

MỘT SỐ KẾT QUẢ TÍNH TOÁN DÒNG TRIỀU BẰNG MÔ HÌNH BA CHIỀU (3D) CHO VỊNH BẮC BỘ

BÙI HỒNG LONG, TRẦN VĂN CHUNG

Tóm tắt: Bài báo trình bày một số kết quả tính toán dòng triều bằng mô hình ba chiều (3D) cho vùng vịnh Bắc Bộ.

Các kết quả tính toán cho thấy các đặc điểm chính của dòng triều trong vịnh Bắc Bộ:

- Cực đại triều lên có thể đạt 53 cm/s

- Cực đại triều xuống có thể đạt 65 cm/s

Xu thế triều: Triều thường vào – ra muộn phía bờ tây – nam vịnh (khu vực Quảng Bình), vào ra sớm ở phía bờ đông sát đảo Hải Nam.

Khu vực dòng triều cực đại thường xảy ra ở khu vực bờ phía tây của đảo Hải Nam, eo Quỳnh Châu (cả hai pha triều lên và xuống), khu vực Quảng Ninh (triều xuống).

Có thể thấy rõ sự chênh lệch về độ lớn, pha và hướng của dòng triều tại tầng mặt và đáy thể hiện rõ tại khu vực gần của eo Quỳnh Châu. Kết quả tính toán góp phần làm rõ đặc điểm dòng triều và truyền triều trong vịnh Bắc Bộ .

I. MỞ ĐẦU

Vịnh Bắc Bộ là một trong những vịnh lớn của Biển Đông có diện tích vào khoảng 123.700km², chiều ngang nơi rộng nhất khoảng 320km , nơi hẹp nhất khoảng 220 km. Chiều dài bờ biển phía Việt Nam khoảng 763 km, phía Trung Quốc khoảng 695km. Vịnh có hai cửa: eo biển Quỳnh Châu nằm giữa bán đảo Lôi Châu và đảo Hải Nam với bề rộng khoảng 35,2km và cửa chính của vịnh tính từ đảo Côn Cỏ (VN) tới đảo Hải Nam (Trung Quốc) rộng khoảng 207,4km .

Các mô hình tính dòng triều cho vịnh Vịnh Bắc Bộ trước đây ddax dduwopwjc toornng quan / 6 / thường chỉ sử dụng mô hình hai chiều truyền thống, với việc lấy tích phân thẳng đứng theo độ sâu . Từ các mô hình tích phân thẳng đứng này, ứng suất đáy được tính toán từ dòng chảy trung bình theo độ sâu. Thực tế điều này đã trở nên không phù hợp với bản chất vật lý của quá trình tự nhiên, đặc biệt trong trường hợp trường độ sâu biển phức tạp và nhỏ hơn 200m. Vì vậy mô hình tính ba chiều (3D) tính dòng chảy do triều đã được sử dụng cho Vịnh Bắc Bộ , ứng suất biên dạng đáy được xác định từ các

dòng đáy, trên cơ sở các phương trình thủy động lực học ba chiều tuyến tính và sử dụng kỹ thuật Galerkin theo phương thẳng đứng đã được sử dụng. Với kỹ thuật này, có thể tận dụng tốt ưu điểm về tính đơn giản của phương pháp sai phân hữu hạn hai chiều truyền thống vừa khắc phục được tính phức tạp về số liệu đầu vào của mô hình ba chiều đầy đủ.

II. TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

1. Các phương trình tích phân theo phương thẳng đứng:

Trên cơ sở thừa nhận rằng gia tốc thẳng đứng là bỏ qua, áp suất là thủy tĩnh, và mật độ chất lỏng là đồng nhất. Các phương trình phi tuyến hai chiều trung bình theo độ sâu có thể được viết dưới dạng như sau [8],[9],[10]:

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

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} - fV = -g \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{\tau_{bx}}{\rho(h + \eta)} + A_H \nabla^2 U \quad (2)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} + fU = -g \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{\tau_{by}}{\rho(h + \eta)} + A_H \nabla^2 V \quad (3)$$

Trong đó: t - thời gian (s), U , V - vận tốc trung bình thẳng đứng theo phương x và y tương ứng (cm/s), g - gia tốc trọng trường (cm/s^2), η - độ nâng bề mặt tự do trên mực nước trung bình (cm), h - độ sâu dưới mực nước trung bình (cm), f - tham số Coriolis (1/s), ρ mật độ nước (g/cm^3), τ_{bx} và τ_{by} - các thành phần ứng suất biến dạng đáy, A_H - hệ số nhớt rời nằm ngang và ∇^2 - toán tử nằm ngang Laplacian.

Ứng suất đáy được xác định :

$$\tau_{bx} = \rho k u_b \sqrt{u_b^2 + v_b^2}, \quad \tau_{by} = \rho k v_b \sqrt{u_b^2 + v_b^2} \quad (5)$$

trong đó u_b và v_b - các vận tốc dòng đáy theo phương x và y tương ứng, và k - hệ số không thứ nguyên của ma sát đáy. Hệ số k được chọn $k=2.6 \times 10^{-3}$ (theo đề tài KT.03.03) [6]

2. Profile thẳng đứng của dòng chảy

Trong nhiều bài toán hoàn lưu do gió và thủy triều thì thành phần vận tốc theo phương thẳng đứng và gradient của nó được xem là nhỏ đáng kể so với vận tốc và gradient theo phương ngang và có thể bỏ qua. Như vậy, các dòng chảy do gió và thủy triều có thể xem như xấp xỉ các dòng nằm ngang. Bỏ qua các số hạng phi tuyến và biến dạng nằm ngang, phương trình thủy động lực đối với chuyển động tại một điểm có thể viết theo dạng phức như sau [8]:

$$\frac{\partial w}{\partial t} + ifw = -g \left(\frac{\partial \eta}{\partial x} + i \frac{\partial \eta}{\partial y} \right) + \frac{1}{d^2} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(A_v \frac{\partial w}{\partial \sigma} \right) \quad (6)$$

