

MÔ HÌNH HÓA CÁC QUÁ TRÌNH TRUYỀN TRIỀU TRONG VÙNG SÔNG CỬU LONG TRONG MÙA KHÔ

PHẠM XUÂN DƯƠNG

Tóm tắt: Trong bài báo này chúng tôi nêu kết quả sử dụng mô hình số trị của bài toán thủy động lực học phi tuyến, hai chiều biến thiên theo thời gian và sử dụng phương pháp sai phân hữu hạn áp dụng cho hệ thống sông – biển vùng đồng bằng sông Cửu Long trong mùa khô. Kết quả tính toán cho thấy rằng, Tại thời điểm triều xuống kiệt, dòng ở phần đầu nguồn có tốc độ trung bình là nhỏ khoảng 20 cm/s, nhưng ở phần cửa sông tốc độ dòng ở vùng này mạnh hơn, khoảng 50 – 60 cm/s. Tại thời điểm triều lên, nước biển gần ngang bằng nước sông, tốc độ dòng khoảng 10 cm/s, gần như là đồng nhất ở toàn miền và hướng không tập trung. Tại thời điểm triều lên mạnh, nước biển dâng cao gần đạt tới đỉnh triều cường, ở thời điểm này tốc độ dòng chảy mạnh lên rõ rệt, nước từ ngoài biển xâm lấn vào sâu trong đất liền, ranh giới giữa dòng chảy do nước sông chảy ra và dòng chảy do triều dâng chảy vào có thể lên tới Trung Hưng, An Thới, dòng chảy của nước biển đã lấn át dòng chảy do nước sông gây ra.

I. MỞ ĐẦU

Với hệ thống sông ngòi chằng chịt đưa nước tới từng mảnh ruộng nhỏ, thủy triều của vùng biển bao quanh đồng bằng sông Cửu Long tác động rất lớn đến sản xuất nông nghiệp, thủy sản và giao thông đường thủy. Bến Tre được chia cắt bởi 4 nhánh sông lớn và đổ ra biển qua cửa Đại, cửa Ba Lai, Cửa Hàm Luông và cửa Cổ Chiên, vì vậy khu vực này bị ảnh hưởng rất lớn của thủy triều, lũ lụt và nước dâng.

Quá trình truyền triều từ Biển và hệ thống sông ngòi ở đây đóng một vai trò quan trọng trong hình thành chế độ thủy lực và trạng thái môi trường trong khu vực. Trong cơ chế này, xảy ra quá trình giao lưu giữa nước sông ở vùng thượng nguồn và nước biển của Biển Đông. Để nghiên cứu cấu trúc không - thời gian của các trường thủy văn và môi trường biển trong miền biển - sông, chúng tôi đã khôi phục lại bằng các mô hình toán học.

Việc dự báo bằng mô hình toán trên máy tính điện tử sẽ có hiệu suất khoa học và kinh tế cao hơn so với việc đo đạc thực tế hay dùng các mô hình vật lý. Trong thời đại bùng nổ công nghệ thông tin, phương pháp nghiên cứu các quá trình tự nhiên bằng các mô hình trên máy tính ngày càng có độ tin cậy cao và quan trọng hơn là tính mềm dẻo và linh hoạt của chúng so với các phương pháp khác.

II. CƠ SỞ CỦA PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Hệ phương trình xuất phát

Khi xem xét một con sông rất rộng, một cửa sông hay một vịnh nông, dòng khi đó được xem là hai chiều. Trong vùng cửa sông, dòng chảy thường phân thành nhiều lớp, nhưng khi tính toán sự truyền triều vào một con sông dài, địa hình đáy phức tạp có nhiều bãi nổi và bãi chìm, hơn nữa chúng tôi phải phủ kín vùng tính bởi một mạng lưới rất dày đặc vì vậy $\Delta x, \Delta y$ nhỏ kéo theo bước thời gian phải rất nhỏ để thoả mãn điều kiện ổn định Courant – Fredrichs – Lewy. Khi áp dụng bài toán 3D vào khu vực này đòi hỏi phải có rất nhiều số liệu đo đạc thực đo để tính toán tìm ra các thông số cho mô hình, ví dụ như hệ số nhám, độ dốc đáy và các thông số thủy lực khác, hơn nữa đề tài chưa thật sự yêu cầu đặt ra phải tính chi tiết dòng chảy tại các tầng khác nhau mà chỉ cần tính dòng trung bình theo độ sâu vì vậy chúng tôi sử dụng mô hình truyền triều 2 D. Để khảo sát chi tiết hơn cấu trúc động lực học của dòng chảy và sự biến đổi của nó theo thời gian trong hệ thống sông - biển, sử dụng hệ các phương trình thủy động lực học phi tuyến với chất lỏng đồng áp dưới dạng như sau :

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - fv = -g \frac{\partial(h)}{\partial x} - \frac{gu(u^2 + v^2)^{1/2}}{c^2(\zeta + h)} \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + fu = -g \frac{\partial(h)}{\partial x} - \frac{gv(u^2 + v^2)^{1/2}}{c^2(\zeta + h)} \quad (2)$$

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

Trong các phương trình trên, ý nghĩa của các kí hiệu là ø:

u, v - các thành phần vận tốc dòng chảy trung bình theo độ sâu theo phương vĩ tuyến và kinh tuyến (có thứ nguyên cm/s, hoặc là m/s).

h - độ sâu mực nước biển kể từ một mặt chuẩn hướng xuống đáy biển (có thứ nguyên m).

ζ - Dao động mực nước biển kể từ một mặt chuẩn đó hướng lên bề mặt biển tự do (có thứ nguyên m).

f - tham số Côriôlis và $f = 2\Omega \sin \varphi$, với Ω là vận tốc góc quay của trái đất. $\Omega = 7,2912.10^{-4}$ (rad/s) và φ là vĩ độ địa lý trung bình.

t - thời gian (tính theo giây).

g - gia tốc trọng trường ($g = 9,81 \text{ m}^2/\text{s}$).

