

Ảnh hưởng của thủy triều và sóng biển tới nước dâng do bão khu vực ven biển Quảng Bình - Quảng Nam

Đỗ Đình Chiến^{1,*}, Nguyễn Thọ Sáo², Trần Hồng Thái³, Nguyễn Bá Thủy⁴

¹Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và Biến đổi khí hậu, 23/62 Nguyễn Chí Thanh, Hà Nội

²Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội

³Trung tâm Khí tượng thủy văn Quốc gia, 3 Đặng Thái Thân, Hà Nội

⁴Trung tâm Dự báo Khí tượng thủy văn Trung ương, 4 Đặng Thái Thân, Hà Nội

Nhận ngày 26 tháng 6 năm 2015

Chỉnh sửa ngày 28 tháng 7 năm 2015; Chấp nhận đăng ngày 6 tháng 8 năm 2015

Tóm tắt: Ảnh hưởng của thủy triều và sóng biển tới nước dâng do bão tại dải ven biển từ Quảng Bình đến Quảng Nam đã được đánh giá và phân tích dựa trên kết quả nghiên cứu, tính toán bằng mô hình tích hợp (SuWAT - Surge, Wave and Tide) và số liệu thực đo. Mục nước tổng cộng được tính toán dựa trên hệ phương trình nước nông phi tuyến hai chiều có xét đến cả ảnh hưởng thủy triều và ứng suất sóng (được tính từ mô hình SWAN). Mô hình áp dụng cho cơn bão Xangsena đổ bộ vào Đà Nẵng tháng 9/2006 với một số phương án tính toán khác nhau. Ngoài ra, đã tính toán và phân tích nước dâng do bão khi không xét và có xét ảnh hưởng của thủy triều và sóng biển cho trường hợp bão đổ bộ vào Quảng Bình và Quảng Nam. Kết quả nghiên cứu cho thấy ảnh hưởng của thủy triều là không đáng kể, trong khi sóng biển có đóng góp khá lớn tới nước dâng tổng cộng, trong trường hợp này nước dâng do sóng khi bão đổ bộ vào Quảng Bình lớn hơn bão đổ bộ vào Quảng Nam, có thể chiếm tới 35% nước dâng tổng cộng trong bão.

Từ khóa: Nước dâng do bão, nước dâng do sóng, nước dâng tổng cộng, mô hình tích hợp.

1. Mở đầu

Bão là một trong những thiên tai có nguồn gốc khí tượng thủy văn nguy hiểm. Một trong những hệ quả tác động chính của bão đối với vùng ven bờ là hiện tượng ngập lụt do nước biển dâng cao trong bão. Lịch sử đã chứng kiến nhiều cơn bão gây nước dâng cao làm ngập vùng ven bờ trên 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 Myanmar tháng 5 năm 2008 và đặc biệt gần đây siêu bão Haiyan cấp 17 tràn vào Phillipin tháng 11/2013 gây thiệt hại nặng nề chủ yếu bởi ngập lụt do nước biển dâng cao.

Nước biển dâng trong bão chủ yếu phụ thuộc vào các tham số bão (độ giảm áp ở tâm, vận tốc gió, bán kính gió cực đại, hướng bão...), địa hình vùng bờ (độ sâu và hình dạng đường bờ), thủy triều và sóng (do gió). Chính vì vậy nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố đến

* Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-913020640
Email: chiendd@gmail.com

