

NGHIÊN CỨU CHẾ ĐỘ DÒNG DƯ TẠI VÙNG BIỂN NAM - TRUNG BỘ VIỆT NAM

BÙI HỒNG LONG, TRẦN VĂN CHUNG

Tóm tắt: Các kết quả nghiên cứu cho thấy, ảnh hưởng dòng dư do triều (tidal residual current) của các sóng triều thành phần lên khu vực vùng biển Nam - Trung bộ Việt Nam không lớn, cực đại tốc độ dòng này dưới 4 cm/s. Tuy nhiên, khi nghiên cứu ảnh hưởng dòng triều tổng hợp của 5 sóng triều M_2 , S_2 , N_2 , O_1 , K_1 xuất hiện dòng dư có thể đạt 22 cm/s, tập trung tại vùng biển ven bờ từ Bình Thuận đến Trà Vinh còn tại các vùng biển khác trong vùng nghiên cứu dòng dư yếu hơn nhiều.

So sánh các kết quả tính dòng dư do triều theo cùng phương pháp phần tử hữu hạn nhưng giải ở dạng bài toán 2 chiều phi tuyến (không có ảnh hưởng của thành phần nhiệt - muối) và bài toán 3 chiều phi tuyến (có ảnh hưởng của thành phần nhiệt - muối theo phương ngang và phương thẳng đứng) có sự khác nhau về hướng của dòng cực đại và xuất hiện một vùng xoáy thuận (bài toán hai chiều phi tuyến) và không tồn tại vùng xoáy thuận (bài toán ba chiều phi tuyến) tại khu vực biển Nam Bình Thuận. Đây là một vấn đề mới và tương đối phức tạp, cần tiếp tục nghiên cứu thêm ở các công trình nghiên cứu sau.

I. MỞ ĐẦU

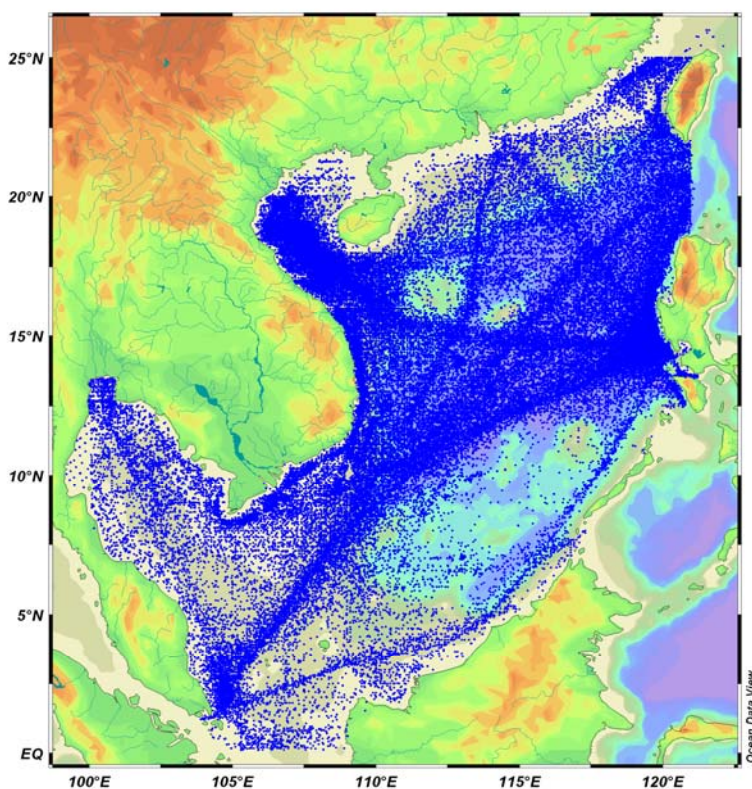
Các nghiên cứu dòng dư trong vùng biển Đông bằng mô hình ba chiều (3-D) sử dụng phương pháp sai phân hữu hạn để giải đã được tác giả Shuqun Cai và cộng sự (2003) [11] triển khai cho một số trường hợp điển hình: do ảnh hưởng triều, nhiệt - muối, ... Nghiên cứu chế độ dòng dư rất cần thiết và không thể bỏ qua trong việc đánh giá chế độ động lực tại một vùng biển bất kỳ (đặc biệt là các khu vực có địa hình bờ và đáy phức tạp) với tỷ lệ thích hợp. Ở Việt Nam, nghiên cứu dòng dư còn khá hạn chế về mặt quy mô, dòng dư trong vịnh Bắc bộ đã được Đinh Văn Mạnh và Yanagi (2000) [16] tiến hành. Trong bài này chúng tôi đã sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn vào việc tính toán nghiên cứu chế độ dòng dư do ảnh hưởng của triều và sự phân tầng nhiệt - muối theo bài toán ba chiều phi tuyến cho vùng biển Nam Trung bộ và một phần vùng Đông Nam bộ.

II. THÔNG TIN NGUỒN SỐ LIỆU SỬ DỤNG TRONG NGHIÊN CỨU

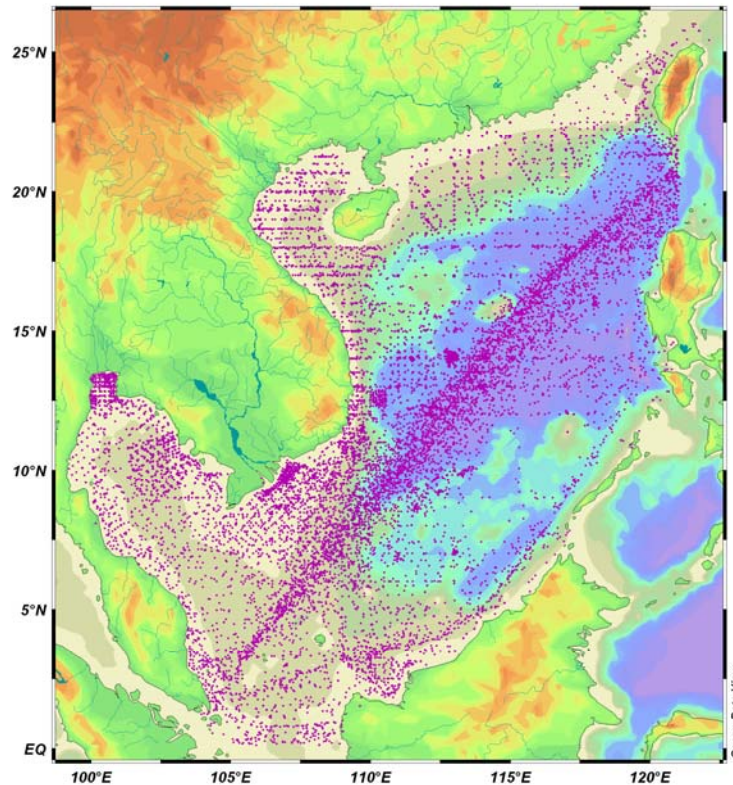
Để có thể đánh giá bao quát vùng nghiên cứu có ảnh hưởng đến triều dư và nhiệt

muối, khu vực nghiên cứu được chọn tương đối rộng từ vùng biển Quảng Nam đến Sóc Trăng có vị trí trong khoảng kinh độ $106,5^{\circ}\text{E}$ đến 112°E ; vĩ độ từ $9,57^{\circ}\text{N}$ đến $15,76^{\circ}\text{N}$. Khu vực thể hiện kết quả tính được giới hạn từ Bình Định đến Sóc Trăng. Mạng lưới tính sử dụng là mạng lưới tam giác được thiết lập với góc cực tiểu là 30° ; tổng diện tích mặt thoáng cho tính toán là $269.500,822 \text{ km}^2$. Số điểm tính trong mạng lưới tam giác là 5246 với tổng số tam giác là 10061, trong đó diện tích tam giác nhỏ nhất $3,342 \text{ km}^2$, trung bình $26,787 \text{ km}^2$, lớn nhất $187,121 \text{ km}^2$. Lưới thẳng đứng được tính cho 20 lớp dựa trên nguồn số liệu nhiệt - muối có được từ nguồn cơ sở dữ liệu với các độ sâu tương ứng từ tầng mặt, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 1000, 1200 và 1500 m.