2. Các điều kiện biên

Để khép kín, mô hình tính toán cần các loại điều kiện biên, biên cứng G_1 (ranh giới bờ biển, bờ sông, cù lao, bãi nổi v, v...), biên lỏng hướng phía biển khơi và biên lỏng hướng sông G_2 và điều kiện ban đầu.

2.1 Biên cứng

Biên cứng G_1 , sử dụng điều kiện là vận tốc pháp tuyến bằng không :

$$\overline{V}|_n = 0 \quad (4)$$

Trong đó : n kí hiệu hướng pháp tuyến đường bờ.

2.2 Biên lỏng

- Tại các biên lỏng hướng biển, sử dụng các bộ hằng số điều hòa mực nước tính theo thời gian. Cơ sở của phương pháp tính hằng số điều hòa dạng :

$$\zeta_i = H_0 + \sum_{i=1}^N H_i F_i \cos[q_i t + \varphi_i + p_i(t)] \quad (5)$$

Trong đó:

H_0 là mực nước trung bình tại điểm đo hoặc tính.

N : Số sóng triều thành phần được xét.

H_i là giá trị hằng số điều hòa biên độ trung bình của sóng, phụ thuộc vào các điều kiện vật lý địa phương nơi đang xét (thứ nguyên cm).

φ_i là giá trị hằng số điều hòa pha, là một đại lượng thay đổi phụ thuộc vào điều kiện thiên văn, có thứ nguyên là (° độ).

q_i là tốc độ góc các sóng thành phần thứ i , là một đại lượng không thay đổi có thứ nguyên (giờ⁻¹).

F_i là thừa số tính giảm phụ thuộc vào các điều kiện thiên văn. $P_i(t)$ là góc vị của sóng, phụ thuộc vào các điều kiện vật lý địa phương nơi đang xét .

Tại các biên lỏng trong sông, sử dụng lưu lượng qua mặt cắt ướn vận tốc được tính như sau:

$$V|_{\text{sông}} = \frac{Q}{D} \quad (6)$$

Trong đó Q : Lưu lượng nước sông

D : Diện tích mặt cắt ướn ngang sông.

2.3 Các điều kiện ban đầu

Chúng ta có thể cho rằng tại thời điểm ban đầu, biển hoàn toàn yên tĩnh. Vì vậy cho :

$$u(x, y, 0) = v(x, y, 0) = \zeta(x, y, 0) = 0 \quad (7)$$

3. Cơ sở của phương pháp tính

3.1 Sai phân các phương trình xuất phát

Để giải hệ phương trình 1, 2, 3, 4 với các điều kiện biên và điều kiện ban đầu 4, 5, 6, 7 chúng tôi sử dụng phương pháp sai phân hữu hạn để giải bài toán và sử dụng lược đồ sai phân hiện. Miền tính được rời rạc hoá bằng mạng lưới hình chữ nhật. Dao động mực nước, các thành phần vận tốc dòng chảy được tính luân phiên như sơ đồ (hình 1) và dùng các xấp xỉ sau:

$$\frac{\partial u}{\partial t} \approx \frac{u(x, y, t + 3) - u(x, y, t)}{2\Delta t} \quad (8)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} \approx \frac{1}{4} \frac{u(x + 2, y, t) - u(x - 2, y, t)}{\Delta x} \quad (9)$$

$$\frac{\partial u}{\partial y} \approx \frac{1}{4} \frac{u(x, y + 2, t) - u(x, y - 2, t)}{\Delta y} \quad (10)$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \approx \frac{u(x + 2, y, t) - 2u(x, y) + u(x - 2, y, t)}{16\Delta x^2} \quad (11)$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \approx \frac{u(x, y + 2, t) - 2u(x, y) + u(x, y - 2, t)}{16\Delta y^2} \quad (12)$$

Tương tự như vậy đối với thành phần dòng theo trục y , xem rằng số hạng $(u^2 + v^2)^{1/2}$ được sai phân như sau:

$$(u^2 + v^2)^{1/2} \approx \left\{ u(x, y, t) + \frac{1}{16} [v(x+1, y+1, t) + v(x+1, y-1, t) + v(x-1, y+1, t) + v(x-1, y-1, t)]^2 \right\}^{1/2} \quad (13)$$

Thay các xấp xỉ 8 - 13 vào 1 - 3, chúng ta sẽ rút ra được các phương trình tính $u(x, y, t+2)$, $v(x, y, t+2)$

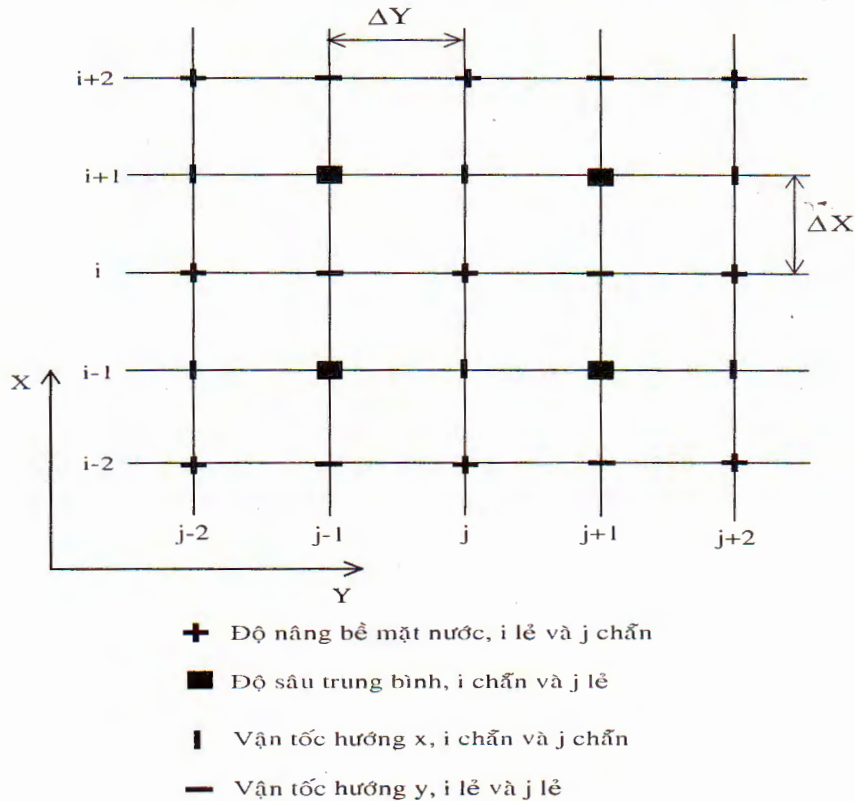
Để tính ζ , ta dựa vào phương trình liên tục 3 và có xét đến biến đổi theo trục x như sau:

$$2\Delta x \left[\frac{\partial}{\partial x} (h + \zeta)u \right]_{(x+1, y, t+1)} = h(x+1, y) [u(x+2, y, t+2) - u(x, y, t+2)] + \frac{1}{2} \{ [\zeta(x+3, y, t+1) + \zeta(x+1, y, t+1)u(x+2, y, t+2)] - [\zeta(x+1, y, t+1) + \zeta(x-1, y, t+1)u(x, y, t+2)] \}; \quad (14)$$

Viết tương tự theo trục y ta có:

$$2\Delta y \left[\frac{\partial}{\partial y} (h + \zeta)v \right]_{(x+1, y, t+3)} = h(x+1, y) [v(x+1, y+1, t+2) - v(x+1, y-1, t+2)] + \frac{1}{2} \{ [\zeta(x+1, y+2, t+1) + \zeta(x+1, y, t+1)v(x+1, y+1, t+2)] - [\zeta(x+1, y, t+1) + \zeta(x+1, y-2, t+1)v(x+1, y-2, t+2)] \} \quad (15)$$

Thay các đẳng thức 14, 15 vào phương trình liên tục 3 ta sẽ thu được phương trình tính $\zeta(x+1, y, t+3)$. [6, 7]



Hình 1: Sơ đồ tính u, v, ζ .

Tóm lại quá trình tính có thể phác họa bằng phương pháp giải như sau :

a, Theo không gian:

Dao động mực nước, các thành phần vận tốc dòng chảy được tính luân phiên như sơ đồ hình 1.

b. Theo bước thời gian:

- Bước 1: tại thời điểm ban đầu ($t = t_0$), cần phải cho các giá trị $u(x, y, t_0)$, $v(x, y, t_0)$.
- Bước 2 : Tại thời điểm $t_0 + 2 \Delta t$ hay ($t + 2$) cần phải tính u, v.
- Bước 3 : Tại thời điểm $t_0 + 3 \Delta t$ hay ($t + 3$) cần phải tính h.

Quá trình tính toán u, v và h cứ đan xen như vậy. Giới hạn về bước thời gian, phải thoả mãn tiêu chuẩn ổn định Courant – Fredrichs - Lewy [4] như sau :

$$\frac{\sqrt{gH_{\text{Max}} \Delta t}}{\sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}} < 1 \tag{16}$$

Trong đó H_{Max} là độ sâu cực đại trong miền tính .

III. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

Để mô hình hoá các quá trình truyền triều trong vùng sông Cửu Long trong mùa khô, chúng tôi đã giới hạn miền nghiên cứu trong khoảng $106^{\circ} 05' - 106^{\circ} 46' E$ và $09^{\circ} 49' - 10^{\circ} 22' N$. Bao gồm các sông: Cần Thơ, thoát nước ra biển qua cửa Tiểu và cửa Đại. Sông Ba Lai, thoát nước ra biển qua cửa Ba Lai. Sông Hàm Luông, thoát nước ra biển qua cửa Hàm Luông. Sông Cổ Chiên, thoát nước ra biển qua cửa Cổ Chiên và cửa Cung Hầu. Miền tính toán được phủ kín bởi $212 * 172$ ô lưới, có bước không gian $\Delta x = \Delta y \approx 360m$.

Địa hình đáy được lấy từ bản đồ iles de poulo condore to rivire de Saigon, xuất bản năm 1946 và cũng được hiệu chỉnh lại độ sâu một vài nơi bởi số liệu đo đạc ở vùng này.

Hệ thống sông ngòi và lạch triều ở vùng đồng bằng sông Cửu Long nói chung và vùng được nghiên cứu nói riêng có lòng sông sâu, rộng và độ dốc đáy rất nhỏ gần như là bằng phẳng nên thủy triều có thể truyền rất sâu vào trong đất liền, có thể lên tới 100 km, cách biển.

Biên thủy văn dùng trong tính toán có tham khảo, mực nước tại Cao Lãnh, mực nước tại Vàm Kinh (Cửa Tiểu), mực nước tại Bến Trại (Cửa Cổ Chiên) và mực nước dự báo ở Cửa Tiểu sông Cần Thơ và mực nước ở sông Hậu Giang vào tháng hạn (tháng 5/2004 xem hình 2a, 2b).

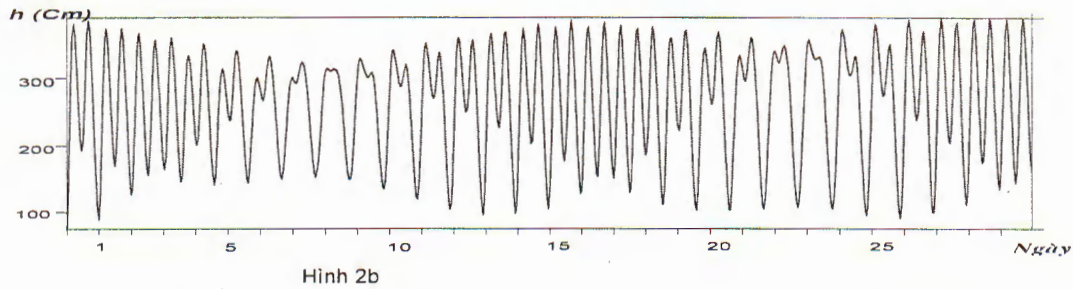
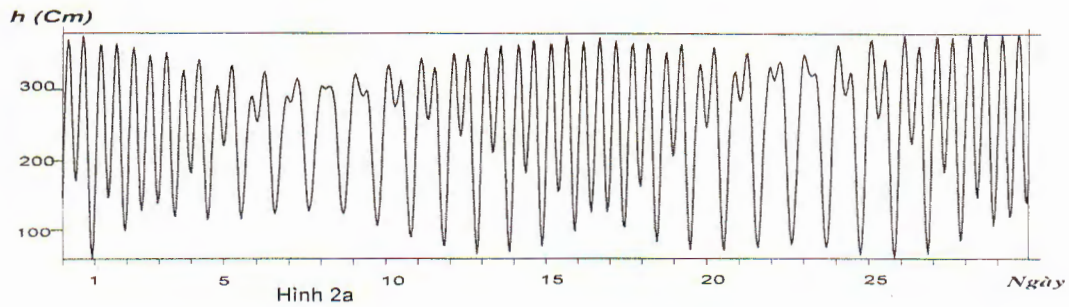
Trong số các biên lòng hướng khơi chúng tôi chỉ có hằng số điều hoà ở cửa tiểu và cửa sông Hậu Giang, các điểm biên lòng còn lại chúng tôi nội suy theo hai điểm đã biết theo công thức sau:

Giả sử : Tại điểm **I** ta có ζ_1 .

: Tại điểm **II** ta có ζ_2 , các điểm nội suy sẽ là

$$\zeta_i = \frac{\zeta_1 \times i}{n} + \frac{\zeta_2 (n - i)}{n}$$

Trong đó i là điểm thứ i , n là tổng số điểm trên biên lòng.



Hình 2: Kí đồ dao động mực nước dự báo tháng 5/2004 ở cửa Tiêu (2a) và cửa sông Hậu Giang (2b).

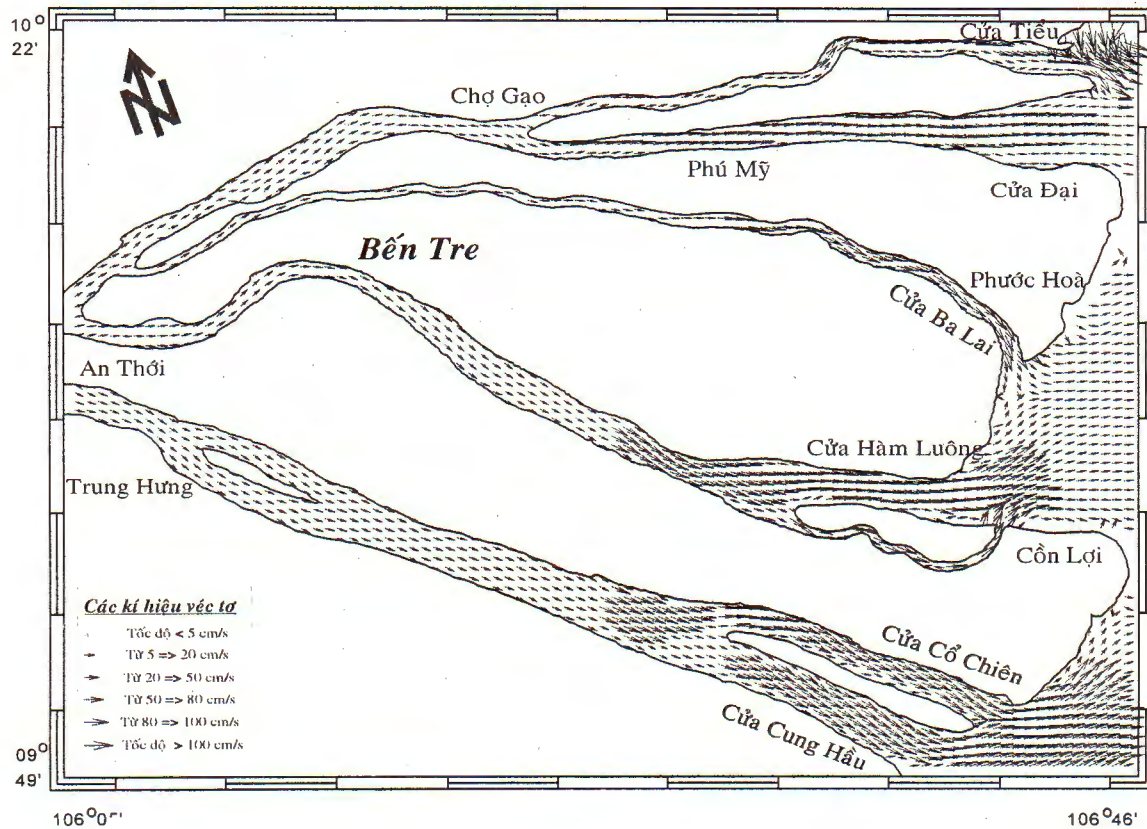
Các điểm biên thượng nguồn của mạng lưới tính toán thủy lực, chúng tôi sử dụng lưu lượng nước bình quân tháng 5 của một số trạm thủy văn sau đó ước lượng tính cho lưu lượng ở các điểm biên. Số liệu về lưu lượng bình quân tháng tại các trạm thủy văn như trong bảng 1.

Bảng 1: Bảng lưu lượng (m^3/s) bình quân tháng trên thượng nguồn sông Mê Công.

