

# A method for determining possible maximum storm surge at a sea dike

Bui Xuan Thong<sup>1</sup> and Nguyen Van Lai<sup>2</sup>

**Abstract:** Storm surges often happen in short time, but may have great affects on coastal areas. High waves combines with high surge levels can cause significant failures to sea dikes due to wave overtopping and/or even crest overflows. Therefore, the determination of the possible maximum storm surge level is necessary for sea dike design. The envelop of maximum storm surge levels can be determined from numerical model simulations. The lowering of water level in a typhoon may also have affect on the lower part of a dike. The numerical model can provide also this result for stability consideration of the outer slope and bottom protection for sea dikes.

## Phương pháp xác định mực nước dâng cực đại có thể xảy ra do bão tại khu vực công trình đê biển

Bùi Xuân Thông<sup>1</sup>, Nguyễn Văn Lai<sup>2</sup>

**Tóm tắt:** Mực nước dâng do bão xảy ra tuy thời gian tồn tại ngắn nhưng tác động rất lớn đến công trình đê biển. Mực nước dâng do bão cực đại tương đương với mực nước biển dâng xảy ra tại các vùng ven bờ với tần suất hiếm có nhiều khả năng tràn qua mặt đê. Để tránh tình trạng này cần phải xác định được độ cao nước dâng cực đại có thể xảy ra tại khu vực có đê biển. Mực nước dâng cực đại do các cụm họ bão gây ra thông qua phương pháp số trị mô phỏng xác định đường bao nước dâng mô tả phân bố các giá trị cực đại nước dâng do bão có thể xảy ra tại khu vực đê biển. Đường bao nước dâng do bão là đường đẳng trị liên kết các giá trị cực đại nước dâng có khả năng xảy ra theo các họ bão tác động đến khu vực công trình đê biển. Các giá trị cực đại này là số liệu sử dụng cho thiết kế độ cao mặt đê. Một nội dung khác về mực nước biển dâng do bão là các giá trị mực nước rút - giá trị âm và quy mô phân bố các giá trị âm nhỏ nhất khi bão gây nước dâng cực đại tại khu vực phía phải đường đi chuyển và đổ bộ của bão. Các giá trị này ít được quan tâm trong các nghiên cứu, tính toán về nước dâng do bão. Các giá trị mực nước âm do bão gây ra có tác động kéo nước từ phía bờ ra với khối lượng nước lớn và ảnh hưởng nhiều đến nền đáy khu vực chân đê. Báo cáo này mô tả phân bố các giá trị mực nước rút - âm trong một cơn bão cụ thể gây nước dâng lớn khi đổ bộ vào bờ. Các giá trị mực nước rút có thể được sử dụng để tham khảo khi tính toán độ ổn định mái và chân đê.

### 1. Mở đầu

Nước dâng do bão là một dạng thiên tai từ phía biển, gây ngập lụt, phá hủy các công trình và cơ sở hạ tầng vùng ven bờ. Sự phá hủy của nước dâng do bão thể hiện ở khả năng gây áp lực lớn tàn phá công trình và gây ngập lụt diện rộng. Độ cao mực nước lớn tràn mặt đê dễ gây ra vỡ đê hoặc ngập mặn các vùng đồng bằng. Xác định giá trị cực đại mực nước dâng do bão là một bài toán thực tế, là sự đòi hỏi cấp thiết của công tác thi công, bảo vệ công trình đê. Xác định chính xác giá trị cực đại nước dâng do bão có thể xảy ra tại khu vực có đê biển có thể thực hiện bằng 2 phương pháp. Thông thường xác định qua các giá trị mực nước xảy ra với tần suất hiếm thông qua các chuỗi quan trắc mực nước từng giờ, hoặc mực nước cực đại tại các trạm đo mực nước. Điều này gặp khó khăn bởi vì tại các vùng có công trình đê biển, thường không có trạm quan trắc, số liệu ngoại suy từ các trạm

---

<sup>1</sup> Center for Oceanography, Vietnam Administration for Sea and Islands, Ministry of Natural Resources and Environment; Address: 8 Phao Dai Lang Street, Dong Da, Hanoi, Vietnam; E-mail: thongkttv@yahoo.com

<sup>2</sup> Faculty of Hydrology and Water Resources, Water Resources University; E-mail: ngvanlai@wru.edu.vn

lân cận kèm theo sai số cao. Thông qua số liệu quan trắc mực nước dâng do bão gây ra tại các khu vực có đê biển thường không đầy đủ số liệu đo được sau mỗi lần bão gây nước dâng. Vì vậy loại phương pháp thứ 2 sử dụng kết quả sau mô phỏng nước dâng do bão theo các họ bão gây nước dâng cho ra kết quả khai thác áp dụng được vào bảo vệ công trình đê biển.

