

## ỨNG DỤNG MÔ HÌNH MIKE 21/3 FM COUPLE NGHIÊN CỨU QUÁ TRÌNH VẬN CHUYỂN TRẦM TÍCH TẠI VỊNH CAM RANH

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

Ngày nhận bài: 21-5-2014

**TÓM TẮT:** Trong bài báo này, Mô hình MIKE 21/3 FM COUPLE được áp dụng để đánh giá tác động của sóng gió, thủy triều mùa gió Tây Nam ảnh hưởng tới quá trình vận chuyển trầm tích và biến đổi địa hình đáy vùng biển vịnh Cam Ranh. Kết quả nghiên cứu cho thấy: Trong mùa gió Tây Nam ảnh hưởng của sóng gió và dòng chảy đến xu thế vận chuyển trầm tích và biến đổi địa hình đáy tại vùng biển vịnh Cam Ranh không mạnh. Trong mùa này thủy triều đóng vai trò chủ đạo đến đặc điểm lan truyền trầm tích. Trong pha triều lên, thủy triều làm tăng cường sự xâm nhập của nước biển và trầm tích vào sâu trong các đầm phá. Vào pha triều xuống, yếu tố này làm tăng cường sự phát tán của trầm tích ra phía ngoài cửa vịnh do vậy tích tụ trầm tích tại khu vực và biến đổi địa hình đáy là không lớn.

**Từ khóa:** Mô hình, Trầm tích, Cam Ranh.

### MỞ ĐẦU

Vịnh Cam Ranh là tài nguyên vô giá mà thiên nhiên ban tặng cho vùng đất này. Theo tài liệu đã được công bố, vịnh Cam Ranh có diện tích hơn 60 km<sup>2</sup>, chỗ rộng nhất khoảng 6 km, ăn sâu vào nội địa chừng 12 km, thông với biển bởi một cửa rộng khoảng 3 km. Hoạt động gió mùa theo hai hướng chủ đạo trong năm là Đông Bắc và Tây Nam, điều kiện hải văn như sóng thay đổi theo mùa độ cao của sóng mùa gió Tây Nam thường nhỏ hơn so với mùa gió Đông Bắc, dòng chảy trên toàn bề mặt vịnh biến đổi phức tạp (tốc độ dòng khảo sát năm 2003 biến đổi từ 6-46 cm/s. Khu vực cửa vịnh phần lớn có độ sâu từ 18-32 m, tàu trên 3 vạn tấn có thể ra vào bất cứ lúc nào. Vịnh có ưu điểm là chỉ cách đường hàng hải quốc tế 1 giờ tàu biển (cảng Hải Phòng cách 18 giờ). Thủy triều trong vịnh khá đều đặn, có chế độ nhật triều không đều. Điều kiện tự nhiên thuận lợi này có ý nghĩa rất lớn về kinh tế và kỹ thuật hàng hải.

Là một trong những vịnh thuộc tỉnh Khánh Hòa quan trọng về an ninh quốc phòng, phát triển kinh tế và dân sinh chính vì vậy việc nghiên cứu các quá trình thủy thạch động lực là một vấn đề cấp thiết nhằm đưa ra những phân tích, đánh giá và định hướng lâu dài về xây dựng các công trình biển, bảo vệ tài nguyên và môi trường. Để có được những phân tích và đánh giá đó bộ mô hình MIKE 21/3 FM COUPLE đã được sử dụng với mục đích là nghiên cứu các chế độ động lực biển nhằm đánh giá chính xác quá trình vận chuyển trầm tích và biến đổi địa hình đáy tại khu vực nghiên cứu. Nghiên cứu này được hoàn thành với sự hỗ trợ kinh phí của Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam năm 2013.

### 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.

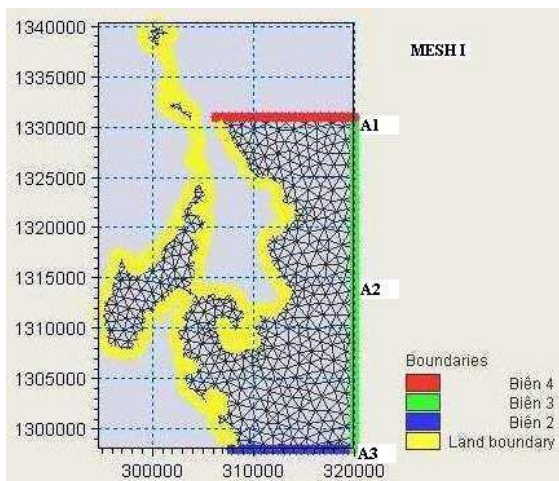
Module phổ sóng để xác định trường sóng và ứng suất sóng.

Module vận chuyển và lắng đọng trầm tích (MIKE21/3ST) để mô phỏng quá trình diễn biến hình thái và vận chuyển trầm tích rời.

