

Tính toán chế độ sóng và vận chuyển trầm tích dọc bờ trong vịnh Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa

Vũ Công Hữu*, Đinh Văn Ưu

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 08 tháng 8 năm 2016

Chỉnh sửa ngày 26 tháng 8 năm 2016; Chấp nhận đăng ngày 16 tháng 12 năm 2016

Tóm tắt: Các bãi tắm phía bắc và nam của sông Cái của vịnh Nha Trang đã xảy ra quá trình xói trong những năm gần đây. Việc xác định chế độ thủy động lực và nguyên nhân gây xói cho các bãi tắm khu vực này hiện vẫn đang là bài toán mở và là đề tài cuốn hút nhiều nhà khoa học. Nghiên cứu này trình bày kết quả tính toán chế độ sóng trong 20 năm cho vịnh Nha Trang bằng mô hình phổ sóng dừng EBED và dòng vận chuyển trầm tích dọc bờ qua các mặt cắt theo phương pháp CERC cho các bãi tắm phía bắc và phía nam của sông Cái của vịnh. Kết quả tính toán cân bằng dòng vận chuyển dọc bờ cho thấy các khu vực có xu thế bồi xói và có thể tồn tại dòng rip (dòng ngang bờ). Các kết quả này có ý nghĩa tham khảo cho các nghiên cứu và tính toán về các quá trình ven bờ của vịnh Nha Trang.

Từ khóa: Bãi biển Nha Trang, CERC, sóng vỡ, vận chuyển dọc bờ, mô hình sóng EBED.

1. Mở đầu

Vịnh Nha Trang nằm ở phía đông thành phố Nha Trang, thuộc tỉnh Khánh Hòa, giới hạn phía bắc là mũi Kê Gà, phía nam là mũi Đông Ba. Vịnh Nha Trang là vịnh biển lớn thứ hai sau vịnh Vân Phong của tỉnh Khánh Hòa với diện tích khoảng 500 km². Đây cũng là một trong 29 vịnh đẹp nhất thế giới, là trung tâm du lịch và dịch vụ đang có tốc độ tăng trưởng nhanh của tỉnh Khánh Hòa nói riêng và khu vực Nam Trung Bộ nói chung. Vịnh Nha Trang có chiều dài khoảng 16 km và chiều rộng khoảng 13 km. Vịnh thông với biển ngoài qua hai cửa: cửa chính phía đông bắc, cửa nhỏ hơn phía đông nam. Nguồn nước ngọt chính đổ vào vịnh Nha

Trang là từ sông Cái. Bên cạnh những thế mạnh về du lịch, hiện tại khu vực bãi biển vịnh Nha Trang đang tồn tại một số hạn chế sau: a) Bãi biển chịu tác động của sóng lớn trong thời kỳ mùa đông, khi có bão và gió mùa đông bắc [1-2]; b) Bãi biển bị tác động bồi xói, biến đổi mạnh theo mùa [1-2]; c) bãi biển hẹp, có độ dốc lớn và sâu, gây bất lợi cho việc tắm biển vào thời kỳ mùa đông; d) Sự phát triển của các cồn ngầm ở cửa sông Cái tác động tới bãi tắm ở lân cận cửa [3].

2. Phương pháp mô phỏng

Khi sóng truyền từ vùng nước sâu vào vùng ven bờ, các quá trình biến đổi sóng thường biến đổi đáng kể do sự biến đổi của địa hình đáy như hiệu ứng nước nông, khúc xạ, sóng vỡ và kết

