

Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển; Tập 18, Số 2; 2018: 124-133  
DOI: 10.15625/1859-3097/18/2/8785  
<http://www.vjs.ac.vn/index.php/jmst>

## ĐẶC ĐIỂM BIẾN ĐỔI HÌNH THÁI ĐỊA HÌNH BÃI BIỂN NHA TRANG, KHÁNH HÒA

**Trần Văn Bình<sup>\*</sup>, Nguyễn Đình Đoàn, Bùi Hồng Long,  
Phạm Bá Trung, Trịnh Minh Cường, Nguyễn Hữu Hải**

*Viện Hải dương học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam*  
<sup>\*</sup>E-mail: tranbinhion@gmail.com

Ngày nhận bài: 12-10-2016/ Ngày chấp nhận đăng: 3-1-2017

**TÓM TẮT:** Bài báo phân tích đặc điểm biến đổi hình thái địa hình bãi biển Nha Trang trên cơ sở so sánh các trắc diện địa hình bãi biển, với số liệu đo đạc từ tháng 7/2008 đến tháng 9/2016, cụ thể vào các thời kỳ gió mùa Đông Bắc và gió mùa Tây Nam tại các vị trí cố định. Đồng thời, cán cân trầm tích được tính toán và phân tích bằng phương pháp đường cong đẳng giá trị. Kết quả cho thấy, bãi biển được bồi tụ vào mùa gió Tây Nam và bị xói lở vào mùa gió Đông Bắc. Tuy nhiên, do thiếu hụt bồi tích nên bãi biển có xu thế thu hẹp. Bài báo còn phân tích một số ảnh hưởng của các công trình hiện diện tại bãi biển Nha Trang, như cầu cảng Vinpearl, cảng Hải Quân và các đập chắn trên lưu vực sông Cái khi xét đến nguồn cung cấp vật liệu bồi tích.

**Từ khóa:** Bãi biển, Nha Trang, hình thái địa hình, xói lở, cán cân vật liệu.

### MỞ ĐẦU

Bãi biển Nha Trang nằm ở phía tây vịnh Nha Trang, thuộc địa phận tỉnh Khánh Hòa, là một trong 29 vịnh biển đẹp nhất thế giới, có tiềm năng rất lớn về phát triển du lịch và các dịch vụ đi kèm, nơi đây có bãi tắm sạch đẹp kết hợp với sự hài hòa của các nguồn tài nguyên, cảnh quan thiên nhiên đã ban tặng, là điều kiện thuận lợi cho phát triển kinh tế xã hội của địa phương, trong khu vực cũng như cả nước. Hiện nay, do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu toàn cầu (nắng hạn kéo dài vào mùa khô, biến động về thời gian và lượng mưa vào mùa mưa,...) cùng với sự tác động của con người đã xây dựng các công trình thủy lợi (các đập chắn, hồ chứa trên các lưu vực sông...) đã làm thay đổi lượng nước sông ra biển, đồng thời ngăn cản phần lớn nguồn vật liệu bồi tích từ lục địa đưa ra cung cấp cho đới bãi. Vào mùa mưa, sóng biển do gió mùa Đông Bắc, áp thấp nhiệt đới cùng với hiện tượng triều cường,... đã tác

động mạnh đến vùng bờ làm cho bãi biển bị xói lở và có xu thế thu hẹp, dẫn đến thay đổi hình thái địa hình khu vực này, đặc biệt là xói lở mạnh tại các khu vực: Ủy ban Nhân dân (UBND) tỉnh, Công viên Bạch Đằng và Xóm Chụt (Phường Vĩnh Nguyên) [1]. Cho đến nay, các công trình nghiên cứu có liên quan đến vấn đề này còn rất ít. Chính vì vậy việc nghiên cứu hiện trạng và xu thế biến đổi bãi biển Nha Trang có ý nghĩa quan trọng, làm cơ sở đưa ra những dự báo, cảnh báo tới các cấp chính quyền địa phương, từ đó nhằm giảm thiểu tác động của tai biến xói lở bờ biển.

### TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

**Tài liệu.** Báo cáo tổng kết đề tài cấp Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam (2009) “Đánh giá tác động của các trường sóng trong gió mùa đến dải ven biển Nam Trung Bộ từ Phú Yên đến Bình Thuận và đề xuất các giải pháp giảm

*Đặc điểm biến đổi hình thái địa hình bãi biển...*

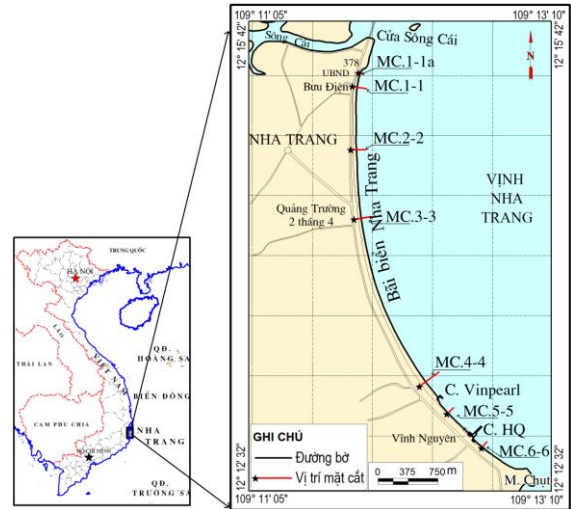
nhẹ thiệt hại phục vụ phát triển bền vững”. Chủ nhiệm TS. Bùi Hồng Long (Viện Hải dương học) và các tài liệu liên quan đã công bố.

Tài liệu từ các chuyến khảo sát thực địa, đo đạc chi tiết trắc diện địa hình bãi biển tại 6 mặt cắt bằng máy DGPS (Differential Global Positioning System) từ năm 2007 đến năm 2016 bao gồm các đợt khảo sát cụ thể: Tháng 11/2007, 8/2008, 3/2009, 11/2014, 4/2015, 7/2015 và 4/2016, do Viện Hải dương học chủ trì.

