

MÔ HÌNH ROMS 2D DỰ BÁO NƯỚC DÂNG DO BÃO VÀ GIÓ MÙA TẠI VIỆT NAM

Nguyễn Bá Thủy⁽¹⁾, Phạm Khánh Ngọc⁽¹⁾, Dư Đức Tiến⁽¹⁾, Trần Quang Tiến⁽¹⁾,
Lars R. Hole⁽²⁾, Nils Melsom Kristensen⁽²⁾, Johannes Röhrs⁽²⁾

⁽¹⁾Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương

⁽²⁾Viện Khí tượng Nauy

Trong nghiên cứu này, nước dâng do bão và gió mùa được tính toán thử nghiệm bằng mô hình ROMS 2 chiều. Trong đó, có 3 trường hợp gây nước dâng được thử nghiệm là bão Xangsane tháng 9/2006, hoàn lưu sau bão kết hợp với gió mùa Tây Nam sau bão Kalmeagi tháng 9/2014 đổ bộ vào Quảng Ninh và nước dâng trong đợt triều cường kỷ lục tại thành phố Hồ Chí Minh ngày 20/10/2013. Kết quả cho thấy mô hình mô phỏng tương đối tốt nước dâng do bão cũng như gió mùa. Nước dâng do gió mùa gây nên trong đợt triều cường tháng ngày 20/10/2013 tại cửa sông Sài Gòn có thể lên tới 0,4 m, đây là phần đóng góp rất đáng kể trong mực nước tổng cộng gây ngập lụt tại thành phố Hồ Chí Minh.

Từ khóa: Nước dâng do bão, bão, gió mùa.

1. Mở đầu

Việt Nam là một trong những nước có nguy cơ nước dâng bão cao trong khu vực, nhất là tại dải ven bờ phía Bắc và Bắc Trung Bộ, do đây là nơi có tần suất bão hoạt động mạnh, địa hình ven bờ lại nông, đáy thoải. Lịch sử đã ghi nhận nhiều cơn bão gây nước dâng lớn đã gây thiệt hại nhiều về người và của như Damrey, và Washi (2005), Xangsana (2006), Ketsana (2009).

Ngoài hiện tượng nước dâng do bão, trên thực tế còn ghi nhận được nhiều trường hợp nước dâng không đi kèm với hoạt động của bão. Các đợt nước dâng chủ yếu xảy ra vào các tháng 10, 11, 12 và tháng 1, một số đợt xảy ra vào tháng 2 và tháng 3 dương lịch hằng năm [1]. Đây là những tháng có biên độ thủy triều cao và các đợt nước dâng thường trùng với thời kỳ gió mùa Đông Bắc có cường độ mạnh, duy trì nhiều ngày và tăng cường lần sâu xuống phía nam. Theo một vài kết quả nghiên cứu, tại Việt Nam trong những đợt gió mùa mạnh (cấp 6, 7) và kéo dài 2 đến 3 ngày cũng có thể gây ra nước dâng đáng kể, khoảng từ 30 - 40 cm, có khi cao hơn [3, 4]. Dựa theo số liệu phân tích mực nước nhiều năm tại các trạm hải văn và thủy văn cửa sông, Hoàng Trung Thành (2011) đã chỉ ra rằng ngoài dao động thủy triều, trong dao động của mực nước

biển ven bờ và hải đảo nước ta còn thường xuyên xuất hiện các đợt nước dâng, nước rút; thời gian của các đợt nước dâng, nước rút chịu ảnh hưởng chủ yếu bởi chế độ gió, nhất là trong gió mùa Đông Bắc; các đợt nước dâng, rút nhỏ hơn 0,5 m chiếm đại đa số và nước dâng trong các đợt gió mùa có thể đạt tới 0,3 - 0,4 m. Nước dâng gây ra bởi gió mùa thường xảy ra chủ yếu ở khu vực ven biển các tỉnh từ Quảng Trị đến Cà Mau, nhất là tại các vùng biển nửa kín, cảng biển và cửa sông, trong đó hiện tượng triều cường tại thành phố Hồ Chí Minh (TPHCM) được nhắc đến nhiều nhất [1].

Trong những năm gần đây, liên tiếp mực nước triều cường tại TPHCM ở mức cao, tình hình ngập lụt nghiêm trọng ở nhiều khu vực trong thành phố xảy ra nhiều hơn, gây ngập úng, làm ảnh hưởng lớn đến đời sống và sản xuất của nhân dân. Ngoài ra do yếu tố triều thiên văn và mưa lũ, rất có thể triều cường tại TPHCM có phần đóng góp đáng kể của nước dâng do gió mùa.

