

# NGHIÊN CỨU NGUYÊN NHÂN XÓI LỞ BỜ BIỂN ĐÔNG BÁN ĐẢO CÀ MAU BẰNG MÔ HÌNH TOÁN

Lê Thanh Chương, Nguyễn Bình Dương  
Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

**Tóm tắt:** Tình trạng xói lở bãi và sạt lở bờ biển đã và đang diễn ra khá phổ biến ở nhiều khu vực vùng ven biển các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), trong đó vùng ven biển thuộc bán đảo Cà Mau (BĐCM) là một trong những khu vực có tình trạng xói lở khá nghiêm trọng. Để có thể có đưa ra giải pháp bảo vệ bãi hiệu quả, nhóm thực hiện đề tài “Nghiên cứu giải pháp hợp lý và công nghệ thích hợp phòng chống xói lở, ổn định bờ biển đoạn từ Sóc Trăng đến Mũi Cà Mau” đã thực hiện mô phỏng quá trình thủy động lực, bùn cát và hình thái vùng nghiên cứu thời điểm hiện tại và một số trường hợp bất lợi trong tương lai để phân tích, đánh giá nguyên nhân gây xói lở của khu vực ven biển đồng BĐCM.

**Từ khóa:** Xói lở bờ biển, thủy động lực, hình thái, bán đảo Cà Mau.

**Summary:** Coastal erosion have been occurring commonly and widely in many coastal area in the Mekong River Delta, specially in the coast of Ca Mau Peninsula - one of the most serious erosions area. This paper presents the simulation results of hydrodynamic, sediment transport and morphological change to analyze and evaluate the causes of erosion in the eastern coast of Ca Mau Peninsula.

**Keywords:** Erosion, hydrodynamic, morphology, Ca Mau Peninsula.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vấn đề sạt lở bờ biển trong những năm qua đã trở thành đề tài nóng hổi của rất nhiều địa phương trong cả nước nói chung và Đồng bằng sông Cửu Long nói riêng, xói lở bờ biển diễn biến ngày một phức tạp, gây ảnh hưởng không nhỏ đến đời sống nhân dân cũng như tác động đến sự phát triển kinh tế xã hội của các địa phương ven biển. Vấn đề này càng trở nên nghiêm trọng khi tác động của việc các quốc gia thượng nguồn Mê-kong phát triển thủy điện và hiện tượng BĐKH-NBD dâng ngày càng có tác động rõ nét. Chiến lược giảm thiểu nguy cơ xói lở vùng ven biển hiện đang thu hút sự quan tâm đặc biệt của các cấp lãnh đạo cũng như các nhà khoa học trong và ngoài nước. Với mục đích xây dựng cơ sở khoa học chắc chắn, đưa ra được các sản phẩm khoa học cụ thể, mà cuối

cùng là sơ đồ bố trí không gian cho hệ thống các hạng mục công trình chống xói bồi, bảo vệ bờ biển cho vùng biển phía đông BĐCM, cần phải xác định rõ nguyên nhân gây ra tình trạng xói bồi.

Các nguyên nhân chính gây xói lở bờ biển có nhiều yếu tố tác động, bên cạnh các nguyên nhân xuất phát từ yếu tố tự nhiên như sóng, gió, dòng chảy, triều... còn có các tác nhân có yếu tố con người có thể có tác động thay đổi đáng kể đến các yếu tố tự nhiên như Xây dựng các đập thủy điện trên thượng nguồn sông Mê-kong, khai thác cát lòng sông Mê-kong, nền đất bị lún sụt do khai thác nước ngầm.

Trong khuôn khổ bài báo này chỉ xem xét tác động của chế độ thủy động lực, vận chuyển bùn cát đến quá trình xói lở bờ biển khu vực biển đông BĐCM.

Ngày nhận bài: 06/10/2021

Ngày thông qua phản biện: 15/12/2022

Ngày duyệt đăng: 06/01/2022

## 2. PHƯƠNG PHÁP, SỐ LIỆU, THIẾT LẬP MÔ HÌNH

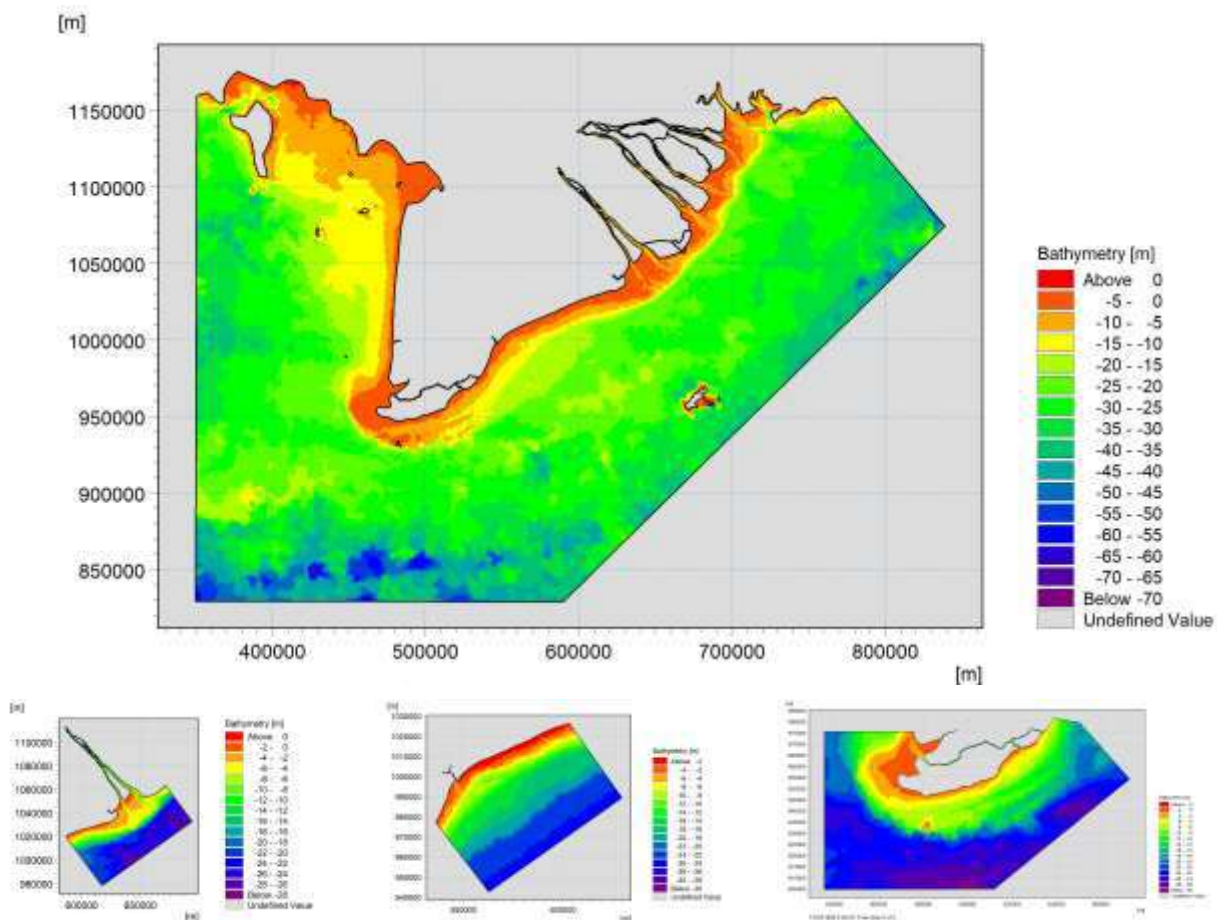
Mô hình sử dụng cho nghiên cứu này là MIKE 21 Coupled FM với các module HD (thủy động lực), SW (phổ sóng), MT (vận chuyển bùn cát và hình thái), trong đó:

*Mô hình 1:* Mô hình 2D toàn vùng Biển Đông (Kế thừa từ Đề tài 1 [1]). Mục đích của mô hình 1 là mô phỏng chế độ dòng chảy (thủy triều, dòng chảy ven bờ) và chế độ sóng nhằm cung cấp biên mở phía biển cho mô hình với phạm vi nhỏ hơn (Mô hình 2).