**Phương pháp nghiên cứu**

**Phương pháp khảo sát đo đạc.** Đã tiến hành khảo sát và thu mẫu trầm tích bãi biển, chụp hình ảnh tư liệu và đo trắc diện địa hình bãi biển bằng máy DGPS-ProMark2, tại các mặt cắt cố định dọc theo bãi biển Nha Trang, từ phía nam cửa sông Cái đến Mũi Chụt (hình 1). Việc thu mẫu trầm tích bãi được thực hiện tại vị trí chân bãi ở các mặt cắt cố định, đồng thời tiến hành đo đạc (đo lặp) trắc diện địa hình bãi tại 6 mặt cắt phân bố dọc bãi biển có vị trí cố định (bảng 1), là các vị trí có sự biến động bãi biển và cũng là nơi chịu tác động của các yếu tố động lực khác nhau như sóng, gió và dòng chảy ven bờ. Các mặt cắt này được dẫn từ mốc cao độ Nhà nước bằng máy DGPS-ProMark2, đồng thời đo đạc chi tiết tại các mặt cắt trong các khoảng thời gian khác nhau (mùa gió Đông Bắc, mùa gió Tây Nam). Đây là phương pháp

định lượng cho phép xác định sự biến động bãi biển theo mùa. Kết quả của các đợt khảo sát thực địa là những tài liệu, số liệu để tính toán và xây dựng các hình vẽ, ảnh chụp, mô tả, hình thái địa hình, đặc điểm thành phần vật chất và động lực phát triển địa hình, cùng với nguồn số liệu được tổng hợp làm kết quả kiểm chứng hiện trạng xói lở bờ biển. Từ đó tìm hiểu, đánh giá sự biến động bãi biển trong khu vực nghiên cứu theo thời gian.



Hình 1. Sơ đồ vị trí đo trắc diện địa hình bãi biển Nha Trang

Bảng 1. Tọa độ vị trí các trắc diện địa hình bãi biển

STT	Ký hiệu	Mặt cắt	Kinh độ Đông	Vĩ độ Bắc
1	MC.1-1a	1a	109°11'50,28"	12°15'21,08"
2	MC.1-1	1	109°11'48,63"	12°15'15,44"
3	MC.2-2	2	109°11'47,61"	12°14'49,99"
4	MC.3-3	3	109°11'49,54"	12°14'22,29"
5	MC.4-4	4	109°12'6,75"	12°13'31,26"
6	MC.5-5	5	109° 12'26,82"	12°13'3,18"
7	MC.6-6	6	109°12'41,17"	12°12'49,33"

**Phương pháp đường cong đẳng giá trị và phân tích cân cân trầm tích.** Phương pháp nghiên cứu cân cân vật liệu trầm tích ở khu bờ phổ biến nhất hiện nay là phương pháp so sánh từ các trắc diện ngang của sườn và những phần khô cạn của bãi biển trong khoảng thời gian đã biết. Tiến hành nội suy giữa những cặp trắc diện ngang cạnh nhau. Đường cong cân cân trầm tích thu được tương ứng là những biến đổi

đã xảy ra trong địa hình bãi biển. Để thực hiện phương pháp này, vùng nghiên cứu đã được tiến hành đo lặp vào lúc mực triều thấp nhất, với các lần đo khác nhau trên cùng một vị trí nhất định, các vị trí này được dẫn từ mốc cao độ Nhà nước. Đồng thời với phương pháp này để xử lý số liệu đo trắc diện ngang là thành lập những bình đồ các đường đẳng trị biến dạng của địa hình trong khoảng thời gian giữa các

lần đo đạc và có ý nghĩa đặc biệt khi phải xác định vị trí không gian của những biến đổi nào đó của cán cân trầm tích [2]. Từ kết quả tính toán, cho ta phân tích quá trình biến đổi đường bờ cũng như bãi biển diễn ra trên mỗi đoạn bờ theo thời gian.

### KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN Đặc điểm địa hình bãi biển Nha Trang.

Địa hình bãi biển Nha Trang có dạng cánh cung ôm lấy phần bờ phía tây vịnh Nha Trang, với chiều dài gần 6 km, được thành tạo do quá trình di chuyển bồi tích theo hai mùa khác nhau [3]. Do bãi nằm về phía nam cửa sông Cái nên địa hình thuộc dạng tích tụ cửa sông, sóng thông trị [4]. Bãi biển Nha Trang với các lợi thế về dịch vụ đô thị, cảnh quan thiên nhiên đẹp (Hòn Ông, Hòn Tre, Hòn Tằm, Hòn Lao, Hòn Mun, Hòn Hèo, Hòn Bông Nguyên, Hòn Góm) và loại hình du lịch biển đa dạng là một trong những trung tâm du lịch biển của Việt Nam. Chiều rộng bãi biển thay đổi theo mùa, mùa gió Đông Bắc thường không quá 20 m, mùa gió Tây Nam từ 25 - 30 m, có khi rộng hơn [5].

Thành phần vật liệu cấu tạo bãi biển chủ yếu là cát có cấp hạt từ nhỏ đến thô, ở phía bắc là cát hạt nhỏ đến hạt trung, ở phía nam là cát hạt trung đến hạt thô. Địa hình bãi biển thuộc dạng bãi tích tụ - xói lở do tác động của sóng chiếm ưu thế [6], do đó, bãi biển liên tục bị thay đổi theo mùa. Vào mùa gió Tây Nam bãi biển thường được bồi tụ, nâng cao thêm và mở rộng, còn vào mùa gió Đông Bắc thì ngược lại, bị xói lở - hạ thấp và thu hẹp.

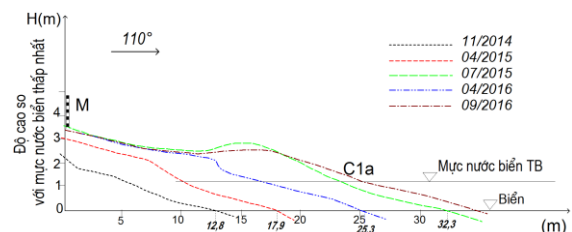
Về hình thái địa hình bãi biển thoải đều và nghiêng về phía biển, góc dốc trung bình của bãi từ 7 - 8°. Theo các mặt cắt ngang thì độ dốc địa hình bãi trên triều không lớn, vào mùa khô theo mặt cắt dọc thì hình thái địa hình bãi có xu thế thấp dần từ phía bắc xuống phía nam (đoạn từ UBND tỉnh đến Quảng Trường 2 tháng 4). Điều này cho thấy bãi bồi do sóng và gió là chủ yếu, từ phía nam Quảng Trường 2 tháng 4 đến cảng Vinpearl do ảnh hưởng của đảo chắn bờ (đảo Hòn Tre) nên bãi biển có phần ít bị biến đổi hơn. Tuy nhiên, tại đoạn bờ từ phía nam cảng Vinpearl đến Mũi Chụt, do không đủ nguồn cung cấp vật liệu cho đới bãi nên bãi biển hẹp và dốc hơn.

