

TÍNH TOÁN DÒNG CHẢY TRONG KHU VỰC NƯỚC TRỜI NAM TRUNG BỘ BẰNG MÔ HÌNH DÒNG CHẢY BA CHIỀU (3-D) PHI TUYẾN

BÙI HỒNG LONG, TRẦN VĂN CHUNG

Tóm tắt: Chế độ dòng chảy trong khu vực nước trời mạnh Nam Trung bộ được mô phỏng qua việc giải bài toán lan truyền sóng nước nông phi tuyến ba chiều bằng phương pháp phân tử hữu hạn trong trường hợp trường gió mùa Tây Nam (được chọn vào tháng 8/2005) và trường gió Đông Bắc (được chọn vào tháng 11/2005) đã cho thấy khả năng thích ứng của bài toán với biên cứng, mạng lưới tính và tính ổn định (mạng lưới tính được xây dựng khá chi tiết tùy theo đặc điểm biến đổi địa hình). Có thể tóm tắt như sau:

- Trong trường gió Tây Nam: Dòng chảy theo phương nằm ngang có sự biến đổi chậm về tốc độ và hướng dòng từ tầng mặt tới tầng 10m, tốc độ dòng theo phương nằm ngang có thể đạt tới giá trị cực đại là 39cm/s, hướng Đông Đông Bắc (60°).

- Trong trường gió Đông Bắc: Do chọn vào hai thời điểm gió điển hình không có sự chênh lệch về tốc độ gió lớn (Tây Nam cực đại 9.8m/s; trung bình 8.0m/s và Đông Bắc cực đại 10.2m/s; trung bình 7.9m/s). Vì vậy phân bố dòng theo phương nằm ngang của hai trường gió không thấy sự khác biệt rõ. Cụ thể, đối với trường gió Đông Bắc gần như không có sự thay đổi dòng theo phương ngang từ tầng mặt đến tầng 10m, với tốc độ dòng cao nhất đạt 39cm/s, hướng 242° .

I. MỞ ĐẦU

- Phương pháp mô hình hóa theo hướng nghiên cứu hệ thống đã được phát triển và ứng dụng trong nghiên cứu hoàn lưu Biển Đông. Bên cạnh các công trình của nước ngoài như Metzger E.J và H.E. Hurlburt (1996), Lê Ngọc Lý và Phu Luong (1997), ..., đề tài KHCN 06-02 về "Nghiên cứu cấu trúc ba chiều thủy động lực Biển Đông" thuộc chương trình nghiên cứu biển giai đoạn 1996-2000 được thực hiện nhằm nghiên cứu một các đầy đủ hơn cấu trúc nhiệt-muối và hoàn lưu biển. Tuy nhiên các phương pháp sử dụng trong mô hình hóa chủ yếu là phương pháp sai phân hữu hạn nên khả năng phản ánh chế độ dòng theo tính biến đổi phức tạp của địa hình chưa cao.

- Vấn đề mô hình hóa chế độ dòng chảy ba chiều phi tuyến vẫn còn chưa được phát triển một cách hoàn thiện, đặc biệt là việc sử dụng phương pháp phân tử hữu hạn vào nghiên cứu cho các bài toán nước nông đặc biệt là tại các thủy vực có địa hình đáy phức tạp vẫn còn khá mới ở Việt Nam. Để đánh giá chế độ nước trời mạnh trong khu vực Nam

Trung bộ, chúng tôi đã thiết lập mô hình tính dòng chảy ba chiều phi tuyến bằng phương pháp phân tử hữu hạn với mạng lưới tính tam giác. Qua bước đầu thử nghiệm, phương pháp đã cho thấy khả năng thích ứng cao, kết quả tương đối tốt. Thành công bước đầu đã mở ra triển vọng trong nghiên cứu hiện tượng nước trời cho khu vực Nam Trung bộ.

II. CÁC PHƯƠNG TRÌNH THỦY ĐỘNG LỰC ĐƯỢC SỬ DỤNG MÔ HÌNH HÓA

1. Các phương trình thủy động lực ba chiều (3-D):

Mô hình được thực hiện trên các phương trình thủy động lực học ba chiều (3-D) với các thừa nhận phép xấp xỉ Boussinesq và áp suất thủy tĩnh. Nhiệt độ và độ mặn được tính toán, và mật độ nước biển được xác định từ phương trình trạng thái. Sự tiêu tán quy mô lưới nhỏ được thể hiện dưới dạng độ nhớt rối (độ khuếch tán). Sự tham số hóa này dưới dạng phân tầng kết hợp với động năng dòng rối và độ dài pha trộn tại kích thước lớn.

Có sáu biến chính trong mô hình 3-D, chúng được thể hiện trong các phương trình dưới đây [8, 12, 14]

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

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

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

trong đó E_1 và B_1 là các hằng số thực nghiệm của Mellor và Yamada (1982) và W là một hàm sát tường chắn của Blumberg và đồng sự (1992).

Biến trạng thái sau cùng là bề mặt tự do $\zeta(x, y, t)$, sự tiến triển của chúng được xác định bởi tích phân theo phương thẳng đứng phương trình liên tục

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \nabla_{xy} \cdot \int_{-h}^{\zeta} \rho \mathbf{v} dz = \int_{-h}^{\zeta} \frac{\sigma}{\rho} dz + (P - E) \quad (6)$$

Hệ thống được khép kín với các mối quan hệ cân bằng. Từ phương trình liên tục 3-D tính toán được vận tốc thẳng đứng w dưới dạng vận tốc nằm ngang:

$$\frac{\partial w}{\partial z} = -\nabla_{xy} \cdot \mathbf{v} + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\sigma}{\rho} \right) \quad (7)$$

Mật độ quan hệ với nhiệt độ và độ mặn bởi phương trình trạng thái của Gill (1982)

$$\rho = \rho(T, S) \quad (8)$$

ước lượng tại áp suất không đổi. Khép kín đối với các hệ số pha trộn dòng rối thẳng đứng là

$$N_m = qls_m \quad (9a)$$

$$N_h = qls_h \quad (9b)$$

$$N_q = qls_q \quad (9c)$$

trong đó s_q là hằng số; các hàm ổn định s_m và s_h là các hàm đại số của phân tầng cục bộ

Cũng từ Galperin và đồng sự (1988) [7], cần một biên cao hơn trên độ dài pha trộn dưới sự phân tầng bền:

$$l \leq \frac{0.53q}{\sqrt{-\frac{g}{\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial z}}} \quad (10)$$

Chọn $-0.28 \leq G_h \leq 0.0233$, nhằm ngăn ngừa sự tính toán độ khuếch tán âm phù hợp với (9d) và (9e). Sau cùng, các trao đổi nằm ngang không bình lưu $\overline{F}_m, F_T, \dots$ được biểu diễn toàn bộ trong các dạng Laplacian, điển hình

$$\overline{F}_m = \nabla_{xy} \cdot (A \nabla_{xy} \mathbf{v}) \quad (11)$$

với A được cho dưới dạng trượt cục bộ và quy mô lưới δ như trong Smagorinsky (1963) [7]:

$$A = 0.28\delta^2 \sqrt{\left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial x} - \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} \right)^2} \quad (12)$$

Các ký hiệu sử dụng trong các phương trình trên:

- $\vec{V}(x, y, z, t)$ - vận tốc dòng, với các thành phần tọa độ Đề-Các (u,v,w); $\bar{V}(x, y, t)$ - vận tốc dòng được lấy trung bình theo phương thẳng đứng của \vec{V} (m/s).

- $\zeta(x, y, t)$ - 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); $H(x, y, t)$ là tổng độ sâu, $H=h+\zeta$ (m);

- $\rho(x, y, z, t)$ - mật độ nước biển, ρ_0 là giá trị tham chiếu (kg/m^3);

- $T(x, y, z, t)$ - nhiệt độ nước biển ($^{\circ}\text{C}$); $S(x, y, z, t)$ - độ mặn nước biển ($^{\circ}/_{00}$);

- $q^2(x, y, z, t)/2$ - động năng dòng rối;

- $l(x, y, z, t)$ - độ dài pha trộn dòng rối (m);

- $N_m(x, y, z, t)$ - 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 $q^2 l$ (m^2/s);

- F_m, F_T, F_S - là các trao đổi nằm ngang không bình lưu của động năng, nhiệt độ và độ mặn;

- g - gia tốc trọng trường (m/s^2);

- \vec{f} là véc tơ Coriolis, có hướng theo phương thẳng đứng với độ lớn f (s^{-1});

- ∇ - 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 (m), 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 (s); $t_w^p(x, y, t)$ - ứng suất gió tại bề mặt tự do;

- $\vec{V}_b(x, y, z, t)$ - vận tốc dòng chảy nằm ngang tại đáy của cột nước (m/s); C_d - hệ số cản đáy, được lấy bằng 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);

$\rho_\sigma, T_\sigma, S_\sigma, q_\sigma^2, q^2 l_\sigma$ - 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. Các điều kiện biên:

Đối với vận tốc nằm ngang, ứng suất trượt khí quyển được xác định tại bề mặt :

$$N_m \left. \frac{\partial \vec{v}}{\partial z} \right|_{z=\zeta} = C_{da} |\vec{v}_{10}^{\rho}| |\vec{v}_{10}^{\rho}| \quad (13a)$$

trong đó $|\vec{v}_{10}^{\rho}|$ là vận tốc gió ở 10m trên mực nước biển, C_{da} hệ số cản của gió. Chúng tôi sử dụng hệ số cản phi tuyến (dựa trên công thức Large và Pond (1981) được hiệu chỉnh đối với tốc độ gió thấp theo Trenberth và cộng sự (1990)):

$$C_d = \begin{cases} 0.00218 \text{ cho } |\vec{v}| \leq 1(\text{m/s}) \\ (0.62 + \frac{1.56}{|\vec{v}|}) \times 10^{-3} \text{ cho } 1(\text{m/s}) < |\vec{v}| < 3(\text{m/s}) \\ 0.00114 \text{ cho } 3(\text{m/s}) \leq |\vec{v}| < 10(\text{m/s}) \\ (0.49 + 0.065|\vec{v}|) \times 10^{-3} \text{ cho } |\vec{v}| \geq 10(\text{m/s}) \end{cases}$$

Tại đáy, 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

$$N_m \left. \frac{\partial \vec{v}}{\partial z} \right|_{z=-h} = C_d |\vec{v}_b| |\vec{v}_b| \quad (13b)$$

Theo đề tài KT.03.03, các mô hình tính ở Việt Nam thường chọn $c_d = 0.0026$ [6]

Đưa vào nhiệt độ không khí được xác định từ điều kiện bức xạ với tốc độ làm nóng α và nhiệt độ cân bằng T_0 :

$$N_h \left. \frac{\partial T}{\partial z} \right|_{z=\zeta} = -\alpha(T - T_0) \quad (14a)$$

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

$$N_h \left. \frac{\partial T}{\partial z} \right|_{z=-h} = 0 \quad (14b)$$

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

$$q^2 = B_1^{2/3} u^2 \quad (15)$$

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

$$l = \kappa \xi_b l \quad (16)$$

trong đó $\kappa=0.4$ - hằng số Von Karman. Tại bề mặt tự do, các điều kiện không thông lượng (Neuman) được ứng dụng tới cả hai q^2 và q^1 .

