

CHẾ ĐỘ VẬN CHUYỂN BÙN CÁT VÙNG VEN BIỂN BÊN NGOÀI CÁC CỬA SÔNG MEKONG VÀ ĐỒNG NAI

TS. Nguyễn Duy Khang, TS. Trần Bá Hoàng
Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

Tóm tắt: Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu chế độ vận chuyển bùn cát vùng ven biển bên ngoài các cửa sông Mekong và Đồng Nai. Bộ mô hình họ MIKE 1D và 2D đã được sử dụng cho các mô hình tỉ lệ khác nhau theo hướng tiếp cận từ tổng thể đến chi tiết. Nghiên cứu tập trung vào vận chuyển bùn cát hạt mịn (bùn là chủ yếu) trong đó các quá trình ven biển được quan tâm hơn các quá trình cửa sông. Kết quả mô phỏng vận chuyển bùn cát đã chứng minh nhận định: trong mùa gió Tây Nam, chủ yếu xảy ra quá trình bồi tụ bùn cát trên vùng cửa sông ven biển; trong mùa gió Đông Bắc, bùn cát bồi tụ trong mùa gió Tây Nam bị đào xới, lơ lửng hóa và vận chuyển về phía Nam, đây cũng là hướng vận chuyển bùn cát thực trong khu vực. Có thể nhận định là kết quả mô phỏng thủy động lực và vận chuyển bùn cát trong nghiên cứu này có độ tin cậy cần thiết và có thể sử dụng làm số liệu đầu vào cho các nghiên cứu chi tiết hơn.

Summary: This paper presents the results of the study on sediment transport regime in coastal area off Mekong and Dong Nai river system estuaries. MIKE modelling family (1D and 2D) was used for the multi-scale (from regional to local scale) models. This research focus on the fine sediment fraction transport in the coastal area rather than in the estuaries. The model simulation results confirm that the deposition process of fine sediment is dominant in the southwest monsoon period. In contrast, the deposited sediment in southwest monsoon is resuspended by strong wave action in the northeast monsoon period and transported southward by the nearshore current. This is the direction of net sediment transport in the area. It can be supposed that the model simulation results in this research are reasonable and can be used as the input for further local studies.

1. MỞ ĐẦU

Vùng ven biển bên ngoài các cửa sông Mekong và Đồng Nai trong nghiên cứu này được hiểu là khu vực cửa sông ven biển trải dài từ vịnh Gành Rái đến Bạc Liêu. Chế độ vận chuyển bùn cát và các quá trình liên quan tại khu vực trên, là một trong những yếu tố quyết định đến vấn đề bảo vệ bờ biển, quản lý bến cảng và luồng tàu, nuôi trồng và khai thác thủy hải sản, hệ sinh thái ven

biển... chịu sự chi phối của các yếu tố: (i) chế độ dòng chảy/bùn cát trên các hệ thống sông Mekong và Sài Gòn-Đồng Nai, (ii) chế độ thủy triều biển Đông (iii) chế độ sóng và dòng chảy ven bờ.

Nằm trong khu vực khí hậu nhiệt đới gió mùa với hai mùa gió chính là gió mùa Tây Nam và Đông Bắc, tương ứng là hai mùa thủy văn (mùa lũ và mùa kiệt) phía thượng nguồn, nên các chế độ vận chuyển bùn cát trong vùng nghiên cứu cũng có qui luật biến động tương phản theo mùa. Nhiều nghiên cứu trước đã đưa ra nhận định rằng trong thời kỳ gió mùa Tây Nam-mùa lũ, hiện tượng bồi tụ xảy ra ở khu vực cửa sông ven

Người phản biện: PGS.TS Lê Mạnh Hùng
Ngày nhận bài: 19/12/2014
Ngày thông qua phản biện: 06/01/2015
Ngày duyệt đăng: 05/02/2015

biển ĐBSCL (phía biển Đông). Ngược lại, trong mùa gió Đông Bắc, bùn cát ở khu vực này được sóng đào xới, lơ lửng hóa và vận chuyển về phía Nam bởi dòng hải lưu ven bờ, gây ra xói lở bờ bãi biển trong khu vực (Wolanski et al., 1996, 1998; Trần Như Hối, 2002; Tamura et al., 2010; Lê Mạnh Hùng et al., 2011 a, Hein et al., 2013).

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu bằng mô hình toán mô phỏng đồng thời các quá trình dòng chảy-gió-sóng và vận chuyển bùn cát để xây dựng lại bức tranh, hay nói cách khác là để khẳng định qui luật lặp như trên của hệ thống. Nghiên cứu này tập trung chủ yếu quá trình động lực vận chuyển, xói lở bồi tụ của bùn cát hạt mịn (bùn là chủ yếu) trên khu vực thềm nông với nguồn cung cấp chính là từ các hệ thống sông Mekong và Đồng Nai. Hệ thống các mô hình 1D và 2D (MIKE11 và MIKE21FM) đã được sử dụng cho các mục đích nói trên. Trong nghiên cứu này, các quá trình ven biển được quan tâm hơn các quá trình cửa sông. Kết quả của nghiên cứu này có thể sử dụng làm điều kiện biên cho các nghiên cứu cho các vùng chi

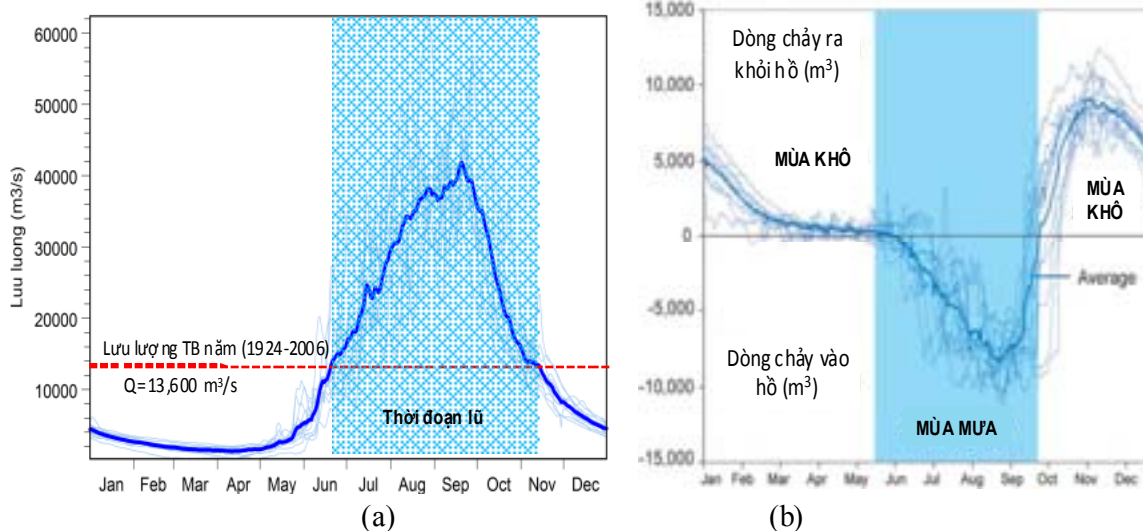
tiết hơn, như là vấn đề sa bồi của các luồng tàu tại các cửa sông.

