NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC ĐỀ XUẤT CẢI TIẾN CÔNG NGHỆ DỰ BÁO NƯỚC DÂNG VÀ SÓNG TRONG BÃO MẠNH, SIÊU BÃO

Trần Văn Khanh[1], Nguyễn Bá Thủy[2], Nguyễn Kim Cương[3]

Tóm tắt: *Trong nghiên cứu này, cơ sở khoa học cải tiến công nghệ dự nước dâng và sóng trong bão mạnh, siêu bão được thảo luận trên cơ sở phân tích kết quả mô phỏng của 2 phương án tính toán. Trong đó, phương án truyền thống là nước dâng và sóng trong bão chỉ xét tới tác động của gió và khí áp trên nền mực nước biển trung bình. Với công nghệ mới, tương tác giữa thủy triều, sóng và nước dâng do bão được xem xét đầy đủ trong mô hình số trị hải dương tích hợp (mô hình SuWAT - Surge, Wave and Tide). Hai phương án tính toán được áp dụng để mô phỏng sóng và nước dâng trong bão cho trường hợp của bão Washi (tháng 7/2005) đổ bộ vào Hải Phòng với cấp bão thực tế và tăng tới cấp siêu bão (cấp 16) nhưng giữ nguyên quỹ đạo. Kết quả cho thấy, chênh lệch độ cao lớn nhất của nước dâng và sóng trong bão trong trường hợp siêu bão lớn hơn nhiều so với cấp bão thực (cấp 10), khoảng 41% và 31%, tương ứng. Kết quả của nghiên cứu làm cơ sở kiến nghị thay thế công nghệ dự báo truyền thống nước dâng và sóng trong bão truyền thống bằng mô hình số trị tích hợp có tính đến tương tác đồng giữa thời thủy triều, sóng và nước dâng do bão.*

Từ khóa: *Siêu bão, nước dâng bão, sóng trong bão, SuWAT.*

Ban Biên tập nhận bài: 05/2/2018 Ngày phản biện xong: 15/03/2018 Ngày đăng bài: 25/04/2018

1. Mở đầu

Dưới tác động của biến đổi khí hậu đang diễn ra trên phạm vi toàn cầu, các thiên tai có nguồn gốc khí tượng thủy văn (KTTV) trong đó có bão ngày càng diễn biến phức tạp. Một trong những hệ quả tiêu cực trong bão là hiện tượng nước biển dâng kèm theo sóng lớn tại vùng ven bờ. Nước dâng kết hợp với sóng lớn trong bão là nguyên nhân gây ngập lụt, xói lở bờ và xâm nhập mặn trong nội đồng, đặc biệt nếu bão đổ bộ vào kỳ triều cường. Vì vậy, việc nghiên cứu để cải tiến công nghệ dự báo nước dâng và sóng lớn trong bão rất có ý nghĩa trong khoa học và thực tiễn, góp phần phòng tránh và giảm thiểu thiệt hại gây ra bởi nước dâng và sóng trong bão.

Cho tới thời điểm hiện tại, dự báo nghiệp vụ nước dâng do bão chủ yếu dựa trên hệ phương trình nước nông phi tuyến 2 chiều. Trong một số trường hợp, nước dâng được tính với đồng thời của thủy triều nhưng ảnh hưởng của sóng chưa được xét tới. Với dự báo sóng, các mô hình phổ biến áp dụng trong dự báo nghiệp vụ như SWAN, WAM, WAVEWATCH, đây là các mô hình lan truyền năng lượng phổ sóng và không xét tới dao động dâng/rút của bề mặt nước biển cũng như trường dòng chảy trong bão. Có nghĩa là các công nghệ truyền thống áp dụng trong dự báo nghiệp vụ nước dâng và sóng trong bão ở hầu hết chủ yếu mới xét tới tác động của gió và khí áp trên nền mực nước biển trung bình, sự thay đổi của mực nước (khi tính nước dâng) và trường sóng bề mặt biển (khi tính sóng) trong thời gian bão ảnh hưởng không được xét tới. Về mặt tổng thể công nghệ truyền thống cơ bản đáp ứng được độ chính xác trong dự báo cho trường hợp bão mạnh cấp 10 - 11. Nghiên cứu gần đây bằng mô hình số trị tích hợp của một số tác giả