3. Phương trình sóng liên tục

Đối với độ cao bề mặt biển ζ , chúng ta sắp xếp lại (6) và lấy tích phân theo phương thẳng đứng các phương trình động lượng để thu được phương trình sóng nước nông

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 \zeta}{\partial t^2} + \tau_0 \frac{\partial \zeta}{\partial t} - \nabla_{xy} \cdot \left[-\bar{v} \Big|_{z=\zeta} \frac{\partial \zeta}{\partial t} + \int_{-h}^{\zeta} \left[\bar{v} \cdot \nabla \bar{v} + \frac{g}{\rho_0} \int_z^{\zeta} \nabla_{xy} \rho dz' - \bar{F}_m - \frac{\sigma}{\rho} (\bar{v}_\sigma - \bar{v}) \right] dz \right. \\ \left. + gH \nabla_{xy} \zeta + \bar{f} \times H \bar{v} - \tau_0 H \bar{v} - N_m \frac{\partial \bar{v}}{\partial z} \Big|_{z=\zeta} + N_m \frac{\partial \bar{v}}{\partial z} \Big|_{z=-h} \right] = \left(\frac{\partial}{\partial t} + \tau_0 \right) \left[\int_{-h}^{\zeta} \frac{\sigma}{\rho} dz + (P - E) \right] \end{aligned} \quad (19)$$

trong đó τ_0 là hằng số [Kinmark 1986]. Lồng vào các điều kiện biên (13) vào (19), chúng ta thu được dạng sau cùng của phương trình sóng :

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 \zeta}{\partial t^2} + \tau_0 \frac{\partial \zeta}{\partial t} - \nabla_{xy} \cdot \left[-\bar{v} \Big|_{z=\zeta} \frac{\partial \zeta}{\partial t} + \int_{-h}^{\zeta} \left[\bar{v} \cdot \nabla \bar{v} + \frac{g}{\rho_0} \int_z^{\zeta} \nabla_{xy} \rho dz' - \bar{F}_m - \frac{\sigma}{\rho} (\bar{v}_\sigma - \bar{v}) \right] dz \right. \\ \left. + gH \nabla_{xy} \zeta + \bar{f} \times H \bar{v} - \tau_0 H \bar{v} - H \bar{v} + C_d |\bar{v}_d| |\bar{v}_d| \right] = \left(\frac{\partial}{\partial t} + \tau_0 \right) \left[\int_{-h}^{\zeta} \frac{\sigma}{\rho} dz + (P - E) \right] \end{aligned} \quad (20)$$

Chúng ta giải (20) đối với ζ thay vào phương trình gốc (6) để mà bảo toàn được thiết lập sóng trọng lực thực hiện trên các phần tử đơn giản. Trong 3-D chúng tôi sử dụng đồng nhất:

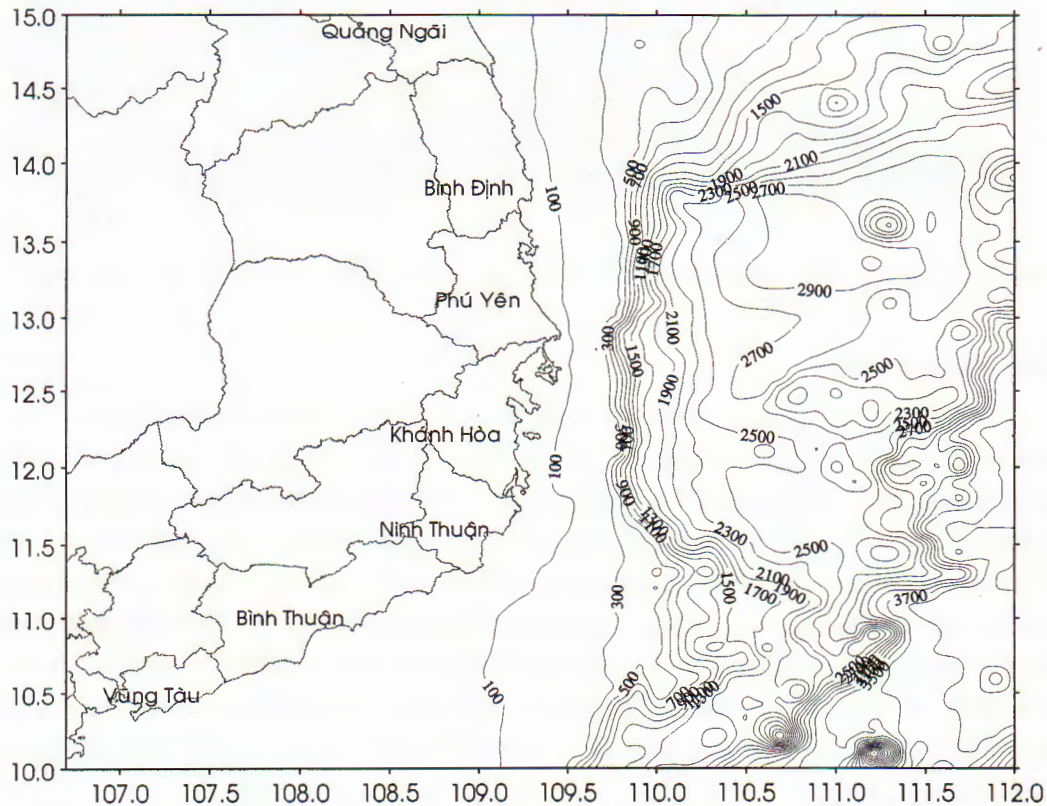
$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{-h}^{\zeta} \bar{v} dz \equiv \bar{v} \Big|_{z=\zeta} \frac{\partial \zeta}{\partial t} + \int_{-h}^{\zeta} \frac{\partial \bar{v}}{\partial t} dz \quad (21)$$

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

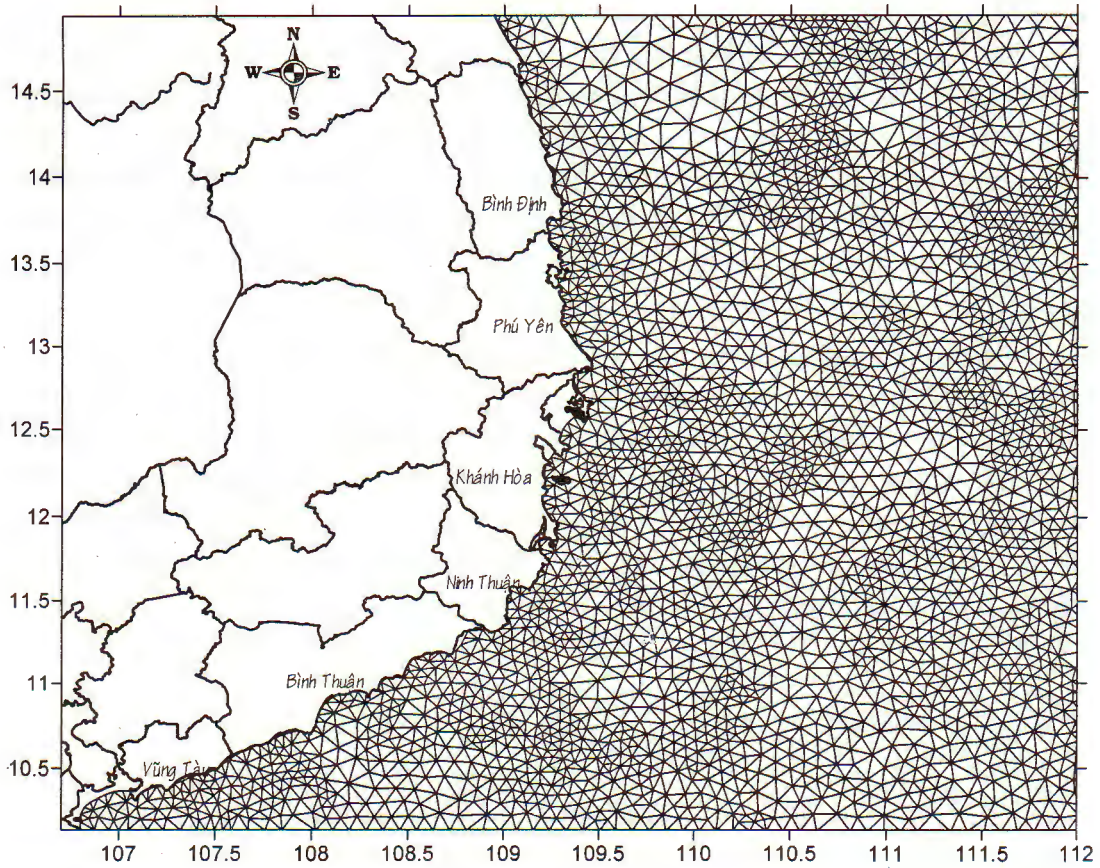
1. Thông tin đầu vào:

Khu vực nghiên cứu chọn vĩ độ từ 10.141°N đến 10.964°N và kinh độ từ 109.244°E đến 112.386°E . Mạng lưới tính với các tam giác nằm ngang có tổng số nút 3248, tổng số tam giác phân tử là 6192, lưới thẳng đứng theo 34 nút (tương ứng với 34 lớp), với các độ sâu tương ứng là 1200m, 1100m, 1000m, 900m, 800m, 700m, 600m, 500m, 450m, 400m, 350m, 300m, 250m, 200m, 150m, 100m, 80m, 50m, 40m, 30m, 25m, 20m, 15m, 10m, 9m, 8m, 7m, 6m, 5m, 4m, 3m, 2m, 1m và bề mặt. Số liệu gió được đưa vào tại 3248 nút bằng phép nội suy sử dụng hàm *griddata* trong MatlabR2006a.

Số liệu trường gió để chạy mô hình cho khu vực nghiên cứu được chúng tôi chọn với trường gió trong năm 2005 với trường gió Tây Nam điển hình vào tháng 8/2005, trường gió Đông Bắc điển hình vào tháng 11/2005 được xử lý từ nguồn số liệu trên web qscat: <ftp://ftp.ssmi.com/qscat/>. Bài toán được lập trình bằng ngôn ngữ *Fortran PowerStation version 4.0* và chạy trong *Understand for Fortran Version 1.4*. Phân bố trường nhiệt – muối được chúng tôi trích lọc và tham khảo từ nguồn cơ sở dữ liệu của Viện Hải dương học Nha Trang (VODC), và từ PHC 3.0 từ trang web PHC 2:



Hình 1: Trường độ sâu (m) được sử dụng cho tính dòng chảy cho vùng nước trồi Nam Trung bộ.



