Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển T10 (2010). Số 2. Tr 45 - 62

MÔ HÌNH TÍNH TOÁN NGẬP LỤT VÀ MỘT SỐ KẾT QUẢ BƯỚC ĐẦU TẠI VÙNG VEN BIỂN HẢI PHÒNG THEO CÁC KỊCH BẢN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ NƯỚC BIỂN DÂNG

VŨ THANH CA, DƯ VĂN TOÁN, NGUYỄN VĂN TIẾN, NGUYỄN HOÀNG ANH, NGUYỄN HẢI ANH, TRẦN THẾ ANH, VŨ THỊ HIỀN

Viện Nghiên cứu quản lý biển và hải đảo

***Tóm tắt**: Bài báo giới thiệu mô hình tính toán ngập lụt cho vùng ven biển Việt Nam trong điều kiện nước biển dâng và biến đổi khí hậu. Trong bài giới thiệu một số kết quả tính toán thí điểm quá trình ngập lụt cho xã Vinh Quang, huyện Tiên Lãng, Hải Phòng với điều kiện bão trong nước biển dâng. Với giả thuyết vỡ đê, độ sâu ngập lụt hơn 1,5m thì kịch bản 1 (SLR 30 cm) sẽ gây ngập lụt 6% diện tích, kịch bản 2 (SLR 75 cm) gây ngập lụt 48% diện tích, kịch bản 3 (SLR 100 cm) gây ngập lụt 63% diện tích. Các diện tích này cũng chủ yếu là phía ngoài đê, các khu đất trũng và các đầm nuôi trồng thủy sản. Chính quyền địa phương xã Vinh Quang có thể tham khảo thông tin và xây dựng lồng ghép quy hoạch diện tích sử dụng đất của xã, đặc biệt phía ngoài đê biển trong tương lai.*

I. MỞ ĐẦU

Mực nước biển dâng là hậu quả lớn nhất của biến đổi khí hậu. Với bờ biển dài hơn 3.260 km và có 2 đồng bằng sông Hồng và sông Cửu Long rộng lớn bị ảnh hưởng mạnh của biến đổi khí hậu và nước biển dâng. Biến đổi khí hậu và nước biển dâng cũng gây tổn hại nhiều đến diện tích đất canh tác, mùa vụ nông ngư nghiệp, xói lở, bồi tụ khu vực ven biển và cửa sông, rừng ngập mặn, đất ngập nước và các hệ sinh thái ven biển quan trọng khác. Mối nguy lớn nhất khi mực nước biển dâng lên là gia tăng tình trạng ngập lụt trong mùa mưa bão do hệ thống đê biển, hồ chứa nước bị phá vỡ, có nguy cơ nhấn chìm những cánh đồng lúa khu vực đồng bằng ven biển, gây thiệt hại rất lớn đến kinh tế-xã hội-môi trường và an ninh lương thực, an ninh Quốc phòng.

Bài báo này giới thiệu việc xây dựng mô hình thử nghiệm tính toán ngập lụt cho vùng ven biển Việt Nam trong điều kiện nước biển dâng và một số kết quả bước đầu áp dụng ở vùng ven biển đặc trưng có rừng ngập mặn ở xã Vinh Quang, Tiên Lãng, Hải Phòng.

II. XÂY DỰNG MÔ HÌNH TÍNH TOÁN NGẬP LỤT

Mô hình tính toán ngập lụt tại xã Vinh Quang do nước biển dâng (NBD) kết hợp với bão và triều cường được xây dựng và tính toán dựa trên cơ sở mô hình tính toán ngập lụt [1, 2]. Sau đây là các lý thuyết cơ bản về mô hình tính.

1. Mô hình tính toán ngập lụt do sóng dài gây ra

1.1. Các phương trình cơ bản của mô hình tính

Từ các kết quả của phép lấy trung bình không gian, có thể rút ra phương trình sau [1, 2].

$$\frac{\partial f_x q_x}{\partial x}+\frac{\partial f_y q_y}{\partial y}+\frac{\partial S\eta}{\partial t}=0 \tag{1}$$

$$\frac{\partial q_x}{\partial t}+\frac{1}{S}\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{Sq_x^2}{d}\right)+\frac{1}{S}\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{Sq_x q_y}{d}\right)+gd\frac{\partial \eta}{\partial x}-\frac{1}{S}\frac{\partial}{\partial x}\left[d\nu_t S\frac{\partial(q_x/d)}{\partial x}\right]$$
$$-\frac{1}{S}\frac{\partial}{\partial y}\left[d\nu_t S\frac{\partial(q_x/d)}{\partial y}\right]+\frac{f_c}{d^2}Qq_x=0 \tag{2}$$

$$\frac{\partial q_y}{\partial t}+\frac{1}{S}\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{Sq_y q_x}{d}\right)+\frac{1}{S}\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{Sq_y^2}{d}\right)+gd\frac{\partial \eta}{\partial y}-\frac{1}{S}\frac{\partial}{\partial x}\left[d\nu_t S\frac{\partial(q_y/d)}{\partial x}\right]$$
$$-\frac{1}{S}\frac{\partial}{\partial y}\left[d\nu_t S\frac{\partial(q_y/d)}{\partial y}\right]+\frac{f_c}{d^2}Qq_y=0 \tag{3}$$

trong đó q_x và q_y lần lượt là lưu lượng nước chảy qua một đơn vị chiều dài theo phương vuông góc với các trục x và y; g là gia tốc trọng trường; d là độ sâu nước; ν_t là hệ số nhớt rối theo phương nằm ngang; f_c là hệ số trở kháng dòng chảy gây ra bởi ma sát đáy và các chướng ngại vật như nhà cửa, cây cối, các khu đất cao; và Q là lưu lượng toàn phần. Cần chú ý là các phương trình từ (1) đến (3) sẽ tự động trở thành phương trình dòng chảy hai chiều theo phương ngang (phương trình Saint - Vernant) khi mà toàn bộ miền nghiên cứu được phủ nước.

