ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ GÂY BỒI TẠO BÃI CỦA CÁC CÔNG TRÌNH KÈ CỌC LY TÂM PHÍA BIỂN TÂY, TỈNH CÀ MAU BẰNG SỐ LIỆU THỰC ĐO VÀ KIẾN NGHỊ CÁC GIẢI PHÁP NÂNG CAO HIỆU QUẢ

Nguyễn Anh Tiến, Trương Thị Nhàn, Đỗ Hoài Nam, Cao Văn Đệ, Đinh Văn Thắng
Viện Kỹ thuật Biển

Tóm tắt: *Hiện nay, giải pháp kè cọc ly tâm (KCLT) đã được áp dụng rộng rãi trên địa bàn tỉnh Cà Mau, đặc biệt ở phía biển Tây. Đây là một trong những giải pháp được đánh giá cao về khả năng giảm sóng, gây bồi tạo bãi, tạo điều kiện khôi phục rừng ngập mặn (RNM). Tuy nhiên, từ khi xây dựng cho đến hiện nay vẫn chưa có nghiên cứu cụ thể đối với khả năng gây bồi tạo bãi cho toàn tuyến công trình. Bài báo này trình bày kết quả phân tích, đánh giá diễn biến xói bồi (X/B) bãi biển sau công trình bằng bộ số liệu thực đo kết hợp nguồn số liệu thu thập giai đoạn xây dựng công trình nhằm vẽ lên một bức tranh tổng thể về X/B phía biển Tây và tạo ra nguồn dữ liệu tin cậy để khẳng định về hiệu quả gây bồi tạo bãi của công trình, đồng thời rút ra được một số nguyên nhân đang ảnh hưởng và định hướng cách khắc phục nâng cao hiệu kỹ thuật cho giải pháp KCLT.*
Từ khóa: *Diễn biến xói bồi, số liệu thực đo, kè ly tâm, biển Tây tỉnh Cà Mau.*

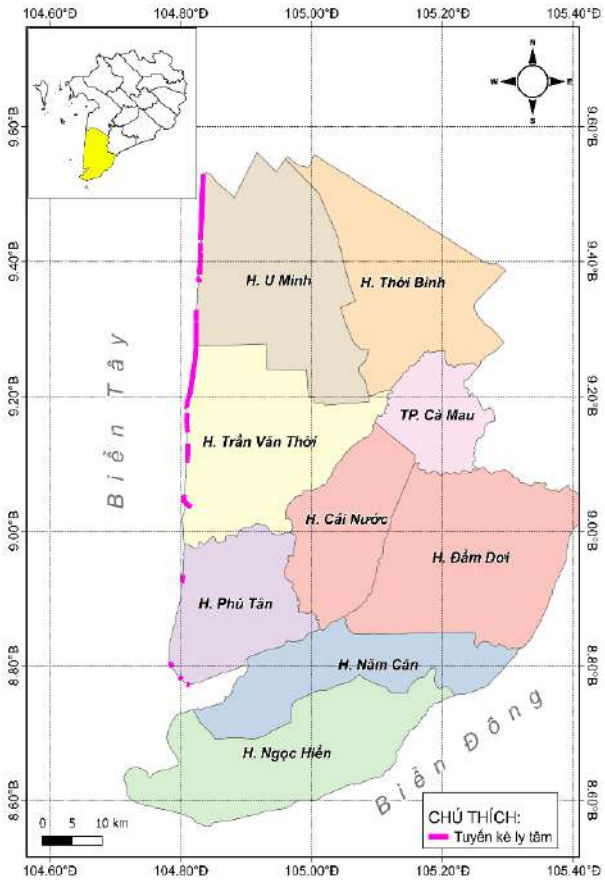
Summary: *Currently, the centrifugal pile revetment (KCLT) solution has been widely applied in Ca Mau province, especially in the West Sea. This is one of the highly appreciated solutions for its ability to reduce waves, cause sedimentation, and create conditions for restoring mangrove forests. However, from the time of construction until now, there has been no specific research on the possibility of creating landfill for the entire project route. This article presents the results of analyzing and evaluating the evolution of beach erosion (X/B) after the project using a set of actual measured data combined with data sources collected during the construction phase to paint a picture. overall picture of X/B in the West Sea and create a reliable data source to confirm the effectiveness of sedimentation behind the project, and at the same time draw out some influencing causes and orient ways to overcome them. Improve technical efficiency for KCLT solutions.*
Keywords: *Erosion and sedimentation progres, actual measured data, centrifugal embankment, West Sea of Ca Mau province.*

1. ĐẶC VẤN ĐỀ

Cà Mau là một tỉnh nằm ở vị trí cực Nam của Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) và của Việt Nam [1]. Địa thế Cà Mau có ba mặt giáp biển với đường bờ biển phía Tây dài 147km, bãi biển thoải và được bao phủ bởi trầm tích đầm lầy rừng ngập mặn (RNM) [2]. Trong nhiều năm qua, diễn biến xói lở bờ biển tại khu vực luôn biến động phức tạp, đai RNM đang dần bị suy thoái, đưa biển tiến sâu, uy hiếp trực tiếp đến dải bờ biển và tuyến đê phía sau. Để ứng phó trước tình trạng đó, nhiều giải pháp công trình đã được đưa ra, trong đó kết cấu KCLT có nhiệm vụ gây bồi tạo bãi đã được cho thử nghiệm với chiều dài 300m vào năm 2010 tại huyện U Minh [3]. Kết quả cho thấy, đây là giải pháp mang lại hiệu quả nổi trội hơn so với các giải pháp đê chắn sóng

Ngày nhận bài: 10/6/2024
Ngày thông qua phản biện: 02/7/2024
Ngày duyệt đăng: 06/8/2024

khác như đê trụ rỗng, kè busadco,… Hiện nay, phía biển Tây tỉnh Cà Mau đã cho xây dựng hoàn thành hơn 50km KCLT bao gồm 25 công trình dọc theo tuyến bờ biển, từ khu vực rạch Tiểu Dừa, huyện U Minh đến khu vực cửa Sào Lưới, huyện Phú Tân (xem Hình 1).



