

ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA TUYẾN KÈ HIỆN HỮU VÀ GIẢI PHÁP CÔNG TRÌNH ĐỀ XUẤT MỚI ĐỐI VỚI CHẾ ĐỘ THỦY-THẠCH ĐỘNG LỰC BIỂN VEN BỜ MŨI CÀ MAU NHẪM BẢO VỆ VÀ PHÁT TRIỂN VÙNG ĐẤT MŨI

Nguyễn Bá Cao, Nguyễn Hữu Nhân

Viện Kỹ thuật Biển

Tóm tắt: Kể từ năm 2005, tốc độ xói bờ biển phía nam Mũi Cà Mau tăng mạnh. Vào năm 2012, trước tình thế khẩn cấp và chỉ dựa vào các kinh nghiệm thực tế, địa phương đã xây dựng tuyến kè dài khoảng 1.700 m để bảo vệ bờ khu du lịch Mũi Cà Mau và bước đầu đã phát huy tác dụng chống xói lở bờ biển khu vực bên trong tuyến kè. Bài báo bổ sung thêm các đánh giá và dự báo về tác động của nó lên chế độ thủy thạch động lực vùng biển Mũi Cà Mau bằng phương pháp mô hình toán. Kết quả mô phỏng và thực tế cho thấy tốc độ xói đáy tăng đột biến tại khu vực chân phía ngoài tuyến kè có thể là yếu tố gây ra bất ổn định cho nó. Tuyến kè gần như bít kín khu vực rừng ngập mặn bên trong, suất đầu tư lớn, giá trị sử dụng cục bộ bảo vệ bờ ngắn hạn. Thông qua các phân tích về diễn biến đường bờ, chế độ thủy-thạch động lực học biển ven bờ Mũi Cà Mau và địa hình bãi bồi Cà Mau, tác giả đề xuất tuyến đê biển để ngăn sóng, nắn dòng chảy, gây bồi tạo bãi, khôi phục và phát triển rừng ngập mặn để bảo vệ Mũi Cà Mau, kết hợp với chiến lược phát triển công trình du lịch Mũi Cà Mau nhằm phát triển bền vững vùng đất-biển đặc biệt này của Việt Nam. Bài báo cũng cung cấp kết quả dự báo tác động của tuyến công trình chỉnh trị mới đề xuất bằng phương pháp mô hình toán và các phân tích về hiệu quả của công trình này.

Từ khóa: Bãi bồi Cà Mau, Mũi Cà Mau, Mô hình toán, Xói lở bờ biển, Thủy-Thạch động lực, Tác động tuyến kè, Tuyến đê biển.

Abstract: From 2005, the erosion rate at south coast of Ca Mau Cape has accelerated rapidly. In 2012, based only on practical experience and for urgent response to the situation, the local government had built special framed breakwater of about 1,700 m long to protect the coast of Ca Mau resort and it initially has promoted anti-erosion effects at the beach behind. This paper provides assessments and predictions of its impact on the hydro-morphodynamical regime of Ca Mau Cape coastal zone by mathematical modeling. The simulation results and surveying at site show that the rate of sea bed erosion outside the framed breakwater is accelerating rapidly. It can be a factor causing instability of the framed breakwater. Beside that, the framed breakwater almost blocked the inner mangrove forest area and it has only the local short-term protection value. Based on analyses of shoreline dynamics, coastal hydro-morphodynamical around Ca Mau Cape and topographical features of Ca Mau alluvial platform, the authors proposed a breakwater for preventing wave, training coastal current, restoring and growing the mangrove to protect Ca Mau Cape in combination with the tourism development strategy of Ca Mau Cape in order to sustainably develop this Vietnamese special region. The paper also provides the results of forecasting the impact of the proposed breakwater by mathematical modeling and the analysis of this engineering effectiveness.

Keywords: Ca Mau alluvial platform, Ca Mau Cape, Modelling, Coastal erosion, Hydro-morphodynamical, Impacts, Breakwater.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vấn đề xói lở, bồi tụ vùng biển ven bờ bán đảo Cà Mau đã và đang được các nhà khoa học tập trung nghiên cứu trong những năm gần đây,

trong đó có Mũi Cà Mau (MCM) được đặc biệt quan tâm bởi vị thế và đặc trưng địa lý của nó [1], [4], [6]. Biển khu vực MCM (Hình 1) là nơi giao thoa giữa hai vùng biển Đông và biển Tây có chế độ triều và dòng chảy ven bờ hoàn toàn khác nhau [6]. Tác động của gió mùa Đông Bắc và gió mùa Tây Nam từ biển Đông và biển Tây đến xói lở, bồi tụ của MCM cũng khác nhau và

Ngày nhận bài: 05/6/2018

Ngày thông qua phản biện: 24/7/2018

Ngày duyệt đăng: 08/8/2018

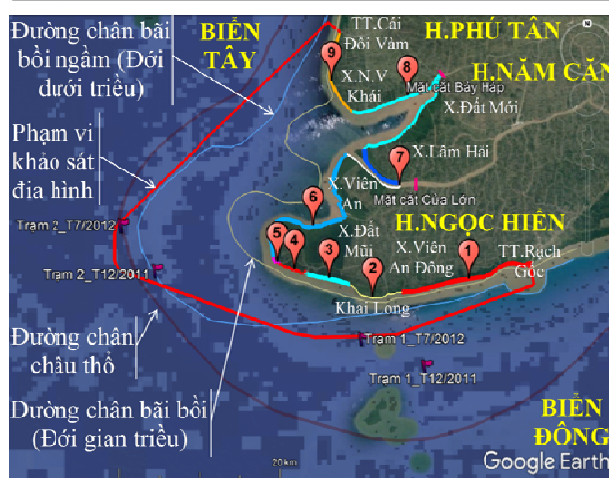
khá phức tạp [1], [6], [8], [9].

Phạm vi vùng nghiên cứu trọng tâm của công trình được giới hạn từ vàm rạch Gốc thuộc thị trấn Rạch Gốc, huyện Ngọc Hiển ở phía biển Đông đến vàm rạch Cái Đồi thuộc thị trấn Cái Đồi Vàm, huyện Phú Tân ở phía biển Tây (Hình 1b). Ngoài ra phạm vi nghiên cứu mở rộng còn xét đến chế độ vận chuyển bùn cát từ thượng nguồn sông Mekong đổ ra biển và chế độ hải văn toàn biển Đông và vịnh Thái Lan (Hình 4).

Kể từ năm 2005, bờ biển phía nam và đông-nam MCM là một trong những khu vực bị xói lở trọng điểm của tỉnh Cà Mau. Tài liệu khảo sát tổng quát tại thực địa từ năm 2011 đến 2013 [1], cho thấy bờ ở phía biển nam và đông-nam MCM chủ đạo là xói lở và biển lấn, còn bờ ở phía biển bắc và tây-bắc MCM bồi tụ và lấn biển chiếm ưu thế. Cụ thể như ở trên Hình 1b gồm các đoạn sau: Đoạn 1: xói lở nhanh và rất mạnh; Đoạn 2: ít xói lở, có kè bảo vệ khu du lịch Khai Long; Đoạn 3: bồi diện tích lớn; Đoạn 4: xói lở nhiều; Đoạn 5: xói lở mạnh, đã có kè bảo vệ; Đoạn 6: bồi nhiều, rộng; Đoạn 7: nhánh trái ổn định, nhánh phải bồi mạnh; Đoạn 8: bồi nhẹ; Đoạn 9: xói lở nhẹ.