Tháng Trạm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Trị An	800	650	500	350	350	500	800	850	900	990	900	850
Dầu Tiếng	100	70	50	30	30	40	50	80	90	120	90	80
Vàm Cỏ Đông	180	100	50	30	30	50	100	180	250	300	400	200
Vàm Cỏ Tây	150	70	50	40	30	50	90	150	250	300	200	180

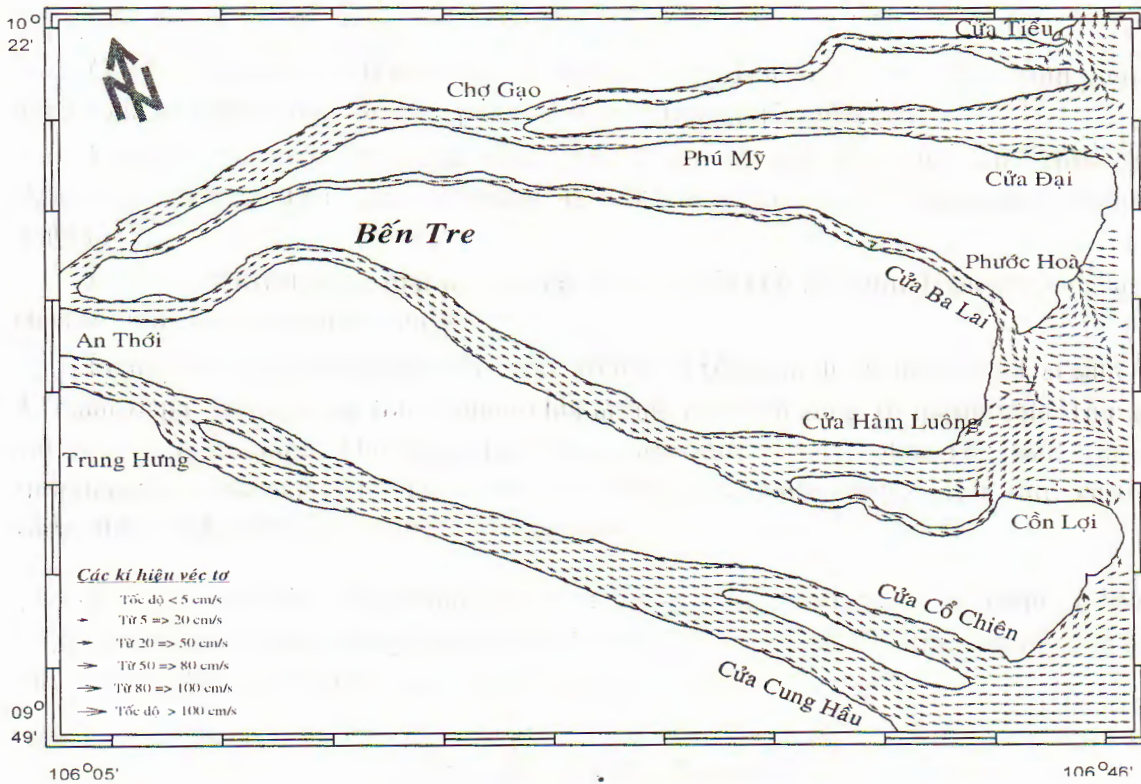
Các kết quả tính toán dòng chảy ở khu vực được thể hiện qua các bản đồ phân bố trường véc tơ dòng chảy (từ hình 3 cho đến hình 8), cho phép chúng ta có một số nhận định các kết quả tính toán như sau :

Tại thời điểm triều xuống kiệt, dòng ở phần thượng nguồn có tốc độ trung bình, khoảng từ 20 – 30 cm/s, nhưng phần cách cửa sông lên trên thượng nguồn khoảng 04' (khoảng 8 – 10 km), dòng ở nay mạnh hơn, tốc độ khoảng 50 – 70 cm/s, hướng chảy thẳng ra Biển Đông (xem hình 3).



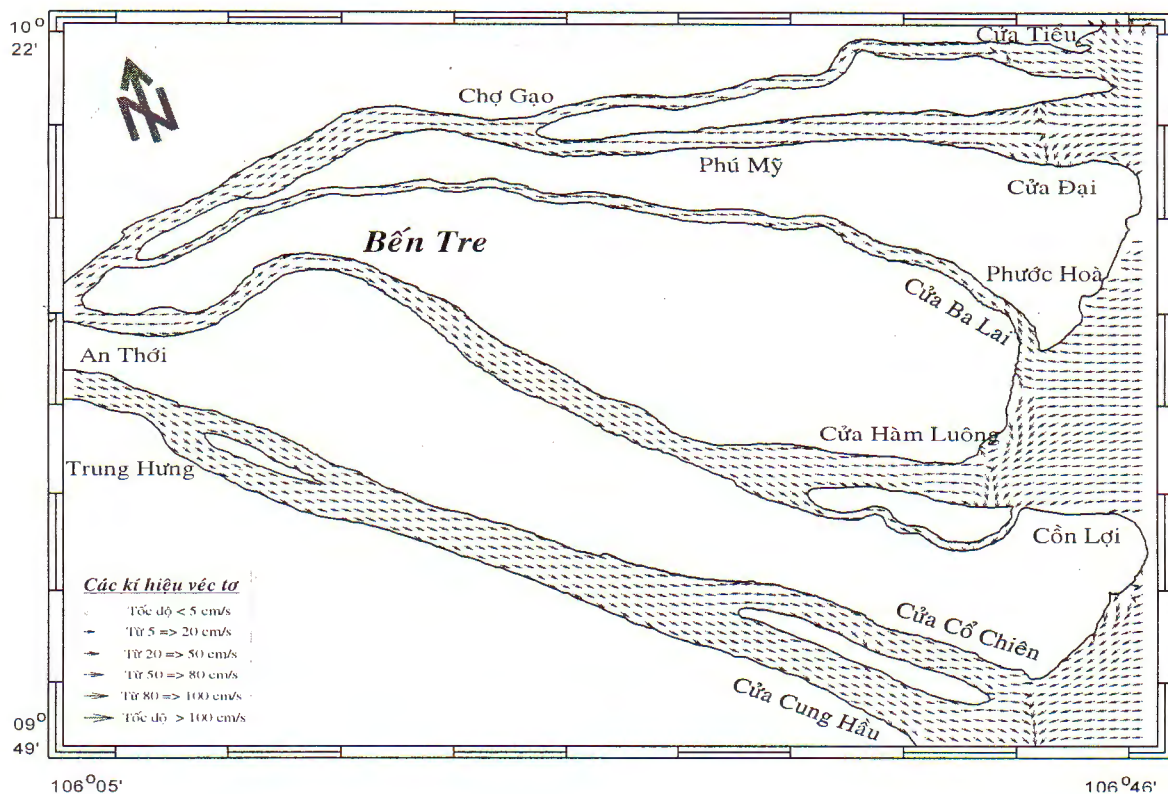
Hình 3: Bản đồ phân bố trường véc tơ dòng chảy trong mùa khô tại thời điểm triều xuống kiệt

Tại thời điểm pha triều qua pha triều kiệt và tới pha triều lên, tốc độ dòng ở toàn vùng đều giảm, khoảng từ 5 – 20 cm/s. Đến lúc triều dâng nước biển gần ngang bằng nước sông ta thấy trường véc tơ dòng chảy gần như là đồng nhất về tốc độ, tuy rằng hướng của dòng chảy vẫn như hướng dòng chảy lúc triều ở pha triều kiệt (Xem hình 4).