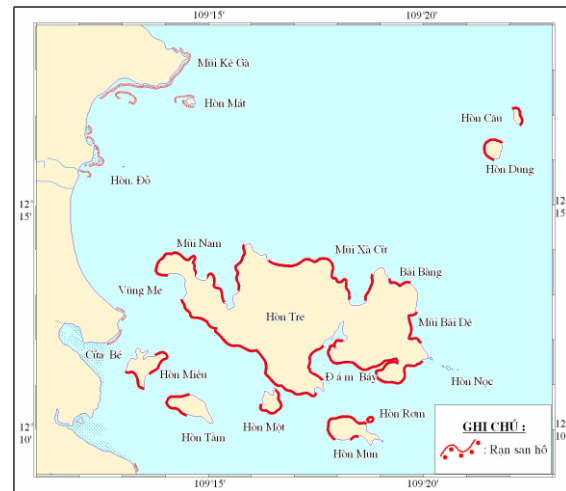
* Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-633041948
Email: vuconghuu80@gmail.com

quả dẫn đến sự biến đổi các đặc trưng sóng. Trường hợp phức tạp hơn nữa là xung quanh các công trình ven bờ. Trong những thập kỷ gần đây, mô hình sóng đã được nghiên cứu và phát triển mạnh mẽ. Mỗi một mô hình đều có những ưu và nhược điểm riêng. Cho đến nay, có thể phân các mô hình thành 2 loại là “các mô hình trung bình pha (phase-averaged models)” và “các mô hình xét theo pha thực (phase-resolving models)”.

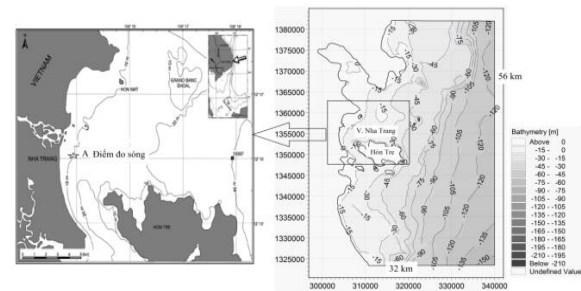
Các mô hình xử lý theo pha tính toán các đặc trưng sóng chi tiết trong miền thời gian bằng cách giải phương trình bảo toàn khối lượng và động lượng. Các mô hình được phát triển theo phương pháp này thường gọi là mô hình Boussinesq [4]. Một số cơ quan nghiên cứu đã phát triển thành các phần mềm chuyên dụng như DHI, Tuy nhiên, các mô hình loại này yêu cầu số lượng tính toán rất lớn và thường chỉ áp dụng với quy mô không gian nhỏ trong vùng nước nông.

Các mô hình trung bình pha bỏ qua những biến đổi của sóng trong pha sóng, chỉ xét đến biến đổi trung bình của sóng trong miền tần số dựa trên quan hệ cân bằng năng lượng hoặc cân bằng tác động. Loại mô hình này đặc biệt thích hợp với biến đổi hướng sóng trên quy mô không gian lớn do giảm khó khăn về mặt tính toán. Loại mô hình này có thể kể đến như SWAN model (Booij et al., 1999), STWAVE model (Smith et al., 1999) and WABED model (Linet et al., 2008) đã được áp dụng phổ biến ở cả vùng nước sâu và nước nông. Các tác giả Panchang và Demirbilek (1998) chỉ ra các loại mô hình dự báo sóng áp dụng trong vùng ven bờ sử dụng phương trình cân bằng năng lượng hay cân bằng tác động không trực tiếp mô tả được hiệu ứng nhiễu xạ và phản xạ. Tuy vậy, các quá trình này được bổ sung vào theo phương pháp gần đúng [5-6]. Nhóm tác giả P.T.Nam, L.X.Hoàn (2010) đã bổ sung hiệu ứng sóng cuộn, tương tác sóng dòng chảy. Mô hình đã được kiểm nghiệm dựa trên số liệu thí nghiệm của Bộ quốc phòng Mỹ [7].

Khu vực quan tâm là vịnh Nha Trang, tuy nhiên miền tính sóng được mở rộng lên cả phía bắc và xuống phía nam (Hình 2).

