

GIẢI PHÁP CÔNG TRÌNH BẢO VỆ BỜ BIỂN TỈNH BÌNH THUẬN

Lê Thị Phương Thanh, Nguyễn Đức Vượng, Lê Mạnh Hùng

Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

Tóm tắt: Bờ biển Bình Thuận đang đối mặt với nguy cơ xói lở nghiêm trọng do tác động của nhiều yếu tố, trong đó có các hoạt động xây dựng quy mô lớn. Nghiên cứu này nhằm phân tích chi tiết các quá trình gây xói lở và đề xuất các giải pháp kỹ thuật phù hợp để bảo vệ bờ biển, nhằm đảm bảo sự cân bằng giữa phát triển kinh tế và bảo vệ môi trường.

Từ khóa: Bờ biển Bình Thuận; đề xuất giải pháp; bảo vệ bờ biển.

Summary: Binh Thuan's coastline is facing a severe erosion crisis due to various factors, including large-scale construction activities. This study aims to conduct a detailed analysis of the erosion processes and propose appropriate engineering solutions to protect the coastline, ensuring a balance between economic development and environmental protection.

Keywords: The coastline of Binh Thuan province; Recommend solutions; Coastal protection.

1. GIỚI THIỆU CHUNG BỜ BIỂN TỈNH BÌNH THUẬN

Bờ biển tỉnh Bình Thuận dài 192 km, từ mũi Đá Chẹt, giáp tỉnh Ninh Thuận tới bãi bồi Bình Châu thuộc địa phận tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu. Dọc chiều dài đường bờ biển tỉnh Bình Thuận có 5 cửa sông lớn: Liên Hương, Phan Rí (thuộc huyện Tuy Phong), Phú Hải, Cà Ty (thuộc địa phận Tp. Phan Thiết) và La Gi (Thuộc địa phận huyện Hàm Tân). Là tuyến thoát lũ, là những khu vực trú tránh bão, bố trí các cảng cá tạo điều kiện thuận lợi cho người dân vùng ven biển phát triển kinh tế biển. Cùng với đó là những bãi tắm tuyệt đẹp mà thiên nhiên ban tặng, đó là: Biển Kê Gà, Cam Bình La Gi, Gành Sơn, Hòn Rơm, Cỏ Thạch, Bãi Rạng, Thuận Quý, Mũi Né, Đồi Dương...

Và các khu du nghỉ dưỡng ven biển Bình Thuận độc đáo, tiện ích như: **Amanta Mũi Né Resort; Poshamu Resort; Romana Resort;**

Teracota Resort; Sonata Resort; The Cliff Resort & Residences; Pandanus resort...

Chính điều kiện tự nhiên đó mà Bình Thuận đã trở thành một trong những tỉnh có thu nhập cao về du lịch hàng năm. Năm 2023 vừa qua, tỉnh Bình Thuận đã đón hơn 8,5 triệu lượt du khách với tổng doanh thu du lịch đạt hơn 23 nghìn tỷ đồng.

Đẹp là thế, tiềm năng như thế, thuận lợi như thế, chỉ cách Tp. Hồ Chí Minh 198 km về phía Bắc. Nhưng những thập niên gần đây bên cạnh tình trạng biến đổi khí hậu nước biển dâng là các hoạt động khai thác trên lưu vực xây dựng công trình ven biển và các hoạt động kinh tế khác, đã gây ra các quá trình tương tác giữa công trình với bãi, bờ cũng như các quá trình thủy thạch động lực và các yếu tố môi trường xung quanh. Những tương tác nêu trên là hoàn toàn tự nhiên để thiết lập một trạng thái cân bằng mới tại khu vực công trình và vùng lân cận. Điều này đồng nghĩa với một quá trình xói lở- bồi tụ mới. Và cũng chính điều này sẽ làm mất dần vẻ đẹp, lợi thế mà thiên nhiên ban tặng cho Bình Thuận.

