

TÍNH NƯỚC DÂNG DO BÃO PHỤC VỤ QUY HOẠCH PHÁT TRIỂN KHÔNG GIAN BIỂN KHU VỰC PHÚ QUỐC - CÔN ĐẢO SỬ DỤNG MÔ HÌNH DELFT3D

Nguyễn Hồng Lâm*, Vũ Văn Lâm

Khoa Khoa học biển và Hải đảo-Trường đại học Tài nguyên và Môi Trường Hà Nội

*E-mail: nhlan@hunre.edu.vn

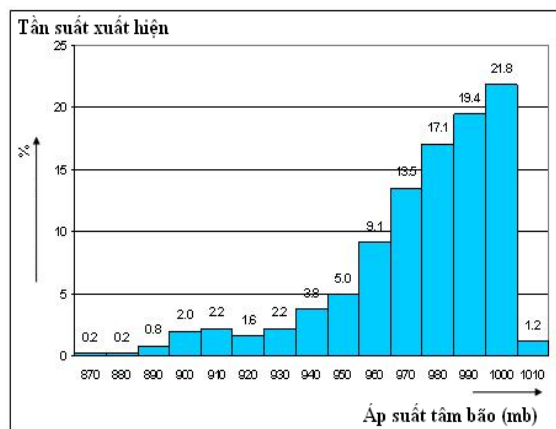
Ngày nhận bài: 11-10-2015

TÓM TẮT: Kết quả tính và đánh giá nước dâng do bão vùng biển Phú Quốc - Côn Đảo sử dụng mô hình thủy động lực Delft3D được trình bày trong bài báo. Các số liệu về các cơn bão được thu thập từ các số liệu mới nhất và cơn bão kịch bản được xây dựng dựa trên các mô hình cơn bão đặc trưng. Kết quả tính toán được thể hiện bằng sơ đồ phân vùng nước dâng cho khu vực nghiên cứu, phục vụ công tác quy hoạch và phát triển không gian biển Phú Quốc - Côn Đảo.

Từ khóa: Nước dâng do bão, sóng dài.

MỞ ĐẦU

Vùng biển Tây Nam Việt Nam từ mũi Cà Mau đến biên giới Campuchia bao gồm cả các đảo Phú Quốc và Thổ Chu có tầm quan trọng đặc biệt trong sự phát triển kinh tế - xã hội và an ninh quốc phòng của nước ta. Trong việc quy hoạch và phát triển không gian biển khu vực Phú Quốc - Côn Đảo thì việc đánh giá các mức độ của các tai biến thiên nhiên, trong đó có hiện tượng nước dâng do bão đối với khu vực nghiên cứu là rất cần thiết. Mặc dù khu vực nghiên cứu nằm trong vùng ít bị ảnh hưởng bởi các cơn bão trên Biển Đông và vịnh Bengal, tuy nhiên trong công tác quy hoạch không gian biển rất cần thiết đưa ra các đánh giá về mức độ ảnh hưởng của các tai biến thiên nhiên cho dù chúng ít có khả năng xảy ra. Nước dâng do bão được coi là thảm họa vùng ven bờ, cửa sông do tính chất gây ngập lụt với khối lượng nước lớn, do sự tàn phá nguy hiểm làm chết người do sức gió mạnh. Nước dâng do bão có thể xảy ra vào các kỳ triều cường, các kỳ lũ lớn, vì vậy tính nguy hiểm gây ngập lụt có thể gia tăng đối với các vùng ven bờ, cửa sông.

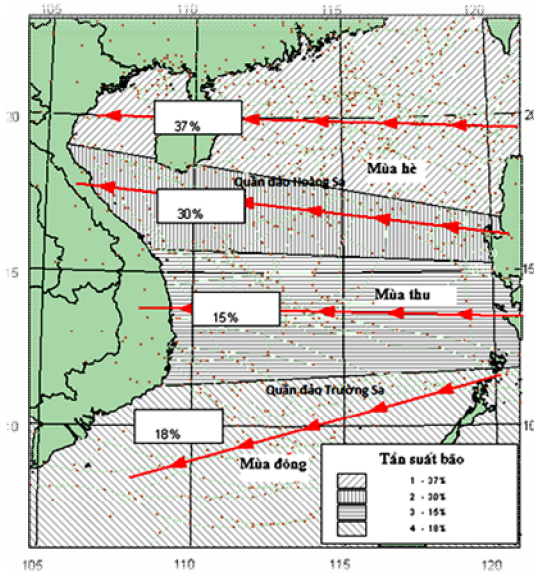


Hình 1. Tần suất xuất hiện các cơn bão theo độ lớn trên Biển Đông [1]

