

## Đặc điểm địa mạo dải ven biển Sóc Trăng - Cà Mau (từ cửa Định An đến cửa Tiểu Dừa)

Lưu Thành Trung<sup>1,\*</sup>, Vũ Văn Phái<sup>2</sup>, Vũ Tuấn Anh<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Vụ Khoa học và Công nghệ, Bộ Tài nguyên và Môi trường, 10 Tôn Thất Thuyết, Hà Nội, Việt Nam

<sup>2</sup>Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam

<sup>3</sup>Viện Hải dương học, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam, Cầu Đá, Nha Trang, Việt Nam

Nhận ngày 23 tháng 6 năm 2014

Chỉnh sửa ngày 18 tháng 8 năm 2014; Chấp nhận đăng ngày 22 tháng 9 năm 2014

**Tóm tắt:** Dựa trên các phương pháp nghiên cứu truyền thống và hiện đại, tập thể tác giả đã đi sâu phân tích đặc điểm địa mạo dải ven biển Sóc Trăng-Cà Mau (từ cửa Định An đến cửa Tiểu Dừa). Các đơn vị địa mạo được phân chia theo nguyên tắc hình thái-nguồn gốc-động lực, trong mối liên hệ của chúng với thổ nhưỡng, lớp phủ thực vật và hiện trạng khai thác sử dụng. Đã phân tích được diễn biến xói lở-bồi tụ bờ biển khu vực nghiên cứu từ năm 1965 đến nay dựa trên tư liệu viễn thám và kết quả khảo sát thực địa. Bên cạnh đó, mô hình Mike-21 bằng phương pháp phần tử hữu hạn đã được sử dụng để mô phỏng các nhân tố động lực, lan truyền trầm tích và tính toán biến đổi địa hình đáy biển. Có thể nói, bài báo này là những kết quả bước đầu của một hướng đi hết sức có ý nghĩa trong nghiên cứu địa mạo hiện đại, đó là hướng địa mạo động lực với các nghiên cứu có tính định lượng.

**Từ khóa:** Địa mạo, biến động bờ biển, lan truyền trầm tích, xói lở, bồi tụ, đường bờ.

### 1. Mở đầu

Các quá trình địa mạo ở bờ biển được biểu hiện cụ thể ở sự hình thành một dạng địa hình nào đó (quá trình xây dựng-tích tụ) hoặc ở sự phá hủy một thành tạo địa hình khác (quá trình phá hủy-xói lở) dưới tác động của rất nhiều nhân tố động lực khác nhau từ phía biển cũng như từ phía lục địa, cả các nhân tố tự nhiên cũng như các tác động của con người. Khu vực nghiên cứu là dải ven biển Sóc Trăng - Cà Mau

(từ cửa Định An đến cửa Tiểu Dừa) với tổng chiều dài bờ biển (không bao gồm đường bờ của các đảo) khoảng 382 km (trong đó Sóc Trăng: 72 km, Bạc Liêu: 56 km; Cà Mau: 254 km). Trong khoảng vài chục năm trở lại đây, bờ biển Sóc Trăng - Cà Mau đang chịu một áp lực rất lớn từ việc khai thác tài nguyên, đặc biệt là việc sử dụng đất đai ven biển để nuôi trồng thủy hải sản, xây dựng hạ tầng cơ sở, đô thị hóa và các khu du lịch nghỉ dưỡng, khai thác khoáng sản, phát triển các dự án khí điện đạm, năng lượng gió. Bờ biển Sóc Trăng - Cà Mau bị biến đổi rất sâu sắc, hoạt động phá hủy đang xảy ra trên toàn bộ chiều dài bờ biển trong khu vực.

\* Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-915134338  
Email: trung334@gmail.com

Xói lở bờ biển ở đây đang xảy ra khá thường xuyên và có chiều hướng ngày càng gia tăng. Do đó, việc nghiên cứu nghiên cứu, xói lở, bồi tụ bờ biển trên cơ sở địa mạo có ý nghĩa đặc biệt quan trọng phục vụ quy hoạch bảo vệ bờ biển, đảm bảo phát triển kinh tế-xã hội bền vững.

## 2. Phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Phương pháp luận

Xét từ góc độ tiếp cận hệ thống, bờ biển luôn luôn phát triển và tiến hóa, cả trong quá khứ (chiều âm), hiện tại và tương lai (chiều dương), tuy nhiên, phát triển và tiến hóa bờ biển diễn ra theo một trật tự nhất định, mang tính quy luật [1]. Hệ thống bờ biển là một hệ mở, luôn vận động hướng đến trạng thái cân bằng động [2]. Trạng thái cân bằng sau hình thành trên cơ sở phủ định trạng thái cân bằng trước đó, theo nguyên lý “phủ định của phủ định” của triết học duy vật biện chứng. Như vậy, mỗi trạng thái cân bằng được hình thành sau hai lần phủ định [3].

Khi nghiên cứu địa mạo động lực nói chung và địa mạo bờ biển nói riêng, cần phân biệt rõ cái “vạn biến” là hiện tượng, cái “bất biến” là quy luật. Nhiệm vụ của người nghiên cứu địa mạo là tìm ra cái bất biến trong cái vạn biến, và từ đó, một cách biện chứng, lấy cái bất biến đó để ứng dụng xử lý cái vạn biến, kiến nghị các giải pháp quy hoạch, quản lý phù hợp, nói gọn hơn là “dĩ bất biến, ứng vạn biến”. Ở đới bờ biển Sóc Trăng - Cà Mau, có thể nhận thấy điều này khi quan sát các công trình kè mềm bảo vệ bờ biển “stabilplage” được xây dựng tại Bạc Liêu, Cà Mau. Các công trình này được kỳ vọng là công cụ hữu hiệu bảo vệ bờ biển khu vực, tuy nhiên lại nhanh chóng bộc lộ những

hạn chế, có thể nói là thất bại. Bên cạnh các vấn đề về kinh tế - kỹ thuật, có một quy luật địa mạo động lực quan trọng luôn cần phải tính đến là việc tồn tại một công trình bảo vệ giữa một vùng biển đầy biến động sẽ làm thay đổi các yếu tố thủy - thạch động lực bờ biển mà chủ yếu là sóng, dòng chảy và vận chuyển bồi tích, làm cho chúng biến đổi và phản ứng mạnh mẽ, chúng sẽ tìm mọi cách để thoát khỏi thế bị kìm kẹp, khống chế, cuối cùng là nền móng công trình bị đào xói, mất ổn định và tiến tới hư hỏng, bị phá vỡ.

Trên quan điểm địa mạo, hệ bờ biển bao gồm cả cấu trúc ngang (theo hướng vuông góc với đường bờ) và cấu trúc dọc (song song với đường bờ). Trong nghiên cứu này, đối tượng nghiên cứu là dải ven biển Sóc Trăng-Cà Mau; các hợp phần của bờ biển là nước, đất-đá, địa hình, sinh vật, con người, v.v.; còn dấu hiệu của nước là chất lỏng, thay đổi lên xuống do thủy triều, sóng, dòng chảy, v.v. và với môi trường bên ngoài là những tác động từ lưu vực sông phía lục địa hay bão từ phía ngoài khơi. Theo Chorley R.J [4], các mối quan hệ trên đều theo 4 nguyên lý sau: 1) *tính đồng dạng*; 2) *đột biến ngưỡng*; 3) *phản ứng liên hoàn* và 4) *thời gian*. Theo các nguyên lý này, cứ sau một thay đổi theo kiểu tích lũy sẽ dẫn đến đột biến và hệ chuyển từ trạng thái này sang trạng thái khác.

## 2. Cơ sở tài liệu và phương pháp nghiên cứu

**Cơ sở tài liệu:** Nguồn tài liệu được sử dụng để hoàn thành bài báo này gồm:

(1) *Bản đồ địa hình:* Các bản đồ địa hình, bao gồm cả trên dải lục địa ven biển và đáy biển ven bờ. Bản đồ địa hình lục địa ven biển tỷ lệ 1:50.000 UTM được ấn hành từ năm 1965 đến năm 1970 (Bản đồ tin tức); Các bản đồ độ sâu đáy biển tỷ lệ 1:100.000 do Trung tâm Địa

chất và Khoáng sản biển thực hiện vào năm 2004-2005. Hải đồ tỉ lệ 1:200.000 xuất bản năm 2011 của Hải quân Nhân dân Việt Nam.

(2) *Ảnh viễn thám*: Các ảnh vệ tinh được sử dụng bổ sung trong nghiên cứu này gồm:

Các ảnh vệ tinh Spot năm 2012 với độ phân giải 10m (số hiệu từ 274-333\_19032012); Các ảnh VNRedsat -1 có độ phân giải 10x10 mét chụp ngày 07/02/2014 (số hiệu V140207\_034829PS\_2A) và chụp ngày 05/3/2014 (số hiệu V140305\_033504PS\_2A); 03 ảnh vệ tinh Landsat 8 năm 2014 có độ phân giải 30 m chụp ngày 13/03/2014 (số hiệu LC81250532014133LGN00); ngày 03/05/2014 (số hiệu LC81250542014053LGN00); chụp ngày 06/05/2014 (số hiệu LC81260532014060LGN00) có độ phân giải 30x30 mét và các tư liệu viễn thám đa thời gian khác từ năm 1970 đến nay của các thành viên nhóm nghiên cứu thu thập [5].

(3) *Tài liệu quan trắc khí tượng thủy văn*: Số liệu gió trung bình từ năm 1998 đến 2014 các trạm Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau, Phú Quốc, Côn Đảo, Thổ Chu; Số liệu gió năm 2012 trạm Côn Đảo và số liệu lưu lượng, nồng độ trầm tích lơ lửng sông Hậu (trạm Cần Thơ), sông Tiền (trạm Mỹ Thuận) năm 2012 của Trung tâm Khí tượng Thủy văn Quốc gia, Bộ Tài nguyên và Môi trường

(4) *Tài liệu khảo sát thực địa*: Đã tiến hành 2 chuyến khảo sát thực địa vào cuối năm 2012 và đầu năm 2013 [10]. Trong quá trình khảo sát, đã tiến hành xác định vị trí đường bờ bằng thiết bị định vị cầm tay *GPSmap 76C5x*, GARMIN. Các số liệu về vị trí các điểm được đưa lên bản đồ địa hình hoặc ảnh viễn thám để xác định tốc độ biến đổi (xói lở hay bồi tụ) đường bờ biển. Đồng thời, trong quá trình khảo sát thực địa, đã xác định được thành phần vật chất cấu tạo nên đường bờ, độ cao của địa hình

ven bờ, đặc điểm hình thái cho từng đoạn khác nhau. Trên cơ sở đó, phân chia các loại bờ có khả năng kháng cự lại các tác động của biển mạnh hay yếu và đưa ra tham số địa mạo phục vụ cho việc đánh giá.