*Mô hình 2:* Mô hình 2D mở rộng các vùng bờ biển các tỉnh ĐBSCL (Kế thừa từ Đề tài 1 [1]). Mô hình mở rộng mô phỏng các quá trình tổng

quát vùng cửa sông ven biển ĐBSCL và vùng cửa sông Soài Rạp. Phạm vi mô hình bao gồm toàn bộ vùng bờ biển từ Bà Rịa-Vũng Tàu đến Hà Tiên-Kiên Giang. Mô hình được kéo dài về phía biển 100 km. Mục đích của *Mô hình 2* là cung cấp số liệu biên cho các mô hình vùng nghiên cứu (Nhóm mô hình 3).

*Nhóm mô hình 3:* Mô hình 2D các vùng bờ biển các tỉnh (trình bày trong bài báo này). Các mô hình thuộc nhóm này được nghiên cứu, xây dựng để mô phỏng chế độ dòng chảy và bùn cát cho cả vùng ven bờ và xa bờ (50 km đổ lại) các tỉnh Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau (giới hạn đến mũi Đất Ngọc Hiển).



Hình 1: Lưới mở rộng và các lưới phân vùng nghiên cứu [1],[2]

Chi tiết các mô hình được xây dựng như sau:

**Bảng 1: Phạm vi thiết lập các mô hình chi tiết [5]**

Mô hình	Phạm vi	Diện tích	Số lượng phần tử
Mô hình 3-1: Cho vùng ven bờ tỉnh Sóc Trăng	a) Về phía sông: mô hình bao gồm sông Hậu đổ ra 2 cửa Định An và Trần Đề và 10 km vùng cửa sông Mỹ Thanh. b) Về phía biển: mô hình bao gồm bờ biển từ Nhà máy nhiệt điện Duyên Hải-Trà Vinh đến đầu khu điện gió Bạc Liêu. Mô hình được kéo dài 50 km về phía biển.	4264 km <sup>2</sup>	11170
Mô hình 3-2: Cho vùng ven bờ tỉnh Bạc Liêu	a) Về phía sông: mô hình bao gồm sông Gành Hào (12 km đổ ra biển) và kênh Hộ Phòng (3 km đổ ra sông Gành Hào). b) Về phía biển: mô hình bao gồm bờ biển từ khu vực giáp xã Lai Hoa-Sóc Trăng đến vị trí cách cửa sông Bồ Đề-Cà Mau khoảng 3 km.	4230 km <sup>2</sup>	7100
Mô hình 3-3: Cho vùng ven bờ biển Đông tỉnh Cà Mau	c) Về phía sông: mô hình bao gồm toàn bộ hệ thống sông cửa Lớn (58 km) và sông Bồ Đề (16 km). d) Về phía biển: mô hình bao gồm bờ biển từ xã Nguyễn Huệ-Đầm Doi-Cà Mau đến hết đoạn cửa sông Bảy Háp-Cà Mau.	7000 km <sup>2</sup>	14000

Như đã trình bày ở trên trong khuôn khổ bài báo này chỉ giới hạn phân tích đánh giá các tác động của chế độ thủy động lực bùn cát cho kịch bản năm khí hậu điển hình mùa Tây Nam (các tháng 5-10/2014) và mùa Đông Bắc (các tháng 11/2014 - 4/2015).

**Biên bùn cát:** được triết xuất từ kết quả tính toán của *Mô hình 2*, một số kết quả liên quan sẽ được trình bày ở báo cáo này. Tương tự như vậy, biên lưu lượng cũng được trích xuất theo các kịch bản tương ứng.

**Biên gió:** Trường gió là thông số đầu vào quan trọng nhất trong công tác tính mô phỏng liên quan đến sóng. Số liệu biên bề mặt cho nghiên cứu này được trích xuất từ mô hình dự báo khí tượng toàn cầu của Trung tâm Quốc gia về Dự báo Môi trường (Hoa Kỳ) là một bộ phận thuộc Cơ quan Nghiên cứu Hải dương học và Khí tượng Quốc gia (NCEP/NOAA) của Hoa Kỳ. Trường gió được trích xuất từ mô hình “reanalysis” khí tượng, được kiểm định bởi số liệu các đài và vệ tinh khí tượng thuộc NOAA trên phạm vi toàn cầu. Số liệu gió có thể khả dụng cho mọi mô phỏng cần thiết từ năm 1979

đến 2019 với bước thời gian là 1 giờ và kích cỡ mắt lưới là  $0.312^{\circ} \times 0.312^{\circ}$ . Dữ liệu gió thuộc CSDL reanalysis gió của NOAA đã được áp dụng cho hàng ngàn nghiên cứu trên toàn cầu và đã được chứng minh là có độ tin cậy rất cao.

**Biên triều:** Biên thủy triều phía biển cho các mô hình Nhóm 3 bao gồm các trị số mực nước H và các thành phần vận tốc dòng chảy U,V được trích xuất từ kết quả mô phỏng các kịch bản tương ứng của *Mô hình 2*.

**Biên sóng:** Biên sóng phổ cho các mô hình Nhóm 3 bao gồm các trị số chiều cao sóng  $H_s$ , chu kỳ sóng  $T_p$  hướng sóng trung bình được trích xuất từ kết quả mô phỏng của *Mô hình 2*.

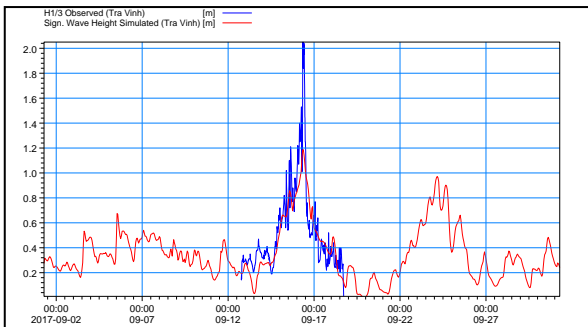
### 3. HIỆU CHỈNH, KIỂM ĐỊNH MÔ HÌNH

Việc hiệu chỉnh, kiểm định mô hình được thực hiện dựa trên so sánh sự sai khác giữa chuỗi số liệu thực đo và số liệu tính toán. Các số liệu thực đo được khảo sát từ các đề tài trong cụm đề tài nghiên cứu xói lở bờ biển ĐBSCL (xem Hình 2).

