

MỘT VÀI KẾT QUẢ TÍNH TOÁN DÒNG TRIỀU THEO MÔ HÌNH BA CHIỀU TẠI ĐẦM THỊ NẠI (QUY NHƠN)

BÙI HỒNG LONG, TRẦN VĂN CHUNG

Tóm tắt: Tính toán các yếu tố thủy động lực, trong đó có dòng triều, là một trong những nhiệm vụ quan trọng phục vụ cho công tác quy hoạch, quản lý và phát triển bền vững khu vực đầm Thị Nại. Trong bài báo này, việc tính dòng triều theo mô hình ba chiều tuyến tính được thực hiện cho một thủy vực tương đối kín. Các đặc điểm phân bố dòng triều theo không gian và các kết quả tính toán dòng triều theo độ sâu tại khu vực này cho thấy:

- Khi thủy triều xuống gần mực nước trung bình, tốc độ dòng triều là rất nhỏ.

- Tốc độ dòng triều trong giai đoạn triều lên thường lớn hơn giai đoạn triều xuống.

- Dòng triều cực đại tại thời điểm chân triều có giá trị nhỏ hơn so với thời điểm đỉnh triều, còn dòng triều trung bình trong toàn vùng đầm lại có xu thế ngược lại. Cụ thể trên bề mặt, tại thời điểm chân triều, dòng triều đạt cực đại 23,7cm/s so với 26,7 cm/s tại đỉnh triều, nhưng đối với dòng triều trung bình (cho cả cột nước), thì tại chân triều lại lớn hơn với 8,0cm/s so với 7,1cm/s lúc đỉnh triều.

I. MỞ ĐẦU

Tính toán các yếu tố thủy động lực trong đó có dòng triều là một trong những nhiệm vụ quan trọng trong công tác quy hoạch, quản lý và phát triển bền vững vùng đầm Thị Nại. Trước đây, các mô hình tính dòng triều thường chỉ tập trung vào việc xác định dòng chảy trung bình với việc lấy tích phân thẳng đứng theo độ sâu, điều này chỉ thật sự có ý nghĩa việc tính dòng triều ở những vùng nghiên cứu có độ sâu tương đối lớn, nếu áp dụng mô hình này cho đầm Thị Nại, sẽ không phù hợp với tính chất thủy vực tương đối kín không sâu, hiệu ứng ma sát đáy có vai trò quan trọng. Trong mô hình tính dòng triều cho đầm Thị Nại, dòng triều được tính phân tầng theo độ sâu, các ứng suất trượt đáy được xác định từ các dòng đáy dựa trên cơ sở tính toán các phương trình thủy động lực học ba chiều tuyến tính theo phương thẳng đứng bằng phương pháp Galerkin.

Từ việc giải hệ phương trình hai chiều phi tuyến, tích phân theo phương thẳng đứng, thì ứng suất đáy không liên quan đến dòng chảy trung bình theo độ

sâu. Đây là phép biến đổi có thể thực hiện được, nếu ta quan niệm rằng vận tốc dòng chảy bao gồm dòng trung bình theo độ sâu và độ lệch của nó với giá trị trung bình. Khi đó, các phương trình thủy động lực 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, độ lệch của độ lớn dòng chảy liên tục thay đổi từ giá trị trung bình theo độ sâu của nó tại các điểm tính của mô hình hai chiều.

II. TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP MÔ HÌNH HÓA CÁC PHƯƠNG TRÌNH 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 [7], [8], [10], [11], [12]:

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

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

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

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/s²), 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/cm³), τ_{bx} và τ_{by} – các thành phần ứng suất trượt đáy, A_H – hệ số xoáy nhớt nằm ngang và ∇^2 – toán tử nằm ngang Laplacian.

Ứng suất đáy được xác định:

$$\tau_{bx} = \rho k u_b \sqrt{u_b^2 + v_b^2}, \quad \tau_{by} = \rho k v_b \sqrt{u_b^2 + v_b^2} \quad (4)$$

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 [8], [10]:

$$\frac{\partial w}{\partial t} + ifw = -g \left(\frac{\partial \eta}{\partial x} + i \frac{\partial \eta}{\partial y} \right) - \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial P_a}{\partial x} + i \frac{\partial P_a}{\partial y} \right) + \frac{1}{d^2} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(A_v \frac{\partial w}{\partial \sigma} \right) \quad (5)$$

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 trên.

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 (5) ta có:

$$\frac{\partial W}{\partial t} + ifW = -g \left(\frac{\partial \eta}{\partial x} + i \frac{\partial \eta}{\partial y} \right) - \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial P_a}{\partial x} + i \frac{\partial P_a}{\partial y} \right) + \frac{(T_s - T_b)}{\rho d} \quad (6)$$

$$\frac{\partial w'}{\partial t} + ifw' = \frac{1}{d^2} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(A_v \frac{\partial w'}{\partial \sigma} \right) - \frac{(T_s - T_b)}{\rho d} \quad (7)$$

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

Phương trình (6) xác định dòng chảy trung bình theo độ sâu, phương trình (7) 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 (7) 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:

$$w' = \sum_{r=1}^m A_r(t) g_r(\sigma) \quad (8)$$

Hệ số $A_r(t)$ thu được bằng cách thay thế phương trình (8) vào phương trình (7). 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 (7) cho ta:

$$\int_0^1 R g_k(\sigma) d\sigma = \sum_{r=1}^m \frac{\partial A_r}{\partial t} \int_0^1 g_r g_k d\sigma + if \sum_{r=1}^m A_r \int_0^1 g_r g_k d\sigma + \frac{1}{d^2} \sum_{r=1}^m A_r \int_0^1 \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(A_v \frac{\partial g_r}{\partial \sigma} \right) g_k d\sigma + \frac{(T_s - T_b)}{\rho d} \int_0^1 g_k d\sigma = 0 \quad (9)$$

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

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

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

$$-\rho \left[A_r \frac{\partial w}{\partial \sigma} \right]_{\sigma=0} = T_s ; \quad -\rho \left[A_r \frac{\partial w}{\partial \sigma} \right]_{\sigma=-1} = T_b \quad (11)$$

được sử dụng

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

$$g_r = \cos(\alpha_r \sigma) \quad (12)$$

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

$$\alpha_r = (r-1)\pi \quad (13)$$

Do sự lựa chọn này đối với α_r , kết quả các hàm cơ sở (12) 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 (12) và (13), phương trình (10) sẽ trở thành:

$$\frac{dA_r}{dt} = - \left[if + \frac{A_r \alpha_r^2}{d^2} \right] A_r + \frac{2}{\rho d} (T_s - T_b \cos \alpha_r) \quad (14)$$

với $r = 2, 3, \dots, m$.