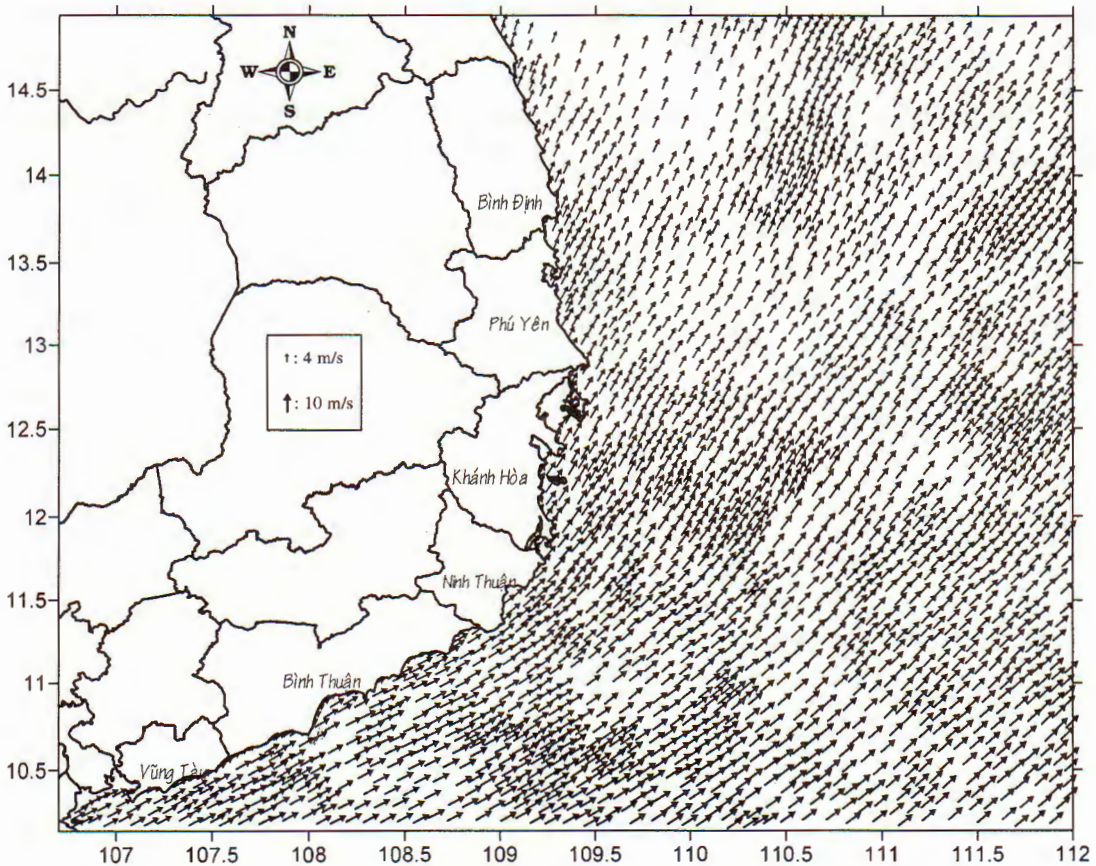
Hình 2: Mạng lưới tam giác cho mô hình tính toán dòng chảy cho vùng nước trời mạnh Nam Trung bộ.

2. Kết quả tính toán:

Mô hình tính dòng chảy do ảnh hưởng của trường gió cho vùng nước trời mạnh Nam Trung bộ vào tháng 8/2005 và tháng 11/2005, được chúng tôi lập trình trong phần mềm Fortran PowerStation 4.0. Các kết quả tính được xuất ra dạng file *.dat theo từng giờ tính, bao gồm số nút tính, khoảng cách x(km), y (km) (trong tọa độ Đề-Các, kinh độ (độ) - vĩ độ (độ) các điểm tính, vận tốc theo phương x (cm/s), tầng độ sâu (m), vận tốc theo phương y (cm/s), vận tốc theo phương ngang (cm/s), hướng dòng chảy so với trục Bắc quay cùng chiều kim đồng hồ (cm/s), để tiện lợi trong việc lập trình liên kết vẽ các bản đồ phân bố, đường đẳng vận tốc thẳng đứng, phân tầng bề mặt theo phương thẳng đứng trong phần mềm Surfer. Thời gian chạy trên máy tính khoảng 55 phút tương ứng với thời gian ngoài thực tế là trong 24 giờ.

2.1. Đối với trường gió Tây Nam (8/2005):

Trong thời gian này, trên mạng lưới tính có tốc độ gió cao nhất là 9.8m/s, cực tiểu 5.1m/s, trung bình trong toàn vùng tính khoảng 8.0m/s (hình 3).



Hình 3: Phân bố véc tơ trường gió vào tháng 08/2005 cho khu vực nghiên cứu

+ Tại độ sâu 10m:

So sánh các kết quả tính toán bằng phương pháp phần tử hữu hạn (hình 4a) và sai phân hữu hạn (hình 4b) chúng ta thấy rằng:

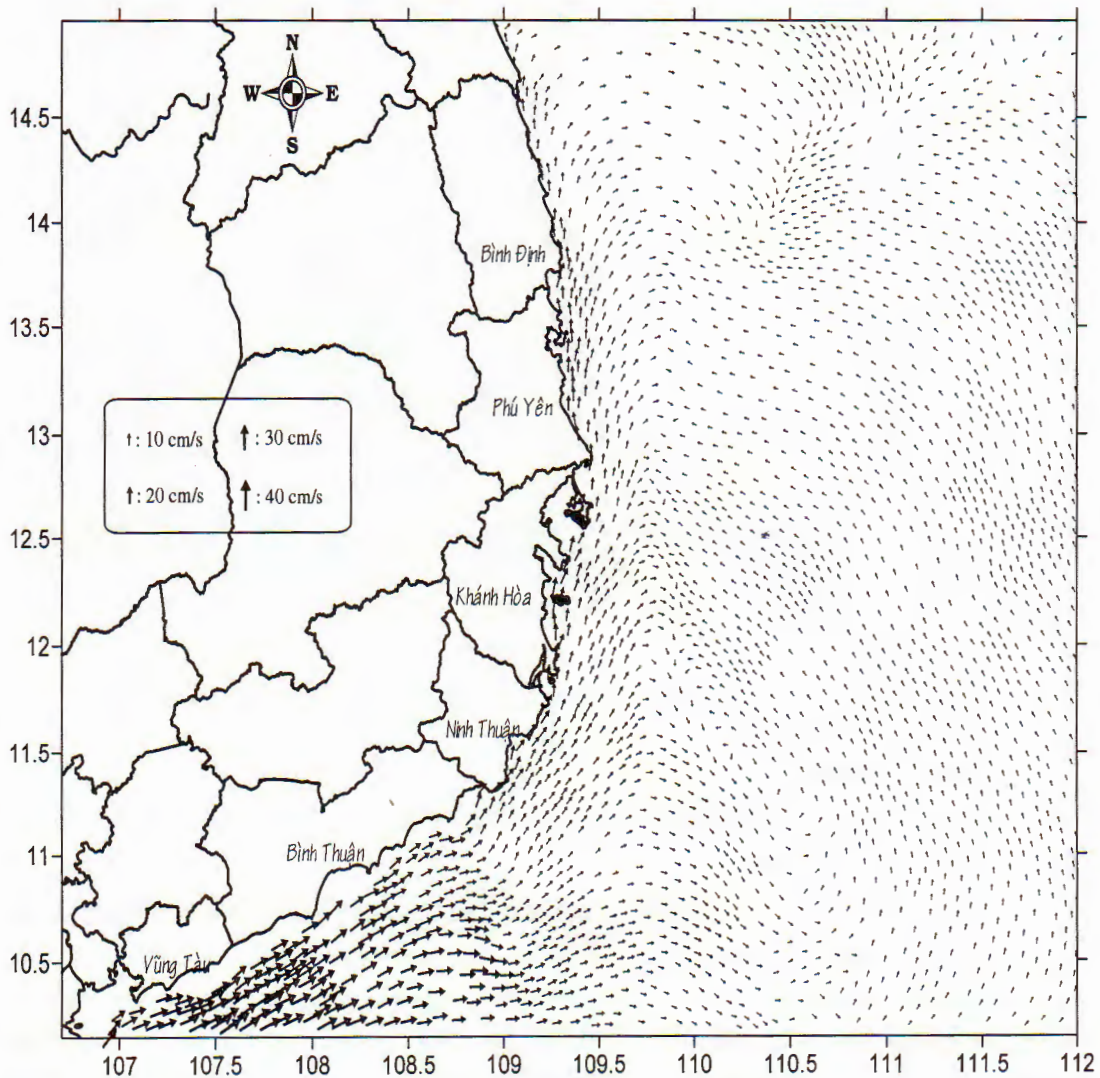
Bức tranh dòng chảy tính toán bằng phương pháp phần tử hữu hạn mô tả khá chi tiết trường dòng chảy khu vực nghiên cứu. Về xu thế của bức tranh phân bố véc tơ dòng chảy hai phương pháp tương tự nhau .. Vận tốc theo phương ngang đạt giá trị lớn nhất là 38cm/s, hướng 60° (tại vĩ độ 10.149° N, kinh độ 107.498° E) (hình 4a). Trong lớp này dòng chảy khu vực ven bờ có xu thế tách ra khơi (mạnh hơn cả là khu vực Khánh Hoà – Bình Thuận). Hình thành một số khu vực phân kỳ dòng chảy (thể hiện trên bản đồ phân bố dòng chảy bên dưới).