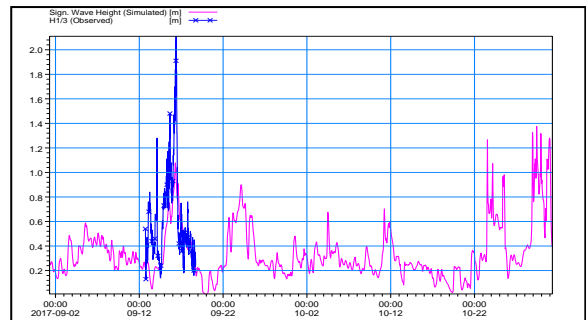


Hình 2: Phạm vi khảo sát các số liệu cơ bản cho cụm đề tài xói lở [1],[2],[3],[4]

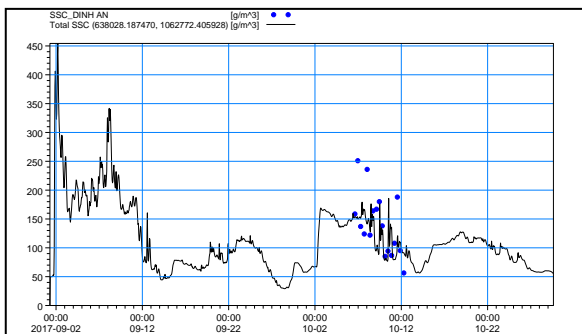
Kết quả cho thấy sự phù hợp khá cao giữa kết quả mô hình và số liệu thực đo trong hầu hết thời gian so sánh. Có thể thấy kết quả tính toán của mô hình phù hợp rất tốt với số liệu thực đo. Kết quả cũng cho thấy mối tương quan chặt chẽ giữa các yếu tố sóng và gió. Tại những thời điểm có sai khác giữa số liệu gió mô phỏng và thực đo thì tương ứng sẽ có sự sai khác giữa sóng tính toán bằng mô hình và số liệu quan trắc. Kết quả trình bày trên Hình 3, Hình 4, Hình 5 và Hình 6 dưới đây.



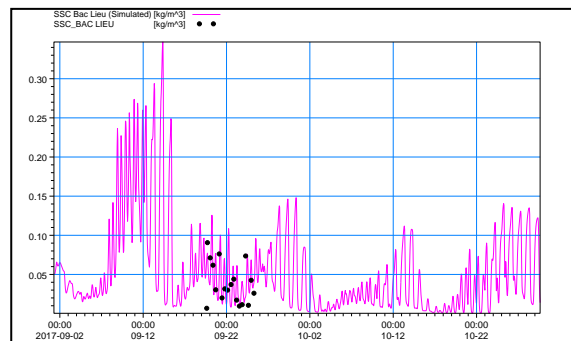
Hình 3: Kết quả hiệu chỉnh sóng (lưới tính toán Sóc Trăng)[5]



Hình 4: Kết quả hiệu chỉnh sóng (lưới tính toán Bạc Liêu)[5]



Hình 5: Kết quả hiệu chỉnh hàm lượng bùn cát lơ lửng tại cửa Định An (lưới Sóc Trăng)[5]



Hình 6: Kết quả hiệu chỉnh hàm lượng bùn cát lơ lửng trạm Bạc Liêu[5]

## 4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 4.1. Kết quả tính toán tải lượng bùn cát các cửa sông đổ Mê-kong đổ ra biển

Tải lượng bùn cát ra các cửa sông đổ ra biển

trong các tháng được trình bày chi tiết Bảng 2 cho thấy xu thế sông Mê-kong cung cấp bùn cát cho vùng ven biển vùng ĐBSCL trong năm khí hậu 2014-2015. Tải lượng dương (đi ra biển) chỉ xuất hiện trong thời kỳ mùa lũ (từ tháng 4-

2014 đến tháng 10-2014), còn trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc (mùa kiệt) tải lượng bùn cát qua các cửa sông này có dấu âm (đi vào trong sông) tức bùn cát phía ngoài được sóng đào xới thò

dòng triều lên đi vào cửa sông. Nhìn chung hơn 90% lượng bùn cát từ sông Mê-kong đổ ra biển vào các tháng mùa lũ (trùng với mùa gió Tây Nam).

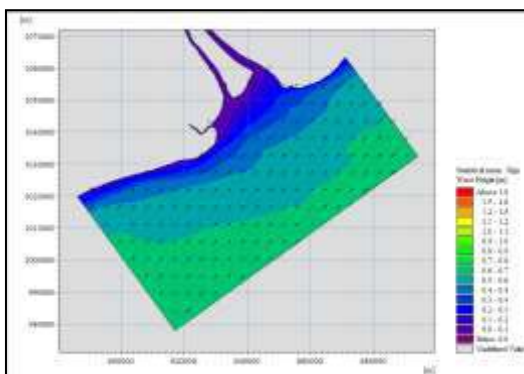
**Bảng 2: Tải lượng bùn cát trung bình các tháng qua các cửa sông năm khí hậu điển hình 2014-2015 (Dấu + thể hiện bùn cát đi ra, dấu - thể hiện bùn cát đi vào) [1]**

Thời gian	Cửa Tiêu	Cửa Đại	Hàm Luông	Cổ Chiên	Cung Hậu	Định An	Trần Đề
5/2014	0,4	0,6	0,6	0,4	0,2	0,9	0,1
6/2014	0,3	0,5	0,5	0,3	0,2	0,5	0,1
7/2014	0,1	0,3	0,5	0,8	0,4	1,0	0,3
8/2014	0,3	0,7	1,0	2,3	1,5	3,0	1,3
9/2014	0,2	0,5	0,7	1,8	1,0	3,5	1,4
10/2014	0,0	0,2	0,3	0,8	0,4	1,5	0,7
<b>Tổng mùa TN</b>	<b>1.3</b>	<b>2.8</b>	<b>3.6</b>	<b>6.4</b>	<b>3.7</b>	<b>10.4</b>	<b>3.9</b>
11/2014	0,0	0,0	0,0	0,4	0,1	0,7	0,1
12/2014	-0,1	-0,1	-0,2	0,1	0,0	0,2	-0,1
1/2015	-0,1	0,0	-0,2	0,0	-0,1	0,0	-0,1
1/2015	0,0	0,0	-0,2	0,0	-0,1	0,0	-0,1
1/2015	0,0	-0,1	-0,3	0,0	-0,1	0,0	-0,2
1/2015	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1
<b>Tổng mùa ĐB</b>	<b>-0.2</b>	<b>-0.2</b>	<b>-1.0</b>	<b>0.5</b>	<b>-0.2</b>	<b>0.9</b>	<b>-0.5</b>

