

TÍNH TOÁN THỬ NGHIỆM DÒNG CHẢY BA CHIỀU (3D) CHO VÙNG VỊNH VÂN PHONG

BÙI HỒNG LONG, TRẦN VĂN CHUNG

Tóm tắt: *Vịnh Vân Phong đang được quy hoạch trở thành vùng trọng điểm phát triển kinh tế khu vực miền Trung và Tây Nguyên trong tương lai gần. Việc tính toán, dự báo chế độ động lực (trong đó có dòng chảy gió và thủy triều) là một nhiệm vụ rất quan trọng trong kế hoạch phát triển vùng này. Trước đây việc tính dòng triều, dòng chảy gió thường 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 không phù hợp với bản chất vật lý của quá trình tự nhiên. Vì vậy trong mô hình tính dòng chảy cho vịnh Vân Phong, chúng tôi đã tính ứng suất biến dạng đáy từ việc xác định 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 [9].*

Các kết quả tính toán cho thấy :

- *Mô hình ba chiều tuyến tính vừa tận dụng được những ưu điểm về tính đơn giản của phương pháp sai phân hữu hạn hai chiều truyền thống, vừa khắc phục được tính phức tạp của mô hình 3 chiều đầy đủ, dựa trên nguồn số liệu đầu vào hạn chế.*
- *Các kết quả cũng thể hiện khá rõ sự ảnh hưởng của gió tới sự lệch hướng và sự khác biệt về độ lớn vận tốc dòng chảy gió so với dòng triều, dòng tổng hợp cũng như sự khác biệt của chúng theo chiều thẳng đứng của độ sâu, đặc biệt tại tầng đáy.*

I. MỞ ĐẦU:

Để nghiên cứu đặc điểm dòng chảy tại vịnh Vân Phong cần một mô hình số trị có thể xác định được không những các phân bố theo mặt ngang mà cả các profile thẳng đứng của hệ thống này. Trong điều kiện nguồn số liệu đầu vào cho mô hình còn hạn chế thì đây là một vấn đề không đơn giản. Chúng tôi đã triển khai các phương án tương tự như đã trình bày trong [9], trên cơ sở giải hệ phương trình hai chiều phi tuyến, tích phân theo phương thẳng đứng với điều kiện ứng suất đáy không liên quan đến dòng chảy trung bình theo độ sâu. Với quan niệm rằng vận tốc dòng chảy bao gồm hai thành phần: dòng trung bình theo độ sâu và độ lệch của nó với giá trị trung bình. Khi đó, các phương trình thủy động lực học ba chiều tuyến tính được tách làm hai hệ. Hệ thứ nhất theo phương nằm ngang trong phương trình hai chiều phi tuyến. Hệ thứ hai theo phương thẳng đứng với việc

sử dụng phương pháp Galerkin cho phép xem xét theo phương thẳng đứng sự biến đổi liên tục về độ lớn, độ lệch dòng chảy với giá trị dòng trung bình theo độ sâu tại các điểm tính từ mô hình hai chiều.

Với cách làm như trên, chúng ta có thể tận dụng những ưu điểm về tính đơn giản của phương pháp sai phân hữu hạn hai chiều truyền thống mà trong mô hình chúng tôi là phương pháp ADI (**Alternating Direction Implicit** (Thuật toán ẩn luân hướng)), vừa có thể đánh giá được sự phân tầng dòng chảy theo độ sâu thông qua phép biến đổi không thứ nguyên sigma (σ).

II. TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP CỦA MÔ HÌNH THỦY ĐỘNG LỰC HỌC:

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 trên độ sâu, 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 :

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

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} - fV = -g \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{1}{\rho} \frac{\partial Pa}{\partial x} + \frac{(\tau_{sx} - \tau_{bx})}{\rho(h + \eta)} + A_H \nabla^2 U \quad (2)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} + fU = -g \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{1}{\rho} \frac{\partial Pa}{\partial y} + \frac{(\tau_{sy} - \tau_{by})}{\rho(h + \eta)} + A_H \nabla^2 V \quad (3)$$

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), Pa - áp suất khí quyển (Hpa), τ_{sx} và τ_{sy} - các thành phần ứng suất gió bề mặt theo x và y , τ_{bx} và τ_{by} - các thành phần ứng suất biến dạng đáy, A_H - hệ số xoáy nhớt nằm ngang và ∇^2 - toán tử nằm ngang Laplacian.

Biểu thức đối với các thành phần ứng suất gió bề mặt được cho bởi :

$$\tau_{sx} = \rho_a C_{da} |V_{10}| V_{10x}, \quad \tau_{sy} = \rho_a C_{da} |V_{10}| V_{10y} \quad (4)$$

Trong đó $|V_{10}|$ là vận tốc gió ở 10m trên mực nước biển, V_{10x} và V_{10y} các thành phần vận tốc gió theo phương x và y , ρ_a mật độ của không khí, và C_{da} hệ số cản của gió được tính toán theo WAMDI Group (1988) dưới dạng:

$$C_{da} = \begin{cases} 0.0012875 & |V_{10}| < 7.5 \text{ m/s} \\ 0.0008 + 0.000065|V_{10}| & |V_{10}| \geq 7.5 \text{ m/s} \end{cases} \quad (5)$$

Ứng suất đáy được xác định :

$$\tau_{bx} = \rho k u_b \sqrt{u_b^2 + v_b^2}, \quad \tau_{by} = \rho k v_b \sqrt{u_b^2 + v_b^2} \quad (6)$$

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.