+ Tại độ sâu 50m:

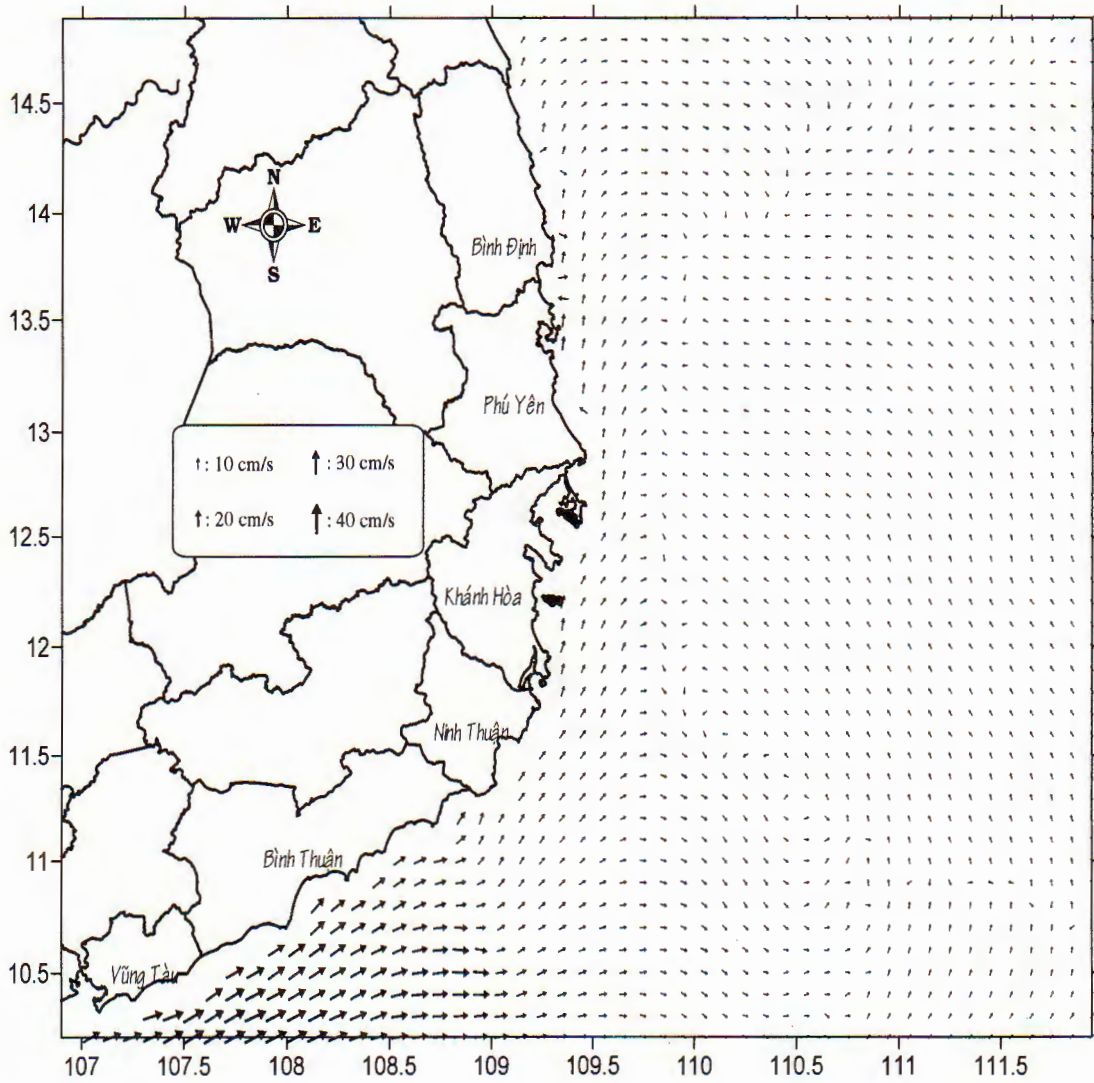
Về xu thế của bức tranh phân bố véc tơ dòng chảy hai phương pháp tương tự nhau . Tại tầng này dòng chảy vùng ven bờ có xu thế đi dọc theo đường bờ (hình 5a, 5b). Có khả năng hình thành một số khu vực phân kỳ dòng chảy ngoài khơi Khánh Hòa – Bình Thuận.

+ Tại độ sâu 150m:

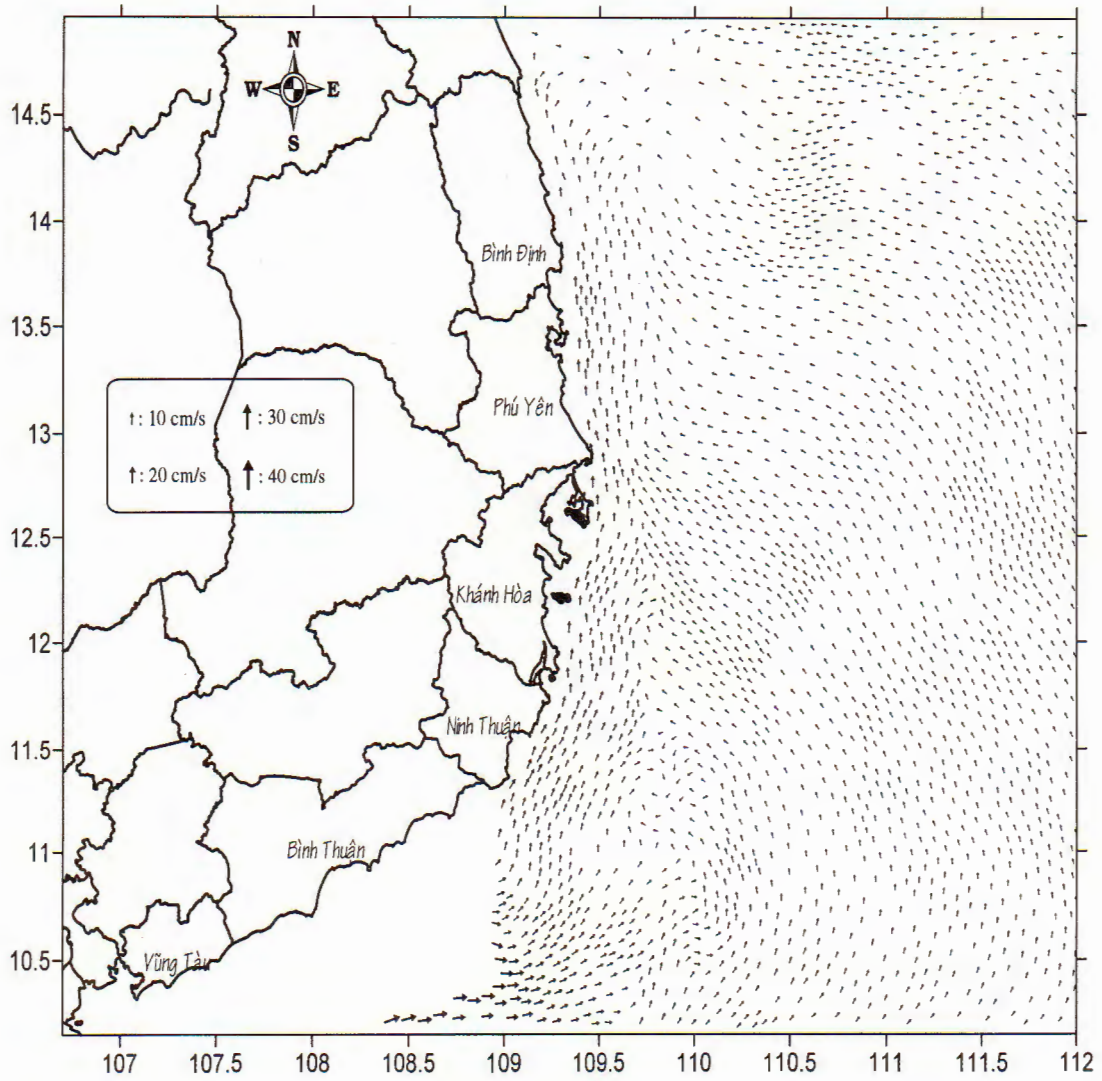
Dòng chảy có cường độ yếu hơn, xu thế của hệ dòng chảy tại tầng này là hướng vào bờ (hình 6a, 6b). Khu vực ngoài khơi dòng có xu thế đi về phía Bắc.



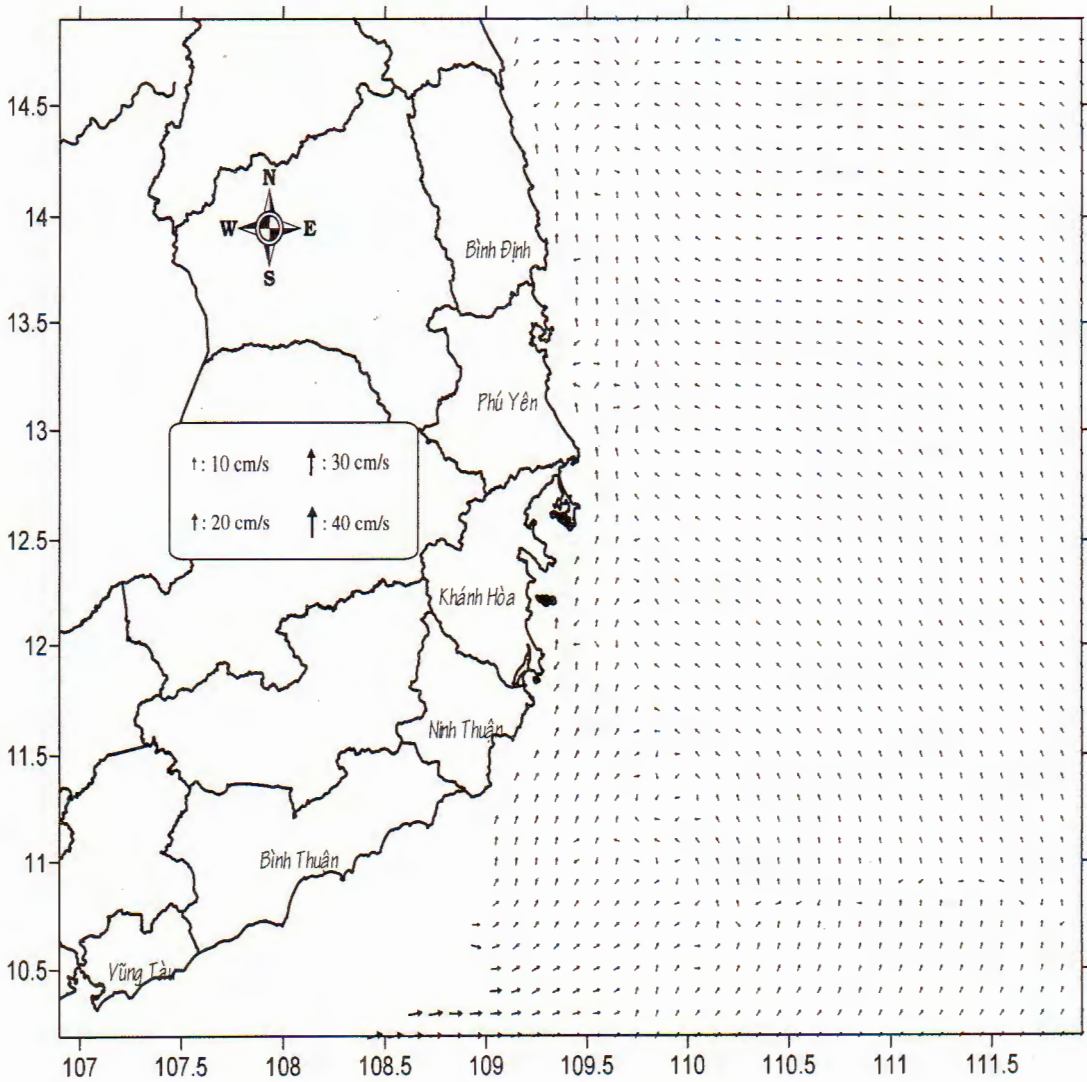
Hình 4a: Phân bố véc tơ vận tốc dòng chảy theo phương ngang tại độ sâu 10m (tính cho trường gió trung bình tháng 08/2005, phương pháp phân tử hữu hạn)



