

NGHIÊN CỨU BỐ TRÍ KHÔNG GIAN GIẢI PHÁP CHỐNG XÓI LỞ BỜ BIỂN THANH HẢI, THÀNH PHỐ PHAN THIẾT, TỈNH BÌNH THUẬN

Phan Khánh Linh¹, Lê Hải Trung¹, Cao Thị Ngọc Ánh², Nguyễn Trường Duy²

Tóm tắt: Trong những năm qua, một số giải pháp chống xói lở như kè biển, đê chắn sóng, mỏ hàn... đã được triển khai dọc cung bờ giữa cửa sông Phú Hải và Cà Ty. Tuy nhiên, đoạn bờ biển phường Thanh Hải vẫn chưa được bảo vệ. Chỉ riêng trong năm 2017 và 2018, nhiều vị trí ở đoạn bờ này đã bị xói lở tới hơn 50 m, trên chiều dài hơn 1 km. Do vậy, bài báo này tập trung nghiên cứu bố trí không gian giải pháp chống xói lở, bảo vệ đoạn bờ biển Thanh Hải. Mô hình MIKE 21 được sử dụng nhằm mô phỏng, đánh giá quá trình diễn thế bờ biển với hai phương án gồm hệ thống đê chắn sóng tách bờ và hệ thống mỏ hàn đuôi cá. Kết quả tính toán chỉ ra rằng phương án hai khiến cho bờ biển được bồi tụ và sớm đạt trạng thái cân bằng ổn định.

Từ khóa: bồi tụ, đê chắn sóng, MIKE 21, mỏ hàn đuôi cá, mô hình toán, xói lở.

1. GIỚI THIỆU

Bình Thuận là một tỉnh thuộc miền duyên hải Nam Trung Bộ, đóng vai trò quan trọng đối với vùng kinh tế trọng điểm phía Nam. Bờ biển tỉnh Bình Thuận cấu tạo chủ yếu là cát bờ rời, dài hơn 192 km bắt đầu từ mũi Cà Ná tới xã Tân Thắng, huyện Hàm Tân. Hiện tại, quá trình bồi tụ và xói lở bờ biển diễn biến tương đối phức tạp khiến cho công tác quản lý và khai thác bờ biển gặp nhiều khó khăn. Ví dụ như, đoạn bờ biển từ Hàm Tiến đến Mũi Né đã và đang bị xói lở sâu vào bờ với tốc độ xói lở trung bình 1m / năm trong khoảng thời gian từ hơn 50 năm qua, thậm chí có những nơi bờ biển bị xói lở đến hơn 5 m/năm.

Xu hướng xói lở này của vùng được nhận định là biến thiên và phụ thuộc một phần vào trường sóng gió trong vùng. (Trung và Mậu, 2011) phân tích ảnh viễn thám kết hợp với khảo sát thực địa đã chứng minh và khẳng định hiện trạng xói lở - bồi tụ của các đoạn đường bờ chính như Cà Ná - Mũi La Gàn, Hòn Rơm - Mũi Né, Mũi Né - cửa Phú Hải, cửa Phú Hải - cửa Cà Ty diễn ra với xu hướng ngày một tăng. Cụ thể hơn, căn cứ vào lý thuyết diễn tiến đường bờ theo dạng đường cân bằng bậc hai, (Trung và Tâm, 2012) nhận định đoạn bờ biển từ Mũi Né tới mũi Kê Gà có xu

hướng bồi vào mùa mưa, gió Tây Nam và xói lở vào mùa khô, gió Đông Nam, Đông hoặc gió thiên về hướng Bắc.

Để đối phó với vấn đề xói lở, nhiều giải pháp công trình đã được triển khai và chủ yếu tập trung ở dọc cung bờ giữa cửa sông Phú Hải và Cà Ty. Một số ví dụ có thể kể đến như kè Phước Thê, kè cửa sông Liên Hương, Phan Rí (huyện Tuy Phong), kè Đồi Dương, kè Phú Hải, Cà Ty (thành phố Phan Thiết); kè La Gi (huyện Hàm Tân). Một số cá nhân, doanh nghiệp du lịch đã đầu tư nhiều dạng công trình để bảo vệ những đoạn bờ biển ngắn phía trước các nhà hàng, khách sạn. Công nghệ phổ biến thường được sử dụng có thể kể đến như bao/ ống vải địa kỹ thuật (ĐKT) được bơm cát tạo thành tuyến kè và mỏ hàn, hay đê ngầm giảm sóng như ở các khu du lịch Tia nắng, Sunny Beach, Sunrise Beach và Tiên Đạt.

