



Original Article

Effect of Tides and Storm Surges on Storm Waves at the Northern Coastal Areas of Vietnam

Nguyen Ba Thuy*

*National Centre for Hydro-meteorological Forecasting,
Vietnam Meteorological and Hydrological Administration,
No.8, Phao Dai Lang, Dong Da, Hanoi, Vietnam*

Received 7 May 2019

Revised 3 June 2019; Accepted 16 June 2019

Abstract: In this study, the effect of tides and storm surges on storm waves at the Northern coastal area of Vietnam is investigated by a coupled model of surge wave and tide (called: SuWAT). In particular, tide and storm surge are simulated by two-dimensional long wave equations taking into account the wave radiation stress, obtained from the SWAN model. The numerical was then applied to simulate storm waves and surges for typhoon Frankie (7/1996), Washi (7/2005) and Doksuri (9/2017). In the case of the super typhoon, the intensity of typhoon Washi is increased to level 16 (super typhoon level) but remains the same trajectory and operating time. The numerical results showed relatively well with observation data on storm surge and wave height. In general, the wave height is higher in the region near the coast and lower at offshore when considering the effect of tide and storm surge on storm wave. It also indicated that the effect of storm surge on storm wave is more significant than the tide. The results of the study are the basis for proposing to improve the wave forecasting technology in the study area.

Keywords: Storm wave, tides, storm surge, super typhoon.

*Corresponding author.

E-mail address: thuybanguyen@gmail.com

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4388>



Ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng tới sóng trong bão tại ven biển Bắc Bộ

Nguyễn Bá Thủy*

Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Quốc gia

Tổng cục Khí tượng thủy văn, Số 8, Pháo đài Láng, Đống Đa, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 07 tháng 5 năm 2019

Chỉnh sửa ngày 03 tháng 6 năm 2019; Chấp nhận đăng ngày 16 tháng 6 năm 2019

Tóm tắt: Trong nghiên cứu này, ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng do bão tới sóng trong bão tại ven biển Bắc Bộ được phân tích theo kết quả mô phỏng bằng mô hình số trị tích hợp SuWAT (Surge, Wave and Tide) trong một số cơn bão mạnh và siêu bão. Trong đó, thủy triều và nước dâng do bão được tính dựa trên hệ phương trình nước nông phi tuyến hai chiều có xét đến nước dâng do ứng suất bức xạ sóng nhận được từ mô hình SWAN, một mô hình thành phần trong SuWAT. Mô hình được áp dụng tính sóng và nước dâng do bão cho bão Frankie (7/1996), Washi (7/2005) và Doksuri (9/2017). Với trường hợp siêu bão giả định, cường độ bão Washi được tăng tới cấp 16 (cấp siêu bão) nhưng vẫn giữ nguyên quỹ đạo và thời gian hoạt động. Kết quả cho thấy mô hình mô phỏng tương đối tốt diễn biến, cũng như độ cao lớn nhất của nước dâng và sóng trong bão. Với sóng trong bão, nhìn chung phương án có xét tới thủy triều và nước dâng do bão cho độ cao sóng cao hơn tại khu vực ven bờ nhưng thấp hơn ở ngoài khơi so với phương án không xét tới thủy triều và nước dâng, nhất là trong trường hợp siêu bão. Kết quả phân tích cũng cho thấy, ảnh hưởng của nước dâng tới sóng trong bão là đáng kể hơn so với thủy triều. Kết quả của nghiên cứu là cơ sở để đề xuất cải tiến công nghệ dự báo sóng trong bão tại khu vực nghiên cứu.

Từ khóa: Sóng trong bão, thủy triều, nước dâng do bão, siêu bão.

1. Mở đầu

Sóng biển là yếu tố hải văn được quan tâm bậc nhất đối các hoạt động và lưu thông trên biển, vùng ven bờ. Chính vì vậy các bản tin cảnh báo, dự báo sóng luôn được quan tâm không chỉ trong những ngày có thời tiết nguy hiểm trên

biển (bão, áp thấp nhiệt đới, gió mùa mạnh...) mà hàng ngày để lập kế hoạch cho các hoạt động trên biển. Hầu hết các vụ đắm tàu, thuyền trên biển và sạt lở vùng ven bờ biển chủ yếu do sóng lớn trong bão gây nên. Trên thế giới, lịch sử đã chứng kiến nhiều cơn bão gây gió mạnh, sóng lớn và nước dâng cao làm ngập vùng ven bờ trên

*Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: thuybanguyen@gmail.com

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4388>

diện rộng gây nhiều thiệt hại về người và của như bão Katrina đổ bộ vào bang New Orleans, Mỹ tháng 8 năm 2005, bão Nargis đổ bộ vào Myanma tháng 5 năm 2008 và đặc biệt gần đây siêu bão Haiyan tháng 11/2013 với cấp 17 tàn phá khu vực rộng lớn phía Nam Phillipin [1]. Tại Việt Nam, ngay trong năm 2017 đã có nhiều thiệt hại về người và của do sóng lớn trong bão gây ra như: Bão Talas tháng 7/2017 đổ bộ vào Nghệ An gây sóng cao tới 6 mét làm đắm tàu trở hàng cỡ lớn tại đảo Hòn Ngư, 4 thuyền viên chết và mất tích; Bão Duksuri (9/2017) đổ bộ vào kỳ triều cường ở ven biển Bắc Bộ, mặc dù tâm bão ở vùng biển Nghệ An-Hà Tĩnh nhưng đã gây sóng lớn và nước biển dâng làm tràn ngập nhiều tuyến đê biển trải dài từ Hải Phòng đến Hà Tĩnh; Bão Damrey đổ bộ vào Khánh Hòa-Ninh Thuận tháng 11/2017 gây thiệt hại kỷ lục trên biển với 11 người chết và mất tích, hơn 2000 tàu cá bị sóng đánh vỡ, 6 tàu chở hàng cỡ lớn neo đậu tại cảng Quy Nhơn, nơi rất xa tâm bão bị sóng đánh chìm. Chính vì vậy tăng cường độ chính xác của các mô hình dự báo sóng trong bão sẽ rất có ý nghĩa trong khoa học và thực tiễn. Cho tới hiện tại, các mô hình dự báo sóng truyền thống thường không xem xét ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng do bão tới sóng (thí dụ mô hình WAM, SWAN, WAVEWATCH), có nghĩa là sóng biển được tính trên nền mực nước biển trung bình [2]. Một số nghiên cứu gần đây cho thấy, tại những khu vực có biên độ thủy triều lớn, kết quả tính sóng có sự khác biệt trong trường hợp sử dụng mô hình có và không xét tới ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng do bão, nhất là tại khu vực ven bờ nơi mà độ sâu có sự thay đổi rất đáng kể khi bão đổ bộ vào lúc thủy triều lên cao hoặc xuống thấp [3-5]. Nghiên cứu của nhóm tác giả Kim và NNK (2010) cũng chỉ ra rằng, với những cơn bão mạnh, siêu bão thì sự khác biệt của kết quả tính sóng giữa 2 phương án có và không xét tới ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng bão là rất đáng kể bởi tương tác mạnh giữa sóng và dòng chảy trong bão [4]. Khu vực ven biển Bắc Bộ là nơi có tần suất bão ảnh hưởng cao nhất trong dải ven biển Việt Nam, đây cũng là nơi có biên độ thủy triều lớn [6]. Trường độ sâu ven biển sẽ có nhiều khác biệt tại những pha

