

CHẾ ĐỘ THỦY THẠCH ĐỘNG LỰC KHU VỰC CỬA SÔNG, VEN BIỂN VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Lê Thanh Chương, Trần Bá Hoàng

Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam

Tóm tắt: Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu đánh giá chế độ thủy, thạch động lực khu vực cửa sông, ven biển vùng Đồng Bằng Sông Cửu Long. Các mô hình toán 1D (MIKE11) và 2D (MIKE21 Coupled FM) với tỉ lệ chi tiết khác nhau được sử dụng để mô phỏng chế độ thủy động lực, vận chuyển bùn cát, và diễn biến hình thái trong một năm khí hậu (từ 5/2009 - 4/2010) trong điều kiện hiện tại. Kết quả nghiên cứu cho thấy khu vực cửa sông ven biển vùng Đồng Bằng Sông Cửu Long chịu tác động của chế độ gió mùa đó là thời kỳ gió mùa Tây Nam đây cũng là mùa lũ và gió mùa Đông Bắc đây cũng chính là mùa khô. Trong thời kỳ gió mùa Tây Nam vùng cửa sông, ven biển phía biển Đông xu thế bồi tụ là chủ yếu, hiện tượng xói lở ít xảy ra. Hiện tượng xói lở khu vực này bắt đầu vào thời kỳ gió mùa Đông Bắc. Điều này thì ngược lại đối với vùng cửa sông ven biển phía biển Tây.

Từ khóa: Chế độ thủy thạch động lực học vùng Đồng bằng sông Cửu Long, nghiên cứu về chế độ thủy thạch động lực học ĐBSCL bằng mô hình toán, diễn biến hình thái vùng ven biển ĐBSCL

Summary: This paper presents the results of hydrodynamics and morphology in the estuary and coastal areas of the Mekong Delta. The 1D (MIKE11) and 2D (MIKE21 Coupled FM) models are used to simulate hydrodynamics, sediment transport, and morphological changes in a climate year from May 2009 to April 2010 under current conditions. Analytical results show that the areas are affected by monsoon seasons namely the southwest (from May to October) coinciding with the rainy season and the northeast (from November to April next year) coinciding with dry season. During the southwest monsoon, the area of the East Sea experienced dominantly accretion and erosion occurred less frequently. The erosion of the area began in the northeast monsoon. This is opposite for the area of West Sea.

1. MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây, vấn đề 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 nghiêm trọng này hiện đang thu hút sự quan tâm đặc các cấp lãnh đạo cũng như các nhà khoa học trong và ngoài nước.

Như chúng ta biết, Đồng bằng sông Cửu Long

(ĐBSCL) có đặc điểm sông ngòi dày đặc, đường bờ biển kéo dài từ Đông sang Tây. Do đó, diễn biến hình thái đường bờ ở khu vực này diễn biến rất phức tạp gây ảnh hưởng không nhỏ đến tài sản, tính mạng của người dân trong khu vực. Đã có nhiều nghiên cứu trước đây về chế độ thủy thạch động lực học khu vực bờ biển ĐBSCL, đáng chú ý trong số đó phải kể đến là những kết quả nghiên cứu biến động của chế độ thủy thạch động lực vùng cửa sông ven biển chịu tác động của Dự án đê biển Vũng Tàu - Gò Công [5,6,7]. Tuy nhiên phạm vi nghiên cứu trong những đề tài, dự án trước đây còn chưa rộng và chỉ tập trung

Ngày nhận bài: 6/7/2017

Ngày thông qua phản biện: 11/9/2017

Ngày duyệt đăng: 26/9/2017

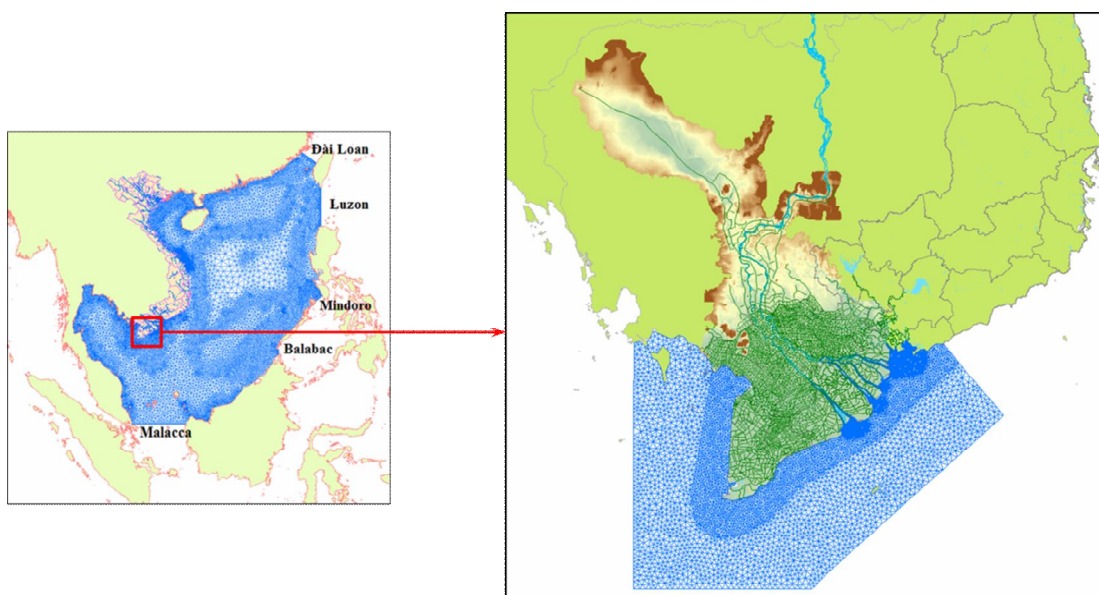
ở vùng cửa sông ven biển, do đó chưa thể hiện được tính chất phức tạp của chế độ thủy thạch động lực học vùng ĐBSCL. Trong nghiên cứu này phạm vi mô phỏng được mở rộng với mục đích phân tích đầy đủ hơn chế độ thủy thạch động lực học vùng ĐBSCL. Từ đó có thể đề xuất được giải pháp chống xói lở phù hợp với vùng từ TP. Hồ Chí Minh đến Kiên Giang

Bài báo này trình bày một số kết quả nghiên cứu

đánh giá chế độ thủy thạch động lực học vùng cửa sông, ven biển vùng Đồng Bằng Sông Cửu Long.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Hình 0.1 minh họa cách tiếp cận chung trong việc nghiên chế độ thủy động lực học vùng cửa sông, ven biển vùng Đồng Bằng Sông Cửu Long, trong đó các mô hình với tỉ lệ và mức độ chi tiết khác nhau được thiết lập.



Hình 0.1. Các mô hình sử dụng

Mô hình 1 là mô hình thủy động lực học vùng cho toàn bộ biển Đông và biển Tây. Mô hình sử dụng cho vùng nghiên cứu này là MIKE 21 Coupled FM với các module HD (thủy động lực), SW (phổ sóng). 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 các mô hình với phạm vi nhỏ hơn (nhóm mô hình 2).