Ngày nhận bài: 29/8/2024

Ngày thông qua phản biện: 10/9/2024

Ngày duyệt đăng: 26/9/2024



Hình 1: Kê Gà; Gành Sơn; Hòn Rom và Đồi Dương [6]

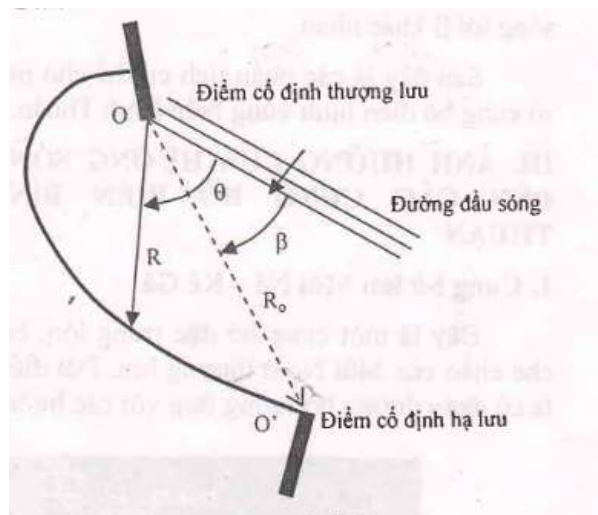


Hình 2: Amanta Mũi Ne Resort; Posamu Resort; Teracotta Resort [6]

2. HÌNH THÁI BỜ BIỂN TỈNH BÌNH THUẬN

Bình Thuận là tỉnh ven biển cực Nam của vùng duyên hải Nam Trung Bộ, miền Trung của Việt Nam. Đới bờ biển tỉnh Bình Thuận khá thoải, chủ yếu là cát, dọc theo đường bờ biển từ Bắc vào Nam, thường gặp các mỏm đá rắn chắc nhô ra ngoài biển. Với hướng chính Đông Bắc-Tây Nam, đường bờ biển Bình Thuận chịu tác động mạnh của sóng cả hai mùa gió Đông Bắc (NE) và Tây Nam (SW) [5].

Theo kết quả nghiên cứu của nhiều nhà khoa học trên thế giới trong đó có: Silvester và Hsu (1993) [1], Ths. Phạm Trung [2] ... cho thấy hình thái đường bờ biển được khống chế bởi hai điểm cố định OO' (hai mỏm đá cố định), chịu tác động của hướng sóng chỉ đạo, tạo với đường nối OO' một góc β , là đường cong xoắn được thể hiện ở Hình 3 dưới đây



Hình 3: Hình thái đường bờ biển chịu tác động hướng sóng chỉ đạo, khống chế bởi hai điểm cố định O, O' [2]

Các điểm trên đường cong xoắn bờ biển được xác định theo công thức (1), trong đó bán kính R, phụ thuộc vào góc θ (góc kẹp giữa hướng sóng và bán kính R),

$$\frac{R}{R_0} = C_0 + C_1 \left(\frac{\beta}{\theta} \right) + C_2 \left(\frac{\beta}{\theta} \right)^2 \quad (1)$$

β là góc sóng tới, hợp bởi đường đầu sóng tới

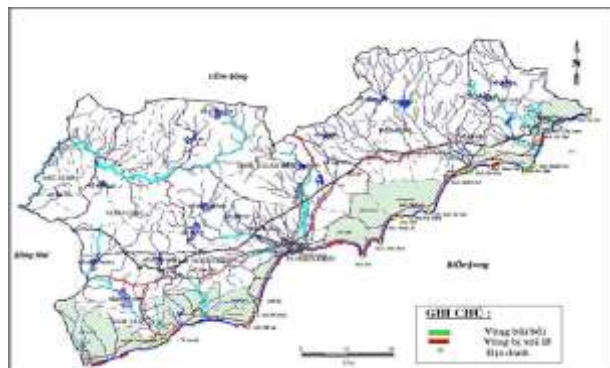
và đường nối từ mũi thượng lưu O đến mũi hạ lưu O'

R_0 là khoảng cách OO'

R là khoảng cách từ O đến một điểm trên đường bờ cong có hướng hợp với đường đầu sóng một góc θ

C_0, C_1, C_2 là các hệ số kinh nghiệm

Quan sát hình thái đường bờ biển tỉnh Bình Thuận từ mũi Đá Chẹt, giáp tỉnh Ninh Thuận tới bãi bồi Bình Châu thuộc địa phận tỉnh Bà Rịa-Vũng Tàu cho thấy, là tổ hợp các đường cong xoắn nối tiếp nhau, với độ lớn phụ thuộc vào khoảng cách giữa các mỏm đá rắn chắc nhô ra biển, xem Hình 4.