Trong đó: $w = u + iv$, u và v - các thành phần vận tốc tương ứng theo phương x và y , $d = h + \eta$, A_v - hệ số nhớt rối thẳng đứng, $\sigma = (\eta - z)/(h + \eta)$ - tọa độ thẳng đứng không thứ nguyên, z - tọa độ thẳng đứng được tính từ mực nước trung bình và có giá trị dương hướng lên. Vận tốc dòng được viết: $w = W + w'$, trong đó $W = U + iV$ - dòng chảy trung bình theo độ sâu và $w' = u' + iv'$ - độ lệch dòng chảy từ giá trị trung bình theo độ sâu của nó. Sau đó từ phương trình (6) ta có:

$$\frac{\partial W}{\partial t} + ifW = -g \left(\frac{\partial \eta}{\partial x} + i \frac{\partial \eta}{\partial y} \right) - \frac{T_b}{\rho d} \quad (7)$$

$$\frac{\partial w'}{\partial t} + ifw' = \frac{1}{d^2} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(A_v \frac{\partial w'}{\partial \sigma} \right) + \frac{T_b}{\rho d} \quad (8)$$

trong đó: $T_b = \tau_{bx} + i\tau_{by}$

Phương trình (7) xác định dòng chảy trung bình theo độ sâu, phương trình (8) xác định độ lệch dòng chảy từ giá trị trung bình theo độ sâu của nó.

Để có được profile dòng chảy và ứng suất đáy liên kết của nó, phương trình (8) được giải bằng phương pháp Galerkin theo phương thẳng đứng bằng một đại diện phân tử hữu hạn. Vận tốc dòng chảy w' trong phần này xem như là được khai triển dưới dạng của $A_r(t)$ với các hệ số phức m và phụ thuộc độ sâu thực, hàm liên tục $g_r(\sigma)$ (hàm cơ sở) như sau:

$$w' = \sum_{r=1}^m A_r(t) g_r(\sigma) \quad (9)$$

Hệ số $A_r(t)$ thu được bằng cách thay thế phương trình (9) vào phương trình (8). Phương pháp Galerkin chứa phép nhân với phần dư R với các hàm cơ sở và tích phân trên miền $\eta \geq z \geq -h$ hoặc $0 \leq \sigma \leq 1$. Tích phân phương trình (8) cho ta:

$$\begin{aligned} \int_0^1 R g_k(\sigma) d\sigma &= \sum_{r=1}^m \frac{\partial A_r}{\partial t} \int_0^1 g_r g_k d\sigma + if \sum_{r=1}^m A_r \int_0^1 g_r g_k d\sigma \\ &+ \frac{1}{d^2} \sum_{r=1}^m A_r \int_0^1 \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(A_v \frac{\partial g_r}{\partial \sigma} \right) g_k d\sigma + \frac{(T_s - T_b)}{\rho d} \int_0^1 g_k d\sigma = 0 \end{aligned} \quad (10)$$

với $k = 1, 2, 3, \dots, m$. Tích phân số hạng kéo theo A_v bởi các phần được cho bởi điều kiện:

$$\sum_{r=1}^m \frac{\partial A_r}{\partial t} \int_0^1 g_r g_k d\sigma + if \sum_{r=1}^m A_r \int_0^1 g_r g_k d\sigma + \frac{A_v}{d^2} \sum_{r=1}^m A_r \int_0^1 \frac{\partial g_r}{\partial \sigma} \frac{\partial g_k}{\partial \sigma} d\sigma + \frac{T_b}{\rho d} \left(g_k(1) - \int_0^1 g_k d\sigma \right) = 0 \quad (11)$$

trong đó A_v được xem là độc lập đối với tọa độ độ sâu, mặc dù biến đổi cùng với thời gian, và điều kiện biên được cho bởi:

$$-\rho \left[A_v \frac{\partial w}{\partial \sigma} \right]_{\sigma=0} = -\rho \left[A_v \frac{\partial w}{\partial \sigma} \right]_{\sigma=1} = T_b \quad (12)$$

được sử dụng.

Nhiều tác giả đã sử dụng phương pháp Galerkin với một bộ sơ sở của các hàm cosine như sau:

$$g_r = \cos(\alpha_r \sigma) \quad (13)$$

Sau đó, một lựa chọn thỏa mãn của α_r là:

$$\alpha_r = (r-1)\pi \quad (14)$$

Do sự lựa chọn này đối với α_r , kết quả các hàm cơ sở (13) tạo ra một đơn trình ($r=1$) mà không đổi trên phương thẳng đứng. Tuy nhiên, bởi định nghĩa w' không xét đến một thành phần dòng trung bình mà ẩn ý rằng A_1 phải là zêrô.

Qua tính toán phương trình (13) và (14), phương trình (11) sẽ trở thành:

$$\frac{dA_r}{dt} = - \left[if + \frac{A_v \alpha_r^2}{d^2} \right] A_r - \frac{2}{\rho d} (T_b \cos \alpha_r) \quad (15)$$

với $r = 2, 3, \dots, m$.

Khi đó biểu thức A_v có dạng:

$$A_v = \Gamma (U^2 + V^2)^{1/2} (h + \eta) \quad (16)$$

Trong đó: Γ - hệ số thứ nguyên có cỡ khoảng 0.005- 0.0005.

Phương trình (15) được giải theo cách mô tả vận tốc dòng w'_b tại đáy biên từ:

$$w'_b = W + \sum_{r=2}^m A_r \cos \alpha_r \quad (17)$$

và tính toán ứng suất đáy từ phương trình (5).

3. Điều kiện ban đầu và điều kiện biên

+ Các điều kiện ban đầu: $U = V = \eta = 0$ khi $t = 0$ tại mực nước tĩnh. Tuy nhiên mô hình cũng chấp nhận như các điều kiện ban đầu đối với dao động bề mặt và vận tốc dòng là các giá trị khác không song phải phù hợp về mặt động lực học.

+ Các thành phần pháp tuyến của dòng chảy dọc theo biên cứng được lấy bằng không

+ Đối với hoàn lưu được gây bởi triều (dòng triều) trong vùng tính toán cần thiết phải được xác định sự biến đổi của triều và các vận tốc dòng chảy dọc theo các biên mở. Thông thường các vận tốc dòng chảy được biết không đủ chính xác để có thể đưa chúng vào mô hình, các giá trị của U và V trên biên được lấy bằng với các giá trị của chúng tại điểm bên trong đầu tiên liền kề.

