

MỘT SỐ KẾT QUẢ TÍNH TOÁN HẰNG SỐ ĐIỀU HOÀ THỦY TRIỀU VÀ DÒNG TRIỀU KHU VỰC VEN BỜ CỬA SÔNG VĂN ÚC - THÁI BÌNH

NCS. **Trần Hồng Lam** - Trung tâm KTTV Biển

Để nghiên cứu dự tính và dự báo dòng chảy và dao động mực nước triều, điều quan trọng nhất là xác định được hằng số điều hoà thủy triều và hằng số điều hoà triều lưu từ các chuỗi số liệu đo đạc về dòng chảy và mực nước dài ngày. Tuy nhiên, cách làm này tốn kém và không thể dự báo được một trường dòng chảy trong một không gian rộng lớn. Muốn giải quyết vấn đề này, tác giả đã sử dụng mô hình hai chiều elliptic bậc hai không phụ thuộc vào thời gian để tính toán *hằng số điều hoà thủy triều và dòng triều* làm cơ sở cho việc dự tính hoặc dự báo dòng triều sau này.

1. Hệ các phương trình cơ bản

Xuất phát từ hệ các phương trình mô tả chuyển động của dòng chảy trong biển và đại dương sau khi đưa ra một số giả thiết cơ bản:

1. Các dao động trong biển biến đổi tuần hoàn và có dạng:

$$U = U^{-i\sigma t}, V = V^{-i\sigma t}, \zeta = \zeta^{-i\sigma t} \quad (1)$$

2. Các thành phần phi tuyến không tham gia trong phương trình chuyển động.
3. Các thành phần trao đổi động lượng theo phương ngang được coi là rất nhỏ so với các thành phần khác, vì vậy, được bỏ đi.
4. Không tính đến các thành phần ứng suất gió trên bề mặt biển.
5. Gradient áp suất theo phương ngang trong vùng hẹp không được tính đến.

Từ các giả thiết cơ bản này hệ phương trình có dạng:

$$\frac{\partial U}{\partial t} - fV = -g \frac{\partial \zeta}{\partial x} - rU \quad (2)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + fU = -g \frac{\partial \zeta}{\partial y} - rV \quad (3)$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial UD}{\partial x} + \frac{\partial VD}{\partial y} = 0 \quad (4)$$

Trong đó U, V- các thành phần vận tốc trung bình theo độ sâu theo các hướng trục x, y tương ứng; và $D = H + \zeta$; H- độ sâu trung bình.

ζ - dao động mực nước so với giá trị trung bình theo phương thẳng đứng.

r - hệ số ma sát đáy.

Thay (1) vào (2) và (3) sau đó giải hệ phương trình trên với hai ẩn số là U, V tìm được dưới dạng:

$$U = -\frac{g}{\delta} \left((r - i\sigma) \frac{\partial \zeta}{\partial x} + f \frac{\partial \zeta}{\partial y} \right); V = \frac{g}{\delta} \left(f \frac{\partial \zeta}{\partial x} - (r - i\sigma) \frac{\partial \zeta}{\partial y} \right) \quad (5)$$

Ở đây: $\delta = f^2 + (r - i\sigma)^2$

Bây giờ thay (5) vào phương trình (4) thu được phương trình bậc hai dạng elliptic:

$$\Delta \zeta + \frac{1}{D} \frac{\partial H}{\partial x} \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{\partial H}{\partial y} \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{f}{(r - i\sigma)} \left[\frac{1}{D} \frac{\partial H}{\partial x} \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \frac{\partial H}{\partial y} \frac{\partial \zeta}{\partial x} \right] + \frac{i\sigma \zeta}{gD(r - i\sigma)} [f^2 + (r - i\sigma)^2] = 0 \quad (6)$$

Trong đó: $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$; $D = (H + \zeta)$; $\sigma = \frac{2\pi}{T_s}$; T_s - chu kỳ của các sóng đơn;

2. Sơ đồ sai phân

Bài toán mô tả dao động mực nước trong phương trình được viết dưới dạng elliptic bậc hai với ẩn số là hàm ζ . Giả sử dao động mực nước $\zeta(x, y)$ xác định liên tục trong miền Ω với các điều kiện biên: $\zeta|_{\Omega} = \varphi(x, y)$, khi đó xây dựng sơ đồ sai phân với các bước không gian $\Delta x = \Delta y = h$ có dạng như hình 1.