[1]*Trung tâm Hải văn*
[2]*Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn quốc gia*
[3]*Trường Đại học khoa học tự nhiên*
Email: thuybanguyen@gmail.com

nước ngoài đã cho thấy cần thiết phải xem xét tác động tương hỗ của thủy triều, sóng và nước dâng khi tính toán sóng và nước dâng trong bão và phần đóng góp của nước dâng do sóng (do ứng xuất bức xạ và ứng xuất bề mặt) vào mực nước dâng tổng cộng trong bão là đáng kể nhất là trong các cơn bão mạnh, siêu bão (thí dụ: Funakoshi và NNK, 2008; Kim và NNK. 2008; Kim và NNK, 2010) [3, 5, 6]. Tại Việt Nam, nghiên cứu của Đỗ Đình Chiến (2016) [1] về nước dâng và sóng trong bão tại khu vực ven biển từ Quảng Bình tới Quang Nam bằng mô hình SuWAT đã cho thấy: (1) Nước dâng do sóng có đóng góp đáng kể, trong một số trường hợp có thể chiếm tới 35% nước dâng tổng cộng trong bão. Khi xét đến ảnh hưởng của sóng biển, các kết quả tính nước dâng cho kết quả phù hợp với số liệu thực tế hơn so với trường hợp không xét đến ảnh hưởng của sóng; (2) Tương tác của thủy triều và nước dâng bão đã làm thay đổi độ cao sóng tại những khu vực sóng lớn quanh tâm bão và khu vực nước nông ven bờ do 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 bão. Sự thay đổi này sẽ không đáng kể tại những khu vực độ cao sóng nhỏ và độ sâu của biển lớn hơn nhiều so với thay đổi mực nước biển do thủy triều và nước dâng bão. Khi nghiên cứu về ảnh hưởng của thủy triều và sóng tới nước dâng do bão bằng mô hình SuWAT trên lưới tính có độ phân giải cao Nguyễn Văn Hưởng và Nguyễn Bá Thủy (2017) [2] đã đưa ra kết luận rằng: Thủy triều khu vực có ảnh hưởng đáng kể tới nước dâng do bão khi bão đổ bộ vào thời kỳ triều cường. Mô hình khi xét đến thủy triều cho kết quả nước dâng thấp hơn so với trường hợp không xét đến thủy triều và nước dâng do sóng chiếm một tỷ lệ đáng kể trong mực nước dâng trong bão nhất là khi độ phân giải của lưới tính của mô hình tăng và việc xem xét phần đóng góp của nước dâng do sóng đã làm tăng độ chính xác của tính toán.

Những kết luận đưa ra ở trên dựa theo kết quả tính toán nước dâng và sóng trong các cơn bão lịch sử đổ bộ vào khu vực. Phần lớn các cơn bão được thử nghiệm là bão mạnh với sức gió cấp 10 - 11, trường hợp siêu bão chưa được thử nghiệm do chưa đổ bộ vào ven bờ ven bờ biển Việt Nam. Với bão có cường độ rất mạnh tới cấp siêu bão, chênh lệch về định lượng độ lớn nước dâng và sóng giữa phương pháp tính truyền thống và phương pháp có xét tới tương tác giữa thủy triều, sóng và nước dâng có thể rất khác biệt và cần được nghiên cứu. Vấn đề mà nghiên cứu này đặt ra rất có ý nghĩa nhất là trong bối cảnh biến đổi khí hậu, khi được nhận định sẽ có nhiều bão mạnh/siêu bão với diễn biến bất thường có thể ảnh hưởng tới đất liền Việt Nam.

Trong nghiên cứu này, nước dâng và sóng trong bão mạnh và siêu bão được tính toán theo 2 phương án, đó là phương pháp truyền thống và phương pháp xét tới tương tác đồng thời giữa thủy triều, sóng và nước dâng bão. Hai phương án tính được áp dụng cho trường hợp bão Washi tháng 7 năm 2005 đổ bộ vào Hải Phòng với cấp bão thật và cấp được nâng tới siêu bão. Chênh lệch độ lớn của nước dâng và sóng giữa 2 phương án tính làm cơ sở đề xuất công nghệ tích hợp thay thế công nghệ truyền thống trong dự báo sóng và nước dâng trong bão mạnh và siêu bão tại Việt Nam.

