lượng sóng

Đường cơ sở trong mỗi vùng lại được chia thành các phân đoạn nhỏ (trung bình 1km/phân đoạn) để tính toán theo trình tự:

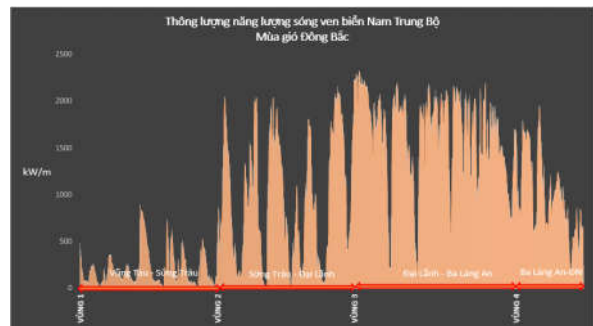
- Tính thông lượng năng lượng sóng P cho mỗi phân đoạn theo công thức (6).

- Tính các thành phần của dòng năng lượng sóng theo phương tiếp tuyến P_t và pháp tuyến P_n qua mỗi phân đoạn theo công thức tác giả đề xuất từ (9) đến (14).

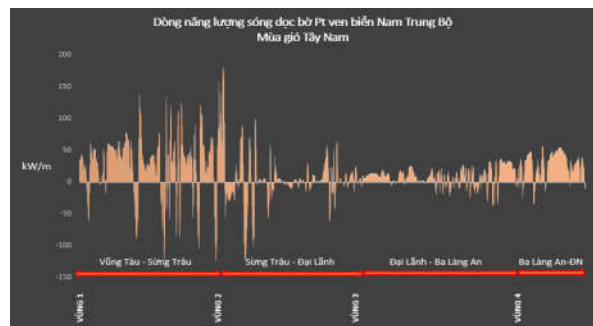
Phần dưới đây minh họa một số kết quả tính toán thông lượng năng lượng sóng P (kW/m) và các dòng năng lượng thành phần tiếp tuyến P_t và pháp tuyến P_n cho dải ven biển Nam Trung Bộ trong 1 kỳ triều đại diện vào mùa gió Tây Nam (Tháng 8) và Đông Bắc (Tháng 12). Đây là thời điểm không có bất kỳ tác động khí tượng bất thường nào (như bão, ATNĐ).



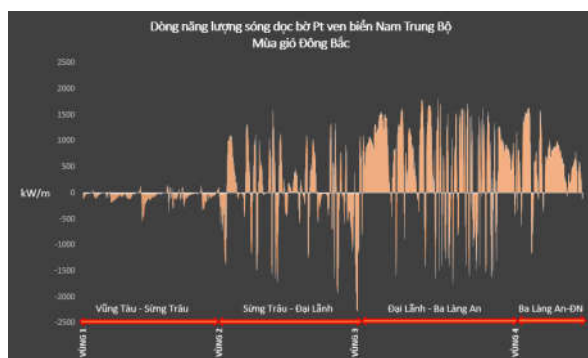
Hình 6: Thông lượng năng lượng sóng P (kW/m) trong mùa gió Tây Nam



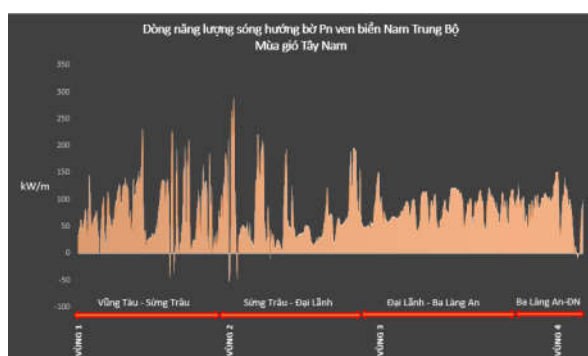
Hình 7: Thông lượng năng lượng sóng P (kW/m) trong mùa gió Đông Bắc



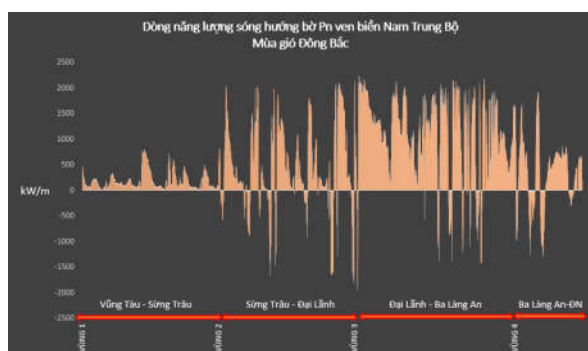
Hình 8: Dòng năng lượng sóng dọc bờ P_t (kW/m) trong mùa gió Tây Nam



Hình 9: Dòng năng lượng sóng dọc bờ Pt (kW/m) trong mùa gió Đông Bắc



Hình 10: Dòng năng lượng sóng hướng bờ Pn (kW/m) trong mùa gió Tây Nam



Hình 11: Dòng năng lượng sóng hướng bờ Pn (kW/m) trong mùa gió Đông Bắc

3.3. Thảo luận

Kết quả tính toán đã chỉ ra khu vực có năng lượng sóng lớn chủ yếu tập trung từ Ninh Thuận đến vịnh Dung Quất-Quảng Ngãi (vùng số 2 và 3, Hình 6 và Hình 7). Thông lượng sóng ở vùng này lớn hơn từ 3 đến 7 lần so với khu vực Bắc Trung Bộ (đoạn từ vịnh Đà Nẵng đến Cồn Cỏ). Điều này cũng phù hợp với nghiên cứu trước của Nguyễn Mạnh Hùng [1] khi cho rằng đây là vùng có dòng năng lượng sóng lớn nhất trên toàn dải ven bờ

nước ta.