Nhóm mô hình 2 bao gồm các mô hình: (i) 1D cho hệ thống sông kênh Mekong và Sài Gòn - Đồng Nai, và (ii) 2D cho vùng nghiên cứu mở rộng phía biển từ biển Cambodia đến Phan Thiết. Hai loại mô hình này sẽ thực hiện các mô phỏng độc lập (MIKE 11, MIKE21) hoặc được nối kết với nhau (MIKE FLOOD) tùy

theo từng mục đích khác nhau. Mô hình MIKE FLOOD (MIKE 11/MIKE21 Coupled với các module HD) được sử dụng để nghiên cứu chế độ thủy động lực học vùng cửa sông ven biển. Kết quả của mô hình này sẽ được sử dụng để trích xuất biên thủy lực cho các mô hình vận chuyển bùn cát và diễn biến hình thái 1D (cho hệ thống sông chính phía thượng nguồn) và 2D (cho vùng cửa sông, ven biển) độc lập. Mô hình 1D độc lập được sử dụng để cung cấp biên đầu vào cho mô hình nghiên cứu mở rộng 2D, mô hình sẽ chỉ gồm các sông kênh chính. Mô hình 2D độc lập được dùng để nghiên cứu chế độ thủy thạch động lực học lên vùng cửa sông ven biển trên phạm vi rộng trải dài từ Bà Rịa - Vũng Tàu đến Campuchia,. Đối với các mô

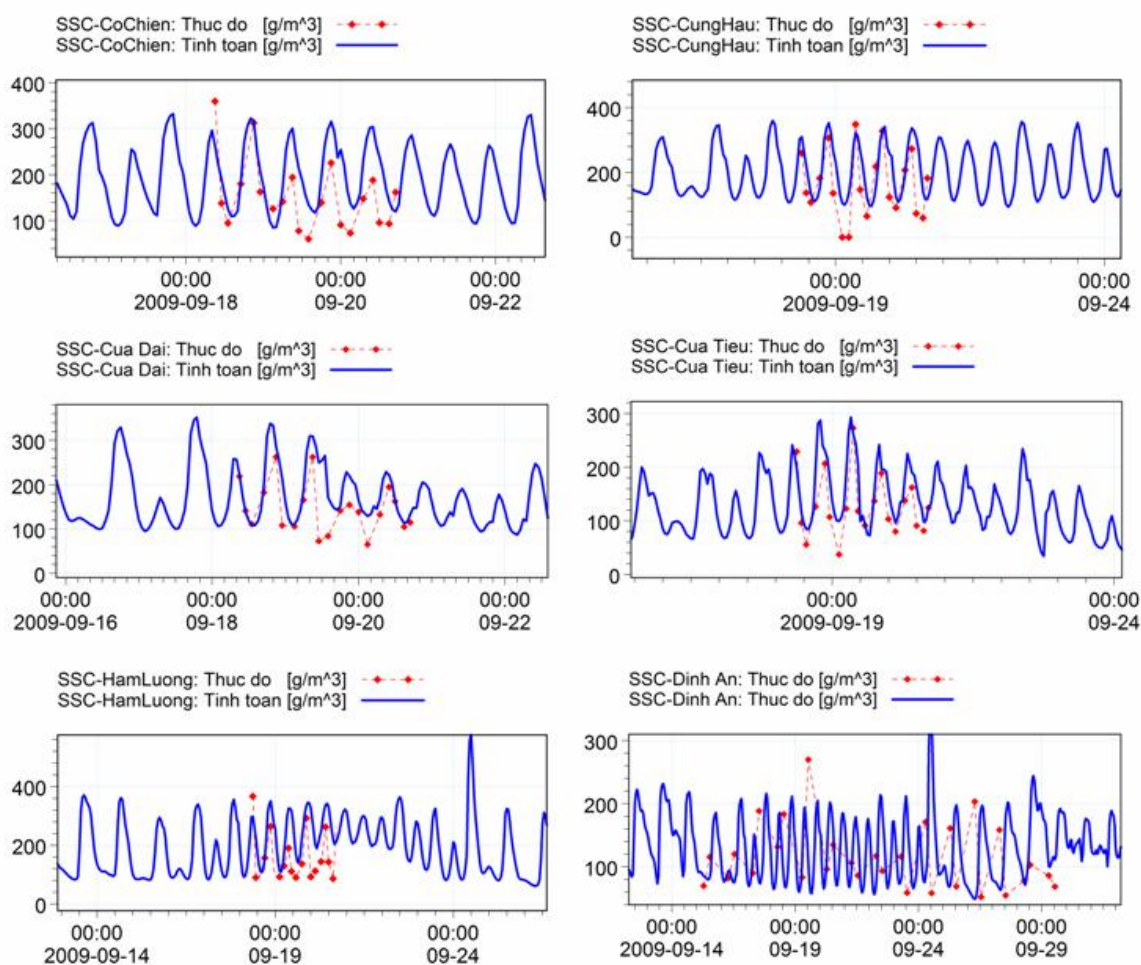
hình 1D độc lập, các module được sử dụng sẽ là MIKE 11 HD, AD. Đối với mô hình 2D độc lập, các module sử dụng sẽ là MIKE 21 FM HD, SW và MT.

Các mô hình trên đã được thiết lập, hiệu chỉnh và kiểm định trong các nghiên cứu trước cũng như trong khuôn khổ đề tài cấp bộ "*Nghiên cứu giải pháp công nghệ chống xói lở bờ biển, cửa sông phù hợp vùng từ Tp. Hồ Chí Minh đến Kiên Giang*" do Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam thực hiện. Bài báo này chỉ trình bày các kết quả chính trong việc ứng dụng các mô hình trên để đánh giá chế độ thủy động lực vùng cửa sông, ven biển khu vực ĐBSCL.

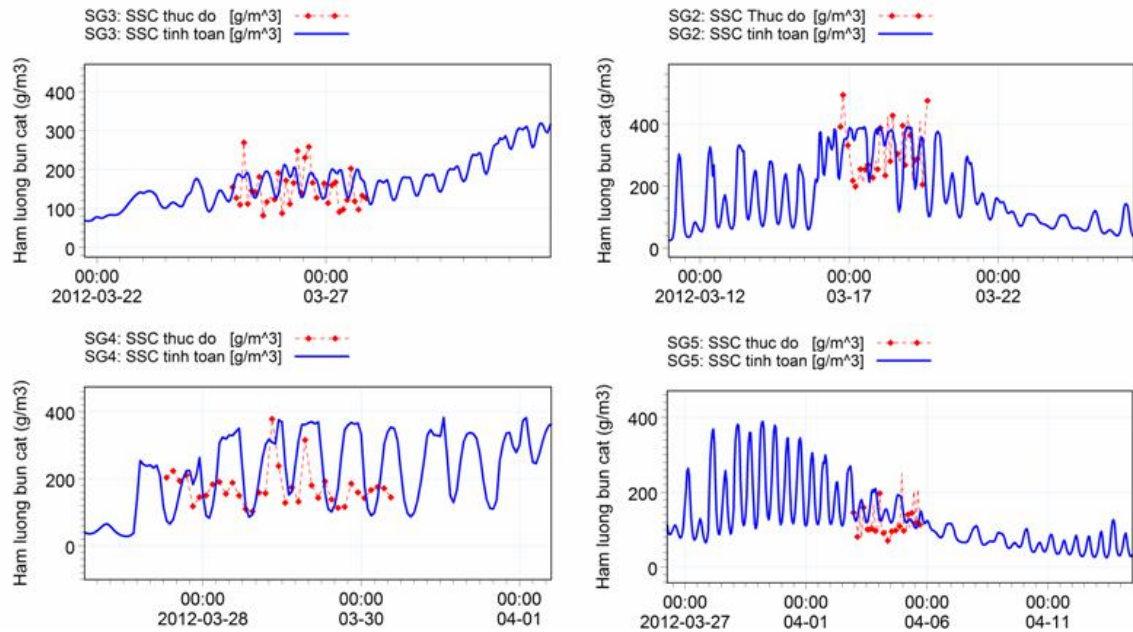
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả hiệu chỉnh kiểm định mô hình