Khi đó biểu thức A_r có dạng:

$$A_r = \Gamma (U^2 + V^2)^{1/2} (h + \eta) \quad (15)$$

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

Phương trình (14) được giải theo cách mô tả vận tốc dòng w'_b tại đáy biển từ:

$$w'_b = W + \sum_{r=2}^m A_r \cos \alpha_r \quad (16)$$

và tính toán ứng suất đáy từ phương trình (4).

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, tất dần được cho bởi:

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} \pm \sqrt{gh} \frac{\partial \phi}{\partial \lambda} = \frac{\phi}{T_r} \quad (17)$$

Trong đó: $\phi = \eta$, U hay V , $\lambda = x$ hay y và T_r – quy mô thời gian ma sát. Điều kiện bức xạ (17) 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 tất 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 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 lấy trung bình theo không gian đối với vận tốc tính toán và dịch chuyển bề mặt nước sau cùng của một số bước thời gian cố định sử dụng một thừa số trọng số định trước, như sau [8]:

$$\Psi_{i,j} = \Psi_{i,j} + \frac{S}{2}(1-s) \times \{\Psi_{i+2,j} + \Psi_{i-2,j} + \Psi_{i,j+2} + \Psi_{i,j-2} - 4\Psi_{i,j}\} + \frac{S^2}{4} \{\Psi_{i+2,j+2} + \Psi_{i+2,j-2} + \Psi_{i-2,j+2} + \Psi_{i-2,j-2} - 4\Psi_{i,j}\} \quad (18)$$

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 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) [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:

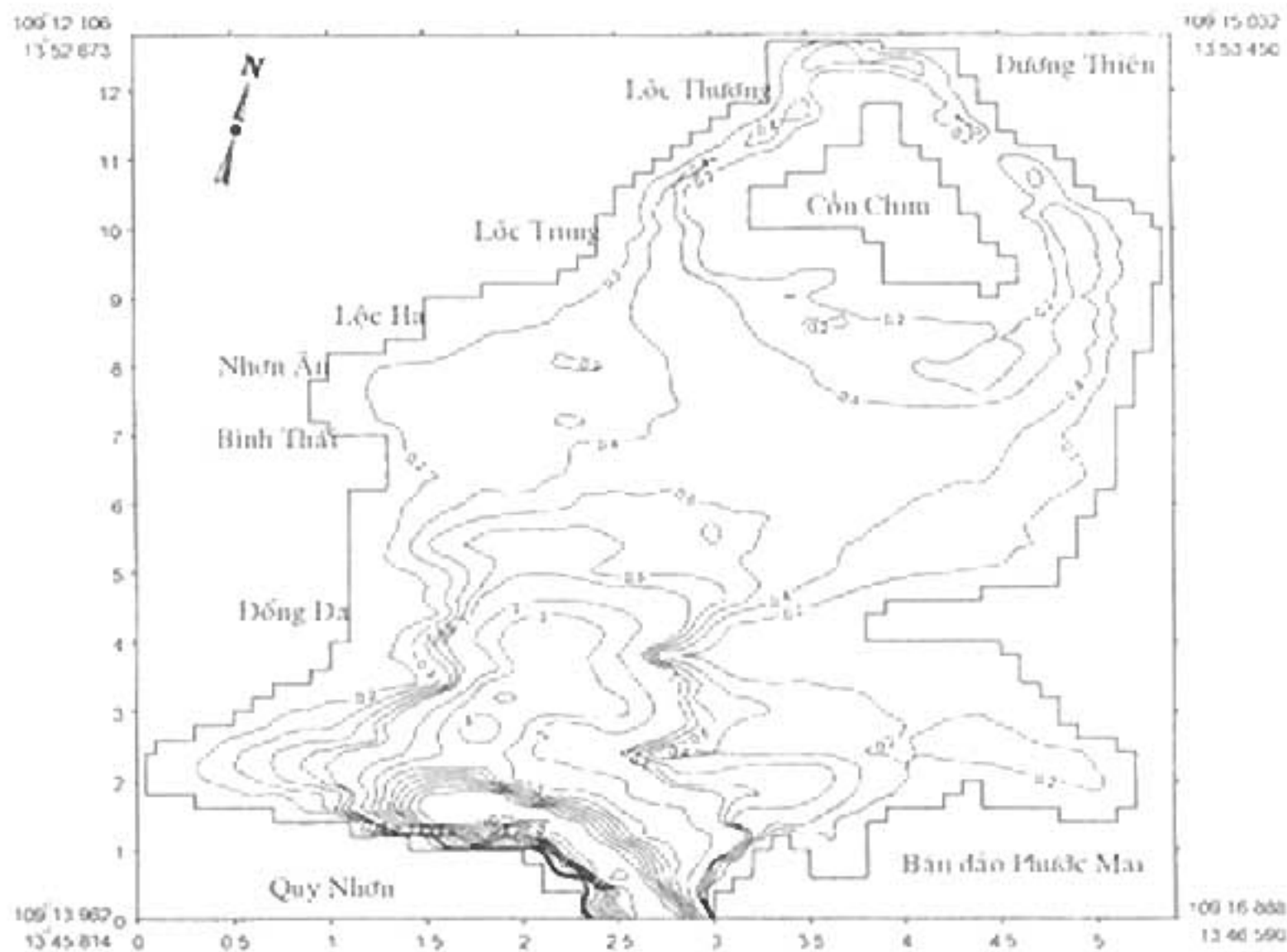
$$C_r = \Delta t \sqrt{gh_{\max}} \sqrt{\frac{1}{\Delta x^2} + \frac{1}{\Delta y^2}} \quad (19)$$

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.