2. Mô hình SuWAT và phương án tính toán

a) Mô hình thủy động lực học

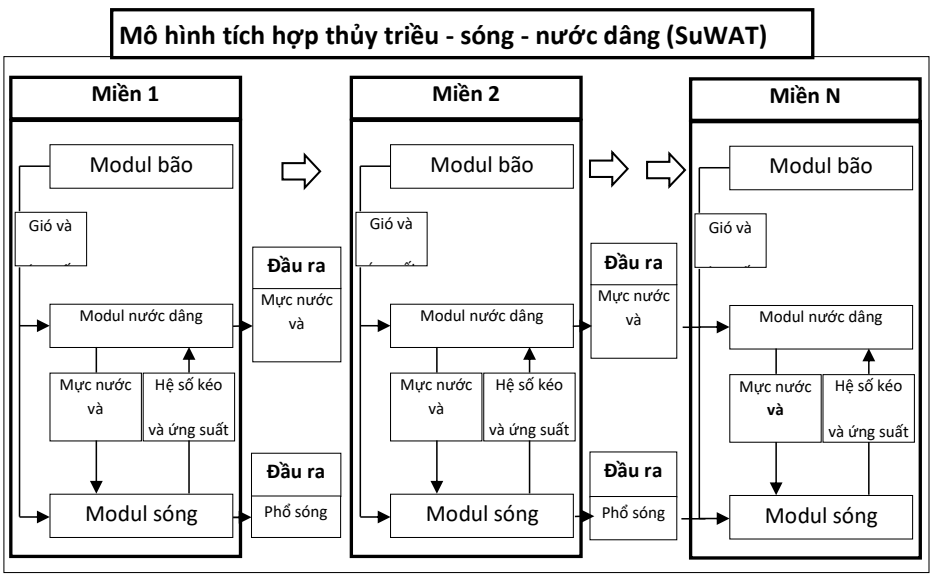
SuWAT là mô hình tích hợp dự tính đồng thời cả thủy triều, sóng biển và nước dâng do bão. Đây là sự kết hợp của 2 mô hình thành phần là mô hình dựa trên hệ phương trình nước nông 2 chiều có tính đến nước dâng do ứng suất bức xạ sóng và ứng xuất sóng bề mặt và mô hình SWAN tính toán sóng. Hệ phương trình cơ bản của mô hình nước nông 2 chiều được mô tả như sau:

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

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

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

Với: : 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 = η +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 sóng được bổ sung để xét nước dâng do sóng, được tính từ mô hình SWAN. Mô hình SuWAT được thiết lập tính toán trên lưới lồng với cấu trúc minh họa như trên hình 1. Cơ sở lý thuyết của mô hình SuWAT được trình bầy chi tiết trong các công trình [1, 2, 5, 6].



Hình 1. Cấu trúc lưới lồng của mô hình SuWAT

b) Mô hình bão giải tích

Trường gió và khí áp làm đầu vào cho mô hình SuWAT được tính toán từ mô hình bão giải tích của Fujii và Mitsuta, 1986 [4] với các tham số bão được lấy từ số liệu best track. Trường áp suất khí quyển được tính theo công thức:

$$P(r)=P_\infty-\frac{P_\infty-P_c}{\sqrt{1+(r/r_0)^2}} \quad (4)$$

Trong đó: P là áp suất ở tâm bão, P_∞; áp suất ở rìa bão, r_0 là bán kính gió cực đại, r là khoảng cách từ tâm bão tới điểm tính.