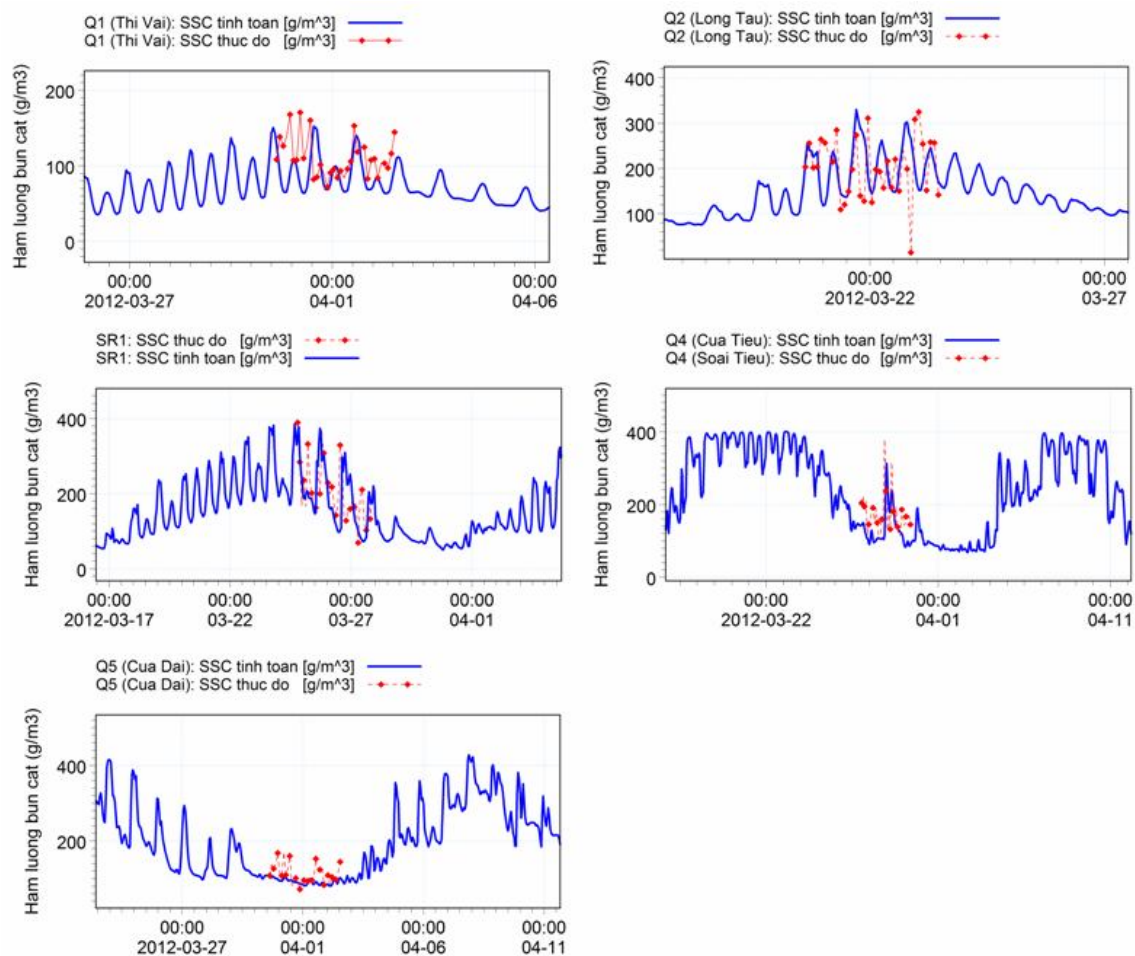
Kết quả hiệu chỉnh kiểm định các yếu tố mực nước, lưu lượng, sóng được trình bày rất chi tiết trong các bài báo trước đây về những nghiên cứu về chế độ thủy động lực học vùng ĐBSCL mà nhóm nghiên cứu đã thực hiện [2,3,4]. Trong nghiên cứu này chúng tôi chỉ trình bày những kết quả hiệu chỉnh kiểm định số liệu nồng độ bùn cát lơ lửng tại một số trạm quan trắc ở cửa sông ven biển vốn được thực hiện trong khoảng thời gian ngắn, việc hiệu chỉnh mô hình còn được thực hiện bằng việc so sánh kết quả tính toán mô hình về phân bố bùn cát ven biển Nam Bộ với kết quả phân tích từ ảnh vệ tinh



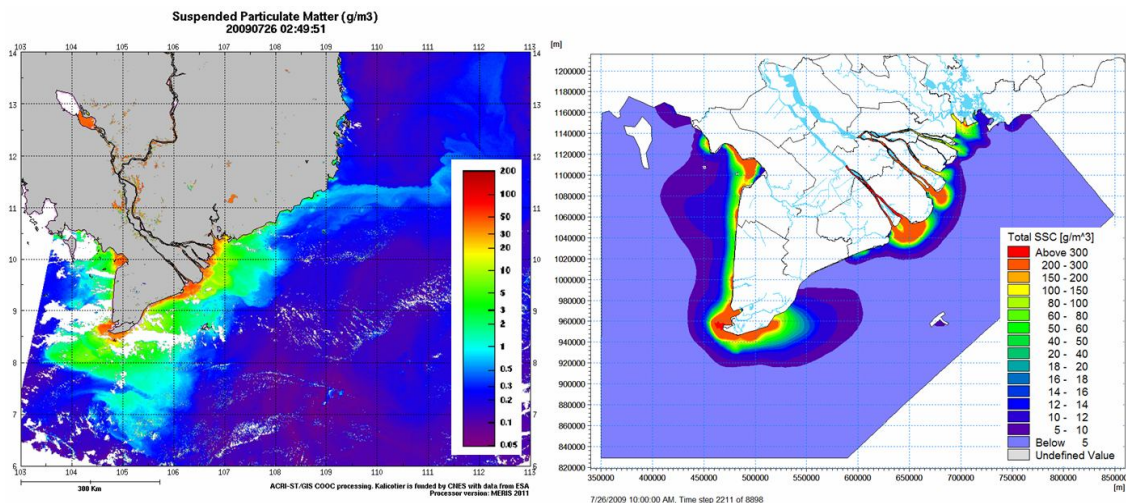
Hình 0.1. So sánh nồng độ bùn cát mô phỏng với tài liệu thực đo năm 2009 tại các vị trí cửa sông Cửu Long.



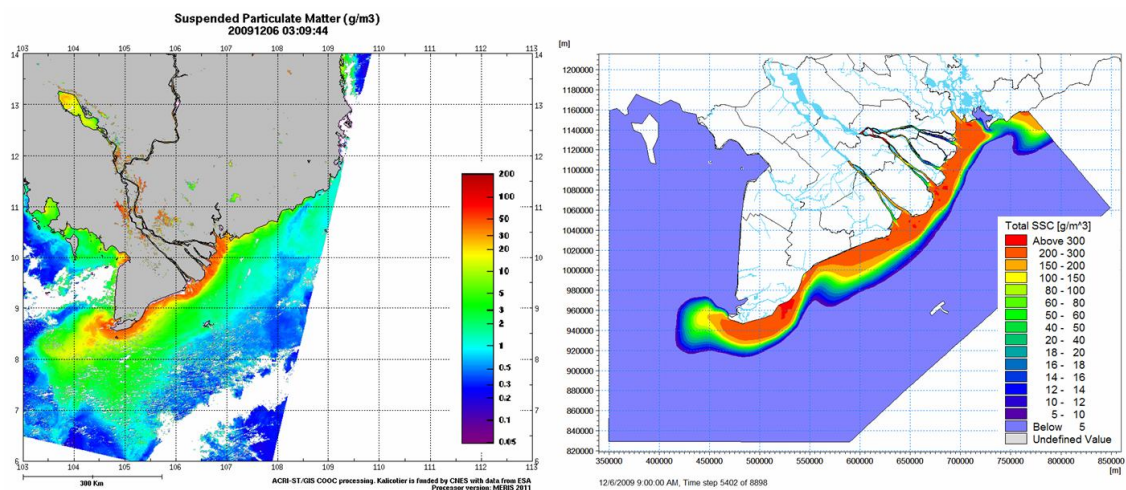
Hình 0.2. So sánh nồng độ bùn cát mô phỏng với tài liệu thực đo năm 2012 tại các vị trí cửa sông Cửu Long và Sài Gòn-Đồng Nai.



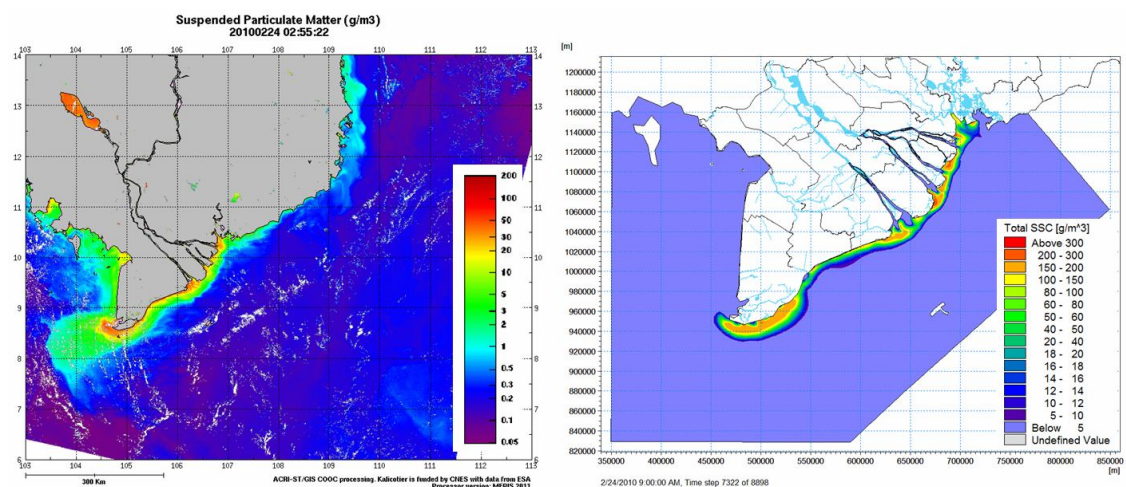
Hình 0.3. So sánh nồng độ bùn cát mô phỏng với tài liệu thực đo năm 2012 tại các vị trí ven biển.



