thủy triều từ mực nước quan trắc để thu được nước dâng dị thường.

3. Kết quả phân tích mực nước biển dâng cao dị thường tại Tuy Hòa - Phú Yên

Để khẳng định cũng như đánh giá định lượng mực nước biển dâng cao dị thường tại Tuy Hòa - Phú Yên trong các đợt triều cường tại Phú Yên, số liệu quan trắc mực nước tại cửa biển ở khu vực này sẽ là nguồn tin cậy nhất. Tuy nhiên, do tại Tuy Hòa không có trạm quan trắc mực nước tại cửa biển, mà chỉ có trạm thủy văn cửa sông Phú Lâm cách cửa biển Đà Rằng khoảng 2 km. Khi mực nước biển dâng cao dị thường tại cửa biển Tuy Hòa thì trạm thủy văn Phú Lâm cũng ít nhiều ghi nhận được mực nước dâng tại đây. Chính vì vậy, số liệu mực nước tại thủy văn Phú Lâm là nguồn duy nhất để khẳng định có đúng hiện tượng mực nước biển dâng cao dị thường tại cửa biển Tuy Hòa như báo chí và người dân phản ánh không, mặc dù trong một số trường hợp mực nước tại đây bị chi phối bởi lũ trên sông trong một số trường hợp.

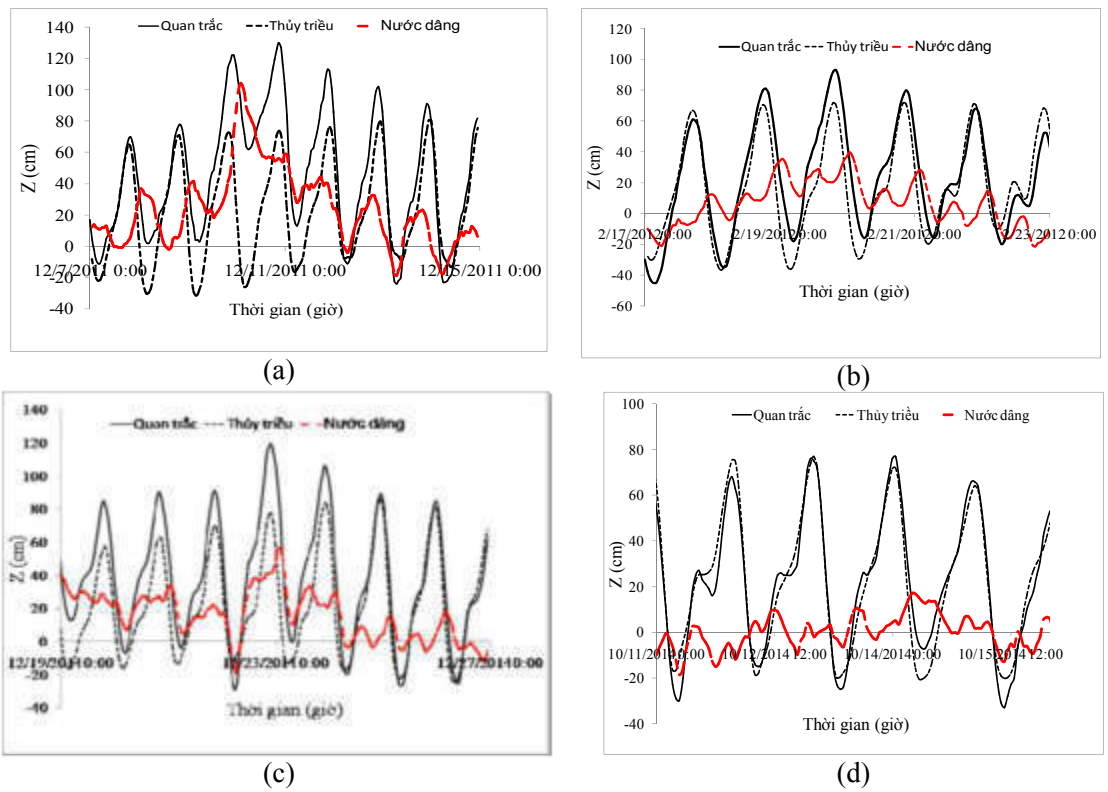
Ngoài ra, để có cơ sở khoa học vững chắc hơn nhằm khẳng định có hiện tượng mực nước dâng dị thường tại khu vực này, cũng như đánh giá định lượng mực nước dâng cao dị thường tại đây, đề tài cấp nhà nước "Nghiên cứu nguyên nhân và xây dựng quy trình công nghệ cảnh báo, dự báo hiện tượng mực nước biển dâng dị thường tại miền Trung và Nam Bộ Việt Nam" đã tiến hành quan trắc mực nước tại cửa biển Tuy Hòa trong thời gian 3 tháng (từ giữa 15/10/2016 - 15/1/2017) nhằm mục đích ghi nhận được mực nước dâng cao dị thường ít nhất 1 lần trong thời gian này. Mặc dù mực nước dâng dị thường hay xuất hiện vào các tháng cuối và đầu năm (từ tháng 9 - 2 năm sau), tuy nhiên chúng ta không biết chắc khoảng thời gian xuất hiện do chưa biết nguyên nhân và cơ chế gây hiện tượng. Chính vì vậy đề tài quyết định tiến hành quan trắc trong thời gian đủ dài để hy vọng ghi nhận được hiện tượng này. Tại thời điểm xảy ra các đợt triều cường ở trên, khu vực biển Phú Yên đều không có hoạt động của bão và áp thấp nhiệt đới.

a) Kết quả phân tích tại trạm thủy văn Phú Lâm

Hình 2 là bản đồ cửa biển Tuy Hòa và vị trí trạm Phú Lâm và trạm quan trắc mực nước bổ sung cuối năm 2016. Số liệu quan trắc mực nước tại trạm thủy văn Phú Lâm trong những ngày có hiện tượng mực nước biển dâng cao dị thường tại cửa biển Tuy Hòa trong quá khứ được thu thập. Tuy nhiên, trong các đợt triều cường được ghi nhận, đã có nhiều đợt xuất hiện trong khoảng thời gian có lũ trên các sông ở tỉnh Phú Yên. Do số liệu mực nước trong những ngày có lũ rất khó để xác định mực nước dâng sau khi loại bỏ thủy triều. Chính vì vậy, chỉ một số đợt nước dâng dị thường trong những ngày không có lũ được lựa chọn để phân tích. Trong nghiên cứu này, số liệu quan trắc mực nước tại trạm thủy văn Phú Lâm trong 4 đợt triều cường xuất hiện trong thời gian không có lũ được lựa chọn để phân tích. Theo đó từ số liệu quan trắc mực nước, sau đó loại bỏ số liệu thủy triều (dự tính) để xác định biến trình nước dâng.

Hình 3 là biến thiên mực nước quan trắc, thủy triều dự tính và nước dâng sau khi đã loại bỏ thủy triều trong 4 đợt triều cường: Đợt triều cường ngày 9 - 10/12/2011 (Hình 3a), ngày 19/2/2012 (Hình 3b), ngày 14/10/2014 (Hình 3c) và ngày 22/12/2014 (Hình 3d). Trong đó đợt triều cường đêm 14/10/2014 và 22/12/2014 đã được báo điện tử Nhân Dân mô tả có nhiều nhà dân bị sóng cao tới 3 m đánh sập, hơn 200 m đường bị sóng khoét sâu (Hình 1) [10]. Kết quả phân tích cho thấy: Trong 4 đợt triều cường này không có dấu hiệu rõ ràng về sự xuất xuất hiện của lũ lớn, tuy nhiên dao động mực nước tại trạm thủy văn Phú Lâm không hoàn toàn theo thủy triều mà ít nhiều bị chi phối bởi dòng chảy trên sông;Nước dâng lớn nhất không xuất hiện tại thời điểm mực nước tổng cộng lên cao nhất; Nước dâng lớn nhất xuất hiện trong đợt triều cường 9 - 10/12/ 2011 với độ cao lên tới 104 cm và thời gian tồn tại nước dâng > 50 cm kéo dài tới 1 ngày. Đợt triều cường ngày 14/10/2014 mặc dù gây thiệt hại lớn tại cửa biển Tuy Hòa nhưng nước dâng tại trạm thủy văn Phú Lâm ghi nhận được không lớn, chỉ khoảng 20 cm. Do vậy, tác động của các đợt triều cường ngoài nước dâng cao dị thường thì sóng biển cũng là nhân tố gây ảnh hưởng lớn.

Hình 2. Minh họa cửa biển Tuy Hòa - Phú Yên và vị trí trạm thủy văn Phú Lâm và trạm quan trắc mực nước bổ sung



Hình 3. Biến thiên mực nước quan trắc, thủy triều và nước dâng tại trạm thủy văn Phú Lâm trong 4 đợt triều cường tại Tuy Hòa - Phú Yên

b) Kết quả phân tích tại trạm quan trắc mực nước bổ sung tại cửa Đà Rằng

Để có cơ cở khoa học vững chắc hơn ghi nhận dấu hiệu của nước biển dâng cao dị thường tại Tuy Hòa - Phú Yên, đề tài cấp Nhà nước về "Nghiên cứu nguyên nhân và xây dựng quy trình công nghệ cảnh báo, dự báo hiện tượng mực nước biển dâng dị thường tại miền Trung và

Nam Bộ Việt Nam" đã tiến hành quan trắc mực nước bổ sung tại vị trí ngay cửa Đà Rằng (Hình 2 và 4b) với mục đích ghi nhận được mực nước dâng dị thường trong các tháng cuối năm 2016 và đầu năm 2017. Vị trí được lựa chọn nằm ngay sát cửa biển nên hầu như không bị ảnh hưởng của lũ trên sông thuộc Tuy Hòa. Bước thời gian quan trắc được lựa chọn là 5 phút để có thể ghi nhận được những dao động mực nước có chu kỳ ngắn hơn. Trong khoảng thời gian quan trắc đã xuất hiện 2 đợt triều cường tại đây, cả 2 đợt này đều được nhiều tờ báo phản ánh, như báo Phú Yên, VOV [8].

(a) (b)

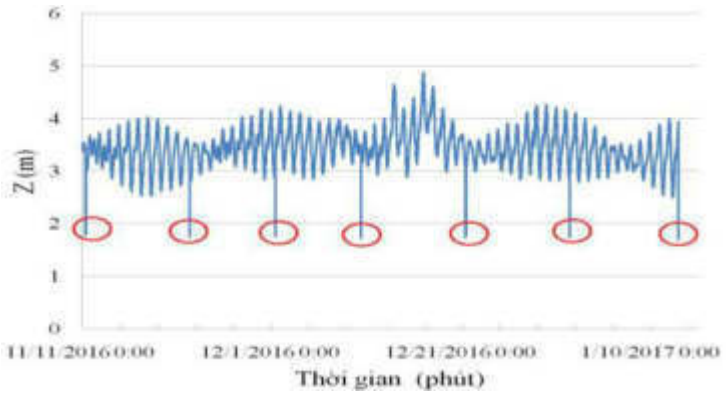
Hình 4. (a) Trạm quan trắc mực nước tại Tuy Hòa - Phú Yên từ 15/11/2016 đến 15/1/2017; (b) Cao đạc vết nước dâng trong đợt triều cường ngày 16/12/2016 tại xóm Rớ - Tuy Hòa

Hình 5 là số liệu mực nước quan trắc được trong tháng 12/2016. Đây là số liệu thô chưa được xử lý. Trong đó, tại các thời điểm có đánh dấu vòng tròn là khoảng thời gian máy được rút lên để thay pin, còn ngoài ra, dao động mực nước lên xuống theo thủy triều đều đặn ngoại trừ xuất hiện liên tiếp 2 đỉnh triều cao nhấtvào ngày 14 và 16/12/2016, ngày các phương tiện truyền thông đưa tin về triều cường Phú Yên. Kết quả phân tích điều hòa loại bỏ thủy triều để thu được biến thiên nước biển dâng dị thường trong 2 đợt triều cường được thể hiện trên hình 6 cho thấy nước dâng cao nhất là 0,6m (ngày 14/12) và 0,7m (ngày 16/12), đều xuất hiện sau khi thủy triều đạt đỉnh. Thời gian tồn tại nước dâng kéo dài tới 5 - 10 giờ, tương đương với quy mô của nước dâng do bão. Đây là nguồn số liệu rất quan trọng vừa khẳng định có hiện tượng mực nước biển dâng cao dị thường trong những ngày không có bão, vừa đánh giá được định lượng nước dâng dị thường.

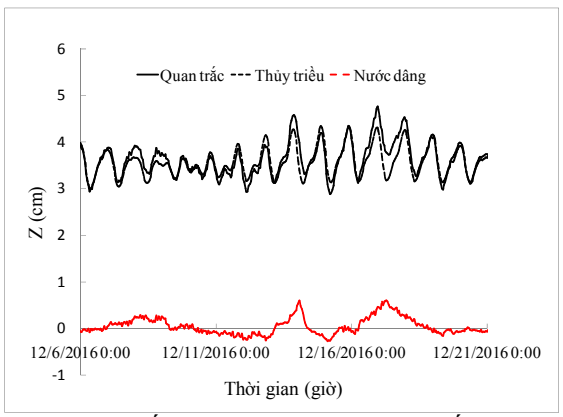
Để xem xét mối liên hệ giữa dao động mực nước tại cửa biển Tuy Hòa và tại trạm thủy văn Phú Lâm, hay nói cách khác là khi có hiện tượng mực nước dị thường ngoài cửa biển Tuy Hòa thì trạm thủy văn Phú Lâm có ghi nhận được không và ngược lại lũ tại trạm thủy văn Phú Lâm có lan ra ngoài cửa biển Tuy Hòa không, ta xem xét dao động mực nước tại 2 vị trí này trong 2 đợt triều cường liên tiếp và được so sánh tại hình 7. Thời gian xuất hiện nước dâng dị thường tại cửa biển Tuy Hòa cũng là lúc có lũ lớn tại trạm Phú Lâm. Từ biến thiên mực nước tại 2 vị trí này có thể thấy, trước thời điểm ngày 14/12/2016 (ngày xuất hiện triều cường) cũng có 1 đợt lũ mà trạm Phú Lâm ghi nhận được. Tuy nhiên, biến thiên mực nước tại trạm cửa biển không thấy có dấu hiệu của lũ trong thời gian này, có nghĩa số liệu mực nước tại cửa biển không chịu ảnh hưởng của lũ mà chỉ do thủy triều và các dao động phi điều hòa có tác nhân ngoài biển. Đây là minh chứng rất quan trọng để khẳng định số liệu quan trắc mực nước mà đề tài thực hiện có độ tin cậy cao để nghiên cứu mực nước dâng dị thường tại đây. Trong khi đó, tại thời điểm triều cường tại cửa biển đạt đỉnh (đêm ngày 14 và 16/12) thì

trạm Phú Lâm cũng ghi nhận được 2 đỉnh mực nước cao hơn hẳn so với đỉnh lũ trước và sau thời điểm triều cường xuất hiện. Kết quả này đã khẳng định rằng mực nước dâng cao dị thường tại cửa biển Tuy Hòa có thể ghi nhận được tại trạm thủy văn Phú Lâm. Có nghĩa là số liệu thu thập tại trạm thủy văn Phú Lâm trong các đợt triều cường ở Tuy Hòa có thể sử dụng để khẳng định cũng như đánh giá định lượng mực nước dâng dị thường tại đây như đã phân tích tại mục 3(a).

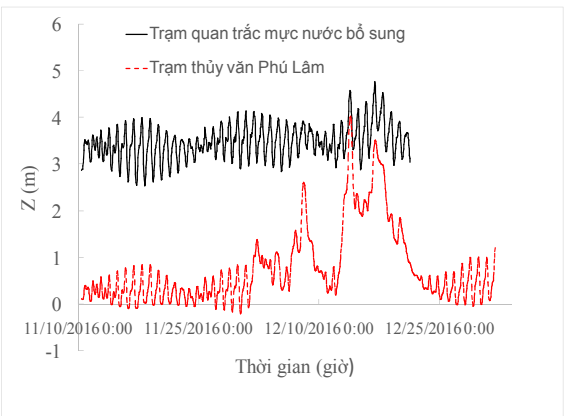
Trên đây là những nghiên cứu ban đầu về hiện tượng mực nước biển dâng cao dị thường trong những ngày thời tiết không có bão tại Tuy Hòa - Phú Yên. Những nghiên cứu này sẽ làm cơ sở để xác định nguyên nhân và cơ chế của hiện tượng, từ đó hướng tới xây dựng quy trình cảnh báo, dự báo hiện tượng này.



Hình 5. Biến thiên mực nước tại trạm quan trắc bổ sung tại cửa biển Tuy Hòa tháng 12/2016



Hình 6. Biến thiên mực nước quan trắc, thủy triều và nước dâng tại trạm quan trắc mực nước bổ sung Tuy Hòa tháng 12/2016



Hình 7. So sánh mực nước quan trắc tại trạm quan trắc mực nước bổ sung Tuy Hòa và trạm thủy văn Phú Lâm tháng 12/2016

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, hiện tượng mực nước biển dâng dị thường hay dân gian hay thường gọi là triều cường tại Phú Yên được phân tích trên cơ sở số liệu quan trắc mực nước tại trạm thủy văn Phú Lâm và trạm quan trắc mực nước ngay tại cửa Đà Rằng (sát cửa biển Tuy Hòa) trong các đợt triều cường mà các phương tiện truyền thông cũng như chính quyền địa phương đã thông tin. Trong đó với các đợt triều cường trước thời điểm tháng 12/2016 sử dụng số liệu mực nước tại trạm thủy văn Phú Lâm trong một số đợt triều cường xuất hiện vào những ngày không có lũ trên các sông tại Tuy Hòa. Với đợt triều cường ngày 14 và 16/12/2016 số liệu tại trạm quan trắc bổ sung được sử dụng để phân tích. Một số kết quả chính

đạt được như sau:

- Trong 4 đợt triều cường xuất hiện vào những ngày không có lũ thì trạm thủy văn đã ghi nhận được nước dâng dị thường với nước dâng lớn nhất trong đợt triều cường ngày 9 - 10/12/2011 lên tới 104 cm. Đợt triều cường ngày 14/10/2014 mặc dù được báo chí nêu có nhiều thiệt hại nhưng nước dâng tại trạm thủy văn Phú Lâm chỉ khoảng 20 cm.

- Trạm quan trắc mực nước bổ sung tại cửa Đà Rằng tháng 12/2016 ghi nhận được 2 đợt nước dâng dị thường tại Tuy Hòa với độ cao 0,6 và 0,7 m. Số liệu đã khẳng định lại có hiện tượng nước biển dâng tại Tuy Hòa mà trước đó nhiều ý kiến vẫn còn ngờ vực do chưa có số liệu có độ tin cậy cao.

- Phân tích mối tương quan mực nước tại trạm thủy văn Phú Lâm và trạm quan trắc mực nước bổ sung tại cửa biển Tuy Hòa trong tháng 12/2016 đã khẳng định rằng nước dâng tại cửa biển Tuy Hòa có thể ghi nhận được tại trạm thủy văn Phú Lâm và mực nước tại cửa biển không chịu tác động của lũ trên sông tại Tuy Hòa .

Kết quả nghiên cứu ở trên rất có ý nghĩa trong nghiên cứu hiện tượng mực nước biển dâng tại Tuy Hòa - Phú Yên, trước hết đã khẳng định có hiện tượng mực nước dâng dị thường trong thời kỳ không có bão. Nguồn số liệu này sẽ làm cơ sở để nghiên cứu xác định nguyên nhân và cơ chế gây hiện tượng mực nước biển dâng dị thường tại khu vực này, đây cũng là những nội dung trong các bài báo kế tiếp.

Lời cảm ơn: *Nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ Khoa học và Công nghệ trong đề tài "Nghiên cứu nguyên nhân và xây dựng quy trình công nghệ cảnh báo, dự báo hiện tượng mực nước biển dâng dị thường tại miền Trung và Nam Bộ Việt Nam", mã số ĐTTĐL-CN.35/15. Tập thể các tác giả xin chân thành cảm ơn.*

Tài liệu tham khảo

1. Bùi Xuân Thông (2007), *Báo cáo tổng kết đề tài cấp Bộ "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"*.

2.Phạm Văn Huấn (2011), *Dự tính thủy triều bằng phương pháp phân tích điều hòa*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.

3. De Jong, M P. C. (2004), Seiche characteristics of Rotterdam Harbour, *Coastal Engineering*, 51, 373 - 386.

4. Garcies M., Gomis D. and Monserrat S. (1996), Pressure-forced seiches of large amplitude in inlets of the Balearic Islands. Part II: Observational study, *J. Geophys. Res,*101, 6453 - 6467.

5. Monserrat, S., Vilibi, I. and Rabinovich ,A. B. (2006), Atmospherically induced destructive ocean waves in the tsunami frequency band.

6. Rabinovich A., B. (2009), Seiches and Harbor Oscillations - Handbook of Coastal and Ocean Engineering (edited by Y.C.Kim), *World Scientificc Publ*., Singapoure.

7. Trình Kế (2014), *Triều cường tàn phá hàng chục nhà dân*, Báo điện tử Nhân dân, http://www.nhandan.com.vn/xahoi/item/25163902-trieu-cuong-tan-pha-hang-chuc-nha-dan.html.

8. Lê Biết (2016), *Triều cường phá hủy kè xóm Rớ*, Báo điện tử VOV, http://vov.vn/tin-24h/phu-yen-trieu-cuong-pha-huy-ke-xom-ro-578587.vov.

ANORMALYZE OF WATER LEVEL (SPRING TIDE) IN TUY HOA - PHU YEN

Tran Hong Thai[1], Tran Quang Tien[2], Nguyen Ba Thuy[2], Duong Quoc Hung[1]

[1]National Hydrometeorological Service

[2]Vietnam National Hydrometeorolocical Forecasting Center

Abstract: *In this paper, the phenomenon of anormalyze of water level during the spring tides in Tuy Hoa - Phu Yen was analyzed based on the observation data recorded at Phu Lam station, a esuary hydrological station located about 2 km from the Tuy Hoa coast line. In additional, the water level data at a temporacy tide station in Da Rang during December 2016 was also used for analyze. The results show that during the spring tide in Tuy Hoa - Phu Yen that the media as well as the local resident inform, the Phu Lam station was recorded anormalyze of water level. The tide station at Da Rang was recorded two peakof surges occured on December 14 and 16, 2016. It confirmed that high water level has been occured at the coastal area of Tuy Hoa even without the tropical cyclon affect. The analysis data also confirmed that the anormaly water level at the coastal area of Tuy Hoa could be recorded at Phu Lam Hydrological Station.*

Keywords: *Anormalyze of water level, Spring tide, Tuy Hoa.*

VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM
VIETNAM ACADEMY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

ISSN 1859-3097

Tạp chí
KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
BIỂN

JOURNAL OF MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY

Số đặc biệt giới thiệu các báo cáo khoa học tại Hội nghị Khoa học quốc tế kỷ niệm 60 năm ngành Vật lý địa cầu Việt Nam (1957-2017) và 30 năm Viện Vật lý địa cầu thuộc Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (1987-2017). Hà Nội, 19-20/10/2017.

Special issue with the scientific papers of the International Scientific Conference to celebrate 60th anniversary of foundation of Vietnam Geophysics (1957-2017) and 30th anniversary of establishment of the Institute of Geophysics, VAST (1987-2017). Hanoi, October 19-20th, 2017.

4B (T.17)
2017

HÀ NỘI

Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển; Tập 17, Số 4B; 2017: 208-216
DOI: 10.15625/1859-3097/17/4B/12860
http://www.vjs.ac.vn/index.php/jmst

NGHIÊN CỨU CƠ CHẾ GÂY NƯỚC DÂNG SAU KHI BÃO ĐỔ BỘ TẠI VEN BIỂN BẮC BỘ

Nguyễn Bá Thủy

Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương
E-mail: thuybanguyen@gmail.com

Ngày nhận bài: 11-11-2017

TÓM TẮT: Trong nghiên cứu này, cơ chế gây nước biển dâng cao và kéo dài tại ven biển Bắc Bộ sau khi bão Kalmaegi (tháng 9/2014) đổ bộ vào Quảng Ninh được phân tích theo số liệu quan trắc và kết quả mô phỏng của mô hình số trị hải dương tích hợp SuWAT (Surge Wave and Tide). Trong đó, nước dâng được mô phỏng với trường gió, áp từ mô hình bão giải tích (theo tham số bão) và mô hình dự báo số trị WRF (Weather Research and Forecasting). Với trường hợp sử dụng trường gió từ mô hình WRF, phương án tính không xét tới ảnh hưởng của gió và khí áp sau khi bão đổ bộ được thực hiện để đánh giá vai trò của trường gió trước và sau khi bão đổ bộ tới nước dâng. Kết quả cho thấy, sử dụng trường gió, khí áp từ mô hình WRF cho kết quả sát với thực tế hơn do bởi mô hình WRF đã mô phỏng tốt trường gió và khí áp trước và sau khi bão đã đổ bộ và trường gió mạnh sau khi bão đổ bộ là nguyên nhân gây nước dâng lớn và kéo dài tại khu vực sau khi bão đã đi vào bờ. Kết quả nghiên cứu sẽ rất hữu ích trong công tác cảnh báo, dự báo nước dâng do bão tại khu vực.

Từ khóa: Nước dâng sau bão, SuWAT, WRF, Bắc Bộ.

MỞ ĐẦU

Những nhân tố chính ảnh hưởng tới nước dâng do bão bao gồm: Các tham số bão (quỹ đạo, vận tốc gió, bán kính gió mạnh, khí áp tâm bão), thủy triều, sóng biển và địa hình khu vực (độ sâu và hình dạng đường bờ). Thông thường nước dâng bão xuất hiện và đạt cực đại tại thời điểm bão đổ bộ vào bờ. Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp đã ghi nhận hiện tượng nước biển dâng tại thời điểm trước (fore-runner surge) và sau khi bão đổ bộ (after-runner surge). Trong đó, hiện tượng nước dâng sau bão đổ bộ thường kéo dài trong hàng chục giờ, đã gây nhiều thiệt hại do tính bất ngờ chưa dự báo được. Một số trường hợp nước dâng sau bão điển hình như: Bão Vera (1986), Dinah (1987), Caitlin (1991), Mireille (1991), Rusa (2002), Maemi (2003), Megi và Songda (2004) đổ bộ vào ven biển miền Trung Nhật Bản [1]; bão Iker (2008) đổ bộ vào bắc bang Texas-Mỹ [2]; bão Berky (1990), Kalmaegi (2014), Mirinae (2016) đổ bộ vào ven biển Bắc Bộ của Việt Nam [3]. Tùy thuộc vào khu vực cũng như đặc trưng bão, nguyên nhân gây nước dâng sau bão có thể do: Tác động của hình thế gió, khí áp trước và sau khi bão đổ bộ, thủy triều, sóng biển và hiệu ứng bơm Ekman tại lưu vực [1]. Do vậy, nghiên cứu nguyên nhân và cơ chế gây nước dâng sau bão cần thiết phải thực hiện cho từng cơn bão và tại khu vực đổ bộ cụ thể, sau đó đề xuất cải tiến công nghệ dự báo phù hợp, nhất là trong bối cảnh biến đổi khí hậu khi được nhận định sẽ có nhiều cơn bão mạnh/siêu bão với diễn biến bất thường ảnh hưởng tới ven bờ của Việt Nam.

Với hiện tượng nước dâng sau bão, một số ít nghiên cứu đã được thực hiện cho các cơn bão cụ thể. Tác giả Kim và nnk., (2014) [1] đã sử dụng mô hình tích hợp SuWAT đánh giá hiện tượng nước dâng xuất hiện sau khi bão Songda

(2004) đổ bộ vào ven bờ Tottori-Nhật Bản theo nhiều phương án tính toán (sử dụng trường gió, khí áp từ mô hình bão giải tích, mô hình số trị dự báo khí tượng; có và không xét tới ảnh hưởng của thủy triều, sóng và hiệu ứng bơm Ekman) và đưa ra kết luận rằng hiệu ứng bơm Ekman là nguyên nhân chính gây hiện tượng nước dâng sau bão và trường gió, khí áp từ mô hình dự báo số trị khí tượng cho kết quả phù hợp hơn mô hình bão giải tích. Sau đó, quy trình dự báo hiện tượng nước dâng xuất hiện sau bão đã được xây dựng cho khu vực ven bờ Tottori-Nhật Bản [1]. Nghiên cứu của Kenedy và nnk., (2011) [2] cho hiện tượng nước dâng xuất hiện trước khi bão Iker (2008) đổ bộ vào bắc bang Texas cho thấy ngoài hiệu ứng bơm Ekman, địa hình khu vực có ảnh hưởng mạnh đến cơ chế gây nước dâng trước và sau khi bão đổ bộ. Tại Việt Nam, nghiên cứu về nước dâng bão có xét tới ảnh hưởng của thủy triều đã được thực hiện bởi một số tác giả (thí dụ: Nguyễn Thị Thu Thủy (2003), Nguyễn Thọ Sáo (2008), Đỗ Đình Chiến và nnk., (2016), Nguyễn Bá Thủy và nnk., (2014), Thuy và nnk., (2017) [3-7]). Nội dung chính của những nghiên cứu này chủ yếu tập chung đánh giá nước dâng khi bão đổ bộ vào các pha triều khác nhau. Ảnh hưởng của sóng biển tới nước dâng do bão gần đây đã được nghiên cứu. Kết quả của Nguyễn Xuân Hiển và nnk., (2010) [9] cho thấy nước dâng do ứng suất bức xạ sóng tính theo công thức bán thực nghiệm là đáng kể tại ven biển Hải Phòng. Một số nghiên cứu nước dâng bão có xét tới ảnh hưởng của thủy triều và sóng bằng mô hình số trị tích hợp SuWAT được thực hiện bởi nhóm tác giả Nguyễn Bá Thủy và nnk., (2014), Đỗ Đình Chiến và nnk., (2015), Vũ Hải Đăng và nnk., (2016), Phạm Khánh Ngọc và nnk., (2016) [3, 6, 9, 10]. Mặc dù sử dụng lưới tính không gian có độ phân giải thô, tuy nhiên các nghiên cứu ở trên đều chỉ ra rằng sóng biển đóng góp một phần đáng kể tới nước dâng do bão.

Trong nghiên cứu này cơ chế gây nước biển dâng sau khi bão Kalmaegi tháng 9/2014 đổ bộ vào Quảng Ninh được phân tích theo số liệu quan trắc và kết quả mô phỏng của mô hình số trị tích hợp SuWAT với trường hợp sử dụng trường gió, khí áp từ mô hình bão giải tích [11] và mô hình dự báo số trị WRF. Đây là một hiện tượng dị thường của nước dâng do bão nên kết qủa của nghiên cứu rất có ý nghĩa trong công tác cảnh báo, dự báo nước dâng bão tại Việt Nam.

SỐ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN

Để mô phỏng nước dâng trong bão Kalmaegi, mô hình tích hợp thủy triều, sóng biển và nước dâng do bão được áp dụng, mô hình SuWAT. SuWAT bao gồm 2 mô hình thành phần là mô hình sóng dài dựa trên hệ phương trình nước nông phi tuyến 2 chiều có xét đến nước dâng do ứng suất bức xạ sóng và mô hình SWAN để tính sóng. Hệ phương trình cơ bản của mô hình nước nông phi tuyến 2 chiều được mô tả như sau:

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

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

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

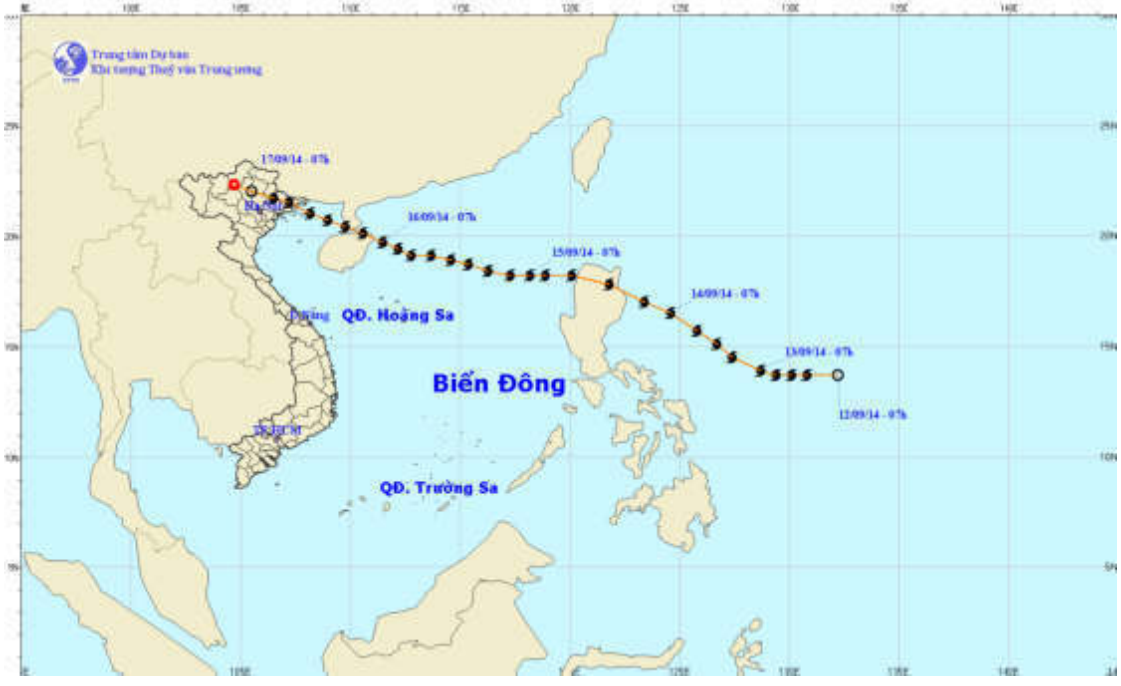
Với: η: Mực nước bề mặt; M, N: Thông lượng trung bình theo độ sâu, theo hướng x và y; f: Tham số Coriolis; P: Áp suất khí quyển; d: Độ sâu tổng cộng $d = \eta+h$, với h là độ sâu mực nước tĩnh; A_h: Hệ số khuếch tán rối theo phương ngang; ρ_w: Mật độ nước; τ_b, τ_S: ứng suất ma sát đáy và bề mặt; F_x, F_y: Ứng suất sóng được bổ sung để xét nước dâng do sóng, được tính từ mô hình SWAN. Cơ sở lý thuyết, phương pháp giải và điều kiên biên ban đầu đã được trình bày chi tiết trong Kim và nnk., (2010), Nguyễn Bá Thủy và nnk., (2014), Đỗ Đình Chiến (2016), Thuy và nnk., (2016) [3, 6, 7, 12].

Số liệu quan trắc mực nước, gió và khí áp tại trạm hải văn Hòn Dấu và Hòn Ngư trong thời gian bão Kalamegi ảnh hưởng được thu thập để phân tích cơ chế nước dâng và kiểm nghiệm mô hình. Với mô hình WRF, số liệu gió và khí áp tái phân tích của cơ quan Khí tượng hạn vừa Châu Âu được thu thập để mô phỏng chi tiết trường gió và khí áp. Các tham số bão (tọa độ, khí áp, bán kính gió mạnh, tốc độ di chuyển) trong quá trình bão di chuyển vào bờ được thu thập tại Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương để mô phỏng trường gió, khí áp theo mô hình bão giải tích. Để thuận tiện cho phân tích cơ chế của hiện tượng nước dâng sau khi bão đổ bộ, mô hình SuWAT tính nước dâng với phương án không xét tới ảnh hưởng của thủy triều.

CƠ CHẾ NƯỚC DÂNG SAU KHI BÃO KALMAEGI ĐỔ BỘ

Hiện tượng nước dâng sau bão Kalmaegi đổ bộ

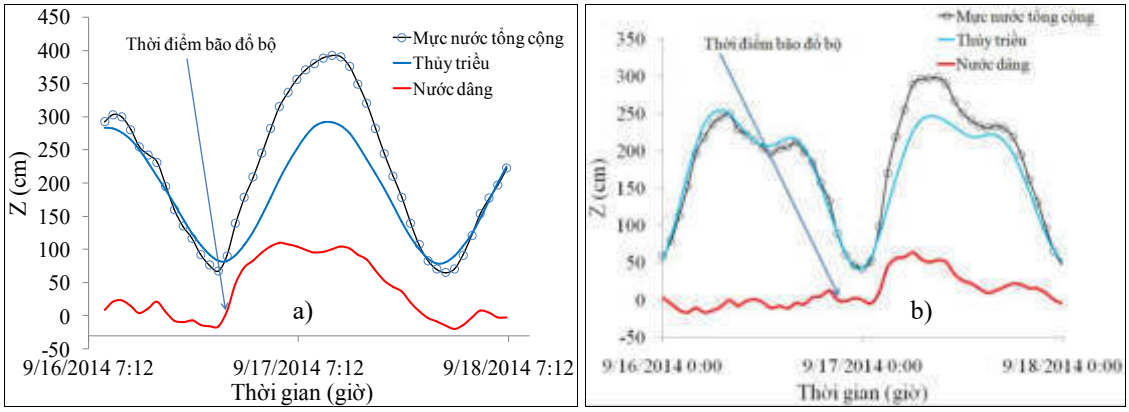
Bão Kalmaegi có quỹ đạo như trên hình 1, hình thành ngoài khơi phía đông Philippines vào trưa ngày 12/9/2014 từ một vùng áp thấp nhiệt đới. Trong quá trình di chuyển về phía đất liền Việt Nam, cường độ bão đã có lúc mạnh trên cấp 13. Tâm bão đi vào ven biển Quảng Ninh khoảng 21 giờ ngày 16/9, là lúc thủy triều xuống thấp nhất trong ngày và sau đó tiếp tục đi sâu vào đất liền, suy yếu dần thành ATNĐ. Bão Kalmaegi gây ra gió mạnh cấp 9 - 10, giật cấp 11 - 12 cho ven biển Quảng Ninh và Hải Phòng. 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 con sóng cao từ 3 - 4 m gây ngập lụt một số khu vực trũng, như tại thị trấn Đồ Sơn - Hải Phòng (hình 2). Đây là một tình huống khá bất ngờ vì đây không phải là thời điểm thủy triều cao nhất của năm. Trong quá trình bão di chuyển vào vùng ven bờ Việt Nam, Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương thường xuyên cập nhật các bản tin dự báo nước dâng do bão và cảnh báo nguy cơ ngập lụt vùng ven bờ theo đúng quy chế ban hành. Khu vực được dự báo có nước dâng cao nhất là ven bờ phía bắc tỉnh Quảng Ninh với độ cao khoảng một mét nên ít có khả năng gây ngập lụt vùng do bão đổ bộ vào thời điểm thủy triều xuống thấp. Công tác dự báo nước dâng do bão kết thúc khi bão đã đổ bộ vào đất liền.



Hình 1. Sơ đồ đường đi của bão Kalmaegi tháng 9/2014

Hình 2. Sóng lớn và ngập lụt ven bờ nước dâng bão kết hợp với triều cường tại Đồ Sơn - Hải Phòng sau khi bão Kalmaegi đổ bộ [*Nguồn:* Báo Đầu tư [13]]

Trên hình 3 là dao động mực nước tổng cộng, thủy triều và nước dâng (mực nước tổng cộng-thủy triều) tại Hòn Dấu (hình 3a) và Hòn Ngư (hình 3b). Nước dâng do bão Kalmaegi có một số điểm khác thường so với những cơn bão thông thường là sau khoảng 3 giờ bão đổ bộ nước dâng mới đạt trên 50 cm và thời gian tồn tại nước dâng kéo dài tới hơn hơn 12 giờ. Tại trạm Hòn Ngư, nơi rất xa vị trí bão đổ bộ, cũng ghi nhận nước dâng xuất hiện sau khi bão đổ bộ 6 giờ và nước dâng cao 0,5 m kéo dài trong 7 giờ (hình 3b).



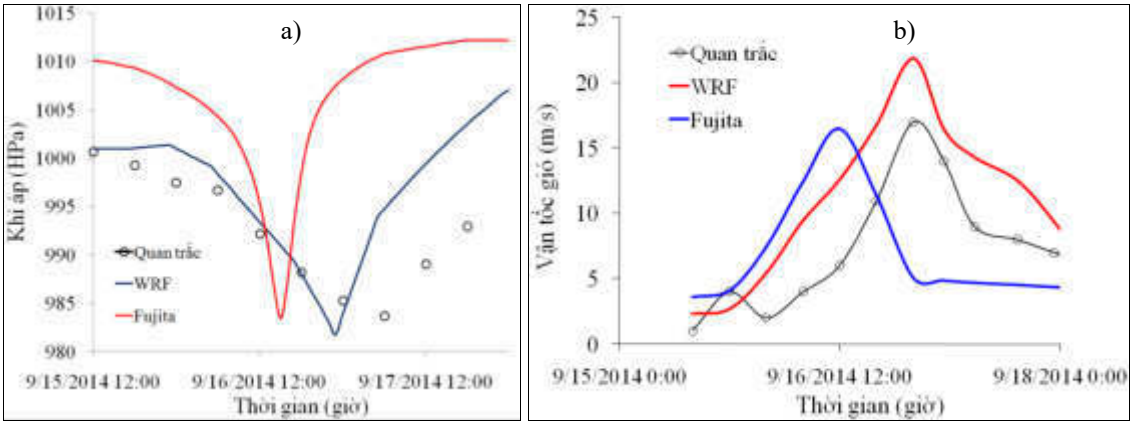
Hình 3. Dao động của mực nước tổng cộng, thủy triều và nước dâng sau bão tại trạm Hòn Dấu (a) và Hòn Ngư (b) trước và sau khi bão đổ bộ vào bờ

Cơ chế gây nước dâng bão sau khi bão Kalmaegy đổ bộ

Để xác định cơ chế gây nước dâng lớn sau khi bão Kalmaegi đổ bộ vào đất liền, mô hình SuWAT được áp dụng để mô phỏng nước dâng theo 2 phương án: Sử dụng trường gió, khí áp tính từ mô hình bão giải tích với các tham số bão (vị trí tâm, khí áp tại tâm và bán kính gió mạnh nhất) được xác định tại Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương và phương án sử dụng trường gió và khí áp từ mô hình WRF, mô hình hiện đang chạy dự báo nghiệp vụ tại Trung tâm.

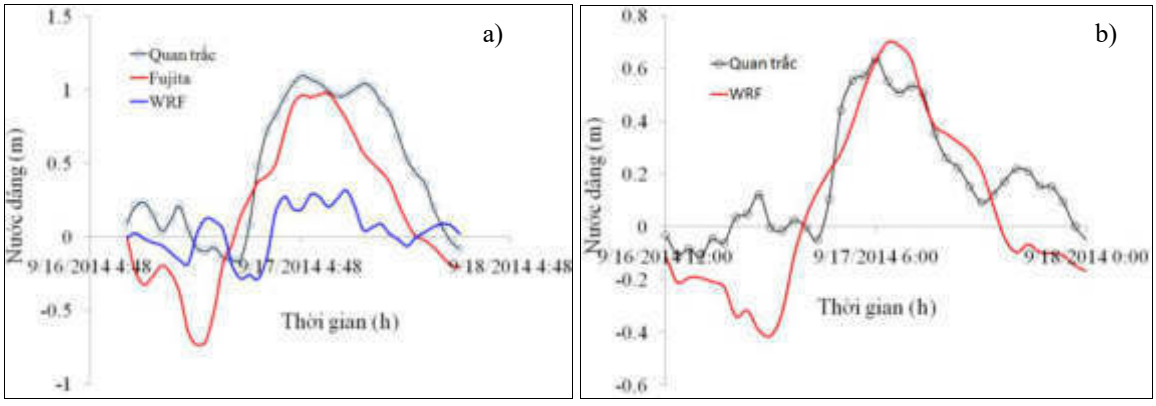
Trên hình 4a và hình 4b là so sánh số liệu vận tốc gió, khí áp trước và sau bão đổ bộ được tính từ mô hình bão giải tích, mô hình WRF và số liệu quan trắc tại trạm khí tượng hải văn Hòn Dấu. Kết quả cho thấy có sự khá tương đồng giữa tính toán bằng mô hình WRF và quan trắc. Mô hình bão giải tích cho sai số lớn với khí áp lớn hơn, vận tốc gió nhỏ và thời điểm xuất hiện vận tốc gió lớn nhất sớm hơn

so với thực tế là do không mô tả được trường gió, khí áp do gió mùa Tây Nam hoạt động mạnh sau khi bão đổ bộ gây nên. Chính do sai số trong mô phỏng trường gió, khí áp nên kết quả tính toán nước dâng theo phương án sử dụng mô hình bão giải tích trong bão Kalmaegi đã cho kết quả khác biệt rất lớn so với thực tế như phân tích sau đây.