Khu vực bờ biển Việt Nam nằm trong thống kê chung của bờ Đông Nam Á hàng năm với số lượng bão lớn khoảng 33% và thường xuyên gây nước dâng đáng kể kèm theo ngập lụt. Theo đó số lượng trung bình các cơn bão trên Biển Đông khoảng từ 10 trở lên và đạt độ mạnh từ cấp 10 trở lên. Ngoài ra theo thống kê về độ mạnh các cơn bão có thể nhận thấy số

các cơn bão có độ lớn trung bình chiếm khoảng 30% các cơn bão có độ lớn mạnh chiếm khoảng 5% theo hình 1.

Cũng theo thống kê trên các cơn bão còn được phân tích dựa theo đặc trưng về đường đi và hướng đổ bộ vào đất liền, theo sơ đồ hình 2 thì số lượng các cơn bão có đường đi đổ bộ vào các tỉnh miền Bắc và miền Trung ước tính khoảng trên 60% số lượng các cơn bão trong năm và chiếm ưu thế vào mùa hè hàng năm.



Hình 2. Tần suất các cơn bão xuất hiện và đổ bộ vào bờ theo các vùng (Loại 1: 37%, Loại 2: 30%, Loại 3: 15%, Loại 4: 18%) [2, 3]

Như vậy theo thống kê trung bình có 18% số các cơn bão có ảnh hưởng trực tiếp hoặc gián tiếp đến khu vực Phú Quốc - Côn Đảo.

Dựa theo số liệu thống kê trên kết hợp với việc mô phỏng các cơn bão dựa theo các tham số về đường đi, áp suất tại tâm, bán kính gió cực đại hoạt động, tốc độ gió lớn nhất có thể được sử dụng trong mô hình tính toán nước dâng do bão đối với vùng biển nghiên cứu. Các đặc điểm cũng như các tham số của bão sẽ được đề cập lại khi xem xét lựa chọn mô hình gió bão cho mô hình mô phỏng nước dâng bão.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương pháp mô phỏng các cơn bão

Để mô phỏng các cơn bão cho các kịch bản bão khác nhau, trong nghiên cứu sử dụng mô

hình bão với các đặc điểm: Cơn bão là một hệ thống các đường đẳng áp có dạng hình tròn khép kín đồng tâm không thay đổi, hệ thống này chuyển động theo quỹ đạo của cơn bão giả định [2]. Giá trị vận tốc gió tại mỗi một điểm được tính theo các công thức:

$$W_x = K_w W_{gx} + W_T \cos \beta \cdot \exp\left(-\frac{2\pi R}{10^3}\right)$$

$$W_y = K_w W_{gy} + W_T \sin \beta \cdot \exp\left(-\frac{2\pi R}{10^3}\right)$$

Ở đây: R - khoảng cách từ điểm cần tính đến tâm bão theo km; $K_w = 0,7$ và w_{gx}, w_{gy} là các thành phần vận tốc gió địa chuyển: $w_{gx} = -|w_g| \cos \gamma, w_{gy} = -|w_g| \sin \gamma$ với độ lớn của vector vận tốc gió địa chuyển được tính theo công thức:

$$|w_g| = -\frac{fR}{2} + \sqrt{\frac{f^2 R^2}{4} + \frac{2(P_\infty - P_c)}{\rho_a} \cdot \frac{R^2}{R_0^2} \cdot \exp\left(-\frac{R^2}{R_0^2}\right)}$$

Ở đây: P_∞ - áp suất không khí ở điểm vô cực; P_c - áp suất không khí tại tâm bão; R_0 - bán kính vùng có tốc độ gió lớn nhất; W_T - tốc độ dịch chuyển của cơn bão theo quỹ đạo; W_{max} - tốc độ gió lớn nhất của cơn bão. Các giá trị vận tốc gió, áp suất tính được sử dụng trong mô hình để mô phỏng các cơn bão kịch bản và làm số liệu đầu vào tính toán nước dâng cho khu vực nghiên cứu [3].