4. Các hiệu ứng trùng tên phi tuyến (Nonlinear aliasing effects):

Mô hình xét đến độ nhớt rối nằm ngang A_H mà được lọc ra sự phát triển không thực của sóng ngắn. Tuy nhiên, các giá trị không thực của A_H đôi khi được sử dụng để tránh sai số do trùng tên (aliasing) lớn được chỉ ra bởi sự xuất hiện của tính bất ổn định phi tuyến. Đối với các trường hợp này phép lọc 9 điểm của Shapiro (1970) được đưa vào. Nó bao gồm việc áp dụng tính tuần hoàn đối với một toán tử mà trung bình theo không gian cho các vận tốc tính toán và dịch chuyển bề mặt nước ở cuối của một số cố định của các bước thời gian bởi sử dụng một thừa số trọng số định trước, như sau đây [8]:

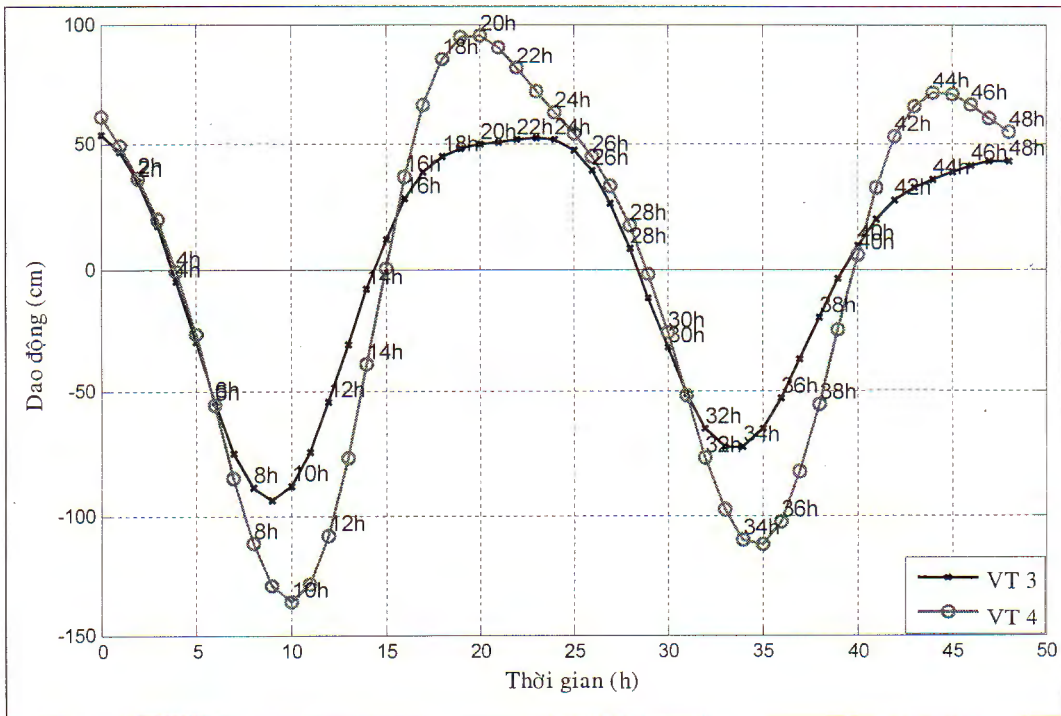
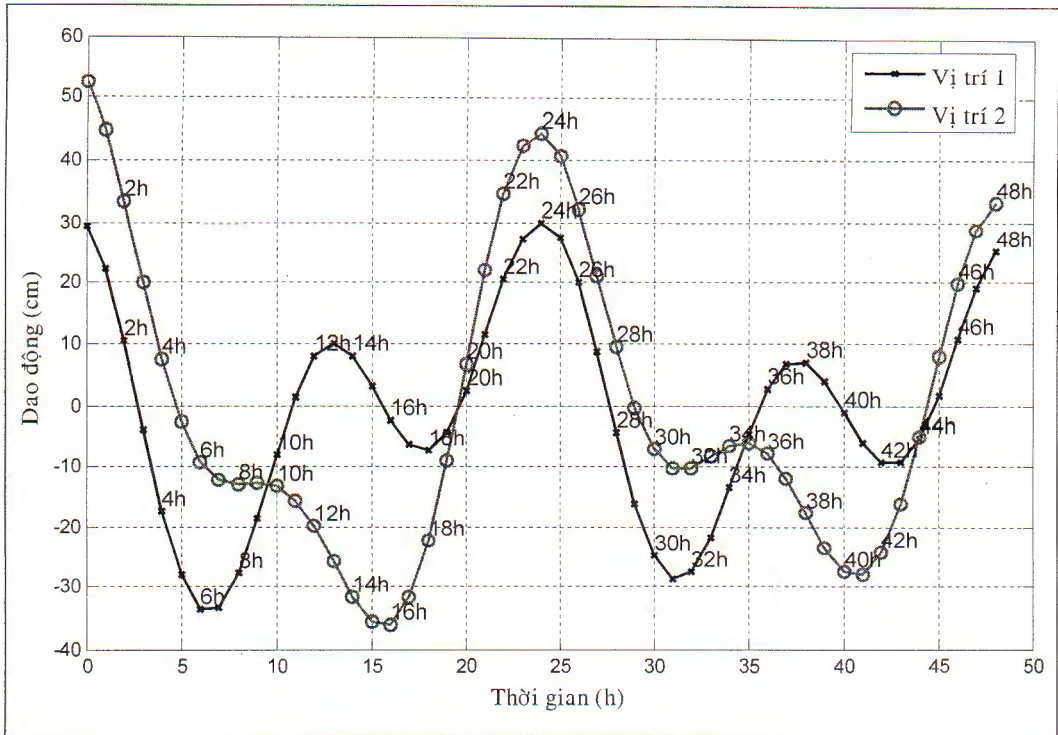
$$\begin{aligned} \Psi'_{i,j} = & \Psi_{i,j} + \frac{S}{2}(1-s) \times \{ \Psi_{i+2,j} + \Psi_{i-2,j} + \Psi_{i,j+2} + \Psi_{i,j-2} - 4\Psi_{i,j} \} \\ & + \frac{S^2}{4} \{ \Psi_{i-2,j+2} + \Psi_{i+2,j+2} + \Psi_{i+2,j-2} + \Psi_{i-2,j-2} - 4\Psi_{i,j} \} \end{aligned} \quad (18)$$

trong đó ψ - giá trị trung bình của biến ψ mà vị trí của U , V , hay η , và s là thừa số trọng số mà có thể lấy bất kỳ giữa 0 và 0.5.