Hình 4. So sánh kết quả tính toán và số liệu quan trắc tại trạm khí tượng hải văn Hòn Dấu: (a) áp suất khí quyển và (b) vận tốc gió trong bão Kalmaegi

Trên hình 5 là so sánh kết quả tính nước dâng trong bão Kalmaegi với số liệu quan trắc tại Hòn Dấu và Hòn Ngư. Trong đó phương án tính sử dụng số liệu gió, khí áp từ mô hình bão giải tích cũng được so sánh tại Hòn Dấu. Kết quả cho thấy trường hợp sử dụng trường gió và khí áp từ mô hình WRF cho kết quả nước dâng bão khá tương đồng kể cả biên độ và pha nước dâng bão tại Hòn Dấu và Hòn Ngư. Trong khi đó, nước dâng tính theo số liệu gió và khí áp từ mô hình bão giải thích cho kết quả thấp hơn nhiều so với số liệu quan trắc tại Hòn Dấu. Phương án sử dụng trường gió và khí áp từ mô hình bão giải tích cho kết quả thiên thấp nước dâng sau khi bão đổ bộ là do mô hình bão giải tích không mô phỏng được trường gió và khí áp sau khi bão đã đổ bộ vào bờ, như đã phân tích trên hình 4.

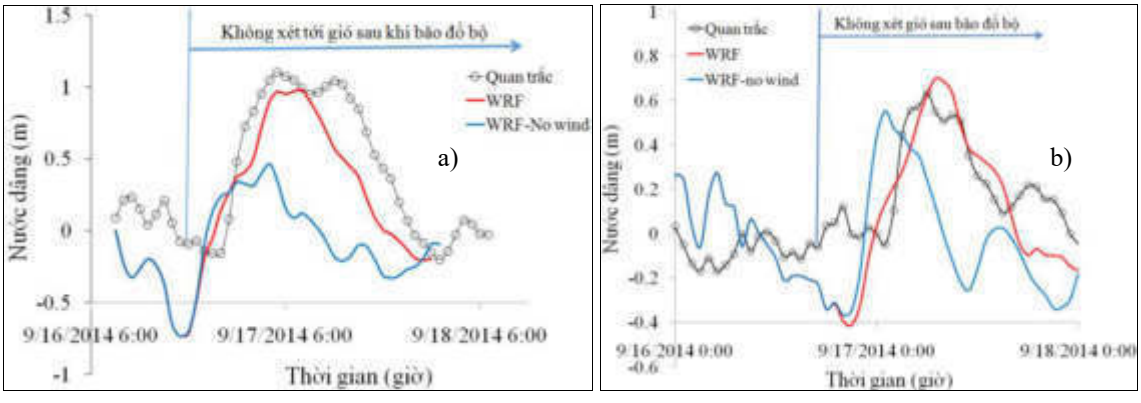


Hình 5. So sánh nước dâng tính toán với số liệu quan trắc tại trạm Hòn Dấu (a) và Hòn Ngư (b) trong thời gian bão Kalmaegi ảnh hưởng

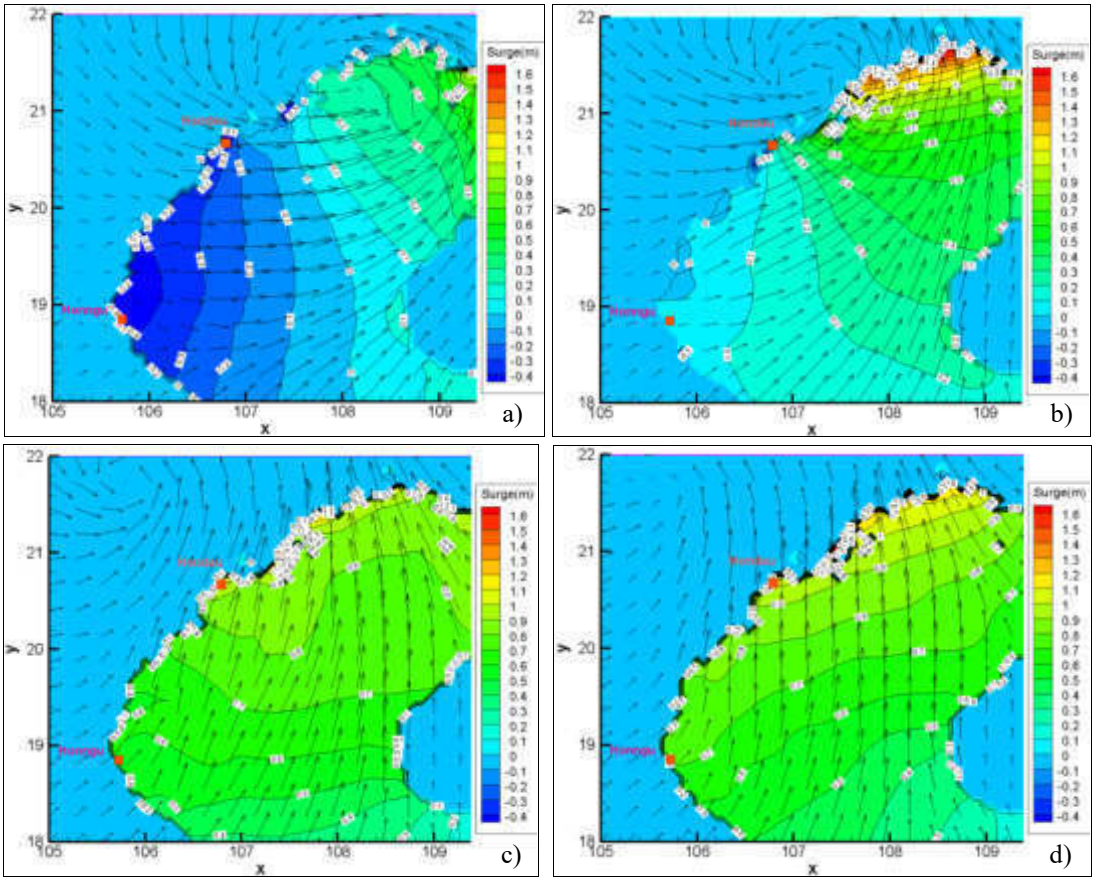
Để làm sáng tỏ cơ gây nước dâng sau bão Kalmaegi đổ bộ, thêm một phương án tính được áp dụng là sử dụng trường gió, khí áp từ mô hình WRF, nhưng không xét tới ảnh

hưởng của gió và khí áp sau khi bão đã đổ bộ, tức là trường gió và khí áp giả định ở trạng thái thời tiết bình thường với vận tốc gió gán bằng "0" và khí áp bằng giá trị nền "1013" (WRF-no wind, trên hình 6a và hình 6b). Mục đích của phương án tính này nhằm đánh giá vai trò của trường gió trước (front wind) và sau (tail wind) khi bão đổ bộ. Kết quả tính nước dâng theo phương án này được thể hiện trên hình 6a và hình 6b cho thấy, tại Hòn Dấu, độ lớn và thời gian tồn tại nước dâng nhỏ hơn khi không sử dụng trường gió sau khi bão đổ bộ. Trong khi đó tại Hòn Ngư mức độ giảm của nước dâng lớn nhất nhỏ hơn so với tại Hòn Dấu. Như vậy, có thể thấy rằng trường gió mạnh sau khi bão đổ bộ là nguyên nhân gây nước dâng sau bão tại Hòn Dấu. Để thấy rõ cơ chế này, kết quả mô phỏng phân bố trường gió và nước dâng tại một số thời điểm được thể hiện trên hình 7a, 7b, 7c được phân tích. Trong đó, với hình 7a là tại thời điểm bão đổ bộ, hình 7b sau khi bão đổ bộ 4 giờ, hình 7c sau khi bão đổ bộ 6 giờ và sau 8 giờ bão đổ bộ trên hình 7d. Có thể thấy rằng, tại thời điểm bão đổ bộ mực nước ở phía bắc của vịnh Bắc Bộ bắt đầu tăng, trong khi đó khu vực phía nam vị trí bão đổ bộ (Hòn Dấu và Hòn Ngư) mực nước ở dưới mực nước trung bình, ở phía bên phải bão đổ bộ gió có hướng đi vào bờ, trong khi đó gió có hướng ra biển ở bên trái bão đổ bộ. Sau khi bão đổ bộ 4 giờ, mực nước phía bắc vịnh Bắc Bộ dâng cao nhất, tại Hòn Dấu và Hòn Ngư bắt đầu dâng. Sau khi bão đổ bộ khoảng 6 giờ mực nước tại Hòn Dấu dâng cao nhất (1,1 m) và sau 2 giờ kế tiếp mực nước tại Hòn Ngư dâng cao nhất (0,63 m). Trong khoảng thời gian này, gió luôn đổi dần hướng theo xu thế hướng lên phía bắc và vào bờ. Như vậy có thể thấy rằng, trường gió sau khi bão đổ bộ mạnh lên và có hướng xoay dần vào bờ là nguyên nhân gây hiện tượng nước biển dâng cao và kéo dài sau khi bão đã đi vào bờ vài giờ. Ngoài ra, nước ở phía bắc vịnh Bắc Bộ sau khi dâng cao đã dồn xuống phía nam cũng là nguyên nhân gây hiện tượng nước dâng sau bão tại Hòn Dấu và Hòn Ngư, đã được minh họa trên hình 8 tại thời điểm sau khi bão đổ bộ 6 giờ, ở đó dòng chảy có xu hướng chảy xuống phía nam do mực nước phía bắc cao hơn phía nam.

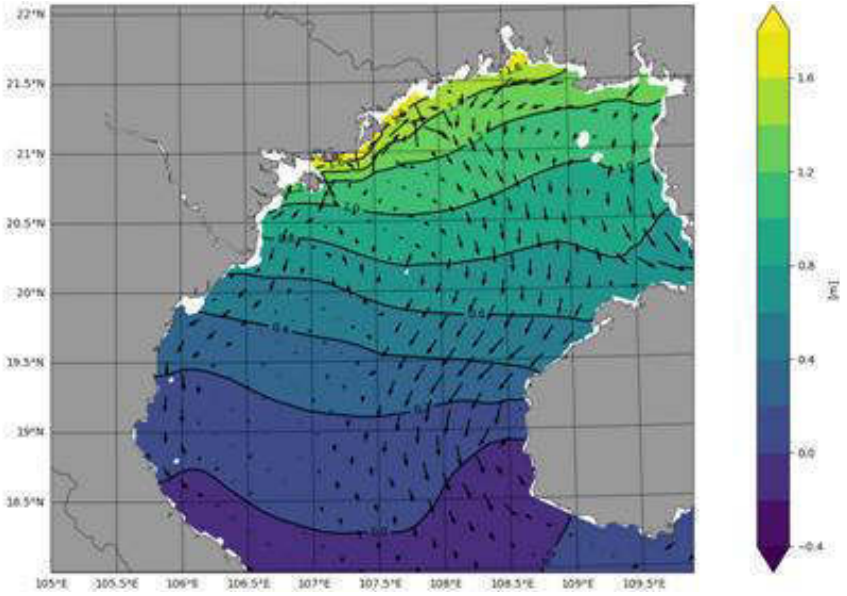
Kết quả phân tích ở trên đã đưa ra một số kinh nghiệm trong công tác cảnh báo, dự báo nước dâng do bão như sau: (1) Nước dâng lớn có thể xuất hiện ngay cả sau khi bão đổ bộ và tồn tại trong thời gian dài khi gặp hình thế khí tượng phù hợp như có sự kết hợp của hoàn lưu sau gió bão và gió mùa mạnh, kéo dài thổi hướng vuông góc với đường bờ; (2) Mô hình bão giải tích là phương pháp truyền thống để mô phỏng trường gió, khí áp sử dụng tính toán dự báo nước dâng trong bão trong một số trường hợp không thể mô tả phù hợp trường gió, khí áp, nhất là sau khi bão tan và có hình thế khí tượng trội khác xuất hiện.



Hình 6. So sánh nước dâng tính toán và quan trắc tại Hòn Dấu (a) và Hòn Ngư (b) trong bão Kalmaegi theo phương án xét đầy đủ trường gió, khí áp và chỉ xét trước khi bão đổ bộ



Hình 7. Phân bố trường gió và nước dâng tại các thời điểm: Bão đổ bộ (a), sau khi bão đổ bộ 4 giờ (b), sau đổ bộ 6 giờ (c) và sau đổ bộ 8 giờ (d)



Hình 8. Phân bố trường nước dâng và dòng chảy tại các thời điểm sau khi bão đổ bộ 4 giờ

KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, cơ chế gây nước dâng sau khi bão Kalmaegi đổ bộ được phân tích theo số liệu quan trắc và kết quả mô phỏng của mô hình số trị tích hợp SuWAT sử dụng trường gió và khí áp từ mô hình WRF và mô hình bão giải tích. Một số kết quả được tóm tắt như sau:

Trong bão Kalmaegi, nước dâng đã xuất hiện sau khi bão đổ bộ với độ cao lên tới hơn một mét, thời gian tồn tại nước dâng kéo dài 12 giờ.

Mô hình SuWAT cho kết quả tính nước dâng sau bão Kalmaegi đổ bộ khá tương đồng với số liệu quan trắc kể cả về độ cao và thời gian tồn tại nước dâng khi sử dụng trường gió, khí áp từ mô hình WRF. Trong khi đó với phương án dụng trường gió, khí áp từ mô hình bão giải tích cho kết quả thấp với thực tế.

Trường gió mạnh sau bão là nguyên nhân chính gây hiện tượng nước dâng sau khi bão Kalmaegi 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 và Bộ khoa học và công nghệ trong đề tài mã số ĐTTĐL-CN.35/15. Tác giả xin chân thành cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Kim, S., Matsumi, Y., Yasuda, T., and Mase, H., 2014. Storm surges along the Tottori coasts following a typhoon. *Ocean Engineering*, **91**, 133-145.
2. Kennedy, A. B., Gravois, U., Zachry, B. C., Westerink, J. J., Hope, M. E., Dietrich, J. C., Powell, M. D., Cox, A. T., Luettich Jr., R. A., and Dean, R. G., 2011. Origin of the Hurricane Ike forerunner surge. *Geophysical Research Letters*, **38**, L08608.
3. Nguyễn Bá Thủy, Hoàng Đức Cường, Dư Đức Tiến, 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), 14-18.
4. Thuy, V. T. T., 2003. Storm surge modelling for Vietnam's coast. *IHE MSc report HE136*.
5. Sao, N. T., 2017. Storm surge predictions for Vietnam coast by Delft3D model using results from RAMS model. *Journal of Water Resources and Environmental Engineering*, (23), 39-47.
6. 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*.
7. Thuy, N. B., Kim, S., Chien, D. D., Dang, V. H., Cuong, H. D., Wettre, C., and Hole, L. R., 2016. Assessment of Storm Surge along the Coast of Central Vietnam. *Journal of Coastal Research*, **33**(3), 518-530.
8. Hien, N. X., Van Uu, D., Thuc, T., and Van Tien, P., 2016. Study on wave setup with the storm surge in Hai Phong coastal and estuarine region. *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*, **26**(2), 82-89.
9. Vũ Hải Đăng, Nguyễn Bá Thủy, Đỗ Đình Chiến, Sooyoul Kim, 2017. Nghiên cứu đánh giá định lượng các thành phần nước dâng trong bão bằng mô hình số trị. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển,* **17**(2), 132-138.
10. Ngoc, P. K., Luan, N. T., Thuy, N. B., Kim, S. and Dang, V. H., 2016. The impact of wave on coastal inundation. *The 8th Asia-Pacific Workshop on Marine Hydrodymics-APHydro 2016*, Hanoi, September 20-23. *Marine Hydrodynamics and Science section*, pp. 168-176.
11. Fujita, T., 1952. Pressure distribution within typhoon. *Geophysical Magazine*, **23**, 437-451.
12. Kim, S. Y., Yasuda, T., and Mase, H., 2010. Wave set-up in the storm surge along open coasts during Typhoon Anita. *Coastal Engineering*, **57**(7), 631-642.
13. http://baodautu.vn/bao-so-3-da-suy-yeu-hai-phong-ngap-nang-lang-son-canh-bao-lu.html

THE MECHANISM OF AFTER-RUNNER STORM SURGE ALONG THE NORTHERN COAST OF VIETNAM

Nguyen Ba Thuy

National Centre for Hydrometeorological Forecasting

ABSTRACT: In this study, the mechanism of sea level rise along the Northern coast of Vietnam after the landfall of the Typhoon Kalmaegi (September/2014) at Quang Ninh province was analyzed based on the observation data and the results of a coupled model of surge, wave and tide (called SuWAT), by using asymmetric and symmetric wind and pressure fields. For the asymmetric wind and pressure field, the Weather Research and Forecasting (WRF) model was used, while for the symmetric wind and pressure field, a parametric wind and pressure model was used. In the case using wind fields from the WRF model, the case that did not consider the effect of tail wind field after the typhoon landfall was also conducted in order to assess the role of the wind field before and after the typhoon landfall on the surge. The results showed that the case using wind and pressure field from the WRF model showed better agreement with observation data, because the WRF model well simulated the wind and pressure field before and after the typhoon landfall. The strong tail wind mainly caused the high surge in the area. This research result will be useful in warning and forecasting storm surges in the area.

Keywords: After-runner storm surge, SuWAT, WRF, Northern coast.

TẠP CHÍ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ BIỂN
Tập 17, Số 4B - 12-2017
MỤC LỤC

Remote sensing of atmosphere and underlying surface using radiation of global navigation satellite systems 1
Nguyen Xuan Anh, Lutsenko V. I., Popov D. O., Cong Pham Chi, Trung Tran Hoai

Nonstationary processes of acousto-electromagnetic emission of the lithosphere in a seismic active region resulted from surface and borehole measurements 8
Nguyen Xuan Anh, Uvarov V. N., Lutsenko V. I., Popov I. V., Yiyang Luo

Nonequidistant two-dimensional antenna arrays are based on latin squares for registration of cosmic, atmospheric and lithospheric radiation 14
Nguyen Xuan Anh, V. I., Lutsenko, Luo Yiyang, I. V., Popov

Hazardous aerosol emissions during agriculture biomass burning season in Son La and Ba Vi regions, Vietnam 20
Olga B. Popovicheva, Konstantinos Eleftheriadis, Guenter Engling, Nguyen Xuan Anh

The role of orographic effects on occurrence of the heavy rainfall event over Central Vietnam in November 1999 30
Dang Hong Nhu, Nguyen Xuan Anh, Nguyen Binh Phong, Nguyen Dang Quang, Hiep Van Nguyen

Evaluation of wind characteristics in Bac Lieu in 2016 using the weibull function 36
Pham Xuan Thanh, Nguyen Xuan Anh, Le Van Luu, Hiep Van Nguyen, Hoang Hai Son, Pham Le Khuong, Do Ngoc Thuy

A study on Summer monsoon season and rainfall characteristics in Summer monsoon season over Southern Vietnam in 1981-2014 period 43
Huong Ngo-Thi-Thanh, Hang Vu-Thanh

The simulation of aerosol lidar developed at the institute of geophysics 50
A. D. Tuan, N. X. Anh, T. P. Hung

Special approaches of engineering-geophysical operations at high level of industrial noise 57
Antonovskaya G. N., Ngo Thi Lu, Kapustian N. K., Basakina I. M., Afonin N. Y., Danilov A. V., Moshkunov K. A., Phung Thi Thu Hang

Investigation of microtremor motion variation by Nakamura's H/V spectral ratio method 67
Hung Nguyen-Tien, Phuong Nguyen-Hong, Minh Nguyen-Le, Wen Kuo-Liang, Nguyen Tran-An

Rupture process of the 2014 orkney earthquake, South Africa 74
Okubo Makoto, Artur Cichowicz, Hiroshi Ogasawara, Osamu Murakami, Shigeki Horiuchi

Seismic hazard assessment and local site effect evaluation in Hanoi, Vietnam 81
Nguyen Anh Duong, Pham Dinh Nguyen, Vu Minh Tuan, Bui Van Duan, Nguyen Thuy Linh

Possibility of reservoir-triggered earthquake occurrence in the Huoi Quang and Ban Chat hydropower dam area 96
Bui Van Duan, Nguyen Anh Duong, Tran Thi An, Vu Minh Tuan, Nguyen Thuy Linh

Some preliminary results of paleo-tsunami study in the coastal region of the Nghe An province, Vietnam 108
Cao Dinh Trieu, Le Van Dung, Mai Xuan Bach, Pham Nam Hung, Cao Dinh Trong, Thai Anh Tuan, Phan Thanh Quang, Pham Thi Hien, Nguyen Dac Cuong

Geoelectrical investigations on coastal aquifers to assess the saline water intrusion in Nghi Son, Thanh Hoa 115
Nguyen Trong Vu, Nguyen Ba Duan, Tran Dinh Tung

The results of deep magnetotelluric sounding for studying the Nha Trang - Tanh Linh fault 123
Vo Thanh Son, Le Huy Minh, Nguyen Hong Phuong, Guy Marquis, Nguyen Ha Thanh, Vu Dao Nam, Nguyen Ba Vinh, Dao Van Quyen, Nguyen Chien Thang, Nguyen Hong Viet

The increase of radiation doses due to exploration activities in Yen Phu rare earth deposit, Yen Bai province, Northern Vietnam 130
Le Khanh Phon, Phan Thien Huong, Jadwiga Pieczonka, Adam Piestrzynski, Nguyen Dinh Chau, Vu Van Bich, Tran Thien Nhien, Nguyen Thai Son, Nguyen Thi Thu Duyen

Determination of the constant W_O for local geoid of Vietnam and it's systematic deviation from the global geoid 138
Nguyen Ngoc Truong, Tran Van Nhac

Gravity terrain correction for mainland territory of Vietnam 145
Pham Nam Hung, Cao Dinh Trieu, Le Van Dung, Phan Thanh Quang, Nguyen Dac Cuong

Interpretation of gravity anomaly data using the wavelet transform modulus maxima 151
Tin Duong Quoc Chanh, Dau Duong Hieu, Vinh Tran Xuan

The application of split step fourier migration to interpreting GPR data in Vietnam 161
Dang Hoai Trung, Nguyen Van Giang, Nguyen Thanh Van, Nguyen Van Thuan, Vo Minh Triet

Researching migration methods, entropy and energy diagram to process ground penetrating radar data 167
Van Nguyen Thanh, Thuan Van Nguyen, Trung Hoai Dang, Triet Minh Vo, Lieu Nguyen Nhu Vo

Năm Vật lý địa cầu quốc tế (1957-1958) và Vật lý địa cầu Việt Nam (1957-1968) 175
Lê Văn Lưu

Mạng trạm địa chấn quốc gia Việt Nam: Sự hình thành và phát triển 183
Đinh Quốc Văn, Nguyễn Xuân Anh, Nguyễn Xuân Bình, Lê Huy Minh, Nguyễn Văn Giảng, Nguyễn Lê Minh, Nguyễn Tiến Hùng, Lê Quang Khôi, Đoàn Thị Ngoan, Nguyễn Danh Dũng, Nguyễn Thanh Bình, Nguyễn Ngọc Thủy, Lê Tử Sơn, Đinh Đoàn Phụng

Xác định vận tốc nhóm sóng Rayleigh lớp vỏ và Manti thượng dựa trên số liệu địa chấn dải rộng khu vực Biển Đông 198
Nguyễn Tiến Hùng, Hà Thị Giang, Nguyễn Lê Minh, Satoru Tanaka, Yasushi Ishihara, Hà Vĩnh Long, Lê Quang Khôi

Nghiên cứu cơ chế gây nước dâng sau khi bão đổ bộ tại ven biển Bắc Bộ 208
Nguyễn Bá Thủy

Mô phỏng chế độ thủy động lực và vận chuyển trầm tích khu vực Cửa Tùng, Quảng Trị 217
Nguyễn Thị Trang

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

GIẤY XÁC NHẬN LÀ TÁC GIẢ CHÍNH CỦA BÀI BÁO KHOA HỌC

Tạp chí: Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển

Tên bài báo tiếng Việt: Nghiên cứu đánh giá định lượng các thành phần nước dâng trong bão bằng mô hình số trị (2017). Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển, số 17/2, trang 132-138.

Article title: The study on quantitative assessment of storm surge components by numerical model

Tác giả: Vũ Hải Đăng, Nguyễn Bá Thủy, Đỗ Đình Chiến, . Sooyoul Kim.

Chúng tôi công nhận TS. Nguyễn Bá Thủy là người đóng góp chính trong các nội dung của bài báo này và xác nhận TS. Nguyễn Bá Thủy là tác giả chính của bài báo.

Họ và tên tác giả	Chữ ký	Ngày/tháng/năm
ThS. Vũ Hải Đăng		26/6/2019
TS. Nguyễn Bá Thủy		29/6/2019
TS. Đỗ Đình Chiến		27/6/2019
TS. Sooyoul Kim		25/6/2019

000404

VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM
VIETNAM ACADEMY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

ISSN 1859-3097

Tạp chí
KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
BIỂN

JOURNAL OF MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY

2 (T.17)
2017

HÀ NỘI

Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển; Tập 17, Số 2; 2017: 132-138
DOI: 10.15625/1859-3097/17/2/10157
http://www.vjs.ac.vn/index.php/jmst

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ ĐỊNH LƯỢNG CÁC THÀNH PHẦN NƯỚC DÂNG TRONG BÃO BẰNG MÔ HÌNH SỐ TRỊ

Vũ Hải Đăng[1*], Nguyễn Bá Thủy[2], Đỗ Đình Chiến[3], Sooyoul Kim[4]

[1]*Viện Địa chất và Địa Vật lý biển, VAST*
[2]*Trung tâm Dự báo Khí tượng thủy văn Trung ương*
[3]*Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu*
[4]*Khoa Công trình Sau Đại học, Đại học Tottori, Tottori, 680-850, Nhật Bản*
[*]E-mail: vuhaidang@hotmail.com

Ngày nhận bài: 20-4-2016

TÓM TẮT: Trong nghiên cứu này định lượng các thành phần nước dâng gây ra bởi gió, áp suất khí quyển và sóng trong bão được tính toán phân tích bằng mô hình số trị tích hợp thủy triều, sóng biển và nước dâng do bão (SuWAT - Surge, Wave and Tide). Ảnh hưởng của thủy triều cũng được xem xét đánh giá. Trong đó, thủy triều và nước dâng do bão được tính toán dựa trên hệ phương trình nước nông phi tuyến hai chiều có xét đến nước dâng tạo bởi ứng suất sóng tính từ mô hình SWAN, một mô hình thành phần trong mô hình SuWAT. Mô hình đã được áp dụng để tính toán nước dâng trong bão Xangsane đổ bộ vào Đà Nẵng tháng 9/2006 với một số phương án tính toán khác nhau. Kết quả cho thấy, ảnh hưởng của thủy triều là không đáng kể do biên độ triều nhỏ, nước dâng do áp suất khí quyển chỉ đáng kể tại vùng ngoài khơi khi cường độ bão còn mạnh. Trong khi đó, tại vùng ven bờ nước dâng do ứng suất gió và ứng suất sóng chiếm phần lớn trong mực nước dâng tổng cộng trong bão.

Từ khóa: Nước dâng do bão, tương tác nước dâng - sóng - thủy triều, mô hình tích hợp nước dâng, sóng và thủy triều.

MỞ ĐẦU

Với 3.260 km đường bờ biển nằm trong khu vực chịu tác động của bão và áp thấp nhiệt đới tây-bắc Thái Bình Dương, hàng năm trung bình có khoảng hơn 5 cơn bão đổ bộ vào vùng bờ biển Việt Nam [1-3]. Tại vùng ven biển, bão thường gây nên hiện tượng nước dâng làm ngập trên diện rộng gây nhiều thiệt hại về người và của. Trên thế giới gần đây đã ghi nhận nhiều cơn bão gây nước dâng cao như bão Katrina đổ bộ vào bang New Orleans, Hoa Kỳ tháng 8/2005 gây nước dâng tới hơn 8 m làm gần 1.200 người chết, gây thiệt hại khoảng 75 tỷ USD; bão Nargis đổ bộ vào Myanmar tháng 5/2008 làm hơn 130.000 người chết; và đặc biệt gần đây siêu bão Haiyan cấp 17 đổ bộ vào Philippines tháng 11/2013 gây nước dâng cực đại 6,5 m làm hơn 6.000 người chết, thiệt hại lên đến 14 tỷ USD. Tại dải ven biển Việt Nam cũng đã ghi nhận nhiều cơn bão gây gió mạnh, sóng lớn và nước biển dâng cao như bão Washi (7/2005) đổ bộ vào Hải Phòng gây nước dâng 1,95 m tại Đồ Sơn; bão Xangsane (9/2006) đổ bộ vào Đà Nẵng gây nước dâng khoảng hơn 1,4 m tại Sơn Trà; bão Ketsana (9/2009) đổ bộ vào Quảng Nam gây nước dâng 2,4 m tại Hội An,… [4, 5].

Nước biển dâng trong bão chủ yếu phụ thuộc vào các tham số bão (độ giảm áp ở tâm, vận tốc gió, bán kính vùng gió cực đại, hướng di chuyển của 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 trên đến nước dâng do bão và đánh giá định lượng các thành phần nước dâng trong bão cho một khu vực cụ thể sẽ có ý nghĩa khoa học trong xây dựng bài 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 Trần Tân Tiến và nnk., [6], Nguyễn Xuân Hiển [7], Nguyễn Thọ Sáo [8]. Các kết quả cho thấy ảnh hưởng của thủy triều chỉ đáng kể tại những khu vực có biên độ triều lớn, đặc biệt khi bão đổ bộ vào lúc triều cường. Trong khi đó, ảnh hưởng của sóng biển tới nước dâng do bão mới chỉ được quan tâm nghiên cứu trong những năm gần đây. Nguyễn Xuân Hiển [4] 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 từ 20% đến 30% mực nước dâng tổng cộng trong bão. Nghiên cứu nước dâng do sóng bằng mô hình số trị tích hợp đã được thực hiện bởi Đỗ Đình Chiến và nnk., [5, 9] trong bão Xangsane tháng 9/2006 đổ bộ vào Đà Nẵng và Nguyễn Bá Thủy và nnk., [10] trong bão Kalmaegi tháng 9/2014 đổ bộ vào Hải Phòng - Quảng Ninh. Kết quả của các nghiên cứu này đều cho thấy khi xét đến ảnh hưởng của sóng trong một số trường hợp, nước dâng do sóng có thể chiếm 35% 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 [11-13]. Kết quả của các nghiên cứu trên đều chỉ ra rằng nếu chỉ thuần túy tính nước dâng gây bởi ứng suất gió và độ giảm áp ở tâm bão mà không xét đến ảnh hưởng của sóng đều cho kết quả nhỏ hơn giá trị thực tế.

Trong nghiên cứu này, ảnh hưởng của thủy triều và sóng biển tới nước dâng do bão 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 [9, 12, 13]. 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. Ngoài ra nước dâng do khí áp và gió cũng được tính toán phân tích. Cơn bão mạnh Xangsane đổ bộ vào Đà Nẵng tháng 9/2006 được lựa chọn để tính toán phân tích. Các kết quả tính toán phân tích đã làm sáng tỏ vai trò và mức độ ảnh hưởng của các thành phần gây nước dâng trong bão tại khu vực ven bờ cũng như xa bờ tại khu vực này.

TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Để nghiên cứu ảnh hưởng của thủy triều và sóng biển tới nước dâng do bão, 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 phi tuyến hai 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 cả ứng suất sóng và sự biến động của ứng suất gió do hệ số kháng trên bề mặt thay đổi khi có sóng. Cơ sở lý thuyết của mô hình SuWAT được trình bày chi tiết trong các công trình [9, 12, 13]. 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 [9, 10, 14]. Đối với bài toán nước dâng do bão, mô hình được tính toán theo 4 phương án khác nhau: a) Không xét đến thủy triều và sóng; b) Chỉ xét đến thủy triều; c) Chỉ xét đến sóng và d) Xét đồng thời cả thủy triều và sóng.

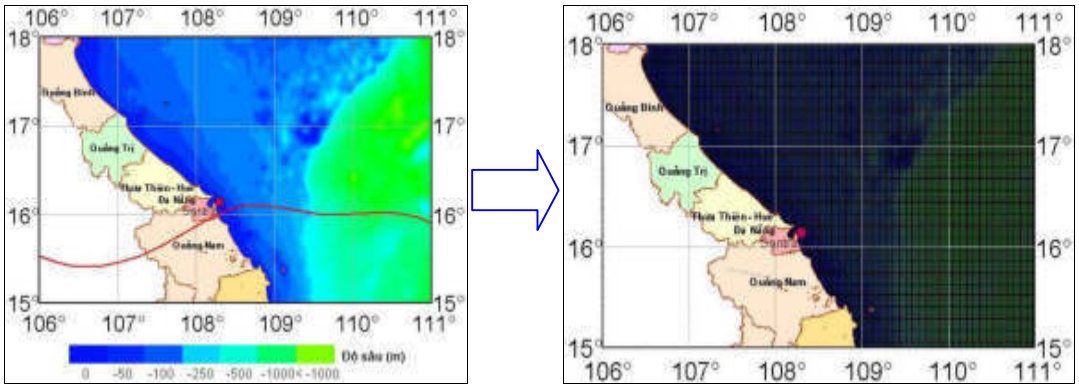
Trường gió và áp trong bão được đưa vào mô hình SuWAT để tính nước dâng do bão được lấy từ mô hình bão giải tích của Fujii và Mitsuta [15], Schloemer [16]. Cơ sở lý thuyết và kiểm chứng mô hình bão giải tích này đã được đề cập trong [9].

ĐÁNH GIÁ ĐỊNH LƯỢNG CÁC THÀNH PHẦN NƯỚC DÂNG TRONG BÃO

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 ven biển miền Trung mà bài báo đề cập, mô hình SuWAT được thiết kế trên lưới chữ nhật và lồng 3 lớp: Miền tính lớn nhất (lưới Biển Đông - lưới D1) từ vĩ độ 8^o - 22^{o}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 (xem 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 (1,85 km), miền tính thứ 3 (lưới địa phương - D3) có độ phân giải 0,5 phút (khoảng 925 m) với vị trí được xác định sao cho có thể bao trùm hết những khu vực có nước dâng đáng kể (lớn hơn 0,5 m). 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. Các kết quả của Soo Youl Kim và nnk., [13] cho thấy rằng việc tăng độ phân dải lưới tính sẽ chủ yếu làm tăng độ chính xác thành phần nước dâng do ứng suất sóng tại vùng ven bờ. Tuy nhiên, đi kèm với tăng độ phân giải lưới tính là phải tăng số lượng lưới lồng nhau cũng như đòi hỏi hệ thống máy tính mạnh hơn để đảm bảo thời gian tính toán. Mặt khác, như đã được trình bày ở phần trên ảnh hưởng của sóng đến nước dâng trong bão được mô hình tính đến bao gồm không chỉ là ứng suất sóng mà còn tính đến sự biến động của ứng suất gió do hệ số kháng trên bề mặt thay đổi khi có sóng. Chính vì vậy, trong nghiên cứu này chúng tôi lựa chọn độ phân giải lớn nhất cho lưới tính là 925 m với mục tiêu ban đầu là đánh giá được mức độ ảnh hưởng của sóng đến độ cao nước dâng tổng cộng. Việc tăng độ phân giải lưới tính sẽ được thực hiện trong những nghiên cứu tiếp theo. 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 lỏng, hằng số điều hòa của 16 sóng triều (M2, S2, K1, O1, N2, P1, K2, Q1, M1, J1, OO1, 2N2, μ2, γ2, L2, T2) được lấy từ mô hình thủy triều toàn cầu (NAO.99b, NAO.99Jb model [17]) 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 lỏng. Hiệu chỉnh mô hình SuWAT trong tính toán thủy triều cho cho khu vực ven bờ Việt Nam đã thực hiện trong [14].



a) b)

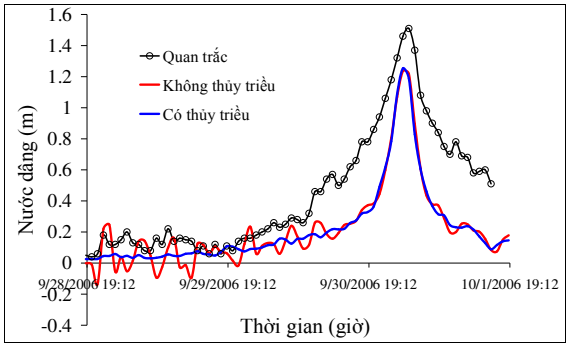
Hình 1. Địa hình (a) và lưới tính khu vực - D2 (b)

Hình tròn mầu đỏ là vị trí trạm khí tượng hải văn Sơn Trà, đường mầu đỏ là đường đi của bão Xangsane (2006)

Ảnh hưởng của thủy triều tới nước dâng do bão

Để xem xét ảnh hưởng của thủy triều, số liệu bão Xangsane tháng 9/2006 đổ bộ vào Đà Nẵng và số liệu quan trắc mực nước theo giờ tại Trạm Khí tượng Hải văn Sơn Trà được sử dụng để tính toán và phân tích. Trong trường

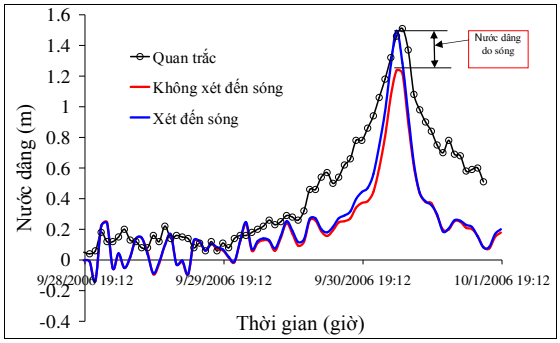
hợp này, mô hình tính cho 2 phương án: a) Có và b) Không xét đến ảnh hưởng của thủy triều, trong cả 2 trường hợp đều không xét đến sóng biển. Biên độ triều tại trạm Sơn Trà trong thời gian bão đổ bộ là chỉ khoảng 1 m. Kết quả so sánh thể hiện trên hình 2 đã cho thấy ảnh hưởng của thủy triều là không đáng kể bởi biên độ triều lúc bão đổ bộ không lớn.



Hình 2. Nước dâng do bão tại trạm Sơn Trà theo phương án: a) Có và b) Không xét đến ảnh hưởng của thủy triều

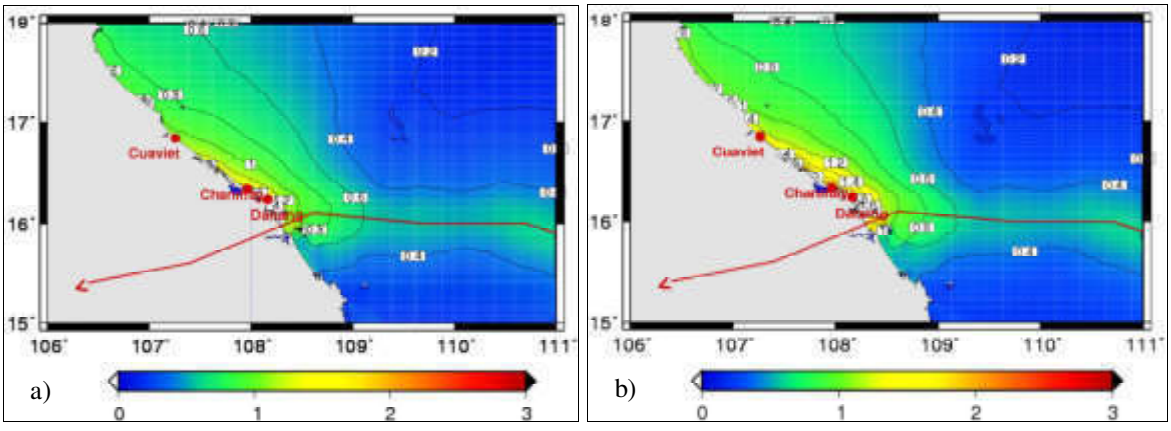
Ảnh hưởng của sóng biển tới nước dâng do bão

Để xem xét ảnh hưởng của sóng đối với nước dâng do bão, cũng với việc sử dụng số liệu bão Xangsane tháng 9/2006 đổ bộ vào Đà Nẵng và số liệu quan trắc mực nước theo giờ tại Trạm Khí tượng Hải văn Sơn Trà để phân tích. Trong trường hợp này, mô hình tính cho trường hợp: a) Có và b) Không xét đến ảnh hưởng của sóng. Kết quả so sánh thể hiện trên hình 3 đã cho thấy 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 tại thời điểm nước dâng đạt cực đại khoảng 0,3 m. So sánh độ lớn nước dâng tính toán theo mô hình và số liệu quan trắc, giá trị nước dâng lớn nhất tiếp cận gần với số liệu quan trắc hơn so với trường hợp không xét đến ảnh hưởng của sóng.



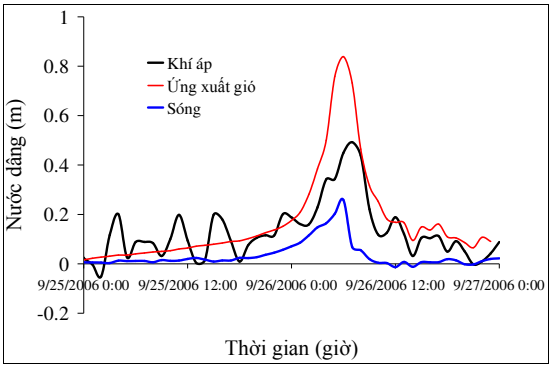
Hình 3. Nước dâng do bão tại trạm Sơn Trà theo phương án: a) Có và b) Không xét đến ảnh hưởng của sóng biển

Phân bố nước dâng lớn nhất trong bão cho 2 trường hợp được thể hiện trên hình 4a, hình 4b cho thấy phạm vi và độ cao nước dâng tăng đáng kể khi mô hình tính đến đóng góp của nước dâng do sóng. Kết quả này đã cho thấy để nâng cao độ chính xác trong dự báo nghiệp vụ thì cần thiết phải tính đến phần đóng góp của nước dâng do sóng.



Hình 4. Phân bố nước dâng bão lớn nhất trong trường hợp không (a) và có (b) tính đến nước dâng do sóng

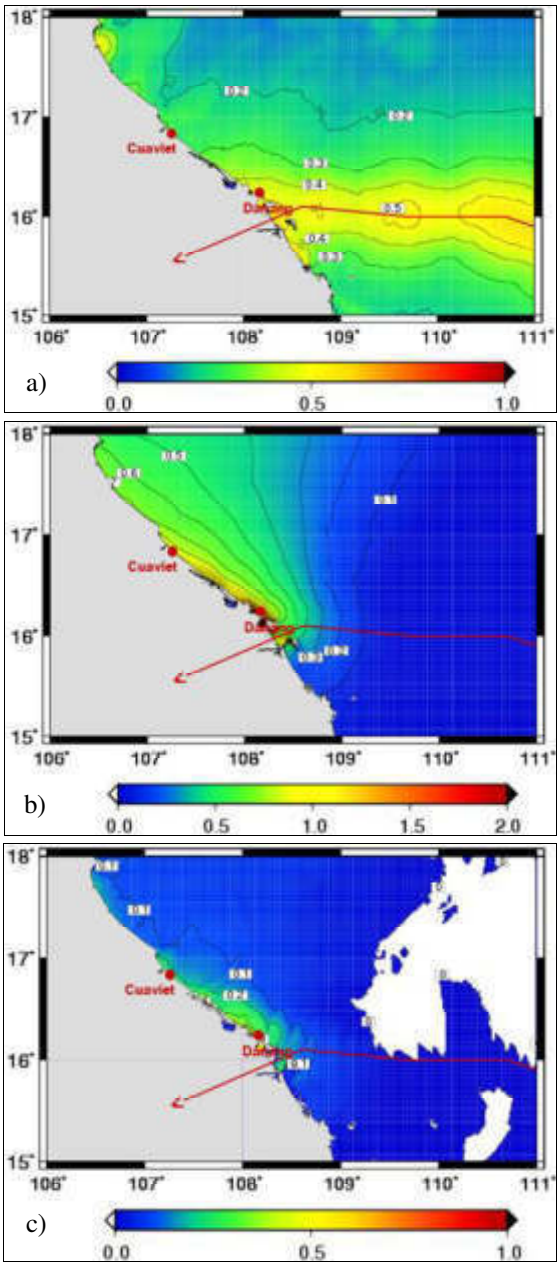
Nước dâng do ứng suất gió và khí áp trong bão



Hình 5. Nước dâng do khí áp, ứng suất gió và sóng tại trạm Sơn Trà

Phần lớn những nghiên cứu về nước dâng do bão trước đây chủ yếu đề cập đến nước dâng do gió và độ giảm khí áp ở tâm bão. Tuy nhiên các nghiên cứu tách biệt sự đóng góp của 2 thành phần này là rất ít, chủ yếu theo các công thức giải tích, chưa có tính toán theo mô hình số trị. Trên hình 5 là dao động theo thời gian của các thành phần nước dâng do ứng suất gió, khí áp và sóng trong bão do cơn bão Xangsane gây ra tại trạm Sơn Trà. Kết quả cho thấy, nước dâng tại vùng ven bờ chủ yếu do đóng góp của ứng suất gió, tiếp đến là khí áp và cuối cùng do sóng.

Trên hình 5 chỉ là phân tích nước dâng gây bởi gió, áp và sóng tại vùng nước nông ven bờ. Phân bố nước dâng do các thành phần này gây nên có thể có nhiều khác biệt theo không gian của vùng bão ảnh hưởng. Trên hình 6a, 6b, 6c là phân bố theo không gian nước dâng lớn nhất trong bão được tạo bởi khí áp, ứng suất gió và sóng. Kết quả cho thấy vùng nước dâng do khí áp lớn tập chung chủ yếu 2 bên đường đi của bão, càng vào gần bờ nước thành phần nước dâng này giảm đi do độ giảm áp tại tâm bão giảm trong quá trình di chuyển vào bờ. Trong khi đó nước dâng do ứng suất gió chủ yếu tập chung ở vùng ven bờ và phía bên phải vị trí bão đổ bộ, càng vào gần bờ nước dâng do ứng suất gió càng tăng, nguyên nhân chính là do hiệu ứng dồn nước vùng ven bờ. Tương tự như nước dâng do ứng suất gió, nước dâng do sóng cũng tập trung chủ yếu vùng ven bờ do tại những khu vực có độ cao sóng lớn, độ sâu giảm làm phát sinh sóng vỡ.