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 :

$$\frac{\partial w}{\partial t} + ifw = -g \left(\frac{\partial \eta}{\partial x} + i \frac{\partial \eta}{\partial y} \right) - \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial P_a}{\partial x} + i \frac{\partial P_a}{\partial y} \right) + \frac{1}{d^2} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(A_v \frac{\partial w}{\partial \sigma} \right) \quad (7)$$

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 của xoáy nhớt 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 (7) ta có :

$$\frac{\partial w}{\partial t} + ifw = -g \left(\frac{\partial \eta}{\partial x} + i \frac{\partial \eta}{\partial y} \right) - \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial P_a}{\partial x} + i \frac{\partial P_a}{\partial y} \right) + \frac{(T_s - T_b)}{\rho d} \quad (8)$$

$$\frac{\partial w'}{\partial t} + ifw' = \frac{1}{d^2} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(A_v \frac{\partial w'}{\partial \sigma} \right) - \frac{(T_s - T_b)}{\rho d} \quad (9)$$

Trong đó $T_s = \tau_{sx} + i\tau_{sy}$ và $T_b = \tau_{bx} + i\tau_{by}$

Phương trình (8) xác định dòng chảy trung bình theo độ sâu, phương trình (9) 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 (9) được giải bằng phương pháp Galerkin theo phương thẳng đứng bằng một đại diện phần 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 :

$$w' = \sum_{r=1}^m A_r(t) g_r(\sigma) \quad (10)$$

Hệ số $A_r(t)$ thu được bằng cách thay thế phương trình (10) vào phương trình (9). 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 (9) cho ta :

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

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

$$\sum_{r=1}^m \frac{\partial A_r}{\partial t} \int_0^1 g_r g_k d\sigma + i f \sum_{r=1}^m A_r \int_0^1 g_r g_k d\sigma + \frac{A_v}{d^2} \sum_{r=1}^m A_r \int_0^1 \frac{\partial g_r}{\partial \sigma} \frac{\partial g_k}{\partial \sigma} d\sigma - \frac{T_s}{\rho d} \left(g_k(0) - \int_0^1 g_k d\sigma \right) + \frac{T_b}{\rho d} \left(g_k(1) - \int_0^1 g_k d\sigma \right) = 0 \quad (12)$$

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

$$-\rho \left[A_v \frac{\partial w}{\partial \sigma} \right]_{\sigma=0} = T_s - \rho \left[A_v \frac{\partial w}{\partial \sigma} \right]_{\sigma=1} = T_b \quad (13)$$

được sử dụng.

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

$$g_r = \cos(\alpha_r \sigma) \quad (14)$$

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

$$\alpha_r = (r-1)\pi \quad (15)$$

Do sự lựa chọn này đối với α_r , kết quả các hàm cơ sở (14) 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 ả ý rằng A_1 phải là zêrô.

Qua tính toán phương trình (14) và (15), phương trình (12) sẽ trở thành :

$$\frac{dA_r}{dt} = - \left[i f + \frac{A_v \alpha_r^2}{d^2} \right] A_r + \frac{2}{\rho d} (T_s - T_b \cos \alpha_r) \quad (16)$$

với $r = 2, 3, \dots, m$.

Khi đó biểu thức A_v có dạng :

$$A_v = \Gamma (U^2 + V^2)^{1/2} (h + \eta) \quad (17)$$

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

Phương trình (16) được giải theo cách mô tả vận tốc dòng w'_b tại đáy biển từ :

$$w'_b = W + \sum_{r=2}^m A_r \cos \alpha_r \quad (18)$$

và tính toán ứng suất đáy từ phương trình (6).

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 .

+ Đối với những dòng chảy được gây bởi sự biến đổi lực từ khí quyển (dòng gió) tại các biên mở được tính bằng cách sử dụng một phần điều kiện bức xạ, sơ đồ hiện, tắt dần được cho bởi :

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} \pm \sqrt{gh} \frac{\partial \phi}{\partial \lambda} = \frac{\phi}{T_f} \quad (19)$$

Trong đó : $\phi = \eta$, U hay V , $\lambda = x$ hay y và T_f - quy mô thời gian ma sát. Điều kiện bức xạ (19) chỉ được áp dụng tới các nút lưới với độ sâu nhỏ hơn 200m. Các nút khác thì được xấp xỉ bởi các điều kiện biên tắt dần, mà trong đó các giá trị biên mở được cố định tại zêrô suốt quá trình tính toán.

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

Mô hình xét đến độ nhớt xoáy nằm ngang AH mà được lọc ra sự phát triển không thực của sóng ngắn. Tuy nhiên, các giá trị không thực của AH 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 :

$$\Psi'_{i,j} = \Psi_{i,j} + \frac{S}{2}(1-s) \times \{ \Psi_{i+2,j} + \Psi_{i-2,j} + \Psi_{i,j+2} + \Psi_{i,j-2} - 4\Psi_{i,j} \} \\ + \frac{S^2}{4} \{ \Psi_{i-2,j+2} + \Psi_{i+2,j+2} + \Psi_{i+2,j-2} + \Psi_{i-2,j-2} - 4\Psi_{i,j} \} \quad (20)$$

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 rồi 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*) được sử dụng để giải các phương trình sai phân đạo hàm riêng . Phương pháp ADI được sử dụng 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) trong 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, Cr xấp xỉ lớn hơn 3-5 :

$$C_r = \Delta t \sqrt{gh_{\max}} \sqrt{\frac{1}{\Delta x^2} + \frac{1}{\Delta y^2}} \quad (21)$$

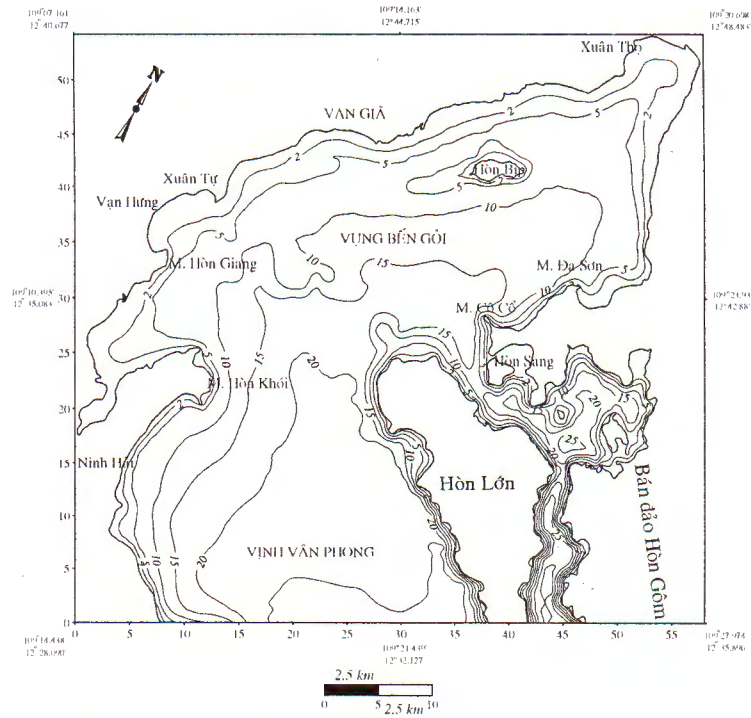
Trong đó Δt là bước thời gian của phép sai phân hữu hạn, Δx và Δy là kích thước ô lưới theo phương nằm ngang (Phương x và y tương ứng) , h_{\max} là độ sâu nước cực đại của khu vực tính toán .