Về mặt thủ tục kế thừa là có hiệu ứng của sự mô phỏng chuyển giao năng lượng rối tới quy mô nhỏ hơn gấp đôi độ phân giải lưới.

5. Điều kiện ổn định

Thuật toán ẩn luân hướng (ADI: Alternating-Direction Implicit) [7], [8], [9], [10] được sử dụng để giải các phương trình sai phân đạo hàm riêng. Phương pháp ADI được biết rộng rãi vì nó tránh được bài toán nghịch đảo ma trận liên quan đến các sơ đồ ẩn. Tuy nhiên phương pháp này không phải là ổn định không điều kiện khi áp dụng nó để tính toán cho tập hợp bộ các phương trình (1)-(3) theo một vùng nghiên cứu với trường độ sâu thực và các biên phức tạp. Như vậy, một giới hạn trên một bước thời gian cần phải được đảm bảo cho ổn định số. Quá trình tính toán thường trở nên không ổn định khi số Courant, C_r xấp xỉ lớn hơn 3-5 :



Hình 2: Dao động mực nước do thủy triều tại các biên mở

2. Kết quả tính toán:

Kết quả tính toán được xuất ra dạng file *.dat với các dữ liệu về dao động mực nước, dòng chảy tại các điểm tính theo từng giờ. Các hình vẽ về phân bố dòng triều theo từng giờ được chúng tôi lập trình vẽ tự động trên phần mềm Surfer 8.0. Căn cứ vào các kết quả tính thể hiện trên các bảng từ bảng 2 đến bảng 5, chúng tôi chọn các thời điểm đặc trưng cho chế độ dòng triều trong vịnh để thể hiện trong báo cáo này.

Để có thể đánh giá dòng triều tại khu vực nghiên cứu, chúng tôi đã tính dao động mực nước trong 48 giờ, từ đó chọn ra các vị trí mà dòng triều có khả năng đặc trưng cho dòng ra – dòng vào Vịnh. Kết quả tính được thể hiện dựa trên thời điểm các dao động mực nước do thủy triều tại các biên mở trong tính toán (hình 2), các thời điểm triều thể hiện đặc trưng cho chu kỳ triều trong vịnh được chúng tôi chọn từ 7 giờ đến 33 giờ. Từ kết quả tính mô hình, chúng ta có thể chia ra các thời điểm dao động triều, cụ thể có các giai đoạn thời điểm triều như sau:

Bảng 2: Vị trí tốc độ dòng triều đạt cực đại tại bề mặt theo kết quả tính ứng với các thời điểm triều

STT	Thời gian (giờ)	Độ sâu (m)	Tốc độ dòng cực đại (cm/s)	Hướng (độ)	Tọa độ (OX trên bản đồ) (km)	Tọa độ (OY trên bản đồ) (km)
1	7	29.6	12.84	343	457.5	50
2	8	29.6	17.442	344	457.5	50
3	9	29.6	22.195	344	457.5	50
<u>4</u>	<u>10</u>	<u>29.6</u>	<u>23.283</u>	<u>345</u>	<u>457.5</u>	<u>50</u>
5	11	29.6	20.823	346	457.5	50
6	12	36.6	17.392	347	452.5	50
<u>7</u>	<u>13</u>	<u>1</u>	<u>13.895</u>	<u>96</u>	<u>347.5</u>	<u>295</u>
8	14	9	22.155	137	232.5	0
9	15	9	34.123	138	232.5	0
<u>10</u>	<u>16</u>	<u>9</u>	<u>43.714</u>	<u>138</u>	<u>232.5</u>	<u>0</u>
11	17	16.4	50.164	141	227.5	0
<u>12</u>	<u>18</u>	<u>16.4</u>	<u>52.762</u>	<u>142</u>	<u>227.5</u>	<u>0</u>
13	19	16.4	50.05	143	227.5	0
14	20	16.4	43.228	145	227.5	0
15	21	24.9	34.221	154	222.5	0

<u>16</u>	<u>22</u>	<u>29.6</u>	<u>29.554</u>	<u>161</u>	<u>457.5</u>	<u>50</u>
17	23	7.5	37.159	283	237.5	15
18	24	10.5	48.591	289	232.5	15
<u>19</u>	<u>25</u>	<u>10.5</u>	<u>54.672</u>	<u>292</u>	<u>232.5</u>	<u>15</u>
20	26	10.5	53.539	294	232.5	15
21	27	10.5	47.018	297	232.5	15
<u>22</u>	<u>28</u>	<u>9</u>	<u>44.912</u>	<u>318</u>	<u>232.5</u>	<u>0</u>
23	29	16.4	43.811	322	227.5	0
24	30	1.4	43.206	220	512.5	165
<u>25</u>	<u>31</u>	<u>1.4</u>	<u>48.428</u>	<u>219</u>	<u>512.5</u>	<u>165</u>
26	32	29.6	50.236	345	457.5	50
<u>27</u>	<u>33</u>	<u>29.6</u>	<u>62.092</u>	<u>346</u>	<u>457.5</u>	<u>50</u>

*) Ghi chú: Hướng dòng chảy được lấy so với trục Bắc quay cùng chiều kim đồng hồ. Ký hiệu được gạch dưới là các thời điểm triều được thể hiện dạng hình vẽ trong báo cáo.