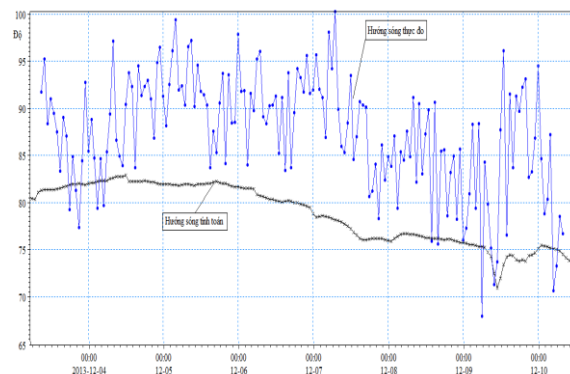


Hình 1. Vịnh Nha Trang.

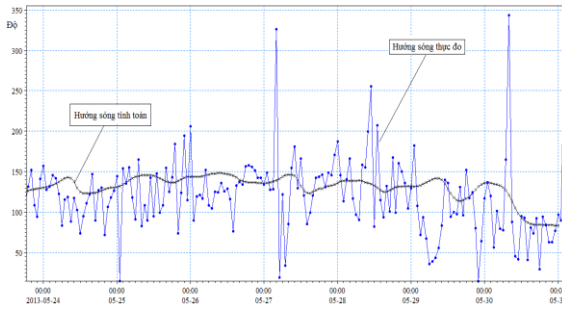


Hình 2. Miền tính sóng (trái) và khu vực vịnh Nha Trang (phải).

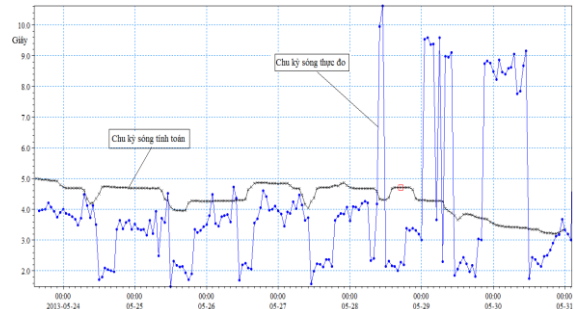
Mô hình sóng đã được hiệu chỉnh với số liệu thực đo trong các thời đoạn đặc trưng cho mùa đông và mùa hè. Các hình dưới đây minh họa cho thấy giữa kết quả tính toán và thực đo.



Hình 3. So sánh hướng sóng (thời đoạn mùa đông).



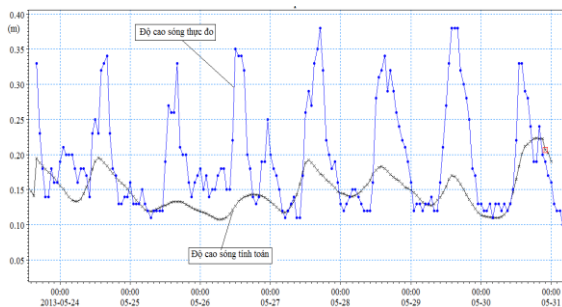
Hình 4. So sánh hướng sóng (thời đoạn mùa hè).



Hình 8 So sánh chu kỳ sóng (thời đoạn mùa hè).



Hình 5. So sánh độ cao sóng (thời đoạn mùa đông).



Hình 6. So sánh độ cao sóng (thời đoạn mùa hè).



Hình 7. So sánh chu kỳ sóng (thời đoạn mùa đông).

Tiếp theo, mô hình được sử dụng để tính toán mô phỏng trường sóng cho 20 năm với số liệu sóng ngoài khơi lấy từ nguồn số liệu sóng toàn cầu với ộp là 6h [8].

Tính toán các tham số sóng vỡ: Các tham số sóng vỡ nhạy cảm đối với các tính toán ven bờ. Trong nghiên cứu này, phương pháp tính trực tiếp dựa trên hệ phương trình bảo toàn năng lượng sóng kết hợp với quy luật biến đổi góc sóng của Snell được áp dụng [9].

$$H_m^2 C_{gm} \cos \theta_m = H_b^2 C_{gb} \cos \theta_b \quad (1)$$

$$\frac{\sin \theta_m}{C_m} = \frac{\sin \theta_b}{C_b}$$

Chỉ số m tương ứng sóng nước sâu. Chỉ số b tương ứng với sóng vỡ.