nước dâng do bão cho một khu vực cụ thể sẽ có ý nghĩa khoa học trong xây dựng bài toán tính toán, dự báo nước dâng do bão. Tại Việt Nam, nghiên cứu nước dâng có xét đến ảnh hưởng của thủy triều đã được đề cập đến trong một số công trình nghiên cứu như Lê Trọng Đào [1], Nguyễn Thọ Sáo [2], Nguyễn Xuân Hiền [3]. Những nghiên cứu này đã đưa ra nhận định chung về ảnh hưởng đáng kể của thủy triều tại những khu vực có biên độ triều lớn và đã cho thấy khi bão đổ bộ vào lúc triều thấp sẽ gây nước dâng lớn hơn lúc triều cao. Trong khi đó, ảnh hưởng của sóng biển tới nước dâng do bão mới được quan tâm nghiên cứu trong những năm gần đây. Nguyễn Xuân Hiền đã thực hiện tính nước dâng do sóng theo công thức thực nghiệm tại khu vực ven biển Hải Phòng và thấy rằng nước dâng do sóng có thể chiếm tới 22% mực nước dâng tổng cộng trong bão [3]. Nghiên cứu nước dâng do sóng bằng mô hình số trị tích hợp đã được thực hiện bởi Đỗ Đình Chiến và nnk [4, 5] trong bão Xangxane tháng 9/2006 đổ bộ vào Đà Nẵng và Nguyễn Bá Thủy và nnk [6] trong bão Kalmaegi tháng 9/2014 đổ bộ vào Hải Phòng - Quảng Ninh. Kết quả của hai nghiên cứu này đều cho thấy nước dâng khi xét đến ảnh hưởng của sóng chiếm từ 20 đến 30% nước dâng tổng cộng trong bão. Trên thế giới đã có một số nghiên cứu khẳng định mực nước dâng do sóng đóng góp phần đáng kể vào nước dâng tổng cộng trong bão và trong nhiều trường hợp nước dâng do sóng có thể chiếm tới 40% nước dâng tổng cộng trong bão [7, 8, 9]. Chính vì thế mà nhiều kết quả tính toán của các mô hình chỉ thuần túy tính nước dâng gây bởi ứng suất gió và độ giảm áp ở tâm bão mà không xét đến sóng thường cho kết quả nhỏ hơn giá trị thực tế khá nhiều.

Trong nghiên cứu này, ảnh hưởng của thủy triều và sóng biển tới nước dâng do bão tại dải ven biển từ Quảng Bình đến Quảng Nam được

phân tích dựa trên kết quả tính toán bằng mô hình SuWAT. Mô hình này đã khắc phục được hạn chế của một số mô hình, công nghệ được xây dựng trước đây, đó là xem xét đồng thời tương tác giữa thủy triều, sóng biển và nước dâng trong bão [4, 7, 8], trong đó ảnh hưởng của thủy triều và sóng biển tới nước dâng do bão được hiểu là sự khác biệt của kết quả tính nước dâng do bão của mô hình khi có và không xét đến thủy triều hay sóng biển. Các kết quả tính toán phân tích đã làm sáng tỏ vai trò và mức độ ảnh hưởng của thủy triều và sóng biển tới nước dâng do bão tại khu vực này.

2. Khu vực nghiên cứu và phương pháp sử dụng

a. Khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu được chọn là vùng ven biển từ Quảng Bình đến Quảng Nam, nơi chịu nhiều tác động của thiên tai bão và nước dâng do bão. Mặc dù là nơi có tần suất bão ảnh hưởng không cao (trung bình khoảng 0.7 cơn/năm) nhưng do đây là khu vực biên hồ, địa hình nông, bờ biển cấu tạo chủ yếu là cát, không có đê biển bao bọc nên đã từng xảy ra những trận ngập lụt rất lớn trong một số cơn bão mạnh như Xangsena (9/2006), Ketsena (9/2009). Trên Bảng 1 là số liệu thống kê tần suất bão theo các cấp đổ bộ vào khu vực trong giai đoạn 1951-2014 cho thấy các cơn bão mạnh trên cấp 12 chiếm ưu thế tại đây với tần suất 28,3%. Số liệu quan trắc mực nước tại các trạm hải văn, thủy văn ven biển và các đợt khảo sát nước dâng do bão đã ghi nhận nhiều cơn bão gây nước dâng lớn tại khu vực này như nước dâng do bão Cecil (10/1975) là 1,69m tại Thanh Khê - Quảng Bình, bão Becky (10/1990) là 1.84m tại Thanh Khê - Quảng Bình, bão Xangxane (9/2006) là 1,4m tại Sơn Trà - Đà Nẵng, bão Ketsena (9/2009) là 2,4m tại Hội An