**Phương pháp nghiên cứu.** Trên cơ sở phương pháp tiếp cận đã nêu ở trên, nghiên cứu đã tiến hành sử dụng 4 nhóm phương pháp sau: (1) *Các phương pháp nghiên cứu ngoài thực địa*: Lộ trình khảo sát dọc bờ biển bằng tàu cá, vỏ lãi; lộ trình ven biển trên đất liền, kết hợp khảo sát mặt cắt, định vị GPS, lấy mẫu, chụp ảnh.v.v.(2) *Hệ các phương pháp địa mạo*: Các phương pháp chính được sử dụng trong đề tài này bao gồm: phân tích hình thái-động lực, phân tích trắc lượng-hình thái và phân tích hình thái-thạch học. (3) *Các phương pháp viễn thám và GIS*: được ứng dụng cho phân tích xử lý, giải đoán ảnh viễn thám (phương pháp tương tự và phương pháp số), tính toán xói lở bồi tụ bờ biển dưới tác động của các yếu tố động lực biển, thành lập các bản đồ khác nhau. Các phần mềm chính được sử dụng là ArcGIS 10.2, ENVI 5.1 và phần mềm thống kê Minitab 16.2; (4) *Phương pháp mô hình hóa*: Tính toán sóng, dòng chảy, lan truyền trầm tích lơ lửng từ sông đưa ra do sóng và dòng chảy cũng như thay đổi địa hình đáy, với vật liệu đáy là bùn như trầm tích lơ lửng này, được thực hiện bởi phần mềm MIKE21 bằng phương pháp phân tử hữu hạn.

### **3. Đặc điểm địa mạo và diễn biến xói lở- Bồi tụ dải ven biển Sóc Trăng - Cà Mau (Từ cửa Định An đến cửa Tiểu Dừa)**

#### *3.1. Các nhân tố động lực khu vực nghiên cứu*

Đối với hệ bờ biển, hoạt động của các quá trình địa mạo ở bờ biển được biểu hiện cụ thể ở sự hình thành một dạng địa hình nào đó (quá trình xây dựng-tích tụ) hoặc ở sự phá hủy một

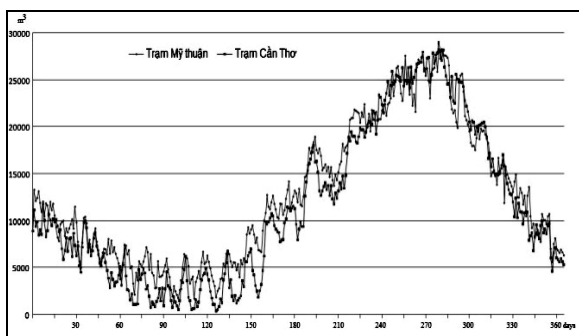
thành tạo địa hình khác (quá trình phá hủy-xói lở) dưới tác động của rất nhiều nhân tố động lực khác nhau từ phía biển cũng như từ phía lục địa, cả các nhân tố tự nhiên cũng như các tác động của con người [6]. Các nhân tố (địa chất, vật lý, sinh học và nhân sinh) đều góp phần tạo ra bờ mang đến các đặc trưng động lực của nó. Các sự kiện địa chất tạo ra trầm tích để hình thành nền móng của đới bờ hiện đại. Theo thời gian, các quá trình vật lý khác nhau đã hoạt động trên nền địa chất đang tồn tại từ trước này gồm xói lở, chia cắt và làm biến đổi cảnh quan. Các cơ chế này chịu ảnh hưởng bởi kiến tạo, khí hậu, sinh thái và các hoạt động của con người. Vì nằm ở đới tiếp xúc giữa các bề mặt phân chia khác nhau: đất và nước, đất và không khí, nước và không khí, nên hệ địa mạo bờ biển Sóc Trăng thường xuyên bị thay đổi dưới tác động của nhiều nhân tố từ phía đất liền, từ phía biển, từ khí quyển và, trong thời đại ngày nay, cả các hoạt động của con người.

a) *Chế độ dòng chảy của sông:* Trong vùng nghiên cứu bên cạnh hệ thống sông Cửu Long, một số sông tự nhiên còn có nhiều sông suối, kênh rạch, phần lớn là nhân tạo.

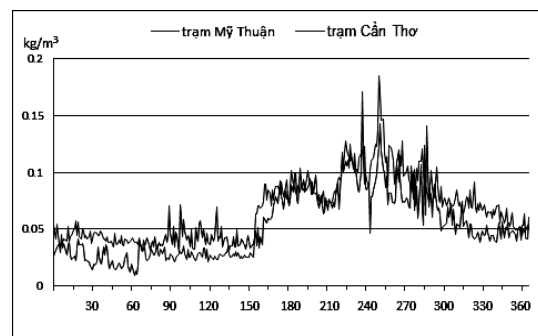
Sông Mê Kông bắt nguồn từ cao nguyên Tibet, cũng là nơi bắt nguồn của sông Dương Tử, sông Salween, chảy qua 6 quốc gia Trung

Quốc, Lào, Thái Lan, Myanmar, Campuchia và đổ ra biển qua 7 cửa sông Sông Cửu Long của Việt Nam. Đây là một trong những con sông lớn của thế giới với diện tích lưu vực 810000 km<sup>2</sup>, chiều dài 4909 km, mỗi năm đổ ra biển khoảng 475 tỷ m<sup>3</sup> nước/năm, lưu lượng trung bình là 14900m<sup>3</sup>/s, tổng lượng phù sa khoảng 160 triệu tấn/năm (Theo Văn phòng Ủy ban Sông Mê Kông Việt Nam) [7]. Chế độ dòng chảy của sông Mê Kông mang tính chất mùa rõ rệt (mùa lũ và mùa cạn), phân hạ lưu chịu ảnh hưởng của thủy triều biển Đông. Dòng chảy lũ thường xảy ra vào tháng 8, 9, 10 và dòng chảy thấp nhất vào các tháng 3, 4. Lưu lượng và nồng độ trầm tích lơ lửng trung bình ngày của năm 2012 trạm Cần Thơ (sông Hậu) và Mỹ Thuận (sông Tiền) (số liệu năm 2012-TTKTTVQG).

Một số sông tự nhiên như sông Cái Lớn, sông Cái Bé, các sông Cửa Lớn (ra biển qua cửa Bồ Đề, cửa Ông Trang), sông Bảy Háp, Sông Cái Đồi, Đồng Cùg (còn gọi là sông Mỹ Bình), và sông Ông Đốc. Chế độ dòng chảy của các sông ở khu vực Cà Mau chịu ảnh hưởng của thủy triều. Có thể nói Cà Mau là tỉnh có hệ thống sông nước mặn duy nhất ở nước ta với sông Bồ Đề đổ ra biển Đông và sông Cửa Lớn đổ ra Vịnh Thái Lan [1].



Hình 1. Lưu lượng trung bình ngày của năm 2012 ở các trạm Cần Thơ và Mỹ Thuận.

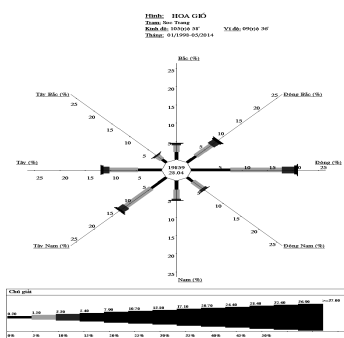


Hình 2. Nồng độ trầm tích lơ lửng trung bình ngày năm 2012 ở các trạm Cần Thơ và Mỹ Thuận.

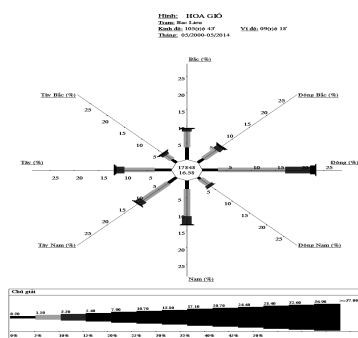
**b) Chế độ gió, sóng, dòng chảy ven bờ và thủy triều**

**Chế độ gió:** Mặc dù có sự khác nhau trong từng khu vực nhưng nhìn chung chế độ gió vùng nghiên cứu có hai mùa và đổi hướng theo mùa phù hợp với hướng gió toàn vùng. Mùa hè (kéo dài từ tháng 5 đến tháng 10) hướng gió chính là hướng Tây - Tây Nam, tốc độ gió trung bình khoảng từ 2,65m/s đến 4,35m/s. Mùa đông (kéo dài từ tháng 11 đến tháng 4) có hướng gió thịnh hành là Đông - Đông Bắc, tốc độ gió trung bình mùa đông là 3,1 đến 4,3 m/s. Số liệu gió gần bờ và xa bờ trung bình thời kỳ 1998-2014 được mô tả tại các hình vẽ dưới đây.

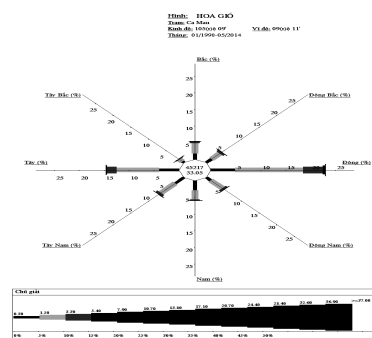
**Chế độ sóng:** Chịu sự chi phối trực tiếp của chế độ gió trong khu vực, chế độ sóng ở phía Đông và phía Tây vùng nghiên cứu khác nhau một cách rõ nét. Vào mùa hè, ở phía Tây, hướng sóng thịnh hành là Tây-Tây Nam, độ cao trung bình là 0,85 đến 0,95 m, độ cao cực đại từ 3 đến 3,5m. Còn ở phía Đông, hướng sóng Tây Nam chiếm ưu thế với độ cao trung bình từ 0,85 đến 1,25m, độ cao cực đại từ 2,5 đến 3m. Vào mùa đông, ở phía Tây, hướng sóng thịnh hành là Đông-Đông Bắc, độ cao trung bình là 0,8 đến 1,1m, độ cao cực đại từ 2 đến 2,5m. Còn ở phía Đông, hướng sóng thịnh hành là Đông Bắc với độ cao trung bình từ 0,7 đến 1,25m, độ cao cực đại từ 2,5 đến 3m.



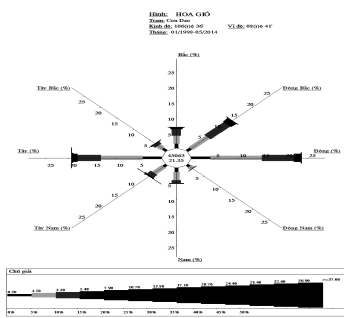
Hình 3. Hoa gió trạm Sóc Trăng (thành lập từ số liệu trung bình 1998 - 2014, TTKTTVQG).