**Hiện trạng và xu thế biến đổi địa hình bãi biển.** Trong thời gian từ tháng 11/2007 đến

3/2009, khu vực bãi biển từ phía nam cầu Trần Phú đến Quảng Trường 2 tháng 4, với chiều dài đoạn bờ trên 2 km, trắc diện bãi biển đổi rõ rệt từ tháng 11/2007 (mùa gió Đông Bắc) đến tháng 8/2008 (mùa gió Tây Nam), bề rộng bãi thay đổi từ 5 - 9 m, có nơi lên tới 11 m (trước Bưu Điện tỉnh). Như vậy, hình thái bãi biển đổi theo mùa rất rõ, mùa gió Tây Nam bãi được bồi tụ nâng cao thêm và mở rộng, ngược lại vào mùa gió Đông Bắc bãi biển bị xói lở - hạ thấp và thu hẹp, hình thành dạng feston rất điển hình [7].

Sự biến đổi hình thái địa hình bãi biển theo thời gian, tại khu vực nghiên cứu được thể hiện trên các hình 2, 4, 5, 7, 9.

Tại mặt cắt 1a, đã thực hiện 5 lần đo trắc diện địa hình bãi biển (hình 2). Tính từ lần 1 (11/2014) là thời kỳ bãi biển ở đây đã bị xói lở mạnh nhất (hình 3a), do vậy, đến lần 2 (4/2015) đã được bồi lại là 5,1 m. Đến lần 3 (7/2015), bãi biển vẫn tiếp tục được bồi thêm là 14,4 m so với lần 2; nhưng đến lần 4 (4/2016) lại bị xói lở là 7,0 m. Đến lần 5 (9/2016) bãi biển được bồi tụ là 9,8 m so với lần 4. Tuy nhiên so với lần 3 thì bị xói lở phần bãi trên triều, bồi ở phần bãi triều. Như vậy, đây là khu vực bãi biển bị biến đổi mạnh mẽ theo mùa, xói lở diễn ra mạnh vào mùa gió Đông Bắc (hình 3a), ngược lại bồi tụ mạnh vào mùa gió Tây Nam (hình 3b).



Hình 2. Trắc diện địa hình bãi biển tại mặt cắt 1a (MC.1-1a), đoạn trước UBND tỉnh

Tại mặt cắt 1, đã được thực hiện 8 lần đo trắc diện địa hình bãi (hình 4). Theo kết quả xử lý số liệu đo đạc, tại đây tính từ lần 1 (11/2007) đến lần 2 (8/2008) bãi biển được bồi tụ là 4,1 m; đến lần 3 (3/2009) thì bãi biển đã bị xói mạnh xấp xỉ đạt 6,7 m so với lần 2; đến lần 4 (11/2014) bãi biển vẫn tiếp tục bị xói nhưng không đáng kể; đến lần 5 (4/2015) bãi biển vẫn tiếp tục bị xói lở thêm so với lần 3 (3/2009) xấp xỉ là 0,9 m; đến lần 6 (7/2015) bãi biển được bồi tụ lại xấp xỉ là 5,7 m so với lần 5; đến lần 7

*Đặc điểm biến đổi hình thái địa hình bãi biển...*

(4/2016) bãi biển bị xói lở là 5,9 m so với lần 6; đến lần 8 (9/2016) bãi biển được bồi tụ là 4,5 m so với lần 7. Tại đây, qua số liệu bẫy trầm tích

vào mùa gió Đông Bắc thì có dòng bồi tích dọc bờ xuống phía nam và mang ra chiếm ưu thế, vào mùa gió Tây Nam thì ngược lại.

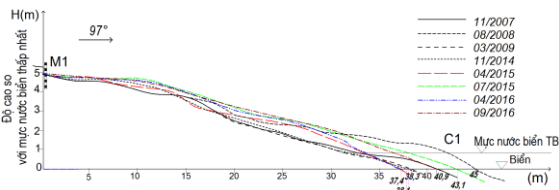


a)



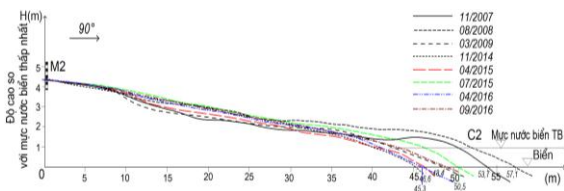
b)

**Hình 3.** Bãi biển bị xói lở mạnh tại khu vực UBND tỉnh Khánh Hòa vào thời kỳ gió mùa Đông Bắc (a - 3/2015) và bồi tụ lại vào thời kỳ gió mùa Tây Nam (b - 9/2016)



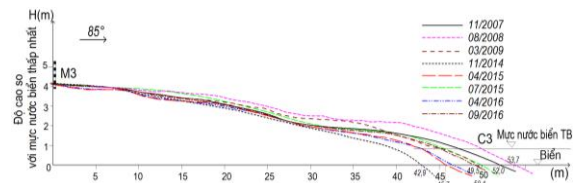
**Hình 4.** Trắc diện địa hình bãi biển tại mặt cắt 1 (MC.1-1), khu vực Buu Điện tỉnh

Tại mặt cắt 2, đã thực hiện 8 lần đo trắc diện địa hình bãi (hình 5). Từ lần 1 (11/2007) đến lần 2 (8/2008) bãi biển được bồi tụ là 3,4 m; đến lần 3 (3/2009) bãi biển đã bị xói là 8,7 m so với lần 2; đến lần 4 (11/2014) bãi biển ở đây vẫn tiếp tục bị xói thêm 3,0 m; đến lần 5 (4/2015) bãi biển ở đây được bồi tụ là 1,2 m so với lần 4; đến lần 6 (7/2015) bãi biển vẫn tiếp tục được bồi xấp xỉ 3,9 m; đến lần 7 (4/2016) bãi biển bị xói lở là 4,3 m so với lần 6; đến lần 8 (9/2016) bãi biển được bồi lại là 3,4 m.