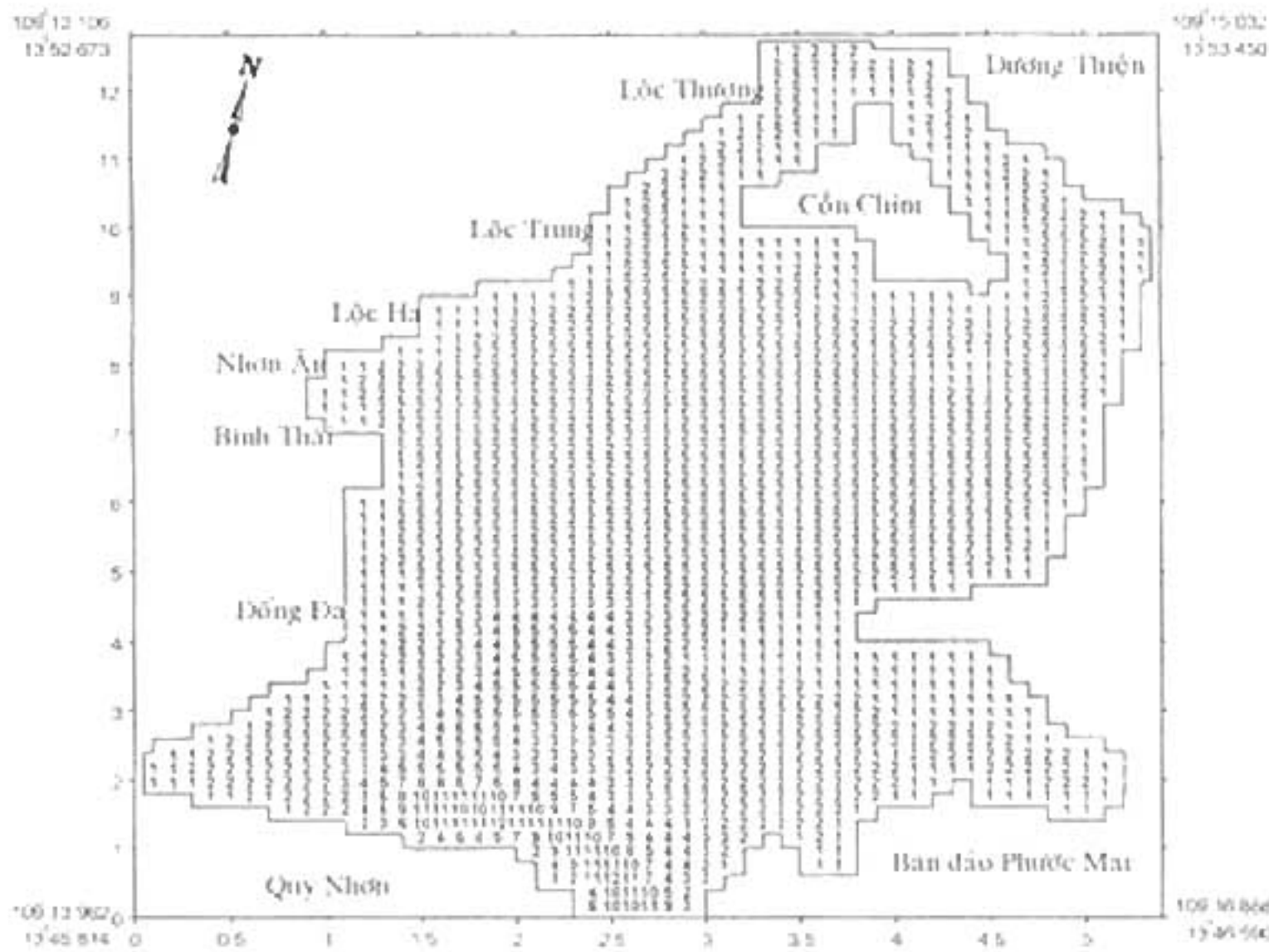
Các thuật toán tính toán phụ thêm, có thể tìm thấy trong tài liệu tham khảo bên dưới.

6. Các thông số đầu vào cho mô hình:

- Độ sâu và lưới tính dòng triều cho khu vực đầm Thị Nại – Quy Nhơn (Hình 1, 2).



Hình 1: Bản đồ độ sâu (m) tại khu vực Đầm Thị Nại – Quy Nhơn (Độ sâu so với mức triều thấp nhất)



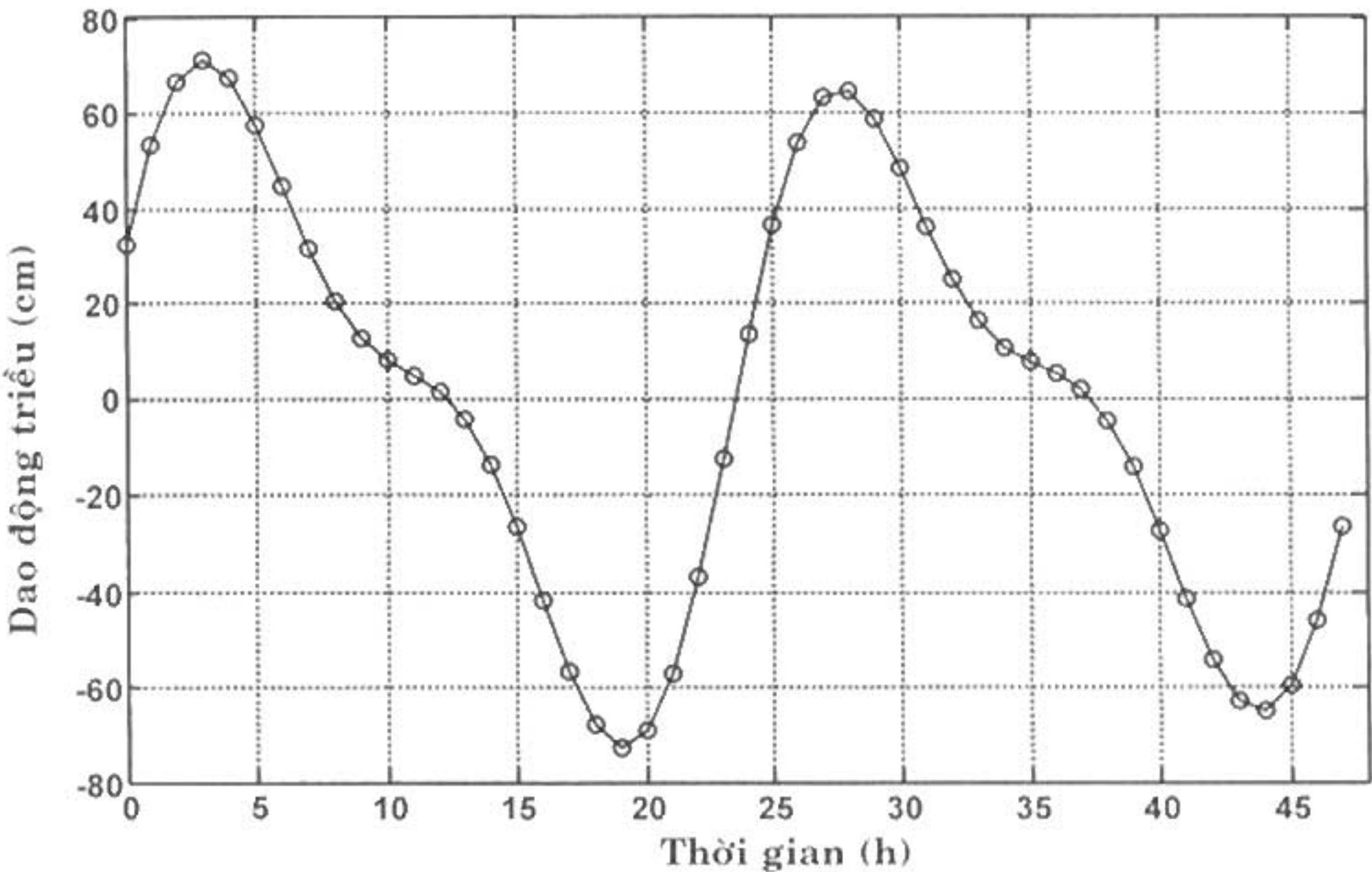
Hình 2: Mạng lưới độ sâu (m) cho tính toán dòng triều tại khu vực Đầm Thị Nại – Quy Nhơn