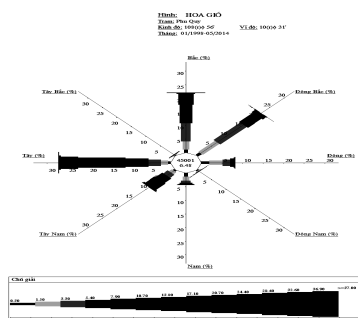
Hình 4. Hoa gió trạm Bạc Liêu thành lập từ số liệu trung bình 1998 - 2014, TTKTTVQG).



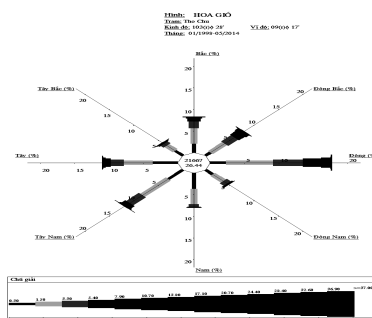
Hình 5. Hoa gió trạm Cà Mau thành lập từ số liệu trung bình 1998 - 2014, TTKTTVQG).



Hình 6. Hoa gió trạm Côn Đảo (thành lập từ số liệu trung bình 1998 - 2014, TTKTTVQG).



Hình 7. Hoa gió trạm Phú Quý thành lập từ số liệu trung bình 1998 - 2014, TTKTTVQG).



Hình 8. Hoa gió trạm Thổ Chu thành lập từ số liệu trung bình 1998 - 2014, TTKTTVQG).

**Chế độ dòng chảy:** Chịu ảnh hưởng của chế độ gió và đặc điểm địa hình đới bờ. Ở phía bờ đông, vào mùa đông, dòng chảy có hướng từ Đông Bắc xuống Tây Nam, tốc độ dòng chảy trung bình từ 10 đến 25cm/s. Vào mùa hè, dòng chảy có hướng từ Tây Nam lên Đông Bắc với tốc độ trung bình từ 10 đến 20cm/s. Trong khu vực sát bờ, dòng chảy bị chi phối mạnh bởi dòng triều. Ở phía bờ tây, vào mùa hè, từ cửa sông Bảy Háp đến cửa Tiểu Dừa, dòng chảy ven bờ có hướng từ Nam lên Bắc với tốc độ trung bình từ 5 đến 10cm/s. Từ khu vực mũi Cà Mau, dòng chảy mùa hè có xu thế đi về phía Nam – Đông Nam. Vào mùa đông, hướng dòng chảy khá ổn định từ Bắc xuống Nam với tốc độ trung bình từ 5 đến 8cm/s ở ven bờ và 8 đến 10 cm/s ở ngoài khơi.

**Chế độ thủy triều:** Khu vực nghiên cứu có các đặc điểm của thủy triều biển Đông và đặc biệt có 2 vùng riêng biệt, tính chất khác nhau ở phía Đông và phía Tây. Đới bờ phía Đông: mang đặc tính bán nhật triều không đều gồm 2 dao động, dao động lớn bình quân cho cả chu kỳ khoảng 2,3 đến 2,7 m, cực đại có thể đạt tới là 4,0 m, dao động nhỏ tính bình quân cho cả chu kỳ khoảng 0,9 đến 1,0 m, cực đại có thể đạt tới 1,5 m. Vào thời kỳ triều cường dao động lớn có thể tới 3 lần dao động nhỏ, thời kỳ nước kém khoảng 1,5 lần. Đới bờ phía Tây: vùng biển ven bờ Tây Nam Bộ có chế độ triều hỗn hợp thiên về nhật triều không đều, biên độ không lớn (<1m). Hàng ngày có một đỉnh cao và nhọn, phần chân thì bị kéo dài và đẩy lên bởi một đỉnh thấp thứ 2. Từ vịnh Thái Lan, thủy triều truyền vào vùng đới bờ phía Tây qua các sông Cửa Lớn, Bảy Háp, Đông Cù, Ông Đốc. Từ phía Nam trung tâm Mũi Cà Mau và gần cửa sông Bồ Đề, thủy triều có đặc tính và độ lớn chuyển tiếp giữa hai hệ sóng triều cơ bản là bán nhật triều và nhật triều. Thời gian một con triều khoảng 24 giờ 50 phút, thời gian triều lên

xuống không đều cho mỗi con triều. Trong tháng có 2 kỳ triều cường, 2 kỳ triều kém, thời gian triều cường triều kém ở biển Tây xuất hiện sớm hơn ở Biển Đông khoảng 1 ngày.

c) **Hoạt động kiến tạo:** Hệ thống đứt gãy theo phương Đông Bắc-Tây Nam: Là phần phát triển ra phía biển của hệ thống đứt gãy quan sát được ở đồng bằng Nam Bộ tương tự như đứt gãy Tuy Hòa - Rạch Giá. Hoạt động của đứt gãy này làm thềm Tây Nam Việt Nam đổ dần về hướng Tây khu vực trung tâm vịnh Thái Lan và làm lớp phủ Đệ Tứ có xu hướng dày dần về phía trung tâm vịnh Thái Lan. Hệ thống đứt gãy theo phương á kinh tuyến nằm sát bờ biển Rạch Giá - Cà Mau. Hoạt động của đứt gãy này cùng đứt gãy Tây Bắc Đông Nam đã tạo ra một sống nhô cao của thành tạo trước Đệ Tứ dọc bờ biển Tây Nam Việt Nam và phân cách sụt lún Đệ Tứ khu vực U Minh - Cà Mau và đới sụt lún ngoài khơi. Các hệ thống đứt gãy theo phương Tây Bắc – Đông Nam: Rất phát triển ở khu vực vịnh Thái Lan và liên quan đến các hoạt động xô húc của mảng Ấn Độ và mảng Âu Á. [1]

### 3.2. Đặc điểm địa mạo dải ven biển Sóc Trăng - Cà Mau

#### *Địa mạo dải lục địa ven biển*

#### **Địa hình nguồn gốc sông - biển, triều**

#### **- Bề mặt tích tụ bằng phẳng do tác động của sông - thủy triều tuổi Holocen muộn**

Đây là đơn vị địa mạo có diện tích phân bố rộng rãi trong khu vực nghiên cứu, từ Sóc Trăng về phía tây, ranh giới này chạy tới Bạc Liêu, rồi vòng lên phía Bắc đi dọc theo sông Cái Lớn. Nó được phân bố từ đường bờ hiện nay vào phía lục địa với vài chục km, phủ lên hầu hết diện tích của tỉnh Sóc Trăng và một phần diện tích của tỉnh Bạc Liêu. Bề mặt địa hình của nó khá bằng phẳng và có độ cao tuyệt đối (so với mực nước biển hiện nay) ít khi vượt

quá 2 m. Trầm tích cấu tạo nên bề mặt địa hình này chủ yếu là bột sét do phù sa của sông Mê Kông đem ra trước đây và được nước thủy triều lên xuống phân bố lại và tích tụ ở những nơi thuận lợi. Hiện nay, quan sát ngoài thực địa, đây là đất canh tác lúa chủ yếu của người dân trong khu vực. Tuy nhiên, ở phần sát biển, do còn ảnh hưởng của thủy triều nên được cải tạo để nuôi hải sản. Một diện tích đáng kể của bề mặt này được sử dụng để khoan tạo và trồng rừng phòng hộ ven biển.

#### **- Bề mặt tích tụ kéo dài do tác động của sông - sóng tuổi Holocen muộn**

Bề mặt địa hình này được phân bố không liên tục, hẹp và kéo dài gần như song song với đường bờ biển hiện nay. Theo thuật ngữ chuyên môn, chúng được gọi là doi cát (spit) được thành tạo do vật liệu sông mang ra từ đất liền, sau đó được sóng và dòng chảy do sóng sinh ra phân bố lại và tích tụ dọc theo bờ biển và thường có hướng gần song song với đường bờ biển tại thời điểm đó. Do đó, dựa vào sự phân bố của các doi cát có thể khôi phục lại vị trí của các đường bờ trước đây, các doi cát có tuổi trẻ dần theo hướng ra biển.

#### ***Địa hình nguồn gốc biển***

##### ***- Bề mặt tích tụ do tác động của dòng dọc bờ***

Đơn vị địa mạo này chiếm hầu hết diện tích tỉnh Cà Mau. Có đường bờ biển ở cả 2 phía: phía tây và phía đông. Ở phía Tây, đường bờ chạy theo hướng gần kinh tuyến hướng từ phía cửa sông Cái Lớn đến Mũi Cà Mau; còn ở phía Đông, đường bờ biển có hướng gần đông – tây kéo dài từ cửa Gành Hào đến Mũi Cà Mau. Bề mặt này có địa hình tương đối bằng phẳng và thấp (hầu hết có độ cao dưới 2 m) và thấp dần về phía tây-nam. Trầm tích cấu tạo nên bề mặt này là bột sét có màu xám đến xám đen. Thổ nhưỡng được hình thành trên bề mặt này có tình phèn và độ phì kém. Hiện nay, phần lớn các

diện tích bề mặt này được sử dụng trồng lúa và nuôi trồng thủy sản. Nét đặc trưng nhất của địa hình khu vực Mũi Cà Mau là bờ biển phía đông cao hơn bờ biển phía Tây. Chính vì vậy, các sông rạch từ nhiên ở phía tây thì đổ ra biển, còn sông rạch ở phía đông lại có xu hướng chảy từ bờ biển vào đất liền và đổ vào sông Cửa Lớn, sau đó đổ vào vụng Cà Mau. Sự hình thành của bề mặt này là do dòng chảy dọc bờ theo hướng đông bắc – tây nam mang theo vật liệu do sông Mê Kông đưa ra dưới dạng lơ lửng. Có thể thấy trước đây, đoạn bờ phía đông nằm gần cửa sông hơn, lượng vật liệu trầm tích phong phú hơn, nên quá trình tích tụ xảy ra mạnh hơn, quá trình này giảm dần khi càng xa cửa sông. Trong quá trình này, phần đất ven sông Cửa Lớn bị thiếu hụt trầm tích, nên thấp hơn ở ven bờ biển phía nam. Điều đó, đã dẫn đến địa hình ở đây có đặc điểm nêu trên. Hiện nay bề mặt này được sử dụng để phát triển lâm nghiệp, nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản. Trên bề mặt này có hệ sinh thái rừng ngập mặn rất phong phú và đa dạng. Do đó, phần lớn bề mặt này đã được công nhận là khu bảo tồn thiên nhiên (1986), sau đó được nâng cấp lên là Vườn Quốc gia (2003) và tiếp tục được công nhận là Khu dự trữ sinh quyển thế giới (2009) và gần đây được công nhận là khu vực đất ngập nước có ý nghĩa quốc tế như là nơi cư trú của các loài chim nước theo Công ước Ramsar (gọi tắt là Khu Ramsar) thứ 5 của Việt Nam (tháng 4/2013). Nhiều nghiên cứu xếp đơn vị địa mạo này có nguồn gốc sông – biển. Tuy nhiên, qua phần mô tả trên có thể xếp đơn vị địa mạo này có nguồn gốc biển, nhưng động lực tạo nên nó là dòng dọc bờ.