**Hình 5.** Trắc diện địa hình bãi biển tại mặt cắt 2 (MC.2-2), đường Lý Tự Trọng

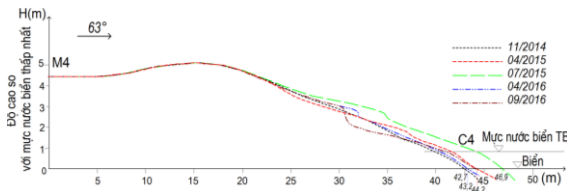
Tại mặt cắt 3, cũng đã thực hiện 8 lần đo trắc diện địa hình bãi (hình 6). Từ lần 1 (11/2007) đến lần 2 (8/2008) bãi biển được bồi tụ là 1,7 m; đến lần 3 (3/2009) bãi biển bị xói là 4,2 m so với lần 2; đến lần 4 (tháng 11/2014) bãi vẫn tiếp tục bị xói thêm 6,6 m; đến lần 5 (4/2015) bãi biển ở vị trí này được bồi lại là 2,8 m so với lần 4; đến lần 6 (7/2015) bãi biển vẫn tiếp tục được bồi xấp xỉ 4,2 m; đến lần 7 (4/2016) qua mùa gió Đông Bắc thì bãi biển ở đây bị xói lở là 3,6 m; đến lần 8 (9/2016) bãi biển được bồi lại xấp xỉ 2,7 m. Như vậy, bãi biển được bồi nâng cao thêm trong mùa gió Tây Nam, ngược lại xói lở và hạ thấp trong mùa gió Đông Bắc.



**Hình 6.** Trắc diện địa hình bãi biển tại mặt cắt 3 (MC.3-3), Quảng Trường 2 tháng 4

Tại mặt cắt 4, đã thực hiện 5 lần đo trắc diện địa hình bãi biển (hình 7). Từ lần 1 (11/2014) đến lần 2 (4/2015) bãi biển được bồi và mở rộng về phía biển xấp xỉ 1,5 m; đến lần 3

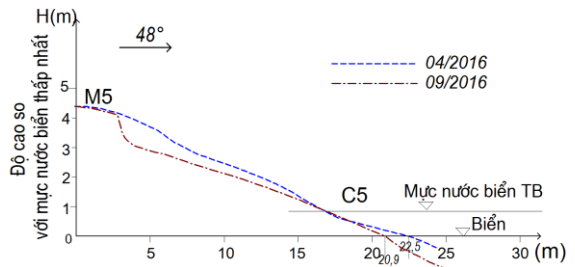
(7/2015), bãi biển vẫn tiếp tục được bồi thêm là 2,7 m so với lần 2; nhưng đến lần 4 (4/2016) thì bãi biển bị xói lở, đồng thời thu hẹp bãi và bờ dịch chuyển theo hướng giạt lùi vào đất liền xấp xỉ 3,7 m. Tại đây, vào thời điểm khảo sát 4/2016 thì bãi biển vẫn còn thể hiện vách xói lở cao từ 0,4 - 0,6 m, đến tháng 9/2016 thì vách xói lở trên bờ cát này vẫn tiếp tục hoạt động, bãi biển bị xói lở thêm 1,43 m đồng thời tạo ra vách xói lở cao hơn và phần vật liệu bị xói lở bãi trên được đưa xuống bồi ngay ở chân bãi triều thấp.



Hình 7. Trắc diện địa hình bãi biển tại mặt cắt 4 (MC.4-4), Công viên Thanh Niên

Tại mặt cắt 5, đã thực hiện 2 lần đo trắc diện địa hình bãi biển (hình 8). Tại đây, vào

mùa gió Đông Bắc, trước tháng 4/2016 thì bãi biển đã bị xói lở mạnh, sóng đã đánh sập bờ kè Công viên Bạch Đằng (hình 9b), sau khi sập bờ kè bãi biển ở đây đã có sự tác động của con người, đó là xây dựng kè bảo vệ bờ biển vào tháng 5/2016, đồng thời san ủi không còn bãi biển của tự nhiên. Mặc dù vậy, phần san ủi vật liệu cũng được sóng biển gia công và đưa đi, để lại các vách xói lở cao gần 1 m (hình 9a). Ngoài ra, tại chỗ không bị ảnh hưởng của con người, phía nam đoạn bãi này thì cũng để lại vách xói lở trên bờ cát. Như vậy, bãi biển ở đây vẫn có xu thế bị xói lở nhiều hơn.



Hình 8. Trắc diện địa hình bãi biển tại mặt cắt 5 (MC.5-5), Công viên Bạch Đằng

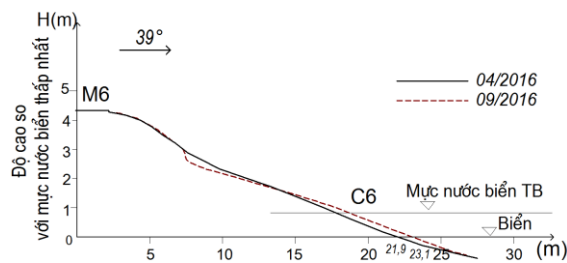


a)



b)

Hình 9. Xói lở bãi biển tại Công viên Bạch Đằng vào tháng 4/2016 (a) và tháng 9/2016 (b)



Hình 10. Trắc diện địa hình bãi biển tại mặt cắt 6 (MC.6-6), xóm Chút

Tại mặt cắt 6, đã thực hiện 2 lần đo trắc diện địa hình bãi biển (hình 10). Tính từ lần 1 (4/2016) là thời kỳ bãi biển đã trải qua mùa gió Đông Bắc và bị xói lở mạnh, thậm chí sóng biển đã đánh sập công trình, đến lần 2 (9/2016) thì bãi biển có sự xói lở-bồi tụ đan xen ngay trên đoạn bờ, đó là xói lở phần phía trên và bồi tụ ở phần chân bãi. Tuy nhiên, tại đoạn bờ này đã trải qua mùa gió Tây Nam, nhưng nếu xét về cân cân vật liệu bồi tích thì bãi biển không thấy

bồi tụ, do không có nguồn cung cấp vật liệu cho đới bãi.

**Cán cân trầm tích tại các trắc diện bãi biển Nha Trang.** Tương quan giữa lượng bồi tích đưa đến một đoạn ở khu bờ và lượng bồi tích mang đi gọi cán cân bồi tích [2]. Do đó, trên cơ sở xây dựng các trắc diện địa hình bãi biển tại các đoạn bờ khác nhau, tính toán lượng trầm tích bị đưa ra khỏi miền bờ hoặc thu về bằng cách lấy hai trắc diện chồng lên nhau mặt và sườn bãi để tính hiệu diện tích (tức là sự biến đổi của địa hình). Với kết quả tính toán như vậy, tại mỗi mặt cắt trên một mét độ dài đường bờ (đại diện cho một đoạn bờ), ta có thể tích tính bằng mét khối hoặc khối lượng trầm tích bị biến động để phân tích cán cân trầm tích trên mỗi đoạn bờ.