thủy triều cao và thấp, nhất là khi có bão đổ bộ gây nước dâng lớn. Ngoài sự thay đổi về mực nước, dòng triều kết hợp với dòng chảy do gió mạnh trong bão có thể ảnh hưởng lớn tới phân bố trường sóng trong bão. Do vậy, trong nghiên cứu này, ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng do bão tới sóng trong bão tại khu vực ven biển Bắc Bộ được phân tích theo kết quả mô phỏng sóng trong một số cơn bão đổ bộ vào khu vực. Mô hình số trị tích hợp sóng, thủy triều và nước dâng do bão (mô hình SuWAT) được áp dụng để tính toán trường sóng trong bão theo các phương án, có và không xét tới ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng do bão. Kết quả của nghiên cứu sẽ có ý nghĩa trong đề xuất công nghệ và phương án dự báo sóng trong khu vực nghiên cứu.

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Số liệu

Để đánh giá ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng tới sóng trong bão, bão Franike đổ bộ vào Hải Phòng-Thái Bình tháng 7/1986, bão Washi đổ bộ vào Hải Phòng tháng 7/2005 và bão Doksuri đổ bộ vào Nghệ An-Hà Tĩnh tháng 9/2017 được lựa chọn để mô phỏng. Ngoài các tham số bão (quỹ đạo, khí áp tâm bão, bán kính gió mạnh...), số liệu mực nước và sóng quan trắc tại trạm Hòn Dấu và Hòn Ngư được thu thập để phân tích và kiểm định mô hình.

2.2. Mô hình SuWAT

SuWAT là mô hình số trị tích hợp có thể tính riêng rẽ hoặc kết hợp cả thủy triều, sóng biển và nước dâng do bão. Mô hình này được xây dựng tại đại học Kyoto - Nhật Bản [4], bao gồm 2 mô hình thành phần là mô hình thủy triều và nước dâng do bão dựa trên hệ phương trình nước nông 2 chiều có tính đến nước dâng do ứng suất sóng và mô hình sóng SWAN [7]. Hệ phương trình cơ bản của mô hình nước nông 2 chiều được mô tả như sau:

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{d} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{d} \right) + gd \frac{\partial \eta}{\partial x} = fN - \frac{1}{\rho_w} d \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{1}{\rho_w} (\tau_s^x - \tau_b^x + F_x) + A_h \left(\frac{\partial^2 M}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M}{\partial y^2} \right) \quad (2)$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{N^2}{d} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{NM}{d} \right) + gd \frac{\partial \eta}{\partial y} = -fM - \frac{1}{\rho_w} d \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{1}{\rho_w} (\tau_s^y - \tau_b^y + F_y) + A_h \left(\frac{\partial^2 N}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 N}{\partial y^2} \right) \quad (3)$$

Với: η : mực nước bề mặt; M, N : thông lượng trung bình theo độ sâu, theo hướng x và y ; f : tham số Coriolis; P : áp suất khí quyển; d : độ sâu tổng cộng $d = \eta + h$, với h là độ sâu mực nước tĩnh; A_h : hệ số khuếch tán rối theo phương ngang; ρ_w : mật độ nước; τ_b, τ_s : ứng suất ma sát đáy và bề mặt; F_x, F_y : ứng suất bức xạ sóng (thành phần gây nước dâng do sóng), được tính từ mô hình SWAN theo các công thức dưới đây:

$$F_x = -\frac{\partial S_{xx}}{\partial x} - \frac{\partial S_{xy}}{\partial y}; \quad F_y = -\frac{\partial S_{yx}}{\partial x} - \frac{\partial S_{yy}}{\partial y} \quad (4)$$

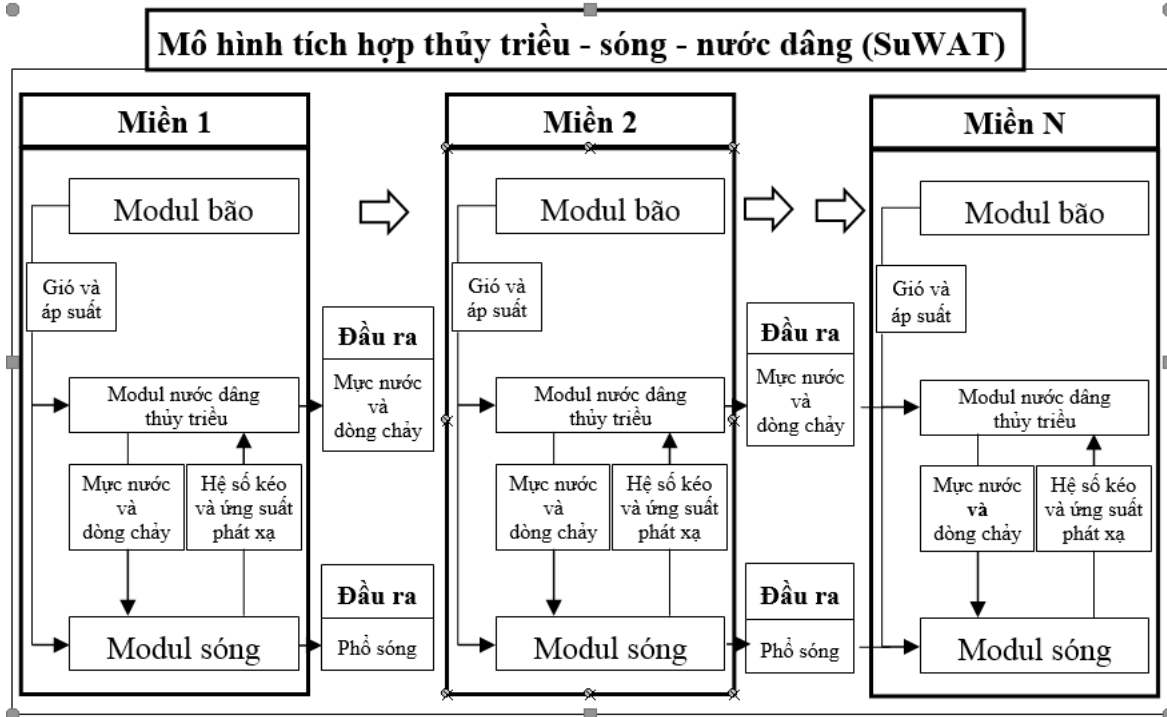
$$S_{xx} = \rho g \iint \left[\frac{C_g}{C} \cos^2 \theta + \frac{C_g}{C} - \frac{1}{2} \right] Ed \alpha d\theta \quad (5)$$