Phương pháp mô phỏng số trị bao gồm các nội dung như sau:

- . Thông qua một mô hình mô phỏng số trị nước dâng do bão đã được kiểm nghiệm
- . Xác định các điều kiện tự nhiên của khu vực áp dụng mô hình mô phỏng số trị (độ sâu, đường bờ, địa hình, độ dốc đáy biển..)
- . Xác định các họ bão với các tần suất khác nhau, đồ bộ, đi qua khu vực có công trình đê từ 1- 30 năm hoặc dài hơn.
- . Thực hiện modul tính toán theo các họ bão dựa trên mô hình số trị xác định mực nước dâng cực đại Maximum Envelop of Water ( MEOW). Kết quả tính toán này xác định ra giá trị cực đại có thể xảy ra.
- . Thực hiện tính toán theo mô hình số trị mô tả phân bố thực các giá trị mực nước dâng và nước rút cho một cơn bão cụ thể đồ bộ tại khu vực có công trình đê biển. Kết quả mô phỏng này sẽ cho ra bức tranh phân bố nước dâng do bão với các giá trị nước dâng lớn nhất và mực nước rút tác động tại chân công trình đê.



Hình 1. Đê biển sau khi xảy ra nước dâng do bão (Đoàn Văn Long)

## 2. Mô hình mô phỏng nước dâng do bão

### 2.1. Hệ phương trình toán học cơ bản.

Hiện tượng nước dâng do bão có thể được mô tả bởi hệ phương trình thủy động lực học hai chiều thiết lập cho chuyển động của sóng nước nông. Hệ phương trình được lựa chọn ở đây là hệ phương trình Saint-Venant mô tả chuyển động của sóng dài mô phỏng mực nước và dòng chảy viết trong hệ tọa độ  $(x,y)$  với trục Ox hướng từ tây sang đông và trục Oy hướng từ nam lên bắc.

Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

Phương trình động lượng theo phương ngang (x, y)

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} - fV = -g\rho_w \frac{\partial \xi}{\partial x} - h \frac{\partial P_a}{\partial x} + \frac{1}{\rho_w} (\tau_s^x - \tau_b^x) \quad (2)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} + fU = -g\rho_w \frac{\partial \xi}{\partial y} - h \frac{\partial P_a}{\partial y} + \frac{1}{\rho_w} (\tau_s^y - \tau_b^y) \quad (3)$$

Nếu ta bỏ qua các hệ số cục bộ trong phương trình động lượng theo phương ngang ta có thể viết lại phương trình vi phân tuyến tính theo phương ngang như sau:

$$\frac{\partial U}{\partial t} - fV = -gh \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{1}{\rho_w} (\tau_s^x - \tau_b^x) \quad (4)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + fU = -gh \frac{\partial \xi}{\partial y} + \frac{1}{\rho_w} (\tau_s^y - \tau_b^y) \quad (5)$$

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} = 0 \quad (6)$$

Trong đó: x và y là các biến không gian theo phương ngang (m), U, V là các thành phần vận tốc trung bình theo phương ox, oy, f - tham số Coriolis (s<sup>-1</sup>), g là gia tốc trọng trường (m/s<sup>2</sup>), ξ - độ dâng mực nước biển, ρ<sub>w</sub> là mật độ nước biển (kg/m<sup>3</sup>), h - độ sâu nước biển, τ<sub>s</sub><sup>x</sup>, τ<sub>s</sub><sup>y</sup> - các thành phần ứng suất gió trên mặt biển, τ<sub>b</sub><sup>x</sup>, τ<sub>b</sub><sup>y</sup> - các thành phần ứng suất ma sát đáy.

Trong hệ phương trình 4 - 6 các thành phần U, V, ξ, (τ<sub>s</sub><sup>x</sup>, τ<sub>s</sub><sup>y</sup>), (τ<sub>b</sub><sup>x</sup>, τ<sub>b</sub><sup>y</sup>) là 5 ẩn số phải xác định. Tuy nhiên mới chỉ tồn tại hệ 3 phương trình chuyển động. Để giải được cần phải xác định 02 phương trình bổ sung. 2 phương trình này liên quan đến các lực ma sát mặt và ma sát đáy. Thành phần ma sát mặt liên quan đến các thành phần ứng suất gió bão. Vì vậy phải xác định các thành phần này thông qua một mô hình phân bố gió bão. Mô hình phân bố khí áp và gió bão được áp dụng trong các tính toán này là mô hình khí áp Jelesnhianski. Các thành phần ứng suất ma sát đáy được xác định theo quy luật bình phương các thành phần U, V qua từng bước từng bước tính.

Để có thể xác định được các đại lượng U, V, ξ trong hệ phương trình trên, ta cần phải sử dụng các điều kiện ban đầu và điều kiện biên:

Điều kiện ban đầu: tại thời điểm ban đầu t = 0 cho U = 0, V = 0, ξ = 0. Đây là điều kiện "cold start"

Điều kiện biên:

Tại bờ biển: sử dụng điều kiện không thấm: vận tốc theo phương pháp tuyến với đường bờ V<sub>n</sub> = 0.

