

ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA ĐIỀU KIỆN BÃO ĐẾN ĐẶC ĐIỂM VẬN CHUYỂN BÙN CÁT VÙNG CỬA SÔNG VEN BỜ SÔNG MÊ KÔNG

Lê Đức Cường*, Trần Anh Tú

Viện Tài nguyên và Môi trường biển-Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

*E-mail: cuongld@imer.ac.vn

Ngày nhận bài: 17-11-2015

TÓM TẮT: Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng mô hình Delft3D để mô phỏng quá trình vận chuyển bùn cát trong điều kiện có bão, qua đó có thể xem xét và đánh giá một cách chi tiết và đầy đủ hơn bản chất của các quá trình liên quan đến vận chuyển bùn cát, xói lở bờ biển. Bài báo là một phần kết quả nghiên cứu của Nhiệm vụ hợp tác quốc tế về khoa học và công nghệ theo Nghị định thư Việt Nam-Hoa Kỳ “Tương tác giữa các quá trình động lực Biển Đông và nước sông Mê Kông” (2013 - 2015). Kết quả nghiên cứu cho thấy, dưới sự ảnh hưởng của các yếu tố thủy động lực, và tác động của điều kiện sóng trong bão: khi gió đạt cấp 6 - 7, xảy ra quá trình vận chuyển bùn cát chủ yếu tập trung ở đới độ sâu 5 m trở vào phía trong bờ, vùng này mở rộng ra phía ngoài đới độ sâu 5 m khi gió đạt cấp 8 - 9. Trong lớp nước tầng mặt, hàm lượng bùn cát có giá trị trung bình trong khoảng 0,03 - 0,04 kg/m³. Ở lớp nước tầng đáy, hàm lượng bùn cát cực đại đạt 0,4 - 0,5 kg/m³ (khi gió đạt cấp 8 - 9), phạm vi xảy ra quá trình vận chuyển bùn cát chủ yếu ở đới độ sâu 5 m trở vào phía trong bờ.

Từ khóa: Delft3D, Mê Kông, bão, sóng, vận chuyển bùn cát.

MỞ ĐẦU

Vùng biển ven bờ sông Mê Kông là một khu vực có các hoạt động kinh tế sôi động và đa dạng, đây là khu vực có đường bờ biển đổi phức tạp, có sự tương tác mạnh mẽ sông-biển, do đó trường thủy động lực có những quy luật và đặc trưng riêng. Bên cạnh việc nghiên cứu nguồn gốc bùn cát từ cửa sông, thì vấn đề về kết tủa của bùn cát, chuyển động của bùn cát dưới tác động của sóng, dòng chảy trong cửa sông được đặc biệt chú ý. Hàng năm, nước ta chịu ảnh hưởng từ 1 - 11 cơn bão, trong đó 60% là bão từ Thái Bình Dương và 40% bắt nguồn ngay trên Biển Đông. Các tác động do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu toàn cầu, thiên tai ngày một gia tăng, và đặc biệt là bão kèm theo lũ lụt và nước dâng do bão. Như chúng ta biết, bão là một trong những hiện tượng thời tiết nguy hiểm, có ảnh hưởng đến nhiều quá

trình thủy động lực trong biển và đại dương, bão làm cho mực nước tăng. Bão gây nên sóng với cường độ mạnh và biên độ lớn, ở khu vực đới ven bờ sự tác động này càng thể hiện rõ hơn, sự tác động của sóng lên bề mặt đáy gia tăng và hình thành nên dòng chảy sinh ra do sóng, có hướng với đường bờ. Sự tác động của sóng trong bão là gia tăng quá trình vận chuyển bùn cát trong khu vực ven bờ, là nguyên nhân quan trọng làm xói lở - bồi tụ, và thay đổi hình dạng đường bờ. Mực nước cực trị trong bão là sự tổ hợp của cả mực nước triều, nước dâng do bão và nước dâng do sóng trong bão, mức độ tác động của từng yếu tố phụ thuộc vào từng cơn bão, từng vị trí đường bờ cụ thể và thời điểm triều lên và triều xuống. Tuy nhiên trong nghiên cứu này, chúng tôi tập trung vào nghiên cứu tác động của điều kiện sóng trong bão đến quá trình vận chuyển bùn cát trong khu vực, qua đó có thể đánh giá các tác động của quá

trình vận chuyển bùn cát một cách chi tiết và đầy đủ hơn.

TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Tài liệu

Số liệu độ sâu và đường bờ của vùng ven bờ sông Mê Kông được số hóa từ các bản đồ do Cục Đo đạc Bản đồ xuất bản năm 2005. Độ sâu của vùng biển phía ngoài sử dụng từ cơ sở dữ liệu GEBCO-1/8. Đây là số liệu địa hình có độ phân dải 0,5 phút được xử lý từ ảnh vệ tinh kết hợp với các số liệu đo sâu [1].

Số liệu gió quan trắc trong nhiều năm ở trạm hải văn Côn Đảo và Vũng Tàu đã được thu thập và xử lý (tần suất đo 6 h/lần).

Số liệu mực nước dùng để hiệu chỉnh mô hình là các kết quả đo đạc mực nước (1 h/lần) của Trung tâm Khí tượng Thủy văn Quốc gia. Các hằng số điều hòa thủy triều ở biên phía ngoài khơi được trích xuất từ cơ sở dữ liệu FES2004 [2].

Số liệu về nhiệt độ và độ muối nước biển ở vùng cửa sông ven bờ sông Mê Kông và vùng biển phía ngoài được thu thập từ các kết quả nghiên cứu liên quan trong khu vực. Số liệu nhiệt độ và độ muối nước biển ở vùng biển xa bờ được thu thập từ cơ sở dữ liệu WOA13 [3] với độ phân giải 0,25 độ.

Số liệu dòng chảy và hàm lượng trầm tích lơ lửng đo đạc tại một số vị trí khảo sát trong khu vực nghiên cứu của nhiệm vụ hợp tác quốc tế: “*Tương tác giữa các quá trình động lực Biển Đông và nước sông Mê Kông*” cũng đã được thu thập xử lý để phục vụ hiệu chỉnh kiểm chứng độ tin cậy của mô hình thủy động lực [4].

Lưu lượng nước sông đo đạc trong các mùa cạn và mùa lũ của Trung tâm Khí tượng Thủy văn Quốc gia tại trạm thủy văn Cần Thơ và Mỹ Thuận trong những năm gần đây đã được thu thập, xử lý làm dữ liệu đầu vào tại biên mở trong sông của mô hình.

Trong nghiên cứu này, đã tham khảo các thông tin của cơn bão Durian (năm 2006) [5], để áp dụng tính toán thủy động lực. Do đặc điểm của bão ở vùng Biển Đông là hoàn lưu xoáy nghịch, nên hướng gió được sử dụng với 2 hướng chính là đông và đông bắc, tốc độ gió

được lấy thông tin từ cơn bão dựa trên thang sức gió Beaufort [6].

Phương pháp

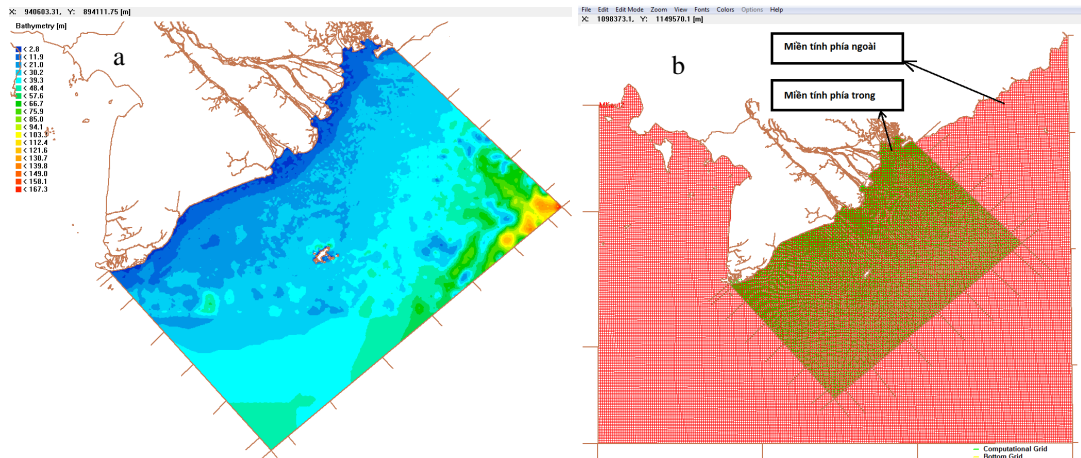
Trong công trình này đã sử dụng phương pháp mô hình Delft3D [7] để tiến hành tính toán vận chuyển bùn cát thông qua mô phỏng trường sóng (Delft3D-Wave) kết hợp thủy động lực (Delft3D-Flow), và áp dụng kỹ thuật lưới lồng (NESTING) để tiến hành mô phỏng. Bộ phần mềm chuyên dụng được xây dựng và phát triển bởi Viện Thủy lực Delft, Hà Lan. Phần mềm này có khả năng tính toán - mô phỏng 2 hoặc 3 chiều các quá trình thủy động lực và chất lượng nước ở các vùng cửa sông ven bờ biển. Mô hình Delft3D là tổ hợp của nhiều mô đun có thể tích hợp với nhau: thủy động lực, sóng, lan truyền chất và vận chuyển trầm tích, để đưa ra những kết quả phù hợp với thực tế. Hệ các phương trình bao gồm các phương trình chuyển động, phương trình liên tục và phương trình tải-khuếch tán. Các phương trình được xây dựng trong hệ tọa độ cong trục giao hoặc trong hệ tọa độ cầu [7]. Sử dụng phương pháp đánh giá sai số bình phương trung bình [8] làm chỉ tiêu để đánh giá độ chính xác của mô hình thủy động lực thông qua kiểm chứng mực nước từ kết quả mô hình và quan trắc.