- Các hằng số điều hòa thủy triều tại biên mở (bảng 1) và được thể hiện trên biểu đồ dao động mực nước (hình 3).

Biên mở được đưa vào theo giá trị dao động mực nước, căn cứ vào các hằng số điều hòa thể hiện trong bảng sau đây:

Bảng 1: Thông tin các hằng số điều hòa thủy triều tại biên mở

Sóng triều	H(cm)	G(°)
M ₂	17,6	303,9
S ₂	6,9	325,0
K ₁	33,7	296,2
O ₁	28,4	273,7



Hình 3: Dao động thủy triều được đưa vào cho tính toán dòng triều tại đầm Thị Nại

III. KẾT QUẢ TÍNH

Từ các kết quả tính toán, chúng tôi đã thiết lập các bản đồ trường phân bố vận tốc dòng chảy theo dao động mực nước của thủy triều. Cụ thể theo các dao động mực nước vào lúc 12h, 19h, 24h, 28h và 37h. Tại trường phân bố véc tơ dòng chảy do ảnh hưởng của triều (dòng triều), chúng tôi chỉ thể hiện giá trị trường vận tốc dòng chảy trung bình theo độ sâu, một phần là do các kết quả thu được không khác nhau nhiều theo độ sâu. Còn khi xuất hiện ảnh hưởng của gió - triều, các bản

đồ phân bố được xây dựng theo 3 tầng độ sâu: tầng mặt – giữa – đáy (ứng với giá trị $\sigma = 0, 0,5, 1$).

Tại thời điểm triều xuống gần tới mực nước trung bình, dòng triều có xu hướng chảy ra rất chậm (hình 4), khi được 12h (trên dao động mực nước), dòng triều tại bề mặt theo tính toán đạt cực đại chỉ là 1,5cm/s, trung bình 0,3cm/s, hướng để dòng triều đạt cực đại là 261^0 (hướng được lấy so với hướng Bắc quay cùng chiều kim đồng hồ) (bảng 2). Như vậy, tại thời điểm này dòng triều rất nhỏ, có thể xem là không có dòng triều. Sau đó dòng triều tăng dần khi xuống chân triều, tốc độ cực đại có thể đạt được 23,6cm/s, trung bình là 8,0cm/s, hướng dòng đạt cực đại là 231^0 (hình 5). Dòng triều bắt đầu tăng nhanh khi triều lên, tại thời điểm qua mực nước trung bình (24h), dòng triều chảy vào với tốc độ cực đại tại bề mặt có thể đạt tới 30,5cm/s, trung bình là 7,7cm/s. Hướng dòng chảy đạt cực đại là 79^0 (hình 6). Khi lên tới đỉnh triều, vào lúc 28h, dòng triều đã suy giảm, nhưng còn có thể đạt tới tốc độ 26,7cm/s, trung bình là 7,1cm/s, hướng dòng triều đạt cực đại là 57^0 (hình 8). Khi triều xuống gần tới mực nước trung bình, ta rất dễ nhận thấy trên dao động mực nước thủy triều, có một điểm chậm lại, khi đó dòng triều gần như ở trạng thái dừng và đảo hướng. Kết quả này phản ánh rất rõ trong thời điểm triều 37h, dòng triều đạt cực đại chỉ là 5,4cm/s, trung bình chỉ còn 1,1cm/s, hướng dòng triều cực đại ở thời điểm này là 259^0 .

Các kết quả tính dòng triều theo sự phân tầng độ sâu được thể hiện theo bảng bên dưới, còn phân bố vec tơ dòng chảy được thể hiện trong các hình 7-9.

Bảng 2: Vận tốc dòng triều tại các thời điểm triều theo sự phân tầng độ sâu

*) **Lúc 12h:**

STT	Tầng độ sâu	Vận tốc cực đại (cm/s)	Vận tốc trung bình (cm/s)	Hướng dòng chảy đạt cực đại (0)
1	Bề mặt	1,5	0,3	261
2	Giữa	1,5	0,3	260
3	Đáy	1,4	0,3	259
4	Trung bình	1,5	0,3	260

Ghi chú: Hướng dòng chảy được lấy theo hướng trục Bắc quay cùng chiều kim đồng hồ.

*) **Lúc 19h:**

STT	Tầng độ sâu	Vận tốc cực đại (cm/s)	Vận tốc trung bình (cm/s)	Hướng dòng chảy đạt cực đại (0)
1	Bề mặt	23,6	8,0	231
2	Giữa	22,1	7,4	231
3	Đáy	17,9	5,9	231
4	Trung bình	21,4	7,2	231

*) Lúc 24h:

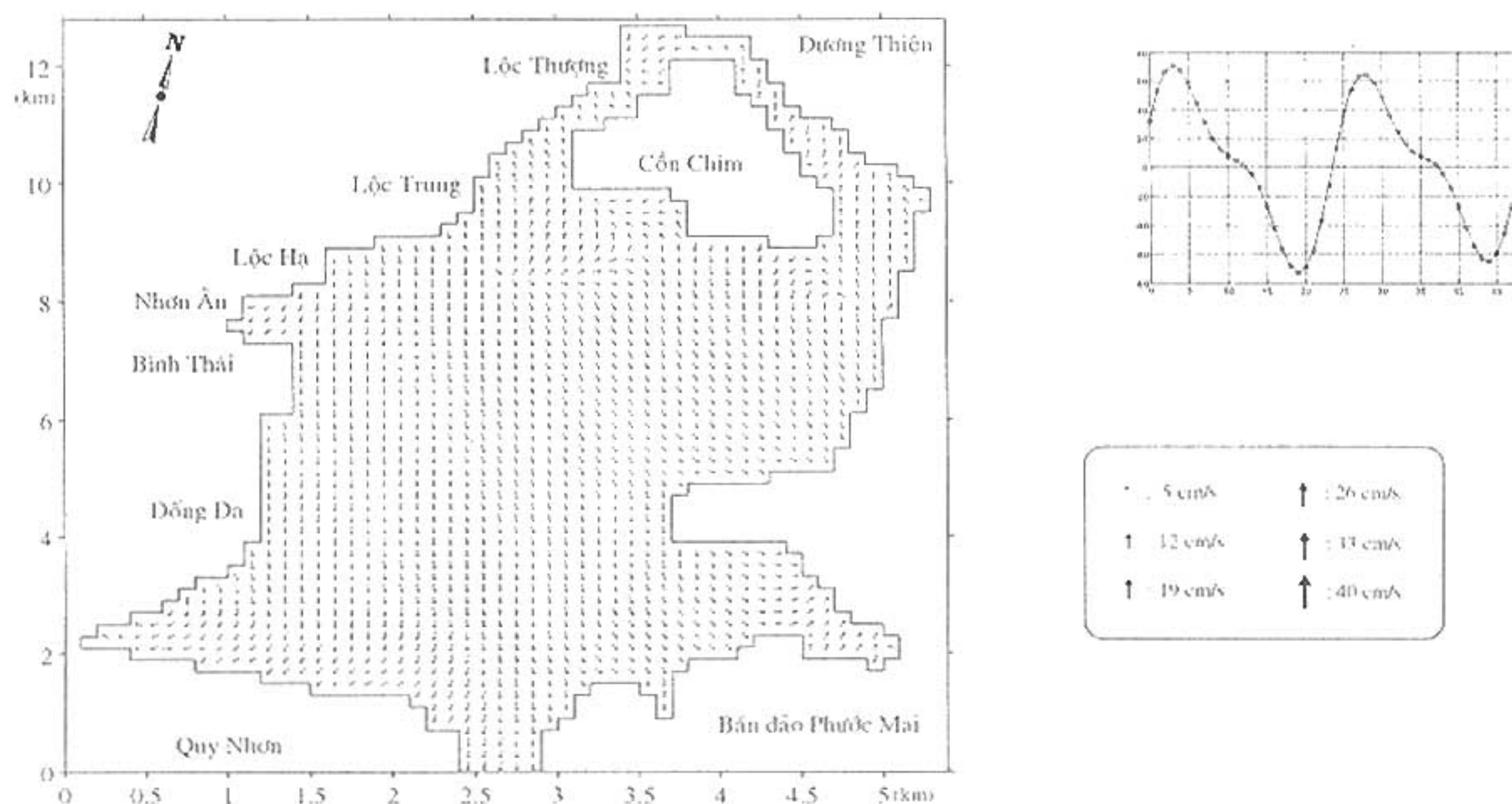
STT	Tầng độ sâu	Vận tốc cực đại (cm/s)	Vận tốc trung bình (cm/s)	Hướng dòng chảy đạt cực đại (°)
1	Bề mặt	30,5	7,7	79
2	Giữa	29,1	7,1	80
3	Đáy	25,2	5,6	81
4	Trung bình	28,5	6,9	80

*) Lúc 28h:

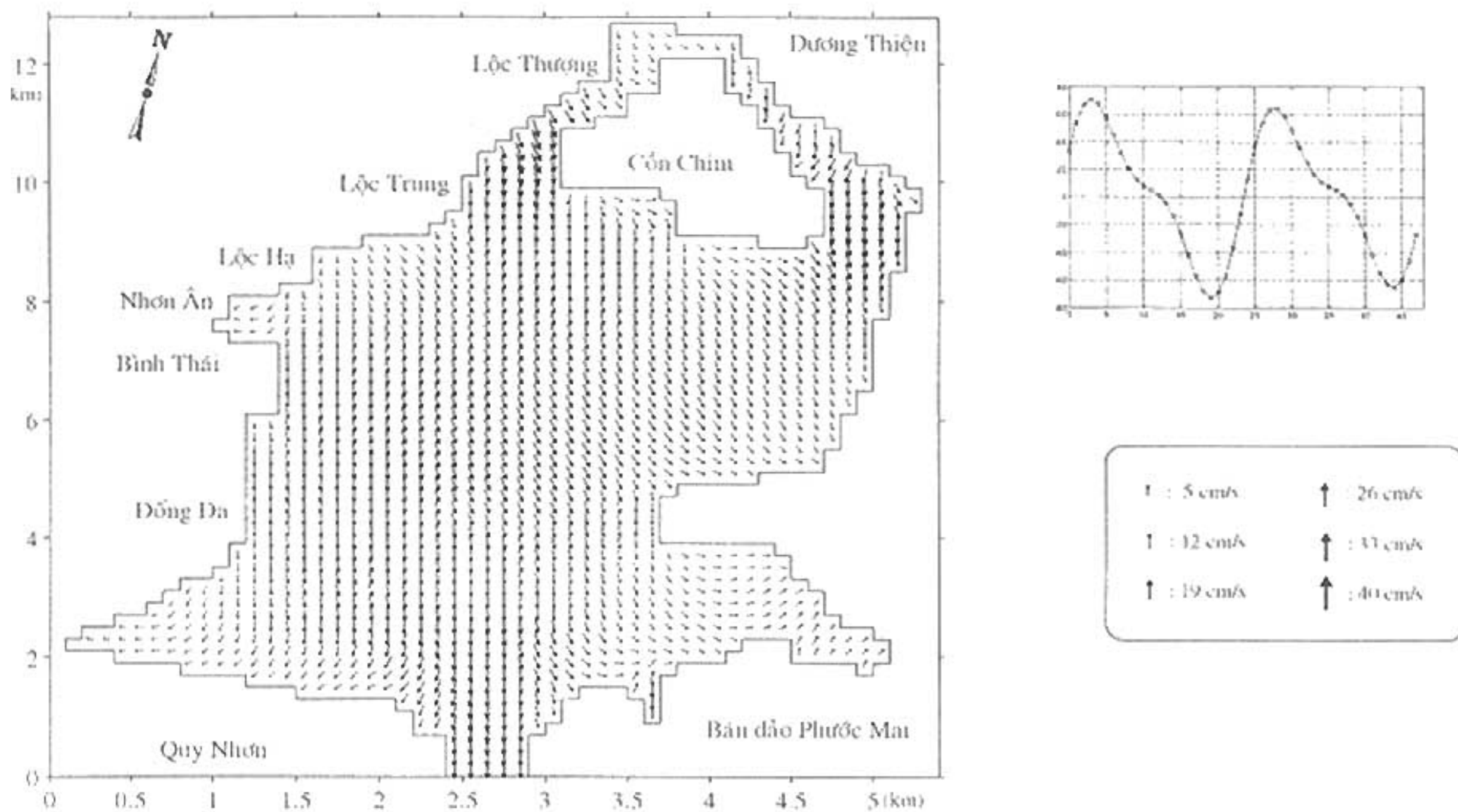
STT	Tầng độ sâu	Vận tốc cực đại (cm/s)	Vận tốc trung bình (cm/s)	Hướng dòng chảy đạt cực đại (°)
1	Bề mặt	26,7	7,1	57
2	Giữa	24,9	6,5	58
3	Đáy	20,2	5,1	58
4	Trung bình	24,2	6,3	58

