

ĐẶC ĐIỂM TRAO ĐỔI NƯỚC TẠI CỬA CUNG HẦU – CỔ CHIÊN (SÔNG TIỀN) TRONG THỜI KỲ MÙA KHÔ

Lê Đình Mậu

Viện Hải dương học (Nha Trang)

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả tính toán các đặc trưng trao đổi nước tại hai mặt cắt cửa sông Cung Hầu và Cổ Chiên (sông Tiền) trong thời kỳ mùa khô (từ 26/2 đến 1/3/1997). Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng sự trao đổi nước trong một chu kỳ triều tại cửa Cung Hầu và Cổ Chiên là tương đối lớn, phức tạp, trong đó dòng triều chiếm ưu thế. “Nêm mặn” phát triển mạnh tại lạch phía bắc của Cung Hầu và lạch phía nam của Cổ Chiên khi thủy triều bắt đầu lên. Dao động lớn nhất diện tích mặt cắt tại Cung Hầu là 42%, Cổ Chiên là 31%. Lưu lượng trung bình chảy vào tại Cung Hầu là 3.713 m³/s, Cổ Chiên là 5.624 m³/s. Lưu lượng trung bình chảy ra tại Cung Hầu là 4.817 m³/s, Cổ Chiên là 5.837 m³/s. Lưu lượng trung bình dòng nước sông tại Cung Hầu là 547 m³/s, Cổ Chiên là 456 m³/s (tương ứng bằng 11% và 8% lưu lượng trung bình dòng chảy ra). Kết quả nghiên cứu bước đầu góp phần làm rõ các đặc trưng tương tác biển-sông tại các vùng cửa sông có ảnh hưởng triều, là cơ sở khoa học cho các nhà hoạch định chính sách.

WATER EXCHANGE FEATURES AT CUNGHOU-COCHIEN ESTUARIES (TIEN RIVER) DURING DRY SEASON

Le Dinh Mau

Institute of Oceanography (Nha Trang)

ABSTRACT

This paper presents the calculated results of water exchange features at Cungchau and Cochien estuaries (Tien River) during dry season (from 26th February to 1st March, 1997). The studied results show that the water exchange features within a tidal cycle were characterized by relatively large magnitude, complicated manner and flow patterns were dominated by tidal currents. Salt-wedges were strongly developed at northern channel of Cungchau and southern channel of Cochien at early stage of flood tide. Maximum variation in cross-section area was 42% and 31% at Cungchau and Cochien, respectively. Average flood tidal discharge was 3,713 m³/s at Cungchau and 5,624 m³/s at Cochien. Average ebb tidal discharge at Cungchau was 4,817 m³/s, Cochien was 5,837 m³/s. Average river discharges at Cungchau and Cochien were 547 m³/s and 456 m³/s, respectively (about 11% and 8% of ebb tidal discharge, respectively). The studied results provide a better understanding on the interaction processes between ocean and river in estuarine area and a scientific basis for decision making process.

