

Mô hình thực nghiệm mô phỏng diễn biến đường bờ cho bờ biển Nha Trang

Trần Hải Yến^{1,2,*}, Eric Barthélemy³, Patrick Marchesielo⁴, Rafael Almar⁴, Hồ Tuấn Đức^{1,2,5}, Nguyễn Thống^{1,2}, Dương Hải Thuận⁶



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

¹Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Bách Khoa (HCMUT), TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

²Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

³Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, LEGI, 38000, Grenoble, France

⁴IRD/LEGOS, 14 av. Edouard Belin, 31400 Toulouse, France

⁵Trung tâm châu Á Nghiên Cứu về Nước (CARE), TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

⁶Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Đại học Thủy lợi, Hà Nội, Việt Nam

Liên hệ

Trần Hải Yến, Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Bách Khoa (HCMUT), TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

Email: haiyen.tran@hcmut.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 01-8-2021
- Ngày chấp nhận: 22-11-2021
- Ngày đăng: 26-12-2021

DOI: 10.32508/stdjet.v4iS11.896



Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



TÓM TẮT

Các mô hình được xây dựng theo hướng dữ liệu thực nghiệm ngày càng được sử dụng nhiều để mô phỏng diễn biến đường bờ theo nhiều quy mô thời gian, từ vài ngày đến nhiều thập kỷ. Bên cạnh đó, việc tính toán, mô phỏng thay đổi đường bờ bằng mô hình thực nghiệm cũng đơn giản, tiết kiệm chi phí và thời gian nếu mô phỏng trong thời gian dài. Diễn biến đường bờ nếu được tính toán dựa trên chỉ riêng mô hình thực nghiệm cross-shore (ngang bờ) hoặc longshore (dọc bờ) là không đủ để dẫn đến kết quả mô phỏng kỳ vọng. Việc kết hợp mô hình dọc bờ và mô hình ngang bờ cho thấy sự cải thiện kết quả mô phỏng cũng như dự đoán diễn biến đường bờ. Nghiên cứu này tập trung vào tính khả thi của mô hình thực nghiệm dạng kết hợp áp dụng cho bờ biển dạng vịnh điển hình của Nha Trang, Việt Nam dưới ảnh hưởng của khí hậu nhiệt đới gió mùa. Mô hình kết hợp được ghép từ hai mô hình, mô hình ngang bờ và mô hình dọc bờ. Mô hình kết hợp có thể mô phỏng được sự thay đổi của đường bờ theo mùa do chuyển tải bùn cát ngang bờ lẫn chuyển tải bùn cát dọc bờ gây ra. Bên cạnh đó, một điều chỉnh nhỏ giá trị của số Dean cân bằng (equilibrium Dean number Ω_0) trong mô hình ngang bờ được đề xuất để cải thiện kết quả mô phỏng quá trình bồi lắng của bờ biển vào mùa hè.

Từ khoá: mô hình thực nghiệm, diễn biến đường bờ, xói mòn, bồi lắng, bờ biển

GIỚI THIỆU

Những bờ cát thường dễ bị xói mòn hơn so với các dạng địa hình ven biển khác. Dự đoán dài hạn về diễn biến đường bờ của chúng vẫn là vấn đề quan trọng đối với ngành kỹ thuật ven biển. Chất lượng của mô hình diễn biến đường bờ dài hạn hiện nay vẫn còn nhiều hạn chế. Mô hình này thường không dễ dàng thực hiện dựa trên các mô hình vật lý. Giải pháp thay thế tốt nhất là sử dụng các mô hình thực nghiệm đơn giản¹. Trong đó, tất cả các quá trình bồi tụ / xói mòn ngang bờ phức tạp được gói gọn trong một vài tham số. Khi được hiệu chỉnh bởi chuỗi dữ liệu đáng tin cậy, các mô hình ngang bờ (cross-shore models) có thể dự đoán khá tốt^{2,3}. Trong dạng mô hình này, một hằng số thường được thêm vào để kể đến các thay đổi đường bờ không thể giải thích được, chẳng hạn như các thay đổi đường bờ mang tính chất dài hạn và không tương quan với các thay đổi điều kiện sóng ở quy mô thời gian nhỏ (ngày hoặc tuần).

Trong số các quá trình thay đổi đường bờ không được kể đến, đó là sự đóng góp của gradient chuyển tải bùn cát dọc bờ. Đặc biệt, gradient này rất quan trọng đối với những đường bờ dạng cong như các bờ biển dạng vịnh⁴. Độ cong của bờ biển ảnh hưởng đến sự khúc xạ và nhiễu xạ của sóng khi chúng lan truyền từ vùng

nước sâu đến điểm sóng vỡ. Bờ biển sẽ ở trạng thái cân bằng nếu hướng sóng trung bình trực giao với bờ biển. Khi sóng tới xiên góc với bờ sẽ tạo ra sự chuyển tải bùn cát dọc bờ và cũng vì hướng bờ biển thay đổi dọc theo đường bờ, nên tạo ra gradient chuyển tải bùn cát, dẫn đến sự thay đổi vị trí đường bờ. Để kể đến điều này, chúng tôi sử dụng mô hình kết hợp⁵ là mô hình bao gồm cả mô hình ngang bờ ShoreFor của² và mô hình dọc bờ của⁵.

Nghiên cứu này tập trung vào việc áp dụng mô hình kết hợp, là một dạng mô hình thực nghiệm, cho đường bờ biển dạng vịnh của Nha Trang, Việt Nam. Khí hậu Nha Trang bị chi phối bởi khí hậu nhiệt đới gió mùa, vì vậy những thay đổi đường bờ ở đây cũng bị ảnh hưởng bởi khí hậu đặc trưng này.