**Cán cân trầm tích theo mùa.** Việc tính toán cán cân trầm tích theo mùa được xác định qua 2 lần đo, vào mùa gió Đông Bắc và vào mùa gió Tây Nam hoặc ngược lại, kết quả được thể hiện tại bảng 2.

Tại bãi biển Nha Trang, từ UBND tỉnh đến Mũi Chụt biến đổi mạnh theo mùa và theo từng đoạn bờ, kéo theo đó là cán cân trầm tích trên từng đoạn bãi biển cũng bị thay đổi. Kết quả từ mặt cắt 1a (MC.1-1a) đến mặt cắt 6 (MC.6-6) cho thấy rằng: Tại vị trí mặt cắt 1a bãi biển bị biến động mạnh nhất theo thời gian từ 11/2014 đến 9/2016, do đó, các quá trình bồi tích mang vào và mang ra cũng có sự thay đổi rất lớn, còn tại các mặt cắt 1, 2, 3 và 4 ít biến động hơn. Sự biến động mạnh tại bãi biển Nha Trang do ảnh hưởng của gió mùa Đông Bắc và gió mùa Tây Nam. Vào mùa gió Đông Bắc, từ tháng 10 đến tháng 3 năm sau có hướng gió chủ đạo là bắc và đông bắc, thường có sóng lớn và dòng chảy có hướng từ bắc xuống nam [8, 9], dòng chảy mạnh nhất vào các tháng 10, 11 và 12, kết hợp với dòng chảy ven bờ sinh ra do sóng đã mang nguồn vật liệu từ bãi biển ra khỏi đới bãi dẫn đến hiện tượng xói lở, còn vào mùa gió Tây Nam thì ngược lại. Ngoài ra, do ảnh hưởng của thời tiết cực đoan như gió bão hoặc áp thấp nhiệt đới thường xảy ra vào mùa gió Đông Bắc cũng làm cho bãi biển bị biến động mạnh, thường thì các bãi biển ở đây bị xói lở đáng kể, cùng với đó là nguồn vật liệu được mang ra khỏi đới bãi một lượng khá lớn (bảng 2, tại MC.1-1, MC.2-2 và MC.3-3).

Tại mặt cắt 1a (MC.1-1a) trong khoảng thời gian khảo sát đo đạc từ tháng 11/2014 đến 4/2015 đã có hiện tượng bồi tụ, với lượng trầm tích đã mang vào tính cho một mét chiều dài đường bờ là  $13,8 \text{ m}^3$ , đến tháng 7/2015 thì quá trình bồi tụ vẫn tiếp tục diễn ra và lượng trầm tích tăng lên  $38,47 \text{ m}^3$ , nhưng đến tháng 4/2016 thì lượng trầm tích đã mang ra là  $18,7 \text{ m}^3$ . Đến tháng 9/2016 thì lượng trầm tích tại đây lại được mang vào là  $21,88 \text{ m}^3$  (bảng 2). Như vậy, vào mùa gió Đông Bắc, thời điểm mà lượng vật liệu bồi tích ở đây bị mang ra khỏi đới bãi nhiều nhất có thể vào các tháng 10, 11 và 12 là khoảng thời gian có dòng chảy ven bờ từ bắc xuống nam đạt giá trị cực đại. Ngoài ra, sóng hướng đông bắc phát triển vào các tháng 10, 11, 12, 1, 2 và 3, sóng hướng đông nam phát triển vào các tháng 6, 7, 8 và 9 [8]. Điều này cho thấy rằng, quá trình mang nguồn vật liệu ra khỏi đới bãi có thể bắt đầu vào thời điểm cuối tháng 9 hoặc đầu tháng 10 và kết thúc vào cuối tháng 1 hoặc đầu tháng 2, do đó vào khoảng tháng 3 đã xuất hiện quá trình bồi tích trở lại và bãi biển ở đây cũng đã được bồi tụ đáng kể.

Tại mặt cắt 1 (MC.1-1) trong khoảng thời gian từ 11/2007 đến 8/2008 thì lượng cân bằng trầm tích được mang vào bãi là  $18,13 \text{ m}^3$ , đến tháng 3/2009 thì lượng cân bằng trầm tích được mang ra là  $21,26 \text{ m}^3$ , lớn hơn lượng cân bằng trầm tích được mang vào bãi ở thời kỳ trước đó. Tại đây, có thể thấy rằng cán cân trầm tích không cân bằng giữa mùa gió Tây Nam và mùa gió Đông Bắc. Mùa gió Đông Bắc thường có bão lũ và các hiện tượng thời tiết cực đoan, như sóng và gió mạnh đã làm cho bãi biển bị biến đổi mạnh [10]. Chẳng hạn, trong thời gian từ 8/2008 đến tháng 3/2009 thì vùng nghiên cứu đã bị ảnh hưởng của cơn bão số 7 có tên quốc tế là Mekkhala, đổ bộ vào nước ta ngày 30 tháng 9 năm 2008, làm cho bãi biển ở đây bị ảnh hưởng dẫn đến biến đổi mạnh, cụ thể là bãi biển đã mang ra với lượng trầm tích khá lớn, còn trong khoảng thời gian gần đây, từ tháng 11/2014 đến tháng 7/2015 là quá trình cân bằng mang vật liệu trầm tích vào bãi và từ tháng 7/2015 đến 9/2016 là quá trình cân bằng mang ra.

Tại mặt cắt 2 và mặt cắt 3 cũng tương tự như mặt cắt 1, quá trình cân bằng mang vào trầm tích trong mùa gió Tây Nam và cân bằng mang ra trong mùa gió Đông Bắc, nhưng lượng trầm tích cân bằng mang ra luôn lớn hơn so với

lượng cân bằng mang vào, hay nói cách khác bãi biển có xu thế xói lở và thu hẹp.