Hình 1: Phạm vi và đối tượng nghiên cứu

Hệ thống đê giảm sóng KCLT tại Cà Mau đã mang lại hiệu quả to lớn trong phòng chống thiên tai, giảm xói lở và bảo vệ RNM ven biển. Tuy nhiên, theo thời gian, cần có số liệu để đánh giá hiệu quả gây bồi tạo bãi của công trình. Qua tài liệu thu thập và khảo sát khá đầy đủ tại các công trình được xây dựng phía biển Tây từ năm 2010÷2020 bài báo có cơ sở khoa học để bước đầu đánh giá hiệu quả gây bồi tạo bãi của các công trình KCLT phía biển Tây, tỉnh Cà Mau.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Dữ liệu

Tài liệu sử dụng để phân tích diễn biến X/B bãi biển sau các công trình KCLT phía Tây trong thời kỳ MGTN được Viện Kỹ thuật Biển thực hiện vào 2 giai đoạn, cụ thể:

- Tài liệu đo mặt cắt ngang địa hình phía biển Tây đợt 1, thời điểm đo vào đầu MGTN tháng 05 năm 2023;

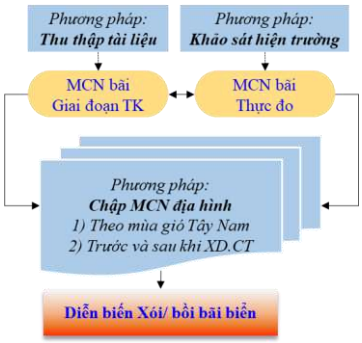
- Tài liệu đo mặt cắt ngang địa hình phía biển Tây đợt 2, thời điểm đo vào cuối MGTN tháng 11 năm 2023;

Mặc khác, nghiên cứu cũng đã thu thập nguồn tài liệu địa hình bãi biển giai đoạn trước khi xây dựng công trình, đây là nguồn tài liệu quan trọng để đánh quá hiệu quả gây bồi tạo bãi của giải pháp công trình: Tập bản vẽ khảo sát địa hình, hồ sơ thiết kế bản vẽ thi công, bản vẽ hoàn công của 25 công trình kè cọc ly tâm đã xây dựng phía biển Tây, tỉnh Cà Mau.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Để nghiên cứu diễn biến X/B bãi biển, hiện nay có rất nhiều phương pháp được áp dụng, trong đó bao gồm việc đánh giá bằng mô hình toán theo điều kiện tự nhiên thông qua các phương tiện hỗ trợ như MIKE 21,… hoặc dựa vào việc phân tích, đánh giá bằng phương pháp ảnh viễn thám để nêu bật được quá trình biến đổi lòng dẫn cũng như xu thế đường bờ có thể dự báo trong tương lai gần. Tuy nhiên, trong bài báo này với nguồn tài liệu kế thừa là các mặt cắt ngang địa hình bãi biển sau công trình KCLT, do đó bài báo sử dụng phương pháp chập ghép MCN tại cùng một vị trí qua các thời gian khảo sát khác nhau để phân tích quá trình biến động bãi biển.

Bên cạnh đó kết hợp với tài liệu điều tra khảo sát thực địa về độ lún của đá hộc, năm xây dựng, khoảng cách bố trí tuyến công trình KCLT để kết hợp đánh giá kết quả thu được từ việc phân tích chồng ghép MCN. Quy trình nghiên cứu được trình bày theo sơ đồ như sau:



Hình 2: Sơ đồ phương pháp đánh giá X/B

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Diễn biến bãi biển qua số liệu thực đo

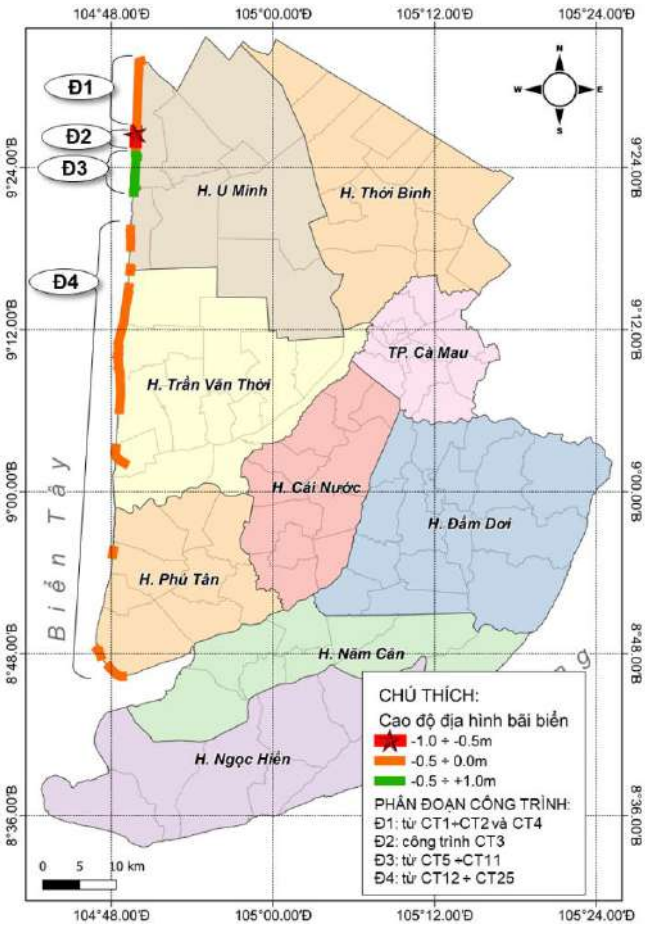
3.1.1. Diễn biến trên mặt bằng và MCN

Biến động bãi biển sau công trình KCLT có thể chia làm 03 loại địa hình chính (xem Hình 3) và mỗi loại địa hình sẽ tương ứng với hiệu quả bồi tụ của mỗi công trình.