Bảng 3: Vị trí tốc độ dòng triều đạt cực đại tại tầng giữa theo kết quả tính ứng với các thời điểm triều

STT	Thời gian (giờ)	Độ sâu (m)	Tốc độ dòng cực đại (cm/s)	Hướng (độ)	Tọa độ (OX trên bản đồ) (km)	Tọa độ (OY trên bản đồ) (km)
1	7	29.6	12.747	342	457.5	50
2	8	29.6	17.139	343	457.5	50
3	9	29.6	21.694	343	457.5	50
4	10	29.6	22.652	344	457.5	50
5	11	29.6	20.187	345	457.5	50
6	12	36.6	16.893	346	452.5	50
7	13	10.5	13.479	112	232.5	15
8	14	9	21.569	137	232.5	0
9	15	9	32.766	138	232.5	0
10	16	9	41.776	138	232.5	0
11	17	16.4	48.049	140	227.5	0

12	18	16.4	50.398	141	227.5	0
13	19	16.4	47.683	143	227.5	0
14	20	24.9	41.083	149	222.5	0
15	21	24.9	32.299	153	222.5	0
16	22	29.6	28.804	161	457.5	50
17	23	7.5	35.683	283	237.5	15
18	24	10.5	46.625	289	232.5	15
19	25	10.5	52.400	292	232.5	15
20	26	10.5	51.262	294	232.5	15
21	27	10.5	44.959	297	232.5	15
22	28	9	42.994	318	232.5	0
23	29	16.4	42.045	322	227.5	0
24	30	1.4	41.39	219	512.5	165
25	31	1.4	46.423	219	512.5	165
26	32	29.6	49.04	345	457.5	50
27	33	29.6	60.672	346	457.5	50

**) Hướng dòng chảy được lấy so với trục Bắc quay cùng chiều kim đồng hồ*

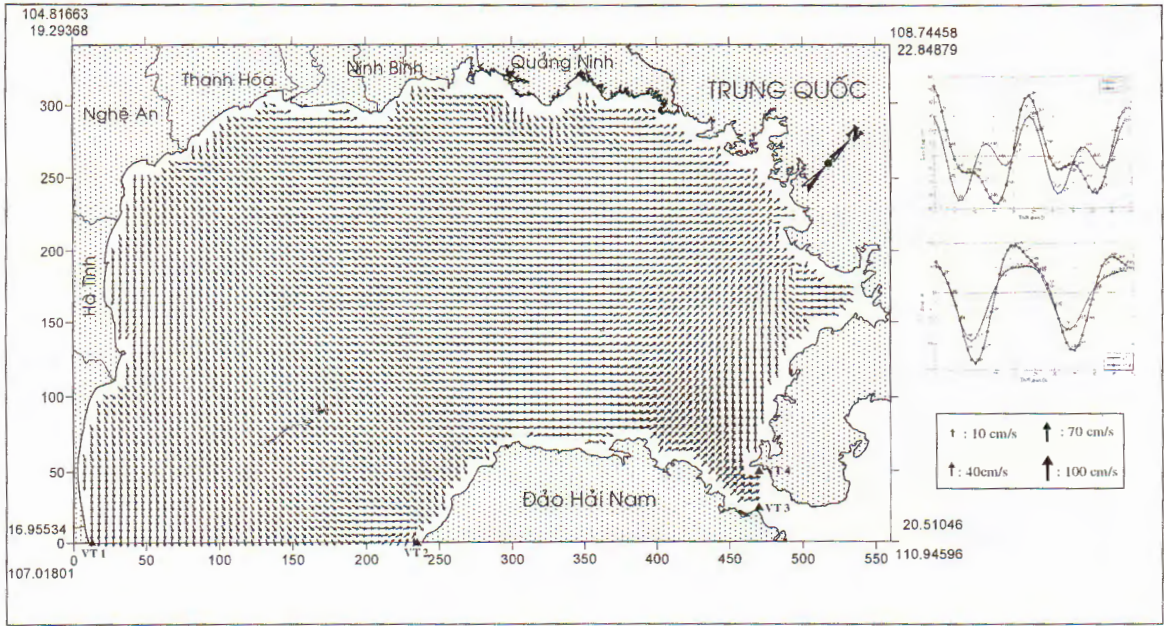
Bảng 4: Vị trí tốc độ dòng triều đạt cực đại tại tầng đáy theo kết quả tính ứng với các thời điểm triều

STT	Thời gian (giờ)	Độ sâu (m)	Tốc độ dòng cực đại (cm/s)	Hướng (độ)	Tọa độ (OX trên bản đồ) (km)	Tọa độ (OY trên bản đồ) (km)
1	7	29.6	11.907	341	457.5	50
2	8	29.6	15.716	342	457.5	50
3	9	29.6	19.795	342	457.5	50
4	10	29.6	20.558	343	457.5	50
5	11	40	18.506	7	457.5	45
6	12	36.6	15.391	345	452.5	50
7	13	10.5	12.17	112	232.5	15
8	14	9	19.316	137	232.5	0

9	15	9	28.784	137	232.5	0
10	16	9	36.469	138	232.5	0
11	17	16.4	42.145	140	227.5	0
12	18	16.4	44.039	141	227.5	0
13	19	16.4	41.489	142	227.5	0
14	20	24.9	35.64	148	222.5	0
15	21	24.9	27.701	152	222.5	0
16	22	29.6	26.367	160	457.5	50
17	23	11.7	31.682	282	232.5	20
18	24	10.5	41.147	289	232.5	15
19	25	10.5	46.187	292	232.5	15
20	26	10.5	45.147	294	232.5	15
21	27	10.5	39.533	296	232.5	15
22	28	9	37.845	318	232.5	0
23	29	16.4	37.267	322	227.5	0
24	30	1.4	36.076	219	512.5	165
25	31	1.4	40.456	219	512.5	165
26	32	29.6	44.912	344	457.5	50
27	33	29.6	55.632	345	457.5	50