- Quảng Nam... Trong quá khứ, còn nhiều cơn bão mạnh có thể gây nước dâng lớn hơn rất nhiều nhưng không ghi nhận được do không có trạm đo hoặc không có điều kiện khảo sát, như bão mạnh Harriet tháng 7/1971 với cấp gió trên cấp 14, áp tại tâm 960 mb đổ bộ vào Quảng Trị nhưng đã không có quan trắc. Tại khu vực này biên độ triều có xu hướng giảm dần từ Quảng Bình đến Thừa Thiên Huế và tăng dần đến Quảng Nam, nơi có biên độ triều cao nhất là Quảng Bình và Quảng Nam cũng chỉ khoảng

gần 1,0m. Vì là vùng biển thoáng nên khi bão đổ bộ gây những đợt sóng lớn có sức tàn phá nhiều công trình hạ tầng ven bờ. Tại trạm khí tượng hải văn Sơn Trà đã ghi nhận được sóng cao tới 6,0 m trong bão Ketsena tháng 9/2009. Ngoài ra, một số vị trí cục bộ có địa hình nông và thoải nên nước dâng do sóng có thể chiếm một phần đáng kể trong mực nước dâng tổng cộng trong bão. Tuy nhiên, ảnh hưởng của thủy triều và sóng biển tới nước dâng do bão cũng chưa được nghiên cứu chi tiết tại đây.

Bảng 1. Tần suất bão (%) theo các cấp bão khu vực nghiên cứu (thời kỳ: 1951-2014)

Khu vực	Cấp bão (Bô pho)			
	Dưới cấp 8 (%)	Cấp 8-9 (%)	Cấp 10-11 (%)	Cấp ≥ 12 (%)
Quảng Bình	9.4	15.1	9.4	13.2
Quảng Trị	5.7	1.9	1.9	3.8
Thừa Thiên Huế	3.8	1.9	1.9	0.0
Đà Nẵng	0.0	5.7	1.9	1.9
Quảng Nam	7.5	1.9	3.8	9.4
Tổng cộng (%)	26.4	26.4	18.9	28.3

b. Phương pháp sử dụng

Để nghiên cứu ảnh hưởng của thủy triều và sóng biển tới nước dâng do bão tại khu vực đang xét, mô hình tích hợp SuWAT (Surge Wave and Tide) tính toán đồng thời thủy triều, sóng biển và nước dâng do bão đã được áp dụng. SuWAT bao gồm 2 mô hình thành phần là mô hình dựa trên hệ phương trình nước nông 2 chiều có tính đến ứng suất sóng và mô hình SWAN tính toán các yếu tố sóng biển. Với việc xét tác động sóng, mô hình có thể tính đến sự biến động của hệ số kháng trên bề mặt khi có sóng. Cơ sở lý thuyết của mô hình SuWAT được trình bày chi tiết trong các công trình [4, 8, 9]. Việc hiệu chỉnh và kiểm định mô SuWAT cho tính toán thủy triều và nước dâng do bão tại Việt Nam đã được thực hiện trong [4, 5, 6]. Đối với bài toán nước dâng do bão, mô hình được tính toán theo 4 phương án khác nhau: không

xét đến thủy triều và sóng, chỉ xét đến thủy triều, chỉ xét đến sóng và xét đồng thời cả thủy triều và sóng.

Trường gió áp trong bão được đưa vào mô hình SuWAT để tính nước dâng do bão nhận được từ mô hình bão giải tích Fujata, 1952 [10], một trong các mô hình bão được đánh giá hiệu quả nhất. Cơ sở lý thuyết và kiểm chứng mô hình bão giải tích đã được đề cập trong [4].

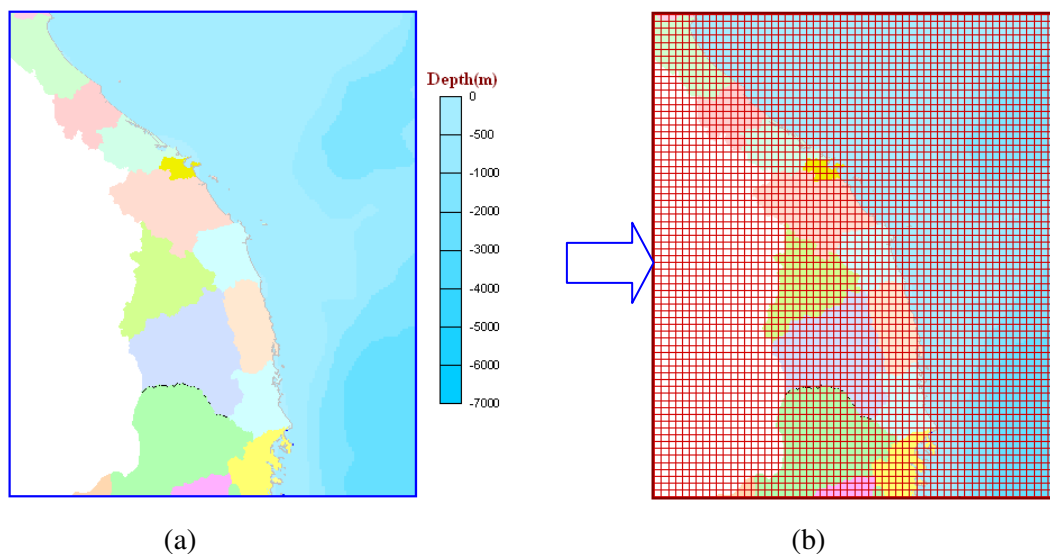
3. Đánh giá ảnh hưởng của thủy triều và sóng biển đối với nước dâng do bão tại khu vực ven biển Quảng Bình đến Quảng Nam