Công thức được sử dụng phổ biến nhất trong tính toán dòng vận chuyển dọc bờ là công thức CERC [10]. Phương pháp này dựa trên nguyên lý là thông lượng vận chuyển dọc bờ (tổng lơ lửng và di đáy) tỷ lệ với năng lượng sóng dọc bờ trên một đơn vị độ dài của bãi. Công thức CERC đã được hiệu chỉnh dựa trên dữ liệu hiện trường cho các bãi cát có dạng:

$$Q = a_1 C_{gb} H_b^2 \sin 2\theta_b \quad (2)$$

Với

$$a = \frac{K_1}{16 \left(\frac{\rho_s}{\rho} - 1 \right) (1 - p) (1.416)^{5/2}}$$

Với ρ là mật độ nước biển, ρ_s là mật độ cát, p là độ xốp của cát đáy, hệ số $K_1 = 0.37$.

Trong công thức CERC, các tham số quan trọng nhất là độ cao sóng vỡ và hướng sóng vỡ. Sai số độ cao sóng 10% dẫn đến sai số 25% đối với lượng vận chuyển.

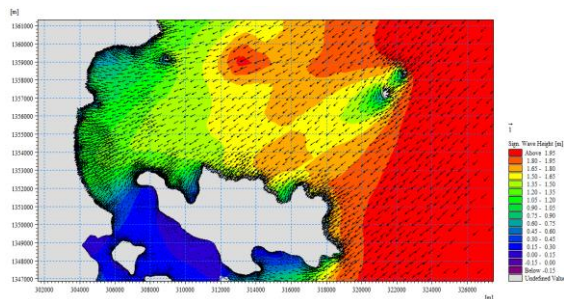
3. Kết quả tính toán trường sóng và VCDB

Kết quả tính toán cho thấy: Khu vực bãi tắm phía bắc (phía bắc cửa sông Cái) được che chắn và do vậy độ cao sóng rất nhỏ so với ngoài khơi. Tại khu vực bãi tắm phía nam cửa sông Cái, sóng ngoài khơi có hướng đông nam và hướng nam bị các đảo phía nam che chắn nên chỉ truyền vào khu bãi tắm qua eo biển giữa đảo Hòn Tre và đất liền. Do vậy, độ cao sóng nhỏ và hướng sóng có xu thế dọc bờ.

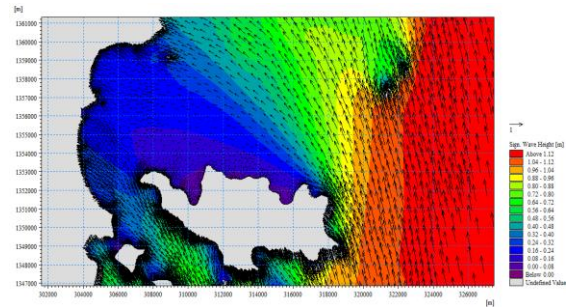
Ở phía nam cửa sông Cái, trong thời kỳ mùa hè, độ cao sóng lớn nhất đạt 0,6 m và trung bình từ 0,1 đến 0,4 m, hướng sóng chủ đạo là hướng đông nam, chu kỳ sóng nhỏ cỡ 3-4s. Như vậy, mùa hè chủ yếu là sóng do gió truyền từ phía nam tới. Tại các điểm phía bắc cửa sông Cái, trường sóng chủ yếu truyền từ phía cửa đông của vịnh. Do vậy, sóng trong khu vực này có cả hướng đông bắc và đông nam.

Khu vực bãi tắm phía nam cửa sông Cái, độ cao sóng lớn đáng kể so với sóng ngoài khơi. Hướng sóng có xu thế là đông đông bắc.