Dựa vào các thông tin được cập nhật từ các chuyến khảo sát của các đề tài liên quan về địa hình đáy, trường nhiệt - muối, dòng chảy và từ các thông tin về viễn thám. Tất cả các phân tích tập trung cho việc tìm ra dòng dư do triều (tidal residual current) đã ảnh hưởng đến khu vực nghiên cứu. Chúng tôi đã căn cứ vào nguồn số liệu đã có.



Hình 1: Phân bố các trạm đo nhiệt độ nước biển theo các tầng tại vùng Biển Đông (nguồn <http://pacificinfo.ru/>)



Hình 2: Phân bố các trạm đo độ mặn nước biển theo các tầng tại vùng Biển Đông (nguồn <http://pacificinfo.ru/>)

+ Bản đồ độ sâu được cập nhật từ dự án Nước trời Nam Trung bộ (hợp tác Việt - Đức, 2003 - 2007).

+ Số liệu nhiệt - muối: Chúng tôi đã tập trung phân tích cơ sở dữ liệu tại các nguồn số liệu sau:

- Nguồn từ cơ sở dữ liệu của Viện Hải dương học Nha Trang (VODC)

- Nguồn cơ sở dữ liệu **PHC 3.0** trên trang web: <http://psc.apl.washington.edu/POLES/PHC2/Climatology.html>

- Nguồn từ cơ sở dữ liệu của Viện HDH Viễn Đông Nga từ <http://pacificinfo.ru/>

- Nguồn số liệu từ các chuyến khảo sát hợp tác Việt - Đức (2003 - 2007 - VHDH)

Trong các nguồn dữ liệu kể trên, chúng tôi chọn nguồn dữ liệu của Viện HDH Viễn Đông Nga làm cơ sở (hình 1, 2), các nguồn số liệu khác được chúng tôi bổ sung, cập nhật thêm.

- Các lớp số liệu nhiệt - muối được chia theo các phân tầng sau: tầng mặt, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 1000, 1200 và 1500 m (20 lớp).

III. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Các phương trình cơ bản và phương pháp giải

Các phương trình thủy động lực học ba chiều (3-D) với các thừa nhận xấp xỉ Boussinesq và áp suất thủy tĩnh. Nhiệt độ và độ mặn tham gia vào quá trình vận chuyển, mật độ nước biển được xác định từ phương trình trạng thái. Sự tiêu tán ở quy mô lưới nhỏ được thể hiện dưới dạng độ nhớt rối (khuếch tán rối).

1.1. Các phương trình chủ đạo

Có sáu biến chính trong mô hình 3-D, được thể hiện trong các phương trình dưới đây.

Hai thành phần nằm ngang (x, y) của các phương trình động lượng:

$$\frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{f} \times \vec{v} = g \nabla_{xy} \zeta - \frac{\partial}{\partial z} \left(N_m \frac{\partial \vec{v}}{\partial z} \right) = - \frac{g}{\rho_0} \int_z^{\zeta} \nabla_{xy} \rho dz + \vec{F}_m + \frac{\sigma}{\rho} (\vec{v}_\sigma - \vec{v}) \quad (1)$$

Phương trình bảo toàn nhiệt và muối:

$$\frac{dT}{dt} - \frac{\partial}{\partial z} \left(N_h \frac{\partial T}{\partial z} \right) = F_T + \frac{\sigma}{\rho} (T_\sigma - T) \quad (2)$$

$$\frac{dS}{dt} - \frac{\partial}{\partial z} \left(N_h \frac{\partial S}{\partial z} \right) = F_S + \frac{\sigma}{\rho} (S_\sigma - S) \quad (3)$$

Các phương trình đối với động năng dòng rối và độ dài pha trộn:

$$\frac{dq^2}{dt} - \frac{\partial}{\partial z} \left(N_q \frac{\partial q^2}{\partial z} \right) = 2 \left[N_m \left(\left(\frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 \right) + \frac{g}{\rho_0} N_h \frac{\partial \rho}{\partial z} \right] - 2 \left[\frac{q^3}{B_1 l} \right] + \frac{\sigma}{\rho} (q_\sigma^2 - q^2) \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \frac{dq^2 l}{dt} - \frac{\partial}{\partial z} \left(N_q \frac{\partial q^2 l}{\partial z} \right) = & l E_1 \left[N_m \left(\left(\frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 \right) + \frac{g}{\rho_0} N_h \frac{\partial \rho}{\partial z} \right] - l W \left[\frac{q^3}{B_1 l} \right] \\ & + \frac{\sigma}{\rho} (q_\sigma^2 l - q^2 l) \end{aligned} \quad (5)$$

Trong đó: E_1 và B_1 là các hằng số thực nghiệm [Mellor và Yamada, 1982] [17] và W là một hàm sát tường chắn [Blumberg và cộng sự, 1992] [10].

1.2. Các điều kiện biên

Dao động thủy triều được đưa vào các nút tại giá trị biên mở, để tạo tổng hợp lực do triều thích hợp và áp đặt chính xác các điều kiện biên Dirichlet. Phương trình sau đây phải được lấy tổng trên tất cả các thành phần triều:

$$\zeta(t) = Z_0 + \sum_k f_k(t) \cdot A_k \cdot \cos\left(\omega_k[t - t_0] + (V(t_0) + U(t))_k - \frac{\pi}{180} g_k\right) \quad (6)$$

Trong đó: $\zeta(t)$ là độ cao thủy triều tổng hợp tại vị trí đã biết theo thời gian (m), Z_0 là giá trị mực nước biển trung bình tại điểm đã cho trên mực nước “không độ sâu” (m) (Số “0” độ sâu, hoặc số “0” hải đồ, số “0” bảng thủy triều, được quy định cho từng vùng biển). Chiều dương tính từ số “0” theo hướng xuống đáy, chỉ số k biểu thị các sóng triều riêng biệt, f_k và $(V(t_0) + U(t))_k$ là các tham số thiên văn phụ thuộc vào thời gian quan trắc, trong đó f_k được gọi là nhân tử biên độ, $(V(t_0) + U(t))_k$ gọi là pha thiên văn, với $V(t_0)$ là tham số điều chỉnh đối với thời gian, và $U(t)$ là tham số thay đổi pha, A_k, g_k là các hằng số điều hòa biên độ (m) và pha trễ Greenwich (độ) thành phần, chúng phụ thuộc vào điều kiện địa phương tại vị trí quan trắc, ω_k là tần số thủy triều thành phần (rad/s).

Tại đây, chúng ta sử dụng điều kiện trượt bậc hai thông thường theo quan hệ ứng suất trượt tới vận tốc đáy \vec{v}_b qua hệ số cản ứng suất đáy bậc hai không thứ nguyên, C_d

$$N_m \frac{\partial \vec{v}}{\partial z} \Big|_{z=-h} = C_d |\vec{v}_b| \vec{v}_b = k \vec{v}_b \quad (7)$$

Ở đây k - Hệ số ứng suất đáy tuyến tính.

Nhiệt độ không khí được xác định tại bề mặt hoặc điều kiện bức xạ với tốc độ làm nóng α và nhiệt độ cân bằng T_0 :

$$N_h \frac{\partial T}{\partial z} \Big|_{z=\zeta} = -\alpha(T - T_0) \quad (8)$$