$$S_{xy} = S_{yx} = \rho g \iint [\cos \theta \sin \theta] Ed \alpha d\theta \quad (6)$$

$$S_{yy} = \rho g \iint \left[\frac{C_g}{C} \sin^2 \theta + \frac{C_g}{C} - \frac{1}{2} \right] Ed \alpha d\theta \quad (7)$$

Các tham số tại các công thức (5)-(7) được định nghĩa trong cơ sở lý thuyết của mô hình SWAN. Trong trường hợp không xét tới ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng, SuWAT chỉ sử dụng mô hình SWAN thông thường. Mô hình SuWAT được thiết lập tính toán trên lưới lồng nhiều lớp với cấu trúc minh họa như trên Hình 1. Cơ sở lý thuyết và thuật toán giải của mô hình SuWAT được trình bày chi tiết trong các công trình [8-10].

Trong nghiên cứu này, trường gió và khí áp làm đầu vào cho mô hình SuWAT nhận được từ mô hình bão giải tích của Fujita (1952) [11], với các tham số bão được lấy từ số liệu best track.



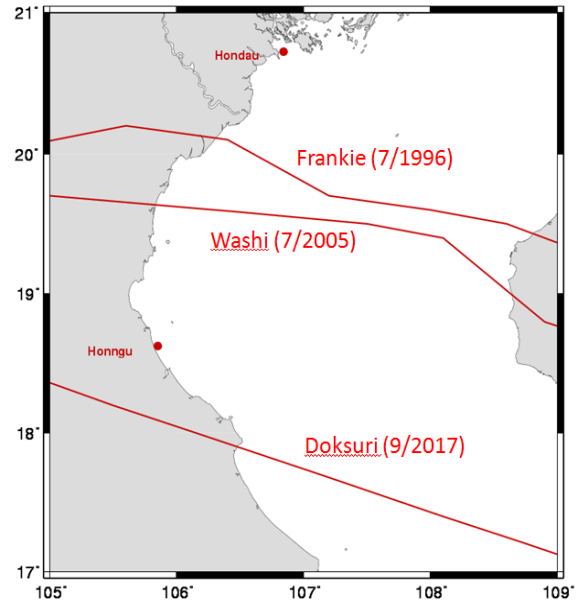
Hình 1. Cấu trúc lưới lồng của mô hình SuWAT.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Kiểm định mô hình SuWAT trong tính nước dâng và sóng trong bão

Mô hình SuWAT đã được kiểm chứng với thủy triều tại khu vực trong nghiên cứu [8]. Do vậy, nghiên cứu này chỉ đề cập tới kiểm chứng mô hình cho sóng và nước dâng do bão tại khu vực. Để kiểm định mô hình SuWAT trong tính sóng và nước dâng do bão, hai cơn bão mạnh gây nước dâng và sóng lớn tại khu vực được lựa chọn, đó là bão Franike (7/1996) đổ bộ vào Hải Phòng-Thái Bình và bão Doksuri (9/2017) đổ bộ vào Nghệ An-Hà Tĩnh. Quỹ đạo di chuyển của bão Frankie và Doksuri thể hiện trên Hình 2. Bão Frankie đổ bộ vào ven biển Hải Phòng-Thái Bình ngày 25/7/1998 vào kỳ triều kiệt, cường độ bão đổ bộ cấp 10-11 gây nước dâng tới 1,2m tại trạm Hòn Dấu. Trong khi đó bão Doksuri với cấp gió 10-11 khi đổ bộ, mặc dù tâm bão ở ven biển Nghệ An - Hà Tĩnh, nhưng do vào kỳ triều cường với nước dâng do bão cao trên 1 mét kèm theo sóng lớn đã gây tràn và sạt lở nhiều tuyến đê biển suốt từ Hà Tĩnh đến Hải Phòng. Trên Hình 3 là

hình ảnh về ngập lụt do nước dâng và sóng lớn trong bão Doksuri gây nên tại ven biển Nghệ An và Nam Định.



Hình 2. Quỹ đạo bão Frankie (7/1996), Washi (7/2005) và Doksuri (9/2018).



(a) Tại Cửa Lò-Nghệ An

(b) Tại Hải Hậu-Nam Định

Hình 3. Hình ảnh ngập lụt do nước dâng bão kết hợp với triều cường trong bão Doksuri (9/2018) tại Cửa Lò-Nghệ An (a) và Hải Hậu-Nam Định (b).

a) Kiểm định mô hình với nước dâng do bão

Để kiểm định mô hình SuWAT với nước dâng do bão, số liệu nước dâng (sau khi loại bỏ thủy triều từ mực nước quan trắc) tại Hòn Dấu trong bão Frankie và Hòn Ngự trong bão Doksuri được thu thập. Nước dâng do bão được tính trong trường hợp có mô hình có xét tới ảnh hưởng của thủy triều và sóng biển. Trên hình 4a-b là so sánh nước dâng tính từ mô hình SuWAT với số liệu quan trắc tại trạm Hòn Dấu trong bão Frankie (hình 4a) và tại trạm Hòn Ngự trong bão Doksuri (hình 4b). Sai số giữa tính toán và quan trắc đối với nước dâng do bão được thông kê trên bảng 1. Kết quả cho thấy trong cả 2 trường hợp mô hình mô phỏng khá tốt diễn biến nước dâng do bão. Cụ thể, với bão Frankie sai số của nước dâng lớn nhất tại Hòn Dấu chỉ khoảng 0,2m, trong khi đó tại Hòn Ngự trong bão Doksuri mặc dù chênh lệch giữa đỉnh nước dâng tính toán và quan trắc không đáng kể, tuy nhiên kết quả tính toán cho thời gian tồn tại nước dâng lớn ngắn hơn so với thực tế. Với sai số như vậy, có thể kết luận rằng mô hình SuWAT đã mô phỏng khá tốt diễn biến nước dâng do bão tại khu vực nghiên cứu.