6. Các thông số đầu vào cho mô hình :

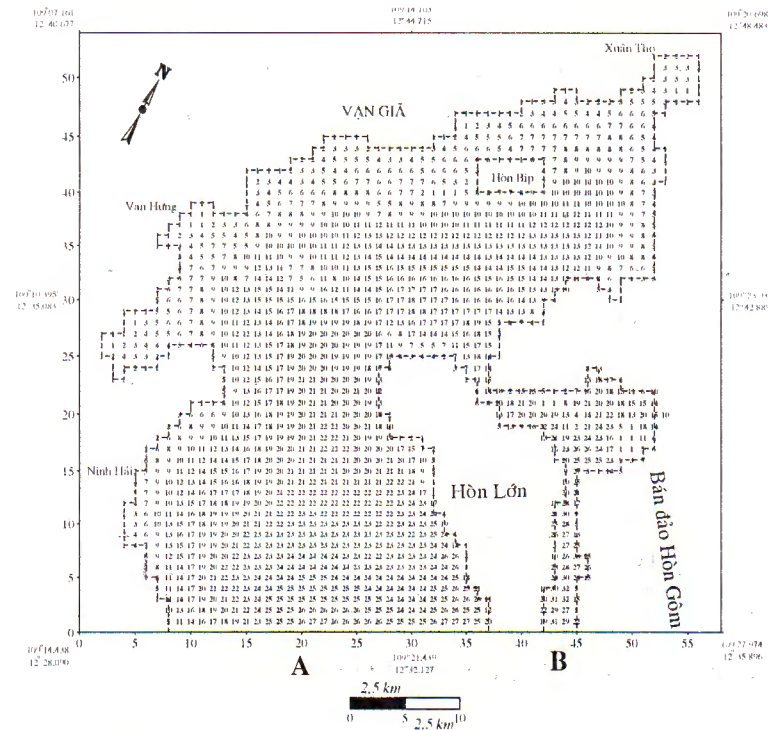
Biên mở tại (A) và (B) (hình 3) được đưa vào theo giá trị dao động mực nước, căn cứ vào các hằng số điều hòa thể hiện trong bảng 1 sau đây :

Sóng	A		B	
	H(cm)	G ⁰	H (cm)	G ⁰
K ₁	29	297	30	296
O ₁	26	250	30	249
M ₂	18	295	20	292
S ₂	8	332	10	328

- Gió được xem như đồng nhất trên toàn vùng tính và được tính theo hai hướng NE (5.0 m/s) , SE (4.0 m/s).



Hình 1: Bản đồ độ sâu (m) cho tính toán dòng chảy tại khu vực vịnh Vân Phong

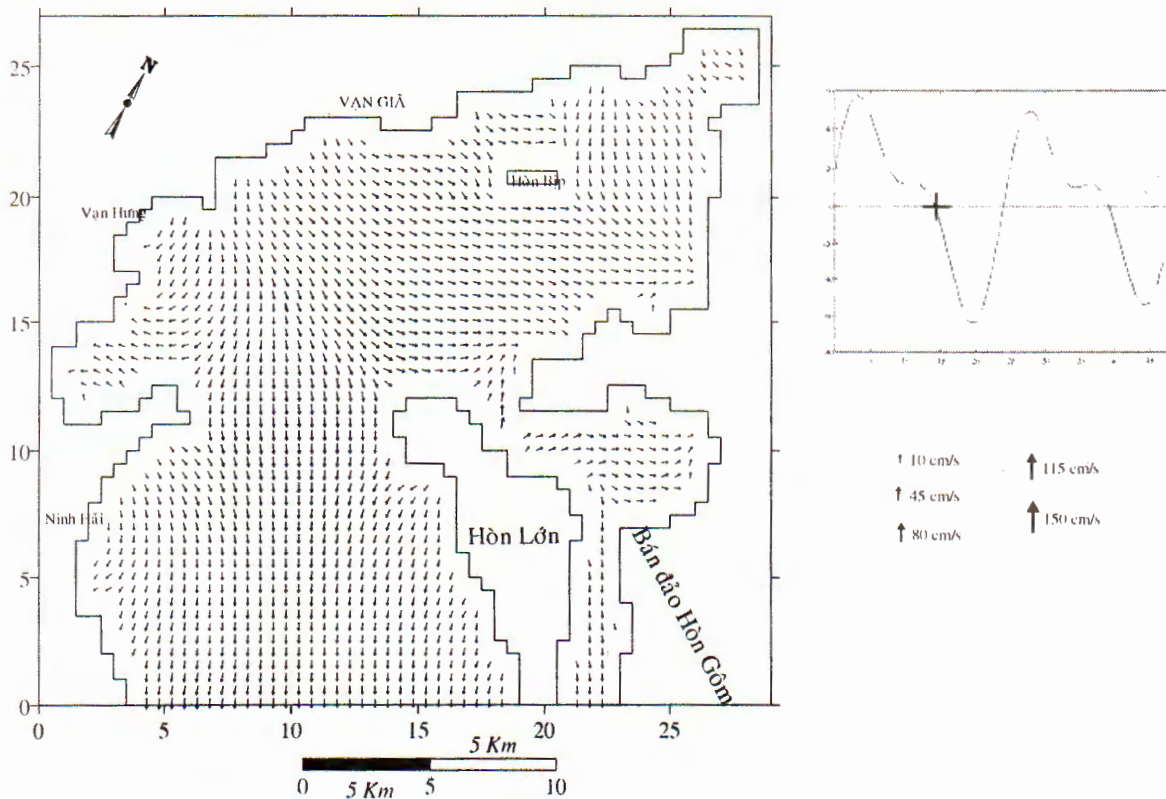


Hình 2: Mạng lưới độ sâu (m) cho tính toán dòng chảy (dx=dy=500m) tại vịnh Vân Phong