a) Miền tính, lưới tính, điều kiện biên

Để nghiên cứu ảnh hưởng của thủy triều, sóng biển và nước dâng do bão cho khu vực, mô hình SuWAT được thiết kế trên lưới chữ

nhật và lòng 3 lớp: miền tính lớn nhất (lưới Biển Đông - lưới D1) từ vĩ độ 8° - 22° N, kinh độ 105° - 120° E có độ phân giải 4 phút (khoảng 7.4 km), miền tính lồng kế tiếp (lưới khu vực - D2) (Hình 1) được thiết lập bao trùm và mở rộng về phía bắc của tỉnh Quảng Bình và phía nam của tỉnh Quảng Nam từ vĩ độ 12° - 18° N, kinh tuyến 106° - 111° E, độ phân giải 1 phút (1.85km), miền tính thứ 3 (lưới địa phương - D3) có độ phân giải 0.5 phút (khoảng 925m) với vị trí được xác định cho từng cơn bão sao cho có thể bao trùm hết những khu vực có nước dâng đáng kể (lớn hơn 0.5m). Hệ thống lưới lồng được xây dựng cho khu vực nghiên cứu nhằm hai mục đích: (1) có thể chi tiết hóa sự biến đổi phức tạp của địa hình của khu vực ven bờ nhằm tăng độ chính xác tính toán, (2) phục vụ tính nước dâng do sóng bởi vì nước dâng do sóng thường chỉ có thể được phát hiện khi mô hình được thiết lập trên lưới tính có độ phân giải cao. Dữ liệu địa hình được lấy từ GEBCO (General

Bathymetry Chart of the Ocean) của BODC (British Ocean Data Center) độ phân giải 4 phút cho lưới tính Biển Đông, 1 phút cho lưới tính miền và được số hóa từ bản đồ địa hình đáy biển tỉ lệ 1/100.000 của Tổng cục Biển và Hải đảo dùng cho vùng ven bờ. Hình 1 minh họa trường độ sâu địa hình (a) và lưới tính D2 (b). Với lưới tính Biển Đông, tại biên lồng, hằng số điều hòa của 16 sóng triều (M2, S2, K1, O1, N2, P1, K2, Q1, M1, J1, OO1, 2N2, μ_2 , γ_2 , L2, T2) được lấy từ mô hình thủy triều toàn cầu (NAO.99b, NAO.99Jb model-http://www.miz.nao.ac.jp/staffs/nao99/README_NAOTIDE_En.html) làm điều kiện biên. Theo cấu trúc của mô hình SuWAT, lưới tính tinh hơn sẽ sử dụng kết quả tính mực nước và dòng chảy từ lưới thô làm điều kiện biên lồng. Hiệu chỉnh mô hình SuWAT trong tính toán thủy triều cho cho khu vực ven bờ Việt Nam đã thực hiện trong [5].

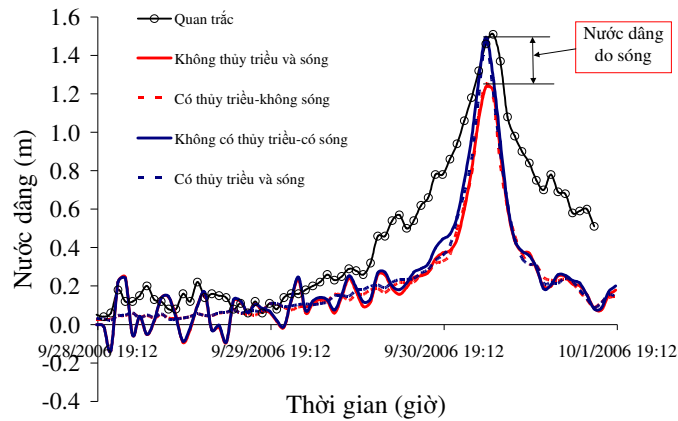


Hình 1. Địa hình và lưới tính khu vực – D2 (độ phân giải 1,85km).