Tại biên ngoài khơi và biên hông phía bắc và phía nam miền tính toán được xác định bằng các giá trị gần đúng.

## 2.2. Phương pháp sai phân

Từ các phương trình cơ bản (4), (5), (6) sử dụng phương pháp sai phân

$$\frac{\partial U}{\partial x} = \frac{U_{i,j} - U_{i-1,j}}{\Delta x} \quad (7)$$

$$\frac{\partial V}{\partial y} = \frac{V_{i,j+1} - V_{i,j}}{\Delta y} \quad (8)$$

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} = \frac{(\xi_{i,j}^{t+1} - \xi_{i,j}^t)}{\Delta t} \quad (9)$$

Sử dụng các nguyên lý sai phân trên thay thế vào hệ các phương trình chuyển động ta có các phương trình tính toán trong dạng sai phân dưới đây theo phương ox và oy.

$$U_{i,j}^{t+1} = U_{i,j}^t + f \frac{\Delta t}{4} (V_{i,j}^t + V_{i-1,j}^t + V_{i,j+1}^t + V_{i-1,j+1}^t) - g \frac{\Delta t}{2\Delta x} (h_{i,j+1} + h_{i,j}) (\xi_{i+1,j} - \xi_{i,j}) + \frac{\Delta t}{2\rho_w} (\xi_s^{x,t}(i,j) + \xi_s^{x,t}(i+1,j)) - [k\rho_w \Delta t U^t(i,j)] / (h_{i+1,j} + h_{i,j}) / 2 \quad (10)$$

$$V_{i,j}^{t+1} = V_{i,j}^t + f \frac{\Delta t}{4} (U_{i,j}^t + U_{i-1,j}^t + U_{i,j+1}^t + U_{i-1,j+1}^t) - g \frac{\Delta t}{2\Delta x} (h_{i,j+1} + h_{i,j}) (\xi_{i,j}^t - \xi_{i,j-1}^t) + \frac{\Delta t}{2\rho_w} (\xi_s^{y,t}(i,j) + \xi_s^{y,t}(i,j+1)) - [k\rho_w \Delta t V_{i,j}^t] (h_{i,j+1} + h_{i,j}) / 2 \quad (11)$$

Phương trình sai phân (10) và (11) được giải với sơ đồ sai phân ARAKAWA C.

Các thành phần ứng suất gió bề mặt được xác định từ mô hình mô phỏng gió bão của Jenensianski (Trong báo cáo này không trình bày mô hình mô phỏng gió bão).

Trên hệ tọa độ Decac với lưới vuông chương trình đã được viết với các ngôn ngữ thông dụng và làm chuẩn chương trình dẫn xuất để thực hiện các nghiên cứu, thử nghiệm khác nhau về nước dâng do bão tại các điều kiện thay đổi của từng khu vực.

Các điều kiện tính toán theo sơ đồ ARAKAWA C với các điều kiện ban đầu, biên cứng, biên hông (Lateral) và các điều kiện bão, địa hình, đường bờ, độ dốc, ma sát... đã được trình bày trong nhiều báo cáo khoa học của tác giả.

Sử dụng chương trình trên với mã nguồn mở, nghiên cứu này đã áp dụng vào điều kiện của vịnh Bắc Bộ và khu vực ven bờ Trảng Cát – Hải Phòng nơi có công trình đê biển đang cần được bảo vệ.

Như trên đã trình bày mục tiêu của báo cáo này là mô tả định lượng bằng mô hình phân bố trường nước dâng do bão với các giá trị nước dâng và đại lượng nước rút tại một thời điểm xác định của bão tác động tại khu vực nghiên cứu. Mục nước dâng do bão có thể gây tràn mặt đê song mực nước rút cũng rất quan trọng khi xem xét đến tác động động lực đối với chân đê. Công việc đánh giá này sẽ thông qua kết quả mô phỏng nước dâng với các thông số bão và điều kiện lưu vực cụ thể của vùng Trảng Cát, Hải Phòng.

Mô hình mô phỏng nước dâng do bão với các điều kiện kể trên đã được phát triển để thực hiện liên tiếp các bài toán nước dâng do bão với các điều kiện tiến triển của bão nhằm xác định giá trị nước dâng cực đại có thể xảy ra tại khu vực nghiên cứu. Giá trị nước dâng cực đại - MEOW. Nội dung xác định ra giá trị ra giá trị MEOW sẽ làm đơn giản đi bài toán xác định giá trị mực nước biển xảy ra với tần suất hiếm, điều mà không phải ở khu vực đê biển nào cũng có đủ điều kiện số liệu mực nước để tính toán.