a. Sơ đồ bãi biển sau công trình đoạn Đ1 & Đ4

b. Sơ đồ bãi sau công trình đoạn Đ2

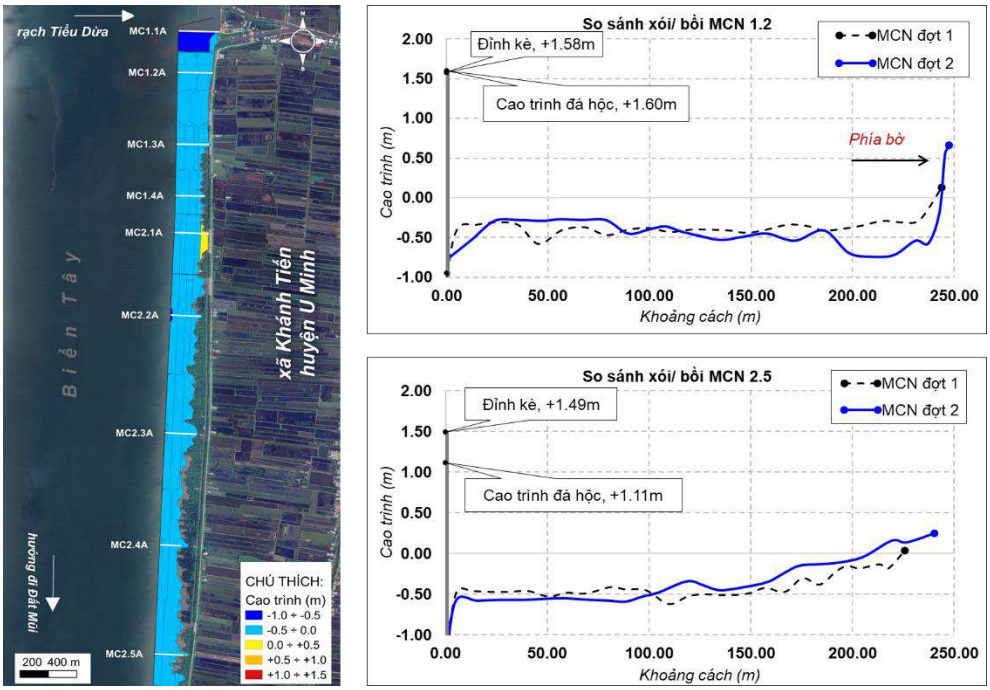
c. Sơ đồ bãi sau công trình đoạn Đ3



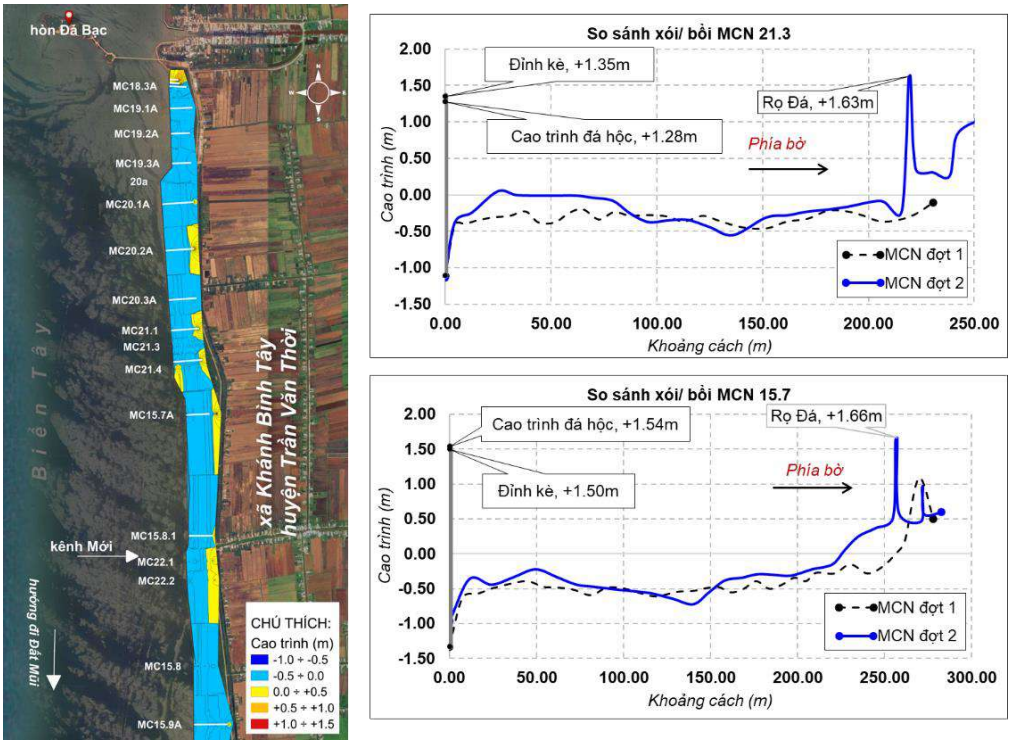
Hình 3: Sơ đồ phân chia đặc điểm địa hình bãi biển công trình KCLT

a. Diễn biến bãi biển loại 1

Đặc điểm bãi biển sau công trình trong đoạn này có địa hình thoải, chiều rộng bãi biển phổ biến từ 200m÷350m, cao độ từ -0.5m÷ +0.5m. Mức độ X/B trên MCN đan xen nhau với dao động từ ±0.2÷0.4m. Phía sau công trình RNM còn rất mỏng và đang bị xói lở. Địa hình này là đoạn Đ1 gồm công trình CT1÷ CT2; CT4; đoạn Đ4 gồm các công trình CT12÷ CT25 chiếm tỷ lệ 17/25 công trình.