Hệ phương trình xuất phát là hệ phương trình phi tuyến mô tả chuyển động sóng dài:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - fu = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P_a}{\partial x} - g \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{1}{\rho(h+\zeta)} (\tau_x^a - \tau_x^b) \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} - fv = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P_a}{\partial y} - g \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{1}{\rho(h+\zeta)} (\tau_y^a - \tau_y^b) \quad (2)$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} (h+\zeta)u + \frac{\partial}{\partial y} (h+\zeta)v = 0 \quad (3)$$

Điều kiện biên:

Biên cứng: $U_n=0$, điều kiện không thấm.

Biên lỏng:

$$\zeta = \zeta(x, y, t) = \sum_1 F_i H_i \cos[\sigma_i t + (\alpha + \beta)_i - g_i]$$

Ở đây: ζ - là độ dâng mực nước tính từ mặt biển trung bình; i thường lấy trong 4 sóng thành phần chính là M_2, S_2, K_1, O_1 ; H_i, g_i là các hằng số điều hòa chỉ phụ thuộc vào vị trí điểm tính; F_i và $(\alpha + \beta)_i$ là các tham số thiên văn phụ thuộc thời gian, còn σ_i là vận tốc góc sóng triều thứ i ; u, v là thành phần tốc độ theo các trục x, y lấy trung bình theo phương thẳng đứng; h là độ sâu biển; τ^a - ứng suất gió trên mặt biển, tỷ lệ với bình phương tốc độ gió; τ^b - ứng suất ma sát đáy tỷ lệ với bình phương tốc độ dòng nước; P_a là áp suất khí quyển trên mặt biển được xác định bằng mô hình Fujita:

$$P_a(r) = P_n - \Delta P \left[1 + \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right]^{-1/2} \quad (4)$$

ΔP : là độ giảm áp tại tâm bão; R là bán kính từ tâm bão đến vùng xuất hiện gió lớn nhất; r là bán kính của điểm tính toán tính từ tâm bão; P_n là áp suất không khí tại vùng ngoại vi không ảnh hưởng bởi cơn bão [4].

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH THỦY LỰC DEFLT3D MÔ PHỎNG NƯỚC DÂNG BÃO

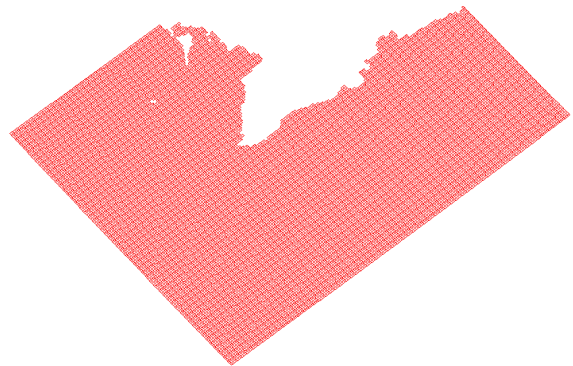
Delft3D là một bộ phần mềm tích hợp mô hình một cách linh hoạt, có thể mô phỏng không gian hai chiều (theo chiều ngang hoặc chiều dọc của mặt phẳng) hoặc mô phỏng theo không gian ba chiều cho flow (dòng chảy), sediment transport (vận chuyển trầm tích), morphology (hình thái học), waves (sóng), water quality (chất lượng nước), và ecology (sinh thái). Delft3D còn có khả năng xử lý tương tác giữa các quá trình này. Các tác giả đã sử dụng modul tính toán thủy động lực Delft3D Flow (Viện Thủy lực Delft Hydraulic, Hà Lan) mô phỏng sự chuyển đổi của dòng chảy trong trường hợp nước tương đối cạn. Nó kết hợp các ảnh hưởng của thủy triều, gió, áp suất không khí, sự khác biệt về mật độ (do độ mặn và nhiệt

độ), sóng, sự nhiễu loạn không khí (từ một hằng số đơn giản theo mô hình $k-\epsilon$, hạn hán và lũ lụt) và nước dâng do bão.