*) Lúc 37h:

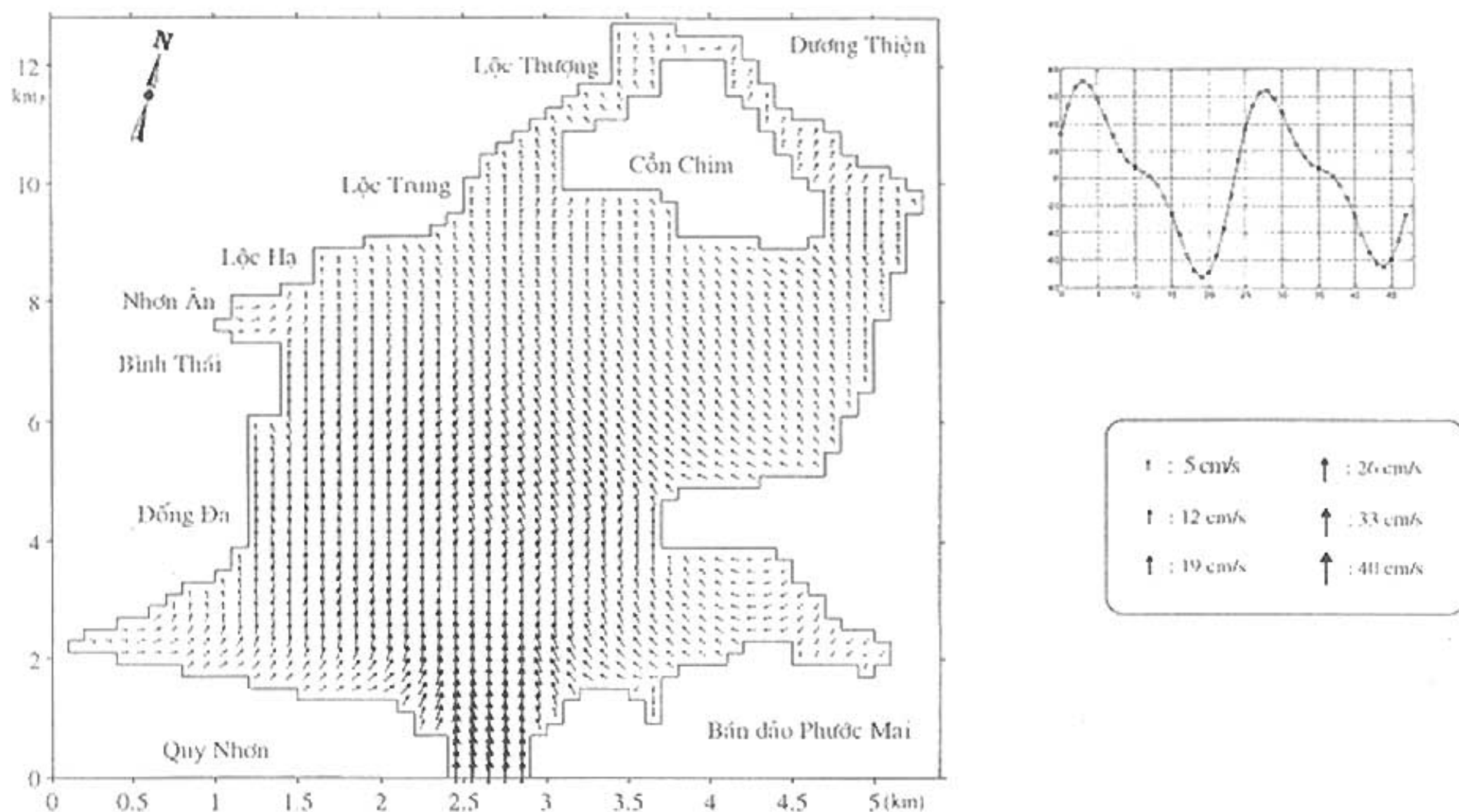
STT	Tầng độ sâu	Vận tốc cực đại (cm/s)	Vận tốc trung bình (cm/s)	Hướng dòng chảy đạt cực đại (°)
1	Bề mặt	5,4	1,1	259
2	Giữa	5,3	1,1	260
3	Đáy	4,7	1,0	261
4	Trung bình	5,2	1,1	260