Mặc dù được xây dựng nhiều, nhưng khả năng, hiệu quả cũng như việc bố trí những loại hình công trình này vẫn chưa được nghiên cứu và đánh giá một cách thực sự nghiêm túc. Việc xây dựng, cũng như bố trí những giải pháp công trình trong vùng thường mang tính chất cục bộ, nhỏ lẻ, không đồng bộ và chủ yếu dựa theo kinh nghiệm. Những mô phỏng, tính toán cần thiết để hiểu được nguyên nhân, cơ chế và phán đoán được hiệu quả của công trình chưa được thực hiện. Kết quả là, những công

¹ Khoa Công trình, trường Đại học Thủy lợi

² Viện Kỹ thuật công trình, trường Đại học Thủy lợi

trình bảo vệ bờ này thường xuyên xảy ra hư hỏng và đoạn bờ biển được bảo vệ vẫn xảy ra xói lở. Một số ví dụ có thể kể đến như xói chân kè (xảy ra ở đoạn kè khu vực cửa sông Cà Ty, hay đoạn kè ở khu vực từ Hàm Tiến đến Mũi Né), hay do vật liệu kết cấu không đảm bảo làm ảnh hưởng đến chất lượng ở kè khu vực Liên Hương (Khoát, 2011).

Nằm ngay ở phía hạ lưu của cảng Phan Thiết, bờ biển phường Thanh Hải chịu ảnh hưởng trực tiếp của hệ thống đê chắn sóng cửa cảng (Hình 1). Tại một số vị trí, bờ biển bị xói vào đến hơn 50 m và kéo dài đến hơn 1000 m. Hàng trăm căn nhà bị mất do xói lở và hàng ngàn hộ dân trong vùng bị ảnh hưởng nặng nề. Tuy nhiên, hiện nay chưa có giải pháp công trình cụ thể nào được áp dụng cho đoạn bờ biển này.

Kinh nghiệm thực tiễn ở nhiều nơi trên thế giới và cũng như thực tế ở vùng biển Phan Thiết chỉ ra rằng việc áp dụng các biện pháp công trình sẽ gây ảnh hưởng đáng kể đến chế độ thủy động lực học của cả vùng biển (sóng, dòng chảy ven bờ) và theo đó ảnh hưởng đến sự vận chuyển của bùn cát trong toàn khu vực. Việc áp dụng mô hàn hay đê phá sóng có khả năng tạo bồi tụ cục bộ xung quanh khu vực công trình. Mặc dù tình trạng xói lở ở ngay sát các công trình có thể được cải thiện nhưng ở những đoạn bờ lân cận thì xu hướng xói lở thường có xu hướng sẽ tăng lên. Nói cách khác, hiện tượng xói lở chỉ được dịch chuyển từ nơi này sang nơi khác.



Hình 1. Vị trí đoạn bờ biển phường Thanh Hải, thành phố Phan Thiết, tỉnh Bình Thuận

Trong bối cảnh xói lở tiếp tục diễn biến phức tạp, việc lựa chọn và bố trí một cách hợp lý các

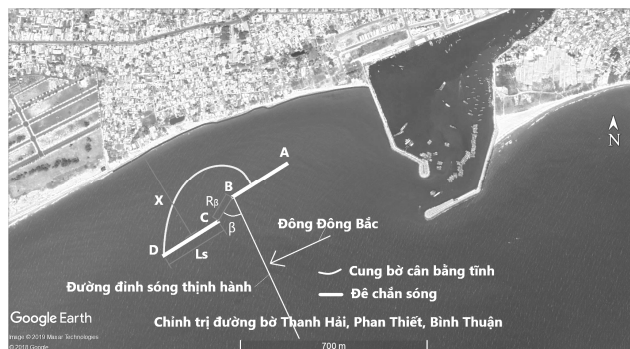
giải pháp bảo vệ mang ý nghĩa quan trọng và thiết thực đối với bờ biển phường Thanh Hải. Do vậy, bài báo này tập trung nghiên cứu đề xuất phương án chỉnh trị hợp lý đoạn bờ biển này (Hình 1). Sử dụng mô hình MIKE 21, chúng tôi mô phỏng và đánh giá hiệu quả gây bồi tụ, góp phần ổn định địa hình đáy biển của hai phương án gồm hệ thống đê chắn sóng tách bờ và hệ thống mô hàn dạng đuôi cá (fishtail groyne).