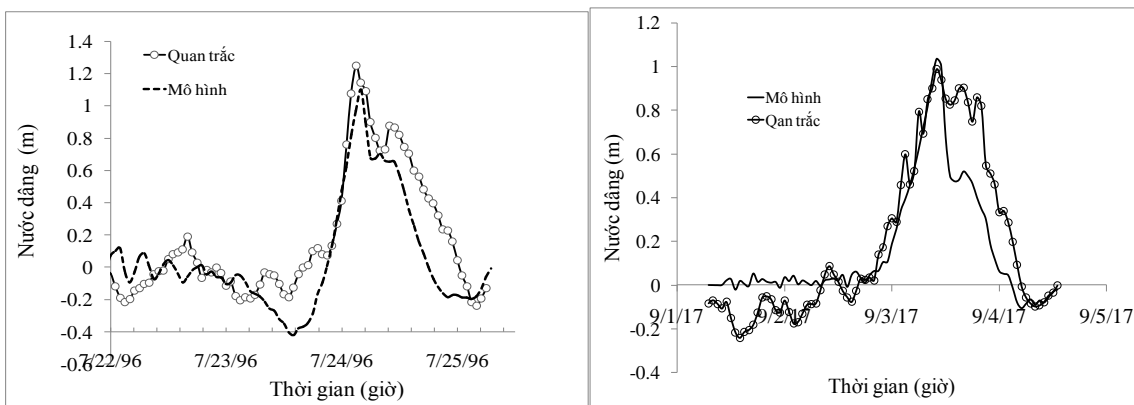
b) Kiểm định mô hình với sóng trong bão

Với kiểm định sóng trong bão, số liệu sóng quan trắc tại Hòn Dấu trong bão Frankie và Hòn Ngự trong bão Doksuri được thu thập. Do tại

Hòn Dấu và Hòn Ngự quan trắc sóng chỉ được thực hiện vào ban ngày tại các ôp thời gian 7, 13 và 19 giờ nên nguồn số liệu này cũng có một số hạn chế nhất định khi sử dụng kiểm định mô hình. Trong trường hợp này, sóng trong bão được tính với phương án có xét tới ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng do bão. Thông kê sai số giữa tính toán và quan trắc sóng trong bão được thể hiện trên bảng 2. Trên hình 5a-b là so sánh độ cao sóng có nghĩa tính từ mô hình với số liệu quan trắc sóng tại Hòn Dấu trong bão Frankie (Hình 5a) và tại Hòn Ngự trong bão Doksuri (Hình 5b). Kết quả so sánh cho thấy mô hình mô phỏng khá tốt cả diễn biến cũng như độ cao sóng lớn nhất tại Hòn Ngự trong bão Doksuri. Tuy nhiên, với bão Frankie, kết quả có sự lệch pha tại thời điểm sau khi sóng đạt độ cao lớn nhất. Mặc dù vậy, kết quả này cũng có thể chấp nhận được và đã phản ánh khả năng của mô hình trong tính sóng trong bão.

Bảng 1. Sai số tuyệt đối (AE), trung bình tuyệt đối (MSE) và bình phương trung bình (RMSE) giữa tính toán và quan trắc nước dâng do bão

Tên bão (trạm quan trắc)	AE (m)	MSE (m)	RMSE (m)
Frankie (Hòn Dấu)	0,46	0,15	0,20
Doksuri (Hòn Ngự)	0,47	0,13	0,17



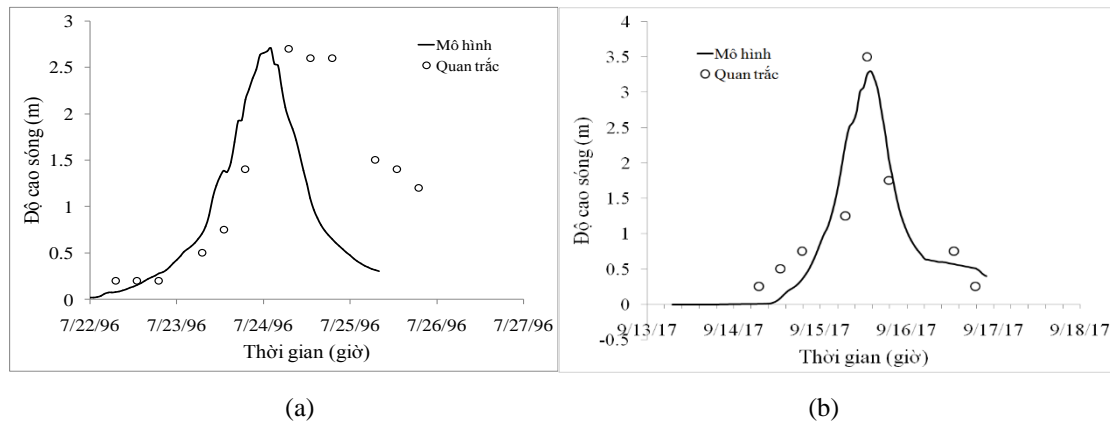
(a)

(b)

Hình 4. So sánh nước dâng tính toán và quan trắc tại Hòn Dấu trong bão Frankie (a) và Hòn Ngự trong bão Doksuri (b).

Bảng 2. Sai số tuyệt đối (AE), trung bình tuyệt đối (MSE) và bình phương trung bình (RMSE) giữa tính toán và quan trắc sóng trong bão

Tên bão (trạm quan trắc)	AE (m)	MSE (m)	RMSE (m)
Frankie (Hòn Dấu)	1,87	0,63	0,87
Doksuri (Hòn Ngư)	1,12	0,36	0,43



Hình 5. So sánh nước độ cao sóng có nghĩa toán và quan trắc tại Hòn Dấu trong bão Frankie (a) và Hòn Ngư trong bão Doksuri (b).