### 3. Mô phỏng phân bố nước dâng do bão trong các điều kiện cụ thể của lưu vực

#### 3.1. Áp dụng mô hình tính cho toàn bộ vịnh Bắc Bộ

Bản đồ đẳng sâu của khu vực vịnh Bắc Bộ đã được số hóa với diện tích toàn bộ khu vực là 300 km × 350 km. Mỗi mắt lưới có diện tích là 10m × 10m.

Các tham số bão được xác định có tính chất đặc trưng gần đúng với các tham số bão dự báo cho cơn bão Damrey (2006):

+ Vận tốc gió cực đại là  $W = 40 \text{ m/s}$

+ Bán kính gió cực đại  $R = 30000 \text{ m}$

+ Vận tốc di chuyển bão  $V = 6 \text{ m/s}$

+ Góc vào gió bão xác định chung cho đặc điểm bão khu vực bắc Thái Bình Dương là 15 độ.

+ Điểm xuất phát dự báo nước dâng có tọa độ: cách vùng bờ tây vịnh Bắc Bộ 400 km, cách cửa nam vịnh Bắc Bộ 170km.

+ Góc đổ bộ của bão là 0 độ, hướng đổ bộ vuông góc với bờ tây vịnh Bắc Bộ, dự kiến đổ bộ vào vùng vịnh Diên Châu Nghệ An (Tại một thời điểm dự báo cho cơn bão Damrey 2006).

Kết quả mô phỏng với các điều kiện kể trên được thể hiện trên Hình 2. Điểm đổ bộ của bão đi đúng như dự kiến vào vùng nam vịnh Diên Châu. Mực dâng cực đại xảy ra tại khu vực phía bắc vịnh Diên Châu với trị số nước dâng là 2,4m. Với mục tiêu mô phỏng trong nghiên cứu này là kiểm nghiệm lại phân bố nước dâng chỉ ra khu vực nước rút có ý nghĩa như thế nào đối với một lưu vực đang được xem xét. Vì lý do đó các kết quả về độ chính xác dự báo nước dâng chỉ dùng lại ở mức tham khảo giới hạn nào đó.

### **3.2. Áp dụng tính toán mô phỏng cho vùng ven bờ Trảng Cát –Hải Phòng**

Vùng ven bờ Trảng Cát được mô phỏng trên mô hình có diện tích là  $30 \text{ km} \times 35 \text{ km}$ , mỗi bước lưới là  $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$ . Bắt đầu từ bán đảo Đình Vũ dọc xuống Hòn Dấu với chiều dài 30 km và tiến ra khu vực ngoài biển là 35 km. Khu vực tính toán gồm khu vực bờ biển của Trảng Cát và khu vực bờ biển của Đồ Sơn. Toàn bộ đường bờ được cứng hóa, độ sâu lớn nhất trong bản đồ dâng sâu là 15m. Phần còn lại có độ sâu thay đổi từ 1m đến 10m, phần lớn có độ sâu 5m.

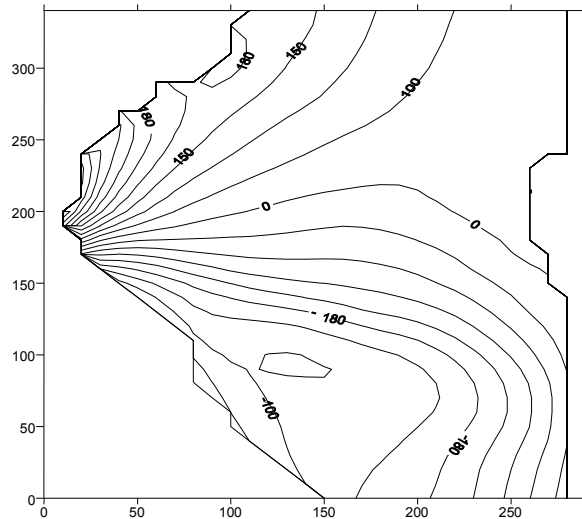
Kết quả mô phỏng nước dâng do bão cho vùng biển Trảng Cát xác định được mực nước dâng cực đại xảy ra tại khu vực đê Trảng Cát lên tới 2,8m. Đây là giá trị thuần túy phần nước dâng do bão xảy ra với các điều kiện tính toán nêu ở trên. Phần các giá trị nước rút ở phía trái đường đổ bộ của bão do điều kiện địa hình địa phương khá nông và phức tạp tính phân bố đối xứng bị giảm đi rất nhiều. Tuy nhiên trên Hình 4 ta vẫn có thể xác định được giá trị lớn nhất mực nước rút vào thời điểm bão đổ bộ lên tới -2,2m trong khi đó mực nước dâng cực đại ở phía bắc điểm đổ bộ là 2,8m. Giá trị -2,2m mực nước khi bão đổ bộ có ý nghĩa đối với tác động xói lở chân đê. Thông thường với mục đích xác định độ cao nước dâng do bão người ta chỉ quan tâm tới giá trị (+), vì vậy phần lớn các mô hình mô phỏng, dự báo kết quả chỉ đưa ra phần giá trị (+). Theo quan điểm phục vụ đánh giá tác động công trình chúng tôi kiến nghị các nhà thiết kế nên quan tâm đến giá trị (-). Mặt khác khi mô tả toàn bộ bức tranh phân bố nước dâng do bão, tính đối xứng, bất đối xứng thể hiện rất rõ điều kiện địa hình địa phương và phản ánh quá trình mô phỏng nước dâng do bão có độ chính xác cao hơn.