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương án bố trí không gian giải pháp chỉnh trị

Cho tới nay, một số nghiên cứu đã được thực hiện nhằm xác định nguyên nhân, cơ chế xói lở và đề xuất giải pháp bảo vệ bờ biển Bình Thuận nói chung và thành phố Phan Thiết nói riêng. Dựa trên phân tích nguyên nhân và cơ chế, (Vượng, 2006) kiến nghị các giải pháp phòng chống xói lở gồm nhóm bảo vệ trực tiếp như kè kiên cố sử dụng cấu kiện bê tông, đá hộc và tường đứng bản bê tông ứng suất trước; nhóm bảo vệ gián tiếp là đê chắn sóng. Kết hợp phương pháp thực địa, phân tích ảnh viễn thám và GIS, và mô hình toán, (Tín và nnk, 2012) xác định cơ chế xói lở bãi biển Đồi Dương, thành phố Phan Thiết. Với địa hình thoải và thành phần hạt mịn cao, các tác giả đề xuất giải pháp nuôi bãi nhân tạo cho khu vực này. Để đảm bảo trạng thái tự nhiên của bãi biển, hệ thống mô hàn và đê phá sóng ngầm được kiến nghị bố trí.

Mang tính kế thừa và phát triển, chúng tôi đề xuất hai phương án bảo vệ, chống xói lở bờ biển Thanh Hải gồm đê chắn sóng tách bờ và mô hàn đuôi cá. Thông thường đê chắn sóng có tuyến song song với đường bờ. Chiều dài mỗi đoạn đê bằng 1,5 tới 3 lần khoảng cách giữa đê và đường bờ; khoảng cách giữa các đê bằng 1/5 tới 1/3 chiều dài một đoạn đê (Chasten et al. 1993). Silvester (1960) tiên phong nghiên cứu áp dụng đường bờ trạng thái cân bằng tĩnh và chủ động dùng đê chắn sóng như mũi đất nhân tạo trong bảo vệ bờ biển. Trong đó, sóng lừng với một hướng chủ đạo sẽ tạo ra cung bờ cân bằng hoàn toàn với bán kính cong tối đa giữa hai điểm cố định (chính là các đê chắn sóng dạng mũi đất - headland breakwater). Theo phương pháp này khoảng cách giữa các đoạn đê sẽ tăng lên dẫn tới số lượng công trình giảm xuống.



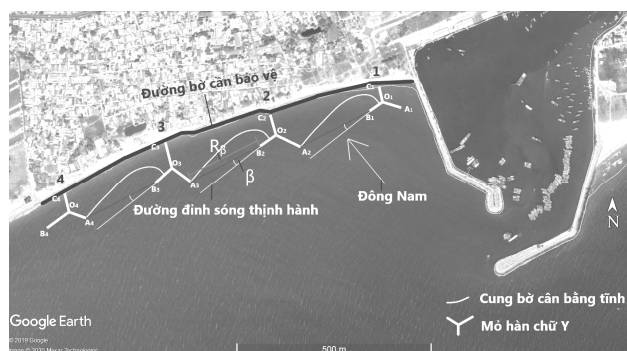
Hình 2. Sơ đồ bố trí không gian PA1 - Hai đê chắn sóng tách bờ, chiều dài đê 250 m

Phương án 1 gồm hai đê chắn sóng nghiêng góc với đường bờ hiện tại theo nguyên lý miêu tả trên đây. Hình 2 minh họa sơ đồ bố trí không gian hai đê và đường bờ biển cân bằng tĩnh hình thành dưới tác động của sóng Đông Đông Bắc; đây là hướng sóng gây xói lở đoạn bờ Thanh Hải (Trung & Tâm 2012). Hai đê có chiều dài bằng nhau $AB = CD = 250$ m, được bố trí cách bờ lần lượt $X = 250$ m và 350 m; hai đầu đê cách nhau $BC = 100$ m. Cung bờ cân bằng tĩnh, đường màu xanh lá, hình thành giữa hai đê được xác định theo lý thuyết đường bờ bậc hai (Hsu et al. 1987, 1989) để đảm bảo bờ biển hiện tại không bị xói lở (xem thêm Duy & Trung 2019; Linh & nnk 2020).