Trước tháng 11 năm 2012, chính quyền tỉnh Cà Mau đã áp dụng một số giải pháp chống sạt lở nhưng không thành công, chỉ ổn định tạm thời được một thời gian ngắn như: (i) Giải pháp chống sạt lở bằng cừ tràm và cọc dừa; (ii) Giải pháp chống sạt lở bằng đá hộc; (iii) Giải pháp kè tường góc BTCT đặt trên nền hệ cọc vuông BTCT kết hợp mái nghiêng bảo vệ ngoài, chân khay xử lý bằng ống buy tròn xếp đá hộc bên trong. Sau tháng 11 năm 2012, trên cơ sở đúc kết từ thực tiễn và đứng trước tình thế khẩn cấp, địa phương đã xây dựng xong kè cứng tại khu du lịch Mũi Cà Mau (dài 1,7 km, từ kênh Hai Thiện đến rạch Mũi, đoạn 5 trên Hình 1b, Hình 1c) bằng hai hàng cọc bê tông ly tâm dự ứng lực được liên kết với nhau bằng hệ khung dầm ở đầu cọc và chèn đá hộc vào giữa (Hình 1c, Hình 2). Chính quyền đặt tên cho tuyến kè này

là: Kè tạo bãi bảo vệ MCM (KTB).

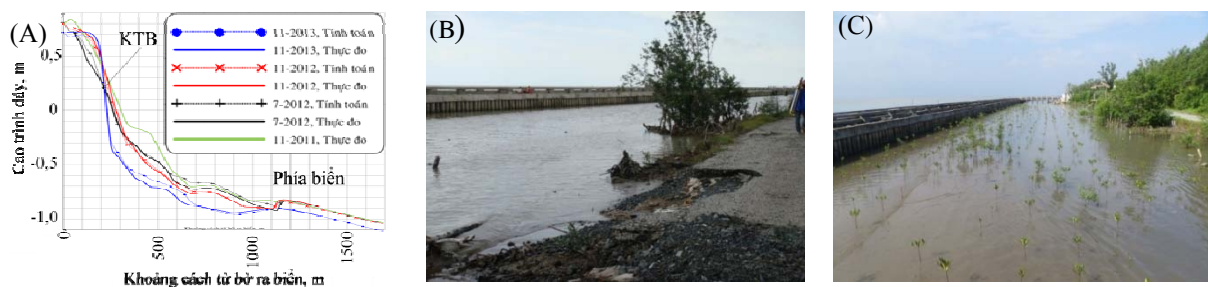


Hình 1. Vị trí địa lý Mũi Cà Mau (hình a) ở đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL); Phân đoạn xói lở đường bờ biển khu vực Mũi Cà Mau (hình b); Kè tạo bãi bảo vệ Mũi Cà Mau - tại đoạn số 5 - Khu du lịch Mũi Cà Mau (hình c).

Giải pháp này đã phát huy tác dụng, bảo vệ được khu du lịch và gây bồi, trồng được cây

ngập mặn phía trong (so sánh hình ảnh A và B trên Hình 2). Theo kết quả khảo sát tại khu vực MCM năm 2012 và 2013 (sau 1 ÷ 2 năm xây dựng kè) [1] cho thấy: KTB đã ngăn chặn sạt lở bờ biển MCM và gây bồi phía trong kè. Tuy nhiên, số liệu khảo sát vào tháng 11/2013 [1] cho thấy: xói lở đáy tại chân tuyến kè phía biển gia tăng rất mạnh sau khi có kè (xem Hình 2A). Đây là yếu tố có thể gây ra mất ổn định cho tuyến kè này. Tuyến kè gần như bít kín khu vực rừng ngập mặn (RNM) MCM nằm bên trong kè (xem Hình 1c), suất đầu tư lớn, giá trị sử dụng không cao vì chỉ có thể bảo

vệ một đoạn biển ngắn. Có thể thấy, giải pháp này là để đáp ứng tình thế khẩn cấp, tầm ảnh hưởng cục bộ và ngắn hạn vì nó chưa phù hợp và chưa xứng tầm với các lợi ích lâu dài trong việc bảo vệ, khai thác và phát triển bền vững của vùng lãnh thổ đặc biệt này của Tổ Quốc - vùng Đất Mũi Cà Mau. Cho đến nay, vẫn rất thiếu các tài liệu đánh giá tác động tổng thể của tuyến kè này. Do đó, đánh giá tác động công trình kè gây bồi này lên chế độ thủy thạch động lực nhằm khắc phục nhược điểm trước khi nhân rộng mô hình này cho những khu vực khác là một vấn đề rất cần thiết.



Hình 2. Kè tạo bãi bảo vệ MCM, (A): So sánh kết quả mô phỏng – thực đo diễn biến địa hình đáy tại chân kè từ năm 2011 – 2013; (B): tháng 7/2012; (C): cây mắm non, tháng 11/2013 [1].

Đối với bán đảo Cà Mau nói chung, điều kiện tiên quyết cần thiết bảo vệ bờ biển và biển ven bờ Cà Mau phải có đai RNM khỏe mạnh bề rộng >350 m và yếu tố tự nhiên trực tiếp gây ra xói lở bờ biển và tàn phá RNM là sóng biển ven bờ [1], [3], [4], [6], [8], [9]. Mục tiêu chính của các giải pháp là duy trì, khôi phục được đai RNM như vậy cho toàn dải đường bờ biển. Giải pháp công trình (mềm hoặc cứng) đều có chức năng cơ bản và cốt lõi là giảm tác động trực tiếp của sóng biển, sao cho đai RNM tồn tại, phát triển ổn định và bền vững, đủ mạnh khỏe để có thể thực hiện tốt chức năng quan trọng hàng đầu của RNM là giảm tác động của sóng biển lên bờ biển, tạo điều kiện gây bồi để hình thành và mở rộng các bãi bồi ven biển.

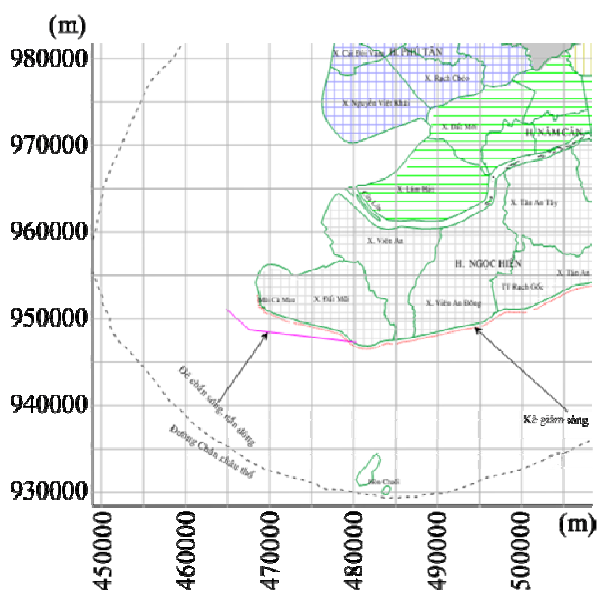
Riêng đối với MCM, tài liệu khảo sát và các kết quả nghiên cứu cho thời gian trong hơn 40