Tham số đầu vào

Thiết lập lưới tính toán

Miền tính toán được chọn là vùng bờ biển Việt Nam từ Vũng Tàu đến Hà Tiên bao gồm hai quần đảo lớn là Phú Quốc và Côn Đảo, nơi chịu ảnh hưởng của 18% số cơn bão đổ bộ vào bờ biển Việt Nam. Do đó lưới tính toán của mô hình được lập bao trùm cả vùng biển Tây Nam Bộ và Đông Nam Bộ với diện tích khoảng 250.000 km². Lưới tính toán của mô hình là lưới ô vuông tọa độ cartesian bao gồm 214 × 167 điểm nút (hình 3).



Hình 3. Cấu trúc lưới tính toán

Địa hình

Số liệu địa hình đáy biển được lấy từ bộ số liệu địa hình của đề tài KC09.16/11-15 nghiên cứu xác lập luận cứ khoa học và đề xuất định hướng quy hoạch không gian biển Phú Quốc - Côn Đảo phục vụ phát triển bền vững.

Điều kiện biên

Các điều kiện biên của mô hình thủy lực là tác nhân quyết định sự chuyển động của nước biển. Tại các biên cứng, các thành phần vận tốc lấy bằng không. Các biên lỏng trên biển tác giả lựa chọn là 5 điểm khép góc. Dao động mực nước thủy triều tại các biên lỏng được tạo bằng mô hình Delft Dashboard từ hằng số điều hòa của 8 sóng $K_1, O_1, M_2, S_2, P_1, Q_1, N_2, K_2$ lấy từ bộ hằng số điều hòa toàn cầu [5].

Bảng 1. Tọa độ khép góc các biên triều

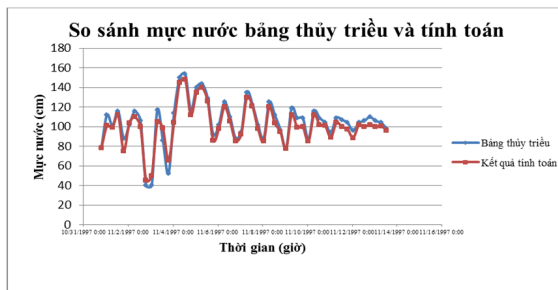
Vị trí	Điểm 1	Điểm 2	Điểm 3	Điểm 4	Điểm 5
Kinh độ	103,535	101,842	104,665	109,485	108,072
Vĩ độ	10,536	8,767	4,979	9,033	10,787

Bảng 2. Thành phần triều tại 5 điểm khép góc

Vị trí	Điểm 1		Điểm 2		Điểm 3		Điểm 4		Điểm 5		
	Tên	Biên độ	Pha	Biên độ	Pha	Biên độ	Pha	Biên độ	Pha	Biên độ	Pha
M ₂		0,125	76,642	0,103	8,669	0,276	10,642	0,170	105,888	0,170	105,888
S ₂		0,052	124,819	0,053	46,068	0,108	48,999	0,072	134,867	0,072	134,867
N ₂		0,026	36,392	0,027	355,391	0,053	350,791	0,035	93,100	0,035	93,100
K ₂		0,013	108,242	0,015	42,651	0,030	57,617	0,018	131,837	0,018	131,837
K ₁		0,163	60,515	0,262	241,813	0,539	242,567	0,381	194,090	0,381	194,090
O ₁		0,133	19,357	0,121	198,133	0,332	205,780	0,317	153,081	0,317	153,081
P ₁		0,051	48,139	0,068	252,729	0,159	244,148	0,120	190,086	0,120	190,086
Q ₁		0,015	319,458	0,023	206,661	0,060	192,042	0,060	136,094	0,060	136,094
MF		0,007	108,625	0,006	100,333	0,004	53,825	0,010	11,284	0,010	11,284
MM		0,005	41,244	0,005	36,040	0,006	24,593	0,006	13,130	0,006	13,138
M ₄		0,000	14,046	0,002	357,621	0,002	240,132	0,001	227,064	0,001	227,064
MS ₄		0,000	124,798	0,001	348,697	0,001	167,524	0,001	154,718	0,001	154,718
MN ₄		0,000	116,410	0,001	348,697	0,001	125,524	0,001	142,270	0,001	142,270