### **3.3. Nhận xét kết quả phân bố trường nước dâng do bão**

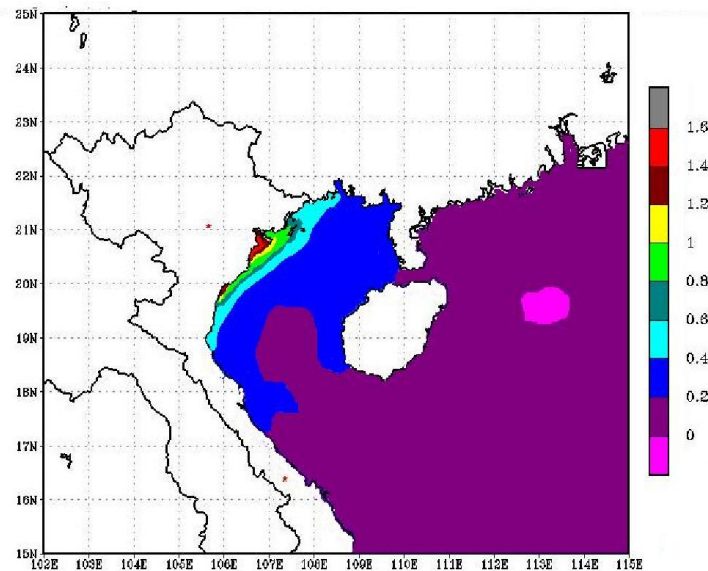
Kết quả mô phỏng nước dâng do bão được thể hiện trên Hình 2. Điểm bão đổ bộ là nam vịnh Diên Châu. Với các tham số bão ở trên trong điều kiện địa hình và đường bờ tây vịnh Bắc Bộ, nước dâng lớn nhất đạt được là 2,4m tại khu vực phía bắc vịnh Diên Châu cách

điểm đổ bộ bão khoảng 50km. Với điều kiện tương đối sát thực tế của vịnh Bắc Bộ nước dâng do bão tại thời điểm bão đổ bộ thể hiện phân bố gần đối xứng của hai khu vực nước dâng (2,4m) và nước rút - 80cm vùng sát bờ đến - 260cm gần khu vực đường di chuyển của bão.

Trên Hình 3 có dẫn ra kết quả dự báo nước dâng do bão Damrey bằng mô hình Delf 3D cho toàn bộ khu vực biển Đông, tại thời điểm bão đổ bộ vào khu vực nam Hải Phòng 27-9-2005. Kết quả mô phỏng cho thấy rõ phân bố các vùng nước dâng tại thời điểm bão đổ bộ.



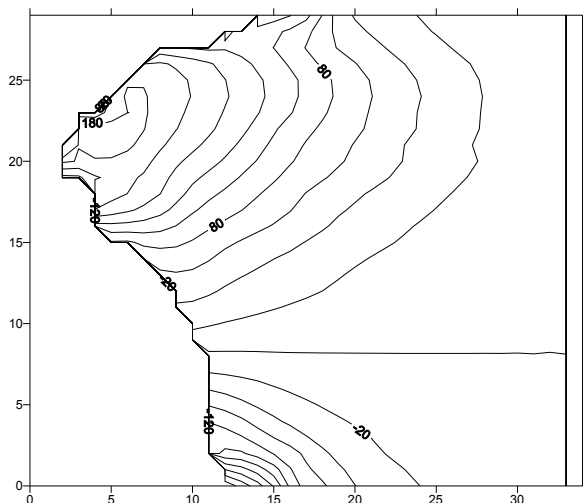
Hình 2. Phân bố nước dâng do bão tại thời điểm bão đổ bộ phía nam vịnh Diên Châu – Nghệ An



Hình 3. Phân bố nước dâng do bão Damrey đổ bộ nam Hải Phòng 27-9-2005

Do vì mô hình chỉ triết xuất ra phần các giá trị nước dâng (+), các giá trị nước rút (-) không đề cập đến trong kết quả dự báo. Tuy nhiên ta vẫn có thể nhận ra phần nước rút thấp xảy ra ở phía trái điểm đổ bộ của bão. Nhận định này sẽ được khẳng định lại ở kết quả mô phỏng nước dâng do bão cho vùng ven bờ Tràng Cát – Hải Phòng (Hình 4).