PHƯƠNG PHÁP

Mô hình ngang bờ ShoreFor²

Mô hình ShoreFor được viết dưới dạng:

$$\frac{dS}{dt} = c(F^+ + rF^-) + d \quad (1)$$

với t là thời gian (ngày); $S(t)$ là vị trí đường bờ; c ($m^{1.5} ngày^{-1} Watt^{-0.5}$) và d ($m/ngày$) là các tham số tự do có được từ phương pháp tối ưu hóa. “ d ” đại diện

Trích dẫn bài báo này: Yến T H, Barthélemy E, Marchesielo P, Almar R, Đức H T, Thống N, Thuận D H. **Mô hình thực nghiệm mô phỏng diễn biến đường bờ cho bờ biển Nha Trang.** *Sci. Tech. Dev. J. - Eng. Tech.*; 4(S11):SI43-SI51.

cho những biến đổi đường bờ trong quy mô thời gian dài hơn do những nguyên nhân khác, ngoài nguyên nhân chuyển tải ngang bờ. F^+ và F^- lần lượt đại diện cho số hạng động lực sóng gây bồi lắng và gây xói mòn, chúng được xác định như sau:

$$F^\pm = P^{0.5} \Delta\Omega / \sigma_{\Delta\Omega} \quad (2)$$

với P là năng lượng sóng tới; $\Delta\Omega$ được gọi là số Dean mất cân bằng: $\Delta\Omega = \Omega_0(t) - \Omega(t)$; $\sigma_{\Delta\Omega}$ là độ lệch chuẩn của $\Delta\Omega$. $\Omega(t)$ là vận tốc lắng không thứ nguyên hay còn gọi là số Dean hay số Gourlay: $\Omega = H_s / (\omega_s T_p)$; H_s là chiều cao sóng có nghĩa; ω_s là vận tốc lắng của hạt bùn cát⁶; T_p là chu kỳ đỉnh phổ sóng; $\Omega_0(t)$ là số Dean cân bằng, được xác định như sau^{7,8}:

$$\Omega_0(t) = \frac{\sum_{j=0}^{2\phi/\Delta t} 10^{-j\Delta t/\phi}}{\sum_{j=0}^{2\phi/\Delta t} 10^{-j\Delta t/\phi}} \quad (3)$$

với ϕ (ngày) được gọi là thông số bộ nhớ, Δt là bước thời gian của dữ liệu sóng, j là số điểm dữ liệu trong chuỗi thời gian đo đạc trước thời điểm tính toán t⁸: Tham số r được gọi là tỷ số xói mòn²:

$$r = \left| \frac{\sum_{i=0}^N F_i^+}{\sum_{i=0}^N F_i^-} \right| \quad (4)$$

trong đó N là chiều dài của chuỗi dữ liệu đo đạc².

Mô hình dọc bờ

Mô hình dọc bờ của⁵ được xây dựng dựa trên ý tưởng rằng gradient của năng lượng sóng dọc bờ gây ra chuyển tải dọc bờ, từ đó tạo ra những thay đổi vị trí đường bờ. Mô hình one-line⁹ và biểu thức CERC¹⁰ được sử dụng để xây dựng mô hình dọc bờ này. Mô hình được viết dưới dạng:

$$\frac{dS}{dt} = H_s^{3/2} [a \cos 2\alpha'_b + b \sin 2\alpha'_b] \quad (5)$$

với a và b là tham số tự do của mô hình. Các tham số a và b chứa thông tin về gradient dọc bờ của góc sóng tới α_b , của góc đường bờ β và của chiều cao sóng có nghĩa H_s . α'_b là giá trị nhiễu của góc sóng tới α_b : $\alpha'_b = \alpha_b - \bar{\alpha}_b$ là góc sóng tới (Hình 1) và $\bar{\alpha}_b$ là giá trị trung bình của α_b . Hình 1 chỉ ra hình chiếu bằng của góc sóng tới α_b và góc đường bờ β . Trong mô hình dọc bờ, góc đường bờ cân bằng $\bar{\beta}$ và góc sóng tới trung bình $\bar{\alpha}_b$ cần thỏa mãn điều kiện:

$$\bar{\beta}(x) = \bar{\alpha}_b(x) + \frac{1}{2} \psi(x) \quad (6)$$

Với ψ được định nghĩa theo:

$$\tan \psi = \frac{H_s^{5/2} \sin 2\alpha'_b}{H_s^{5/2} \cos 2\alpha'_b}$$

ψ phụ thuộc vào sự tương quan giữa chiều cao sóng và hướng sóng. Nếu giá trị của ψ nhỏ thì $\bar{\beta}$ xấp xỉ $\bar{\alpha}_b$. Do đó, hướng sóng tới trung bình sẽ vuông góc với đường bờ. Trong quy mô nhiều năm, bờ biển được được giả định là đạt trạng thái cân bằng nếu hướng sóng tới không thay đổi và trực giao với đường bờ.