Mỏ hàn dạng đuôi cá có cánh gồm hai đoạn đê xiên góc để ngăn chặn dòng chảy hướng ngang bờ có xu hướng vận chuyển bùn cát ra phía biển. Hơn thế nữa, kiểu bố trí này còn làm tăng sóng nhiễu xạ ở cuối công trình. Nói cách khác năng lượng sóng khuếch tán lớn hơn so với kiểu bố trí truyền thống như mỏ hàn chữ T hay đê chắn sóng song song với bờ. Bên cạnh đó, các mỏ hàn có thể được bố trí ở khoảng cách lớn hơn so với sơ đồ truyền thống. Kết quả là, mặc dù số lượng công trình cần

bố trí có thể giảm xuống trên cùng một đoạn đường bờ cần chỉnh trị, hiệu quả bồi tụ phía sau công trình được tăng lên đáng kể. Dạng công trình này đã được áp dụng thành công ở nhiều nơi như Chesapeake Bay - Hoa Kỳ (Hardaway & Gunn 2010), Morecambe - Vương quốc Anh (French & Livesey 2000). Phạm vi bố trí hệ thống mỏ hàn phải đảm bảo điều kiện đủ rộng, cao trình phải đủ cao để phát huy tối đa hiệu quả (Scott Hardaway & James 2010).

Căn cứ vào nguyên lý làm việc và bố trí miêu tả trên đây, nhóm nghiên cứu đề xuất Phương án 2 gồm bốn mỏ hàn đuôi cá nối tiếp nhau. Hình 3 minh họa cấu tạo mỏ hàn dạng đuôi cá trên mặt bằng gồm 3 đoạn OC, OB và OA. Đoạn nối với bờ OC ngăn dòng triều song song với bờ không để chảy ra phía sau các nhánh chính của công trình và không gây xói bãi. Đoạn OB cắt ngang sóng tới chủ đạo gây xói hướng Đông Nam, Đông (Trung & Tâm 2012) và bảo vệ bãi phía sau khỏi tác động trực tiếp của sóng. Đoạn phía ngoài OA ngăn các dòng dọc bờ và dòng triều (nếu có, hướng Đông Bắc - Tây Nam), hướng các dòng này đủ xa bờ để giảm thiểu sự xói bãi trong khu vực cần bảo vệ.



Hình 3. Sơ đồ bố trí không gian PA2 - hệ thống 4 mỏ hàn đuôi cá

Bảng 1. Kích thước bố trí mặt bằng hệ thống mỏ hàn bảo vệ bờ biển Thanh Hải

Thông số	MH 1	MH 2	MH 3	MH 4
OC (m)	40	55	75	55
OA (m)	50	70	60	45
OB (m)	40	50	55	70
Khoảng cách giữa các gốc mỏ hàn (m)	$C_1C_2 = 282$		$C_2C_3 = 270$	$C_3C_4 = 420$
Góc nghiêng giữa cánh OA với hướng sóng tới ($^{\circ}$)	28	19	89	25
Góc nghiêng giữa cánh OB với hướng sóng tới ($^{\circ}$)	101	101	94	100

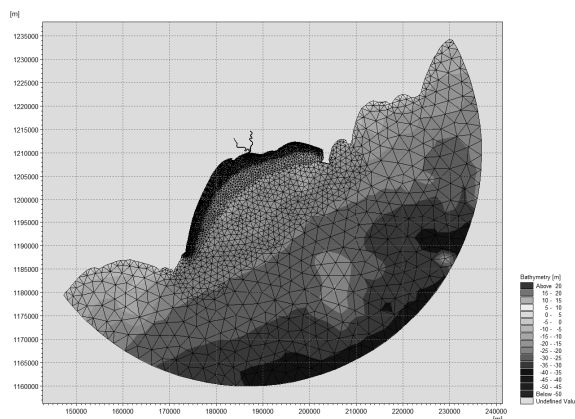
Bảng 1 cung cấp các kích thước mặt bằng của sơ đồ bố trí không gian các mỏ hàn đuôi cá bảo vệ, chống xói lở bờ biển Thanh Hải. Diễn biến đường bờ trong hai phương án sẽ tiếp tục được mô tả và mô phỏng trong mục 2.2 và đánh giá, phân tích ở mục 2.3.