*Bảng 2. Lượng cân bằng trầm tích mang ra hoặc mang vào tại các trắc diện bãi biển theo mùa*

Vị trí	Thời gian giữa hai lần đo	Cán cân trầm tích (m <sup>3</sup> )
MC.1-1a	11/2014 đến 4/2015	+13,8
	4/2015 đến 7/2015	+38,47
	7/2015 đến 4/2016	-18,7
	4/2016 đến 9/2016	+21,88
	11/2007 đến 8/2008	+18,13
MC.1-1	8/2008 đến 3/2009	-21,26
	3/2009 đến 11/2014	-0,96
	11/2014 đến 4/2015	+5,28
	4/2015 đến 7/2015	+16,04
	7/2015 đến 4/2016	-9,34
MC.2-2	4/2016 đến 9/2016	+7,63
	11/2007 đến 8/2008	+19,35
	8/2008 đến 3/2009	-28,24
	3/2009 đến 11/2014	-1,0
	11/2014 đến 4/2015	-5,22
MC.3-3	4/2015 đến 7/2015	+18,52
	7/2015 đến 4/2016	-12,96
	4/2016 đến 9/2016	+5,78
	11/2007 đến 8/2008	+17,42
	8/2008 đến 3/2009	-16,13
MC.4-4	3/2009 đến 11/2014	-19,1
	11/2014 đến 4/2015	+5,25
	4/2015 đến 7/2015	+13,24
	7/2015 đến 4/2016	-12,88
	4/2016 đến 9/2016	+7,62
MC.4-4	11/2004 đến 4/2015	+1,24
	4/2015 đến 7/2015	+11,94
	7/2015 đến 4/2016	-12,89
	4/2016 đến 9/2016	-2,14

*Ghi chú:* Dấu (+) mang vào hoặc bồi tụ, dấu (-) mang ra hoặc xói lở.

Như vậy, đoạn bãi biển từ mặt cắt 1 đến mặt cắt 3, với số liệu từ tháng 11/2007 đến tháng 9/2016 cho thấy rằng: Trong khoảng thời gian từ tháng 11/2007 đến 3/2009, bãi biển đã bị biến đổi rất mạnh, vào mùa gió Tây Nam bãi biển được bồi tụ, ngược lại vào mùa gió Đông Bắc thì bãi biển bị xói lở. Nếu xét về cán cân trầm tích thì bãi biển tại đoạn bờ này đã diễn ra thiếu hụt trầm tích rất lớn, có xu thế xói lở nhiều hơn. Trong thời gian từ tháng 11/2014 đến 7/2015 thì bãi biển luôn diễn quá trình tích

tụ, bởi nếu xét từ tháng 11/2014 đến 4/2015 thì trong tháng 11/2014 bãi biển đã và đang bị xói lở, để bãi biển trở lại xu thế cân bằng động thì đến tháng 4/2015, trước thời điểm nay đã có hiện tượng bồi tích trở lại, do đó, tại đây vật liệu bồi tích được thu vào với lượng đáng kể (bảng 2).

Tại mặt cắt 4 (MC.4-4), trong thời gian từ 4/2015 đến 7/2015 là thời kỳ gió mùa Tây Nam, lượng cân bằng trầm tích được mang vào bãi là 11,94 m<sup>3</sup>. Qua thời kỳ gió mùa Đông Bắc, đến tháng 4/2016 thì lượng cân bằng trầm tích đã được mang ra đạt 12,89 m<sup>3</sup> và đến tháng 9/2016 thì lượng cân bằng trầm tích vẫn tiếp tục được mang ra. Như vậy, lượng trầm tích tại vị trí này được mang vào ít hơn so với lượng đã đưa ra, điều này dẫn đến thiếu hụt bồi tích cho khu bờ hoặc cán cân trầm tích không cân bằng giữa hai mùa.

Tại mặt cắt 5 và mặt cắt 6, là đoạn bãi biển phía nam cầu cảng Vinpearl, tuy chưa đủ số lần đo lặp để xét về cán cân trầm tích, nhưng có thể thấy rằng bãi biển có xu thế bị xói lở (hình 8, 9 và 10). Tại đây, bãi biển tương đối dốc, không đủ vật liệu bồi tích cung cấp cho bãi, bởi vì vào mùa gió Đông Bắc dòng bồi tích dọc bờ di chuyển từ bắc xuống nam bị chặn bởi công trình cầu cảng Vinpearl, còn vào mùa gió Tây Nam thì ngược lại, nhưng ở phía nam không có nguồn vật liệu bồi tích cung cấp cho đơi bãi, trong khi đó bãi biển chịu tác động của sóng lớn trong mùa gió Đông Bắc dẫn đến thiếu hụt bồi tích, nên xảy ra hiện tượng xói lở bãi biển.

**Cán cân trầm tích theo chu kỳ năm.** Việc tính toán cán cân trầm tích theo chu kỳ năm được xác định qua 2 lần đo có khoảng thời gian trùng nhau trong năm, có nghĩa từ mùa gió Đông Bắc năm trước đến mùa gió Đông Bắc năm sau hoặc từ mùa gió Tây Nam năm trước đến mùa gió Tây Nam năm sau, kết quả được thể hiện tại bảng 3.

Bãi biển Nha Trang, đoạn từ UBND đến cầu cảng Vinpearl có chiều dài gần 4,5 km, nhưng chỉ có đoạn bãi trước UBND tính với chiều dài gần 200 m luôn có sự dư thừa bồi tích, cụ thể tại mặt cắt 1a (MC.1-1a), còn trên suốt chiều dài đoạn bờ từ mặt cắt 1 (MC.1-1) đến mặt cắt 4 (MC.4-4) luôn diễn ra thiếu hụt bồi tích, dẫn đến bãi biển bị biến đổi và có xu thế thu hẹp. Lượng trầm tích thiếu hụt cũng

khác nhau trên mỗi đoạn bờ, chứng tỏ cơ chế di chuyển bồi tích dọc bờ trên mỗi đoạn bờ cũng khác nhau, năng lượng sóng và dòng chảy ven bờ phụ thuộc vào cấu trúc nền đáy địa hình cũng như về hình thái địa hình trong khu vực.

Bảng 3. Lượng cân bằng trầm tích mang ra hoặc mang vào tại các trắc diện bãi biển theo chu kỳ năm

Vị trí	Thời gian giữa hai lần đo	Cán cân trầm tích (m <sup>3</sup> )
MC.1-1a	4/2015 đến 4/2016	+18,7
	11/2007 đến 11/2014	-5,45
MC.1-1	3/2009 đến 4/2015	-2,62
	8/2008 đến 7/2015	-3,88
	4/2015 đến 4/2016	+7,21
MC.2-2	11/2007 đến 11/2014	-11,30
	3/2009 đến 4/2015	-2,33
	8/2008 đến 7/2015	-11,32
MC.3-3	4/2015 đến 4/2016	+5,63
	11/2007 đến 11/2014	-17,91
	3/2009 đến 4/2015	-7,56
MC.4-4	8/2008 đến 7/2015	-17,42
	4/2015 đến 4/2016	-0,69
	4/2015 đến 4/2016	-2,35

Ghi chú: Dấu (+) mang vào hoặc bồi tụ, dấu (-) mang ra hoặc xói lở.