I. MỞ ĐẦU

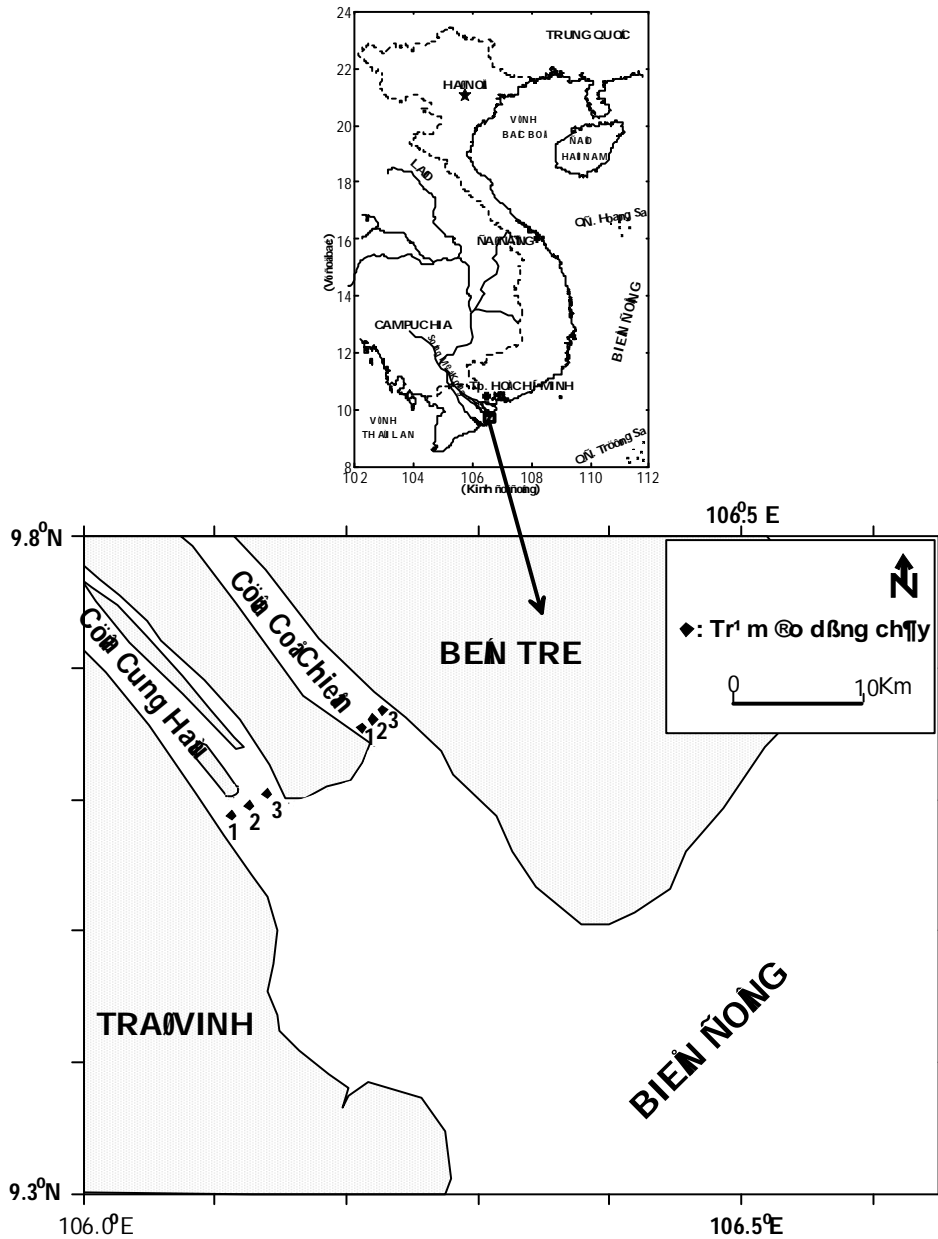
Nghiên cứu các quá trình vận chuyển trầm tích từ sông ra biển nói chung, các quá trình hoàn lưu, vận chuyển, lắng đọng trầm tích tại các vùng cửa sông ven biển nói riêng đã được sự quan tâm nghiên cứu của các nhà khoa học trên thế giới (Edelvang và cộng sự, 2002; Kitheka và cộng sự, 2005; Lindsay và cộng sự, 1996; Mackay and Schumann, 1990; Milliman and Meade, 1983). Các mô hình và qui phạm tính toán các quá trình trên đã được xây dựng tại nhiều Trung tâm Thủy lực và các Viện Hải dương học trên thế giới, đặc biệt là ở Trung tâm Thủy lực Hà Lan (Delft Hydraulics), Viện Thủy lực Đan Mạch (Danish Hydraulic Institute - DHI), Trung tâm nghiên cứu công nghệ ven bờ thuộc quân đội Mỹ (Coastal Engineering Research Center - CERC).

Trong những năm gần đây việc nghiên cứu, tính toán các đặc trưng tương tác biển-sông từ các yếu tố như hoàn lưu nước, vận chuyển phù sa, xâm nhập mặn... tại các vùng cửa sông ven biển của Việt Nam đã được một số tác giả tiến hành thông qua các dự án quốc tế hoặc các chương trình khoa học cấp quốc gia. Van Maren và Hoekstra (2004) đã nghiên cứu sự biến đổi theo mùa của các quá trình thủy động lực và vận chuyển phù sa tại cửa Ba Lạt (sông Hồng). Nguyễn Tiến Lâm và cộng sự (2003) đã tiến hành mô hình hóa các quá trình thủy động lực tại phá Tam Giang – Cầu Hai (sông Hương). Nguyễn Hữu Nhân (1995) đã xây dựng phần mềm dự báo sự biến đổi mực nước do thủy triều và gió gây ra tại các vùng cửa sông của hệ thống sông Mê Kông cho thời kỳ mùa khô. Nguyễn Mạnh Hùng và Nguyễn Thanh Cơ (1998) tiến hành tính toán sự vận chuyển bồi tích dưới tác động tổng hợp của sóng và dòng chảy tại cửa Định An (sông Mê Kông). Wolanski và cộng sự (1996, 1998) đã nghiên cứu các quá trình thủy động lực

và vận chuyển phù sa tại cửa Định An trên cơ sở số liệu đo đạc về dòng chảy và phù sa cho thời kỳ mùa khô và mùa mưa. Nguyễn Kim Vinh và Vũ Tuấn Anh (1999) đã tiến hành nghiên cứu đặc điểm tương tác động lực sông-biển vùng cửa sông Tiền. Lê Phước Trình (2001) trên cơ sở số liệu đo đạc hàm lượng phù sa tại cửa sông Tiền đã đề xuất phương pháp thông số hóa những biến động điều hòa theo chu kỳ triều dòng vật chất lơ lửng trao đổi qua cửa sông có triều.

