

## NGHIÊN CỨU CHẾ ĐỘ THỦY ĐỘNG LỰC TẠI VÙNG BIỂN VEN BỜ CỬA SÔNG MÊ KÔNG

Nguyễn Ngọc Tiên

Viện Địa chất và Địa vật lý biển-Viện Hàn Lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam  
E-mail: [nntien@imgg.vast.vn](mailto:nntien@imgg.vast.vn)

Ngày nhận bài: 11-6-2014

**TÓM TẮT:** Bài báo giới thiệu một số kết quả nghiên cứu chế độ thủy động lực của quá trình tương tác biển - lục địa bằng bộ mô hình MIKE 21/3 FM COUPLE với các mô đun thủy động lực (HD), phổ sóng (SW), đưa ra các nhận định về trường sóng, dòng chảy và dao động mực nước trong điều kiện bão và gió mùa, từ đó phân tích nguyên nhân dẫn đến các hiện tượng bồi xói, xu thế vận chuyển và lắng đọng trầm tích trong khu vực làm tiền đề cho việc đề xuất và quy hoạch các công trình chỉnh trị phục vụ phát triển bền vững kinh tế xã hội và bảo vệ môi trường.

**Từ khóa:** MIKE, mô hình, động lực, sông Mê Kông.

### MỞ ĐẦU

Sông Mê Kông là hệ thống sông lớn nhất Đông Nam Á và cũng là hệ thống sông phức tạp nhất nước ta. Sông Mê Kông có diện tích lưu vực là 795.000 - 800.000 km<sup>2</sup>, chiều dài dòng chính là 4.350 km, tổng lượng dòng chảy năm xấp xỉ trên 500 tỷ m<sup>3</sup> nước. Hệ thống sông Mê Kông trải dài qua nhiều quốc gia như Trung Quốc, Myanmar, Lào, Thái Lan, Campuchia và Việt Nam. Đến Việt Nam sông Mê Kông được chia thành 2 nhánh: sông Tiên và sông Hậu đổ ra Biển Đông tại các cửa như: Tiểu, Đại, Ba Lai, Hàm Luông, Cung Hầu, Cổ Chiên, Định An, Tranh Đề [1].

Quá trình tương tác giữa động lực sông - biển tại đây diễn ra rất phức tạp, lưu lượng bùn cát tải ra hàng năm khoảng 160 triệu tấn. Trong số này, phần được giữ lại bồi tích cho vùng châu thổ hạ lưu chiếm khoảng 50%, khoảng 10% lắng đọng ở vùng biển ven bờ cửa sông, còn lại 40% sẽ được vận chuyển dọc bờ đi nơi khác do các quá trình thủy động lực, xa nhất có thể tới 500 km (J. P. Liu và nnk, 2009).

Để xác định được các yếu tố đó, cần phải làm sáng tỏ chế độ thủy động lực của các quá

trình biển - lục địa như sóng, dòng chảy, dao động mực nước ngoài biển và trong sông. Vì vậy, việc nghiên cứu các quá trình trên của hệ thống sông Mê Kông là cần thiết và cấp bách.

Bài báo này đi sâu nghiên cứu các vấn đề thủy động lực của quá trình tương tác biển - lục địa với các kết quả đưa ra là trường sóng, dòng chảy và dao động mực nước trong hai điều kiện thời tiết là gió mùa và cực đoan, tìm ra các nguyên nhân dẫn đến các hiện tượng bồi xói, xu thế vận chuyển và lắng đọng trầm tích. Các kết quả về xu thế vận chuyển, lắng đọng trầm tích và bồi xói sẽ được công bố trong các nghiên cứu tiếp theo.

Nghiên cứu này được hoàn thành với sự hỗ trợ kinh phí của Viện Hàn Lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam năm 2014.

### TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

#### Mô hình MIKE 21/3 FM COUPLE

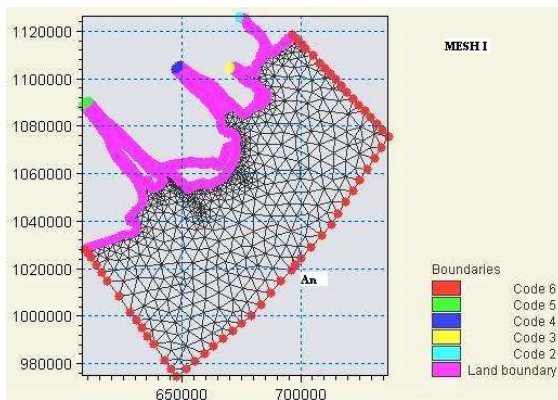
Đã sử dụng Module thủy động lực (MIKE21/3 HD) để xác định trường dòng chảy và phân bố độ dâng rút mực nước, Module phổ sóng để xác định trường sóng và ứng suất sóng ngoài khơi.

Ngoài ra đã sử dụng Module phổ sóng gió ven bờ MIKE 21 - SW để mô phỏng lan truyền sóng từ ngoài khơi vào bờ [2].

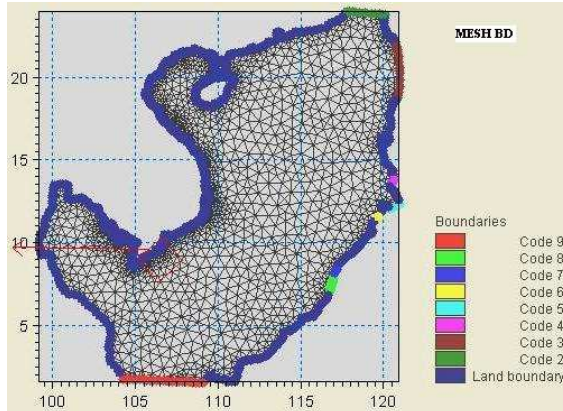
### Miền tính toán và số liệu cho mô hình

Miền tính toán và lưới tính được lựa chọn như sau:

Vùng tính toán bao gồm cả khu vực Biển Đông, được chia thành 2 lưới lồng đồng bộ về thời gian: MeshI (hình 1) và MeshBD (hình 2), trong đó kết quả của lưới tính Mesh BD sẽ được xuất tại các dãy điểm  $A_n$ ,  $n=1, 30$  và làm tham số đầu vào cho lưới MESH I [3].