3.2. Ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng do bão tới sóng trong bão

a) Ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng tới sóng trong bão

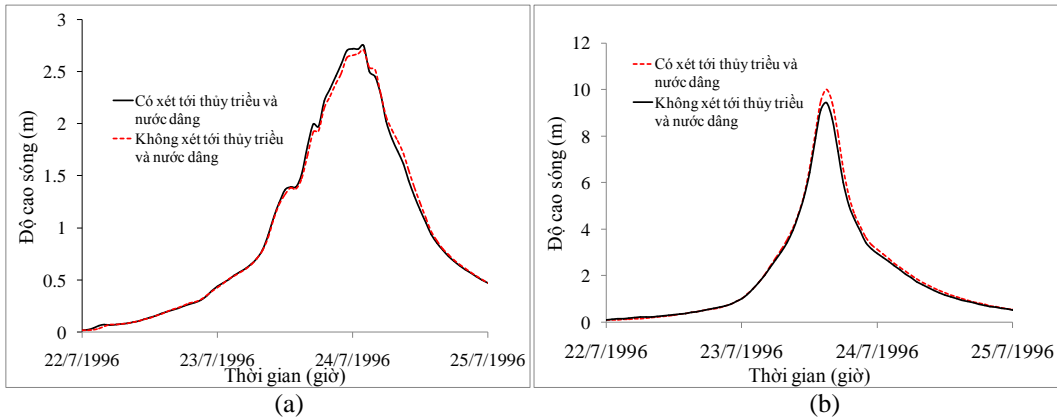
Ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng tới sóng trong bão được hiểu là sự khác biệt giữa kết quả tính sóng theo 2 phương án, có và không xét tới thủy triều và nước dâng do bão. Các mô hình dự báo sóng trong bão hiện tại phần lớn đều không xét tới thủy triều và nước dâng, tức là không xét đến dao động của mực nước biển và trường dòng chảy (dòng triều và dòng gió) trong bão. Trên thực tế, tương tác giữa sóng và dòng chảy cùng sự thay đổi độ sâu do dao động thủy triều và nước dâng do bão có thể sẽ tác động đáng kể tới phân bố độ cao sóng trong bão, nhất là với những cơn bão mạnh và siêu bão. Do vậy, để đánh giá ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng tới sóng trong bão, mô hình SuWAT được áp dụng mô phỏng sóng trong bão với 2 phương án là có và không xét tới ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng. Ngoài bão Frankie (7/1996)

và Doksuri (9/2017), bão Washi (7/2005) với cấp gió 11 đổ bộ vào ven biển Hải Phòng được lựa chọn để mô phỏng với 2 trường hợp là cấp bão thực và tăng tới cấp 16 (cấp siêu bão) nhưng giữ nguyên quỹ đạo và thời gian đổ bộ, bởi thực tế chưa có siêu bão xuất hiện tại khu vực nghiên cứu. Độ cao sóng khu vực ven bờ (trạm Hòn Dấu và Hòn Ngư) và ngoài khơi (vị trí dấu sao trên các Hình 7a và 9a) được so sánh giữa các phương án tính.

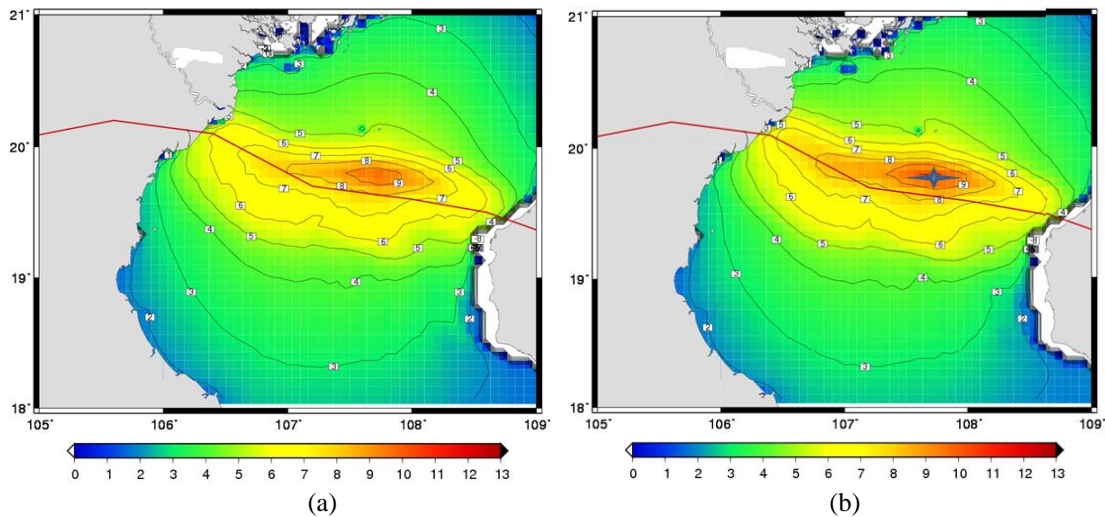
Với trường hợp bão Frankie, trên hình 6a-b là so sánh độ cao sóng tại trạm Hòn Dấu (Hình 6a) và vị trí ngoài khơi (Hình 6b) theo 2 phương án tính. Kết quả cho thấy, tại trạm Hòn Dấu, phương án có xét tới ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng cho kết quả cao hơn, trong khi đó tại vị trí ngoài khơi thì ngược lại, phương án không xét tới thủy triều và nước dâng cho kết quả độ cao sóng lớn hơn. Tuy nhiên, sự khác biệt của độ cao sóng lớn nhất giữa 2 phương án không nhiều, khoảng 0,1 m tại Hòn Dấu và -0,56 m tại vị trí ngoài khơi. So sánh trường sóng lớn nhất trong quá trình bão Frankie đổ bộ trên Hình 7a-

b cũng không thấy rõ sự khác biệt giữa 2 phương án tính. Với bão Doksuri, so sánh độ cao sóng giữa 2 phương án tính tại trạm Hòn Ngu và vị trí ngoài khơi trên Hình 8a-b cũng cho xu thế tương tự như trường hợp bão Frankie, đó là phương án xét tới thủy triều và nước dâng do bão cho độ cao sóng tại vùng ven bờ lớn hơn (trạm Hòn Ngu) và thấp hơn tại vị trí ngoài khơi. Kết quả của phương án có xét tới thủy triều và nước dâng vì vậy cũng tốt hơn khi so sánh với số liệu quan trắc tại Hòn Dấu trong bão (Frankie 7/1996) và Hòn Ngu trong bão Doksuri (9/2017). Kết cũng cho thấy