Tại đây, thông lượng nhiệt được giả sử là không đáng kể

$$N_h \frac{\partial T}{\partial z} \Big|_{z=-h} = 0 \quad (9)$$

Tương tự, các điều kiện không thông lượng được áp đặt trên một khoảng cách tại bề mặt và đáy. Đối với q^2 , các điều kiện Dirichlet là đòi hỏi tại đáy:

$$q^2 = B_1^{2/3} u_*^2 \quad (10)$$

với vận tốc ma sát $u_*^2 = \left| N_m \frac{\partial \vec{v}}{\partial z} \right|$ xác định theo các điều kiện biên vận tốc. Phù hợp với điều kiện trượt tại đáy, biên được tính toán sao cho $z_b = -h$ là vị trí trong phạm vi lớp ứng suất không đổi tại một độ cao $\xi_b = 1$ m trên nền đáy thực tế. Độ dài pha trộn được tính toán tại đáy được đặt cho phù hợp với quy luật của tầng chắn:

$$l = \kappa \xi_b \quad (11)$$

Trong đó: $\kappa = 0.4$ là hằng số Von Karman. Tại bề mặt tự do, các điều kiện không thông lượng từ [Neumann, 1960] [18] được ứng dụng tới cả hai q^2 và q^2_1 . Hàm giả định sát tường chắn W được lấy từ Blumberg et al., 1992 [10] và được kết hợp chặt chẽ tính bất đối xứng giữa bề mặt và đáy «các tầng chắn»:

$$W = 1 + E_2 \left[\frac{l}{\kappa(z - z_b + \xi_b)} \right]^2 + E_3 \left[\frac{l}{\kappa(\zeta - z + \xi_s)} \right]^2 \quad (12)$$

với $\frac{l}{\kappa d}$ cách tiếp cận đồng nhất ở khoảng cách d thì một trong hai tầng chắn được loại bỏ. Cả hai ξ_b và ξ_s được đặt bằng 1. Sau cùng, điều kiện động học được áp đặt trên vận tốc thẳng đứng w tại bề mặt

$$w = \frac{\partial \zeta}{\partial t} + \vec{v} \cdot \nabla_{xy} \zeta - (P - E) \quad (13)$$

và tại đáy,

$$w = -\vec{v} \cdot \nabla_{xy} h \quad (14)$$

Cả hai được áp đặt như các điều kiện Dirichlet trên đạo hàm- z theo Lynch và Naimie [1993] [15].

Các ký hiệu sử dụng trong các phương trình trên

$\vec{v}(x, y, z, t)$ - vận tốc dòng, với các thành phần trong tọa độ Đề-các (u, v, w); $\bar{\vec{v}}(x, y, t)$ - trung bình thẳng đứng của \vec{v} ; $\zeta(x, y, t)$ - độ cao bề mặt tự do; $h(x, y)$ - độ sâu biển (chính xác hơn, độ sâu của vị trí theo lớp ứng suất đáy không đổi mà tại điều kiện biên được ứng dụng, điển hình khoảng 1m trên nền đáy); $H(x, y, t)$ - tổng độ sâu, $H=h+\zeta$; $\rho(x, y, z, t)$ - mật độ nước biển, ρ_0 là giá trị trung bình; $T(x, y, z, t)$ - nhiệt độ nước biển; $S(x, y, z, t)$ - độ mặn nước biển; $q^2(x, y, z, t)/2$ - động năng dòng rối; $l(x, y, z, t)$ - độ dài pha trộn dòng rối; $N_m(x, y, z, t)$ - độ nhớt rối thẳng đứng; $N_h(x, y, z, t)$ - độ khuếch tán rối

thẳng đứng đối với nhiệt độ và độ mặn; $N_q(x, y, z, t)$ - độ khuếch tán rối thẳng đứng đối với q^2 và q^2_1 ; $\bar{F}_m, \bar{F}_T, \bar{F}_S$ - là các trao đổi nằm ngang không bình lưu của động năng, nhiệt độ và độ mặn; g - gia tốc trọng trường; \vec{f} là véc tơ Coriolis, có hướng theo phương thẳng đứng với độ lớn f ; ∇ - toán tử gradient, ∇_{xy} là phần nằm ngang của nó, $\frac{d}{dt}$ - đạo hàm toàn phần theo thời gian, cho chuyển động ba chiều của chất lỏng, $\frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + \vec{v} \cdot \nabla$; (x, y) - các tọa độ Đề-các nằm ngang, chiều x dương về phía Đông, chiều y dương về phía Bắc; z - tọa độ theo phương thẳng đứng, có chiều dương hướng lên; $-h \leq z \leq \zeta$; t - thời gian; $\vec{v}_b(x, y, z, t)$ - vận tốc dòng chảy nằm ngang tại đáy của cột nước; C_d - hệ số cản đáy (Chúng tôi chọn $C_d = 0.0026$)

Ký hiệu nguồn

$\sigma(x, y, z, t)$ - nguồn khối lượng phân bố (khối lượng / thời gian / thể tích đơn vị); σ/ρ - nguồn theo thể tích (thể tích / thời gian / thể tích đơn vị); $\vec{v}_\sigma, T_\sigma, S_\sigma, q^2_\sigma, q^2 l_\sigma$ - là tính chất của nguồn lưu chất; P là lượng mưa tại bề mặt tự do: thể tích/ thời gian/ diện tích đơn vị; E là lượng bay hơi tại bề mặt tự do: thể tích/thời gian/ diện tích đơn vị.

2. Phương pháp lọc tính dòng dư do triều

Như đã biết, trong thủy động lực học ven biển, dòng dư thường được xác định là dòng chảy trung bình thu được từ trung bình trong một khoảng thời gian lớn hơn nhiều so với chu kỳ của các thành phần sóng nhật triều và bán nhật triều chính (Prandle, 1997) [20]. Các thông tin về độ lớn, hướng và giá trị của dòng dư được quan tâm chung trong các nghiên cứu về thủy sản, chất lượng nước, vận chuyển trầm tích và sinh thái biển. Đây là lý do chính vì sao dòng dư đã luôn luôn được là đối tượng quan tâm lớn với nghiên cứu thực nghiệm (Prandle và Player, 1993) [21], (Valle-Levinson et al., 2000) [22] và nghiên cứu số trị (Pingree và Maddock, 1977) [19]. Hiểu biết về dòng dư cũng rất quan trọng cho việc ước tính phân kỳ của thông lượng triều và tiêu tán năng lượng do triều.

Các biến phụ thuộc (mực nước biển và vận tốc dòng) được khai triển dưới dạng một nửa trung bình cộng của các thành phần tuần hoàn của các tần số được biết từ lý thuyết thủy triều [23]:

$$\begin{aligned}
\zeta_z(x, y, t) &= \zeta_{0_z}(x, y) + \frac{1}{2} \sum_{n=-N}^N \zeta_{n_z}(x, y) \exp(i\omega_n t) \\
u_z(x, y, t) &= u_{0_z}(x, y) + \frac{1}{2} \sum_{n=-N}^N u_{n_z}(x, y) \exp(i\omega_n t) \\
v_z(x, y, t) &= v_{0_z}(x, y) + \frac{1}{2} \sum_{n=-N}^N v_{n_z}(x, y) \exp(i\omega_n t)
\end{aligned} \tag{15}$$

Trong đó: ζ_z là dao động mực nước tại các lớp độ sâu, (u_z, v_z) là vận tốc dòng trung bình tại các lớp độ sâu, ω_n là tần số góc, t là thời gian, n là chỉ số cho các thành phần triều, chỉ số dưới “0” quy định thành phần dư, và các biên độ và tần số điều hòa thỏa mãn:

$$\omega_{-n} = -\omega_n; \zeta_{-n_z} = \zeta_{n_z}^*; u_{-n_z} = u_{n_z}^*; v_{-n_z} = v_{n_z}^* \tag{16}$$

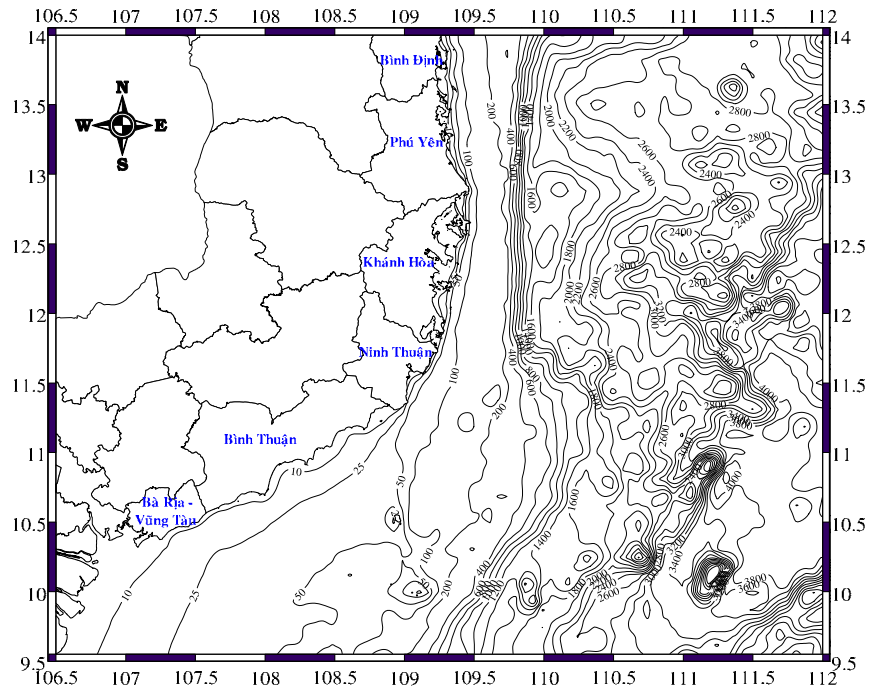
Với “*” biểu thị một liên hợp phức

IV. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU CHẾ ĐỘ DÒNG DƯ TẠI VÙNG BIỂN NAM - TRUNG BỘ