Hình 1. Lưới tính cho khu vực nghiên cứu



Hình 2. Lưới tính cho khu vực Biển Đông

Số liệu độ sâu và đường bờ khu vực ven bờ cửa sông Mê Kông được số hóa từ các bản đồ địa hình UTM hệ tọa độ địa lý VN 2000 với các tỷ lệ khác nhau. Độ sâu của khu vực phía ngoài sử dụng cơ sở dữ liệu GEBCO -1/8 có độ phân dải 0,5 phút.

Sử dụng bộ số liệu sóng và gió quan trắc từ các vệ tinh của tổ chức AVISO của Pháp để tính cho cả Biển Đông và được kiểm tra với kết quả tính từ mô hình toàn cầu WAVEWATCH III [4]. Sau khi tính toán cho cả Biển Đông, kết quả tính sóng từ mô đun MIKE21 SW tại các dãy điểm  $A_n$ ,  $n=1, 30$  sẽ được lấy làm biên để tính toán lan truyền sóng bằng mô hình MIKE 21/3 FM COUPLE cho khu vực nghiên cứu. Nguồn số liệu thứ hai được thu thập là từ hai trạm quan trắc sóng tại Sóc Trăng và Ba Trĩ từ năm 1991 đến tháng 9 năm 2013 với tần suất 6h/lần được xử lý làm đầu vào cho mô hình tính.

Số liệu gió trên toàn miền tính MESH BD được cung cấp bởi Viện Khí tượng Thủy văn trong tháng 6 và tháng 11 năm 2013 và số liệu trong điều kiện bão tháng 11 năm 1997.

Số liệu mực nước được thu thập tại 3 trạm trong sông và ven biển với tần suất đo (1 h/lần) thuộc đồng bằng sông Cửu Long bao gồm An Thuận, Bến Trai, Mỹ Thanh từ năm 1990 đến tháng 9 năm 2013 làm số liệu hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Ngoài ra, các số liệu dao động mực nước ngoài khơi được thu thập và xử lý để làm đầu vào cho các điều kiện biên mở phía biển của mô hình từ 4 sóng triều chính là O1, K1, M2, S2. Các hằng số điều hòa thủy triều ở phía ngoài xa bờ được thu thập từ cơ sở dữ liệu FES2004 của LEGOS và CLS [5].

Số liệu về nhiệt độ và độ muối nước biển được thu thập từ cơ sở dữ liệu WOA13 năm 2013 sử dụng cho mô hình tại các điều kiện biên mở phía biển [6].

Dựa vào bản đồ phân bố trầm tích tầng mặt và tài liệu hướng dẫn lựa chọn các hệ số Manning [6, 7] đã xác định được hệ số nhám đáy biển là 0,002 m.

### Hiệu chỉnh và các trường hợp tính toán

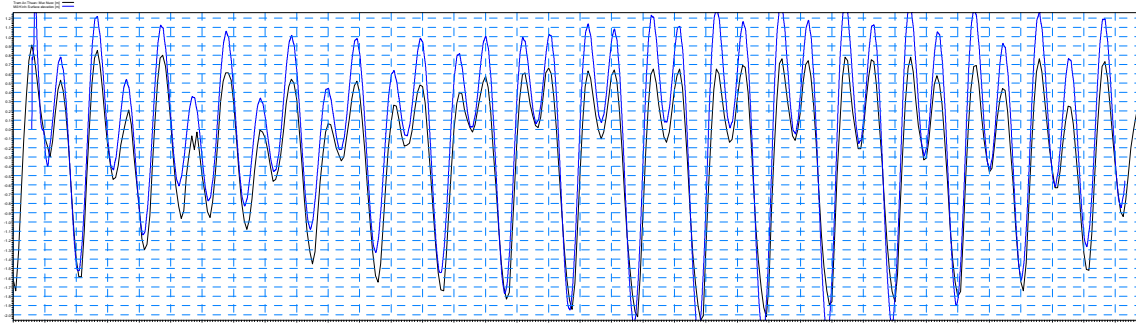
Thời gian mô phỏng: Mô hình được áp dụng tính toán cho mùa gió Tây Nam, Đông Bắc và bão Linda năm 1997.

Dưới đây là những đánh giá dựa trên sơ sở phân tích các kết quả hiệu chỉnh và kiểm định (hình 3, 4):

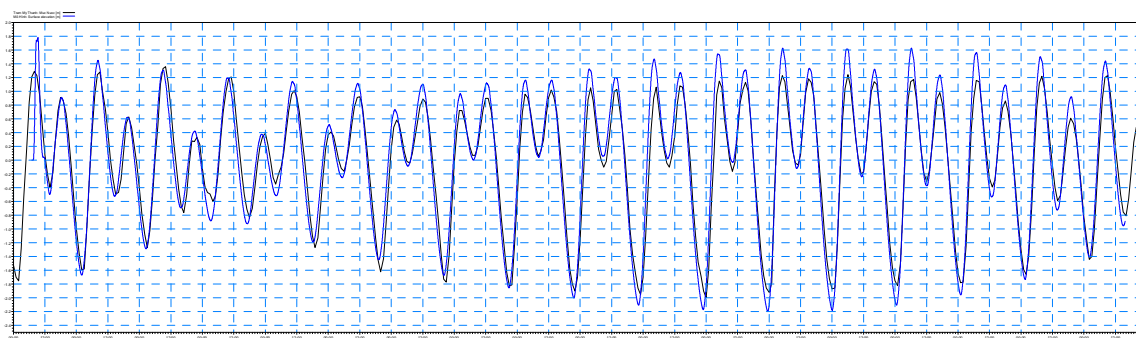
Mực nước tính toán phù hợp với số liệu thực đo cả về biên độ dao động lẫn giá trị tuyệt

đôi và pha triều. Chênh lệch giữa số liệu thực đo và kết quả mô phỏng khoảng từ 5 - 10 cm. Điều đó chứng tỏ rằng, các số liệu biên mực

nước tại các cửa sông (bao gồm dao động triều và mực nước trung bình nhiều năm theo mức cao độ nhà nước) là đáng tin cậy.