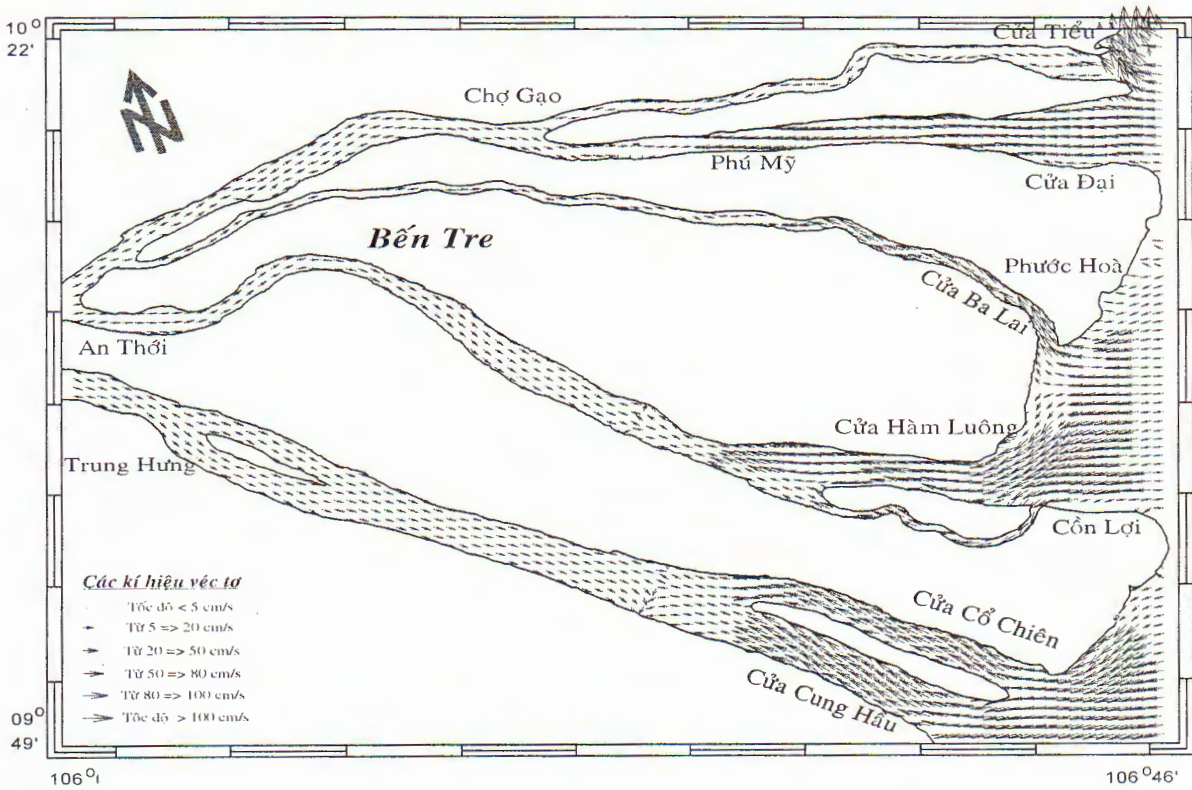
Hình 4: Bản đồ phân bố trường véc tơ dòng chảy trong mùa khô tại thời điểm triều lên nước biển dâng lên gần ngang bằng với nước trong sông

Tại thời điểm triều lên, nước biển ngang bằng nước trong sông thì tốc độ dòng chảy cũng gần như đều khắp có tốc độ như nhau, tại thời điểm này hướng của dòng chảy không còn như trước nữa mà bắt đầu phân kỳ một số nơi dòng không có hướng tập trung, phân bố gần khắp các hướng (vùng biển ngoài cửa sông Ba Lai và cửa sông Hàm Luông), ở tại vùng này nước ở cửa Ba Lai đổ ra, nước ở cửa sông Hàm luông đổ vào cộng với nước dâng do triều lên, nên nước ở vùng này dâng lên và chảy rối, khi nước biển bắt đầu cao hơn nước sông thì ta thấy có ranh giới giữa dòng chảy do nước sông và dòng chảy của biển lấn vào (xem hình 5).