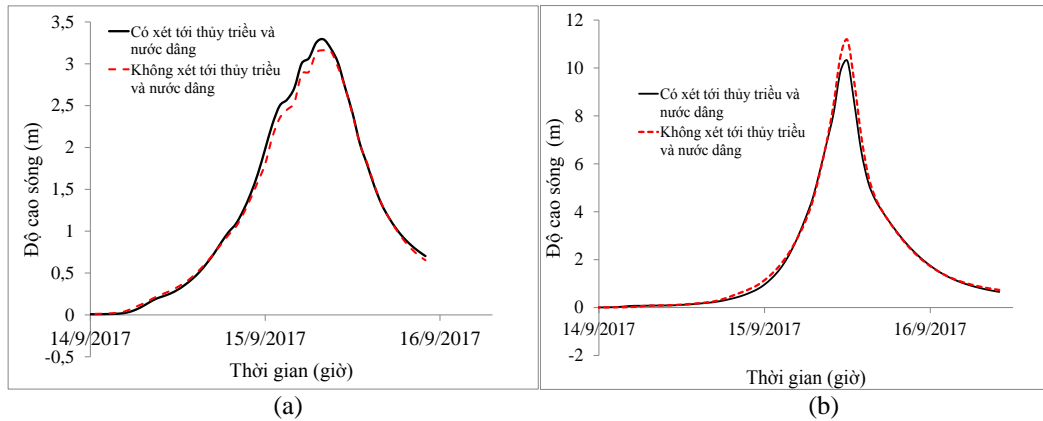
chênh lệch giữa 2 phương án tính trong bão Doksuri nhiều hơn so với trường hợp bão Frankie, 0,21m tại Hòn Ngu và -0,81m tại ngoài khơi. Sự khác biệt kết quả tính sóng giữa 2 phương án ở khu vực ven bờ và ngoài khơi cũng có thể nhận ra trên Hình 9a-b về phân bố độ cao sóng lớn nhất trong bão Doksuri. Tỷ lệ khác biệt của độ cao sóng tính toán giữa 2 phương án trong bão Frankie và Doksuri ngoài phụ thuộc vào cường độ bão có thể còn do bão Frankie đổ bộ vào kỳ triều kiệt trong khi đó bão Doksuri đổ bộ vào kỳ triều cường.



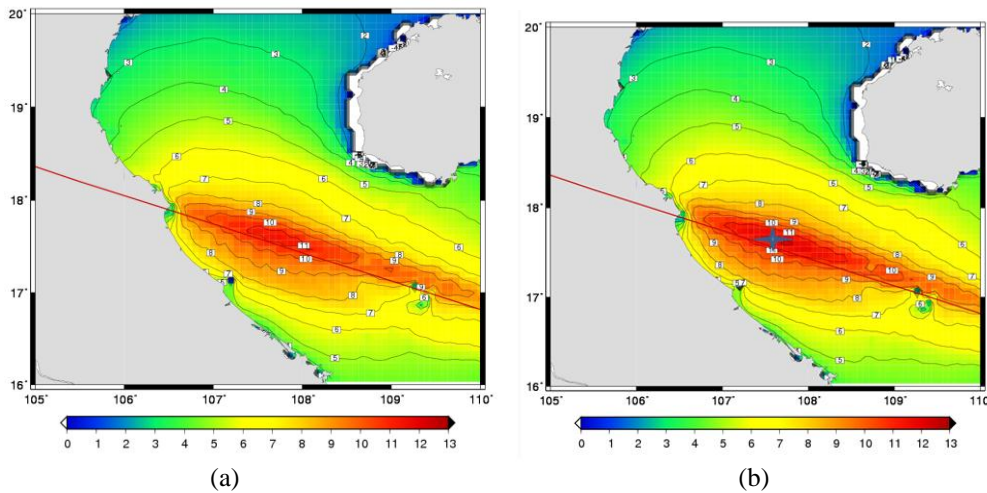
Hình 6. So sánh độ cao sóng tính toán trong bão Frankie (7/1996) giữa 2 phương án tính có và không xét tới ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng bão tại Hòn Dấu (a) và vị trí ngoài khơi (b).



Hình 7. Trường sóng lớn nhất trong bão Frankie (7/1996) giữa 2 phương án tính có (a) và không (b) xét tới ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng.



Hình 8. So sánh độ cao sóng tính toán trong bão Doksuri (9/2017) giữa 2 phương án tính có và không xét tới ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng bão tại Hòn Ngur (a) và vị trí ngoài khơi (b).



Hình 9. Trường sóng lớn nhất trong bão Doksuri (9/2017) giữa 2 phương án tính có (a) và không (b) xét tới ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng.

Với trường hợp bão Washi, so sánh độ cao sóng tính tại trạm Hòn Dấu theo 2 phương án có và không xét tới thủy triều và nước dâng do bão được thể hiện trên Hình 10a với cấp bão thực tế và Hình 10b với cấp siêu bão. Kết quả cho thấy chênh lệch độ cao sóng lớn nhất với bão thật là 0,22m và với cấp siêu bão là 1,1m. Phân bố chênh lệch độ cao sóng lớn nhất giữa 2 phương án tính (Độ cao sóng [Có xét tới thủy triều và nước dâng]-Độ cao sóng [Không xét tới thủy triều và nước dâng]) cho trường hợp cấp bão thật và cấp siêu bão được thể hiện trên hình 11 a-b cho thấy tại khu vực ven bờ bên phải đường đi của

bão chênh lệch độ cao sóng có thể lên tới hơn 2,0m với cấp siêu bão, trong khi đó với cấp bão thật chỉ khoảng 0,5m. Tại một số khu vực ngoài khơi, chênh lệch độ cao sóng lớn nhất là -0,4m với cấp bão thật và -1,4m với cấp siêu bão. Có thể thấy rằng với những bão có cường độ rất mạnh, tương tác của thủy triều và nước dâng thể hiện rõ tới phân bố trường sóng trong bão nhất là tại những khu vực sóng lớn quanh tâm bão và vùng nước nông ven bờ ở bên phải đường đi của bão do bởi thay đổi trường độ cao mực nước và dòng chảy so với trường hợp không xét đến ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng do bão. Sự

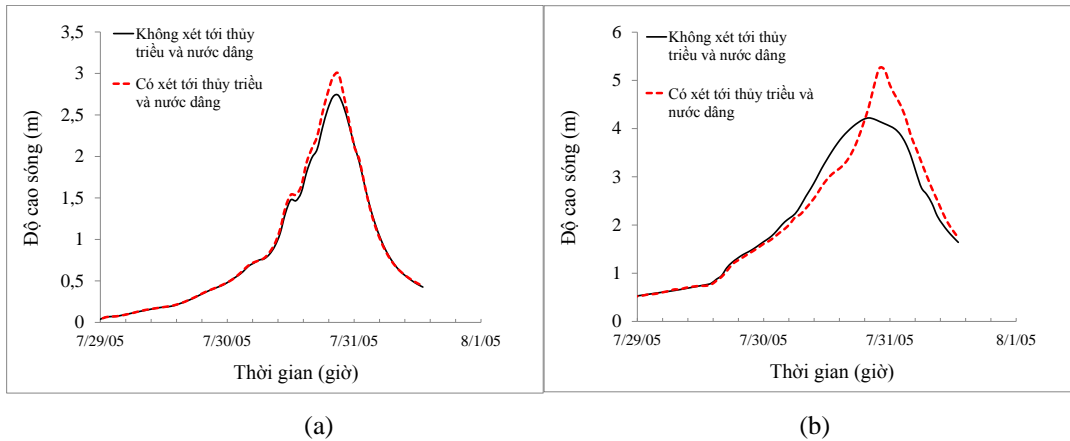
thay đổi này sẽ nhỏ hơn tại những khu vực sóng nhỏ và độ sâu của biển lớn hơn nhiều so với thay đổi mực nước biển do thủy triều và nước dâng trong bão.