Hình 4: Sơ đồ bãi biển và diễn biến trên MCN công trình 1 và 2

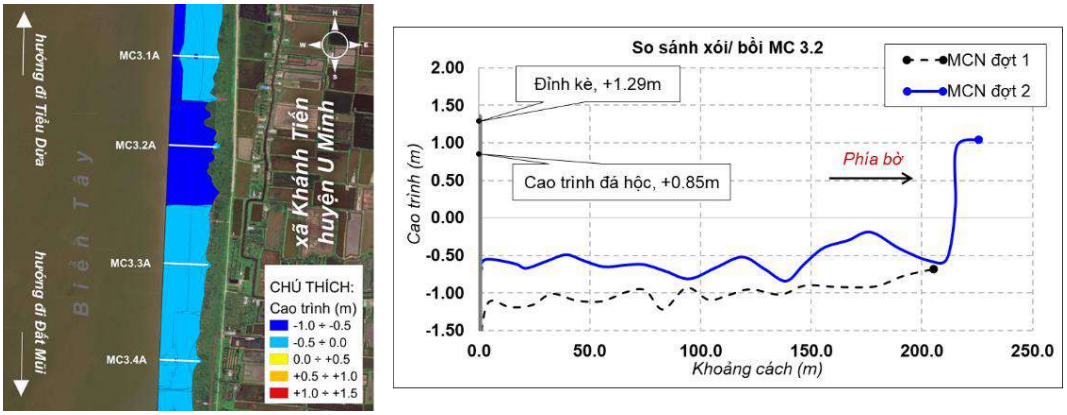


Hình 5: Sơ đồ bãi biển và diễn biến trên MCN công trình 15÷21

b. Diễn biến bãi biển loại 2

Bãi biển có địa hình thoải, chiều rộng từ 200m÷280m, cao độ bãi biển phổ biến từ -1.0m÷-0.5m. Mức độ bồi trên MCN là chủ yếu dao động từ +0.2÷0.4m. Phía sau công trình rừng ngập mặn rộng 60m÷100m. Địa hình này là đoạn Đ2, công trình CT3 từ Hương Mai hướng về Tiểu Dừa xã Khánh Tiến, huyện U Minh. Đây là vị trí công trình

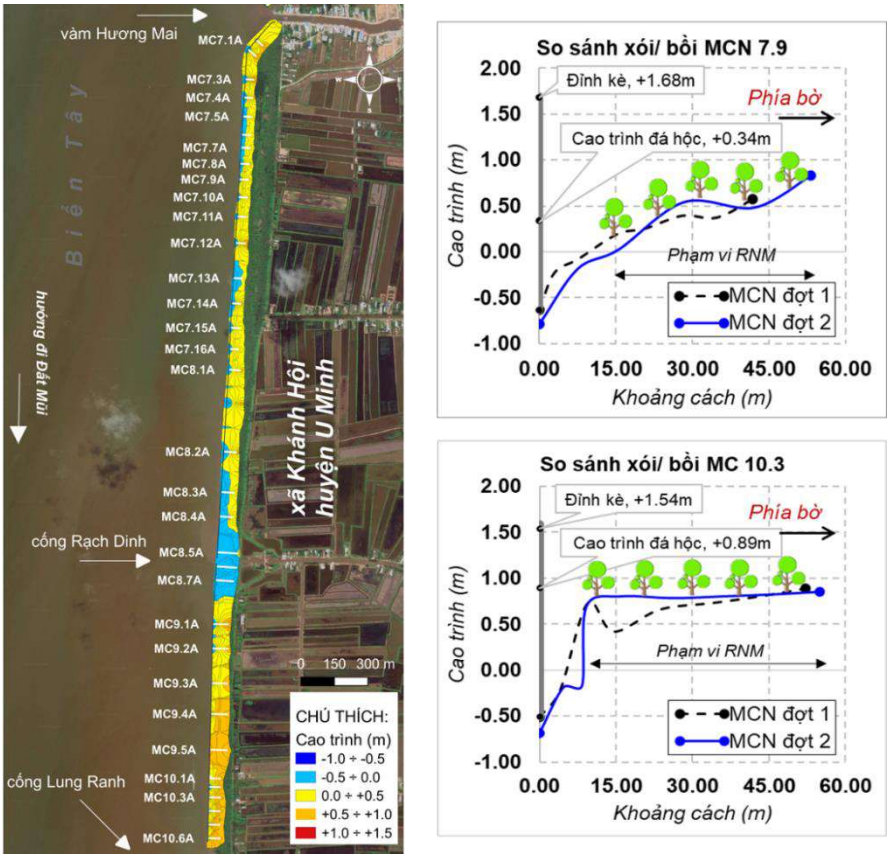
có bãi biển hạ thấp.



Hình 6: Sơ đồ bãi biển và diễn biến trên mặt cắt ngang công trình 3

c. Diễn biến bãi biển loại 3

Bãi biển có độ dốc từ 2%÷5%, chiều rộng từ 40m÷90m, cao độ địa hình bãi biển phổ biến từ -0.5m÷0.5m. Phía sau công trình là đia RNM. Địa hình này đoạn Đ3 gồm công trình CT5÷ CT11 chiếm tỷ lệ 7/25 công trình. Đây là vị trí các công trình có bãi biển từ tuyến kè đến bìa rừng là hẹp nhất và RNM đang phát triển, đường bờ được bồi tụ nhiều nhất trong khu vực.



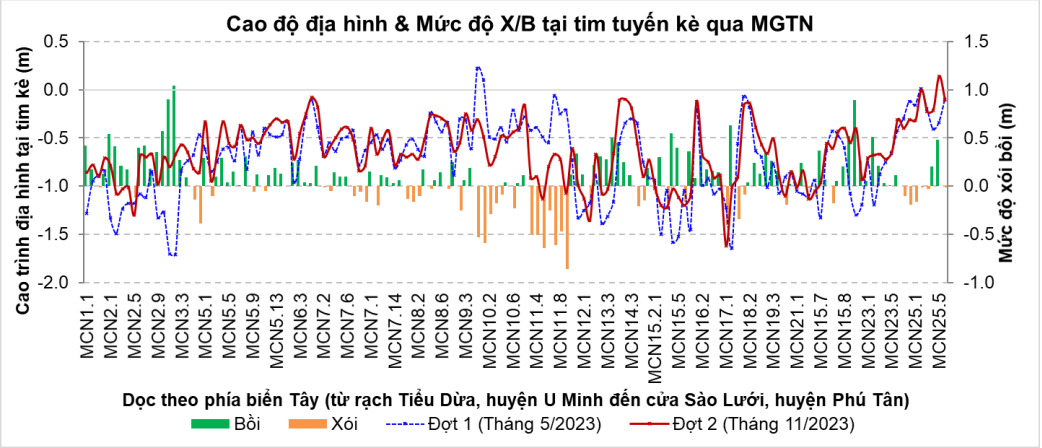
Hình 7: Sơ đồ bãi biển và diễn biến trên mặt cắt ngang công trình CT5÷11