Mô hình kết hợp

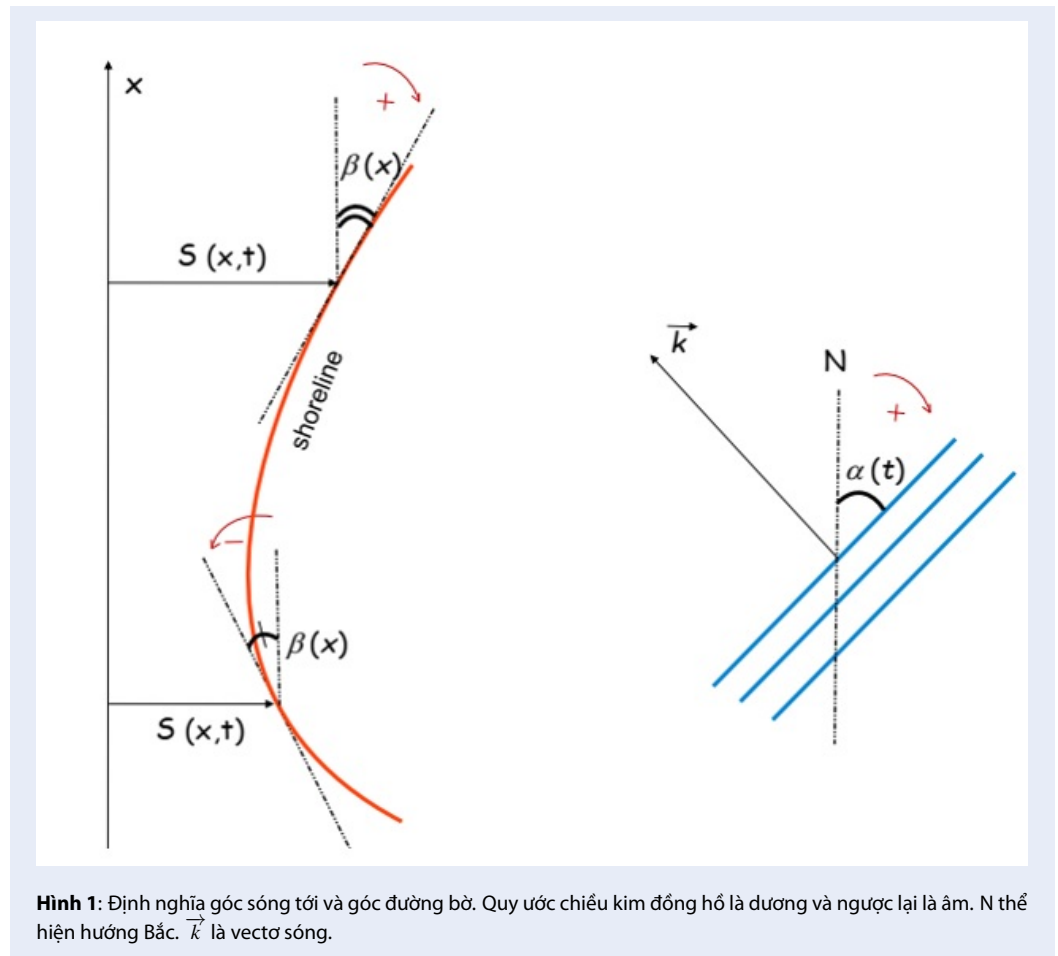
Mô hình ngang bờ và mô hình dọc bờ được kết hợp bằng cách thay thế tham số tự do “d” trong phương trình của mô hình ShoreFor (1) bằng phương trình mô hình dọc bờ (5)⁵. Điều này có nghĩa là những thay đổi đường bờ trong quy mô thời gian dài mà chưa giải thích được, được biểu thị bằng “d” trong mô hình ShoreFor, sẽ được gán là những thay đổi đường bờ do nguyên nhân từ chuyển tải dọc bờ trong mô hình kết hợp. Điều này được xem là thích hợp vì chuyển tải dọc bờ là quá trình diễn ra rất chậm¹¹ và theo hướng hoàn toàn độc lập (hướng vuông góc) với chuyển tải ngang bờ. Mô hình được viết như sau:

$$\frac{dS}{dt} = c(F^+ + rF^-) + H_b^{3/2} [a \cos 2\alpha'_b + b \sin 2\alpha'_b] \quad (7)$$

Với α_b , H_b lần lượt là góc sóng tới và chiều cao sóng có nghĩa tại điểm sóng vỡ. Theo (7), mô hình có 4 tham số tự do gồm a, b, c và ϕ . Các tham số tự do này bao hàm các tính chất vật lý của mô hình, đó cũng là lý do tại sao loại mô hình này được gọi là mô hình thực nghiệm. Các tham số mô hình a, b và c được tìm qua phép tối ưu hóa bằng phương pháp Simulated Annealing (R software) để giảm thiểu RMSE (root mean square error) giữa dữ liệu đường bờ đo đạc và mô hình. Giá trị của ϕ được thay đổi ở mỗi bước tối ưu hóa theo dạng thể thử. Như vậy, mỗi bước tối ưu hóa sẽ bao gồm 2 việc: chọn giá trị ϕ cố định nào đó để tính các thông số khác trong mô hình và sau đó áp dụng phương pháp tối ưu hóa để tìm a, b và c. Tiếp theo, ghi nhận lại giá trị RMSE thu được ở mỗi nhóm giá trị ϕ , a, b và c. Cuối cùng tìm được giá trị RMSE nhỏ nhất và nhóm giá trị ϕ , a, b và c tương ứng.