Hệ số trở kháng dòng chảy được tính toán dựa theo các kết quả thí nghiệm bằng mô hình vật lý của Viện Nghiên cứu các công trình công cộng Nhật bản [5] như sau:

$$f_c=\frac{gn^2}{h^{1/3}} \tag{4}$$

trong đó hệ số nhám n được xác định như sau:

$$n^2 = n_0^2 + 0.020\frac{\theta}{100-\theta}d^{4/3} \quad (5)$$

với θ đại diện cho các công trình xây dựng hay khu đất cao trong nút lưới và được định nghĩa là tỷ số giữa diện tích phần có công trình của nút lưới trên tổng diện tích của nút lưới. n_0 đại diện cho trở kháng của dòng chảy do đất nông nghiệp, đường xá và đất sử dụng với các mục đích khác và được tính như sau:

$$n_0^2 = \frac{n_1^2 A_1 + n_2^2 A_2 + n_3^2 A_3}{A_1 + A_2 + A_3} \quad (6)$$

với n_1=0.06, n_2=0.047 và n_3=0.05. A_1, A_2 và A_3 lần lượt là tỷ lệ giữa diện tích đất nông nghiệp, đất làm đường và đất sử dụng với mục đích khác trên toàn bộ diện tích mỗi nút lưới.

Các phương trình từ (1) tới (3) là các phương trình chỉ áp dụng được cho các khu vực mặt đất có độ dốc không lớn và dòng chảy có vận tốc không vượt quá vận tốc lan truyền của sóng dài (dòng chảy êm). Khi có những chướng ngại vật như con đường cao, có đê hoặc vùng đất cao cũng như thay đổi độ cao đột ngột, giới hạn áp dụng của các phương trình từ (1) tới (3) bị vi phạm và để đảm bảo có được các kết quả tính toán với độ chính xác cao, dòng chảy qua đây cần được xử lý theo các công thức thực nghiệm. Giả sử ta có dòng chảy tràn qua chướng ngại vật như vẽ trên hình (1). Ký hiệu mực nước thượng lưu của chướng ngại vật là W_u, mực nước hạ lưu chướng ngại vật là W_d và cao độ mặt đê là W_b, lưu lượng chảy tràn qua chướng ngại vật được tính theo các công thức từ (7) đến (10) do Homma đề nghị [4]. Rõ ràng là ta có thể áp dụng công thức (9) để tính lưu lượng nước chảy tràn qua một vùng đất có độ dốc rất lớn mà dòng chảy không thể tính toán được bằng cách giải phương trình (2) và (3).

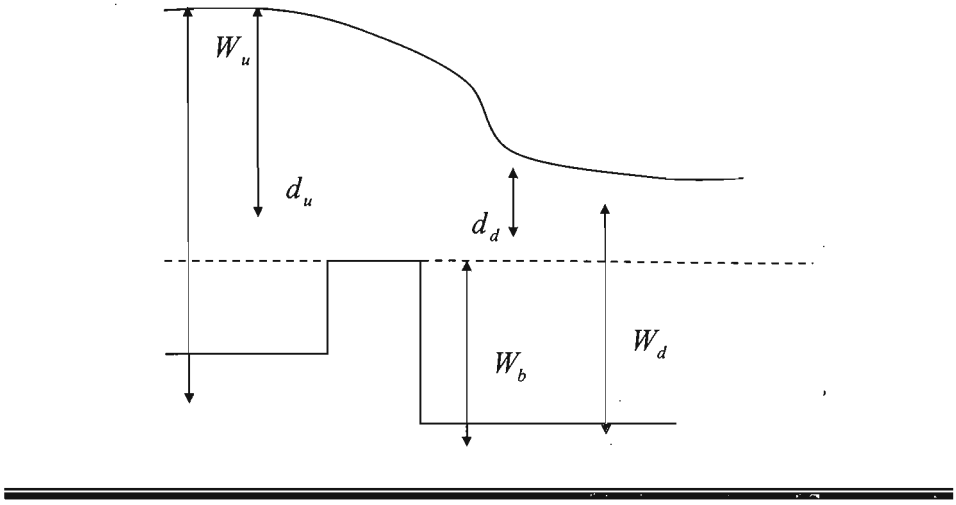
$$d_u = W_u - W_b \quad (7)$$

$$d_d = W_d - W_b \quad (8)$$

$$d_d / d_u \le 2/3 \qquad Q = 0.35 d_u \sqrt{2 g d_u} \quad (9)$$

$$d_d / d_u > 2/3 \qquad Q = 0.91 d_d \sqrt{2g(d_u - d_d)} \quad (10)$$

Các công thức từ (7) tới (10) cũng có thể được sử dụng để tính dòng chảy tràn qua đê tạo ra trao đổi nước giữa lưới tính và các sông lớn trong trường hợp có đê.



Hình 1: Dòng chảy vượt chướng ngại vật

Để có thể mô phỏng được hiện tượng lan truyền sóng dài qua các kênh rạch nhỏ, trong mô hình đã tính dòng chảy trong kênh riêng biệt với dòng chảy tràn trên bề mặt bằng cách giải phương trình chuyển động đã được tuyến tính hoá sau cho kênh

$$\frac{1}{g}\frac{\partial V_r}{\partial t} = -\frac{\partial H_r}{\partial l} - \frac{n_r^2 V_r |V_r|}{d_{rm}^{4/3}} \tag{11}$$

trong đó, V_r là vận tốc trung bình của dòng chảy trong kênh, H_r là mực nước trong bình trong kênh, có thể khác với mực nước trong lưới, l là khoảng cách dọc theo kênh từ một lưới tới lưới cạnh đó, n_r là hệ số nhám trung bình trong kênh và d_{rm} là độ sâu dòng chảy trung bình trong kênh. Mực nước trong kênh được tính bằng cách giải phương trình cân bằng nước cho đoạn kênh nằm trong lưới như sau

$$\frac{\partial H_r}{\partial t} = \left[\sum Q_{in} - \sum Q_{out}\right] / A \tag{12}$$

trong đó, Q_{in} và Q_{out} lần lượt là lưu lượng nước chảy vào và chảy ra khỏi đoạn kênh, bao gồm cả dòng chảy tràn qua đê (nếu có); A là diện tích bề mặt của đoạn kênh. Dòng chảy tràn qua đê tạo ra trao đổi nước giữa kênh và lưới sẽ được tính theo công thức Homma.

Tuy nhiên, cũng cần phải nhấn mạnh rằng khi sóng dài lan truyền trên bãi, động lực rất mạnh của sóng dài làm cho vận tốc lan truyền của nó dọc theo kênh không sai khác đáng kể so với vận tốc lan truyền của nó ở trên bờ nếu như kênh khá nhỏ. Vì vậy, phép

xấp xỉ nêu trên trong việc tính toán lan truyền của sóng dài trong lưới có tính đến ảnh hưởng của kênh chỉ nâng cao được độ chính xác nếu như lưới tính là khá lớn (có bậc vài chục mét) và kênh có chiều rộng đáng kể (khoảng từ 3 m trở lên).