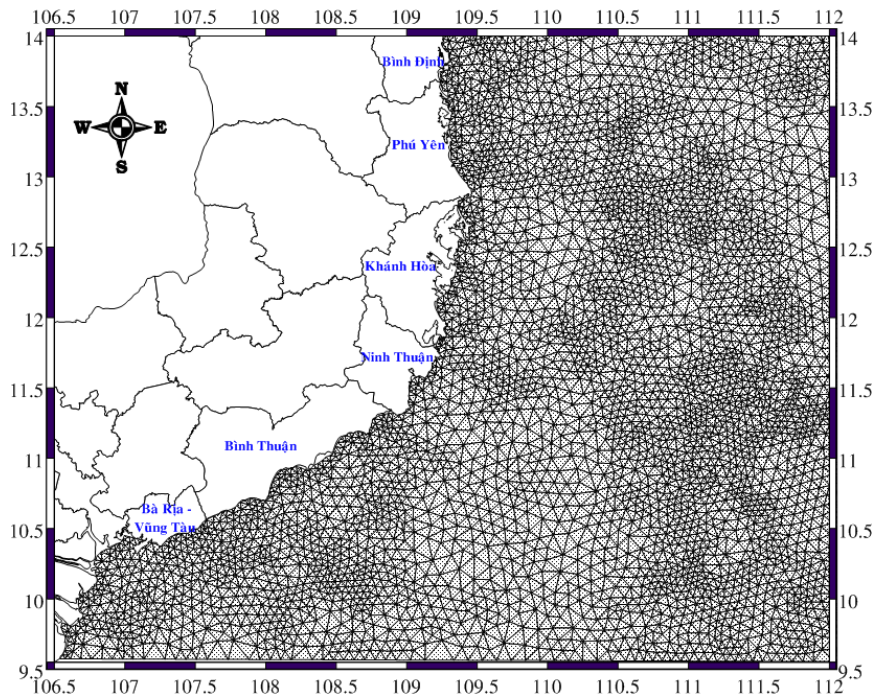
1. Khu vực nghiên cứu

Để có thể đánh giá vùng nghiên cứu có ảnh hưởng của dòng dư, khu vực nghiên cứu được chọn từ vùng biển Quảng Nam đến Sóc Trăng với kinh độ 106.5^0E đến 112^0E ; vĩ độ từ 9.57^0N đến 15.76^0N . Trong bài báo này, chúng tôi chọn khu vực thể hiện kết quả tính từ Bình Định đến Sóc Trăng (hình 3). Phương pháp giải chúng tôi sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn, mạng lưới tính là mạng lưới tam giác (hình 4).

Mô hình động lực nghiên cứu cấu trúc dòng dư được tính cho 5 sóng triều chính là M_2, S_2, N_2, K_1, O_1 để đánh giá mức độ ảnh hưởng của từng sóng triều này lên khu vực nghiên cứu khi chưa chịu sự tác động của phân bố nhiệt muối (theo phương ngang cũng như phương thẳng đứng). Sau đó, chúng tôi tính triều dư tổng hợp, trong đó có xét đến ảnh hưởng của sự phân bố và phân tầng do nhiệt - muối cho cả khu vực.



Hình 3: Sơ đồ độ sâu (m tính theo mức triều trung bình) vùng nghiên cứu

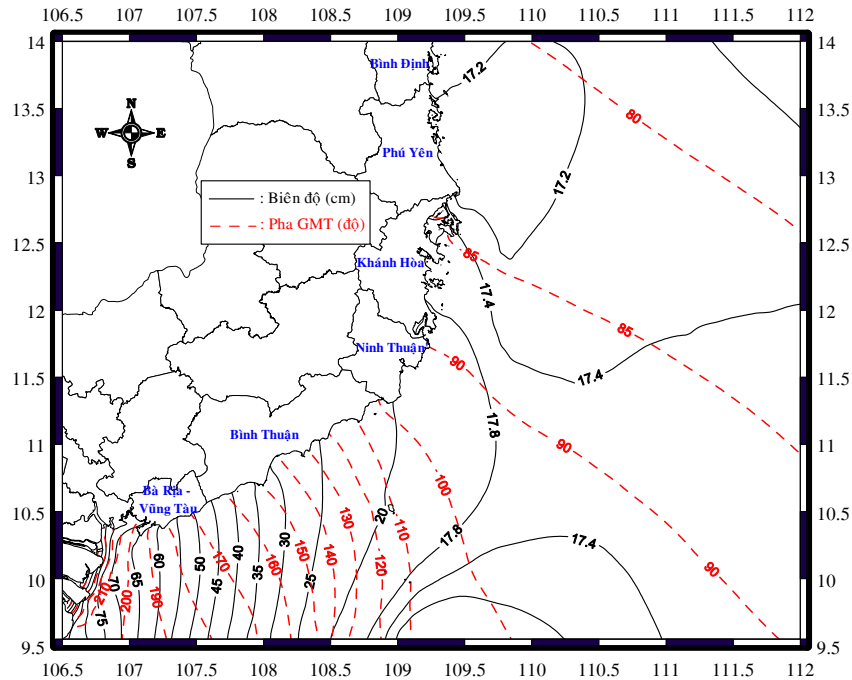


Hình 4: Sơ đồ mạng lưới tam giác dùng để tính toán

2. Một vài kết quả tính cấu trúc dòng dư do ảnh hưởng của thủy triều và nhiệt - muối lên vùng nghiên cứu

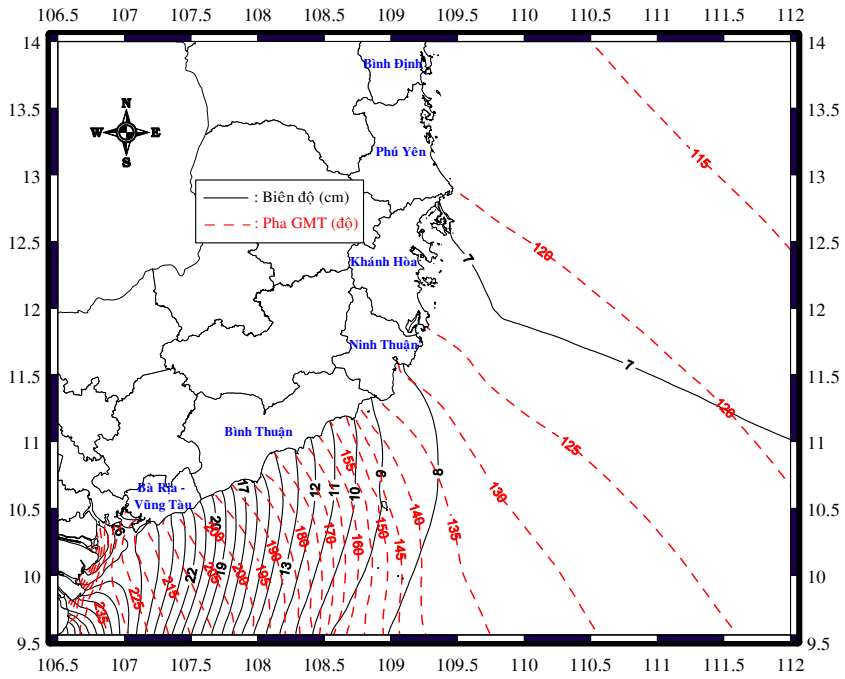
Ảnh hưởng của triều (ảnh hưởng của yếu tố phi tuyến) lên chế độ dòng chảy của vùng biển Trung - Nam bộ Việt Nam được tính cho 5 sóng triều chính là M_2 , S_2 , N_2 , K_1 , O_1 .