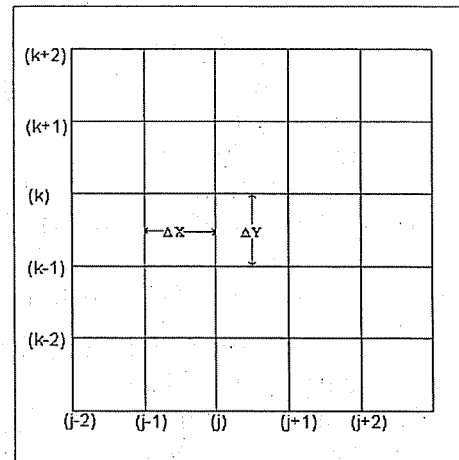
Sử dụng các công thức sai phân có dạng:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial x} = \frac{\zeta_{k,j+1} - \zeta_{k,j-1}}{2\Delta x}$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial y} = \frac{\zeta_{k+1,j} - \zeta_{k-1,j}}{2\Delta y}$$

$$\frac{\partial^2 \zeta}{\partial x^2} = \frac{\zeta_{k,j+1} - 2\zeta_{k,j} + \zeta_{k,j-1}}{\Delta x^2}$$

$$\frac{\partial^2 \zeta}{\partial y^2} = \frac{\zeta_{k+1,j} - 2\zeta_{k,j} + \zeta_{k-1,j}}{\Delta y^2}$$



H 1. Sơ đồ lưới sai phân trung tâm

Các thành phần vi phân của H cũng được thực hiện tương tự như trên.

Bây giờ thay các thành phần sai phân này vào phương trình (6) thu được phương trình đại số tuyến tính và có thể giải bằng nhiều phương pháp khác nhau, song ở đây áp dụng phương pháp lặp luân hướng ẩn (ADI).

3. Một số kết quả tính toán hằng số điều hoà thủy triều và dòng triều khu vực ven bờ cửa sông Văn Úc - Thái Bình

a. Sơ đồ lưới tính và tham số Coriolis, hệ số ma sát đáy

Lưới tính không gian trong khu vực nghiên cứu được chia với bước $\Delta x = \Delta y = 1865m$ theo như hình 1. Các tham số tham gia tính toán được xác định:

- Tham số Coriolis được xác định tại vĩ độ $\varphi = 20^{\circ}, 26' N$ và bằng $0,509 \times 10^4 [1/s]$;

- Hệ số ma sát đáy được xác định: $r = 0,0026$;

- Điều kiện biên của bài toán $\zeta(x, y)|_{\Gamma} = \varphi(x, y)$; trong đó $\varphi(x, y)$ được xác định thông qua kết quả tính toán của mô hình cho toàn vịnh Bắc Bộ với lưới tính không gian $\Delta x = \Delta y = 5' = 9280m$ kinh, vĩ tuyến.

b. Kết quả và phân tích

Kết quả tính toán của mô hình được thực hiện cho 04 sóng chính là: K1, O1, M2 và S2. Các kết quả tính toán hằng số điều hoà về biên độ và pha của thủy triều được chỉ ra trên các hình 2 (sóng K1), hình 3 (sóng O1), hình 4 (sóng M2) và hình 5 (S2).

Qua các hình này có thể đi đến một số nhận xét như sau:

- Sóng triều K1: Giá trị của các đường đẳng biên độ tăng dần từ góc tây nam lên góc đông bắc của khu vực tính toán. Biên độ trung bình của sóng K1 trong vùng nghiên cứu dao động vào khoảng 67 - 68cm. Giá trị cao nhất đạt đến 69,6cm nằm ở toạ độ ($106^{\circ}, 59' E - 20^{\circ}, 41' N$). Các đường đẳng pha của sóng triều K1 thì ngược lại với đường đẳng biên độ có nghĩa là giá trị pha tăng dần từ góc đông bắc xuống góc tây nam của vùng nghiên cứu. Góc pha của sóng K1 có giá trị trung bình vào khoảng 104 - 105°.