Khu vực nghiên cứu

Bờ biển Nha Trang dài khoảng 6 km, thuộc bờ biển Đông Nam, Việt Nam (Hình 2). Phía Bắc giáp của sông Cái, phía Nam được che chắn bởi các đảo Hòn Tre, Hòn Tằm và Hòn Miếu. Chế độ thủy triều khu vực bao gồm cả nhật triều và bán nhật triều với biên độ triều khoảng 1,5 m. Bờ biển được phân loại là



thêm triều thấp (low-tide terrace) và độ dốc khoảng 0,1¹². Đường kính trung bình hạt cát là 0,4 mm. Khu vực xem xét trong nghiên cứu này là tại vị trí đo đạc thực địa của dự án COASTVAR (Coastal Variability in West Africa and Vietnam)¹², ở phía bắc bờ biển Nha Trang (Hình 2).

Sóng ở Nha Trang được tạo ra bởi gió mùa mùa hè (từ tháng 5 đến tháng 10) và gió mùa mùa đông (từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau) (Hình 2). Sóng của gió mùa mùa hè đến từ hướng Đông Nam rất yếu, trong khi gió mùa mùa đông từ hướng Đông Bắc tạo ra sóng rất mạnh. Từ tháng 8 đến tháng 12, các cơn bão thường đổ vào Nha Trang theo hướng Đông Bắc.

Dữ liệu đầu vào

Dữ liệu vận tốc gió ở độ cao 10m và dữ liệu sóng của ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) với bước thời gian 6h từ tháng 5 năm 2013 đến tháng 12 năm 2015 được sử dụng để mô phỏng lan truyền sóng đến độ sâu 10 m và tại điểm sóng vỡ nhờ phần mềm SWAN (Simulating WAves

Nearshore). Kết quả dữ liệu sóng ở độ sâu 10 m và tại điểm sóng vỡ được sử dụng để lập mô hình diễn biến đường bờ vì đưa đến kết quả mô phỏng tốt hơn so với dữ liệu sóng ở các độ sâu khác, bao gồm cả dữ liệu sóng xa bờ từ ECMWF. Bước thời gian của trường sóng thu được từ SWAN bao gồm H_s , T_p và α là 1h. Dữ liệu đường bờ thu được từ hình ảnh video của camera được sử dụng để hiệu chỉnh mô hình. Hình 3 chỉ ra vị trí lắp đặt camera là tại điểm đo đạc thực địa của dự án COASTVAR và đường bờ thu được từ hình ảnh của camera được lắp đặt từ tháng 5 năm 2013 đến tháng 12 năm 2015¹². Việc đo đạc đường bờ được thực hiện cách 300m dọc theo bờ biển về phía Bắc của vị trí đo đạc thực địa (Hình 3). Trong nghiên cứu này, vị trí đường bờ được tính toán bằng cách lấy trung bình dọc bờ khoảng 100 m về phía Nam, gần điểm đo đạc thực địa. Bước thời gian trung bình của dữ liệu đường bờ là 1 ngày.

KẾT QUẢ

Đầu tiên, mô hình ngang bờ ShoreFor được xây dựng lại để mô phỏng diễn biến đường bờ trước khi áp dụng



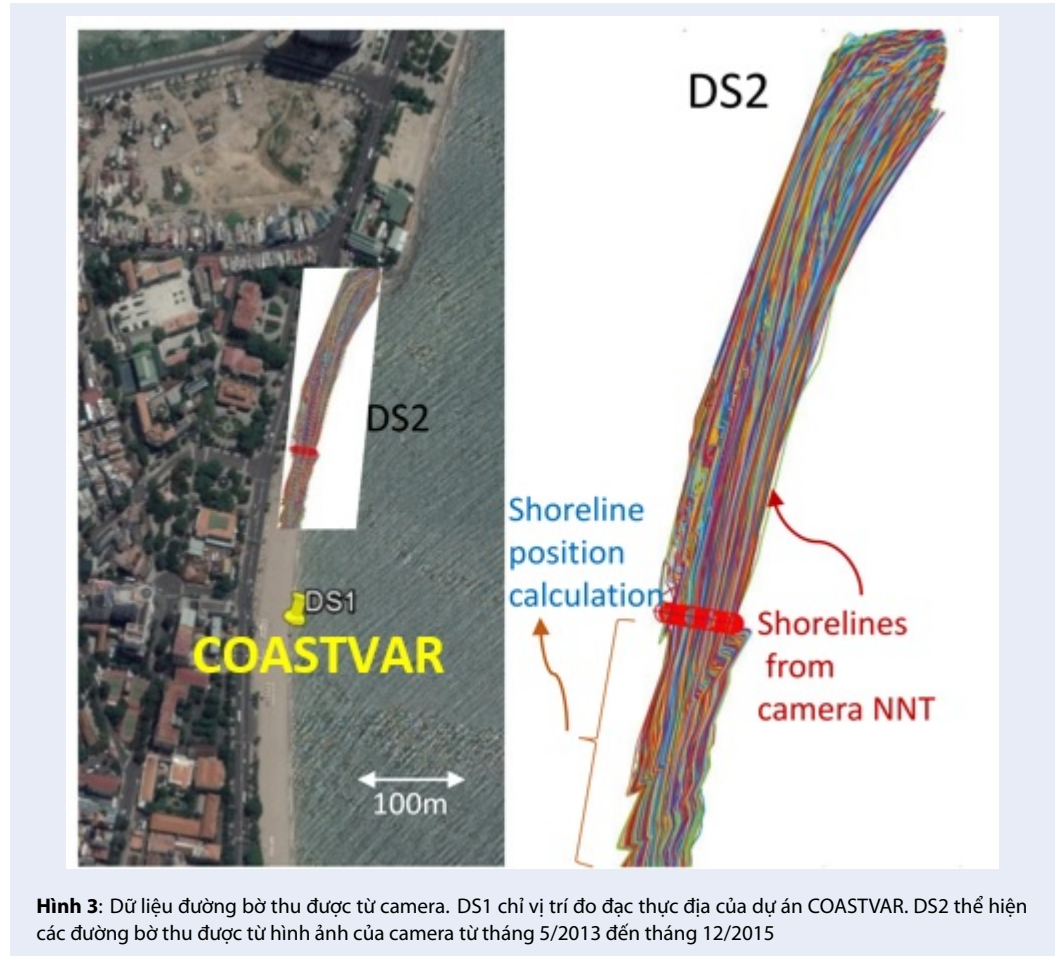
Hình 2: Vịnh Nha Trang với cửa sông Cái (1) ở phía bắc và nhóm đảo ở phía nam gồm Hòn Tre (2), Hòn Tằm (3) và Hòn Miếu (4).