Hình 4: Hình thái đường bờ biển tỉnh Bình Thuận, gồm các cung cong xoắn nối tiếp nhau [3]

Như vậy, nếu dọc bờ biển tỉnh Bình Thuận có những tác động nào đó, làm mất hay thay đổi khoảng cách giữa các mỏm đá (chẳng hạn xây thêm hoặc đào mất đi), khi đó dải ven biển sẽ bắt đầu một quá trình diễn biến mới, để đường bờ biển, dải ven biển tiến tới trạng thái cân bằng mới.

3. DIỄN BIẾN DẢI VEN BIỂN TỈNH BÌNH THUẬN

3.1. Diễn biến dải ven biển tỉnh Bình Thuận trước thế kỷ XXI

Nếu chúng ta nhìn lại những năm tháng trước thế kỷ XXI, đất nước ta cũng như tỉnh Bình Thuận còn gặp nhiều khó khăn, nền kinh tế còn kém phát triển. Hoạt động

khai thác trên thượng nguồn các lưu vực sông cũng như biển cả mênh mông và dải ven biển tỉnh Bình Thuận vẫn chưa được quan tâm đầu tư. Vào khoảng thời gian này dải ven biển còn hoang sơ, mặc dù tình trạng xói bờ vẫn xảy ra, nhưng hoàn toàn do các yếu tố khách quan tác động. Do chu kỳ thủy văn lưu vực, quy luật thủy thạch động lực vùng bờ tạo ra và đã tồn tại rất lâu dài (mùa này gây xói lở

thì mùa khác lại bồi lắng và hoàn trả lại vùng bờ gần như trước đây.

Trường hợp các đoạn bờ biển có bậc thềm cao, các đụn cát ... khi gặp tổ hợp triều cường, sóng lớn, nước dâng do bão, chân mái sẽ bị xói, dẫn tới sạt lở, làm gãy đổ cây, được thể hiện ở Hình 5. Những tổn thương này gần như không thể khôi phục lại trong mùa, trong năm, thậm chí là một số năm, nhưng sẽ được hoàn trả lại như cũ trong nhiều năm.



Hình 5: Sạt lở bờ biển Bình Thuận do triều cường cùng sóng lớn, nước dâng do bão (hình bên trái), và giải pháp bảo vệ bằng bao cát (hình bên phải)

Đối với các cửa sông bị bồi lấp do bùn cát được dòng chảy ven bờ đưa vào, cùng với lượng bùn cát được nước mưa bào xói trên lưu vực đọng lại vùng cửa sông, nhưng vào mùa lũ chính vụ, vận tốc dòng chảy lũ lớn sẽ cuốn bùn cát bồi lấp ra biển.

Phân tích trên đây cho chúng ta thấy, dải bờ biển tỉnh Bình Thuận những năm trước thế kỷ XXI vẫn diễn ra xói bờ theo mùa do tác động của các yếu tố khách quan. Nhưng hình thái bờ biển vẫn giữ được ổn định tương đối theo chu kỳ năm, có khi là nhiều năm, nếu chúng ta không tác động thô bạo vào nó.

3.2. Diễn biến dải ven biển tỉnh Bình Thuận từ đầu thế kỷ XXI đến nay

Vào những năm đầu thế kỷ 21 đến nay, hoàn cảnh kinh tế-xã hội, đời sống nhân dân cả nước cũng như tỉnh Bình Thuận đã đổi thay, phát triển rất nhanh, mạnh. Cùng với đó là hàng loạt các công trình thủy lợi thượng nguồn các sông thuộc địa phận tỉnh Bình Thuận được đầu tư xây dựng, nhiều công trình kè lấn biển dọc bờ (Hình 6), cùng hàng loạt công trình chỉnh trị các cửa sông hạn chế bồi, giảm sóng (Hình 7,8).