Vận tốc gió gradien được tính theo mối liên hệ với phân bố của áp suất khí quyển như trong công thức (4). Trong khi đó vận tốc gió theo mối liên hệ với tốc độ di chuyển của tâm bão được tính theo công thức (5):

$$-\frac{v^2}{r}-fv=-\frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial r} \quad (5)$$

$$V_F=c_2V_te^{-\frac{\pi r}{500}} \quad (6)$$

Tổng hợp 2 thành phần này ta có vận tốc tổng hợp như sau:

$$\mathbf{v}=\begin{pmatrix}v_x\\v_y\end{pmatrix}=c_1\begin{pmatrix}-V_g(\sin\alpha\cdot\cos\theta+\cos\alpha\cdot\sin\theta)\\V_g(\cos\alpha\cdot\cos\theta-\sin\alpha\cdot\sin\theta)\end{pmatrix}+c_2\begin{pmatrix}v_{tx}\\v_{ty}\end{pmatrix}e^{-\frac{\pi r}{500}} \quad (7)$$

Trong đó các hệ số nằm trong các khoảng giá trị như sau: $c_1 = 0.6 : 0.8$, $c_2 = 0.50 : 0.8$.

c) Phương án tính toán

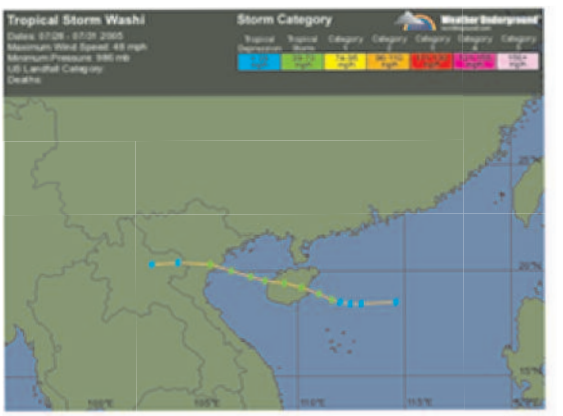
Hai phương án tính toán được thực hiện để đánh giá kết quả chênh lệch độ lớn của nước dâng và sóng trong bão với cấp thật của bão Washi (cấp 10) và cấp siêu bão (cấp 16). Trong đó với phương án truyền thống mô hình tính nước dâng và sóng trong bão chỉ xét tới tác động của gió, khí áp và bề mặt biển là tĩnh, có nghĩa thành phần F (liên quan tới ứng suất sóng),τ_s(liên quan tới ưng suất bề mặt) và hằng số điều hòa thủy triều tại các biên được bỏ qua.

3. Kết quả mô phỏng nước dâng và sóng trong bão mạnh và siêu bão

a) Số liệu bão cho mô hình và miền tính, lưới tính

Để có cơ sở khoa học đề xuất thay đổi công nghệ dự báo nước dâng và sóng trong bão mạnh, siêu bão từ phương pháp truyền thống nước dâng và sóng trong bão Washi đổ bộ vào Hải Phòng với quỹ đạo như trên hình 1 được tính toán và phân tích với trường hợp cấp bão Washi thật, tức là cấp 10 khi đổ bộ và bão Washi giữ nguyên quỹ đạo và thời gian đổ bộ nhưng cường độ bão được tăng cấp ở mức siêu bão (cấp 16). Kết quả so sánh giữa 2 phương án tính toán trong trường hợp bão Washi cấp 10 và cấp 16 sẽ là cơ sở để đề xuất cải tiến công nghệ dự báo sóng và nước dâng trong bão mạnh và siêu bão.

Mô hình SuWAT được thiết kế trên lưới vuông và lồng 5 lớp với miền tính và độ phân giải của lưới tính như trên bảng 1. Trong đó độ chi tiết của lưới tính chú trọng vào vị trí trạm Hòn Dấu. Mục đích của xây dựng lưới tính có độ phân giải cao nhằm đánh giá đầy đủ nước dâng do ứng suất sóng gây nên.



Hình 1. Quỹ đạo bão Washi (8/2005)

Bảng 1. Miền tính và độ phân giải lưới tính ven biển Bắc Bộ

TT	Lưới	Miền tính	Số điểm tính theo kinh & vĩ tuyến	Độ phân giải (Δx x Δy)
Ven biển Bắc Bộ	D1	103^0- 120^0E, 6-22^0N	226 x 211	7400 x 7400
	D2	105^0.0- 110.5^0E, 16^0.0-21.5^0N	181 x 241	1850 x 1850
	D3	106.0^0 – 107.5^0E, 20.0^0 - 21.0^0N	181 x 121	925 x 925
	D4	106.5^0 – 107.5^0E, 20.3^0 - 21.0^0N	241 x 169	462.5 x 462.5
	D5	106.5^0 – 107.3^0E, 20.4^0 - 20.7^0N	539 x 519	150 x 150