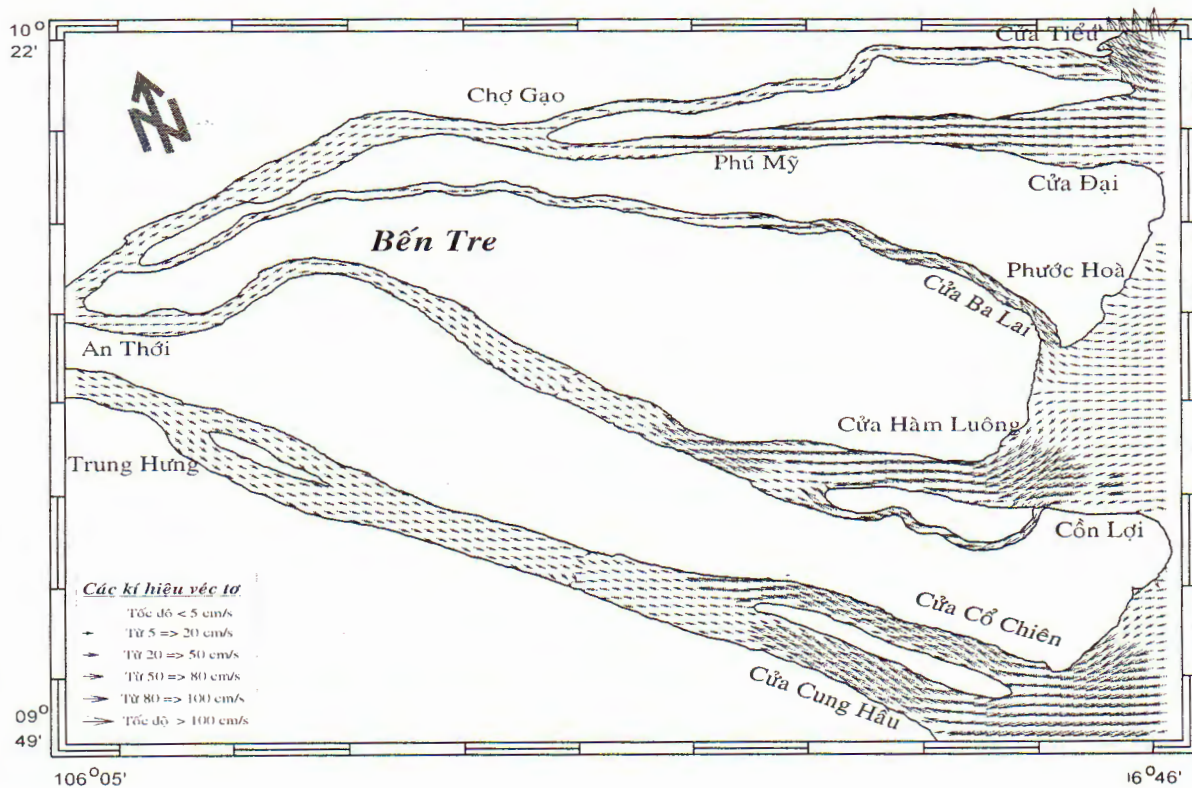


Hình 5: Bản đồ phân bố trường véc tơ dòng chảy trong mùa khô ở thời điểm triều lên nước biển lên cao ngang bằng với nước trong sông

Tại thời điểm triều lên cao, nước biển cao hơn nước trong sông lúc này tốc độ dòng chảy mạnh lên rõ rệt, dòng chảy của biển đã bắt đầu lấn át dòng chảy trong sông dồn nước sông trở lại, xuất hiện ranh giới giữa dòng chảy do nước sông chảy ra và dòng chảy do triều dâng chảy vào, tốc độ dòng ở hai vùng này là khác biệt nhau, tốc độ dòng ở vùng từ thượng nguồn đến ranh giới này là nhỏ chỉ khoảng từ 5 – 30 cm/s có hướng từ đầu nguồn trở lại. Trong khi đó tốc độ dòng chảy ở vùng từ biển tới ranh giới thì mạnh hơn tốc độ khoảng từ 30 – 50 cm/s, hướng dòng chảy thì ngược lại, hướng từ biển vào đất liền và ủng theo hai đường bờ sông, nước biển xâm nhập sâu vào trong đất liền (xem hình 6, 7).

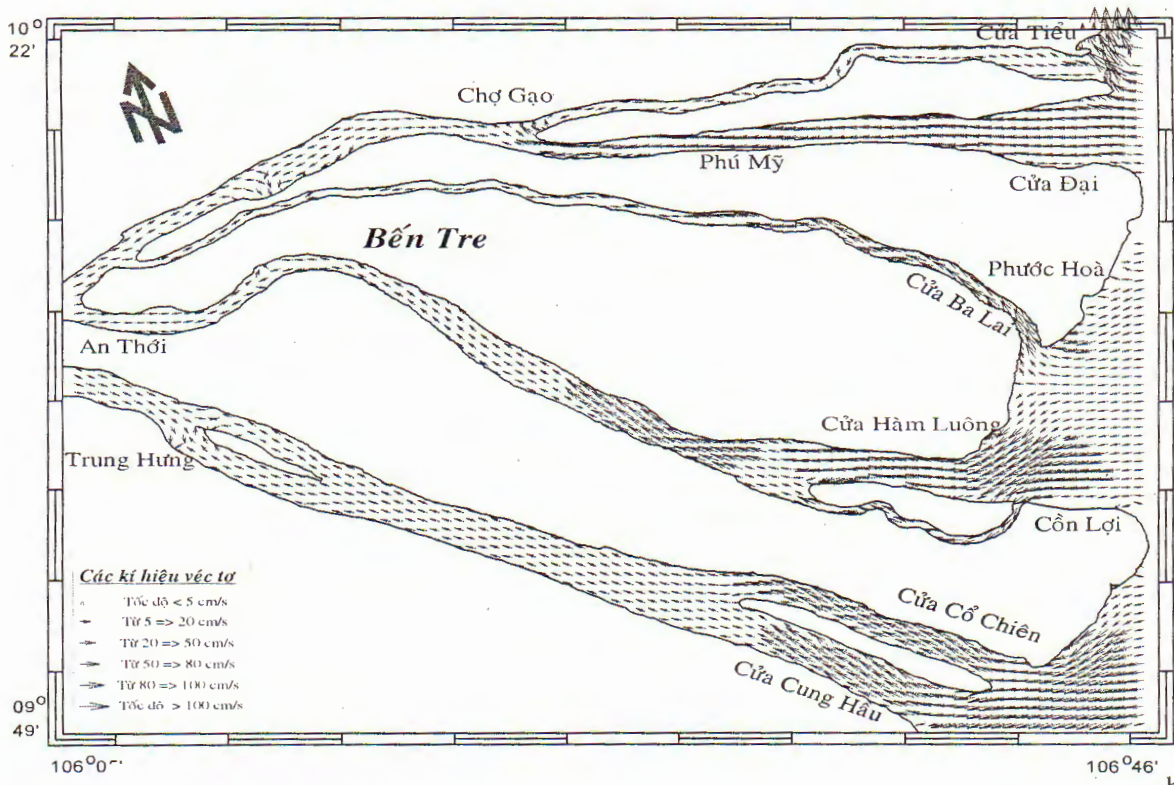


Hình 6: Bản đồ phân bố trường véc tơ dòng chảy trong mùa khô ở thời điểm triều lên cao nước biển cao hơn với nước trong sông, xâm nhập vào trong đất liền