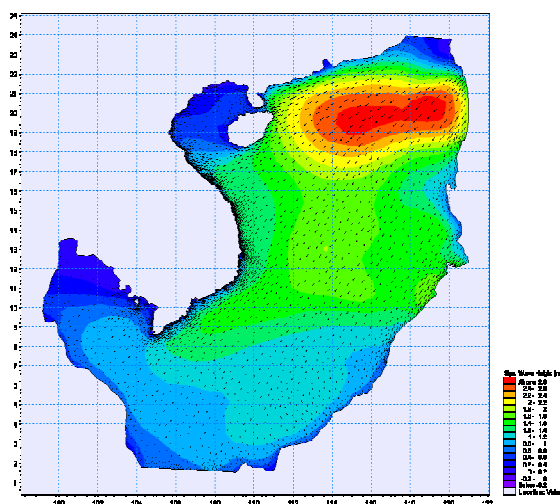
Hình 3. So sánh mực nước thực đo (màu đen) và mô hình (màu xanh) tại trạm An Thuận



Hình 4. So sánh mực nước thực đo (màu đen) và mô hình (màu xanh) tại trạm Mỹ Thanh

## KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

### Tác động của sóng trong điều kiện gió mùa Tây Nam và Đông Bắc

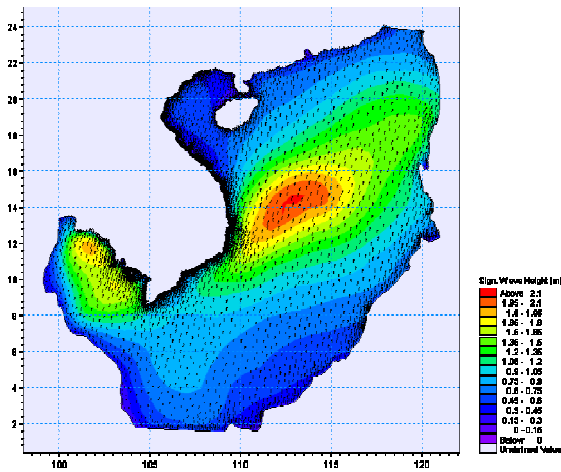


Hình 5. Trường sóng mùa gió ĐB trên biển Đông

Hướng gió trên toàn Biển Đông thay đổi theo mùa gây nên hướng sóng cũng theo hai hướng chính là Đông Bắc và Tây Nam. Vào mùa gió Đông Bắc, sóng trên toàn Biển Đông (hình 5) tác dụng chủ yếu theo hướng Đông Bắc, độ cao sóng đạt từ 0,3 - 2,6 m. Trong mùa gió Tây Nam (hình 6) sóng ngoài khơi Biển Đông dao động trong khoảng 0,7 - 2 m và lan truyền vuông góc với đường bờ và hướng trực tiếp đến cửa sông. Vì vậy, vào thời điểm này khu vực ngoài cửa sông chịu tác động mạnh nhất của sóng và dòng chảy, chiều cao sóng ngoài cửa sông khoảng 0,4 m đến 0,8 m.

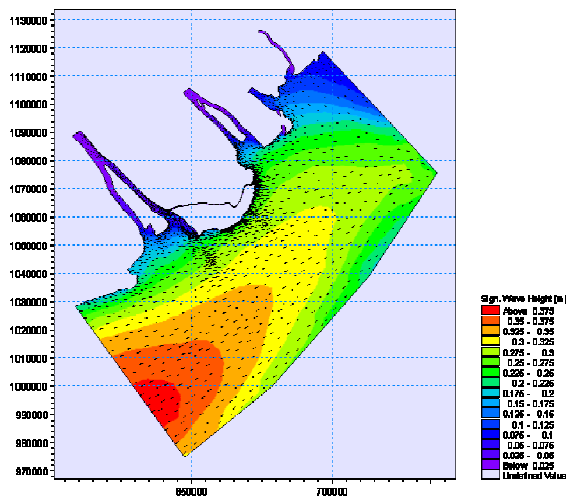
Vùng ven bờ biển được quan tâm ở đây chủ yếu từ 30m độ sâu trở vào các vùng cửa sông. Tuy nhiên có mối quan hệ chặt chẽ về chế độ sóng vùng ven bờ với các loại sóng được hình thành từ các khu vực biển xa bờ. Điều kiện địa hình đã quyết định đến sự biến dạng của các loại sóng làm nên sự khác biệt về hướng cũng

như độ cao sóng giữa hai khu vực ven bờ và vùng biển khơi.