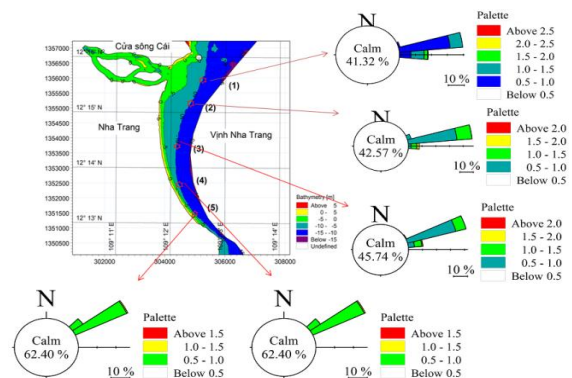
Khi sóng ngoài khơi có hướng đông truyền thẳng vào vịnh mà không bị che chắn của các đảo, chỉ còn ảnh hưởng của địa hình khi vào nước nông nên khu vực bãi tắm có hướng sóng vuông góc với bờ. Khu vực phía bắc vịnh hướng sóng có xu thế đông nam.



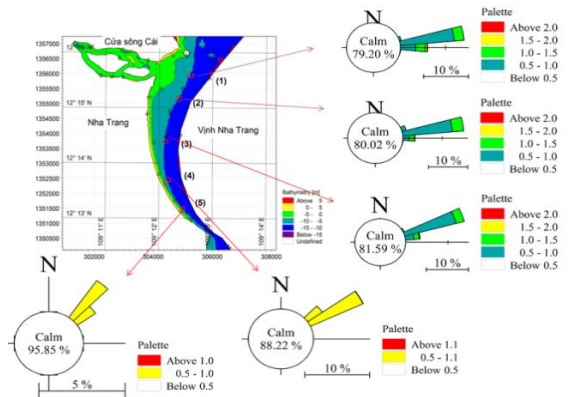
Hình 9. Trường sóng trong gió mùa đông bắc.



Hình 10. Trường sóng trong gió mùa tây nam.



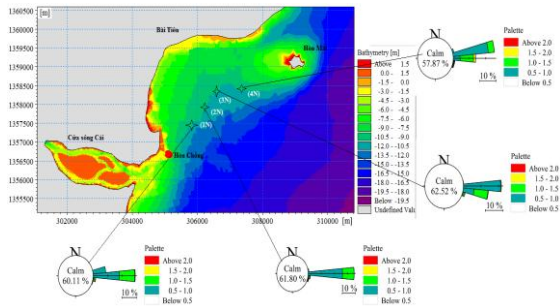
Hình 11. Hoa sóng mùa (phía nam cửa sông Cái).



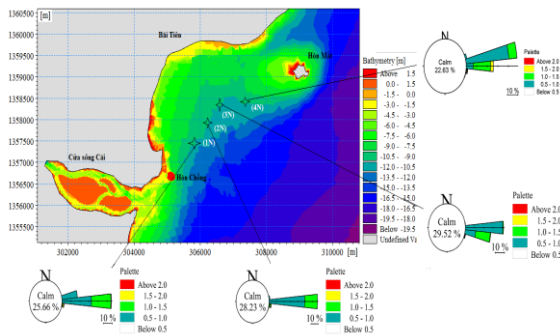
Hình 12. Hoa sóng mùa hè (phía nam cửa sông).

Các số liệu tính toán sóng, cũng như từ kết quả khảo sát cho thấy sóng trong mùa đông có đặc trưng chiều cao sóng đều lớn hơn hẳn so với mùa hè (luôn cao hơn 0,5m và có khi đạt hơn 2,0 m), và chu kỳ sóng trong khoảng 6s đến 10s, một số thời điểm lớn hơn 14s. Hướng sóng chủ đạo trên toàn vịnh là đông và đông bắc.

Kết quả về trường sóng cho thấy dải ven bờ phía bắc và nam cửa sông Cái đều thể hiện đặc trưng bất đối xứng theo mùa.