Hiệu chỉnh mô hình

Việc hiệu chỉnh các kết quả tính toán của mô hình theo số liệu quan trắc nhằm xác định sự hợp lý của các tham số đã chọn, vì vậy ở giai đoạn đầu đã thực hiện tính toán cho bài toán thủy triều, kết quả tính toán tại một số vị trí được so sánh với số liệu quan trắc tại trạm thủy văn tương ứng theo bảng thủy triều năm 1997 do Tổng cục Khí tượng Thủy văn cung cấp. Trên hình 4 mô tả việc so sánh mực nước thủy triều tính theo Delft3D - Flow và bảng thủy triều trạm Phú Quốc. Trên hình vẽ thể hiện bảng so sánh mực nước tính toán và mực nước thủy triều, ta có thể thấy sự phù hợp tương đối về pha và biên độ mực nước giữa kết quả tính toán và số liệu thực tế.



Hình 4. Hiệu chỉnh mô hình theo mực nước

Kịch bản bão Nam Bộ

Ứng dụng mô hình thủy lực Delft3D dùng tính toán mô phỏng chế độ nước dâng do bão ở khu vực nghiên cứu. Chuỗi số liệu bão đổ bộ vào khu vực Nam Bộ với tần suất rất nhỏ và cấp bão không quá lớn vì vậy nhóm chuyên đề đã sử dụng bộ số liệu bão Linda đổ bộ vào khu vực Phú Quốc - Côn Đảo vào thời gian từ 31/10/1997 - 3/11/1997 với các thông số bão về tọa độ đường di chuyển của bão, thời gian di chuyển, áp suất tại tâm và áp suất ngoài. Vận tốc di chuyển bão, vận tốc gió, bán kính ảnh hưởng của bão và hướng bão tới được thể hiện bảng 3.



Hình 5. Hướng di chuyển cơn bão Linda năm 1997

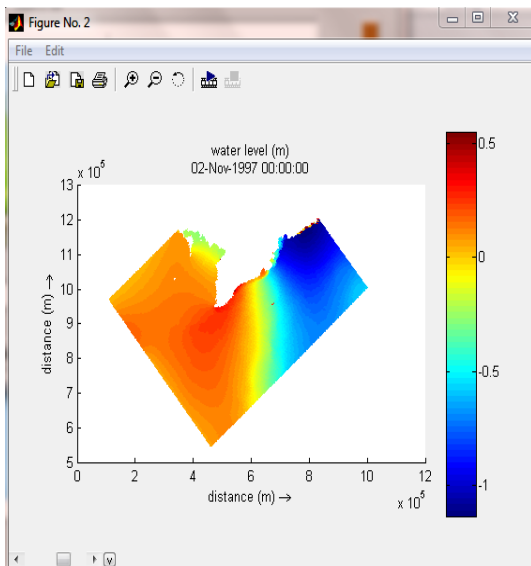
Đường di chuyển của tâm bão Linda được thể hiện qua ảnh vệ tinh, trên hình ảnh đã thể hiện được thời gian và quỹ đạo di chuyển của cơn bão trong khu vực nghiên cứu (hình 5).

Bảng 3. Các tham số của cơn bão Linda

yy	mm	dd	hh	Lat	Lon	Pc(mb)	Pn(mb)	V(m/s)	R(km)	Vf(m/s)
1997	10	31	18	7,9	114,2	1.004	1.145	40,2	60,87	17,5
1997	11	1	0	7,5	113	1.000	1.135	38,14	60,87	17,5
1997	11	1	6	7,8	112,1	996	1.120	39,69	60,87	18,04
1997	11	1	12	8	110,8	994	1.105	42,78	60,87	20,62
1997	11	1	18	8,5	109	992	1.086	44,32	60,87	23,19
1997	11	2	0	8,5	107,5	985	1.068	43,81	60,87	27,77
1997	11	2	6	8,8	105,8	985	1.057	44,32	60,87	25,77
1997	11	2	12	9,2	104,6	985	1.048	45,36	60,87	25,77
1997	11	2	18	9,4	103,6	985	1.040	47,94	60,87	25,77
1997	11	3	0	9,7	102,5	990	1.031	50	60,87	25,77
1997	11	3	6	10,5	101,6	990	1.021	52,58	60,87	23,19
1997	11	3	12	10,9	100,5	992	1.012	55,67	60,87	20,62
1997	11	3	18	11,8	99,80	998	1.003	60,82	60,87	18,04

