

MÔ PHỎNG NƯỚC DÂNG DO BÃO VÀ XÂY DỰNG BẢN ĐỒ NGẬP LỤT ĐẢO PHÚ QUỐC

Vũ Minh Cát¹, Vũ Văn Lân²

Tóm tắt: Phú Quốc là hòn đảo lớn nhất Việt Nam và có tiềm năng phát triển kinh tế xã hội rất lớn. Vì vậy việc qui hoạch và phân vùng chức năng hợp lý giúp Phú Quốc trở thành một đặc khu kinh tế phát triển mạnh mẽ. Một trong những nội dung phục vụ xây dựng qui hoạch không gian biển cho Phú Quốc là phải xem xét đến các thảm họa tự nhiên, trong đó bão và nước dâng do bão tiềm ẩn rủi ro rất cao. Nghiên cứu này trình bày kết quả mô phỏng nước dâng do bão và xây dựng bản đồ ngập lụt trên đảo Phú Quốc theo các kịch bản khác nhau, phục vụ cho việc qui hoạch không gian biển đảo Phú Quốc bao gồm qui hoạch phát triển kinh tế xã hội và qui hoạch dân cư và xây dựng các giải pháp phòng tránh và giảm nhẹ thiệt hại do bão và nước dâng gây ra.

Từ khóa: Delft 3D-Flow; nước dâng do bão; xây dựng bản đồ ngập lụt, đảo Phú Quốc.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Huyện đảo Phú Quốc, tỉnh Kiên Giang nằm trong vùng biển Tây Nam của Tổ quốc, trung tâm khu vực Đông Nam Á, trên vành đai kinh tế biển Việt Nam - Campuchia - Thái Lan. Huyện đảo này bao gồm 27 đảo lớn nhỏ, trong đó Phú Quốc là đảo lớn nhất, diện tích 567 km², có 2 thị trấn và 8 xã với dân số hơn 117.000 người (QĐ 633/QĐ-TTg, 11/5/2010 của Thủ tướng CP).

Phú Quốc là hòn đảo lớn nhất Việt Nam với tổng diện tích 593,05 km², nằm trong vịnh Thái Lan, tỉnh Kiên Giang, cách thành phố Rạch Giá, thủ phủ của tỉnh Kiên Giang khoảng 112km và cách thị xã Hà Tiên khoảng 45km về phía Tây. Đây là một vùng đảo giàu tiềm năng để phát triển kinh tế xã hội và trong qui hoạch phát triển của quốc gia, Phú Quốc sẽ được xây dựng trở thành một đặc khu kinh tế với tiềm năng lớn về du lịch, dịch vụ và nghỉ dưỡng không chỉ của Việt Nam, mà có tầm cỡ khu vực.

Với nhiều lợi thế về tự nhiên và tài nguyên, nhưng Phú Quốc nằm hoàn toàn ngoài biển, nên chịu tác động của bão và nước dâng rất lớn, vì

vậy việc nghiên cứu ảnh hưởng của bão và nước dâng phục vụ việc xây dựng qui hoạch phát triển không gian, cơ sở hạ tầng và kế hoạch phòng tránh, giảm thiểu các thiệt hại do bão và nước dâng gây ra, ổn định dân cư, phát triển kinh tế xã hội cho huyện đảo Phú Quốc là rất cần thiết.

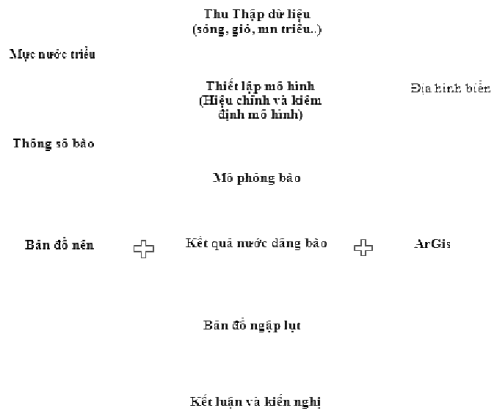
Trong nghiên cứu này, mô hình Delft3D được sử dụng để mô phỏng trường mực nước tổng hợp và kết hợp với phần mềm arcGIS, xây dựng bản đồ ngập lụt do nước dâng bão theo kết quả mô phỏng dựa vào tập kịch bản xây dựng cho huyện đảo Phú Quốc.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu sử dụng mô hình Delft3D, mô phỏng và xác định nước dâng do bão khu vực đảo Phú Quốc, được mở rộng đến các vùng nước sâu trên biển Đông xung quanh đảo với việc tích hợp các trận bão đã xảy ra và các trận bão theo kịch bản và xác định được mực nước tổng cộng, cũng như trị số nước dâng tại đường bờ khu vực cần mô phỏng tương ứng với các kịch bản bão khác nhau. Sử dụng công cụ ArcGIS chập bản đồ mực nước lên bản đồ địa hình sẽ xác định được các vùng ngập với mức ngập khác nhau. Cách tiếp cận của nghiên cứu được thể hiện trong sơ đồ khối hình 1:

¹ Đại học Thủy lợi.