TRIỂN KHAI MÔ HÌNH MÔ PHỎNG TRƯỜNG DÒNG CHẢY

Thiết lập miền tính

Phạm vi tính toán vùng phía ngoài: Giới hạn từ $103,125^{\circ}$ đến $109,25^{\circ}$ kinh độ đông và $6,5^{\circ}$ đến $11,75^{\circ}$ vĩ độ bắc (670×580 km), với $M \times N = 244 \times 244$ điểm lưới, độ dài bước lưới nhỏ nhất ở vùng ven bờ là $2,75 \times 2,25$ km và vùng phía ngoài khơi là $2,85 \times 2,35$ km.

Phạm vi tính toán vùng cửa sông ven bờ hệ thống sông Mê Kông: Vùng phía trong có phạm vi tính toán từ mũi Cà Mau đến giáp với vùng biển Vũng Tàu, với chiều dài khoảng 340 km theo phương đông bắc - tây nam, và phạm vi từ bờ ra khơi khoảng 240 km. Số bước lưới theo phương $M \times N = 321 \times 325$, chiều dài bước lưới nhỏ nhất (ở khu vực ven bờ) là 250 m và ở vùng phía ngoài khơi là 1.200 m (hình 1).



Hình 1. Trường độ sâu (a) và lưới tính của mô hình (b)

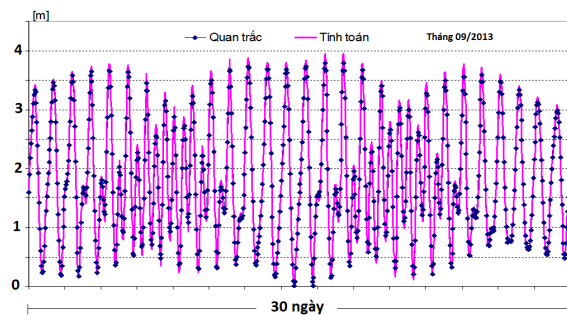
Điều kiện ban đầu và điều kiện biên

Tại thời điểm ban đầu, vận tốc dòng chảy và mực nước được lấy giá trị bằng “0”.

Biên mở phía sông: gồm lưu lượng nước sông trung bình qua các mặt cắt trong mùa mưa và mùa khô. Sử dụng số liệu nhiệt độ, độ muối trung bình mùa từ các kết quả thu thập từ các công trình đã nghiên cứu, và số liệu khảo sát của các nhiệm vụ hợp tác Việt-Mỹ: *Tương tác giữa các quá trình động lực Biển Đông và nước sông Mê Kông (2013-2015)*.

Biên mở phía biển: Sử dụng 8 sóng triều chính (O_1 , K_1 , Q_1 , P_1 , N_2 , M_2 , S_2 , K_2) trích xuất từ FES2004 [5] áp dụng cho mô hình ở vùng phía ngoài, sau đó trích xuất mực nước làm đầu vào cho vùng tính phía trong. Sử dụng số liệu nhiệt độ, độ muối trích xuất từ cơ sở dữ liệu của WOA.