#### ***Địa hình nguồn gốc sinh vật***

##### **- Bề mặt tích tụ sinh vật tuổi Holocen muộn:**

Đơn vị địa mạo này phân bố trên một diện tích nhỏ, tập trung chủ yếu ở huyện U Minh, tỉnh Cà Mau. Địa hình tương đối bằng phẳng và

thấp, độ cao trung bình chỉ khoảng 0,5 m, ít khi vượt quá 1 m so với mực nước biển. Trên bản đồ địa chất tỷ lệ 1/200000 do Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam xuất bản, toàn bộ diện tích này được khoanh vẽ là than bùn lẫn sét có bề dày từ 1 đến 4 m gồm phần trên là than bùn màu đen đến nâu, phần dưới là sét bột màu đen. Hiện nay, trong khu vực nghiên cứu, diện tích này nằm trong Vườn Quốc gia U Minh Hạ với thảm thực vật chủ yếu là cây tràm

#### **Địa hình đáy biển ven bờ**

Trong báo cáo này, đáy biển ven bờ Sóc Trăng - Cà Mau được giới hạn trong khoảng độ sâu từ 0 đến 20 m nước, nghĩa là nằm trong phạm vi tác động của sóng bao gồm: đới sóng vỗ bờ và đới biển dạng. Đặc điểm địa mạo đáy biển ven bờ Sóc Trăng - Cà Mau rất đa dạng do các nhân tố hình thành và biến đổi chúng khá phức tạp. Các nhân tố động lực ở đây bao gồm các tương tác sông biển hiện nay cũng như sự khác nhau về thủy triều giữa 2 phía đông và tây của Mũi Cà Mau.

Dựa vào đặc điểm địa hình đáy và trầm tích tầng mặt hiện nay, có thể chia đáy biển ven bờ khu vực thành một số đơn vị địa mạo sau:

#### **Địa hình trong đới sóng vỗ bờ**

##### **- Bề mặt xói lở tích tụ trên bờ cấu tạo bởi bùn-sét**

Bãi biển loại này phổ biến hầu hết trên chiều dài đường bờ vùng nghiên cứu và được phân bố trong phạm vi độ sâu từ 0 đến 0,5 m nước. Nó được trải dài từ phía tây huyện Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng tới Mũi Cà Mau ở bờ biển phía đông và từ rạch Cái Đồi (huyện Phú Tân, Cà Mau) lên đến cửa Kinh Láng (An Biên, Kiên Giang). Bãi biển ở đây có chiều rộng đáng kể, có khi đến 4-5 km, được cấu tạo chủ yếu bởi trầm tích hạt mịn (chủ yếu là bột - sét). Gọi là xói lở - tích tụ là vì phần phía trong của bãi và đường bờ bị xói lở, còn phần phía ngoài của bãi

được tích tụ do vật liệu xói lở từ trong đưa ra. Tuy nhiên, theo mặt cắt ngang, quá trình địa mạo trên bãi cũng có sự phân dị khá rõ ràng. Phần trong tiếp xúc và chuyển tiếp lên phía bờ là vách dốc đứng cao khoảng 1,0 đến 1,5 m. Dưới chân vách lộ ra nền bùn sét chắc xít và trơn nhẵn, ra ngoài xa hơn là cát mịn màu xám đen và ở phía ngoài cùng mới là bùn sét. Do quá trình xói lở xảy ra mạnh và thường xuyên, nên được bờ giạt lùi (setbacks) về phía đất liền nhanh chóng, rừng ngập mặn bị phá hủy liên tục.

Diễn hình là đoạn bờ biển từ cửa Rạch Tàu (khu vực bãi Khai Long) cho đến Gành Hào (Bạc Liêu). Trong quá trình này, một lượng cát mịn lẫn vụn vỏ sò ốc được đánh tung lên và phủ trên bề mặt cao hơn. Một vài nơi, lượng cát tương đối nhiều, người dân đã thu gom cát này làm vật liệu xây dựng, như ở cửa Rạch Gốc

##### **- Bề mặt tích tụ do tác động của sóng - triều**

Đơn vị địa mạo này được phân bố chủ yếu ở phía bắc Mũi Cà Mau, thuộc phạm vi các xã Đất Mũi, Viên An của huyện Ngọc Hiển và xã Đất Mới của huyện Năm Căn thuộc vùng cửa sông Cửa Lớn - Bảy Háp. Bãi biển ở đây có độ nghiêng rất nhỏ và gần như nằm ngang với chiều rộng tới 3-4 km. Đới sóng vỗ nằm ở rất xa bờ. Bãi biển được cấu tạo hoàn toàn bằng trầm tích hạt mịn thành phần bùn sét có màu xám nâu. Phía trong các thế hệ rừng ngập mặn phát triển tốt. Nguồn cung cấp vật liệu cho quá trình tích tụ ở đây chủ yếu do dòng dọc bờ chảy từ phía vùng cửa sông Mê Kông đưa về phía Mũi Cà Mau sau đó chảy vòng lên phía bắc. Một phần khác được đưa từ từ phía Biển Đông tới thông qua cửa Bồ Đề để đổ ra cửa sông Cửa Lớn do nước thủy triều (sông Bồ Đề - Cửa Lớn là sông nước mặn).

Nguồn cung cấp vật liệu cho quá trình tích tụ ở đây được thực hiện bằng 2 cách: do dòng



chảy dọc bờ vận chuyển theo hướng từ phía đông sang phía tây, nghĩa là từ phía vùng cửa sông Mê Kông về phía mũi Cà Mau và một nguồn khác do thủy triều chuyển vật liệu phù sa từ phía bờ đông sang bờ tây của bán đảo Cà Mau thông qua các hệ thống sông rạch, như cửa Tiểu Gành Hào, cửa Hồ Gùi và cửa Bồ Đề, sau đó đều nhập vào sông Cửa Lớn để đổ ra vùng biển phía bắc mũi Cà Mau. Tuy nhiên, theo đặc điểm hình thái trên bình đồ của mũi Cà Mau, có thể nhận thấy rằng, dòng bồi tích dọc bờ lớn hơn nhiều so với lượng vật liệu do dòng triều đưa từ bờ đông sang bờ tây. Bởi vậy, mũi Cà Mau được kéo dài về phía tây. Còn phía bắc của nó, ở khu vực sông Cửa Lớn đổ ra, do lượng bồi tích ít, nên không có sự tích tụ mạnh, dẫn đến đường bờ bị lõm vào có dạng vịnh.

#### **- Bề mặt tích tụ do tác động tổng hợp của sóng – sóng**

Đơn vị địa mạo này được phân bố ở vùng biển trước hệ thống cửa sông Mê Kông, trong phạm vi độ sâu từ 0 đến 5 m, chủ yếu tại khu vực Vĩnh Châu (tỉnh Sóc Trăng). Bề mặt của bãi không được bằng phẳng lắm, vì có các cồn ngầm nhô cao khoảng vài mét và có độ nghiêng rất nhỏ (gần như nằm ngang). Các cồn ngầm chính là các bar cửa sông nằm ở phía biển, bề mặt này có chiều rộng đáng kể, từ 5-7 đến 10 km, thậm chí tới trên 20 km như ở phía trước Cù Lao Dung, tỉnh Sóc Trăng. Toàn bộ bề mặt này được gọi là tiền châu thổ (delta front). Thành phần vật chất cấu tạo nên bề mặt này chủ yếu là bùn – sét, còn trên các cồn cao là cát mịn. Nguồn vật liệu cung cấp cho quá trình tích tụ ở đây hoàn toàn là do sông mang ra từ lục địa. Khi ra tới biển, dưới tác động của sóng tới bờ theo phương gần như vuông góc với bờ, phần lớn vật liệu được lắng đọng ở ngay trước cửa sông để tạo nên bề mặt này. Hiện nay, bề mặt vẫn được phát triển tiếp tục, rừng ngập mặn

phát triển khá tốt trên bề mặt này, nhưng thành phần loài lại phụ thuộc rõ rệt vào độ mặn. Ở phần cửa sông, do độ mặn thấp nên chủ yếu là cây Bần chua, trong khi đó, đi cách xa cửa sông về cả 2 phía, thì lại phát triển thực vật ưa độ mặn cao hơn như cây Mắm và Sú.

#### **- Bề mặt xâm thực tích tụ hiện đại hơi trũng do tác động của dòng chảy sông - triều**

Đơn vị địa mạo này được phân bố ở các cửa sông Định An và Trần Đề, thường được gọi là các trũng cửa sông. Các thành tạo địa hình này có dạng ovan rất rõ và kéo dài theo trục dòng chảy. Độ sâu đạt từ 5 đến 10 m so với bề mặt bãi biển xung quanh. Mặt cắt ngang có dạng lòng chảo. Trầm tích cấu tạo nên bề mặt này là cát bùn. Quá trình tích tụ chiếm ưu thế vào các pha triều lên, còn xâm thực xảy ra khi triều xuống với giá trị tốc độ dòng chảy gần đây được tăng cường. Riêng luồng Định An, có thể còn do nạo vét khai thông luồng tàu. Do phải nạo vét thường xuyên và khối lượng lớn, nên hiện nay đang có dự án đào luồng mới qua kênh Quan Chánh Bó, cũng có ý kiến mở rộng và xây dựng cảng nước sâu ở khu vực Trần Đề. Cả hai phương án này đều không tính đến các quá trình địa mạo ở vùng cửa sông delta là nơi thường có quá trình bồi tụ chiếm ưu thế hơn so với quá trình xâm thực.