Hình 6. Phân bố nước dâng lớn nhất do: (a) khí áp, (b) ứng suất gió và (c) sóng biển trong bão Xangxane tháng 9/2006

KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, ảnh hưởng của thủy triều, nước dâng do sóng, ứng suất gió và độ giảm khí áp ở tâm bão tới nước dâng trong bão được phân tích dựa trên các kết quả tính toán bằng mô hình SuWAT với các phương án tính

toán khác nhau cho trường hợp cơn bão Xangsane đổ bộ vào Đà Nẵng tháng 9/2006, đó là: a) Không xét đến thủy triều và sóng; b) Chỉ xét đến thủy triều; c) Chỉ xét đến sóng; và d) Xét đồng thời cả thủy triều và sóng.

Kết quả cho thấy, ảnh hưởng của thủy triều là không đáng kể do biên độ triều nhỏ, nước dâng do ứng suất gió chiếm chủ đạo, sau đấy là khí áp và sóng biển. Nước dâng do ứng suất gió và sóng chủ yếu đạt giá trị lớn ở vùng ven bờ phía bên phải bão đổ bộ. Trong khi đó nước dâng do khí áp có độ lớn tập trung quanh đường đi của bão và giảm dần khi vào vùng ven bờ. Mô hình khi có xét đến ảnh hưởng của sóng đã làm tăng độ chính xác của kết quả tính toán nước dâng toàn phần trong 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 và Bộ Khoa học và Công nghệ trong đề tài mã số ĐTTĐL-CN.35/15. Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đinh Văn Ưu, 2010. Sự biến động hoạt động và đổ bộ của bão nhiệt đới vào bờ biển Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, **26**(3S), 479 - 485.
2. Đinh Văn Ưu, 2011. Đặc điểm biến động bão và áp thấp nhiệt đới ảnh hưởng trực tiếp đến đất liền Việt Nam. *Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, **27**(1S), 266-272.
3. Vũ Thanh Hằng, Ngô Thị Thanh Hương và Phan Văn Tân, 2010. Đặc điểm hoạt động của bão ở vùng biển gần bờ Việt Nam giai đoạn 1945-2007. *Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, **26**(3S), 344-353.
4. Nguyễn Xuân Hiển, Trần Thục và Đinh Văn Ưu, 2012. Nghiên cứu, tính toán nước dâng tổng cộng trong bão cho khu vực ven biển thành phố Hải Phòng. *Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, **28**(3S), 63-70.
5. Đỗ Đình Chiến, Nguyễn Thọ Sáo, Trần Hồng Thái và Nguyễn Bá Thủy, 2015. Ảnh hưởng của thủy triều và sóng biển tới nước dâng do bão khu vực ven biển Quảng Bình - Quảng Nam. *Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, **31**(3S), 28-36.
6. Trần Tân Tiến, Công Thanh, Nguyễn Minh Trường, Lê Thị Hồng Vân, Phạm Thị Minh, Phùng Đăng Hiếu, Đỗ Ngọc Quỳnh và Nguyễn Thọ Sáo, 2011. Dự báo thời tiết, bão, sóng và nước dâng trên biển Đông. *Hội nghị Khoa học và Công nghệ biển toàn quốc lần thứ V. Tuyển tập báo cáo (Quyển 2) - Khí tượng, Thủy văn và Động lực học biển. Nxb. Khoa học tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội*, 1-13.
7. Nguyễn Xuân Hiển, Phạm Văn Tiến, Dương Ngọc Tiến, Đinh Văn Ưu, 2009. Ứng dụng mô hình ADCIRC tính toán nước dâng do bão tại khu vực cửa sông ven biển Hải Phòng trong cơn bão Damrey 2005. *Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, **25**(3S), 431-438.
8. Sao, N. T., 2008. Storm surge predictions for Vietnam coast by Delft3D model using results from RAMS model. *Journal of Water Resources and Environmental Engineering*, **23**(3), 39-47.
9. 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*, Số 647, tháng 11/2014.
10. Nguyễn Bá Thủy, Hoàng Đức Cường, Dư Đức Tiến, 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*, Số 647, tháng 11/2014.
11. Funakoshi, Y., Hagen, S. C., and 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**(6), 321-335.
12. Kim, S. Y., Yasuda, T., and Mase, H., 2008. Numerical analysis of effects of tidal

variations on storm surges and waves. *Applied Ocean Research*, **30**(4), 311-322.

13. Kim, S. Y., Yasuda, T., and Mase, H., 2010. Wave set-up in the storm surge along open coasts during Typhoon Anita. *Coastal Engineering*, **57**(7), 631-642.
14. 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 do bão bằng mô hình SuWAT. *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.*
15. Fujii, T., and Mitsuta, Y., 1986. Synthesis of a stochastic typhoon model and simulation of typhoon winds. *Annuals Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University*, (29), 229-239.
16. Schloemer, R. W., 1954. Analysis and synthesis of hurricane wind patterns over Lake Okeechobee, Florida. *Hydrometeorological Report*, **31**, 49.
17. NAO.99b, http://www.miz.nao.ac.jp/staffs-/nao99/README_NAOTIDE_En.html.

THE STUDY ON QUANTITATIVE ASSESSMENT OF STORM SURGE COMPONENTS BY NUMERICAL MODEL

Vu Hai Dang[1], Nguyen Ba Thuy[2], Do Dinh Chien[3], Sooyoul Kim[4]

[1]Institute of Marine Geophysics and Geology, VAST
[2]Vietnam National Center for Hydrometeorologcical Forecasting
[3]Vietnam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change
[4]Graduate School of Engineering, Tottori University, Tottori, 680-850, Japan

ABSTRACT: In this study, components of storm surge caused by wind, atmospheric pressure and wave are calculated and analyzed by using integrated numerical models of tides, waves and storm surge (SuWAT - Surge, Wave and Tide). The influence of tide is also considered. In which, tide and storm surge are calculated based on two-dimensional nonlinear shallow water equations considering surge component generated by wave radiation stress that is calculated from the SWAN model, a component model in SuWAT model. The model is applied to calculate storm surge during Xangsane typhoon in Da Nang in September 2006 with a number of different computing cases. The results show that influence of tide is negligible due to small tidal amplitude, surge caused by atmospheric pressure is only significant in offshore areas where storm intensity is still strong. Meanwhile, surge components caused by wind stress and wave radiation stress dominate total water level in coastal areas.

Keywords: Storm surge, interaction of surge, wave and tide, a coupled model of surge, wave and tide.

TẠP CHÍ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ BIỂN
Tập 17, Số 2 - 6-2017

MỤC LỤC

Bất thường của nhiệt độ nước tầng mặt tại vùng biển Nam Trung Bộ Việt Nam liên quan đến hiện tượng ENSO 111
Vũ Văn Tác, Đoàn Như Hải, Tống Phước Hoàng Sơn, Ngô Mạnh Tiến, Nguyễn Hoàng Thái Khang, Phan Quảng

Tính toán dòng chảy tại vịnh Vũng Rô theo phương pháp phần tử hữu hạn 121
Trần Văn Chung, Nguyễn Hữu Huân

Nghiên cứu đánh giá định lượng các thành phần nước dâng trong bão bằng mô hình số trị 132
Vũ Hải Đăng, Nguyễn Bá Thủy, Đỗ Đình Chiến, Sooyoul Kim

Kết quả nghiên cứu về động lực trầm tích lơ lửng trong mùa khô tại vùng biển ven bờ cửa sông Hậu 139
Nguyễn Ngọc Tiến, Đinh Văn Ưu, Nguyễn Thọ Sáo, Nguyễn Trung Thành, Vũ Hải Đăng, Đỗ Ngọc Thực, Đỗ Huy Cường

Đặc trưng quang học nước biển vịnh Nha Trang 149
Phan Minh Thụ, Bùi Hồng Long, Phạm Ngọc Lãng

Đặc điểm cấu trúc móng trước Kainozoi khu vực quần đảo Trường Sa và lân cận 158
Nguyễn Quang Minh, Trần Tuấn Dũng

Vi sinh vật biển: Nguồn các chất tự nhiên có hoạt tính sinh học ứng dụng trong nghiên cứu dược 169
Phạm Thị Miền, Đào Việt Hà

Biến động nguồn lợi và một số đặc điểm sinh học cá phèn khoai (*Upeneus japonicus* Houttuyn, 1782) ở vùng đánh cá chung vịnh Bắc Bộ Việt Nam - Trung Quốc (giai đoạn 2013 - 2015) 186
Mai Công Nhuận, Nguyễn Khắc Bát

Biến động thành phần loài và mật độ trứng cá, cá con họ cá mối (Synodontidae) ở vùng biển vịnh Bắc Bộ, Việt Nam 198
Phạm Quốc Huy, Đào Thị Liên, Vũ Thị Hậu

Đánh giá mức độ ô nhiễm môi trường và suy giảm đa dạng sinh học động vật đáy hệ sinh thái vùng triều miền Bắc Việt Nam 206
Đỗ Công Thung

Đặc trưng khai thác nguồn lợi động vật đáy có giá trị kinh tế chủ yếu ở thủy vực Nha Phu, Khánh Hòa 214
Phan Đức Ngại, Võ Sĩ Tuấn, Nguyễn Văn Long

Chất lượng môi trường nước tại trạm quan trắc Rạch Giá (1997-2015) 222
Lê Thị Vinh, Phạm Hữu Tâm

JOURNAL OF MARINE SCIENCE AND TECHNOLOGY
Vol. 17, No. 2 - June 2017

CONTENTS

Sea surface temperature anomaly in South Central Vietnam waters related to ENSO phenomenon 111
Vu Van Tac, Doan Nhu Hai, Tong Phuoc Hoang Son, Ngo Manh Tien, Nguyen Hoang Thai Khang, Phan Quang

Calculations of current in the Vung Ro bay using the finite element method 121
Tran Van Chung, Nguyen Huu Huan

The study on quantitative assessment of storm surge components by numerical model 132
Vu Hai Dang, Nguyen Ba Thuy, Do Dinh Chien, Sooyoul Kim

The initial results of the suspended sediment dynamics during the dry season in the Hau river mouth area 139
Nguyen Ngoc Tien, Dinh Van Uu, Nguyen Tho Sao, Nguyen Trung Thanh, Vu Hai Dang, Do Ngoc Thuc, Do Huy Cuong

Marine optical properties of seawater in Nha Trang bay 149
Phan Minh Thu, Bui Hong Long, Pham Ngoc Lang

The characteristics of Pre-Cenozoic basement structures of the Truong Sa archipelago and adjacent areas 158
Nguyen Quang Minh, Tran Tuan Dung

Marine microbes: Sources of natural bioactive compounds for application in pharmaceutical research 169
Pham Thi Mien, Dao Viet Ha

Variation in stock of pacific rudderfish (*Upeneus japonicus,* Houttuyn, 1782) at the Vietnam-China shared zone for fishing in the Gulf of Tonkin from 2013 to 2015 186
Mai Cong Nhuan, Nguyen Khac Bat

Species composition and density fluctuation of LIZARDFISHES eggs and larvae (Synodontidae) in the Tonkin Gulf areas of Vietnam 198
Pham Quoc Huy, Dao Thi Lien, Vu Thi Hau

Evaluation of environmental pollution level and decline of biodiversity in tidal ecosystems in the Northern Vietnam 206
Do Cong Thung

Exploitation characteristics of zoobenthos resources with economic value at the Nha Phu waters, Khanh Hoa province, Vietnam 214
Phan Duc Ngai, Vo Si Tuan, Nguyen Van Long

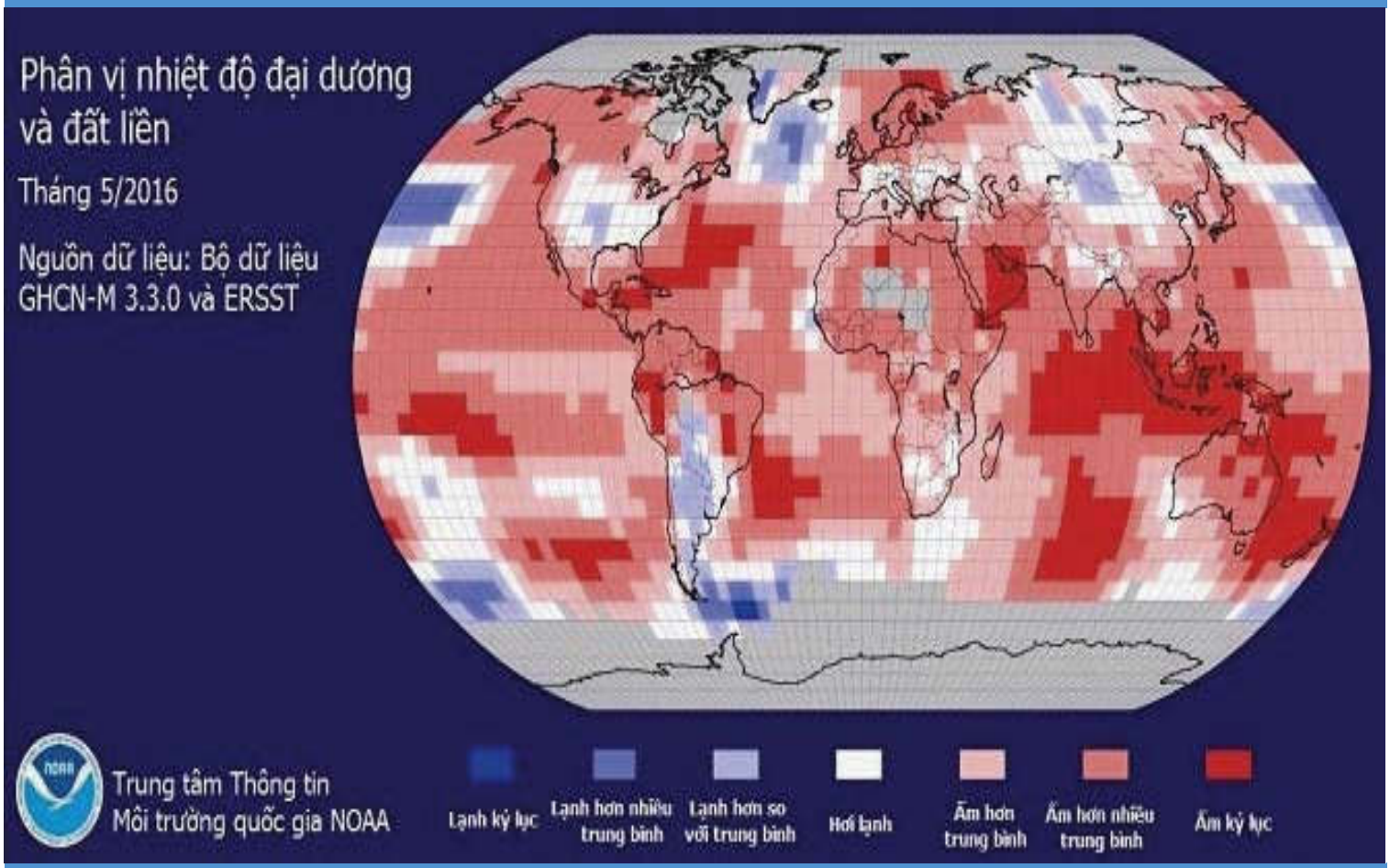
Water quality at Rach Gia monitoring station (1997-2015) 222
Le Thi Vinh, Pham Huu Tam

TẠP CHÍ

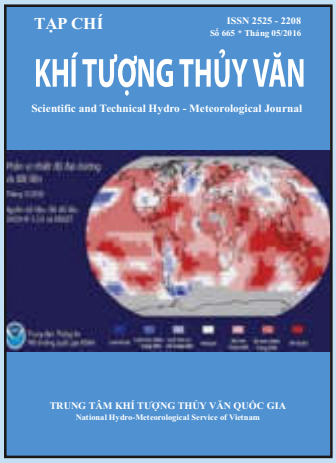
ISSN 2525 - 2208
Số 665 * Tháng 05/2016

KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Scientific and Technical Hydro - Meteorological Journal



TRUNG TÂM KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN QUỐC GIA
National Hydro-Meteorological Service of Vietnam



TẠP CHÍ KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

TỔNG BIÊN TẬP

PGS. TS. Trần Hồng Thái

ỦY VIÊN HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

1. GS. TS. Phan Văn Tân
2. PGS. TS. Nguyễn Văn Thắng
3. PGS. TS. Dương Hồng Sơn
4. PGS. TS. Dương Văn Khảm
5. PGS. TS. Nguyễn Thanh Sơn
6. PGS. TS. Hoàng Minh Tuyển
7. TS. Tống Ngọc Thanh
8. TS. Hoàng Đức Cường
9. TS. Đinh Thái Hưng
10. TS. Dương Văn Khánh
11. TS. Trần Quang Tiến
12. ThS. Nguyễn Văn Tuệ
13. TS. Võ Văn Hòa

Thư kí tòa soạn

TS. Trần Quang Tiến

Trị sự và phát hành

CN. Phạm Ngọc Hà

Giấy phép xuất bản

Số: 225/GP-BTTTT - Bộ Thông tin Truyền thông cấp ngày 08/6/2015

Tòa soạn

Số 3 Đặng Thái Thân - Hà Nội
Văn phòng 24C Bà Triệu, Hoàn Kiếm, Hà Nội
Điện thoại: 04.39364963; Fax: 04.39362711
Email: tapchikttv@yahoo.com

Chế bản và In tại:

Công ty TNHH Mỹ thuật Thiên Hà
ĐT: 04.3990.3769 - 0912.565.222

Ảnh bìa: Phân vị nhiệt độ đại dương và đất liền tháng 5 năm 2016 của Trung tâm Thông tin Môi trường quốc gia Hoa kì (NOAA).

Giá bán: 25.000 đồng

Số 665 * Tháng 5 năm 2016

Trong số này

Nghiên cứu & Trao đổi

1 **Mai Kim Liên, Trần Hồng Thái, Hoàng Văn Đại, Đặng Ngọc Điệp, Trần Đỗ Bảo Trung**: Đặc trưng hạn hán Đồng bằng sông Cửu Long

6 **Nguyễn Viết Lành, Chu Thị Thu Hường**: Khô nóng và hình thế thời tiết gây khô nóng ở Tây Nguyên

12 **Lương Văn Việt**: Ảnh hưởng của ENSO đến khô hạn và xâm nhập mặn ở Đồng bằng sông Cửu Long

20 **Thái Thị Thanh Minh, Phương Thị Hảo**: Nghiên cứu xác định ngưỡng hàm sinh front trong các đợt gió mùa đông bắc ảnh hưởng đến Việt Nam

29 **Vũ Đức Long, Nguyễn Thu Trang**: Nghiên cứu xây dựng phần mềm cảnh báo, dự báo lũ phục vụ quy trình vận hành liên hồ chứa cho lưu vực sông Sê San

34 **Nguyễn Bá Thủy, Phạm Khánh Ngọc, Dư Đức Tiến, Trần Quang Tiến, Lars R.Hole, Nils Melsom Kristensen, Johannes Rohrs**: Mô hình ROMS2D dự báo nước dâng do bão và gió mùa tại Việt Nam

40 **Lê Việt Hùng, Trần Phúc Hưng, Nguyễn Bình Phong**: Nghiên cứu nhiệt độ bề mặt trái đất khu vực thành phố Hà Nội trên cơ sở dữ liệu ảnh vệ tinh LANDSAT 8

45 **Bùi Đình Lập**: Nghiên cứu ứng dụng phương pháp đánh số lưu vực vào mô hình thủy văn

Tổng kết tình hình khí tượng thủy văn

50 Tóm tắt tình hình khí tượng, khí tượng nông nghiệp và thủy văn tháng 4 năm 2016 - **Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương** và **Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu**

59 Thông báo kết quả quan trắc môi trường không khí tại một số tỉnh, thành phố tháng 4 năm 2016 - **Trung tâm Mạng lưới khí tượng thủy văn và môi trường**

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), Xangsena (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 lấn 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 thuỷ 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

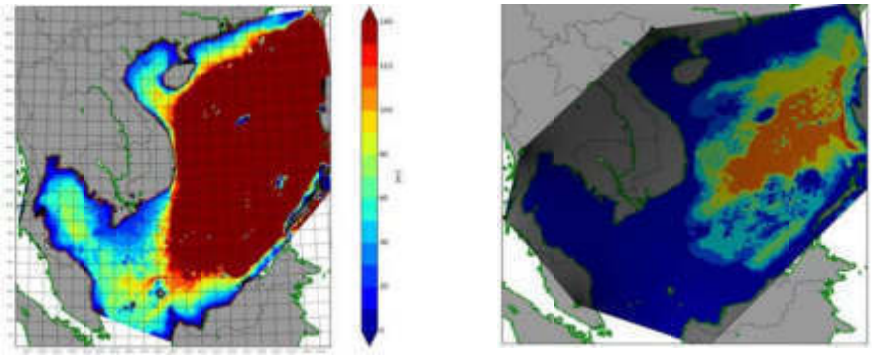
3.1. Số liệu đầu vào cho mô hình

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^{0}N; 97,0 - 125,0^{0}E (Hình 1a). Lưới tính cong được xây dựng gồm 498 x 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.



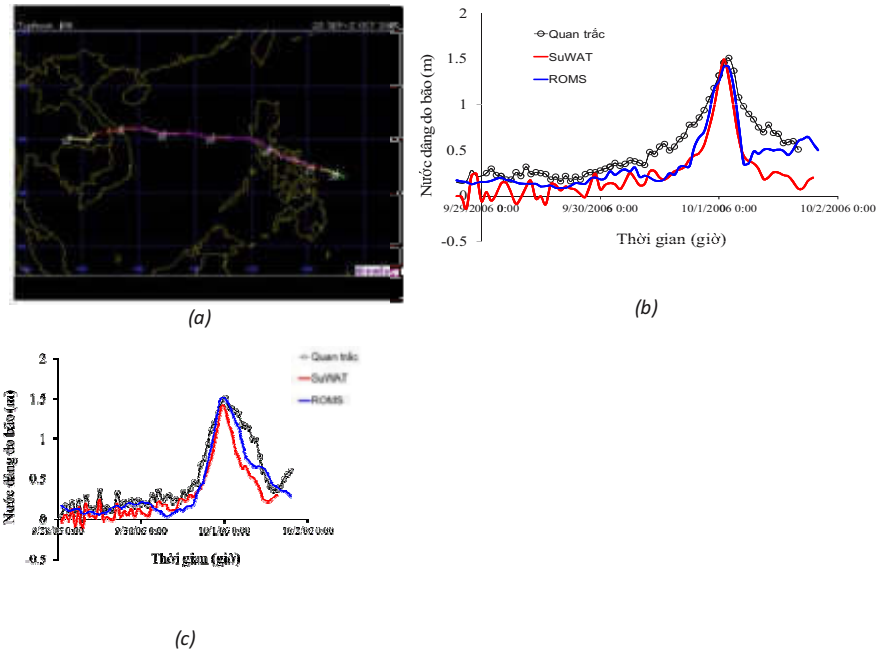
Hình 1. (a) Miền tính và trường độ sâu, (b) Lưới tính cho khu vực biển Đông

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.



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 con 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].

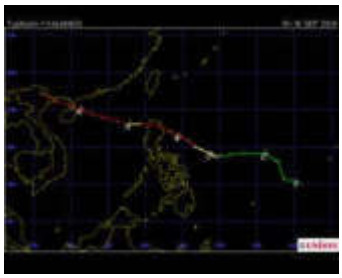
Trên hình 3a và 3b là kết quả tính toán dao động nước dâng do bão tại trạm Hòn Dấu và Hòn Ngư trong bão Kalmaegi bằng mô hình ROMS. Kết quả cho thấy, mô hình mô phỏng khá tốt nước dâng do bão. Phân bố theo không gian nước dâng bão lớn nhất trên hình 3d cho thấy cả dải ven biển từ Quảng Ninh đến Nghệ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

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

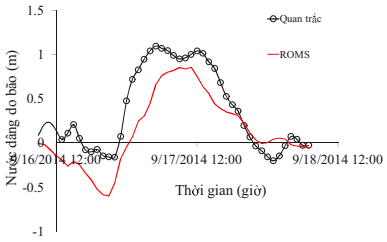
Nước dâng do gió mùa được tính toán bằng mô hình ROMS trong đợt triều cường xảy ra vào chiều tối ngày 20/10/2013. Đây là đợt triều cường dâng cao kỷ lục, với đỉnh triều tại trạm Phú An trên sông Sài Gòn đạt 1,68 m, cao nhất trong vòng 61 năm qua.

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

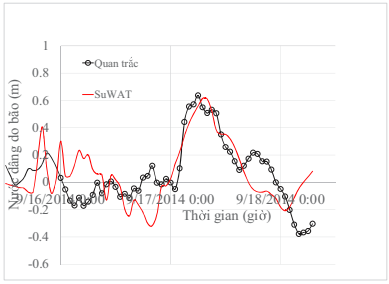
quan trắc nước dâng (sau khi đã loại thủy triều từ mực nước quan trắc) và mực nước quan trắc tổng cộng. Kết quả cho thấy mô hình mô phỏng khá tốt nước dâng do gió mùa gây nên trong thời đoạn này.



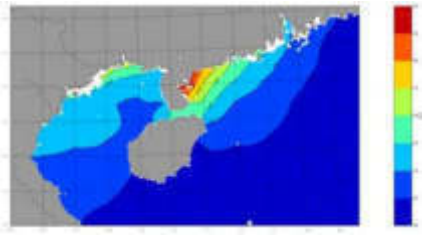
(a)



(b)

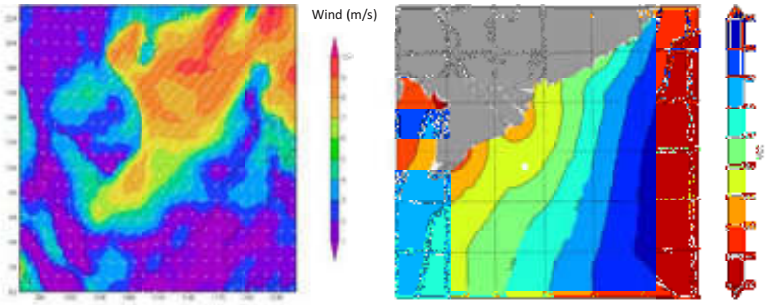


(c)

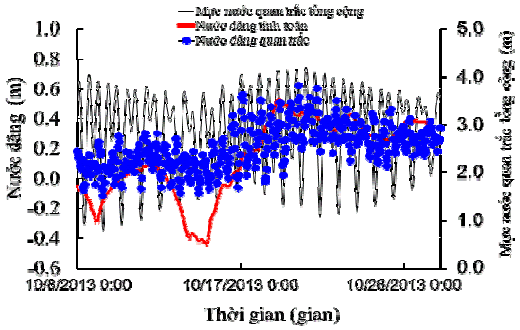


(d)

Hình 3. (a) Quỹ đạo bão Kalmeagi tháng 9/2014, (b) Dao động nước dâng bão tại Hòn Dấu, (c) Dao động nước dâng do bão tại Hòn Ngư, (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 Tiến, 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 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.

TẠP CHÍ

ISSN 0866 - 8744
Số 661 * Tháng 01/2016

KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Scientific and Technical Hydro - Meteorological Journal

TRUNG TÂM KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN QUỐC GIA
National Hydro-Meteorological Service of Vietnam

Số 661 * Tháng 1 năm 2016

Trong số này

Nghiên cứu & Trao đổi

1 **Hoàng Đức Cường, Nguyễn Văn Hưởng, Nguyễn Bá Thủy** và **Dư Đức Tiến**: Ứng dụng phương pháp đồng hóa tổ hợp với mô hình WRF trong mô phỏng khả năng xảy ra bão cường độ mạnh và rất mạnh ảnh hưởng đến Việt Nam

9 **Võ Văn Hòa, Trần Anh Đức, Lê Đức**: Nghiên cứu ứng dụng phương pháp UMOS và lọc KALMAN để dự báo độ cao chân mây, tầm nhìn xa và vân lượng từ các sản phẩm dự báo của mô hình GSM

17 **Dư Đức Tiến, Ngô Đức Thành, Kiều Quốc Chánh, Nguyễn Thu Hằng**: Khảo sát sai số dự báo và kĩ năng dự báo quỹ đạo và cường độ bão của các trung tâm dự báo và các mô hình động lực trên khu vực biển Đông

24 **Nguyễn Kỳ Phùng, Nguyễn Thái Sơn, Trần Tuấn Hoàng, Nguyễn Đình Tuấn**: Tính toán và dự báo xâm nhập mặn tại tỉnh Bạc Liêu theo kịch bản biến đổi khí hấu

29 **Lê Thị Thường**: Nghiên cứu ứng dụng mô hình MIKE FLOOD mô phỏng dòng chảy và quá trình ngập lụt hạ lưu sông Trà Khúc, sông Vệ

35 **Nguyễn Văn Đại, Nguyễn Kim Tuyên, Phạm Bảo Long**: Nghiên cứu áp dụng mô hình NK - GIAS trong tính toán rủi ro lũ ven biển tỉnh Quảng Ngãi

42 **Vũ Anh Tuấn, Võ Văn Hòa, Trần Anh Đức, Dư Đức Tiến**: Thử nghiêm dự báo khả năng xảy ra mưa lớn bằng phương pháp nhận dạng hình thế thời tiết dựa trên sản phẩm dự báo số trị và phương pháp SOM

52 **Hoàng Thanh Sơn, Bùi Anh Tuấn, Nguyễn Minh Thành, Nguyễn Thị Nhàn**: Đánh giá hiệu quả giảm lũ vùng hạ du của hệ thống công trình thủy điện lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn

Tổng kết tình hình khí tượng thủy văn

58 Tóm tắt tình hình khí tượng, khí tượng nông nghiệp và thủy văn tháng 12 năm 2015 - **Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương** và **Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu**

68 Thông báo kết quả quan trắc môi trường không khí tại một số tỉnh, thành phố tháng 12 năm 2015 - **Trung tâm Mạng lưới khí tượng thủy văn và môi trường**

ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP ĐỒNG HÓA TỔ HỢP VỚI MÔ HÌNH WRF TRONG MÔ PHỎNG KHẢ NĂNG XẢY RA BÃO CƯỜNG ĐỘ MẠNH VÀ RẤT MẠNH ẢNH HƯỞNG ĐẾN VIỆT NAM

Hoàng Đức Cường, Nguyễn Văn Hưởng, Nguyễn Bá Thủy và Dư Đức Tiến
Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương

Một trong những ứng dụng quan trọng của phương pháp dự báo tổ hợp là mô phỏng được các trường hợp có thể xảy ra với một đầu vào cho trước, qua đó cho phép nắm bắt được các khả năng xảy ra những trường hợp cực trị hiếm, ví dụ như bão với cường độ mạnh và rất mạnh. Bài báo trình bày ứng dụng phương pháp đồng hóa tổ hợp cho mô hình khu vực WRF với mục tiêu mô phỏng giả lập khả năng xảy ra bão mạnh và rất mạnh với quỹ đạo cho trước đổ bộ vào Việt Nam. Thử nghiệm được thực hiện với cơn bão Côn Sơn (7/2010) gồm 6 trường hợp với các cấu hình khác nhau, hệ thống tổ hợp cho phép mô phỏng bão mạnh và rất mạnh đổ bộ vào Việt Nam khi bảo toàn được các đặc tính quỹ đạo cơ bản ban đầu (quỹ đạo trung bình tổ hợp) cho thấy khả năng ứng dụng nghiên cứu ảnh hưởng của bão mạnh và rất mạnh đến Việt Nam.

Từ khóa: Mô phỏng cường độ, quỹ đạo bão mạnh.

1. Đặt vấn đề

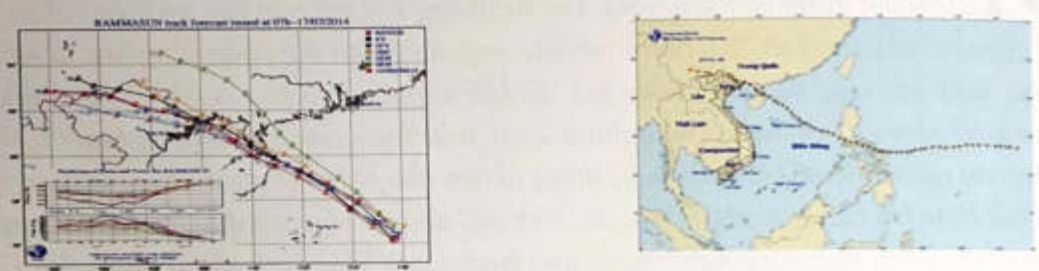
Trung bình hằng năm có khoảng 10 -12 cơn bão và áp thấp nhiệt đới (gọi tắt là xoáy thuận nhiệt đới - XTNĐ) hoạt động trên Biển Đông trong đó có 40% bắt nguồn từ chính tại Biển Đông và 60% từ khu vực Tây Bắc Thái Bình Dương. Trong số này trung bình từ 5 - 6 XTNĐ đổ bộ hoặc ảnh hưởng trực tiếp đến Việt Nam. Việc dựa trên các số liệu quan trắc quá khứ chỉ cho phép đánh giá được mức độ tối đa đã xảy ra của hoạt động XTNĐ trên khu vực Biển Đông mà chưa cho phép đánh giá, dự báo được khả năng xảy ra các cấp bão mạnh hơn tác động vào từng vùng. Như vậy, vấn đề mô phỏng và dự báo khả năng xảy ra bão mạnh và rất mạnh tác động đến Việt Nam để đưa ra được các kịch bản cực trị trong công tác ứng phó và phòng chống thiên tai là một bài toán cấp thiết trong nghiệp vụ dự báo khí tượng. Nghiên cứu này chỉ đề cập đến XTNĐ có cấp mạnh và rất mạnh, gọi tắt là bão.

Hiện nay phương pháp số trị (hệ các phương trình động lực được giải xấp xỉ bằng phương pháp số) đóng vai trò hết sức quan trọng trong công tác dự báo khí tượng, đặc biệt trong các hạn dự báo từ 3 - 10 ngày, thời hạn mà các tính chất phi tuyến của khí quyển thể hiện rất rõ và không thể nắm bắt bằng các phương pháp thống kê truyền thống [2, 4, 7]. Đặc biệt trong nghiệp vụ dự báo bão, phương pháp dự báo số đóng vài trò quan trọng trong việc cung cấp các bản tin hướng dẫn (guidance) cho dự báo viên để đưa ra các dự báo chính thức cuối cùng. Một hạn chế của phương pháp dự báo số là bản thân các mô hình số chưa hoàn thiện, ví dụ như các phương pháp xấp xỉ sai phân, những quá trình vật lý quy mô nhỏ phải được tham số hóa (parameterization), các số liệu quan trắc làm đầu vào cho mô hình chưa đủ tinh để tạo ra trường ban đầu tốt nhất. Những hạn chế này sẽ gây ra sự không chắc chắn (uncertainty) trong dự báo và đã được đề cập trong các nghiên cứu mang tính đặt nền móng của Lorenz từ năm 60-70 thế kỉ trước [4]. Dựa trên những nghiên cứu này, phương pháp đồng hóa tổ hợp được ra đời, trong đó thay vì các kết quả duy nhất từ một mô hình (dự báo tất định), kết quả dự báo sẽ thể hiện dưới dạng xác suất tính từ tập hợp các dự báo thành phần tổ hợp nhất định (dự báo tổ hợp) [2, 4, 7]. Các phương pháp đồng hóa (data assimilation) cho phép tối ưu hóa trường ban đầu với các điều kiện trường nền và quan trắc cho trước, qua đó giảm thiểu được sai số phát sinh từ trường phân tích ban đầu

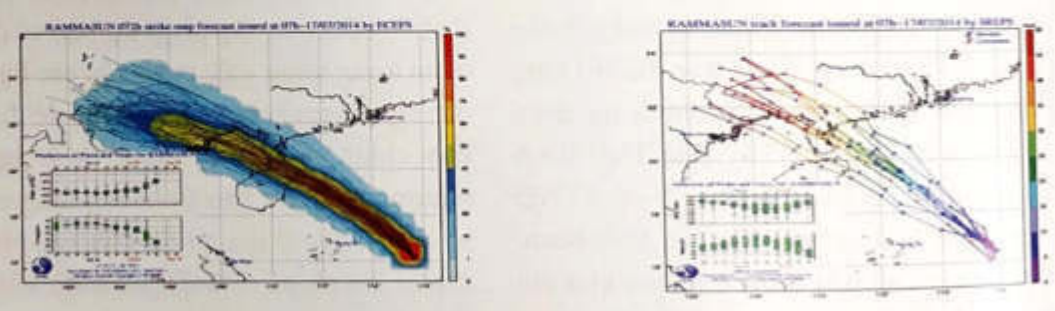
Người đọc phản biện: TS. **Lương Tuấn Minh**

cho mô hình dự báo, trong khi phương pháp dự báo tổ hợp sẽ cho phép nắm bắt được các trường hợp có thể xảy ra nhất với điều kiện khí quyển ban đầu cho trước [1, 2, 4, 7].

Một minh họa cụ thể dưới đây cho thấy vai trò của phương pháp dự báo tổ hợp và mô hình khu vực trong trường hợp cơn bão Rammasun tháng 7/2014 đổ bộ vào khu vực giáp ranh Việt Nam và Trung Quốc. Trên thực tế, sau khi đi vào Biển Đông từ ngày 16/7/2014, hầu hết các mô hình toàn cầu (hình 1, trái) cũng như các dự báo từ các trung tâm quốc tế (Nhật, Mỹ) đều dự báo tốt quỹ đạo của cơn bão, tuy nhiên cường độ của cơn bão chỉ nhận không vượt quá được cấp 13-14 (trong hình 1, mô hình GFS của Mỹ dự báo ngày 17/7/2014 cường độ cao nhất so với các mô hình khác là cấp 14). Ngay cả sản phẩm tổ hợp toàn cầu châu Âu gồm 51 thành phần (hình 2, trái) cũng chỉ có thành phần dự báo cao nhất cho Vmax đạt 35 m/s (cấp 12).



Hình 1. Dự báo quỹ đạo và cường độ cơn bão Rammasun từ các mô hình toàn cầu (trái) ngày 17/7/2014 và quỹ đạo thực (phải). Kí hiệu mô hình toàn cầu: GSM – Nhật, GFS – Mỹ, IFS – Châu Âu, GME – Đức, GEM – Canada, NAVGEM – Hải Quân Mỹ



Hình 2. Dự báo quỹ đạo và cường độ cơn bão Rammasun từ các mô hình nghiệp vụ tại Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương: hệ thống tổ hợp toàn cầu 51 thành phần của Châu Âu (trái) và hệ thống SREPS tổ hợp khu vực (phải) ngày 17/7/2014

Tuy nhiên, trong dự báo từ hệ thống tổ hợp hạn ngắn khu vực SREPS (Võ Văn Hòa và cs. [7]), với việc sử dụng mô hình khu vực độ phân giải cao hơn các mô hình toàn cầu (độ phân giải ngang 15 km của hệ thống SREPS so với 25 - 50 km của các mô hình toàn cầu), một số thành phần đã dự báo khả năng Vmax có thể đạt 55 m/s ứng với cấp 16 so với thực tế cơn bão đã đạt đến cấp 15, giật cấp 16 - 17 khi ở gần đảo Hải Nam (Trung Quốc).

Như vậy có thể thấy được vai trò của phương pháp tổ hợp trong việc tăng cường phát hiện các trường hợp xác suất thấp có thể xảy ra cùng với khả năng tăng cường nắm bắt các hiện tượng quy mô nhỏ hơn thông qua các mô hình quy mô khu vực. Vấn đề chính đặt ra trong nghiên cứu là với điều kiện khí quyển ban đầu cho trước và với vùng dự báo quỹ đạo đã được xác định tối thiểu thông qua phân tích các diễn biến của trường điều khiển quy mô lớn (dòng dẫn đường), cần thiết mô phỏng giả lập khả năng tiến triển thành bão ở các cấp mạnh và rất mạnh.

2. Phương pháp tiếp cận

2.1. Hệ thống đồng hóa tổ hợp TC-WRF-LETKF

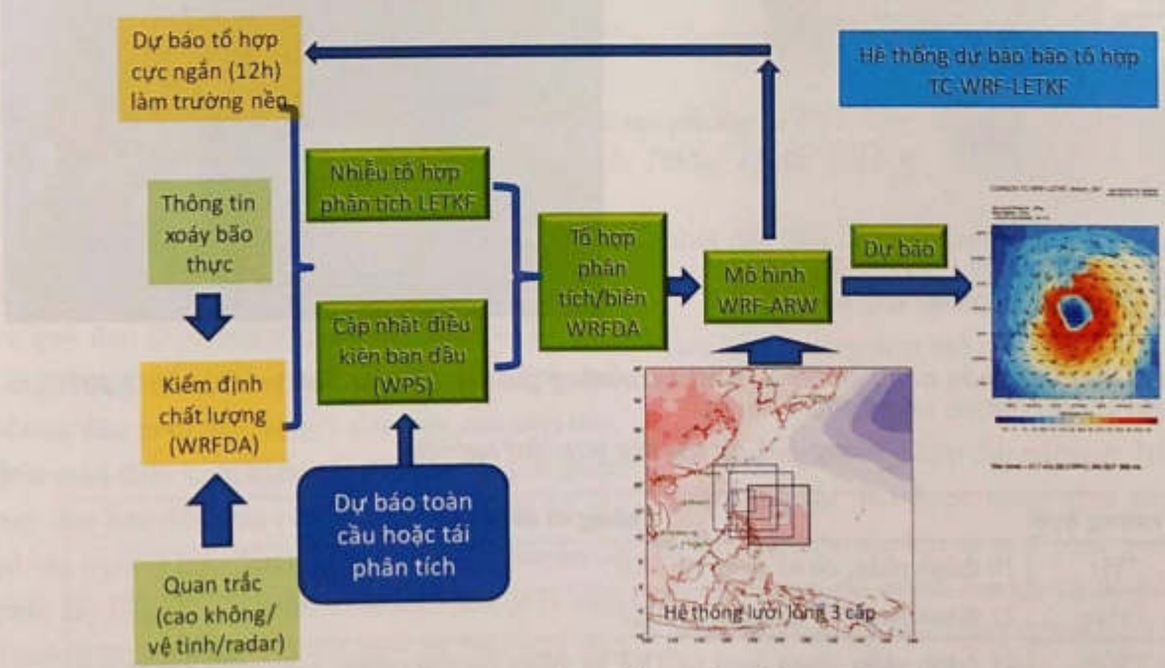
Như đã nêu, mục đích chính của nghiên cứu

là xem xét khả năng đạt các cấp bão mạnh và rất mạnh với một quỹ đạo cho trước. Việc sử dụng một điều kiện biên toàn cầu làm điều khiển sẽ cho phép về cơ bản giữ được quỹ đạo của cơn bão khi thực hiện dự báo hạ quy mô bằng các mô hình khu vực độ phân giải cao hơn. Ngoài ra sẽ tính đến việc đồng hóa số liệu trường quy mô lớn từ số liệu gió trên mực 300-400hPa thông qua các dữ liệu mây chuyển động liên tiếp theo thời gian của vệ tinh địa tĩnh MTSAT - Nhật Bản.

Hệ thống mô hình khu vực WRF nhân động lực ARW phiên bản 3.2 (viết tắt là WRF-ARW) được sử dụng làm công cụ hạ quy mô động lực từ trường dự báo quy mô lớn của các mô hình toàn cầu. Chi tiết về mô hình WRF-ARW có thể được xem trong [1, 2, 4]. Trong nghiên cứu này, hệ thống WRF-ARW được áp dụng với ba lưới lồng tương ứng với các độ phân giải là 36 km, 12 km và 4km và các lưới độ phân giải 12 km và 4 km được thiết lập dịch chuyển theo tâm bão xác định bởi thuật toán có sẵn trong hệ thống WRF-ARW (hình 3).