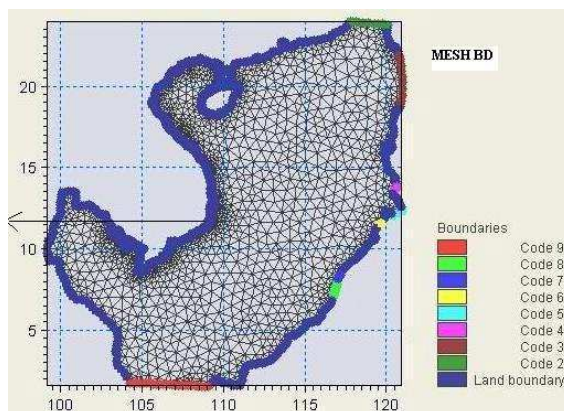
Tính toán các điều kiện biên của mô hình đã sử dụng các module khác trong mô hình MIKE như: Module phổ sóng gió ven bờ MIKE 21 - SW: Mô phỏng lan truyền sóng từ ngoài khơi vào bờ.

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

Xây dựng lưới tính: Lưới tính toàn Biển Đông (Mesh BD) (hình 2) phục vụ cho tính toán thủy triều trên toàn Biển Đông làm điều kiện biên mực nước cho lưới tính thủy lực và để tính sóng ngoài khơi truyền vào khu vực nghiên cứu (Mesh I) hình 1.



Hình 1. Lưới tính cho khu vực nghiên cứu



Hình 2. Lưới tính cho khu vực Biển Đông

Địa hình vùng nghiên cứu được xây dựng trên bản đồ có tỉ lệ 1:50.000 với các đường đồng mức 0,5 m, hệ quy chiếu UTM, zone 49. Độ sâu khảo sát là từ mép nước tới 30 m tại khu vực cửa vịnh và phía ngoài khu vực đảo Bình Ba - Cam Ranh và quy về độ sâu hải đồ và được số hóa từ bản đồ Hải quân.

Nguồn số liệu thứ hai phía ngoài vịnh sử dụng cơ sở dữ liệu GEBCO -1/8 có độ phân dải 0,5 phút.

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.

Số liệu nhiệt độ và độ muối nước biển ngoài khơi vịnh Cam Ranh được thu thập từ cơ sở dữ liệu WOA 2013 để sử dụng cho mô hình tính các điều kiện biên mở phía biển [1].

Số liệu sóng được tính toán từ mô hình sóng và được kiểm tra với kết quả tính từ mô hình toàn cầu WAVEWATCH III. Sau khi tính toán cho cả Biển Đông, kết quả tính lan truyền sóng vào bờ theo MIKE21 SW tại các dãy điểm A1, A2, A3 sẽ được lấy làm biên để tính toán lưới dày hơn (Mesh I) gần khu vực cửa vịnh và ra ngoài khơi cách bờ khoảng 4 km, kéo dài dọc hai phía cửa vịnh 6 km [2, 3].

Số liệu gió trên toàn miền tính (MESH BD) được được cung cấp bởi Viện Khí tượng Thủy văn trong tháng 11 năm 2009 và tháng 6 năm 2013.

Tham số nhám đáy (bottom roughness) trong nghiên cứu này lựa chọn sử dụng các hệ số Manning (n) biến đổi theo không gian với giá trị 0,018÷0,023. Các hệ số manning lớn hơn ở điều kiện trầm tích đáy là vật liệu thô và nhỏ hơn ở điều kiện trầm tích đáy là hạt mịn. Căn cứ để tính toán các hệ số này dựa vào bản đồ phân bố trầm tích tầng mặt và tài liệu hướng dẫn lựa chọn các hệ số manning [4]. Vận tốc lắng đọng của trầm tích lơ lửng được chọn là 0,1 mm/s [5, 6].

### Các trường hợp tính toán

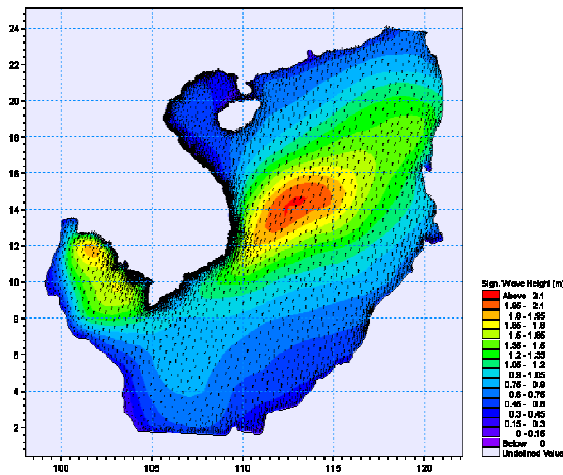
Thời gian mô phỏng: Bão tháng 11 năm 2009 và gió mùa Tây Nam năm 2013. Vào mùa

này, gió chủ yếu thổi theo hai hướng Đông Bắc và Tây Nam, nhưng chủ yếu là Tây Nam, song song với đường bờ biển vịnh Cam Ranh. Hướng này tạo nên hướng sóng chủ đạo có tác động đáng kể tới diễn biến đường bờ theo mùa.

### KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

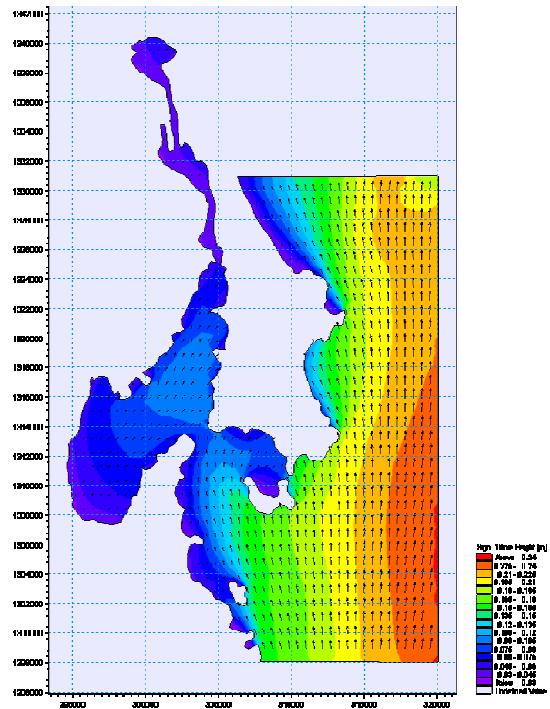
#### Tác động của sóng trong điều kiện gió mùa Tây Nam

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 3) tác dụng chủ yếu theo hướng Đông Bắc, độ cao sóng đạt từ 0,3 ÷ 2,6 m, do hướng đường bờ nằm theo hướng Tây Nam nên sóng ngoài khơi Biển Đông lan truyền tác dụng vuông góc với đường bờ và hướng trực tiếp đến cửa vịnh, vào thời điểm này khu vực ngoài cửa vịnh chịu tác động mạnh nhất của sóng và dòng chảy, chiều cao sóng ngoài cửa vịnh khoảng 0,2 đến 0,4 m.



Hình 3. Trường sóng gió mùa Tây Nam trên Biển Đông

Vào mùa gió Tây Nam, hướng sóng trên toàn Biển Đông (hình 3) chủ yếu theo hướng này, độ cao sóng trên toàn biển đạt từ 0,2 ÷ 2,4 m, đường bờ biển tỉnh Khánh Hòa lồi lõm do đó hiện tượng khúc xạ sóng theo địa hình xảy ra. Khu vực ngoài cửa vịnh (hình 4) độ cao sóng chỉ đạt 0,4 m. Sóng được truyền vào vùng cửa vịnh chỉ đạt trung bình 0,02 m.

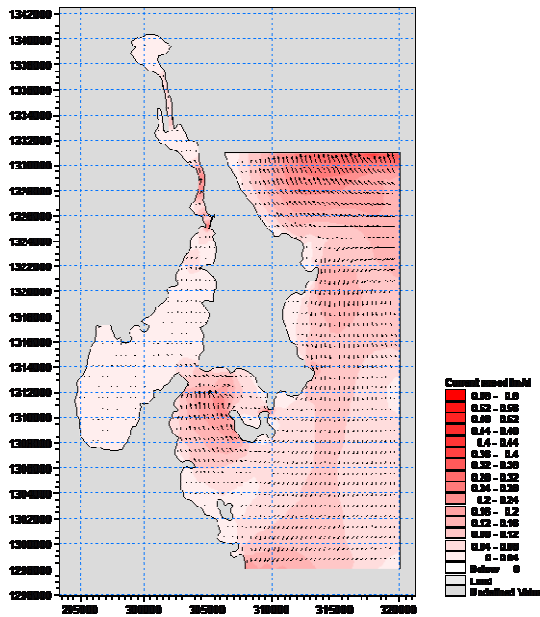


Hình 4. Trường sóng gió mùa Tây Nam tại vùng biển Cam Ranh

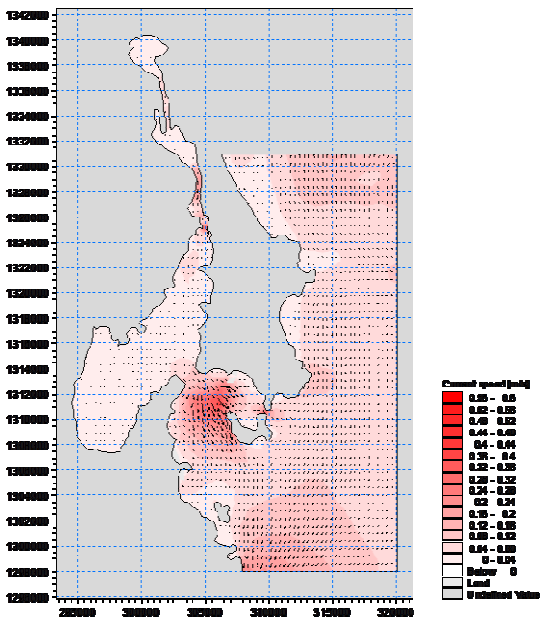
Sóng gió trong vịnh Cam Ranh không lớn do đặc điểm địa hình (có nhiều eo và một số đảo chắn). Phần chịu tác động sóng nhiều nhất trong vịnh Cam Ranh là phía bên ngoài. Tại đây độ cao sóng cực đại có thể đạt 1 - 2 m (trong điều kiện bão) với các sóng có chu kỳ trung bình 1 - 2 s. Phần bên trong vịnh Cam Ranh độ cao sóng giảm đáng kể do có eo Hòn Lương (đảo Bình Ba). Tác động sóng mạnh nhất là vùng ven bờ phía Bắc thị trấn Ba Ngòi (6 - 8 km) độ cao sóng cực đại có thể đạt tại vùng này là 0,5 ÷ 1 m. Hướng sóng có tác động mạnh nhất cho khu vực vịnh Cam Ranh là hướng Đông Nam.