Các tham số bão được sử dụng chung cho cả 2 trường khu vực toàn bộ vịnh Bắc Bộ và vùng hẹp Tràng Cát, điểm khác biệt duy nhất là vị trí xuất phát bão khác nhau ở mỗi khu vực. Đối với vùng Tràng Cát vị trí xuất phát bão ở phía nam khu vực này tức là ở ngoài khơi Hòn Dấu nhằm mục đích xác định được mực nước dâng cực đại xảy ra tại khu vực đê biển Tràng Cát. Kết quả mô phỏng phân bố nước dâng do bão thể hiện trên Hình 4.



Hình 4. Phân bố nước dâng do bão đổ bộ phía nam khu vực Tràng Cát – Hải Phòng

Trong quá trình tính toán xác định mực nước thiết kế độ cao mặt đê, các quy trình chung thường cộng thêm vào giá trị mực nước thủy triều của vùng biển sở tại và một số gia nào đó. Chính vì có 02 giá trị cộng thêm vào độ cao nước dâng do bão đã làm cho người sử dụng không quan tâm nhiều đến độ chính xác của bài toán nước dâng do bão. Theo quan điểm của người nghiên cứu nước dâng do bão, hiện tại với các công nghệ tính toán hiện đại với điều kiện xác định các điều kiện địa phương cũng như các tham số thống kê bão chính xác, ở Việt Nam hoàn toàn có thể công bố được danh mục giá trị nước dâng do bão cho từng lưu vực ven bờ Việt Nam.

#### **4. Mô hình đường bao nước dâng bão áp dụng xác định nước dâng cực trị khu vực bờ biển Tràng Cát**

Mục tiêu thứ 2 của nghiên cứu này là giới thiệu phương pháp sử dụng mô hình số trị xác định mực nước dâng cực đại có thể xảy ra để sử dụng trong thiết kế đê biển. Có 2 yêu cầu quan trọng nhất là phải xây dựng được mô hình mô phỏng đúng chuẩn với lưu vực quan tâm, mặt khác phải thống kê bão đầy đủ có độ chính xác đảm bảo cao làm cơ sở xây dựng các họ bão, tham số vào của mô hình mô phỏng nước dâng do bão.

##### **4.1. Khái niệm đường bao nước dâng do bão**

Ý nghĩa cũng như nội dung của đường bao nước dâng do bão đã được những người nghiên cứu quan tâm đến nước dâng do bão chấp nhận như là sự liên kết các điểm ghi được nước dâng lớn nhất xảy ra tại các vị trí khác nhau trong quá trình phát triển của bão. Đây là những kết quả điều tra khảo sát nước dâng sau sau khi bão đã kết thúc. Tuy nhiên đường bao nước dâng như vậy chưa phản ánh được các thời điểm xảy ra các giá trị nước dâng lớn nhất tại các vị trí khác nhau trong suốt quá trình phát triển của bão.

Trong nghiên cứu nước dâng do bão, thuật ngữ đường bao nước dâng do bão được hiểu là MEOW với nội dung đầy đủ là theo quá trình tiến triển của bão tại mỗi bước thời gian tính toán dự báo của mô hình, tại mỗi bước lưới các giá trị nước dâng được ghi lại so sánh với kết quả của bước tính tiếp theo, kết quả chỉ giữ lại giá trị lớn nhất sau thời gian tính toán, kết quả cuối cùng là giá trị cực đại tại mỗi bước lưới, đó chính là giá trị MEWO.

Để tạo ra giá trị MEOW cần phải hình thành các kịch bản tính toán sao cho bao quát được các giá trị nước dâng cực đại có thể xảy ra tại khu vực nghiên cứu. Giá trị MEOW này sẽ phản ánh mực nước cực đại có thể xảy ra với tần suất hiếm. Tại các khu vực có công trình đê biển, thông thường không có các trạm đo mực nước vì vậy rất khó khăn xác định giá trị mực nước cực trị tần suất hiếm. Bằng phương pháp số trị mô phỏng nước dâng do bão với kết quả của MEOW sẽ tạo ra giá trị mực nước dâng do bão cao nhất có thể xảy ra tương đương với mực nước cực trị tần suất hiếm.

#### **4.2. Xây dựng các kịch bản theo một số họ bão**

Để xây dựng được các kịch bản tính toán mô phỏng nước dâng bão, cần phải thống kê đầy đủ về bão tác động đến khu vực nghiên cứu. Quá trình phát triển và tác động của bão có tác động riêng đối với từng khu vực ven bờ, có thể có rất nhiều họ bão (typhoon family). Để phân loại ra các họ bão này cần phải dựa vào kết quả thống kê nhiều năm về bão xảy ra đối với khu vực nghiên cứu.