- Đối với sóng bán nhật M_2 : Hằng số điều hòa biên độ trong vùng nghiên cứu có giá trị lớn nhất 107,0 cm với pha GMT là $241,7^0$ tại vị trí ($106,562^0E$; $9,817^0N$), $H = 3$ m và biên độ nhỏ nhất là 16,8cm với pha GMT là 70^0 tại vị trí ($112,149^0E$; $15,494^0N$), $H = 20$ m (hình 5). Trong đó, ảnh hưởng của triều dư do sóng triều M_2 lên khu vực nghiên cứu, cực đại chỉ đạt 1,95 cm/s, hướng $72,8^0$, tại vị trí ($108,976^0E$; $9,589^0N$), $H = 3835,6$ m.

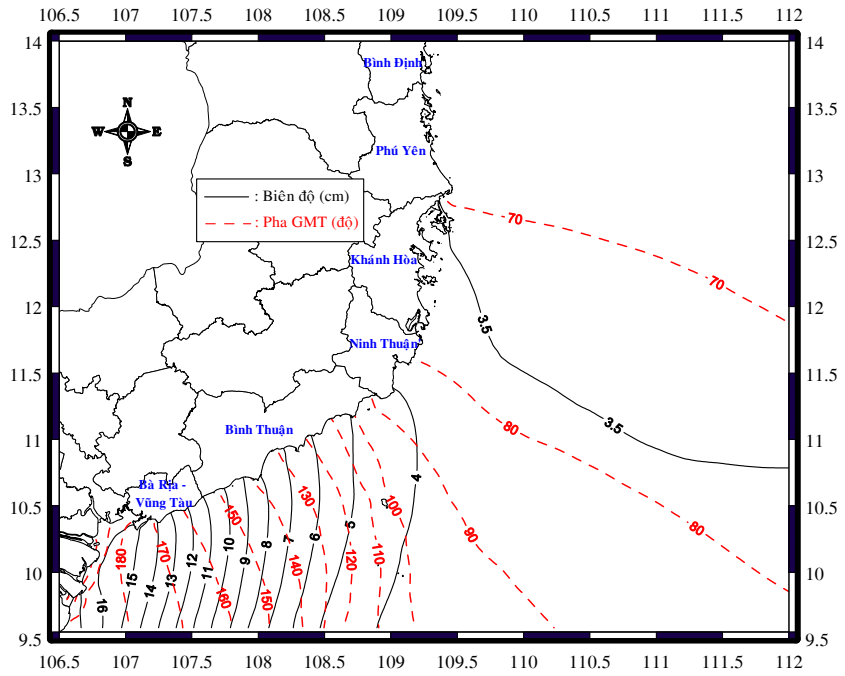


Hình 5: Phân bố hằng số điều hòa (biên độ và pha) của sóng triều M_2

- Đối với sóng bán nhật S_2 : Biên độ hằng số điều hòa trong vùng nghiên cứu có giá trị lớn nhất 35,3 cm với pha GMT là $242,7^0$ tại vị trí ($106,558^0E$; $9,584^0N$), $H = 3$ m và biên độ nhỏ nhất là 5,8cm với pha GMT là $102,9^0$ tại vị trí ($112,092^0E$; $15,799^0N$), $H = 14,5$ m (hình 6). Trong đó, ảnh hưởng của triều dư do sóng triều S_2 lớn hơn sóng M_2 một ít với cực đại đạt 2,89 cm/s, hướng $99,4^0$, tại vị trí ($108,443^0E$; $9,655^0N$), $H = 3,182$ m.



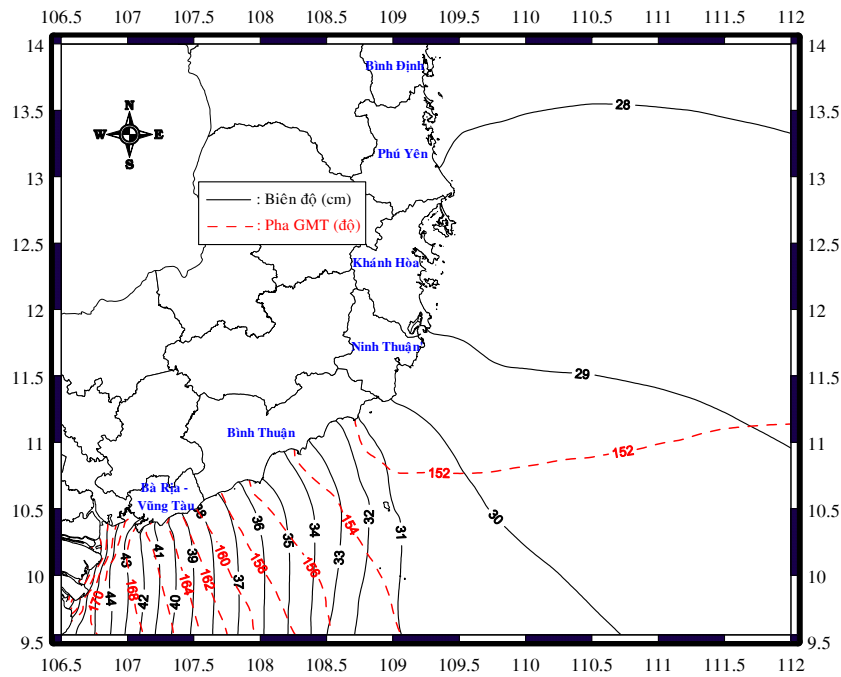
Hình 6: Phân bố hằng số điều hòa (biên độ và pha) của sóng triều S_2



Hình 7: Phân bố hằng số điều hòa (biên độ và pha) của sóng triều N_2

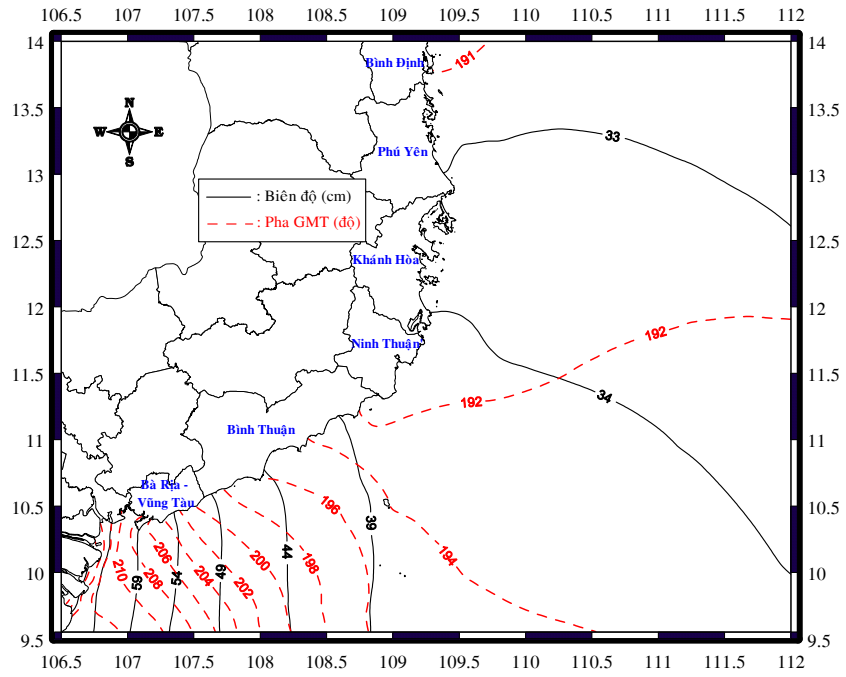
- Đối với sóng bán nhật N₂: Biên độ hằng số điều hòa trong vùng nghiên cứu có giá trị lớn nhất 19,6 cm với pha GMT là 213,9⁰ tại vị trí (106,562⁰E; 9,817⁰N), H = 3 m và biên độ nhỏ nhất là 3,4 cm với pha GMT là 57,8⁰ tại vị trí (112,159⁰E; 14,513⁰N), H = 14,5 m (hình 7). Trong đó, ảnh hưởng của triều dư do sóng triều N₂ hầu như không đáng kể, khi cực đại chỉ đạt 0,417 cm/s, hướng 175,8⁰, tại vị trí (108,922⁰E; 15,821⁰N), H = 265,4 m.