#### Trường dòng chảy trong mùa gió Tây Nam

Vào thời điểm nước lớn của tháng 6 hướng dòng chảy tổng hợp ở vùng cửa vịnh Cam Ranh biến động mạnh theo phạ dao động của mực nước triều. Trong pha triều lên, dòng chảy có hướng từ biển vào phía trong cửa vịnh. Ở phía ngoài vịnh, hướng dòng chảy chủ yếu là Đông Nam - Tây Bắc (hình 5). Trong pha triều này, các khối nước đi từ phía ngoài vào vùng ven bờ vịnh. Vận tốc dòng chảy phổ biến trong khoảng 0,2 ÷ 0,5 m/s.



Hình 5. Trường dòng chảy tháng 6 (pha triều lên)



Hình 6. Trường dòng chảy tháng 6 (pha triều xuống)

Trong pha triều xuống tốc độ dòng chảy lớn hơn (đặc biệt là các lớp nước trên mặt). Vận tốc dòng chảy ở pha triều này phổ biến dao động trong khoảng  $0,2 \div 0,7$  m/s (hình 6). Hướng dòng chảy chủ yếu theo hướng từ bờ ra phía ngoài.

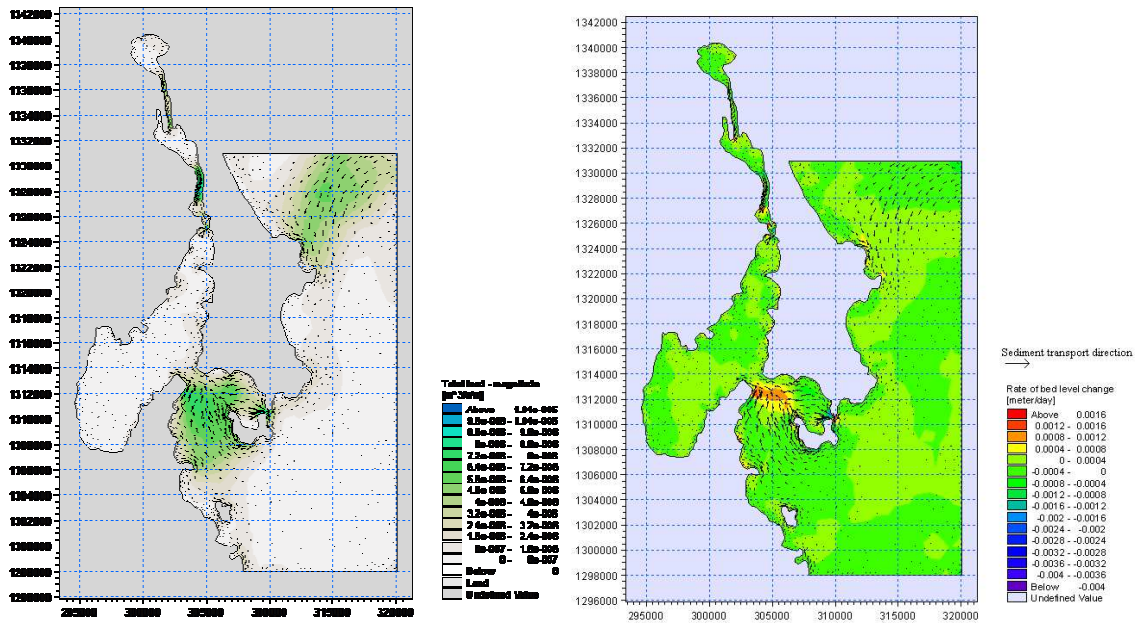
**Vận chuyển trầm tích và biến đổi địa hình đáy trong mùa gió Tây Nam**

Trong tháng 6 (mùa khô) đặc điểm vận chuyển và lắng đọng của trầm tích có liên quan chặt chẽ đến chế độ thủy động lực và nguồn cung cấp trầm tích. Do vịnh Cam Ranh, lưu lượng các con sông đổ ra không nhiều vì vậy hàm lượng trầm tích của các sông thường có giá trị không lớn nên phạm vi phát tán của trầm tích ra vùng biển phía ngoài cũng rất hạn chế.