² Đại học Tài nguyên & Môi trường Hà Nội.



Hình 1. Sơ đồ mô phỏng ngập lụt

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

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

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

Trong đó: ζ : cao trình mực nước biển thường được tính từ 4 sóng thành phần chính là M_2 , S_2 , K_1 , O_1 theo công thức :

$$\zeta = \zeta(x, y, t) = \sum_i F_i H_i \cos[\sigma_i t + (\alpha + \beta)_i - g_i] \quad (4)$$

H_i , g_i là các hằng số điều hòa tại vị trí điểm tính;

F_i và $(\alpha + \beta)_i$ là các tham số thiên văn phụ thuộc thời gian;

σ_i là vận tốc góc sóng triều thứ i ;

u , v : là thành phần vận tốc theo các trục x , y ;

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 vận tốc dòng nước;

P_a , P_n là áp suất khí quyển tại tâm bão và rìa bão, được xác định bằng mô hình Fujita

$$P_a(r) = P_n - \Delta P \left[1 + \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right]^{-1/2} \quad (5)$$

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.

3.2. Nguồn tài liệu phục vụ nghiên cứu

- **Số liệu địa hình:** Vùng nước nông xung

3. XÂY DỰNG MÔ HÌNH

3.1. Cơ sở lý thuyết mô hình Delft

Nước dâng do bão ở các vùng ven biển và các quá trình thủy động lực như dòng chảy lũ, thủy triều được mô tả bằng hệ phương trình nước nông 2 chiều trong hệ tọa độ Đề-các gồm một phương trình liên tục và hai phương trình chuyển động (Delft 3D-Flow manual, version 2.2).

Hệ phương trình được sử dụng mô tả các đặc trưng thủy động lực trong mô hình Delft3D như sau:

quanh đảo và địa hình trên đảo là bản đồ tỷ lệ 1/10000 do đề tài KC09/11-15 cung cấp. Số liệu cao độ đáy biển nước sâu là bản đồ tỷ lệ 1/50000 của hải quân Việt Nam, được hiệu chỉnh và đồng bộ hóa cùng hệ cao độ phục vụ tính toán.

- **Số liệu mực nước:** Để phục vụ hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy động lực, số liệu mực nước thực đo tại trạm Phú Quốc được sử dụng. Với các biên mực nước ngoài biển, sử dụng modul Tool Box trong Delft3D để tạo triều sử dụng số liệu mực nước triều toàn cầu để xác định biên mực nước trên lưới tính 1km x 1km với 08 thành phần triều gồm 4 sóng bán nhật triều M_2 , S_2 , K_2 , N_2 và 4 sóng nhật triều K_1 , O_1 , P_1 , Q_1 .

- **Số liệu bão khu vực nghiên cứu:** Được thu thập từ trang web <http://weather.unisys.com/hurricane/> và http://www.jma.go.jp/jma/jma-eng/jma-center/rsmc-hp-pub-eg/Besttracks/format_bst.html của tổ chức khí tượng toàn cầu và cơ quan khí tượng Nhật Bản.

Nước dâng chủ yếu do ma sát gió trên mặt nước và sự giảm thấp của áp suất trung tâm so với bên ngoài. Việc mô phỏng được thực hiện với các kịch bản bão có thể xảy ra ở khu vực