Sông Mê Kông bắt nguồn từ cao nguyên Tây Tạng chảy qua các địa phận của Trung Quốc, Myanmar, Lào, Thái Lan, Campuchia và Việt Nam rồi đổ ra Biển Đông tại các cửa như Định An, Cung Hầu, Cổ Chiên,... là con sông dài thứ 3 ở Châu Á với tổng chiều dài gần 4.200 km (phần chảy qua Việt Nam có độ dài gần 200 km), diện tích lưu vực xấp xỉ 790 nghìn km². Tại Phnôm Pênh lưu lượng cực đại là 39.000 m³/s (tháng 10), cực tiểu là 1.700 m³/s (tháng 5), lưu lượng trung bình là 11.000 m³/s (Milliman và Meade, 1983; Wolanski và cộng sự, 1998). Thủy triều tại các vùng cửa sông chủ yếu là chế độ bán nhật triều không đều với độ lớn trung bình $\approx 2,6$ m (Nguyễn Ngọc Thụy, 1988).

Bài báo này là một phần nội dung nghiên cứu của đề tài khoa học cấp Trung tâm Khoa học tự nhiên và Công nghệ quốc gia (1996-1997): Nghiên cứu những đặc trưng tương tác biển - sông vùng cửa sông Tiền (Cung Hầu - Cổ Chiên) do TSKH. Lê Phước Trình, Viện Hải dương học chủ trì (Lê Phước Trình, 1997). Đây là một trong những cửa sông chính của hệ thống sông Mê Kông. Các đặc trưng trao đổi nước đã được tính toán trên cơ sở số liệu đo đạc tốc độ dòng chảy tại các thủy trực trên 2 mặt cắt Cung Hầu và Cổ Chiên trong thời kỳ mùa khô từ 26/2 đến 1/3/1997. Vị trí, đặc điểm khu vực nghiên cứu được thể hiện trên hình 1.



Hình 1: Vị trí và đặc điểm khu vực nghiên cứu
Figure 1: Location and features of studied area

II. PHƯƠNG PHÁP VÀ TÀI LIỆU

1. Phương pháp tính toán:

Theo Kitheka và cộng sự (2005); Phan Đình Lợi và Nguyễn Năng Minh (1985); Tổng cục KTTV (1978), tính toán

các đặc trưng dòng chảy và lưu lượng nước tại vùng cửa sông có ảnh hưởng triều được tiến hành như sau:

- Tốc độ trung bình thủy trực \bar{V}_i (m/s) trong trường hợp dòng chảy được đo trên ba tầng được tính bằng công thức sau:

$$\bar{V}_i = \frac{1}{4} (V_{0.2} + 2 V_{0.6} + V_{0.8}) \quad (1)$$

Ở đây: $V_{0.2}, V_{0.6}, V_{0.8}$ = tốc độ dòng chảy tại các tầng 0.2H, 0.6H, 0.8H.

H = độ sâu thủy trực (m)

- Lưu lượng tức thời mặt cắt Q_{mc} (m^3/s) được tính bằng phương pháp tích phân:

$$Q_{mc} = \int_s V dS \quad (2)$$

- Trong thực tế ta dùng công thức gần đúng sau:

$$Q_{mc} = \sum_{i=1}^n S_i \bar{V}_i \quad (3)$$

Trong đó:

S_i = diện tích bộ phận thứ i giới hạn bởi 2 thủy trực đo tốc độ dòng chảy hoặc thủy trực và bờ (m^2). Ở đây $i=1$ và $i=n$ là 2 bộ phận diện tích giáp bờ.

\bar{V}_i = tốc độ dòng chảy trung bình của bộ phận thứ i (m/s), lấy gần đúng bằng trung bình số học của tốc độ trung bình thủy trực tại hai đầu.

- Diện tích các bộ phận (S_i) và diện tích toàn mặt cắt (S_{mc}) được tính tại từng thời điểm ứng với mực nước tương ứng. Triển khai công thức (3) ta có:

$$Q_{mc} = K_1 V_1 S_1 + K_2 \frac{V_1 + V_2}{2} S_2 + \dots + K_{n-1} \frac{V_{n-1} + V_n}{2} S_{n-1} + K_n V_n S_n \quad (4)$$

Ở đây:

K_i = hệ số ma sát của các bộ phận diện tích tính lưu lượng.