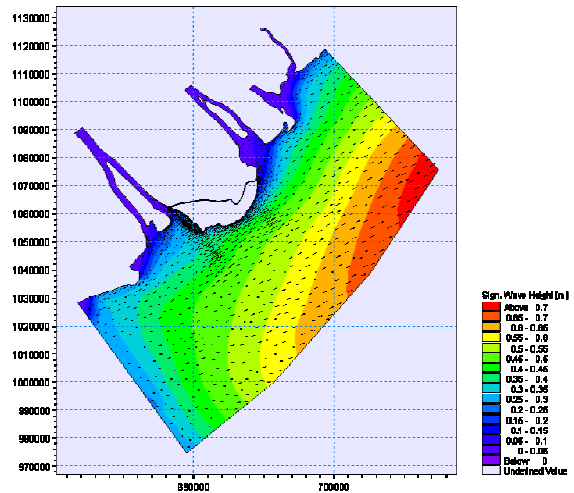
**Hình 6.** Trường sóng mùa gió Tây Nam trên Biển Đông

Mùa gió Đông Bắc tại các khu vực biển ven bờ sóng có hướng Bắc và Đông Bắc chiếm ưu thế với tần suất 56%, độ cao sóng lớn nhất là 1,5 m. Các hướng khác có tần suất nhỏ hơn, thời gian lặng sóng có tần suất 20%. Trong khi đó tại vùng biển xa bờ sóng hướng NE khá thịnh hành với tần suất lớn tới 92%, sóng NE xấp xỉ 1% (hình 7)



**Hình 7.** Trường sóng mùa gió Đông Bắc tại vùng ven biển cửa sông Mê Kông

Mùa gió Tây Nam vùng biển ven bờ sóng hướng Tây Nam có tần suất lớn khoảng 60%, các hướng khác tần suất nhỏ và tản mạn. Tần suất lặng sóng so với mùa Đông Bắc rất nhỏ chiếm 7% (hình 8).



**Hình 8.** Trường sóng mùa gió Tây Nam tại vùng ven biển cửa sông Mê Kông

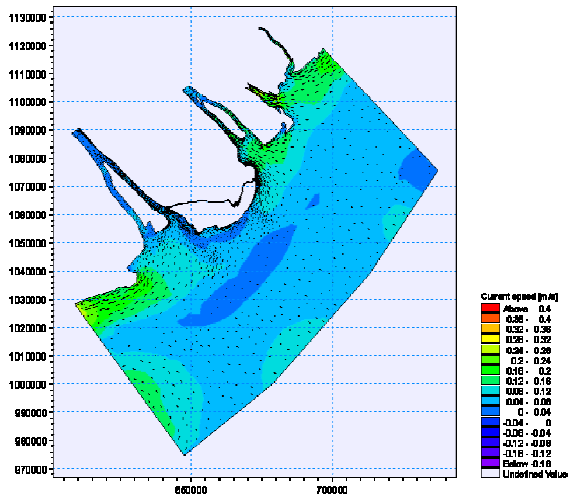
Sóng gió trong vùng cửa sông không lớn do đặc điểm địa hình. Phần chịu tác động sóng nhiều nhất trong vùng cửa sông là phía bên ngoài. Tại đây độ cao sóng cực đại có thể đạt 3 - 4 m (trong điều kiện bão) với các sóng có chu kỳ trung bình 7 - 8 s. Phần bên trong cửa sông độ cao sóng giảm đáng kể do có cây và luồng lạch.

### Trường dòng chảy trong mùa gió Tây Nam và Đông Bắc

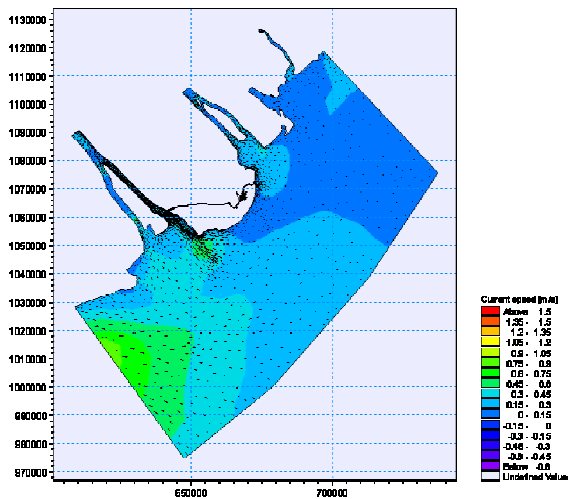
Dòng chảy mô phỏng tại vùng cửa sông Mê Kông là tổng hợp của dòng chảy gió, dòng triều và dòng chảy sông.

Chế độ dòng chảy tương đối phức tạp vừa có tính chất dòng chảy bờ do nguồn nước từ các sông đổ ra, vừa có tính chất dòng chảy ngoài khơi.

Vào mùa gió Tây Nam dòng chảy có hướng thịnh hành là hướng Tây Nam với tần suất 60%, vận tốc trung bình 50 - 60 cm/s, ngoài ra còn có dòng vuông góc với bờ hoặc từ biển chảy vào, từ bờ chảy ra với vận tốc nhỏ xấp xỉ như nhau về tốc độ (hình 9, 10).



**Hình 9.** Trường dòng chảy mùa gió Tây Nam (pha triều lên)



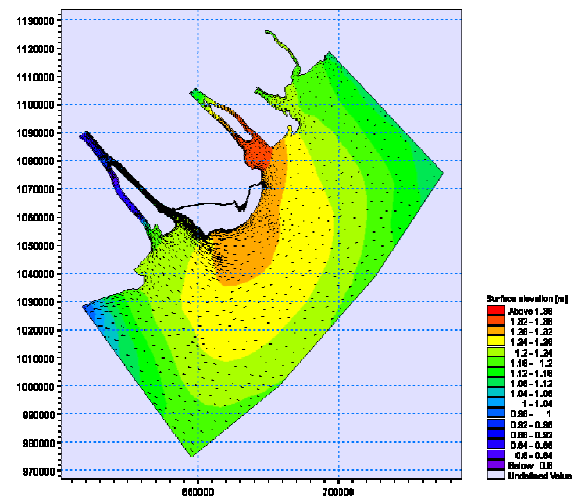
**Hình 10.** Trường dòng chảy mùa gió Tây Nam (pha triều xuống)

Mùa gió Đông Bắc bức tranh phân bố dòng chảy ngược lại so với mùa Tây Nam. Trong mùa này dòng chảy thịnh hành theo hướng Đông Bắc, tốc độ 50 - 60 cm/s, tốc độ dòng lớn nhất khoảng 70 cm/s. Dòng chảy hướng Đông có tần suất 25% và vận tốc đạt khoảng 30 - 50 cm/s (hình 13, 14).