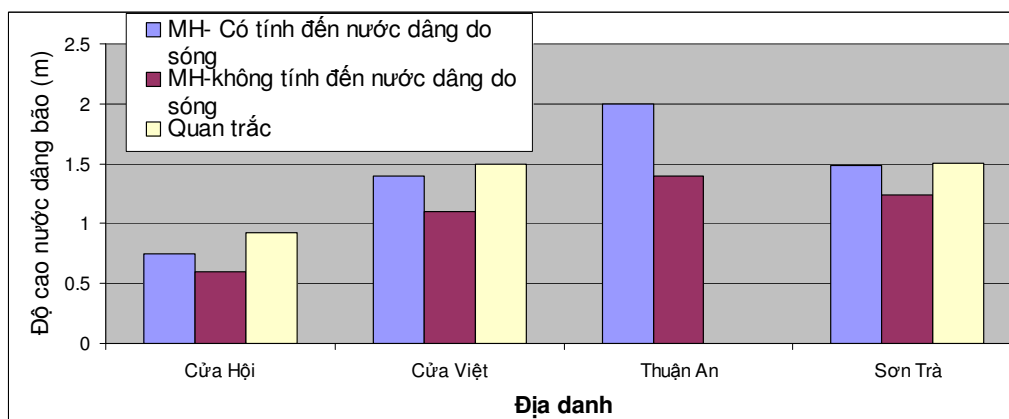
b) Ảnh hưởng của thủy triều và sóng biển tới nước dâng do bão

Để xem xét ảnh hưởng của thủy triều và sóng đối với nước dâng bão, số liệu bão Xangxane tháng (9/2006) đổ bộ vào Đà Nẵng và số liệu quan mực nước giờ tại trạm khí tượng hải văn Sơn Trà được sử dụng để tính toán phân tích. Một loạt phương án tính toán nước dâng do bão được thực hiện, đó là: không xét đến ảnh hưởng của thủy triều và sóng biển, chỉ xét đến thủy triều, chỉ xét đến sóng và xét đồng thời cả thủy triều và sóng biển. Nước dâng do bão được

tính toán với từng phương án được so sánh với nước dâng quan trắc thực tế (sau khi tách thủy triều). Kết quả so sánh thể hiện trên Hình 2 đã cho thấy ảnh hưởng của thủy triều là không đáng kể, nhưng ảnh hưởng của sóng biển là khá lớn. Độ chênh lệch giữa kết quả tính toán trong trường hợp có và không xét đến ảnh hưởng của sóng dao động khoảng 20 - 30 cm. Chênh lệch giữa các trường hợp có và không xét đến ảnh hưởng của thủy triều (khi cùng xét hoặc không xét đến sóng) là nhỏ.



Hình 2. Nước dâng do bão tại trạm Sơn Trà theo các phương án tính toán

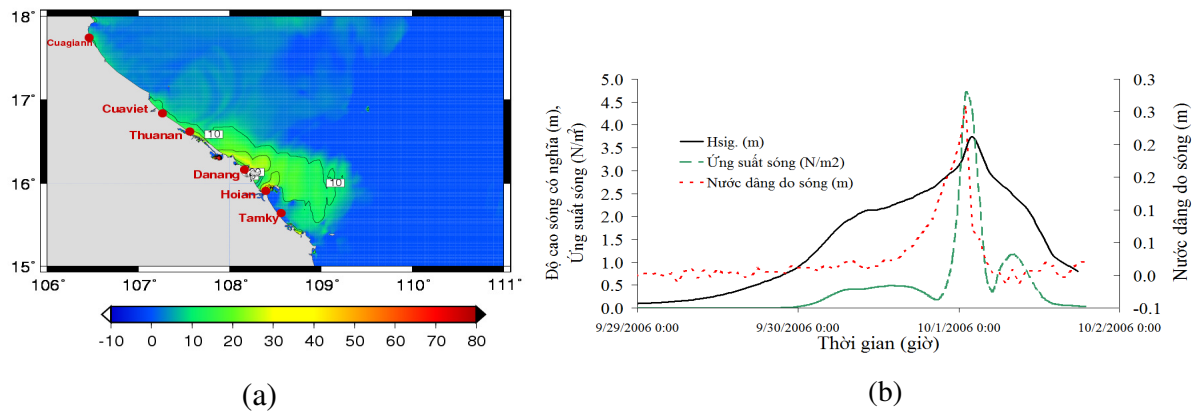


Hình 3. Nước dâng trong bão Xangxane tháng 9/2006 tại 4 vị trí.