#### **Địa hình trong đới sóng vỗ và biến dạng**

#### **- Bề mặt tích tụ nghiêng thoải do tác động hỗn hợp sông – biển**

Đây là bề mặt địa hình phân bố trong khoảng độ sâu từ 4-5 m đến 19-20 m và tạo thành một dải kéo dài liên tục trong vùng nghiên cứu từ ngoài khơi Cần Giờ đến ngoài khơi khu Nhà Mát (Bạc Liêu) và gần như bao trọn phía ngoài bề mặt tích tụ do tác động của sông – sóng), có chiều rộng khá ổn định thay đổi từ 4-6 km. Bề mặt địa hình bằng phẳng, độ

ngiêng của bề mặt này thay đổi trong phạm vi khá rộng và giảm dần về phía tây nam. Đây chính là toàn bộ phần đáy biển prodelta thuộc phần ngập nước của sông Mê Kông. Trầm tích cấu tạo nên bề mặt này chủ yếu là các trầm tích hạt mịn thành phần cát bùn chiếm ưu thế. Nguồn vật liệu cung cấp cho quá trình tích tụ ở đây đều do hệ thống sông Mê Kông mang ra từ lục địa. Hiện nay, quá trình này vẫn đang diễn ra, nhưng với tốc độ thấp hơn trước đây, vì trên thượng nguồn sông Mê Kông đang có nhiều dự án xây dựng đập lớn và hồ chứa làm suy giảm lượng phù sa và cũng cần tính đến ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và dâng cao mực nước biển.

#### **- Bề mặt tích tụ lượn sóng hiện đại do tác động của sóng**

Kiểu địa hình này chỉ phát triển thành một dải hẹp ở phía nam bán đảo Cà Mau từ Hòn Khoai về phía đông bắc cho tới ngoài khơi Nhà Mát (Bạc Liêu) kéo dài khoảng 60 km và chiều rộng trung bình từ 6-8 km và hẹp dần về phía đông bắc, Thực chất đây là một hệ thống bar ngầm có cùng phương kéo dài với kích thước đáng kể. Về mặt hình thái, đây là một dải địa hình đáy được nhô cao lên từ độ sâu 10m đến 5m với các gờ cao và các rãnh trung xen kẽ nhau. Có ít nhất 2 hệ thống như vậy, trầm tích đáy tầng mặt cấu tạo nên nó chủ yếu là cát mịn lẫn nhiều mảnh vụn vỏ sinh vật và bùn sét. Các đặc điểm địa hình và trầm tích cũng như sự phân bố của nó cho thấy đây là một thành tạo địa hình hoàn toàn được thành tạo theo cơ chế di chuyển ngang bồi tích dưới tác động của sóng. Tuy nhiên, cũng có thể giả thuyết rằng có một đới cấu trúc nâng kiến tạo địa phương. Điều đó làm thúc đẩy thêm sự di chuyển trầm tích từ đáy đến bờ do tác động của sóng. Liệu thành tạo này có di chuyển về phía bờ để trở

thành bar bờ hay không là điều cần tiếp tục làm sáng tỏ trong các nghiên cứu tiếp theo. Việc tìm ra lời giải đáp này có ý nghĩa quan trọng trong dự báo khả năng tập trung sa khoáng trên thành tạo địa hình này. Còn nếu nó liên quan trực tiếp đến cấu trúc tân kiến tạo thì vấn đề sẽ hoàn toàn khác. Hiện nay, hoạt động tích tụ vẫn đang là quá trình địa mạo chiếm ưu thế, nhưng sự thay đổi kiểu địa hình này diễn ra khá chậm.

#### **- Bề mặt tích tụ - xói lở hiện đại gần như nằm ngang do tác động của sóng**

Bề mặt địa hình này được phân bố trong khoảng độ sâu từ 15 đến 20 m và nằm phía ngoài khơi Bạc Liêu đến phía đông đảo Hòn Khoai. Chiều rộng bề mặt này có thể đạt đến 30 km ở phía đông bắc, còn phía tây nam giảm xuống còn khoảng 15 km. Do vậy, bề mặt này có thể xem như nằm ngang. Bề mặt này cũng không được bằng phẳng, bởi vì còn có những gờ cao và hố trũng chên nhau vài mét. Tuy nhiên, chiều rộng của chúng cũng đáng kể, nên không cảm thấy đáy biển bị chia cắt. Cấu tạo nên bề mặt địa hình này cát lẫn nhiều mảnh vụn vỏ sò ốc biển có kích thước vài mm màu trắng đục, có những điểm tỷ lệ vỏ sò ốc rất cao. Tuy nhiên, nguồn cung cấp vỏ sò ốc còn chưa rõ. Có thể là sản phẩm do tại chỗ bị tác động phá hủy của sóng, sau đó, các hợp phần kích thước nhỏ và nhẹ bị đưa đi chỗ khác. Từ đó, có thể nhận thấy, đáy biển ở đây đang bị cải biến khá mạnh do tác động của sóng.

#### **- Bề mặt tích tụ hơi nghiêng do tác động của sóng**

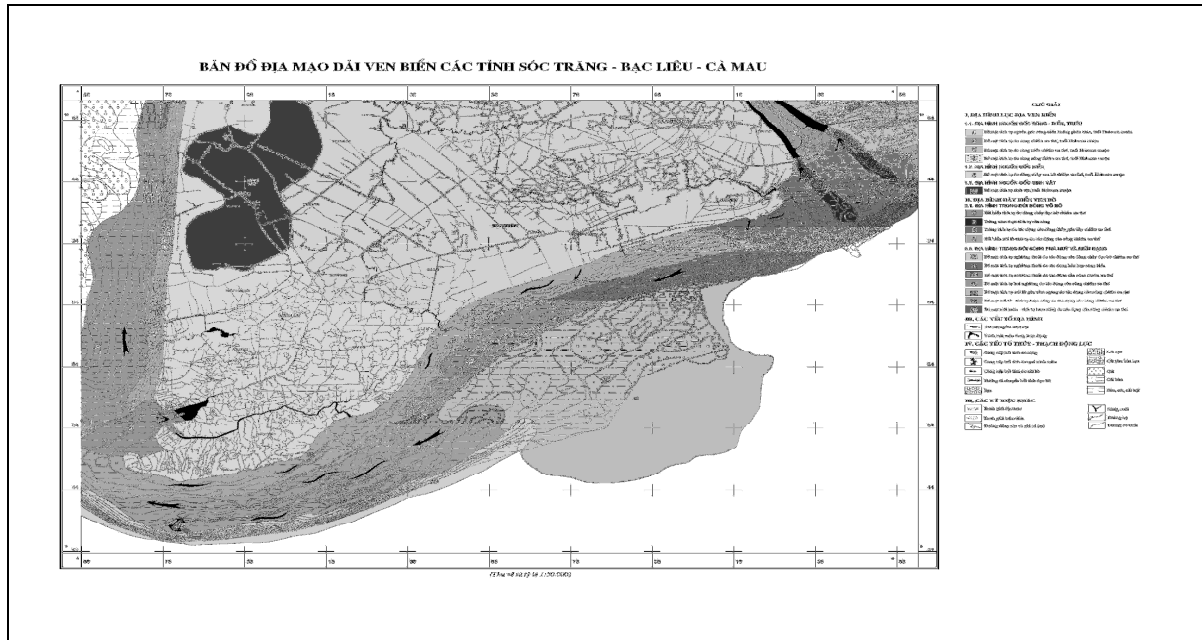
Đơn vị địa mạo này được phân bố ngoài khơi phía bắc mũi Cà Mau cho tới ngoài khơi Rạch Giá và nằm trong phạm vi độ sâu từ 5 đến 10-12 m, tạo thành một dải kéo dài theo phương kinh tuyến với chiều rộng đạt 6-8 km. Bề mặt đáy biển khá bằng phẳng và chỉ hơi nghiêng về

phía trung tâm vịnh Thái Lan. Trầm tích cấu tạo nên bề mặt này là bùn sét. Hiện nay tích tụ trầm tích đang tiếp tục xảy ra. Nguồn vật liệu cung cấp cho quá trình tích tụ có thể đưa từ bờ phía trong do xói lở bờ và một phần do di chuyển từ Mũi Cà Mau lên (nhưng nguồn này không đáng kể);

**- Bề mặt tích tụ nghiêng thoải do tác động của dòng chảy dọc bờ**

Bề mặt này phân bố thành một dải hẹp có dạng hình cánh cung bao quanh ngoài khơi phía tây mũi Cà Mau, sau đó chạy hướng đông nam vòng qua phía nam quần đảo Hòn Khoai, rồi hướng về phía đông bắc. Đơn vị địa mạo này nằm trong độ sâu từ 5-6 m đến 20-25 m ở phía tây mũi Cà Mau kéo về phía nam Hòn Khoai và từ 15 -22 m ở phía đông nam cửa sông Bồ Đề. Đây là một thành tạo địa hình rất đặc biệt tạo nên một vách dốc giống như bề mặt prodelta

bao quanh phía ngoài vùng cửa sông Mê Kông. Có lẽ cũng chính vì vậy, nên nhiều người đã xem toàn bộ dải đồng bằng ven biển mũi Cà Mau cũng là đồng bằng châu thổ sông Mê Kông và phần ngập nước tương ứng của nó cũng là châu thổ ngầm sông Mê Kông. Chiều rộng của bề mặt này thay đổi từ khoảng 2 km ở phía nam quần đảo Hòn Khoai đến 6-7km về cả 2 phía. Độ nghiêng thay đổi trong phạm vi rộng từ 0.01 ở ngay phía nam quần đảo Hòn Khoai, sau đó, giảm về 2 phía xuống còn 0.0007-0.001. Thành phần trầm tích bề mặt chủ yếu là hạt mịn thành phần bùn sét đến cát. Nguồn cung cấp vật liệu cho quá trình tích tụ do di chuyển dọc bờ từ phía đông bắc, nghĩa là từ phía vùng trước cửa sông Mê Kông dưới dạng chất lơ lửng, một phần khác có thể được đưa ra từ bờ do xói lở bờ biển phía đông bán đảo Cà Mau.



Hình 9. Bản đồ địa mạo khu vực nghiên cứu thu về từ tỷ lệ 1/50000 (Vũ Văn Phái, Lưu Thành Trung, Dương Tuấn Ngọc, 2013) [5]

### 3.3. Xói lở, bồi tụ bờ biển Sóc Trăng - Cà Mau từ năm 1965 đến nay

**Bờ biển Sóc Trăng:** Trong giai đoạn từ 1965 đến nay, bờ biển Sóc Trăng bị biến đổi tương đối phức tạp. Hoạt động bồi-xói thay đổi theo thời gian và không gian. Hoạt động xói lở trên bờ biển Sóc Trăng, hiện nay đã giảm so với giai đoạn trước đây. Trước đây, xói lở xảy ra trên đoạn bờ từ Vĩnh Châu đến hết địa phận của tỉnh Sóc Trăng và ở khu vực cửa Mỹ Thanh. Tuy nhiên, hiện nay, xói lở chỉ còn xảy ra trên bờ biển xã Vĩnh Tân và xã Lai Hòa với chiều dài khoảng 12 km. Một số điểm, xói lở đã tiến sát đến chân đê biển và đã phải tiến hành xây dựng công trình kè lát mái bằng đá hộc và kè chữ T bằng tre. Hoạt động bồi tụ ở bờ biển Sóc Trăng hiện nay đang chiếm ưu thế so với xói lở. Trên suốt chiều dài 60 km bao gồm bờ biển các huyện Cù Lao Dung, Long Phú và phần còn lại của huyện Vĩnh Châu. Trước năm 2009, đoạn bờ thị trấn Vĩnh Châu và xã Vĩnh Phước bị xói lở khá mạnh, nhưng nay đang chuyển sang bồi tụ.