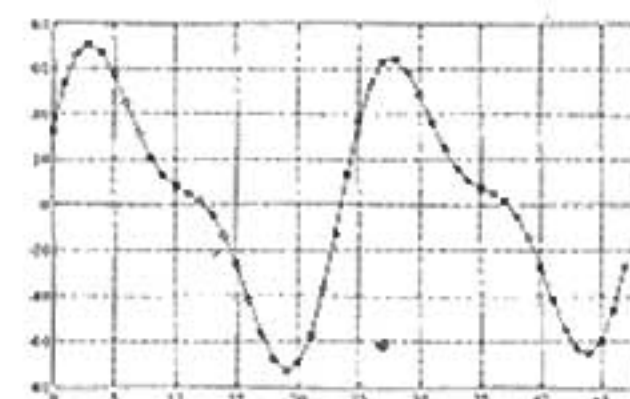
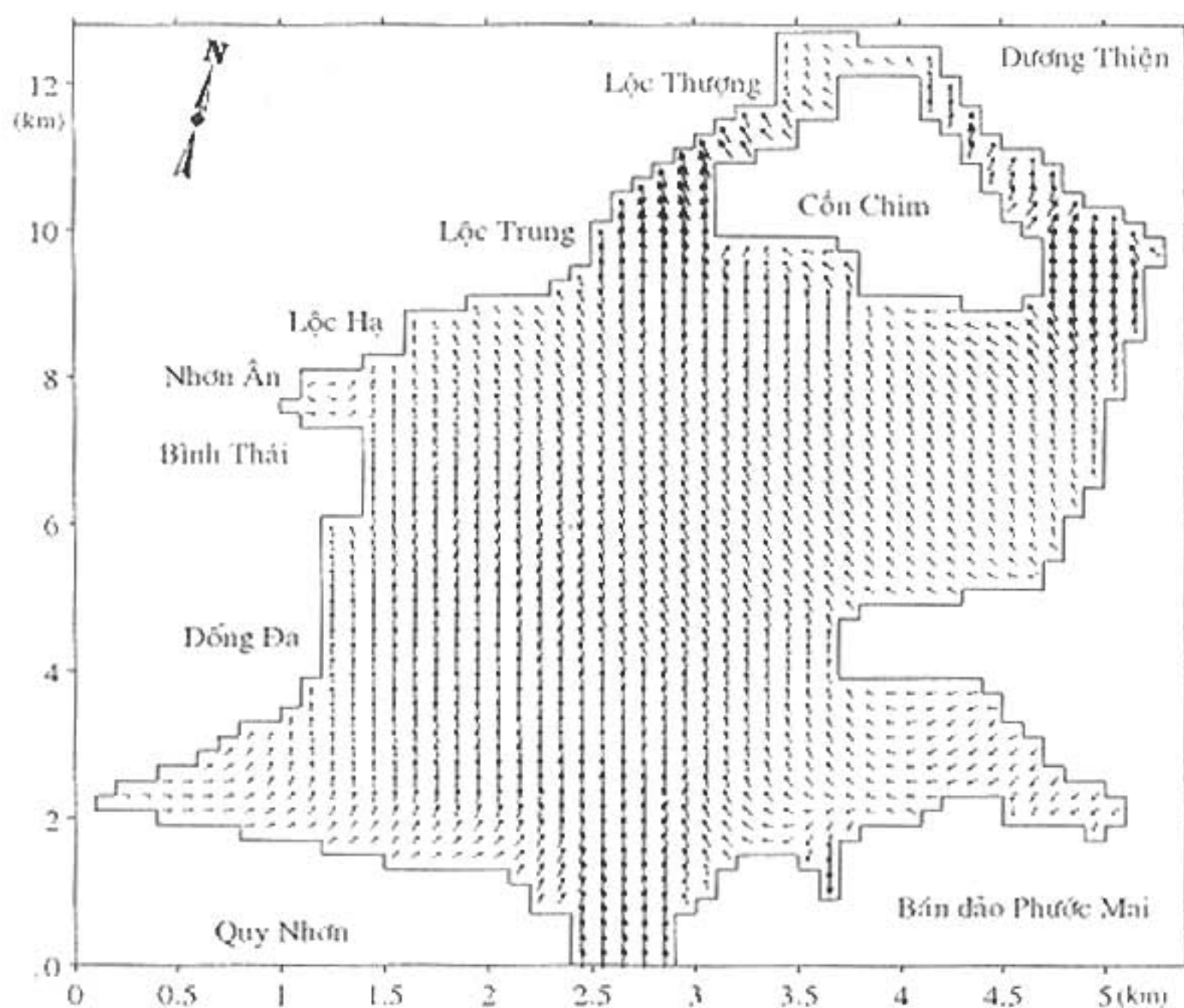
Hình 4: Trường phân bố véc tơ dòng triều trung bình theo độ sâu ở thời điểm 12h (thể hiện trên dao động mực nước)



Hình 5: Trường phân bố véc tơ dòng triều trung bình theo độ sâu ở thời điểm 19h (thể hiện trên dao động mực nước)

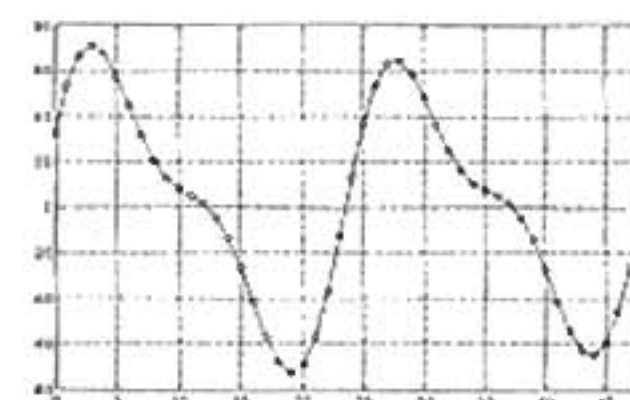
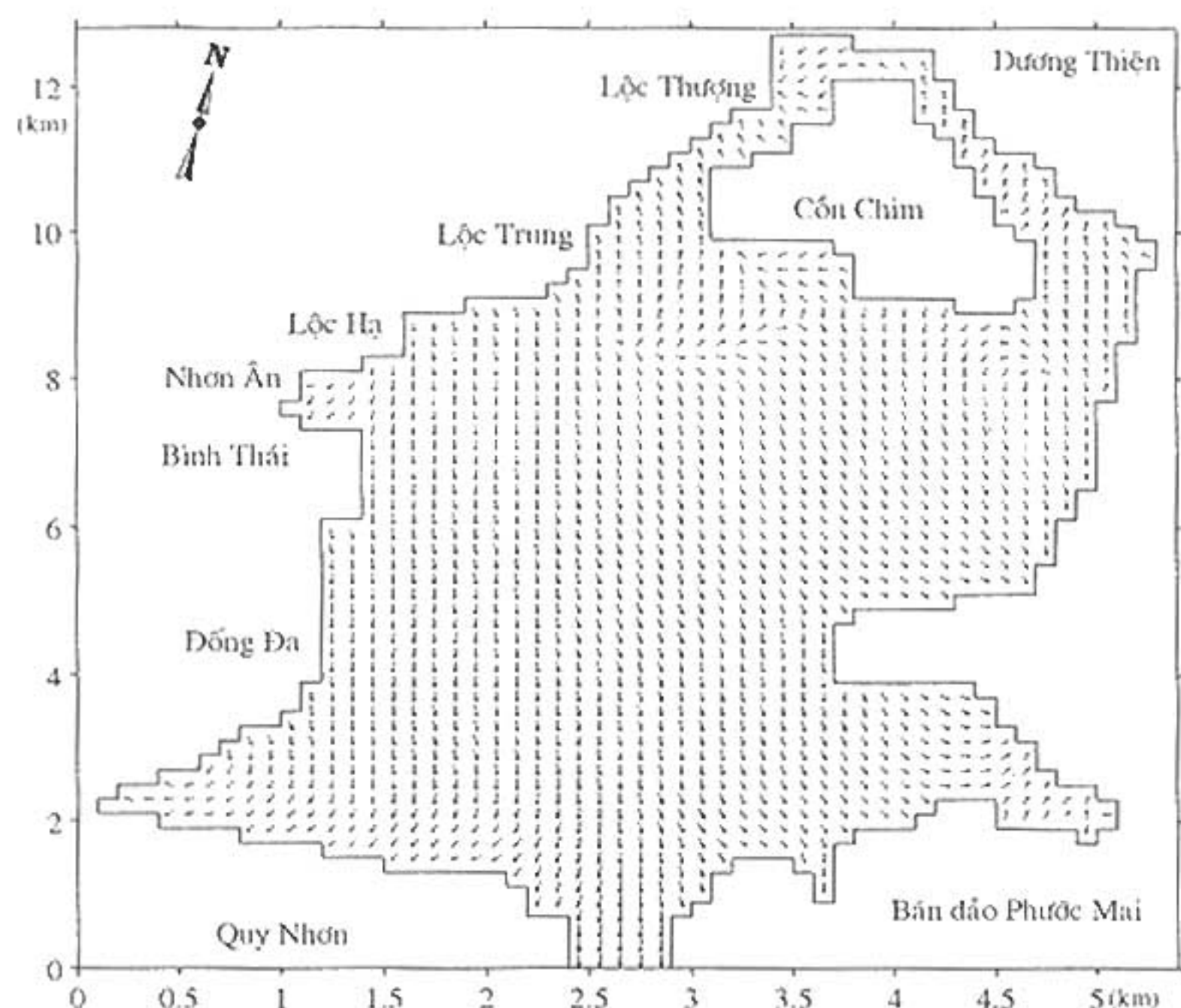