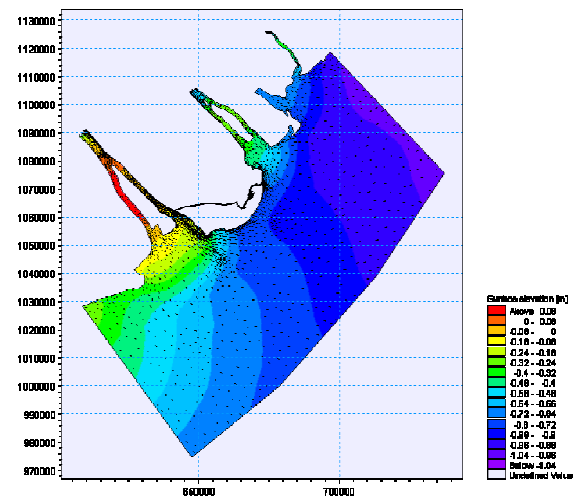
Trong thời gian triều rút, dòng chảy chính chuyển động theo các sông lớn, vận tốc dòng triều rút ở các cửa sông chính nhìn chung lớn.

Khi triều rút dòng chảy tách ra làm hai phần, một phần hướng về phía Vũng Tàu và một phần dọc theo bờ biển chảy xuống phía nam về phía mũi Cà Mau. Vận tốc đạt giá trị khoảng 20 cm/s. Khu vực ven cửa Trần Đề vận tốc dòng triều bé do địa hình nông và thoải.

Khi triều dâng, dòng chảy hướng từ biển chảy vào các sông qua các cửa chính, vận tốc dòng tăng dần theo thời gian. Nhìn chung vận tốc dòng chảy ở cửa Trần Đề lớn hơn các khu vực khác.

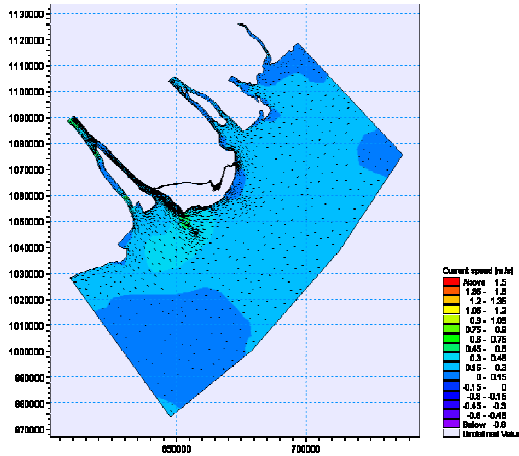


**Hình 11.** Mực nước dâng mùa gió Tây Nam (pha triều lên)

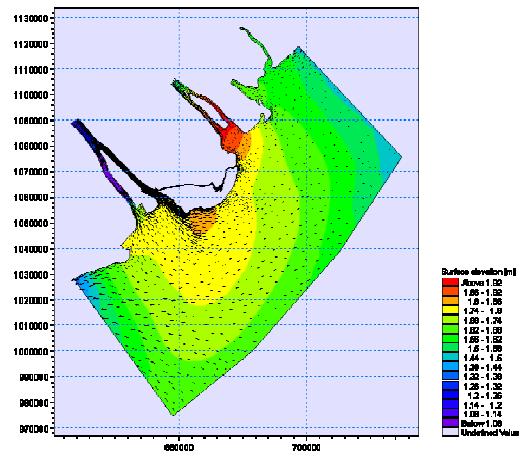


**Hình 12.** Mực nước dâng mùa gió Tây Nam (pha triều xuống)

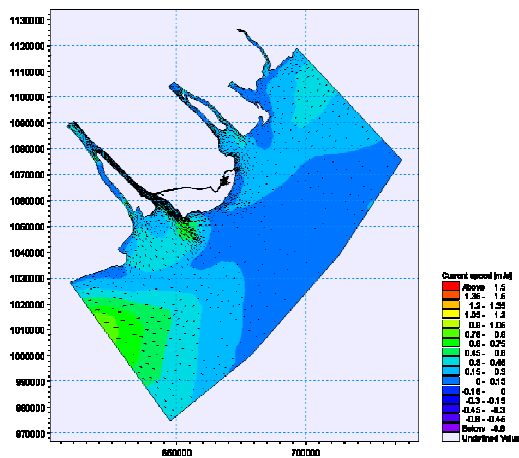




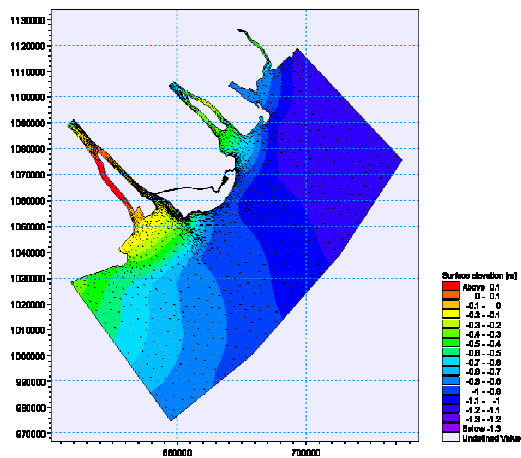
Hình 13. Trường dòng chảy mùa gió Đông Bắc (pha triều lên)



Hình 15. Mực nước dâng mùa gió Đông Bắc (pha triều lên)