Hình 6: Kè lấn biển vùng bờ biển tỉnh Bình Thuận (nguồn Báo Tuổi trẻ)



Hình 7: Công trình chỉnh trị cửa La Gi và cửa Cà Ty (nguồn Google Earth)



Hình 8: Công trình chỉnh trị cửa sông Phú Hải (nguồn Google Earth)

Đã làm thay đổi cơ bản chế độ thủy văn thủy lực bùn cát các dòng sông, làm thay đổi điều kiện tự nhiên dọc đường bờ, đó là giữa các cung cong xoắn giới hạn các mồm đá nhô ra

biển, đã có thêm nhiều mồm cứng nhỏ nhô ra biển, đó chính là nhà máy nhiệt điện và các công trình chỉnh trị, các công trình kè lấn dòng ... Chính điều này đã ngăn chặn hoặc làm đổi hướng dòng ven bờ, dòng bùn cát dọc bờ, ngay trong các tiêu cùng cong xoắn lớn. Kết quả là quy luật thủy thạch động lực vùng ven bờ trước đây bị phá vỡ, thay vào đó là một quá trình thủy thạch động lực mới được hình thành. Điều này đồng nghĩa với tình trạng xói lở, bồi lắng dải ven biển tỉnh Bình Thuận diễn ra nhiều hơn, phức tạp hơn, đặc biệt là tại các vị trí xây dựng công trình và các khu vực lân cận đó, để hình thành một thể cân bằng mới trong tương lai.



Hình 9: Sạt lở bờ biển khu vực bờ biển La Gi, ảnh chụp 2020 [8]



Hình 10: Sạt lở bờ biển Hàm Tiến, ảnh chụp 2023 [7]

Theo báo cáo hàng năm của Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Bình Thuận về tình trạng thiên tai xảy ra trên địa bàn tỉnh, Báo cáo tại Hội thảo Khoa học Giải pháp đầu tư xây dựng công trình bảo vệ bờ biển ... của Ban quản lý dự án đầu tư xây dựng các công trình Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn tỉnh Bình Thuận [7] cho thấy những năm gần đây diễn biến xói bồi dọc bờ biển, cửa sông

tỉnh Bình Thuận xảy ra ngày càng nhiều với quy mô lớn dần và phức tạp hơn. Dưới đây là một số hình ảnh sạt lở bờ biển, bồi lắng các cửa sông mà Ban quản lý dự án cung cấp.

Còn dưới đây là một số hình ảnh cửa sông bị bồi lắng gây khó khăn cho tàu thuyền ra vào nếu chúng ta không tiến hành nạo vét thường xuyên.



Bồi lắng cửa sông Cà Ty



Bồi lắng cửa sông Dinh

Hình 11: Hình ảnh bồi lắng các cửa sông Cà Ty, cửa sông Dinh [7]

Phân tích trên đây cùng những hình ảnh minh họa đã chỉ ra rằng diễn biến dải ven biển tỉnh Bình Thuận từ đầu thế kỷ 21 đến nay là rất phức tạp, rất mạnh trên diện rộng. Nguyên nhân chính yếu là do các yếu tố chủ quan, các tác động của con người lên các lưu vực sông, các cửa sông và dọc theo dải ven biển. Bên cạnh đó là tình trạng biến đổi khí hậu-nước biển dâng đã làm trầm trọng hơn quá trình tác động qua lại giữa các yếu tố thủy thạch động

lực đang hình thành và dải ven bờ để hình thành một thể cân bằng mới.

4. ĐỀ XUẤT MỘT SỐ GIẢI PHÁP BẢO VỆ BỜ BIỂN TRÊN ĐỊA BÀN TỈNH BÌNH THUẬN

4.1. Các giải pháp bảo vệ bờ biển trên địa bàn tỉnh Bình Thuận và những bất cập

Do tình trạng sạt lở bờ xảy ra trên diện rộng, gây thiệt hại lớn tới nhà cửa của nhân

dân hệ thống hạ tầng ven biển, UBND tỉnh Bình Thuận đã phê duyệt Quy hoạch công trình bảo vệ bờ biển, giai đoạn 2011-2020 tại Quyết định số 875 ngày 08/04/2011, trong đó, trên tổng chiều dài bờ biển 192 km sẽ tiến hành xây dựng 116,89 km kè bảo vệ bờ biển, chiếm 61%. Bao gồm 85,67 km kè bảo vệ khu dân cư và cơ sở sản xuất và 31,22 km bảo vệ các khu du lịch. Ngoài ra, còn trồng rừng phòng hộ ven biển với chiều

dài 49,43 km cho các khu vực sạt lở chưa nghiêm trọng.