Hình 13. Hoa sóng mùa hè (phía bắc cửa sông).



Hình 14. Hoa sóng mùa đông (phía bắc cửa sông).



Hình 15. Các mặt cắt (bãi tắm phía bắc).

Kết quả tính toán dòng vận chuyển dọc bờ tại các mặt cắt của bãi tắm phía bắc của sông Cái cho thấy:

Từ mặt cắt MC1N đến MC2N dòng vận chuyển hướng lên phía bắc và tăng dần từ MC1N đến MC2N (giá trị âm).

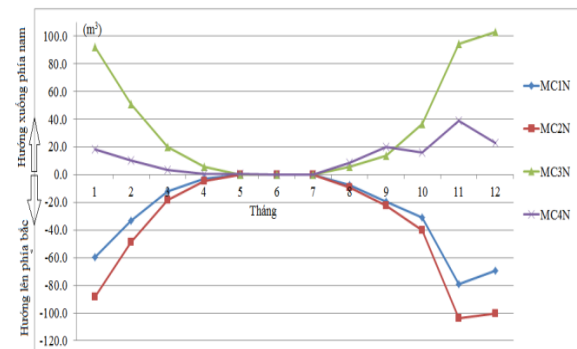
Từ mặt cắt MC4N về đến MC3N dòng vận chuyển hướng về phía nam (giá trị dương).

Dòng vận chuyển tại mặt cắt MC2N hướng lên phía bắc nhưng tại mặt cắt MC3N dòng vận chuyển lại hướng xuống phía nam.

Các tháng mùa hè, phần lớn độ cao sóng nhỏ hơn 0.5m. Do vậy, không xét đến tác dụng gây vận chuyển trầm tích. Tại mặt cắt MC4N, hướng sóng diễn biến phức tạp hơn do vị trí này gần Hòn Chông dẫn đến dòng vận chuyển dọc bờ cũng diễn biến phức tạp hơn.

Xét đến sự cân bằng trầm tích dọc bờ thì kết quả cho thấy: Dòng vận chuyển tăng dần từ MC1N đến MC2N. Như vậy, bãi trong khoảng này bị thiếu hụt trầm tích hay xu thế bãi bị xói. Tuy nhiên, khu vực MC1N có địa hình đáy đá góc lán ra biển, chưa có bãi, vật liệu ở đây thô, nhiều đá, khó bị xói. Như vậy, nếu nuôi bãi khu vực này cần chú ý đến nguy cơ thiếu hụt trầm tích do có xu thế bị xói.

Dòng vận chuyển tăng dần từ MC4N về đến MC2N. Như vậy, bãi trong khoảng này bị thiếu hụt trầm tích hay xu thế bãi bị xói. Tuy nhiên, khu vực MC4N có địa hình đáy đá góc lán ra biển, chưa có bãi, vật liệu ở đây thô, nhiều đá, khó bị xói. Như vậy, nếu nuôi bãi khu vực này cần chú ý đến nguy cơ thiếu hụt trầm tích do có xu thế bị xói.



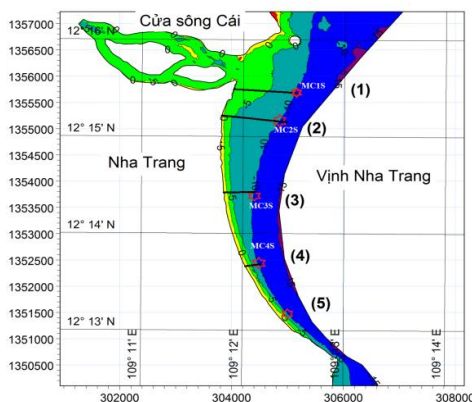
Hình 16. Dòng vận chuyển dọc bờ (các tháng).