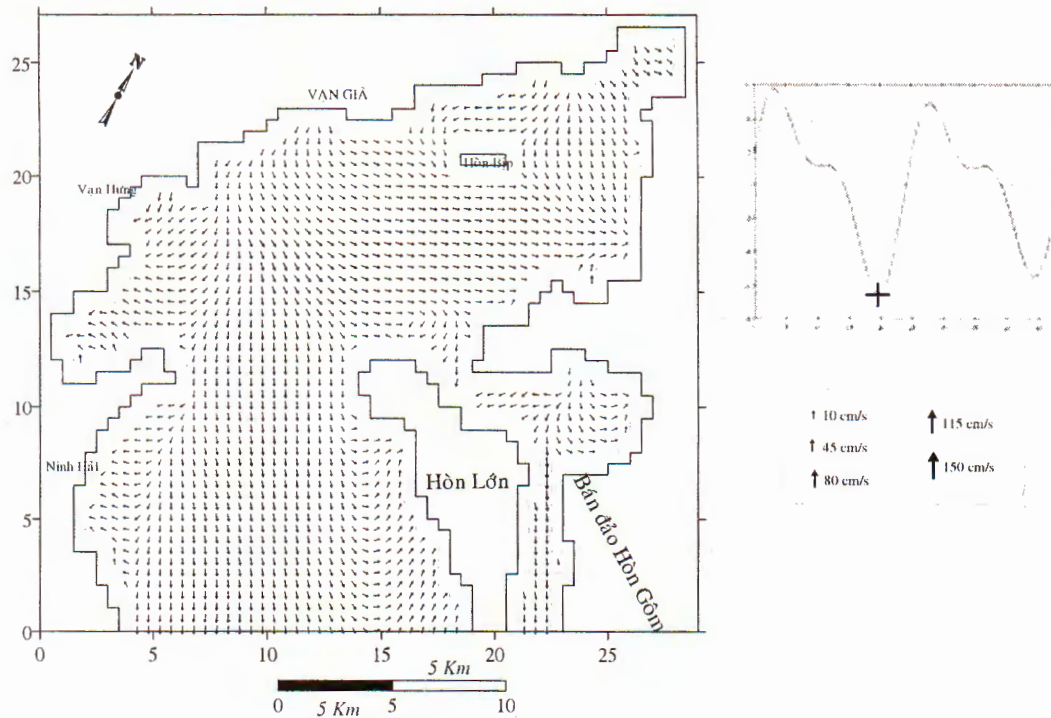
III. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

1. Kết quả tính dòng triều:

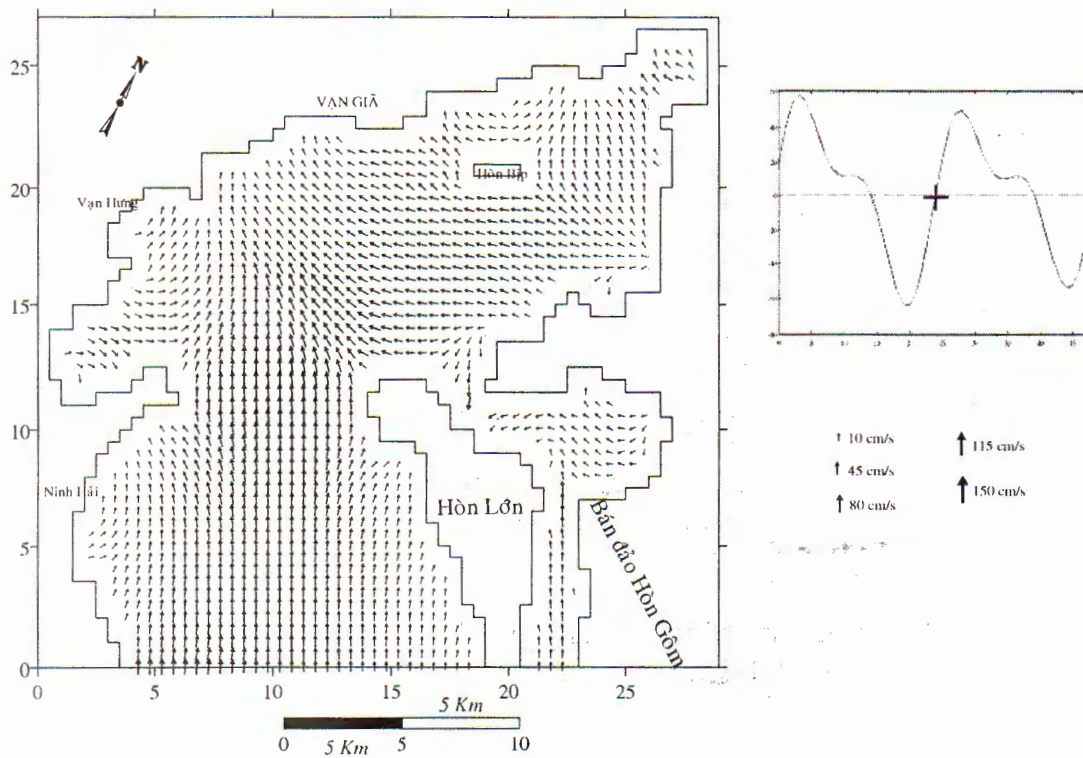
Chúng tôi tính toán dòng chảy theo một chu kỳ triều, một vài kết quả thu được từ dòng triều như sau : vận tốc dòng triều vào thời điểm triều đang xuống (hình 3) trung bình trong toàn vùng là 9.21 cm/s (cực đại 25 cm/s). Khi triều xuống ở vị trí chân triều, giá trị dòng triều trung bình bắt đầu giảm, chỉ đạt 5.96cm/s, nhưng giá trị cực đại trên toàn vùng tính vẫn còn cao (cực đại 30cm/s) (hình 4). Khi triều đang lên, vận tốc dòng triều tiếp tục tăng với vận tốc trung bình 22.9cm/s (cực đại 60cm/s)(hình 5). Tại đỉnh triều, vận tốc bắt đầu giảm khi triều xuống, dòng chảy trung bình đạt được 5.26cm/s (cực đại 20cm/s) (hình 6). Tại vị trí triều đang xuống, giá trị dòng triều tăng, trung bình là 10.9cm/s (cực đại 30cm/s) (hình 7). Chi tiết về hướng lan truyền có thể xem trên các bản đồ về trường phân bố dòng chảy.