Hình 0.4. Phân bố bùn cát tại thời điểm 10h 26/7/2009 (mùa gió Tây Nam) theo phân tích ảnh vệ tinh (trái) và kết quả mô phỏng (phải).



Hình 0.5. Phân bố bùn cát tại thời điểm 10h 06/12/2009 (mùa gió Đông Bắc) theo phân tích ảnh vệ tinh (trái) và kết quả mô phỏng (phải).



Hình 0.6. Phân bố bùn cát tại thời điểm 10h 24/02/2010 (mùa gió Đông Bắc) theo phân tích ảnh vệ tinh (trái) và kết quả mô phỏng (phải).

3.2. Kết quả tính toán chế độ thủy động lực

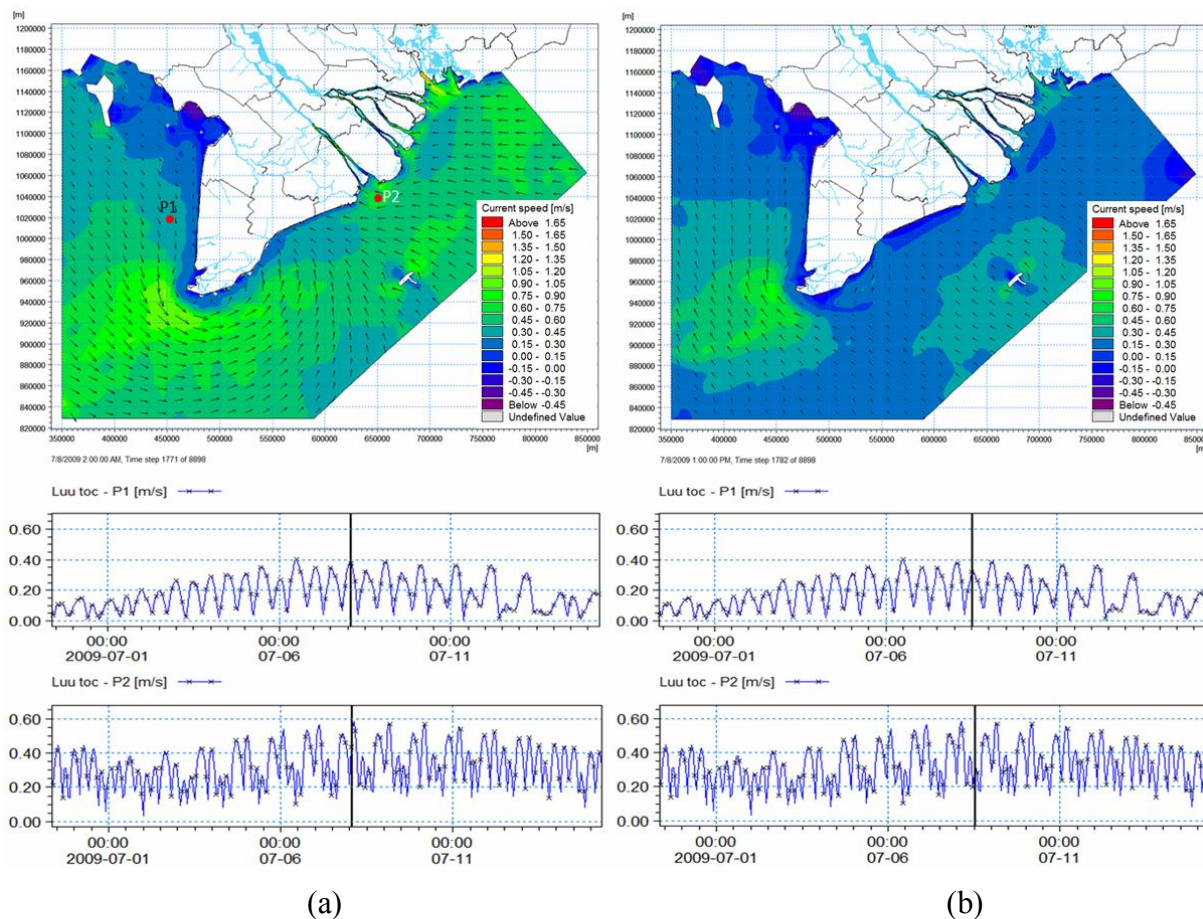
a) Chế độ mực nước

Mực nước khu vực vùng ven biển Đông khu vực ĐBSCL có chế độ triều được phân loại là bán nhật triều không đều. Biên độ triều trong vùng nghiên cứu khá lớn: từ 3.0 - 4.0 m trong thời kỳ triều cường và từ 1.5 ÷ 2.0 m trong thời kỳ triều kém. Mực nước có xu thế dâng cao dần từ cửa Tiểu về phía Bạc Liêu trong khi biên độ triều giảm dần. Về phía biển Tây mực nước có chế độ triều được phân loại là triều hỗn hợp thiên về nhật triều không đều. Thời

gian nước lên và nước xuống rất không đều nhau trong từng ngày. Biên độ triều nhỏ, tối đa chỉ đạt $1.1 \text{ m} \pm 0.1 \text{ m}$

b) Dòng chảy tổng hợp

Hình 0.7 trình bày kết quả mô phỏng trường dòng chảy tổng hợp tại thời điểm triều rút và triều lên. Phía dưới các hình trên trình bày đường quá trình lưu tốc tổng hợp tại các vị trí P1 (phía biển Tây) và P2 (bên ngoài cửa sông Hậu phía biển Đông), trong đó có biểu thị thời điểm trích xuất trường vận tốc tương ứng phía trên.



Hình 0.7. Kết quả mô phỏng phân bố dòng chảy tổng hợp thời điểm triều rút (a) và thời điểm triều lên (b)

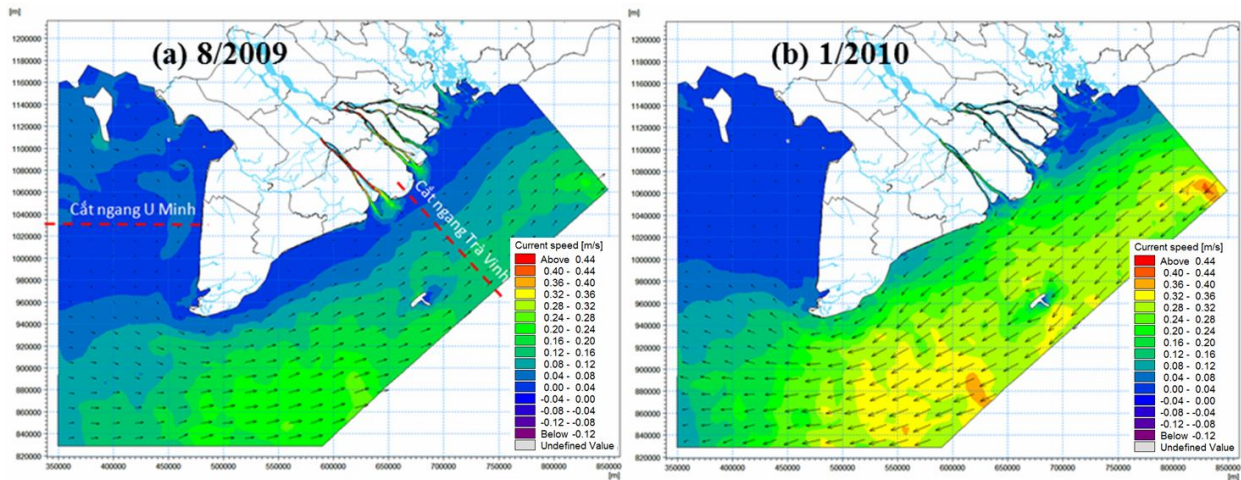
c) Dòng dư do gió

Trong thành phần của dòng chảy tổng hợp khu vực cửa sông ven biển, thành phần dòng ven bờ do gió không chiếm nhiều tỉ lệ. Tuy nhiên