Kết quả đánh giá diễn biến X/B tại phía biển Tây qua MGTN cho thấy bãi biển tại khu vực

biến động liên tục, mức độ X/B dao động trong phạm vi ±0.2÷0.4m. Các công trình có tuyến cách bờ >250m thì mức độ xói rừng ngập mặn nhiều, các công trình có khoảng cách <150m thì rừng ngập mặn đang được phục hồi.

3.1.2. Diễn biến trên mặt cắt dọc chân công trình

Cắt dọc tại chân công trình KCLT cho thấy cao trình địa hình tại chân công trình phổ biến từ -1.0m÷0.0m; Một số ít công trình có cao trình chân thấp hơn từ -1.5m÷-1.0m. Biến động chân tuyến công trình có xu thế bồi chiếm đa số, mức bồi dao động +0.2m÷0.50m; Các công trình CT5, CT9÷CT11 xói từ -0.2m÷0.50m cần chú ý theo dõi và gia cố chân cho công trình vì đây là vị trí bãi bồi hẹp, có độ dốc và bờ đang được bồi tụ (*như đã phân tích ở mục 3.1.1*) sóng phản xạ gây xói lở chân công trình để gây mất ổn định tổng thể.

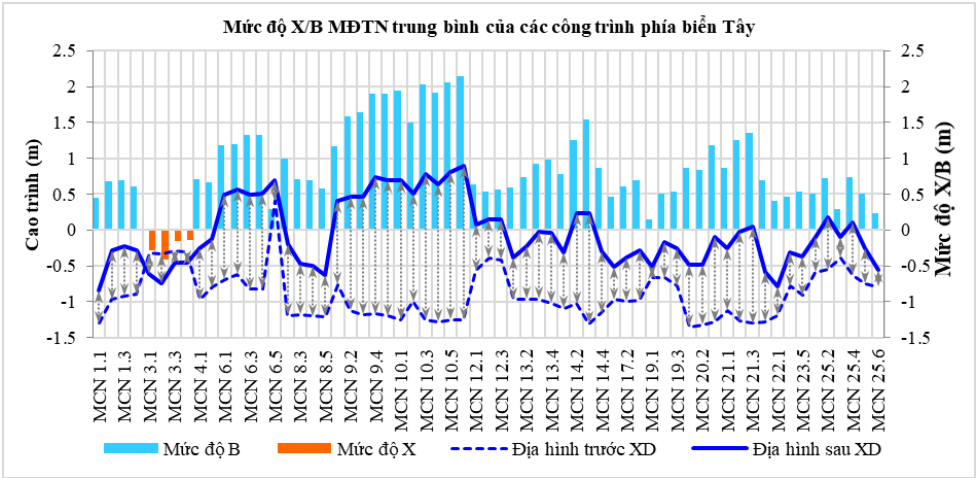


Hình 8: Diễn biến X/B tại chân công trình phía trong dọc theo tuyến KCLT

3.2. Diễn biến bãi biển qua số liệu thu thập

3.2.1. Diễn biến trên mặt cắt ngang

Kết quả so sánh trên MCN phạm vi từ tim tuyến kè vào phía bờ khoảng 20m cho thấy, sau khi các công trình KCLT được đầu tư xây dựng cho đến hiện nay đã mang lại hiệu quả gây bồi tạo bãi rất tốt, toàn bộ bãi biển sau công trình dọc theo phía biển Tây được nâng cao, trừ công trình CT3. Tại công trình CT3 diễn biến các MCN đều có hiện tượng xói, điều này phù hợp với phân tích tại *mục 3.1.1* là khu vực có bãi biển hạ thấp nhất trong khu vực.

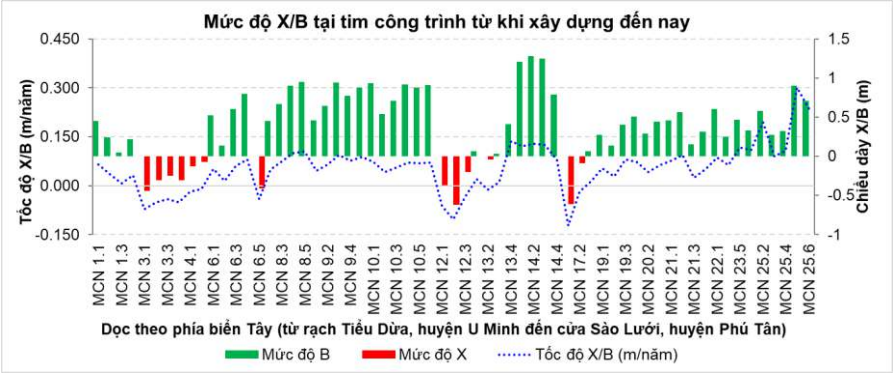


Hình 9: Mức độ X/B tại vị trí cách tuyến 20m giai đoạn trước – sau khi xây dựng

Xét về mức độ gây bồi, các công trình được xây dựng từ năm 2010 đến nay chiều dày bãi bồi tăng hơn +2.0m, các công trình được xây dựng gần đây từ năm 2018, 2019, 2020 đến nay chiều dày bãi bồi tăng lên bình quân khoảng +0.5m. Vận tốc gây bồi trung bình khoảng 0.12m/năm.