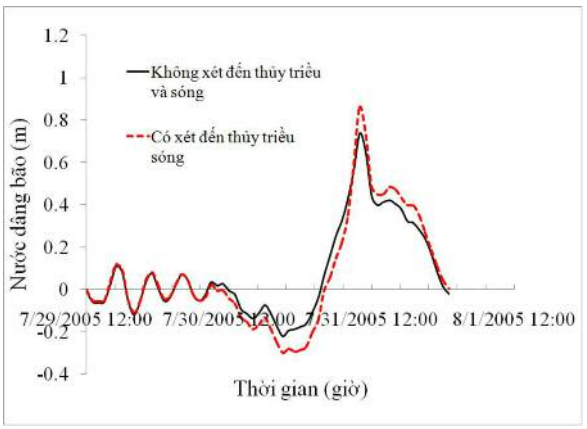
b) Kết quả mô phỏng nước dâng và sóng trong bão mạnh, siêu bão

Mô hình SuWAT đã được hiệu chỉnh và kiểm định trong tính toán thủy triều, sóng và nước dâng do bão tại Việt Nam trong các nghiên cứu của Đỗ Đình Chiến và NNK (2016) [1], Nguyễn Bá Thủy và NNK (2017) [2]). Do vậy, nghiên cứu này chỉ áp dụng mô hình trong mô phỏng nước dâng và sóng trong bão mạnh và siêu bão.

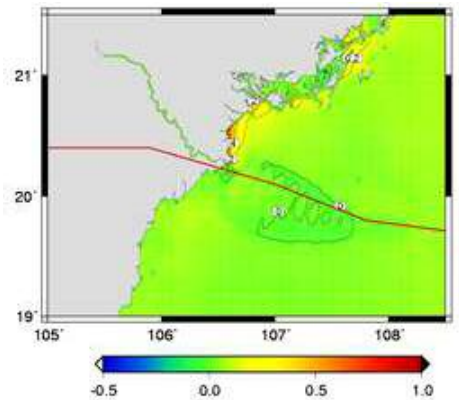
- Với nước dâng bão

Trên hình 2 là so sánh biến thiên nước dâng bão tại Hòn Dấu trong trường hợp có mô hình có và không xét tới ảnh hưởng của thủy triều và sóng. Trong đó với trường hợp xét tới ảnh hưởng của thủy triều và sóng, nước dâng được xác định từ mực nước tổng cộng (thủy triều+nước dâng do gió và khí áp+nước dâng do sóng) sau đấy loại bỏ dao động thủy triều cùng trong thời đoạn. Kết quả cho thấy, chênh lệch độ lớn đỉnh nước dâng giữa 2 phương án tính khoảng 0,15m. Phân bố chênh lệch nước dâng lớn nhất trong bão Washi theo phương án mô hình có và không xét tới ảnh hưởng của thủy triều và sóng (Nước dâng [có xét tới thủy triều và sóng] - Nước dâng

[không xét tới thủy triều và sóng]) trên hình 3 cho thấy trị số lớn nhất ở khu vực sát bờ bên phải đường đi của bão có thể đạt tới 0,5m, chiếm khoảng 25% độ lớn nước dâng lớn nhất trong trường hợp mô hình có xét tới thủy triều và sóng.

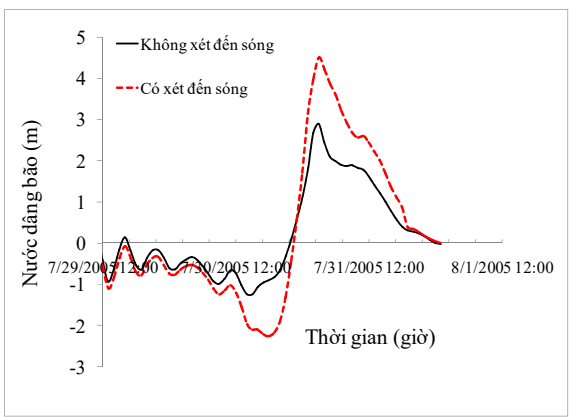


Hình 2. So sánh nước dâng tại Hòn Dấu trong bão Washi theo phương án tính có và không xét tới ảnh hưởng của sóng