năm qua [1], [3], [6], đã cung cấp thêm 4 luận điểm đặc biệt quan trọng là: (1) Xói lở đáng kể chỉ xảy ra tại một đoạn dài khoảng 1 km bờ biển lân cận điểm du lịch Đất Mũi (xem Hình 1b); (2) Bồi tụ bùn cát xảy ra rất mạnh tại khu vực phía bắc và tây-bắc xã Đất Mũi (tốc độ lấn biển đạt 50 ÷ 80 m/năm), và MCM ngày càng mở rộng lên phía bắc (Hình 1b), trong đó cơ chế chính tạo ra hiện tượng này là sự giảm nhanh tốc độ dòng nước biển (mang theo bùn cát) chảy vòng qua MCM và hướng lên phía Bắc [1], [6]; (3) Mặc dù đường bờ biển phía nam MCM đã có các biến động lớn trong hơn 40 năm qua, nhưng có khu vực nhỏ tại Mũi Khai Long là hầu không thay đổi [1] theo thời gian (rất ổn định), và khu vực này là một điểm tựa (khởi đầu) rất tốt cho công trình bảo vệ MCM; (4) Mặc dù bờ biển phía nam bị xói mòn, nhưng chiều rộng bãi bồi ngầm dưới triều của MCM rất rộng (xem Hình 1b), có nơi rộng

hơn 17 km, được phủ bởi cát mịn có độ sâu nhỏ (cao trình đáy $>-2,5$ m).

Trên cơ sở các phân tích nêu trên, các tác giả đã nghiên cứu đề xuất giải pháp công trình mới:

xây dựng đoạn đê biển để ngăn sóng, nắn dòng bảo vệ MCM (gọi tắt là ĐeCM), kích thích quá trình bồi tụ quanh MCM với phương án tuyến như Hình 3. Đầu tuyến đê gồ lên vùng đất ổn định ở phía tây mũi Khai Long, có hình dáng đường gấp khúc (tựa như hình dáng MCM) với tổng chiều dài của đê này là 16 km. Toàn bộ tuyến đê nằm trên vùng có xu hướng bồi tụ là chính, cao trình đáy >-2 m. Công trình có kết cấu BTCT để kết hợp với đường ô tô tăng giá trị cho điểm du lịch Đất Mũi bằng một Đài vọng biển độc đáo vì cùng lúc thấy được Đông và biển Tây. Nếu không kết hợp với du lịch thì có thể sử dụng kết cấu đơn giản hơn tương tự như tuyến KTB.



Hình 3. Mặt bằng bố trí tuyến đê ngăn sóng, nắn dòng bảo vệ MCM (ĐeCM) và kè mềm giảm sóng kết hợp trồng khôi phục RNM (KeGS).

ĐeCM thuộc loại công trình chủ động, tuy nhiên do độ sâu mà ĐeCM đi qua nhỏ (<2 m), địa hình bằng phẳng, nên suất đầu tư sẽ nhỏ (tương đương KTB) hơn so với các đê ngăn sóng biển cùng loại tại vùng biển có độ sâu lớn

(như đê biển Rạch Giá,...). Có hai lựa chọn loại công trình: (i) kết cấu BTCT để kết hợp du lịch hoặc (ii) kết cấu đơn giản tương tự như tuyến KTB đã được xây dựng để bảo vệ bờ biển MCM. Chiều dài của ĐeCM gấp gần 10 lần tuyến KTB đã xây dựng.

Đoạn đầu ĐeCM về Rạch Gốc (điểm đầu của đầu phạm vi nghiên cứu) được đề xuất làm kè mềm giảm sóng (KeGS) kết hợp trồng khôi phục RNM cho phần diện tích nằm trong (phía bờ). KeGS là công trình kiểu bị động được đặt song song với đường bờ.

Bài báo này cung cấp các dự báo tác động của ĐeCM lên lên chế độ thủy thạch động lực vùng biển ven bờ và bờ biển MCM. Các dự báo là rất cần thiết cho việc ra quyết định có nên đầu tư hay không. Do tầm quan trọng đặc biệt của MCM, do các diễn biến phức tạp trong thời gian gần đây và do nhu cầu lấn biển phát triển kinh tế tại MCM, vì vậy việc nghiên cứu đầu tư xây dựng công trình này nên là một ưu tiên.

2. TÀI LIỆU SỬ DỤNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương pháp nghiên cứu chủ đạo là mô hình thủy - thạch động lực học: MIKE 21/3 Couple Model FM để mô phỏng vận chuyển bùn cát ven biển và dự báo bồi xói bờ biển khu vực nghiên cứu khi chưa có và có công trình bảo vệ bờ. Mô hình đã được hiệu chỉnh và kiểm định chặt chẽ [1], [6]. Cơ sở lý thuyết chi tiết xem tài liệu [11].

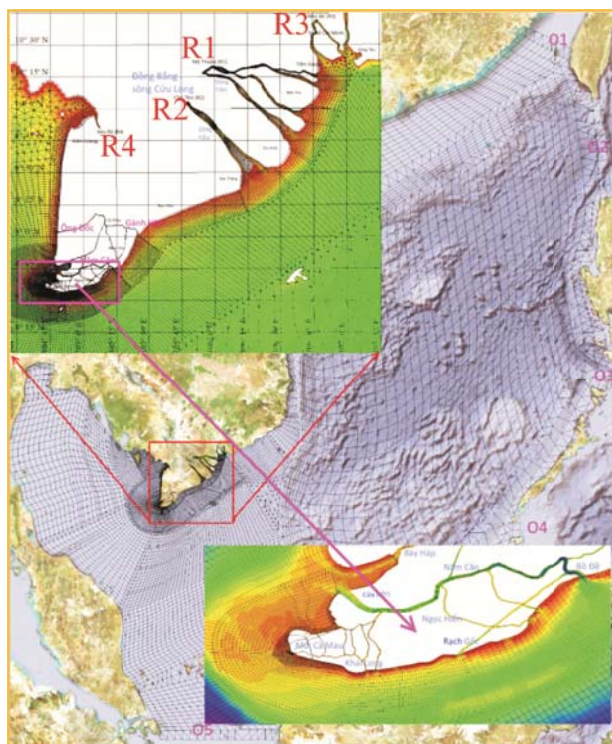
Tài liệu sử dụng: Tài liệu thực đo thủy hải văn, gió, diễn biến hình thái đường bờ biển và đáy biển, chất lượng nước và trầm tích đáy,... được Viện Kỹ thuật Biển thực hiện [1] từ năm 2011 đến năm 2013. Vị trí đo xem ở Hình 1b.

Số liệu địa hình đáy và bờ biển, thủy hải văn ở ngoài phạm vi đo đạc khảo sát trên được thu thập từ nhiều nguồn khác nhau ([4], [5], [8], [9], [10]) có độ chính xác tương đối tốt, bảo đảm độ tin cậy trong phạm vi nghiên cứu này.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Miền tính, lưới tính

Đối với module Thủy động lực (HD): Tại các đoạn biên đóng: thành phần vận tốc pháp tuyến đường biên là zero. CSDL biên lưu lượng nước đi qua mặt cắt cầu Cần Thơ (R1) và cầu Mỹ Thuận (R2) là lưu lượng giờ thực đo từ 2005 đến 2013.