- Sóng triều O1: Các đường đẳng biên độ của sóng triều O1 cũng có nét tương tự như đối với sóng triều K1, có nghĩa là giá trị biên độ tăng dần từ góc tây nam lên góc đông bắc. Tuy nhiên, sự phân bố của các đường đẳng biên độ không đều, tại khu vực giữa của khu vực nghiên cứu (vùng cửa sông Ba Lạt) có phân bố hơi khác với sóng K1. Giá trị cao nhất về biên độ của sóng O1 theo tính toán đạt đến 75,4cm và cũng nằm ở điểm có toạ độ ($106^{\circ}, 59' E - 20^{\circ}, 41' N$). Các đường đẳng pha cũng có xu hướng như các đường đẳng pha của sóng K1 có nghĩa là tăng dần từ góc đông bắc xuống góc tây nam nhưng với giá trị nhỏ hơn. Góc pha trung bình của sóng triều O1 vào khoảng 42°.

- Sóng triều M2: Các đường đẳng biên độ có giá trị tăng dần từ góc đông nam lên góc tây bắc. Giá trị hằng số điều hoà biên độ của sóng triều M2 nhỏ hơn rất nhiều so với giá trị hằng số điều hoà biên độ của các sóng K1, O1. Giá trị trung bình của sóng M2 trong khu vực nghiên cứu chỉ vào khoảng 8- 10cm. Các đường đẳng biên độ phân bố giá trị khá đều trong vùng, ngoại trừ tại góc tây bắc (vùng cửa sông Văn Úc) có phân bố hơi khác so với toàn vùng. Các đường đẳng pha phân bố theo hình nan quạt và có giá trị tăng dần từ góc tây nam lên góc đông bắc trong vùng nghiên cứu. Dao động giá trị pha trung bình của sóng M2 vào khoảng 135° đến 140°. Giá trị cực đại về hằng số điều hoà biên độ theo tính toán là 11,3cm có toạ độ tại điểm ($106^{\circ}, 42' E - 20^{\circ}, 41' N$).

- Sóng triều S2: Giá trị biên độ của sóng S2 cũng có xu hướng gần giống như sóng M2, có nghĩa là giá trị tăng dần từ hướng đông nam lên hướng tây bắc của khu vực nhưng với giá trị nhỏ hơn. Tại hai khu vực về phía tây bắc và tây nam của khu vực giá trị biên độ

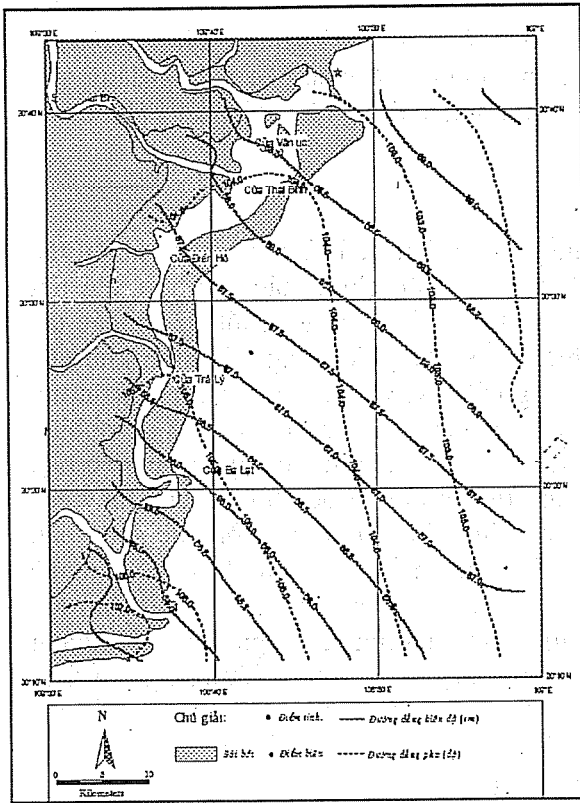
đạt cao nhất tại điểm ($106^{\circ}, 36' E - 20, 30' N.$) với 6,7cm. Giá trị trung bình về biên độ của sóng S2 chỉ đạt đến 5cm trong toàn vùng nghiên cứu. Về pha, các đường đẳng pha của sóng S2 cũng có giá trị tăng dần từ góc tây nam lên góc đông bắc với giá trị pha trung bình vào khoảng 170° .