S_i = diện tích các bộ phận.

- Lưu lượng đơn vị q_i (m^2/s) được tính theo công thức:

$$q_i = V_i H_i \quad (5)$$

Ở đây: H_i = độ sâu thủy trực (i)

- Tốc độ dòng chảy trung bình mặt cắt V_{mc} (m/s) được tính như sau:

$$V_{mc} = \frac{Q_{mc}}{S_{mc}} \quad (6)$$

- Độ sâu trung bình mặt cắt H_{mc} (m) được xác định như sau:

$$H_{mc} = \frac{S_{mc}}{B_{mc}} \quad (7)$$

Ở đây: B_{mc} = bề rộng mặt cắt (m)

Từ các số đo lưu lượng tức thời của mặt cắt ta có đường biểu diễn biến trình lưu lượng, từ đó xác định thời gian chuyển dòng triều. Nếu thời điểm đo lưu lượng không trùng vào thời điểm nước đứng ($V=0$) thì xác định bằng các công thức nội suy sau:

- Thời điểm chuyển dòng triều chảy vào t_{cx} (giờ, phút):

$$t_{cx} = t_L + \Delta t = t_L + \frac{t_x + t_l}{|Q_L| + Q_x} |Q_L| \quad (8)$$

- Thời điểm chuyển dòng triều chảy ra t_{cl} (giờ, phút):

$$t_{cl} = t_x + \Delta t = t_x + \frac{t_l - t_x}{Q_x + |Q_L|} Q_x \quad (9)$$

Ở đây:

Δt = khoảng thời gian từ lúc xuất hiện lưu lượng triều chảy vào (Q_L) hoặc chảy ra (Q_x) đến thời điểm nước đứng (phút).

t_L = thời điểm xuất hiện lưu lượng triều chảy vào (Q_L) kề trước (hoặc sau) nước đứng (phút).

t_x = thời điểm xuất hiện lưu lượng triều chảy ra (Q_x) kề trước (hoặc sau) khi nước đứng.

- Lượng triều là lượng nước chuyển qua mặt cắt trong khoảng thời gian giữa 2 lần chuyển hướng dòng triều kề nhau. Nếu trong khoảng thời gian đó thuộc kỳ triều chảy vào gọi là lượng nước chảy vào W_L (m^3), nếu thuộc kỳ triều chảy ra gọi là lượng nước chảy ra W_x (m^3). Lượng triều được tính như sau:

$$W = \frac{Q_1 + Q_2}{2} (t_2 - t_1) + \frac{Q_2 + Q_3}{2} (t_3 - t_2) + \dots + \frac{Q_{n-1} + Q_n}{2} (t_n - t_{n-1}) \quad (10)$$

Ở đây:

Q_i ($i=1, \dots, n$) = lưu lượng nước tại các thời điểm t_i trong cùng chu kỳ triều.

- Lượng nước sông W_S (m^3):

$$W_S = W_X - W_L \quad (11)$$

- Lưu lượng trung bình dòng nước chảy vào \overline{Q}_L (m^3/s):

$$\overline{Q}_L = \frac{W_L}{\Delta T_L} \quad (12)$$

- Lưu lượng trung bình dòng nước chảy ra \overline{Q}_X (m^3/s):

$$\overline{Q}_X = \frac{W_X}{\Delta T_X} \quad (13)$$

- Lưu lượng bình quân dòng nước sông \overline{Q}_S (m^3/s):

$$\overline{Q}_S = \frac{W_S}{T} \quad (14)$$

Trong đó:

$\Delta T_X, \Delta T_L$ = lượng thời gian chảy ra và vào: $T = \Delta T_L + \Delta T_X$.

2. Điều kiện khí tượng-thủy văn và phương pháp khảo sát, đo đạc:

Đợt khảo sát được tiến hành từ 26/2 đến 1/3/1997 (mùa khô), trong suốt đợt khảo sát gió tương đối mạnh và ổn định,

tốc độ gió lớn nhất trung bình $\approx 7-8$ m/s, hướng trung bình 100° , trong khi đó hướng trục dòng sông của Cung Hầu và Cổ Chiên $\approx 140^\circ$. Do vậy trường gió này gây ra hiệu ứng nước dâng trong thời gian khảo sát. Điều kiện thời tiết trên có ảnh hưởng đến lượng nước lên - xuống và thời gian dâng - rút triều. Dao động mực nước lớn nhất là 2,32 m.