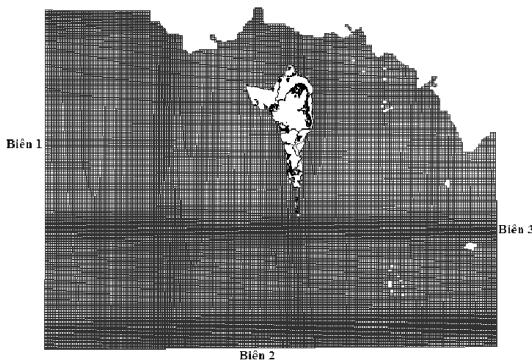
biển Nam bộ và vịnh Thái Lan. Nguyên tắc xây dựng kịch bản là dựa vào trận bão thực tế đã từng xảy ra ở khu vực và thu phóng theo kịch bản bão đã công bố. Căn cứ vào tài liệu bão lịch sử, cơn bão Linda được sử dụng như cơn bão thực tế phục vụ cho nghiên cứu. Các thông số bão Linda thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Các tham số của cơn bão Linda

Thời gian		K.độ	V.độ	P _{tâm}	V _{max}
	(h)	(độ)	(độ)	(hPa)	m/s
31/10/1997	18	7.9	114.2	1004	17.5
01/11/1997	0	7.5	113.0	1000	17.5
01/11/1997	6	7.8	112.1	996	18.0
01/11/1997	12	8.0	110.8	994	20.6
01/11/1997	18	8.5	109.0	992	23.2
02/11/1997	0	8.5	107.5	985	27.8
02/11/1997	6	8.8	105.8	985	25.8
02/11/1997	12	9.2	104.6	985	25.8
02/11/1997	18	9.4	103.6	985	25.8
03/11/1997	0	9.7	102.5	990	25.8
03/11/1997	6	10.5	01.6	990	23.2
03/11/1997	12	10.9	100.5	992	20.6
03/11/1997	18	11.8	9.80	998	18.0

3.3. Xây dựng miền tính, lưới tính

Miền tính của mô hình được thiết lập như hình 2 bao gồm đảo Phú Quốc và vùng xung quanh được mở rộng ra phía biển đến độ sâu 60 -70 m. Lưới tính ô vuông với kích thước ô lưới (1x1) km ở nước sâu và (100x100)m vùng xung quanh đảo đến độ sâu 10m, với tổng số 250000 ô lưới. Mô hình gồm 4 biên với biên cứng là đường bờ biển tỉnh Kiên Giang và Campuchia; 3 biên hở thể hiện trong hình 2. Sau khi có miền tính, lưới tính, ta gán cao độ địa hình như trình bày trong phần dữ liệu ở phía trên.



Hình 2. Lưới tính và các biên của mô hình

3.4. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Việc hiệu chỉnh và kiểm định mô hình nhằm tìm bộ thông số ổn định nhất để mô phỏng các kịch bản. Trong mô hình Delft, sai số quân phương nhỏ nhất được sử dụng để đánh giá độ chính xác, dựa vào công thức

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\eta_i - \bar{\eta}_i)^2}{N}} \quad (6)$$

η_i là mực nước triều thực đo tại trạm quan trắc được sử dụng để hiệu chỉnh/kiểm định;

$\bar{\eta}_i$ là mực nước tính toán;

N là số cặp so sánh.

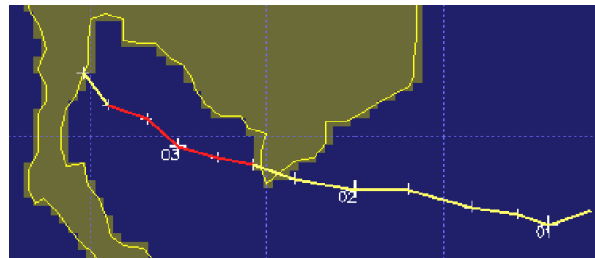
Cũng có thể sử dụng hệ số NASH để đánh giá: $NASH = 1 - \frac{\sum (X_{o,i} - X_{s,i})^2}{\sum (X_{o,i} - \bar{X}_o)^2}$ (7)

$X_{o,i}$: Giá trị thực đo; $X_{s,i}$: Giá trị mô phỏng;

$\bar{X}_o$ Giá trị thực đo trung bình chuỗi thực đo

Chuỗi số liệu tại trạm Phú Quốc từ ngày 20/12/2003 đến 27/12/2003 được sử dụng để hiệu chỉnh mô hình và kết quả xác định $RMSE = 0.095$ và $NASH = 0.85$.