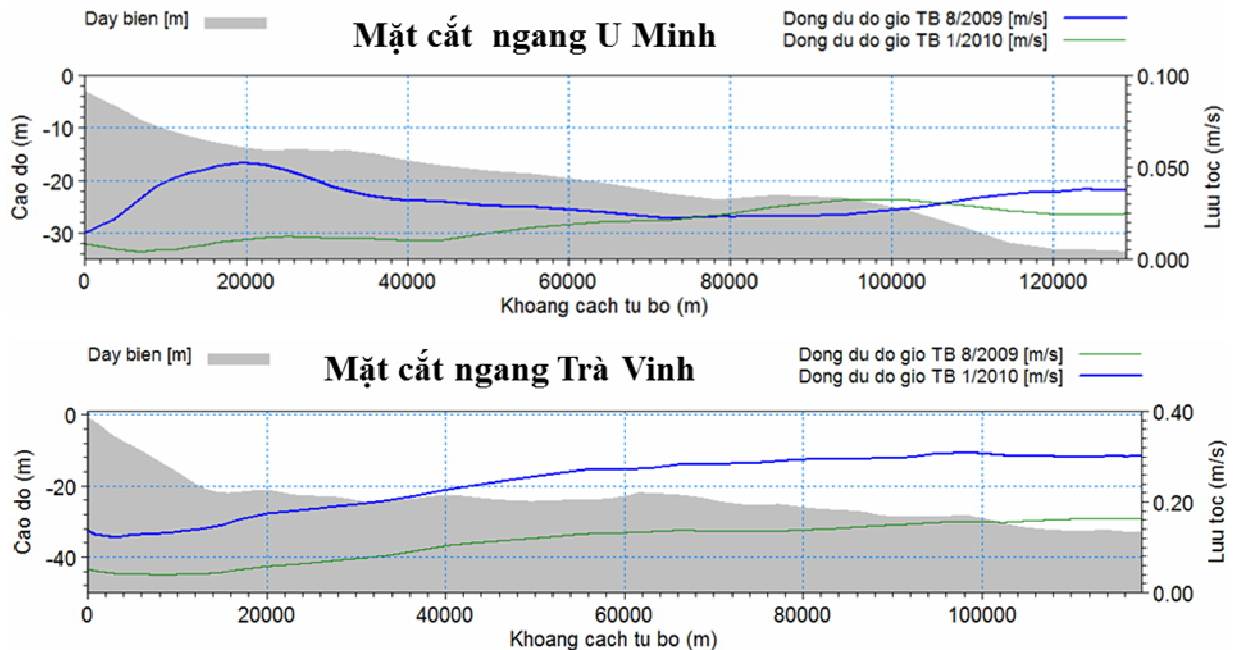
chúng lại có vai trò quan trọng ảnh hưởng đến xu thế vận chuyển bùn cát ở khu vực này. Hình 0.8 trình bày phân bố dòng dư trung bình trong thời kỳ gió mùa Tây Nam và Đông Bắc

trên không gian vùng nghiên cứu mở rộng trong khi Hình 0.9 trình bày biểu đồ phân bố dòng dư trung bình tháng 8/2009 và 1/2010 lần lượt trên mặt cắt ngang bờ biển tại U Minh (biển Tây) và Trà Vinh (biển Đông). Dòng dư được tính toán là hiệu của kết quả mô phỏng dòng chảy có bao gồm tác động của ma sát gió và thủy triều và mô phỏng chỉ xét đến yếu tố thủy triều. Phía biển Đông, trong thời kỳ gió mùa Tây Nam dòng dư có hướng Tây Nam -

Đông Bắc và ngược lại trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc. Do gió mùa Đông Bắc có cường độ mạnh, tần suất xuất hiện cũng nhiều hơn nên cường độ dòng dư trong thời kỳ này cũng lớn hơn nhiều so với thời kỳ gió mùa Tây Nam. Phía biển Tây, dòng dư do gió có hướng Bắc Nam trong mùa gió Tây Nam và ngược lại trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc, tuy nhiên cường độ dòng dư yếu hơn nhiều so với phía biển Đông, ngay cả trong thời kỳ gió mùa Tây Nam.



Hình 0.8. Kết quả mô phỏng phân bố dòng dư trung bình
(a) thời kỳ gió mùa Tây Nam và (b) thời kỳ gió mùa Đông Bắc.

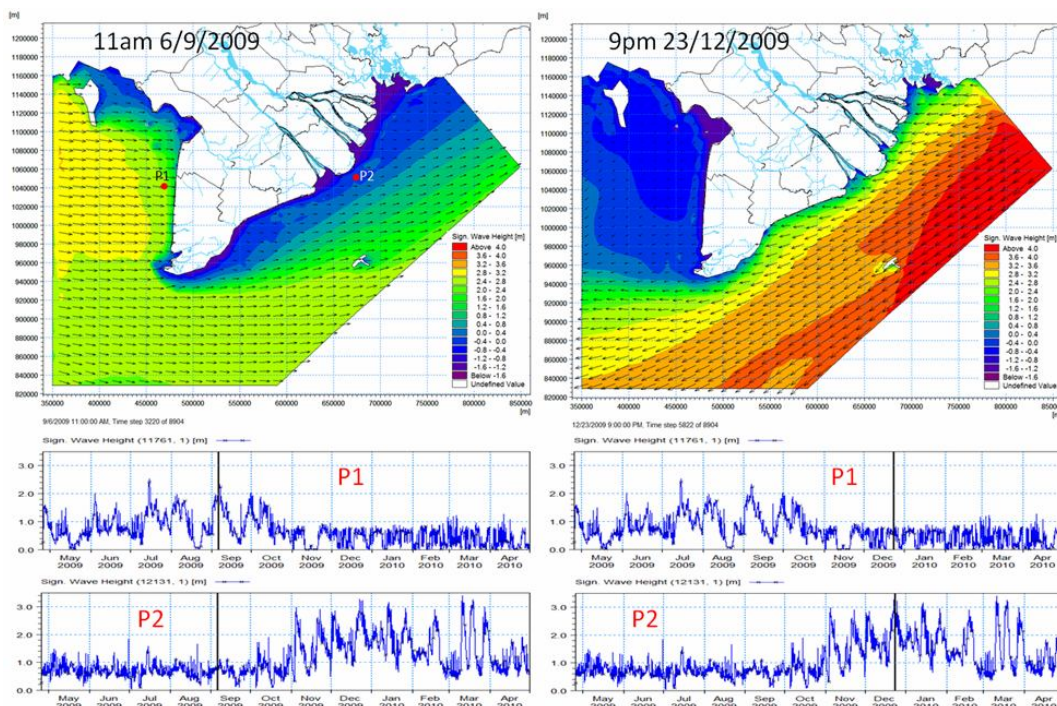


Hình 0.9. Phân bố cường độ dòng dư trung bình tháng 8/2009 và 1/2010
trên các mặt cắt ngang bờ biển tại U Minh và Trà Vinh