- Đối với sóng nhật triều O₁: Biên độ hằng số điều hòa trong vùng nghiên cứu có giá trị lớn nhất 48,8 cm với pha GMT là 180,2⁰ tại vị trí (106,562⁰E; 9,817⁰N), H = 3 m và biên độ nhỏ nhất là 18,4 cm với pha GMT là 144⁰ tại vị trí (118,466⁰E; 15,835⁰N), H = 589,9 m (hình 8). Trong đó, ảnh hưởng của triều dư do sóng triều O₁ cao hơn N₂ và M₂ nhưng thấp hơn S₂ với cực đại chỉ đạt 2,02 cm/s, hướng 340,5⁰, tại vị trí (108,409⁰E; 15,827⁰N), H = 1 m.

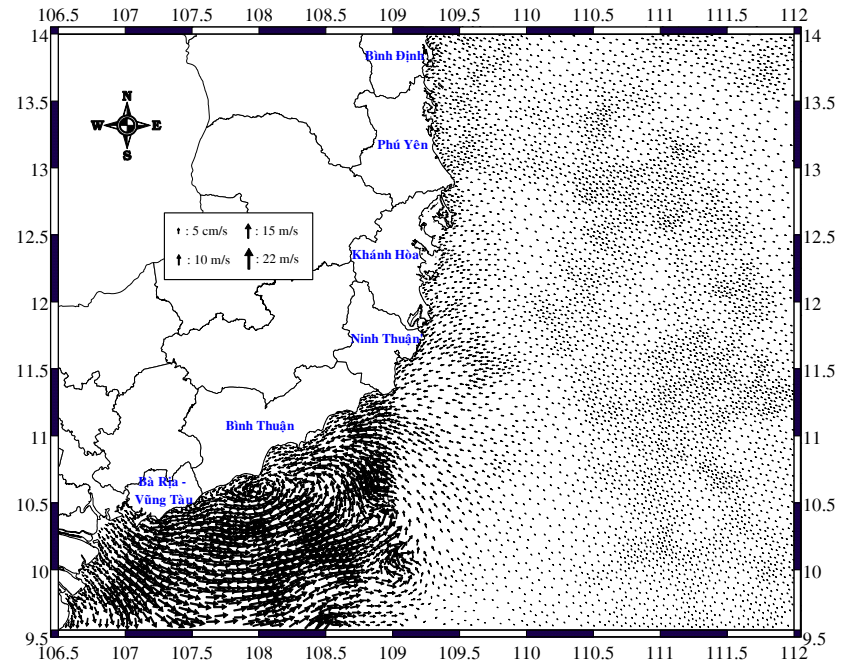


Hình 8: Phân bố hằng số điều hòa (biên độ và pha) của sóng triều O₁

- Đối với sóng nhật triều K₁: Biên độ hằng số điều hòa trong vùng nghiên cứu có giá trị lớn nhất 72,4 cm với pha GMT là 218,8⁰ tại vị trí (106,562⁰E; 9,817⁰N), H = 3 m và biên độ nhỏ nhất là 24,8 cm với pha GMT là 183,1⁰ tại vị trí (118,466⁰E; 15,835⁰N), H = 589,9 m (hình 9). Trong đó, ảnh hưởng của triều dư do sóng triều K₁ cao nhất trong 5 sóng triều phân tích với cực đại đạt 3,177 cm/s, hướng 115,7⁰, tại vị trí (109,068⁰E; 9,589⁰N), H = 1 m.

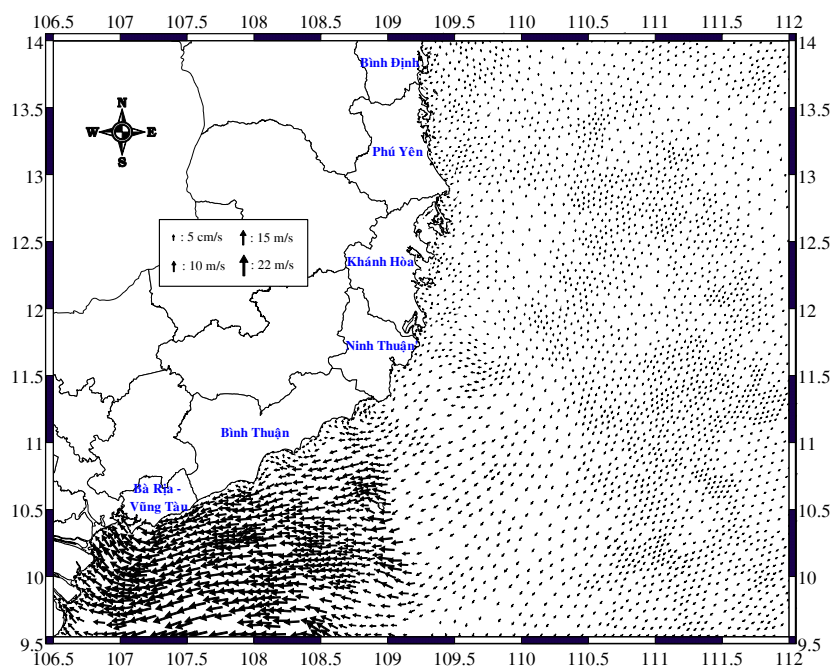


Hình 9: Phân bố hằng số điều hòa (biên độ và pha) của sóng triều K_1

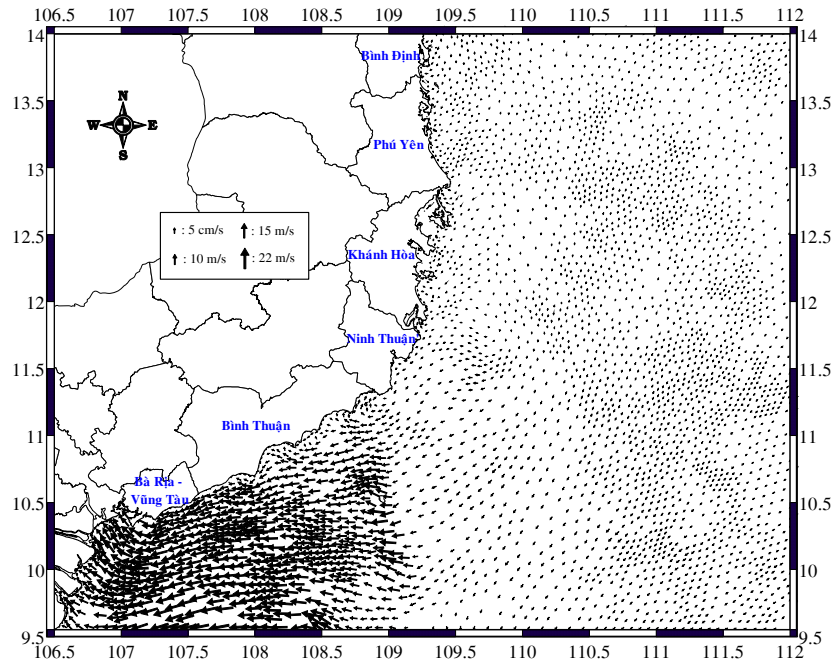


Hình 10: Phân bố triều dư trung bình theo độ sâu do ảnh hưởng của triều tổng hợp (giải theo bài toán hai chiều phi tuyến bỏ qua ảnh hưởng nhiệt - muối).