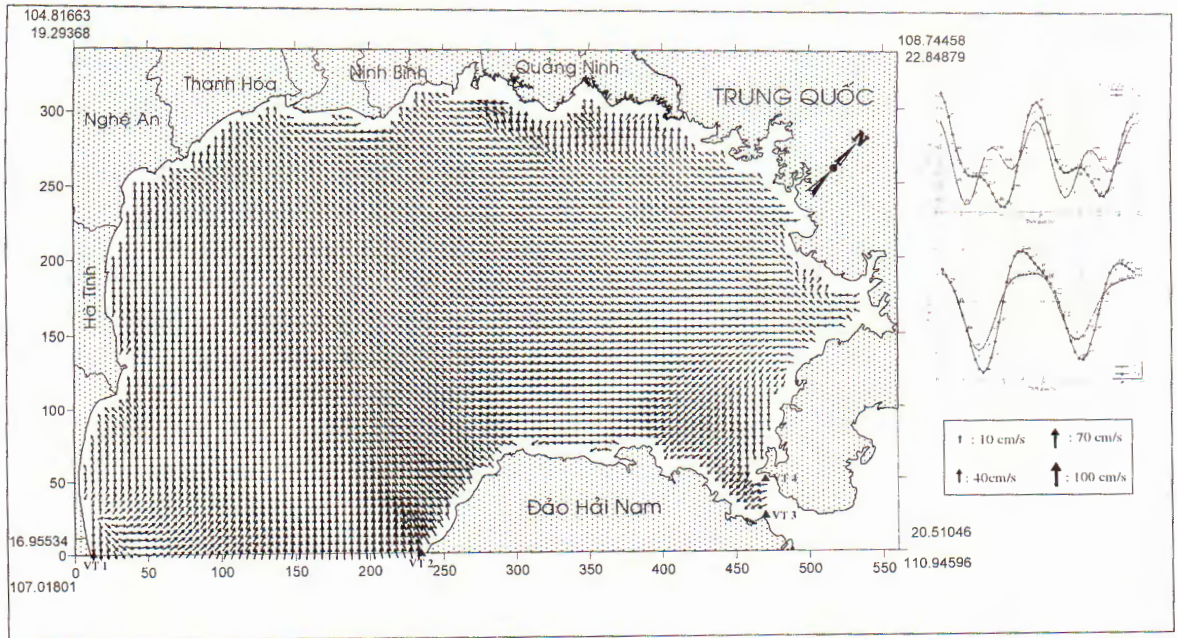
**) Hướng dòng chảy được lấy so với trục Bắc quay cùng chiều kim đồng hồ*

- Giai đoạn I : Tại thời điểm triều xuống từ 7 giờ đến 11 giờ, hướng dòng triều đạt cực đại dao động trong $343^0 - 347^0$ (chú ý hướng dòng chảy ở đây được chúng tôi thể hiện là hướng so với trục Bắc quay cùng chiều kim đồng hồ). Tại tầng giữa, kết quả của mô hình tính thể hiện có sự suy giảm tốc độ dòng triều theo độ sâu từ 23.283cm/s xuống còn 22.652cm/s. Khi xuống tầng đáy, tốc độ dòng triều đạt cực đại là 20.558cm/s.



Hình 3: Phân bố dòng chảy tầng mặt do ảnh hưởng của triều sau 10 giờ (Pha triều xuống) tại Vịnh Bắc Bộ.

- **Giai đoạn II :** Tại thời điểm triều lên từ 24 giờ đến 27 giờ, dòng triều đã trở về trạng thái tương đối ổn định, khi mà cực đại dòng triều cùng nằm ở một vị trí điểm đạt tốc độ lớn nhất (bảng 2-5), hướng để dòng cực đại dao động từ 289° đến 297° , xu thế xoay hướng dòng triều cực đại chậm về phía Bắc theo chiều kim đồng hồ. Tại thời điểm tốc độ dòng đạt cực đại trong giai đoạn này là lúc 25 giờ (hình 6), với dòng triều tại tầng mặt có thể đạt được 54.672cm/s , hướng 920 ; 52.400cm/s (tại tầng giữa) và 46.187cm/s (tại tầng đáy).



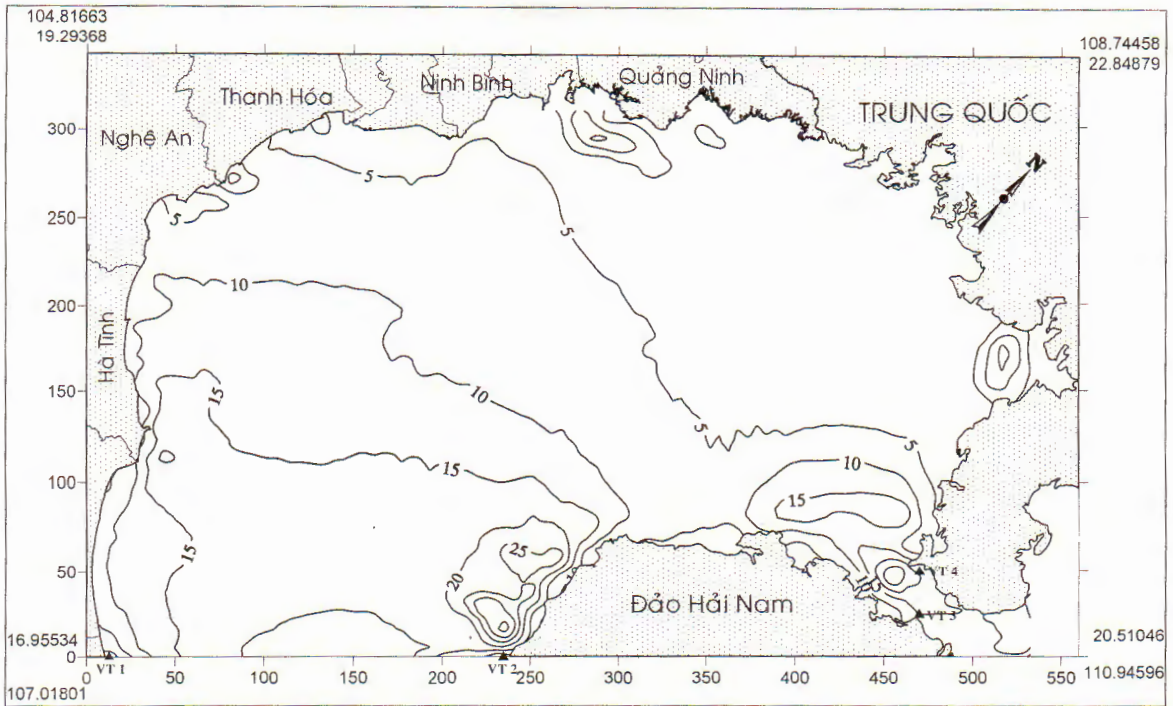
Hình 4: Phân bố dòng chảy tầng mặt do ảnh hưởng của triều sau 25 giờ (theo dao động mực nước- pha triều lên) tại Vịnh Bắc Bộ.