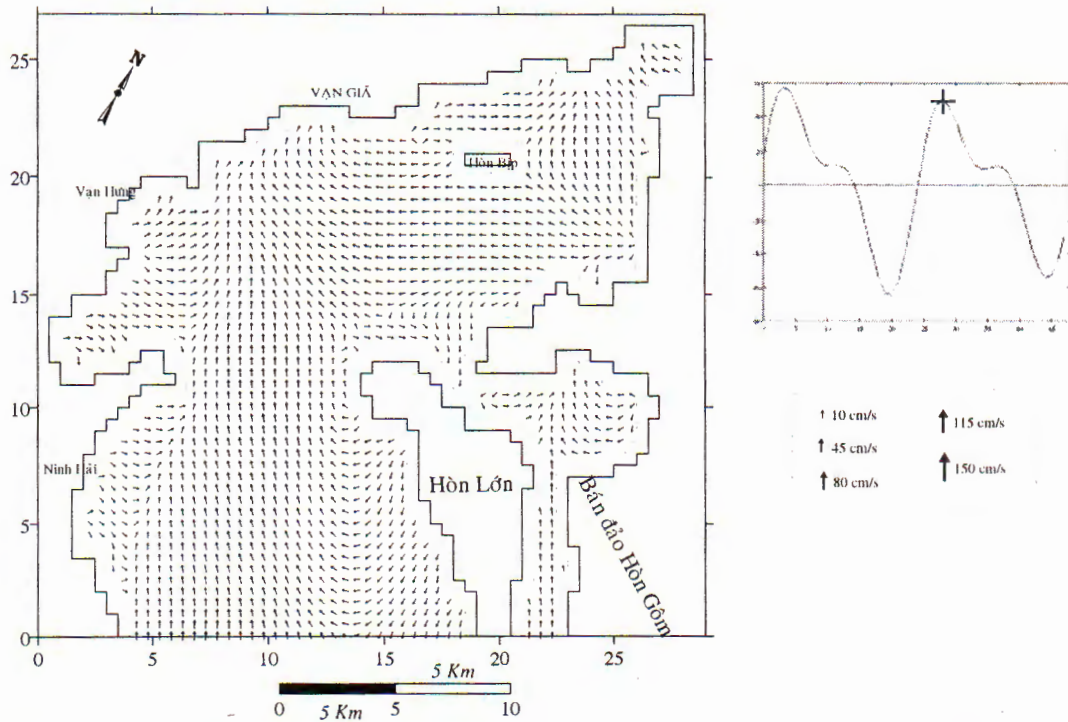
Hình 3. Trường phân bố véc tơ dòng triều tại vịnh Vân Phong ở thời điểm tính 14h (thể hiện trên dao động mực nước)



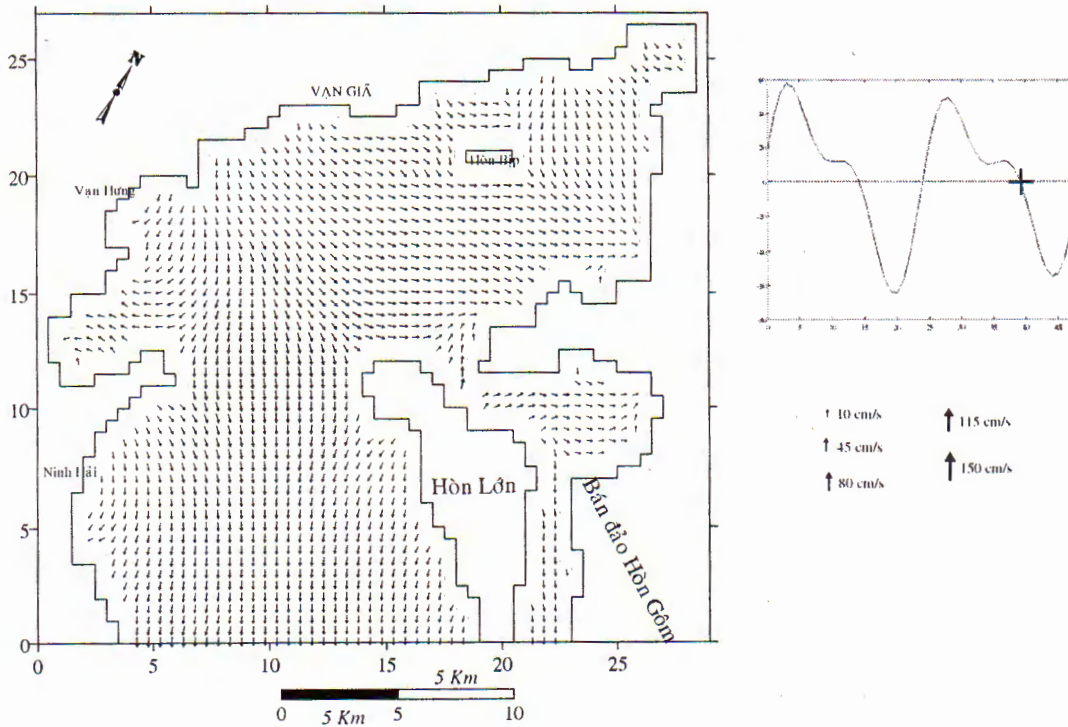
Hình 4. Trường phân bố véc tơ dòng triều tại vịnh Vân Phong ở thời điểm tính 19h (thể hiện trên dao động mực nước)