2. SƠ LƯỢC ĐẶC ĐIỂM THỦY VĂN Bùn CÁT SÔNG MEKONG VÀ ĐỒNG NAI

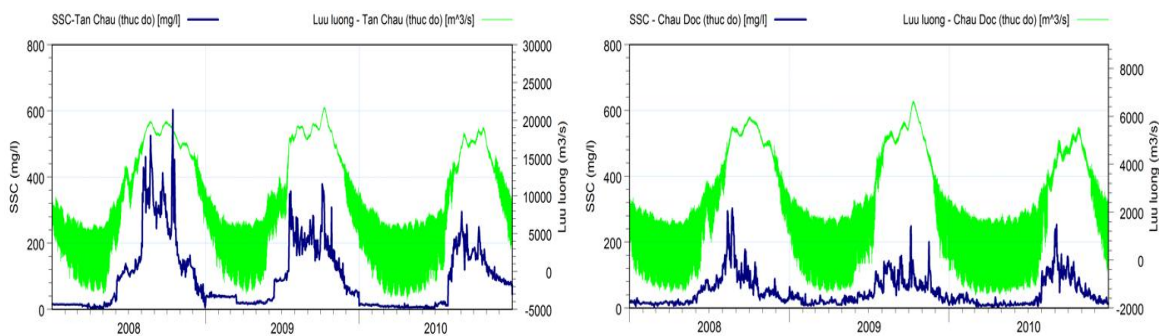
2.1. Đặc điểm thủy văn dòng chảy và bùn cát sông Mekong

Tổng lượng dòng chảy năm trung bình nhiều năm của đồng bằng châu thổ sông Mekong khoảng 500 tỷ m^3 , trong đó khoảng 30 tỷ m^3 được hình thành trong vùng lưu vực phía Campuchia và ĐBSCL, 470 tỷ m^3 xuất phát từ trung thượng lưu sông Mekong (KHKTTV & MT, 2010).

Tương ứng với phân bố lượng mưa không đều hàng năm, dòng chảy trên sông Mekong cũng phân bố theo mùa rất rõ rệt. Mùa lũ hàng năm thường xuất hiện từ tháng 7 - 11 (Hình). Lượng dòng chảy mùa lũ chiếm khoảng 70 ÷ 85 % lượng dòng chảy năm. Mùa khô từ tháng 12 đến tháng 6 năm sau, lượng dòng chảy mùa khô chiếm khoảng 15 ÷ 30 % dòng chảy năm, 3 tháng liên tục có dòng chảy nhỏ nhất xuất hiện vào các tháng 2-4 hay 3-5.



Hình 1. Biểu đồ lưu lượng dòng chảy sông Mekong tại trạm Kratie và lưu lượng vào ra hồ Tonle Sap từ tài liệu thực đo trạm Prek Kdam giai đoạn 7/1960-6/1973 (Nguồn: Viện KHTLMN và MRC, 2005).



Hình 2. Quá trình lưu lượng và hàm lượng bùn cát lơ lửng thực đo tại trạm Tân Châu (trái) và Châu Đốc giai đoạn 2008 - 2010.

Theo các nghiên cứu trước đây (Milliman và Meade, 1983; ICEM, 2010, Walling, 2005; Lu và Sew, 2006, Wang et al., 2011), tổng lượng bùn cát hàng năm từ sông Mekong cung cấp cho vùng đồng bằng châu thổ tại Kratie là khoảng 145 - 165 triệu tấn, chủ yếu tập trung vào mùa lũ. Phân bố bùn cát trên đồng bằng Mekong gắn bó khá chặt chẽ với phân bố dòng chảy lũ. Với khoảng 15 - 20% tổng lượng lũ được điều tiết bởi hồ Tonle Sap thông qua dòng chính và dòng chảy tràn bờ dọc sông Tonle Sap, một phần bùn cát đã được vận chuyển vào hồ và lắng đọng trong lòng hồ, một phần lắng đọng trên vùng ngập lũ dọc sông Tonle Sap. Juha và mnk (2010) sử dụng mô hình toán 2D và 3D đã ước tính lượng bùn cát từ sông Mekong vào hồ Tonle Sap là khoảng 5.1 triệu tấn/năm trong khi lượng bùn cát ra khỏi hồ là khoảng 1.4 triệu tấn/năm, đồng nghĩa lượng bùn cát bồi lắng trong hồ và vùng ngập lũ là khoảng 3.7 triệu tấn.

Biểu đồ phân bố hàm lượng bùn cát lơ lửng trên các trạm Tân Châu và Châu Đốc (Hình) cho thấy sự biến động rất rõ của bùn cát trên dòng chính sông Cửu Long theo mùa. Nồng độ bùn cát lơ lửng tại Tân Châu trong mùa lũ từ 200 - 500 mg/l và đạt giá trị lớn nhất tại trong khoảng thời gian đỉnh lũ, trong khi đó vào mùa kiệt chỉ khoảng 30 - 100 mg/l. Nồng độ bùn cát lơ lửng tại Châu Đốc trong mùa lũ thấp hơn nhiều so với tại Tân Châu, chỉ từ 100 -

300 mg/l. Tổng lượng bùn cát trung bình 03 năm 2008 - 2010 tại các trạm Tân Châu, Châu Đốc lần lượt là 46.2 và 5.6 triệu m³, tương đương khoảng 76.2 và 9.2 triệu tấn (Lê Mạnh Hùng và nnk, 2013). Con số này nhỏ hơn nhiều so với ước tính của các nghiên cứu trước đề cập ở trên.

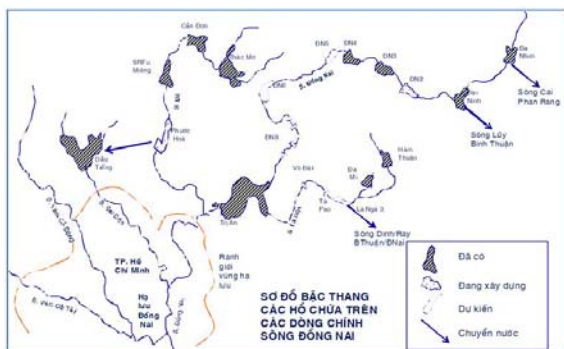
2.2. Đặc điểm thủy văn dòng chảy, bùn cát sông Sài Gòn-Đồng Nai

Hệ thống sông Đồng Nai là hệ thống sông lớn thứ ba của Việt Nam, sau hệ thống sông Hồng-Thái Bình và sông Mekong Lưu vực nằm gần trọn trong lãnh thổ nên được biết đến như là hệ thống sông nội địa lớn nhất nước. Khí hậu trên toàn lưu vực phân hoá theo 2 mùa rõ rệt trong năm là mùa mưa và mùa khô tương tự như trên sông Mekong. Lượng mưa bình quân hàng năm trên toàn lưu vực khoảng 2,100 mm, tập trung chủ yếu vào mùa mưa. Lượng bốc hơi bình quân năm trên lưu vực đạt từ 600-1,350 mm. Dòng chảy trên hệ thống sông Sài Gòn-Đồng Nai chủ yếu là do mưa nên dòng chảy cũng được phân chia thành hai mùa rõ rệt là mùa lũ và mùa kiệt, với mùa lũ thường chậm hơn mùa mưa 1-2 tháng và mùa kiệt thường trùng với mùa khô.