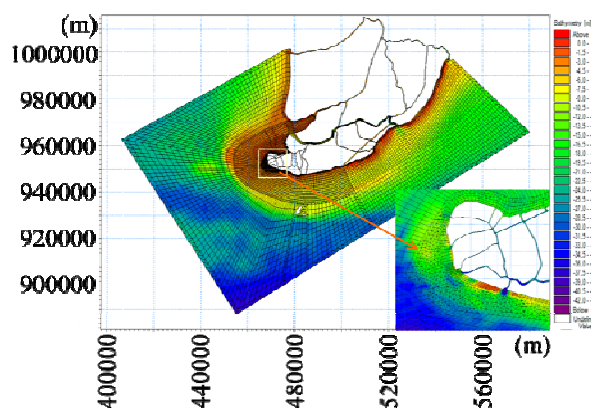


Hình 4. Lỗi vùng bồi tụ ven biển Cà Mau (vùng nghiên cứu chính); Phạm vi miền tính; Vị trí các đoạn biên mở biển: O1, O2, O3, O4 và O5; Vị trí biên mở là các mặt cắt sông: R1, R2, R3 và R4. Lưới tính mềm dẻo kết hợp phần tử tam giác và phần tử tứ giác.

CSDL biên mực nước tại mặt cắt Nhà Bè (R3) trên sông Nhà Bè và Xẻo Rô (R4) trên sông Cái lớn là số liệu thực đo từ 2005 đến 2014. CSDL biên mực nước tại 5 đoạn biên là các eo biển nối miền tính với các đại dương lân cận là số liệu tính toán dựa vào các hằng số điều hòa của 67 sóng triều (được lập ra từ các chuỗi số liệu thực tại các trạm đo mực nước có vị trí nằm ở bên các đoạn biên mở này): (1) Eo Đài Loan (O1); (2) Eo biển Luzon (hay eo Basci)

(O2); (3) Eo biển phía bắc Parawan, Philippines (O3); (4) Eo biển phía nam Parawan, Philippines (O4); (5) Eo biển nối Singapore với Singkawang (Borneo) (O5). Trong các kịch bản có nước biển dâng, biên mực nước được cộng thêm một đại lượng theo kịch bản phát triển trung bình (B2, [2]).

Đối với module Sóng (SW): Tại các đoạn biên đóng, điều kiện biên là năng lượng sóng bị hấp thụ hoàn toàn. Tại tất các đoạn biên mở còn lại, sử dụng điều kiện biên tự nhiên dạng: Lateral (biên cạnh), trong đó các thông số sóng được tính ra bằng phương trình cơ bản một chiều dọc theo đường biên với 2 đầu đều là bờ biển (biên đóng). Các số liệu sóng tới ở điểm bắt đầu và điểm kết thúc của đường biên thu được từ các đường ranh được kết nối. Đây là loại điều kiện biên xấp xỉ tốt khi đường biên gần như thẳng và khi các đường đẳng sâu gần như vuông góc với dòng chảy.



Hình 5. Lưới tính L2.

Đối với module Vận chuyển bùn (MT): Tại các đoạn biên đóng: dòng bùn theo phương pháp tuyến đường biên là zero. CSDL SSC tại mặt cắt cầu Cần Thơ và cầu Mỹ Thuận là lưu lượng giờ thực đo cho giai đoạn từ năm 2005 đến 2013. Tại tất cả 5 đoạn biên mở nối với đại dương (O1→O5) và 2 mặt cắt sông Nhà Bè và Cái lớn (R3, R4), sử dụng điều kiện biên tự nhiên dạng: gradient SSC theo phương pháp tuyến đường biên bằng 0.

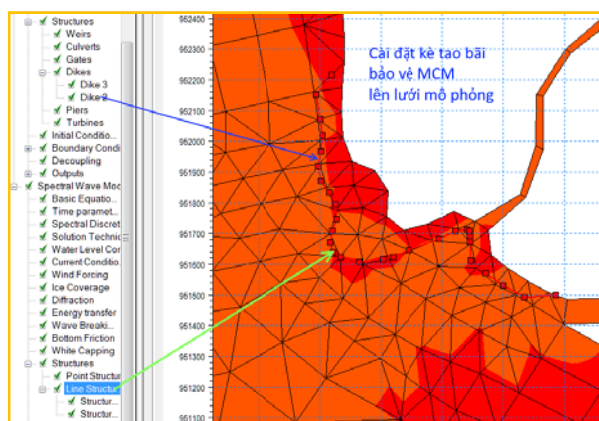
Đối với module Vận chuyển cát (ST): Không cần CSDL biên. Đối với module tính bồi xói

(D/E): Tại các đoạn biên đều cho: gradient dòng bùn cát theo phương pháp tuyến đường biên là zero. Các yếu tố khác: Các CSDL phụ khác là các lớp GIS và ảnh vệ tinh; Các thông số mô hình khác cần thiết để điều khiển mô hình tích hợp MIKE 21/3 làm việc như là bước thời gian, tiêu chuẩn CFC,...

Cân chỉnh module MT, ST và D/E: công tác này đã được thực hiện chặt chẽ ở [1], [6]. Kết quả

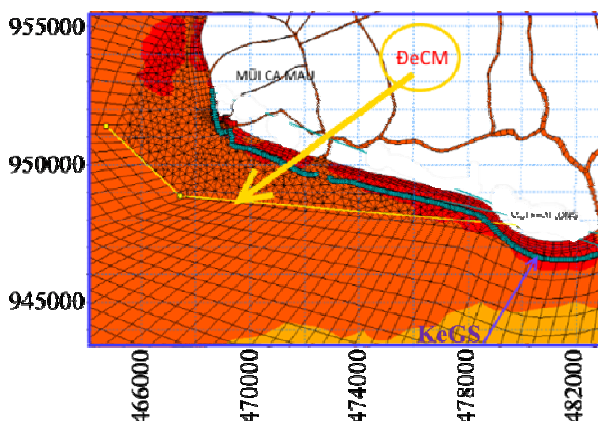
mô phỏng mức độ D/E tại 4 vùng giám sát bồi xói tiêu biểu (tức là bề dày lớp D/E $[\pm]$ trên 16 mặt cắt tiêu biểu [1] tại vùng nghiên cứu bằng mô hình tích hợp MIKE21/3 phù hợp với kết quả giám sát biến đổi địa hình đáy và bờ biển qua 2 lần đo địa hình trên thực địa vào tháng 11 năm 2011 và tháng 7 năm 2012 tại 4 vùng này.

Lập mô hình làm việc cho Kè tạo bãi bảo vệ Mũi Cà Mau (gọi tắt là KTB):



Hình 6. Thiết lập Kè bảo vệ MCM (KTB) trên lưới mô phỏng L2.

Một lưới con L2 đã được lập ra như trên Hình 6. Biên mở là đầu ra của mô hình làm việc lớn đã mô tả ở trên bao gồm: phổ sóng, các thành phần vận tốc và mực nước (flather condition), SSC của 3 thành phần bùn cát lơ lửng. Biên khí quyển và biên đáy biển và bờ biển vẫn như mô hình làm việc lớn). Các kiểu biên như vậy đảm bảo sự áp đặt tuyệt đối tác động của biển Đông và biển Tây lên chế độ thủy thạch động lực của miền tính con. Kết quả giải bài toán đặt ra bằng mô hình MIKE21/3 là các trường HD, SW, MST (MT + ST) và D/E tại vùng bồi tụ ven biển MCM trong 2 trường hợp: trước khi chưa xây dựng KTB (tháng 11/2012) và sau khi đã xây dựng KTB. So sánh 2 kết quả mô phỏng giữa chúng là cơ sở để đánh giá tác động của KTB. Kết cấu tuyến kè được thể hiện như Hình 2. Tuyến kè có mức độ xuyên qua khoảng 10% (cho nước, năng lượng sóng, được khai báo trong option của MIKE) kèm



Hình 7. Thiết lập tuyến ĐeCM và tuyến KeGS vào lưới mô phỏng L2.

theo bùn cát.