Điều kiện biên ban đầu được tối ưu hóa bằng phương pháp đồng hóa tổ hợp địa phương - LETKF, hệ thống này còn được gọi là WRF-LETKF [2]. Trong nghiên cứu này, hệ thống WRF-LETKF được bổ sung phần đồng hóa thông tin xoáy bão (mô tả trong mục 2.2) và gọi tắt là hệ thống TC-WRF-LETKF. Sơ đồ chung của toàn bộ hệ thống được đưa ra trong hình 3. Trong hệ thống TC-WRF-LETKF, hệ thống đồng hóa WRFDA thiết kế cho hệ thống WRF sẽ được sử dụng trong quá trình kiểm soát chất lượng quan trắc. Hệ thống TC-WRF-LETKF hiện tại bao gồm các thành phần tổ hợp được thiết lập thông qua việc thay đổi các thông số vật lý khác nhau như vật lý mây (sử dụng tùy chọn 1 đến 7), tham số hóa đối lưu (sử dụng tùy chọn 1 và 2), bức xạ sóng dài (sử dụng tùy chọn 1 và 2) và sơ đồ bề mặt (sử dụng tùy chọn 1 và 2) qua đó có thể sinh tổ hợp tối đa là 7x2x2x2 = 56 thành phần. Chi tiết về các tùy chọn của WRF-ARW phiên bản 3.2 có thể được tham khảo trong đường dẫn trực tuyến:

http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/docs/user_guide_V3/users_guide_chap5.htm#_Description_of_Namelist



Hình 3. Hệ thống dự báo bão đồng hóa tổ hợp TC-WRF-LETKF

2.2. Tăng cường thông tin cấu trúc xoáy

Một trong các nhân tố chính ảnh hưởng đến mô phỏng và dự báo cường độ bão là cấu trúc ban đầu của bão trong mô hình. Thông thường do sự thiếu hụt quan trắc truyền thống trên biển và do độ phân giải không gian ngang của các mô

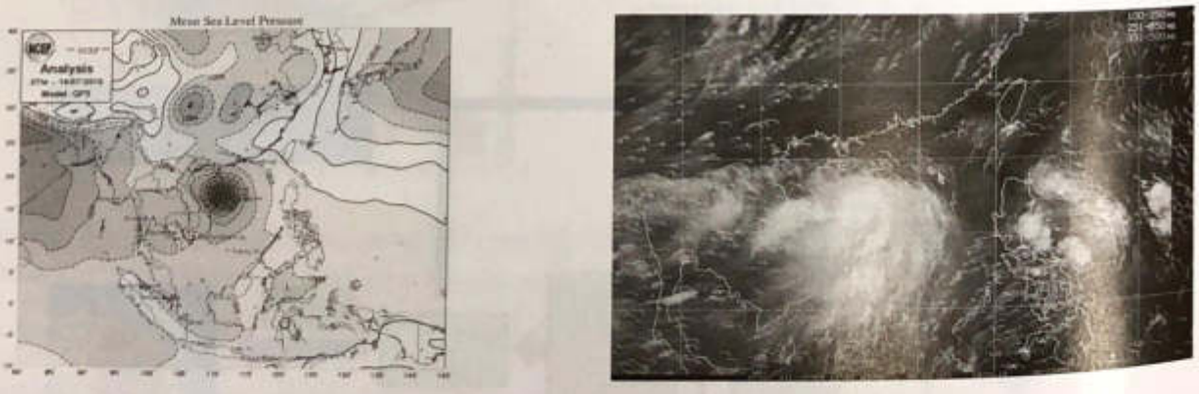
hình toàn cầu khá lớn (phổ biến từ 50 - 100 km) nên cấu trúc bên trong của bão thường bị làm trơn đi khá nhiều. Các lớp bài toán về ban đầu hóa xoáy được ra đời nhằm tăng cường được thông tin cấu trúc xoáy ban đầu [5, 6]. Trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng ý tưởng của Zou năm 2000 [8], trong đó một xoáy lý tưởng được đưa vào hệ thống đồng hóa như là các thám sát thẳng đứng giả. Xoáy lý tưởng trong hệ thống TC-WRF-LETKF được xây dựng dựa theo công thức giải tích của bão mạnh do Kiều Quốc Chánh và cộng sự đưa ra trong nghiên cứu [3]. Thông số chính để xây dựng xoáy lý tưởng gồm ví trị bão, giá trị khí áp cực tiểu, giá trị Vmax đặc trưng cho cường độ bão và bán kính bán kính của đường đẳng áp khép kín xa nhất đặc trưng cho quy mô của cơn bão.

3. Thử nghiệm

3.1. Số liệu thử nghiệm và các trường hợp thử nghiệm

Nghiên cứu sử dụng số liệu dự báo toàn cầu của mô hình GFS - Mỹ độ phân giải ngang 50km, số liệu thám sát gió vệ tinh địa tĩnh MTSAT-2 từ sự dịch chuyển mây của trung tâm CIMSS thuộc trường đại học Wisconsin – Mỹ và số liệu phân tích thông tin bão cùng quỹ đạo chuẩn (best track) từ Hải quân Mỹ JWTC (Joint Typhoon Warning Center). Hình 4 minh họa trường khí áp mực biển của GFS và số liệu gió CIMSS trên khu vực Đông Nam Á ngày 16/7/2010 lúc 00z. Các trường hợp thử nghiệm được dẫn ra trong bảng 1.

Phân tích JWTC cho cơn bão Côn Sơn vào kì quan trắc 00z ngày 16/7/2010 cho thấy vị trí tâm bão tại 17,1N; 111,1E với cường độ cực đại 35 m/s, bán kính của đường đẳng áp khép kín ngoài vùng 330 km và Pmin 967hPa, thông tin về cường độ thực tế phân tích được này so với phân tích từ mô hình GFS làm đầu vào (vị trí cỡ 17,2N; 110,2E Vmax khoảng 27 m/s và Pmin 990h Pa). Số liệu quỹ đạo chuẩn (best track) cho cơn bão này có Vmax 38 m/s và vị trí cũng như khí áp cực tiểu tại tâm bão khá phù hợp với phân tích của JWTC.



Hình 4. Trường phân tích của GFS (trái) và trường gió vệ tinh địa tĩnh tại 00z 16/7/2010

Bảng 1. Các trường hợp thử nghiệm

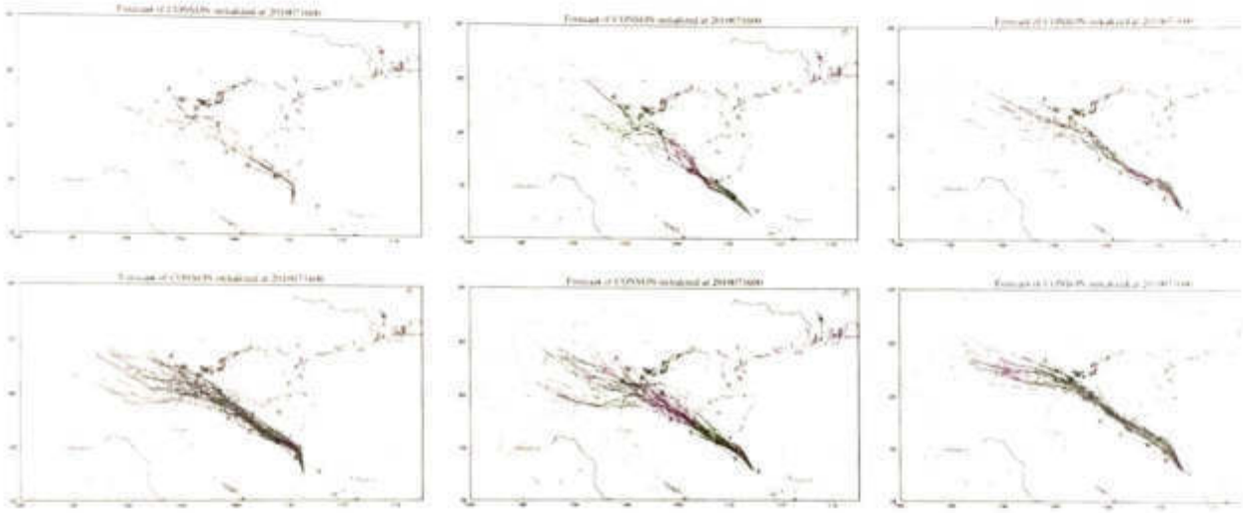
Trường hợp	Thông số kĩ thuật
TH1	10 thành phần, có sử dụng LETKF
TH2a	21 thành phần, có sử dụng LETKF
TH2b	21 thành phần, có sử dụng LETKF và thông tin tăng cường xoáy phân tích thực
TH3a	42 thành phần, có sử dụng LETKF
TH3b	42 thành phần, có sử dụng LETKF và thông tin tăng cường xoáy
TH3c	42 thành phần, có sử dụng LETKF và thông tin tăng cường xoáy, tăng mức độ nhiễu động trường ban đầu cho các thành phần tổ hợp

3.2 Kết quả thử nghiệm

Về cơ bản, đa số các thành phần đều dự báo cơn bão đổ bộ từ khoảng thời gian 06Z 17/7/2010 tương đương với sau 36h - 48h tích phân. Diễn biến cường độ của cơn bão gồm hai giai đoạn suy yếu khi đi qua đảo Hải Nam và mạnh lên trên vịnh Bắc Bộ.

3.2.1 Đánh giá quỹ đạo giả lập mô phỏng của các trường hợp mô phỏng

Hình 5 minh họa quỹ đạo của các thành phần tổ hợp (màu tím) của các trường hợp thử nghiệm và quỹ đạo thực của cơn bão Côn Sơn. Ta thấy rằng trong 36h tích phân các trường hợp mô phỏng đều nắm bắt tốt quỹ đạo nền của cơn bão, thỏa mãn điều kiện khảo sát đã đặt ra là giữ được quỹ đạo ban đầu của cơn bão. Sau khi đổ bộ, đa số các trường hợp đều cho xu thế dịch chuyển về phía tây bắc so với thực tế đi lệch lên phía bắc. Trường hợp TH2a cho kết quả dự báo quỹ đạo trung bình tổ hợp tốt nhất. Trường hợp tăng cường thông tin xoáy trong TH2b và TH3b đã cho phép hiệu chỉnh vị trí ban đầu của bão. Trường hợp tăng độ nhiễu trường ban đầu lên gấp đôi TH3c cho quỹ đạo trung bình tổ hợp tốt nhất đặc biệt đối với thời kì sau khi đổ bộ.



Hình 5. Quỹ đạo dự báo của các trường hợp mô phỏng từ trái sang phải, từ trên xuống dưới: TH1, TH2a, TH2b, TH3a, TH3b, TH3c

Hình 5 minh họa quỹ đạo của các thành phần tổ hợp (màu tím) của các trường hợp thử nghiệm và quỹ đạo thực của cơn bão Côn Sơn. Ta thấy rằng trong 36h tích phân các trường hợp mô phỏng đều nắm bắt tốt quỹ đạo nền của cơn bão, thỏa mãn điều kiện khảo sát đã đặt ra là giữ được quỹ đạo ban đầu của cơn bão. Sau khi đổ bộ, đa số các trường hợp đều cho xu thế dịch chuyển về phía tây bắc so với thực tế đi lệch lên phía bắc. Trường hợp TH2a cho kết quả dự báo quỹ đạo trung bình tổ hợp tốt nhất. Trường hợp tăng cường thông tin xoáy trong TH2b và TH3b đã cho phép hiệu chỉnh vị trí ban đầu của bão. Trường hợp tăng độ nhiễu trường ban đầu lên gấp đôi TH3c cho quỹ đạo trung bình tổ hợp tốt nhất đặc biệt đối với thời kì sau khi đổ bộ.

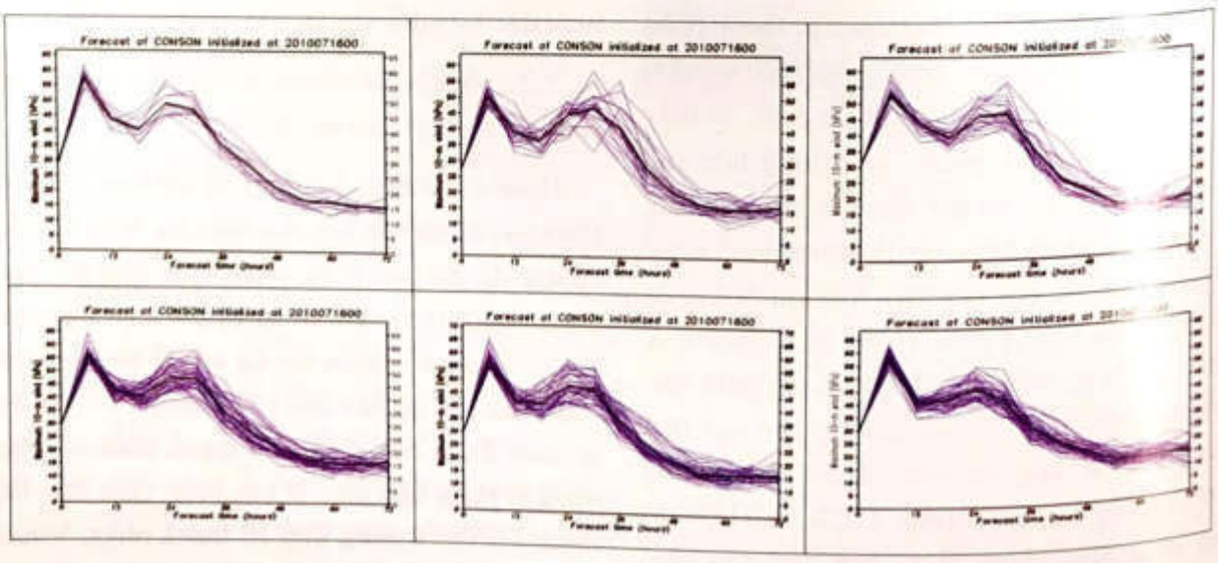
3.2.2 Đánh giá cường độ giả lập mô phỏng của các trường hợp mô phỏng

Hình 6 minh họa cường độ dự báo của cơn bão của các trường hợp thử nghiệm. Như đã nêu, cường độ dự báo được phân chia làm hai giai đoạn mạnh trước khi đi qua phía nam đảo Hải Nam và sau đó mạnh trở lại và đổ bộ vào Việt Nam vào hạn dự báo 36h (12Z ngày 17/7/2010), tại thời điểm này phần gió mạnh nhất vẫn tập trung ở phần bão nằm ở ven biển vịnh Bắc Bộ (hình 7). Với trường hợp 10 thành phần, Vmax mạnh nhất lúc sát bờ nhất mô phỏng được đạt 40 - 45 m/s (cấp 13 - 14), trong khi các trường hợp

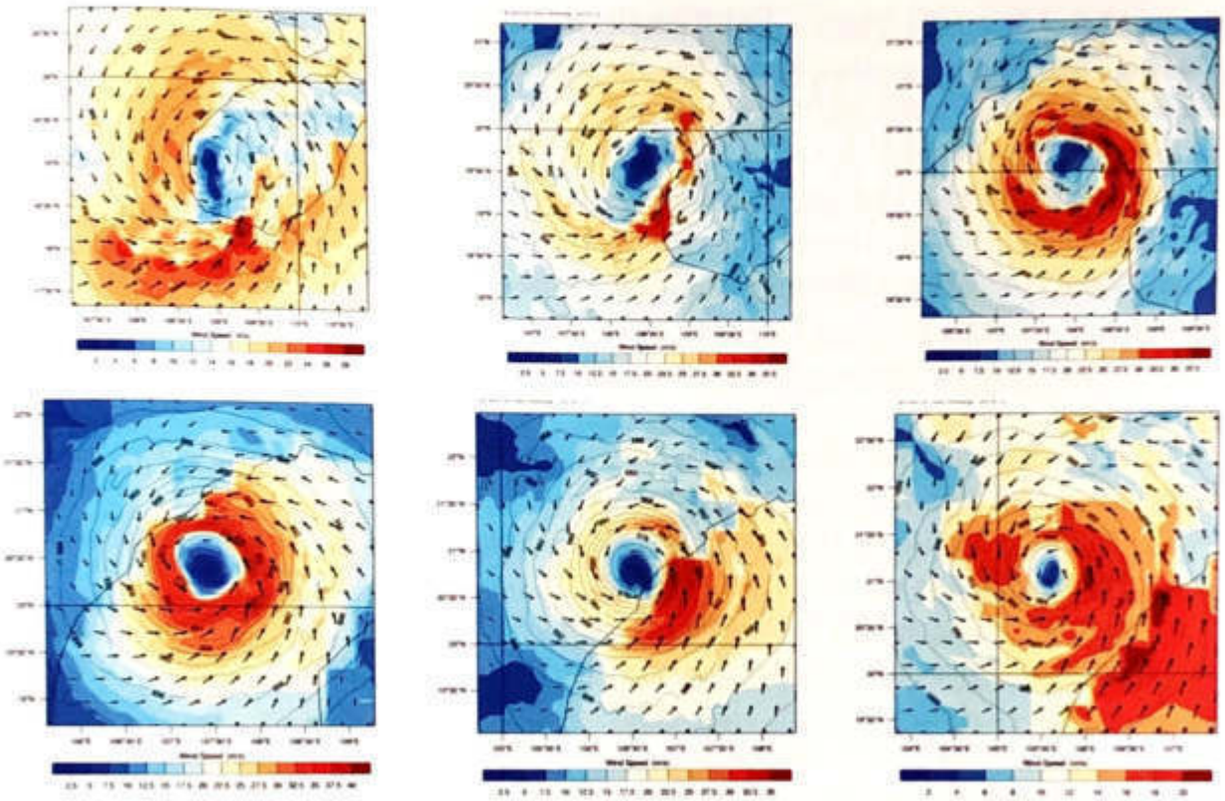
khác có một số thành phần tổ hợp đạt được tốc độ 50 - 55 m/s (15 - 16). Do ảnh hưởng của ma sát bề mặt nên tốc độ gió bão suy yếu rất nhanh, cụ thể trong TH1 sau 6h (khi cơn bão đã đổ bộ hoàn toàn trên đất liền) cường độ trung bình chỉ đạt 15 - 25 m/s (cấp 7 - 9), TH2a đạt 25 - 30 m/s (cấp 9 - 11), TH2b, TH3a, TH3b và TH3c đạt 25 m/s (cấp 9 - 10).

Tác động của việc tăng cường thông tin xoáy bão ngoài việc cho phép chính xác lại vị trí ban đầu của bão, cường độ ban đầu của bão trong 12 - 24h tích phân cũng có sự khác biệt về cấp độ so với khi chưa đưa vào thông tin xoáy bão. Mức độ tác động của phương pháp này cho thấy không có sự khác biệt một cách không vật lý (un-physical/shocked effects) mà một số phương pháp cải xoáy mang lại [1, 7]. Xem xét minh họa cho một thành phần tổ hợp có gió đạt mạnh nhất trong trường hợp TH2a ta thấy được rõ diễn biến phân bố gió mạnh từ lúc cơn bão áp sát đất liền, đổ bộ và đi sâu vào đất liền. Hình 7 cũng mô phỏng rõ quá trình suy yếu nhanh khi cơn bão đi qua đảo Hải Nam và sau đó tăng cường độ trở lại khi đi vào vịnh Bắc Bộ.

Hình 7 minh họa các khu vực chịu ảnh hưởng của gió mạnh phụ thuộc rất nhiều vào hướng đổ bộ so với đường bờ biển. Nếu lấy bán kính gió mạnh làm bán kính ảnh hưởng chính của cơn bão thì về cơ bản đây sẽ là quy mô cơ sở để khoanh vùng ảnh hưởng của gió mạnh trong 6 - 12h đầu tiên cơn bão đổ bộ. Cụ thể với trường hợp trên, trước khi đổ bộ bán kính gió mạnh phổ biến từ 80 - 100km, sau khi đổ bộ vào khu vực Hải Phòng-Thái Bình, khu vực chịu ảnh hưởng của gió mạnh từ 27 - 30 m/s (cấp 10-11) sẽ bao gồm toàn bộ khu vực Đồng bằng Bắc Bộ và một phần phía Đông Bắc trong 6 -12 tiếng đầu tiên. Sau đó do ma sát bề mặt, cường độ bão sẽ suy yếu rất nhanh nhưng vùng ảnh hưởng về cơn bản vẫn có cùng quy mô với bán kính ảnh hưởng khoảng 100 km tính từ tâm vùng áp thấp, cường độ đạt phổ biến 18 - 20 m/s (cấp 8 - 9) và một số nơi vẫn đạt trên 20 - 25 m/s (cấp 9 - 10). Điểm xa nhất trong đất liền mô phỏng được gió mạnh cấp 10, giật trên cấp 11 - 12 thuộc khu vực Bắc Giang và Bắc Ninh. Phần phía bắc và đông bắc của cơn bão di chuyển vào sẽ là các vùng tập trung nhất đạt các cấp gió mạnh trên đất liền. Rõ ràng trong trường hợp cơn bão đã đổ bộ nếu có sự tăng cường gió từ phía đông bắc hoặc tây nam sẽ giúp tăng cường cường độ của xoáy lên (đây là nội dung nghiên cứu được đặt ra tiếp theo).



Hình 6. Vận tốc gió cực đại từ các trường hợp thử nghiệm (21, 21vinit, 42, 42vinit)



Hình 7. Phân bố gió của thành phần có gió cấp gió mạnh nhất trong trường hợp thử nghiệm TH2a từ thời điểm (18z 2010-07-16, trái trên) đến khi bão nằm hoàn toàn trong đất liền (00z 2010-07-18, phải dưới)

5. Kết luận

Hiện nay, khi chất lượng dự báo quỹ đạo bão đã được cải thiện lên rất nhiều, ngoài việc tiếp tục nghiên cứu cải tiến chất lượng dự báo cường độ bão, cần thiết đưa ra được các thông tin/kịch bản mang tính cực trị về mặt cường độ, qua đó cho phép các nhà hoạch định chính sách và ứng phó phòng chống thiên tai không bị động trước những tình huống tiêu cực có thể xảy ra do không lường trước được những hậu quả mà cường độ cực đại của bão ảnh hưởng đến Việt Nam (nước biển dâng do bão hay tác động của mưa lớn/gió mạnh gây hậu quả nghiêm trọng đến các vùng dân sinh). Với vấn đề nghiên cứu cấp thiết trên, nghiên cứu đã đề xuất hệ thống dự báo đồng hóa tổ hợp trên cơ sở sử dụng mô hình WRF và thuật toán lọc tổ hợp địa phương, cho phép xem xét khả năng xảy ra các cường độ bão khác nhau với quỹ đạo bão về cơn bão được giữ theo xu thế dịch chuyển của trường điều khiển quy mô lớn.

Việc khảo sát độ nhạy từ các thông tin cấu hình vật lý hay điều kiện cấu trúc ban đầu của bão cho thấy ảnh hưởng nhiều đến cực trị cường độ mô phỏng được. Ngoài ra, các tương tác quy mô lớn như bão với không khí lạnh, dải hội tụ nhiệt đới hay gió đông nam - các tương tác rất phổ biến tại khu vực Việt Nam rõ ràng có thể dẫn tới các hệ quả về mặt cường độ khác biệt hơn nữa, qua đó dẫn đến các mô phỏng động lực có cường độ mạnh. Đây cũng chính là nội dung đặt ra trong các nghiên cứu tiếp theo, trong đó thông tin đặc trưng cho các trường quy mô lớn sẽ được đưa vào hệ thống đồng hóa trong điều kiện biên - tương đương với việc đồng hóa bốn chiều có tính đến chiều thời gian. Bên cạnh đó, về quy mô nắm bắt của hệ thống tương ứng với độ phân giải 4 km ở miền tính di động cấp 3, cần tiếp tục tăng cường năng lực tính toán hơn nữa để có thể mô phỏng xuống dưới 2 km, qua đó xem xét được chi tiết hơn mức độ tác động của hoàn lưu bão với địa hình phức tạp của Việt Nam khi bão đổ bộ.

Tài liệu tham khảo

1. Du Duc Tien, Thanh Ngo-Duc, Hoang Thi Mai, Chanh Kieu (2013), *A study of the connection between tropical cyclone track and intensity errors in the WRF model*, Meteorology and Atmospheric Physics 122, pp 55-64.

2. Kiều Quốc Chánh (2011), *Tổng quan hệ thống đồng hóa lọc Kalman tổ hợp và ứng dụng cho mô hình dự báo thời tiết WRF*, Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Số 27, tr. 17-28

3. Kieu. C and D-L. Zhang (2009), *An analytical model for the rapid intensification of tropical cyclones*, Q. J. R, Meteor, Soc., 135, 1336-1349

4. Lorenz E. N. (1963), *Determimistic nonperiodic flow*, Journal of the Atmospheric Sciences, 20, 130-141.

5. Nguyen Van Hiep and Y-L. Chen (2011), *High resolution initialization and simulations of typhoon Morakot*, Mon, Wea, Rev., 139, 1463-1491.

6. Phan Văn Tân và Bùi Hoàng Hải (2005), *Nghiên cứu lý tưởng sự tiến triển của xoáy thuận nhiệt đới bằng mô hình WRF*, Tạp chí KTTV, Hà Nội, 532, tr. 11-21

7. Võ Văn Hòa và cộng sự (2012), *Nghiên cứu phát triển hệ thống dự báo tổ hợp thời tiết hạn ngắn cho khu vực Việt Nam dựa trên cách tiếp cận đa mô hình đa phân tích*, Tạp chí KTTV, 615, tr. 47-53.

8. Zou, X. and Q. Xiao (2000), *Studies on the Initialization and Simulation of a Mature Hurricane Using a Variational Bogus Data Assimilation Scheme*. J. Atmos. Sci., 57, 836 - 860.

APPLYING ENSEMBLE DATA ASSIMILATION METHOD WITH WRF TO SIMULATE THE PROBABILITY OF STRONG AND VERY STRONG TROPICAL CYCLONE AFFECTING TO VIET NAM

Hoang Duc Cuong, Nguyen Van Huong, Nguyen Ba Thuy and Du Duc Tien
National center of hydro-meteorological forecasting

The capability of simulation for strong (maximum wind surface speed - vmax ~ 32 m/s) and very strong (vmax > 37 m/s) tropical cyclone (TC) affecting to Viet nam has been investing by using the ensemble assimilation method applying for WRF limited area model. The design of TC-WRF-LETKF ensemble system includes: i) adding Gaussian noise for intial fields; ii) multi-physical configuration approach, iii) optimizing intial field with Local Ensemble Transformation Kalman Filter – LETKF method and iv) synthetic bogus observations from TC warning centers. The TC CONSON occurred in July of 2010 was chosen to test the perform of this system showing the capabilities of TC-WRF-LETKF system in simulating and investing effects of strong and very strong tropical cyclone landing to Vietnam.

Keyword: Ensemble data assimilation, tropical cyclone track/intensity simulation forecast

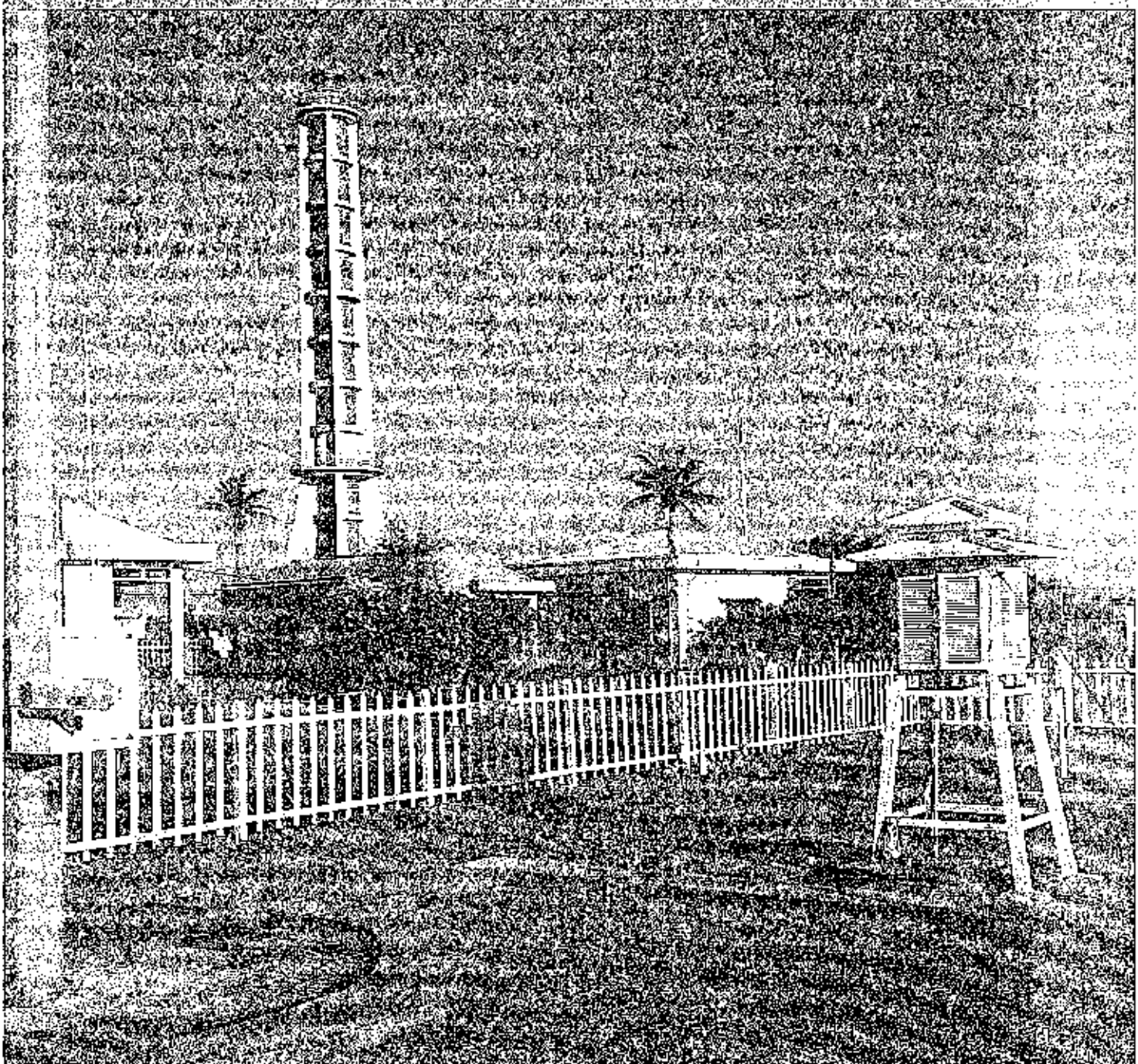
TẠP CHÍ

ISSN 0866-8744

Số 654 - Tháng 06/2015

KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Scientific and Technical Hydro-Meteorological Journal



TRUNG TÂM KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN QUỐC GIA

National Hydro-Meteorological Service of Vietnam

TẠP CHÍ KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

TỔNG BIÊN TẬP
TS. Nguyễn Kiên Dũng
PHÓ TỔNG BIÊN TẬP
PGS. TS. Nguyễn Viết Lành

ỦY VIÊN HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

1. PGS. TS. Trần Hồng Thái
2. GS. TS. Phan Văn Tân
3. PGS. TS. Nguyễn Văn Thắng
4. PGS. TS. Dương Hồng Sơn
5. PGS. TS. Dương Văn Khảm
6. PGS. TS. Nguyễn Thanh Sơn
7. PGS. TS. Hoàng Minh Tuyển
8. TS. Tống Ngọc Thanh
9. TS. Hoàng Đức Cường
10. TS. Đinh Thái Hưng
11. TS. Dương Văn Khánh
12. TS. Trần Quang Tiến
13. ThS. Nguyễn Văn Thuệ
14. ThS. Võ Văn Hòa

Thư kí tòa soạn
TS. Trần Quang Tiến
Trị sự và phát hành
CN. Phạm Ngọc Hà
Giấy phép xuất bản
Số: 225/GP-BTTTT - Bộ Thông tin Truyền thông cấp ngày 08/6/2015

Tòa soạn
Số 3 Đặng Thái Thân - Hà Nội
Văn phòng 24C Bà Triệu, Hoàn Kiếm, Hà Nội
Điện thoại: 04.39364963; Fax: 04.39362711
Email: tapchiktty@yahoo.com

Chế bản và In tại: Công ty TNHH Thương Mại In và Sản xuất bao bì Ngọc Minh
Email: ngocminhppp@gmail.com

Ảnh bìa: Trạm Khí tượng Hải văn Lý Sơn

Giá bán: 25.000 đồng

Số 654 * Tháng 6 năm 2015

Trong số này

Nghiên cứu & Trao đổi

1 **Tăng Thế Cường, Trần Thục và Trần Thị Diệu Hằng**: Tích hợp vấn đề biến đổi khí hậu vào quy hoạch phát triển kinh tế-xã hội qua đánh giá môi trường chiến lược-áp dụng cho tỉnh Thừa Thiên-Huế

8 **Trương Đức Trí, Nguyễn Văn Thắng và Nguyễn Đăng Mậu**: Đánh giá khả năng sử dụng các chỉ số hạn phục vụ giám sát và dự báo hạn trên khu vực Tây Nguyên

14 **Đào Nguyên Khôi**: Phân tích xu thế thay đổi lượng mưa lưu vực sông Sêrêpôk giai đoạn 1981-2009

20 **Đặng Hòa Vĩnh**: Khả năng khai thác nguồn nước mặt phục vụ cấp nước sinh hoạt vùng bán đảo Cà Mau trong điều kiện nước biển dâng do biến đổi khí hậu

27 **Hoàng Lưu Thu Thủy và Vương Văn Vũ**: Chỉ số tổn thương tới sức khỏe cộng đồng do tác động của biến đổi khí hậu tại tỉnh Thanh Hóa

34 **Đỗ Đình Chiến, Trần Hồng Thái, Nguyễn Thọ Sáo và Nguyễn Bá Thủy**: Nghiên cứu đánh giá nước dâng do bão khu vực ven biển từ Quảng Bình -Quảng Nam

40 **Trần Văn Tính và Nguyễn Thị Bích Ngọc**: Ứng dụng mô hình Mike 11 mô phỏng dòng chảy lũ hạ lưu sông Cả

46 **Cù Thị Phương**: Ứng dụng phương pháp Bayesian trong tính toán dòng chảy lũ thiết kế

52 **Nguyễn Kiên Dũng, Vũ Trọng Thành và Nguyễn Thị Thanh Huyền**: Xây dựng chương trình quản lý tự động hồ sơ hệ thống trạm khí tượng thủy văn

Tổng kết tình hình khí tượng thủy văn

58 Tóm tắt tình hình khí tượng, khí tượng nông nghiệp và thủy văn tháng 5 năm 2015 - **Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương và Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu**

68 Thông báo kết quả quan trắc môi trường không khí tại một số tỉnh, thành phố tháng 5 năm 2015 - **Trung tâm Mạng lưới khí tượng thủy văn và môi trường**

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ NƯỚC DÂNG DO BÃO KHU VỰC VEN BIỂN TỪ QUẢNG BÌNH ĐẾN QUẢNG NAM

Đỗ Đình Chiến[1], **Trần Hồng Thái**[2], **Nguyễn Thọ Sáo**[3] và **Nguyễn Bá Thủy**[4]

[1]Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và Biến đổi khí hậu

[2]Trung tâm Khí tượng Thủy văn quốc gia

[3]Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội

[4]Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương

Nước dâng do bão khu vực ven biển từ Quảng Bình đến Quảng Nam giai đoạn 1951-2014 và theo các chu kì lặp được phân tích đánh giá từ các kết quả tính bằng mô hình số trị tích hợp thủy triều, sóng biển và nước dâng do bão (SuWAT-Surge Wave and Tide). Trong đó, ngoài các cơn bão lịch sử trong giai đoạn này, tập hợp bão phát sinh thống kê trong 1.000 năm được xây dựng theo phương pháp Monte-Carlo để có chuỗi số liệu đủ dài cho tính toán chu kì lặp nhiều năm. Kết quả cho thấy, trong giai đoạn 1951-2014 nước dâng lớn nhất đạt tới 4,1m tại Quảng Trị trong bão Harriet cấp 14 (tháng 7/1971). Với các chu kì lặp, phân bố nước dâng lớn nhất không hẳn theo một xu thế chung là giảm dần từ bắc vào nam, những khu vực có nguy cơ nước dâng lớn là bắc Quảng Bình, giữa Quảng Trị, giữa Huế và vịnh Đà Nẵng. Khu vực phía nam Đà Nẵng và Quảng Nam có cơ thấp hơn. Nước dâng theo chu kì lặp 100 và 200 năm ở Quảng Trị đạt đến 4,6 và 5,4 m. Kết quả nghiên cứu làm cơ sở khoa học để xây dựng phương án ứng phó với bão mạnh, siêu bão có khả năng đổ bộ vào khu vực trong tương lai.

Từ khóa: nước dâng do bão, nguy cơ nước dâng do bão, mô hình tích hợp.

1. Mở đầu

Bão là một trong những thiên tai có nguồn gốc khí tượng thủy văn nguy hiểm nhất mà một trong những tác động chính của bão đối với vùng ven bờ là hiện tượng ngập lụt do nước biển dâng cao trong bão. Trên thế giới 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 8/2005, bão Nargis đổ bộ vào Myanma tháng 5/2008 và đặc biệt gần đây siêu bão Haiyan cấp 17 tràn vào Philipin tháng 11/2013 gây thiệt hại nặng nề chủ yếu bởi ngập lụt do nước biển dâng cao. Dải ven biển Việt Nam cũng đã ghi nhận nhiều cơn bão gây gió mạnh, sóng lớn và nước biển dâng cao như bão Damrey (2005), Xangsane (2006), Ketsana (2009),...

Nghiên cứu nước dâng do bão đã được tiến hành từ rất lâu và đã có nhiều mô hình, công nghệ tính toán, dự báo nước dâng bão được xây dựng. Gần đây, bên cạnh hướng nghiên cứu để nâng cao độ chính xác của các mô hình dự báo nước dâng do bão thì nghiên cứu về nước dâng do bão cho một khu vực cụ thể đang rất được quan tâm. Tại Mỹ, các nhà khoa học đã sử dụng số liệu mô phỏng 100 năm bão lịch sử làm đầu vào cho mô hình tính nước dâng do bão và xây dựng đường tần suất nước dâng đối với chu kì lặp lại từ 2 đến 100 năm [3]. Tại Việt Nam, Đinh Văn Mạnh và cs [3] đã tính toán, xây dựng một bộ số liệu cơ bản về thủy triều, nước dâng do bão và mực nước tổng hợp do thủy triều và nước dâng do bão dọc bờ biển từ Quảng Ninh đến Quảng Nam. Trong đó, tập hợp bão phát sinh thống kê được xây dựng theo phương pháp Monte-Carlo dựa trên phân bố xác suất của các tham số bão đã xuất hiện trong quá khứ. Cũng theo hướng này, Đinh Văn Ưu và cs [4] đã kết hợp các phương pháp thống kê và mô hình số trị để tính toán và phân tích mực nước biển cực trị có tính đến mực nước biển dâng do tác động của biến đổi khí hậu tại các khu vực ven bờ biển và hải đảo Việt Nam.

Để có cơ sở khoa học xây dựng các phương án ứng phó với bão mạnh, siêu bão ảnh hưởng đến Việt Nam, gần đây Chính phủ đã có yêu cầu ngành Khí tượng Thủy văn nghiên cứu cơ bão

Người đọc phản biện: TS. **Hoàng Trung Thành**

và nước dâng do bão cho từng khu vực ven biển Việt Nam. Trong nghiên cứu này, nước dâng do bão trong giai đoạn 1951-2014 và nguy cơ nước dâng do bão tại khu vực ven biển từ Quảng Bình đến Quảng Nam được phân tích đánh giá. Do hạn chế về số liệu quan trắc nên giải pháp sử dụng số liệu tính toán nước dâng do bão bằng mô hình số trị đã được kiểm chứng để thay thế là phù hợp nhất. Ngoài số liệu các cơn bão trong giai đoạn 1951-2014, tập hợp bão phát sinh trong 1.000 năm đã được xây dựng để có chuỗi số liệu đủ dài cho tính toán nước dâng bão theo chu kì lặp nhiều năm trong khu vực.

2. Khu vực và phương pháp nghiên cứu

2.1 Khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu được lựa 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. Đây là khu vực biển hở, 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 (tháng 9/2006), Ketsena (tháng 9/2009). Theo thống kê, trong giai đoạn từ 1951-2014 số lượng bão đổ bộ vào vùng bờ khu vực từ Quảng Bình đến Quảng Nam là 43 cơn, trung bình khoảng 0,7 cơn/năm, trong đó bão cường độ cấp 8-9 chiếm khoảng 36%, bão mạnh từ cấp 12 trở lên chiếm 26%. 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 được nhiều cơn bão gây nước dâng lớn tại khu vực này như: bão Cecil (tháng 10/1975) gây nước dâng cao 1,69 m tại Thanh Khê - Quảng Bình, bão Becky (tháng 10/1990) là 1,84 m tại Thanh Khê - Quảng Bình, bão Xangxane (tháng 9/2006) là 1,4m tại Sơn Trà - Đà Nẵng, bão Ketsena (tháng 9/2009) là 2,4 m tại Hội An - Quảng Nam.... Trong quá khứ, còn nhiều cơn bão mạnh có thể đã gây nước dâng lớn hơn rất nhiều nhưng đã không được ghi nhận do không có trạm đo hoặc không có điều kiện điều tra khảo sát, như bão mạnh Harriet tháng 7/1971 với cấp gió trên cấp 14, (khí áp tại tâm 960 mb) đổ bộ vào Quảng Trị.

Biên độ thủy triều trong khu vực nghiên cứu có xu hướng giảm dần từ Quảng Bình đến Thừa Thiên Huế và tăng dần từ đây đến Quảng Nam, nơi có biên độ triều lớn nhất là Quảng Bình và Quảng Nam cũng chỉ khoảng gần 1,0 m. Vì là vùng biển thoáng nên khi bão đổ bộ tạo những đợt sóng lớn 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 do có địa hình nông và thoải nên nước dâng do ứng suất sóng có thể chiếm một phần đáng kể trong mực nước dâng tổng cộng trong bão. Ảnh hưởng của thủy triều và sóng biển tới nước dâng do bão tại khu vực này đã được nghiên cứu đánh giá [1], tuy nhiên, đánh giá hiện trạng và nguy cơ nước dâng do bão chưa được nghiên cứu chi tiết.

2.2 Phương pháp nghiên cứu

Đỗ Đình Chiến và cs. [1, 2] đã chỉ ra rằng tại khu vực nghiên cứu ảnh hưởng của thủy triều là không đáng kể và nước dâng do sóng chiếm một phần đáng kể trong mực nước dâng tổng cộng trong bão. Chính vì vậy trong tính toán nước dâng do bão dưới đây, mô hình SuWAT sẽ chỉ xét đến ảnh hưởng của sóng biển. Cơ sở lí thuyết và hiệu chỉnh, kiểm định mô hình SuWAT tại khu vực nghiên cứu được trình bày chi tiết trong các công trình [1, 2, 5].

Phương pháp Monte-Carlo đã được sử dụng để xây dựng tập hợp bão phát sinh thống kê cho 1.000 năm bão. Ý tưởng và cơ sở lí thuyết của phương pháp dựa trên phân bố xác xuất của các tham số bão thực tế để xây dựng tập hợp bão phát sinh thống kê cho nhiều năm trong tương lai [3]. Nghiên cứu đã sử dụng số liệu bão trong giai đoạn 1951-2014 được thu thập tại Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương và trên trang web của Cơ quan Khí tượng Nhật Bản [6] để tính toán nước dâng do bão tại khu vực nghiên cứu và xây dựng tập hợp bão phát sinh thống kê.

Giá trị nước dâng theo chu kì lặp lại (Return Period) 5, 10, 20, 50, 100 và 200 năm được xác định từ hàm phân bố thống kê tương ứng như sau [3]:

$$H = inv(F(P_H)) \quad (1)$$

trong đó: H là giá trị nước dâng do bão; F là

hàm phân bố xác suất; PH là xác suất phân bố (cumulative probability) của H; P là suất đảm bảo năm:

$$P = \frac{1 - P_H}{t} \quad (2)$$

Trong đó: t là khoảng thời gian trung bình (năm) giữa các số liệu; inv - hàm ngược của F:

$$T_r = \frac{1}{P} \quad (3)$$

Trong đó: T_r là chu kì lặp lại và P là suất đảm bảo theo năm.

Với dải ven biển miền Trung, mô hình SuWAT được thiết kế trên lưới chữ nhật và lồng 3 lớp: miền tính lớn nhất (lưới Biển Đông - lưới D1) từ 8 - 22°N, 105 - 120°E có độ phân giải 4 phút (khoảng 7,4 km); miền tính lồng kế tiếp (lưới khu vực - D2) 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 (1,85 km); miền tính thứ 3 (lưới địa phương - D3) có độ phân giải 0,5 phút (khoảng 925 m) 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).

3. Hiện trạng và nguy cơ gây nước dâng do bão khu vực ven biển Quảng Bình đến Quảng Nam

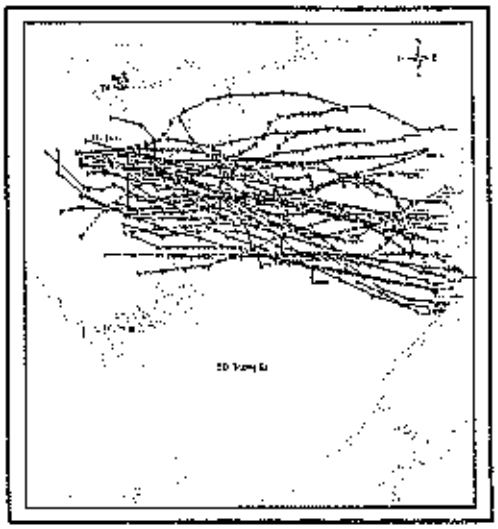
3.1. Hiện trạng nước dâng do bão ven biển Quảng Bình đến Quảng Nam

Hiện trạng nước dâng do bão được hiểu là nước dâng đã từng xuất hiện trong các cơn bão lịch sử đổ bộ trong khu vực. Để đánh giá nước dâng bão tại khu vực, không chỉ những cơn bão có tâm đổ bộ vào khu vực mà tất cả các cơn có tâm đổ bộ nằm ngoài nhưng có khả năng gây nước dâng đáng kể tại khu vực đều được tính toán. Hình 1 là quỹ đạo các cơn bão trong giai đoạn 1951-2014 được tập hợp và sử dụng để tính nước dâng tại khu vực.