Hiệu chỉnh mô hình



Hình 2. So sánh mực tính toán và mực nước quan trắc tại khu vực ven bờ Sóc Trăng

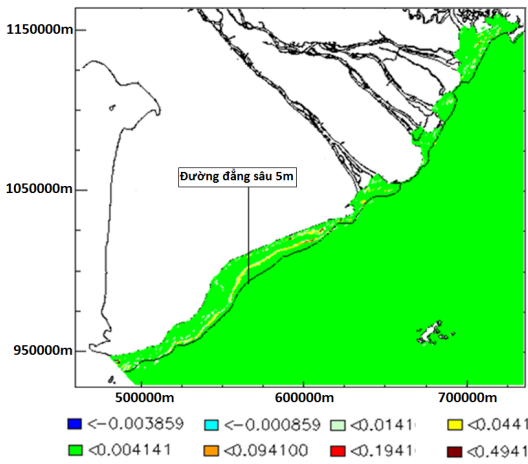
Để đánh giá và hiệu chỉnh cho mô hình thủy động lực vùng biển nghiên cứu, đã sử dụng kết quả tính toán mực nước của mô hình so sánh với mực quan trắc (hình 2). Sau lần hiệu chỉnh cuối, các kết quả tính toán cho thấy sai số bình phương trung bình giữa mực nước quan trắc và tính toán đều có giá trị nhỏ hơn 0,2 m.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

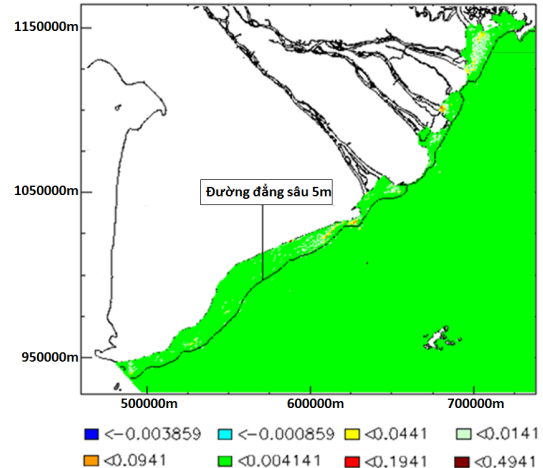
Trong điều kiện bão đạt cấp 6, quá trình vận chuyển bùn cát ở lớp nước tầng mặt chủ yếu từ đối độ sâu 5 m trở vào. Trong pha triều lên, hàm lượng bùn cát có giá trị cực đại lớp nước mặt trong khoảng $0,1 - 0,2 \text{ kg/m}^3$ và trung bình là $0,04 - 0,05 \text{ kg/m}^3$, vùng xảy ra quá trình vận chuyển bùn cát lớp nước tầng mặt tập trung chủ yếu từ khu vực cửa Trần Đề xuống tới mũi Cà Mau. Trong thời kỳ đỉnh triều, hàm lượng bùn cát trong lớp nước mặt có giá trị nhỏ (cực đại nhỏ hơn $0,03 \text{ kg/m}^3$). Trong thời kỳ chân triều, quá trình vận chuyển bùn cát tầng mặt xảy ra mạnh nhất, với quy mô lớn hơn so với các thời kỳ triều khác, quá trình vận chuyển bùn cát xảy ra ở hầu hết dải dọc ven bờ Vũng Tàu xuống tới mũi Cà Mau, ở khu vực mũi Cà Mau hàm lượng cực đại trong thời kỳ này vào khoảng $0,3 - 0,4 \text{ kg/m}^3$, vùng xảy ra quá trình vận chuyển bùn cát chủ yếu ở đối độ sâu 5 m trở vào phía trong bờ. Khi sức gió đạt cấp 6 - 7, vùng xảy ra quá trình vận chuyển bùn cát tầng mặt chủ yếu diễn ra ở đối độ sâu 5 m trở vào bờ, khi gió đạt đến cấp 8 - 9 xu hướng vận chuyển bùn cát mở rộng ra phía ngoài đối độ sâu 5 m, nhưng vùng mở rộng mạnh tập trung ở

khu vực từ cửa Trần Đề xuống tới mũi Cà Mau, từ khu vực cửa Định An ngược lên tới khu vực