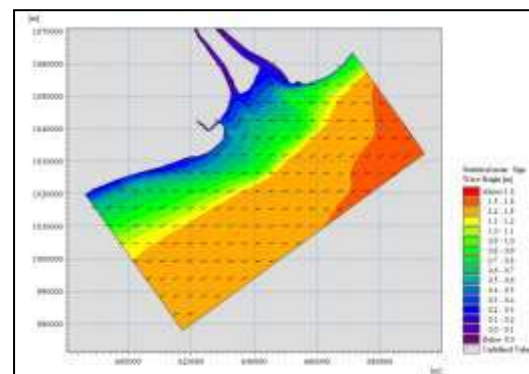
#### 4.2. Kết quả tính toán phân vùng Sóc Trăng

Kết quả tính toán sóng cho phân vùng Sóc Trăng được thể hiện qua các Hình 7 và Hình 8 cho thấy xu thế hướng sóng và phân bố chiều cao sóng khác biệt rất rõ nét theo 2 mùa khí hậu. Với bờ biển Sóc Trăng là đặc thù bờ biển Đông, trong mùa gió Tây Nam sóng hướng chủ đạo theo hướng Tây Nam tức là ngược hoặc ít trực diện với

hướng bờ. Trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc, sóng có hướng chủ đạo Đông, Đông Đông Bắc, tức là sóng vỗ trực diện vào đường bờ biển. Kết quả mô phỏng sóng trung bình (Hình 7) cho thấy sóng trung bình mùa Đông Bắc sát ven bờ phân vùng Sóc Trăng nhiều đoạn đạt trên 0,4-0,5 m. Mùa Tây Nam, chiều cao sóng ven bờ trung bình chỉ khoảng 0,1-0,2 m.



a) mùa gió Tây Nam



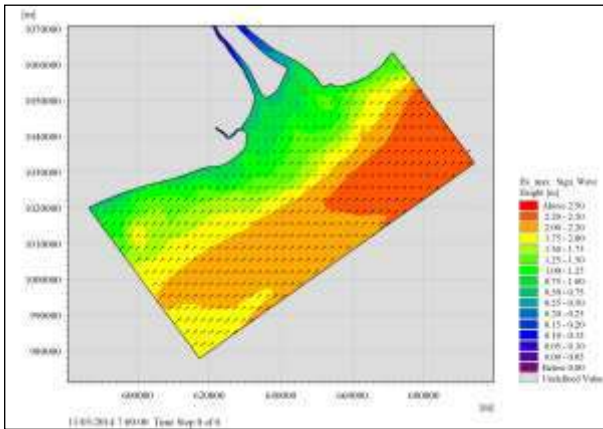
b) mùa gió Đông Bắc

Hình 7: Phân bố chiều cao và hướng sóng trung bình mùa gió Tây Nam

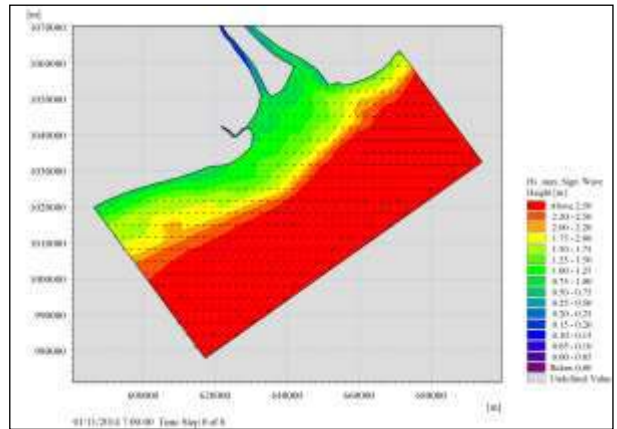
và mùa gió Đông Bắc trên bình diện vùng biển Sóc Trăng [5]

Kết quả mô phỏng sóng lớn nhất (Hình 8) cho thấy sóng lớn nhất mùa Đông Bắc ven bờ phân vùng Sóc Trăng phần lớn đạt trên 0,75-1,0 m,

nhiều đoạn đạt đến 1,0-1,25 m. Mùa Tây Nam, chiều cao sóng lớn nhất ven bờ đạt khoảng 0,5-0,75 m.



a) mùa gió Tây Nam



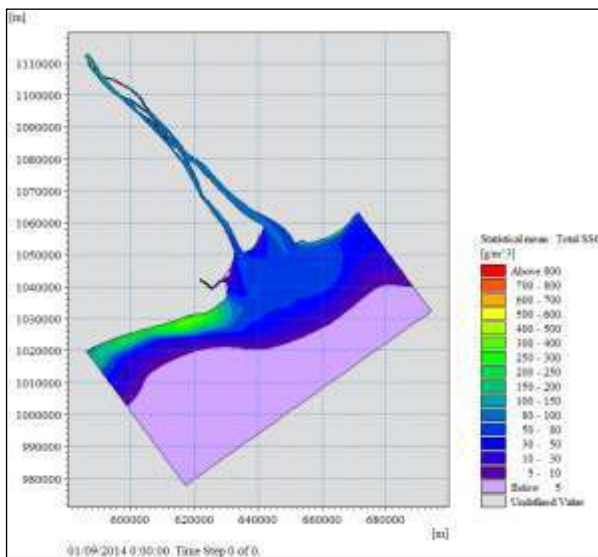
b) mùa gió Đông Bắc

Hình 8: Phân bố chiều cao sóng lớn nhất và hướng sóng trung bình mùa gió Tây Nam và mùa gió Đông Bắc trên bình diện vùng biển Sóc Trăng [5]

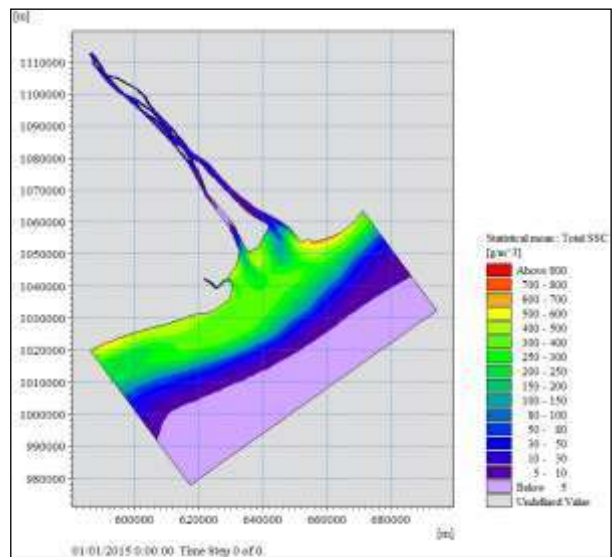
Kết quả tính toán hàm lượng bùn cát ( $TSS_{tb}$ ) tháng 9 (mùa Tây Nam) và tháng 1 (mùa Đông Bắc) trên Hình 9 và bảng kết quả tính tải lượng bùn cát các cửa sông (Bảng 2) cho thấy vào mùa Tây Nam, tuy lượng bùn cát từ các cửa sông đổ ra khá lớn (trên 90% cả năm) nhưng hàm lượng bùn cát lơ lửng vùng ven biển khá thấp, trung

binh khoảng 100-250  $g/m^3$ .