So sánh độ lớn nước dâng tính toán theo mô hình và số liệu quan trắc tại một số vị trí trong bão Xangsane được thể hiện trên Hình 3 cho thấy khi xét đến ảnh hưởng của sóng, tại tất cả các vị trí, độ cao nước dâng do sóng chiếm một tỷ lệ đáng kể và giá trị nước dâng tiếp cận với số liệu quan trắc hơn so với trường hợp không xét đến ảnh hưởng của sóng.

Theo phân bố không gian, tỷ lệ phần trăm của nước dâng do sóng trong nước dâng tổng cộng (độ lớn nước dâng do sóng/độ lớn nước

dâng tổng cộng) trong bão được thể hiện trên Hình 4(a). Kết quả cho thấy tại các vị trí gần bờ, nước dâng do sóng chiếm tới gần 40% nước dâng tổng cộng. Trên Hình 4(b) là kết quả tính toán nước dâng do sóng biến đổi theo thời gian, ứng suất sóng và độ cao sóng có nghĩa tại trạm Sơn Trà. Kết quả tính toán cho thấy, nước dâng do sóng lớn nhất xuất hiện tại thời điểm ứng suất sóng có giá trị lớn nhất, cũng là khoảng thời gian độ cao sóng có nghĩa đạt giá trị lớn nhất.



Hình 4. (a) Phân bố phần trăm đóng góp nước dâng do sóng trong nước dâng tổng cộng, (b) Biến trình theo thời gian của độ cao sóng có nghĩa, ứng suất sóng và nước dâng do sóng trong bão Xangsena tháng 9/2006 tại Sơn Trà.

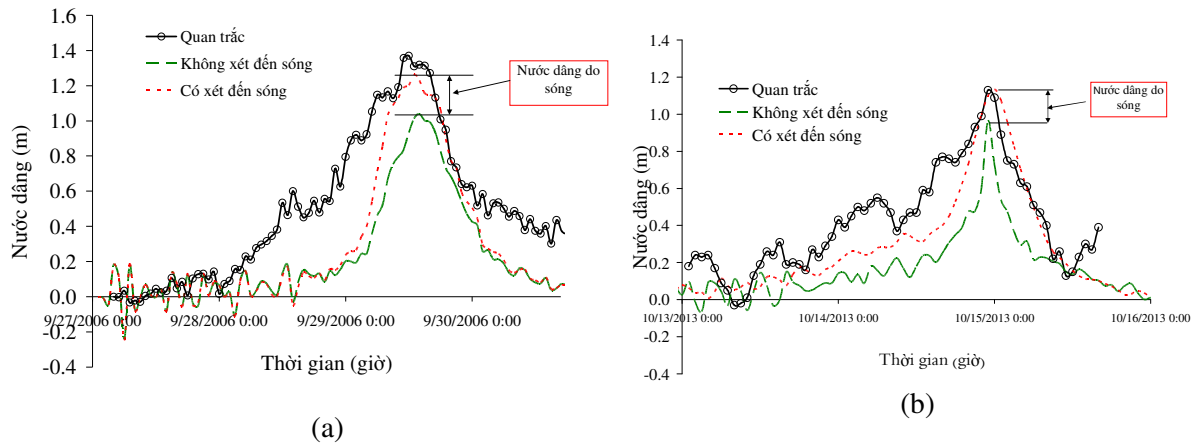
Nước dâng do sóng gây nên tại trạm Sơn Trà cũng đã được kiểm tra cho trường hợp bão Ketsena tháng 9/2009 và bão Nari tháng 10/2013 như trên Hình 5(a) và (b). Kết quả cho thấy khi xét đến ảnh hưởng của sóng biển thì độ chính xác của mô hình đã được tăng lên và nước dâng do sóng đạt khoảng 25cm trong bão Ketsena và 20cm trong bão Nari.