Vì vậy, việc nghiên cứu tính toán, dự báo do bão và gió mùa tại Việt Nam là rất cần thiết nhằm góp phần phòng tránh và quy hoạch.

Trong nghiên cứu này, mô hình ROMS 2D được xây dựng cho điều kiện của Việt Nam và thử nghiệm tính toán nước dâng trong bão và gió

mùa cho 3 trường hợp. Kết quả ban đầu đã đánh giá khả năng và triển vọng áp dụng mô hình vào dự báo nghiệp vụ nước dâng do bão và gió mùa tại Việt Nam.

2. Giới thiệu mô hình ROMS

ROMS là mô hình đại dương quy mô khu vực và phát triển bởi đại học California và đại học Rutgers (Hoa Kỳ) [6]. Là mô hình mã nguồn mở nên ROMS mang tính cộng đồng cao, được nhiều nhà nghiên cứu sử dụng với quy mô không gian và thời gian khác nhau: từ dải ven bờ tới các đại dương thế giới; mô phỏng cho vài ngày, vài tháng và tới hàng chục năm. Mô hình ROMS được xây dựng trên cơ sở các nghiên cứu số trị bậc cao mới nhất cùng với kỹ thuật tiên tiến cho phép triển khai một cách có hiệu quả các tính toán có độ phân giải cao. Mô hình giải các phương trình thủy tĩnh cho thủy vực có bề mặt tự do với địa hình đáy phức tạp trên hệ lưới cong trực giao theo phương ngang và thích ứng địa hình theo phương thẳng đứng. Với bài toán nước dâng do bão và gió mùa trong nghiên cứu này, mô hình ROMS 2D được lựa chọn. Chi tiết về

mô hình ROMS được trình bày tại [6].

3. Kết quả áp dụng thử nghiệm

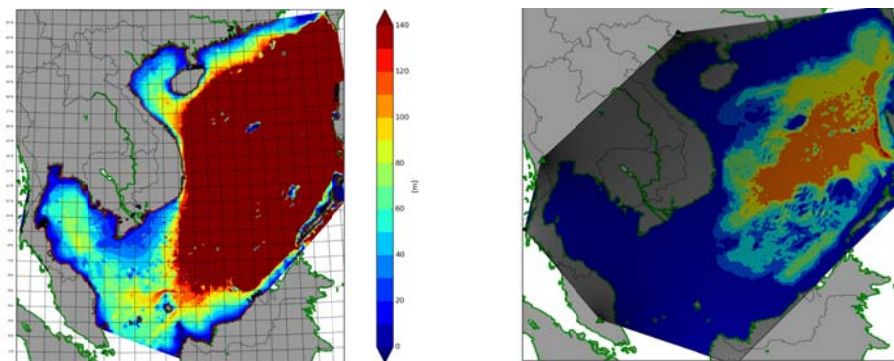
3.1. Số liệu đầu vào cho mô hình

a. Miền tính, lưới tính và số liệu địa hình

Miền tính nước dâng do bão và gió mùa bao gồm: $-2,5 - 26,0^{\circ}\text{N}$; $97,0 - 125,0^{\circ}\text{E}$ (Hình 1a). Lưới tính cong được xây dựng gồm 498×498 ô lưới với kích thước biến đổi theo hướng kinh độ là từ 2,6 - 6,6 km và theo hướng vĩ độ là từ 3,7 - 8,0 km, theo xu thế chi tiết cho vùng bờ (Hình 1b). Địa hình đáy biển là số liệu lấy từ ETOPO-1 có độ phân giải 1 phút (Hình 1a).

b. Số liệu gió, áp

Trường gió, áp được sử dụng cho mô hình ROMS là trường gió tái phân tích ở độ cao 10 m và khí áp trên bề mặt biển, ở định dạng netCDF, có độ phân giải ngang 15 km được lấy từ sản phẩm chạy nghiệp vụ tại Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương. Từ số liệu này, mô hình ROMS sẽ nội suy về hệ tọa độ cong trực giao tương thích ứng với từng bước thời gian tính của mô hình.