Hệ thống sông Đồng Nai bao gồm dòng chính Đồng Nai và 4 sông nhánh là La Ngà, sông Bé, Sài Gòn và Vàm Cỏ. Địa hình phía thượng lưu lưu vực Đồng Nai nhìn chung có độ dốc tương

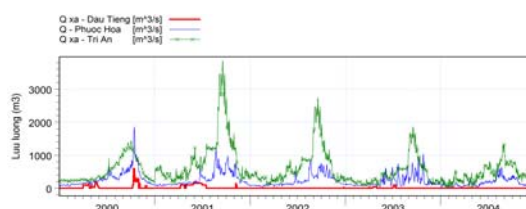
đôi lớn, đặc biệt là sông chính Đồng Nai, hình thành nên đặc trưng lũ của lưu vực là lên nhanh và xuống nhanh, khác hẳn với lũ ĐBSCL là lên chậm và xuống chậm. Hiện nay, dòng chảy trên các dòng chính phía thượng lưu đã được điều tiết bởi hệ thống các hồ chứa nước thủy lợi và các bậc thang thủy điện (xem) nên lũ phía hạ du lưu vực (phía hạ lưu các hồ chứa Dầu Tiếng, Trị An) đã giảm rất nhiều. Điều này đã làm cho dòng chảy trên dòng chính phía hạ du bị chi phối bởi yếu tố triều là chính, và sự biến động theo mùa của lưu lượng dòng chảy trong khu vực này là khá mờ nhạt trình bày lưu lượng xả của hồ Dầu Tiếng (sông Sài Gòn) và Trị An (sông Đồng Nai), cũng như lưu lượng tại trạm Phước Hòa (trên sông Bé, trước khi xây hồ).

lắng đọng phân lớn trong các hồ chứa. Kết quả quan trắc trong các dự án điều tra cơ bản trước (Viện QHTLMN, 2005) tại một số vị trí trên sông Đồng Nai và Sài Gòn được trình bày trên. Tại trạm Tà Lài phía thượng lưu đập Trị An có thể thấy qui luật hàm lượng bùn cát mùa lũ ($80 - 100 \text{ g/m}^3$) cao hơn nhiều so với mùa kiệt ($10 - 30 \text{ g/m}^3$), thường thì hàm lượng bùn cát có giá trị cao nhất vào đầu mùa lũ. Tuy nhiên, tại trạm Thiên Tân ngay sau đập thì hàm lượng bùn cát rất nhỏ, phần lớn chỉ dưới 10 g/m^3 kể cả trong mùa mưa lũ.



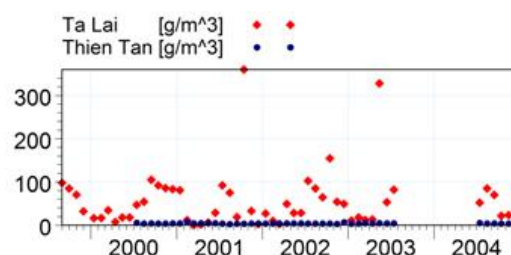
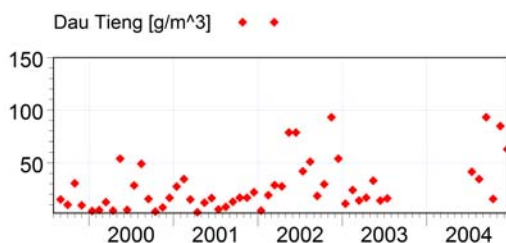
Hình 3. Sơ đồ bậc thang các hồ chứa trên các dòng chính sông Đồng Nai (Viện QHTLMN).

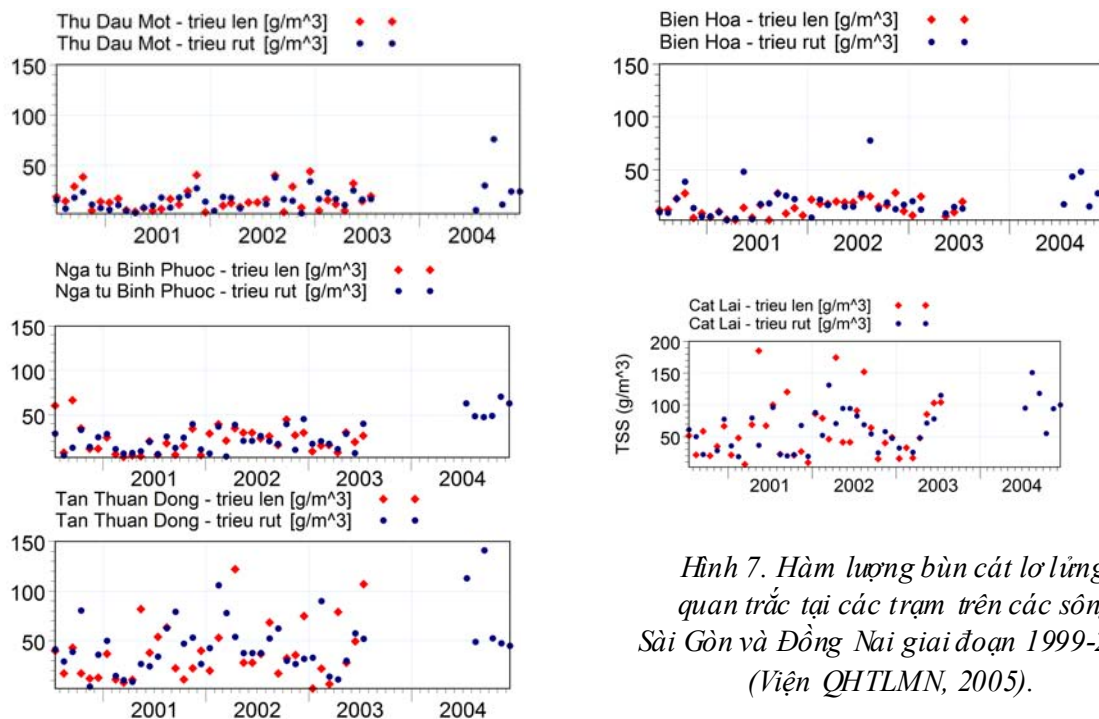
Việc xây dựng các hồ chứa phía thượng nguồn không chỉ làm thay đổi chế độ thủy văn dòng chảy mà còn làm suy giảm nghiêm trọng nguồn bùn cát phía hạ du khi bùn cát bị



Hình 4. Quá trình lưu lượng xả của hồ Dầu Tiếng, Trị An và quan trắc tại trạm Phước Hòa các năm 2000-2004.

Trên sông Sài Gòn, tại các vị trí Thủ Dầu Một, ngã tư Bình Phước, hàm lượng bùn cát phần lớn đều nhỏ hơn 50 g/m^3 . Trên sông Đồng Nai hàm lượng bùn cát tại Biên Hòa thậm chí còn nhỏ hơn nữa. Như vậy, hàm lượng bùn cát trên hệ thống sông Đồng Nai là thấp hơn nhiều so với sông Cửu Long. Từ đó có thể nhận định: nguồn bùn cát hiện tại cho vùng ven biển khu vực nghiên cứu chủ yếu là do sông Mekong cung cấp, nguồn bùn cát từ hệ thống sông Đồng Nai là không đáng kể.





Hình 7. Hàm lượng bùn cát lơ lửng quan trắc tại các trạm trên các sông Sài Gòn và Đồng Nai giai đoạn 1999-2004 (Viện QHTLMN, 2005).