Lập mô hình làm việc cho đê ngăn sóng, nắn dòng bảo vệ MCM (ĐeCM) và kè mềm giảm sóng kết hợp trồng khôi phục RNM (KeGS):

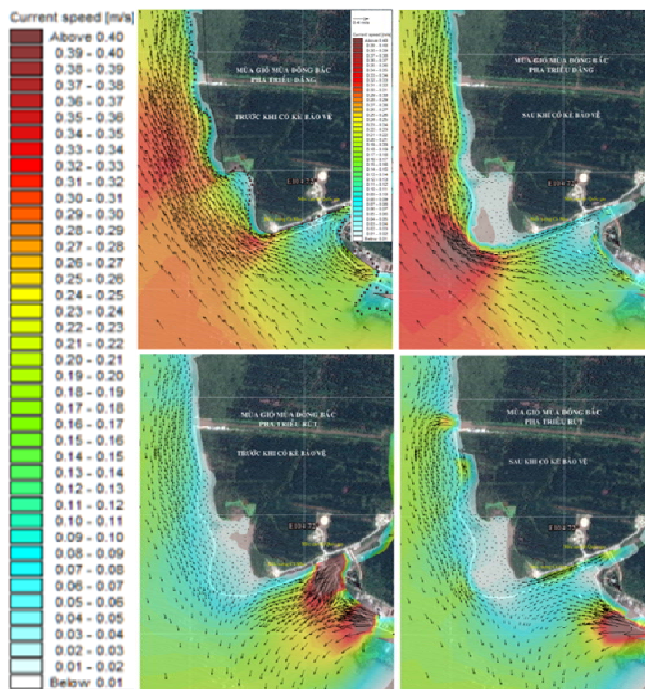
Bài toán đặt ra ở đây hoàn toàn tương tự bài toán mô phỏng đánh giá tác động của KTB đã được giải quyết nhưng có sự khác nhau ở 3 điểm: (1) vị trí và quy mô công trình cần cài đặt vào lưới tính khác nhau; (2) ĐeCM là công trình đặc liên tục (hệ số xuyên qua công trình là 0% - zero); (3) KeGS là một đoạn có chức năng tương tự KTB (có hệ số xuyên qua của bùn cát đạt 10% và mực nước hai bên là ngang nhau, được khai báo trong option của MIKE).

Kết quả giải bài toán đặt ra bằng mô hình MIKE21/3 là các trường HD, SW, MST và D/E tại vùng bồi tụ ven biển MCM trong 2 trường hợp: không cài đặt và có cài đặt ĐeCM và KeGS vào lưới tính. So sánh 2 kết quả mô

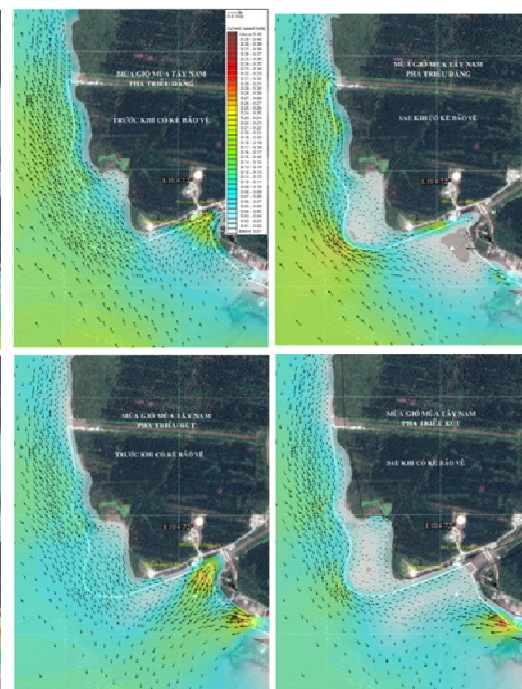
phông giữa chúng là cơ sở để đánh giá tác động của ĐeCM và KeGS.

Hiệu chỉnh, kiểm định mô hình: Mô hình tích hợp MIKE21/3 đã được chạy cho thời khoảng 26 tháng, trong đó quá trình MST bắt đầu khởi động từ tháng 11/2011 đến 12/3013. Trong thời kỳ này có 4 đợt đo địa hình tại 4 vùng giám sát D/E và các tháng 11/2011, 7/2012, 11/2012 và 11/2013. Số liệu khảo sát tháng 7/2012 đã được dùng làm mẫu để cân chỉnh các thông số module MT và ST. Trong phần này, số liệu khảo các đợt sau (11/2012 và 11/2013) sẽ được sử dụng để kiểm định các

module MT, ST và kết quả mô phỏng D/E. Mặt khác, sau khi xây dựng KTB có tác dụng vào cuối năm 2012, quá trình toán đã phải tạm ngừng, cập nhật địa hình mới bao gồm cả công trình kè Cà Mau và chạy tiếp cho đến hết tháng 12 năm 2013. Đã sử dụng số liệu thực đo tại các trạm cơ bản và các trạm khảo sát từ các đề tài, dự án trong khoảng thời gian từ ngày 15 – 30/9/2009 để kiểm định mô hình. Các kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình đảm bảo độ tin cậy cao [1], [6]. Trên Hình 2A là một so sánh địa hình đáy biển thực đo và tính toán.



Hình 8. Tác động KTB lên trường dòng chảy tiêu biểu MGDB (mùa khô).



Hình 9. Tác động KTB lên trường dòng chảy tiêu biểu MGTN (mùa mưa).

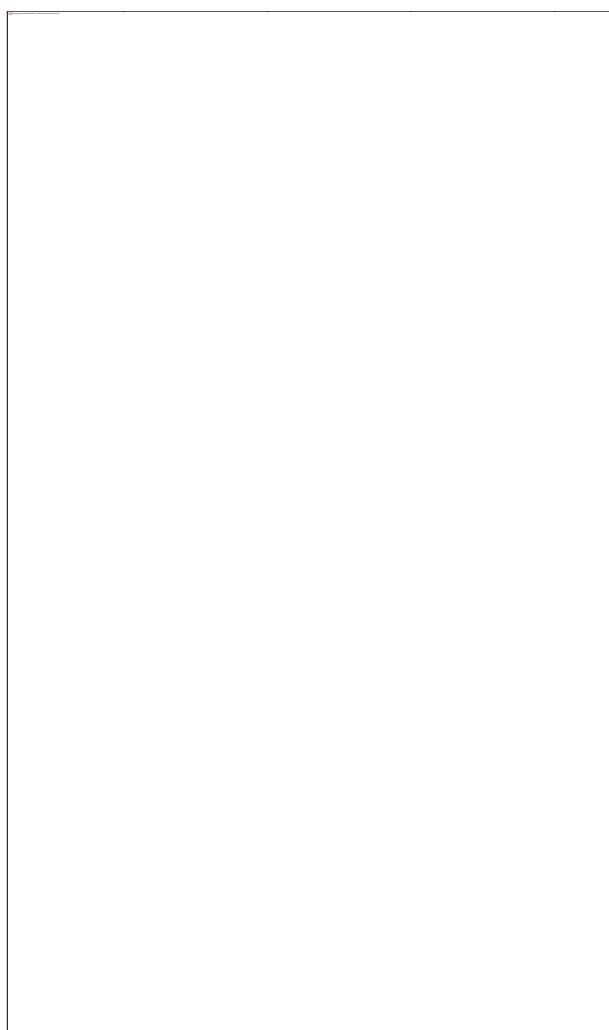
Kết quả mô phỏng tác động của KTB lên khu vực nghiên cứu:

Các kết quả tiêu biểu mô phỏng tác động của tuyến KTB được thể hiện trên các Hình 8→ cho thấy: (1) Công trình KTB đẩy dòng chảy ép dòng tại MCM, đặc biệt là vào mùa GMDB, ra xa đường bờ và tạo ra khu vực ép dòng mới ngay tại bên ngoài chân KTB (Hình 8). Đây chính là một trong các nguyên nhân

chính dẫn đến bồi lấp nhanh ở phần bên trong kè và gia tăng xói mòn tại bên ngoài chân kè. (2) Công trình KTB đã chặn được trường sóng hội tụ tấn công lên MCM và đoạn bờ biển lân cận. Đó chính hiệu quả rất tích cực dẫn đến ổn định đường bờ biển MCM. (3) Chế độ D/E đáy và bờ biển sau khi có kè đã thay đổi hẳn: (i) Vùng xói mòn đáy cận bờ biển và sạt lở bờ biển tại MCM trước đây đã được chặn đứng;

(ii) Vùng xói mòn nhẹ nằm bên ngoài chân tuyến kè trước đây nay trở thành vùng xói mòn đáy mạnh sau khi có KTB. Tốc độ xói sâu có thể lên đến 25 - 40 cm/năm. (iii) Dự báo đến năm 2019, độ sâu đáy biển ở bên ngoài chân KTB có thể sâu thêm 2 lần so với năm 2013 và chênh lệch cao trình đáy giữa bên trong và ngoài kè có thể lên đến 2 m. Lực xô ngang sẽ là mối đe dọa cho tuyến kè này, vì các cọc ly tâm chỉ đóng đến độ sâu 4 m trên nền đất yếu.

Tóm lại: Ưu điểm của tuyến KTB thì đã rõ.

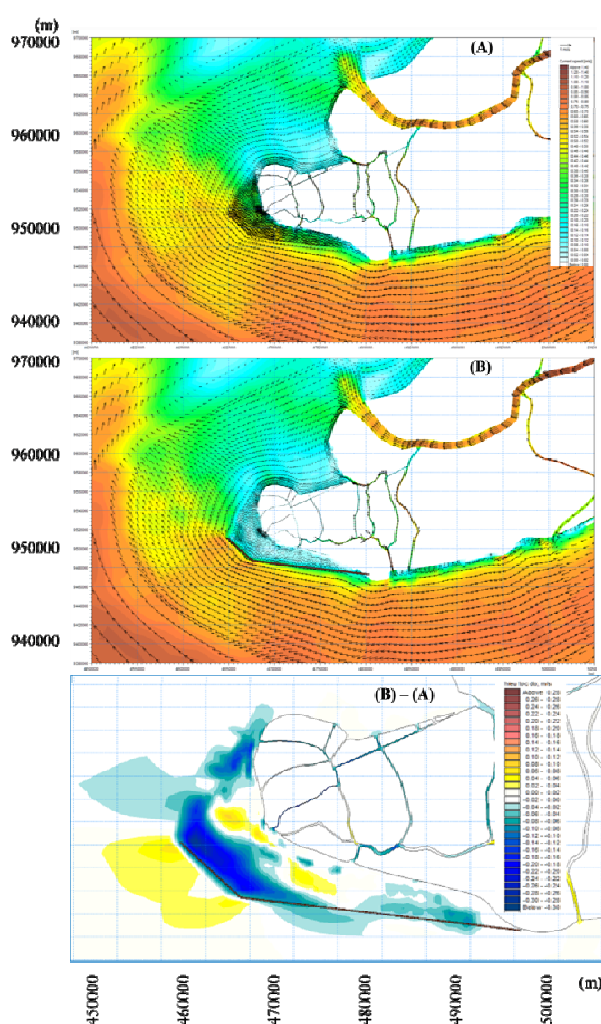


Hình 10. Bản đồ phân bố bề dày lớp bồi/xói đáy và bờ biển sau 1 năm (hình b) và sau 2 năm (hình c) có xây KTB so với khi không có xây KTB (hình a).

Do đó, nghiên cứu này đề xuất giải pháp

Tuy nhiên vẫn có các nhược điểm sau: (1) Tuyến KTB chỉ mới bảo vệ được cho khu du lịch Mũi Cà Mau (nơi có mốc tọa độ Quốc Gia) mà chưa bảo vệ được cho các khu vực khác rộng hơn đang bị xói lở mạnh và các khu vực các cần gậy bồi, phát triển RNM. (2) Tuyến kè mang tính cục bộ, suất đầu tư lớn, nên hiệu quả thấp. (3) Nguy cơ không ổn định do lực xô ngang.

Kết quả mô phỏng tác động của DeCM và KeGS lên bờ biển MCM:



Hình 11. Trường dòng chảy tổng hợp tiêu biểu mùa GMDB kỳ triều cường trước (A) và sau khi có DeCM (B) và hiệu tốc độ dòng chảy (B) - (A).

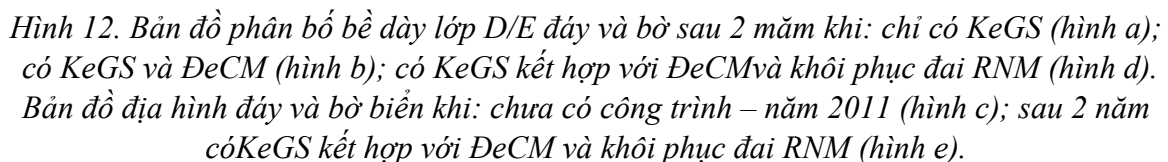
xây dựng đê ngăn sóng, nắn dòng kết hợp

với kè mềm giảm sóng để bảo vệ toàn bộ MCM (từ mũi Khai Long đến toàn bộ lõi bãi bồi Cà Mau – Mũi Cà Mau) kết hợp với khai thác du lịch vùng Đất Mũi. Cơ chế tác động của KeGS lên chế độ SW và HD cũng tương tự như cơ chế KTB tác động lên chúng - đã được phân tích nghiên cứu trong phần trước và không gây ra hiệu ứng nấn dòng chảy đáng kể. Các kết quả tiêu biểu mô phỏng tác động của tuyến ĐeCM và KeGS được thể hiện trên các Hình 11→Hình 14 cho thấy:

KeGS sẽ đem đến nhiều hiệu ứng quan trọng đối với chế độ D/E bờ biển phía đông MCM, bao gồm: (1) Nó sẽ chặn được tác động các trường sóng mạnh từ các hướng thịnh hành nhất ở (nằm trong cung từ Tây-Nam⇔Nam⇔Đông-Nam⇔Đông), triệt tiêu được tác động của yếu tố chính gây sạt lở bờ và đai RNM. (2) Thay vì bị sạt lở trong suốt hàng chục năm qua, vùng đáy và bờ biển nằm trong KeGS sẽ là vùng bồi tụ với tốc độ bồi tụ có thể đạt 15→20 cm/năm. (3) Bên ngoài KeGS, đặc biệt các đoạn KeGS dài, có hiện tượng gia tăng tốc độ xói mòn đáy tại vùng hẹp dọc chân KeGS. Bản thân vùng này hiện nay đang là vùng xói mòn, nên mức độ xói mòn có thể tăng lên 30→50% và có giá trị lên đến -30→-40 cm/năm. (4) Ở phía ngoài KeGS, không gian biển bị tác động của KeGS không lớn như tác động của ĐeCM. Cách KeGS khoảng 500→1.000 m về phía biển, chế độ D/E hầu như không thay đổi so với khi

không có nó. (5) Các cửa sông sẽ thông thoáng hơn, ít bị bồi lấp như hiện nay. (6) Nhìn chung tác động của KeGS lên D/E là rất tích cực theo mục đích bảo vệ đường bờ biển, đai RNM và tạo bãi bồi ở phía trong kè. (7) Phần tác động tiêu cực ở phía ngoài KeGS là không đáng kể.