4. Kết luận

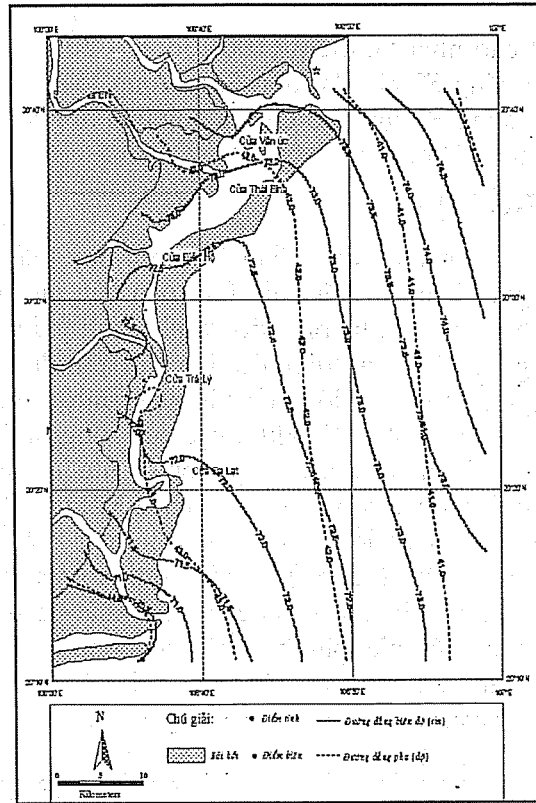
Qua kết quả phân tích trên đây thấy rằng, so với kết quả tính toán của nhiều tác giả khác, thì kết quả tính toán của mô hình MH1 đạt độ chính xác cao hơn, chi tiết hơn. Về giá trị biên độ và pha tính toán của mô hình có khác một chút so với các tác giả khác, song điều đó đã phản ánh đúng thực tế. Như đã biết rằng, địa hình khu vực ảnh hưởng rất lớn đến các quá trình truyền sóng triều, vì vậy, tại các vùng nước nông có độ sâu nhỏ và ở khu vực cửa sông (nơi có các cồn cát) bức tranh phân bố cả về biên độ và pha của các sóng triều có nhiều điểm khác so với các khu vực nước sâu đặc biệt đối với các sóng bán nhật triều M2 và S2. Cũng từ các hình 2 đến hình 5 cho thấy các sóng nhật triều (K1, O1) có hướng xoay ngược chiều kim đồng hồ còn các sóng bán nhật triều (M2, S2) lại có hướng xoay ngược lại (cùng chiều kim đồng hồ). Về hằng số điều hoà biên độ của các sóng nhật triều (K1, O1) đều có giá trị tăng dần từ nam lên bắc, điều này phù hợp với các công trình nghiên cứu của nhiều tác giả khác đã khẳng định rằng biên độ sóng nhật triều tăng cao ở vịnh Bắc Bộ là do hiện tượng cộng hưởng gây ra.