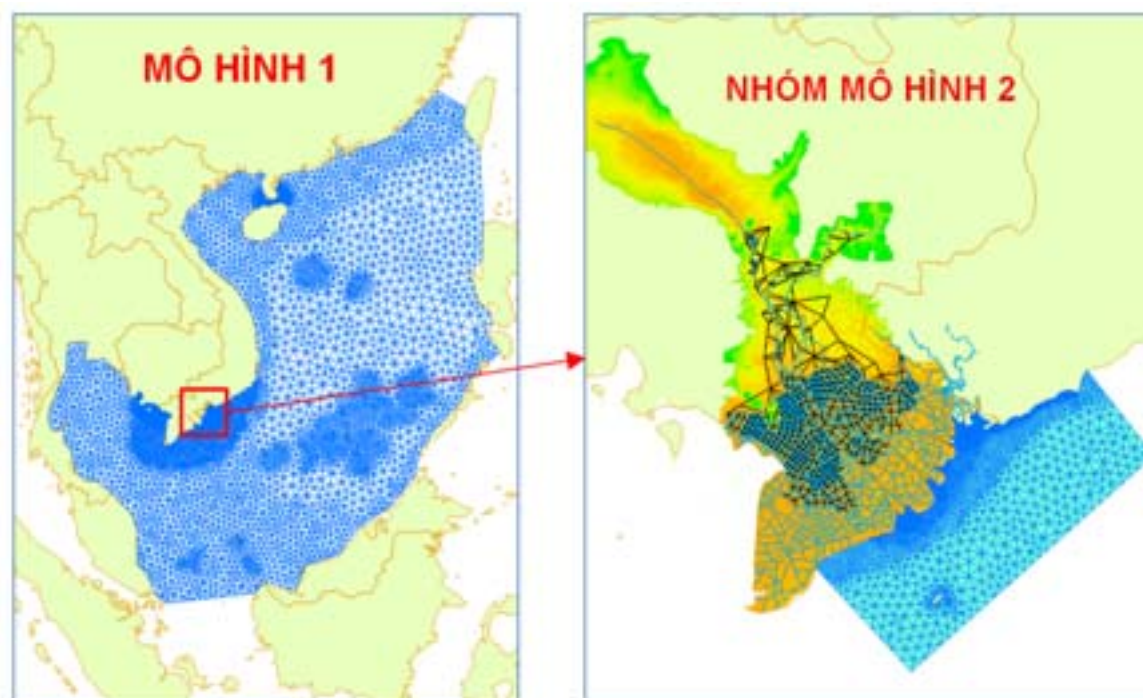
3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Hình minh họa cách tiếp cận chung về việc sử dụng các mô hình tỉ lệ khác nhau trong nghiên cứu này theo hướng từ tổng thể đến chi tiết.

Mô hình 1 là mô hình thủy động lực 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 Bạc Liêu 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 xây dựng biên thủy lực (lưu lượng dòng chảy) 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 xây dựng biên bùn cát phía các cửa sông cho mô hình vùng 2D mở rộng, mô hình sẽ chỉ gồm các sông kênh chính. Mô hình 2D độc lập được dùng để nghiên cứu chế độ thủy động lực và vận chuyển bùn cát vùng cửa sông ven biển trên phạm vi rộng trải dài từ Bạc Liêu đến Bà Rịa-Vũng Tàu. 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.



Hình 8. Cách tiếp cận mô hình của nghiên cứu

4. HIỆU CHỈNH VÀ KIỂM ĐỊNH MÔ HÌNH

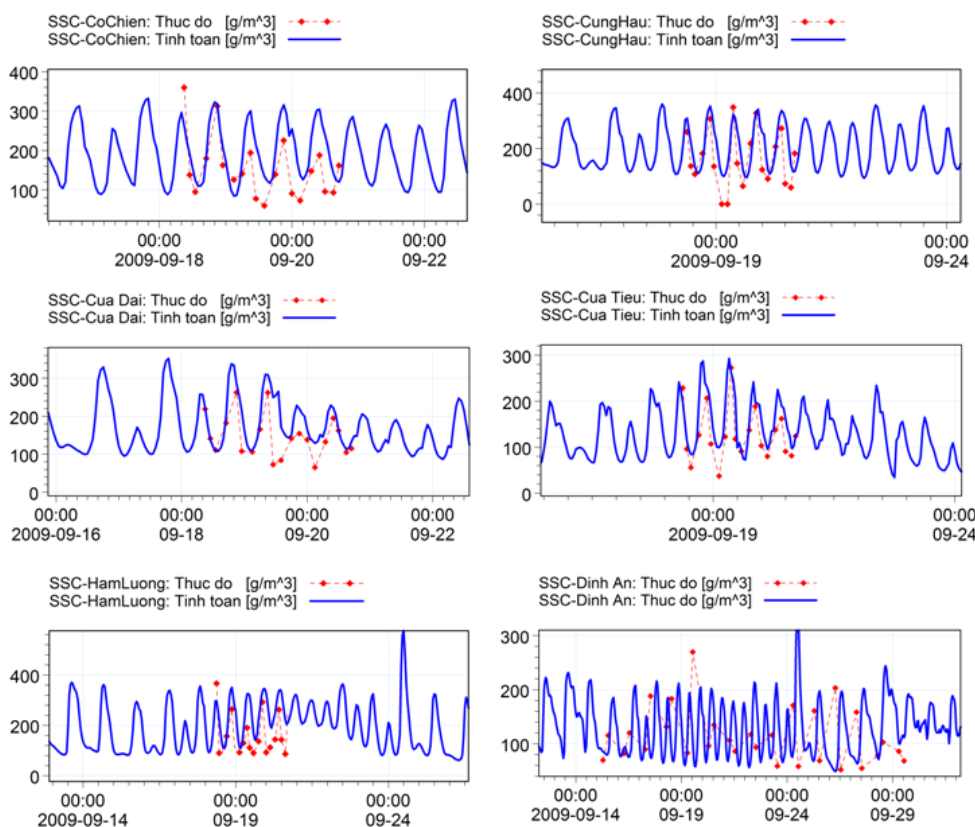
Kết quả mô phỏng thủy động lực của mô hình đã được mô hình đã được kiểm định bởi số liệu thực đo tại các trạm thủy văn quốc gia cũng như kết quả khảo sát của các dự án và đề tài nghiên cứu trước. Tuy vẫn còn một số khác biệt nhưng từ các kết quả kiểm định có thể kết luận rằng mô hình mô phỏng chế độ thủy động lực học vùng nghiên cứu với độ chính xác khá tốt. Báo cáo đầy đủ và chi tiết về việc hiệu chỉnh và kiểm định mô hình mô phỏng thủy động lực được trình bày trong các nghiên cứu trước cũng như trong khuôn khổ đề tài cấp nhà nước "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" do Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam thực hiện (Lê Mạnh Hùng et al., 2011b; Nguyễn Duy Khang và nkk, 2012 và 2013).

So với việc hiệu chỉnh các mô hình mô phỏng thủy động lực học (dòng chảy, sóng), việc hiệu chỉnh và kiểm định mô hình mô phỏng vận chuyển bùn cát vùng nghiên cứu thường khó

khăn hơn nhiều. Lý do là cho tới hiện tại lý thuyết tất định nhằm mô tả các quá trình vật lý của bùn cát, đặc biệt là bùn cát dính, mang tính quy luật tự nhiên vẫn chưa được xây dựng bởi vì có vô số ngoại lực đồng thời tác động đến các quá trình vật lý rất phức tạp đó. Các mô tả toán học về quá trình xói lở/bồi tụ hiện tại chỉ mang tính kinh nghiệm, cho dù chúng được xây dựng dựa trên các cơ sở "được cho" là mang tính qui luật vật lý. Các công thức kinh nghiệm này thường kèm theo rất nhiều các tham số liên quan đến đặc điểm của các lớp trầm tích như phân bố bề dày của các lớp trầm tích, thành phần hạt trầm tích đáy, trầm tích lơ lửng, ứng suất đáy tới hạn xói/bồi, ... Tuy nhiên, các số liệu khảo sát thực đo thì rất hạn chế nên những tham số trên lại phải xem xét như thông số hiệu chỉnh mô hình. Ngay cả biên bùn cát của mô hình, hầu hết cũng được xây dựng từ các chuỗi số liệu thực đo rất rời rạc, và cũng phải được xem xét như một thông số hiệu chỉnh mô hình. Với những lý do đề cập ở trên, mô hình vận chuyển bùn cát, diễn biến hình thái luôn tiềm ẩn những phép sai số