**- Bờ biển Bạc Liêu:** Bồi tụ chủ yếu xảy ra trên bờ biển của huyện Vĩnh Lợi. Trong phạm vi này, đất rừng ngập mặn còn khá rộng, trung bình khoảng 600 m, có đoạn tới trên 1000 m. Trên ảnh viễn thám, ranh giới giữa rừng ngập mặn với phần bãi không có rừng khá thẳng. Điều đó, cho thấy quá trình bồi tụ xảy ra tương đối đồng đều trên toàn bộ đường bờ biển. Hoạt động xói lở xảy ra trên đoạn bờ phường Nhà Mát và xã Vĩnh Trạch Đông (khu vực này từ năm 2012 đến nay đang là trung tâm của các dự án điện gió ở Bạc Liêu) thuộc thành phố Bạc Liêu và trên đoạn bờ xã Long Điền Tây và Gành Hào thuộc huyện Đông Hải. Theo số liệu điều tra khảo sát thực địa của nhóm nghiên cứu, đoạn bờ Long Điền Tây và Gành Hào đã bị xói lở từ năm 1993, còn lại ở Vĩnh Trạch Đông và

Nhà Mát mới xảy ra trong vài năm gần đây. Trên các đoạn bờ bị xói lở, người ta cũng đã và đang xây dựng các công trình bảo vệ, như tường biển, kè chữ T bằng tre, công nghệ mềm bằng túi stabiplage. Tuy nhiên, hiện tượng xói lở chỉ được ngăn chặn tại đoạn bờ có giải pháp công trình, còn đoạn bờ không được bảo vệ vẫn bị xói lở. Điều này quan sát tại thực địa đã xác định kết quả giải đoán ảnh viễn thám của chúng tôi là hoàn toàn chính xác, rõ nhất là ở phía đông đoạn kè bảo vệ ở Gành Hào.

**- Bờ biển Cà Mau:** Kết quả khảo sát liên tục trong năm 2012 và năm 2013 của nhóm nghiên cứu cho thấy, hầu hết bờ biển tỉnh Cà Mau, thậm chí ngay cả khu vực mũi nhô ra xa nhất đều đang bị xói lở với mức độ khác nhau. Chỉ một đoạn ngắn ở phía bắc Mũi Cà Mau, thuộc vùng Cà mau, vùng cửa sông Cửa Lớn và của sông Bảy Háp là xảy ra quá trình bồi tụ chiếm ưu thế. Dấu hiệu nhận biết hoạt động bồi tụ là sự phát triển liên tục của các thế hệ cây ngập mặn với độ cao khác nhau, thấp dần ra phía biển, nhưng qua phỏng vấn người dân thì tốc độ bồi tụ có xu hướng giảm dần. Hầu như toàn bộ đường bờ phía đông từ cửa Gành Hào đến xóm Đất Mũi đều đang bị xói lở. Đường bờ biển ở đây bị chia cắt nham nhở và có dạng lồi lõm được hình thành do xói lở không đều trên suốt chiều dài đường bờ. Trong đó có đoạn đã bị xói lở từ 100 năm trở lại đây, như đoàn bờ biển cầu Bộ Đê (ở ranh giới giữa huyện Năm Căn và huyện Ngọc Hiển). Xói lở bờ biển đã phá hủy nhiều công trình, phá hủy rừng ngập mặn và làm mất nhiều diện tích đất đai ven biển. Bằng chứng, dấu hiệu xói lở bờ đang xảy ra là tường, nền nhà bị sập đổ, gốc cây ngập mặn bị bật tung lên, vách xói lở trên trầm tích bùn sét đã được nén chặt, các vật liệu thô (cát mịn, vỏ sò vỏ ốc..) được tích tụ tại đường sóng vỗ cao nhất. Các điểm xói lở mạnh là 2 bên cửa sông: cửa Gành Hào, Hồ Gui, Bò Đê, Hóc

Năng, Cửa Lũng, Rạch Góc, Rạch Tàu, Đất Mũi.v.v; Đoạn bờ từ mũi Bà Quan về phía Bắc cho đến hết địa phận tỉnh Cà Mau với chiều dài 97 km, hiện nay đang bị xói lở với tốc độ khác nhau. Một số đoạn xói lở mạnh như Tân Hải (huyện Phú Tân), của Sông Đốc, xã Khánh Hải, xã Khánh Bình Tây, khu vực Hòn Đá Bạc

(huyện Trần Văn Thời), Khánh Hội, Tiểu Dừa (U Minh). Dựa trên phân tích tư liệu viễn thám kết hợp với bản đồ địa hình các thời kỳ và kết quả khảo sát thực địa, tổng hợp kết quả tính toán xói lở - bồi tụ bờ biển Sóc Trăng Cà Mau từ năm 1965 đến nay như sau:

Bảng 1. Tương quan bồi – xói bờ biển Sóc Trăng – Cà Mau từ năm 1965 đến nay

Khu vực	1965 - 1990			1990 - nay			1965 - nay		
	Bồi (ha)	Xói (ha)	Cán cân bồi-xói	Bồi (ha)	Xói (ha)	Cán cân bồi-xói	Bồi (ha)	Xói (ha)	Cán cân bồi-xói
Sóc Trăng	+3321,0	-1515,0	+1806,0	+838,2	-1185,0	-346,8	+4159,2	-2700,0	+1459,2
Bạc Liêu	+1660,0	-1391,0	+269,0	+775,9	-1298,0	-522,1	+2435,9	-2689,0	-253,1
Cà Mau	+8775,0	-1774,0	+7001,0	+3091,0	-7903,0	-4812,0	+11866,0	-9677,0	+2189,0

### 3.4. Kết quả tính toán lan truyền trầm tích lơ lửng và diễn biến bồi - xói thử nghiệm cho năm 2012 sử dụng mô hình MIKE 21 bằng phương pháp phân tử hữu hạn.

Sự lan truyền trầm tích lơ lửng có nguyên nhân do dòng chảy và sóng. Dòng chảy biển ở trong nghiên cứu này là tổng hợp của dòng triều và gió, với gió thực đo trạm Côn Đảo làm đại diện cho toàn khu vực. Do đặc điểm gió khá nhỏ nên sóng trường trung bình của khu vực vào cả 2 mùa gió điển hình không lớn; Sóng cực đại xảy ra vào ngày 27/5/2012, khi có áp thấp, với gió có tốc độ trung bình ngày 10,5 m/s. Cũng vì gió yếu nên thành phần dòng chảy gây ra bởi gió không đáng kể, dòng chảy tính toán chủ yếu là thành phần dòng triều.

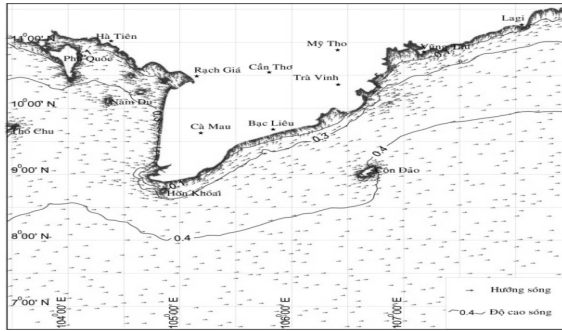
Sóng và dòng chảy làm lan truyền trầm tích lơ lửng từ sông đưa ra. Một số đặc điểm về sự lan truyền trầm tích theo thời gian tính toán được như sau:

*Cuối tháng 1:* trầm tích lơ lửng có nồng độ 0,0045 – 0,01 kg/m<sup>3</sup> lan truyền song song với bờ về phía tây nam tới ranh giới Sóc Trăng -

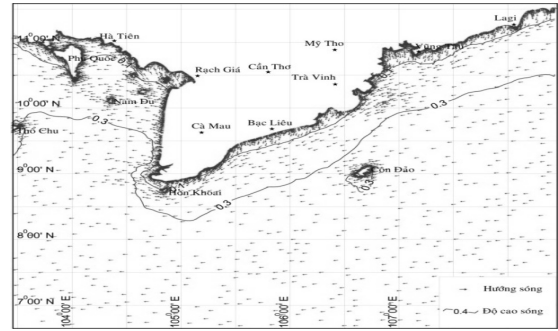
Bạc Liêu; lan truyền theo hướng trục lòng sông, hướng đông nam, ra biển khoảng 42 km, trầm tích lơ lửng có nồng độ 0,01 – 0,03 kg/m<sup>3</sup> chỉ lan rộng ra phía ngoài khoảng gần 20 km ở khu vực cửa sông.

*Cuối tháng 2:* trầm tích lơ lửng có nồng độ 0,0045 – 0,01 kg/m<sup>3</sup> lan truyền tới thành phố Bạc Liêu và khoảng hơn 50 km về phía ngoài khơi. Tuy nhiên, trầm tích lơ lửng có nồng độ 0,01 – 0,03 kg/m<sup>3</sup> lại thu hẹp khoảng cách về phía biển, chỉ còn 12 km ở khu vực cửa sông.

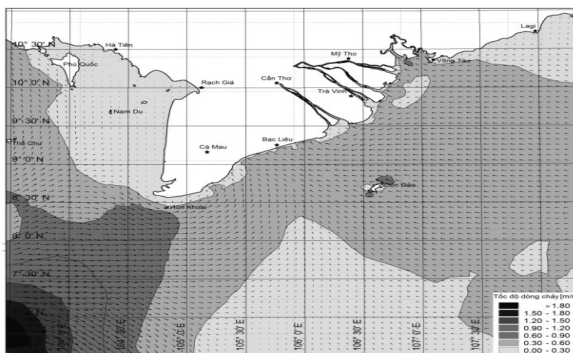
*Từ cuối tháng 3 tới cuối tháng 5:* trầm tích lơ lửng có nồng độ 0,0045 – 0,01 kg/m<sup>3</sup> không lan truyền dọc bờ về phía mũi Cà Mau mà giữ nguyên khoảng cách, cách thành phố Bạc Liêu khoảng 12 -14 km. Tuy nhiên có sự thay đổi về nồng độ trầm tích vào tháng 4 và 5, đó là khu vực cửa sông nồng độ trầm tích đã tăng đạt 0,03 – 0,05 kg/m<sup>3</sup>. Trầm tích lơ lửng có nồng độ 0,01 – 0,03 kg/m<sup>3</sup> lan rộng 24 km ra phía biển vào cuối tháng 5, còn sự lan truyền của trầm tích có nồng độ 0,0045 – 0,01 kg/m<sup>3</sup> đạt 75 km.