[Nguồn: http://weather.unisys.com/hurricane/w_pacific/1997H/index.php]

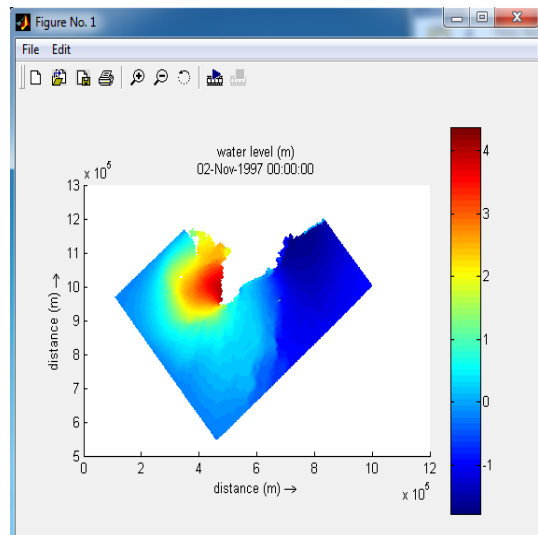
KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU



Hình 6. Hình ảnh mực nước 0 h ngày 2 tháng 11 năm 1997 khi không có bão

Mô hình Deflt3D đã thể hiện được mực nước biển dâng khi hiện tượng bão đi vào khu vực nghiên cứu, qua đó ta có thể xác định được mực nước dâng tổng cộng của từng khu vực, từ đó giúp chúng ta có một đánh giá chi tiết các vị trí có mực nước dâng cực đại. Từ kết quả mô hình mô phỏng chế độ nước dâng bão được tính

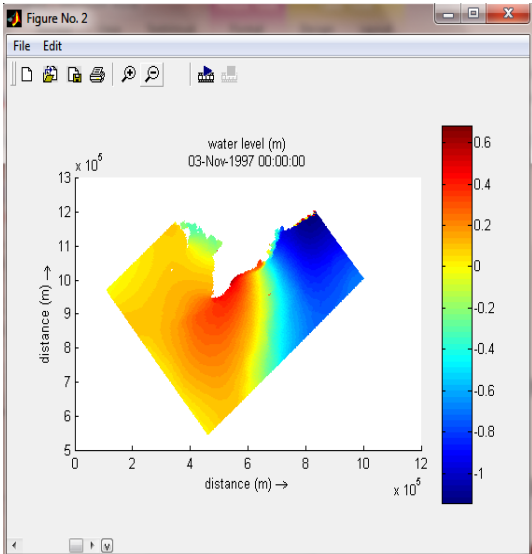
cho các kịch bản bão khác nhau giúp cho các nhà quy hoạch không gian biển có thể xác định được vị trí ảnh hưởng mạnh mẽ nhất của nước dâng bão và xác định được vùng ngập lụt do ảnh hưởng của bão tại khu vực nghiên cứu.



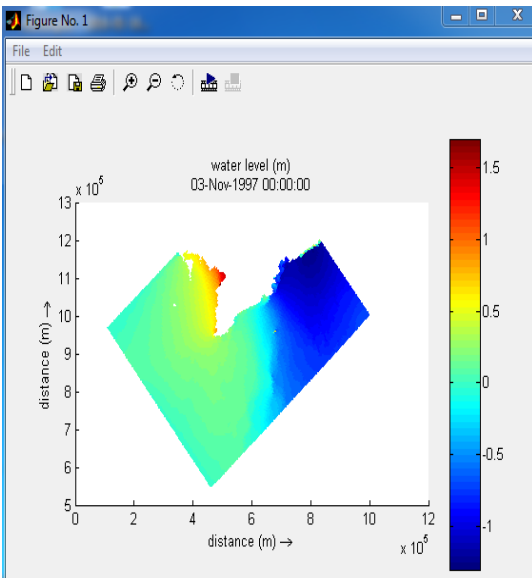
Hình 7. Hình ảnh mực nước 0 h ngày 2 tháng 11 năm 1997 khi có bão Linda