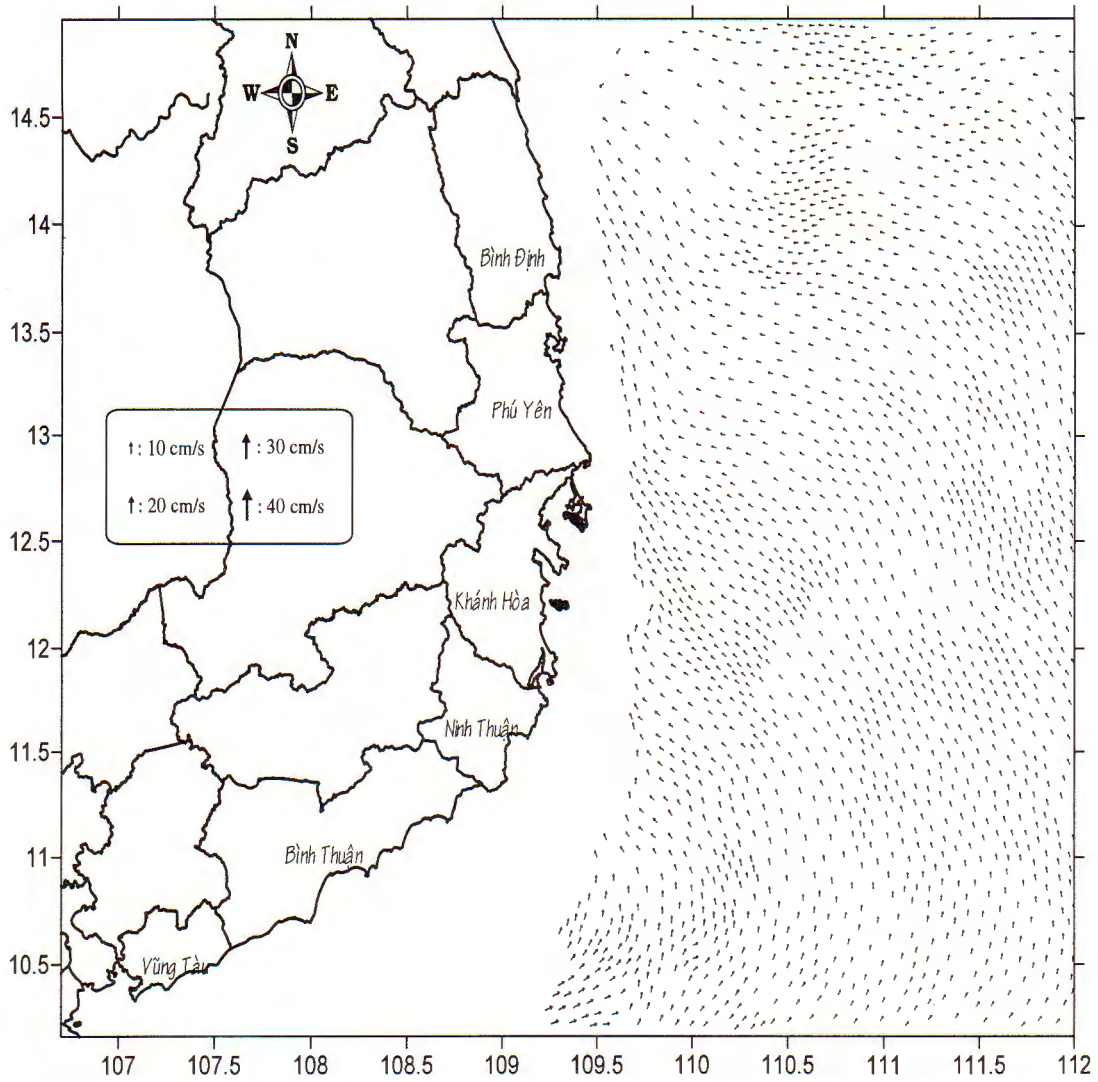
Hình 4b: Phân bố véc tơ vận tốc dòng chảy theo phương ngang tại độ sâu 10m (tính cho trường gió trung bình tháng 08/2005, phương pháp sai phân hữu hạn ba chiều phi tuyến)



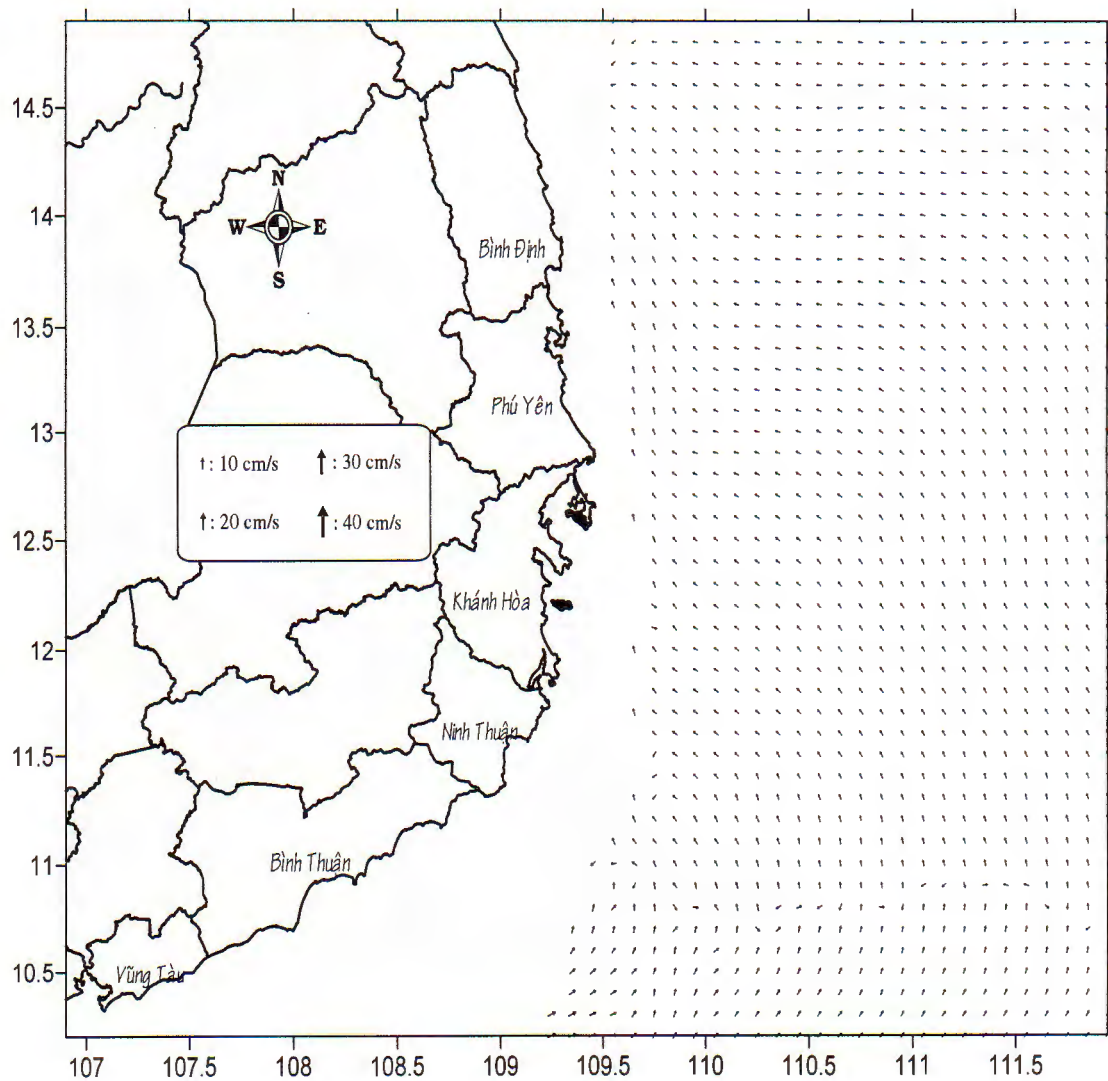
Hình 5a: Phân bố véc tơ vận tốc dòng chảy theo phương ngang tại độ sâu 50m (tính cho trường gió trung bình tháng 08/2005, phương pháp phân tử hữu hạn)



Hình 5b : Phân bố véc tơ vận tốc dòng chảy theo phương ngang tại độ sâu 50m (tính cho trường gió trung bình tháng 08/2005, phương pháp sai phân hữu hạn)



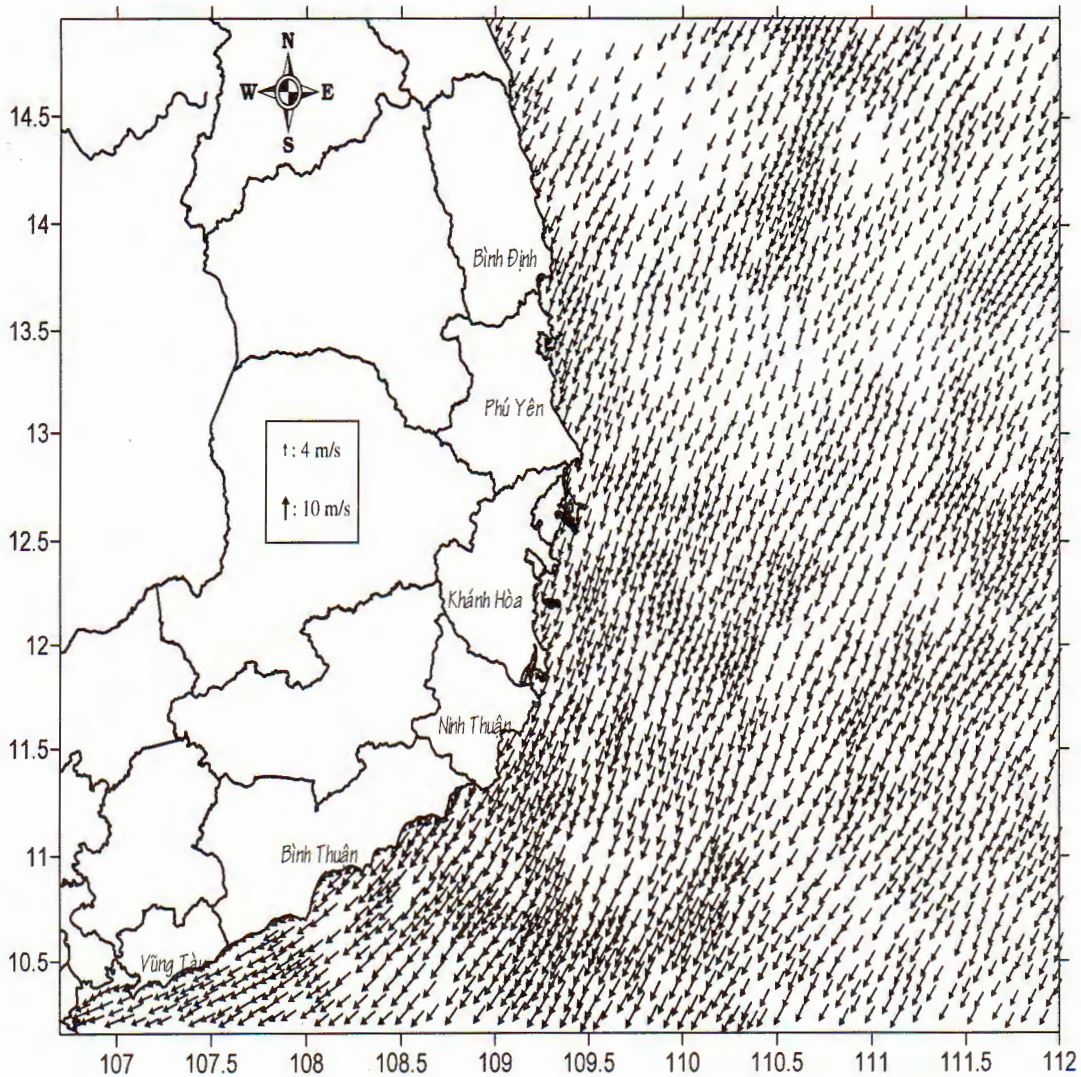
Hình 6a: Phân bố véc tơ vận tốc dòng chảy theo phương ngang tại độ sâu 150m (tính cho trường gió trung bình tháng 08/2005, phương pháp phần tử hữu hạn).