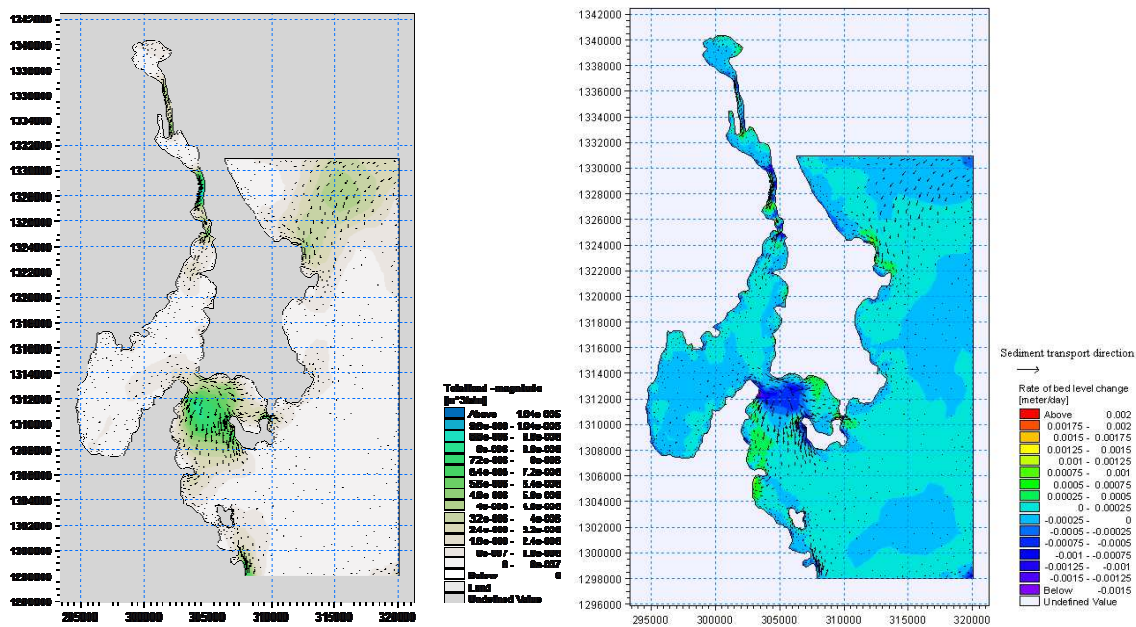
Trong pha triều lên trường dòng chảy có hướng từ phía biển vào cửa vịnh vì vậy vùng có hàm lượng trầm tích cao (chủ yếu là trầm tích lơ lửng) bị đẩy dần về phía trong vịnh vùng nước có hàm lượng trầm tích lơ lửng cao chỉ ở sát phía ngoài cửa vịnh và phía trong cửa Bình Ba (hình 7). Các khu vực khác hàm lượng trầm tích không lớn.

Trong pha triều xuống, khối nước từ vịnh hướng ra biển có điều kiện phát triển mạnh hơn nên dòng chảy lại đưa trầm tích phát triển ra phía biển. Tuy nhiên do lưu lượng nước trong mùa khô khá nhỏ nên sự chênh lệch phạm vi của vùng nước có hàm lượng trầm tích cao trong pha triều lên và triều xuống là không lớn (hình 8).

Trong cả con nước hàm lượng trầm tích chủ yếu là trầm tích lơ lửng có giá trị khá nhỏ vì vậy sự thay đổi địa hình đáy chỉ dao động từ 0,002 đến 0,03 m.



Hình 7. Vận chuyển trầm tích và biến đổi địa hình đáy tháng 6 lúc triều lên



Hình 8. Vận chuyển trầm tích và biến đổi địa hình đáy tháng 6 lúc triều xuống

**Những tác động trong điều kiện bão**

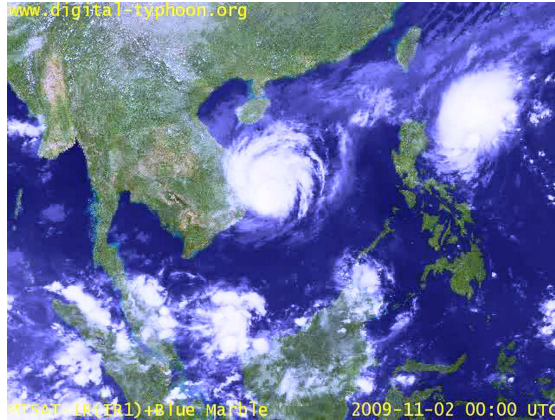
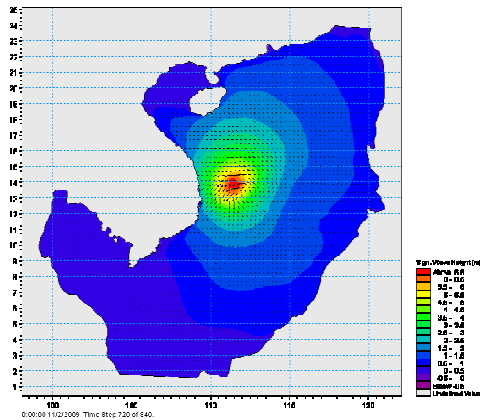
Khu vực miền Trung hàng năm chịu ảnh hưởng nặng nề của các cơn bão, gây nên thiệt hại nặng nề cho người dân địa phương. Việc mô phỏng quá trình cũng như tác động của bão đến

cửa vịnh nhằm đánh giá nguyên nhân và ảnh hưởng của hiện tượng đặc biệt này đến khu vực.

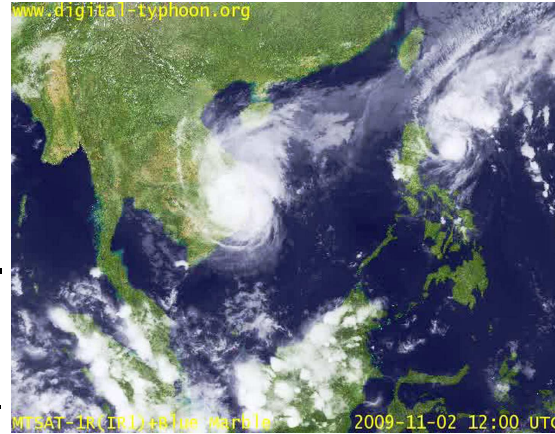
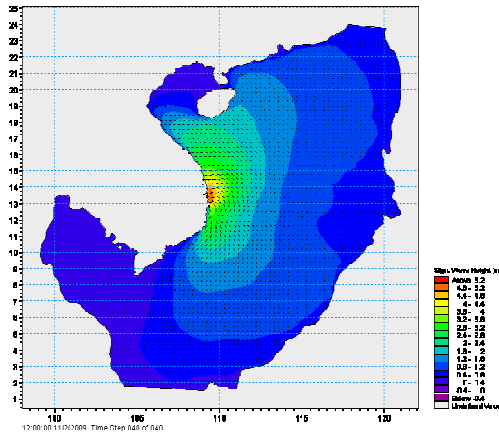
Hình ảnh mô phỏng cơn bão MIRINAE tháng 11 năm 2009 đổ bộ vào khu vực Biển Đông cho thấy trường sóng trong bão phù hợp với hình ảnh vệ tinh của cơn bão này về vị trí