Kết quả tính toán năng lượng sóng ở khu vực Nam Trung Bộ cũng cho thấy sự khác biệt rõ rệt về độ lớn gấp hàng chục lần giữa các tháng mùa gió Đông Bắc và gió mùa Tây Nam. Năng lượng sóng mùa gió Đông Bắc chiếm ưu thế trên toàn dải bờ biển nghiên cứu từ Ninh Thuận ra đến Đà Nẵng còn mùa Tây Nam là đoạn bờ từ Vũng Tàu đến mũi Sừng Trâu-La Gàn thuộc Bình Thuận (Hình 6 đến Hình 10).

Dòng chảy ven bờ do sóng là yếu tố rất quan trọng gây ra xói lở-bồi lấp vùng ven biển Nam Trung Bộ. Lực tác động của dòng chảy sóng trực tiếp gây xói lở bờ và vận chuyển các phần tử vật chất ra xa bờ (thành phần pháp tuyến Pn) hoặc di chuyển dọc bờ biển đến tích tụ ở nơi khác (thành phần Pt). Trên Hình 8 và Hình 9, do tác động của trường sóng trong gió mùa Đông Bắc đã yếu đi tại vùng số 1 nên khu vực từ Vũng Tàu đến Bình Thuận dòng ven bờ đa phần có hướng Tây Bắc-Đông Nam (Pt < 0). Khu vực có dòng năng lượng sóng hướng bờ lớn (Pn > 0) từ Ninh Thuận trở ra (đặc biệt ở vùng số 3: Phú Yên đến Quảng Ngãi, Hình 10) trùng hợp với các vùng mà bờ biển bị xâm thực mạnh, có nhiều trọng điểm về sạt lở.

3.4. Kết luận

Nhiều công trình thuộc chương trình biển, các đề tài độc lập cấp Nhà nước, đề tài cấp Bộ, đề tài của các địa phương và ngành... khi xác định nguyên nhân gây xói-bồi vùng ven biển đều có chung nhận định năng lượng sóng và dòng chảy ven bờ là nguyên nhân chính và phổ biến chi phối quá trình xói lở-bồi tụ ở khu vực Nam Trung Bộ. Tuy nhiên, các công trình nghiên cứu nói trên chủ yếu tập trung vào xác định những khu vực có năng lượng sóng lớn để đánh giá tiềm năng khai thác nguồn năng lượng này phục vụ phát triển kinh tế-xã hội với phạm vi nghiên cứu năng lượng sóng ở ngoài khơi. Các nghiên cứu về năng lượng sóng để phục vụ cho tính toán dòng chảy ven bờ và vận chuyển bùn cát còn hạn chế.

Do đó việc nghiên cứu tác động của dòng năng lượng sóng đến những đoạn bờ biển cụ thể với các thành phần xác định trình bày trong nghiên cứu là vấn đề quan trọng và cần thiết đặc biệt là khu vực dải bờ biển Nam Trung Bộ, nơi chịu tác

động trực tiếp của sóng, diễn biến xói lở bờ biển do sóng là thường xuyên và phức tạp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Mạnh Hùng, Dương Công Điền và nnk (2009), *Năng lượng sóng biển khu vực biển Đông và vùng biển Việt Nam*, Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội.
- [2] Đỗ Ngọc Quỳnh (2002÷2003), *Đánh giá tiềm năng năng lượng biển Việt Nam*, Báo cáo tổng kết đề tài cấp Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Hà Nội.
- [3] Trần Thanh Tùng và nnk (2011), *Nghiên cứu áp dụng giải pháp nuôi bãi nhân tạo cho các đoạn bờ biển bị xói lở ở khu vực miền Trung Việt Nam*, Đề tài nghiên cứu tiềm năng cấp Nhà nước, Hà Nội.
- [4] MIKE by DHI, *Scientific Documentation, Spectral wave module*, p.45. 2014.
- [5] Prasertsak Ekphisutsuntorn và Prungchan Wongwises, A Study of the Relation of Wave Height and Erosion at Bangkhuntien Shoreline, Thailand, World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Environmental and Ecological Engineering, Vol:4, No:8, 2010.
- [6] Nicoletta Leonardi, Neil K. Ganju và nnk, A linear relationship between wave power and erosion determines salt-marsh resilience to violent storms and hurricanes, www.pnas.org/lookup/suppl/doi:10.1073/pnas.1510095112/-/DCSupplemental.