lớn. Do vậy, dù bất kể mô hình đã được kiểm định hay không, thì người sử dụng luôn phải

xem xét đánh giá kết quả mô phỏng có phù hợp với (xu thế) thực tế hay không



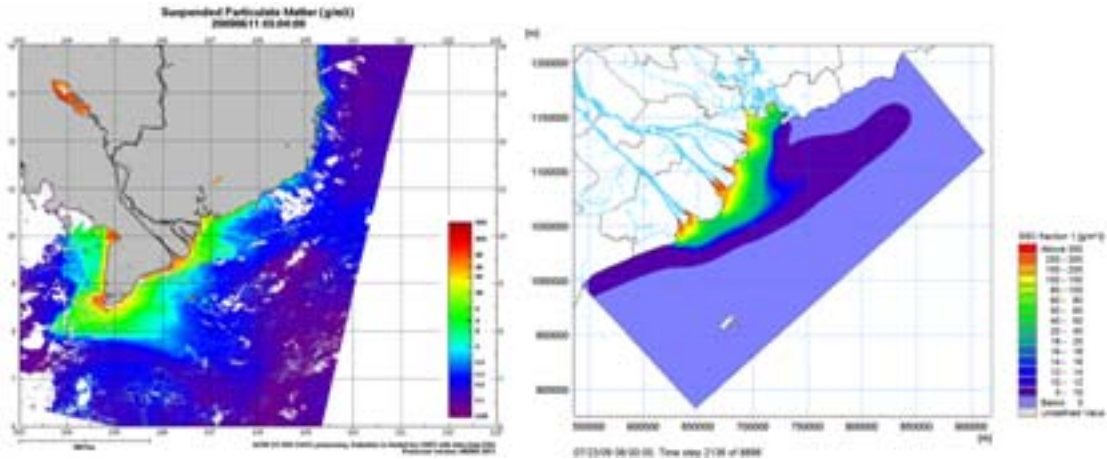
Hình 9. So sánh nồng độ bùn cát mô phỏng với tài liệu thực đo năm 2009 tại các vị trí cửa sông Cửu Long.

Trong nghiên cứu này, bên cạnh việc hiệu chỉnh mô hình bằng các 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.

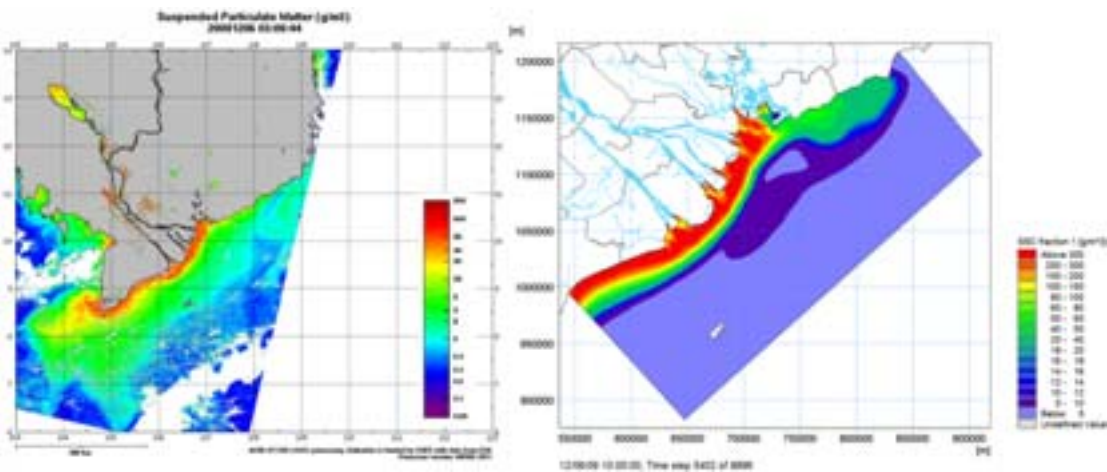
Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định mô hình với các số liệu thực đo tại các trạm cửa sông Cửu Long của các dự án điều tra cơ bản năm 2009 (Viện KHTLMN, 2009a,b) được thể hiện trên Hình . Có thể thấy vẫn còn một số sự khác biệt giữa số liệu thực đo và kết quả mô hình, nhưng nhìn chung là độ chính xác của mô hình là chấp nhận được.

Hình ÷ Hình lần lượt trình bày so sánh phân bố

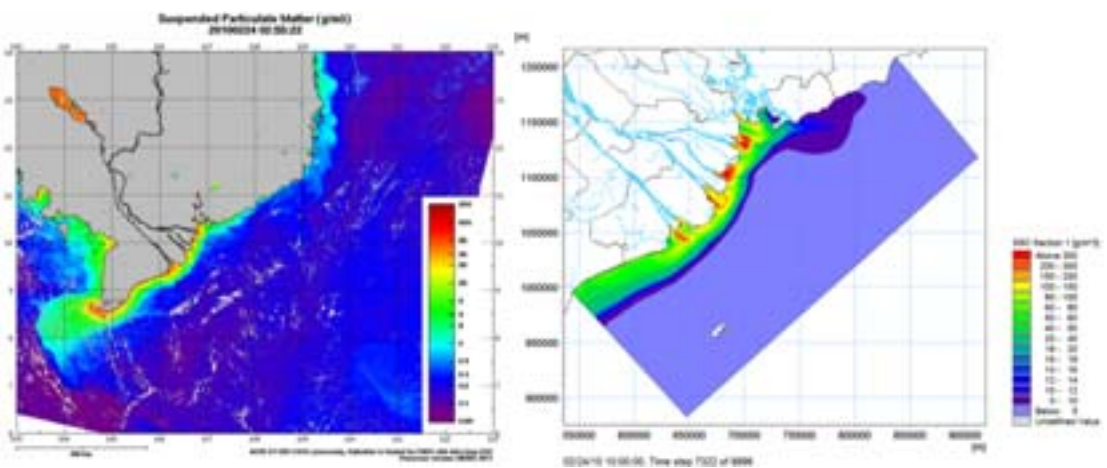
bùn cát vùng cửa sông ven biển theo không gian giữa kết quả phân tích từ ảnh vệ tinh của dự án Kalicotier và kết quả mô hình tại các thời điểm khác nhau trong thời kỳ gió mùa Tây Nam (11/06/2009) và Đông Bắc (06/12/2009 và 24/02/2010). Mô hình dự báo khá hợp lý xu thế vận chuyển bùn cát trong cả mùa gió Tây Nam và Đông Bắc. Từ đây có thể nhận định là mô hình mô phỏng các quá trình động lực dòng chảy và bùn cát với độ tin cậy chấp nhận được. Kết quả mô phỏng cũng cho thấy việc bao gồm đồng thời các quá trình vật lý thủy động lực-sóng-vận chuyển bùn cát đóng vai trò rất quan trọng trong mô phỏng chế độ vận chuyển bùn cát và diễn biến hình thái vùng nghiên cứu dưới tác động của các mùa khí hậu khác biệt trong năm.