Ở các vị trí của bão thì hiện tượng mực nước biển dâng vẫn xảy ra nhưng với độ chênh lệch mực nước thì phụ thuộc vào từng vị trí của bão di chuyển và mực nước dâng mạnh nhất là

thời điểm bão đổ bộ vào đường bờ kết hợp với thời kỳ triều cường sẽ làm nước dâng rất mạnh qua đó nước dâng sẽ ảnh hưởng mạnh mẽ đến các công trình ven biển và gây hiện tượng lũ lụt cho khu vực.



Hình 8. Hình ảnh mực nước 0 h ngày 3 tháng 11 năm 1997 khi không có bão

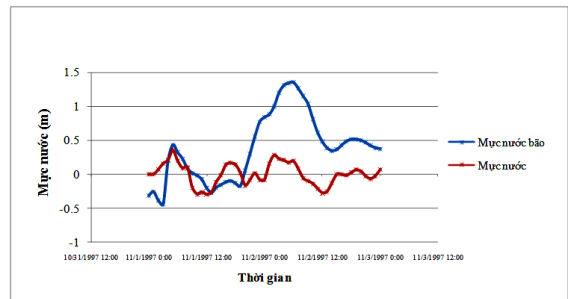


Hình 9. Hình ảnh mực nước 0 h ngày 3 tháng 11 năm 1997 khi có bão Linda

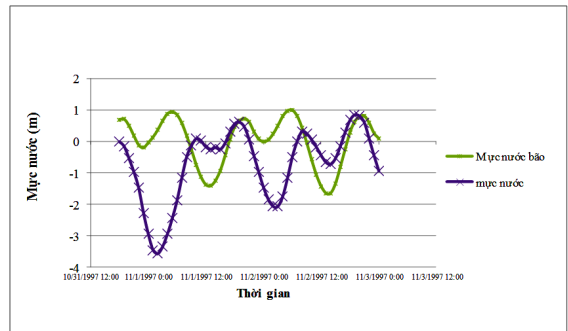
Từ số liệu mô phỏng giá trị nước dâng nước trong bão ta nhận thấy rằng nhìn chung mực nước biển dâng từ 1,0 - 2,5 m tại một số

điểm cực đại khi bão đổ bộ vào khu vực nghiên cứu. Khu vực phía đông bắc của đảo Phú Quốc và bờ Đông Nam Bộ chịu ảnh hưởng của nước biển dâng mạnh nhất khi cơn bão Linda di chuyển vào khu vực này, mực nước biển dâng cực đại đến gần 2,5 m.

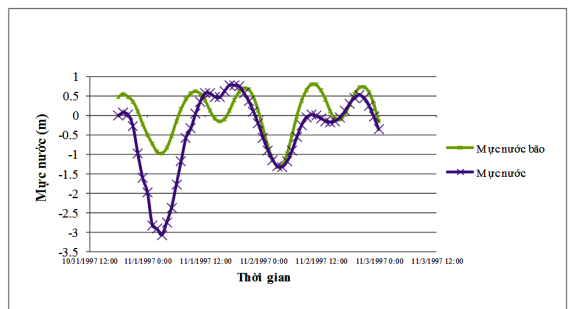
Để đánh giá và so sánh giá trị chênh lệch mực nước trước và sau khi có bão trong khu vực nghiên cứu nhóm tác giả đã lựa chọn các vị trí trạm quan trắc mực nước ven bờ, trạm Phú Quốc, trạm Côn Đảo, và trạm Cần Giờ.