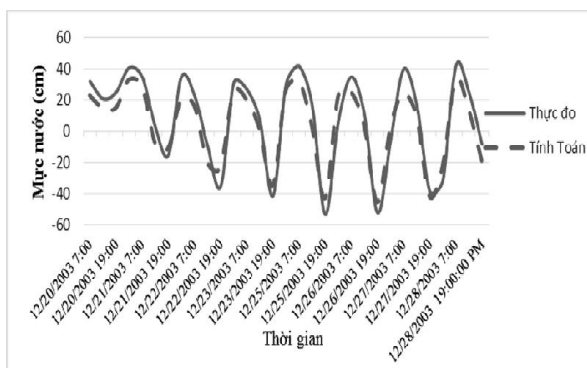
Sử dụng chuỗi số liệu từ 29/10/1997 đến 03/11/1997 tại trạm Phú Quốc ($103^{\circ}58'E - 10^{\circ}13'N$), trùng với thời gian bão Linda đi vào vùng biển Nam bộ và vịnh Thái Lan.



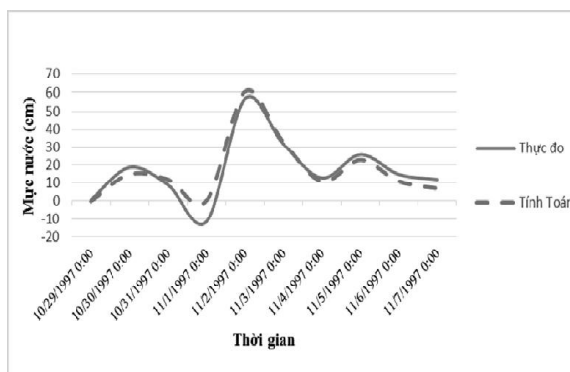
Hình 2a. Quỹ đạo bão Linda (29 - 3/XI/1997)

Sai số quân phương $RMSE = 0.090$ và $NASH = 0.80$ cho bước kiểm định.

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định cho thấy bộ thông số mô hình là ổn định và cho phép sử dụng để mô phỏng theo các kịch bản. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định được thể hiện trong hình 3 và 4.



Hình 3. Kết quả hiệu chỉnh mô hình



Hình 4. Kết quả kiểm định mô hình

4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

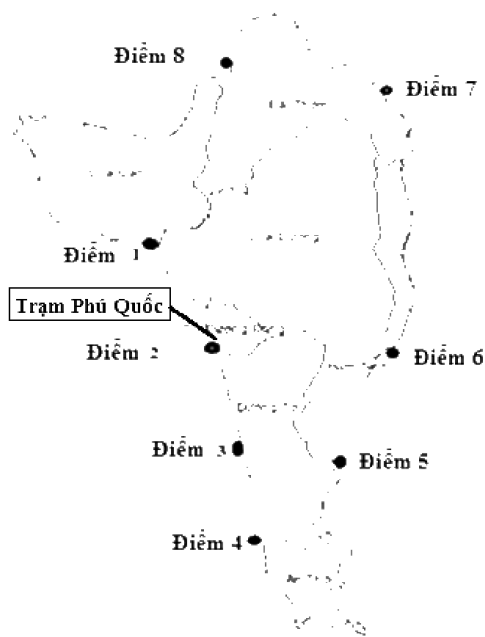
4.1. Kịch bản mô phỏng

Trận bão Linda đổ bộ vào khu vực nghiên cứu không trùng với thời điểm triều cường, nên mực nước không phải lớn nhất. Trong nghiên cứu, 2 kịch bản được xây dựng gồm:

(1) Bão Linda được giả định đổ bộ vào khu vực trùng với thời gian triều cường

(2) Thu phóng bão Linda tạo ra cơn bão cấp 13 với tốc độ gió lớn nhất lên tới 60 (km/giờ)

Kết quả mô phỏng cho ta trường mực nước tổng cộng trong vùng nghiên cứu và đường quá trình mực nước tại 8 điểm xung quanh đảo được trích xuất để minh họa kết quả mô phỏng như hình 5.



Hình 5. Các điểm trích xuất mực nước xung quanh đảo

4.2. Kết quả mô phỏng

4.2.1 Kịch bản 1: Bão Linda được giả định đổ bộ vào khu vực trùng với thời gian triều cường

Bão Linda hình thành và di chuyển vào miền tính toán từ ngày 31/10 đến 03/11/1997.