tâm bão cũng như hướng dịch chuyển (hình 9, 10). Tại khu vực cửa Cam Ranh, do ảnh hưởng của bão sóng hướng thẳng vào cửa, vuông góc

với đường bờ biển, chiều cao sóng lên tới 1 đến 3 m. Sóng tiến sát vào phía cửa vịnh với chiều cao khoảng 0,5 m (hình 11, 13).



**Hình 9.** Trường sóng trong bão MIRINAE tại Biển Đông (0h 02/11/2009)



**Hình 10.** Trường sóng trong bão MIRINAE tại Biển Đông (12h 02/11/2009)

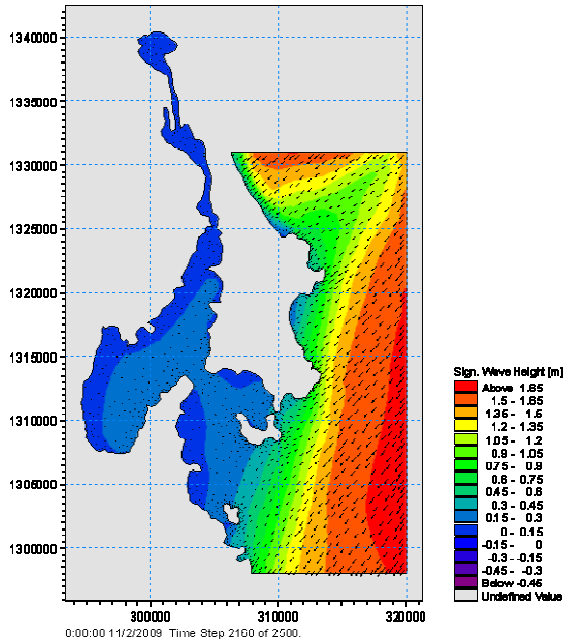
Với biên độ triều nhỏ, thủy triều đã không làm tăng cường hoặc hạn chế sự phát tán của quá trình vận chuyển trầm tích từ trong vịnh ra phía ngoài vì vậy trong điều kiện bão thủy triều đã không ảnh hưởng nhiều đến phân bố trầm tích theo không gian (hình 12, 14).

Những ảnh hưởng đồng thời của sóng và gió đã được khảo sát thông qua các kịch bản tính toán và phân tích giữa các trường hợp tháng 6.

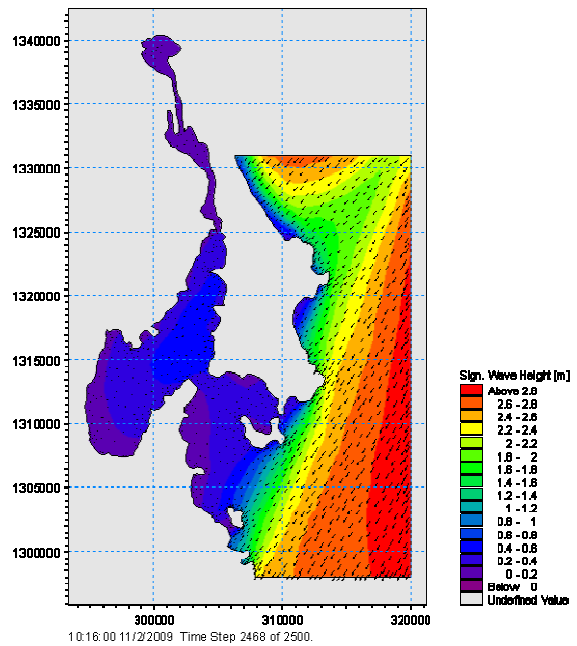
Trong điều kiện bão sóng và dòng ven bờ là hai yếu tố chính đưa trầm tích từ ngoài khơi vào

bờ và ngược lại phá hủy bờ mang theo trầm tích ra ngoài (hình 11, 12). Quá trình này đã làm cân bằng bồi xói khi cơn bão kết thúc. Sóng và gió trong bão cộng với pha triều lên làm tăng cường sự khuếch tán trầm tích ở các tầng nước phía dưới lên các tầng trên mặt (hình 15). Vào pha triều xuống, ảnh hưởng của sóng- gió cũng làm độ đục ở phía ngoài tăng lên đáng kể.