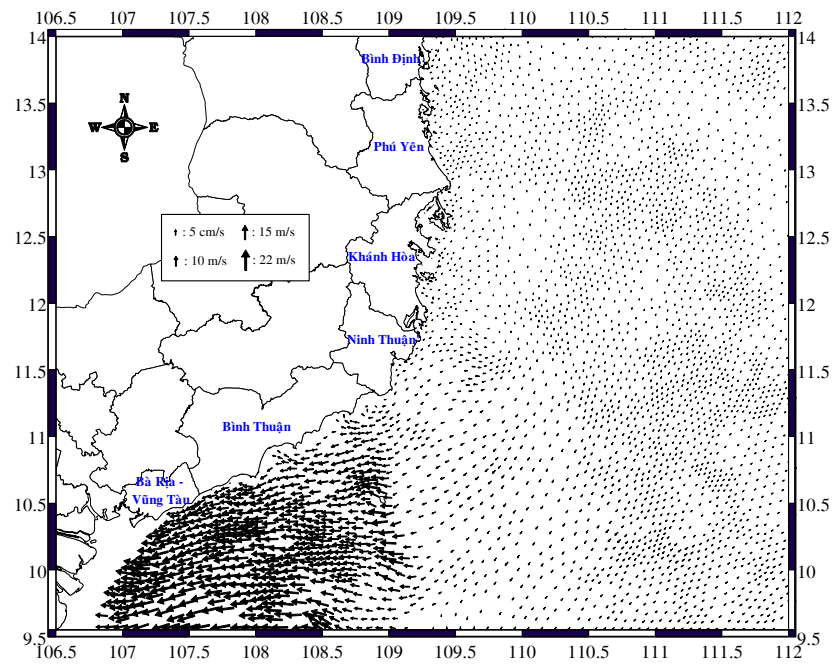
Từ các phân tích trên, chúng ta thấy rằng ảnh hưởng của triều dư do các sóng triều riêng rẽ là không lớn dưới 4 cm/s. Tuy nhiên ảnh hưởng triều dư tổng hợp của các sóng này lên khu vực nghiên cứu (Chưa xét đến ảnh hưởng của nhiệt - muối) có thể đạt 20,3 cm/s, hướng $157,6^{\circ}$ tại vị trí $(108,707^{\circ}\text{E}; 15,823^{\circ}\text{N})$, $H = 1.178,9$ m (hình 10). Trong khi, nếu xét ảnh hưởng của nhiệt - muối thì dòng dư trung bình theo độ sâu không có sự khác biệt lớn về tốc độ cực đại, nhưng có sự lệch hướng khá rõ, với dòng dư cực đại đạt 19,9 cm/s, hướng $255,2^{\circ}$ tại vị trí $(107,508^{\circ}\text{E}; 9,571^{\circ}\text{N})$, $H = 32$ m (hình 10). Đặc biệt là khi giải bài toán 2-D (hai chiều) phi tuyến (không xét đến ảnh hưởng của nhiệt - muối) [7] chúng ta thấy xuất hiện các dòng xoáy tại khu vực ven bờ phía Nam tỉnh Bình Thuận, trong khi theo bài toán dòng chảy 3-D phi tuyến có xét đến ảnh hưởng của phân tầng nhiệt-muối thì không thấy xuất hiện dòng xoáy này (hình 11). Điều này, cũng có thể lý giải một phần do thông tin đầu vào nhiệt-muối chưa đảm bảo tính toán bài toán 3-D, do đó việc xây dựng bài toán nội suy cho phần nhiệt - muối chưa đủ thông tin số liệu hoặc cũng có thể sự thay đổi lớn độ dốc địa hình không phù hợp với bài toán 2-D từ việc giải bài toán theo trung bình theo độ sâu, từ đó tạo nên cơ chế các xoáy bất thường khi có sự thay đổi gradient độ sâu nhanh. Nói chung, những sự sai khác này cần phải kiểm tra với thông tin số liệu thực tế để có câu trả lời thỏa đáng cho hiện tượng.



Hình 11: Phân bố triều dư trung bình theo độ sâu do ảnh hưởng của triều tổng hợp (có xét đến sự ảnh hưởng nhiệt - muối)



Hình 12: Phân bố triều dư tầng mặt do ảnh hưởng của triều tổng hợp (có xét đến sự phân bố nhiệt - muối)



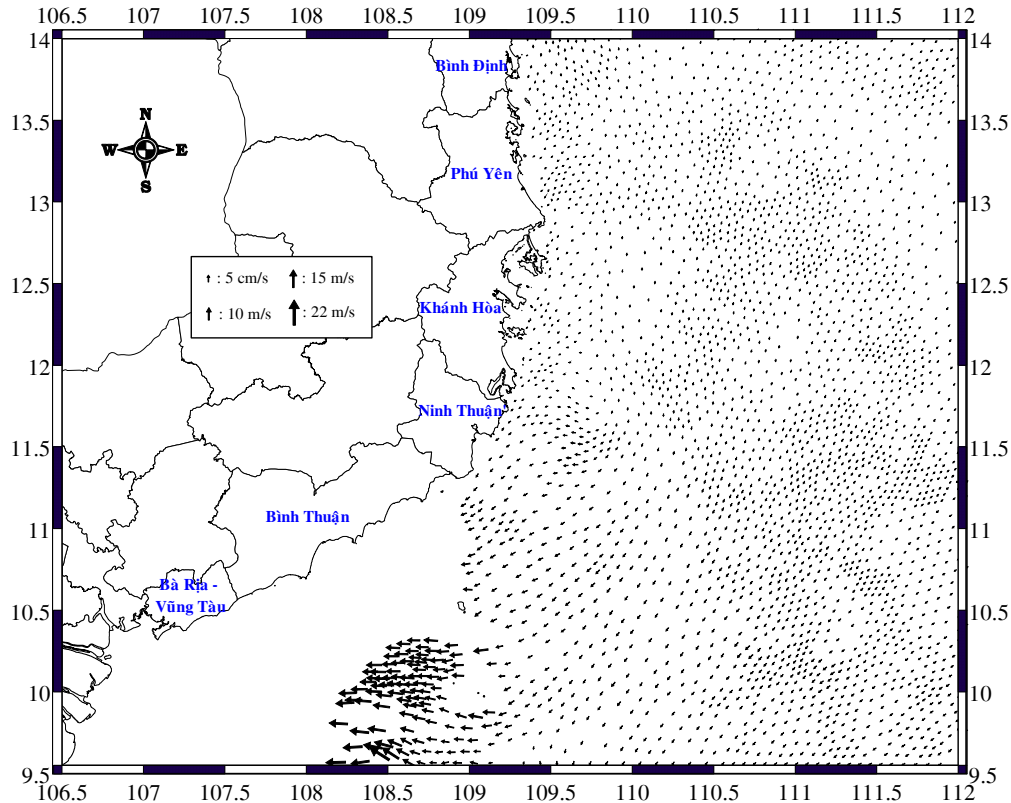
Hình 13: Phân bố triều dư tầng 10m do ảnh hưởng của triều tổng hợp (có xét đến sự phân bố nhiệt - muối)

Xét trên phương diện phân bố theo các tầng độ sâu, triều dư có thể ảnh hưởng cụ thể như sau:

- Tại tầng mặt, tốc độ dòng do ảnh hưởng của triều tổng hợp (có xét ảnh hưởng nhiệt muối) đạt cực đại 21,58 cm/s, hướng $256,284^{\circ}$ ở vị trí có kinh độ $107,508^{\circ}\text{E}$, vĩ độ $9,571^{\circ}\text{N}$, độ sâu 32 m (hình 12).

- Tại tầng 10 m, vận tốc dòng không có sự suy giảm đáng kể, cực đại vẫn đạt 21,57 cm/s, hướng $256,274^{\circ}$ ở vị trí kinh độ $107,508^{\circ}\text{E}$; vĩ độ $9,571^{\circ}\text{N}$, độ sâu 32 m (hình 13).

- Tại tầng 50 m, vận tốc dòng suy giảm không đáng kể, cực đại đạt 19,78 cm/s, hướng $302,157^{\circ}$ ở vị trí kinh độ $108,449^{\circ}\text{E}$; vĩ độ $9,621^{\circ}\text{N}$, độ sâu 58 m (hình 14).



Hình 14: Phân bố triều dư tầng 50m do ảnh hưởng của triều tổng hợp (có xét đến sự phân bố nhiệt - muối).