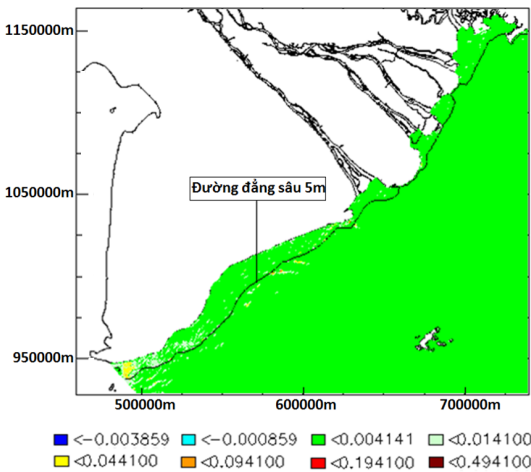
cửa sông Sài Gòn xu thế này diễn ra với quy mô nhỏ hơn (hình 3).



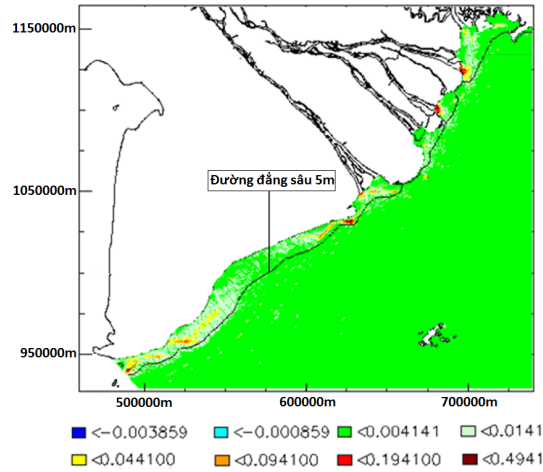
(a) Vận chuyển bùn cát khi gió cấp 6



(b) Vận chuyển bùn cát khi gió cấp 7



(c) Vận chuyển bùn cát khi gió cấp 8



(d) Vận chuyển bùn cát khi gió cấp 9

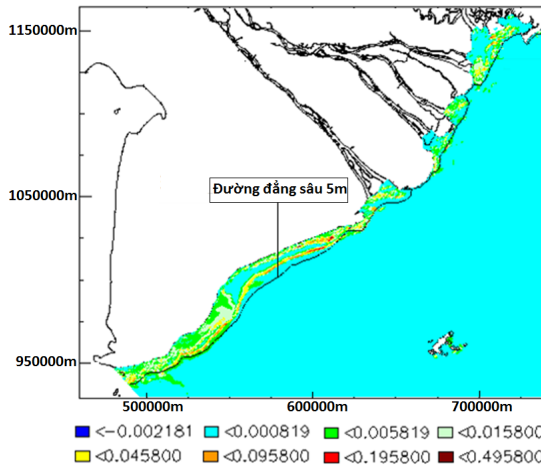
Hình 3. Kết quả vận chuyển bùn cát tầng mặt (kg/m^3) theo các cấp bão

Một số kết quả mô phỏng quá trình vận chuyển bùn cát tầng đáy được thể hiện trong hình 4. Trong lớp nước tầng đáy do ảnh hưởng của ma sát đáy, và sự suy giảm của tốc độ dòng chảy so với tầng mặt và tầng giữa, hàm lượng bùn cát cực đại trong nước lớn hơn so với tầng giữa và tầng mặt, tuy nhiên phạm vi vận chuyển bùn cát nhỏ hơn so với tầng giữa nhưng lớn hơn so với tầng mặt. Trong thời kỳ triều xuống và chân triều, vùng xảy ra quá trình vận chuyển bùn cát phần lớn tập trung ở dải dọc ven bờ từ đới độ sâu 5 m trở vào, với hàm