Vì rằng lưới tính trong mô hình là khá lớn nên để có thể nâng cao độ chính xác tính toán, cần phải mô phỏng sự di chuyển của đường mặt, tức là đường phân chia giữa khu vực có nước đã tới và vùng nước chưa tới trong mỗi nút lưới. Để làm điều này, chúng tôi đã sử dụng giả thiết sau. Như trình bày trong lý thuyết sóng nói chung, sóng vỡ khi mà vận tốc chuyển động của hạt nước tại mặt sóng bằng với vận tốc lan truyền của sóng. Khi sóng dài lan truyền trên bờ, mặt phía trước của sóng dài hoàn toàn tương tự với mặt sóng vỡ. Điều đó có nghĩa là tốc độ chuyển động của hạt nước tại mặt phía trước của sóng dài đúng bằng vận tốc lan truyền của sóng dài. Do vậy, có thể giả thiết rằng mặt sóng dài trong lưới tính $\vec{V}_f$ chuyển động với vận tốc lan truyền của sóng dài tại mặt sóng dài, tức là:

$$\vec{V}_f = \sqrt{gd} \tag{13}$$

1.2. Điều kiện biên và điều kiện ban đầu

Các biên của miền tính có thể được phân loại thành các biên cứng và các biên hở.

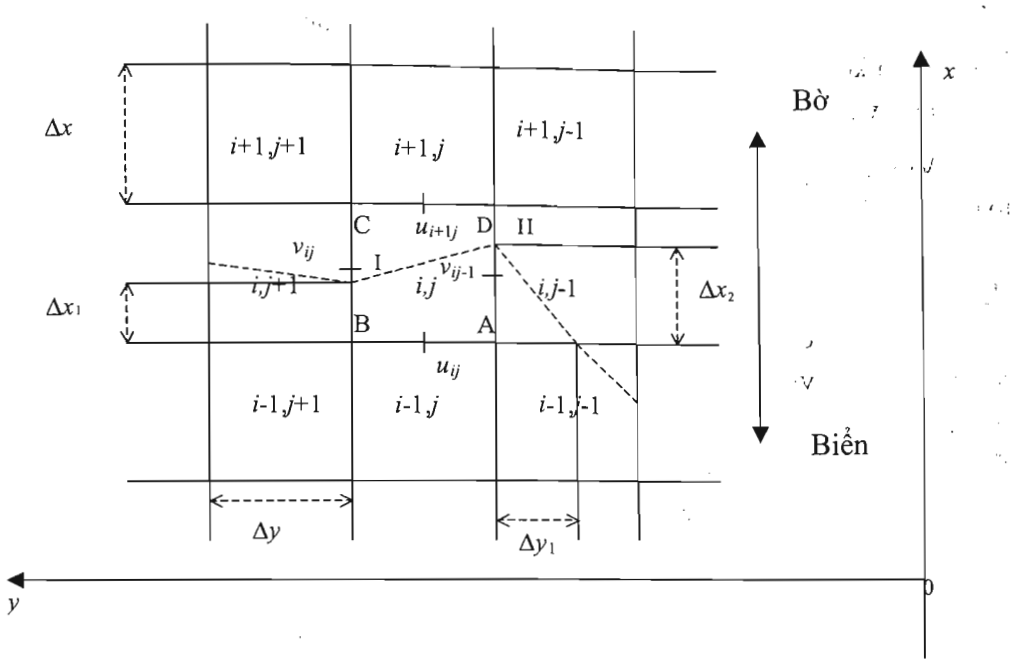
a- Điều kiện biên tại các biên cứng được giả thiết là trượt tự do.

b- Có hai loại biên hở được sử dụng trong tính toán. Loại biên hở thứ nhất là biên hở phía ngoài biển. Như đã trình bày ở trên, do kích thước lưới tính quá trình ngập lụt quá nhỏ nên việc tính toán chỉ có thể thực hiện được trên các miền tính nhỏ. Mô hình số trị tính toán sự thành tạo và lan truyền của sóng trên phạm vi toàn Biển Đông được sử dụng để tính toán, cung cấp các điều kiện biên cho các miền tính nhỏ này tại các biên hở phía ngoài biển.

c- Điều kiện ban đầu là mực nước được cho trước trên toàn bộ miền tính và vận tốc dòng chảy bằng không.

1.3. Sơ đồ sai phân hữu hạn và lời giải số trị

Các phương trình liên tục và phương trình chuyển động từ (1) đến (3) được sai phân hoá trên một lưới sai phân vuông góc. Một lưới tính so le được sử dụng trọng đó lưu lượng nước và vận tốc dòng chảy được tính tại các cạnh của lưới và mực nước được tính tại trung tâm lưới. Thành phần phi tuyến (thành phần bình lưu) của các phương trình chuyển động được sai phân hoá theo sơ đồ cho - nhận [4].



Hình 2: Hệ toạ độ và phương pháp đánh giá biên ướt và khô trong một nút lưới

Theo sơ đồ này thì căn cứ vào hướng dòng chảy tại hai nút lưới lân cận nhau mà quyết định một nút lưới là nút lưới cho, một nút lưới là nút lưới nhận và một sơ đồ đón gió sẽ được áp dụng để sai phân hoá thành phần bình lưu của phương trình chuyển động giữa hai nút lưới. Tuy sơ đồ đón gió như trên đảm bảo với độ chính xác rất cao điều kiện bảo toàn khối lượng, nhưng nó tạo ra độ nhớt số trị rất lớn do sai số làm tròn. Để giảm ảnh hưởng của sai số làm tròn, đồng thời đảm bảo điều kiện ổn định của sơ đồ tính, trong mô hình đã lấy trung bình giữa sơ đồ sai phân trung tâm (có độ chính xác bậc 2) và sơ đồ đón gió như ở trên. Sơ đồ sai phân trung tâm Crank-Nicholson có độ chính xác bậc 2 được dùng để sai phân thời gian. Vì đây là sơ đồ sai phân ẩn nên một quá trình tính lặp đã được áp dụng. Thứ tự tính toán như sau: trước hết, lưu lượng dòng chảy qua các cạnh của lưới được giả định và mực nước tại trung tâm lưới được tính bằng cách giải phương trình liên tục (1). Sau khi đã có mực nước, mực nước được thế vào các phương trình động lượng (2) và (3), kết hợp với các phương trình chảy tràn từ (7) đến (10), để giải và tính lưu lượng. Các giá trị lưu lượng mới này lại được thay thế vào phương trình (1) để tính mực nước. Quá trình này cứ tiếp diễn cho đến khi có nghiệm hội tụ. Sau đó, diện tích ướt, độ dài ướt và các thông số khác được tính trên cơ sở mực nước được tính toán như trên.