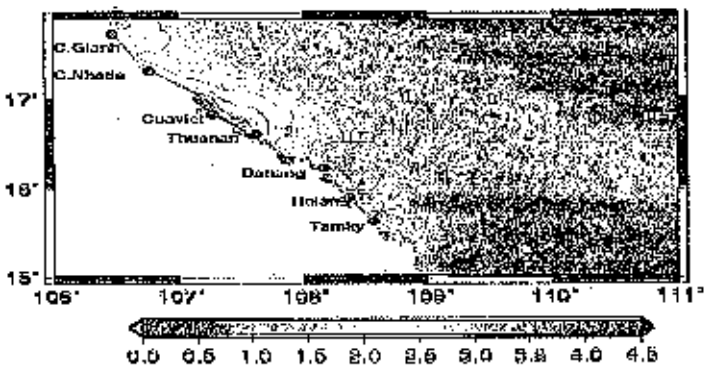
Kết quả tính toán (hình 2) cho thấy, trong giai đoạn 1951 - 2014 nước dâng do bão lớn nhất xuất hiện tại Cửa Việt - Quảng Trị lên tới 4,1m trong bão Harriet tháng 7/1971 (cấp 14 - khí áp tâm bão là 945 milibar) đổ bộ vào Phong Điền - Quảng Trị. Một số cơn bão khác như Cecil (10/1975), Betty (8/1987), Xangxane (9/2006), Ketsena (9/2009) cũng gây nước dâng lớn trên 2,0m tại khu vực quanh vị trí tâm bão đổ bộ. Phân bố nước dâng lớn nhất trong khu vực nghiên cứu giai đoạn 1951-2014 được thể hiện trên hình 2, theo đó, vùng nước dâng lớn hơn 2,0 m chủ yếu tập trung ở ven bờ từ Đà Nẵng đến Quảng Bình, khu vực có nước dâng bão lớn nhất là bắc Cửa Việt. Độ lớn nước dâng lớn trên 3,0 m cũng đã xuất hiện tại Huế và Đà Nẵng, khu vực ven biển Quảng Nam cũng đã có nước dâng bão lên tới 2,5 m.

3.2. Nguy cơ nước dâng do bão ven biển Quảng Bình đến Quảng Nam

Để tính toán nước dâng do bão có chu kì lặp dài 100, 200 năm đạt độ chính xác cao cần phải có được số liệu bão đầu vào đủ dài tương ứng, ít nhất cũng phải 200 năm [3]. Do vậy, ngoài những cơn bão lịch sử thu thập được (64 năm) cần phải xây dựng thêm các cơn bão giả định. Trên cơ sở số liệu các tham số bão hoạt động trên Biển Đông và có ảnh hưởng đến Việt Nam từ năm 1951-2014 (tổng cộng 402 cơn) đã xây dựng được tập hợp bão phát sinh thống kê trong 1.000 năm, bao gồm 5.492 cơn bão, trong đó có 857 cơn đổ bộ vào khu vực nghiên cứu làm đầu vào cho mô hình tính nước dâng bão. Các cơn bão theo các cấp bão đổ bộ vào khu vực nghiên cứu được tổng hợp trên bảng 1 cho thấy, Quảng Bình là nơi có nhiều bão đổ bộ nhất với 290 cơn. Số cơn bão có khả năng gây nước dâng đáng kể (trên cấp 10) chiếm trên 30%, số cơn bão có cường độ mạnh trên cấp 13 là 10 cơn, trong đó có 3 cơn mạnh trên cấp 15 đổ bộ vào dải ven biển từ Quảng Bình đến Quảng Nam trong 1.000 năm.



Hình 1. Quỹ đạo các cơn bão đổ bộ và ảnh hưởng đến khu vực trong giai đoạn 1951-2014



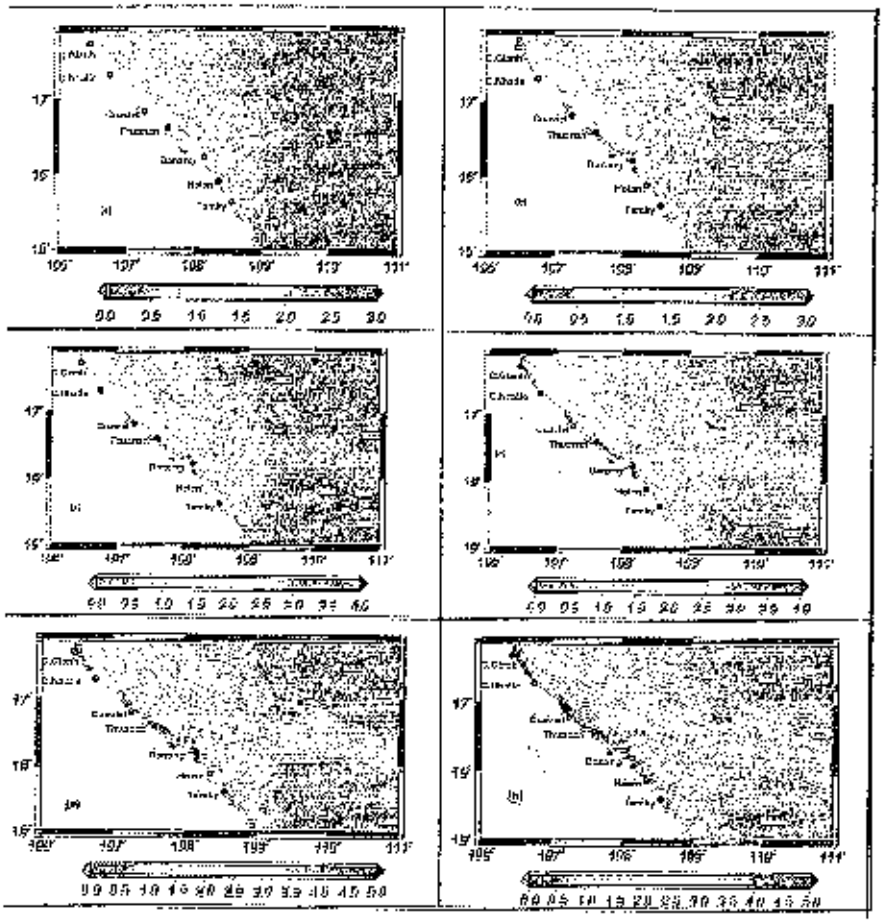
Hình 2. Kết quả tính toán phân bố nước dâng lớn nhất tại dải ven biển từ Quảng Bình đến Quảng Nam trong giai đoạn 1951-2014

Bảng 1. Tổng hợp bão phát sinh thống kê khu vực nghiên cứu (số cơn /tần suất)

Cấp bão (Bô pho)	Khu vực bão đổ bộ				
	Quảng Bình	Quảng Trị	Huế	Đà Nẵng	Quảng Nam
Áp thấp nhiệt đới	76 /8,9%	29/3,4%	21/2,5%	65/7,6%	43/5,0%
8	69/8,1%	29/2,7%	21/2,5%	39/4,6%	48/5,6%
9	62/7,2%	29 /3,4%	15/1,8%	36/4,2%	30/3,3%
10	24/2,8%	11/1,3%	13/1,5%	5/0,6%	16/1,9%
11	23/2,7%	8/0,9%	3/0,4%	11/1,3%	14/1,6%
12	33 /3,9%	28/3,3%	9/1,1%	21/2,5%	23/2,6%
13-14	2/0,2%	1/0,1%	-	2/0,2%	2/0,2%
≥15	1/0,1%	-	-	1/0,1%	1/0,1%
Tổng	290/33,8%	129/15,1%	82/9,6%	180/21,0%	176/20,5%

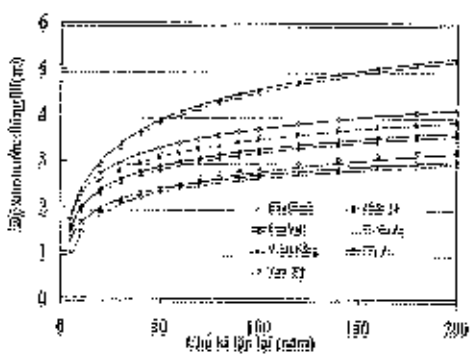
Tất cả các cơn bão từ cấp 8 (theo thang Beaufort trên bảng 1) trở lên (624 cơn) trong tập hợp bão đổ bộ vào vùng nghiên cứu được sử dụng tính toán nước dâng. Ngoài ra, do bão thường có xu hướng gây nước dâng cao phía bên phải theo hướng bão đổ bộ nên một số cơn bão có tâm đổ bộ không nằm trong khu vực nghiên cứu nhưng có khả năng gây nước dâng tại đây (42 cơn) cũng được đưa vào tính toán, trong đó chủ yếu là các cơn bão có tâm đổ bộ vào Quảng Ngãi.

Trên cơ sở kết quả tính nước dâng từ 666 cơn bão cấp 8 trở lên đã xây dựng bản đồ phân bố nước dâng bão lớn nhất ứng với các chu kì lặp 5, 10, 20, 50, 100 và 200 năm (hình 3). Theo đó phân bố nước dâng không hẳn theo một xu thế chung từ bắc vào nam. Những khu vực có nước dâng lớn là bắc Quảng Bình, giữa Quảng Trị, giữa Huế và trong vịnh Đà Nẵng, còn khu vực phía Nam Đà Nẵng và Quảng Nam có nước dâng nhỏ hơn. Nước dâng theo chu kì lặp 100 và 200 năm ở Quảng Trị đạt đến 4,6 và 5,4 m.



Hình 3. Phân bố nước dâng bão lớn nhất theo chu kì lặp 5, 10, 20, 50, 100 và 200 năm tại vùng ven bờ Quảng Bình-Quảng Nam (thứ tự từ trái qua phải, trên xuống dưới)

Kết quả tính toán nước dâng bão theo các chu kì lặp 5, 10, 20, 50, 100 và 200 năm tại các điểm Cửa Gianh và Nhật Lê (Quảng Bình), Cửa Việt (Quảng Trị), Thuận An (Huế), Vịnh Đà Nẵng (Đà Nẵng), Tam Kì và Hội An (Quảng Nam) được thể hiện trong hình 4. Theo đó, tại Cửa Việt là nơi có nước dâng lớn nhất với các chu kì lặp 5, 10, 20, 50, 100 và 200 năm tương ứng là là 1,9 ;2,4; 3,0; 3,9; 4,2 và 5,2 m.



Hình 4. Độ lớn nước dâng bão theo các chu kì lặp

Trên đây là một số kết quả nghiên cứu đánh giá nước dâng do bão tại dải ven biển từ Quảng Bình đến Quảng Nam. Nguy cơ bão và nước dâng do bão cho các khu vực khác sẽ được triển khai nghiên cứu trong thời gian tới.

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, nước dâng do bão tại khu vực ven biển từ Quảng Bình đến Quảng Nam trong giai đoạn 1951-2014 và theo các chu kì lặp 5, 10, 20, 50, 100 và 200 năm được phân tích dựa theo kết quả nghiên cứu tính toán từ mô hình số trị tích hợp SuWAT. Trong đó, ngoài số liệu bão trong giai đoạn 1951-2014, tập hợp bão phát sinh thống kê trong 1.000 năm đã được xây dựng theo phương pháp Monte-Carlo để có được chuỗi số liệu đủ dài tính nước dâng theo chu kì lặp tới 200 năm. Một số kết quả đạt được có thể tóm tắt như sau:

- Trong giai đoạn 1951-2014, nước dâng do bão tại khu vực nghiên cứu có độ lớn trên 2,0m chủ yếu tập trung ở ven bờ các tỉnh từ Đà Nẵng đến Quảng Bình, nước dâng bão cao trên 3,0 m đã xuất hiện tại ven bờ tỉnh Quảng Trị và Huế, đặc biệt ở Quảng trị đã có một lần nước dâng bão kỷ lục lên tới 4,1m trong bão Harriet tháng 7/1971.

- Trong 1.000 năm, trong số khoảng 900 cơn bão giả định đổ bộ vào ven bờ từ Quảng Bình đến Quảng Nam thì số cơn bão có khả năng gây nước dâng đáng kể (trên cấp 10) chiếm trên 30%, số cơn có cường độ mạnh trên cấp 13 là 10 cơn, trong đó có 3 cơn mạnh trên cấp 15. Khu vực có nguy cơ nước dâng do bão cao là phía bắc Quảng Bình, giữa Quảng Trị, giữa Huế và trong vịnh Đà Nẵng. Nước dâng theo chu kì lặp ở Quảng Trị có giá trị lớn nhất trong khu vực nghiên cứu và đạt đến 4,6 m và 5,4 m tương ứng với chu kì lặp 100 và 200 năm.

Những kết quả nghiên cứu này sẽ làm cơ sở để xây dựng phương án ứng phó với bão mạnh, siêu bão có khả năng đổ bộ vào khu vực nghiên cứu trong tương lai.

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, số 647, tháng 11/2014;

2. 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 do bão bằng mô hình SuWAT*, 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);

3. Đinh Văn Mạnh và nnk (2014), *Tính toán cao độ mực nước biển phục vụ thiết kế công trình ven biển*, Nxb Khoa học tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội;

4. Đinh Văn Ưu và cs. (2010), *Đánh giá biến động mực nước biển cực trị do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu phục vụ chiến lược kinh tế biển*, Báo cáo tổng kết đề tài KC-09.23/06-10, Hà Nội;

5. Soo Youl Kim, Tomohiro Yasuda, Hajime Mase (2010), *Wave Set-up in the Storm surge along Open Coasts during Typhoon Anita*, Coastal Engineering, Vol (57), pp. 631-642;

6. *http://www.jma.go.jp/jma/jma-eng/jma-center/rsmc-hp-pub-eg/besttrack.html.*

STUDYING FOR ASSESSMENT OF STORM SURGE ALONG THE COASTAL AREA FROM QUANG BINH TO QUANG NAM

Do Dinh Chien[1], Tran Hong Thai[2], Nguyen Tho Sao[3], Nguyen Ba Thuy[4]

[1] Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

[2] Hydro-Meteorological Service of Vietnam

[3] VNU University of Science

[4] National Center for Hydro-meteorological Forecasting

Abstract: *Storm surge in the coastal area from Quang Binh to Quang Nam during the period of 1951-2014 and the return period are analyzed based on the result from a coupling of surge, wave and tide model (called as SuWAT). Where, beside the historical data, the bogus storms in 1.000 years developed by the Monte-Carlo method to be added in order to have sufficient data for calculating the return period values. The results showed that, in the period of 1951-2014, the highest surges reached 4,1m in Quang Tri during the Harriet storm with 14 Beaufort scale land fall at July/1971. The distribution of return periods are not in accordance with the general trend, decreasing from the North to South. The areas with the high risk of surge are north of Quang Binh, middle of Quang Tri, between Hue coast and Da Nang bay, while the south of Da Nang and Quang Nam coastal are lower. The surges in the 100 and 200 years return periods in Quang Tri reach 4.6m and 5.4 m. The research results are scientific basis for developing scenarios to cope with extreme storms hit the region in the future.*

Key words: storm surge, storm surge risk, couple modelling.

Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Tập 31, Số 3S (2015) 28-36

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 Sáo[2], Trần Hồng Thái[3], Nguyễn Bá Thủy[4]

[1]*Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và Biến đổi khí hậu, 23/62 Nguyễn Chí Thanh, Hà Nội*
[2]*Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội*
[3]*Trung tâm Khí tượng thủy văn Quốc gia, 3 Đặng Thái Thân, Hà Nội*
[4]*Trung 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. Mực 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 Myanma 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 Trong Đào [1], Nguyễn Thọ Sáo [2], Nguyễn Xuân Hiển [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 Hiển 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 biển hở, 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.

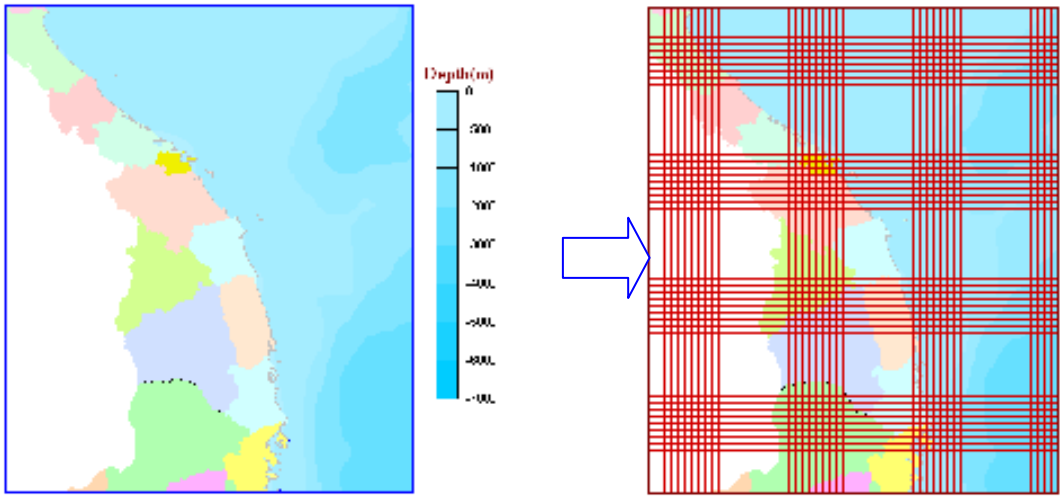
Trường gió áp trong bão được đưa vào mô hình SuWAT để tính nước dâng do bão nhận được từ mô hình bão giải tích Fujata, 1952 [10], một trong các mô hình bão được đánh giá hiệu quả nhất. Cơ sở lý thuyết và kiểm chứng mô hình bão giải tích đã được đề cập trong [4].

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 lồng 3 lớp: miền tính lớn nhất (lưới Biển Đông - lưới D1) từ vĩ độ 8^0-22^0N, kinh độ 105^0- 120^0E 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 12^0-18^0N, kinh tuyến 106^0- 111^0E, 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 lỏng, hằng số điều hòa của 16 sóng triều (M2, S2, K1, O1, N2, P1, K2, Q1, M1, J1, OO1, 2N2, μ2, γ2, 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 lỏng. Hiệu chỉnh mô hình SuWAT trong tính toán thủy triều cho cho khu vực ven bờ Việt Nam đã thực hiện trong [5].

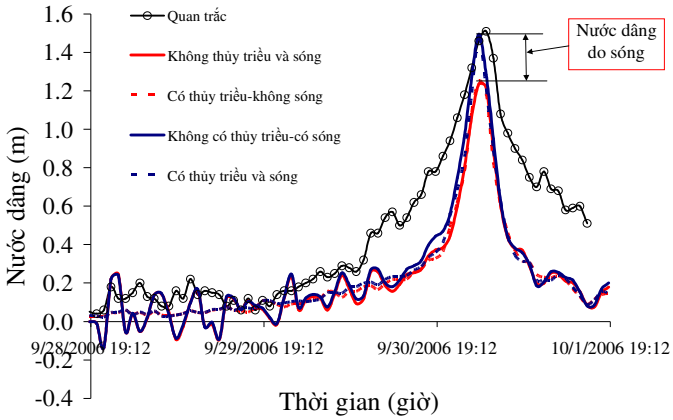


(a) (b)

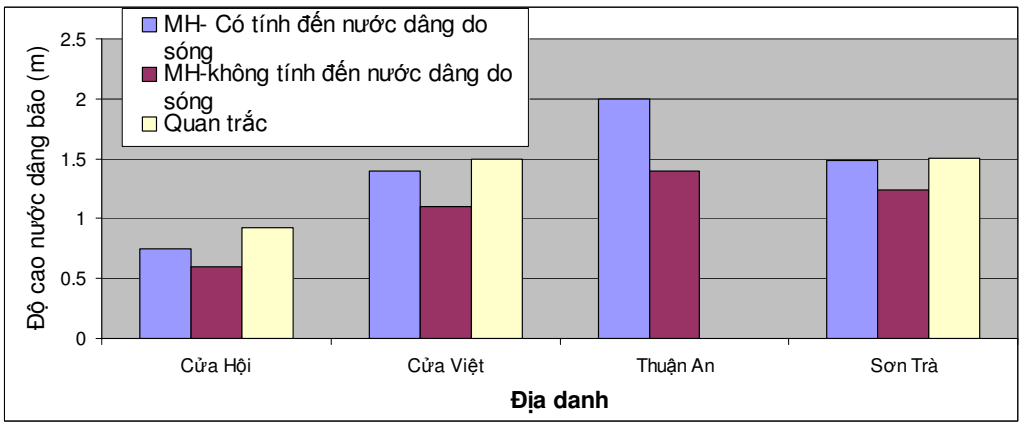
Hình 1. Địa hình và lưới tính khu vực – D2 (độ phân giải 1,85km).

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. Chệnh 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.



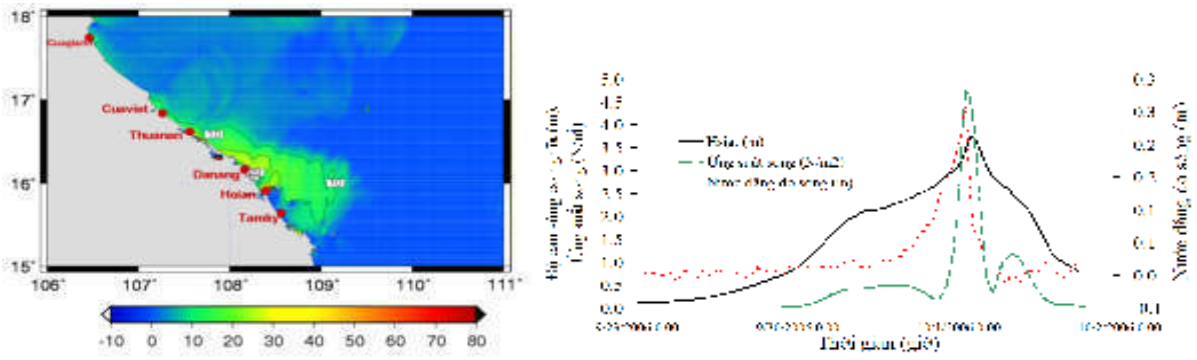
Hình 2. Nước dâng do bão tại trạm Sơn Trà theo các phương án tính toán



Hình 3. Nước dâng trong bão Xangsane 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.



(a) (b)

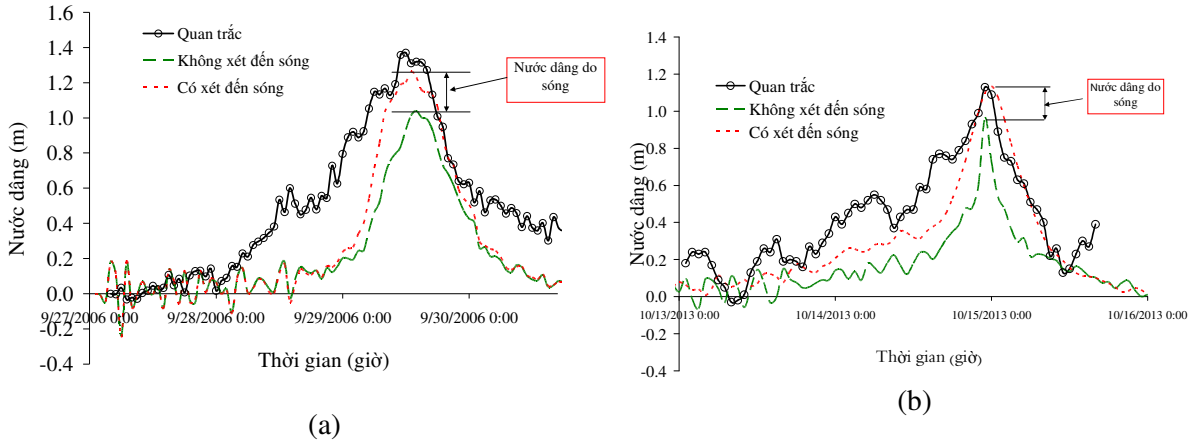
Hình 4. (a) Phân bố phần trăm đóng góp nước dâng do sóng trong nước dâng tổng cộng, (b) Biến trình theo thời gian của độ cao sóng có nghĩa, ứng suất sóng và nước dâng do sóng trong bão Xangsena tháng 9/2006 tại Sơn Trà.

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.

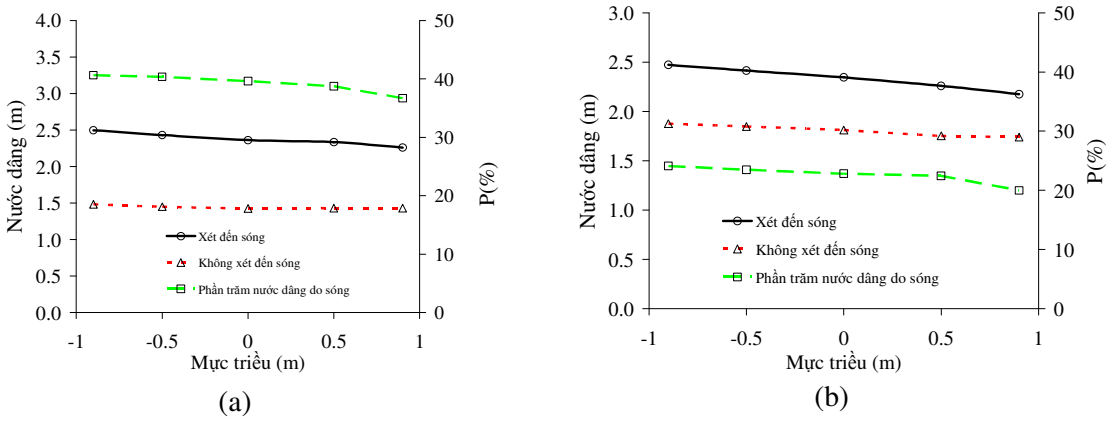
Khu vực nghiên cứu là nơi có biên độ thủy triều nhỏ, phía bắc (Quảng Bình) và nam (Quảng Nam) có biên độ thủy triều lớn hơn cũng chưa đến 1.0m.

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 Hiển (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, Dư Đức Tiến, 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 Chiến[1], Nguyễn Thọ Sáo[2], Trần Hồng Thái[3], Nguyễn Bá Thủy[4]

[1]*Viet Nam Institute of Meterology, 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.

ISSN 0866 - 8744

Số 648* Tháng 12-2014

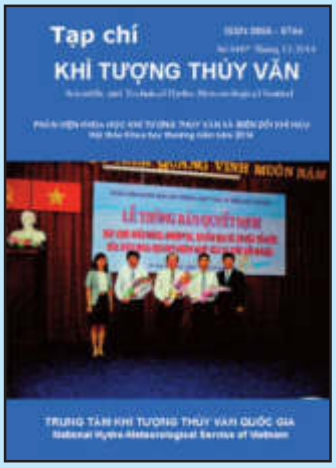
Tạp chí KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Scientific and Technical Hydro-Meteorological Journal

PHÂN VIỆN KHOA HỌC KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN VÀ BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU
Hội thảo Khoa học thường niên năm 2014

TRUNG TÂM KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN QUỐC GIA
National Hydro-Meteorological Service of Vietnam

Số 648 * Tháng 12 năm 2014



TẠP CHÍ KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

TỔNG BIÊN TẬP
TS. Nguyễn Kiên Dũng

ỦY VIÊN HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

1. GS.TSKH. Nguyễn Đức Ngữ
2. GS.TS. Trần Thục
3. PGS.TS. Nguyễn Văn Thắng
4. PGS.TS. Trần Hồng Thái
5. PGS.TS. Lã Thanh Hà
6. PGS.TS. Hoàng Ngọc Quang
7. PGS.TS. Nguyễn Viết Lành
8. PGS.TS. Vũ Thanh Ca
9. PGS.TS. Nguyễn Kỳ Phùng
10. GS.TS. Phan Văn Tân
11. PGS.TS. Dương Văn Khảm
12. PGS.TS. Dương Hồng Sơn
13. TS. Bùi Minh Tăng
14. TS. Hoàng Đức Cường
15. TS. Đặng Thanh Mai
16. TS. Ngô Đức Thành
17. TS. Nguyễn Văn Hải
18. KS. Trần Văn Sáp

Thư kí tòa soạn
TS. Trần Quang Tiến

Trị sự và phát hành
CN. Phạm Ngọc Hà

Giấy phép xuất bản
Số: 92/GP-BTTTT - Bộ Thông tin Truyền thông cấp ngày 19/01/2010

Tòa soạn
Số 3 Đặng Thái Thân - Hà Nội
Văn phòng 24C Bà Triệu, Hoàn Kiếm, Hà Nội
Điện thoại: 04.37868490; Fax: 04.39362711
Email: tapchikttv@yahoo.com

Ảnh bìa: Lễ thông báo Quyết định chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức của Viện khoa học KTTV và BĐKH

Giá bán: 25.000 đồng

Trong số này

Nghiên cứu và trao đổi

1 TS. **Bảo Thạnh**, KS. **Vũ Thị Hương**, CN.T**rần Tuấn Hoàng**, CN. **Ngô Nam Thịnh**, CN. **Nguyễn Văn Tín**, CN. **Trương Hoài Thanh:** Tích hợp các mô hình khí tượng, thủy văn, hải văn nhằm dự báo mực nước hạ lưu hệ thống sông Đồng Nai

7 ThS. **Vũ Thị Hương**, KS. **Nguyễn Thái Sơn**, ThS. **Vũ Hải Sơt** Ảnh hưởng của ENSO tới hạn khí tượng ở Đồng Tháp Mười

11 ThS. **Nguyễn Văn Hồng**, KS. **Phan Thùy Linh**, CN. **Ngô Nam Thịnh**, CN. **Trần Tuấn Hoàng**, KS. **Châu Thanh Hải**: Nghiên cứu đặc điểm khí tượng - thủy hải văn khu vực cửa sông Cổ Chiên

16 **Trần Thành Công**, TS. **Bảo Thạnh**, CN. **Trương Hoài Thanh**, Ngô Nam Thịnh, Trần Tuấn Hoàn: Công cụ tích hợp các mô hình phục vụ dự báo thủy văn lưu vực sông Đồng Nai

22 CN. **Lê Ánh Ngọc:** Đánh giá chi phí và lợi ích của các phương án thích ứng với biến đổi khí hậu

28 TS. **Bảo Thạnh**, ThS. **Bùi Chí Nam**, ThS. **Phan Thị Anh Thơ**, CN. **Lê Ánh Ngọc:** Mô phỏng năng suất lúa tại phường Trà Nóc, quận Bình Thủy, thành phố Cần Thơ theo kịch bản biến đổi khí hậu

33 CN. **Trần Tuấn Hoàng**, CN. **Ngô Nam Thịnh**, TS. **Bảo Thạnh:** Tính toán và dự báo xâm nhập mặn hệ thống sông Sài Gòn – Đồng Nai theo kịch bản biến đổi khí hậu

39 **Phạm Thị Minh, Nguyễn Văn Tín, Bùi Thị Tuyết:** Thử nghiệm lọc Kalman tổ hợp đồng hóa số liệu gió vệ tinh và số liệu cao không dự báo mưa thời kỳ bùng nổ gió mùa Nam Bộ năm 2005

46 TS. **Trần Duy Kiều,** ThS. **Phạm Văn Tuấn:** Nghiên cứu bước đầu về tương tác cửa sông ven biển tại một số sông Miền Trung

52 **Nguyễn Bá Thủy, Vũ Hải Đăng, Nguyễn Xuân Hiển, Nguyễn Quốc Trinh:** Khảo sát sóng tàu trên sông Cà Mau

Tổng kết tình hình khí tượng thủy văn

58 Tóm tắt tình hình khí tượng, khí tượng nông nghiệp, thủy văn tháng 11 năm 2014 - **Trung tâm Dự báo KTTV Trung Ương** và **Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu**

KHẢO SÁT SÓNG TÀU TRÊN SÔNG CÀ MAU

Nguyễn Bá Thủy[1], Vũ Hải Đăng[2], Nguyễn Xuân Hiển[3], Nguyễn Quốc Trinh[1]
[1] Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương
[2] Viện Địa chất và Địa Vật lý Biển
[3] Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường

Nội dung bài báo đề cập tới phương pháp quan trắc và một số kết quả phân tích xử lý số liệu số liệu sóng do tàu sinh ra trên sông Cà Mau. Ở đây, tàu cao tốc chở khách 34 chỗ ngồi, một loại phương tiện lưu thông phổ biến trên các sông ở Cà Mau được lựa chọn để tạo sóng. Quan trắc sóng được thực hiện bằng máy quay Hitachi dvd cam DZ-MV350 NTSC và được xử lý bằng phần mềm VideoSpirit Pro với độ chính xác lên tới 1/5 giây. Độ cao sóng tàu được quan trắc cho 2 trường hợp tàu chạy xuôi và ngược hướng dòng chảy sông và thực hiện cho nhiều vận tốc lưu thông của tàu. Kết quả phân tích cho thấy độ cao sóng tàu có thể đạt đến 33 cm khi vận tốc lưu thông của tàu là 19m/s và độ cao sóng tàu tăng tuyến tính với tốc độ lưu thông của tàu với hệ số tương quan 0.61.

1. Mở đầu

Trong thời gian gần đây, tại Cà Mau và một số địa phương khác thuộc Đồng Bằng Sông Cửu Long hiện tượng sạt lở bờ sông đang diễn ra rất trầm trọng. Trên sông Cà Mau có tới hàng trăm điểm xói lở, có nhiều khu vực xói lở nghiêm trọng gây nên những thiệt hại rất lớn, gây ảnh hưởng bất lợi đến đời sống nhân dân, hoạt động kinh tế, quy hoạch sử dụng đất và môi trường. Một số ví dụ cụ thể như: tại Phường 7, xóm 7, TP. Cà Mau tốc độ xói lở bờ tới 30m trong vòng 30 năm qua. Trong đó giai đoạn những năm 1990-2005 xói lở diễn ra mạnh nhất nhất. Theo ông Nguyễn Văn Đúng ở ấp 4, xã Hiệp Tùng, Năm Căn (trên ven sông Kinh Sáng) thì gần đây tốc độ sạt lở bờ sông khoảng 2m/1năm, giai đoạn trước tốc độ sạt lở cao hơn là 4m/năm. Tại Ấp Cái Răng, xã An Vinh, Cà Mau, sạt lở bờ sông đã làm sập một nhà dân vào tháng 10/2010 làm một gia đình có 2 bố con bị chết. Hiện nay hiện tượng sạt lở đã giảm tới 90% do bởi mật độ tầu lưu thông đã giảm khi có nhiều phương tiện giao đông đường bộ được xuất hiện [1]. Có nhiều nguyên nhân gây ra sạt lở bờ sông như: khai thác cát bừa bãi, mưa lũ… Trong đó, tại Cà Mau, sóng tàu được xem là một trong những nguyên nhân chủ yếu khi đây là loại phương tiện lưu thông chủ yếu tại khu vực này. Sự phát triển mạnh của nên kinh tế đã làm ra tăng mật độ cũng như tốc độ lưu thông của các tàu, nhất là tàu trở khách.

Nghiên cứu về sóng tàu gần đây đã được quan tâm nhiều trên thế giới cũng như tại Việt Nam và được theo 3 hướng chính, đó là hướng lý thuyết, mô phỏng số trị và khảo sát thực địa. Theo hướng lý thuyết các nghiên cứu được tập chung xác định mối liên hệ giải tích giữa độ cao sóng tàu với các thông số của tàu (chiều dài, rộng, trọng tải, ngấn nước…), vận tốc lưu thông và chế độ thủy lực của sông (vận tốc dòng chảy sông, hệ số Froud) [5, 6, 9]. Hướng nghiên cứu mô phỏng bằng mô hình số trị đang được phát triển dưới sự hỗ trợ của các lý thuyết tính toán mới, ở đó trường sóng tàu được tính toán mô phỏng theo các hệ phương trình lan truyền sóng được thiết lập kết hợp với điều kiện biên phát sinh sóng tàu [4]. Ảnh hưởng của thực vật trong một số trường hợp cũng đã được xem xét [2,3,7,8,10,11]. Hướng nghiên cứu bằng thực địa là rất quan trọng và luôn tỏ ra rất hiệu quả do bởi kết quả của phương pháp này sẽ đưa ra được một hiện trạng thực tế, và qua đó các số liệu thu thập từ hiện trường sẽ được sử dụng vào xác lập các công thức giải tích và hiệu chỉnh các mô hình tính toán.

Sóng do tàu lưu thông trên sông sinh ra thường là sóng ngắn có chu kỳ cỡ vài giây, do vậy việc quan trắc sóng tàu sẽ gặp nhiều khó khăn khi sử dụng các máy tự ghi thông thường trong đo đạc sóng gió, do bởi các loại máy này thường có tần xuất ghi số liệu cỡ vài giây nên khó bắt được chi tiết của chuỗi sóng tàu.

Người đọc phản biện: TS. ***Trần Quang Tiến***

Chính vì vậy, việc sử dụng camera với độ phân giải cao vừa ghi nhận được chi tiết dao động sóng vừa kiểm soát được các hình ảnh và âm thanh được lưu giữ trong quá trình Quan trắc. Với quan trắc sóng tàu trên sông Cà Mau, máy quay Hitachi dvd cam DZ-MV350 NTSC và phần mềm xử lý số liệu VideoSpirit Pro với độ chính xác lên tới 1/5 giây được sử dụng. Đây là một phần nội dung trong nhiệm vụ khảo sát trên sông Cà Mau của đề tài "Nghiên cứu tác động của sóng tàu đến xói lở bờ và đề xuất giải pháp tự nhiên giảm thiểu tác động" mã số 105.12-2012.02 do Quỹ phát triển khoa học và công nghệ quốc gia (NAFOSTED) tài trợ mà bài báo muốn đề cập chi tiết.

2. Hoạt động của tàu trên sông Cà Mau

Tại các sông trên khu vực Cà Mau, mặc dù gần đây nhiều hệ thống đường bộ đã được xây dựng nhưng mật độ tàu lưu thông trên sông phục vụ vận chuyển hành khách, hàng hóa và đánh bắt thủy sản vẫn rất lớn. Kết quả thống kê về hoạt động của tàu tại bến đỗ thuộc Công Ty Thủy Sản Cà Mau (sông Gềnh Hào), cách bên phà Cà Mau 1km theo hướng đi Năm Căn, Ông Đốc trong thời gian từ 15:00 đến 16:40 ngày 15/9/2013 cho thấy tất cả đã có 64 lượt tàu qua lại (trung bình 40 tàu/giờ), trong đó số lượng tàu cao tốc chở khách chiếm 59%, tàu chở hàng chiếm 24% và xuồng cano nhỏ chiếm 17%. Trên hình 1 là 3 dạng tàu phổ biến đang hàng ngày lưu thông trên các hệ thống sông của Cà Mau. Thống kê theo tốc độ lưu thông của tàu cho thấy, số tàu chạy với vận tốc lớn hơn 8,5m/s chiếm 38%, tập chung chủ yếu vào tàu cao tốc trở khách. Theo phản ảnh của những người dân sống tại hai bên sông Cà Mau, loại tàu này là nguyên nhân chủ yếu gây ra xói lở 2 bên bờ sông những năm vừa qua, và đặc biệt quá trình xói lở mạnh nhất ở giai đoạn trước năm 2005 khi mà hệ thống giao thông bộ chưa được phát triển nên nhu cầu vận chuyển hành khách chịu rất nhiều áp lực về số lượng và thời gian. Trong giai đoạn này, tốc độ xói bờ tại nhiều điểm lên tới 2-3m/năm.

Hình 1. một số loại tầu hoạt động chủ yếu trên các sông thuộc Cà Mau

3. Khảo sát sóng tàu trên sông Cà Mau

a. Các điều kiện của khảo sát

Địa điểm khảo sát được chọn tại Bến Giữa thuộc xã Tam Giang – thị xã Năm Căn - Cà Mau (ven sông Nàng Kèo). Đây là nơi có đia hình đáy thoải (độ dốc 1/50). Các điều kiện trên bờ thuận tiện cho việc đặt máy quan trắc. Tàu cao tốc chở khách 34 chỗ ngồi được lựa chọn, đây là loại tàu phổ biến lưu thông trên các sông ở Cà Mau với hình ảnh và các thông số của tàu như trên hình 2(a) và bảng 1 tương ứng. Trong đó vận tốc lưu thông của tàu được xác định theo đồng hồ công tơ mét trên tàu. Quan trắc sóng được thực hiện cho cả trường hợp tàu chạy xuôi và ngược hướng dòng chảy sông nhằm mục đích đánh giá ảnh hưởng của dòng chảy sông đến độ cao sóng tàu. Thời gian quan trắc được thực hiện từ 8:00 đến 11:00 ngày 14 tháng 9 năm 2013, đây là thời điểm thủy triều đang gần đạt đỉnh với vận tốc trung bình dòng chảy sông khoảng 5cm/s, gió nhẹ và mặt sông không có sóng. Hình 3 minh họa camera và các mia đo sóng với khoảng cách giữa các mia là 1,5m theo hướng vuông góc với đường bờ. Cùng với quan trắc độ cao sóng tàu, vận tốc dòng chảy sóng tàu cũng được đo bằng máy Compact EM tại mia đo sóng số 2. Máy được đặt với tần xuất ghi số liệu cao nhất có thể (1 số liệu/giây) cho tất cả các trường hợp.

Bảng 1. Các thông số của tầu cao tốc dùng tạo sóng

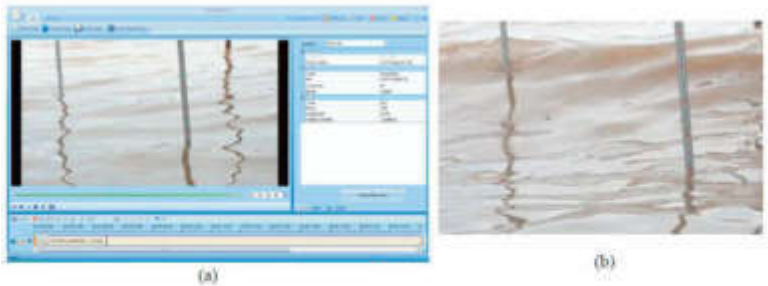
Loại tầu	Chiều dài (m)	Chiều rộng (m)	Ngấn nước (m)	Vận tốc lưu thông (km/giờ)
Cao tốc (34 chỗ)	11	2.2	0.65m	30, 40, 50, 60, 70

(a) (b)

Hình 2. (a) Tàu dùng để tạo sóng trên sông Cà Mau, (b) Máy quay và mia đo sóng ấp Bến Giữa-Tam Giang-Năm Căn

b. Phương pháp quan trắc và sử lý số liệu

Độ cao sóng được quan trắc bằng máy camera Hitachi dvd cam DZ-MV350 NTSC với chế ghi hình được thiết lập tối ưu nhất. Thời gian bắt đầu và kết thúc của mỗi lần đo đều được các thành viên thông báo và được máy quay ghi trực tiếp vào file đo. Hai luồng tàu chạy được xác định với khoảng cách 30m và 50m tính từ bờ. Tàu được yêu cầu chạy đúng luồng trên chiều dài là 500m với vị trí mia đo sóng ở giữa. Khoảng cách này đủ để tạo các sóng phát triển hoàn toàn. Quá trình đo chỉ được thực hiện khi sông lặng sóng (không có tàu khác hoạt động). Số liệu quan trắc được sử lý bằng phần mềm VideoSpirit Pro với giao diện như trên hình 3a. Phần mềm này cho phép xuất ảnh từ video nên có ưu điểm là chất lượng hình ảnh rõ nét, độ phân giải cao (1920*1080-16:9) và có thể kiểm soát được hình ảnh tàu qua lại và ghi nhận được âm thanh người điều khiển để tránh nhầm lẫn. Để xử lý số liệu thu được, ảnh từ video được xuất ra với độ chính xác lên tới 1/5 giây đủ để có thể ghi nhận được dao động chi tiết của sóng tàu (hình 3b). Ảnh sau khi được xuất ra từ video sẽ được xử lý, tổng hợp và lưu trữ dưới dạng file Excel bao gồm 4 cột: thời gian, số liệu mia 1, số liệu mia 2 và số liệu mia 3.

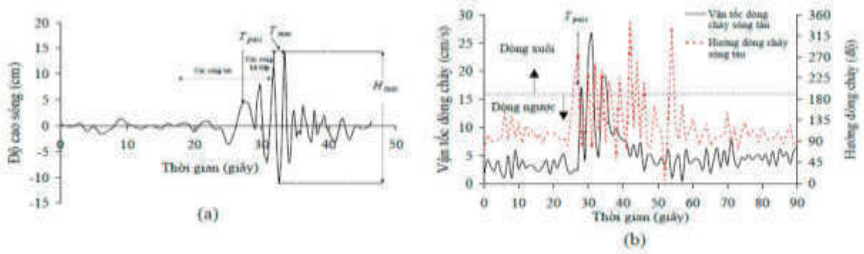


(a) (b)

Hình 3. (a) Giao diện phần mềm VideoSpirit Pro xử lý số liệu quan trắc sóng tàu, (b) Ảnh được cắt ra từ video với độ chính xác lên tới 1/5s.