Hình 7: Bản đồ phân bố trường véc tơ dòng chảy trong mùa khô ở thời điểm triều lên cao nước biển xâm nhập vào trong đất liền

Tại thời điểm pha triều lên rất nhanh, triều gần đạt tới mức đỉnh của triều cường, lúc này nước biển cao hơn hẳn nước trong sông nhiều, vào thời điểm này tốc độ dòng chảy mạnh lên rõ rệt đưa nước từ ngoài biển xâm lấn vào rất sâu trong đất liền, ranh giới giữa dòng chảy do nước sông chảy ra và dòng chảy do triều dâng chảy vào có thể lên tới Trung Hưng, An Thới. Vùng do dòng chảy của biển đã lấn át mạnh vùng do dòng chảy trong sông đổ ra, ta thấy vùng dòng chảy chi phối bởi nước sông lúc này co lại rất hẹp và tốc độ dòng chảy ở đây là nhỏ so với tốc độ dòng chảy ở vùng chi phối bởi triều dâng (xem hình 8).



Hình 8: Bản đồ phân bố trường véc tơ dòng chảy trong mùa khô ở thời điểm triều lên rất nhanh triều gần đạt tới mức đỉnh của triều cường, nước biển xâm nhập rất sâu vào trong đất liền

IV. KẾT LUẬN

Mô hình hoá các quá trình tương tác giữa hệ thống sông – biển vùng đồng bằng sông Cửu Long, trong mùa khô hạn chúng ta có thể nhận định được trong một chu kỳ triều có thể xác định được tại từng thời điểm các ranh giới giữa nước do dòng chảy của biển và nước do dòng chảy của hệ thống sông chảy ra gặp nhau ở một khu vực nhất định nào đó.

Tại thời điểm pha triều lên tương đối cao và sắp đạt tới đỉnh triều cường, lúc này nước biển cao hơn hẳn nước trong sông nhiều, tốc độ dòng chảy rất mạnh đưa nước từ ngoài biển xâm lấn vào sâu trong đất liền, ranh giới giữa dòng chảy do nước sông chảy ra và dòng chảy do triều dâng chảy vào có thể lên tới Trung Hưng, An Thới.

Qua việc áp dụng hệ các phương trình thủy động lực học phi tuyến hai chiều với chất lỏng đồng áp trên hệ thống sông - biển vùng đồng bằng sông Cửu Long đã thu được một số kết quả khá quan trọng. Cho chúng ta thấy được cấu trúc về không – thời gian của các trường thủy văn trên hệ thống sông - biển một cách nhanh nhất và ít tốn kém nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Bùi Đạt Trâm, 2001.** Vấn đề phòng chống lũ sông Cửu Long. Tuyển tập các báo cáo tại hội nghị Khoa học , công nghệ dự báo và phục vụ dự báo Khí tượng Thủy văn (Hội nghị lần thứ 5, 1996 – 2000), Hà Nội, ngày 26 và 27 tháng 12 năm 2000.
2. **Lê Khắc Huỳnh, Bùi Văn Đức, Phạm Văn Đức, Lã Thanh Hà, Lã Văn Miễn 2001.** Về lũ lụt năm 2000 ở đồng bằng sông Cửu Long. Tuyển tập các báo cáo tại hội nghị Khoa học , công nghệ dự báo và phục vụ dự báo Khí tượng Thủy văn (Hội nghị lần thứ 5, 1996 – 2000), Hà Nội, ngày 26 và 27 tháng 12 năm 2000.
3. **Nguyễn Hữu Nhân, Trần Thành Công, Hồ Ngọc Diệp, 2001.** Phần mềm trợ giúp Hydrogis để mô phỏng lũ lụt và truyền tải – phát tán vật chất vùng hạ du các hệ thống sông. Tuyển tập các báo cáo tại hội nghị Khoa học , công nghệ dự báo và phục vụ dự báo Khí tượng Thủy văn (Hội nghị lần thứ 5 , 1996 – 2000), Hà Nội, ngày 26 và 27 tháng 12 năm 2000.
4. **C.B Vreugdenhil. 1998.** Institute for Marine and Atmospheric Research Utrecht (IMAU), Utrecht University, Utrecht, The Netherlands. Numerical methods for shallow – water flow. Kluwer Academic Publishers Dordrecht / Boston / London.
5. **Dronkers J.J. 1996.** Tidal computations in rivers and coastal waters , chương X, chương XI, 18 trang.
6. **Dale R. Durran.** Numerical methods for wave equations in geophysical fluid dynamics. Spinger publishers New York. Berlin. Heidelberg. Barcelona. Budapest. Hong Kong. London. Milan. Paris. Singapore. Tokyo.
7. **G.I. Marchuk, Mem. USSR Acad. Sc., and V.P. Dymnikov, D.Sc (Phys – Math). 1985.** Problems of computational mathematics and mathematical modelling. Mir publishers Moscow.
8. **Kwalik, Z and T.S.Murty. 1993.** *Numerical Modeling of Ocean Dynamics.* World Scientific Publishing Co.Pte.Ltd. Singapore. New Jerrey. London. Hong Kong.

MODELING OF TIDAL PROPAGATION PROCESSES IN THE MEKONG RIVER ESTUARY DURING DRY SEASON

PHAM XUAN DUONG

Summary: The tidal propagation processes in the Mekong River Estuary during dry season simulated based on the non-linear two dimensional hydrodynamic numerical model using finite difference schemes are presented.

The study showed that the current speed varied predominantly between 0.2 m/s (at the upstream) and 0.6 m/s (at the mouth of the estuary) during ebb tide. The average current speed was around 0.1 m/s and varying in direction during transition period. The flood flow was predominantly in comparison with river flow during flood tide, and the significant flood tidal currents can be found at Trunghung and Anthoi.

Ngày nhận bài: 02 - 3 - 2005

Địa chỉ: Viện Hải dương học

Người nhận xét: TS. Bùi Hồng Long