Hình 1. (a) Miền tính và trường độ sâu, (b) Lưới tính cho khu vực biển Đông

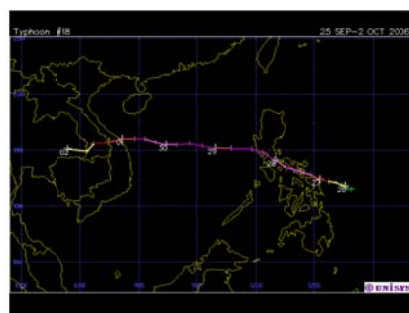
3.2. Kiểm nghiệm mô hình trong tính nước dâng do bão và gió mùa tại Việt Nam

a) Nước dâng trong bão Xangsena tháng 9/2006

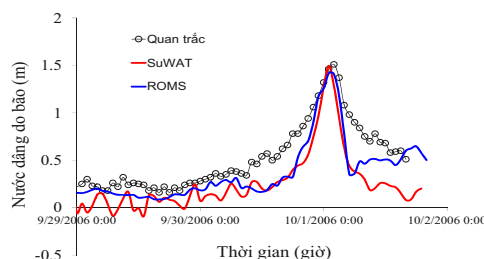
Hình 2(a) là quỹ đạo của bão Xangsena tháng 9/2006 đổ bộ vào Đà Nẵng ngày 01/10/2006 với cấp gió 11. Bão đã gây nước dâng lớn trên một vùng ven bờ rộng lớn quanh vị trí bão đổ bộ. Khu vực có địa hình trũng như Thừa Thiên Huế đã bị ngập lụt nặng. Ngoài nước biển dâng do

bão, lượng mưa lớn trong và sau bão đã gây ra ngập úng lớn trong nội đồng do quá trình thoát lũ chậm do nước ngoài biển dâng cao.

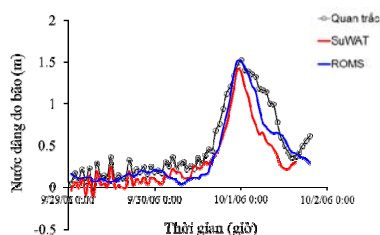
Hình 2(b) và 2(c) là so sánh kết quả tính toán và quan trắc dao động theo thời gian của nước dâng bão Xangsena tại Sơn Trà và Cửa Việt. Kết quả tính toán bằng mô hình SuWAT [1] cũng được thể hiện. Kết quả cho thấy cả mô hình ROMS và SuWAT đều mô phỏng khá tốt diễn biến nước dâng bão, nhất là đỉnh nước dâng.



(a)



(b)



(c)

Hình 2. (a) Quỹ đạo bão Xangsena tháng 9/2006, (b) dao động nước dâng do bão tại Sơn Trà, (c) dao động nước dâng do bão tại Cửa Việt

b) Nước dâng trong bão Kalmeagi tháng 9/2014

Cơn bão thứ hai được lựa chọn để kiểm nghiệm là bão Kalmeagi tháng 9/2014. Bão Kalmeagi có quỹ đạo như trên hình 3(a), hình thành ngoài khơi phía Đông quần đảo Philippin vào trưa ngày 12/9 từ một vùng áp thấp nhiệt đới. Đây không phải là cơn bão mạnh, tuy nhiên đã gây nước dâng tương đối lớn và có tính bất ngờ ở chỗ vào sáng và trưa ngày 17/9 tức là sau khoảng 10 giờ bão đổ, khu vực ven biển Hải Phòng - Quảng Ninh đã xuất hiện nước biển dâng cao kèm theo những cơn sóng cao từ 3 - 4 m gây ngập lụt một số khu vực trũng, thí dụ như tại thị xã Đồ Sơn - Hải Phòng. Hiện tượng nước dâng do bão số 3 tháng 9/2014 được phân tích tại [5] đã chỉ ra rằng nguyên nhân gây nước dâng lớn sau khi bão số 3 đổ bộ vào đất liền sau khoảng nửa ngày là do hoàn lưu gió sau bão kết hợp với trường gió Tây - Nam hoạt động mạnh trong thời gian dài và có hướng thổi vuông góc với đường bờ. Chính vì nguyên nhân gây nước dâng xuất hiện sau bão là do hoàn lưu của gió mùa Tây Nam nên các mô hình dự báo nước dâng bão nếu sử dụng trường gió, áp từ mô hình bão giải tích sẽ không mô phỏng được [5].

Trên hình 3a và 3b là kết quả tính toán dao động nước dâng do bão tại trạm Hòn Dấu và Hòn Ngur trong bão Kalmaegi bằng mô hình ROMS. Kết quả cho thấy, mô hình mô phỏng khá tốt nước dâng do bão. Phân bố theo không gian nước dâng bão lớn nhất trên hình 3d cho thấy cả dải ven biển từ Quảng Ninh đến Nghệ An có nước dâng cao 0,5 m.