Trong khoảng giữa MC2N và MC3N dòng vận chuyển có xu thế tụ vào giữa. Như vậy, về mặt cân bằng thì bãi trong khoảng này sẽ bồi. Nhưng trong thực tế, bãi ở khu vực này lại bị xói. Qua đó thấy rằng tồn tại vận chuyển ngang bãi có thể đóng vai trò đáng kể làm xói các bãi tắm trong một số giai đoạn trong năm, đặc biệt trong các điều kiện chịu tác động chính của bão và gió mùa mạnh.

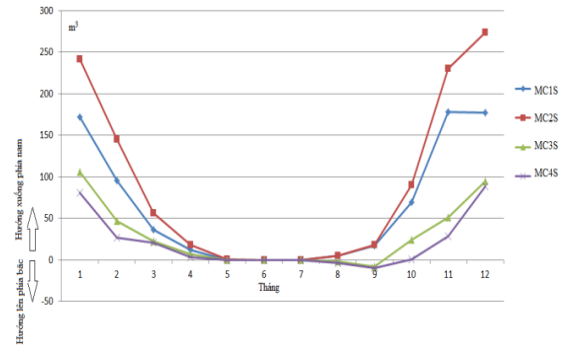
Dòng vận chuyển trầm tích dọc bờ có vai trò quan trọng trong biến đổi dài hạn bãi, tuy nhiên các dòng trầm tích ngang bờ xảy ra trong gió mùa mạnh và bão lại có vai trò quyết định trong quá trình hình thành đường bờ cân bằng và trắc ngang bờ cân bằng. Như vậy, để có được quy hoạch phát triển bền vững các bãi tắm, cần có sự kết hợp các dạng công trình hạn chế dòng bùn cát dọc bờ theo dạng các kè mỏ hàn kết hợp các công trình phá sóng làm suy giảm đối với các sóng lớn trong bão và gió mùa mạnh.

Kết quả tính toán dòng vận chuyển trầm tích dọc bờ tại các mặt cắt bãi tắm phía nam: Các vị trí mặt cắt được chọn nhằm giới các khu vực bãi tắm. Từ đó kết quả tính toán vận chuyển trầm tích qua các mặt cắt giúp xác định cân cân bằng vận chuyển dọc bờ.

Kết quả tính toán cho thấy sự mất cân bằng về dòng vận chuyển dọc bờ. Như vậy, tại các khu vực bãi tắm có xu thế bồi nhưng trong thực tế và phân tích diễn biến bãi lại thấy các bãi phía nam bị xói. Như vậy, tồn tại quá trình vận chuyển ngang bờ làm xói bãi phía nam trong các khung thời gian ngắn cục bộ do bão và gió mùa.



Hình 17. Vị trí các mặt cắt.



Hình 18. Dòng vận chuyển dọc bờ (các tháng).



Hình 19. Sơ đồ dòng vận chuyển dọc bờ.

Bãi tắm phía bắc, trước UBND (phía nam nhà khách 378) có dòng vận chuyển dọc bờ biến động theo mùa rõ ràng và đáng kể nhất. Đây là bãi tắm cần được cải tạo cho mục đích nâng cao khả năng và mức độ an toàn của bãi tắm.

Đối với bãi phía bắc Hòn chông, tính toán cho thấy khả năng dòng vận chuyển dọc bờ có xu thế gặp nhau tại khu vực trước Nhà Văn Hóa. Đây cũng là nơi có nhiều khả năng tạo ra dòng rip mang trầm tích đi ra phía ngoài không cho phép tích tụ trầm tích ven bờ dẫn đến hình thành bãi tắm.