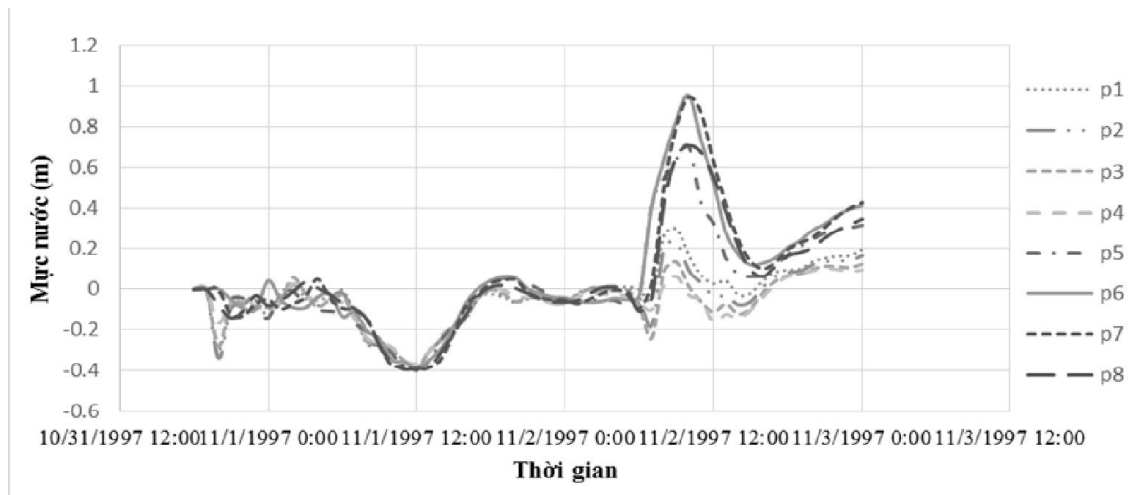
Căn cứ vào mực nước quan trắc tại trạm Phú Quốc và quá trình di chuyển của bão, tiến hành dịch chuyển thời gian xuất hiện bão tại Phú Quốc trùng với thời gian triều cường.

Kết quả mô phỏng mực nước được minh họa trong hình 7 và bảng 2.

Mô phỏng và trích xuất mực nước lớn nhất xuất hiện tại 8 điểm được cho trong bảng 2

Bảng 2. Mực nước lớn nhất kịch bản 1

Điểm	$H_{\max}(\text{m})$	Thời điểm
1	0.36	4/XI/1997 9:00
2	0.29	4/XI/1997 9:00
3	0.19	4/XI/1997 9:00
4	0.16	4/XI/1997 9:00
5	0.71	4/XI/1997 10:00
6	0.98	4/XI/1997 10:00
7	0.99	4/XI/1997 10:00
8	0.76	4/XI/1997 10:00



Hình 6. Quá trình mực nước tại 8 điểm trích xuất kịch bản 1

4.2.2. Thu phóng bão Linda tạo ra cơn bão cấp 13 với tốc độ gió lớn nhất lên tới 60 (km/giờ)

Theo kịch bản bão được công bố bởi Bộ Tài Nguyên và Môi trường (Bộ Tài Nguyên – Môi Trường, 2014) thì cấp bão lớn nhất có thể xảy ra ở khu vực 5 từ Bà Rịa – Vũng Tàu tới Cà Mau là cấp 13 với tốc độ gió lớn nhất lên tới 60km/giờ.

Giữ nguyên quỹ đạo và thời gian bão và thu phóng cường độ của bão Linda lên cấp 13 với việc tính các đặc trưng R , P_a và B như sau:

$$R = 46.29 \exp(-0.0153 V_{\max} + 0.0166 \varphi)$$

$$P_a = P_n - 0.1747 V_{\max}^{1.5566}$$

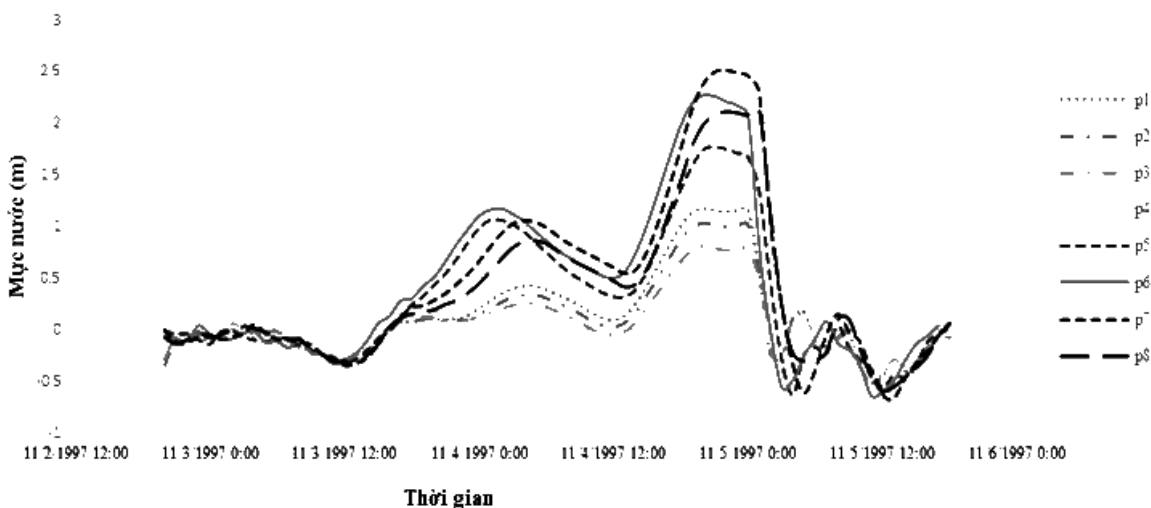
$$B = 0.886 + 0.0177 V_{\max} - 0.0094 \varphi$$