Vào mùa Đông Bắc, hàm lượng bùn cát trung bình lớn nhất vào khoảng 300-500  $g/m^3$ . Nhiều khu vực ven bờ đạt 500-600  $g/m^3$ . Dải bùn cát vận chuyển ven bờ mùa Đông Bắc cũng lớn hơn mùa Tây Nam đáng kể.



a) Tháng 9/2014

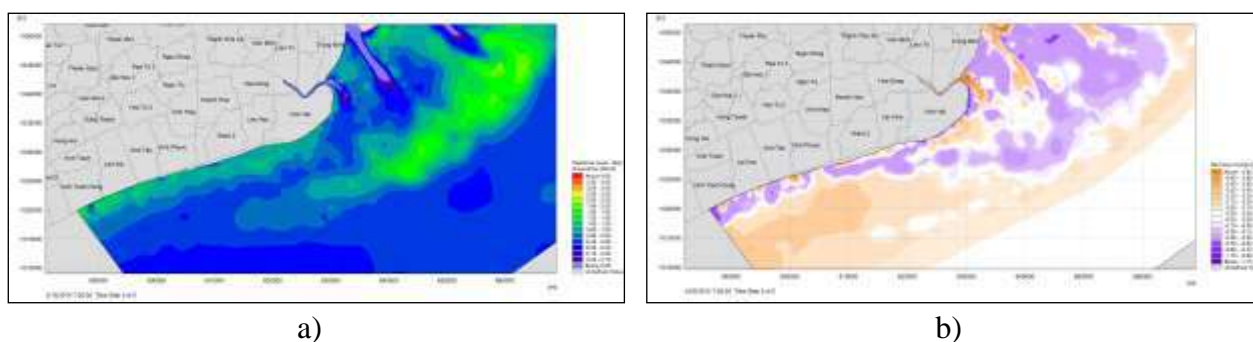


b) Tháng 1/2015

Hình 9: Phân bố  $TSS_{ib}$  tháng 9/2014 và tháng 1/2015 vùng biển phân vùng Sóc Trăng [5]

Tổng hợp các phân tích nêu trên, có thể thấy biến đổi hình thái vùng ven biển Sóc Trăng chủ yếu diễn ra vào mùa gió Đông Bắc bởi yếu tố sóng lớn và dòng dư do sóng khuấy động và nạo vét bùn cát bãi mang đi. Đối với vấn đề xói lở, lực xung kích chính của sóng để khuấy bùn cát đáy lên và chuyển thành bùn cát lơ lửng hoặc tạo chuyển động bùn cát lớp sát đáy thể hiện qua ứng suất tiếp đáy. Tác động của sóng lên vận tốc dòng chảy thể hiện

qua vận tốc dòng dư. Vận tốc dòng dư có thể xác định là hiệu của dòng tổng trừ đi dòng do triều đơn thuần (không có sóng và gió). Tương tự như vậy, ứng suất đáy của dòng dư cũng có thể được tính là hiệu của ứng suất dòng tổng trừ đi ứng suất do dòng triều đơn thuần. Phân bố ứng suất đáy lớn nhất dòng dư cho ta thấy bức tranh phạm vi bãi biển hay vùng biển chịu xói do tác động của sóng đơn thuần.



Hình 10: Phân bố ứng suất đáy lớn nhất dòng dư (a) và chiều sâu xói lở (b) vùng ven biển Sóc Trăng mùa gió Đông Bắc [5]

Hình 10 cho thấy tương quan chặt chẽ giữa biến đổi hình thái bãi vùng ven biển Sóc Trăng một năm và phân bố ứng suất đáy lớn nhất dòng dư do sóng mùa Đông Bắc.

Để phân tích phạm vi xói bồi diễn ra ven bờ biển Sóc Trăng theo mùa, nhóm nghiên cứu đã trích

xuất phân bố trị số từ lưới mô phỏng biến đổi hình thái các thời đoạn cuối mùa gió Tây Nam và cuối mùa gió Đông Bắc. Vùng trích xuất bắt đầu từ phía dưới cửa sông Mỹ Thanh cho đến đầu khu điện gió Bạc Liêu. Các vùng được kéo dài ra phía biển lần lượt 100, 200, 300, 500 mét tương ứng.

**Bảng 3: Khối lượng xói bồi khu vực ven biển Sóc Trăng năm khí hậu điển hình 2014-2015 [5]**

STT	Phạm vi cách bờ	$V_{net}$ xói bồi ( $10^6 m^3$ )	$H_{net}$ xói bồi (m)
1	Phạm vi 100 m	-0.73	-0.14
2	Phạm vi 200 m	-1.20	-0.12
3	Phạm vi 300 m	-1.54	-0.10
4	Phạm vi 500 m	-2.16	-0.08

#### 4.3. Kết quả tính toán phân vùng Bạc Liêu

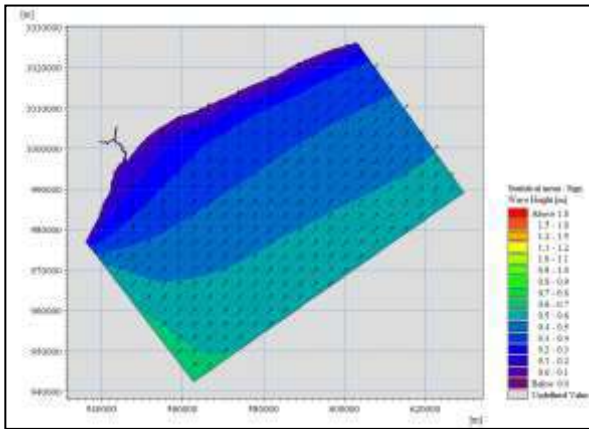
Cũng giống như phân vùng Sóc Trăng, vùng ven biển Bạc Liêu có đặc trưng sóng và dòng chảy theo chế độ vùng biển Đông. Về mùa Tây Nam, hướng sóng chủ yếu là hướng Tây Nam,

ngược hoặc song song với nhiều đoạn đường bờ. Chiều cao sóng ven bờ rất thấp, chỉ vào khoảng 0,0 – 0,1 m trung bình, cao nhất là 0,25 – 0,5 m.

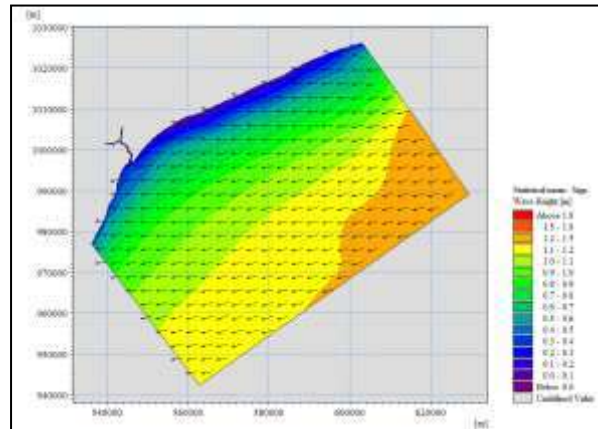
Về mùa Đông Bắc, sóng chủ yếu có hướng

Đông, Đông Đông Bắc, tạo góc sóng tới xiên vừa với nhiều đoạn đường bờ. Đối với đoạn bờ thuộc thị xã Gành Hào và các xã Tân Thuận, Tân Tiến, Nguyên Huân của Cà Mau, sóng tới theo hướng tương đối vuông góc với đường bờ. Chiều cao sóng sát bờ khá cao tại đoạn Gành

Hào và các xã thuộc Cà Mau, trung bình đạt khoảng 0,3-0,4 m, cao nhất lên đến 0,75–1,0 m. Tại các đoạn khác của phân vùng Bạc Liêu, chiều cao sóng lan truyền vào đến bờ là khá thấp.