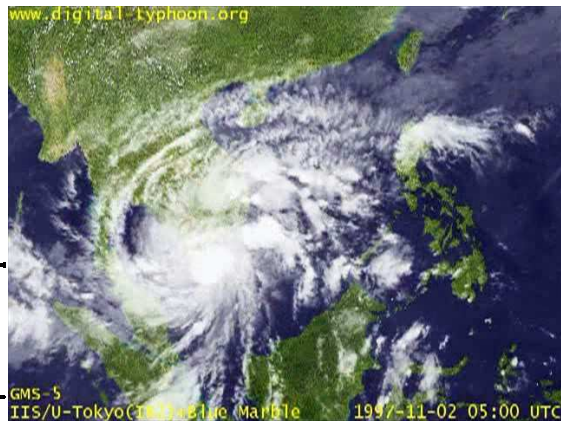
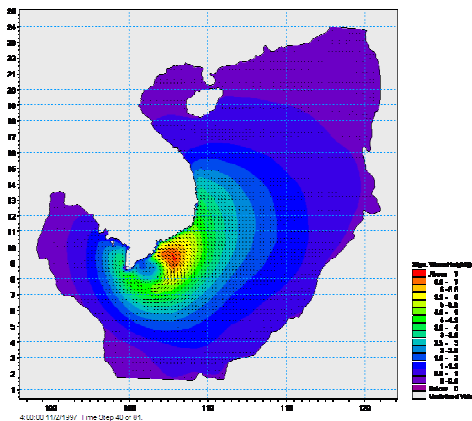


Hình 14. Trường dòng chảy mùa gió Đông Bắc (pha triều xuống)

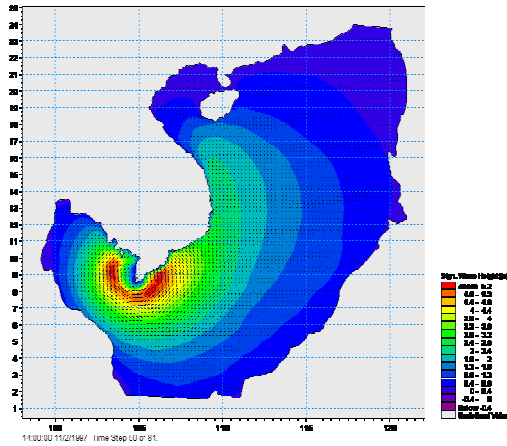


Hình 16. Mực nước dâng mùa gió Đông Bắc (pha triều xuống)

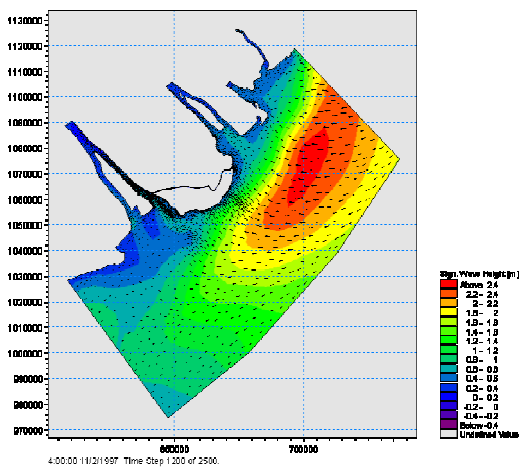
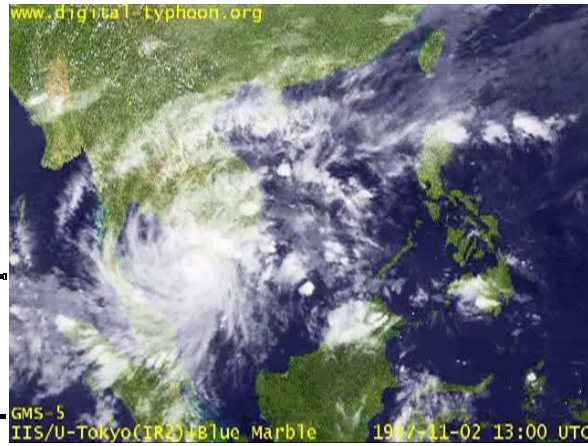
Những tác động của sóng và dòng chảy trong điều kiện bão



Hình 17. Trường sóng trong bão LINDA tại Biển Đông (03 h 02/11/1997)

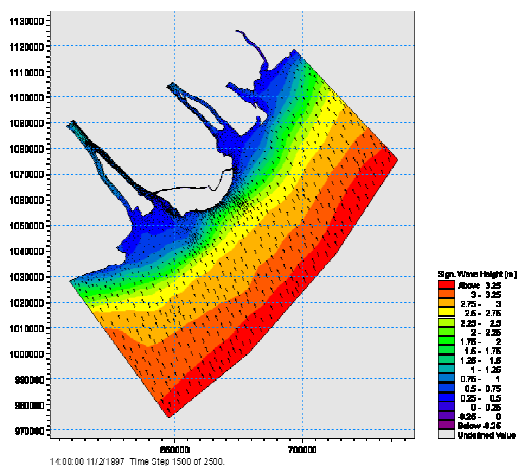


**Hình 18.** Trường sóng trong bão LINDA tại Biển Đông (14 h 02/11/1997)



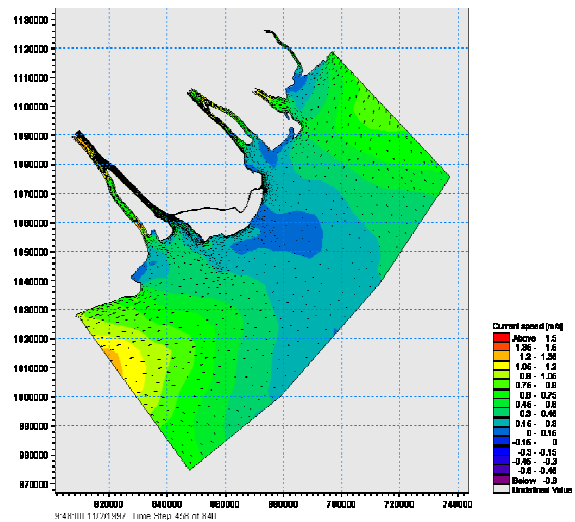
**Hình 19.** Trường sóng bão LINDA lúc 04 h ngày 02/11/1997

Trường sóng được mô phỏng trong hai thời điểm bão đổ bộ vào khu vực cửa sông Mê Kông, độ cao sóng dao động từ 0,7 - 3 m hướng vuông góc với đường bờ và tăng dần từ bờ ra khơi (hình 19, 20), Sóng gió trong vùng cửa sông không lớn do đặc điểm địa hình. Phần chịu tác động sóng nhiều nhất trong vùng cửa sông là phía bên ngoài.