Tại mặt cắt 1a (MC.1-1a) luôn diễn ra sự thay đổi lớn về cán cân trầm tích ở khu bờ, bởi vì phía bắc mặt cắt 1a là một góc lõm. Tại đây, theo cơ chế lấp góc lõm vào của bờ: Đường bờ tạo nên một chỗ ngoặt gấp về phía biển tại nhà nghỉ 378. Vào mùa gió Tây Nam, sóng lan truyền tới bờ trên đoạn phía nam Bưu Điện tỉnh dưới một góc nhọn, do đó, trên đoạn bờ từ UBND tỉnh trở về phía bắc bờ đã đổi hướng tại nhà nghỉ 378 và sóng tới bờ dưới một góc gần như vuông. Như vậy, trên đoạn bãi này thì tốc độ di chuyển dọc bờ chậm hơn, trong khi đó đoạn ở phía nam, từ Bưu Điện đến UBND tỉnh bồi tích vẫn được di chuyển với tốc độ ổn định, nên ở đây bắt đầu xảy ra sự lắng đọng bồi tích mạnh, hoặc tại đây là điểm hội tụ dòng vào mùa gió Tây Nam [8]. Chuyển động của bồi tích dọc lên phía bắc nhà nghỉ 378 chỉ có thể xảy ra khi đỉnh của dạng tích tụ được tạo thành đã đạt tới mức cân bằng. Dạng tích tụ tại mặt cắt 1a chỉ xuất hiện vào mùa gió Tây Nam. Bởi vì, Dạng tích tụ này có đường biên trong gần

liền hoàn toàn với bờ có kè biển, nên nó được xếp vào các dạng tích tụ gắn liền với bờ. Điều này cũng tương tự như tại các đoạn bờ phía nam cảng Vinpearl và phía nam cảng Hải Quân, nhưng tại các đoạn bờ này không đủ nguồn vật liệu cung cấp cho quá trình tích tụ và bồi lấp góc trong mùa gió Tây Nam. Vào mùa gió Đông Bắc thì quá trình di chuyển bồi tích từ phía bắc xuống phía nam đã bị chặn bởi công trình cầu cảng nên tại đây xảy ra thiếu hụt bồi tích. Ngoài ra, địa hình đáy ven bờ tương đối dốc, chịu tác động trong điều kiện sóng lớn kết hợp với triều cường thì sự thiếu hụt bồi tích càng lớn dẫn đến bãi biển bị xói lở mạnh và bờ kè bị phá sập theo cơ chế hàm ếch [1].

Đoạn bãi biển từ mặt cắt 1 (MC.1-1) đến mặt cắt 4 (MC.4-4) có tổng lượng trầm tích mang ra lớn hơn mang vào, dẫn đến luôn xảy ra thiếu hụt bồi tích, do đó bãi biển có xu thế bị xói lở (bảng 3). Như vậy, vào mùa gió Đông Bắc thì có hướng gió thịnh hành là hướng Đông Bắc, đoạn bờ phía nam cửa sông Cái đến cảng Hải Quân bị sóng tác động mạnh với độ cao sóng xấp xỉ từ 1,0 - 1,5 m. Dòng chảy dọc bờ do sóng có hướng chảy từ phía bắc xuống phía nam, tốc độ lớn nhất xuất hiện tại khu vực phía nam cửa sông Cái đến Quảng Trường 2 tháng 4, dòng chảy ven bờ là nhân tố quan trọng trong việc vận chuyển vật liệu dọc bờ [8], đồng thời gây ra hiện tượng xói lở bãi biển. Vào mùa gió Tây Nam, có hướng gió chính là đông nam, trong thời kỳ này dòng chảy dọc bờ do sóng do nhào gây ra có hướng chảy từ phía nam lên phía bắc và tốc độ lớn nhất tại đoạn từ Quảng Trường 2 tháng 4 đến UBND tỉnh, tại khu vực trước UBND tỉnh là điểm hội tụ dòng và cũng là nơi được bồi tụ đáng kể.

Nhìn chung, tại bãi biển Nha Trang luôn diễn ra hai quá trình bồi-xói vào hai mùa khác nhau: 1) Là quá trình tích tụ và mở rộng bãi ra phía biển vào mùa gió Tây Nam; 2) Là quá trình xói lở và thu hẹp bãi trong mùa gió Đông Bắc. Tuy nhiên, theo kết quả khảo sát và đo đạc đã cho thấy rằng, trong những năm gần đây bãi biển đang có sự thiếu hụt vật liệu bồi tích, mặc dù vào mùa gió Tây Nam có hiện tượng bồi tích trên dọc bãi biển, nhưng dòng bồi tích đưa vào không đủ bù lại lượng bồi tích đã mang ra khỏi bãi biển trong mùa gió Đông Bắc. Chỉ riêng tại đoạn bãi biển trước UBND tỉnh, trong thời gian từ năm 2014 đến năm 2016 có sự biến



động rất lớn theo mùa, nhưng không xảy ra hiện tượng thiếu hụt bồi tích bởi quá trình xói lở vào mùa gió Đông Bắc đến chân bờ kè kiên cố, tại đây hầu như không còn bãi biển, trong khi đó bắt đầu thời kỳ gió mùa Tây Nam thì lại được bồi tụ mạnh.

## KẾT LUẬN

Bãi biển Nha Trang biến đổi tương đối rõ ràng theo thời gian. Vào mùa gió Đông Bắc bãi chịu tác động mạnh của sóng lớn nên bị xói lở mạnh, hạ thấp và thu hẹp, ngược lại vào mùa gió Tây Nam bãi được bồi tụ và mở rộng về phía biển. Tuy nhiên, đoạn từ cầu cảng Vinpearl đến mũi Chụt, do ảnh hưởng của cầu cảng đã ngăn chặn dòng bồi tích dọc bờ di chuyển từ bắc xuống nam, dẫn đến thiếu hụt trầm tích làm cho bãi biển bị xói lở mạnh.