Khu vực nghiên cứu là nơi có biên độ thủy triều nhỏ, phía bắc (Quảng Bình) và nam (Quảng Nam) có biên độ thủy triều lớn hơn cũng chưa đến 1.0m.

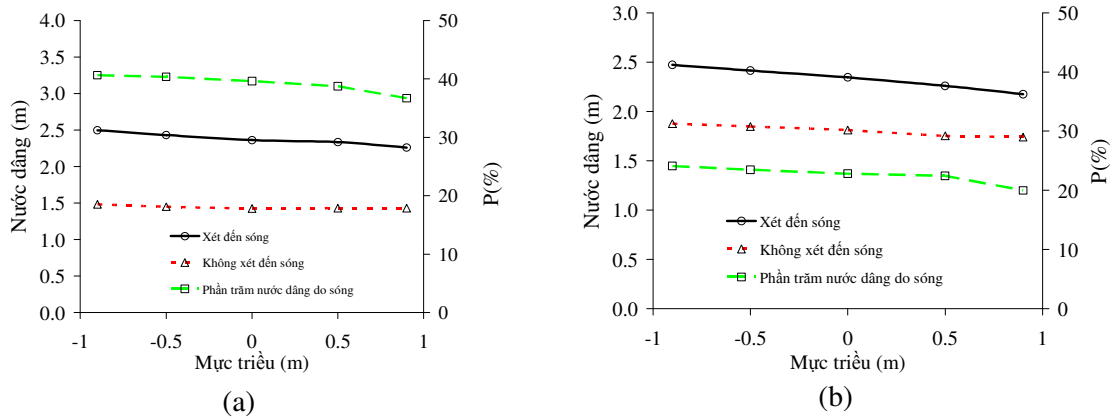
Để nghiên cứu ảnh hưởng của cả thủy triều và sóng biển tới nước dâng do bão tại khu vực này, các tính toán được thực hiện với giả thiết cơn bão có quỹ đạo và cấp giống cơn bão Xangsena (9/2006) nhưng đổ bộ vào Quảng Bình và Quảng Nam tại các thời điểm thủy triều có biên độ khác nhau. Kết quả tính toán cho thấy, trong trường hợp có và không xét đến ảnh hưởng của sóng, độ lớn nước dâng đều có xu hướng giảm khi biên độ thủy triều tăng nhưng hầu như không đáng kể tại cả hai vị trí là Cửa Gianh (hình 6a) và Tam Kỳ (hình 6b). Kết quả phân tích cũng cho thấy tỷ lệ phần trăm nước dâng do sóng trong nước dâng tổng cộng (P%)

khi xét đến sóng tại Cửa Gianh lớn hơn Tam Kỳ, với khoảng trên 35% tại tất cả các pha thủy triều tính toán. Ảnh hưởng của thủy triều tới nước dâng do bão là không đáng kể do khu vực

này biên độ triều nhỏ, trong khi đó nước dâng khi xét đến ảnh hưởng của sóng tại Quảng Bình chiếm tỷ lệ lớn hơn tại Quảng Nam là do khu vực này có địa hình nông và đáy thoải hơn.



Hình 5. Nước dâng do bão tại trạm Sơn Trà có và không xét đến ảnh hưởng của sóng (a) Bão Ketsena 9/2009 và b) Bão Nari 10/2013.



Hình 6. Nước dâng do bão ứng với mực triều khác nhau cho trường hợp có và không xét đến ảnh hưởng của sóng tại Cửa Gianh (a) và Tam Kỳ (b).

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, ảnh hưởng của thủy triều và sóng biển tới nước dâng do bão được phân tích dựa trên các kết quả tính toán bằng

mô hình SuWAT với 4 phương án tính toán khác nhau cho trường hợp cơn bão Xangsena tháng 9/2006 đổ bộ vào Đà Nẵng, đó là: không xét đến thủy triều và sóng, chỉ xét đến thủy

triều, chỉ xét đến sóng và xét đồng thời thủy triều và sóng.