Kết quả đã chỉ ra rằng với những cơn bão có cường độ mạnh cỡ siêu bão thì công nghệ dự báo sóng cần thiết phải xét tới ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng bão để tránh kết quả có dự báo thiên thấp tại khu vực ven bờ nơi bão đi qua.

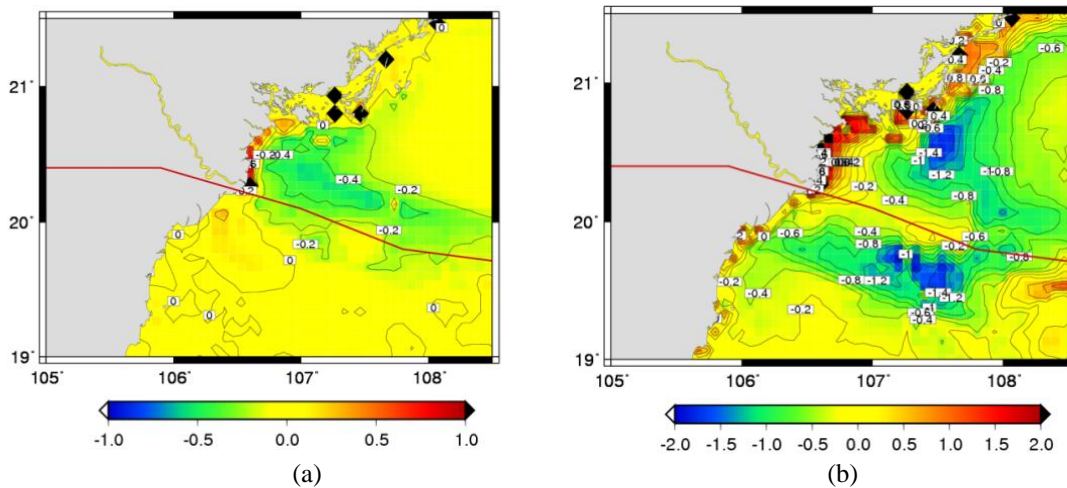
b) Ảnh hưởng của nước dâng do bão tới sóng trong bão

Để đánh giá ảnh hưởng riêng rẽ của thủy

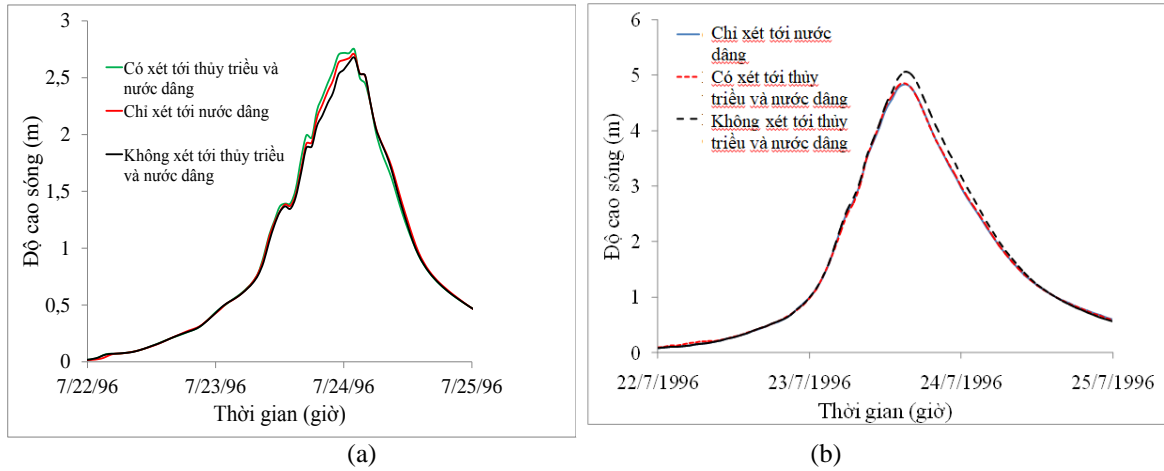
triều và nước dâng tới độ cao sóng trong bão, trên Hình 12a-b so sánh kết quả tính sóng giữa 3 phương án, có xét tới thủy triều và nước dâng bão, chỉ xét tới nước dâng do bão (không xét tới thủy triều) và không xét tới thủy triều và nước dâng do bão tại Hòn Dấu và vị trí ngoài khơi trong bão Frankie. Kết quả cho thấy, hầu như không có sự khác biệt nhất là tại vị trí ngoài khơi giữa 2 phương án xét tới thủy triều và nước dâng và phương án chỉ xét tới nước dâng, có nghĩa là ảnh hưởng của thủy triều tới sóng chỉ có chút đáng kể tại khu vực ven bờ (Hình 12a - trạm Hòn Dấu).



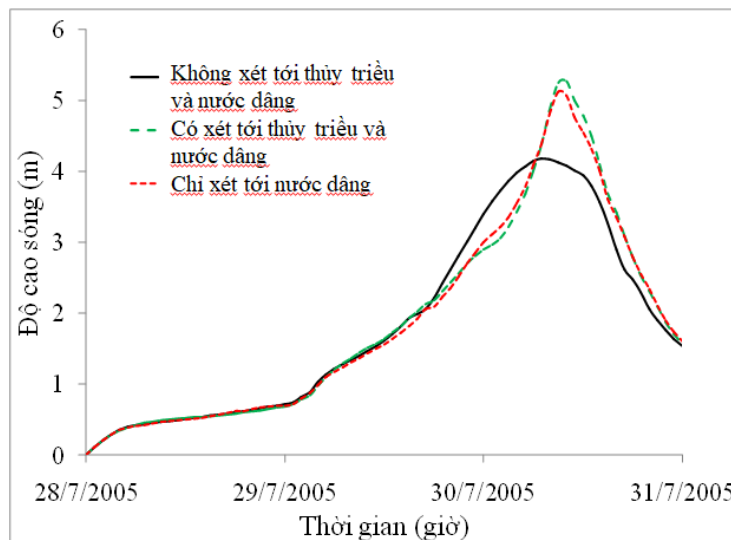
Hình 10. So sánh độ cao sóng tính toán tại Hòn Dấu trong bão Washi theo phương án tính có và không xét tới ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng. (a) Cấp bão thật, (b) Cấp siêu bão.