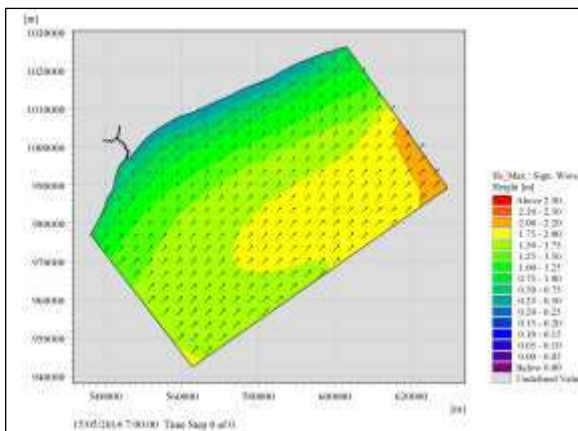


a) mùa gió Tây Nam

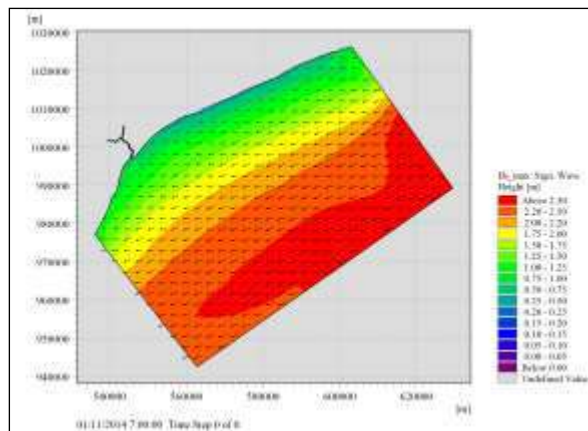


b) mùa gió Đông Bắc

Hình 11: Phân bố chiều cao (a) và hướng sóng trung bình (b) phân vùng Bạc Liêu [5]



a) mùa gió Tây Nam



b) mùa gió Đông Bắc

Hình 12: Phân bố chiều cao (a) và hướng sóng (b) lớn nhất phân vùng Bạc Liêu [5]

Tuy nằm khá xa các cửa sông chính của Mê-kong, chế độ bùn cát ven biển phân vùng Bạc Liêu cũng có xu thế chung giống với phân vùng Sóc Trăng. Về mùa Tây Nam, hàm lượng bùn cát trung bình ven biển khá thấp, chỉ khoảng dưới 5-100 g/m<sup>3</sup>.

Về mùa Đông Bắc, hàm lượng bùn cát trung bình vào khoảng 200-500 g/m<sup>3</sup>. Về phía giáp

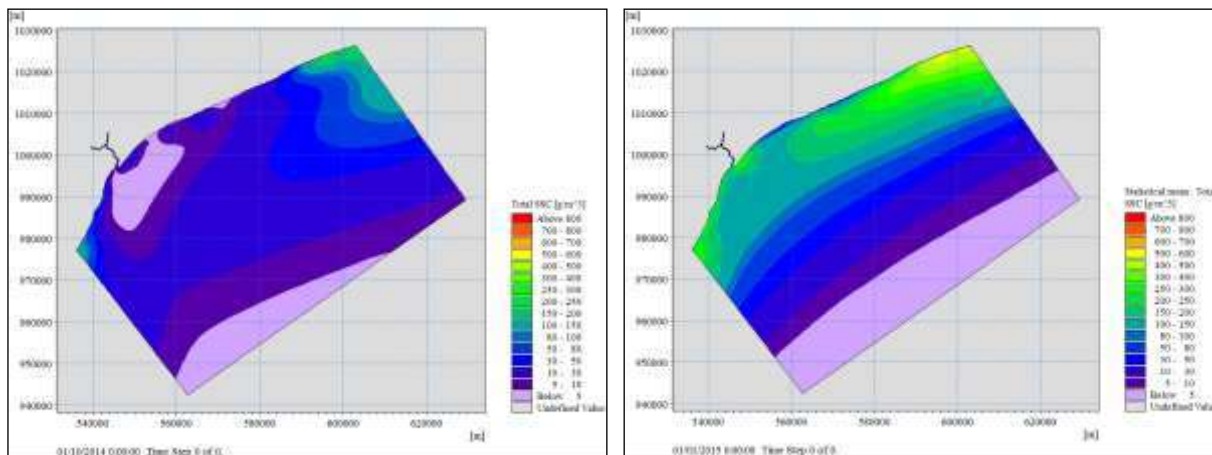
phân vùng Sóc Trăng, hàm lượng bùn cát có xu thế tăng lên.

Cũng giống với vùng Sóc Trăng, nhóm nghiên cứu đã phân tích phạm vi xói bồi diễn ra ven bờ biển Bạc Liêu theo mùa. Vùng trích xuất phân tích là toàn bộ vùng đường bờ mô hình thủy động lực Bạc Liêu, bắt đầu từ khu điện gió Nhà Mát đến hết xã Tân Thuận thuộc



huyện Đầm Dơi-Cà Mau phía dưới cửa sông Gành Hào. Các vùng được kéo dài ra phía

biển lần lượt 100, 200, 300, 500 mét tương ứng.



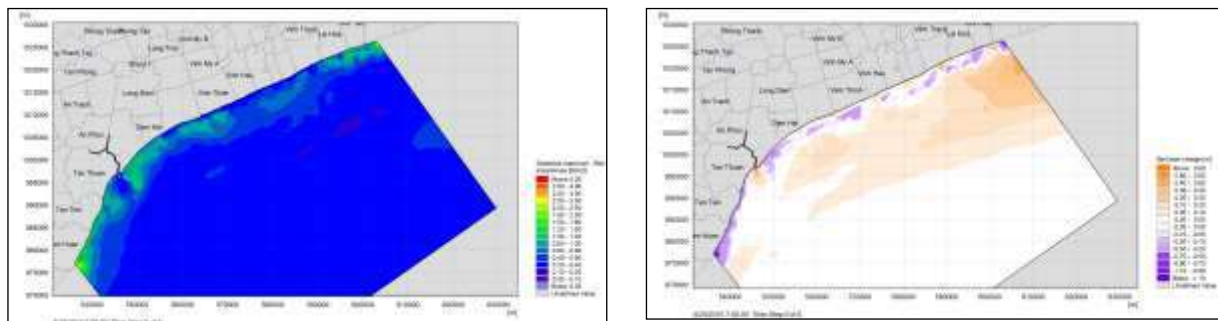
Hình 13: Phân bố TSS<sub>tb</sub> tháng 9/2014 và tháng 1/2015 vùng biển phân vùng Bạc Liêu [5]