Hình 4. Trường phân bố véc tơ dòng triều tại vịnh Vân Phong ở thời điểm tính 24h (thể hiện trên dao động mực nước)



Hình 6. Trường phân bố véc tơ dòng triều tại vịnh Vân Phong ở thời điểm tính 27h (thể hiện trên dao động mực nước)

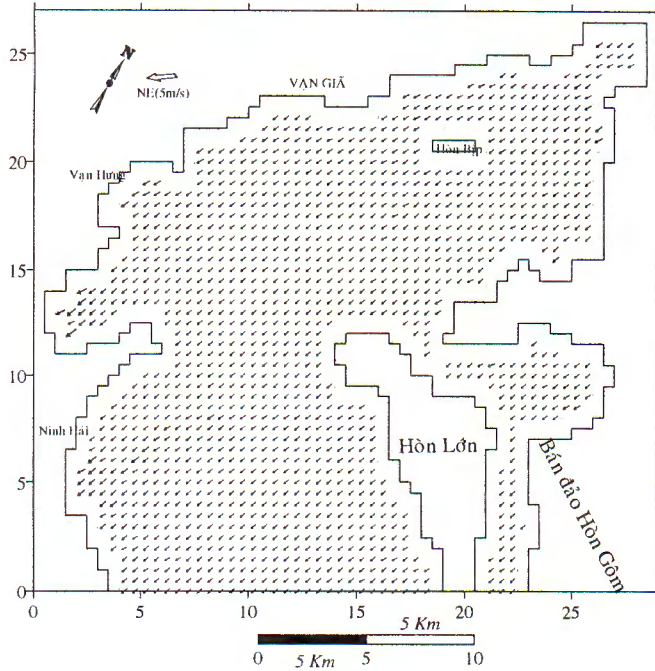


Hình 7. Trường phân bố véc tơ dòng triều tại vịnh Vân Phong ở thời điểm tính 29h (thể hiện trên dao động mực nước)

2. Kết quả tính dòng gió:

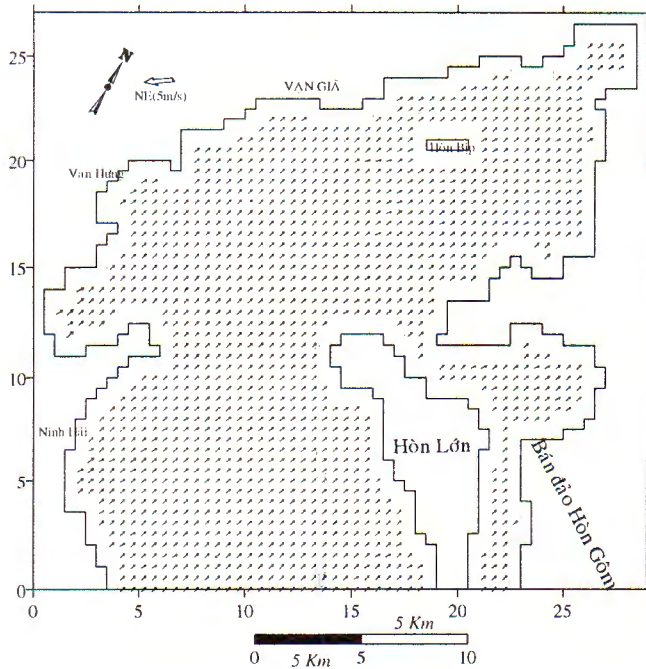
2.1. Dòng chảy do ảnh hưởng của trường gió Đông Bắc (NE) (5m/s):

- Tại bề mặt ($\sigma=0$):



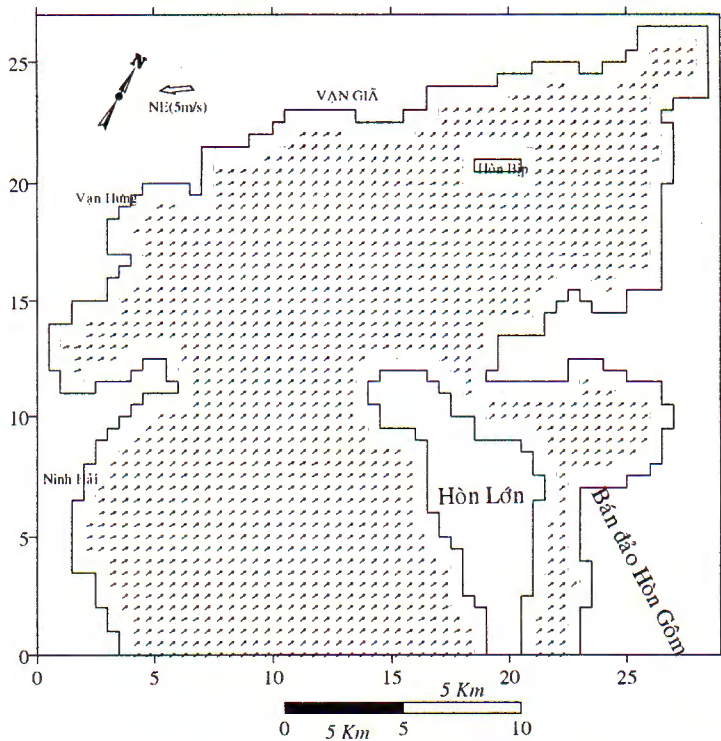
Hình 8a. Trường phân bố véc tơ dòng chảy tầng mặt do ảnh hưởng của gió NE (5m/s) tại vịnh Vân Phong

- Tại tầng giữa ($\sigma=0.5$):



Hình 8b. Trường phân bố véc tơ dòng chảy tầng giữa do ảnh hưởng của gió NE (5m/s) tại vịnh Vân Phong