Hình 6: Trường phân bố véc tơ dòng triều trung bình theo độ sâu ở thời điểm 24h (thể hiện trên dao động mực nước)



$\uparrow$: 5 cm/s	$\uparrow$: 26 cm/s
$\uparrow$: 12 cm/s	$\uparrow$: 33 cm/s
$\uparrow$: 19 cm/s	$\uparrow$: 40 cm/s

Hình 7: Trường phân bố véc tơ dòng triều trung bình theo độ sâu ở thời điểm 28h (thể hiện trên dao động mực nước)



$\uparrow$: 5 cm/s	$\uparrow$: 26 cm/s
$\uparrow$: 12 cm/s	$\uparrow$: 33 cm/s
$\uparrow$: 19 cm/s	$\uparrow$: 40 cm/s

Hình 8: Trường phân bố véc tơ dòng triều trung bình theo độ sâu ở thời điểm 37h (thể hiện trên dao động mực nước)

IV. MỘT SỐ NHẬN XÉT VÀ THẢO LUẬN

Việc tính toán dòng triều biến đổi theo độ sâu tại các thủy vực nông, tương đối kín như khu vực đầm Thị Nại là một trong những nghiên cứu tương đối mới ở nước ta, chưa có nhiều công trình tương tự.

Từ kết quả tính trong bài này, chúng ta có thể đưa ra vài nhận xét như sau:

- Khi thủy triều xuống gần mực nước trung bình, tốc độ dòng triều là rất nhỏ.
- Tốc độ dòng triều trong giai đoạn triều lên thường lớn hơn giai đoạn triều xuống.
- Tốc độ dòng triều khi xuống chân triều có giá trị cực đại nhỏ hơn khi đạt tới đỉnh triều, nhưng trung bình trong toàn vùng tính lại có xu thế ngược lại.

Các kết quả tính toán trong mô hình ba chiều tuyến tính cho thủy triều vùng đầm có độ sâu không lớn cho thấy có sự biến động tương đối rõ của dòng triều theo độ sâu và theo không gian. Các kết quả tính toán này có thể áp dụng cho việc tính toán cân bằng nước, trao đổi vật liệu tại các thủy vực nửa kín.

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, XI: 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, 3 (1): 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, XIII: 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, 4(3): 43-53.
6. **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): 14-24.
7. **Borthwick A. G. L., S. Cruz León and Józsa, 2001.** The shallow flow equations solved on adaptive quadtree grids. International Journal for Numerical Methods in Fluids, 37: 691-719.

8. **Caviglia F. J. and W. C. Dragani, 1996.** An improved 2-D finite – difference circulation model tide – and wind – induced flows. *Computers & Geosciences*, 22 (10): 1083-1096.
9. **Durran D. R., 1999.** Numerical Methods for Wave Equations in Geophysical Fluid Dynamics. Texts in Applied Mathematics 32, Springer, 465pp.
10. **Kowalik Z., T. S. Musrty, 1993.** Numerical modeling of ocean dynamics. "Advanced Series on Ocean Engineering - Volume 5, World Scientific, 481pp.
11. **Kraus E. B., J. A. Businger, 1994.** Atmosphere-Ocean Interaction (Second Edition). Oxford University Press New York, Clarendon Press Oxford, pp. 362.
12. **Nihoul J. C. J. (Editor), 1975.** Modelling of Marine Systems. Elsevier Oceanography Series, 10, 272pp.
13. **Vreugdenhil C. B., 1994.** Numerical Methods for Shallow-Water Flow. Kluwer Academic Publishers, 261pp.

CALCULATED RESULTS OF TIDAL CURRENT SIMULATED BY A LINEAR 3D (THREE - DIMENSION) MODEL IN THINAI LAGOON (QUY NHON)

BUI HONG LONG, TRAN VAN CHUNG

Summary: Calculation of hydro-dynamical elements including tidal current is playing very important role for planning, management and sustainable development in Thi Nai lagoon. This paper presents the tidal current system simulated by a linear 3D (three-dimension) model.

Calculated results indicate not only spatial distribution characters but also the vertical variation of tidal current in the lagoon as follow:

- During the ebb tide nearby the average sea level, the tidal current intensity is very low.
- Intensity of tidal current during the flood time is usually stronger than that during the neap time.
- The maximum tidal current at the moment of tidal trough is weaker than that at the moment of tidal crest, but the average tidal current has opposite trend in all water bodies of this lagoon, for example: on the surface, at the moment of tidal trough maximal tidal current reaches to 23.7cm/s and at the moment of tidal crest maximal tidal current reaches to 26.7cm/s, but average tidal current at the moment of tidal trough is stronger than that at the moment of tidal crest and correlative current velocities are 8.0cm/s and 7.1cm/s.

Ngày nhận bài: 08 - 6 - 2005
 Người nhận xét: - TS. Nguyễn Bá Xuân
 - TS. Lã Văn Bài

Địa chỉ: Viện Hải dương học