Bảng 1: So sánh kết quả tính với số liệu đo đạc tại các trạm thủy triều

Trạm đo	Kinh độ ($^{\circ}$ E)	Vĩ độ ($^{\circ}$ N)	Sóng triều	Biên độ (cm)		Pha GMT (độ)	
				Thực đo	Mô hình	Thực đo	Mô hình
Quy Nhơn	109,22	13,75	M ₂	17,3	17,9	82,0	82,9
			S ₂	7,0	7,0	127,4	119,8
			K ₁	32,9	33,2	195,5	191,2
			O ₁	28,5	27,9	148,9	150,9
			N ₂	3,4	3,6	70,4	68,0
Nha Trang	109,30	12,27	M ₂	17,2	17,7	81,3	86,2
			S ₂	7,1	7,2	111,4	122,8
			K ₁	32,9	33,7	187,0	191,5
			O ₁	30,1	28,6	139,2	151,0
			N ₂	3,3	3,5	76,9	73,1
Cam Ranh	109,20	11,88	M ₂	19,5	18,2	89,5	89,1
			S ₂	8,5	7,5	134,6	125,6
			K ₁	34,5	34,3	187,1	191,5
			O ₁	29,4	29,0	146,3	151,1
			N ₂	3,8	3,7	85,1	76,8
Phan Thiết	107,98	10,70	M ₂	36,4	33,3	143,9	150,1
			S ₂	15,8	15,8	188,0	184,2
			K ₁	45,3	44,9	182,3	196,2
			O ₁	37,7	35,3	146,6	155,5
			N ₂	5,6	8,3	148,1	139,0

V. THẢO LUẬN

Từ các kết quả phân tích và tính toán tại vùng biển Nam Trung bộ và Đông Nam bộ cho thấy:

- Dòng dư do các sóng triều thành phần gây ra không lớn. Tuy nhiên dòng dư do sóng triều tổng cộng gây ra lại đáng kể tại khu vực ven bờ Đông Nam bộ có thể đạt 20 cm/s.

- Dòng dư do triều và dòng nhiệt muối có cường độ và hướng ít thay đổi theo độ sâu. Vùng dòng dư mạnh nhất là vùng biển bờ Đông Nam bộ có thể đạt xấp xỉ 22 cm/s.

- Khu vực dòng dư mạnh nhất do thủy triều và dòng nhiệt muối có cường độ mạnh nhất tại vùng biển ven bờ Đông Nam bộ.

- Dòng dư là một thành phần dòng chảy quan trọng, nó cần được đánh giá và nghiên cứu đầy đủ hơn để có thể phục vụ các hoạt động kinh tế và bảo vệ môi trường trên vùng biển ven bờ Việt Nam.

Các kết quả tính toán này chi tiết hơn và cũng tương đối phù hợp với các kết quả tính toán trên mô hình 3-D kích thước lớn (toàn Biển Đông) song cũng cần phải có các nghiên cứu chi tiết, đầy đủ hơn và các chuỗi đo đạc dài ngày để kiểm chứng.

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), 43-53.
2. **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(5), 10-22.
3. **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), 12-27.
4. **Bùi Hồng Long, Trần Văn Chung, 2006.** Tính toán dòng chảy cho vùng vịnh Nha Trang. Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển, 6(4), 01-18.
5. **Bùi Hồng Long, Trần Văn Chung, 2007.** Một số kết quả tính toán dòng triều bằng mô hình ba chiều (3-D) cho vịnh Bắc bộ. Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển, 4(7), 10-26.
6. **Bùi Hồng Long, Trần Văn Chung, 2007.** Tính toán dòng triều tại Cụm đảo Song Tử bằng phương pháp phần tử hữu hạn. Tuyển tập báo cáo hội nghị Quốc gia “Biển Đông-2007”, 735-750.
7. **Bùi Hồng Long, Trần Văn Chung, 2008.** Kết quả mô phỏng chế độ vịnh Cam Ranh bằng phương pháp phần tử hữu hạn. Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển, 4(8), 19-35.

8. **Bùi Hồng Long, Trần Văn Chung, 2008.** Modelling material transport in North Danger Reef, the Spratlys, based on three-dimensional nonlinear finite element model for wind currents. Proceedings on the Conference on the results of the Philippines-Vietnam joint oceanographic and marine scientific research expedition in the South China Sea (JOMSRE-SCS I to IV), 135-147.
9. **Bùi Hồng Long, Trần Văn Chung, 2009.** Tính toán dòng chảy trong khu vực nước trời Nam Trung bộ bằng mô hình dòng chảy ba chiều (3-D) phi tuyến. Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển, 2(9), 01-25.
10. **Blumberg, A.F., Galperin, B., O'Connor, D.J., 1992.** Modelling vertical structure of open-channel flows. In Journal of Hydraulic Engineering, 118. ASCE.
11. **Cai, S., Huang, Q., Long, X., 2003.** Three-dimension numerical model study of the residual current in the South China Sea. Oceanologia Acta 26, 597-607.
12. **Greenberg, D.A., Shore, J.A., Page, F.H., Dowd, M., 2005.** A finite element circulation model for embayments with drying intertidal areas and its application to the Quoddy region of the Bay of Fundy. Crown Copyright © 2004 Published by Elsevier Ltd. All rights reserved, Ocean modelling 10, 211- 231.
13. **Hanert, E., Deleersnijder, E., Legat, V., 2006.** An adaptive finite element water column model using the Mellor- Yamada level 2.5 turbulence closure scheme. Ocean Modelling 12, 205- 223.
14. **Hones, J.E., Davies, A.M., 2007.** A high resolution finite element model of the M2, M4, M6, S2, N2, K1 và O1 tides off the west coast of Britain. Ocean Modelling 19, 70- 100.
15. **Lynch, D.R., Naimie, C.E., 1993.** The M₂ Tide and Its Residual on the Outer Banks of the Gulf of Maine, J.Phys Oceanogr 23, 2222-2253.
16. **Manh, D.V., Yanagi, T., 2000.** A Study on Residual flow in the Gulf of Tongking. Journal of Oceanography vol 56, 59-68.
17. **Mellor, G.L., Yamada, T., 1982.** Development of a turbulent closure model for geophysical fluid problems. Reviews of Geophysics and Space Physics, 20(4), 851-875.
18. **Neumann, G., 1960.** On the effect of bottom topography on Ocean Current. Ocean Dynamics 13, 132-141.
19. **Pingree, R.D., Maddock, L., 1977.** Tidal residuals in the English. Channel. J mar biol Ass UK 57, 339-354
20. **Prandle, D., 1997.** Tidal and Wind-driven Currents. **Lynch, D.R., Naimie, C.E., 1993.**

- The M_2 Tide and Its Residual on the Outer Banks of the Gulf of Maine, J.Phys Oceanogr 23, 2222-2253.
21. **Prandle, D., Layer, R., 1993.** Residual Current Through the Dover Strait Measured by H.F Radar. Estuary, Coastal and Shelf Sciences (Print) 37, 635-653, Elvier.
 22. **Valle-Levinson A., Moraga J., Olivares J., Blanco J.L., 2000.** Tidal and Residual Circulation in Semi-avid Bay: Coquimbo Bay, Chile, Continental Shelf Research, 20(15), 2009-2028.
 23. **Walters, R.A., 1986.** A finite element model for tidal and residual circulation. Communications in applied numerical methods, 2, 393-398. From OSCR. Oceanography, 10(2), 57-59.

SOME STUDIED RESULTS ON THE RESIDUAL CURRENT IN THE SOUTH-CENTRAL COASTAL WATERS OF VIET NAM

BUI HONG LONG, TRAN VAN CHUNG

Summary: Studied results show that tidal residual current in the south-central waters has no significant influence, its maximum velocity is below 4cm/s. However, when studying the influence of the resultant current of 5 tidal constituents M_2 , S_2 , N_2 , O_1 , K_1 , the residual current velocity can reach 22cm/s in the coastal waters from Binh Thuan to Tra Vinh, but it is much weaker in other coastal areas.

Using the same finite element method, the calculation results obtained by the 2D nonlinear (influence of thermo-haline distribution not included) and 3D nonlinear (influence of thermo-haline distribution included) problems are different in direction of the maximum velocity and in the occurrence/no occurrence of a cyclone eddy in the south of Binh Thuan waters. This is a complicated and new problem in the study area, which we will try to clarify in the next study.

Ngày nhận bài: 06 - 10 - 2009

Địa chỉ: Viện Hải dương học

Người nhận xét: TS. Nguyễn Bá Xuân