Tuy vậy, do nguồn vốn thiếu, đến nay tỉnh Bình Thuận mới xây dựng được 22,83 km kè, chỉ đạt 19,5% theo quy hoạch và các cửa sông đổ ra biển trên địa bàn tỉnh đều được xây dựng công trình chỉnh trị (theo Báo cáo số 131 ngày 17/4/2024 của Chi cục Thủy lợi tỉnh Bình Thuận). Dưới đây là một số công trình bảo vệ bờ biển đã xây dựng dọc bờ biển tỉnh Bình Thuận.



a) Kè Geotube Đồi Dương 2009



b) Kè Đồi Dương thay mới 2012



c) Kè mở hàn (T) Geotube KDL Tiến Đạt



d) Kè mở hàn (I) Geotub KDL Coco



e) Kè giảm sóng Phước Lộc, LaGi



f) Mở hàn ống bê tông KDL Biển Xanh

Hình 12: Một số công trình kè đã xây dựng dọc bờ biển Bình Thuận [7], [8], [9]

Nhìn chung công trình bảo vệ bờ biển trên địa bàn tỉnh Bình Thuận đã xây dựng rất đa dạng về giải pháp và các loại vật liệu sử dụng: Trong đó, có kè bảo vệ trực tiếp dạng tường đứng, dạng mái nghiêng, dạng bố trí túi mềm giữ chân mái; các công trình giảm sóng, ngăn dòng ven bờ, dòng bùn cát các loại mỏ hàn chữ I, chữ T; các loại công trình giảm sóng xa bờ ... Các công trình bảo vệ bờ đã xây dựng ít nhiều đã ngăn chặn được tình trạng xói lở bờ tại khu vực cần bảo vệ. Nhưng qua thời gian sử dụng đã biểu hiện nhiều bất cập, như:

- Tác động không mong muốn đến các đoạn bờ lân cận, gia tăng xói lở bồi lắng phức tạp, khó kiểm soát;
- Dọc bờ biển là các bãi tắm, resort rất đẹp và độc lạ nhưng lại điểm vào đó những công trình bảo vệ bờ được xây dựng không đồng nhất, không hoàn chỉnh, không ít công trình bị hư hỏng, xộc xệch rất thiếu mỹ quan. Bên cạnh đó, tình trạng nhiều bãi tắm bị hạ thấp cao trình, do nhiều công trình lấn biển quá dài đã giữ lại một khối lượng cát lớn;
- Công trình biển với mục đích giảm sóng gây bồi, ngăn dòng ven bờ và bùn cát bên cạnh tuổi thọ lâu dài thì điều quan trọng nhất là phải giữ ổn định các thông số kỹ thuật đã thiết kế. Loại công trình túi mềm Geotube bảo vệ bờ biển cho vùng bờ cấu tạo bằng cát không thể đảm bảo được điều này, do cát trong túi được lèn chặt, sóng, dòng chảy khi thủy triều rút sẽ bào xói cát chân túi. Vì thế túi sẽ bị dịch chuyển, hạ thấp cao trình đỉnh, nhất là ở đầu mũi mỏ hàn bằng Geotube. Đây là chưa nói tới tuổi thọ vật liệu làm túi không cao, sinh vật biển bám vào dễ trơn trượt rất nguy hiểm;
- Một số công trình bảo vệ bờ đã sử dụng đá học kích thước không lớn, sau một thời gian làm việc đá bị sóng lôi đi, nằm ở những bãi tắm, rất nguy hiểm;
- Kè mái nghiêng bằng vật liệu bê tông khá chắc chắn tuy nhiên chân mái cần cắm sâu

xuống cao trình xói thấp nhất của bãi, dọc theo mái kè cần bố trí rãnh thoát nước và chất lượng bê tông tấm lát phải đảm bảo cường độ cao, nếu không sóng tác động thời gian dài sẽ là đá cốt liệu trong bê tông trơ ra đi lại rất khó khăn và nguy hiểm. Xem hình ảnh kè mái nghiêng bảo vệ bờ biển Đồi Dương hiện nay, sau khi thay kè túi mềm Geotube vào năm 2012, nghĩa là mới được 12 năm làm việc.