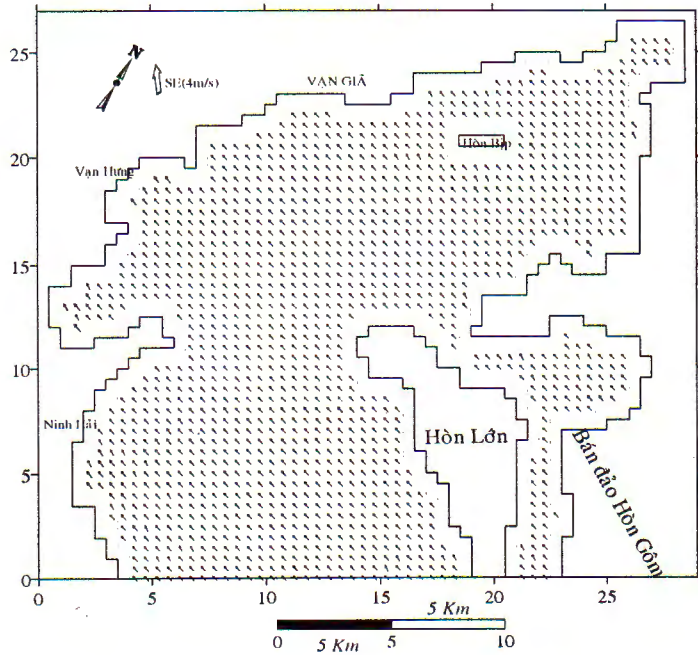
-Tại tầng đáy ($\sigma=1$) :



Hình 8c. Trường phân bố véc tơ dòng chảy tầng đáy do ảnh hưởng của gió NE (5m/s) tại vịnh Vân Phong

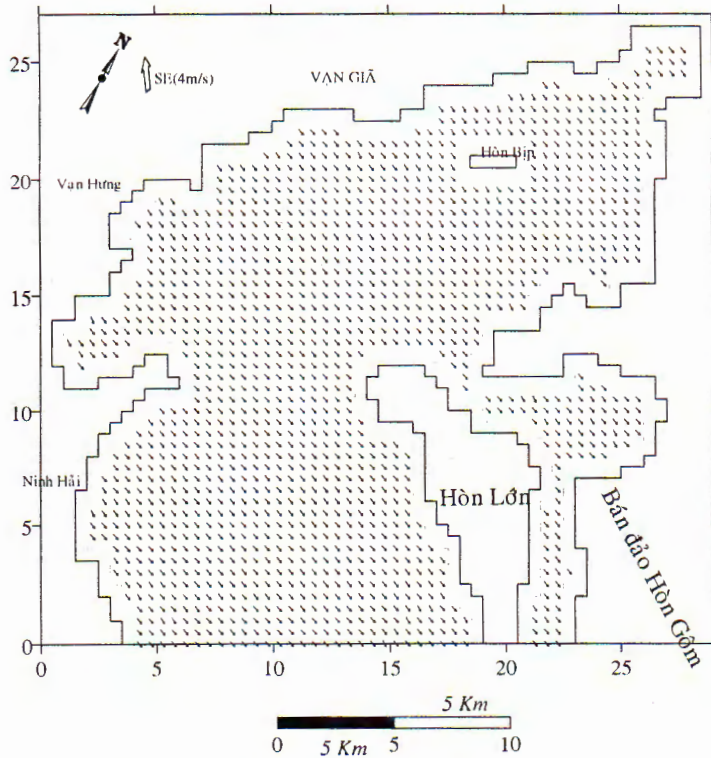
2.2. Dòng chảy do ảnh hưởng của trường gió Đông Nam (SE) (4m/s) :

- Tại bề mặt ($\sigma=0$) :

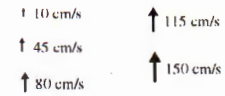


Hình 9a. Trường phân bố véc tơ dòng chảy tầng mặt do ảnh hưởng của gió SE (4m/s) tại vịnh Vân Phong

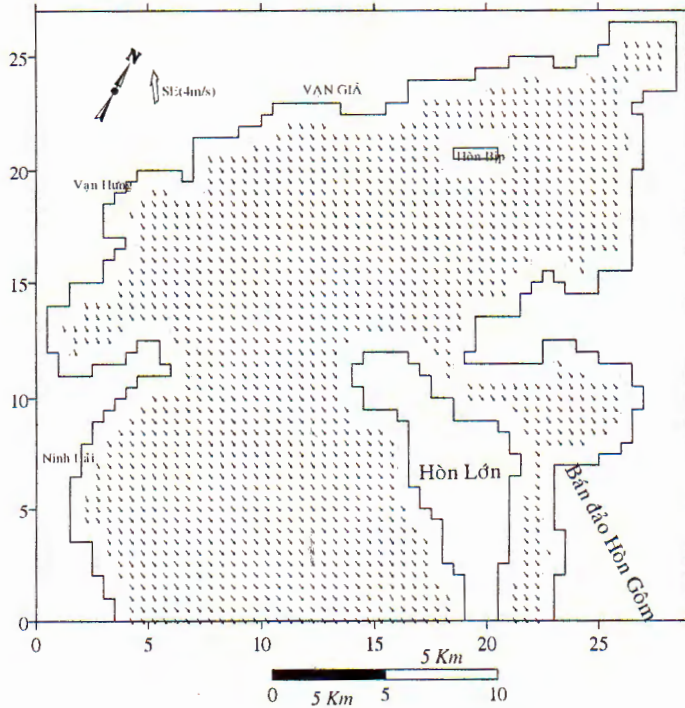
- Tại tầng giữa ($\sigma=0.5$) :



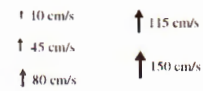
Hình 9b. Trường phân bố véc tơ dòng chảy tầng giữa do ảnh hưởng của gió SE (4m/s) tại vịnh Vân Phong



- Tại tầng đáy ($\sigma=1$) :



Hình 9c. Trường phân bố véc tơ dòng chảy tầng đáy do ảnh hưởng của gió SE (4m/s) tại vịnh Vân Phong



IV. THẢO LUẬN KẾT QUẢ TÍNH

- Kết quả của mô hình tính đã thể hiện được phân bố dòng chảy theo các tầng độ sâu, mà cụ thể là tầng mặt – giữa – đáy. Đây là mô hình ba chiều tuyến tính, nó vừa tận dụng được những ưu điểm về tính đơn giản của phương pháp sai phân hữu hạn hai chiều truyền thống, vừa khắc phục được tính phức tạp của mô hình 3 chiều đầy đủ, trong điều kiện nguồn số liệu đầu vào còn có nhiều hạn chế.