Chu vi ướt trong 1 nút lưới, chiều dài ướt trên mỗi cạnh và diện tích ướt trong mỗi nút lưới được tính theo sơ đồ hiện tại mỗi thời điểm bằng cách sử dụng mực nước, cao trình mặt đất và độ dốc mặt đất theo hai hướng trục x và trục y. Có thể trình bày thủ tục tính toán bằng sơ đồ trong hình 2. Sai phân không gian của các phương trình (2) và (3) được tiến hành theo một sơ đồ tương tự sơ đồ "thể tích lỏng" (VOF) do Hirt và Nichols đề xuất [4]. Trong sơ đồ này, mực nước được giả thiết là nằm ngang trong mỗi nút lưới. Cao độ mặt đất tại mỗi góc của nút lưới (thí dụ như các điểm A, B, C và D trong hình 2 được giả thiết là bằng giá trị trung bình của cao độ mặt đất tại 4 nút lưới lân cận. Thí dụ, cao độ mặt đất tại điểm C trong hình được tính như sau:

$$b_c = \frac{b_{i,j} + b_{i,j+1} + b_{i+1,j+1} + b_{i+1,j}}{4} \tag{14}$$

với b_c là cao độ mặt đất tại điểm C, và $b_{i,j}$, $b_{i,j+1}$, $b_{i+1,j+1}$ và $b_{i+1,j}$ lần lượt là cao độ mặt đất tại trung tâm các nút lưới (i,j), $(i,j+1)$, $(i+1,j+1)$ và $(i+1,j)$.

Mực nước tại 1 cạnh của nút lưới được xem là bằng giá trị trung bình của mực nước tại hai nút lưới kế bên, nếu như hai nút lưới này đều ngập nước. Thí dụ, mực nước tại cạnh BC của nút lưới i, j trong hình 1 được tính như sau:

$$\eta_{bc} = \frac{\eta_{i,j} + \eta_{i,j+1}}{2} \tag{15}$$

với η_{bc}, $\eta_{i,j}$ và $\eta_{i,j+1}$ lần lượt là mực nước tại cạnh BC, và tại tâm các nút lưới (i,j) và $(i,j+1)$.

Nếu 1 trong 2 nút lưới nằm cạnh cạnh chung là hoàn toàn khô (không có nước, tức diện tích ướt trong nút lưới bằng 0), mực nước trung bình tại cạnh của nút lưới được xem là bằng mực nước tại nút lưới ướt. Chiều dài ướt và diện tích ướt trong mỗi nút lưới được tính toán theo cao độ mặt đất tại tâm nút lưới, mực nước trong lưới và điểm cắt giữa mặt nước và mặt đất tại một cạnh của nút lưới. Khi mực nước trung bình trong một nút lưới cao hơn cao độ đáy tại hai đầu của 1 cạnh, cạnh đó được xem là hoàn toàn bị ngập nước, và chiều dài ướt tương ứng tại cạnh đó được xem là bằng 1. Trong các trường hợp khác, giá trị chiều dài ướt được xem là bằng tỷ số giữa chiều dài phần ướt và chiều dài tổng cộng của cạnh. Sau khi đã xác định được tất cả các điểm ướt trên 4 cạnh của nút lưới, chu vi ướt và diện tích ướt trong mỗi lưới được xác định bằng cách nối 2 điểm ướt cạnh nhau bằng 1 đường thẳng. Trên hình 2 đường thẳng này là các đường đứt đoạn. Diện tích ướt trong lưới i, j trong hình là phần lưới được tính từ đường đứt đoạn về phía biển. Chu vi ướt và diện tích ướt trong một nút lưới được giữ không đổi trong một bước thời gian.

2. Kiểm chứng mô hình ngập lụt do sóng dài

Việc kiểm đã được tiến hành theo các số liệu trong phòng thí nghiệm trong các điều kiện thí nghiệm có thể kiểm soát được, nên có thể cô lập các ảnh hưởng riêng rẽ của các yếu tố khác nhau tới kết quả tính toán, trên cơ sở đó có thể hiệu chỉnh mô hình số trị tốt hơn. Kiểm nghiệm đầu tiên về độ chính xác của mô hình đã được tiến hành với các điều kiện thí nghiệm về bài toán vỡ đập của Martin và Moyce [5]. Nguồn số liệu thứ 2 được dùng để kiểm chứng ngập lụt do sóng dài gây ra là thí nghiệm mô phỏng sóng tràn trên bãi thoải do Synolakis [6] tiến hành.

Một thí nghiệm bằng mô hình vật lý được các nhà khoa học trên Thế giới coi là thí nghiệm quan trọng nhất để kiểm chứng độ chính xác của các mô hình số trị mô phỏng sóng dài là thí nghiệm của Briggs và nnk [7] về sóng leo xung quanh một đảo hình nón. Xuất phát của thí nghiệm này là kinh nghiệm thực tế về sự tàn phá của sóng dài xung quanh một số đảo. Người ta thấy rằng khi sóng dài tấn công một đảo nằm giữa biển khơi, sóng dài sẽ gây ngập lụt lớn nhất tại phía đón sóng dài. Tuy vậy, tại phía khuất sóng nằm ở sườn phía bên kia của đảo, do có sự hội tụ của sóng từ hai bên đảo, ngập lụt do sóng dài gây ra cũng rất lớn và sóng dài gây ra những thiệt hại rất đáng kể về tính mạng và của cải cho dân cư ở đó.

Từ các kết quả tính toán trên, có thể sơ bộ kết luận rằng mô hình số trị đã có thể mô phỏng quá trình sóng leo trong các điều kiện thí nghiệm khác nhau với độ tin cậy thoả mãn. Kết quả tính toán mô phỏng sóng leo trong trường hợp thí nghiệm trên mô hình vật lý và khoảng cách xâm nhập của sóng dài vào đất liền trong trường hợp sóng dài quan trắc ngoài hiện trường, có thể kết luận rằng mô hình số trị đã mô phỏng ngập lụt do sóng dài gây ra với độ chính xác chấp nhận được. Dựa trên cơ sở tính toán lan truyền thủy lực đó, mô hình này được áp dụng trong điều kiện tại xã Vinh Quang để tính toán lan truyền và mô phỏng ngập lụt.