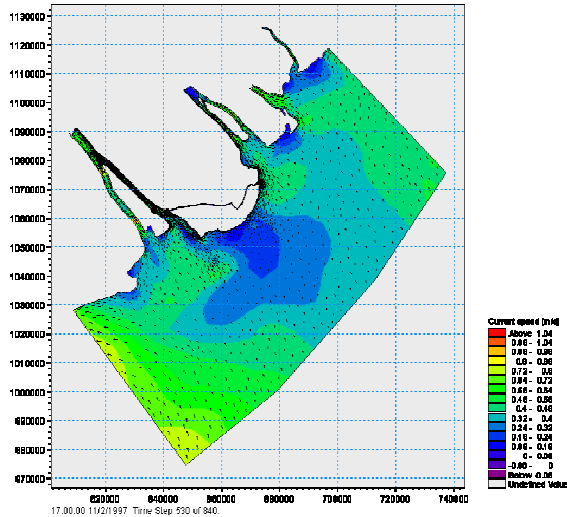


**Hình 20.** Trường dòng chảy bão LINDA lúc 14 h ngày 02/11/1997

Dòng chảy trong hai thời điểm này kết hợp với pha triều lên đạt trong khoảng 1 m/s hướng đi sâu vào trong sông. Khi triều lên, dòng chảy hướng từ biển chảy vào các sông qua các cửa chính, vận tốc dòng tăng dần theo thời gian (hình 21, 22).

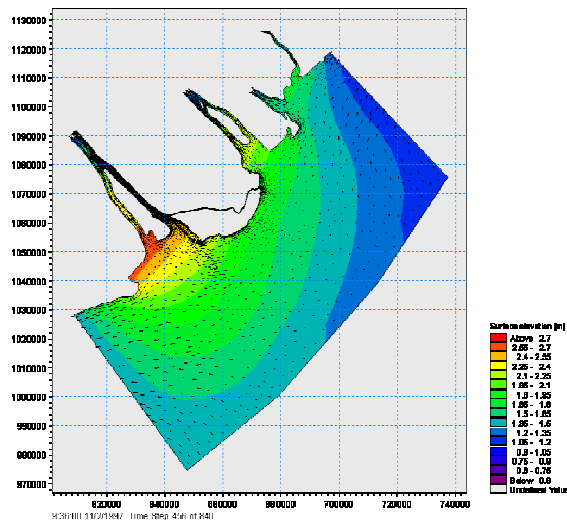


**Hình 21.** Trường dòng chảy bão LINDA lúc 9 h 00 ngày 02/11/1997

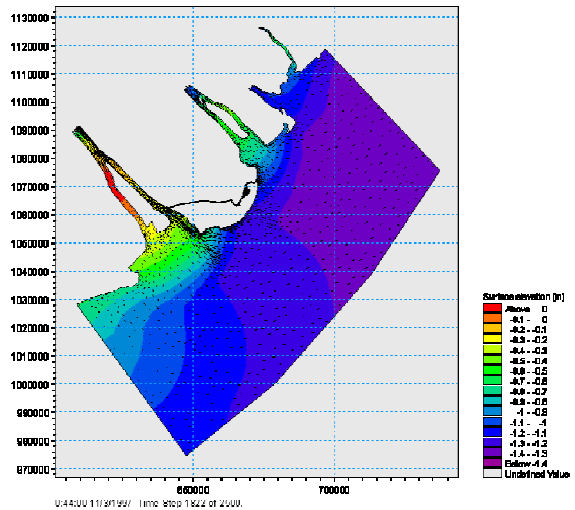


**Hình 22.** Trường dòng chảy bão LINDA lúc 17 h ngày 02/11/1997

Nước dâng do bão trong cơn bão Linda 1997 đổ bộ vào Đông Nam Bộ kết hợp với triều cường và sóng lớn đã làm mực nước biên dâng cao, mực nước đo được sau bão gần 2,7 m, tại một số vùng khác nước dâng cũng khá lớn xấp xỉ 1,5 m (hình 23, 24). Mặt khác tại vùng Đông Nam Bộ còn có hiện tượng mực nước biên dâng cao vào kỳ triều cường khi gió mùa Đông Bắc duy trì với một thời gian dài trên Biên Đông đã gây ngập lụt các vùng đô thị, ven bờ, trong đó có tp. Hồ Chí Minh.



**Hình 23.** Mực nước dâng trong bão LINDA lúc 9 h 00 ngày 02/11/1997



**Hình 24.** Mực nước rút sau bão LINDA lúc 4h ngày 03/11/1997

## KẾT LUẬN

Mô hình MIKE cùng với việc xác định các điều kiện biên cho mô hình để nghiên cứu động lực sóng và dòng chảy trong hai mùa gió Đông Bắc và Tây Nam tại vùng ven biển cửa sông Mê Kông đạt kết quả khả quan thông qua các kết quả kiểm định với số liệu mực nước thực đo tại ba trạm cố định và so sánh chúng với kết quả của những nghiên cứu trước đây [1, 8-10]. Từ những kết quả đó, nghiên cứu này có thể đưa ra những kết luận sau:

Sóng gió trong vùng cửa sông không lớn do đặc điểm địa hình. Phân chịu tác động sóng nhiều nhất trong vùng cửa sông là phía bên ngoài cửa. Tại đây độ cao sóng cực đại có thể đạt 3 - 4 m (trong điều kiện bão) với các sóng có chu kỳ trung bình 7 - 8 s. Phần bên trong cửa sông độ cao sóng giảm đáng kể do có cây và luồng lạch.