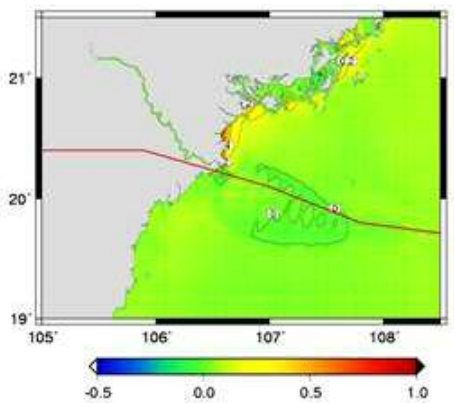


Hình 3. Chênh lệch độ cao nước dâng trong bão Washi giữa phương án tinh có và không xét tới thủy triều và sóng

Trong trường hợp cường độ bão được tăng tới cấp 16, kết quả tính toán tại Hòn Dấu như trên hình 4 cho thấy nước dâng lớn nhất tính theo phương án có và không xét tới ảnh hưởng của thủy triều và sóng lần lượt là 4,6 và 2,8, chênh lệch 1,8 m (39%). Phân bố chênh lệch nước dâng lớn nhất giữa 2 phương án tính được thể hiện trên hình 5 cho thấy có nhiều khu vực mứ chênh nước dâng tới gần 2,0m, chiếm hơn 41% mực nước dâng tổng cộng. Như vậy, có thể thấy rằng trong trường hợp bão mạnh tới cấp siêu bão, mô hình tính nước dâng truyền thống cho kết quả thiên thấp rất nhiều so với trường hợp mô hình tích hợp. Chính vì vậy để đảm bảo độ chính xác và an toàn trong cảnh báo nước dâng với bão mạnh và siêu bão cần thiết phải sử dụng mô hình có xét tới ảnh hưởng của thủy triều sóng.



Hình 4. So sánh nước dâng tại Hòn Dấu trong bão Washi theo phương án tính có và không xét tới ảnh hưởng của sóng. Trường hợp tăng cấp bão tới cấp 16 (siêu bão)



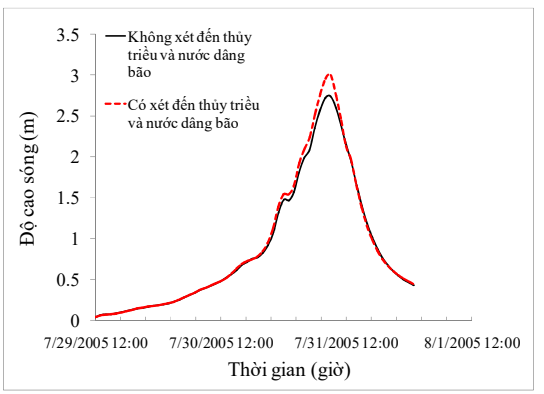
Hình 5. Chênh lệch độ cao nước dâng trong bão Washi giữa phương án tinh có xét tới sóng và không xét tới sóng. Trường hợp tăng cấp bão tới cấp 16 (siêu bão)

- Với dự báo sóng trong bão

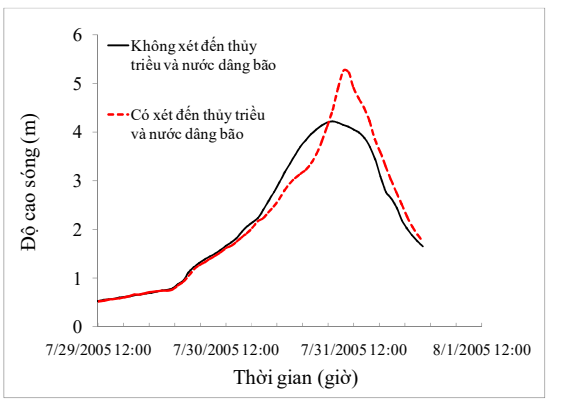
Các mô hình dự báo sóng trong bão hiện tại phần lớn đều không xét tới ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng trong bão, tức là sóng được tính trên nền mực nước trung bình, không có dao động dâng/rút và dòng chảy bề mặt. Trên thực tế, tương tác giữa sóng và dòng chảy cũng như sự thay đổi độ sâu do dao động thủy triều và nước dâng bão sẽ tác động đáng kể tới phân bố độ cao sóng trong bão, nhất là trong trường hợp siêu bão. Cũng với cách tính toán và phân tích tương tự như với nước dâng do bão. Sóng trong bão Washi và trường hợp tăng tới cấp siêu bão được tính toán theo phương án có và không xét tới ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng.