Hình 13: Kè bờ biển khu vực bãi tắm Đồi Dương 2024 [8]

4.2. Đề xuất một số giải pháp bảo vệ bờ biển trên địa bàn tỉnh Bình Thuận

Quan sát đường bờ biển khu vực bãi tắm Romana Cát Trắng Phú Hải sau khi xây dựng thêm các mỏ hàn với mục đích giữ cát cho bãi tắm, qua nhiều năm biến đổi đến nay đường bờ lại xuất hiện các đường cong xoắn có kích thước nhỏ hơn. Và tất nhiên cùng với sự hình thành các cung cong xoắn đó là những khu vực bị bồi xói không theo ý muốn nếu chúng ta không hiểu biết đầy đủ về nó.

Vấn đề chúng tôi muốn trao đổi ở đây là bờ biển Bình Thuận được thiên nhiên ban tặng đẹp, qua quá trình khai thác đã làm mất dần vẻ đẹp đó, nguy hiểm hơn là gây xói lở uy hiếp tới dân sinh, hạ tầng ven biển, bồi lắng gây khó khăn cho tàu thuyền ra vào nơi trú tránh bão v.v... Vậy nhiệm vụ chúng ta ở đây là điều chỉnh lại, theo cách tôn trọng quy luật tự nhiên, không tác động thô bạo vào dải ven bờ.



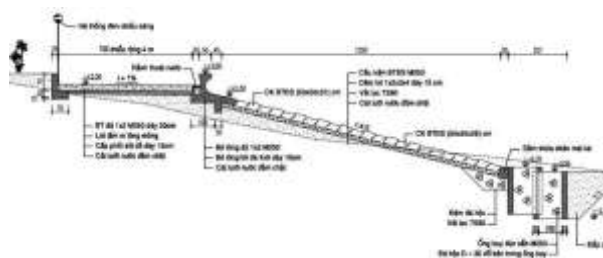
Hình 14: Hình thái đường bờ khu vực bãi tắm Romana - Cát Trắng - Phú Hải đang được hình thành các tiểu cung cong sau khi xây dựng các mỏ hàn lặn biển

Về giải pháp tổng thể là mô phỏng mô hình toán chế độ thủy lực, bùn cát vùng ven bờ, để bố trí tuyến bờ hợp lý nhất, ổn định nhất, ít xói bồi gây thiệt hại lớn.

Về giải pháp bảo vệ bờ biển tỉnh Bình Thuận, nên thống nhất chỉ sử dụng một dạng công trình bảo vệ bờ (tường đứng, mái nghiêng) hay công trình ngăn dòng ven bờ, ngăn dòng bùn cát (mỏ hàn chữ I, chữ T) hoặc công trình giảm sóng xa bờ (đê ngầm đê nhô) cho một tiểu cung cong đường bờ. Trong đó cần lưu ý, các loại mỏ hàn, các loại công trình giảm sóng xa bờ chỉ nên lặn ra biển một khoảng cách nhỏ (kích thước cụ thể lấy theo tính toán mô hình toán) để dòng bùn cát vận chuyển dọc bờ theo hai mùa gió, không giữ lại khối lượng bùn cát lớn.