Tiếp đến nước dâng do bão trong trường hợp có và không xét đến ảnh hưởng của sóng khi bão đổ bộ vào Quảng Bình và Quảng Nam tại các thời điểm thủy triều khác nhau được tính toán và phân tích. Kết quả cho thấy tại khu vực nghiên cứu do biên độ thủy triều nhỏ nên ảnh hưởng của thủy triều tới nước dâng do bão là không đáng kể, trong khi đó nước dâng do sóng có ảnh hưởng đáng kể, trong một số trường hợp chiếm tới hơn 35% nước dâng tổng cộng trong bão. Rõ ràng, khi xét đến ảnh hưởng của sóng biển, kết quả tính nước dâng phù hợp với số liệu quan trắc hơn, so với trường hợp không xét đến ảnh hưởng của sóng. Vai trò của sóng là quan trọng đối với nước dâng trong khu vực, vì vậy nên xem xét đến ảnh hưởng của sóng biển trong tính toán và dự báo nước dâng do bão đối với dải ven biển miền Trung từ Quảng Bình đến Quảng Nam.

Tài liệu tham khảo

- [1] Lê Trọng Đào, Nguyễn Vũ Thắng, Trần Quang Tiến (1999), Tính toán thủy triều, nước dâng và tương tác giữa chúng bằng mô hình số trị thủy động, Đề tài cấp Tổng cục, Tổng cục Khí tượng Thủy văn.
- [2] Nguyễn Thọ Sáo (2008), Dự báo nước dâng do bão ven biển Việt Nam bằng mô hình Delft-3D sử dụng kết quả của mô hình khí tượng RAMS, Hội thảo Khoa học Kỷ niệm 5 năm thành lập Khoa Kỹ thuật Biển, Hà Nội.
- [3] Nguyễn Xuân Hiền (2013), Nghiên cứu nước dâng do bão có tính đến ảnh hưởng của sóng và áp dụng cho vùng ven biển Hải Phòng. Luận án tiến sĩ địa lý, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường.
- [4] 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.
- [5] Đỗ Đình Chiến, Trần Sơn Tùng, Nguyễn Bá Thủy, Trịnh Thị Tâm, Sooyoul Kim (2014), Một số kết quả tính toán thủy triều, sóng biển và nước dâng trong bão bằng mô hình SuWAT tại Việt Nam, Tuyển tập báo cáo Hội thảo khoa học Quốc gia về Khí tượng, Thủy văn, Môi trường và Biến đổi khí hậu (ISBN: 978-604-904-248-5), Nxb Tài nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội, (XVII), tr.339-344.
- [6] Nguyễn Bá Thủy, Hoàng Đức Cường, Dur 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, (647), tr.14-18.
- [7] 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.
- [8] Kim, S.Y., Yasuda, T., Mase, H. (2010), "Numerical analysis of effects of tidal variations on storm surges and waves", Applied Ocean Research Volume 28, pp. 311-322.
- [9] Kim, S.Y., Yasuda, T., Mase, H. (2010), "Wave set-up in the storm surge along open coasts during Typhoon Anita", Coastal Engineering, ASCE, (57), pp. 631-642.
- [10] Fujita, T. (1952), "Pressure distribution within typhoon", Geophysical Magazine, 23, pp 437-451.

Effect of Tide and Wave on Storm Surge along the Coast from Quảng Bình to Quảng Nam

Đỗ Đình Chiến¹, Nguyễn Thọ Sáo², Trần Hồng Thái³, Nguyễn Bá Thủy⁴

¹*Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change, 23/62 Nguyễn Chí Thanh, Hanoi*

²*VNU University of Science, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hanoi*

³*Hydro-meteorological Service of Vietnam, 3 Đặng Thái Thân, Hanoi*

⁴*National Center for Hydro-meteorological Forecasting, 4 Đặng Thái Thân, Hanoi*

Abstract: In this paper, the effect of tide and wave on storm surge on the coastal area from Quảng Bình to Quảng Nam was investigated by a couple model of surge, wave and tide (SuWAT). The SuWAT model is composed of depth integrated nonlinear shallow water equations and Simulating Waves Nearshore (SWAN) model. *The model is then applied to calculate storm surge during Xangxane typhoon landfall at Đà Nẵng in 9/2006 for cases of coupled and uncoupled tides and waves.* Effect of tides on storm surge was also investigated. The results show that tide contributes insignificantly while waves contribute significantly on storm surge. In some cases wave can contributed up to 35% in total surge level.

Keywords: Storm surge, wave generated surge, total surge level, couple model.