Trên hình 6 là biến thiên độ cao sóng tại Hòn Dấu trong bão Washi với 2 phương án tính, trong đó trường hợp trên hình 6a là với cấp bão thật và 6b là với cấp siêu bão. Kết quả cho thấy chênh lệch độ cao sóng lớn nhất giữa 2 phương án tính toán với bão thật là 0,22m (chiếm 9%) và với cấp siêu bão là 1,1m (chiếm 19%). Phân bố chênh lệch độ cao sóng có nghĩa 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 Washi thật và cấp siêu bão được thể hiện trên hình 7. Kết quả cho thấy, với cấp siêu bão, chênh lệch độ cao sóng có nghĩa lớn nhất tại vị trí sát bờ và bên phải đường đi của bão có thể lên tới 2,0m (chiếm 31%), trong khi đó với cấp bão thật chỉ khoảng 0,5m (chiếm 12%). Chính vì vậy đối với những cơn bão có cường độ cấp 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, nhất là tại khu vực ven bờ nơi bão đi qua.

Những phân tích kết quả tính nước dâng và sóng trong bão ở trên cho thấy trong trường hợp bão có cường độ cỡ cấp 10, 11, kết quả tính sóng và nước dâng không có nhiều khác biệt giữa phương pháp truyền thống và mô hình tích. Tuy nhiên, với cấp siêu bão kết chênh lệch rất đáng kể. Do vậy, cần thiết phải sử dụng công nghệ dự báo nước dâng và sóng trong bão có xét tới đồng thời tổ hợp của thủy triều, sóng biển và nước dâng do bão.

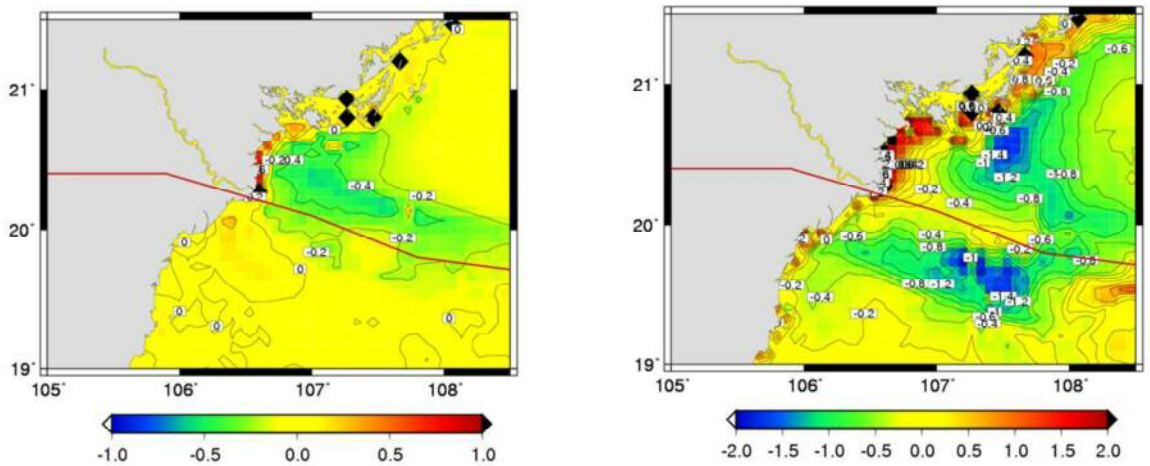


(a)



(b)

Hình 6. So sánh nước dâng tại Hòn Dấu trong bão Washi theo phương án tính có và không xét tới ảnh hưởng của sóng. (a) Cấp bão thật, (b) Cấp siêu bão



Hình 7. Chênh lệch độ cáo sóng có nghĩa lớn nhất giữa phương án tính sóng có có và không xét tới ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng bão. (a) Cấp bão thật, (b) Cấp siêu bão