Hình 11. Chênh lệch độ cao sóng lớn nhất giữa phương án tính sóng có và không xét tới ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng bão. (a) Cấp bão thật, (b) Cấp siêu bão.



Hình 12. So sánh độ cao sóng tính toán trong bão Frankie (7/1996) giữa 3 phương án tính: Có xét tới thủy triều và nước dâng bão, chỉ xét tới nước dâng do bão và không xét tới thủy triều và nước dâng do bão tại Hòn Dấu, và vị trí ngoài khơi (b).



Hình 13. So sánh độ cao sóng tính toán trong bão Washi (tăng cấp 16) giữa 3 phương án tính: Có xét tới thủy triều và nước dâng bão, chỉ xét tới nước dâng do bão và không xét tới thủy triều và nước dâng do bão tại Hòn Dấu.

Để khẳng định thêm ảnh hưởng của nước dâng do bão là đáng kể hơn so với thủy triều tới sóng trong bão, kết quả tính sóng tại Hòn Dấu theo 3 phương án tính ở trên với trường hợp bão Washi được tăng cấp 16 được thể hiện trên hình 13 cho thấy sự khác biệt khoảng 0,2m của độ cao sóng lớn nhất giữa phương án tính có xét tới thủy triều

và nước dâng và phương án chỉ xét tới nước dâng.

Những so sánh kết quả tính toán theo 3 phương án ở trên cho thấy với dự báo sóng trong những cơn bão mạnh và siêu bão cần thiết phải sử dụng công nghệ dự báo có xét tới thủy triều và nước dâng do bão, nhất là với nước dâng do bão.

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng tới sóng trong bão tại ven biển Bắc Bộ được phân tích dựa trên các kết quả tính toán sóng trong bão bằng mô hình SuWAT trong các cơn bão Frankie (7/1996), Doksuri (9/2017) và Washi (2005). Các phương án tính được thực hiện bao gồm xét tới đồng thời ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng, chỉ xét tới nước dâng và không xét tới thủy triều và nước dâng. Một số kết quả nghiên cứu được tóm tắt như sau:

- Mô hình SuWAT đã được kiểm chứng tính sóng và nước dâng trong bão tại khu vực nghiên cứu, mặc dù sai số tuyệt đối giữa tính toán và quan trắc tại một số thời điểm sau khi nước dâng và sóng đạt cực đại còn lớn nhưng về nhìn chung mô hình đã phản ánh tương đối tốt diễn biến nước dâng và sóng trong bão.

- Kết quả mô phỏng sóng trong bão cho 4 kịch bản về bão cho thấy nhìn chung ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng tới sóng trong bão là đáng kể nhất là trong bão mạnh và siêu bão. Phương án có xét tới ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng cho kết quả sóng cao hơn tại khu vực ven bờ và thấp hơn tại khu vực ngoài khơi. Sự thay đổi độ sâu nhất là tại khu vực nước nông ven bờ và tương tác giữa sóng và dòng chảy được xét tới trong phương án có xét tới thủy triều và nước dâng là nguyên nhân gây sự khác biệt về kết quả tính sóng giữa các phương án. Kết quả của nghiên cứu cũng cho thấy, so với thủy triều thì nước dâng do bão có ảnh hưởng nhiều hơn tới sóng trong bão..

Kết quả của nghiên cứu có ý nghĩa cho đề xuất cải tiến công nghệ và phương án dự báo sóng trong bão tại khu vực nghiên cứu, nơi có biên độ thủy triều lớn và trong tương lai có khả năng sẽ phải đón nhận nhiều cơn bão mạnh, siêu bão đổ bộ.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ Quốc gia (NAFOSTED)

trong đề tài mã số 105.06-2017.07 (mô hình) và đề tài cấp Bộ Tài nguyên và Môi trường mã số TNMT.2018.05.28 (số liệu). Tác giả xin chân thành cảm ơn.

Tài liệu tham khảo

- [1] Đ.Đ. Chiến, N.B. Thuy, N.T. Sáo, T.H. Thái, S. Kim. Nghiên cứu tương tác sóng và nước dâng do bão bằng mô hình số trị, Tạp chí Khí tượng Thủy văn 647 (2014) 19-24.
- [2] T.Q. Tiến, P.K. Ngọc, Kết nối mô hình SWAN với mô hình WAM thành hệ thống dự báo sóng biển cho vùng Vịnh Bắc Bộ, Tạp chí Khí tượng Thủy văn 651 (2014) 21-26.
- [3] Y. Funakoshi, S.C. Hagen, P. Bacopoulos. Coupling of hydrodynamic and wave models: case study for Hurricane Floyd (1999) Hindcast, Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering 134 (2008) 321-335.
- [4] S.Y. Kim, T. Yasuda, H. Mase, Wave set-up in the storm surge along open coasts during Typhoon Anita, Coastal Engineering 57 (2010) 631-642.
- [5] X. Bertin, K. Li, A. Roland, J.R. Bidlot. The contribution of short waves in storm surges: two recent examples in the central part of the bay of Biscay, Continental Shelf Research 96 (2015) 1-15.
- [6] H.Đ. Cường, N.B. Thuy, N.V. Hường, Đ.Đ. Tiến. Đánh giá nguy cơ bão và nước dâng do bão tại ven biển Việt Nam, Tạp chí Khí tượng thủy văn 684 (2018) 29-36.
- [7] Delf University of Technology. SWAN Cycle III Verion 40.31, User Guide. Delf, 2004.
- [8] N.B. Thuy, H.Đ. Cường, Đ.Đ. Tiến, Đ.Đ. Chiến, S.Kim. Đánh giá diễn biến nước biển dâng do bão số 3 năm 2014 và vấn đề dự báo, Tạp chí Khí tượng Thủy văn 647 (2014) 14-18.
- [9] N.B. Thuy, S. Kim, D.D. Chien, V.H. Dang, H.D. Cuong, C. Wettré and L. R. Hole. Assessment of Storm Surge along the Coast of Central Vietnam, Coastal researcher Journal 33 (2017) 518-530.
- [10] V.H. Đăng, N.B. Thuy, Đ.Đ. Chiến, S. Kim. Nghiên cứu đánh giá định lượng các thành phần nước dâng trong bão bằng mô hình số trị, Tạp chí Khoa học Công nghệ Biển 17 (2017) 132-138.
- [11] T. Fujita. Pressure distribution within typhoon, Geophysical Magazine 23 (1952) 437-451.