Hình 10. Phân bố bùn cát tại thời điểm 10h 11/06/2009 (mùa gió Tây Nam) theo phân tích ảnh vệ tinh (trái) và kết quả mô phỏng (phải).



Hình 11. 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).



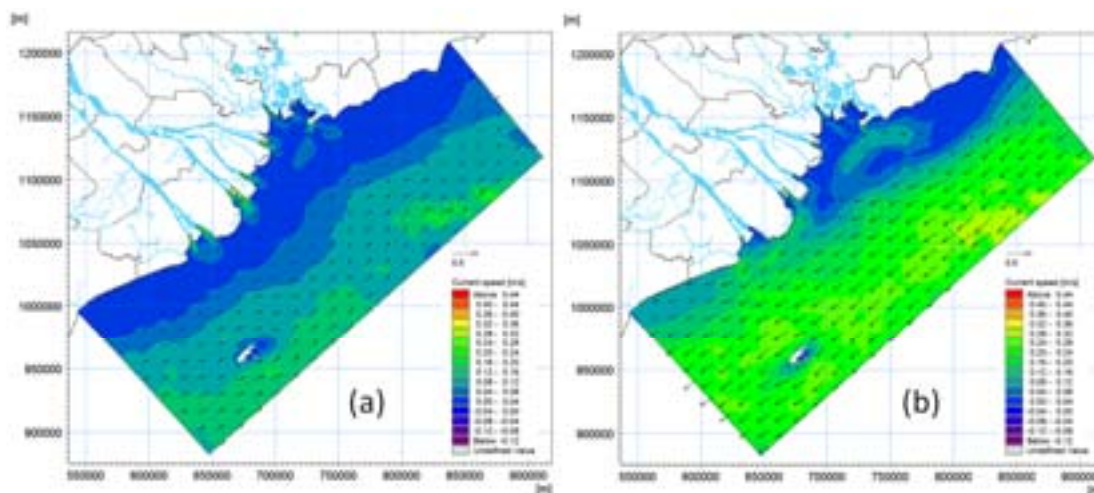
Hình 12. Phân bố bùn cát tại thời điểm 10h 24/02/2010 (mùa gió Đông Bắc) theo phân tích ảnh vệ tinh (trái) và kết quả mô phỏng (phải).

5. QUI LUẬT VẬN CHUYỂN BÙN CÁT VEN BIỂN VÙNG NGHIÊN CỨU

Như đã đề cập ở trên, chế độ vận chuyển bùn cát ở khu vực cửa sông ven biển ĐBSCL tương quan mật thiết với chế độ thủy văn thượng nguồn sông Mekong. Việc mô phỏng mô hình vì vậy sẽ được thực hiện với một năm khí hậu trọn vẹn, từ 5/2009 – 4/2010. Đây là năm mà lũ phía thượng nguồn sông Mekong là trung bình, điều kiện khí hậu trong vùng nghiên cứu cũng bình thường.

Hình 14 thể hiện tương quan giữa 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. 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 nghiên cứu nên vai trò của sóng trong các quá trình ven bờ mùa này là yếu. 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 14. 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 đến giữa tháng 10, dòng dư do gió có hướng Tây Nam-Đông Bắc (Hình 13a) nên hướng vận chuyển bùn cát chính cũng theo hướng này, đến cuối tháng 10, hướng vận chuyển bắt đầu 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 15, Hình 16) cho thấy trong thời kỳ này quá trình bồi tụ bùn cát chiếm ưu thế, các hiện tượng xói lở ít khi xảy ra.



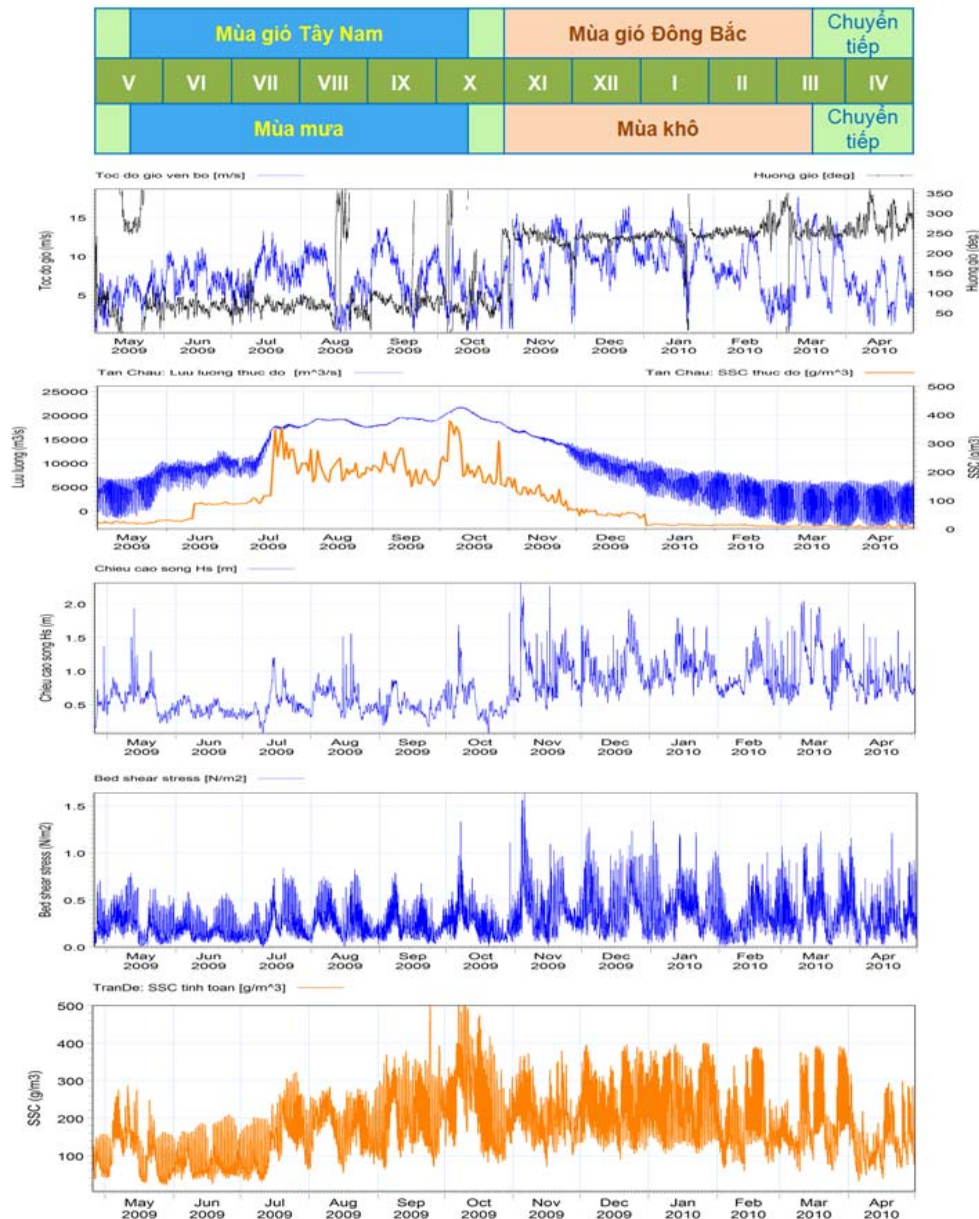
Hình 13. Kết quả mô phỏng phân bố dòng chảy trung bình (a) tháng 8/2009 (thời kỳ gió mùa Tây Nam) và (b) tháng 1/2010 (thời kỳ gió mùa Đông Bắc).