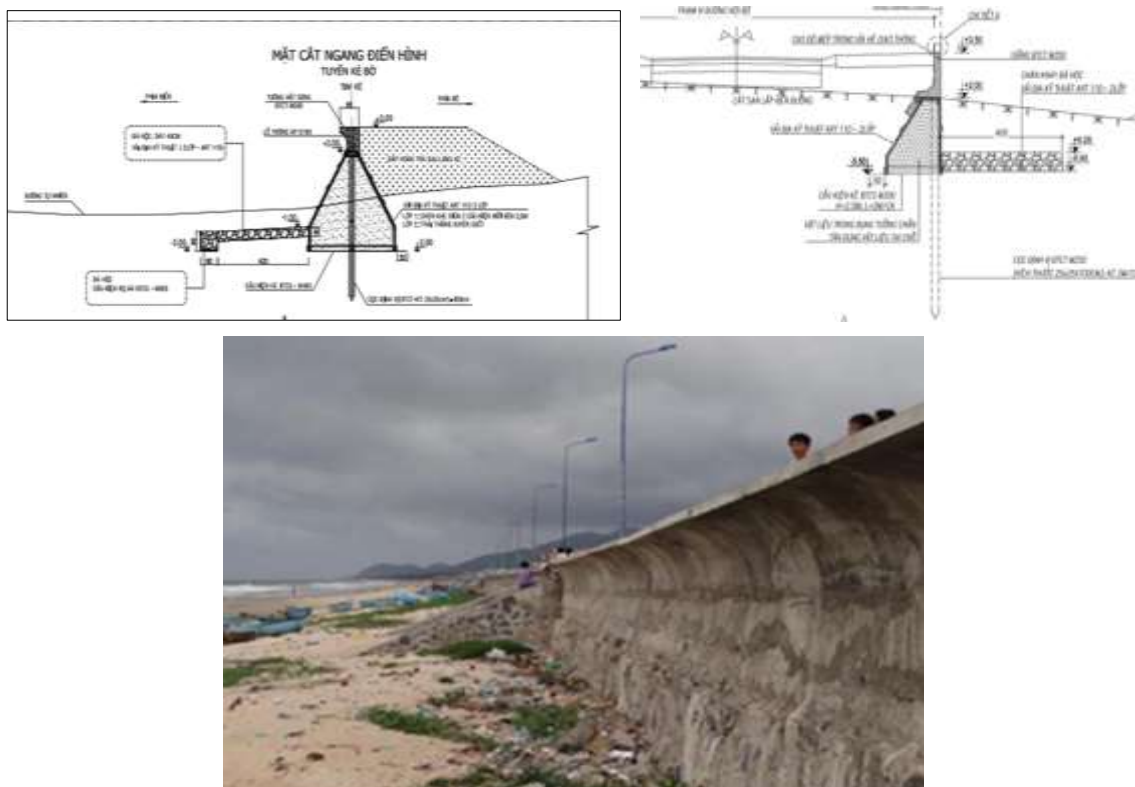
Với kè mái nghiêng chúng tôi đề nghị ứng dụng dạng kè Hình 15 dưới đây nhưng cấu kiện bê tông, tấm bê tông lát, ống buy giữ chân kè phải có cường độ cao trên Max 400

và độ tròn ống buy giữ chân dưới độ sâu thấp nhất cao trình bãi khoảng 0,5 m.



Hình 15: Kè mái nghiêng bảo vệ bờ biển với bê tông Max 400, ống buy tròn sâu dưới cao trình bãi thấp nhất 0,5 m

Với kè tường đứng chúng tôi đề nghị ứng dụng loại kè như Hình 16 của Công ty BUSADCO, dưới đây, trong đó cấu kiện bê tông hình thang bằng cốt phi kim, được sản xuất trong nhà máy cường độ chịu nén trên Max 400. Nhưng không dùng chân khay đá hộc bảo vệ sóng phản xạ (đá sẽ làm hỏng bãi tắm) mà tròn sâu cấu kiện dưới độ sâu thấp nhất của bãi và cọc đóng sâu đảm bảo ổn định lâu dài.



Hình 16: Kè tường đứng bảo vệ bờ biển với cọc trôn sâu và mũi hắt sóng.

Đối với công trình mở hàn nên sử dụng loại vòm tháo lắp được Max trên 400, có khả năng tháo lắp, nối dài khi cần thiết, xem Hình

17. Tuy vậy cũng nên thay đá giữ mũi mở hàn bằng cấu kiện bê tông hay lắp 2-3 đoạn vòm giữ đầu.



Hình 17: Kè mở hàn dạng chữ T ngăn cát, đá học giảm sóng

Đối với công trình giảm sóng xa bờ nên ứng dụng các loại cấu kiện nối ghép với cường độ cao của Viện Khoa học Thủy lợi

miền Nam, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, Công ty Busadco ..., Hình 18.