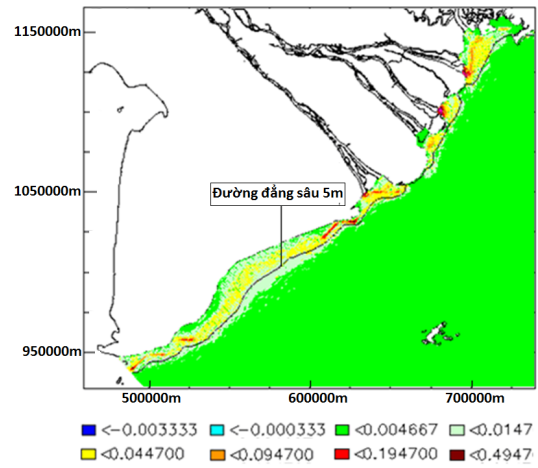
lượng bùn cát trong nước trong khoảng $0,04 - 0,5 \text{ kg}/\text{m}^3$ khi gió đạt cấp 8 - 9, ở khu vực từ đới độ sâu 5 m trở ra phía ngoài hàm lượng bùn cát cực đại đạt $0,015 \text{ kg}/\text{m}^3$ (giữa pha triều xuống, gió cấp 8), và $0,045 \text{ kg}/\text{m}^3$ (chân triều, gió cấp 8). Trong thời kỳ triều lên và đỉnh triều, phạm vi xảy ra quá trình vận chuyển bùn cát chủ yếu diễn ra ở đới độ sâu 5 m trở vào phía trong bờ, hàm lượng bùn cát cực đại trong nước đạt $0,1 - 0,2 \text{ kg}/\text{m}^3$. Hàm lượng bùn cát trong nước trong thời kỳ triều xuống và chân triều lớn hơn so với thời kỳ triều lên và đỉnh triều,

nguyên nhân là do trong pha triều xuống quá trình vận chuyển bùn cát chịu tác động đồng

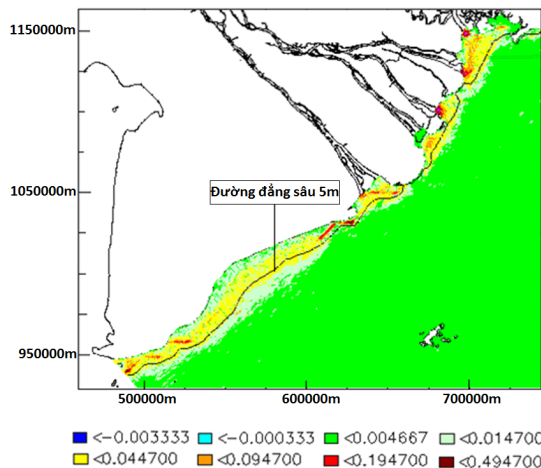
thời của dòng chảy sông, dòng triều và tác động do sóng.



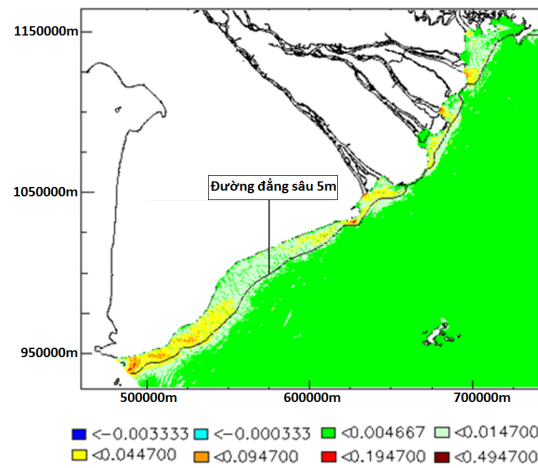
(a) Vận chuyển bùn cát khi gió cấp 6



(b) Vận chuyển bùn cát khi gió cấp 7



(c) Vận chuyển bùn cát khi gió cấp 8



(d) Vận chuyển bùn cát khi gió cấp 9

Hình 4. Kết quả vận chuyển bùn cát tầng đáy (kg/m^3) theo các cấp bão

KẾT LUẬN

Dưới sự tác động của bão, ngoài dòng chảy thì các yếu tố động lực gây nên sự thay đổi mạnh của quá trình vận chuyển bùn cát là chế độ sóng và mực nước dâng trong bão. Áp lực của sóng và ma sát đáy làm các hạt bùn cát đang ở trạng thái tĩnh, hoặc kết dính với nền đáy bị tác động là chuyển sang các phần tử lơ lửng động và tham gia vào quá trình vận chuyển bùn. Dòng chảy dọc bờ có hướng chủ đạo từ đông bắc tới tây nam, dòng chảy này được tăng cường trong mùa gió Đông Bắc. Do đó, dòng bùn cát có xu

hướng dịch chuyển song song với đường bờ theo hướng đông bắc - tây nam.