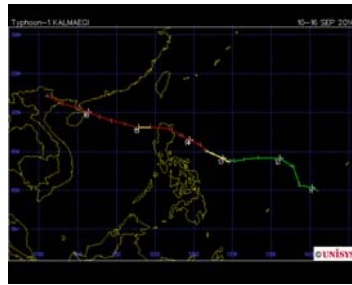
c) Nước dâng do gió mùa tại ven biển Nam Bộ

Nước dâng do gió mùa được tính toán bằng mô hình ROMS trong đợt triều cường xảy ra vào chiều tối ngày 20/10/2013. Đây là đợt triều cường dâng cao kỷ lục, với đỉnh triều tại trạm Phú An trên sông Sài Gòn đạt 1,68 m, cao nhất trong vòng 61 năm qua.

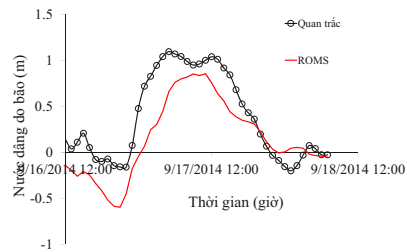
Trên hình 4(a), có thể thấy trong thời kỳ này trường gió Đông Bắc hoạt động với cường độ khá mạnh, kéo dài và được dồn sâu xuống phía nam. Gió mạnh, mực nước triều lên cao kết hợp với mưa lớn chính là nguyên nhân gây ra hiện tượng mà chúng ta vẫn thường gọi là triều cường. Hình 4(b) thể hiện trường nước dâng lớn nhất trong đợt gió mùa này, có thể thấy nước dâng lớn nhất tại cửa sông Sài Gòn đạt đến 0,5 - 0,6 m. Trên hình 4(c) là kết quả so sánh giữa tính toán nước dâng từ mô hình ROMS với số liệu

quan trắc nước dâng (sau khi đã loại thủy triều từ mực nước quan trắc) và mực nước quan trắc tổng cộng. Kết quả cho thấy mô hình mô phỏng khá

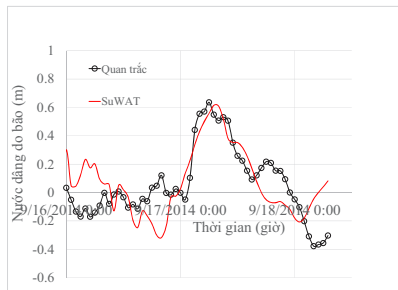
tốt nước dâng do gió mùa gây nên trong thời đoạn này.



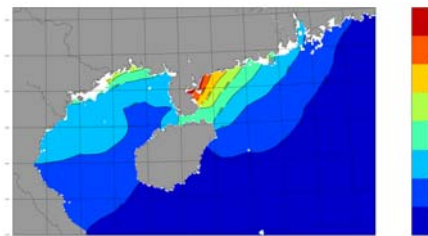
(a)



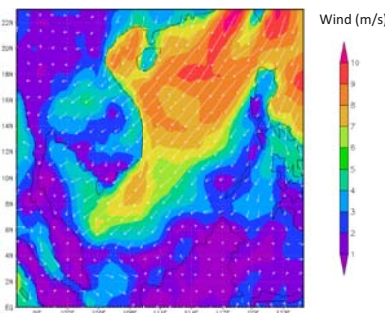
(b)



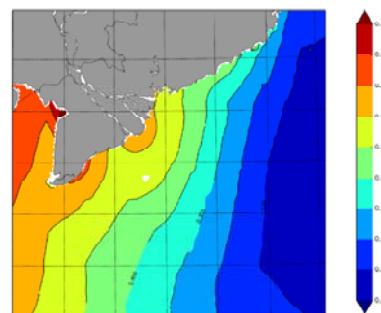
(c)



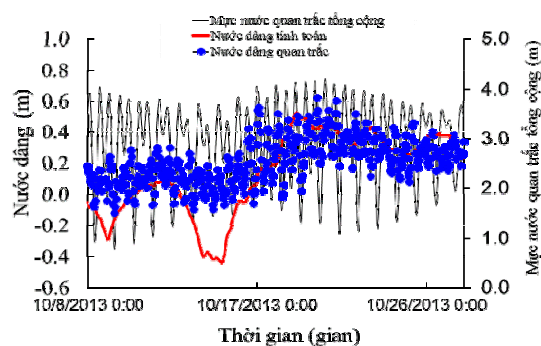
Hình 3. (a) Quỹ đạo bão Kalmaegi tháng 9/2014, (b) Dao động nước dâng bão tại Hòn Dấu, (c) Dao động nước dâng do bão tại Hòn Ngự, (d) Phân bố nước dâng lớn nhất trong bão Kalmaegi (kết quả của mô hình ROMS)