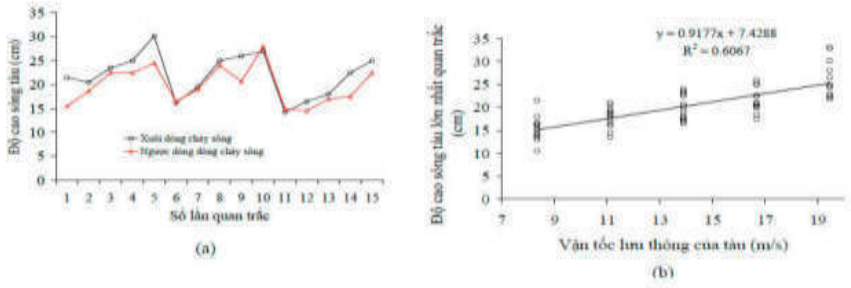
c) Kết quả khảo sát

Hình 4(a) biểu diễn dao động sóng tàu theo thời gian tại mia đo số 2 với trường hợp vận tốc lưu thông của tàu là 50km/h (13,8m/s), khoảng cách luồng tàu đến bờ là 30m. Trên hình này, Tpass là thời điểm khi mũi tàu bắt đầu trạm tới mặt trước của vị trí các mia ngắm sóng, Hmax và Tmax là độ cao sóng lớn nhất và chu kỳ tương ứng trong chuỗi sóng quan trắc. Có thể thấy rằng, trước khi mũi tàu qua vị trí đặt mia đã xuất hiện các sóng có độ cao nhỏ nhưng chu kỳ lớn, chúng ta hay gọi là các sóng tới. Các sóng này đã tạo ra dòng chảy ngược (quy ước từ bờ ra luồng tàu-giá trị hướng nhỏ hơn 180 độ) và thường gọi là dòng chảy ngược (return curent) như trên hình 4(b), hình biểu diễn dao động của vận tốc và hướng dòng chảy theo thời gian. Trong một số trường hợp, dòng chảy ngược cũng gây tác động đáng kể tới đường bờ [10]. Tiếp đến có khoảng 8-10 con sóng xuất hiện và được gọi là sóng kế tiếp. Các sóng này thường có chu kỳ ngắn hơn nhưng có khoảng 3-4 sóng có độ cao lớn hơn. Trong chuỗi quan trắc này, độ cao sóng lớn nhất Hmax đạt 25,5cm với chu kỳ tương ứng Tmax là 1,6 giây. Vận tốc dòng chảy sóng biến thiên tương đồng với độ cao sóng, vận lớn nhất đạt tới 28m/s vào lúc độ cao sóng đang tăng. Theo [9] với đường bờ có nền đất yếu, các sóng tàu có độ cao từ 25cm trở lên tác động thường xuyên có thể gấy quá trình xói lở bờ rất nhanh. Do vậy, việc đánh giá tác động của sóng do tàu đến độ ổn định của đường bờ trên các sông Cà Mau cần phải xem xét đến chất liệu bùn cát khu vực này. Đây cũng là một nội dung sẽ được đề cập trong nghiên cứu tiếp theo.



Hình 4. (a) Biến thiên độ cao sóng tàu theo thời gian
(b) Biến thiên vận tốc và hướng dòng chảy theo thời gian.

Tất cả các chuỗi sóng quan trắc sau khi xử lý đã xác định được độ cao sóng lớn nhất và chu kỳ tương ứng. Theo các giá trị của độ cao sóng lớn nhất mối liên hệ giữa độ cao sóng với vận tốc lưu thông của tàu và ảnh hưởng của dòng chảy sông tới độ cao sóng đã được xem xét. Hình 5(a) biểu diễn mối liên hệ giữa độ cao sóng quan trắc và vận tốc lưu thông của tàu cho tất cả các quan trắc. Kết quả phân tích cho thấy, độ cao sóng tàu tăng một cách tuyến tính với vận tốc lưu thông của tàu. Mặc dù các thông số trong khảo sát hiện trường còn chứa đựng nhiều sai số nhưng mối tương quan giữa hai đại lượng này tỏ ra khá chặt chẽ với hệ số tương quan được xác định khoảng 0,61. Tác động của dòng chảy sông tới độ cao sóng tàu bước đầu cũng đã được đánh giá như trên hình 5(b), ở đó độ cao sóng tại cùng vị trí và cùng vận tốc lưu thông nhưng chạy theo 2 hướng khác nhau; xuôi hướng dòng chảy sông (hình tròn) và ngược hướng dòng chảy sông (hình tam giác) được so sánh. Kết quả cho thấy khi tàu chạy xuôi hướng dòng chảy sông, đa phần đã tạo ra độ cao sóng lớn hơn trường hợp chạy ngược hướng. Nguyên nhân do bởi sự cộng hưởng giữa vận tốc lưu thông của tàu và vận tốc dòng chảy sông. Trường hợp tàu chạy xuôi theo hướng dòng chảy sông đã làm gia tăng tốc độ lưu thông của tàu nên làm cho độ cao sóng tăng và ngược lại chạy ngược hướng dòng chảy sông đã làm giảm vận tốc lưu thông của tàu.



Hình 5. (a) Độ cao sóng tàu lớn nhất cho trường hợp hướng tàu chạy xuôi và ngược hướng dòng chảy sông, (b) Độ cao sóng tầu lớn nhất theo vận tốc lưu thông của tầu.

Trên đây kết quả ban đầu về phân tích sóng tàu quan trắc trên sông Cà Mau. Trên thực tế độ cao sóng tàu không chỉ có mối quan hệ với vận tốc lưu thông của tàu mà còn với các thông số khác như kích thước tàu (chiều dài, rộng, ngấn nước...) và chế độ dòng chảy sông. Hướng nghiên cứu này cùng các nghiên cứu về xói lở bờ trên cơ sở đánh giá tổng hợp độ cao sóng, vận tốc dòng chảy sóng, ứng xuất sóng và các đặc trưng về bùn cát sẽ được thực hiện trong các nghiên cứu tiếp theo.

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, phương pháp quan trắc và sử lý độ cao sóng do tàu sinh ra trên sông Cà Mau và đánh giá ảnh hưởng của tốc độ lưu thông của tàu tới độ cao sóng đã được giới thiệu. Một số kết quả nghiên cứu được tóm tắt như sau:

- Lần đầu tiên đã áp dụng phương pháp quay video để ghi nhận được bức tranh dao động của sóng tàu tại Việt Nam và dùng phần mềm VideoSpirit Pro trích xuất số liệu với độ phân giải cao có thể ghi nhận đầy đủ dao động của sóng tàu theo thời gian.

- Sóng do tàu cao tốc kích thước nhỏ tạo ra với các con sóng tới có chu kỳ dài nhưng biên độ nhỏ, tiếp đến là các sóng kế tiếp có biên độ lớn hơn nhưng chu kỳ ngắn hơn, khoảng vài giây.

Tại khu vực quan trắc, độ cao sóng có thể đạt đến 33 cm khi tàu chạy với vận tốc 19,5m/s và độ cao sóng tăng tuyến tính với tốc độ lưu thông của tàu với hệ số tương quan 0,61. Độ cao và dòng chảy sóng tàu quan trắc được cho thấy đường bờ tại các sông trên khu vực Cà Mau là bất ổn định với tác động của sóng tàu.

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 105.12-2012.02. Tập thể các tác giả xin chân thành cảm ơn.

Tài liệu tham khảo

1. Báo cáo kết quả khảo sát Cà Mau. Đề tài nghiên cứu cơ bản "Nghiên cứu tác động của sóng tàu đến xói lở bờ và đề xuất giải pháp tự nhiên giảm thiểu tác động" mã số 105.12-2012.02. Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung ương, tháng 11/2013.

2. Nguyễn Bá Thủy, Nguyễn Xuân Hiển, Vũ Hải Đăng (2013). Nghiên cứu khả năng suy giảm sóng tầu bởi hệ thực vật ven sông bằng mô hình số trị. Hội thảo khoa học Viện Khí tượng Thủy văn và Môi trường lần thứ 16, tháng 6 năm 2013. Trang 288-295.

3. Nguyễn Bá Thủy, Vũ Hải Đăng, Nguyễn Xuân Hiển. .Nghiên cứu ảnh hưởng của các đặc trưng thực vật tới sự suy giảm sóng tàu. Tạp chí khí tượng thủy văn, số 632, tháng 08-2013, trang 40-45.

TẠP CHÍ

ISSN 0866 - 8744
Số 647 * Tháng 11/2014

KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Scientific and Technical Hydro - Meteorological Journal

TRUNG TÂM KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN QUỐC GIA
National Hydro-Meteorological Service of Vietnam

Số 647 * Tháng 11 năm 2014

Trong số này

Nghiên cứu và trao đổi

1 GS. TS. **Nguyễn Trọng Hiệu,** ThS. **Vũ Văn Thăng**, **Phạm Thị Thanh Hương**, **Nguyễn Thị Lan:** Thử nghiệm sơ bộ về hiệu ứng ENSO đối với tiềm năng hạn hán ở Việt Nam

6 TS. **Hoàng Đức Cường,** PGS.TS. **Nguyễn Văn Thắng,** ThS. **Vũ Văn Thăng,** KS. **Hoàng Đức Hùng :** Nghiên cứu phân vùng khí hậu Tây Nguyên

11 TS. **Trần Quang Đức:** Ứng dụng mô hình khí hậu toàn cầu cam mô phỏng các trường khí hậu cho LA NINA 1984-1986

16 TS. **Nguyễn Bá Thủy,** TS. **Hoàng Đức Cường,** ThS. **Đỗ Đình Chiến,** ThS. **Dư Đức Tiến,** TS. **Sooyoul Kim:** Đánh giá diễn biến nước biển dâng do bão số 3 năm 2014 và vấn đề dự báo

21 ThS. **Đỗ Đình Chiến**, TS. **Nguyễn Bá Thủy**, PGS. TS. **Nguyễn Thọ Sáo**, PGS.TS. **Trần Hồng Thái**, TS. **Sooyoul Kim**: Nghiên cứu tương tác sóng và nước dâng do bão bằng mô hình số trị

27 ThS. **Dư Đức Tiến**, TS. **Bùi Minh Tăng**, ThS. **Võ Văn Hòa**, CN. **Phùng Thị Vui**, CN. T**rần Anh Đức**, CN. **Mai Khánh Hưng**, CN. **Nguyễn Mạnh Linh:** Đánh giá tác động của đồng hóa số liệu và điều kiện biên đến kết quả dự báo mưa lớn từ mô hình WRF cho khu vực tại miền Trung và Tây Nguyên

34 TS. **Trần Quang Tiến, Nguyễn Thanh Trang**: Thử nghiệm đồng hóa số liệu độ cao sóng biển quan trắc bằng rada biển trong mô hình SWAN

39 **Hà Thanh Hương**, **Đinh Văn Ưu, Đinh Văn Mạnh**: Ứng dụng phương pháp LOWESS trong nghiên cứu cấu trúc nhiệt muối Vịnh Bắc Bộ

46 **Trần Hữu Tuyên**, **Trần Hải Phong**, **Hoàng Ngô Tự Do**, **Hoàng Hoa Thám:** Xây dựng mô hình mô phỏng chất lượng nước vùng đầm phá Tam Giang - Cầu Hai

53 **Nguyễn Chí Công:** Một phương pháp phân bổ nguồn nước lưu vực sông trong tình huống thiếu nước trên cơ sở hiện trạng khai thác, sử dụng nước

55 **Bùi Tá Long**, **Đặng Thị Ly Ly**, **Trần Thị Thùy Dương**: Ứng dụng mô hình clim trong đánh giá khả năng chịu tải của sông cái nha trang

Tổng kết tình hình khí tượng thủy văn

60 Tóm tắt tình hình khí tượng, khí tượng nông nghiệp, thủy văn tháng 10 năm 2014 - **Trung tâm Dự báo KTTV Trung ương** và **Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu**

Tóm tắt tình hình môi trường không khí và nước tháng 6/2014

68 Thông báo kết quả quan trắc môi trường không khí tại một số tỉnh, thành phố tháng 10 - 2014 **- Trung tâm Mạng lưới khí tượng thủy văn và môi trường**

TẠP CHÍ KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

TỔNG BIÊN TẬP
TS. Nguyễn Kiên Dũng

ỦY VIÊN HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

1. GS.TSKH. Nguyễn Đức Ngữ
2. GS.TS. Trần Thục
3. PGS.TS. Nguyễn Văn Thắng
4. PGS.TS. Trần Hồng Thái
5. PGS.TS. Lã Thanh Hà
6. PGS.TS. Hoàng Ngọc Quang
7. PGS.TS. Nguyễn Viết Lành
8. PGS.TS. Vũ Thanh Ca
9. PGS.TS. Nguyễn Kỳ Phùng
10. GS.TS. Phan Văn Tân
11. PGS.TS. Dương Văn Khảm
12. PGS.TS. Dương Hồng Sơn
13. TS. Bùi Minh Tăng
14. TS. Hoàng Đức Cường
15. TS. Đặng Thanh Mai
16. TS. Ngô Đức Thành
17. TS. Nguyễn Văn Hải
18. KS. Trần Văn Sáp

Thư kí tòa soạn
TS. Trần Quang Tiến
Trị sự và phát hành
CN. Phạm Ngọc Hà
Giấy phép xuất bản
Số: 92/GP-BTTTT - Bộ Thông tin Truyền thông cấp ngày 19/01/2010

Tòa soạn
Số 3 Đặng Thái Thân - Hà Nội
Văn phòng 24C Bà Triệu, Hoàn Kiếm, Hà Nội
Điện thoại: 04.37868490; Fax: 04.39362711
Email: tapchikttv@yahoo.com

Ảnh bìa: Lễ bàn giao tờ rơi và bản đồ theo dõi đường đi của bão, áp thấp nhiệt đới cho Bộ Tư lệnh Bộ đội biên phòng

Giá bán: 25.000 đồng

ĐÁNH GIÁ DIỄN BIẾN NƯỚC BIỂN DÂNG DO BÃO SỐ 3 NĂM 2014 VÀ VẤN ĐỀ DỰ BÁO

TS. **Nguyễn Bá Thủy**[(1)], TS.**Hoàng Đức Cường**[(1)], ThS. **Đỗ Đình Chiến**[(2)], **Dư Đức Tiến**[(1)], TS. **Sooyoul Kim**[(3)]

[(1)]Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương

[(2)]Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

[(3)]Khoa công trình sau đại học, Đại học Tottori - Nhật Bản

Trên cơ sở phân tích, đánh giá kết quả công tác cảnh báo, dự báo nước dâng trong cơn bão số 3 tháng 9/2014 và hiện tượng nước dâng cao hơn 1,1m xuất hiện trong khoảng 12 giờ sau khi bão đổ bộ vào bờ, nước dâng sau bão số 3 đã được tính toán phục hồi bằng mô hình tích hợp SuWAT (Surge, Wave and Tide). Theo đó, 2 phương án tính toán nước dâng đã được lựa chọn, đó là: (1) sử dụng số liệu gió, áp từ mô hình bão giải tích (tính theo số liệu bão thực tế - best track) và (2) từ mô hình dự báo số trị WRF (Weather Research and Forecasting). Kết quả tính toán cho thấy mô hình SuWAT cho kết quả sát với thực tế khi sử dụng số liệu gió, khí áp từ mô hình WRF. Trong trường hợp sử dụng số liệu bão best track có sự khác biệt đáng kể về mức độ, phân bố và thời gian tồn tại của nước dâng. Nguyên nhân chính của sự khác biệt trong kết quả tính toán nước dâng này là do mô hình WRF đã mô phỏng tốt hoàn lưu sau bão kết hợp với gió mùa Tây Nam vào thời điểm sau khi bão đã đổ bộ vào bờ. Kết quả nghiên cứu sẽ là những kinh nghiệm quý báu trong công tác cảnh báo và lựa chọn phương án dự báo nước dâng bão tại Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương.

1. Mở đầu

Nước dâng do bão là một thiên tai nguy hiểm mà tác động chính đối với vùng ven bờ là ngập lụt và xói lở bờ biển. Nước dâng do bão trở nên đặc biệt nguy hiểm khi bão đổ bộ vào thời kỳ triều cường. Lịch sử đã chứng kiến nhiều cơn bão gây gió mạnh, mưa lớn, sóng lớn và 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 8/2005, bão Nargis đổ bộ vào Myanma tháng 5/2008 và đặc biệt gần đây siêu bão Haiyan tháng 11/2013 với cấp 17 tràn vào Phillipin. Phần lớn nước biển dâng dị thường xuất hiện trong bão. Tuy nhiên, trong một số trường hợp gió mùa với cường độ mạnh, thổi trong thời gian dài và có hướng vuông góc với đường bờ cũng có thể gây nước dâng lớn, tới 0,5m. Cơn bão số 3 tháng 9/2014 với tên gọi là Kalmaegi đổ bộ vào Quảng Ninh vào đêm ngày 16/9/2014 với sức gió cấp 10 khi vào bờ, mặc dù không gây thiệt hại nhiều nhưng hiện tượng nước dâng sau bão tới hơn một mét gặp thời điểm triều cường đã gây ngập lụt một số khu vực ven biển Hải Phòng, Quảng Ninh đã đặt ra nhiều bài học trong công tác cảnh báo và lựa chọn phương án dự báo nước dâng sau bão.

Trong nghiên cứu này, nước dâng sau bão số 3 tháng 9/2014 (với tên gọi là Kalmaegi) đã được mô phỏng lại bằng mô hình SuWAT với 2 phương án lựa chọn trường gió, áp, đó là tính bằng mô hình bão giải tích (mô hình Fujita [4] theo các tham số bão) và mô hình dự báo trường khí tượng WRF tại Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương. Trong đó mô hình SuWAT được lựa chọn 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. Chi tiết về cơ sở lý thuyết, cấu trúc và khả năng của mô hình đã được trình bầy trong [1,2,5,6]. Kết quả tính toán cho thấy mô hình SuWAT cho kết quả khá tương đồng với số liệu quan trắc khi sử dụng trường gió, áp tính bằng mô hình số trị WRF.

Kết quả của nghiên cứu sẽ là những kinh nghiệm quý báu trong công tác cảnh báo và lựa chọn phương

Người đọc phản biện: TS. ***Trần Xuân Hiển***

án dự báo tại Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương.

2. Công tác cảnh báo, dự báo nước dâng trong và sau bão số 3

a. Công tác cảnh báo, dự báo nước dâng trước và khi bão đổ bộ vào bờ

Cơn bão số 3 có quỹ đạo như trên hình 1(a) hình thành ngoài khơi phía Đông quần đảo Philippin vào trưa ngày 12/9 từ một vùng áp thấp nhiệt đới. Trong quá trình di chuyển về phía Việt Nam theo các hướng Tây rồi giữa Tây Tây Bắc và Tây Bắc với tốc độ khoảng 15 – 20km/h, cường độ bão đã có lúc mạnh trên cấp 13. Bão đổ bộ vào Quảng Ninh vào khoảng 21 giờ ngày 16/9 và sau đó tiếp tục đi sâu vào đất liền, suy yếu dần thành ATNĐ. Bão số 3 gây ra gió mạnh cấp 8 – 9, giật cấp 10 – 11 cho Quảng Ninh và Hải Phòng. Bão số 3 đổ bộ vào thời điểm thủy triều thấp nhất trong ngày.

Trong quá trình bão di chuyển vào vùng ven bờ Việt Nam, Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương thường xuyên cập nhật các bản tin dự báo nước dâng do bão và cảnh báo nguy cơ ngập lụt vùng ven bờ theo đúng quy chế ban hành. Trên hình 1(b) là phân bố nước dâng bão lớn nhất tại khu vực bão ảnh hưởng. Đây là kết quả dự báo tại thời điểm 9h30 ngày 16 tháng 9 tức là trước khi bão đổ bộ vào đất liền 12 giờ. Tại thời điểm dự báo này, các nhận định về quỹ đạo và cường độ bão đều thống nhất chung là bão đổ bộ vào Quảng Ninh vào đêm cùng ngày với cấp 10-11. Khu vực có nguy cơ nước dâng là vùng ven bờ phía Bắc tỉnh Quảng Ninh với độ cao khoảng một mét và không có khả năng gây ngập lụt vùng ven bờ do bão đổ bộ vào thời điểm thủy triều xuống thấp. Công tác dự báo nước dâng do bão kết thúc khi bão đã đổ bộ vào đất liền.

Hình 1. (a) Sơ đồ đường đi của bão số 3 (Kalmaegi – 1415), (b) Phân bố nước dâng bão lớn nhất trong bão số 3 (dự báo tại thời điểm 12 giờ trước khi bão đổ bộ).

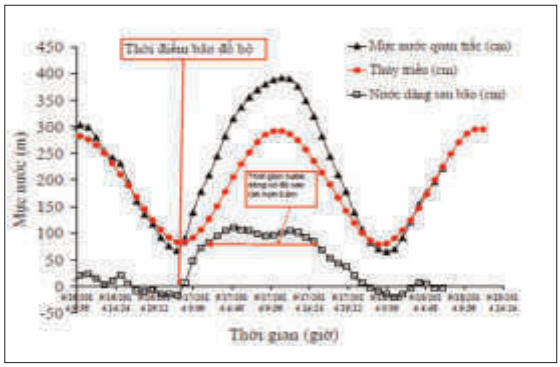
b. Hiện tượng nước dâng sau khi bão đổ bộ vào bờ

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 con sóng cao từ 3-4m gây ngập lụt một số khu vực trũng, thí dụ như tại huyện Đồ Sơn - Hải Phòng như trên hình 2. Đây là một tình huống khá bất ngờ vì mặc dù xảy ra vào lúc triều lên cao nhưng đây không phải là thời kỳ thủy triều cao nhất trong năm.

Trên hình 3 là dao động mực nước tổng cộng, thủy triều và nước dâng (mực nước tổng cộng-thủy triều) tại Hòn Dấu. Nếu hiểu mực nước dâng là do bão thì nước dâng bão số 3 có một số điểm khác thường so với các cơn bão thông thường là nước dâng xuất hiện cao tại khu vực bên trái bão đổ bộ (Hòn Dấu 1.1m), sau khoảng 3 giờ bão đổ bộ nước dâng mới đạt trên 50 cm và thời gian tồn tại nước dâng kéo dài tới hơn hơn 12 giờ.

Nguyên nhân gây nước dâng lớn sau khi bão số 3 đổ bộ vào đất liền nửa ngày rất có thể là do hoàn lưu 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. Trên hình 4 là trường gió dự báo bằng mô hình WRF tại các thời điểm 19h ngày 16/9 (a), 01h ngày 17/9 (b), 07h ngày 17/9 (c) và 13h ngày 17/9 (d). Có thể thấy rằng kể cả sau khi bão đã tan nhưng vẫn tồn tại gió Tây-Nam cấp 6,7. Số liệu quan trắc tại trạm Hòn Dấu trên hình 5 cũng đã kiểm nghiệm cho kết quả dự báo của mô hình WRF.

Hình 2. Hình ảnh sóng lớn và ngập lụt do triều cường

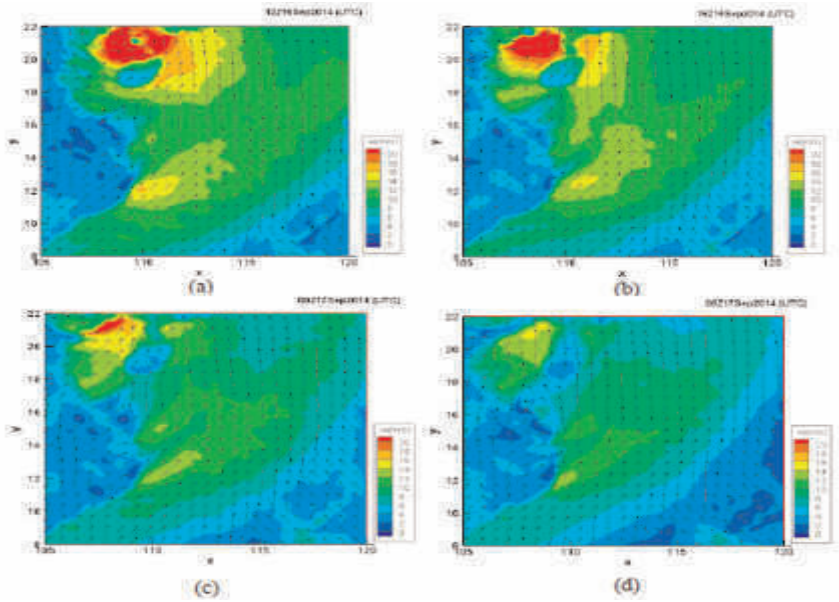


Hình 3. Dao động của mực nước tổng cộng, thủy triều và nước dâng

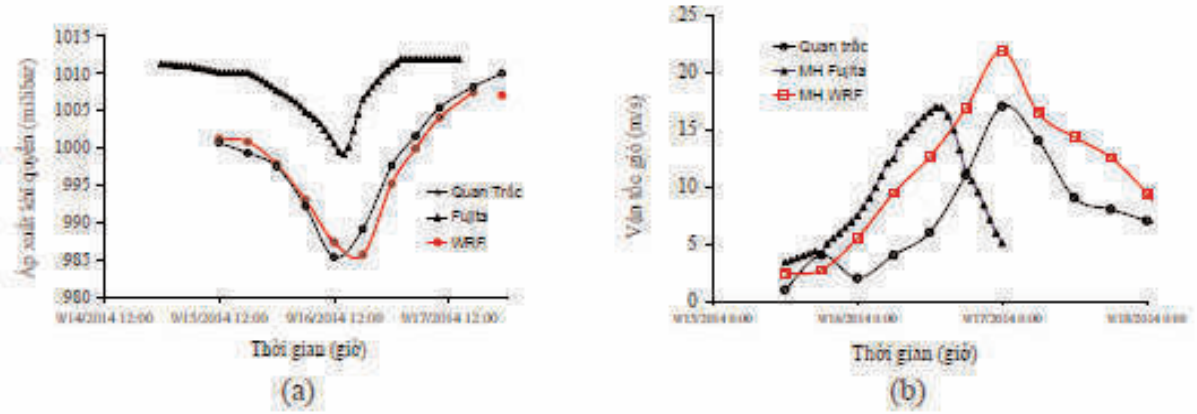
3. Kết quả tính toán phục hồi nước dâng sau bão số 3 theo các phương án

Để xác định nguyên nhân gây nước dâng lớn sau khi bão số 3 đổ bộ vào đất liền, mô hình SuWAT được áp dụng để tính toán mô phỏng theo 2 phương án đối với trường gió, áp. Phương án 1 sử dụng trường gió, áp được tính từ mô hình bão giải tích theo các tham số bão (vị trí, khí áp tại tâm và tốc độ gió mạnh nhất) được xác định tại Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương. Theo phương án 2, trường gió áp được tính từ mô hình dự báo trường khí tượng WRF hiện đang chạy dự báo nghiệp vụ tại Trung tâm.

Trên hình 5 (a) và 5 (b) là so sánh số liệu vận tốc gió, khí áp trước và sau bão đổ bộ được tính từ mô hình bão giải tích, mô hình WRF và số liệu quan trắc tại trạm khí tượng hải văn Hòn Dấu. Kết quả cho thấy có sự khá tương đồng giữa tính toán bằng mô hình WRF và quan trắc. Mô hình bão giải tích cho sai số rất lớn với khí áp lớn hơn, vận tốc gió nhỏ và thời điểm xuất hiện vận tốc gió lớn nhất sớm hơn là do không thể mô tả được trường gió, khí áp sau bão do gió mùa Tây-Nam gây nên. Chính do sai số trong mô phỏng trường gió, khí áp nên kết quả tính toán nước dâng theo phương án sử dụng mô hình bão giải tích trong bão số 3 đã cho kết quả khác biệt rất lớn so với thực tế như các phân tích sau đây.

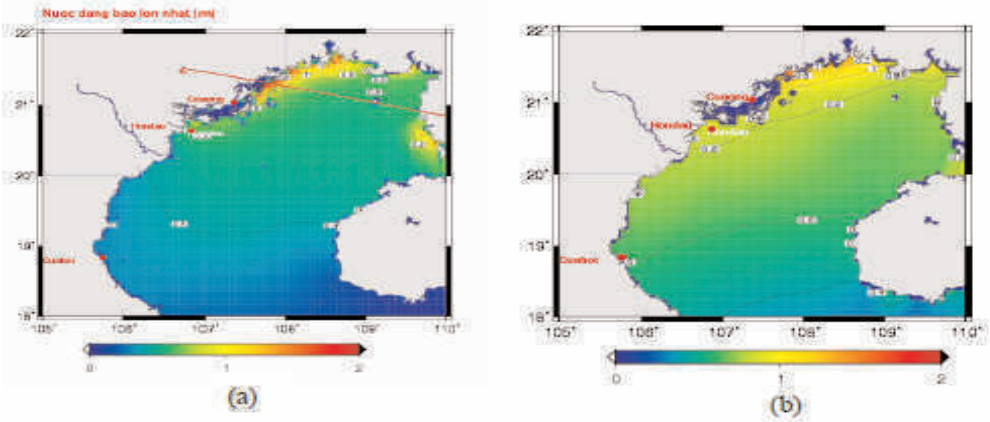


Hình 4. Trường gió tại các thời điểm: (a) 19h ngày 16/9, (b) 01h ngày 17/9, (c) 07h ngày 17/9, (d) 13h ngày 17/9. Bão số 3 đổ bộ lúc 21 giờ ngày 16/9.

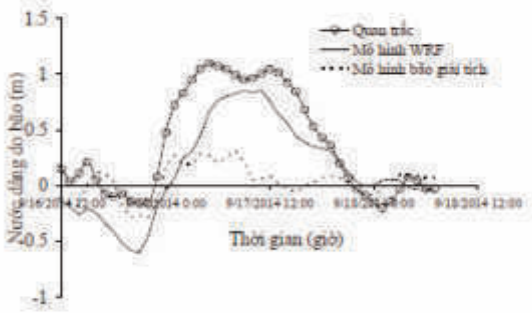


Hình 5. So sánh kết quả tính toán và số liệu quan trắc tại trạm khí tượng hải văn Hòn Dấu: (a) áp suất khí quyển và (b)vận tốc gió (b)

Phân bố nước dâng lớn nhất trong bão (không tính đến thủy triều) theo 2 phương án tính toán được thể hiện trên hình 6(a) và 6(b) cho thấy trong phương án 1 sử dụng mô hình bão giải tích thì nước dâng bão lớn hơn 0.5m chỉ xuất hiện tại khu vực ven bờ Quảng Ninh, tại ven biển Hải Phòng nước dâng lớn nhất cũng chỉ đạt 0,6m. Trong khi đó, phương án 2 sử dụng trường gió, áp tính bằng mô hình WRF cho phân bố nước dâng lớn hơn 0.5m trải dài trên một diện rộng từ Quảng Ninh-Nghệ An. So sánh kết quả tính toán nước dâng sau bão số 3 theo 2 phương án với số liệu quan trắc tại trạm Hòn Dấu được thể hiện trên hình 7. Rất rõ ràng để nhận thấy trường hợp tính theo phương án 2 cho bức tranh tương đối tương đồng với số liệu quan trắc thực tế, trong khi đó phương án 1 có sự khác biệt rất lớn kể cả về độ lớn, phân bố và thời gian tồn tại của nước dâng.



Hình 6. Phân bố nước dâng lớn nhất: (a) Trường gió, áp theo số liệu mô hình bão giải tích, (b) theo mô hình WRF



Hình 7. So sánh kết quả tính toán nước dâng sau bão số 3 theo phương án trường gió, áp tính bằng mô hình bão giải tích và mô hình WRF với số liệu quan trắc tại Hòn Dấu.

Bài học về nước dâng sau bo số 3 cho thấy có hai vấn đề cần lưu ư trong cơng tc cảnh bo, dự bo nước dâng do bo như sau:

- Nước dâng lớn cĩ thể xuất hiện sau khi bo đổ bộ và tồn tại trong thời gian di khi gặp cc hình thế khí tượng phù hợp như có sự kết hợp của hoàn lưu sau bo v giĩ ma mạnh, kéo dài thổi hướng vuông góc với đường bờ. Vì vậy trong cơng tc cảnh bo, dự bo cần lưu ý tới hiện tượng nước dâng sau khi bo tan.

- Mơ hình bo giải tích l phương pháp truyền thống để mô phỏng trường gió, áp sử dụng tính toán dự báo nước dâng trong bo trong một số trường hợp không thể mô tả phù hợp trường gió, áp, nhất là sau khi bo tan v cĩ hình thế khí tượng khác xuất hiện. Do vậy, trong tính toán dự báo nghiệp vụ nước dâng do bo cần phải cĩ nhiều lựa chọn của trường gió, khí p khc m cụ thể l từ cc mơ hình dự bo số trị.

4. Kết luận

Trong nghin cứu ny, nước dâng sau bo số 3 và công tác cảnh báo dự báo đ được giới thiệu và phân tích. Mực nước dâng sau bo số 3 đ được tính toán phục hồi theo 2 phương án của trường gió, áp, đó là tính từ mơ hình bo giải tích v bằng mơ hình số trị WRF. Cơng tc rt kinh nghiệm trong cảnh báo và lựa chọn phương án dự báo cũng được đề cập. Một số kết quả nghin cứu được tĩm tắt như sau:

- Trong bo số 3 nước dâng đ xuất hiện sau khi bo đổ bộ với độ cao lên tới hơn một mét, thời gian tồn tại nước dâng kéo dài tới nửa ngày.

- Dự bo nghiệp vụ nước dâng trong bo số 3 nhìn chung l ph hợp tính đến thời điểm bo đổ bộ. Tuy nhiên đ khơng lường trước hiện tượng nước dâng xuất hiện sau khi bo đổ bộ.

- Mơ hình SuWAT cho kết quả tính tốn nước dâng sau bo số 3 kh tương đồng với số liệu quan trắc kể cả về độ cao và thời gian tồn tại nước dâng khi sử dụng trường gió, áp tính bằng mô hình WRF. Trong khi đó tính theo phương án truyền thống sử dụng mô hình bo giải tích cho kết quả rất khc với thực tế. Chính vì vậy trong tính toán dự báo nước dâng bo cần cĩ nhiều giải php lựa chọn trường dự báo gió, áp.

- Cảnh báo nước dâng không chỉ kết thúc sau khi bo đổ bộ mà cần đề phịng ngay cả khi bo tan.

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 bằng mô hình số trị. Tạp chí KTTV số tháng 11/2014 (đã được chấp nhận đăng).

2. Đỗ Đình Chiến, Nguyễn Bá Thủy, Trần Sơn Tùng, Trịnh Thị Tâm, Sooyoul Kim (2014). Một số kết quả tính toán thủy triều, sóng biển và nước dâng do bão bằng mô hình SuWAT. Hội thảo Viện Khoa học KTTV và BĐKH lần thứ 14, tháng 12/2014.\

3. http://baodautu.vn/bao-so-3-da-suy-yeu-hai-phong-ngap-nang-lang-son-canh-bao-lu.html

4. Fujita, T.(1952): Pressure distribution within typhoon, Geophysical Magazine, 23, 437-451.

5. Soo Youl Kim, Tomohiro Yasuda, Hajime Mase (2010). Numerical analysis of effects of tidal variations on storm surges and waves. Applied Ocean Research Vol (28), pp. 311-322.

6. Soo Youl Kim, Tomohiro Yasuda, Hajime Mase (2010). Wave set-up in the storm surge along open coasts during Typhoon Anita. Coastal Engineering, Vol (57), pp. 631-642.

TẠP CHÍ

ISSN 0866 - 8744
Số 647 * Tháng 11/2014

KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Scientific and Technical Hydro - Meteorological Journal

TRUNG TÂM KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN QUỐC GIA
National Hydro-Meteorological Service of Vietnam

Số 647 * Tháng 11 năm 2014

Trong số này

TẠP CHÍ KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

TỔNG BIÊN TẬP
TS. Nguyễn Kiên Dũng

ỦY VIÊN HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

1. GS.TSKH. Nguyễn Đức Ngữ
2. GS.TS. Trần Thục
3. PGS.TS. Nguyễn Văn Thắng
4. PGS.TS. Trần Hồng Thái
5. PGS.TS. Lã Thanh Hà
6. PGS.TS. Hoàng Ngọc Quang
7. PGS.TS. Nguyễn Viết Lành
8. PGS.TS. Vũ Thanh Ca
9. PGS.TS. Nguyễn Kỳ Phùng
10. GS.TS. Phan Văn Tân
11. PGS.TS. Dương Văn Khảm
12. PGS.TS. Dương Hồng Sơn
13. TS. Bùi Minh Tăng
14. TS. Hoàng Đức Cường
15. TS. Đặng Thanh Mai
16. TS. Ngô Đức Thành
17. TS. Nguyễn Văn Hải
18. KS. Trần Văn Sáp

Thư kí tòa soạn
TS. Trần Quang Tiến

Trị sự và phát hành
CN. Phạm Ngọc Hà

Giấy phép xuất bản
Số: 92/GP-BTTTT - Bộ Thông tin Truyền thông cấp ngày 19/01/2010

Tòa soạn
Số 3 Đặng Thái Thân - Hà Nội
Văn phòng 24C Bà Triệu, Hoàn Kiếm, Hà Nội
Điện thoại: 04.37868490; Fax: 04.39362711
Email: tapchikttv@yahoo.com

Ảnh bìa: Lễ bàn giao tờ rơi và bản đồ theo dõi đường đi của bão, áp thấp nhiệt đới cho Bộ Tư lệnh Bộ đội biên phòng

Giá bán: 25.000 đồng

Nghiên cứu và trao đổi

1 GS.TS. **Nguyễn Trọng Hiệu,** ThS. **Vũ Văn Thăng**, **Phạm Thị Thanh Hương**, **Nguyễn Thị Lan:** Thử nghiệm sơ bộ về hiệu ứng ENSO đối với tiềm năng hạn hán ở Việt Nam

6 TS. **Hoàng Đức Cường,** PGS.TS. **Nguyễn Văn Thắng,** ThS. **Vũ Văn Thăng,** KS. **Hoàng Đức Hùng :** Nghiên cứu phân vùng khí hậu Tây Nguyên

11 TS. **Trần Quang Đức:** Ứng dụng mô hình khí hậu toàn cầu cam mô phỏng các trường khí hậu cho LA NINA 1984-1986

16 TS. **Nguyễn Bá Thủy,** TS. **Hoàng Đức Cường,** ThS. **Đỗ Đình Chiến,** ThS. **Dư Đức Tiến,** TS. **Sooyoul Kim:** Đánh giá diễn biến nước biển dâng do bão số 3 năm 2014 và vấn đề dự báo

21 ThS. **Đỗ Đình Chiến**, TS. **Nguyễn Bá Thủy**, PGS. TS. **Nguyễn Thọ Sáo**, PGS.TS. **Trần Hồng Thái**, TS. **Sooyoul Kim**: Nghiên cứu tương tác sóng và nước dâng do bão bằng mô hình số trị

27 ThS. **Dư Đức Tiến**, TS. **Bùi Minh Tăng**, ThS. **Võ Văn Hòa**, CN. **Phùng Thị Vui**, CN. T**rần Anh Đức**, CN. **Mai Khánh Hưng**, CN. **Nguyễn Mạnh Linh:** Đánh giá tác động của đồng hóa số liệu và điều kiện biên đến kết quả dự báo mưa lớn từ mô hình WRF cho khu vực tại miền Trung và Tây Nguyên

34 TS. **Trần Quang Tiến, Nguyễn Thanh Trang**: Thử nghiệm đồng hóa số liệu độ cao sóng biển quan trắc bằng rada biển trong mô hình SWAN

39 **Hà Thanh Hương**, **Đinh Văn Ưu, Đinh Văn Mạnh**: Ứng dụng phương pháp LOWESS trong nghiên cứu cấu trúc nhiệt muối Vịnh Bắc Bộ

46 **Trần Hữu Tuyên**, **Trần Hải Phong**, **Hoàng Ngô Tự Do**, **Hoàng Hoa Thám:** Xây dựng mô hình mô phỏng chất lượng nước vùng đầm phá Tam Giang - Cầu Hai

53 **Nguyễn Chí Công:** Một phương pháp phân bổ nguồn nước lưu vực sông trong tình huống thiếu nước trên cơ sở hiện trạng khai thác, sử dụng nước

55 **Bùi Tá Long**, **Đặng Thị Ly Ly**, **Trần Thị Thùy Dương**: Ứng dụng mô hình clim trong đánh giá khả năng chịu tải của sông cái nha trang

Tổng kết tình hình khí tượng thủy văn

60 Tóm tắt tình hình khí tượng, khí tượng nông nghiệp, thủy văn tháng 10 năm 2014 - **Trung tâm Dự báo KTTV Trung ương** và **Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu**

Tóm tắt tình hình môi trường không khí và nước tháng 6/2014

68 Thông báo kết quả quan trắc môi trường không khí tại một số tỉnh, thành phố tháng 10 - 2014 **- Trung tâm Mạng lưới khí tượng thủy văn và môi trường**

NGHIÊN CỨU TƯƠNG TÁC SÓNG VÀ NƯỚC DÂNG DO BÃO BẰNG MÔ HÌNH SỐ TRỊ

NCS. **Đỗ Đình Chiến** - Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và Biến đổi khí hậu
TS. **Nguyễn Bá Thủy** -Trung tâm Dự báo khí tượng thủy văn Trung ương
PGS. TS. **Nguyễn Thọ Sáo** - Đại học Quốc gia Hà Nội
PGS.TS. **Trần Hồng Thái** - Trung tâm Khí tượng thủy văn Quốc gia
TS. **Sooyoul Kim** - Khoa công trình sau đại học - Đại học Tottori - Nhật Bản

Trong nghiên cứu này, tương tác giữa sóng biển và nước dâng do bão được phân tích dựa trên kết quả tính toán bằng mô hình couple SuWAT (Surge, Wave and Tide). Trong đó, thủy triều và nước dâng được tính toán dựa trên hệ phương trình nước nông phi tuyến hai chiều có xét đến nước dâng tạo bởi ứng suất sóng được tính từ mô hình SWAN, một mô hình thành phần trong SuWAT. Mô hình được áp dụng tính toán sóng và nước dâng trong bão Xangsena đổ bộ vào Đà Nẵng tháng 9/2006. Kết quả cho thấy nước dâng do sóng chiếm một phần đáng kể trong mực nước dâng tổng cộng trong bão và việc xét nước dâng do sóng đã làm tăng độ chính xác của kết quả tính toán nước dâng. Bên cạnh đó, độ cao sóng trong bão tăng đáng kể tại những khu vực sóng lớn quanh tâm bão nằm gần bờ khi mô hình tính sóng xem xét đến ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng.

1. Mở đầu

Bão là một thiên tai nguy hiểm mà hệ quả tác động chính đối với vùng ven bờ là nước dâng và sóng lớn. Lịch sử đã chứng kiến nhiều cơn bão gây gió mạnh, mưa lớn, sóng lớn và 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 Myanma tháng 5 năm 2008 và đặc biệt gần đây siêu bão Haiyan tháng 11/2013 với cấp 17 tràn vào Phillipin. Chính vì vậy nên việc tăng cường độ chính xác của các mô hình dự báo sóng và nước dâng trong bão sẽ rất có ý nghĩa trong khoa học và thực tiễn. Một số mô hình số trị được xây dựng để tính toán dự báo nước dâng và sóng trong bão và tính toán 2 yếu tố này độc lập nhau, tức là chưa tính đến tương tác giữa chúng. Đã có một vài nghiên cứu khẳng định mực nước dâng do sóng biển (wave setup) đóng góp một phần đáng kể vào mực nước dâng tổng cộng trong bão và trong nhiều trường hợp nước dâng do sóng có thể chiếm tới 40% trong mực nước dâng tổng cộng trong bão [3,5,6,7]. 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 nước dâng do sóng thường cho kết quả nhỏ hơn giá trị thực đo khá nhiều. Bên cạnh đó, trường sóng trong bão có thể thay đổi đáng kể giữa hai trường hợp tính sóng có xét và không xét đến sự thay đổi mực nước do thủy triều và nước dâng do bão. Tại Việt Nam, nghiên cứu về tương tác giữa sóng biển và nước dâng do bão còn rất hạn chế. Gần đây, tác giả Nguyễn Xuân Hiển đã thực hiện tính nước dâng do sóng theo mối liên hệ với độ cao và chu kỳ sóng 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 [1].

Trong nghiên cứu này, tương tác giữa sóng biển và nước dâng do bão được phân tích dựa trên kết quả tính toán sóng và nước dâng trong bão Xangsena tháng 9/2006 đổ bộ vào Đà Nẵng 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. Kết quả phân tích đã cho thấy khả năng nổi bật của mô hình khi xét đến sự tương tác này.