Qua kết quả thống kê 30 năm bão đổ bộ và ảnh hưởng đến vùng bờ Việt Nam, bước đầu xem xét đến khu vực Hải Phòng – Quảng Ninh, có thể định ra 03 họ bão chính như sau.

##### **Họ bão 1- Vị trí xuất phát bão khác nhau với các tham số sau:**

. Bão đổ bộ vuông góc với đường bờ, góc  $\theta = 0^\circ$

. Các tham số bão: tốc độ gió bão  $W = 30\text{m/s}$ ; bán kính gió cực đại: 30km; tốc độ di chuyển bão: 6m/s

. 03 vị trí xuất phát của bão: OX = 300 km OY = 170 km, 180 km và 200 km. Bão đổ bộ gần vị trí bố trí tuyến đê biển Trảng Cát để tính toán nước dâng lớn nhất có thể do bão gây ra đối với khu vực của đê biển Trảng Cát.

**Họ bão 2 – Tốc độ gió cực đại khác nhau**, các tham số bão khác và vị trí xuất phát bão tương tự như họ bão 1.  $W1 = 25\text{ m/s}$ ,  $W2 = 30\text{ m/s}$ ,  $W3 = 40\text{m/s}$ , thực hiện tính toán với 03 vị trí xuất phát của bão như trong họ bão 1.

**Họ bão 3 – Góc đổ bộ bão  $\theta = 60^\circ$** . Bão đổ bộ không có hướng vuông góc với bờ mà tạo với đường bờ một góc bằng  $60^\circ$  tính từ phương đông (E) xuống theo chiều quay kim đồng hồ, nói theo cách khác họ bão có hướng đổ bộ từ phía nam lên hướng vào bờ Việt Nam góc 600. Các tham số bão khác sử dụng như họ bão 1, thực hiện tính toán với 03 vị trí xuất phát của bão.

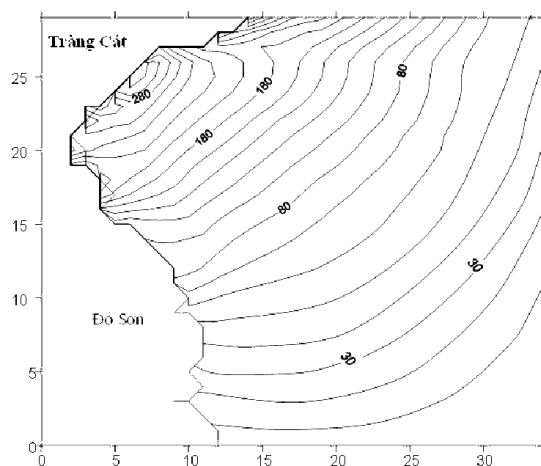
#### **4.3. Kết quả mô phỏng nước dâng cực đại MEOW có thể xảy ra**

Thực hiện tính toán theo 03 kịch bản ở trên kết quả tính toán được thể hiện trên Hình 5. Mực nước dâng cao nhất theo 3 kịch bản bão là 3,2m tại khu vực đê Trảng Cát. Quá trình tính toán là liên tục theo 3 họ bão định ra và chỉ đưa ra kết quả cuối cùng với file MEOW thể hiện trên Hình 5. Có thể thực hiện các tính toán MEOW riêng biệt cho các kịch bản (Họ bão) để xác định loại họ bão nào gây nước dâng lớn hơn tại khu vực đê biển Trảng Cát. Trong khuôn khổ báo cáo, nội dung nghiên cứu này không đặt ra.

So sánh giá trị 3,2m mực nước dâng cao nhất xảy ra tại khu vực đê Trảng Cát với các giá trị mực nước tại khu vực Hải Phòng – trạm Hòn Dấu tương ứng với tần suất hiếm cho thấy giá trị 3,2m nước dâng do bão chưa đạt tới giá trị mực nước cực đại với tần suất xảy ra khá cao 99% xảy ra hàng năm là 3,61m. Điều này chứng tỏ rằng giá trị mực nước dâng do bão đạt được theo kết quả mô phỏng trong nghiên cứu này 3,2m là chưa đạt đến giá trị mực nước xảy ra với tần suất hiếm. Nguyên nhân chính chúng tôi cho rằng với 03 họ bão ở trên chưa bao quát được hết được các khả năng gây nước dâng cực đại. Đặt ra trong bài toán xem xét thực tế là phải thống kê số liệu bão đổ bộ vào khu vực này đầy đủ hơn và xây dựng nhiều hơn các họ bão.

Nước dâng cực đại xảy ra trong khu vực này chưa đạt đến giá trị mực nước tần suất hiếm của Hòn Dấu còn có nguyên nhân nữa là do điều kiện địa hình, tự nhiên khác nhau. Vùng Đồ Sơn- Hòn Dấu mở trực tiếp với vùng biển thoáng, trong khi đó vùng biển Trảng Cát ở sâu hơn trong lục địa có nhiều đảo che chắn phản ánh qua độ sâu khá nông và thay đổi đột ngột.