**Bảng 4: Khối lượng xói bồi khu vực ven biển Bạc Liêu năm khí hậu điển hình 2014-2015 [5]**

STT	Phạm vi cách bờ	Thời điểm	V <sub>net</sub> xói bồi (triệu m <sup>3</sup> )	H <sub>net</sub> xói bồi (m)
1	Phạm vi 100 m	Cuối mùa Tây Nam	0.01	0.00
		Cuối mùa Đông Bắc	-0.5	-0.06
2	Phạm vi 200 m	Cuối mùa Tây Nam	-0.02	0.00
		Cuối mùa Đông Bắc	-1.12	-0.06
3	Phạm vi 300 m	Cuối mùa Tây Nam	-0.1	0.00
		Cuối mùa Đông Bắc	-1.87	-0.07
4	Phạm vi 500 m	Cuối mùa Tây Nam	-0.25	-0.01
		Cuối mùa Đông Bắc	-3.27	-0.07

Hình 11, Hình 12 và Hình 13 cho ta thấy rõ, cũng giống như với phân vùng Sóc Trăng, biến động hình thái phân vùng Bạc Liêu chủ yếu

diễn ra vào mùa Đông Bắc bởi yếu tố sóng lớn và dòng dư do sóng khuấy động và nạo vét bùn cát bãi mang đi.



Hình 14: Phân bố ứng suất đáy lớn nhất dòng dư vùng ven biển Bạc Liêu mùa Đông Bắc [5]

Hình 14 cho thấy tương quan chặt chẽ giữa biến động hình thái bãi vùng ven biển Bạc Liêu năm

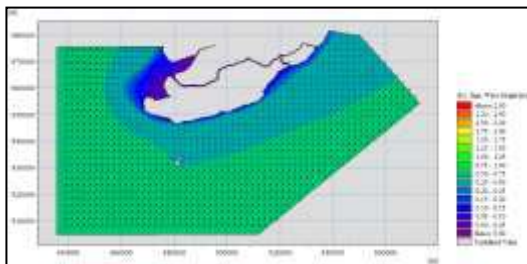
khí hậu điển hình và phân bố ứng suất lớn nhất dòng dư do sóng mùa Đông Bắc.

### [1] Kết quả tính toán phân vùng Cà Mau

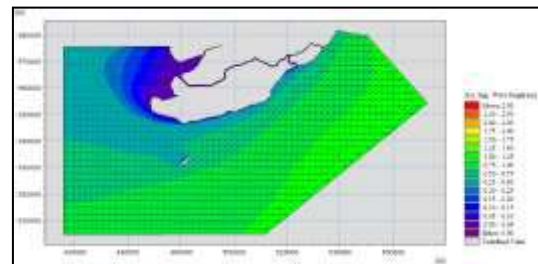
Khác với các phân vùng Sóc Trăng và Bạc Liêu, phân vùng Cà Mau nằm trong sự tác động của cả hai chế độ sóng-dòng chảy đặc trưng cho cả Biển Đông và Biển Tây. Kết quả tính toán đặc trưng sóng cho phân vùng Cà Mau được thể hiện qua Hình 15 và Hình 16.

Về mùa Tây Nam, sóng có hướng Tây Nam và

tác động đến một số đoạn bờ biển xã Đất Mũi: vùng ven bờ khu vực mũi Cà Mau và vùng ven bờ điểm cực Nam đất liền của tỉnh Cà Mau; một phần vùng ven bờ cửa Rạch Gốc và một phần vùng ven bờ xã Tân An thuộc Huyện Ngọc Hiển; một phần đoạn đường bờ xã Tam Giang Đông thuộc huyện Năm Căn. Tại những đoạn nói trên, chiều cao sóng trung bình khi vào sát bờ lên đến 0,5-0,75 m, chiều cao sóng lớn nhất lên đến 0,75-1,0 m và 1,0 – 1,25 m.

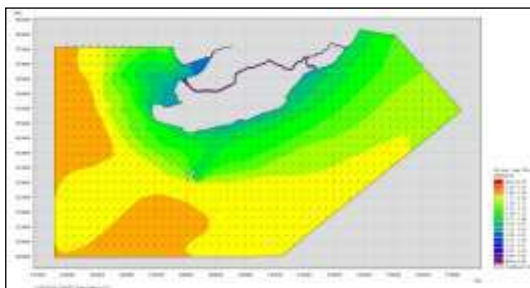


a) Mùa gió Tây Nam

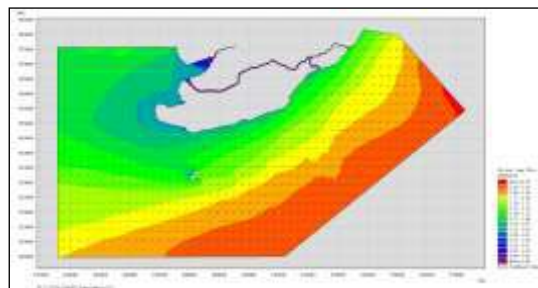


b) Mùa gió Đông Bắc

Hình 15: Phân bố chiều cao và hướng sóng trung bình mùa gió Tây Nam và Đông Bắc trên bình diện vùng biển Cà Mau [5]



a) Mùa gió Tây Nam



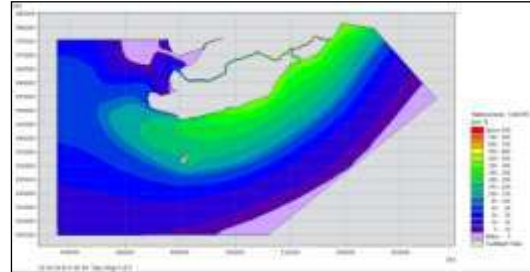
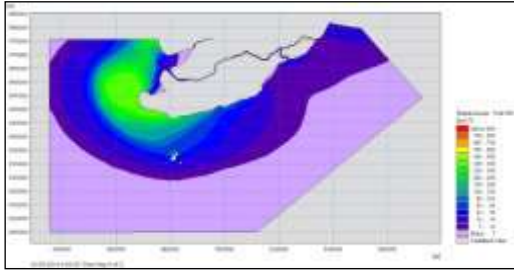
b) Mùa gió Đông Bắc

Hình 16: Phân bố chiều cao lớn nhất mùa gió Đông Bắc trên bình diện vùng biển Cà Mau [5]

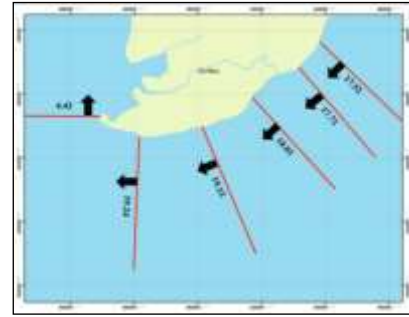
Về mùa Đông Bắc, sóng có hướng Đông, Đông Đông Bắc và Đông Bắc, tác động đến toàn bộ đoạn bờ biển từ xã Nguyên Huân huyện Đầm Dơi cho đến xã Viên An Đông thuộc huyện Ngọc Hiển. Đoạn bờ từ xã Viên An về phía sông Bảy Háp do khuất hướng nên không bị sóng mùa gió Đông Bắc tác động. Tại những vùng ven bờ bị tác động, chiều cao sóng trung bình khi vào ngay sát bờ lên đến 0,25-0,5 m, chiều cao sóng lớn nhất từ 0,5 – 0,75 m tới 1,0 – 1,25 m.