R : bán kính bão; P_a : áp tâm; φ : vĩ độ; B thông số bão

Với các tính toán trên, xác định được thông số bão và tiến hành mô phỏng ta được kết quả và trích xuất trong hình 8 và bảng 3.

Bảng 3. Mực nước lớn nhất kịch bản 2

Điểm	$H_{\max}(m)$	Thời điểm
1	1.80	4/XI/1997 20:00
2	1.03	4/XI/1997 20:00
3	0.81	4/XI/1997 20:00
4	0.69	4/XI/1997 20:00
5	1.77	4/XI/1997 21:00
6	2.27	4/XI/1997 21:00
7	2.51	4/XI/1997 21:00
8	2.13	4/XI/1997 21:00



Hình 7. Quá trình mực nước tại 8 điểm trích xuất kịch bản 2

4.3. Thảo luận

Bão Linda là cơn bão lớn đổ bộ vào vùng biển Nam bộ và vịnh Thái Lan với quỹ đạo nằm giữa đất liền tỉnh Cà Mau, Kiên Giang và đảo Phú Quốc. Từ kết quả tính toán và mô phỏng có thể rút ra một số nhận xét sau:

- Theo qui luật các cơn bão khi đổ bộ vào Việt Nam thì vùng nước dâng cao hơn sẽ nằm bên phải đường đi của bão. Như vậy bờ biển Cà Mau, Kiên Giang và phía đông của đảo Phú Quốc mực nước sẽ cao hơn phía tây. Các kết quả ở các bảng 2,3 và hình 6 và 7 phản ánh đúng qui luật đó.

- Như đã trình bày ở trên, bão Linda đổ bộ vào không trùng với thời kỳ triều cường. Do vậy kịch bản 1 giả định bão đổ bộ vào đúng thời kỳ triều cường và mô phỏng đánh giá mực nước và thấy rằng vùng phía đông của đảo mực nước cao hơn và mực nước tại các điểm trích xuất kịch bản 1 phía bờ đông, cao hơn hẳn khi mô phỏng thực tế (trường hợp kiểm định). Điều này hoàn toàn phù hợp với thực tế.

- Theo kịch bản biến đổi khí hậu được công bố bởi Bộ Tài nguyên – Môi trường thì cường độ

bão khu vực này có thể lên tới cấp 13. Nghiên cứu đã thu phỏng trận bão Linda để có được trận bão giả định và tiến hành mô phỏng và thấy rằng qui luật nước dâng hoàn toàn phù hợp với qui luật chung, nhưng khi cường độ bão tăng lên thì mực nước tổng cộng cao hơn so với bão thực tế từ 2 đến 3 lần dẫn tới hầu hết các vùng cửa sông và bãi biển có độ dốc nhỏ sẽ bị ngập.