Trên Hình 5 cho thấy sự phân bố nước dâng cực đại của khu vực Trảng Cát – Đồ Sơn phản ánh khá rõ mức độ chênh lệch giá trị mực nước dâng do bão của khu vực Trảng Cát ở phía bắc và khu vực Đồ Sơn ở phía nam 320cm – 60cm. Một nguyên nhân rất quan trọng gây nên sự khác biệt phân bố nước dâng do bão là vị trí các họ bão đổ bộ vào vùng bờ của 2 khu vực này. Khoảng cách giữa 2 vùng bờ này là trên 30km. Trong tính toán mô phỏng nước dâng do bão khu vực này các vị trí đổ bộ bão đều xuất phát từ phía nam Đồ Sơn, giáp với vùng biển Hòn Dấu. Vì vậy các giá trị cực đại nước dâng do bão thường đạt được ở phía bắc tương ứng với khu vực đê Trảng Cát.



Hình 5. Phân bố đường bao nước dâng do bão theo 03 họ bão

## 5. Kết luận

Giá trị mực nước dâng cực đại M50 3,2m tại khu vực đê Trảng Cát có thể tham khảo khi thiết kế độ cao mặt đê. Tuy nhiên với giá trị mực nước dâng do bão 3,2m so với khu vực Hòn Dấu giá trị này chưa đạt đến giá trị mực nước xảy ra với tần suất hiếm. Tại trạm Hòn Dấu theo các kết quả tính toán về mực nước cực trị tần suất hiếm giá trị mực nước 3,61m hàng năm thường xuyên xảy ra với tần suất cao 99%. Do vậy kết quả mô phỏng nước dâng do bão xảy ra tại khu vực Trảng Cát với 3,2m chưa đạt đến giá trị mực nước cực trị tần suất hiếm tạm so sánh với trạm Hòn Dấu. Điều này chứng minh rằng kết quả

tính toán mô phỏng số trị xác định MEOW với kết quả 3,2m là chưa phản ánh đầy đủ các họ bão tác động trong khu vực Trảng Cát. Vì vậy khi tiếp cận bài toán xác định giá trị mực nước dâng do bão cho thiết kế đê biển cần phải tổ chức tính toán với nhiều hơn nữa các họ bão khác gây nước dâng cực đại tại đây.

Mặt khác như kết quả tính toán mô phỏng nước dâng trong một cơn bão cho thấy phân bố nước dâng với các giá trị âm bên trái điểm đổ bộ của bão cần phải xem xét đến loại giá trị này, vì độ lớn các giá trị âm ở sát bờ nơi có công trình đê làm tăng cường quá trình xói mòn chân đê.

Chúng tôi khuyến cáo cần nhắc giá trị nước dâng do bão 3,2m tại khu vực Trảng Cát khi thiết kế độ cao đê.

Phương pháp xác định mực nước dâng cực đại theo mô hình số trị xác định MEOW có nhiều khả năng ứng dụng trong thực tế có thể thay thế cho phương pháp mực nước cực trị tần suất hiếm ở những vùng không có trạm quan trắc mực nước. Điều kiện của phương pháp là phải có mô hình số trị chuẩn đã được kiểm nghiệm để mô phỏng nước dâng do bão, các điều kiện độ sâu, đường bờ, độ dốc lưu vực sát thực tế và các tham số bão được thống kê đầy đủ bao quát được quá trình bão tác động tại khu vực.

Tại các vùng bờ đông Hoa Kỳ toàn bộ dải ven bờ, vùng duyên hải các giá trị MEOW đã được xác định theo các kịch bản họ bão và thể hiện trên các bản đồ. Sử dụng các bản đồ này rất tiện lợi cho việc dự báo nhanh giá trị mực nước dâng do bão mỗi khi có bão tác động hoặc đổ bộ vào các vùng ven bờ.

### **Tài liệu tham khảo**

- Bùi Xuân Thông, 2000: Mô hình dự báo nước dâng do bão sử dụng hệ lưới lồng áp dụng cho các lưu vực nhỏ. Khí tượng – Thủy văn vùng biển Việt Nam. NXB Thống kê Hà Nội -2000 (Trang 366-383).
- Đoàn Văn Long, 2008: Thiết kế đê biển Trảng Cát – Hải Phòng. Luận văn tốt nghiệp. Khoa Kỹ thuật Biển, Đại học Thủy lợi. Khóa 45.
- Nguyễn Văn Lai, Bùi Xuân Thông, Nguyễn Minh Lương, 1999: Ứng dụng mô hình toán số trị thủy động vào tính toán các quá trình chuyển động nước trong vùng vịnh Phan Thiết. Tuyển tập các công trình khoa học. Đại học Thủy lợi Hà Nội. Trang 285 -290.