- **Giai đoạn III:** Đây là các giai đoạn triều chuyển tiếp. Có thể chia làm các giai đoạn nhỏ, theo thời điểm triều như sau :

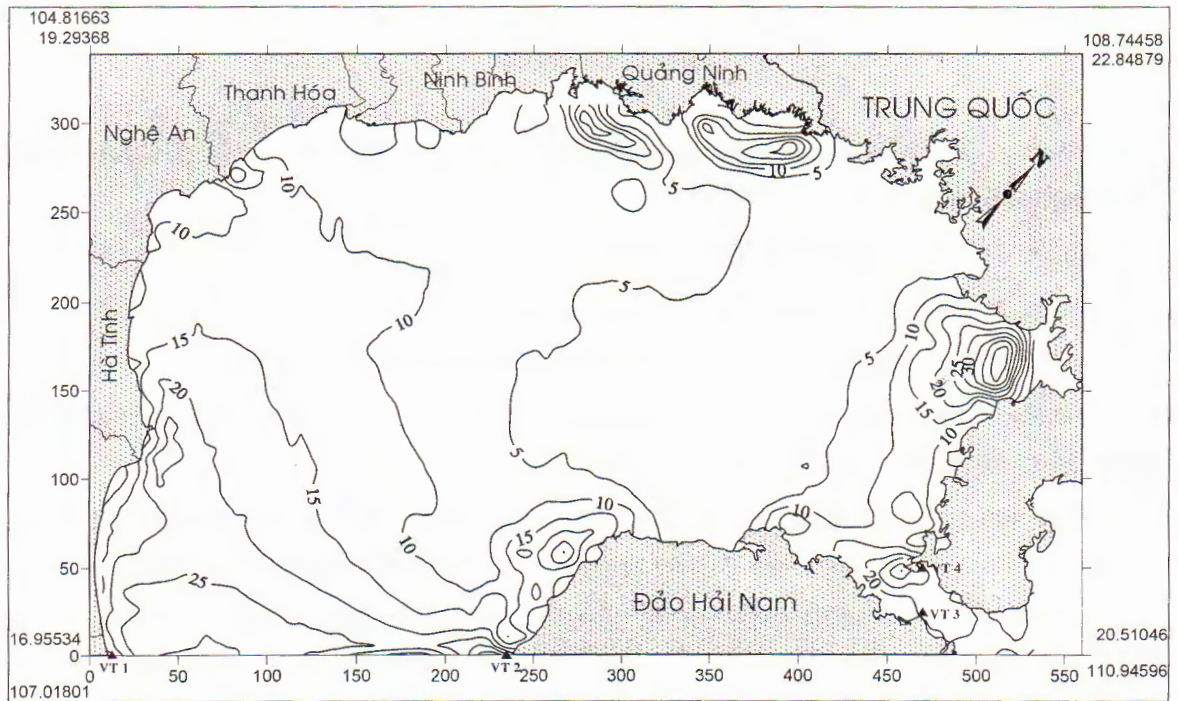
* *Chuyển tiếp I* : Tại thời điểm triều lúc 12 giờ đến 13 giờ là giai đoạn triều chuyển tiếp. Một sự đảo hướng dòng triều khá rõ rệt, chúng ta thấy khá rõ sự bất ổn định về hướng để tốc độ dòng triều cực đại so với giai đoạn trên, cũng như bất ổn định về vị trí điểm tính mà dòng đạt cực đại. Các chi tiết về giá trị tính toán được thể hiện trên bảng 2 đến bảng 5

* *Chuyển tiếp II* : Tại thời điểm triều từ 21 giờ đến 23 giờ, có thể coi là giai đoạn triều chuyển tiếp, ở giai đoạn này, chúng ta thấy khá rõ sự không ổn định về hướng của tốc độ dòng triều đạt cực đại cũng như vị trí cụ thể của tốc độ dòng cực trị.

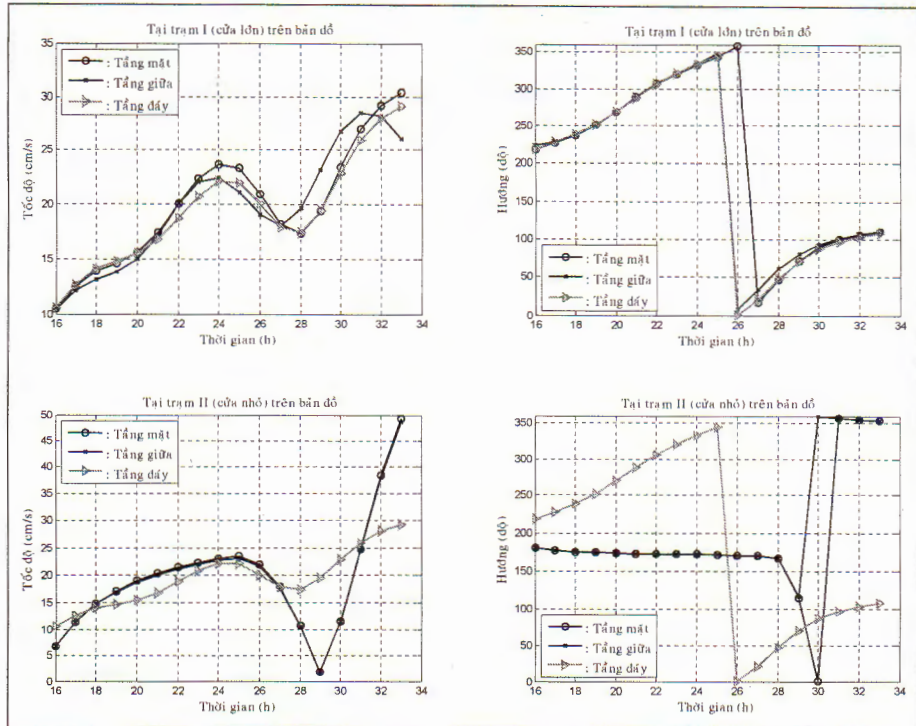
* *Chuyển tiếp III* : Tại thời điểm từ 28 giờ đến 29 giờ, đây là giai đoạn chuyển tiếp dòng triều, tuy không thể hiện rõ ràng (bảng 2), tốc độ dòng lớn nhất tại bề mặt là 44.912cm/s , hướng 318^0 ; tại tầng giữa là 42.994cm/s và tại tầng đáy là 37.845cm/s