Hình 6b: Phân bố véc tơ vận tốc dòng chảy theo phương ngang tại độ sâu 150m (tính cho trường gió trung bình tháng 08/2005, phương pháp sai phân hữu hạn).

2.2. Đối với trường gió Đông Bắc (11/2005):

Trong thời gian này, trên mạng lưới tính có tốc độ gió cao nhất là 10.2m/s, cực tiểu 5.8m/s, trung bình trong toàn vùng tính khoảng 7.9m/s (hình 6).

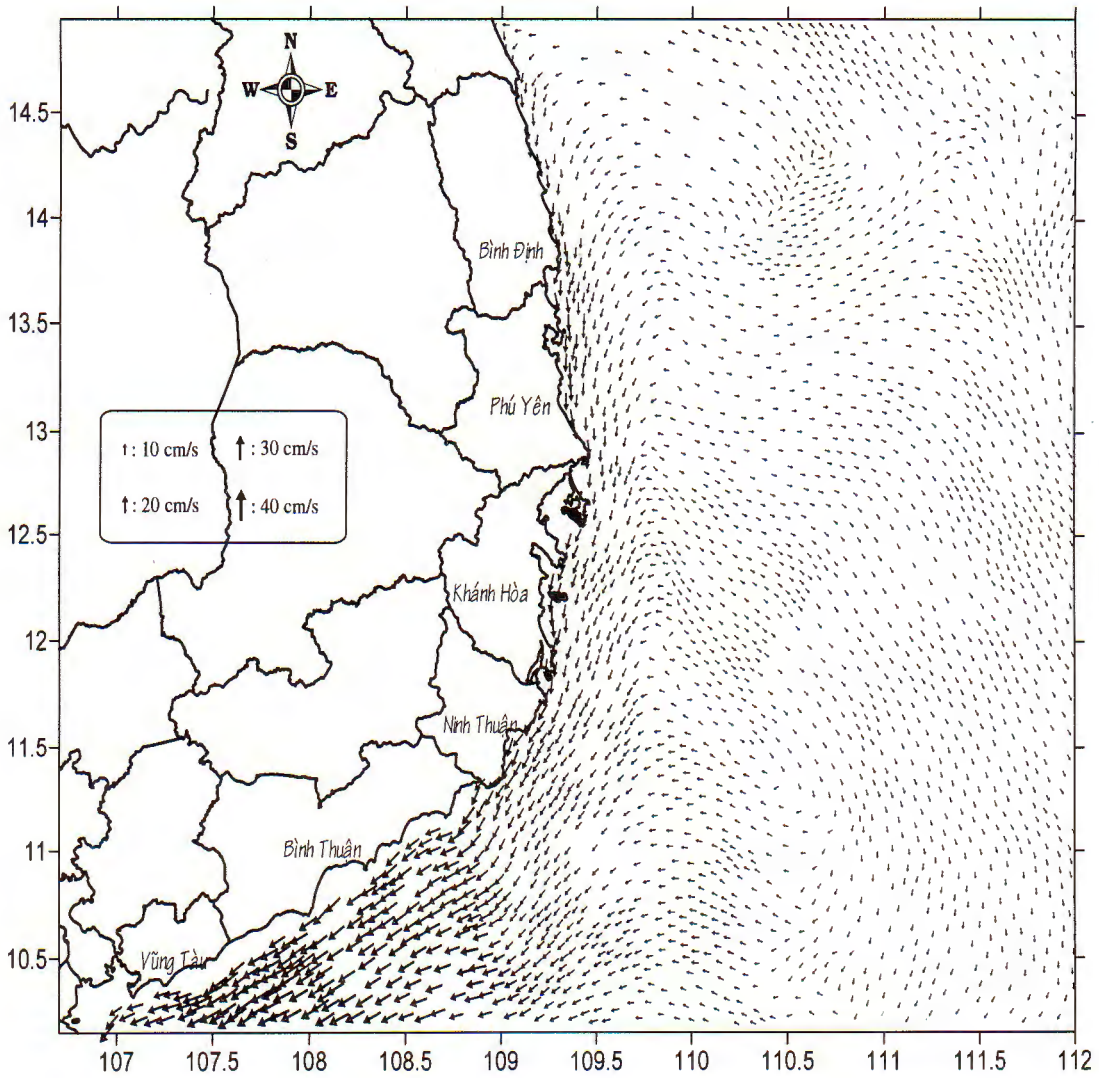


Hình 7: Phân bố véc tơ trường gió vào tháng 11/2005 cho khu vực nghiên cứu

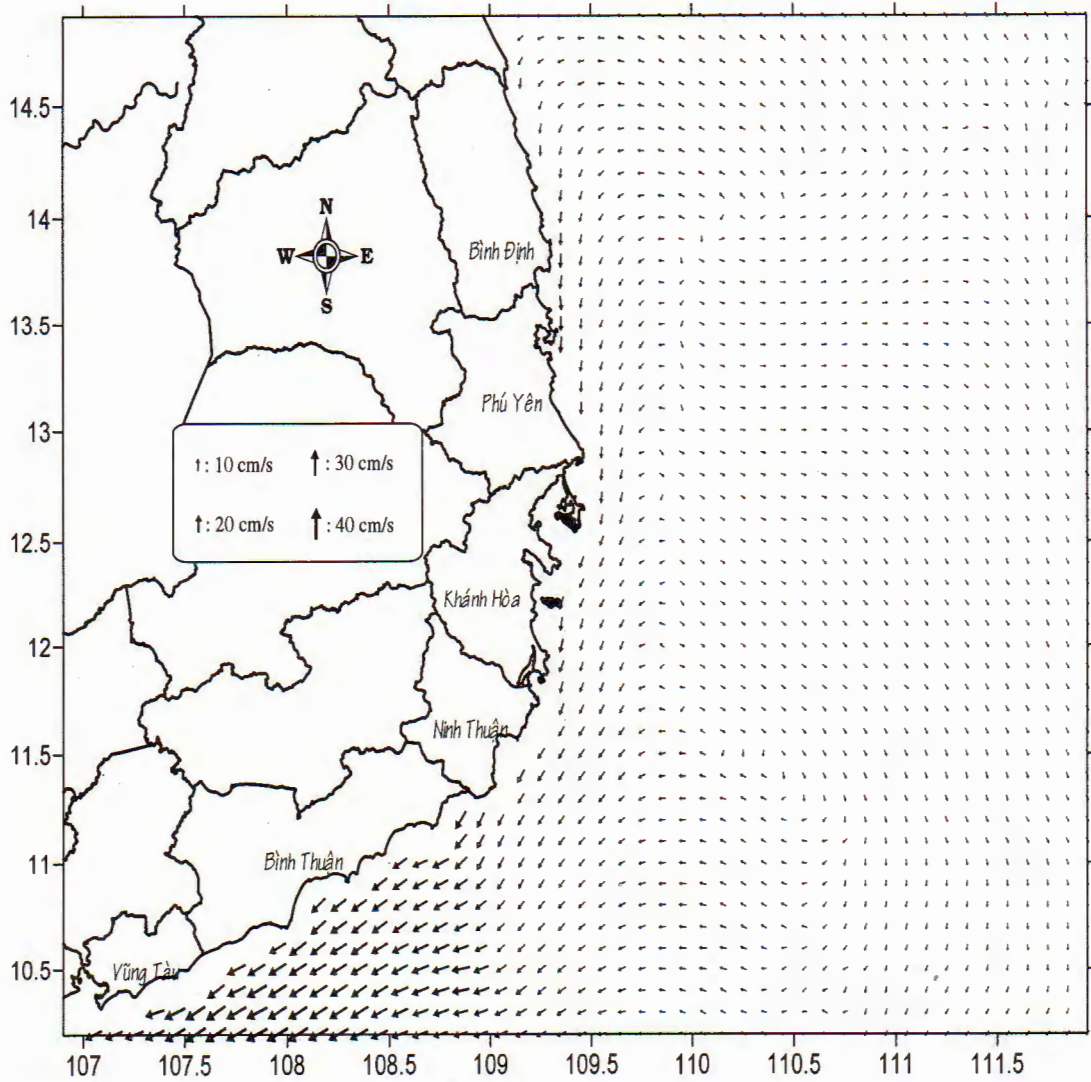
- Tại độ sâu 10m: Theo phương ngang vận tốc cực đại $|\vec{V}| = 37 \text{ cm/s}$, hướng 242° (vị trí 108.022°E ; 10.148°N) (hình 8a). Xu thế phân bố véc tơ dòng chảy hai phương pháp tương tự nhau. Trường dòng chảy khu vực ven bờ đi từ Bắc xuống Nam. Hình thành một số khu vực hội tụ dòng (thể hiện rõ trên bản đồ phân bố dòng chảy hình 8a).

- Tại độ sâu 50m: Trường dòng chảy khu vực ven bờ đi từ Bắc xuống Nam trong dải hẹp ven bờ. Phía ngoài dòng chảy có xu thế tách ra khơi.