Khi có ĐeCM, KeGS và đai RNM, chế độ D/E sẽ thay đổi đột biến. Những khu vực xói mòn đáy cận bờ biển, sạt lở bờ biển và RNM kênh Hai Thiện cửa Rạch Gốc hiện nay sẽ được chặn đứng, và toàn vùng biển ven bờ nằm bên trong ĐeCM và KeGS đều trở thành vùng bồi tụ. Tốc độ bồi tụ vùng biển ven bờ nằm trong ĐeCM và KeGS tăng đột biến, có thể đạt 15→25 cm/năm (tương đương tốc độ bồi tụ tại lõi bãi bồi Mũi Cà Mau). Với tốc độ này thì 10→20 năm sau (tùy nơi), phía trong ĐeCM và KeGS sẽ là vùng đất không còn ngập nước. Quá trình xói mòn tại khu vực mũi (điểm đầu) ĐeCM sẽ tăng đột biến, đặc biệt và khu vực tây và tây-mam mũi ĐeCM. Điều này phải được lưu ý khi thiết kế và thi công ĐeCM (nếu được phép đầu tư). Quá trình xói mòn cũng sẽ gia tăng tại chân phía ngoài ĐeCM. Dự báo sẽ thể có luồng dòng chảy dọc theo chân phía ngoài ĐeCM và KeGS. Tuy nhiên dọc KeGS dòng chảy này sẽ rất yếu vì KeGS có cấu tạo gián đoạn tại các cửa sông rạch đổ ra biển và bản thân nó có kết cấu có rỗng có thể lên đến 20% thể tích. Khi có ĐeCM, thì không cần thực hiện đoạn KeGS từ MCM đến mũi Khai Long.

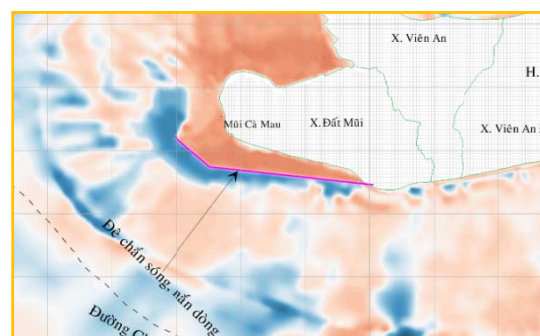
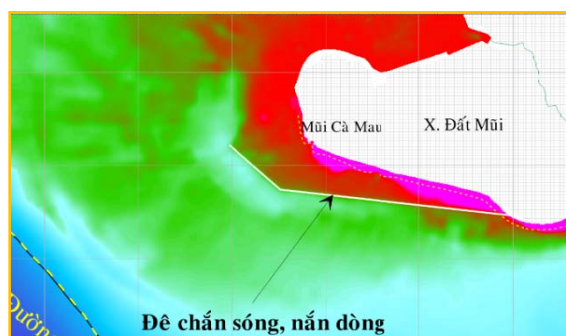


Kết quả dự báo diễn biến hình thái đáy và bồi xói bờ biển tại vùng bồi tụ ven biển Mũi Cà Mau trong điều kiện có áp dụng các giải pháp là hệ thống công trình ĐeCM, KeGS và khôi phục RNM đến năm 2023 và năm 2033 như

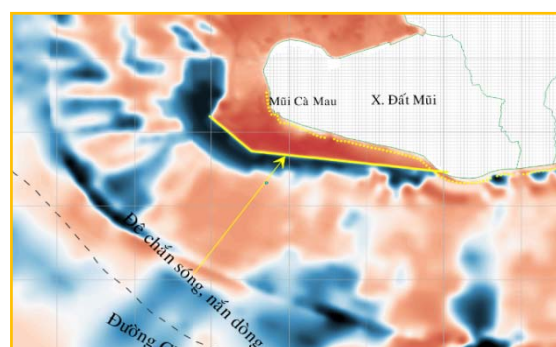
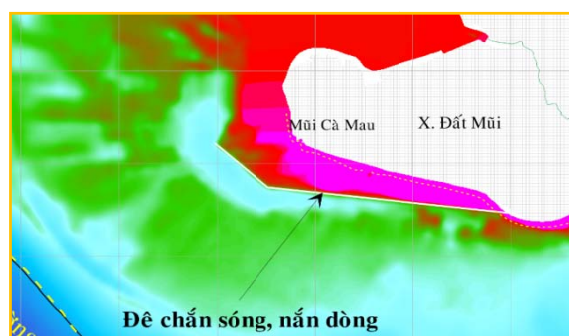
sau: (1) Bồi tụ sẽ xảy ra mạnh cho các khu vực nằm bên trong ĐeCM. Sau 20 năm tới, phần diện tích này sẽ là vùng đất không ngập triều với đai RNM phát triển và khỏe mạnh, đủ sức bảo vệ cho phần đất liền nằm ở phía sau. (2) Sẽ có sự gia tăng đáng kể quá trình xói mòn đáy biển tại khu vực bên ngoài, cận ĐeCM và

các tuyến KeGS, đặc biệt là khu vực cuối ĐeCM. Mức độ xói ở đây có thể đạt $-3 \rightarrow -4$ m vào năm 2023 năm. (3) Tác động của ĐeCM có phạm vi khá rộng, bao gồm phần không gian biển nằm trong cung từ Nam $\Leftrightarrow$ Tây $\Leftrightarrow$ Tây-Bắc kể từ điểm cuối tuyến đê này (tại vị cách nó 20 km, tác động của nó vẫn còn hiện diện). Tại khu vực này, tốc độ bồi tụ sẽ giảm trong khi tốc độ xói mòn mặt đáy biển sẽ gia tăng thêm $5\% \rightarrow 80\%$, phụ thuộc vào vị trí tương đối so với tuyến đê này. Đây là hậu quả tất yếu, vì ĐeCM sẽ nắn dòng chảy ven bờ MCM cường hóa về phía Tây. (4) Tại các khu vực nằm cách tuyến KeGS trên 2 km, quy luật D/E sẽ tương tự như khi không

có tuyến công trình KeGS. Điều này là phù hợp vì tuyến KeGS không gây ra sự cản trở dòng chảy ven bờ vùng nghiên cứu, nó đơn thuần chỉ làm giảm sóng cho khu vực nằm bên trong tuyến kè. (5) Tại các vùng biển xa hệ thống các công trình, diễn biến hình thái sẽ như trong điều kiện tự nhiên. (6) Các dự báo nêu trên sẽ là thiên nhỏ hơn thực tế vì các mô hình dự báo đã không thể tính hết và tính đủ và chính xác các tác động của các cơ chế mới phát sinh như: biến đổi khí hậu, nước biển dâng và sự thiếu hụt lượng bùn cát vào Việt Nam do hoạt động của các đập thủy điện ở thượng nguồn sông Mekong và do khai thác cát,...