Dòng chảy tại vùng biển Đông Nam Bộ là tổng hợp của dòng chảy gió, dòng triều và dòng chảy sông. Trong đó, dòng triều tuần hoàn có vai trò quan trọng quyết định đến tính chất chung của dòng chảy tổng hợp. Tuy nhiên sự biến đổi theo mùa của trường gió và lưu lượng sông gây ra sự biến đổi mùa của trường dòng chảy trong khu vực nghiên cứu. Dựa trên những kết quả tính từ mô hình, đặc điểm dòng chảy theo mùa và theo pha triều có những đặc điểm sau:



Trong mùa gió tây nam dòng chảy có hướng thịnh hành là hướng Tây Nam với tần suất 60%, với tốc độ trung bình từ 30 - 50 cm/s, lớn nhất 70 cm/s, dòng chảy hướng Tây tần suất 20%. Ngoài ra còn có dòng chảy hướng vuông góc với bờ hoặc từ ngoài biển chảy vào, hoặc từ bờ chảy ra với vận tốc nhỏ xấp xỉ 20 cm/s.

Trong mùa gió Đông Bắc bức tranh phân bố dòng chảy ngược lại so với Tây Nam. Dòng chảy hướng Đông Bắc có tốc độ từ 40 - 60 cm/s chiếm ưu thế với tần suất trên 60%, tốc độ dòng lớn nhất khoảng 70 cm/s. Dòng chảy theo hướng Đông Đông Bắc có tần suất khoảng 30%, vận tốc nhỏ hơn, dòng chảy hướng Đông có tần suất cũng xấp xỉ 25% tuy nhiên vận tốc chỉ khoảng 30 - 40 cm/s. Tốc độ dòng chảy từ bờ chảy ra có tốc độ lớn hơn dòng chảy có hướng từ biển chảy vào.

Trong điều kiện có bão, nước dâng kết hợp với triều cường và sóng lớn đã làm mực nước biển dâng cao, mực nước đo được sau bão gần 2,7 m, tại một số vùng khác nước dâng cũng khá lớn xấp xỉ 1,5 m, sóng lớn và dòng chảy dọc bờ là hai nhân tố chính phá hủy bờ mang trầm tích ra ngoài. Sau khi cơn bão kết thúc trầm tích ngoài khơi được mang lại, quá trình này phần nào đã làm cân bằng bồi xói tại vùng nghiên cứu.

Sự bồi xói và truyên tải - khuyếch tán trầm tích và vật chất lơ lửng tại vùng cửa sông Mê Kông phụ thuộc vào các yếu tố như dòng chảy, sóng, lượng nước sông. Tất cả các quá trình này tương tác lẫn nhau và luôn biến đổi theo thời gian, không gian.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Kỳ Phùng, Lê Mạnh Tân, 2006. Nghiên cứu tính toán hiện tượng nước dâng do bão bằng phương pháp số dựa trên hệ phương trình thủy động lực học ba chiều. Tạp chí khoa học và Công nghệ biển, 6(3): 15-25.
2. DHI - MIKE 21/3 Couple Model FM, User Guide, DHI Software 2007.
3. Vũ Thanh Ca, 2004. Phương pháp xử lý các điều kiện biên cứng và biên mở trong các mô hình sóng tuyến tính không dừng. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, số 6, Tr. 49-56.
4. ERDDAP - NOAA WaveWatch III (NWW3) Global Wave Model - Data Access Form.
5. Lyard, F., Lefevre, F., Letellier, T., & Francis, O., 2006. Modelling the global ocean tides: modern insights from FES2004. Ocean Dynamics, 56(5-6): 394-415.
6. World Ocean Atlas, 2013. "National Oceanographic Data Center.
7. Arcement Jr, G. J., & Schneider, V. R., 1989. Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains United States Geological Survey Water-supply Paper 2339. pubs.usgs.gov/wsp/2339/report.pdf.
8. Lê Đình Mậu và nnk, 2011. Đặc điểm chế độ gió, sóng tại vùng biển ven bờ Bình Thuận - Cà Mau. Tuyển tập báo cáo: Hội nghị Khoa học và Công nghệ biển toàn quốc lần thứ V, Tr. 257-263.
9. Lê Đình Mậu, 2009. Đặc điểm phân bố các đặc trưng sóng tại vùng biển ven bờ tỉnh Bình Thuận. Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển, 9(4): 25-37.
10. Nguyễn Ngọc Thụy, 1982. Thủy triều đồng bằng sông Cửu Long và vùng biển kề cận. Báo cáo tại: Hội thảo Quốc tế về xâm nhập mặn ở ĐBSCL, tp. Hồ Chí Minh.
11. Katopodi, I., & Ribberink, J. S., 1992. Quasi-3D modelling of suspended sediment transport by currents and waves. Coastal Engineering, 18(1): 83-110.

## STUDY ON COASTAL HYDRODYNAMIC REGIME IN THE MEKONG RIVER MOUTH AREA

**Nguyen Ngoc Tien**

Institute of Marine Geology and Geophysics, VAST

**ABSTRACT:** *This study shows some results of computed hydrodynamic processes **by** using MIKE 21/3 COUPLE model, **including** hydrodynamic (HD), spectral wave (SW) modules. The outputs are waves, currents and water levels fluctuation in storms and monsoon conditions. The study results **represent** the hydrodynamic processes in Mekong River mouth area under the impact of land-sea interaction processes. These results are helpful to find out the mechanism of accretion, erosion, sedimentation processes in study region. It may **serve** as the good information for planning and proposing the suitable training measures for **socio-economic** sustainable development.*

**Keywords:** *MIKE, model, dynamics, Mekong River.*