mô hình kết hợp. Giá trị RMSE nhỏ nhất là 3,28 m ứng với giá trị ϕ là 70 ngày. Tham số mô hình c và d lần lượt là $0,0110 \text{ m}^{1.5} \text{ ngày}^{-1} \text{ Watt}^{-0.5}$ và $0,0003 \text{ m/ngày}$. Giá trị của tỷ lệ xói mòn r là 0,2358. Hình 4 (a) cho thấy rõ ràng cách ϕ ảnh hưởng đến giá trị số Dean cân bằng Ω_0 . Trong phần đầu tiên của mùa đông, khi biểu đồ bao có xu hướng tăng lên, hầu hết trong suốt thời gian này, số Dean cân bằng Ω_0 nhỏ hơn số Dean tức thời Ω (t). Điều này là do với $\phi = 70$ ngày, Ω_0 được tính dựa trên trung bình trọng số của các giá trị Ω nhỏ từ các thời điểm thuộc mùa hè. Hình 4 (b) cho thấy sự thay đổi đường bờ theo mùa được mô phỏng bởi sự đóng góp ngang bờ là chủ yếu. Từ tháng 11 đến tháng 1 khi có nhiều cơn bão mạnh, bờ biển có xu hướng xói mòn. Từ tháng 2 đến tháng 5, sóng yếu hơn, bờ biển có xu hướng bồi lắng.

Trước khi áp dụng mô hình kết hợp, điều kiện đường bờ đạt trạng thái cân bằng trong biểu thức (6) cần được kiểm tra. Cả dữ liệu sóng tại điểm sóng vỡ (ký hiệu với "b" đi kèm) và ở độ sâu 10 m (ký hiệu với "10" đi kèm) đều được sử dụng để kiểm tra điều kiện cân bằng (Bảng 1). β_m là góc bờ trung bình được đo trên

các ảnh của Google Earth trong thời gian mô phỏng. Bảng 1 cho thấy β_b có giá trị gần với β_m hơn β_{10} , điều này mang lại sự tin cậy trong việc tính toán sóng vỡ bằng phần mềm SWAN. Do đó, dữ liệu sóng tại điểm sóng vỡ sẽ được sử dụng cho thành phần dọc bờ trong mô hình kết hợp (7). Thành phần ngang bờ của mô hình được tính toán với dữ liệu sóng ở độ sâu 10 m.

Tiếp theo, dựa trên cùng một chuỗi dữ liệu sóng và đường bờ, mô hình kết hợp được sử dụng để mô phỏng đường bờ (Hình 5) và để so sánh với kết quả từ mô hình ShoreFor (Hình 4). Trong mô hình kết hợp, sự hiệu chỉnh giá trị của Ω_0 cũng được đề cập để đưa đến kết quả mô phỏng tốt hơn. So với kết quả từ mô hình ngang bờ ShoreFor (Hình 4), kết quả từ mô hình kết hợp mang lại sự cải thiện khá rõ (Hình 5). Giá trị RMSE là 2,26m, nhỏ hơn so với trong mô hình ShoreFor. Giá trị của các tham số mô hình a , b và c là 0,0239, 3,015 và 0,0195. Tỷ lệ xói mòn r là 0,5413 và ϕ là 20 ngày thay vì 70 ngày trong mô hình ShoreFor.



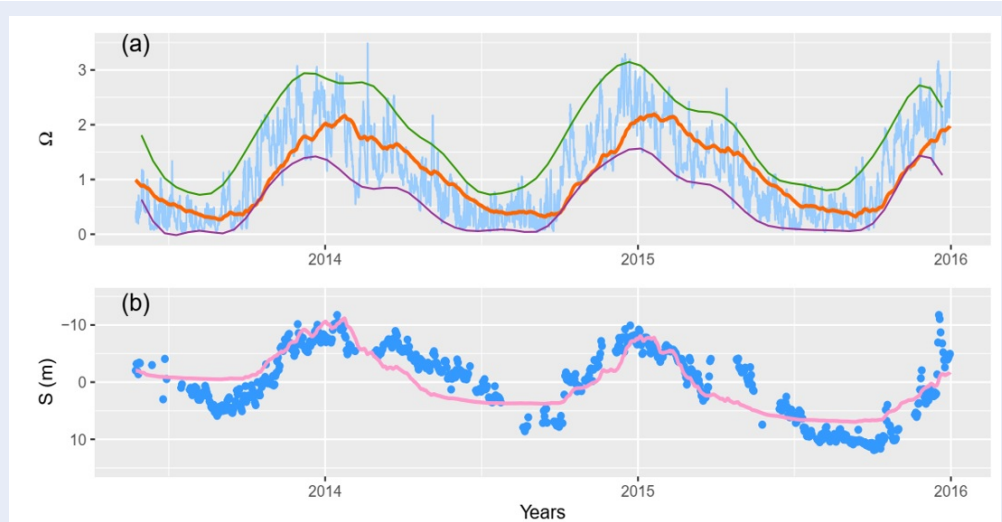
Bảng 1: Giá trị của $\psi_b, \psi_{10}, \alpha_b, \alpha_{10}, \beta_b, \beta_{10}$ and β_m .