3. Các số liệu đầu vào phục vụ tính toán

3.1. Các kịch bản nước biển dâng

Trên cơ sở các kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng (BĐKH&NBD) của Bộ Tài nguyên và Môi trường [3], nhóm thực hiện dự án đã tiến hành tính toán ngập lụt kết hợp với điều kiện nước dâng trong bão và triều cường. Các kịch bản lựa chọn được bôi đen trong bảng 1.

Bảng 1: Mực nước biển dâng (cm) tại Việt Nam so với thời kỳ 1980 - 1999

Kịch bản	Các mốc thời gian của thế kỷ 21								
	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Thấp (B1)	11	17	23	28 (1)	35	42	50	57	65
Trung bình (B2)	12	17	23	30 (2)	37	46	54	64	75
Cao (A1FI)	12	17	24	33	44	57	71	86	100 (3)

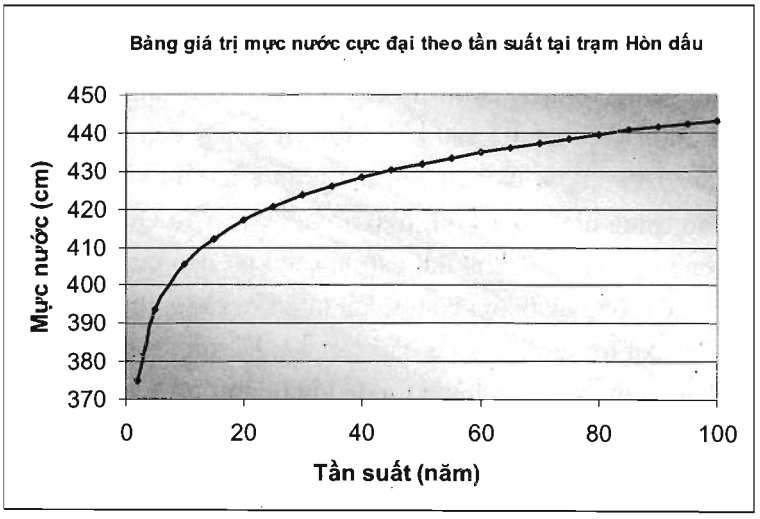
3.2. Số liệu bão

Sử dụng số liệu các cơn bão thống kê từ năm 1951 đến năm 2008 của Trạm Khí tượng Hòn Dáu, Hải Phòng. Giá trị áp suất tâm bão theo công thức [4]: $U_{max} = 5{,}575(\Delta p)^{1/2}$.

Bảng 2: Số liệu bão tại Hòn Dáu

STT	Tần suất xuất hiện (%)	Vận tốc gió bão V_{max} (m/s)	Áp suất tâm bão P (mb)
1	1	42.6	969.77
2	2	39.7	975.49
3	5	35.8	982.49

3.3. Số liệu mực nước



Hình 3: Mực nước cao nhất năm tại Trạm Hòn Dấu tính theo tần suất Gumbell

Bảng 3: Giá trị mực nước cực đại tính theo tần suất Gumbell tại trạm Hòn Dấu

Tần suất (năm)	10	15	20	50	70	100
Mực nước (cm)	405.5	412.3	417	432	437.4	443.2

3.4. Điều kiện địa hình

Hình 4: Vị trí điểm vỡ đê và sơ đồ xã Vinh Quang (*Bản đồ xã Vinh Quang, 2005*)

Trong quá trình tính toán, chúng tôi đã sử dụng điều kiện địa hình hiện trạng năm 2005 của xã Vinh Quang. Trong quá trình số hóa bản đồ chúng tôi có bổ sung thêm các điều kiện hiện tại 2009 vào bản đồ sau khi được sự góp ý của người dân địa phương tại buổi tham vấn ngày 18/9/2009. Nói chung, địa hình khu vực xã Vinh Quang khá đều và bằng phẳng. Độ cao trung bình từ 1,5 - 2 m (so với hệ cao độ Quốc gia). Diện tích đất chủ yếu là sản xuất nông nghiệp, các khu đất cao là các khu dân cư, đê và đường giao thông. Xã Vinh Quang có hệ thống đê biển khá tốt, kết hợp với rừng ngập mặn hệ thống đê có thể bảo đảm an toàn cho xã trong điều kiện bão cấp 12. Để tính toán mô phỏng ngập lụt cho trường hợp xấu nhất có thể xảy ra, chúng tôi đã giả thiết trường hợp xảy ra vỡ một đoạn đê xung yếu dài 80m tại thôn Đông Dưới trong điều kiện bão cấp 12 kết hợp nước biển dâng và triều cường.

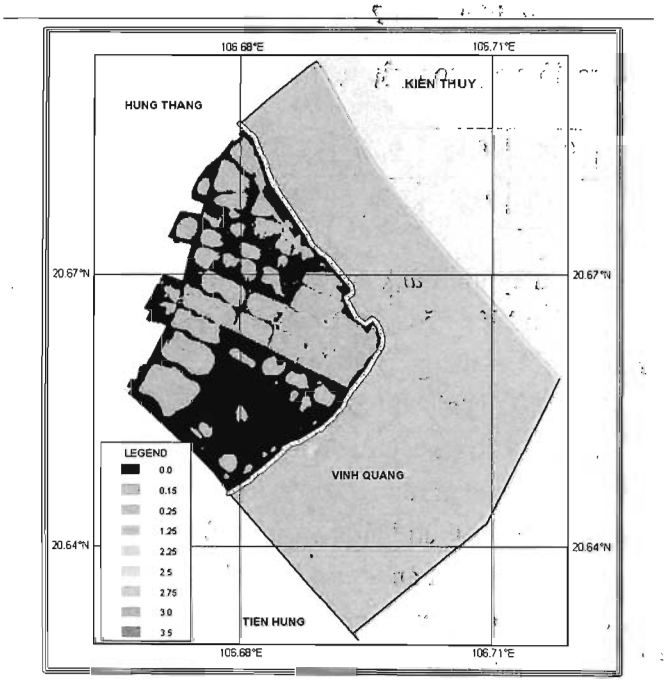
III. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN NGẬP LỤT TẠI XÃ VINH QUANG