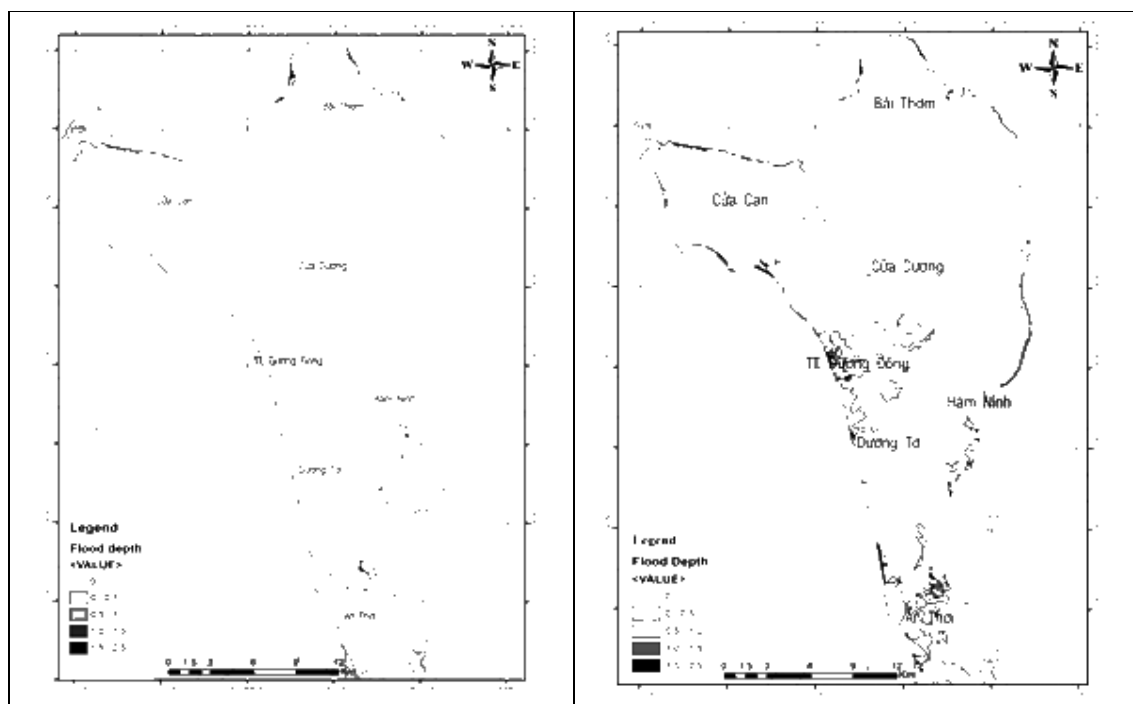
Kết quả thu được từ việc mô phỏng 2 kịch bản trên được sử dụng xây dựng bản đồ ngập lụt ở nội dung tiếp theo.

5. XÂY DỰNG BẢN ĐỒ NGẬP LỤT ĐẢO PHÚ QUỐC

Bản đồ ngập lụt được xây dựng trên nguyên tắc chụp dữ liệu địa hình của đảo dưới dạng DEM và kết quả mô phỏng trường mực nước tổng cộng do bão, từ đó có thể chiết tính được độ ngập sâu tại mọi vị trí.

Độ sâu ngập ứng với các kịch bản được phân thành 5 cấp với mức độ ngập lụt tại các vị trí dựa trên Tiêu chuẩn kỹ thuật: TCKT 03:2015 (Bộ NN&PTNT, 2015).

Kết quả được thể hiện trong hình vẽ 8 và các bảng 4 và 5.



Hình 8. Bản đồ ngập lụt do bão gây nước dâng đảo Phú Quốc kịch bản 1 và kịch bản 2

Bảng 4. Diện tích ngập kịch bản 1

Xã, thị trấn	Diện tích ngập (km ²)					Tổng (km ²)
	0-0.5m	0.5 - 1 m	1.0 -1.5 m	1.5 - 2.0 m	2.0 -2.5 m	
An Thới	0.342	0.054	0.024	0.002	0.000	0.422
Bãi Thơm	0.268	0.181	0.152	0.095	0.000	0.696
Cửa Cạn	1.636	0.119	0.193	0.094	0.000	2.042
Cửa Dương	0.273	0.000	0.000	0.000	0.000	0.273
Dương Tô	2.346	0.062	0.038	0.062	0.014	2.522
Hàm Ninh	1.323	0.165	0.125	0.03	0.034	1.677
Dương Đông	0.299	0.000	0.000	0.000	0.000	0.299

Bảng 5. Diện tích ngập kịch bản 2

Xã, thị trấn	Diện tích ngập (km ²)					Tổng (km ²)
	0-0.5m	0.5 - 1 m	1.0 -1.5 m	1.5 - 2.0 m	2.0 -2.5 m	
An Thới	2.281	0.676	0.248	0.103	0.079	3.308
Bãi Thơm	6.102	0.250	0.188	0.087	0.104	6.627
Cửa Cạn	2.324	1.027	0.858	0.939	0.183	5.148
Cửa Dương	4.893	0.177	0.201	0.000	0.000	5.271
Dương Tô	8.854	1.703	0.454	0.320	0.267	11.331
Hàm Ninh	4.360	1.458	0.409	0.276	0.114	6.503
Dương Đông	2.377	0.324	0.188	0.148	0.219	3.037