- Các kết quả ở trên đã phản ánh được trường phân bố dòng chảy tại khu vực vịnh Vân Phong, trong các thời điểm triều. Khi có gió tác động, mô hình đã thể hiện khá rõ sự ảnh hưởng của gió, sự lệch hướng và sự khác biệt về độ lớn vận tốc dòng gió so với dòng tổng hợp, cũng như sự khác biệt của chúng theo độ sâu, đặc biệt ở tầng đáy. Độ lệch về cường độ, hướng theo các tầng được thể hiện theo bảng 2 sau đây:

Bảng 2: Dòng chảy cực đại theo các tầng được tính toán tại vịnh Vân Phong

Gió	Tầng độ sâu	Dòng chảy gió		Dòng chảy tổng hợp (gió + triều)					
				Chân triều		Đang lên		Đỉnh triều	
		Tốc độ (cm/s)	Hướng (độ)	Tốc độ (cm/s)	Hướng (độ)	Tốc độ (cm/s)	Hướng (độ)	Tốc độ (cm/s)	Hướng (độ)
SE (4m/s)	Tầng mặt	30.4	22.6	48.3	35.8	77.2	57.0	28.9	53.8
	Tầng giữa	14.3	201.6	30.7	55	63.8	245.2	23.3	35.3
	Tầng đáy	2.0	210.4	25.6	56.9	49.2	246.9	14.3	247.8
NE (5m/s)	Tầng mặt	53.3	291.2	49.3	300.5	64.1	57.1	59.3	283.0
	Tầng giữa	25.7	110.4	36.5	270.9	70.1	245.5	23.8	299.6
	Tầng đáy	2.7	120.7	24.4	56.0	51.1	247.4	16.2	249.4

Ghi chú: Hướng dòng chảy so với trục Bắc quay cùng chiều kim đồng hồ

- Trong tương lai mô hình sẽ được phát triển để phù hợp với thực tế hơn (Mật độ và trường T, S biến đổi ...) và việc lựa chọn các thông số ban đầu trên cơ sở dữ liệu biển đầy đủ hơn của vùng vịnh Vân Phong .

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 mã số 73.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Bùi Hồng Long - Trần Văn Chung (2000)**, “*Tính toán nước dâng do bão cho vịnh và cửa sông ven biển*”. Báo cáo chuyên đề của đề tài KHCN5C. Viện Hải dương học Nha Trang, 54tr.
2. **Bùi Hồng Long – Trần Văn Chung (2001)**, “*Tính toán thử nghiệm nước dâng trong bão bằng mô hình thủy động lực học với biên di động*”. Tuyển tập nghiên cứu biển tập XI. NXB Khoa học và Kỹ thuật, tr. 45-56.
3. **Bùi Hồng Long - Trần Văn Chung (2003)**, “*Tính toán nước dâng trong bão cho khu vực Định An - Gò Công do ảnh hưởng của cơn bão LinDa (1997) bằng phương pháp sai phân hữu hạn với biên di động*”. Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển, T.3, Số 1, Tr 1-17.
4. **Bùi Hồng Long - Trần Văn Chung (2003)**, “*Tính toán nước dâng trong bão cho vùng biển Vũng Rô (Phú Yên)*”. Tuyển tập nghiên cứu biển tập XIII, tr 25-36.
5. **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, T.4, Số 3, Tr 43-53.
6. **Trung tâm khí tượng thủy văn phía Nam (1996)**, “*Đặc điểm khí hậu và thủy văn tỉnh Khánh Hòa*”. Sờ Khoa học Công nghệ và Môi trường tỉnh Khánh Hòa, 191tr.
7. **C.B. Vreugdenhil (1994)**, “*Numerical methods for Shallow-Water Flow*”. Kluwer Academic Publishers, 261pp.
8. **Dale R. Durran (1999)**, “*Numerical Methods for Wave Equations in Geophysical Fluid Dynamics*”. Texts in Applied Mathematics 32. Springer, 465pp.
9. **Fernando j. Caviglia and walter c. Dragani (1996)**, “*An improved 2-D finite – difference circulation model tide – and wind – induced flows*”. Computers & geosciences vol. 22, no. 10, pp. 1083-1096
10. **Jacques C. J. Nihoul (Editor) (1975)**, “*Modelling of Marine Systems*”. Elsevier Oceanography Series, 10, 272pp.
11. **Z. Kowalik, T. S. Musrty (1993)**, “*Numerical modeling of ocean dynamics*”. Adevanced Series on Ocean Engineering - Volume 5. World Scientific, 481pp.

EXPERIMENTAL CALCULATION OF THREE DIMENSIONED (3D) CURRENT MODEL IN VAN PHONG BAY

BUI HONG LONG, TRAN VAN CHUNG

Abstract: Van Phong bay will be playing the most important role in socio- economic development in the central and highland regions of Vietnam in the near future. So the calculation and prediction of hydrodynamic regime included wind and tidal currents are becoming very necessary to the development plan and manageable issues for these regions. The previous classical hydrodynamic equation was simulated a vertical averaged current system and a simple two dimensioned model was often used to solve these problems. On the base of these vertical integrated processes, the bottom stress was calculated from vertical averaged current systems. In the practice these processes were not able to be corresponded to the nature. Therefore in this paper the bottom reformed stress is calculated from the bottom current system and real current system picture is received based on solving of linear three dimensioned hydrodynamic equations by using Galerkin method with vertical average for Van Phong bay [9] .

Calculated results is showed :

** The linear three dimensioned model both takes advantage of simplicity of the simple two dimensioned model and overcome the complexity of the complete three dimensioned model, based on limited input of data.*

** The results also express relatively the influence of the wind upon the inclination of direction and difference of the intensive of the wind-driven current speed in comparison with that of tidal and general current as well as their differences with vertical direction of the depth, specially at the bottom .*

Ngày nhận bài: 08- 4 - 2005

Người nhận xét: GS,TSKH. Phạm Văn Ninh

Địa chỉ: Viện Hải dương học