ψ_b	ψ_{10}	α_b	α_{10}	β_b	β_{10}	β_m
-0.27°	-58.53°	2.68°	18.02°	2.54°	-11.25°	2°

THẢO LUẬN

Hình 4 (b) cho thấy rõ ràng là quá trình bồi lắng được mô phỏng không tốt trong các đợt gió mùa hè. Điều này là do giá trị trung bình trọng số của Ω_0 phụ thuộc nhiều vào giá trị của ϕ . Trong các đợt gió mùa hè, động lực sóng nhỏ dẫn đến giá trị Ω_0 nhỏ và không chênh lệch nhiều so với giá trị Ω tức thời. Do đó, $\Delta\Omega$ có giá trị nhỏ và gây ra sự thay đổi vị trí đường bờ trong mô hình trở nên thấp. Ngoài ra, do sóng trong giai đoạn này rất yếu nên đóng góp dọc bờ không thể bù đắp cho sự mô phỏng kém này. Trên thực tế, trong các đợt gió mùa hè, thông số đồng dạng sóng vỡ ξ_0 được tính toán có giá trị lớn hơn 3,3 (ξ_0 được tính từ dữ liệu sóng ở độ sâu 10 m). Sóng vỡ lúc này được phân loại là “surging breakers” và sóng khi tiến gần bờ hầu như không vỡ. Trong mô hình dọc

bờ, khi không có sóng vỡ, đóng góp dọc bờ sẽ bằng 0. Tuy nhiên, trong mô hình ngang bờ, sóng có giá trị nhỏ nhưng diễn ra trong thời gian dài vẫn góp phần vào quá trình bồi lắng ngang bờ. Do đó, đường bờ biển có xu hướng bồi lắng vào mùa hè. Để khắc phục hạn chế của mô hình đường bờ vào mùa hè, khi sóng có năng lượng rất thấp, với thông số đồng dạng sóng vỡ ξ_0 cao hơn 3,3, Ω_0 sẽ được gán một giá trị không đổi. Trong trường hợp này, vào mùa hè, bờ biển có xu hướng bồi lắng khi Ω (t) nhỏ hơn 0,8, đồng thời khi đó nhận thấy, ξ_0 thường lớn hơn 3,3. Vì vậy, vào những thời điểm này, Ω_0 được gán giá trị bằng 0,8 (Hình 5 (a) và (b)). Hình 5 (c) cho thấy vị trí đường bờ trong mô hình kết hợp với Ω_0 được điều chỉnh. Kết quả được cải thiện đáng kể và vị trí đường bờ được mô hình hóa rất gần với vị trí đường bờ đo được trong mùa hè (Hình 5 (c)) so với kết quả trước đó (Hình 4



Hình 4: (a) Chuỗi giá trị của $\Omega(t)$ theo thời gian (xanh), $\Omega_0(t)$ (cam) và đường bao. (b) Diễn biến đường bờ từ mô hình ShoreFor ngang bờ. Vị trí đường bờ đo đạc theo thời gian (chấm xanh), vị trí đường bờ từ mô hình ShoreFor (hồng).

(b)). Giá trị RMSE là 2,26 m, nhỏ hơn nhiều so với mô hình ShoreFor (RMSE = 3,28 m). Nhờ vậy mà mô hình cũng có thể mô phỏng được nhiều hơn các thay đổi đường bờ ở quy mô thời gian ngắn. Hình 5 (d) cũng chỉ ra sự dao động theo mùa từ đóng góp của mô hình dọc bờ tuy những dao động này là nhỏ so với đóng góp của mô hình ngang bờ.

KẾT LUẬN

Các kết quả từ mô hình kết hợp được hiệu chỉnh với trường sóng từ SWAN ở vị trí độ sâu 10m và tại điểm sóng vỡ có sự cải thiện khá nhiều so với mô hình ShoreFor. Đóng góp của mô hình dọc bờ đem đến sự mô phỏng thay đổi vị trí đường bờ được tốt hơn. Ngoài ra, diễn biến đường bờ theo mùa vốn là đặc điểm nổi bật của bờ biển Nha Trang cũng được mô tả rõ ràng hơn bởi sự đóng góp của chuyển tải bùn cát ngang bờ lẫn chuyển tải bùn cát dọc bờ.

Bên cạnh đó, chúng tôi đề xuất rằng giá trị của số Dean cân bằng nên được hiệu chỉnh khi sóng có năng lượng rất thấp ($\xi_0 > 3,3$). Giá trị của thông số bộ nhớ ϕ theo cách xác định thông thường không thể mô phỏng tốt quá trình bồi lắng vì Ω chịu ảnh hưởng nhiều bởi các giá trị Ω từ khoảng thời gian dài trước đó. Do đó, để cải thiện kết quả mô phỏng, số Dean cân bằng Ω_0 được gán giá trị không đổi khi thông số đồng dạng sóng vỡ ξ_0 lớn hơn 3,3 (surging breakers). Bằng cách đó, RMSE có giá trị nhỏ hơn đáng kể và vị trí đường bờ được mô hình hóa phù hợp hơn với vị trí đường bờ đo đạc.