Hình 5: Phân bố tốc độ dòng triều tại tầng mặt (cm/s) ứng với triều lên (triều lên)



Hình 6: Phân bố tốc độ dòng triều tại tầng mặt (cm/s) ứng với triều xuống (triều xuống)



Hình 7: Phân bố vận tốc dòng (độ lớn, hướng) tại hai trạm I và II theo các pha triều.

IV . MỘT SỐ NHẬN XÉT

Các kết quả tính toán dòng triều tại vịnh Bắc Bộ, cho thấy được các đặc điểm chính của dòng triều trong vịnh Bắc Bộ :

- Cực đại triều lên có thể đạt 52.762cm/s
- Cực đại triều xuống có thể đạt 54.672cm/s
- Chênh lệch triều xuống so với triều lên cao nhất có thể đạt 11cm/s .

Xu thế triều: Triều thường vào – ra muộn phía bờ tây –nam vịnh (Khu vực Quảng Bình), vào ra sớm ở phía bờ Đông sát đảo Hải Nam.

Khu vực dòng triều cực đại thường xảy ra ở khu vực bờ phía tây của đảo Hải Nam , eo Quỳnh Châu (cả hai pha triều lên và xuống), khu vực Quảng Ninh (triều xuống).

Có thể thấy rõ sự chênh lệch về độ lớn, pha và hướng của dòng triều tại tầng mặt và đáy thể hiện rõ tại khu vực gần của eo Quỳnh Châu điều này chứng tỏ có thể và cần áp dụng mô hình ba chiều để tính dòng triều cho vịnh Bắc Bộ.

Bài báo này được hoàn thành với sự hỗ trợ kinh phí của chương trình nghiên cứu cơ bản thuộc hướng vật lý địa cầu, địa vật lý, khí tượng, thủy văn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Bùi Hồng Long, Trần Văn Chung (2004)**, “Tính toán dòng chảy ba chiều cho vùng cửa sông”, Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển, 4(3), tr. 43-53.
2. **Bùi Hồng Long - Trần Văn Chung (2005)**, “Tính toán các hằng số điều hòa thủy triều và ảnh hưởng của nước dâng do bão bằng phương pháp phân tích điều hòa thủy triều tại vịnh Nha Trang”, Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển, 5(1), tr. 14-24.
3. **Bùi Hồng Long - Trần Văn Chung (2005)**, “Một vài kết quả tính toán dòng triều theo mô hình ba chiều tại Đầm Thị Nại (Quy Nhơn)”, Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển, phụ trương 4 (T5), tr. 10-22.
4. **Bùi Hồng Long - Trần Văn Chung (2006)**, “Tính toán thử nghiệm dòng chảy ba chiều (3-D) cho vùng vịnh Vân Phong”, Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển, 6(1), tr. 12-27.
5. **Bùi Hồng Long - Trần Văn Chung (2006)**, “Tính toán dòng chảy cho vịnh Nha Trang”, Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển, 6(4), tr. 1-18.
6. **Chương trình điều tra nghiên cứu biển cấp nhà nước KHCN-06 (Phạm Văn Ninh (chủ biên) (1996-2000)**, “Biển Đông (phần khí tượng thủy văn động lực biển)” tập 2, Nhà xuất bản đại học quốc gia Hà Nội -2003, 565tr
7. **Durran, D.R. (1999)**, “Numerical Methods for Wave Equations in Geophysical Fluid Dynamics”, *Texts in Applied Mathematics*, 32, Springer, 465pp.
8. **Fernando j. Caviglia and walter c. Dragani (1996)**, “An improved 2-D finite-difference circulation model tide-and wind-induced flows”, *Computers & geosciences*, 22 (10), pp. 1083-1096
9. **Kowalik,Z., Murty, T. S. (1993)**, “Numerical modeling of ocean dynamics”, *Advanced Series on Ocean Engineering*, 5. World Scientific, 481pp.
10. **Vreugdenhil, C.B. (1994)**, “Numerical methods for Shallow-Water Flow”, *Kluwer Academic Publishers*, 261pp.

SOME CALCULATED RESULTS OF TIDAL CURRENT SYSTEM BY USING THREE DIMENSIONAL MODEL (3D) IN THE GULF OF TONKIN

BUI HONG LONG, TRAN VAN CHUNG

Summary: This paper presents some characteristics of tidal current system which were calculated by using three dimensional model in the gulf of Tonkin .

Calculated results of tidal current system were proved that:

- During the flood time maximum velocity of the tidal current can reach to 53 cm/s.
- During the ebb time maximum velocity of the tidal current can reach to 65 cm/s.

General tendency of tidal current patterns is as follows:

Propagation of tidal current into and out to of the gulf often started from the eastern part (Hai Nam coast) and finished at the western part (Quang Binh) of the mouth.

Areas of strongest tidal current distributed along the Hai Nam and Quynh Chau coasts during the flood and ebb times and Quang Ninh coast during the ebb phase.

Calculated results by using three dimensional model have been shown that there are clearly changes in the intensity and direction between surface, middle and bottom layers of tidal current in the places where have the complicated topography.

Ngày nhận bài: 17.3.2007

Địa chỉ: Viện Hải Dương Học

Người nhận xét: TS. Lê Đình Màu