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

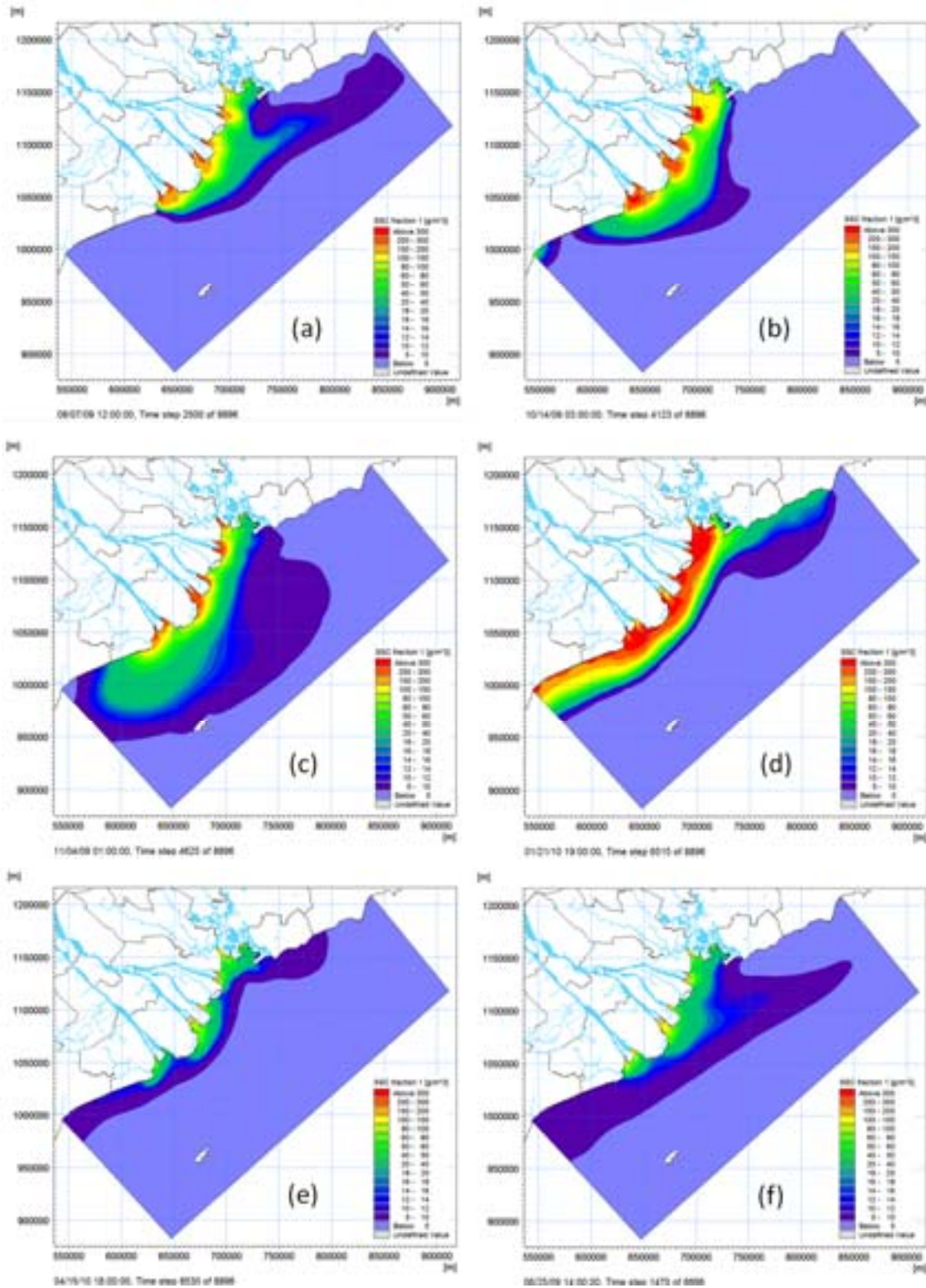
mùa Đông Bắc là hướng gió chi phối chính đến quá trình xói lở của bờ biển trong khu vực. Ứng suất tiếp đáy trong thời kỳ này lớn hơn nhiều so với thời kỳ gió mùa Tây Nam. Chính vì lý do này mà mặc dù là thời kỳ mùa kiệt, dòng chảy và nguồn bùn cát từ các sông đổ ra là thấp nhất nhưng hàm lượng bùn cát lơ lửng ven biển thì vẫn

rất cao (Hình 15). 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 (Hình 13). 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

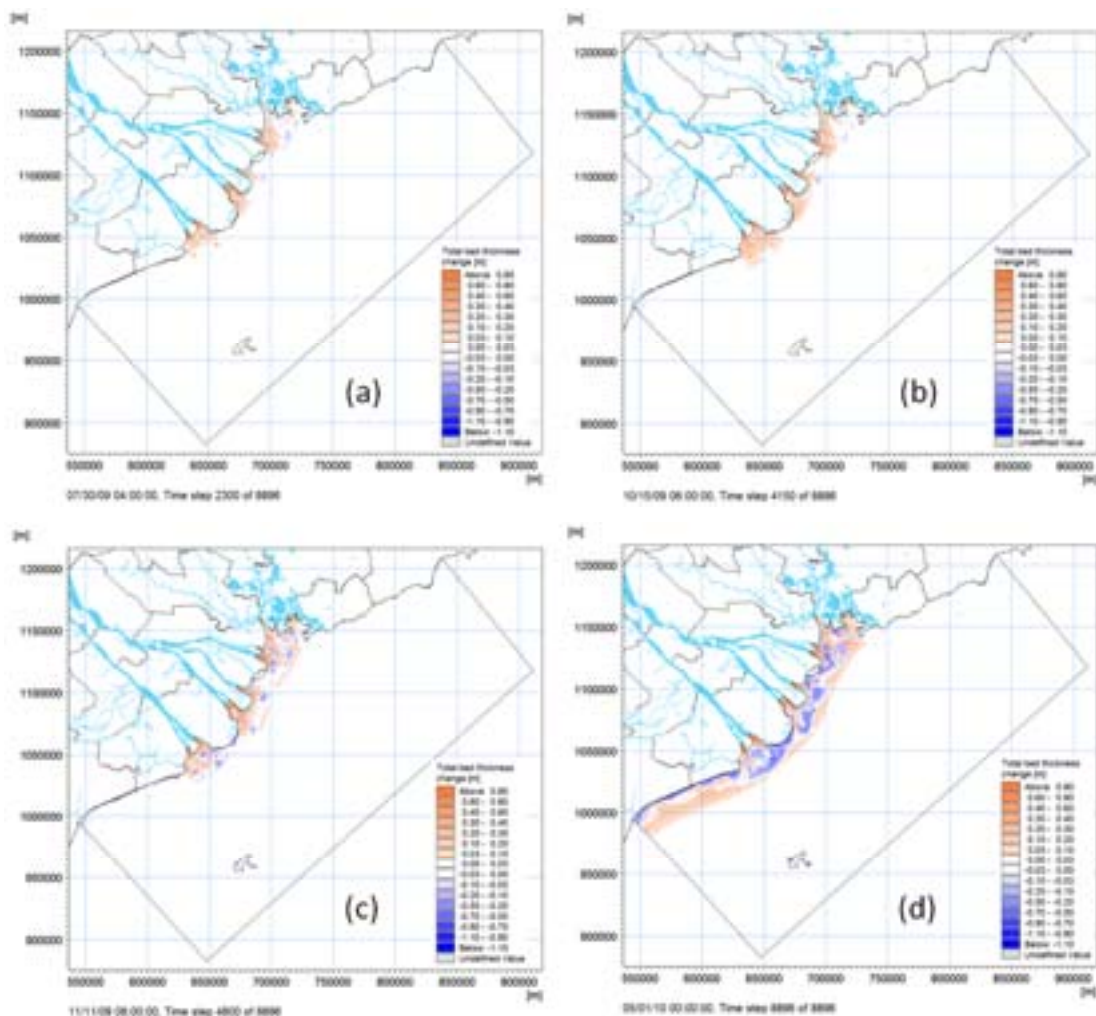
Nam, tạo ra dòng chảy ven bờ, cùng với dòng triều và dòng hải lưu vận chuyển bùn cát về phía Nam. Đây chính là hướng di chuyển bùn cát thực trên dải ven biển từ Tp. Hồ Chí Minh đến Cà Mau. Trong thời kỳ này, một phần bùn cát theo dòng triều ngược vào các cửa sông và gây ra bồi lắng tại các cửa sông (Hình 16).