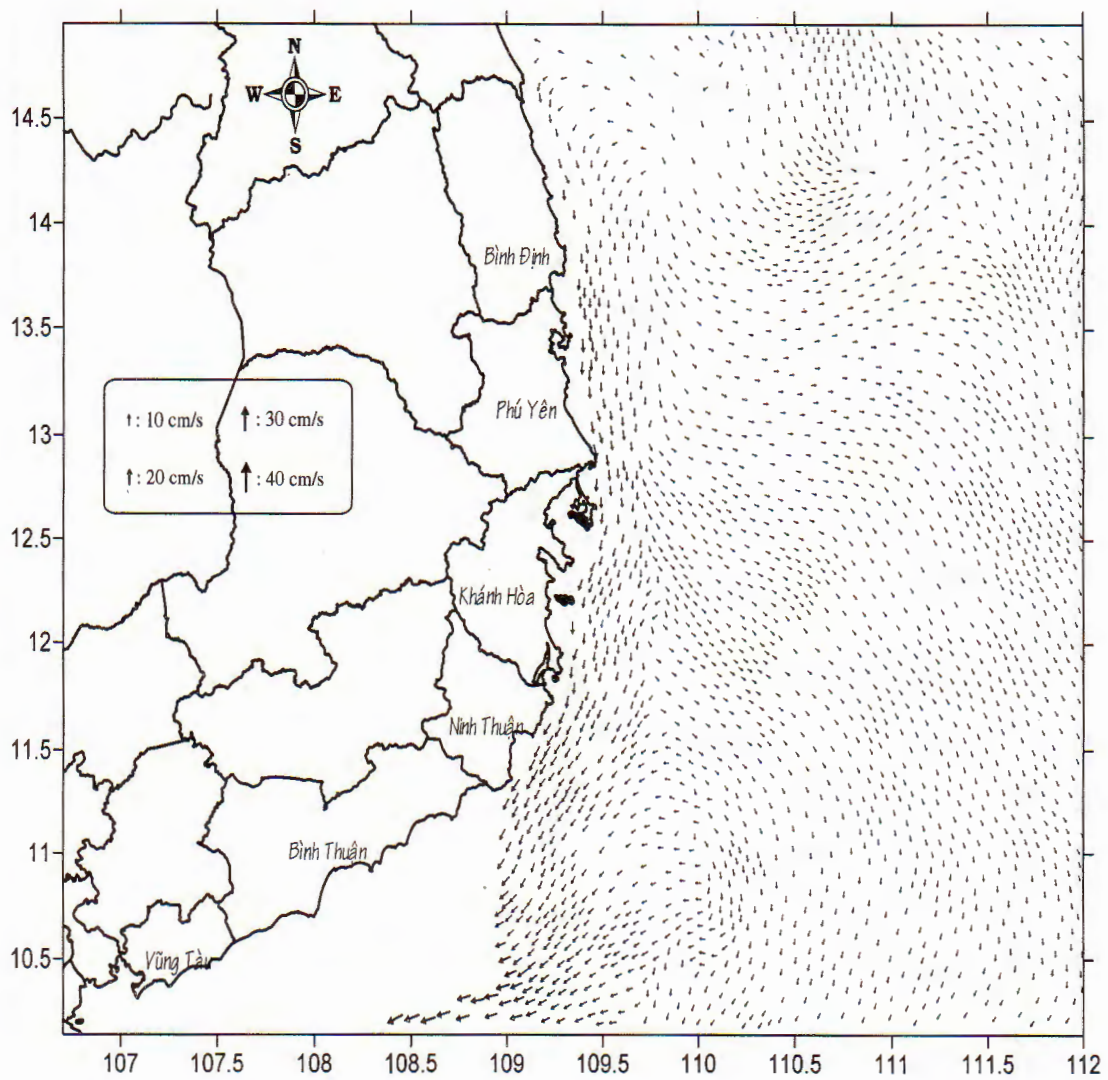
- Tại độ sâu 150m: Trường dòng chảy khu vực ven bờ đi từ Bắc xuống Nam trong dải hẹp ven bờ. Ngoài đới này dòng chảy có xu thế hướng ra khơi.



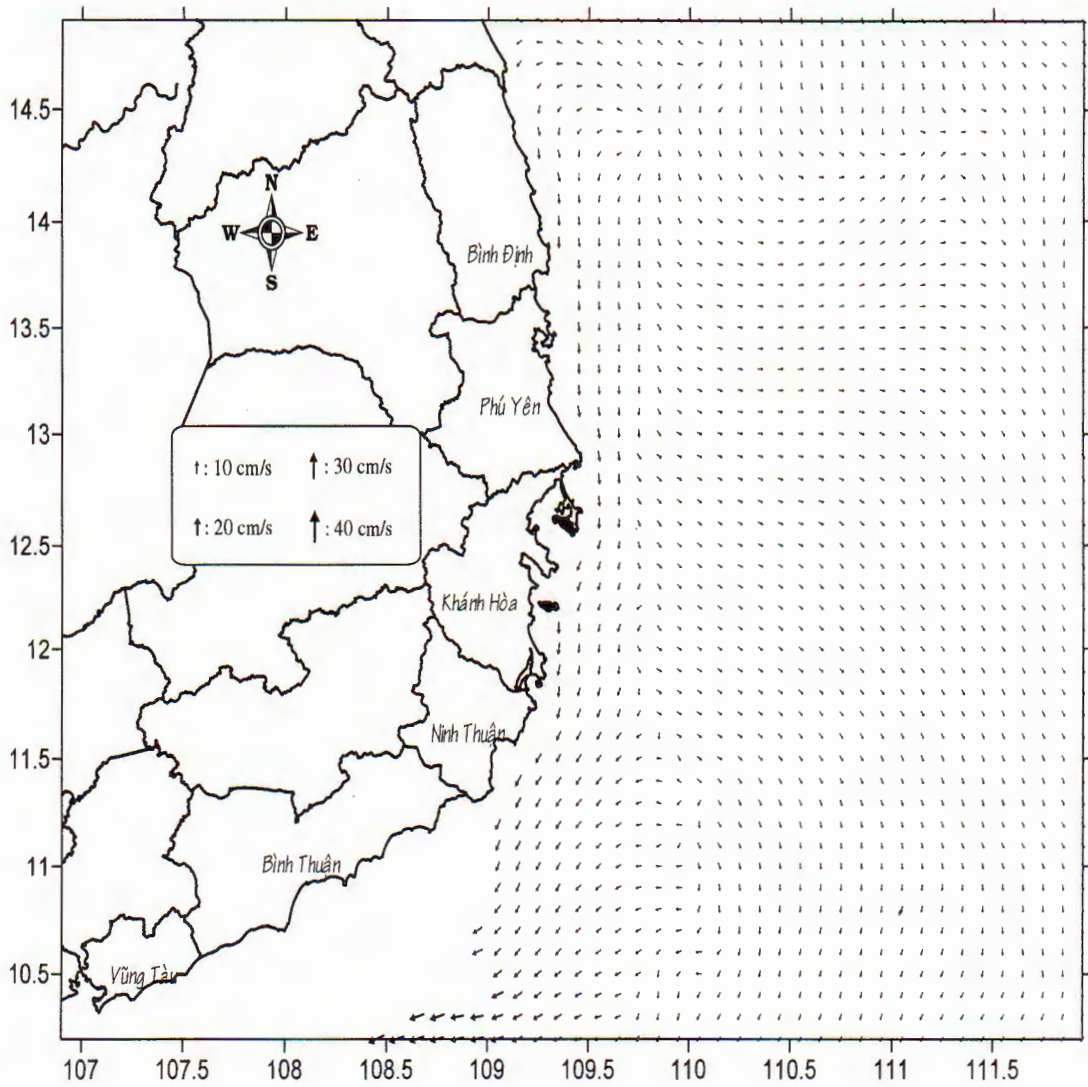
Hình 8a: Phân bố véc tơ vận tốc dòng chảy theo phương ngang tại độ sâu 10m (tính trung bình cho trường gió tháng 11/2005, phương pháp phân tử hữu hạn).



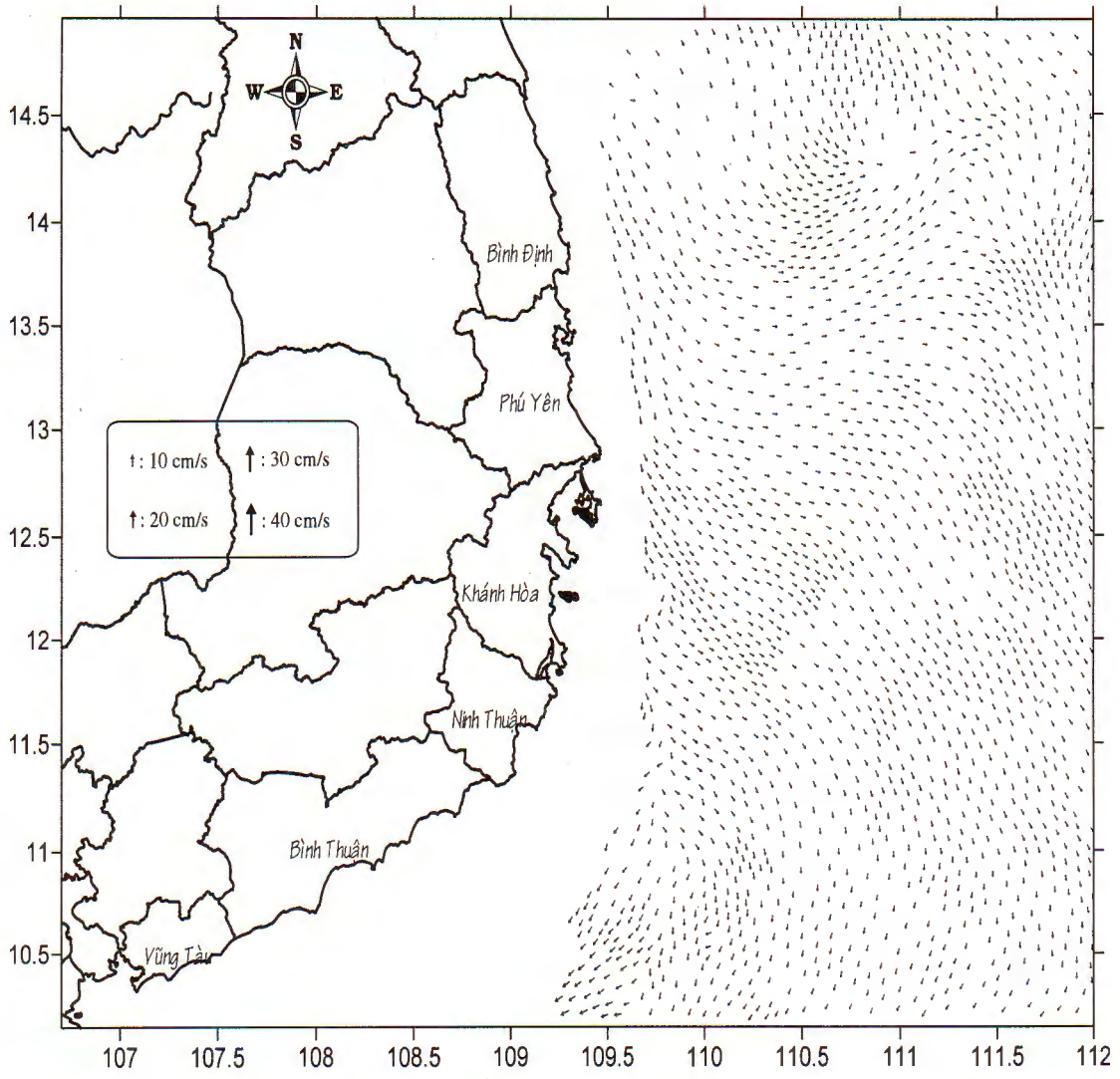
Hình 8b: Phân bố véc tơ vận tốc dòng chảy theo phương ngang tại độ sâu 10m (tính trung bình cho trường gió tháng 11/2005, phương pháp sai phân hữu hạn).