Việc xác định cân cân trầm tích qua số liệu từ năm 2007 đến 2016 cho thấy bãi biển đang dần thu hẹp. Cân cân trầm tích đang ở trạng thái thiếu hụt, bởi lượng cân bằng trầm tích mang vào bãi luôn ít hơn lượng cân bằng mang ra, điều này chứng tỏ rằng bãi biển đang có xu thế xói lở do cân cân vật liệu không cân bằng giữa mùa gió Tây Nam và mùa gió Đông Bắc.

Hiện nay, nguồn cung cấp trầm tích cho bãi biển Nha Trang đã bị hạn chế, bởi vì sông Cái nằm ở phía bắc bãi, là nguồn cung cấp vật liệu chính cho bãi, nhưng bị ảnh hưởng bởi các công trình đập thủy lợi, khai thác cát,... đã làm giảm tải nguồn vật liệu đưa ra, dẫn đến bãi bị xói lở. Ngoài ra, các công trình ven bờ như cầu cảng và các hoạt động lấn biển, làm ảnh hưởng không ít đến quá trình vận chuyển bồi tích dọc bờ, dẫn đến khu bờ phía nam vịnh Nha Trang bị thiếu hụt lớn nguồn vật liệu cung cấp nên bãi biển bị xói lở mạnh.

**Lời cảm ơn:** Tập thể tác giả xin trân trọng cảm ơn sự hỗ trợ từ đề tài cấp cơ sở Viện Hải dương học năm 2016. “Nghiên cứu đánh giá hiện trạng bãi và sự biến đổi đường bờ khu vực bãi biển Nha Trang” của phòng Địa chất-Địa mạo biển và đề tài cấp tỉnh Khánh Hòa “Xác định các khu vực có khả năng cải tạo, phát triển bãi tắm nhân tạo và đề xuất các phương án bảo vệ bãi tắm tự nhiên trong vịnh Nha Trang” đã cung cấp số liệu. Chúng tôi cũng gửi tới đồng nghiệp lời cảm ơn vì những đóng góp quý giá để hoàn thành bài báo này.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Đình Mậu, Trần Văn Bình, 2016. Bước đầu đánh giá nguyên nhân gây xói lở bờ biển phường Vĩnh Nguyên, Nha Trang. *Tạp chí Khoa học Công nghệ và Môi trường Khánh Hòa*, Số 4, Tr. 19-21.
2. O. K., Leontyev, L. G., Nikiforv, G. A., Xafianov, 1975. Địa mạo bờ biển. *Nxb. MGU, Moskva*, 336 tr. Biên dịch: Bộ môn Địa mạo, Khoa Địa lý, Trường Đại học Khoa học tự nhiên, Hà Nội.
3. Nguyễn Thanh Sơn, Nguyễn Tiết, 1981. Địa mạo bờ biển Phú Khánh. *Tuyển tập nghiên cứu biển*, Tr. 155-164.
4. Võ Thịnh, Phan Đông Pha, Nguyễn Xuân Huyền, Vũ Văn Phái, Tống Phúc Tuấn, Lê Đình Nam, Trần Xuân Lợi, Trần Hoàng Yên, Vũ Lê Phương, Dương Tuấn Ngọc, 2013. Các kiểu bờ biển khu vực Phú Yên - Khánh Hòa và vấn đề dự báo xu thế biến động bờ biển trong bối cảnh mực nước biển dâng. *Tuyển tập báo cáo khoa học, Hội nghị khoa học địa chất biển toàn quốc lần thứ 2*. Tr. 251-259.
5. Trịnh Thế Hiếu, 1981. Đặc điểm trầm tích các bãi cát hiện đại ven bờ biển Phú Khánh. *Tuyển tập nghiên cứu biển*, Tập II-2, Tr. 165-178.
6. Trần Văn Bình, Nguyễn Đình Đán, Phạm Bá Trung, Trịnh Minh Cường, 2015. Đặc điểm địa mạo vịnh Nha Trang và khu vực lân cận. *Tuyển tập nghiên cứu biển*, Tập 21, Số 2, Tr. 42-54.
7. Trần Văn Bình, Trịnh Thế Hiếu, 2010. Sự biến đổi hình thái địa hình bãi và đường bờ tại một số khu vực bờ biển Nam Trung Bộ theo thời gian (2007 - 2008). *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển*, 10(2), 15-29.
8. Lê Đình Mậu, Nguyễn Văn Tuấn, Phạm Thị Phương Thảo, 2010. Đặc điểm phân bố các đặc trưng sóng tại vịnh Nha Trang trong các trường gió mùa điển hình. *Tuyển tập nghiên cứu biển*, Tập XVII, Tr. 9-17.
9. Hà Thanh Hương, Đinh Văn Ưu, Nguyễn Trung Việt, 2013. Hoàn lưu ven bờ vịnh Nha Trang. *Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, Tập 29, Số 2, Tr. 65-71.
10. Lê Thanh Bình, Nguyễn Việt Đức, Nguyễn Trung Việt, Dương Hải Thuận, Nguyễn

Văn Thìn, Trần Thanh Tùng, Đinh Văn Ưu, Rafael Almar, Jean-Pierre Lefebvre, 2013. Một số kết quả nghiên cứu ban đầu về diễn biến đường bờ vịnh Nha Trang sử dụng

công nghệ giám sát hình ảnh. *Tuyển tập Hội nghị Khoa học thường niên năm 2013. Trường Đại học Thủy lợi*, Tr. 179-181.

## FEATURES OF MORPHOLOGICAL CHANGE IN NHA TRANG BEACH, KHANH HOA PROVINCE

**Tran Van Binh, Nguyen Dinh Dan, Bui Hong Long,  
Pham Ba Trung, Trinh Minh Cuong, Nguyen Huu Hai**

*Institute of Oceanography, VAST*

**ABSTRACT:** This paper has focused on analyzing morphological change features of Nha Trang Beach based on the comparison of different beach profiles which were measured from July 2008 to September 2016 corresponding to the Northeast and Southwest monsoons. Additionally, the sediment transport balance was estimated by the method of equity value curve. Studied results show that the beach profiles were accreted and eroded during Southwest and Northeast monsoons respectively, but due to the shortage of materials supply, the beach has the narrowing trend. In this paper, some effects of the existing works in Nha Trang Beach such as Vinpearl, Navy Port, and hydro-dams in upstream area of Cai river have been also analyzed for estimating sedimentary supply to beach segments.

**Key words:** Beach, Nha Trang, topographical morphology, erosion, material balance.