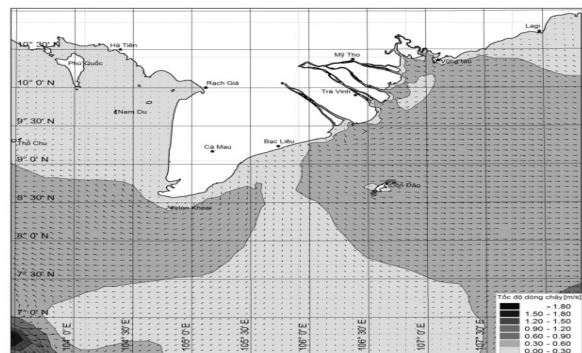
Hình 10. Trường sóng trung bình tính ngày 4/7/2012 (mùa gió tây nam).



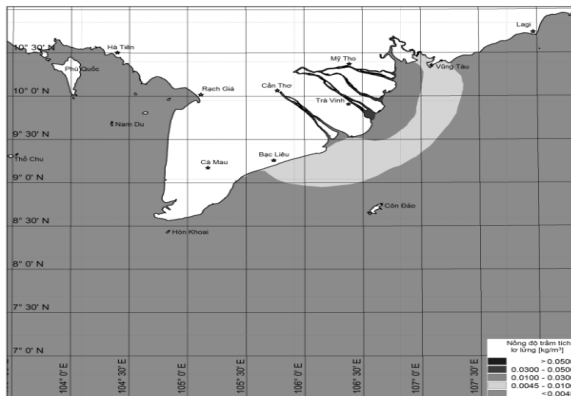
Hình 11. Trường sóng trung bình tính ngày 15/12/2012 (mùa gió đông bắc).



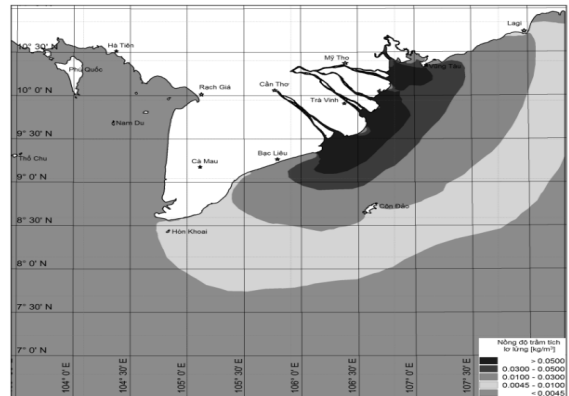
Hình 12. Trường dòng chảy tính lúc 19h ngày 4/7/2012, mùa gió tây nam (khi triều lên mạnh).



Hình 13. Trường dòng chảy tính lúc 0h ngày 31/12/2012, mùa gió đông bắc (khi triều rút mạnh).



Hình 14. Phân bố trầm tích lơ lửng thời điểm lưu lượng sông nhỏ nhất.



Hình 15. Phân bố trầm tích lơ lửng thời điểm lưu lượng sông lớn nhất.

Cuối tháng 6: trầm tích lơ lửng có nồng độ 0,0045 – 0,01 kg/m<sup>3</sup> vẫn chỉ thuộc địa phận biển tỉnh Bạc Liêu, cách thành phố Bạc Liêu khoảng 17 – 20 km về phía tây nam. Trầm tích có nồng độ >0,05 kg/m<sup>3</sup> đã lan truyền toàn bộ cửa sông tới 9 km về phía biển, các giá trị này

cho trầm tích có nồng độ 0,03 – 0,05 kg/m<sup>3</sup>, 0,01 – 0,03 kg/m<sup>3</sup> và có nồng độ 0,0045 – 0,01 kg/m<sup>3</sup> lần lượt là 19 km, 48 km và 87 km (tới Côn Đảo). Vào tháng 7: trầm tích lơ lửng lan truyền rất nhanh về phía mũi Cà Mau. Tới cuối tháng 7: trầm tích có nồng độ 0,0045 – 0,01 kg/m<sup>3</sup> đã lan

truyền được xấp xỉ 170 km, vượt qua ranh giới giữa Bạc Liêu – Cà Mau là Gành Hào khoảng 50 km về phía mũi Cà Mau. Lúc này trầm tích lơ lửng có nồng độ  $0,01 - 0,03 \text{ kg/m}^3$  lan truyền qua thành phố Bạc Liêu từ 15 – 17 km. Sự lan truyền của trầm tích có nồng độ  $>0,05 \text{ kg/m}^3$  là 10 km, trầm tích có nồng độ  $0,03 - 0,05 \text{ kg/m}^3$  là 23 km, trầm tích có nồng độ  $0,01 - 0,03 \text{ kg/m}^3$  là 75 km và của trầm tích có nồng độ  $0,0045 - 0,01 \text{ kg/m}^3$  là khoảng 120 km.

*Cuối tháng 8:* Trầm tích lơ lửng có nồng độ  $0,01 - 0,03 \text{ kg/m}^3$  đã vượt qua ranh giới Bạc Liêu – Cà Mau khoảng 8 km. Thành phần có nồng độ  $0,03 - 0,05 \text{ kg/m}^3$  đã lan truyền tới ranh giới Sóc Trăng – Bạc Liêu. Trầm tích có nồng độ  $0,0045 - 0,01 \text{ kg/m}^3$  đã lan truyền tới mũi Cà Mau, chỉ còn cách cực đông mũi Cà Mau khoảng 7 km. Trầm tích có nồng độ  $>0,05 \text{ kg/m}^3$  đã lan truyền 29 km về phía biển, 53 km đối với trầm tích có nồng độ  $0,03 - 0,05 \text{ kg/m}^3$ , trầm tích có nồng độ  $0,01 - 0,03 \text{ kg/m}^3$  lan truyền tới Côn Đảo với khoảng cách khoảng 84 km, còn trầm tích có nồng độ  $0,0045 - 0,01 \text{ kg/m}^3$  đã lan truyền hơn 150 km.

*Cuối tháng 9:* trầm tích có nồng độ  $0,0045 - 0,01 \text{ kg/m}^3$  đã lan truyền qua cực đông mũi Cà Mau tới kinh độ  $104^{\circ}30'E$ , trầm tích lơ lửng có nồng độ  $0,01 - 0,03 \text{ kg/m}^3$  đã vươn tới cửa Bồ Đề, còn trầm tích lơ lửng có nồng độ  $0,03 - 0,05 \text{ kg/m}^3$  đã vượt qua thành phố Bạc Liêu 2 km. Trầm tích có nồng độ lớn hơn  $0,05 \text{ kg/m}^3$  lan truyền còn cách ranh giới Sóc Trăng - Bạc Liêu chừng 17 km. Sự lan truyền của trầm tích có nồng độ  $>0,05 \text{ kg/m}^3$ ,  $0,03 - 0,05 \text{ kg/m}^3$ ,  $0,01 - 0,03 \text{ kg/m}^3$  và  $0,0045 - 0,01 \text{ kg/m}^3$  về phía biển lần lượt là 39 km, 72 km, 111 km và gần 190 km.

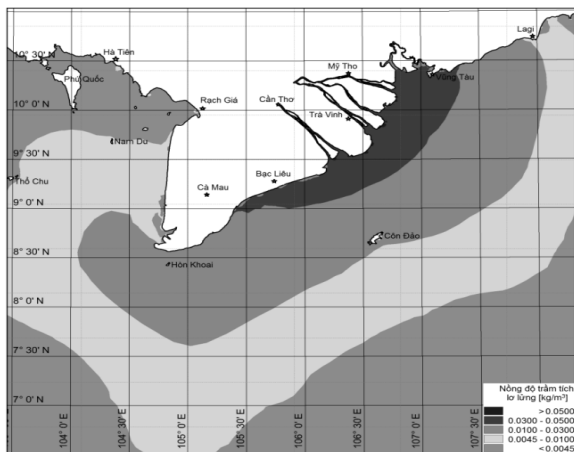
*Cuối tháng 10:* trầm tích có nồng độ  $0,0045 - 0,01 \text{ kg/m}^3$  đã lan truyền gần tới kinh độ  $103^{\circ}30'E$  và đi vào vịnh Thái Lan. Tính từ cực đông mũi Cà Mau về phía tây bắc trầm tích đã lan truyền qua quãng đường khoảng 70 km, trầm tích lơ lửng có nồng độ  $0,01 - 0,03 \text{ kg/m}^3$

chỉ còn cách cực đông mũi Cà Mau gần 8 km. Trầm tích lơ lửng có nồng độ  $0,03 - 0,05 \text{ kg/m}^3$  chỉ còn các Gành Hào, gần 5 km. Trầm tích có nồng độ lớn hơn  $0,05 \text{ kg/m}^3$  lan truyền còn thành phố Bạc Liêu chừng 17 km. Sự lan truyền về phía biển của trầm tích có nồng độ  $>0,05 \text{ kg/m}^3$ ,  $0,03 - 0,05 \text{ kg/m}^3$ ,  $0,01 - 0,03 \text{ kg/m}^3$  và  $0,0045 - 0,01 \text{ kg/m}^3$  về phía biển lần lượt là 35 km, 78 km, 120 km và hơn 200 km