2.2. Mô hình hóa giải pháp chỉnh trị, ổn định bờ biển Thanh Hải

Thiết lập mô hình

Mô hình số MIKE 21/3 Coupled Model Flexible Mesh được sử dụng để tính toán đánh giá quá trình vận chuyển bùn cát do sóng kết hợp với thủy triều ven biển khi xây dựng các giải pháp chống xói lở. Phương trình toán cơ bản của mô hình là phương trình nước nông. Trong đó, giả thiết cơ bản là độ sâu mực nước nhỏ hơn nhiều lần so với bề rộng của biên nước, điều này cũng hoàn toàn phù hợp với đặc điểm của vùng bờ biển tỉnh Bình Thuận. Việc xây dựng mô hình gồm có thu thập bản đồ địa hình ven biển với tỷ lệ 1:50 000, hải đồ. Ngoài ra, tài liệu mực nước và sóng tại trạm đo Phú Quý cũng được thu thập.

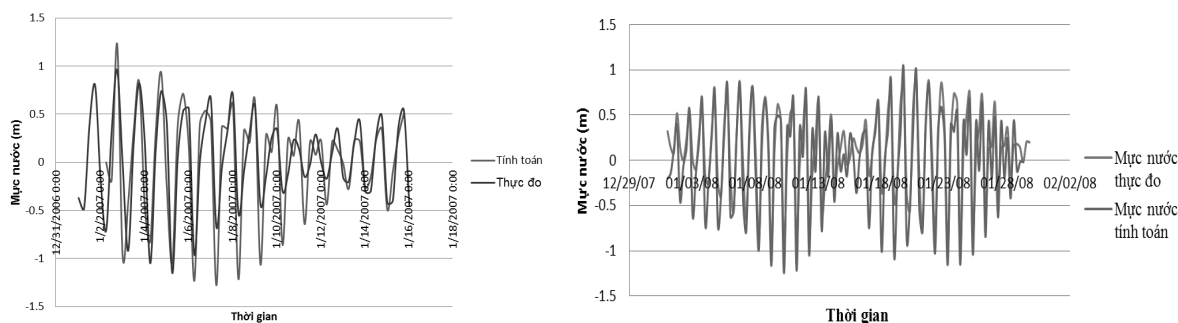
Miền tính và lưới tính được thiết lập cho khu vực Bình Thuận với hệ tọa độ trong mô hình được quy đổi về tọa độ UTM49. Hệ thống lưới phi cấu trúc được sử dụng trong mô hình bao gồm 12091 ô lưới và 8571 nút lưới phân tử tam giác được xây dựng trong MIKE Zero (Hình 4). Ngoài ra để giảm thời gian tính toán của máy tính, mật độ lưới tính toán được bố trí tập trung ở khu vực có công trình, và thưa dần ra vùng phụ cận. Hệ lưới cũng được kiểm tra với những thông số liên quan như hệ số chuyển tiếp lưới đảm bảo điều kiện nhỏ hơn 1,2 và hằng số Courant nhỏ hơn 10.



Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Hình 5 thể hiện kết quả hiệu chỉnh mô hình theo số liệu đo đặc mực nước tháng 1/ 2017, và kiểm định theo số liệu tháng 1/ 2008 tại trạm Phú Quý (nằm trên đảo Phú Quý, cách bờ biển xã Thanh Hải

100 km). Hệ số Nash bằng 0,80 (hiệu chỉnh) và 0,81 (kiểm định). Như vậy, kết quả tính toán và so sánh cho thấy mô hình đáng tin cậy và có thể được áp dụng để dự đoán diễn tiến hình thái bờ biển dưới ảnh hưởng của công trình chỉnh trị.