4. Kết luận

Mô hình sóng đã được kiểm nghiệm với số liệu phòng thí nghiệm. Mặc dù kiểm nghiệm với 2 chuỗi số liệu thực đo sóng trong mùa hè

và mùa đông tại hiện trường cho kết quả tốt nhưng chỉ được xét với 2 khoảng thời gian ngắn. Tuy nhiên, việc kiểm nghiệm trong thực tế còn ít, cần có thêm số liệu sóng thực đo của khu vực này phục vụ cho việc hiệu chỉnh mô hình. Mô hình sóng ở đây là mô hình sóng dừng nên các kết quả tính sóng chỉ đáng tin cậy đối với vùng có địa hình đáy ít biến đổi theo thời gian nghĩa là từ vùng nước có độ sâu tới hạn vào bờ, kết quả có độ chính xác chưa cao. Tuy nhiên, việc tính toán vận chuyển trầm tích không phụ thuộc vào điều này do đặc trưng sóng tại mỗi một mặt cắt được lấy tại điểm nước có độ sâu ngoài vùng tới hạn (lớn hơn độ sâu tới hạn) và tính toán các đặc trưng sóng với theo phương pháp đã đề cập ở trên. Kết quả tính vận chuyển trầm tích dọc bờ theo phương pháp CERC mặc dù có độ chính xác không cao nhưng cho thấy xu thế của hiện tượng bồi và xói hoặc tồn tại dòng rip

Các kết quả của nghiên cứu này có ý nghĩa tham khảo trong nghiên cứu về biến đổi bãi biển, quy hoạch bãi tắm cho khu vực.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Khoa học Tự nhiên trong đề tài mã số TN.16-21. Các tác giả xin cảm ơn sự tài trợ này.

Tài liệu tham khảo

- [1] V.C. Hữu và nnk. Đặc trưng trường sóng và diễn biến đường bờ bãi tắm khu vực Vịnh Nha Trang Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Tập 31, Số 3S (2015).
- [2] Lê Đình Mậu, Nguyễn Văn Tuấn, Phạm Thị Phương Thảo. Đặc điểm phân bố các đặc trưng sóng tại vịnh Nha Trang trong các trường gió mùa điển hình. TTNCB, tập XVII, 9-17, 2010.
- [3] Đề tài Nghị định thư Việt-Pháp cấp nhà nước “Nghiên cứu chế độ thủy động lực và vận chuyển bùn cát vùng cửa sông và bờ biển vịnh Nha Trang – Khánh Hòa, 2013-2014”.
- [4] Madsen P A, Murray R, Sorensen O R. 1991. A new form of the Boussinesq equations with improved linear dispersion characteristics. Coastal Engineering, 15(4): 371(388).
- [5] Mase H. 2001. Multi-directional random wave transformation model based on energy balance equation. Coastal Engineering Journal, 43(4): 317(337).
- [6] Mase H, Oki K, Hedges T, et al. 2005. Extended energy balance equation wave model for multidirectional random wave transformation. Ocean Engineering, 32(8-9): 961(985).
- [7] Nam, T.P., Larson, M., Hanson, H., and Hoan, L.X. (2009). A numerical model of nearshore waves, currents and sediment transport. Coastal Engineering 56(2009), 1084-1096.
- [8] <http://apps.ecmwf.int/datasets/data/interim-full-daily/levtype=sfc/>.
- [9] Larson, M., Hoan, L.X., and Hanson, H. (2010). A direct formula to compute wave height and angle at incipient breaking. Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering, 136(2), 119-122.
- [10] Shore Protection Manual, US Army Corps of Engineers, 1984.

Calculation of Wave Regime and Longshore Sediment Transport in Nha Trang Bay, Khanh Hoa Province

Vu Cong Huu, Dinh Van Uu

VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam

Abstract: The north and south beaches of Cai river mouth of Nha Trang bay has been eroded significantly in recent years. The hydrodynamic regime and reason of beach erosion causing are still open problems and are subjected to many scientists. This research presents the results of calculation of

the 20 years wave regime for Nha Trang Bay using the steady-spectrum model (EBED) and longshore sediment transport by CERC method at cross-sections of the north and south beaches of Cai river mouth of Nha Trang bay. The result shows that the imbalance of longshore sediment transport and the trend of rip current may be occurred at beach areas. These results should have meaningful reference in the investigations of nearshore processes in Nha Trang bay.

Keywords: CERCE, EBED model, wave model, Nha Trang Wave, longshore sediment transport.