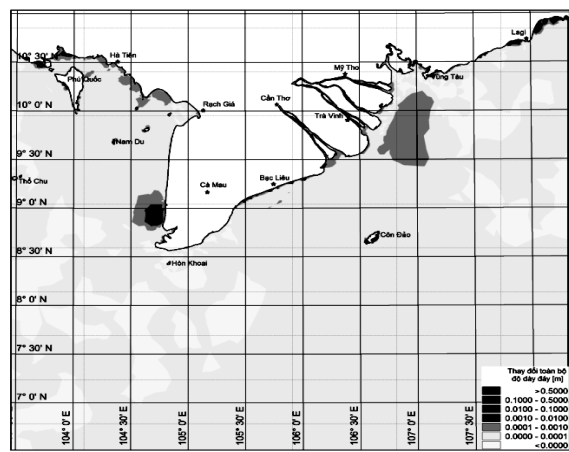
*Cuối tháng 11:* trầm tích có nồng độ  $0,0045 - 0,01 \text{ kg/m}^3$  đã lan truyền vào vịnh Thái Lan xấp xỉ 130 km. Trầm tích lơ lửng có nồng độ  $0,01 - 0,03 \text{ kg/m}^3$  cũng đã vượt qua mũi Cà Mau và đi vào vịnh Thái Lan khoảng 25 km. Trầm tích lơ lửng có nồng độ  $0,03 - 0,05 \text{ kg/m}^3$  đã vượt qua Gành Hào khoảng 14 km. Trầm tích có nồng độ lớn hơn  $0,05 \text{ kg/m}^3$  chỉ còn rải rác cục bộ ở các khu vực nhỏ dọc bờ Sóc Trăng. Có sự thu hẹp sự lan truyền về phía biển của trầm tích, còn 63 km với trầm tích có nồng độ  $0,03 - 0,05 \text{ kg/m}^3$ , 113 km với trầm tích có nồng độ  $0,01 - 0,03 \text{ kg/m}^3$ . Tuy nhiên, có sự lan truyền nhanh của trầm tích nồng độ  $0,0045 - 0,01 \text{ kg/m}^3$  về phía nam mũi Cà Mau tới vĩ độ  $6^{\circ}30'N$ ; *Cuối tháng 12:* trầm tích có nồng độ  $0,0045 - 0,01 \text{ kg/m}^3$  đã lan truyền nhanh chóng vào vịnh Thái Lan gần 170 km, còn về phía nam tây đã vượt qua qua giới hạn vùng nghiên cứu là kinh tuyến  $103^{\circ}30'E$ , trầm tích lơ lửng có nồng độ  $0,01 - 0,03 \text{ kg/m}^3$  khoảng 57 km. Sự lan truyền của trầm tích vào sát bờ tới gần vịnh Rạch Giá. Trầm tích lơ lửng có nồng độ  $0,03 - 0,05 \text{ kg/m}^3$  thu hẹp xuống gần Gành Hào. Sự thu hẹp sự lan truyền về phía biển của trầm tích được tiếp tục, còn 35 km với trầm tích có nồng độ  $0,03 - 0,05 \text{ kg/m}^3$ , gần 100 km với trầm tích có nồng độ  $0,01 - 0,03 \text{ kg/m}^3$  và còn 187 km với trầm tích nồng độ  $0,0045 - 0,01 \text{ kg/m}^3$ . Sự lan truyền nhanh của trầm tích nồng độ  $0,0045 - 0,01 \text{ kg/m}^3$  về phía nam mũi Cà Mau vẫn tiếp tục vượt quá giới hạn vùng nghiên cứu là  $6^{\circ}30'N$ .

Bảng 2. Kết quả tính thay đổi độ dày đáy khu vực

Khu vực	Diện tích có lắng đọng trầm tích $\geq 1$ mm ( $\text{km}^2$ ) tính từ thời điểm bắt đầu tính (1/1/2014)				
	Cuối tháng 8	Cuối tháng 9	Cuối tháng 10	Cuối tháng 11	Cuối tháng 12
Dải bờ Sóc Trăng – Bạc Liêu	16.9	35.9	52.2	67.6	79.3
Bãi bồi thuộc tỉnh Cà Mau	98.3	159.6	234.7	309.8	371.1



Hình 16. Kết quả mô phỏng phân bố trầm tích lơ lửng khu vực nghiên cứu năm 2012.



Hình 17. Kết quả mô phỏng phân bố bồi xói đáy biển năm khu vực nghiên cứu năm 2012.

#### 4. Kết luận và kiến nghị

##### Kết luận:

1. Dải ven biển Sóc Trăng - Cà Mau (từ cửa Định An đến cửa Tiểu Dừa) là một không gian địa lý đặc biệt nằm ở cực Nam của nước ta với những hợp phần tự nhiên hoàn toàn khác với các nơi khác, bao gồm: đặc điểm địa chất, thạch học (chủ yếu là trầm tích có nguồn gốc sông - biển bờ rời), khí hậu mang tính nhiệt đới gió mùa cận xích đạo, đường bờ biển có hai hướng chính là hướng Đông Bắc-Tây Nam và hướng Bắc-Nam, chế độ sóng và dòng chảy khác nhau ở phía đông và phía tây vùng nghiên cứu, thay đổi rõ rệt theo mùa.

2. Địa hình bờ biển khu vực bị biến đổi rất phức tạp, hoạt động của các quá trình địa mạo ở bờ biển chịu tác động của rất nhiều nhân tố

động lực khác nhau từ phía biển cũng như từ phía lục địa, cả các nhân tố tự nhiên cũng như các tác động của con người.

3. Nghiên cứu đã phân tích và làm rõ được đặc điểm địa mạo cho cả phần ven bờ và phần ven biển đoạn bờ Sóc Trăng - Cà Mau, qua đó đã xác lập được 16 dạng địa hình thuộc các nhóm nguồn gốc khác nhau ở khu vực nghiên cứu và các yếu tố địa mạo động lực chính ở dải ven bờ. Trên cơ sở kế thừa tài liệu và nghiên cứu bổ sung các tác giả đã xây dựng được bản đồ địa mạo dải ven biển Sóc Trăng-Cà Mau ở tỷ lệ 1:50.000.

4. Sử dụng tài liệu thực địa, tư liệu bản đồ địa hình và các cảnh vệ tinh đa thời gian, nghiên cứu đã phân tích được diễn biến xói lở-bồi tụ bờ biển khu vực nghiên cứu từ năm 1965 đến nay. Trong khu vực nghiên cứu, xói lở bờ



biển là xu hướng chiếm ưu thế trong quá trình biến đổi địa hình bờ biển và là hiện tượng phổ biến. Trong khoảng hai mươi năm trở lại đây, hiện tượng bồi tụ bờ biển đã giảm đi nhanh chóng. Kết quả nghiên cứu cho thấy, bồi tụ chủ yếu xảy ra ở phía Bắc của Mũi Cà Mau (phía trước cửa sông Cái Lớn và sông Bảy Háp), tuy nhiên tốc độ bồi tụ cho thấy xu thế giảm đi rõ rệt.

5. Nghiên cứu đã sử dụng Mô hình Mike-21 bằng phương pháp phần tử hữu hạn để mô phỏng các nhân tố động lực, lan truyền trầm tích và tính toán biến đổi địa hình đáy biển.

Có thể nói, bài báo này trình bày những kết quả bước đầu của một hướng đi hết sức có ý nghĩa trong nghiên cứu địa mạo hiện đại, đó là hướng địa mạo động lực với các nghiên cứu có tính định lượng.

#### **Kiến nghị:**

1. Khi quy hoạch phát triển kinh tế-xã hội trên dải bờ biển Sóc Trăng - Cà Mau cần xem xét quy luật biến đổi địa hình dưới tác động của các nhân tố tự nhiên, tác động của con người để giảm thiểu rủi ro tai biến (nhất là tai biến xói lở - bồi tụ bờ biển).

2. Cần tiếp tục đi sâu nghiên cứu xác định mối liên hệ giữa thay đổi nguồn trầm tích từ sông Cửu Long đổ ra biển Đông do phát triển thủy điện trên dòng chính lưu vực sông Mê Kông theo thời gian. Điều này có ý nghĩa đặc biệt quan trọng làm cơ sở luận giải nguyên nhân xói lở bồi tụ bờ biển tại khu vực phía Nam của vùng nghiên cứu.

3. Vấn đề đánh tác động của biến đổi khí hậu và dâng cao mực nước biển dựa trên các kịch bản khác nhau cũng cần được xét đến khi luận giải nguyên nhân xói lở bồi tụ - bờ biển Sóc Trăng - Cà Mau trong các nghiên cứu tiếp theo.

4. Cần có quy hoạch tổng thể về bảo vệ bờ biển kết hợp các giải pháp công trình và phi công trình dựa trên quản lý tổng hợp lưu vực sông và vùng ven biển phục phát triển kinh tế và phòng tránh tai biến với toàn dải bờ biển Nam Bộ (bao gồm 9 tỉnh từ cửa suối Chứa, huyện Xuyên Mộc, tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu đến Mũi Nai, thị xã Hà Tiên, tỉnh Kiên Giang).

#### **Tài liệu tham khảo**

- [1] Vũ Văn Phái và nnk, Nghiên cứu đánh giá biến động đường bờ biển các tỉnh Nam Bộ dưới tác động của biến đổi khí hậu và mực nước biển dâng. Báo cáo tổng hợp đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ cấp nhà nước, mã số BDKH.07, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, 382 trang, 2013.
- [2] Nguyễn Đình Hòe, Vũ Văn Hiếu, Tiếp cận hệ thống trong nghiên cứu tài nguyên và môi trường. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội, 2003.
- [3] Nguyễn Cảnh Toàn, Học cách sáng tạo. Nhà xuất bản lao động, Trung tâm văn hóa ngôn ngữ Đông Tây, 2006.
- [4] Chorley R.J., Geomorphology and general systems theory. In "Theoretical papers in the hydrologic and geomorphic science". US Government Printing Office, Washington, pp. B1-B10, 1962.
- [5] Lưu Thành Trung và nnk, Nghiên cứu địa mạo và một số tai biến địa chất liên quan ở đới bờ biển Sóc Trăng - Cà Mau. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ cơ sở, Tổng cục Biển và Hải đảo Việt Nam, 150 trang, 2013.
- [6] Vu Van Phai, Actual situation of the erosion and accretion on the coast of Vietnam. Journal of Science (Geography), VNU, Hanoi, pp. 67-71, 1996.
- [7] Văn phòng Ủy ban sông Mê Kông Việt Nam, Bộ Tài nguyên và Môi trường. Báo cáo nghiên cứu về vận chuyển bùn cát/phù sa và dự báo hình thái dòng chính sông Mê Kông để đề xuất định hướng nghiên cứu về bùn cát, sạt lở đối với hạ du sông Mê Kông và đồng bằng Sông Cửu Long. Lưu trữ Bộ Tài nguyên và Môi trường, 358 trang.

## Geomorphological Characteristics of Sóc Trăng-Cà Mau Coastal Area (from Định An Mouth to Tiểu Dừa Mouth)

Luu Thành Trung<sup>1</sup>, Vũ Văn Phái<sup>2</sup>, Vũ Tuấn Anh<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Dept of Science and Technology, Ministry of Natural Resources and Environment,  
10 Tôn Thất Thuyết, Hanoi, Vietnam*

<sup>2</sup>*VNU University of Sciences, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hanoi, Vietnam*

<sup>3</sup>*Institute of Oceanography, VAST, Cầu Đá, Nha Trang, Vietnam*

**Abstract:** In this research, by using modern and academic methods, an analysis of geomorphological characteristics and shoreline erosion-accretion trends was taken up in Sóc Trăng-Cà Mau coastal area (from Định An mouth to Tiểu Dừa mouth). Main factors affecting recent geomorphology process in area study are included: river flows, nearshore current and tectonic movements of the earth crust; control the formation and development of modern topology at this zone. Based on those interactions, we can undertake study on the geomorphological process over time and space. The calculation of the current and suspended sediment transport were done by Mike-21 software by finite element method.

**Keywords:** Geomorphology, coastal change, sediment transport, erosion, accretion, shoreline.