(a)



(b)



(c)

Hình 4. (a) Trường gió ngày 20/10/2013, (b) Trường nước dâng lớn nhất tháng 10/2013, (c) Biến thiên của mực nước quan trắc, nước dâng quan trắc và nước dâng tính toán bằng mô hình ROMS

Trên đây là một số kết quả tính toán thử nghiệm nước dâng do bão và gió mùa bằng mô hình ROMS. Các kết quả tính toán khá phù hợp với số liệu quan trắc. Từ những kết quả này cho thấy triển vọng của mô hình ROMS vào dự báo nghiệp vụ nước dâng gây ra bởi bão và gió mùa tại Việt Nam.

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, mô hình ROMS đã được thiết lập trên lưới tính cong với độ phân

giải chi tiết vùng ven bờ để tính toán thử nghiệm nước dâng gây ra bởi bão và gió mùa tại Việt Nam. Kết quả thử nghiệm cho 3 trường hợp cho thấy khả năng của mô hình trong dự báo nước dâng do bão và gió mùa tại Việt Nam. Tiếp tục hiệu chỉnh mô hình và kiểm chứng cho các cơn bão, các đợt gió mùa và hiện tượng mực nước dâng dị thường do nhiễu động khí áp sẽ được thực hiện ở những nghiên cứu tiếp theo.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ Khoa học và Công nghệ trong đề tài mã số ĐTĐL-CN.35/15. Tập thể các tác giả xin chân thành cảm ơn.

Tài liệu tham khảo

1. Đỗ Đình Chiến, Nguyễn Bá Thủy, Nguyễn Thọ Sáo, Trần Hồng Thái, Sooyoul Kim (2014), *Nghiên cứu tương tác sóng và nước dâng do bão bằng mô hình số trị*, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, (647), tr.19-24.
2. Phạm Văn Ninh, Đỗ Ngọc Quỳnh, Đinh Văn Mạnh (1991), *Nước dâng do bão và gió mùa*, Báo cáo tổng kết đề tài 48B.02.02, Viện Cơ học, Hà Nội.
3. Hoàng Trung Thành (2011), *Nghiên cứu đặc điểm biến thiên mực nước biển ven bờ Việt Nam*, Luận án tiến sĩ địa lý, Viện khoa học khí tượng thủy văn và môi trường.
4. Bùi Xuân Thông (2007), *Nghiên cứu hiện tượng mực nước biển dâng dị thường không phải do bão xảy ra tại các vùng cửa sông, ven biển Việt Nam*, Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ.
5. Nguyễn Bá Thủy, Hoàng Đức Cường, Dư Đức Tiên, Đỗ Đình Chiến, Sooyoul Kim (2014), *Đánh giá diễn biến nước biển dâng do bão số 3 năm 2014 và vấn đề dự báo*, Tạp chí Khí tượng Thủy văn, tr.14-18.
6. https://www.myroms.org/wiki/Documentation_Portal.

APPLICATION ROMS MODEL ON SURGE GENERATED BY TYPHOON AND MONSOON

Nguyen Ba Thuy⁽¹⁾, Pham Khanh Ngoc⁽¹⁾, Du Duc Tien⁽¹⁾, Tran Quang Tien⁽¹⁾,
Lars R. Hole⁽²⁾, Nils Melsom Kristensen⁽²⁾, Johannes Röhrs⁽²⁾

⁽¹⁾Vietnam National Centre for Hydro-Meteorological Forecasting (NCHMF)

⁽²⁾Norwegian Meteorological Institute (MetNo)

In this study, surge generated by typhoon and monsoon were simulated based on two dimensional ROMS model. Three simulation cases was selected as typhoon Xangsena (9/2006), typhoon Kalmeagi (9/2014) and the historical record of spring tide at Ho Chi Minh city (20/10/2013). The simulated results show agree well with observation data in on both storm and monsoon cases. Surge generated by monsoon in spring tide in 20/10/2013 at Saigon river mouth reached 0,4 m which significant contribution in the total water level caused flooding in Ho Chi Minh City.

Key words: Storm surge, typhoon, monsoon.