3.2.2. Diễn biến trên mặt cắt dọc chân công trình

Từ khi xây dựng công trình đến nay thì hầu hết cao độ địa hình tại chân công trình đã được bồi tụ, tốc độ bồi lớn nhất lên đến 0.35m/năm, riêng công trình CT3, CT12 và CT17 thì chân công trình bị xói và hạ thấp đến 0.7m. Cần rà soát và gia cố chân các công trình trên kịp thời để đảm bảo ổn định cho kè (xem Hình 10).



Hình 10: Diễn biến địa hình tại chân công trình phía trong qua giai đoạn trước – sau khi xây dựng

Như vậy qua phân tích kết quả diễn biến X/B tại phía biển Tây cho thấy phạm vi MCN cách tuyến kè 20m các công trình đều được bồi tụ trừ CT3, trong phạm vi này công trình đã phát huy tốt hiệu quả gây bồi. Tại khu vực chân công trình cho thấy các xu hướng bồi tụ là chính, nhưng có CT3, CT12 và CT17 chân bị hạ thấp. Vì thế tại các công trình xói chân và bãi biển cần phải được theo dõi và tu sửa kịp thời, đảm bảo công trình ổn định tổng thể.

3.3. Phân tích nguyên nhân chính ảnh hưởng đến diễn biến X/B sau công trình KCLT

Khái quát các nhân tố ảnh hưởng đến hiệu quả giảm sóng tạo bãi của công trình KCLT như ảnh hưởng của các yếu tố tự nhiên: Tác động của điều kiện thủy hải văn dòng chảy, bùn cát; đặc điểm địa hình, địa mạo, địa chất. Ảnh hưởng hoạt động của con người như xây dựng công trình điều tiết thượng nguồn, khai thác hải sản, giao thông thủy. Ảnh hưởng của các điều kiện kỹ thuật thiết kế và thi công công trình

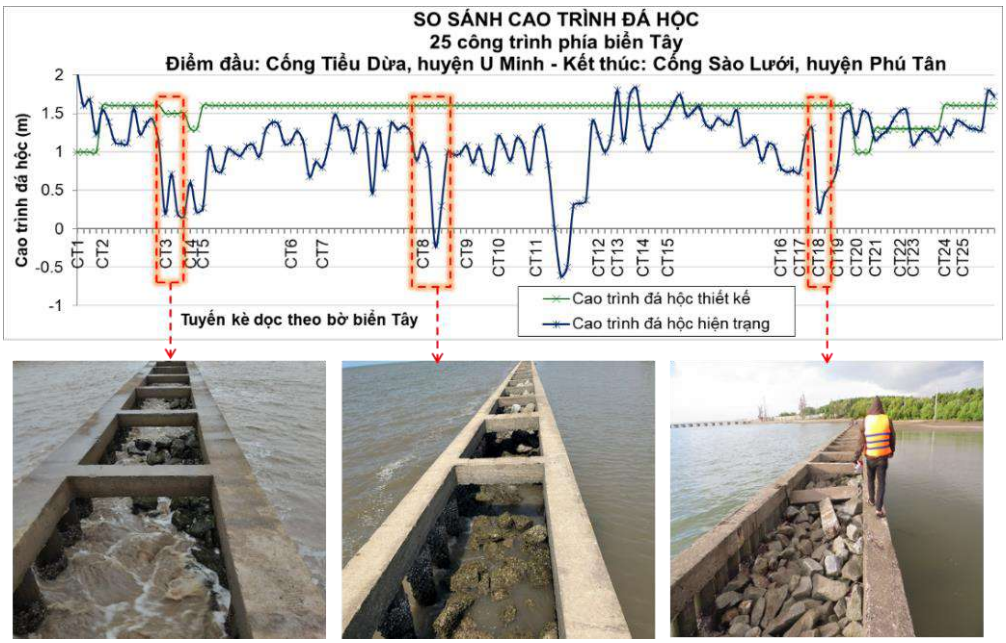
Hình 11: Sơ đồ tổng hợp các nguyên nhân chính ảnh hưởng đến diễn biến X/B tại KVNC

3.3.1. Ảnh hưởng của các yếu tố tự nhiên

Sóng biển, thủy triều hay hiện tượng biến đổi khí hậu, nước biển dâng là những yếu tố tác động thường xuyên đến hệ sinh thái vùng ven biển. Phân tích, đánh giá ảnh hưởng từ các nguyên nhân này đã được nhiều nghiên cứu trước đây đề cập đến như [5], [6] và sự thiếu hụt bùn cát từ thượng nguồn [7]. Do đó, nghiên cứu sẽ không phân tích sâu vào nội dung này.

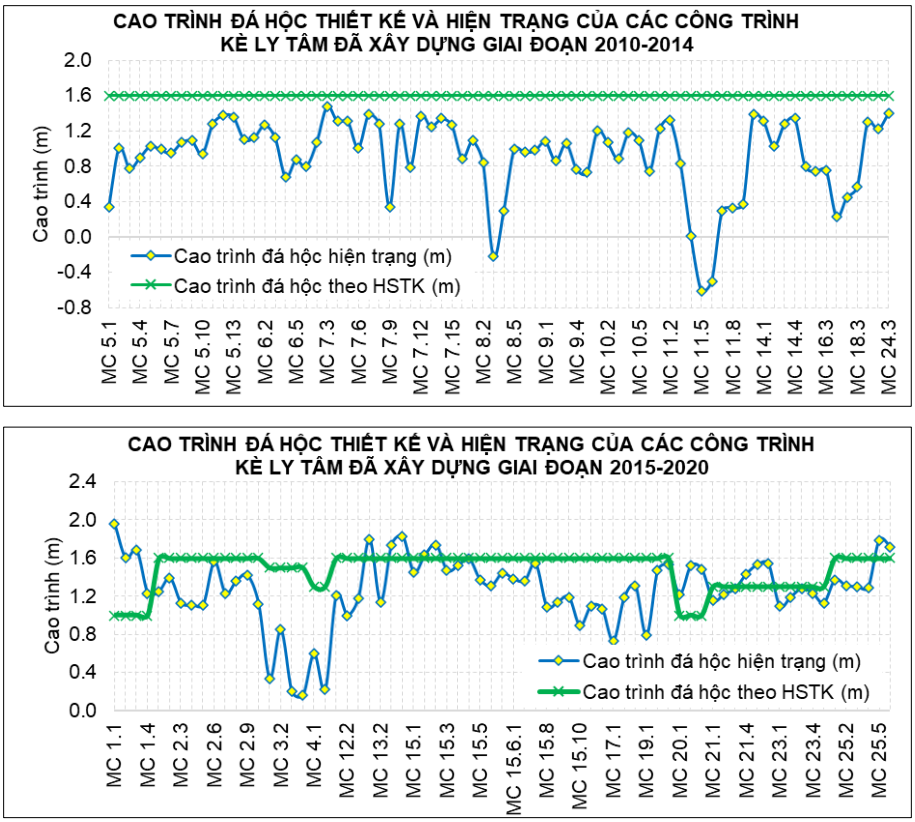
3.3.2. Ảnh hưởng của các yếu tố kỹ thuật