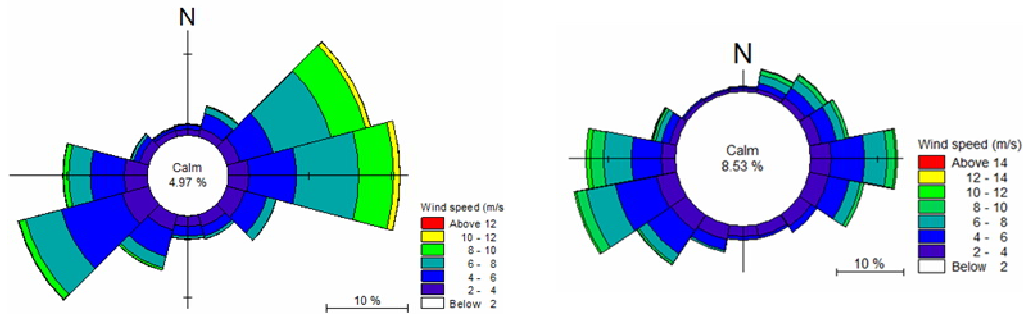
3.3. Kết quả tính toán sóng

Sóng là sản phẩm nội sinh trong quá trình tương tác giữa gió, cụ thể hơn là quá trình lưu chuyển tầng khí quyển bề mặt đại dương và nước biển. Hình 0.10 thể hiện trường sóng đặc trưng cho các thời kỳ gió mùa Tây Nam và Đông Bắc. Trong thời kỳ gió mùa Tây Nam, khu vực ven biển phía Đông nằm trong vùng khuất của hướng gió nên sóng nhỏ. Chiều cao sóng ở vị trí P2 ven biển Trà Vinh trong thời kỳ này chỉ khoảng 0.2 - 1.5 m. Hướng sóng trong thời kỳ này thường là Nam và Đông Nam ở ngoài khơi, Đông Nam ở vùng gần bờ. Trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc, chiều cao sóng tại vị trí P2 là khoảng 0.5 - 3.5 m, tần suất xuất hiện của sóng trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc cũng lớn hơn so với thời kỳ gió mùa Tây Nam. Chế độ sóng theo mùa ở vị trí P1 ven biển U Minh trên biển Tây thì ngược lại với vị trí P2 ven biển Đông, chiều cao sóng trong thời kỳ gió mùa Tây Nam là khoảng 0.5 - 2.0 m, lớn hơn nhiều so với chiều cao sóng trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc khi

chiều cao sóng chỉ khoảng 0.2 - 1.0 m. Điều này là hoàn toàn phù hợp khi số liệu gió được trích xuất từ kết quả từ mô hình khí tượng toàn cầu CFSR của NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) từ năm 2010 – 2014 tại hai vị trí biển Đông, biển Tây xem Hình 0.11. Về phía biển Đông, gió mùa Đông Bắc thường bắt đầu từ tháng 11 đến tháng 3 năm sau. Phía biển Đông, ngoài biển gió có hướng chính là hướng Đông Bắc, vận tốc gió trung bình khoảng 9 – 11 m/s, lớn nhất đạt trên 20 m/s. Ở vùng ven bờ, gió thường thổi theo hướng: Đông Bắc, Đông và Đông Nam, trong đó chủ yếu là hướng Đông và Đông Bắc. Vận tốc gió trung bình đạt khoảng 8-10 m/s, cao nhất là từ 12- 14 m/s. Ngược lại, ở phía biển ngoài khơi biển Tây hướng gió chính trong mùa gió Tây Nam là hướng Tây và Tây Tây Nam, chủ yếu là hướng Tây, vận tốc gió lớn nhất khoảng 16-18 m/s. Ở vùng ven bờ, hướng gió chính mùa Tây Nam là Tây, Tây Tây Nam, và Tây Nam, trong đó chủ yếu là Tây Tây Nam, vận tốc gió lớn nhất khoảng 14-16 m/s.



Hình 0.10. Phân bố trường sóng vùng nghiên cứu mở rộng đặc trưng cho (a) mùa gió Tây Nam và (b) mùa gió Đông Bắc (phía dưới lần lượt là các biểu đồ chiều cao sóng có nghĩa tại các vị trí P1 và P2 có thể hiện thời điểm trích xuất trường sóng tương ứng ở trên).



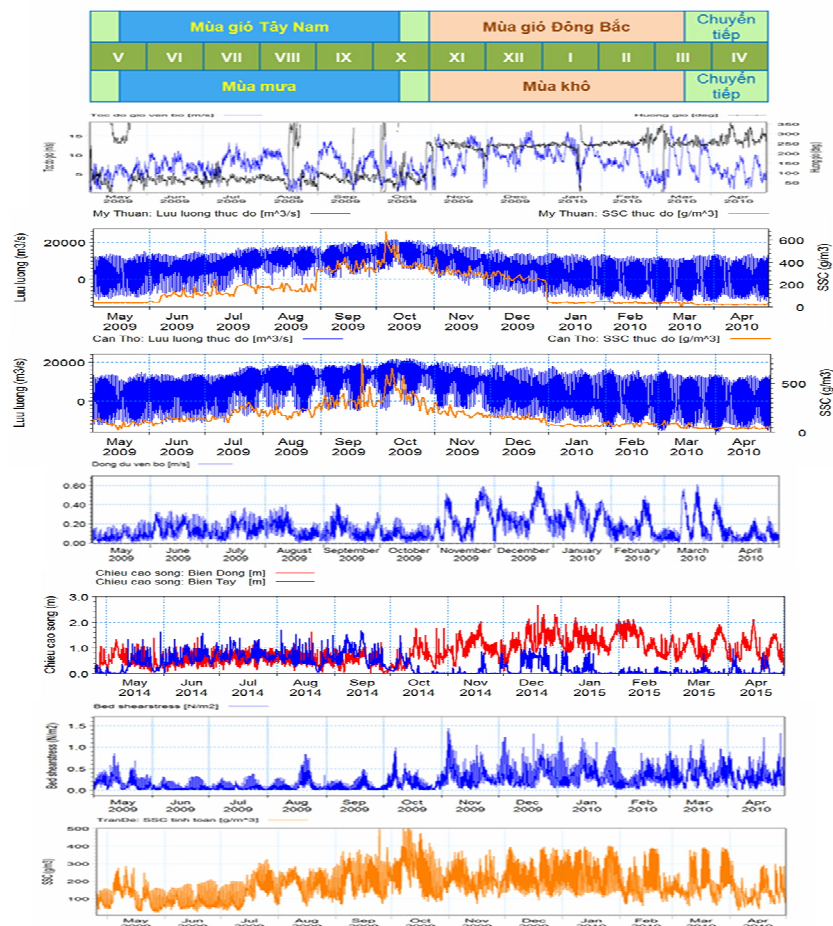
Hình 0.11. Hoa gió tại vị trí ven biển Bến Tre cách bờ khoảng 10 km (phải) và vị trí $(104.73^{\circ}, 9.5^{\circ})$ ven biển U Minh cách bờ khoảng 10 km (phải), số liệu gió giờ trích từ kết quả mô hình toàn cầu CFSR giai đoạn 2010-2014