Mặc dù mô hình kết hợp cho khả năng mô phỏng tốt hơn so với mô hình ngang bờ “thuần túy”, nó vẫn chưa mô phỏng được hết sự thay đổi của đường bờ trong các quá trình bồi tụ và xói mòn. Đây cũng là trường hợp gặp phải của các mô hình ngang bờ. Vấn đề này hoàn toàn do cách định nghĩa và xác định Ω_0 . Cách rất thô sơ mà chúng tôi đã làm để cải thiện kết quả mô hình đã cho thấy cách tính trung bình trọng số Ω_0 theo ϕ thay đổi theo thời gian và giá trị ϕ không đổi trong suốt chuỗi thời gian mô phỏng đường bờ cần được xem xét lại. Việc hiểu rõ hơn về ϕ và vai trò thực sự của ϕ cần được nghiên cứu kỹ hơn.

LỜI CẢM ƠN

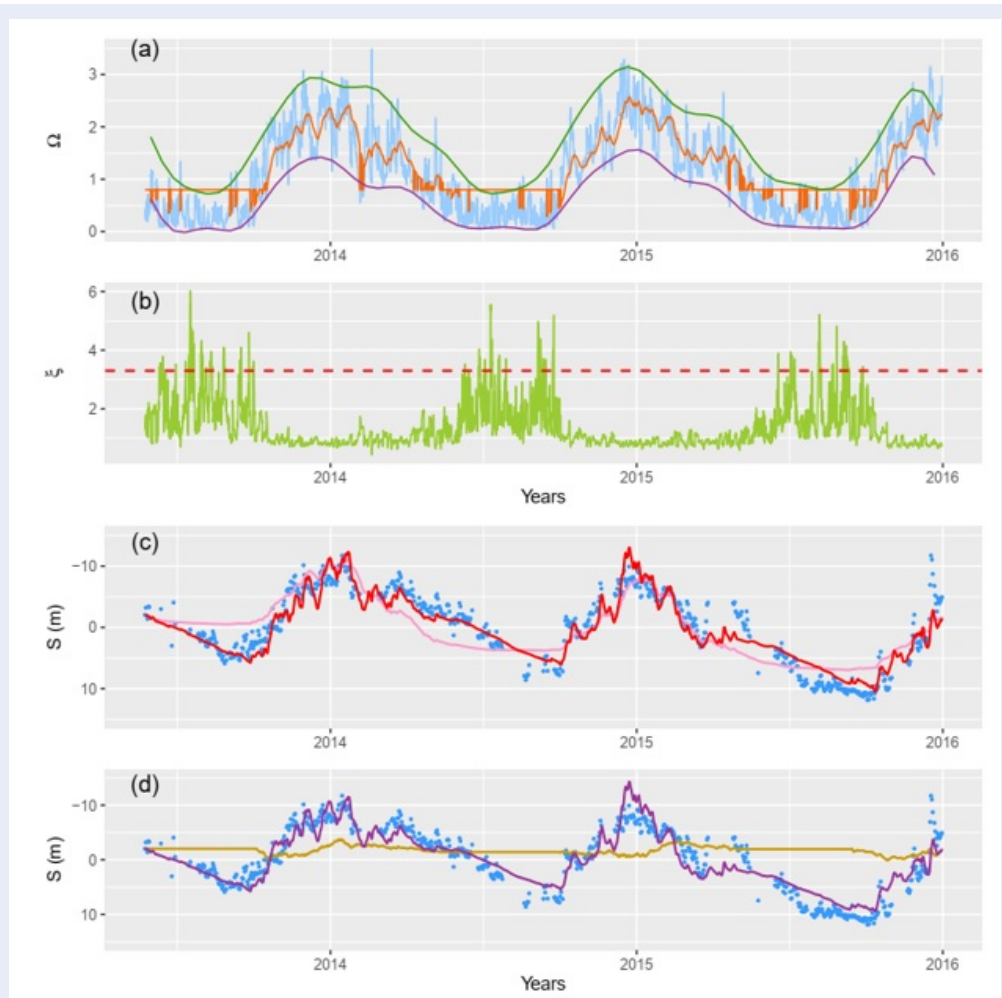
Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ Đề tài mã số C2021-20-42. Chúng tôi xin cảm ơn Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM đã hỗ trợ thời gian, phương tiện và cơ sở vật chất cho nghiên cứu này.

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Bài báo không có xung đột về lợi ích.

ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Ý tưởng khoa học: Eric Barthélemy
 Phương pháp: Eric Barthélemy, Nguyễn Thống, Hồ Tuấn Đức
 Thu thập, xử lý dữ liệu: Rafael Almar, Dương Hải Thuận, Patrick Marchesiolo, Trần Hải Yến
 Mô hình: Trần Hải Yến



Hình 5: (a) Chuỗi giá trị của $\Omega(t)$ (xanh), $\Omega_0(t)$ (cam) và đường bao. (b) Chuỗi giá trị của thông số đồng dạng sóng vỡ $\xi_0(t)$. (c) Diễn biến đường bờ từ mô hình kết hợp. Vị trí đường bờ đo đạc theo thời gian (chấm xanh), vị trí đường bờ từ mô hình kết hợp (đỏ), vị trí đường bờ từ mô hình ShoreFor (hồng). (d) Sự đóng góp của mô hình ngang bờ (tím) và của mô hình dọc bờ (vàng) trong mô hình kết hợp.