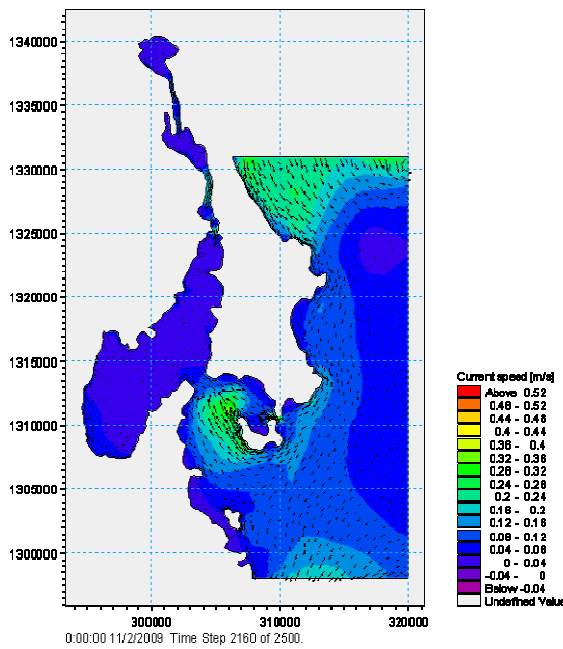
Trong thời gian bão, chủ yếu xảy ra nước dâng, dòng ven bờ lớn. Diễn biến quá trình vận chuyển trầm tích lơ lửng và biến động địa hình đáy được thể hiện ở hình 15.



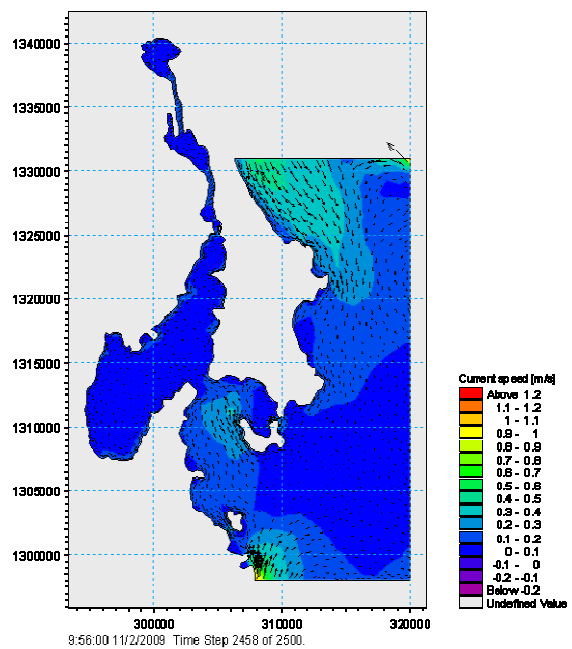
Hình 11. Trường sóng bão MIRINAE lúc 0h ngày 02/11/2009



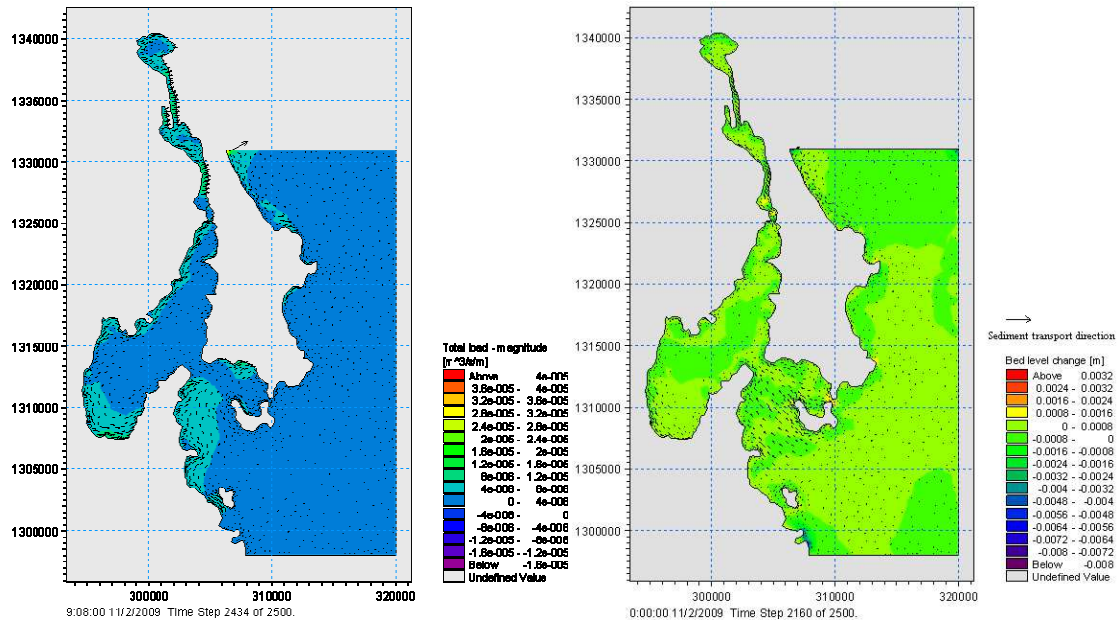
Hình 13. Trường sóng bão MIRINAE lúc 10h16 ngày 02/11/2009