Hình 5. Kết quả hiệu chỉnh mực nước trạm Phú Quý tháng 1/2007 (trái) và kiểm định mực nước tháng 1/2008 (phải)

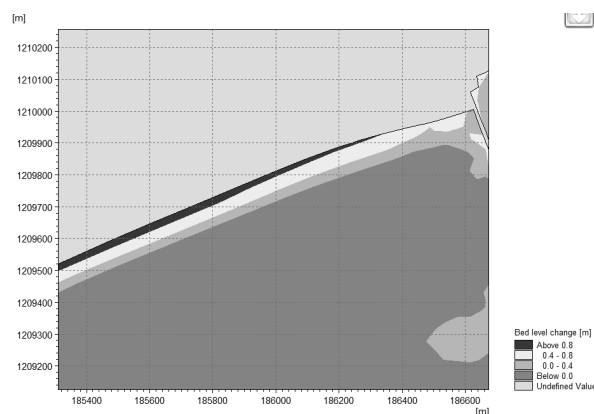
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Tính toán được thực hiện cho ba trường hợp gồm PA0 - hiện trạng chưa xây dựng công trình, PA1 - hai đê chắn sóng và PA2 - bốn mỏ hàn đuôi cá. Thời gian mô phỏng là 3 tháng từ 31/8 tới 31/10 với hướng sóng chính gồm Đông Bắc, Đông, là các hướng gây xói lở đoạn bờ Thanh Hải như xác định trong các nghiên cứu trước (Trung & Tâm 2012). Hình 6 thể hiện kết quả mô phỏng diễn biến hình thái bờ biển hiện trạng, chưa xây dựng công trình chỉnh trị. Xói lở xảy ra rõ rệt trong vùng có màu đỏ và vàng. Xu hướng này tương đối phù hợp với thực tế đã xảy ra tại khu vực cũng như lý thuyết về hiện tượng xói lở phía sau hệ thống công trình cảng biển.

Hình 7 so sánh kết quả mô phỏng diễn biến hình thái bờ biển giữa PA1 và PA2. Bồi lắng xảy ra phía sau đê chắn sóng nghiêng góc với đường bờ (khoảng màu vàng). Xu hướng bồi lắng thể hiện sự phù hợp kinh nghiệm thực tế cũng như lý thuyết về sự hình thành tolonbo hay salient sau các đê chắn sóng tách bờ.

Trong PA2, bờ biển có xu hướng được bồi tụ một cách rõ rệt hơn (các khoang màu vàng) so với PA1. Địa hình đáy biển giữa các mỏ hàn được nâng cao khoảng 0,8 m sau thời gian mô phỏng. Bên cạnh đó, hiện tượng bồi tụ có xu thế trải dài dọc bờ, thu hẹp về phía biển và gắn liền với công trình khi thời gian mô phỏng tăng lên. Ngoài ra,

mô hình cũng dự đoán xói lở xảy ra ở một số vị trí phía đầu mũi mỏ hàn. Quá trình bồi tụ phía sau và giữa các mỏ hàn đuôi cá diễn ra nhanh hơn so hệ thống đê chắn sóng tách bờ. Nguyên nhân có thể do các đê chắn sóng có vị trí xa bờ hơn so với các mỏ hàn. Mặc dù thời gian hình thành nhanh hơn nhưng khu vực bồi tụ ở PA2 lại có xu hướng tập trung và lớn hơn so với PA1.