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, nước dâng và sóng trong bão mạnh và siêu bão được tính toán theo 2 phương án, phương án chỉ xét tới tác động của gió và khí áp trên nền mực nước biển trung bình (phương pháp truyền thống) và phương án xét tới tương tác thủy triều, sóng và nước dâng bão. Bão Washi tháng 7 năm 2005 đổ bộ vào Hải Phòng được lựa chọn. Mô phỏng được thực hiện với cấp bão thật khi đổ bộ (cấp 10) và trường hợp được tăng tới cấp siêu bão (cấp 16) nhằm đánh giá độ chênh lệch kết quả giữa hai phương án. Kết quả cho thấy, chênh lệch độ cao lớn nhất của nước dâng bão và sóng giữa hai phương án tính trong siêu bão lớn hơn nhiều với cấp bão mạnh, cụ thể có thể lên tới 41% và 31% với cấp siêu bão và 25% và 12% với cấp bão manh, tương ứng. Kết quả của nghiên cứu làm cơ sở kiến nghị thay thế công nghệ dự báo truyền thống bằng công nghệ tích hợp có xét tới tương tác giữa thủy triều, sóng và nước dâng bão.

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 (công nghệ tích hợp dự báo nước dâng và số liệu) và Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ Tài nguyên và Môi trường mã số TNMT.2018.05.28 (mô hình dự báo sóng và số liệu). Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn.*

Tài liệu tham khảo

1. Đỗ Đình Chiến (2016). *Nghiên cứu cơ sở khoa học tính toán và đánh giá quy mô nước dâng bão ở vùng biển từ Quảng Bình đến Quảng Nam*. Luận án tiến sĩ hải dương học, Trường Đại học khoa học tự nhiên-Đại học quốc gia Hà Nội, 176 trang.

2. Nguyễn Bá Thủy (2017) *Nghiên cứu lựa chọn mô hình dự báo nước dâng bão vào dự báo nghiệp vụ tại Việt Nam.* Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ Tài Nguyên và Môi trường, 225 trang.

3. Funakoshi, Y., Hagen, S.C., Bacopoulos, P. (2008), *Coupling of hydrodynamic and wave models: case study for Hurricane Floyd (1999) Hindcast.* Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, (134) pp. 321 – 335.

4. Fujii, T. and Mitsuta, Y., (1986). *Synthesis of a stochastic typhoon model and simulation of typhoon winds. Annuals Disaster Prevention Research Institute*, Kyoto University, No.29, B-1, 229-239 (in Japanese).

5. Kim, S., Yasuda, T., Mase, H., (2008). *Numerical analysis of effects of tidal variations on storm surges and waves*. Applied Ocean Research Vol (28), pp. 311-322.

6. Kim, S., Yasuda, T., Mase, H., (2010). *Wave set-up in the storm surge along open coasts during Typhoon Anita*. Coastal Engineering, Vol (57), pp. 631-642.

STUDY THE SCIENCE BASIS IMPROVEMENT TECHNOLOGY OF FORECASTING STORM SURGE AND WAVE IN STRONG, SUPER TYPHOON

Tran Van Khanh[1], Nguyen Ba Thuy[2], Nguyen Kim Cuong[3]

[1]Oceanography Center

[2]National Centre for Hydrometeorological Forecasting - NCHMF

[3]Hanoi University of Science

Abstract: *In this study, the science basis improvement technology of forecasting storm surge and wave in strong, super typhoon is discussed based on the results of two methods. In which, in the conventional method, the wave and storm surge is considerd under the impact of wind and ải pressure on the mean sea level only, while in the new technology that consider the full interaction of tide, surge and wave by using a coupled model of surge wave and tide (called SuWAT).Two method was applied for the case of typhoon Washi (July 2005) landfalled at Haiphong city with the real intensity and enhancemet to the level of super typhoon (level 16). The result showed that the difference of storm surge and wave height between two methods in the case of super typhoon is much higher than the case of strong typhoon (reality: level 10), coresponding of 41% and 31%, respectively. The result of this study is the base to replace the conventional model by a coupled model of surge wave and tide in operarional forecasting.*

Keywords: *Strong/super typhoon, storm surge, wave. SuWAT.*