2. Giới thiệu mô hình SuWAT

a. Mô hình thủy động lực học

SuWAT là mô hình liên hợp (couple) dự tính đồng thời cả thủy triều, sóng biển và nước dâng do

Người đọc phản biện: TS. **Trần Quang Tiến**

bão. Mô hình này được xây dựng tại đại học Kyoto - Nhật Bản, bao gồm 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 sóng và mô hình SWAN tính toán sóng. Hệ phương trình cơ bản của mô hình nước nông 2 chiều được mô tả như sau:

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

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

$$\frac{\partial N}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{N^2}{d}\right)+\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{MN}{d}\right)+gd\frac{\partial \eta}{\partial y}-fM-\frac{1}{\rho_w}d\frac{\partial P}{\partial y}+\frac{1}{\rho_w}\left(\tau_{by}-\tau_{sy}+F_y\right)+A_h\left(\frac{\partial^2 N}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 N}{\partial y^2}\right) \quad (3)$$

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; Ah: 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; Fx, Fy: ứng suất sóng được bổ sung để xét nước dâng do sóng, được tính từ mô hình SWAN theo các công thức dưới đây:

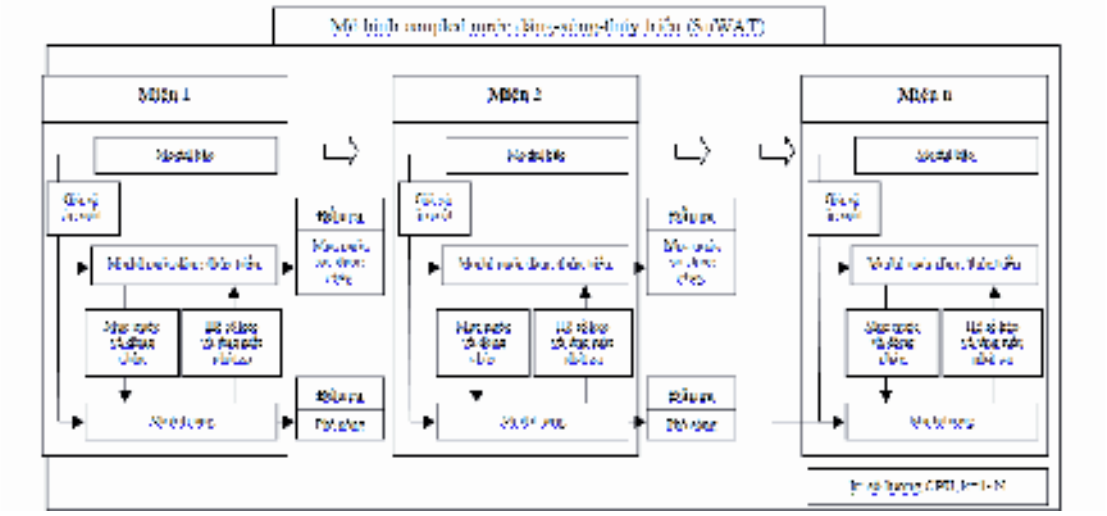
$$F_x=-\frac{\partial S_{xx}}{\partial x}-\frac{\partial S_{xy}}{\partial y};\quad F_y=-\frac{\partial S_{yx}}{\partial x}-\frac{\partial S_{yy}}{\partial y} \quad (4)$$

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

$$S_{xy}=S_{yx}=\rho g\int\int\left[\cos\theta\sin\theta\right]Ed\sigma d\theta \quad (6)$$

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

Các tham số tại các công thức (5)-(7) được định nghĩa trong cơ sở lý thuyết của mô hình SWAN [3]. 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 [5, 7].



Hình 1. Cấu trúc lưới lồng của mô hình SuWAT

b. Mô hình bão giải tích

Mô hình SuWAT có thể nhận trường đầu vào gió, áp từ các mô hình bão giải tích hoặc từ các mô hình dự báo số trị như WRF, HRM…. Trong nghiên cứu này, mô hình bão giải tích của Fujata, 1952 [4] được lựa chọn để mô phỏng trường gió, áp theo các tham số bão được lấy từ số liệu best track. Trường áp suất khí quyển được tính theo công thức:

$$P(r) = P_\infty - \frac{P_\infty - P_c}{\sqrt{1+(r/r_0)^2}} \quad (8)$$

Trong đó: P là áp suất ở tâm bão, P∞: áp suất ở rìa bão, r0 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 (8). Trong khi đó vận tốc gió theo mối liên hệ với tốc độ di chuyển của tâm bão được tính theo công thức (9):

$$-\frac{v^2}{r} - fv = -\frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial r} \quad (9)$$

$$V_f = c_2 V_c e^{\frac{-r}{500}}$$

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

$$\mathbf{v} = \begin{pmatrix} v_x \\ v_y \end{pmatrix} = c_1 \begin{pmatrix} -V_g(\sin\alpha\cdot\cos\theta + \cos\alpha\cdot\sin\theta) \\ V_g(\cos\alpha\cdot\cos\theta - \sin\alpha\cdot\sin\theta) \end{pmatrix} + c_2 \begin{pmatrix} v_{cx} \\ v_{cy} \end{pmatrix} e^{\frac{-r}{500}} \quad (10)$$

Trong đó các hệ số nằm trong các khoảng giá trị như sau: c1 =0.6¸0.8, c2 = 0.50 ¸ 0.8.

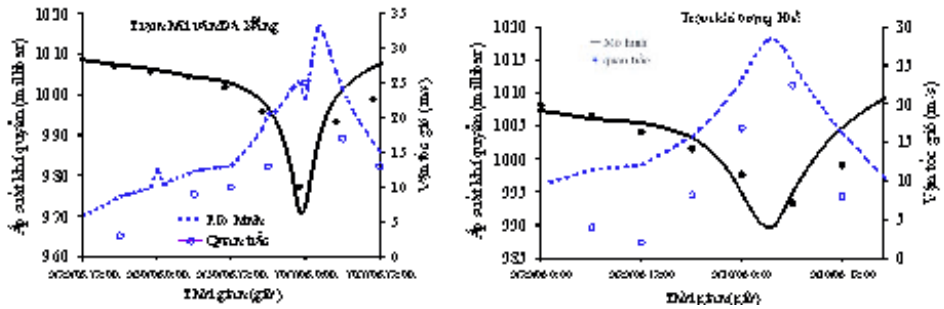
3. Tương tác giữa sóng biển và nước dâng do bão

a. Miền tính, lưới tính, điều kiện biên và số liệu bão cho mô hình

Để nghiên cứu tương tác giữa sóng biển và nước dâng do bão, mô hình SuWAT được thiết kế trên lưới vuông và lồng 2 lớp với miền tính lớn (lưới Biển Đông) từ vĩ độ 8 -22^{0}N, kinh độ 105 - 120^{0}E với độ phân giải 4 phút (khoảng 7,4 km). Trong khi đó miền tính nhỏ (lưới khu vực) được thiết lập cho khu vực biển Huế - Đà Nẵng nơi cơn bão Xangsena tháng 9/2006 đổ bộ từ vĩ tuyến 12 -18^{0}N, kinh tuyến 106 - 111^{0}E với bước lưới 1 phút (1,85km). Dữ liệu địa hình được lấy từ GBECO (Mỹ) độ phân giải 4 phút cho lưới tính Biển Đông và số liệu được số hóa từ bản đồ địa hình đáy biển tỉ lệ 1/100.000 của Tổng cục Biển và Hải đảo dùng cho lưới khu vực. Tại biên lỏng, hằng số điều hòa của 16 sóng triều (M2, S2, K1, O1, N2, P1, K2, Q1, M1, J1, OO1, 2N2, Mu2, Nu2, 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 cho lưới Biển Đông. Bão Xangsena tháng 9/2006 với gió cấp 11 đổ bộ vào Đà Nẵng gây nước dâng tới gần 2.0 m tại Thừa Thiên Huế được lựa chọn. Các tham số bão được lấy từ số liệu phân tích và quan trắc tại Trung tâm Dự báo Khí tượng thủy văn Trung ương.

b. Kiểm nghiệm mô hình bão giải tích

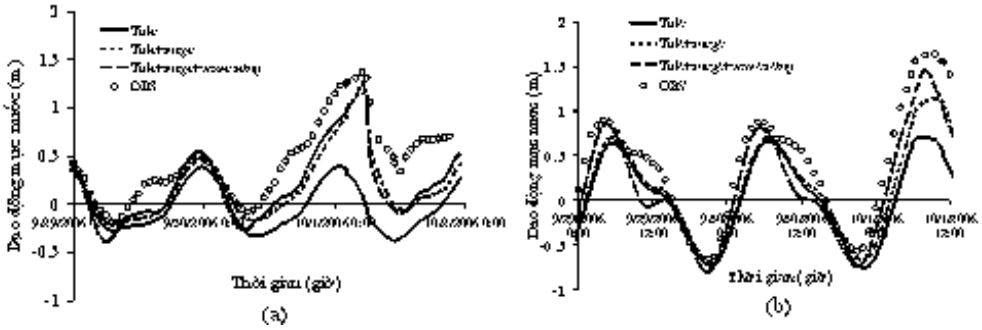
Trước khi đánh giá tương tác giữa sóng biển và nước dâng bão, mô hình bão giải tích cần phải được kiểm chứng để đánh giá độ tin cậy của số liệu đầu vào cho mô hình tính sóng và nước dâng trong bão. Trên hình 2(a) và 2(b) là so sánh số liệu vận tốc gió, áp suất khí quyển trong bão được tính từ mô hình bão giải tích và số liệu quan trắc tại trạm khí tượng hải văn Sơn Trà và trạm khí tượng Huế. Kết quả cho thấy có sự khá tương đồng giữa tính toán và quan trắc, nhất là tại trạm hải văn Sơn Trà nơi ít bị chi phối bởi đất liền tới phân bố gió, áp trong bão hơn.



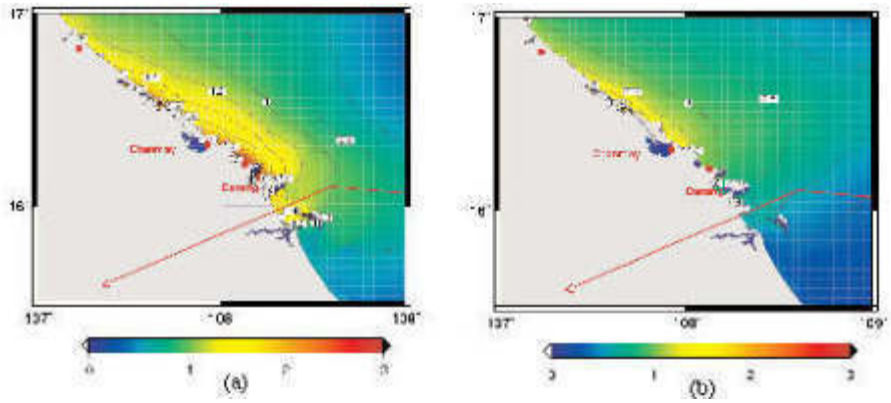
Hình 2. So sánh giữa tính toán và quan trắc số liệu áp suất khí quyển và vận tốc gió tại trạm khí tượng hải văn Sơn Trà (a) và trạm khí tượng Huế (b)

c. Ảnh hưởng của sóng biển tới nước dâng trong bão

Ảnh hưởng của sóng biển tới nước dâng do bão được xem xét cho trường hợp mô phỏng có và không tính đến ảnh hưởng của sóng biển. Trên hình 3(a) và 3(b) là kết quả tính toán dao động thủy triều (Tide), thủy triều kết hợp với nước dâng do bão (Tide+surge) và sự kết hợp đồng thời của thủy triều với nước dâng do bão và nước dâng do sóng tại trạm Sơn Trà và Cửa Việt. Kết quả tính toán được so sánh với số liệu quan trắc mực nước tổng cộng (OBS) sau khi quy về mốc mực nước trung bình của trạm. Rất rõ ràng để nhận thấy trường hợp mô hình có tính đến nước dâng do ứng suất sóng cho kết quả sát mực nước quan trắc hơn, nước dâng do ứng suất sóng tại 2 trạm tương ứng khoảng 20 và 30 cm. Phân bố nước dâng lớn nhất trong bão (không tính đến thủy triều) cho 2 trường hợp được thể hiện trên hình 4(a) và 4(b) cho thấy phạm vi và độ cao nước dâng tăng đáng kể khi mô hình tính đến đóng góp của nước dâng do sóng. Kết luận này đã cho thấy để nâng cao độ chính xác trong tính toán nước dâng thì cần thiết phải tính đến phần đóng góp của nước dâng do sóng.



Hình 3. Dao động theo thời gian của thủy triều (Tide), thủy triều kết hợp với nước dâng do bão (Tide+surge), thủy triều kết hợp với nước dâng do bão và nước dâng do sóng, mực nước quan trắc (OBS) tại trạm Sơn Trà (a) và Cửa Việt (b)

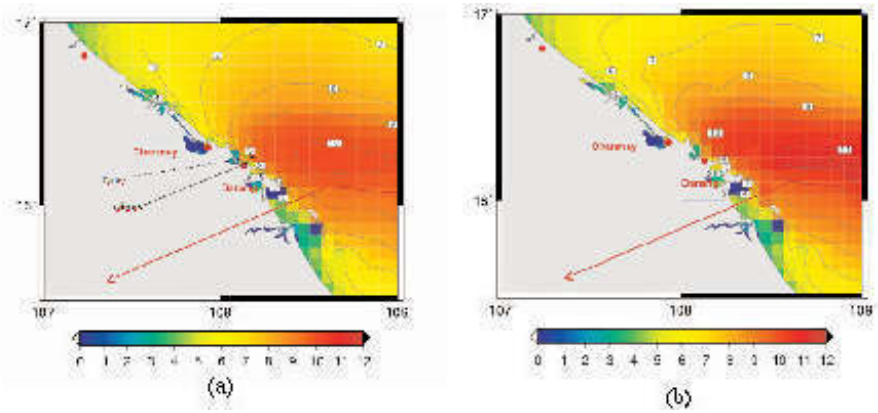


Hình 4. Phân bố nước dâng bão lớn nhất trong trường hợp có (a) và không (b) tính đến nước dâng do sóng

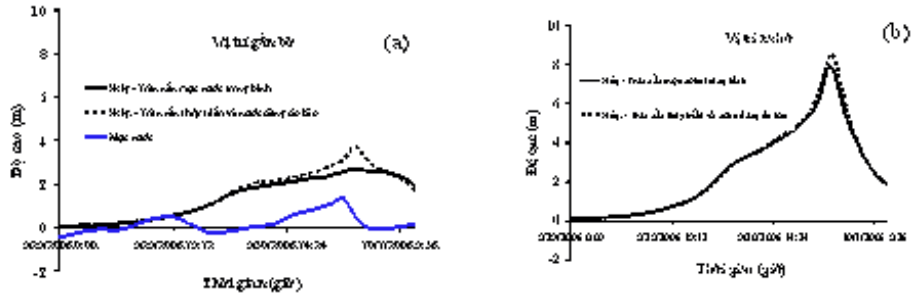
d. Ảnh hưởng của thủy triều và nước dâng do bão tới sóng biển

Tương tác giữa thủy triều và nước dâng do bão tới sóng biển được hiểu là so sánh sự khác biệt giữa trường hợp mô hình tính sóng trên nền mực nước trung bình và trên nền thủy triều và nước dâng do bão. Trên hình 5(a) và (b) tương ứng là trường độ cao lớn nhất của sóng ý nghĩa (Hsig.) trong quá trình bão di chuyển vào bờ cho trường hợp mô hình có và không tính đến sự thay đổi mực nước do thủy triều và nước dâng do bão. Mức độ khác biệt giữa 2 trường hợp đã thể hiện sự tương tác giữa các hiện tượng. Kết quả cho thấy hiệu ứng thủy triều và nước dâng do bão đã làm tăng độ cao sóng trong bão, đặc biệt ở khu vực sóng lớn quanh tâm bão . Tuy nhiên sự thay đổi này là không lớn khi sóng nhỏ

và tại những khu vực mà độ sâu của biển lớn hơn đáng kể so với thay đổi mực nước biển do thủy triều và nước dâng do bão. Nhận định này đã được kiểm chứng thêm khi phân tích biến trình độ cao sóng có nghĩa theo thời gian tại 2 vị trí có độ sâu khác nhau gần trạm hải văn Sơn Trà. Trong đó, vị trí gần bờ có độ sâu 6,5m và vị trí xa bờ hơn có độ sâu 35,0 m (hình 5a). Chênh lệch độ cao sóng lớn nhất giữa 2 trường hợp tại vị trí gần bờ là gần 1,0 m, vị trí xa bờ là 0,3 m, xuất hiện tại thời điểm độ cao sóng đạt cực đại, cũng là lúc mực nước biển dâng cao nhất (hình 5(a). Chênh lệch độ cao sóng đáng kể tại vị trí gần bờ là do sóng bị vỡ khi truyền vào vùng nước nông, hiện tượng sóng vỡ đã không xảy ra khi độ sâu biển tăng đáng kể do cộng với thủy triều và nước dâng do bão. Kết quả này đã cho thấy khi tính sóng trong bão cần thiết phải xem xét tương tác với thủy triều nước dâng, nhất là tại vùng nước nông ven bờ, khu vực có biên độ thủy triều lớn.



Hình 5. Phân bố độ cao lớn nhất của sóng có nghĩa (Hsig.) cho trường hợp mô hình có (a) và không (b) tính đến tương tác với thủy triều và nước dâng do bão



Hình 6. Dao động theo thời gian của độ cao sóng có nghĩa, mực nước tổng cộng trong tại Sơn Trà, (a) vị trí gần bờ, (b) vị trí xa bờ

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, tương tác giữa sóng biển và nước dâng do bão được phân tích dựa trên các kết quả tính toán sóng và nước dâng trong bão bằng mô hình SuWAT trong cơn bão Xangsena tháng 9/2006 đổ bộ vào Đà Nẵng. Một số kết quả nghiên cứu được tóm tắt như sau:

- Nước dâng do sóng chiếm một tỷ lệ đáng kể trong mực nước dâng trong bão và việc xem xét phần đóng góp của nước dâng do sóng đã làm tăng độ chính xác của tính toán. Chính vì vậy trong nghiên cứu tính toán cũng như dự báo nghiệp vụ nước dâng do bão cần thiết phải tính đến nước phần đóng góp của nước dâng do sóng.

- Tương tác của thủy triều và nước dâng trong bão đã làm tăng độ cao sóng tại những khu vực sóng lớn quanh tâm bão ở và ở gần bờ. Sự thay đổi này sẽ không đáng kể tại những khu vực sóng nhỏ và độ sâu của biển lớn hơn đáng kể so với thay đổi mực nước biển do thủy triều và nước dâng do bão.

Tuy nhiên, mức độ tương tác giữa sóng và nước dâng trong bão cũng cần được kiểm chứng thêm cho nhiều cơn bão lịch sử, trên các pha triều khác nhau và được tính trên lưới tính có độ phân giải cao hơn, đây cũng là nội dung sẽ đề cập trong các nghiên cứu tiếp theo.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Xuân Hiển (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.

2. Delf University of Technology. SWAN Cycle III Verion 40.31, User Guide. Delf, 2004.

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. Fujita, T.(1952): Pressure distribution within typhoon, Geophysical Magazine, 23, 437-451.

5. Soo Youl Kim, Tomohiro Yasuda, Hajime Mase (2010). Numerical analysis of effects of tidal variations on storm surges and waves. Applied Ocean Research Vol (28), pp. 311-322.

6. Soo Youl Kim, Tomohiro Yasuda, Hajime Mase (2010). Wave set-up in the storm surge along open coasts during Typhoon Anita. Coastal Engineering, Vol (57), pp. 631-642.

7. Soo Youl Kim, Tomohiro Yasuda, Hajime Mase (2010). Storm surge hindcast in tosa bay of japan using a coupled model of surge, wave and tide. Coastal Dynamics 2009 Paper No. 21.

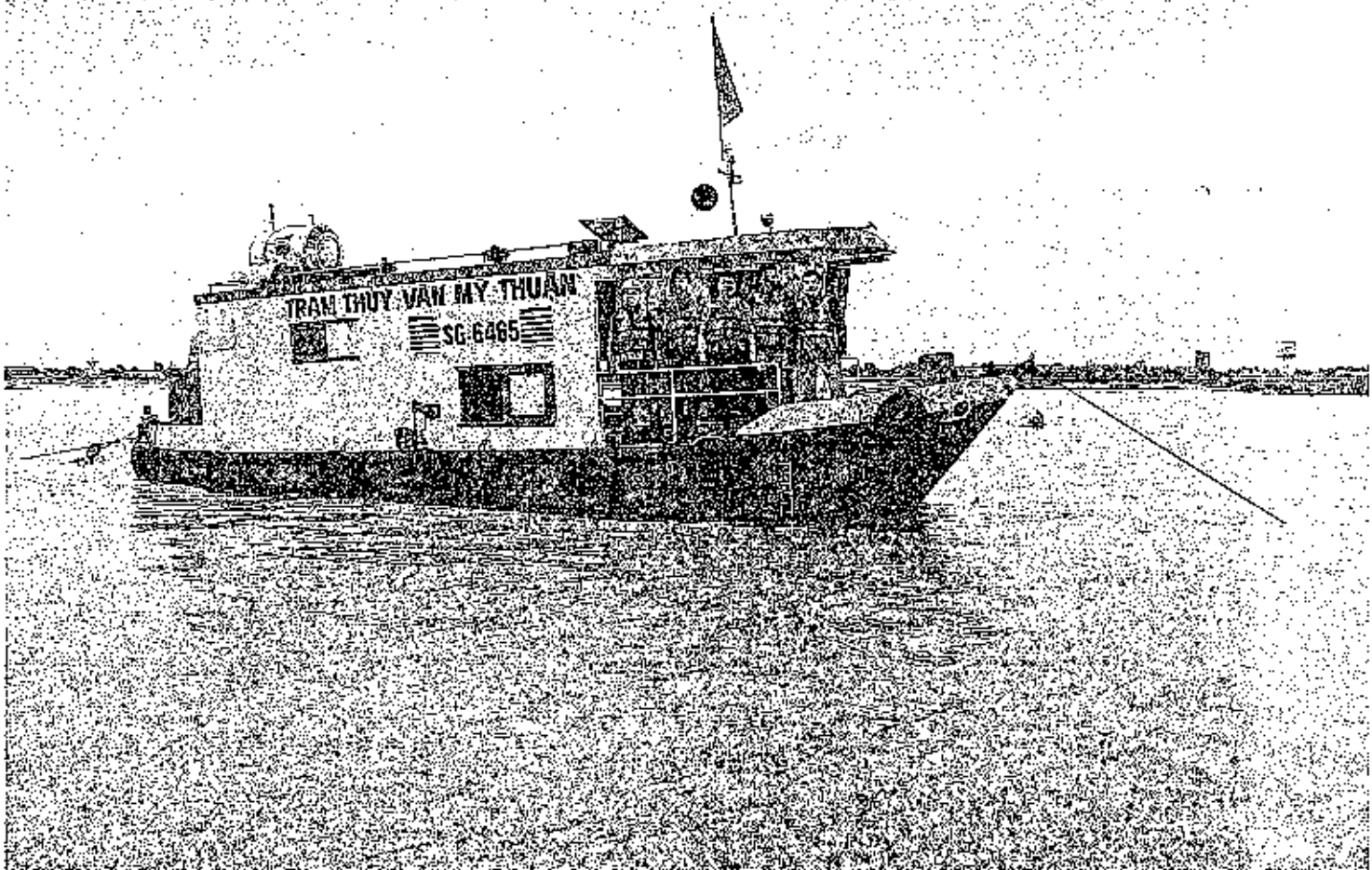
TẠP CHÍ

ISSN 0866 - 8744

Số 632 - Tháng 03 2014

KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Scientific and Technical Hydro - Meteorological Journal



TRUNG TÂM KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN QUỐC GIA

National Hydro-Meteorological Service of Vietnam

TẠP CHÍ KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

TỔNG BIÊN TẬP
TS. Bùi Văn Đức
PHÓ TỔNG BIÊN TẬP
TS. Nguyễn Kiên Dũng
TS. Nguyễn Đại Khánh

ỦY VIÊN HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

1. GS.TSKH. Nguyễn Đức Ngữ
2. GS.TS. Trần Thục
3. PGS.TS. Nguyễn Văn Thắng
4. PGS.TS. Trần Hồng Thái
5. PGS.TS. Lã Thanh Hà
6. PGS.TS. Hoàng Ngọc Quang
7. PGS.TS. Nguyễn Viết Lành
8. PGS.TS. Vũ Thanh Ca
9. PGS.TS. Nguyễn Kỳ Phùng
10. GS.TS. Phan Văn Tân
11. PGS.TS. Dương Văn Khảm
12. PGS.TS. Dương Hồng Sơn
13. TS. Bùi Minh Tăng
14. TS. Hoàng Đức Cường
15. TS. Đặng Thanh Mai
16. TS. Ngô Đức Thành
17. TS. Nguyễn Văn Hải
18. KS. Trần Văn Sáp

Thư kí tòa soạn
TS. Trần Quang Tiến
Trị sự và phát hành
CN. Phạm Ngọc Hà

Giấy phép xuất bản
Số: 92/GP-BTTTT - Bộ Thông tin Truyền thông cấp ngày 19/01/2010

Thiết kế, chế bản và in tại:
Công ty TNHH Mỹ thuật Thiên Hà
ĐT: 04.3990.3769 - 0912.565.222

Tòa soạn
Số 3 Đặng Thái Thân - Hà Nội
Văn phòng 24C Bà Triệu, Hoàn Kiếm, Hà Nội
Điện thoại: 04.37868490; Fax: 04.39362711
Email: tapchikttv@yahoo.com

Bìa: Tàu đo đại biểu Trạm thủy văn Mỹ Thuận
Ảnh: Phan Thanh Minh

Giá bán: 25.000 đồng

Số 632 * Tháng 08 năm 2013

Trong số này

Nghiên cứu và trao đổi

1 **Đặng Thanh Bình:** Vấn đề truyền thông báo chí về khí tượng thuỷ văn trong bối cảnh biến đổi khí hậu

6 TS. **Nguyễn Kiên Dũng,** CN. **Đinh Xuân Trường:** Khả năng ứng dụng mô hình Hydrogis để dự báo lũ và cảnh báo ngập lụt tỉnh Đồng Tháp

12 ThS. **Dư Đức Tiến,** TS. **Bùi Minh Tăng,** ThS. **Võ Văn Hòa** và nnk: Nghiên cứu đồng hóa số liệu Radar Đông Hà để nâng cao chất lượng dự báo mưa lớn cho khu vực miền Trung

20 ThS. **Phạm Thị Thanh Hương,** CN. **Nguyễn Thị Lan,** ThS. **Vũ Văn Thăng,** GS.TS. **Nguyễn Trọng Hiệu:** Phân bố số ngày sương muối tiềm năng ở Bắc Bộ và Thanh Hóa

26 TS. **Huỳnh Phú:** Nghiên cứu xây dựng bộ số liệu cho việc ứng dụng mô hình toán mô phỏng diễn biến chất lượng nước sông La Ngà Bình Thuận

33 PGS.TS. **Hoàng Minh Tuyển,** PGS.TS. **Trần Thanh Xuân,** ThS. **Ngô Thị Thủy:** Cân bằng nước, cát bùn lơ lửng sông hồng đoạn từ Sơn Tây đến Hà Nội - Thượng Cát.

40 TS. **Nguyễn Bá Thủy, Vũ Hải Đăng, Nguyễn Xuân Hiển:** Nghiên cứu ảnh hưởng của các đặc trưng thực vật tới sự suy giảm sóng tàu

46 TS. **Lê Kim Dung, Nguyễn Xuân Tiến, Nguyễn Thị Thịnh:** Nghiên cứu sự mất cân bằng che phủ rừng và đề xuất các giải pháp sử dụng, phát triển rừng huyện Mường Lát, tỉnh Thanh Hóa

Sự kiện và hoạt động

53 **Ngọc Hà:** Hội thảo xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam – phiên bản 2015

Tổng kết tình hình khí tượng thủy văn

55 Tóm tắt tình hình khí tượng, khí tượng nông nghiệp, thủy văn tháng 7 năm 2013

Trung tâm Dự báo KTTV Trung ương (Trung tâm KTTV Quốc gia) **Trung tâm Nghiên cứu KTNN** (Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường)

65 Thông báo kết quả quan trắc môi trường không khí tại một số tỉnh, thành phố tháng 5,7 - 2013 **(Trung tâm Mạng lưới Khí tượng Thủy văn và Môi trường)**

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC ĐẶC TRƯNG THỰC VẬT TỚI SỰ SUY GIẢM SÓNG TÀU

TS. Nguyễn Bá Thủy - Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn trung ương
Vũ Hải Đăng - Viện Địa chất và Địa Vật lý Biển
Nguyễn Xuân Hiển - Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và Môi trường

Trong nghiên cứu này, khả năng suy giảm sóng tàu bởi thực vật ven sông được tính toán phân tích bằng mô hình số trị. Mô hình tính toán quá trình phát sinh, lan truyền và tác động tới bờ sóng của sóng tàu được nghiên cứu xây dựng dựa trên hệ phương trình Bousinessq 2 chiều, có xem xét đến thành phần tiêu tán năng lượng sóng bởi thực vật. Hệ số cản của cây được tính có xem xét đồng thời ảnh hưởng của thân, rễ, lá và cành. Mô hình sau đấy áp dụng cho một đoạn sông với địa hình lý tưởng. Trong đó, cây cọ nước, một loài cây phổ biến mọc ở vùng ven bờ các sông thuộc Đồng bằng sông Cửu Long được lựa chọn. Ảnh hưởng của mật độ cây và kích thước bãi thực vật tới quá trình suy giảm độ cao sóng leo và năng lượng sóng tàu tại đường bờ được tính toán và phân tích. Kết quả tính toán cho thấy năng lượng sóng tàu và sóng leo suy giảm đáng kể khi mật độ cây và kích thước bãi thực vật tăng. Với mật độ cây 8 cây/m² và bề dầy bãi thực vật 35m có thể suy giảm 59% và 73% độ cao sóng leo và áp lực sóng tương ứng.

1. Mở đầu

Tại Việt Nam, trong thời gian gần đây, hiện trạng các tuyến luồng có xu hướng xấu đi, hiện tượng sạt lở bờ sông, mái dốc luồng liên tiếp xảy ra và đó được cơ quan chức năng và hệ thống truyền thông đề cập. Tại khu vực sông Sài Gòn và các kênh rạch thuộc Đồng bằng sông Cửu Long có tới hàng trăm điểm xói lở, có nhiều khu vực xói lở nghiêm trọng gây nên những thiệt hại rất lớn, gây ảnh hưởng bất lợi đến đời sống nhân dân, hoạt động kinh tế, quy hoạch sử dụng đất và môi trường. Có nhiều nguyên nhân gây ra sạt lở như: khai thác cát bừa bãi, mưa lũ... Trong đó có một phần nguyên nhân do tác động của sóng tàu (có năng lượng rất lớn). Tuy nhiên, hiện tại các nghiên cứu về sóng tàu ở Việt Nam cũng rất ít, chủ yếu là các báo cáo về tác động của sóng tàu tới xói lở bờ được thực hiện bởi các cơ quan chức năng và hệ thống truyền thông. Trong một số nghiên cứu ít ỏi trước đây, các tác giả Nguyễn Bá Thủy và nnk (2006), Nguyễn Xuân Hiển (2008) đã đề cập tới nghiên cứu tính toán quá trình phát sinh và lan truyền của sóng tàu dựa trên hệ phương trình Boussinessq 2 chiều. Tuy nhiên, các tính toán này mới chỉ thực hiện mô phỏng cơ chế phát sinh và lan truyền của sóng tàu vào vùng bờ. Độ cao sóng leo và áp lực sóng, những tham số sóng tác động mạnh đến độ ổn định của đường bờ, cũng như khả năng làm suy giảm sóng của cỏc bói thực vật ven sông chưa được đề cập chi tiết. Trong khi đó, tại nước ngoài, nghiên cứu sóng tàu đã được tiến hành từ rất lâu, nổi bật nhất là các công trình nghiên cứu của Weggel và Sarensen (1986), Chen và Sharmal (1997), Kirkegaard và nnk (1999), Nakase và nnk (1999), Tanimoto (2000), Dam và nnk (2006), Dong và nnk (2009). Trong những nghiên cứu này, qúa trình phát sinh, lan truyền và tác động đến đường bờ của sóng tàu đã được tính toán mô phỏng bằng mô hình số trị, một số đề xuất bảo vệ đường bờ cũng đó được đưa ra.

Trong nghiên cứu này, mô hình mô phỏng quá trình phát sinh và lan truyền sóng tàu qua bãi thực vật ven sông dựa trên hệ phương trình Boussinesq 2 chiều được tiếp tục phát triển theo hướng xem xét đến ảnh hưởng của thực vật ven sông. Tác động của thực vật tới sự suy giảm năng lượng sóng và độ cao sóng leo tại đường bờ được tính toán phân tích cho một số trường hợp của mật độ cây và kích thước bãi thực vật. Các tính và phân tích được áp

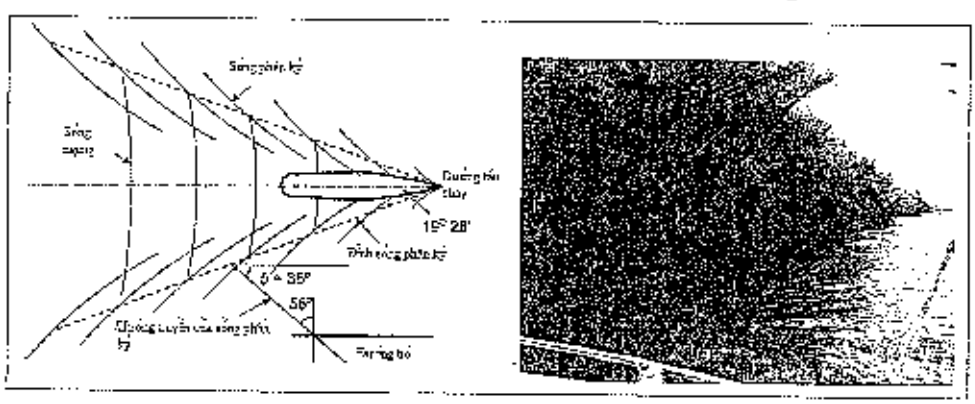
Người đọc phản biện: TS. **Trần Quang Tiến**

dụng với cây cọ nước, một loài cây phổ biến mọc ở ven bờ các sông thuộc Đồng bằng sông Cửu Long.

2. Tác động của sóng tàu đến đới bờ - phương án bảo vệ đường bờ.

Năng lượng sóng tàu phụ thuộc vào nhiều yếu tố như kích thước, trọng tải, hình dạng, vận tốc tàu lưu thông và khoảng cách tới vị trí tàu chạy. Nhiều nghiên cứu thực tế đã cho thấy rằng với sông có bề rộng hẹp thì con sóng đầu tạo bởi các tàu nhỏ và có vận tốc lưu thông lớn sẽ tác động mạnh đến đường bờ hơn là các sóng kế tiếp. Trong khi đó với các sông có kích thước rộng, các sóng thứ cấp được tạo ra bởi tàu có kích thước lớn nhưng tốc độ lưu thông chậm thường gây tác động lớn hơn [8]. Hình 1 mụ tả hình dạng sóng tàu theo lý thuyết của Kenvin với trường hợp tàu kích thước nhỏ nhưng vận tốc lưu thông lớn [8]. Có thể thấy rằng các sóng phân kỳ có hướng tạo với pháp tuyến đường bờ khoảng 55 độ là những sóng chủ yếu gây nên xói lở bờ. Độ cao sóng được xem là chỉ số gây tác động đến độ ổn định của đường bờ. Kết quả khảo sát thực địa trên một số con sông cho thấy rằng, với sóng tàu có độ cao nhỏ hơn 12,5cm, tác động tới đường bờ là không đáng kể. Tuy nhiên, với sóng có độ cao 25 và 30cm có thể nguy hại gấp 5 và 30 lần tương ứng so với độ cao sóng 12,5cm. Mức đô sạt lở bờ sông bởi sóng tàu tuy nhiên còn phụ thuộc vào kích cỡ của sông. Với sông có kích thước rộng, năng lượng sóng tàu thường chiếm một phần rất nhỏ, khoảng 2-5% trong tổng số năng lượng sóng tác động đến đường bờ. Trong khi đó, với các kênh rạch kích thước nhỏ, sóng tàu là nguyên nhân chủ yếu gây xói lở, có thể chiếm tới 95%[8].

Độ ổn định của đường bờ phụ thuộc vào năng lượng sóng tác động (độ cao, dũng chảy sóng và ứng suất sóng), hình thôi và trầm tích của đới bờ. Do vậy, để hạn chế xói lở bờ thì cần thiết phải làm giảm năng lượng sóng. Ngoài nhân tố giới hạn tốc độ lưu thông của tàu thì giải pháp trồng thực vật ven sông là biện pháp cần thiết do hiệu quả về kinh tế và bảo vệ môi trường.



Hình 1. (a) Hình dạng sóng bề mặt theo lý thuyết của Kelvin, (b) Hình ảnh cây cọ nước mọc ven sông Ông Đốc-Cà Mau

3. Cơ sở lý thuyết mô hình toán

a. Hệ phương trình cơ bản

Mô hình mô phỏng sóng tàu dựa trên việc giải phương trình Boussinesq 2 chiều của Madsen và Sorensen (1992) [9]. Các thành phần mô phỏng sóng leo, sóng đổ và tác động của thực vật đã được bổ sung trong hệ phương trình như mô tả dưới đây:

Phương trình liên tục:

$$b\frac{\partial \eta}{\partial t}+\frac{\partial Q_x}{\partial x}+\frac{\partial Q_y}{\partial y}=0 \qquad (1)$$

Phương trình chuyển động theo phương x:

$$\frac{\partial Q_x}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{Q_x^2}{A}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{Q_xQ_y}{A}\right)+gA\frac{\partial \eta}{\partial x}-R_{bx}+E_x+\frac{F_x}{\rho}+\frac{\tau_{wx}}{\rho}$$
$$-\left(\beta+\frac{1}{3}\right)h^2\left(\frac{\partial^3 Q_x}{\partial t\partial x^2}+\frac{\partial^3 Q_y}{\partial t\partial x\partial y}\right)+h\frac{\partial h}{\partial x}\left(\frac{1}{6}\frac{\partial^2 Q_x}{\partial t\partial x}\right)$$
$$+\beta gh^2\left\{\frac{\partial h}{\partial x}\left(2\frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 \eta}{\partial y^2}\right)+\frac{\partial h}{\partial y}\frac{\partial^2 \eta}{\partial x\partial y}\right\}+\beta gh^2\left(\frac{\partial^3 \eta}{\partial x^3}+\frac{\partial^3 \eta}{\partial x\partial y^2}\right) \qquad (2)$$
$$+h\frac{\partial h}{\partial x}\left(\frac{1}{3}\frac{\partial^2 Q_x}{\partial t\partial x}+\frac{1}{6}\frac{\partial^2 Q_y}{\partial t\partial y}\right)$$

Phương trình chuyển động theo phương y:

$$\frac{\partial Q_x}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{Q_x Q_x}{A}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{Q_x Q_y}{A}\right)+gA\frac{\partial \eta}{\partial y}-R_{bx}+F_x+\frac{\tau_{sx}}{\rho}$$
$$=\left(\beta+\frac{1}{3}\right)h^2\left(\frac{\partial^3 Q_x}{\partial t\partial x\partial y}+\frac{\partial^3 Q_y}{\partial t\partial y^2}\right)+h\frac{\partial h}{\partial x}\left(\frac{1}{6}\frac{\partial^2 Q_x}{\partial t\partial y}\right) \quad (3)$$
$$+\beta g h^2\left\{\frac{\partial h}{\partial y}\left(\frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2}+2\frac{\partial^2 \eta}{\partial y^2}\right)+\frac{\partial h}{\partial x}\frac{\partial^2 \eta}{\partial x\partial y}\right\}+\beta g h^3\left(\frac{\partial^3 \eta}{\partial x^2\partial y}+\frac{\partial^3 \eta}{\partial y^3}\right)$$
$$+h\frac{\partial h}{\partial y}\left(\frac{1}{6}\frac{\partial^2 Q_x}{\partial t\partial x}+\frac{1}{3}\frac{\partial^2 Q_y}{\partial t\partial y}\right)$$

Trong đó, η là mực nước dao động bề mặt (m); Q_x, Q_y là lưu lượng trung bình theo độ sâu theo các phương x và y (m^3/s); t là thời gian (s); h là độ sâu mực nước tĩnh (m); g là gia tốc trọng trường (m/s^2); ρ là mật độ nước (kg/m^3); $\beta := 1/15$ là hệ số phân tán (Madsen và Sorensen, 1997) [9]; R_{bx}, R_{bx} là thành phần tiêu tán năng lượng do sóng vỡ theo phương x, y; d là độ sâu mực nước tức thời; b là chiều rộng tương đối của kênh truyền sóng trong mô phỏng sóng leo; τ_{sx}, τ_{sy} là thành phần ma sát đáy. F_x, F_y là lực cản của thực vật tác động lên chuyển động của sóng được mô tả dưới đây:

$$F_x=\frac{1}{2}\gamma C_{D-all}d_t\frac{Q_x\sqrt{Q_x^2+Q_y^2}}{d} \quad (4)$$

$$F_y=\frac{1}{2}\gamma C_{D-all}d_t\frac{Q_y\sqrt{Q_x^2+Q_y^2}}{d} \quad (5)$$

Với γ là mật độ cây trên một đơn vị diện tích và CD-all là hệ số lực kéo sinh ra do sóng tác dụng lên thực vật được tính toán tại mục 4, d_t là đường kính của cây.

Chi tiết về hệ phương trình, lý thuyết dải, điều kiện biên của sóng tàu cũng như kết quả kiểm nghiệm mô hình đã được trình bầy trong các công trình [1, 2, 5].

b. Áp lực sóng tàu

Trong nghiên cứu này, véc tơ áp lực sóng $\bar{F}$ được tính theo công thức như sau:

$$\bar{F}=\frac{1}{2}\rho A\bar{V}|\bar{V}| \quad (6)$$

Đây là tổng năng sóng theo độ sâu tác động lên một vật thể ảo với kích thước bề ngang và hệ số cản là một đơn vị, V là vận tốc dũng chảy sóng.

4. Phương pháp tính hệ số cản của thực vật

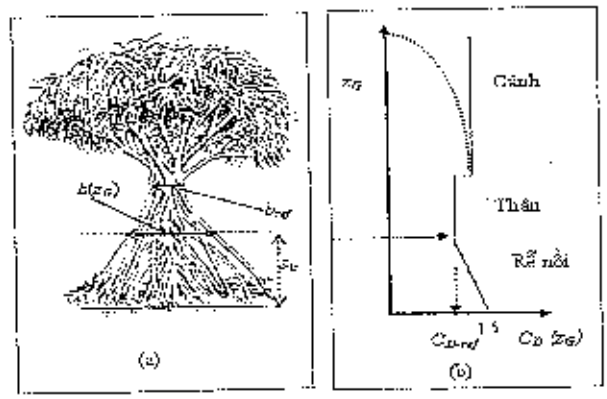
Tính toán hệ số cản của cây là bài toán rất phức tạp. Hầu hết các nghiên cứu trước đây chủ yếu xem xét cho trường hợp đơn giản cây hình trụ, khi đó hệ số cản phụ thuộc chính vào hệ số Reynolds. Trong nghiên cứu này, hệ số cản trung bình theo độ sâu CD-all của cây được tính theo phương pháp đơn giản của Tanaka và Sasaki (2007) [11]. Trong phương pháp này, ảnh hưởng của rễ nổi, cành và lá được xem xét, cụ thể như sau:

$$C_{D-all}(d)=C_{D-ref}\frac{1}{d}\int_0^d \alpha(z_G)\beta(z_G)dz_G \quad (7)$$

$$\alpha(z_G)=\frac{b(z_G)}{b_{ref}} \quad (8)$$

$$\beta(z_G)=\frac{C_D(z_G)}{C_{D-ref}} \quad (9)$$

Trong đó $b_{(zG)}$ và $C_{D(zG)}$ là hình chiếu bề ngang (bao gồm cả đường kính rễ và cành) và hệ số cản của cây tại độ cao zG tính từ mặt đất, bref và $C_{D\text{-}ref}$ là độ rộng bề ngang và hệ số cản của cây tính tại độ cao quy ước (ZG=1.2m). Giá trị $C_{D(zG)}$ thay đổi theo độ cao của cây như trên hình 4(b). Theo đó $C_{D(zG)}$ đạt giá trị lớn nhất tại gốc do có sự tham gia của nhiều rễ cây.



Hình 2. Minh họa các hệ số (a) b(zG) và bref, (b) CD(zG) và CD-ref (Tanaka và Sasaki, 2007) [tài liệu tham khảo].