Bản đồ ngập lụt khu vực đảo Phú Quốc đã thể hiện được vị trí bị ngập lụt đặc biệt là khu vực xã Hàm Ninh và An Thới, đây là khu vực có mật độ dân số cao và phát triển kinh tế cầu cảng vì vậy chịu ảnh hưởng lớn bởi hiện tượng nước dâng bão khi di chuyển vào khu vực.

Khu vực bờ Đông và bờ Bắc của đảo Phú Quốc có giá trị mực nước dâng bão lớn nhưng địa hình của khu vực này chủ yếu là các dãy núi có địa hình cao vì vậy diện tích ngập lụt ở khu vực này nhỏ và không đáng kể.

Khu vực thị trấn Dương Đông có mật độ dân số lớn và kinh tế phát triển nhất của đảo Phú Quốc, qua bản đồ ngập đã thể hiện được khu vực này cũng chịu ảnh hưởng lớn của nước dâng bão.

KẾT LUẬN

Kết quả mô phỏng nước dâng bão khu vực

đảo Phú Quốc là tài liệu tham khảo đáng tin cậy phục vụ quy hoạch không gian biển bao gồm qui hoạch kinh tế xã hội và dân cư. Có thể tham khảo các kết quả này để điều chỉnh các qui hoạch đã có và xây dựng các qui hoạch sắp tới; chuẩn bị các giải pháp thích ứng và giảm thiểu ảnh hưởng của bão và nước dâng khi bão xảy ra

Kết quả mô phỏng cho thấy trường mực nước/nước dâng do bão dải bờ Đông, bờ Nam và bờ Bắc lớn hơn ở bờ Tây.

Hàm Ninh và An thới là các khu vực có diện tích ngập lụt lớn nhất, trong khi khu vực này có các hoạt động kinh tế tập trung và mật độ dân số cao.

Khu vực bờ Bắc và Đông của đảo Phú Quốc mặc dù có giá trị mực nước dâng do bão lớn, nhưng tại khu vực này là các vách núi, độ dốc bãi biển lớn, nên diện tích ngập lụt nhỏ.

Khu vực bờ Tây của đảo Phú Quốc có diện tích ngập tương đối lớn, đặc biệt là thị trấn Dương Đông, trung tâm kinh tế của đảo có mật độ dân số thuộc loại cao nhất, đây cũng là khu vực chịu ảnh hưởng nặng nề của nước dâng do bão.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

QĐ 633/QĐ-TTg, ngày 11/5/2010 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt điều chỉnh quy hoạch chung đến năm 2030 với mục tiêu xây dựng Phú Quốc trở thành đặc khu kinh tế - hành chính.

WL Delft Hydraulics, 2001. *Delft 3D-Flow manual*, version 2.2

Bộ Tài Nguyên - Môi Trường (2014), *Quyết định về việc phê duyệt và công bố kết quả phân vùng bão và xác định nguy cơ bão, nước dâng do bão cho khu vực ven biển Việt Nam*, 29-8-2014, Hà Nội.

Bộ NN&PTNT (2015), *Hướng dẫn xây dựng bản đồ ngập lụt hạ du hồ chứa nước*, Tiêu chuẩn kỹ thuật TCKT 03:2015, Hà Nội.

Abstract:

SIMULATION OF STORM SURGE AND INUNDATED MAPPING FOR PHU QUOC ISLAND

Phu Quoc is highest island in Viet Nam with very high poential for socio-economic development. So appropriate planning and functional zoning for Phu Quoc will support to strongly develop in this area. One of very important issue to make spatial planning of Phu Quoc is to consider natural disasters in which super typhoons and storm surge is high risks. In this study, storm surges caused by typhoons is simulated with scenarios prposed by Ministry of Natural Resources and Environment and inundated mapping. Results used to prepare inundated maps to surve marine spatial planning including socio-economic development and residential planning as well as propose solutions to prevention and mitigation of damages caused by storm surge during typhoons.

Keywords: Delft 3D-Flow, storm surge, inundated mapping, Phu Quoc island

BBT nhận bài: 12/10/2016

Phản biện xong: 04/12/2016