Hình 10. So sánh chênh lệch mực nước khi có bão và không có bão trạm Phú Quốc



Hình 11. So sánh chênh lệch mực nước khi có bão và không có bão trạm Cần Giờ



Hình 12. So sánh chênh lệch mực nước khi có bão và không có bão trạm Côn Đảo

Nhìn chung ta thấy được trường nước dâng do bão tại các vị trí quan trắc trong khu vực nghiên cứu, tại vị trí quan trắc trạm thủy văn Phú Quốc độ chênh lệch mực nước lớn nhất là 1,21 m, tại trạm thủy văn Côn Đảo chênh lệch mực nước lớn nhất là 0,72 m và trạm quan trắc Cần Giờ là 1,2 m.

Bảng 4. Các vị trí quan trắc mực nước

Trạm mực nước	Kinh độ	Vĩ độ	Độ chênh lệch mực nước cực đại (m)
Phú Quốc	103°96'00"	10°23'00"	1,21
Trạm quan trắc Cần Giờ	106°55'32"	10°22'54"	1,2
Trạm quan trắc Côn Đảo	106°36'34"	8°40'54"	0,72

KẾT LUẬN

Trên đây là những kết quả bước đầu sử dụng mô hình thủy lực tính toán dự báo nước dâng do bão Delft3D - FLOW cho phép chúng ta có thể xây dựng một quy trình dự báo nước dâng do bão khi có những cơn bão đang chuẩn bị đổ bộ vào khu vực đất liền và bên cạnh đó mô phỏng được các kịch bản của bão từ đó đánh giá được phạm vi ảnh hưởng của bão và làm cơ sở xây dựng các bản đồ ngập lụt giúp cho các nhà quản lý, quy hoạch không gian biển một cách hiệu quả. Lưới tính và các tham số đã lựa chọn có thể phù hợp với các yêu cầu dự báo nhưng sẽ đạt được kết quả cao hơn khi có số liệu thực đo nước dâng do bão đầy đủ.

Lời cảm ơn: Các kết quả nghiên cứu của bài báo được thực hiện dưới sự hỗ trợ và giúp đỡ

của đề tài KC.09.16/11-15: “Nghiên cứu, xác lập luận cứ khoa học và đề xuất định hướng quy hoạch không gian biển Phú Quốc - Côn Đảo phục vụ phát triển bền vững” do trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội chủ trì.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Hồng Lâm, Plink, N. L., Kasharski, 2003. Phương pháp tính dao động mực nước biển trong Quản lý tổng hợp vùng ven bờ - Đánh giá rủi ro do ngập nước vùng ven bờ. Tuyển tập các công trình khoa học - Dao động mực nước biển. Trường Quốc gia KTTV. LB Nga. (Tiếng Nga).
2. Nguyễn Hồng Lâm, Plink, N. L., 2005. Sử dụng mô hình số trị trong hệ tọa độ cong tính nước dâng do bão tại Biển Đông Việt Nam. Tuyển tập các công trình khoa học - Dao động mực nước biển. Trường Quốc gia KTTV. LB Nga. (Tiếng Nga).
3. Nguyễn Hồng Lâm., Plink, N. L., 2005. Mô hình số trị tính nước dâng do bão và sóng thần tại Biển Đông Việt Nam. Tạp chí các công trình khoa học - Các khoa học lý thuyết. Tập I. Trường Quốc gia KTTV. LB Nga. (Tiếng Nga).
4. *WL Delft Hydraulics, 1999.* Delft3D Use manual. Delft, The Netherlands.
5. *TT KTTV Biển, 2009.* Sổ tay tra cứu các đặc trưng KTTV thềm lục địa Việt Nam. Nxb. Nông Nghiệp, Hà Nội.

Nguyễn Hồng Lâm, Vũ Văn Lâm

**CALCULATING STORM SURGES FOR MARINE SPATIAL
PLANNING IN PHU QUOC - CON DAO AREA
USING DELFT3D MODEL**

Nguyen Hong Lan, Vu Van Lan

Faculty of Marine Science, Hanoi University of Natural Resources and Environment

ABSTRACT: *The result of evaluating and assessing storm surge in Phu Quoc - Con Dao area using a hydraulic model Delft3D is presented in this paper. The data of the storms were collected from the latest data and storm scenarios were simulated based on a model of the typical storm. The results were shown in the partial map of storm surge in the study area which will serve the marine spatial planning and development in Phu Quoc - Con Dao area.*

Keywords: *Storm surges, long waves.*