Từ kết quả mô phỏng cho thấy, khi gió đạt cấp 6 - 7 vùng xảy ra quá trình vận chuyển bùn cát chủ yếu tập trung ở đới độ sâu 5 m trở vào phía trong bờ, vùng này mở rộng ra phía ngoài đới độ sâu 5 m khi gió đạt cấp 8 - 9. Trong lớp nước tầng mặt, hàm lượng bùn cát là khá nhỏ, hàm lượng trung bình là $0,03 - 0,04 \text{ kg}/\text{m}^3$, đạt giá trị cực đại là $0,1 - 0,2 \text{ kg}/\text{m}^3$ trong thời kỳ đỉnh triều, và $0,3 - 0,4 \text{ kg}/\text{m}^3$ ở thời kỳ chân triều, phạm vi xảy ra quá trình vận chuyển bùn

cát ở tầng mặt chủ yếu tập trung ở khu vực ven bờ từ cửa Trần Đề xuống tới mũi Cà Mau. Ở lớp nước tầng đáy, hàm lượng bùn cát cực đại đạt 0,4 - 0,5 kg/m³ (khi gió đạt cấp 8 - 9), phạm vi xảy ra quá trình vận chuyển bùn cát chủ yếu ở đối độ sâu 5 m trở vào phía trong bờ.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn đề tài: “Nghiên cứu các phương pháp phân tích, đánh giá và giám sát chất lượng nước ven bờ bằng tư liệu viễn thám độ phân giải cao và độ phân giải trung bình, đa thời gian; Áp dụng thử nghiệm cho ảnh vệ tinh VNREDSAT-1”. Mã số: VT/CB-01/14-15 thuộc chương trình khoa học và công nghệ vũ trụ giai đoạn 2012-2015; và nhiệm vụ hợp tác theo nghị định thư Việt Nam-Hoa Kỳ “Tương tác giữa các quá trình động lực Biển Đông và nước sông Mê Kông” giai đoạn 2013-2015, đã hỗ trợ tài liệu và kinh phí để chúng tôi thực hiện nghiên cứu trên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Jones, M. T., Weatherall, P., and Cramer, R. N., 2009. User guide to the Centenary Edition of the GEMCO Digital Atlas and its data sets. Natural Environment Research Council.

2. Lyard, F., Lefevre, F., Letellier, T., and Francis, O., 2006. Modelling the global ocean tides: modern insights from FES2004. *Ocean Dynamics*, **56**(5-6): 394-415.
3. World Ocean Atlas, National Geophysical Data Center - <http://www.ngdc.noaa.gov>.
4. Trần Anh Tú, 2015. Nhiệm vụ Nghị định thư Việt-Hoa Kỳ “Tương tác giữa các quá trình động lực Biển Đông và nước sông Mê Kông”, 2013-2015.
5. <http://earth.eo.esa.int/>; <http://www.nasa.gov/>
6. <http://www.mt.gov.vn/>
7. WL/Delft Hydraulics, 1999. Delft3D-FLOW User Manual Version 3.05, Delft3D - Wave User Manual, Delft3D-Waq User Manual Version 3.01 WL| Delft Hydraulics, Delft, Netherlands, 2010.
8. Chai, T., and Draxler, R. R., 2014. Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)?—Arguments against avoiding RMSE in the literature. *Geoscientific Model Development*, **7**(3): 1247-1250.

ASSESSING THE IMPACT OF THE STORM ON SEDIMENT TRANSPORT IN COASTAL ZONE OF MEKONG RIVER ESTUARY

Le Duc Cuong, Tran Anh Tu

Institute of Marine Environment and Resources-VAST

ABSTRACT: In this study, we applied Delft3D model to simulate the sediment transport features in storm conditions in coastal estuary of Mekong river, by which the detailed processes related to sediment transport, erosion - accretion of shoreline are assessed. This paper is a part of the research results of the international cooperation project of protocol Vietnam - United States: “Interaction between hydrodynamic processes in Bien Dong (East Vietnam Sea) and water in Mekong river” (2013 - 2014). The results show that under influences of hydrodynamic factors and wave conditions in storm, when the wind speed is at the level of 6 - 7, sediment transport process is concentrated from zone of 5 m depth toward the coastline, this area will expand outwards from zone of 5 m depth when the wind speed reaches the level of 8 - 9. In surface layer, the average value of sediment concentration is about 0.03 - 0.04 kg/m³. In bottom layer, the maximum value of sediment concentration is about 0.4 - 0.5 kg/m³ (the wind speed is at the level of 8 - 9), and areas of sediment transport are mainly in zone of 5 m depth toward the shoreline.

Keywords: Delft3D, Mekong, typhoon, wave, sediment transport.