3.4. Kết quả tính toán diễn biến hình thái

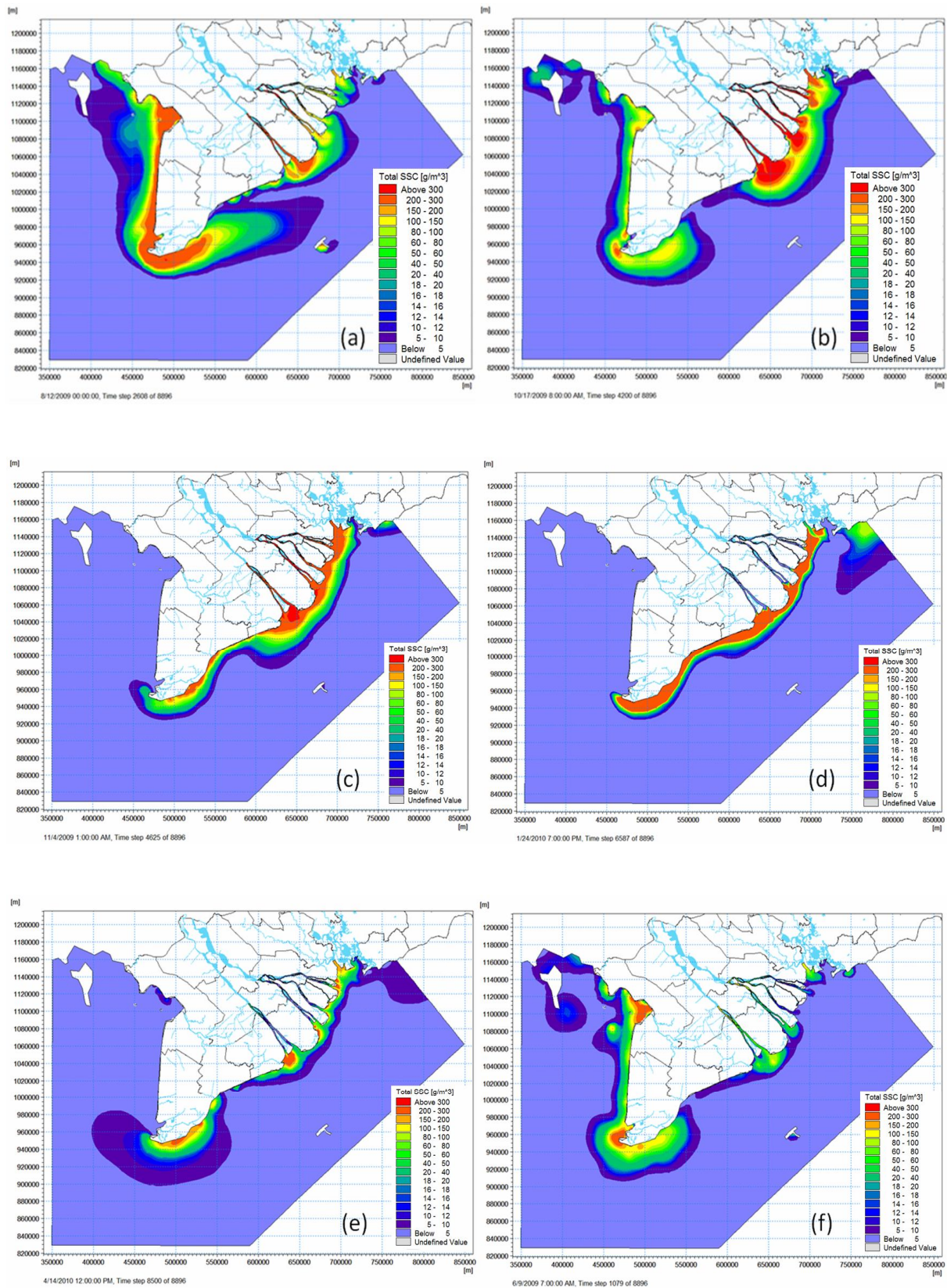
a) Phía biển Đông

Hình 0.12 thể hiện tương quan diễn biến bùn cát

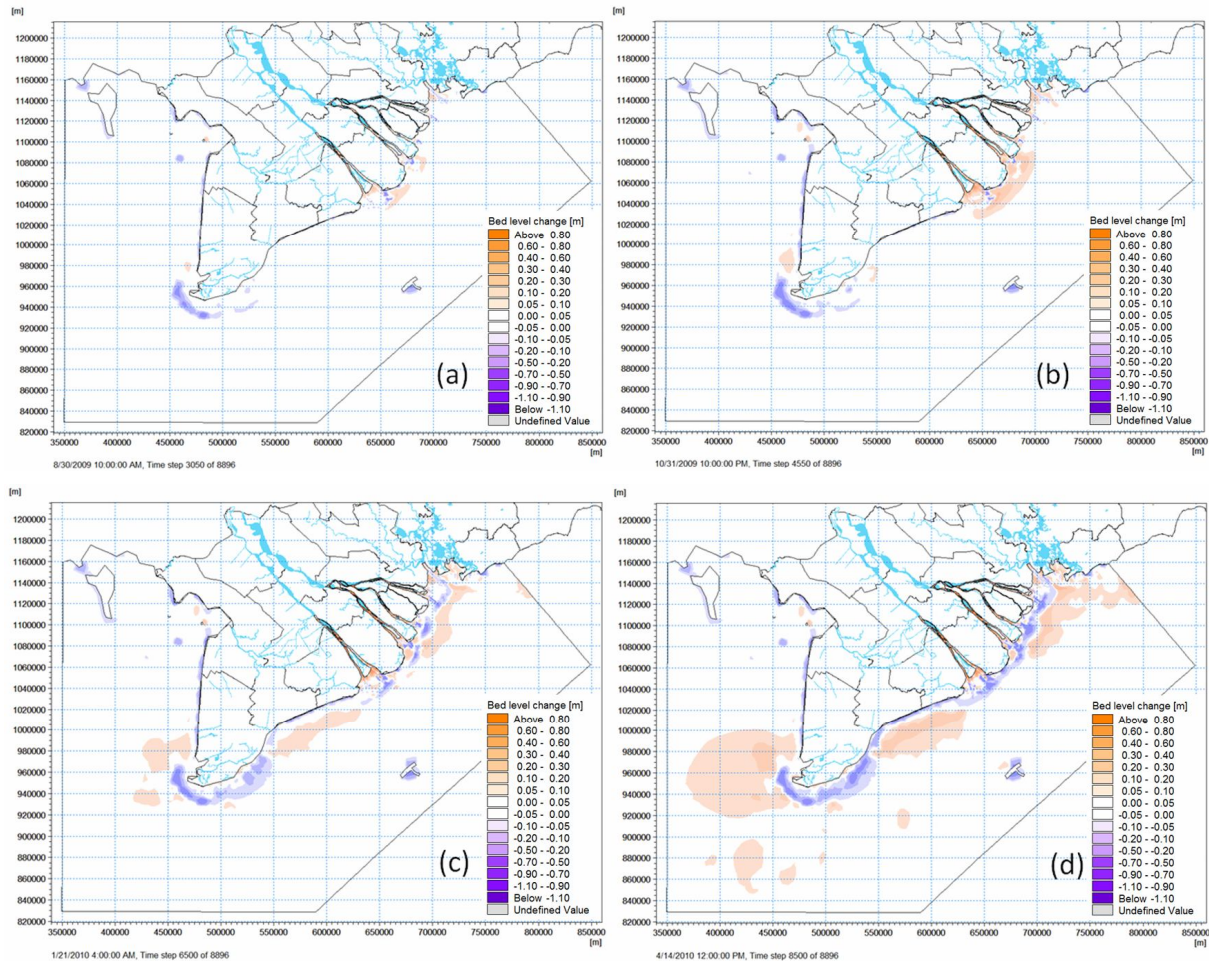
phía cửa sông ven biển với điều kiện khí hậu, chế độ thủy văn thượng nguồn (dòng chảy và bùn cát), và chế độ thủy động lực phía biển (sóng, ứng suất tiếp đáy) với chu kỳ một năm khí hậu.



Hình 0.12. Tương quan biến động bùn cát phía cửa sông ven biển với các mùa khí hậu, thủy văn thượng nguồn (dòng chảy, bùn cát), thủy động lực phía biển (dòng dư ven bờ, sóng, ứng suất tiếp đáy) với chu kỳ năm khí hậu



Hình 0.13. Phân bố bùn cát trên vùng nghiên cứu mở rộng tại các thời điểm tháng 8 (a), tháng 10 (b), tháng 11 (c), tháng 1 (d), tháng 4, và tháng 6 (c).



Hình 0.14. Phân bố xói bồi vùng ven biển tại các thời điểm
(a) cuối tháng 7, (b) tháng 10, (c) tháng 11, và (d) cuối tháng 4

Thời kỳ gió mùa Tây Nam cũng là mùa mưa lũ, là mùa có nguồn phù sa từ các sông dồi dào nhất trong năm, trong đó thời kỳ mùa lũ từ tháng 7- 10 được coi là thời kỳ cung cấp bùn cát chủ yếu cho vùng ven biển. Đồng thời hướng gió mùa này ngược với hướng mở của đường bờ vùng ven biển Đông nên vai trò của sóng trong các quá trình ven bờ mùa này là yếu như trình bày trong mục 4.2. Điều này được minh họa khá rõ nét trên biểu đồ phân bố sóng và ứng suất tiếp đáy tổng hợp gây ra bởi dòng chảy và sóng trên Hình 0.12. Trong thời kỳ này, bùn cát từ các cửa sông ra đã hình thành các luồng bùn cát (sediment flume) trên khu vực thềm nông. Trong thời kỳ từ tháng 6 cho đến giữa tháng 10, dòng dư do gió có hướng Tây Nam-Đông Bắc nên hướng vận

chuyển bùn cát chính cũng theo hướng này, cho tới cuối tháng 10 thì hướng vận chuyển bắt đầu chuyển hướng ngược lại do tác động của dòng ven bờ do gió mùa Đông Bắc. Kết quả mô phỏng về phân bố bùn cát và diễn biến hình thái (Hình 0.13 ÷ Hình 0.14) cho thấy trong thời kỳ này quá trình bồi tụ bùn cát chiếm ưu thế, các hiện tượng xói lở ít khi xảy ra.

Trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc, gió thường thổi theo hướng: Đông Bắc, Đông Đông Bắc và Đông, trong đó chủ yếu là hướng Đông Bắc và Đông Đông Bắc. Với tần suất xuất hiện vượt trội, tốc độ gió cũng là lớn hơn nhiều so với các hướng khác, hướng gió gần như trực diện với đường bờ biển mở phía biển Đông, nên có thể xác định gió mùa Đông Bắc là hướng gió chi phối chính đến quá trình xói lở

của bờ biển trong khu vực này. Ứng suất tiếp đáy trong thời kỳ này lớn hơn nhiều so với thời kỳ gió mùa Tây Nam. Chính vì lý do này mà mặc dù là thời kỳ mùa kiệt, dòng chảy và nguồn bùn cát từ các sông đổ ra là thấp nhất nhưng hàm lượng bùn cát lơ lửng ven biển thì vẫn rất cao (Hình 0.13). Bên cạnh đó, dòng dư (hoàn lưu) trong thời kỳ này có hướng Đông Bắc - Tây Nam cũng có cường độ mạnh hơn nhiều so với thời kỳ gió mùa Tây Nam. Đây là những minh chứng cho nhận định là sóng gây ra bởi gió mùa Đông Bắc đào xói và làm tái lơ lửng phần lớn bùn cát được bồi tụ trong mùa gió Tây Nam, tạo ra dòng chảy ven bờ, cùng với dòng triều và dòng hải lưu vận chuyển bùn cát về phía Nam. Đây chính là hướng di chuyển bùn cát thực trên dải ven biển từ Tp. Hồ Chí Minh đến Cà Mau. Trong thời kỳ này, một phần bùn cát theo dòng triều ngược vào các cửa sông và gây ra bồi lắng tại các cửa sông (Hình 0.14).

b) Phía biển Tây

Khác với vùng ven biển phía biển Đông, vùng ven biển Tây ít chịu ảnh hưởng trực tiếp bởi chế độ dòng chảy và bùn cát vào ra các sông Mekong và Đồng Nai. Hai yếu tố chi phối chính tới chế độ thủy động lực, vận chuyển bùn cát và diễn biến hình thái ở khu vực này là dòng thủy triều, tác động do sóng và dòng ven bờ do gió.

Trong thời kỳ gió mùa Tây Nam, hướng gió và hướng sóng gần như trực diện với đường bờ. Năng lượng của sóng đã đào xói và làm lơ lửng hóa bùn cát bãi, bờ biển, là nguyên nhân trực tiếp gây ra xói lở bờ biển. Như được minh họa trên Hình 0.13a, hàm lượng bùn cát vùng ven biển từ Hòn Đất đến mũi Cà Mau trong thời kỳ thường là rất cao, bao gồm cả vùng vịnh nông Rạch Giá. Dòng chảy ven bờ do gió trong khu vực có hướng Nam Bắc, tuy nhiên do cường độ nhỏ nên chỉ có một phần nhỏ bùn cát vận chuyển về phía mũi Cà Mau về phía biển Đông. Phần lớn bùn cát bị đào xói ven bờ bị dòng

triều vận chuyển và bồi tụ phía bên ngoài, một phần được vận chuyển và bồi tụ phía trong hệ thống kênh rạch nội đồng ven biển.

Trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc, vùng ven bờ biển Tây là vùng khuất so với hướng gió nên hoạt động của sóng yếu, hàm lượng bùn cát thấp, xói lở hầu như không xảy ra.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu về chế độ thủy động lực và diễn biến hình thái vùng cửa sông, ven biển khu vực Đồng bằng sông cửu long trong điều kiện mực nước biển hiện tại, các kết luận cơ bản sau đã được rút ra:

- (i) Chế độ mực nước khu vực ven biển Đông vùng ĐBSCL có chế độ triều là bán nhật triều không đều với biên độ triều khá lớn từ 3.0 -4.0 m trong thời kỳ triều cường và từ 1.5 ÷ 2.0 m trong thời kỳ triều kém. Mực nước có xu thế dâng cao dần từ cửa Tiểu về phía Bạc Liêu trong khi biên độ triều giảm dần. Trong khi đó khu vực ven biển Tây có chế độ triều hỗn hợp thiên về nhật triều không đều. Hình dạng triều ở đây gần như ngược lại với triều biển Đông. Biên độ triều nhỏ, tối đa chỉ đạt $1.1 \text{ m} \pm 0.1 \text{ m}$;
- (ii) Sóng khu vực nghiên cứu chịu tác động chế độ gió mùa. Phía biển Đông sóng cao tập trung vào thời kỳ gió mùa Đông Bắc, còn vào thời kỳ gió mùa Tây Nam thì sóng nhỏ hơn. Điều này thì ngược lại chế độ sóng vùng biển Tây.
- (iii) Kết quả tính toán cho thấy thời kỳ gió mùa Tây Nam cũng là mùa mưa lũ, là mùa có hàm lượng phù sa từ các sông đổ ra biển dồi dào nhất trong năm. Trong đó, thời kỳ mùa lũ từ tháng 7- 10 là thời kỳ chủ yếu mà bùn cát được mang từ thượng nguồn sông Mekong ra vùng ven biển. Trong thời kỳ này (tháng 7 -10) quá trình bồi tụ bùn cát chiếm ưu thế, các hiện tượng xói lở ít khi xảy ra ở khu vực cửa sông ven biển phía Đông. Ngược lại, phía biển Tây quá trình xói lở chủ yếu diễn ra vào thời kỳ gió mùa Tây Nam, thời kỳ gió mùa Đông Bắc hàm lượng bùn cát nhỏ và hầu như không có xói lở

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lê Mạnh Hùng, Nguyễn Duy Khang, và cộng sự, 2011. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ "Nghiên cứu xác định nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất giải pháp bảo vệ khu vực bờ biển từ cửa Tiểu đến cửa Soài Rạp tỉnh Tiền Giang". Viện Khoa học thủy lợi miền Nam.
- [2] Nguyễn Duy Khang, Trần Bá Hoằng, và cộng sự, 2012. Báo cáo chuyên đề "Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình tổng thể toàn vùng biển Đông". Đề tài độc lập cấp nhà nước ĐTĐL.2011-G/39 "Nghiên cứu biến động của chế độ thủy thạch động lực vùng cửa sông ven biển chịu tác động của dự án đê biển Vũng Tàu - Gò Công". Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
- [3] Nguyễn Duy Khang, Trần Bá Hoằng, và cộng sự, 2013a. Báo cáo chuyên đề "Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình mở rộng". Đề tài độc lập cấp nhà nước ĐTĐL.2011-G/39 "Nghiên cứu biến động của chế độ thủy thạch động lực vùng cửa sông ven biển chịu tác động của dự án đê biển Vũng Tàu - Gò Công". Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
- [4] Nguyễn Duy Khang, Trần Bá Hoằng, và cộng sự, 2013b. Báo cáo chuyên đề "Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình chi tiết". Đề tài độc lập cấp nhà nước ĐTĐL.2011-G/39 "Nghiên cứu biến động của chế độ thủy thạch động lực vùng cửa sông ven biển chịu tác động của dự án đê biển Vũng Tàu - Gò Công". Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
- [5] Trần Bá Hoằng, Nguyễn Duy Khang, 2012. Tác động của tuyến đê biển Vũng Tàu – Gò Công lên chế độ thủy thạch động lực các khu vực lân cận. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi*, số 12/2012, tr. 5-17
- [6] Nguyễn Duy Khang, Trần Bá Hoằng, 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
- [7] Trần Bá Hoằng, Nguyễn Duy Khang, 2015. Tác động của tuyến đê biển Vũng Tàu – Gò Công lên chế độ thủy thạch động lực khu vực cửa sông, ven biển lân cận. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi*, số 25/2015, tr. 13-25