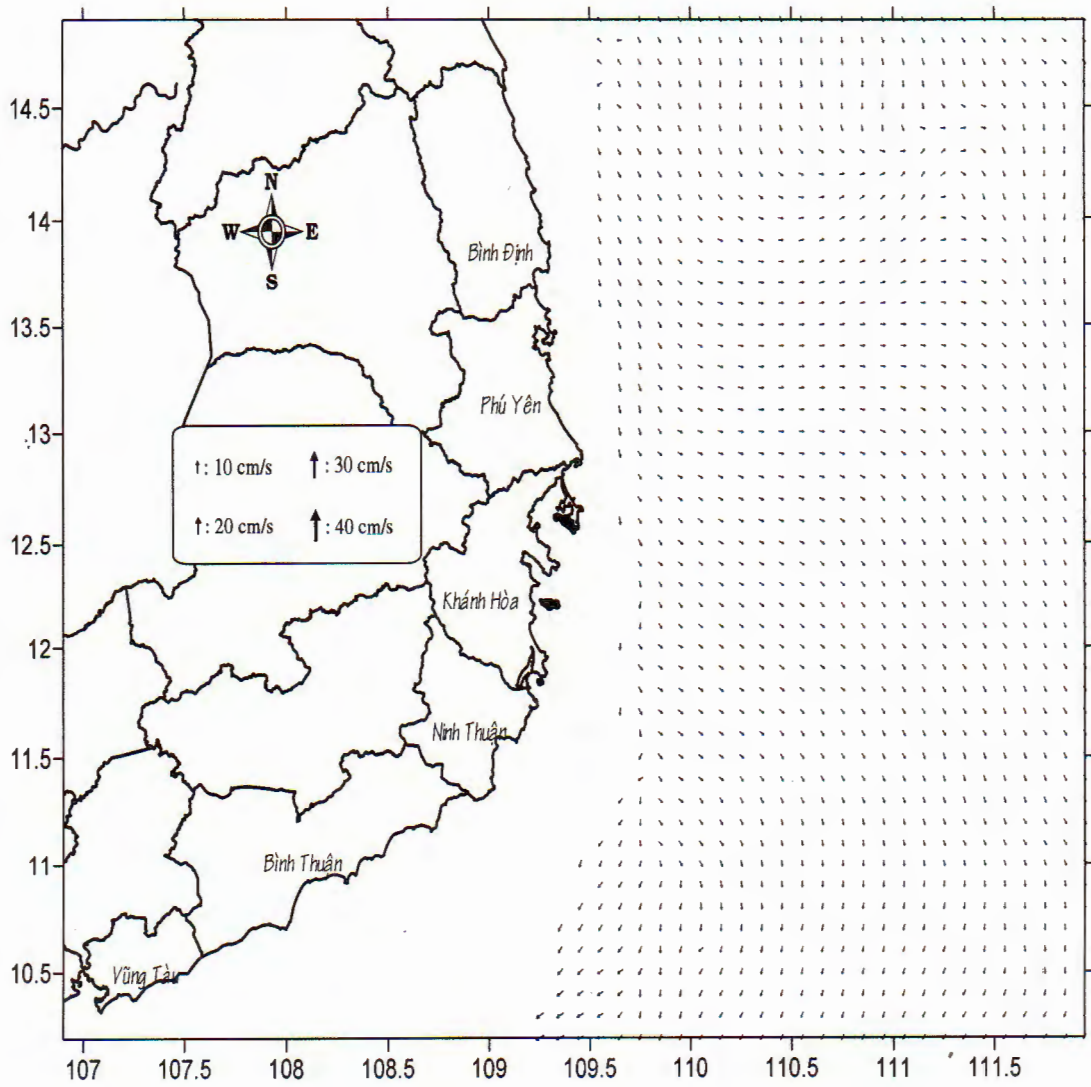
Hình 9a: Phân bố véc tơ vận tốc dòng chảy theo phương ngang tại độ sâu 50m (tính trung bình cho trường gió tháng 11/2005, phương pháp phần tử hữu hạn).



Hình 9b: Phân bố véc tơ vận tốc dòng chảy theo phương ngang tại độ sâu 50m (tính trung bình cho trường gió tháng 11/2005, phương pháp sai phân hữu hạn)



Hình 10a: Phân bố véc tơ vận tốc dòng chảy theo phương ngang tại tầng độ sâu 150m (tính trung bình cho trường gió tháng 11/2005, phương pháp phân tử hữu hạn).



Hình 10b: Phân bố véc tơ vận tốc dòng chảy theo phương ngang tại tầng độ sâu 150m (tính trung bình cho trường gió tháng 11/2005, phương pháp sai phân hữu hạn).

IV. CÁC THẢO LUẬN

Từ kết quả tính chế độ dòng chảy do ảnh hưởng của trường gió Tây Nam (điển hình là trong tháng 8/2005) và trường gió Đông Bắc (điển hình cho tháng 11/2005). Kết quả tính của mô hình thực hiện trên phương trình lan truyền sóng nước nông phi tuyến ba chiều bằng phương pháp phân tử hữu hạn có khả năng thích ứng về điều kiện biên cứng, mạng lưới tính, tính ổn định của bài toán (do sử dụng tính lặp trong sai phân theo thời gian ẩn), Mạng lưới tính đã được xây dựng khá dày đặt tùy theo các biến đổi của địa hình.

So sánh với các kết quả tính toán bằng phương pháp sai phân hữu hạn cho thấy xu thế về hướng phân bố của trường véc tơ vận tốc dòng chảy của hai phương pháp là tương tự nhau. Tuy nhiên kết quả tính toán bằng phương pháp phân tử hữu hạn cho kết quả chi tiết hơn.

Trong trường gió Tây Nam dòng chảy trong một dải hẹp sát bờ lớp từ mặt tới 50m có xu thế đi về phía Bắc. Ngoài dải này hệ thống dòng chảy có xu thế tách ra khơi.

Trong độ sâu 150 m tới đáy dòng chảy có xu thế đi vào bờ.

Trong mùa gió Tây Nam tính toán cho bức tranh ngược lại.

Từ việc tính toán hoàn lưu nằm ngang tại các độ sâu cho thấy sự hiện diện của hiện tượng nước trời (mùa gió Tây – Nam) và nước chìm (mùa gió Đông Bắc) trong dải ven bờ của khu vực nghiên cứu.

Tuy nhiên, các kết quả trên chỉ là bước đầu của quá trình nghiên cứu mô phỏng các quá trình vận chuyển nước trong khu vực ven bờ Nam Trung bộ. Để định lượng chi tiết hơn sẽ được giải quyết trong thời gian tới nhằm đáp ứng tốt hơn việc nghiên cứu hiện tượng nước trời.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **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.
2. **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, 3 (1), tr. 1-17.
3. **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.

4. **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.
5. **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.
6. **Chương trình điều tra nghiên cứu biển cấp nhà nước KHCN-06 (Phạm Văn Ninh -chủ biên), (1996-2000), 2003.** Biển Đông (phần khí tượng thủy văn động lực biển) tập 2. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội, 565tr
7. **Cushman-Roisin, B., Naimie, C.E., 2002.** A 3D finite-element model of the Adriatic tides. Journal of Marine Systems 37, 279-297pp.
8. **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, 211-231pp.
9. **Hanert, E., Legat, V., Deleersnijder, E., 2002.** A comparison of three finite elements to solve the linear shallow water equations. Ocean modelling 5, 17-35pp.
10. **Kashiyama, K., Saitoh, K., Behr, M. and Tezduyar, T.E., 1997.** Parallel finite element methods for large-scale computation of storm surges and tidal flows. International journal for numerical methods in fluids 24, 1371-1389pp
11. **Kawahara, M., Ding, Y., 1998.** Bifurcation analysis of brown tide in tidal flow using finite element method. Computer methods in applied mechanics and engineering 151, 195-213pp.
12. **Kowalik, Z., Murty, T. S., 1993.** Numerical modeling of ocean dynamics. Advanced Series on Ocean Engineering - Volume 5, World Scientific, 481pp.
13. **Legrand, S., Legat, V. and Deleersnijder, E., 2000.** Delaunay mesh generation for an unstructured-grid ocean general circulation model. Accepted for publication in ocean modelling, 14pp.
14. **Nechaev, D., Schroter, J., Yaremchuk, M., 2003.** A diagnostic stabilized finite-element ocean circulation model. Ocean Modelling 5, 37-63pp

CALCULATIONS OF CURRENTS IN THE UPWELLING REGION ALONG SOUTH-CENTRAL VIETNAMESE COAST, USING THREE DIMENSIONS (3-D) NONLINEAR MODEL

BUI HONG LONG, TRAN VAN CHUNG

Summary: Current regime in the strong upwelling region along Southern Central Vietnamese coast is simulated by solving the shallow water wave propagation model using finite element method during southwest monsoon (August 2005) and northeast monsoon (Nov. 2005). The initial calculation results is good, especially the adaptability of the model to the hard boundary, calculation grid and the stability. The calculation grid is also established in detail according to the changing of topography. The calculation results can be summarized as follows:

- During SW monsoon: the velocity of horizontal currents changes slowly and can reach a maximum value of 39 cm/s in ENE direction (60°). The direction of horizontal currents is similarly from surface to the 10m layer.

- During NE monsoon: Because there is no significant difference between the velocities of the two wind fields at the selected time periods (the maximum SW monsoon wind velocity is 9.8m/s, average is 8.0m/s, while that of the NE monsoon wind velocity is 10.2m/s; average is 7.9m/s), the horizontal current field of two wind fields also shows no obvious difference. In case of northeast wind field, from the surface to the 10 m layer there is almost no change in velocity of horizontal currents, the peak velocity reaches 39cm/s, direction is 242° .

Ngày nhận bài: 25- 05 - 2009

Địa chỉ: Viện Hải Dương Học

Người nhận xét: TS. Lê Đình Mậu