1. Kết quả tính ngập lụt cho kịch bản 1

Bảng 4: Mức độ nguy cơ ngập lụt tại xã Vinh Quang theo kịch bản 1

Mức độ ngập (m)	0.00	0.15	0.25	1.25	2.25	2.50	2.75	3.00	3.50	Tổng
Diện tích ngập (ha)	407.0	84.2	266.7	1121.9	16.6	11.7	10.8	10.9	0.0	1929.8

Trên các hình 5 và 6 ta thấy hình ảnh ngập lụt tại xã Vinh Quang kịch bản 1 trong điều kiện bão cấp 12 kết hợp với triều cường tại của sông Văn Úc, cùng với đó là mực nước biển dâng 30 cm theo [3], với giả thiết là xảy ra tình huống vỡ một đoạn đê dài 80 m tại thôn Đông Dưới. Hầu hết diện tích rừng ngập mặn, các đầm nuôi trồng thủy sản phía ngoài đê đều bị ngập, độ sâu ngập trung bình 1 - 1,25 m. Phía trong đê, ngay tại khu vực đoạn đê bị vỡ thôn Đông dưới, độ sâu ngập lụt trong khoảng 0,5 - 1 m nước. Các khu vực khác trong xã bị ngập lụt là những vùng đất trũng trồng lúa của các thôn: Nam, Thư Sinh, Thái Ninh, Đồn Dưới, Vam Trên, Yên mức độ sâu ngập lụt <1 m. Do đây là những khu vực thoát nước chậm vì vậy xã Vinh Quang cần phải bố trí hệ thống trạm bơm để tiêu nước kịp thời tránh gây úng ngập, mất mùa. Các khu đất cao, đường giao thông dọc theo kênh chung là không bị ngập.



Hình 5: Ngập lụt tại xã Vinh Quang - kịch bản 1

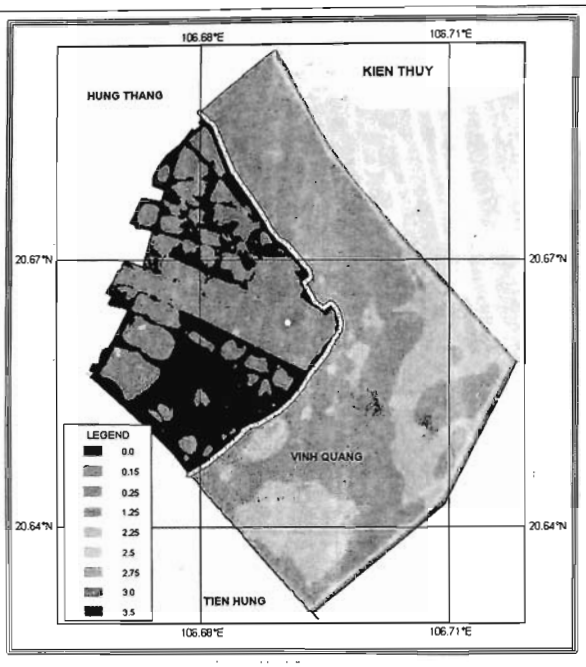
Hình 6: Dòng chảy cực đại - kịch bản 1

2. Kết quả tính ngập lụt cho kịch bản 2

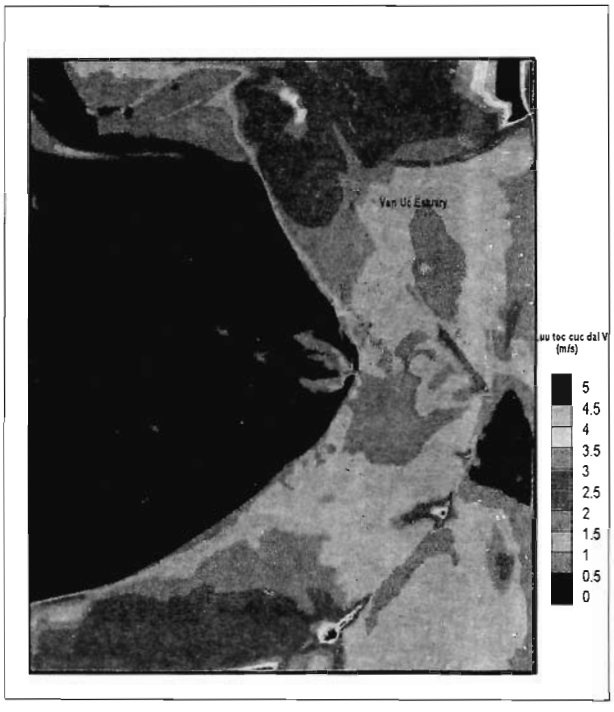
Bảng 5: Mức độ nguy cơ ngập lụt tại xã Vinh Quang theo kịch bản 2

Mức độ ngập (m)	0.00	0.15	0.25	1.25	2.25	2.50	2.75	3.00	3.50	Tổng
Diện tích ngập (ha)	359.1	152.1	266.7	747.4	326.8	31.6	16.6	22.1	7.5	1929.8

Các hình 7 và 8 cho thấy hình ảnh ngập lụt và lưu tốc dòng chảy cực đại tại xã Vinh Quang kịch bản 2 trong điều kiện bão cấp 12 kết hợp với triều cường tại của sông Văn Úc cùng với đó là mực nước biển dâng 75 cm theo kịch bản 2, với giả thiết là xảy ra tình huống vỡ một đoạn đê dài 80 m tại thôn Đông Dưới. Toàn bộ diện tích rừng ngập mặn và các đầm nuôi trồng thủy sản của xã Vinh Quang đều bị ngập, độ sâu ngập trung bình lớn hơn kịch bản 1, khoảng 1,5 m, Tại những vùng đất thấp ở phía Bắc của xã và phần tiếp giáp với xã Tiên Hưng thuộc các thôn Đông Dưới, thôn Nam, thôn Thư Sinh đây là những vùng trũng tiêu nước chậm nên chịu ảnh hưởng lớn khi có ngập lụt xảy ra, độ sâu ngập lụt từ 0,5 - 1,25 m.Chỉ có các khu đất cao, mặt đê là không bị ngập. Vì vậy, chính quyền địa phương cần có kế hoạch, phương án tiêu thoát lũ, lâu dài cần phải có quy hoạch phát triển kinh tế và sử dụng đất hợp lý để giảm thiểu tối đa thiệt hại do ngập lụt gây ra.