Hình 14. 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 (sóng, ứng suất tiếp đáy) với chu kỳ năm khí hậu.



Hình 15. Phân bố bùn cát trên vùng nghiên cứu tại các thời điểm tháng 8 (a), tháng 10 (b), tháng 11 (c), tháng 1 (d), tháng 4, và tháng 6 (e).



Hình 16. 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

6. KẾT LUẬN

Mô hình toán đã được ứng dụng để mô phỏng khá thành công chế độ vận chuyển bùn cát và xói bồi khu vực cửa sông ven biển Nam Bộ từ Bà Rịa - Vũng Tàu đến Bạc Liêu. Phân bố hàm lượng bùn cát theo không gian mô phỏng bởi mô hình là khá phù hợp với thực tế theo các thời kỳ khí hậu khác nhau theo chu kỳ năm. Kết quả mô phỏng vận chuyển bùn cát đã chứng minh nhận định: trong mùa gió Tây Nam, chủ yếu xảy ra quá trình bồi tụ bùn cát trên vùng cửa sông ven biển; trong mùa gió Đông Bắc, bùn cát bồi tụ trong mùa gió Tây Nam bị đào xói, tái lơ lửng và vận chuyển về

phía Nam, đây cũng là hướng vận chuyển bùn cát thực trong khu vực. Có thể nhận định là kết quả mô phỏng thủy động lực và vận chuyển bùn cát trong nghiên cứu này có độ tin cậy cần thiết và có thể sử dụng làm biên cho các mô hình nghiên cứu chi tiết hơn.

Tuy nhiên, hạn chế của nghiên cứu này là mới tập trung vào các quá trình ven biển, chưa xem xét nhiều đến các quá trình cửa sông. Để khắc phục hạn chế này, phạm vi của mô hình tại các cửa sông cần phải được mở rộng đủ xa về phía thượng nguồn mà tại đó các quá trình biển ít chi phối, lý tưởng nhất là tại các vị trí có các trạm đo thủy văn và bùn cát, chẳng hạn như

Cần Thơ trên sông Hậu và Mỹ Thuận trên sông Tiền. Bên cạnh đó, bức tranh về diễn biến hình thái khu vực nghiên cứu chi đầy đủ khi các quá trình vận chuyển cát cũng được

bao gồm trong mô phỏng mô hình, thay vì chỉ thành phần bùn như trong nghiên cứu này. Các hạn chế này sẽ được khắc phục trong các nghiên cứu sau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Brunier, G., Anthony, E., Provencal, M., and Dussouillez, P., 2012. Morphological evolution of Mekong channel in the delta area: natural or disrupted functioning? WWF/MRCS Workshop on "Knowledge of sediment transport and discharges in relation to fluvial geomorphology for detecting the impact of large-scale hydropower project", 22-23rd May, 2012, Phnom Penh, Cambodia.
- [2] Hein H., Hein B., Pohlmann T., 2013. Recent sediment dynamics in the region of Mekong water influence. *Global and Planetary Change* 110, 183–194.
- [3] Juha S., Jorma K., Hannu L., Markku V., and Kummu, M., 2010. Origin, fate and role of Mekong sediments. Mekong River Commission, Information and Knowledge Management Programme (IKMP).
- [4] Kummu, M. and Varis, O., 2007. Sediment-related impacts due to upstream reservoir trapping, the lower Mekong River. *Geomorphology*, 85, pp. 275–293.
- [5] Lê Mạnh Hùng, Đinh Công Sản, Nguyễn Duy Khang, và cộng sự, 2013. Báo cáo đề tài độc lập cấp nhà nước ĐTDL.2010T/29 "Nghiên cứu ảnh hưởng hoạt động khai thác cát đến thay đổi lòng dẫn sông Cửu Long (sông Tiền, sông Hậu) và đề xuất giải pháp quản lý, quy hoạch khai thác hợp lý". Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.
- [6] Lê Mạnh Hùng, Nguyễn Duy Khang, và cộng sự, 2011a. 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.
- [7] Lê Mạnh Hùng, Nguyễn Duy Khang, Tăng Đức Thắng, 2011 b. Mô phỏng sóng khí hậu trên biển Đông: kết quả kiểm định mô hình MIKE 21 SW FM. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi*, 3, 15-21.
- [8] Milliman, J.D. and Meade, R.H. 1983. World-wide delivery of river sediment to the oceans. *Journal of Geology*, 91, 1–21.
- [9] Nguyễn Duy Khang, Trần Bá Hoàng, 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 ĐTDL.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.
- [10] Tamura, T., Horaguchi, K., Saito, Y., Nguyen, V.L., Tateishi, M., Ta, T.K.O., Nanayama, F., Watanabe, K., 2010. Monsoon-influenced variations in morphology and sediment of a mesotidal beach on the Mekong River delta coast. *Geomorphology* 116 (1–2), 11–23 (15 Mar 2010).

- [11] Viện KHKT TV & MT (Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và Môi trường), 2010. Báo cáo kết quả dự án "Tác động của biến đổi khí hậu lên tài nguyên nước và các biện pháp thích ứng đồng bằng sông Cửu Long".
- [12] Viện QHTLMN (Viện Qui hoạch Thủy lợi Miền), 2005. Báo cáo tổng kết dự án "Điều tra cơ bản diễn biến chất lượng nước vùng hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai và sông Sài Gòn".
- [13] Vũ Kiên Trung, Nguyễn Hữu Nhân, và cộng sự, 2011. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ "Nghiên cứu đề xuất giải pháp tổng hợp khai thác bền vững các bãi bồi ven biển khu vực từ cửa Tiểu đến cửa Định An". Trường Đại học thủy lợi Hà Nội.
- [14] Walling DE. 2005. Evaluation and analysis of sediment data from the Lower Mekong River, Report prepared for the Mekong River Commission, 61 pp.
- [15] Wang J.J., Lu, X.X., Kummu, M. 2009. Sediment Load Estimates and Variations in the Lower Mekong River. River Research and Applications. John Wiley & Sons, Ltd
- [16] Wolanski, E., Ngọc Huan, N., Trong Dao, L., Huu Nhan, N., Ngọc Thụy, N., 1996. Fine sediment dynamics in the Mekong River estuary, Vietnam. Estuar. Coast. Shelf Sci. 43 (5), 565–582.
- [17] Wolanski, E., Nguyen, H.N., Spagnol, S., 1998. Sediment dynamics during low flow conditions in the Mekong River Estuary, Vietnam. J. Coast. Res. 14, 472–482.