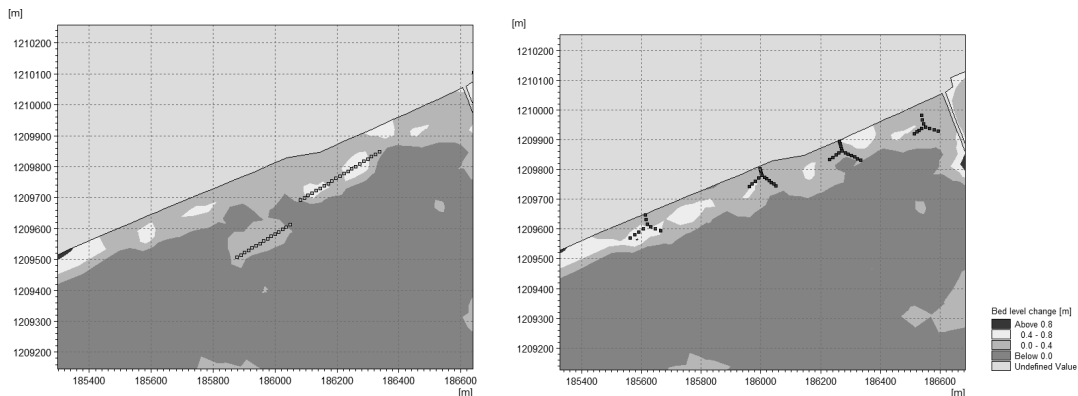


Hình 6. Biến đổi địa hình đáy biển Thanh Hải hiện trạng, chưa có công trình chỉnh trị. Màu đỏ, vàng và xanh thể hiện sự xói lở của vùng bờ biển với các mức độ khác nhau

Kết quả mô phỏng trên đây phù hợp và thống nhất với một số nghiên cứu và kinh nghiệm áp dụng trong thực tế. Diễn hình như hệ thống mỏ hàn đuôi cá ở Morecambe (French & Livesey

2000) và Llandudno có tác dụng kích thích bồi tụ bùn cát một cách tự nhiên, và là giải pháp hiệu quả trong cải tạo vùng biển bị xói lở do ảnh hưởng của công trình như cảng biển, bão biển hay nước biển dâng do BĐKH (Peter W. French and John S. Livesey, 2000). Các nghiên cứu trên cũng chỉ ra rằng hiệu quả của hệ thống mỏ hàn dạng đuôi cá ở vùng biển nông phụ thuộc chủ yếu vào quá trình

vận chuyển bùn cát dưới tương tác của sóng triều. Cuối cùng, mặc dù hệ thống có khả năng kích thích sự bồi tụ, nhưng độ mịn của bùn cát trong vùng có thể thay đổi, trở nên nhỏ và mịn hơn so với ban đầu. Vấn đề này cần được tiếp tục nghiên cứu cho Thanh Hải cũng như những khu vực xói lở khác với yêu cầu đầy đủ hơn về số liệu địa hình, thủy hải văn và bùn cát.



Hình 7. Biến đổi địa hình đáy biển Thanh Hải, PA1 - hai đê chắn sóng tách bờ (trái) và bốn mỏ hàn đuôi cá (phải), màu đỏ vàng và xanh thể hiện sự bồi lấp với các mức độ khác nhau

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã sử dụng MIKE 21 mô phỏng diễn biến hình thái bờ biển Thanh Hải trong hai phương án chống xói lở gồm đê chắn sóng tách bờ và mỏ hàn đuôi cá. Kết quả tính toán phù hợp với các mô hình lý thuyết hiện nay và phản ánh sự tương đồng với kinh nghiệm thực tiễn trên thế giới. Nhìn chung, cả hai phương án đều có tác dụng cải tạo, kích thích bồi tụ bờ biển thay vì bị xói lở. Đáng chú ý, tốc độ và phạm vi quá trình bồi tụ phía sau hệ thống đê chắn sóng tách bờ nhỏ hơn so với phương án bốn mỏ hàn đuôi cá. Hơn thế, quy mô và khối lượng của phương án hai nhỏ hơn, gốc công trình gần với bờ sẽ làm giảm vốn đầu tư cũng như tạo

điều kiện thuận lợi hơn cho thi công. Hiện tượng xói lở bờ biển ở Thanh Hải đã đang và sẽ gây ra nhưng tác động tiêu cực tới môi trường và kinh tế xã hội. Kết quả nghiên cứu được kỳ vọng sẽ góp phần định hướng, lựa chọn một cách phù hợp, tối ưu giải pháp bảo vệ các khu vực ven biển nhiều tiềm năng phát triển của Bình Thuận.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo sử dụng số liệu của đề tài khoa học công nghệ cấp Bộ Nông nghiệp & PTNT ‘Nghiên cứu đánh giá các giải pháp công nghệ chống xói lở bờ biển đã được áp dụng và đề xuất giải pháp công nghệ phù hợp cho một số vùng trọng điểm miền Trung’.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- DHI (2012), *bộ tài liệu nghiên cứu và hướng dẫn sử dụng MIKE 21 và các Module*.
- Duy, N. T. & Trung, L. H. (2019). *Áp dụng mô hình dạng parabolic xác định đường bờ biển ở trạng thái cân bằng tĩnh*. Trường Đại học Thủy lợi, Tuyển tập Hội nghị Khoa học thường niên năm 2019, trang 116-118. ISBN: 978-604-82-2981-8.
- Khoát, M. Q. (2011). *Nguyên nhân những hư hỏng thường gặp và các vấn đề cần lưu ý khi thiết kế, thi công và quản lý công trình bảo vệ bờ biển tỉnh Bình Thuận*. Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, (35), 82.