Tài liệu tham khảo

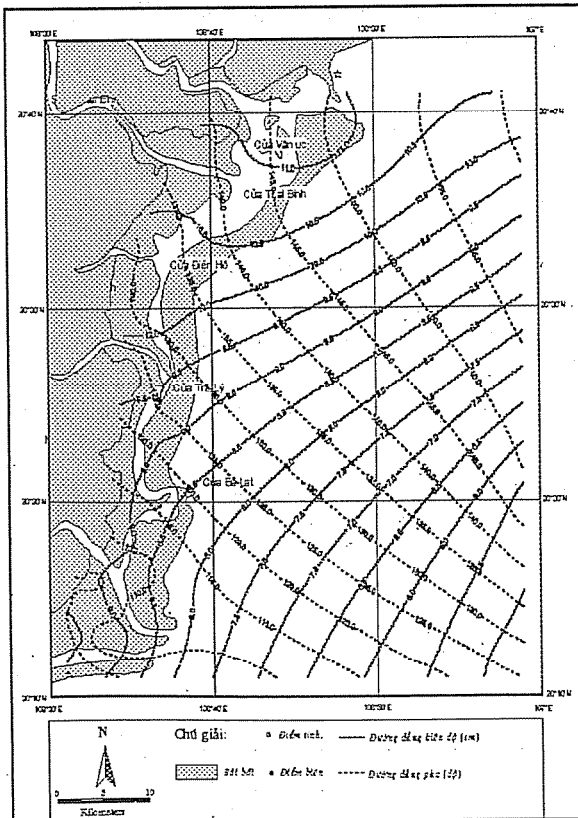
1. Trần Hồng Lam (1987). *Phương pháp Han-xen tính thủy triều vịnh Bắc Bộ*, luận văn tốt nghiệp đại học, Hà Nội.
2. Nguyễn Ngọc Thụy, Trần Hồng Lam, Vương Quốc Cường (1995). *Mô hình T1 tính toán thủy triều và dòng triều biển Đông, đề tài KT 03-03*, Hà Nội.
3. Nguyễn Ngọc Thụy, Lê Trọng Đào, Trần Hồng Lam, Bùi Hồng Long, Đặng Công Minh, Đỗ Ngọc Quỳnh, Nguyễn Thọ Sáo, Phạm Văn Huấn, Vương Quốc Cường (1997). "Động lực triều phức hợp ở biển Đông trên các mô hình triều chi tiết", *Tạp chí các khoa học về trái đất* 19(2), tr 134-141.
4. Nguyễn Ngọc Thụy, Phạm Văn Huấn (1997). *Thủy triều đặc sắc, đa dạng ở biển Đông và những sản phẩm có độ tin cậy cao*. - Tuyển tập các báo cáo khoa học khí tượng thủy văn biển, III, tr 9-13.
5. Nguyễn Ngọc Thụy (1984). *Thủy triều vùng ven biển Việt Nam*, NXB khoa học kỹ thuật, Hà Nội.
6. Blumberg. A. F. and Mellor. G. L. 1987. *A description of a three-dimensional ocean circulation model* - American Deoph. Union
7. Blumberg A. F, 1977. *Numerical Tidal model of Chesapeake Bay*, Journal of Hydraulics Division.



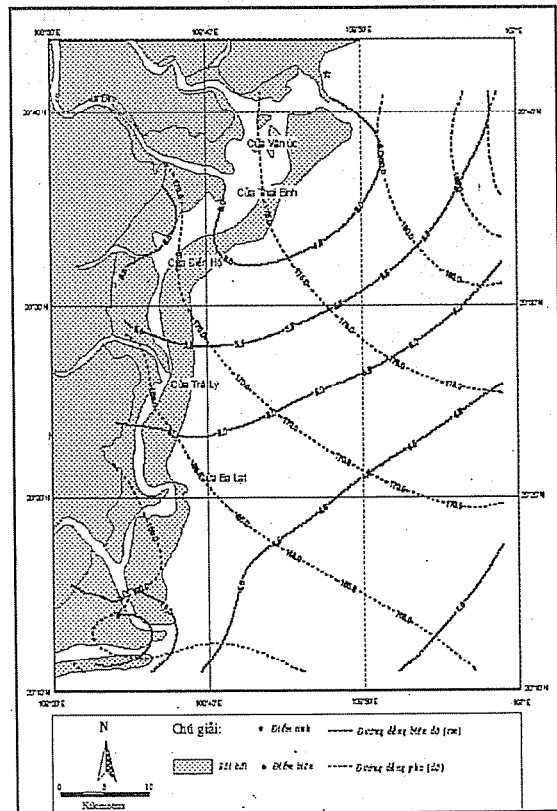
Hình 2. BẢN ĐỒ ĐƯỜNG ĐẲNG BIÊN ĐỘ VÀ PHA SÓNG KI



Hình 3. BẢN ĐỒ ĐƯỜNG ĐẲNG BIÊN ĐỘ VÀ PHA SÓNG OI



Hình 4. BẢN ĐỒ ĐƯỜNG ĐẲNG BIÊN ĐỘ VÀ PHA SÓNG M2



Hình 5. BẢN ĐỒ ĐƯỜNG ĐẲNG BIÊN ĐỘ VÀ PHA SÓNG S2