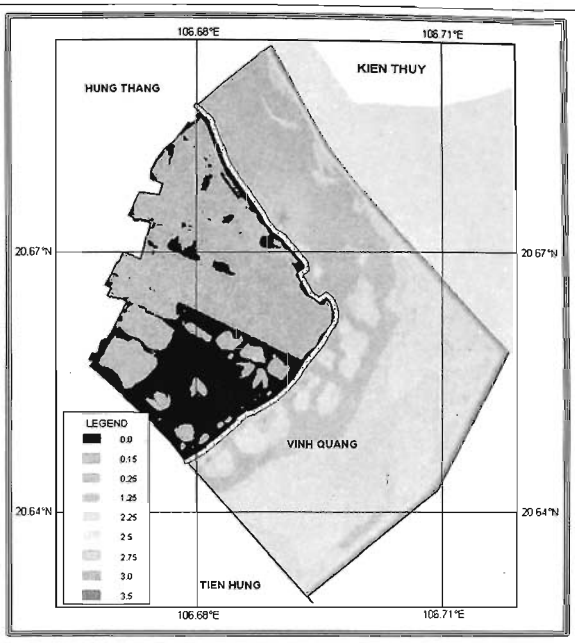


Hình 7: Ngập lụt tại Vinh Quang - kịch bản 2

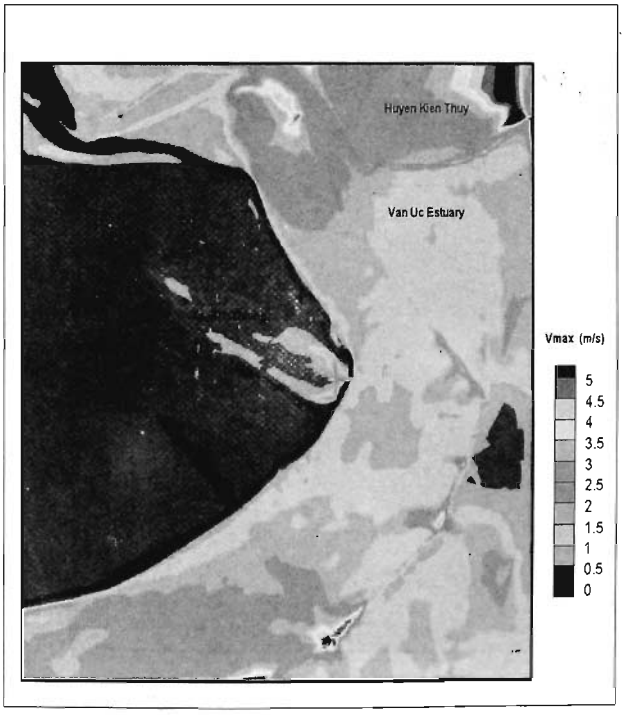


Hình 8: Dòng chảy cực đại - kịch bản 2

3. Kết quả tính ngập lụt cho kịch bản 3



Hình 9: Ngập lụt tại Vinh Quang - kịch bản 3



Hình 10: Dòng chảy cực đại - kịch bản 3

Tương tự, các hình 9 và 10 cho thấy hình ảnh ngập lụt tại xã Vinh Quang vào năm 2100 trong điều kiện bão cấp 12 kết hợp với triều cường tại của sông Văn Úc cùng với đó là mực nước biển dâng 100cm theo kịch bản cao nhất A1F1 cho vùng đồng bằng Bắc bộ, với giả thiết là xảy ra tình huống vỡ một đoạn đê dài 80 m tại thôn Đông Dưới. Toàn bộ diện tích rừng ngập mặn, các khu đầm nuôi trồng thủy sản phía ngoài đê của xã Vinh Quang đều ngập, độ sâu ngập trung bình lớn hơn kịch bản 2, khoảng 2,5 m, đặc biệt là dọc theo mép bờ của cửa sông Văn Úc độ sâu ngập có chỗ lên tới 3,5 m. Khu vực đất trồng lúa từ Cầu Ông Nước tới cầu Hàng và Thôn Kim bị ngập nặng, có chỗ độ sâu ngập lên tới 1,25 m. Chỉ có các khu đất cao, các khu dân cư, nhà kiên cố, khu vực mặt đê là không bị ngập. Lưu tốc dòng chảy khá lớn, tại vị trí vỡ đê, lưu tốc dòng chảy trong khoảng 3,5-4m/s, dọc theo sông Văn Úc từ cống BaZan đến cống Thành Tre 2, lưu tốc dòng chảy khá lớn, vì vậy nguy cơ xói cấp tính trong điều kiện bão rất lớn. Đặc biệt là khu vực cống Thành Tre 2, trong lịch sử đã xảy ra vỡ đê năm 1955 gây ngập lụt và chết người. Vì vậy, chính quyền địa phương cần có kế hoạch, phương án trước mắt di dân đến nơi an toàn, về lâu dài cần phải có quy hoạch phát triển kinh tế và sử dụng đất hợp lý, tránh những vùng có rủi ro cao, để giảm thiểu tối đa thiệt hại do ngập lụt gây ra.

Bảng 6: Mức độ nguy cơ ngập lụt tại xã Vinh Quang theo kịch bản 3

Mức độ ngập (m)	0.00	0.15	0.25	1.25	2.25	2.50	2.75	3.00	3.50	Tổng
Diện tích ngập (ha)	273.1	204.6	303.8	411.1	403.7	265.0	25.6	25.0	17.1	1929.0

4. So sánh mức độ ngập lụt giữa các kịch bản

Bảng 7: Mức độ ngập lụt theo các kịch bản 1, 2, 3

Độ sâu ngập lụt (m)		<0,5	0,5-1	1-1,5	1,5-2	2-2,5	2,5-3	3-3,5	>3,5	KB
Diện tích ngập (ha)		657.97	342.5	806.49	86.35	22.33	14.01	0.25	0	1
%	100	34.1	17.7	41.8	4.5	1.2	0.7	0.0	0.0	
Diện tích ngập (ha)		601.24	93.7	312.42	764.37	122.03	22.55	13.53	0.06	2
%	100	31.2	4.9	16.2	39.6	6.3	1.2	0.7	0.0	
Diện tích ngập(ha)		570.42	110.97	29.35	504.83	654.99	33.16	21.32	4.86	3
%	100	29.6	5.8	1.5	26.2	33.9	1.7	1.1	0.3	

Nhìn vào bảng 7 có thể so sánh được mức độ ngập lụt của 3 kịch bản. Phần diện tích phía trong đê hầu như là không bị ngập hoặc ngập không đáng kể <0,25 m cho cả ba kịch

bản. Đây cũng là đặc điểm dễ nhận thấy và các kịch bản là phù hợp với thực tế vì địa hình xã Vinh Quang có hệ thống đê biển che chắn bao bọc khá tốt, khả năng xảy ra ngập lụt phía trong đê là thấp, trừ khi vỡ đê kết hợp với nước lũ dồn từ trên xuống.