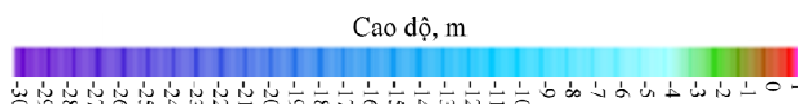


Hình 13. Dự báo hình thái đáy - bờ biển (hình trái) và diễn biến bề dày lớp D/E tích lũy đến năm 2023 (hình phải) khi có áp dụng khi có áp dụng ĐeCM, KeGS và khôi phục RNM.

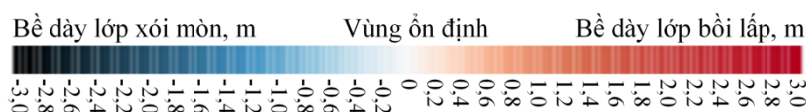


Hình 14. Dự báo hình thái đáy - bờ biển (hình trái) và diễn biến bề dày lớp D/E tích lũy đến năm 2033 (hình phải) khi có áp dụng khi có áp dụng ĐeCM, KeGS và khôi phục RNM.

Thang màu hình thái đáy:



Thang màu bồi/xói:



4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu đã đánh giá các giải pháp chống sạt lở đang áp dụng, đồng thời đề xuất 2 hệ thống giải pháp mới, trong đó hệ thống đề ngăn sóng, nắn dòng bảo vệ Mũi Cà Mau (ĐeCM) có cơ sở khoa học và ý nghĩa thực tiễn rất cao, vì: (1) Phương và cấu tạo của ĐeCM cũng có dáng điệu như chính đất Mũi Cà Mau: kiểu ngón chân cái gấp nhẹ về phía bắc và được bắt đầu từ một điểm bờ biển rất ổn định là mũi Khai Long. (2) ĐeCM có vai trò tương tự như Mũi Cà Mau hiện nay: làm vật cản để hướng cho phù sa bồi tụ vào khu vực mà nó che chắn. Hiệu quả bảo vệ Mũi Cà Mau và vùng lân cận rất cao và khá ổn định. (3) Cơ chế tác động của ĐeCM lên bờ biển từ mũi Khai Long sang phía tây của Mũi Cà Mau khá giống với cơ chế mà Mũi Cà Mau góp phần hình thành nên bãi bồi Cà Mau ở phía bắc xã Đất Mũi. Chúng cùng làm vật cản dòng chảy và sóng biển để lái dòng phù sa bồi tụ vào phần không gian biển được nó che chắn bảo vệ. (4) ĐeCM có thể kết hợp với đa ngành nghề, đa chức năng (như du lịch, điện gió, điện thủy triều, nuôi trồng thủy hải sản,...) để kêu gọi đầu tư do đó gánh nặng đầu tư lên ngân sách sẽ không lớn.

Nhìn chung hệ thống công trình đề ngăn sóng, nắn dòng bảo vệ Mũi Cà Mau (ĐeCM) và kè

mềm giảm sóng (KeGS) theo các phương án đã bố trí sẽ có tác động rất tích cực đối với quá trình gây bồi, ngăn chặn sạt lở bờ biển trên phạm vi rộng, hiệu quả lớn và có thể ổn định lâu dài cho vùng bồi tụ ven biển Mũi Cà Mau nói riêng và ven biển tỉnh Cà Mau nói chung. Các tác động tiêu cực của ĐeCM và KeGS là có, nhưng ở mức độ chấp nhận được. Giải pháp KeGS nêu trên cũng có thể áp dụng cho khu vực có bờ biển sạt lở mạnh ở các huyện khác của tỉnh Cà Mau (Trần Văn Thời, U Minh,...).

Cần thực hiện thêm các nghiên cứu sâu hơn để tìm ra giải pháp công trình “mềm” và “thân thiện môi trường” hỗ trợ cho rừng ngập mặn Cà Mau khôi phục và phát triển. Không có đai rừng ngập mặn đủ mạnh khỏe, mọi biện pháp sẽ dẫn tới phá sản hoặc chi phí lớn nhưng hiệu quả sẽ rất thấp.

Cần có nghiên cứu sâu thêm về loại hình, kết cấu, ổn định, bố trí kiến trúc và kết hợp đa mục tiêu đối với giải pháp bảo vệ bờ biển này để đạt được hiệu quả kinh tế - xã hội tối ưu và bền vững.

Kiến nghị lập đề tài nghiên cứu trên mô hình vật lý phương án ĐeCM và KeGS đã đề xuất trong nghiên cứu này để khảo sát chi tiết hơn các tác động của nó và tìm ra giải pháp kết cấu công trình phù hợp, tối ưu và để kiểm chứng trước khi áp dụng thi công thực tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Báo cáo tổng hợp kết quả nghiên cứu Đề tài độc lập cấp Nhà nước, Mã số: DTĐL.2011.T/43 “Nghiên cứu cơ chế hình thành và phát triển vùng bồi tụ ven bờ và các giải pháp khoa học và công nghệ để phát triển bền vững về kinh tế - xã hội vùng biển Cà Mau”. Chủ nhiệm Nguyễn Hữu Nhân.
- [2] Bộ Tài nguyên và Môi trường (2012). Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam.
- [3] Chi cục Thủy lợi Cà Mau (2006). Báo cáo hiện trạng sạt lở bờ sông, đê biển và bờ biển. Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn Cà Mau.
- [4] Dự án cấp Bộ Tài nguyên và Môi trường: “Khảo sát, mô phỏng chế độ động lực bồi lắng, xói lở khu vực Cà Mau do tác động của biến đổi khí hậu”. Chủ trì thực hiện: Viện Khí tượng thủy văn và Môi trường (2014).

- [5] Hải Quân Nhân Dân VN (1979, 1984). Hải Đồ 1979, 1984.
- [6] Nguyễn Bá Cao, Nguyễn Hữu Nhân (2018). Đánh giá chế độ thủy động lực tương phản giữa hai đới biển ven bờ bao quanh Mũi Cà Mau. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi, ISSN 1859-4255, cùng số này, Tháng 9/2018.
- [7] Nguyễn Hữu Nhân (2008). Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ Tài nguyên và Môi trường: “Xây dựng phần mềm và hệ cơ sở dữ liệu dự báo sóng biển ven bờ và cửa sông Nam Bộ”. Hà Nội.
- [8] Phan Văn Hoặc (1995). Điều tra nghiên cứu về điều kiện tự nhiên và tài nguyên thiên nhiên vùng biển Tây Nam phục vụ một số nhiệm vụ kinh tế-xã hội cấp bách hiện nay. Đề tài KT.03.22 thuộc chương trình biển KT.03.
- [9] Phan Văn Hoặc (2000). Điều tra bổ sung vùng biển vịnh Thái lan. Đề tài KHCN.06.03 thuộc chương trình biển KHCN-06.
- [10] Tổng cục thủy Lợi (2009, 2010). Điều tra cơ bản các cửa sông, sông Hậu và sông Sài Gòn Đông Nai. Chủ trì thực hiện: Viện Kỹ thuật Biển và Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam.
- [11] DHI (2012). MIKE21/3 Coupled Model FM. Hydrodynamic and transport module; Mud transport module; Sand transport module; Spectral wave module; User Guide.