Hình 18: Cấu kiện nối ghép Max 400 có khả năng tháo lắp, di chuyển ứng dụng cho công trình giảm sóng xa bờ

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Dải ven biển tỉnh Bình Thuận cách Thành phố Hồ Chí Minh 198 km, có vị trí thuận lợi cho phát triển bãi tắm, khu du lịch nghỉ dưỡng đẹp, tiện ích.

Do phát triển nóng trong khi thiếu hiểu biết đầy đủ về quy luật diễn biến chế độ thủy thạch động lực ven bờ, đồng thời với nó là biến đổi khí hậu – nước biển dâng, là khai thác thượng nguồn lưu vực và đặc biệt là các công trình tôn tạo, lấn biển,... đã phá vỡ hình thái bờ biển tồn tại, ổn định bao đời nay. Dẫn tới xói lở, bồi lắng gây ra những tác động xấu tới đời sống, tới cảnh đẹp nơi đây mà thiên nhiên đã ban tặng.

Để khắc phục phần nào những bất cập đã

xảy ra, chúng tôi đã tiến hành phân tích hình thái đường bờ biển, từ đó chỉ ra những công việc cần phải thực hiện trong thời gian tới và đề xuất một số giải pháp công trình bảo vệ bờ biển trên địa bàn tỉnh Bình Thuận, để phần nào khôi phục lại vẻ đẹp vốn có của vùng này, mà ít tác động xấu tới các khu vực lân cận. Đó là việc mô phỏng mô hình toán, rà soát lại quy hoạch và thống nhất ứng dụng một dạng công trình bảo vệ bờ cho một tiểu cung cong xoắn hình thái đường bờ đã tồn tại bao đời nay. Cùng với nó là việc ứng dụng các loại kè mái nghiêng, kè tường đứng, kè mỏ hàn và các loại cấu kiện lắp ghép cho công trình giảm sóng xa bờ, được thể hiện ở các hình 17, 18, 19 và 20.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Design and performance of headland bays in Chesapeake Bay, USA, February 2010, Coastal Engineering 57(2):203-212;
- [2] Ths. Phạm Trung, TS. Trần Thu Tâm, Đánh giá ảnh hưởng của các hướng sóng gió đến diễn biến hình thái đoạn bờ biển Bình Thuận, Tuyển tập kết quả khoa học & công nghệ, 2011;
- [3] Ths. Nguyễn Đức Vượng và các cộng sự, Báo cáo khoa học đề tài cấp quốc gia, “Nghiên cứu xác định nguyên nhân và đề xuất giải pháp khoa học công nghệ nhằm ổn định các cửa sông và vùng bờ biển tỉnh Bình Thuận”, KC08.18/11-15, năm 2016;

- [4] ThS. Nguyễn Đức Vượng, GS.TS. Lê Mạnh Hùng, Giải pháp Khoa học Công nghệ nhằm ổn định cửa sông và bờ biển tỉnh Bình Thuận, NXB Nông nghiệp, năm 2016;
- [5] Phạm Bá Trung, Lê Đình Mậu, Hiện trạng xói lở-bồi tụ bờ biển tỉnh Bình Thuận, Tạp chí các Khoa học Trái đất, năm 2011;
- [6] Nguyễn Văn Khoa, Báo cáo tham luận tại Hội thảo Bình Thuận, 2020;
- [7] Báo cáo tại Hội thảo Khoa học Giải pháp đầu tư xây dựng công trình bảo vệ bờ biển trên địa bàn tỉnh Bình Thuận, năm 2024. Ban quản lý dự án đầu tư xây dựng các công trình Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn tỉnh Bình Thuận;
- [8] Lê Quốc Nam, Kè tạm bảo vệ bờ biển và khu du lịch tỉnh Bình Thuận, Báo cáo Hội thảo, 22/8/2024;
- [9] Nguyễn Quang Tùng, Giới thiệu một số giải pháp công nghệ bảo vệ bờ biển tỉnh Bình Thuận, Hội thảo Bình Thuận, 22/8/2024.