- Linh, P. K., Ánh, C. T. N., Trung, L. H. & Nguyễn, N. T. N. (2020). *Nghiên cứu bố trí không gian để chắn sóng chống xói lở, bảo vệ bờ biển Phú Hải, Phú Vang, Thừa Thiên – Huế*. Tạp chí Tài nguyên nước số 01 tháng 02/2020, trang 58-66. ISSN 1859-3771.
- Tín, H. T., Nishikawa, Y., Luân, N. T. & Vinh, B. T. (2012). *Cơ chế xói lở bãi biển Đồi Dương, Tp. Phan Thiết và đề xuất giải pháp phòng chống*. Tuyển tập Hội nghị khoa học Cơ học thủy khí toàn quốc, trang 685-694.
- Trung, P. B. & Mầu, L. Đ. (2011). *Hiện trạng xói lở - bồi tụ bờ biển tỉnh Bình Thuận*. VIETNAM JOURNAL OF EARTH SCIENCES, 33(3), 322-328.
- Trung, P. B. & Tâm, Tr. Th. (2012). *Đánh giá ảnh hưởng của các hướng sóng gió đến diễn biến hình thái đoạn bờ biển Bình Thuận*. Tạp chí KH & CN Thủy lợi Viện Khoa học thủy lợi Việt Nam.
- Vượng, N. Đ. (2006). *Đánh giá quá trình xâm thực bờ biển tỉnh Bình Thuận – Phân tích nguyên nhân và đề xuất giải pháp phòng chống*. Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, (12), 84.
- Chasten, M. A., Rosati, J. D., McCormick, J. W., & Randall, R. E. (1993). *Engineering design guidance for detached breakwaters as shoreline stabilization structures*. US Army Corps of Engineers.
- French, P. W., & Livesey, J. S. (2000). *The impacts of fish-tail groynes on sediment deposition at Morecambe, North-West England*. Journal of coastal research, 724-734.
- Hardaway Jr, C. S., & Gunn, J. R. (2010). *Design and performance of headland bays in Chesapeake Bay, USA*. Coastal Engineering, 57(2), 203-212.
- Hsu, J. R. C., Silvester, R., & Xia, Y. M. (1987). *New characteristics of equilibrium shaped bays*. In Proceedings 8th Australasian Conference on Coastal and Ocean Engineering (pp. 140-144).
- Hsu, J. R., Silvester, R., & Xia, Y. M. (1989). *Static equilibrium bays: new relationships*. Journal of waterway, port, coastal, and ocean engineering, 115(3), 285-298.
- Silvester, R. (1960). *Stabilization of sedimentary coastlines*. Nature, 188(4749), 467-469.

Abstract:

A STUDY ON MEASURES TO PREVENT COASTAL EROSION AT THANH HAI, PHAN THIET CITY, BINH THUAN PROVINCE

In recent years, various protection measures such as revetments, breakwaters, groynes... have been implemented along the coastline between the Phu Hai and Ca Ty estuaries. However, Thanh Hai beach has not yet been protected. In 2017 and 2018, a number of sections were eroded more than 50 m landward, stretching over 1 km along the coast. Therefore, this study aims to investigate the configuration of coastal protection solutions at Thanh Hai. Using a state of the art numerical model MIKE 21, the beach morphology is modelled and assessed in two cases including a series of two detached breakwaters and a group of four fish-tail groynes, respectively. The simulation results suggest that the latter stimulate sedimentation faster. As a result, the beach would sooner reach the equilibrium state.

Keywords: detached breakwater, coastal erosion, deposition, fish-tail groyne, numerical model, MIKE 21.

Ngày nhận bài: 16/4/2020

Ngày chấp nhận đăng: 21/7/2020