a. Ảnh hưởng của cao trình lõi đá hộc



Hình 12: Hiện trạng lún lõi đá hộc thân kè dọc theo tuyến công trình phía biển Tây

Lõi đá hộc thân kè được nghiên cứu ví như "quả tim" để duy trì vận hành trong suốt vòng đời của giải pháp công trình, cao trình lõi đá hộc xuống thấp gây mất khả năng hấp thụ sóng cũng như không thể giữ được lượng bùn cát đọng lại phía sau kè. Hiện tượng lún lõi đá hộc thân kè nguyên nhân chủ yếu do đặc điểm khu vực có nền địa chất yếu, dễ bị sụt lún. Theo kết quả điều tra hiện trạng công trình CT3, hiện trạng cao trình lõi đá hộc xuống thấp $Z_{đhht}$ =+0.20÷0.85m so với cao trình đá hộc thiết kế là $Z_{đhtk}$ =+1.50m (xem Hình 12), chiều dày sụt đá hộc từ 0.5m÷1.0m là một trong những nguyên nhân dẫn đến bãi phía sau công trình bị xói.



Hình 13: Hiện trạng lún lõi đá hộc thân kè qua các giai đoạn xây dựng

Hao hụt và lún đá hộc xảy ra ở hầu hết các công trình, mức độ lún đá hộc lớn nhất là 2m. Các công trình xây dựng trong giai đoạn 2010-2014 thì mức độ lún và hao hụt của đá hộc 0.7m÷2.0m lớn hơn nhiều giai đoạn 2015-2020 là 0.2m÷1.0m. Như vậy cần chú ý gia cố đá hộc đặc biệt là các công trình xây dựng trước năm 2014 đầy đủ như thiết kế để công trình đảm bảo hiệu quả giảm sóng và gây bồi tốt nhất.

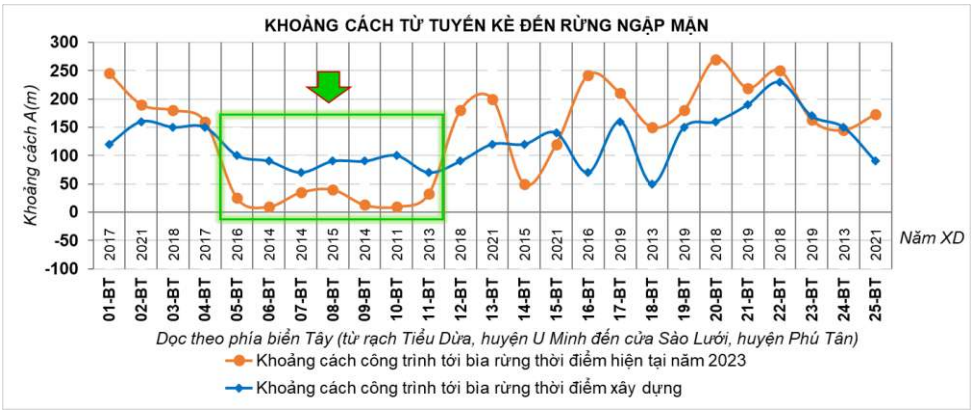
b. Ảnh hưởng từ bố trí tuyến kè và thời gian xây dựng

Hiện nay, các công trình KCLT phía biển Tây khoảng cách bố trí tuyến kè (A) không đồng nhất, nhiều vị trí tuyến công trình cách đường bờ hiện trạng khá xa (A=180÷270m), cũng có nhiều vị trí bãi bồi đã tiến ra gần sát đến tuyến kè (A=10÷50m).

Qua số phân tích số liệu thu thập và công tác điều tra hiện trạng cho thấy:

- Các công trình Bồi và ổn định có các đặc điểm sau: (1) được xây dựng giai đoạn từ 2010-2015; (2) có tim tuyến cách rừng 100m; (3) bãi bờ có độ dốc 2% ÷5%, cao trình bãi -0.5m÷1.0m. Tim tuyến công trình phổ biến tại cao trình từ 0.0m÷-1.00m. Các công trình CT5÷CT11 được xây dựng năm 2010÷2014, tuyến cách rừng 80m÷100m, đến nay rừng ngập mặn đã phát triển cách rừng còn 10m÷30m.

- Các công trình chưa ổn định và xói có các đặc điểm sau: (1) được xây dựng giai đoạn từ 2015-2020; (2) có tim tuyến cách rừng 100m÷250m; (3) bãi bờ thoải và cao trình bãi -0.5m÷0.0m; Các công trình còn lại được xây dựng năm 2015÷2020, tim tuyến cách bờ 50m÷250m, đến nay rừng ngập mặn đã bị suy thoái dần và cách bờ rừng gia tăng 150m÷270m.



Hình 14: Khoảng cách tuyến kè năm 2023

3.3.3. Ảnh hưởng do hoạt động của con người

Một số phương pháp đánh bắt do tính chủ quan của người dân đang gián tiếp tác động đến sự biến động của bãi biển. Giải pháp kết cấu KCLT với lõi đá hộc thân kè đã tạo môi trường lý tưởng cho các loài hải sản sinh trưởng, nhưng việc đào bới lõi đá hộc thân kè để khai thác đã gây ra tình trạng lõi đá hộc bị xáo trộn, hao hụt dẫn đến mất hiệu quả giảm sóng của công trình.