Hình 12. Trường dòng chảy bão MIRINAE lúc 0h ngày 02/11/2009



Hình 14. Trường dòng chảy bão MIRINAE lúc 10h16 ngày 02/11/2009



Hình 15. Phân bố trầm tích lơ lửng và trầm tích đáy trong bão MIRINAE

## KẾT LUẬN

Mô hình MIKE cùng với việc xác định các điều kiện biên cho mô hình để xác định ảnh hưởng của sóng gió, thủy triều trong mùa gió Tây Nam và trong điều kiện có bão đến quá trình vận chuyển trầm tích và biến đổi địa hình đáy tại vịnh Cam Ranh có thể chấp nhận được thông qua các kết quả được kiểm chứng với số liệu thực đo [7]. Từ những kết quả đó, có thể đưa ra được những kết luận sau:

Trường sóng trong mùa gió Tây Nam và trong điều kiện bão tại vịnh Cam Ranh không lớn do đặc điểm địa hình (có nhiều eo và một số đảo chắn). Phần chịu tác động sóng nhiều nhất trong vịnh Cam Ranh là phía bên ngoài. Tại đây độ cao sóng cực đại có thể đạt  $2 \div 4$  m (khi có bão lớn) với các sóng có chu kỳ trung bình  $5 \div 8$  s. Phần bên trong vịnh Cam Ranh độ cao sóng giảm đáng kể do có eo Hòn Lương. Tác động sóng mạnh nhất là vùng ven bờ phía Bắc thị trấn Ba Ngòi, độ cao sóng cực đại có thể đạt từ  $0,5 \div 1$  m. Các vùng khác trong vịnh Cam Ranh có độ cao sóng không đáng kể. Hướng sóng có tác động mạnh nhất cho khu vực vịnh Cam Ranh là hướng Đông Nam.

Dòng triều mạnh nhất tại các vùng hẹp (eo Hòn Lương) tốc độ dòng cực đại khi triều lên

có thể đạt  $0,2 \div 0,5$  m/s, còn khi triều xuống là  $0,3 \div 0,6$  m/s. Vùng dòng triều tương đối yếu là vùng trong đầm, tốc độ cực đại  $0,1 \div 0,4$  m/s. Tốc độ dòng triều trung bình cao nhất ở khu vực cửa vịnh.

Dao động mực nước tại Cam Ranh mang tính chất nhật triều không đều. Do đặc điểm địa hình của vịnh Cam Ranh (trục vịnh dài, một cửa chính) khi có bão có thể gây ra hiện tượng nước dâng. Đồng thời dòng chảy do gió có thể gây hiện tượng nước dồn hoặc nước rút tại các khu vực bờ phía Đông Nam và Tây Nam của vịnh Cam Ranh.

Đặc điểm vận chuyển trầm tích và biến đổi địa hình đáy trong mùa gió Tây Nam vùng vịnh Cam Ranh hầu như không đáng kể. Trong đó, thủy triều đóng vai trò chủ đạo đến đặc điểm lan truyền, lắng đọng trầm tích ở khu vực này. Trong pha triều lên, ảnh hưởng của thủy triều làm tăng cường sự xâm nhập của nước biển và trầm tích vào sâu trong vịnh. Vào pha triều xuống, yếu tố này làm tăng cường sự phát tán của trầm tích ra phía ngoài cửa vịnh. Trong điều kiện có bão xảy ra nước dâng, dòng ven bờ lớn. Diễn biến quá trình vận chuyển trầm tích lơ lửng và biến động địa hình đáy chịu ảnh hưởng lớn của sóng và dòng chảy dọc bờ, đây 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 đã làm cân bằng bồi xói tại vùng nghiên cứu.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lyard F., F. Lefevre, T. Letellier, and O. Francis, 2006. "Modelling the global ocean tides: modern insights from FES2004". *Ocean Dynamics*, 56, 394-415.
2. Arcement, G. J., Jr. and V. R. Schneider 1989. "Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains". U.S. Geological Survey Water Supply Paper 2339, 38 p.
3. Katopodi, I. and Ribberink, J. S., 1992. "Quasi-3D Modeling of Suspended Sediment Transport by Currents and Waves", *Coastal Engineering*, Vol. 18, p. 83-110.
4. DHI - MIKE 21/3 Couple Model FM, User Guide, DHI Software 2007
5. Van Rijn, L., 1993. "Principles of Sediment Transport in Rivers, Estuaries and Coastal Seas", Aqua Publications, The Netherlands.
6. *World Ocean Atlas*, 2013. "National Oceanographic Data Center. 2013. <http://www.nodc.noaa.gov/cgi-bin/OC5/woa13.pl>
7. 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 tháng 9/2004.

## STUDY ON THE SEDIMENT TRANSPORT PROCESSES IN CAM RANH BAY USING MIKE 21/3 FM COUPLE MODEL

Nguyen Ngoc Tien

Institute for Marine Geology and Geophysics-VAST

**ABSTRACT:** *In this paper, MIKE 21/3 FM COUPLE software was applied to assess the impact of wind, wave, current, tides in South-West monsoon on sediment transport and bottom terrain modification in Cam Ranh bay. The results show that: In South-West monsoon, the impact of wave and current is minor. Tide is dominant factor effecting sediment spread. In the flood tide phases, tide increases the penetration of sea water and sediment from open sea into the lagoons and vice versa during ebb tide phases, hence, sediment accumulation and bottom terrain modification is not much.*

**Keywords:** *Model, sediment, Cam Ranh.*