Viết bản thảo bài báo: Trần Hải Yến

Phân tích, đánh giá, nhận xét: Eric Barthélemy, Patrick Marchesielo, Rafael Almar, Trần Hải Yến.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Davidson & Turner. A behavioral template beach profile model for predicting seasonal to interannual shoreline evolution. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 114(F1). 2009; Available from: <https://doi.org/10.1029/2007JF000888>.
- Splinter, et al. A generalized equilibrium model for predicting daily to interannual shoreline response. *J. of Geophys. Res.: Earth Surface*. 2014;119(9):1936–1958. Available from: <https://doi.org/10.1002/2014JF003106>.
- Castelle, et al. Equilibrium shoreline modelling of a high-energy meso-macrotidal multiple-barred beach. *Marine Geology*. 2014;347:85–94. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2013.11.003>.
- Turki, et al. An equilibrium model to predict shoreline rotation of pocket beaches. *Marine Geology*. 2013;346:220–232. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2013.08.002>.
- Tran YH, et al. Combined longshore and cross-shore shoreline model for closed embayed beaches. *Coastal Engineering*. 2020;158:103692. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2020.103692>.
- Cheng NS. Simplified settling velocity formula for sediment particle. *Journal of hydraulic engineering*. 1997;123(2):149–152. Available from: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9429\(1997\)123:2\(149\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(1997)123:2(149)).
- Wright LD, et al. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. *Marine geology*. 1984;56(1):93–118. Available from: [https://doi.org/10.1016/0025-3227\(84\)90008-2](https://doi.org/10.1016/0025-3227(84)90008-2).
- Davidson MA, et al. A simple equilibrium model for predicting shoreline change. *Coastal Engineering*. 2013;73:191–202. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2012.11.002>.
- Pelnard-Considère R. Theoretical tests on the shoreline evolution of sand and gravel beaches. 1956;.
- Shore Protection Manual. Usace. Coastal Engineering Research Centre, Waterways Experimental Station, Vicksburg, USA. 1984;.

11. Stive M, Roelvink D, de Vriend H. Large-scale coastal evolution concept: the Dutch coast: paper no. 9. *Coast Eng.* 1991;1990:1962–1974. Available from: <https://doi.org/10.1061/9780872627765.150>.
12. Almar R, Marchesiello P, Almeida LP, Thuan DH, Tanaka H, et Viet NT. Shoreline response to a sequence of typhoon and monsoon events. *Water.* 2017;9(6):364. Available from: <https://doi.org/10.3390/w9060364>.

Empirical shoreline evolution modeling for Nha Trang beach

Yen Hai Tran^{1,2,*}, Eric Barthélemy³, Patrick Marchesiolo⁴, Rafael Almar⁴, Duc Tuan Ho^{1,2,5}, Thong Nguyen^{1,2}, Thuan Duong Hai⁶



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

¹Faculty of Civil Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology (HCMUT), 268 Ly Thuong Kiet Street, District 10, Ho Chi Minh City, Vietnam

²Vietnam National University Ho Chi Minh City, Linh Trung Ward, Thu Duc District, Ho Chi Minh City, Vietnam

³Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, LEGI, 38000, Grenoble, France

⁴IRD/LEGOS, 14 av. Edouard Belin, 31400 Toulouse, France

⁵Asian Centre for Water Research, Ho Chi Minh City University of Technology (HCMUT), 268 Ly Thuong Kiet Street, District 10, Ho Chi Minh City, Vietnam

⁶Faculty of Civil Engineering, Thuyloi University, Hanoi, Vietnam

Correspondence

Yen Hai Tran, Faculty of Civil Engineering, Ho Chi Minh City University of Technology (HCMUT), 268 Ly Thuong Kiet Street, District 10, Ho Chi Minh City, Vietnam

Vietnam National University Ho Chi Minh City, Linh Trung Ward, Thu Duc District, Ho Chi Minh City, Vietnam

Email: haiyen.tran@hcmut.edu.vn

History

- Received: 01-8-2021
- Accepted: 22-11-2021
- Published: 26-12-2021

DOI : 10.32508/stdjet.v4iS11.896



Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



ABSTRACT

Empirical data-driven models are increasingly being used to simulate shoreline evolution over time scales ranging from days to decades. For the empirical shoreline evolution modeling, the combined longshore and cross-shore modeling demonstrate the ability to improve the prediction skills for shoreline changes. This study focuses on the feasibility of the combined model with a case study of the embayed beach shoreline of Nha Trang, Vietnam. Nha Trang's climate is dominated by the tropical monsoon climate, so the beach changes here are strongly affected by this typical climate. The combined model applied in this study is a coupling of the cross-shore model and a longshore model. The combined model can provide the seasonal shoreline position fluctuations induced by the longshore contribution. Besides, it is realized that the very mild waves in summer induce strong accretion which the model cannot simulate. Therefore, a small modification of the equilibrium Dean number (Ω_0) in the ShoreFor cross-shore model is suggested to improve the accretion simulation.

Key words: empirical, shoreline model, erosion, accretion, beach

Cite this article : Tran Y H, Barthélemy E, Marchesiolo P, Almar R, Ho D T, Nguyen T, Hai T D. **Empirical shoreline evolution modeling for Nha Trang beach.** *Sci. Tech. Dev. J. – Engineering and Technology*; 4(S11):SI43-SI51.