3.4. Đề xuất giải pháp cấp bách ổn định công trình KCLT khu vực biển Tây

3.4.1. Giải pháp duy tu bảo dưỡng công trình đã xây dựng

Từ những vấn đề thực tiễn, nghiên cứu định hướng một số giải pháp nhằm nâng cao hiệu quả kỹ thuật đối với giải pháp công trình như sau:

- Tuyên truyền cho người dân có ý thức trong việc bảo vệ công trình, không khai thác hải sản trong lõi đá hộc thân kè làm giảm năng lực của công trình; Neo đậu tàu thuyền an toàn tránh gây va đập vào thân kè;

- Hàng năm nên tổ chức định kỳ kiểm tra, kịp thời duy tu bổ sung lõi đá hộc thân kè, sửa chữa dầm bị hư hỏng;

- Gia cố rọ đá phòng xói chân kè tại các khu vực đã được cảnh báo;

- Xem xét bố trí giải pháp đa tầng cho các đoạn kè có khoảng cách tuyến cách bờ >250m, đang bị xói để ổn định bãi và phục hồi RNM.

3.4.2. Các vấn đề cần lưu ý trong thiết kế các công trình kè giảm sóng gây bồi

- Lựa chọn bố trí khoảng cách tuyến kè hợp lý (từ 100÷150m);

- Xem xét công trình KCLT có bề rộng kè từ 2.6m÷2.7m, cao trình từ 1.6m÷1.7m;

- Kích thước lõi đá hộc nên chọn loại cấp phối 30cm÷40cm.

4. KẾT LUẬN

Kết quả phân tích diễn biến X/B bãi biển qua MGTN cho thấy, bãi biển vẫn còn chịu tác động mạnh, hệ quả ở đây là bãi biển biến động liên tục và phức tạp qua từng đoạn công trình. Song song với đó, hiện trạng chân công trình đang bị xói lở là vấn đề cần phải được quan tâm và theo dõi vì điều này ảnh hưởng trực tiếp đến độ an toàn của công trình.

Kết quả phân tích diễn biến X/B bãi biển sau tuyến công trình KCLT phía biển Tây cho thấy từ khi được xây dựng giải pháp đã mang lại hiệu quả gây bồi tạo bãi rõ rệt, cao độ bãi bồi được nâng cao, nhiều đoạn công trình có đai RNM đã được khôi phục. Tuy nhiên, phạm vi phân tích diễn biến bãi biển chỉ khoảng 20m tính từ tuyến kè vào phía bờ, chiếm tỉ lệ tương đối nhỏ so với phạm vi bãi biển sau công trình do đó kết quả chưa thể hiện đầy đủ bản chất

X/B của bãi biển, ở đây bài báo khuyến nghị nên có thêm các nghiên cứu để bổ sung đầy đủ luận cứ cho nội dung này.

Nghiên cứu cũng đã định hướng một số giải pháp nhằm nâng cao hiệu quả kỹ thuật đối với giải pháp công trình như: khoảng cách bố trí tuyến kè hợp lý từ 100-150m so với đường bờ hiện trạng; Quy mô kết cấu KCLT đề xuất sử dụng cho phía biển Tây với bề rộng kè từ 2.6m÷2.7m, cao trình đỉnh kè từ +1.6m÷1.7m và đá hộc sử dụng cho lõi thân kè chọn loại cấp phối 30cm÷40cm. Duy tu bảo dưỡng công trình theo qui định.

LỜI CẢM ƠN: Bài báo sử dụng kết quả nghiên cứu của đề tài cấp tỉnh *"Nghiên cứu hiệu quả giảm sóng, gây bồi tạo bãi của các giải pháp công trình bảo vệ bờ biển đã xây dựng và đề xuất hình mẫu kết cấu hợp lý nhằm nâng cao hiệu quả kỹ thuật của công trình"*. Tác giả xin chân thành cảm ơn Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Cà Mau đã tạo điều kiện để Viện Kỹ thuật Biển và Nhóm nghiên cứu thực hiện đề tài này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nguyễn Ngọc Thuận, Trần Văn Tỷ, Trần Văn Hừng và cộng sự. (2021). Đánh giá hiệu quả của các công trình kè giảm sóng tại bờ biển Tây tỉnh Cà Mau. *Vietnam J Hydrometeorol*, **732(12)**, 93–105.

[2] Nguyễn Văn Lập và Tạ Thị Kim Oanh (2012). Đặc điểm trầm tích bãi triều và thay đổi đường bờ biển khu vực ven biển tỉnh Cà Mau, châu thổ sông Cửu Long. *Tạp Chí Các Khoa Học Về Trái Đất*, **34(1)**, 1–9.

[3] Nguyễn Anh Tiến (2023). Nghiên cứu giải pháp hợp lý và công nghệ thích hợp phòng chống xói lở, ổn định bờ biển vùng đồng bằng sông Cửu Long, đoạn từ Mũi Cà Mau đến Hà Tiên.

[4] Hữu Tùng (2023). Hiệu quả phòng, chống sạt lở bờ biển ở Cà Mau. <https://nhandan.vn/hieu-qua-phong-chong-sat-lo-bo-bien-o-ca-mau-post746649.html>.

[5] Lê Mạnh Hùng, Nguyễn Duy Khang và Lê Thanh Chương (2012). Xói lở, bồi tụ bờ biển Nam Bộ từ Thành phố Hồ Chí Minh đến Kiên Giang - Nguyên nhân và các giải pháp bảo vệ. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi*.

[6] Lê Thanh Chương và Nguyễn Bá Dương (2022). Nghiên cứu nguyên nhân xói lở bờ biển đông bán đảo cà mau bằng mô hình toán.

[7] Lê Xuân Tú (2018). nghiên cứu quá trình vận chuyển bùn cát vùng cửa sông ven biển ĐBSCL sử dụng mô hình toán 3 chiều Delft 3d.