Kịch bản 1 chủ yếu bị ngập với độ sâu nhỏ hơn 1,5 m (84%). Các diện tích này cũng chủ yếu là phía ngoài đê, các khu đất trũng và các đầm nuôi trồng thủy sản, kịch bản 2 gây ngập lụt 52% diện tích, kịch bản 3 gây ngập lụt 37% diện tích.

Từ biểu đồ trên ta thấy rằng mức độ ngập lụt với độ sâu hơn 1,5m tăng dần từ kịch bản 1 đến kịch bản 3. Như vậy, theo các kịch bản BĐKH&NBD kết hợp với bão, xã Vinh Quang bị ngập lụt, nhưng chủ yếu là diện tích phía ngoài đê - là vùng đất nuôi trồng thủy sản và rừng ngập mặn đều có giá trị kinh tế và giá trị sinh thái cao. Do đó, thiệt hại do ngập lụt gây ra là đáng kể. Điển hình là năm 2005 cơn bão Damrey đã gây ngập lụt và thiệt hại riêng cho các hộ nuôi tôm ngoài đê là 10,2 tỷ đồng (*Nguồn: UBND xã Vinh Quang 2008*). Với mức độ thiệt hại như vậy, trong tương lai, đặc biệt với kịch bản 3, mức độ ngập lụt lớn chắc chắn sẽ còn thiệt hại nặng nề hơn.

IV. NHẬN XÉT VÀ KẾT LUẬN

- Mô hình tính toán ngập lụt trong bài miêu tả tốt quá trình ngập lụt trong bão do nước biển và triều cường kết hợp, có thể sử dụng cho các vùng ven biển Việt Nam, đặc biệt tính toán trong bối cảnh theo các kịch bản nước biển dâng.

- Việc đánh giá tác động ngập lụt thí điểm do NBD đối với xã Vinh Quang, cho thấy nếu nước biển càng dâng cao thì diện tích ngập lụt càng gia tăng, gây tác động xấu tới kinh tế, xã hội, môi trường và các hệ sinh thái ven biển của địa phương.

- Những kết quả về mức độ ngập lụt theo các kịch bản tại xã Vinh Quang giúp bổ sung thông tin cho chính quyền xã Vinh Quang xây dựng kế hoạch lồng ghép quy hoạch diện tích sử dụng đất tại xã, đặc biệt phía ngoài đê biển.

- Rừng ngập mặn tại đây có vai trò quan trọng trong việc ngăn sóng bão và triều, bảo vệ đê biển rất tốt. Chính quyền xã có phương án giao cho các hộ dân quản lý và khai thác rừng ngập mặn rất hợp lý, đây là gương sáng bảo vệ rừng ngập mặn mà các vùng ven biển cần phải học tập và áp dụng.

Đề nghị áp dụng mô hình tính toán ngập lụt rộng rãi cho các địa phương ven biển Việt Nam khác để cung cấp đầy đủ thông tin cho chính quyền địa phương xây dựng tốt kế hoạch ứng phó với nước biển dâng và BĐKH trên địa bàn địa phương, nhằm thực hiện tốt Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu đã được Chính phủ Việt

Nam phê duyệt năm 2008.

Mô hình tính toán cần phải có được bản đồ địa hình rất chi tiết tỷ lệ 1/2000, do vậy đề nghị Bộ Tài nguyên và Môi trường cho thành lập sớm các bản đồ địa hình tỷ lệ 1/2000 cho tất cả các khu vực ven biển và hải đảo Việt Nam nhằm hỗ trợ việc nghiên cứu tác động của nước biển dâng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Vũ Thanh Ca, Trần Thục, Nguyễn Kiên Dũng, 2005.** Một mô hình tính toán sự truyền lũ trên địa hình rất phức tạp. Tạp chí Thuỷ lợi Môi trường, số Tháng 6, Hà Nội.
2. **Vũ Thanh Ca, Trần Thục, 2005.** Mô hình số trị tính lan truyền sóng dài trên toàn Biển Đông. Tuyển tập các công trình khoa học, Hội nghị Khoa học Viện Khí tượng Thuỷ văn, Hà Nội.
3. **Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2009.** Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam. Hà Nội, 68 tr.
4. **Hội kỹ sư công chính Nhật, 2000.** Công thức thuỷ lực (tiếng Nhật).
5. **Phòng nghiên cứu sông, 1997.** Hướng dẫn sử dụng mô hình truyền lũ trong thành phố (tiếng Nhật). Lưu trữ tại Viện Nghiên cứu các công trình công cộng Nhật bản.
6. **Synolakis C. E., 1987.** The run up of solitary waves. Journal of Fluid Mechanics, 185, 523-545.

   Briggs M. J., Synolakis C. E., Harkins G. S., and Green D. R., 1995. Laboratory experiments of tsunami run-up on a circular island. Pure and Applied Geophysics; 144, 569-593.

SOME PRELIMINARY RESULTS AND NUMERICAL MODEL FOR INUDATION CALCULATION OF HAIPHONG COASTAL AREA IN THE CLIMATE CHANGE AND SEA LEVEL RISE

VU THANH CA, DU VAN TOAN, NGUYEN VAN TIEN, NGUYEN HOANG ANH, NGUYEN HAI ANH, TRAN THE ANH, VU THI HIEN

Summary: *This paper introduces a model for calculating flood coastal Vietnam in terms of sea level rise and climate change. In this paper introduce some results calculated flood inudation for Vinh Quang commune, Tien Lang district, Hai Phong storm conditions in*

the sea level rise. Award presentation with broken dike, flood depths over 1.5 m, the the scenario 1 (SLR 30 cm) would cause flooding 6% area, the scenario 2 (SLR 75 cm) caused flooding 48% of the area, the scenario 3 (SLR 100 cm) caused flooding 63% of the area. The area is also mostly outside the dike, and the low ground and lagoon aquaculture. Local government Vinh Quang commune can refer to building information and integrate the planning of land use area of town, especially the outer sea dikes in the future.

Ngày nhận bài: 06 - 02 - 2010

Người nhận xét: PGS. TS. Nguyễn Chu Hồi