5. Kết quả tính toán phân tích

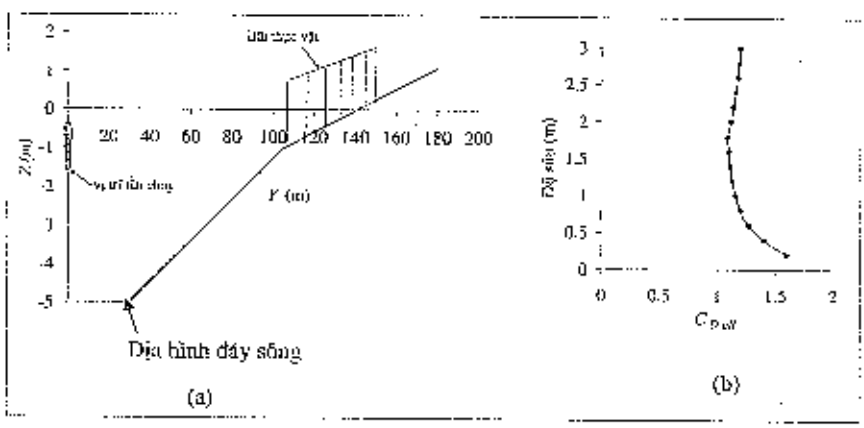
a. Điều kiện tính toán

Để nghiên cứu ảnh hưởng của các đặc trưng thực vật tới quá trình suy giảm độ cao sóng leo và năng lượng sóng tàu, tất cả các tính toán dưới đây

được thực hiện chung trên một đoạn sông với mặt cắt ngang như trên hình 3(a). Với, bề rộng sông L=300m, độ sâu tại trung tâm H_0=5m, chiều dài đoạn sông dùng tính toán mô phỏng L_0=1500m. Có thể nói đây là sông có kích thước nhỏ, thuộc dạng sông phổ biến trên đồng bằng Sông Cửu Long. Bãi thực vật được giả thiết phân bố bên phía bờ phải theo hướng tàu chạy, cây hình trụ với đường kính d=0.35m, phân bố đều và bắt đầu tại khoảng cách 115m tính từ tâm sông. Tàu với kích cỡ nhỏ nhưng vận tốc lưu thông lớn được chọn với các thông số cụ thể như sau: chiều dài tàu là 21.75 m, chiều rộng tàu 8.5 m; ngấn nước 2.0 m và hệ số hình dạng tàu được lấy là 0.9, vận tốc lưu thông U=5.33m/s. Một số điều kiện khác nhau của kích thước bãi thực và mật độ cây được sẽ được tính toán và phân tích dưới đây.

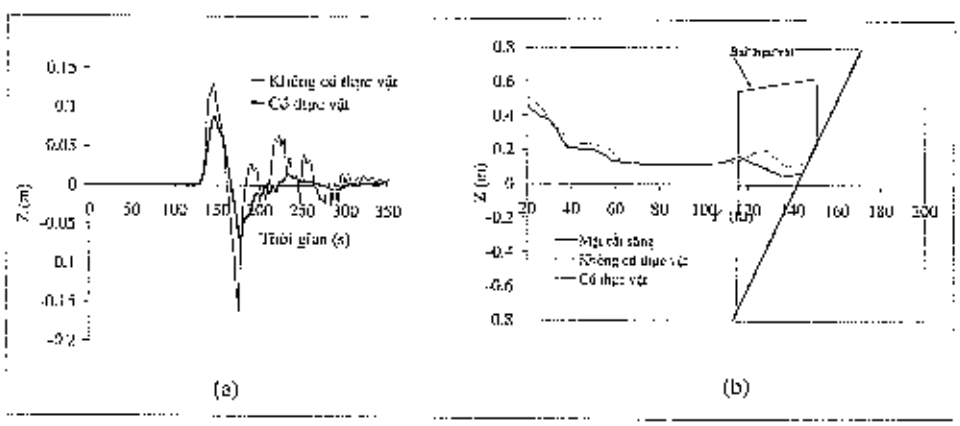
b. Các đặc trưng và hệ số cản của cây cọ nước

Trong nghiên cứu này, cây cọ nước (Nipa palm) hình 1(b), một loài cây phổ biến mọc tại vùng ven bờ các sông trên đồng bằng sông Cửu Long được lựa chọn. Hình 3(b) phân bố theo phương thẳng đứng hệ số cản CD-all của cây cọ nước với các đặc trưng của cây như sau: Độ cao cây H_{Tree}=3.0 m (trong đó rễ cao 0.5m, thân 2.5m), đường kính thân tại vị trí quy ước (H_{ref}=1.2m) b_{ref}=0.35 m, hệ số cản tại vị trí tham chiếu C^{Dref}=1.0. Hệ số này được lựa chọn đối với thân hình trụ và trong điều kiện hệ số Reynolds cỡ 10^3, đây là cỡ giá trị đặc trưng thủy lực trong sông khi có sóng tầu. Như vậy, hệ số CD-all thay đổi theo độ cao của cây theo xu thế giảm dần từ gốc tới ngọn.



Hình 3. (a) Một nửa mặt cắt ngang của sông, (b) phân bố theo phương thẳng đứng của hệ số cản của cây, CD-all

c. Ảnh hưởng của thực vật tới sự lan truyền sóng tàu



Hình 4. (a) Dao động sóng trong trường hợp có và không có bãi thực vật, (b) Phân bố độ cao đỉnh sóng dọc theo mặt cắt sông - trường hợp có và không có bãi thực vật.

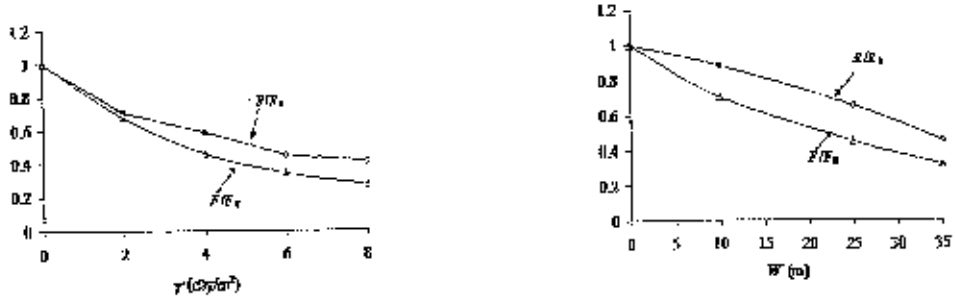
Kết quả tính toán dao động sóng theo thời gian cho trường hợp có và không có thực vật tại vị trí theo phương ngang (Y) cách mép nước 5m và theo phương tàu dịch chuyển (X) 1000m tính từ vị trí tàu xuất phát được thể hiện trên hình 4(a). Trong đó, điều kiện của bãi thực vật: bề rộng 35 m, mật độ cây 4 cây/m^2. Có thể nhận thấy rằng, con sóng đầu tiên có độ cao lớn nhất trong các sóng sinh ra do tàu lan truyền vào. Điều này cũng phù hợp với một số quan trắc thực tế về sóng tàu, trong trường hợp tàu nhỏ di chuyển với vận tốc lớn trong sông có kích thước hẹp. Kết quả tính toán cũng cho thấy do có thực vật, độ cao đỉnh sóng giảm 30% so với trường hợp không có thực vật.

Hình 4(b) biểu diễn phân bố độ cao sóng tàu dọc theo mặt cắt ngang của sông tại khoảng cách 1000m tính từ điểm suất phát. Đây là vị trí mặt cắt mà sóng tàu đã đạt đến độ cao lớn nhất. Kết quả tính toán cho thấy, trong trường hợp không có bãi thực vật, độ cao sóng tàu tăng dần khi truyền vào vùng nước nông ven bờ, tới một giá trị tới hạn sóng bị vỡ. Trong trường hợp có tồn tại bãi thực vật, do hiệu ứng phản xạ với cây, độ cao sóng tăng nhẹ phía trước và suy giảm đáng kể phía trong bãi thực vật. Giá trị độ cao sóng leo giảm khoảng 46% khi so sánh với trường hợp không có bãi thực vật. Tại vùng nước sâu hơn phía ngoài bãi thực vật, độ cao sóng hầu như không có sự khác biệt giữa 2 trường hợp.

d. Ảnh hưởng của mật độ cây và bề rộng bãi thực vật

Ảnh hưởng của mật độ cây tới suy giảm năng lượng sóng tàu và độ cao sóng leo được tính toán phân tích cho các trường hợp mật độ cây γ =0, 2, 4, 6 và 8 cây/m^2 trong cùng một điều kiện bề rộng của bãi thực vật W=35m. Hình 5(a) biểu diễn mối liên hệ giữa đại lượng không thứ nguyên của năng lượng sóng tàu (F/F_0), độ cao sóng leo (R/R_0) với mật độ cây. Ở đây vị trí tính áp lực sóng và độ cao sóng tại ngay mép nước. Trong đó, chỉ số "0" là trường hợp không có bãi thực vật. Kết quả tính toán cho thấy, năng lượng sóng và độ cao sóng leo suy giảm tuyến tính với mật độ cây. Với cùng một điều kiện của bãi thực vật, năng lượng sóng suy giảm mạnh hơn độ cao sóng leo. Với mật độ cây γ =8 cây/m^2 có thể làm suy giảm tới 73% và 59% năng lượng sóng và độ cao sóng leo tương ứng.

Mức độ suy giảm năng lượng sóng và độ cao sóng leo theo kích thước bãi thực vật được tính toán phân tích cho 4 trường hợp W =0, 10, 25 và 35 m, trong trường hợp mật độ cây γ = 2cây/m^2. Hình 5(b) biểu diễn mối liên hệ giữa đại lượng không thứ nguyên của năng lượng sóng tàu (F/F_0), độ cao sóng leo (R/R_0) với kích thước bãi thực vật. Kết quả tính toán cho thấy, cũng giống như ảnh hưởng của mật độ cây, kích thước bãi thực vật càng tăng thì mức độ suy giảm năng lượng và độ cao sóng leo càng lớn, năng lượng sóng suy giảm mạnh hơn so với độ cao sóng leo. Với mặt kích thước bãi thực vật W=35m có thể suy giảm tới 69% và 55% năng lượng sóng và độ cao sóng leo tương ứng.



Hình 5. Mức độ suy giảm của năng lượng sóng (F/F_0) và độ cao sóng leo (R/R_0) theo (a) mật độ cây (γ), (b) kích thước bãi thực vật (W).

Trên đây là một số kết quả tính toán khả năng làm suy giảm năng lượng sóng và độ cao sóng leo bởi hệ thực vật ven sông do tác động của sóng tàu cho trường hợp cây cọ nước có phân bố đều ở ven sông. Ảnh hưởng của mật độ cây và kích thước bãi thực vật được tính toán và phân tích. Tính toán cho

điều kiện thực tế với một đoạn sông và loài thực vật khác cũng như ảnh hưởng của kích cỡ và vận tốc lưu thông của tàu sẽ được đề cập trong các nghiên cứu tiếp theo.

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, khả năng làm suy giảm sóng tàu (năng lượng sóng và độ cao sóng leo) bởi hệ thực vật ven sông đó được nghiên cứu bằng mụ hình số trị. Một số kết quả nghiên cứu được tóm tắt như sau:

Mô hình tính toán quá trình phát sinh, lan truyền qua bãi thực vật ven sông của sóng tàu đã được nghiên cứu và phát triển dựa trên hệ phương trình Boussinessq 2 chiều. Năng lượng sóng và độ cao sóng leo đã được tính toán và phân tích với các đặc trưng thực vật khác nhau của loài cọ nước, một loài thực vật mọc phổ biến tại ven bờ các sông thuộc đồng bằng Sông Cửu Long. Trong đó, hệ số cản của cây cọ nước đã được tính toán cho trường hợp xem xét đến ảnh hưởng của rễ, thân và nhánh.

Mật độ cây và kích thước bãi thực vật có tác dụng rất đáng kể tới quá trình suy giảm năng lượng sóng và độ cao sóng leo,mức độ suy giảm của năng lượng sóng lớn hơn mức độ suy giảm của độ cao sóng leo. Với mật độ cây γ =8 cây/m^2, bề rộng bãi thực vật W=35m có thể suy giảm tới 73% và 59% năng lượng sóng và độ cao sóng leo tương ứng.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Xuân Hiển (2008). "Nghiên cứu ảnh hưởng của thực vật tới sự lan truyền của sóng bằng mô hình số trị". Tạp chí Khí tượng Thủy văn, Số 573, trang 27-34.

2. Nguyễn Bá Thủy, Bùi Mạnh Hà, Trần Đức Trứ, Bùi Minh Tuân (2006). Nghiên cứu quỏ trăinh phỏt triển và lantruyền của sóng tàu trong vùng ven bờ. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, số 534 (2006), trang 23-26.

3. Nguyễn Bá Thủy, Nguyễn Xuân Hiển, Vũ Hải Đăng (2013). Nghiên cứu khả năng suy giảm sóng tầu bởi hệ thực vật ven sông bằng mô hình số trị. Hội thảo khoa học Viện Khí tượng Thủy văn và Môi trường lần thứ 16, tháng 6 năm 2013 (đã được chấp nhận, đang chờ đăng).

4. Chen, X. N. and Sharma, S. D. (1995). "A slender ship moving at a near - critical speed in a shallow channel". J. Fluid Mech., vol 291, pp. 263-285.

5. Dam, K. T., Tanimoto, K., Thuy, N. B., and Akagawa, Y. (2006). "Numerical study of propagating of ship waves on a sloping coast". Ocean Eng., vol 33, pp. 350-364.

6. Dong, G.H., Sun L., Zong Z., Zhao Y.P (2009). Numerical analysis of the forces exerted on offshore structures by ship waves. Ocean Eng., vol 36, pp. 468-478.

7. Kirkegaard, J., Hansen, H.K. and Elfrink, B., (1998). Wake wash of high-speed craft in coastal areas, Coastal Engineering 1998, ASCE, 3258-3273.

8. Jonas Althage (2010). Ship-Induced Waves and Sediment Transport in Göta River, Sweden. Master thesis in Lund University.

9. Madsen, P.A., Sørensen, O.R., 1992. A new form of Boussinesq equations with improved linear dispersion-characteristics. Part 2: a slowly-varying bathymetry. Coastal Eng. 18, 183–204.

10. Nakase, H., Shimatani, M. and Sekimoto, T., (1999). Distribution conditions of zoestera under the influence of ship generated waves. Proc. Coastal Eng., Vol. 46. 1196-1200.

11. [8]. Tanaka, N., and Sasaki, Y., (2007). Limitation of coastal vegetation in the 2004 Indian Ocean tsunami and 2006 Java tsunami, Proc. IAHR 32nd Congress (CDROM).

12. Tanimoto, K., Kobayashi, H. and Ca, V. T. (2000). "Ship wave in shallow and narrow channel". Proc. Conf. on Coastal Eng., ASCE, Australia, vol 2, pp.1141-1154.

TẠP CHÍ

ISSN 0866 - 87

Số 613 - Tháng 01 20

KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Scientific and Technical Hydro-Meteorological Journal

TRUNG TÂM KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN QUỐC GIA

National Hydro-Meteorological Service of Vietnam

Số 613 * Tháng 01 năm 2012

TẠP CHÍ KHÍ TƯỢNG THUỶ VĂN

TỔNG BIÊN TẬP
TS. Bùi Văn Đức
PHÓ TỔNG BIÊN TẬP
TS. Nguyễn Kiên Dũng
TS. Nguyễn Đại Khánh

ỦY VIÊN HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

1. GS.TSKH. Nguyễn Đức Ngữ
2. PGS.TS. Trần Thục
3. PGS.TS. Nguyễn Văn Thắng
4. PGS.TS. Trần Hồng Thái
5. PGS.TS. Lã Thanh Hà
6. PGS.TS. Hoàng Ngọc Quang
7. PGS.TS. Nguyễn Viết Lành
8. PGS.TS. Vũ Thanh Ca
9. PGS.TS. Nguyễn Kỳ Phùng
10. GS.TS.Phan Văn Tân
11. TS. Bùi Minh Tăng
12. TS. Hoàng Đức Cường
13. TS. Dương Văn Khảm
14. TS. Đặng Thanh Mai
15. TS. Dương Hồng Sơn
16. TS. Ngô Đức Thành
17. TS. Nguyễn Văn Hải
18. KS. Trần Văn Sáp

Thư kí tòa soạn
TS. Trần Quang Tiến
Trị sự và phát hành
CN. Phạm Ngọc Hà
Giấy phép xuất bản
Số: 92/GP-BTTTT - Bộ Thông tin Truyền thông cấp ngày 19/01/2010

Thiết kế, chế bản và in tại:
Công ty TNHH Mỹ thuật Thiên Hà
ĐT: 04.3990.3769 - 0912.565.222

Tòa soạn
Số 4 Đặng Thái Thân - Hà Nội
Văn phòng 24C Bà Triệu, Hoàn Kiếm, Hà Nội
Điện thoại: 04.37868490; Fax: 04.39362711
Email: tapchikttv@yahoo.com

Bìa: Lãnh đạo Trung tâm KTTV quốc gia chụp ảnh lưu niệm với Nguyên PTGĐ Trần Văn Sáp

Giá bán: 17.000 đồng

Trong số này

Nghiên cứu và trao đổi

1 **Tổng giám đốc Trung tâm KTTV Quốc gia gửi Thư chúc mừng năm mới.**

2 ThS.NCS. **Lương Hữu Dũng:** Biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến ngập lụt và xâm nhập mặn ở Kiên Giang và Cà Mau

7 **Nguyễn Đính, Lê Đình Thành:** Hiện trạng khai thác, sử dụng và quản lý tài nguyên nước mặt lưu vực sông Hương

14 TS. **Nghiêm Trung Dũng**, KS. **Đinh Thu Hằng,** KS. **Nguyễn Thành Dương:** Nghiên cứu ứng dụng chỉ số chất lượng không khí (AQI) để phục vụ cho công tác quản lý chất lượng không khí

19 ThS. **Trịnh Tuấn Đạt**, TS. **Nguyễn Tài Hợi:** Nghiên cứu và khảo sát mực nước dài ngày phục vụ công tác dự tính thủy triều hàng năm cho khu vực cảng biển Nghi Sơn (Thanh Hóa) và Dung Quất (Quảng Ngãi)

27 TS. **Nguyễn Bá Thủy**, CN. **Nguyễn Thanh Trang,** ThS. **Nguyễn Quốc Trinh**, CN. **Bùi Mạnh Hà:** Tính toán phân tích dao động mực nước trong một số cảng biển có hình dạng khác nhau bằng mô hình số trị

32 PGS.TS. **Lã Thanh Hà**, TS. **Dương Văn Khảm**,PGS.TS. **Lê Huy Hà:** Áp dụng mô hình thủy lực MIKE 11 để đánh giá nguy cơ xâm nhập mặn theo kịch bản nước biển dâng tỉnh Nam Định

40 PGS.TS. **Lã Thanh Hà**, ThS. **Hoàng Văn Đại**,ThS.**Văn Thị Hằng**, ThS. **Lê Thị Mai Vân:** Phương pháp xác định ngưỡng mưa phục vụ cảnh báo nguy cơ xuất hiện lũ quét cho khu vực miền núi Bắc Bộ

Sự kiện & Hoạt động

46 Đài Khí tượng Thủy văn khu vực đồng bằng Bắc Bộ đón nhận Huân chương Lao động hạng 3 và Bằng khen của Thủ tướng Chính phủ

50 Gặp mặt cán bộ hưu trí Khí tượng Thủy văn

Tổng kết tình hình khí tượng thủy văn

52 Tóm tắt tình hình khí tượng, khí tượng nông nghiệp, thủy văn tháng 12 năm 2011.

Trung tâm Dự báo KTTV Trung ương, (Trung tâm KTTV Quốc gia) **Trung tâm Nghiên cứu KTNN** (Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường)

60 Thông báo kết quả quan trắc môi trường không khí tại một số tỉnh, thành phố tháng 12-2011 (**Trung tâm Mạng lưới Khí tượng Thủy văn và Môi trường**)

TÍNH TOÁN PHÂN TÍCH DAO ĐỘNG MỰC NƯỚC TRONG MỘT SỐ CẢNG BIỂN CÓ HÌNH DẠNG KHÁC NHAU BẰNG MÔ HÌNH SỐ TRỊ

TS. **Nguyễn Bá Thủy**, CN. **Nguyễn Thanh Trang**
ThS. **Nguyễn Quốc Trinh**, CN. **Bùi Mạnh Hà**
Trung tâm Dự báo Khí tượng Thủy văn Trung Ương

Trong bài báo này dao động mực nước trong một số cảng biển có hình dạng kiểu mẫu cơ bản khác nhau như chữ I, T và L được tính toán và phân tích bằng mô hình số trị dựa trên phương trình sóng dài phi tuyến 2 chiều. Khả năng tính toán của mô hình đã được kiểm chứng với số liệu thí nghiệm trong máng sóng. Kết quả tính toán và phân tích cho thấy hệ số khuyếch đại dao động mực nước trong cảng không những phụ thuộc vào chu kỳ dao động của sóng dài ngoài khơi mà còn phụ thuộc vào hình dạng đường bờ và địa hình cảng. Trong dải chu kỳ sóng tính toán có sự xuất hiện 2 lần đỉnh của hệ số khuyếch mực nước..

1. Mở đầu

Nghiên cứu tính toán dao động mực nước trong cảng biển để phát hiện những dao động lớn (hay thường gọi là dao động dị thường) đã được tiến hành từ rất lâu. Đã có nhiều lý thuyết và công thức giải tích được đưa ra để tính toán phân tích như các công trình của Mile và Munk,1961; Hwang. and Tuck, 1970; vv... Với nghiên cứu thực nghiệm (thực hiện trong máng sóng), Ippen và Goda, 1963 và Horikawa và các cộng sự, 1969 đã thực hiện các thí nghiệm nghiên cứu dao động mực nước trong cảng có dạng hình chữ T, ở đó hệ số khuyếch đại của dao động mực nước gây bởi các sóng dài có chu kỳ khác nhau được phân tích. Kết quả của các thí nghiệm này đã góp phần giải thích cơ chế cộng hưởng của các sóng dài trong cảng cũng như được dùng để so sánh và hiệu chỉnh với các kết quả tính toán bằng phương pháp giải tích và mô hình số. Trong những năm gần đây mô hình số trị đã được phát triển rộng rãi và ứng dụng vào nghiên cứu dao của mực nước trong cảng biển như nghiên cứu của S. Hsiao, và Hui M. F.

Trong nghiên cứu này, mô hình số trị mô phỏng dao động mực nước trong cảng biển dựa trên hệ phương trình sóng dài hai chiều được phát triển. Khả năng tính toán của mô hình đã được kiểm chứng với số liệu thí nghiệm trong máng sóng. Mô hình sau đó áp dụng vào tính toán dao động mực nước trong một số cảng biển có hình dạng kiểu mẫu cơ bản khác nhau nhằm phát hiện những dao động mực nước dâng dị thường và chu kỳ sóng gây dao động tương ứng.

2. Mô hình tính toán dao động mực nước trong cảng biển

Mô hình tính toán dao động mực nước trong cảng biển được được phát triển dựa trên phương trình sóng dài hai chiều (8), hệ các phương trình được diễn tả dưới đây:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t}+\frac{\partial Q_x}{\partial x}+\frac{\partial Q_y}{\partial y}=0 \qquad (1)$$

$$\frac{\partial Q_x}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{Q_x^2}{d}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{Q_xQ_y}{d}\right)+gd\frac{\partial \zeta}{\partial x}+\frac{\rho g n^2}{\rho d^{7/3}}Q_x\sqrt{Q_x^2+Q_y^2}+Q_x\sqrt{Q_x^2+Q_y^2}$$
$$-2\frac{\partial}{\partial x}\left(\nu_e\frac{\partial Q_x}{\partial x}\right)-\frac{\partial}{\partial y}\left(\nu_e\frac{\partial Q_x}{\partial y}\right)-\frac{\partial}{\partial y}\left(\nu_e\frac{\partial Q_y}{\partial x}\right)=0 \qquad (2)$$

$$\frac{\partial Q_y}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{Q_xQ_y}{d}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{Q_y^2}{d}\right)+gd\frac{\partial \zeta}{\partial y}+\frac{\rho g n^2}{\rho d^{7/3}}Q_y\sqrt{Q_x^2+Q_y^2}+Q_y\sqrt{Q_x^2+Q_y^2}$$
$$-2\frac{\partial}{\partial y}\left(\nu_e\frac{\partial Q_y}{\partial y}\right)-\frac{\partial}{\partial x}\left(\nu_e\frac{\partial Q_y}{\partial x}\right)-\frac{\partial}{\partial x}\left(\nu_e\frac{\partial Q_x}{\partial y}\right)=0 \qquad (3)$$

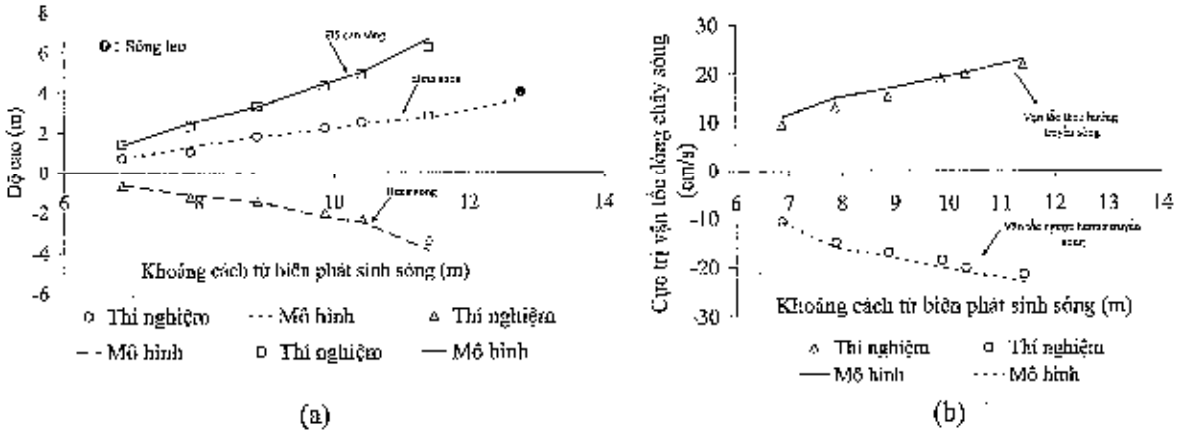
Người đọc phản biện: TS. ***Trần Quang Tiến***

Ở đây, Qx Qy là lưu lượng nước theo phương x và y, t là thời gian, d là tổng độ sâu ($d = h + \zeta$), h là độ sâu ban đầu, ζ là dao động mực nước trên độ cao trung bình, g là gia tốc trọng trường, ρ là mật độ nước biển, n là hệ số nhám (n=0.025 trong tính toán này) ve là hệ số rối được tính từ mô hình rối SDS (được mô tả chi tiết trong công trình [9]). Hệ phương trình trên được giải bằng phương pháp sai phân hữu hạn. Tại biên truyền sóng ngoài khơi, các sóng hình sin với độ cao và chu kỳ được xác định. Với các biên lỏng khác, điều kiện phát xạ được áp dụng, trong khi đó điều kiện biên di động được áp dụng tại các biên cứng.

3. Kết quả tính toán kiểm chứng mô hình

Trước khi áp dụng mô hình vào tính thực tế, mô hình cần được tính toán kiểm chứng để đánh giá khả năng và độ tin cậy. Trong nghiên cứu này, các tác giả đã sử dụng kết quả thí nghiệm của Tanaka và các cộng sự năm 2009 về sự lan truyền của sóng dài trong kênh có độ rốc thoải để kiểm chứng kết quả độ cao sóng (bao gồm cả sóng leo) và dòng chảy. Các điều kiện của thí nghiệm này được mô tả chi tiết trong công trình nghiên cứu [8].

Hình 1 (a) và (b) biểu diễn so sánh giữa kết quả tính toán của mô hình với số liệu thí nghiệm về độ cao (đỉnh, bụng và độ cao sóng) và vận tốc dòng chảy do sóng. Khi sóng truyền từ vùng nước sâu vào vùng nước nông, độ cao sóng và vận tốc dòng sóng chảy tăng lên do ảnh hưởng của hiệu ứng nước nông trong điều kiện thí nghiệm này. Các kết quả tính toán rất phù hợp với các số liệu thí nghiệm.



(a) (b)

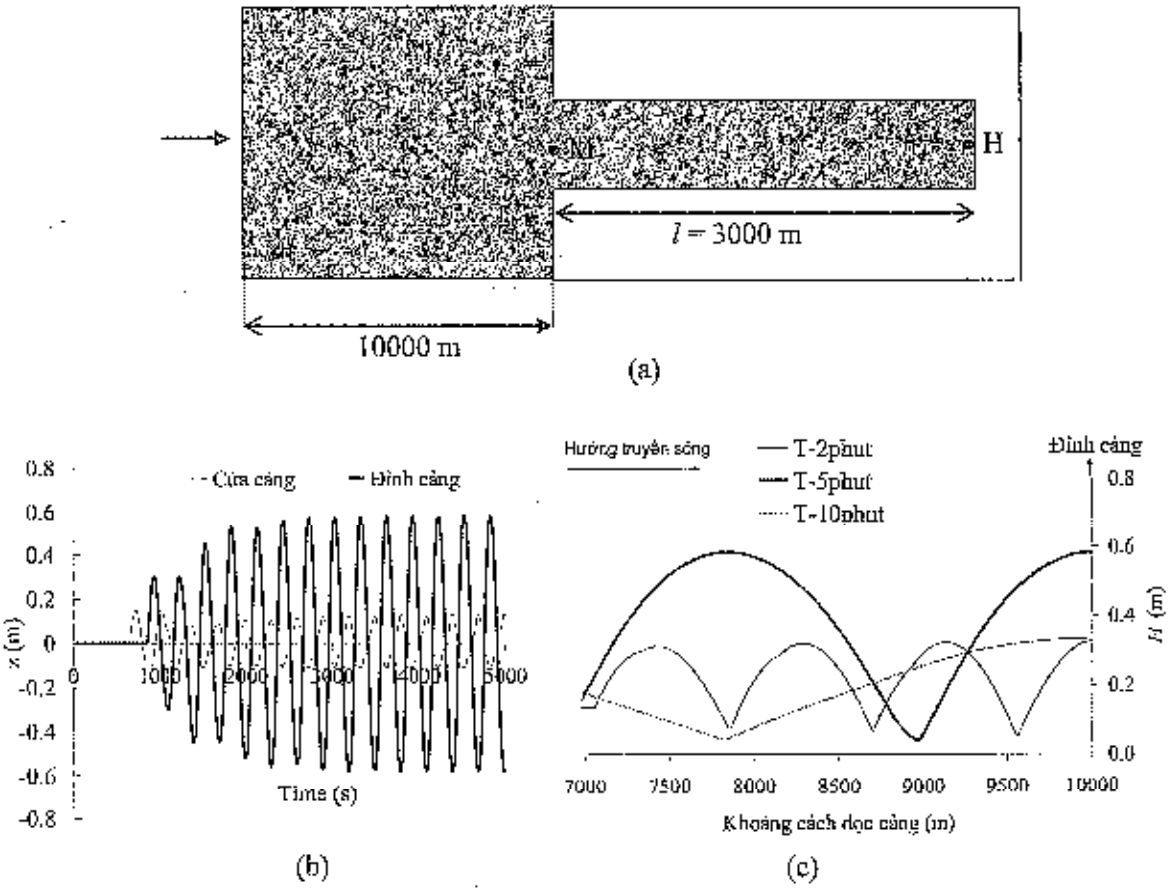
Hình. 1. So sánh giữa kết quả tính toán bằng mô hình với số liệu thí nghiệm dọc theo máng sóng. (a) đỉnh sóng, chân sóng và độ cao sóng dọc theo máng sóng, (b) vận tốc dòng chảy.

4. Áp dụng tính toán dao động mực nước trong một số cảng biển có hình dạng khác nhau

Độ cao mực nước trong cảng biển không những phụ thuộc vào độ cao của sóng ngoài khơi truyền vào mà đặc biệt phụ thuộc vào chu kỳ sóng. Không phải chu kỳ sóng nào cũng gây mực nước cao một cách dị thường trong cảng mà chỉ những sóng có chu kỳ trùng với chu kỳ dao động riêng của cảng. Do vậy, để phân tích dao động mực nước trong các cảng biển có hình dạng kiểu mẫu cơ bản khác nhau, trong tất cả các tính toán ở dưới đây đều sử dụng chung điều kiện sóng dài có độ cao Hi=20 cm, trong khi đó chu kỳ sóng được thay đổi nhằm xác định những chu kỳ gây cộng hưởng mực nước lớn nhất và hệ số khuyếch đại tương ứng. Cần nhấn mạnh rằng, các tham số sóng (độ cao và chu kỳ) lựa chọn trong nghiên cứu này là những giá trị thường ghi nhận được khi tiến hành các quan trắc các sóng dài ngoài khơi do các quá trình nhiễu động khí quyển gây nên [7]. Hệ số khuyếch đại mực nước là tỷ số giữa độ cao sóng do sự cộng hưởng tại các điểm tính toán trong cảng và độ cao sóng tại biên truyền vào.

Trước hết dao động mực nước trong cảng biển có hình chữ I như trên hình 3(a) được tính toán phân tích. Trong đó, chiều dài cảng (l) và bề rộng

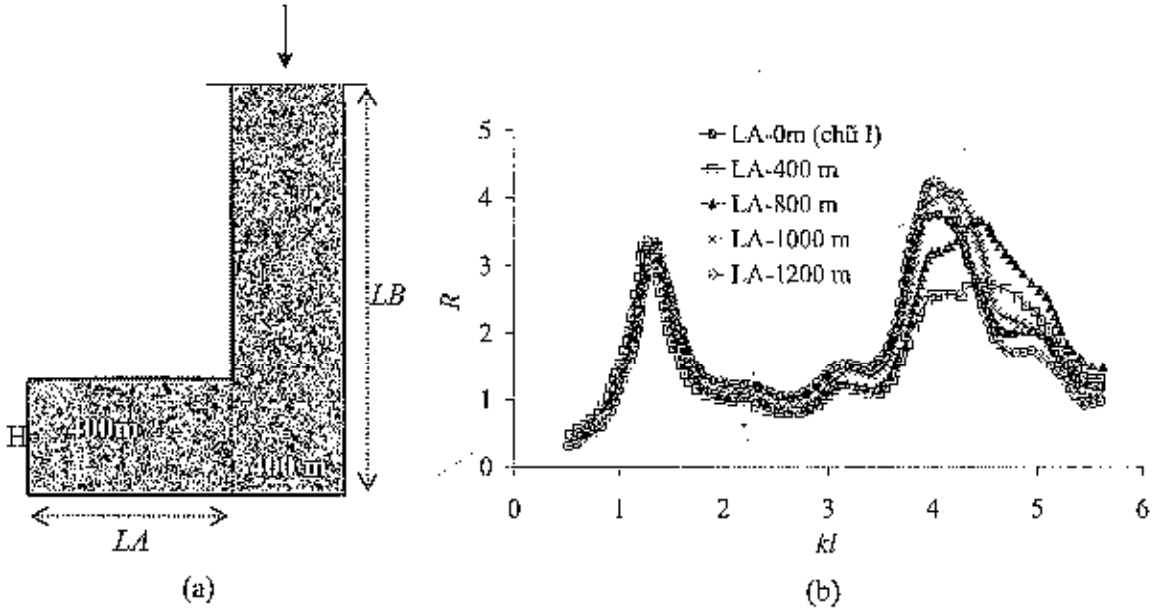
cảng (w) tương ứng là 3000 m và 400 m. Biến thiên mực nước tại điểm M (cửa cảng) và điểm H (đỉnh cảng) được biểu diễn trên hình 3(b) cho trường hợp chu kỳ sóng tại biên là 5 phút. Có thể nhận thấy rằng do sự cộng hưởng của các sóng dài trong cảng, mực nước cao nhất tại đỉnh cảng dâng cao gấp 5.8 lần so với mực nước cao nhất tại cửa cảng. Hình 3(c) biểu diễn các giá trị mực nước lớn nhất dọc theo cảng cho 3 trường hợp của chu kỳ sóng tại biên là 3.0, 5.0 và 10.0 phút. Có thể thấy rằng, dao động mực nước dọc theo cảng có dạng hình sóng đứng do hiệu ứng phản xạ tại biên cứng nơi đỉnh cảng và độ cao mực nước trong cảng phụ thuộc vào chu kỳ của sóng tới.



Hình 2. (a) Sơ đồ cảng biển hình chữ l và các điểm tính toán phân tích, (b) Dao động mực nước tại cửa (điểm M) và đỉnh cảng (điểm H), (c) Độ cao mực nước dọc cảng với các chu kỳ sóng ngoài biển là 3, 5, và 10 phút.

a. Dao động mực nước trong cảng biển có dạng hình chữ L

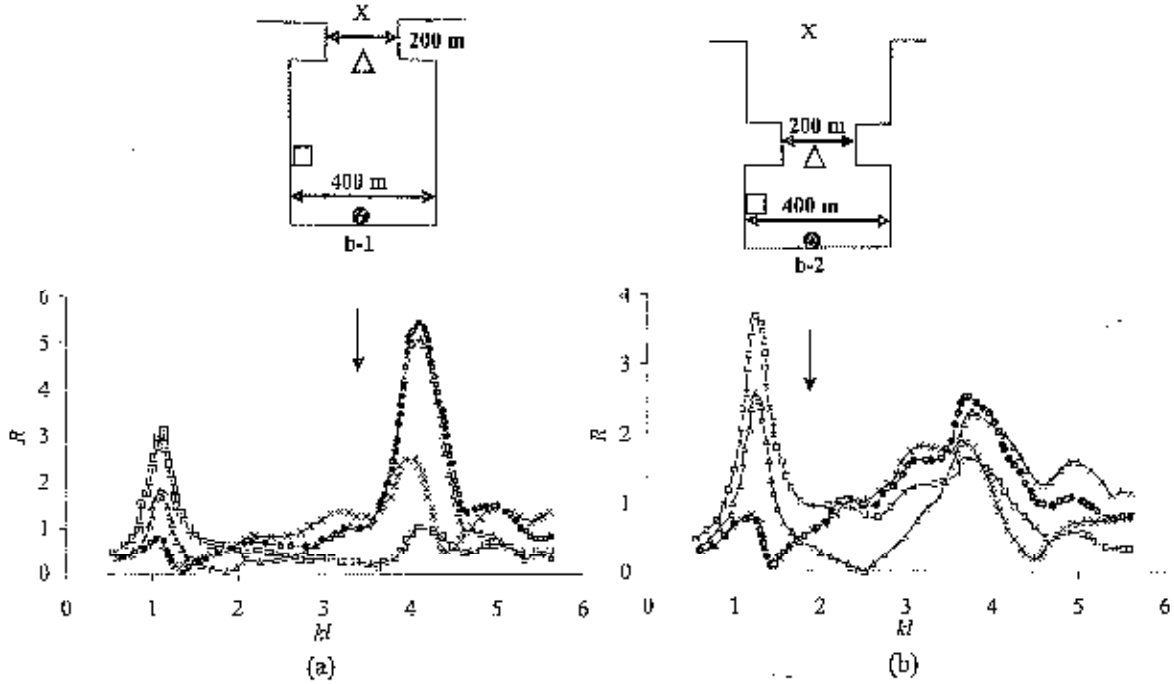
Một số cảng biển hình chữ L có bề rộng 400 m và chiều dài cảng như nhau (LA+LB+400 m=2400 m), tuy nhiên vị trí tại điểm uốn của chữ L (độ dài LA và LB) là khác nhau, cụ thể trong nghiên cứu này LA=800, 1000, 1200 và 2400 m (trên hình 3(a)). Kết quả tính toán hệ số dao động mực nước tại điểm H theo các chu kỳ sóng tới được biểu diễn như trên hình 3(a). Ở đây, kl là đại lượng không thứ nguyên của số sóng ($kl = 2\pi l / T\sqrt{gh}$) , kl phụ thuộc vào chu kỳ sóng. Kết quả tính toán cho thấy các giá trị của R biến đổi theo chu kỳ sóng và trong giải chu kỳ tính toán có sự xuất hiện 2 lần của đỉnh R và giá trị ở đỉnh thứ hai cao hơn khi vị trí điểm uốn của cảng (chữ L) gần với cửa cảng. Hệ số lớn nhất R= 4.5 cho trường hợp LA=1200 m.



Hình 3. (a) Sơ đồ cảng biển hình chữ L và điểm tính toán phân tích, (b) Hệ số khuyếch đại mực nước R theo các chu kỳ sóng tới.

b. Dao động mực nước trong cảng biển có dạng hình chữ I

Hình 4, (a) minh họa 2 cảng biển kiểu hình chữ I và vị trí các điểm tính toán phân tích, ở đó vị trí khoảng hẹp (tính từ của cảng) được thay đổi.



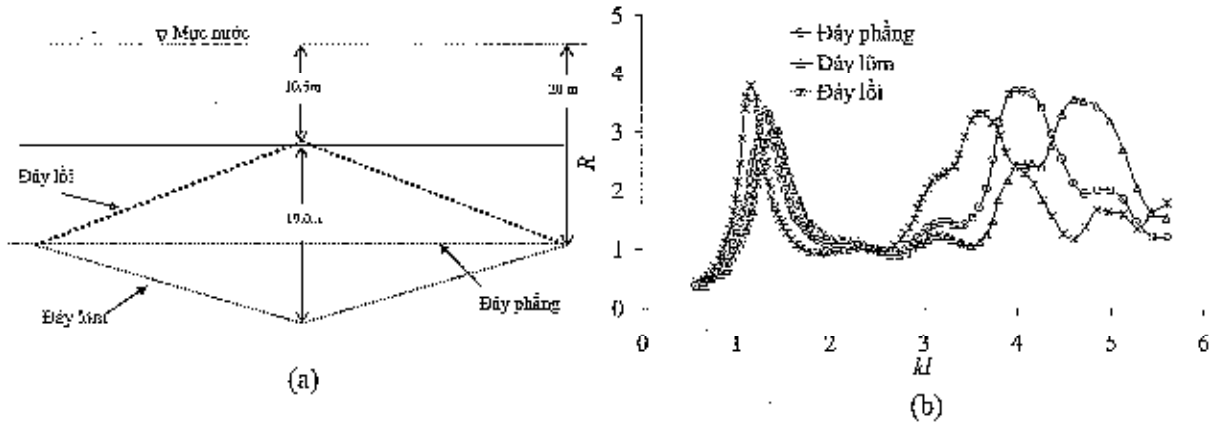
Hình 4. (a) Sơ đồ cảng biển hình chữ I và điểm tính toán phân tích, (b) Hệ số khuyếch đại mực nước R theo các chu kỳ sóng.

Hình 4 (b) biểu diễn mối liên hệ của hệ số khuyếch đại R với chu kỳ sóng tới tại một số vị trí tính toán. Có thể thấy rằng độ cao mực nước có sự khác biệt khá lớn tại các điểm trong cảng. Giá trị của hệ số khuyếch đại R lớn nhất tại vị trí đỉnh cảng xuất hiện tại đỉnh thứ 2 cho trường hợp khoảng hẹp gần của cảng và đỉnh thứ nhất khi vị trí của khoảng hẹp được lùi vào cửa cảng. Có nghĩa là

những sóng có chu kỳ dài hơn sẽ gây dao động mực nước lớn khi khoảng hẹp của cảng gần với đỉnh cảng và ngược lại.

c. Ảnh hưởng của địa hình đáy tới dao động mực nước trong cảng

Để nghiên cứu ảnh hưởng của địa hình đáy đến dao động mực nước trong cảng biển, 3 dạng địa hình đáy là: đáy phẳng, lồi và lõm cho trường hợp hợp cảng biển hình chữ I với kích thước chiều dài 2000 m, chiều rộng 400 m được tính toán và phân tích. Độ sâu trong trường hợp đáy phẳng là 20 m, đây cũng là giá trị độ sâu tại cửa và đỉnh cảng trong trường hợp đáy lồi và lõm. Trong trường hợp đáy lồi, độ sâu nhỏ nhất tại giữa cảng là 10,5 m và thoải dần về 2 phía cửa và đỉnh cảng. Với trường hợp đáy lõm, độ sâu lớn nhất tại giữa cảng là 29,5 m và tăng dần về 2 phía cửa và đỉnh cảng (Hình 5(a)). Kết quả tính toán hệ số dao động mực nước ở đỉnh cảng được trình bầy như trên hình 5(b). Với trường hợp đáy lồi, cả hai đỉnh của hệ số khuyếch đại đều xuất hiện tại những sóng có chu kỳ lớn hơn so với trường hợp đáy phẳng và trong trường ngược lại với đáy lõm. Kết quả cũng cho thấy trong trường hợp này ảnh hưởng của độ sâu không tạo ra sự khác biệt nhiều về hệ số khuyếch đại mực nước.



Hình 5. (a) Địa hình cảng biển hình chữ I , (b) Hệ số khuyếch đại mực nước theo các chu kỳ sóng.

Trên đây là những tính toán dao động mực nước tại các cảng biển có hình mẫu cơ bản khác nhau ở dạng giả định. Trong các nghiên cứu tiếp theo, dao động mực nước trong một số vùng biển nửa kín và cảng biển Việt Nam, ở đó có quan sát thấy hiện tượng mực nước dâng dị thường sẽ được tính toán phân tích.

5. Kết luận

Trong nghiên cứu này, mô hình sóng dài dựa trên phương trình nước nông 2 chiều được phát triển để tính toán dao động mực nước trong cảng biển. Khả năng tính toán của mô hình đã được kiểm chứng với các số liệu trong máng thí nghiệm sóng. Mô hình đã được áp dụng tính toán dao động mực nước trong một số cảng biển có hình dạng kiểu mẫu khác nhau như chữ I, T và L. Kết quả tính toán và phân tích cho thấy rằng dao động mực nước trong cảng biển không những phụ thuộc vào chu kỳ của các sóng tới mà còn phụ thuộc vào hình dạng đường bờ và địa hình đáy. Trong dải chu kỳ tính toán luôn có sự xuất hiện 2 lần đỉnh của hệ số khuyếch đại mực nước.

Tài liệu tham khảo

1. Derun, A. B., Kakinuma, T., and Isobe, M., 2003. A nonlinear numerical model of harbor oscillations. Proc. Coastal Eng., JSCE, 50: 231-235. (in Japanese).

2. De Jong , M.P.C. 2004. Seiche characteristics of Rotterdam Harbour. Coastal Engineering 51 373–386.