Phân bố bùn cát trung bình theo mùa gió cũng cho thấy bùn cát chủ yếu bị sóng khuấy lên và

được vận chuyển đi theo hướng dòng dư. Mùa Tây Nam, sóng bào xói mạnh bùn cát đáy khu vực thềm nông xung quanh mũi Cà Mau (xem Hình 1), tuy nhiên hướng dòng dư là đi vào bờ nên bùn cát ít bị vận chuyển ra xa khỏi vùng thềm lục địa này. Sang mùa Đông Bắc, sóng đánh mạnh vào vùng ven bờ phía Đông Cà Mau và dòng dư đem một phần xuống đến mũi Cà Mau và một phần sang phía biển Tây. Như vậy ta có thể thấy rõ biến động hình thái phân vùng Cà Mau cũng hoàn toàn phụ thuộc vào đặc thù sóng từng mùa khu vực này.



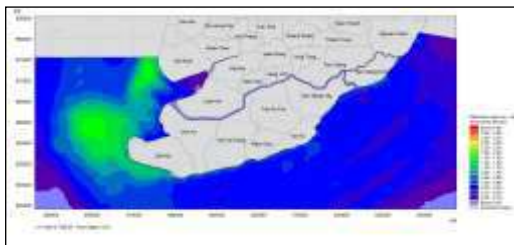
Hình 17: Phân bố TSS<sub>tb</sub> tháng 9/2014 và tháng 1/2015 vùng biển Cà Mau năm điển hình [5]



Hình 18: Tải lượng bùn cát ven biển Cà Mau tháng 9/2014 và tháng 1/2015 [5] (đv: triệu tấn)

Hình 19 cho thấy ứng suất lớn nhất dòng dư mùa Tây Nam đạt trị số lớn tại vùng thềm nông xung quanh mũi Cà Mau. Đây cũng là vùng bị xói lở chủ yếu trong thời gian này. Hình 20 cũng cho thấy các vùng ven biển bị xói lở vào mùa Đông

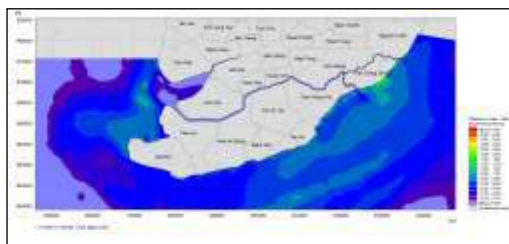
Bắc cũng trùng với phân bố ứng suất đáy xuất lớn nhất dòng dư do sóng mùa Đông Bắc. (Biến động hình thái vùng ven bờ sau mùa gió Đông Bắc phân vùng Cà Mau bao gồm cả những biến động đã diễn ra trước đó trong mùa Tây Nam).



a)

b)

Hình 19: Phân bố ứng suất đáy do dòng dư lớn nhất (a) và chiều sâu xói lở (b) vùng ven biển Cà Mau mùa gió Tây Nam [5]



a)

b)

Hình 20: Phân bố ứng suất đáy do dòng dư lớn nhất (a) và chiều sâu xói lở (b) vùng ven biển Cà Mau mùa gió Đông Bắc [5]

**5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ**

Mô hình MIKE 21 Coupled FM được sử dụng để

mô phỏng chế độ thủy thạch động lực dải ven biển đông bán đảo Cà Mau đã xác định rõ hơn các tác động của sóng, gió, dòng chảy đến quá trình diễn biến vận chuyển bùn cát, thay đổi hình thái bãi vùng nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu đã phân nào làm sáng tỏ nguyên nhân và cơ chế gây ra tình trạng xói lở bờ biển đông bán đảo Cà Mau. Trên cơ sở kết quả nghiên cứu, phân tích được trình bày ở trên, có thể rút ra:

(i) Sóng là động lực chủ yếu gây biến đổi hình thái cả vùng nghiên cứu. Cơ chế gây xói về cơ bản là ứng xuất do nhiễu động dưới đáy bởi chuyển động orbit của hạt nước khi có sóng tác động lên đáy địa hình những vùng nông.

(ii) Trong mùa gió Đông Bắc: Sóng có hướng chủ đạo là Đông và Đông Đông Bắc về phía bờ. Chiều cao sóng khi vào vùng ven bờ còn khá

cao nên có lực xung kích mạnh và có khả năng bào xói bùn cát đáy mang đi. Dòng dư chủ yếu mang bùn cát về phía Tây Nam gây sự thay đổi hình thái phức tạp. Nhiều đoạn bãi ven bờ trong vùng nghiên cứu bị xói nghiêm trọng và cần có giải pháp bảo vệ.

(iii) Trong mùa gió Tây Nam:

a) Vùng ven biển các tỉnh Sóc Trăng và Bạc Liêu chế độ sóng ôn hòa. Chiều cao sóng không lớn, và hướng sóng tới gần như song song với đường bờ nên bờ biển khu vực này không bị xói lở trong thời gian này.

b) Vùng ven biển đông Cà Mau, chịu tác động khá lớn của sóng mùa Tây Nam, đặc biệt là đoạn bờ gần mũi Cà Mau do hướng bờ gần trực diện với hướng sóng, nên bờ biển ở đoạn bờ này vẫn bị xói lở trong mùa gió Tây Nam.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trần Bá Hoàng và nnk, 2020. Đề tài độc lập cấp nhà nước "Nghiên cứu đánh giá tổng thể quá trình xói lở và dự báo diễn biến bờ biển ĐBSCL phục vụ đề xuất giải pháp nhằm ổn định và phát triển bền vững vùng ven biển". Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.
- [2] Lê Thanh Chương và nnk, 2021. Đề tài độc lập cấp nhà nước "Nghiên cứu giải pháp hợp lý và công nghệ thích hợp phòng chống xói lở, ổn định bờ biển đoạn từ Sóc Trăng đến Mũi Cà Mau". Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.
- [3] Lê Xuân Tú và nnk, 2021. Đề tài độc lập cấp nhà nước "Nghiên cứu giải pháp hợp lý và công nghệ thích hợp phòng chống xói lở, ổn định dải bờ biển và các cửa sông Cửu Long, đoạn từ Tiền Giang đến Sóc Trăng". Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.
- [4] Nguyễn Anh Tiến và nnk, 2021. Đề tài độc lập cấp nhà nước "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". Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.
- [5] Lê Thanh Chương và nnk, 2021. Báo cáo Chuyên đề "Nghiên cứu nguyên nhân và cơ chế xói bồi khu vực ven biển từ Sóc Trăng đến mũi Cà Mau". Đề tài độc lập cấp nhà nước "Nghiên cứu giải pháp hợp lý và công nghệ thích hợp phòng chống xói lở, ổn định bờ biển đoạn từ Sóc Trăng đến Mũi Cà Mau". Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
- [6] Nguyễn Duy Khang, Trần Bá Hoàng, 2015. Chế độ vận chuyển bùn cát vùng ven biển ngoài các cửa sông Mekong và Đồng Nai. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi, số 25/2015, tr. 86-99