Tốc độ dòng chảy trên mỗi mặt cắt được đo trên 3 thủy trực, với khoảng đo 2 tiếng một lần, trong 1 ngày đêm bằng thuyền di động (thuyền được thả neo trong thời gian đo đạc tại các thủy trực). Tốc độ và hướng của dòng chảy được đo tại 3 tầng 0.2H, 0.6H, 0.8H bằng máy đo dòng chảy - BMM. Đặc điểm các mặt cắt, vị trí các thủy trực thể hiện trên các hình 1, 2a và 2b. Các số liệu đo sâu và mực nước đều qui về số "0" mốc Quốc gia Vàm Lầu.

Hệ số K_i tại công thức (4) được xác định bằng phương pháp kinh nghiệm căn cứ vào điều kiện địa hình và phân bố dòng chảy. Theo các tác giả Phan Đình Lợi và Nguyễn Năng Minh (1985); Tổng cục KTTV (1978), các hình 2a, 2b và thực tế khảo sát hiện trường ta có giá trị hệ số K_i tại các mặt cắt như sau:

Bảng 1: Hệ số K_i tại các mặt cắt tính lưu lượng
Table 1: Coefficients (K_i) at different horizontal sections

Mặt cắt	K_1	K_2	K_3	K_4
Cung Hầu	0,7	0,9	1	0,8
Cổ Chiên	0,9	1	1	0,8

K_1 = hệ số thuộc bộ phận giáp bờ phía nam.

K_4 = hệ số thuộc bộ phận giáp bờ phía bắc.

Tại Cung Hầu $K_1 = 0,7$ vì ở đây độ sâu cạn có nhiều bãi được và dây trà đánh cá.

III. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

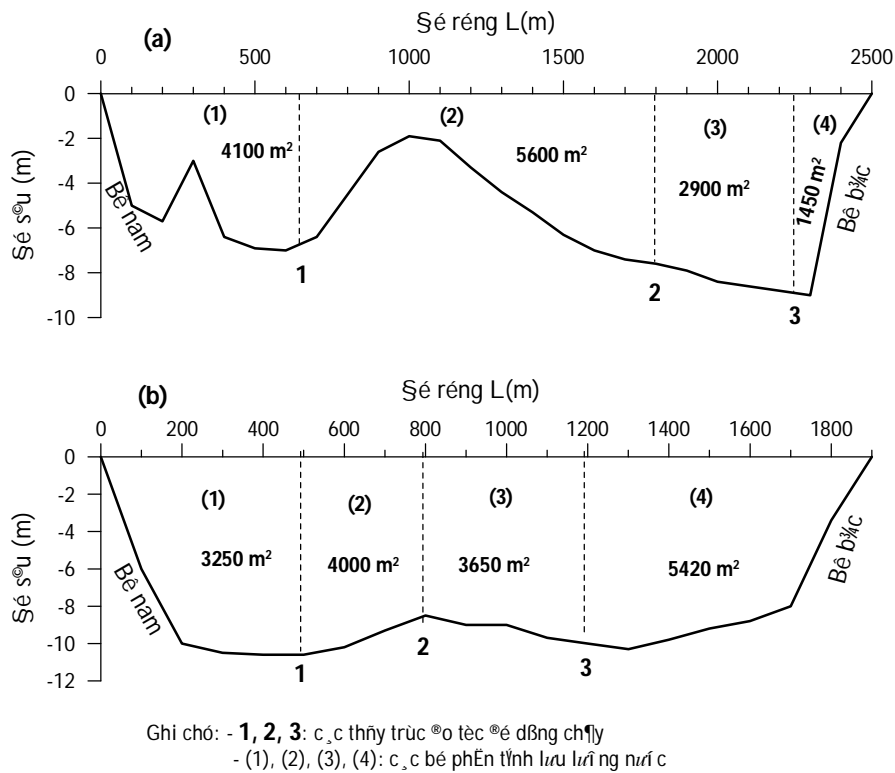
1. Đặc điểm thiết diện các mặt cắt:

Thiết diện ngang tại Cung Hầu và Cổ Chiên được thể hiện tại các hình 2a và 2b.

- Mặt cắt Cung Hầu có 2 lạch sâu giáp 2 bờ, ở giữa là doi đất ngầm, do vậy lưu lượng nước chủ yếu tập trung ở 2 lạch nhất là lạch phía bờ bắc. Diện tích mặt cắt trung bình là 14.354 m², độ sâu trung bình là 5,9 m, dao động diện tích

lớn nhất là 4.899 m² tương ứng ≈ 42% diện tích mặt cắt lúc nhỏ nhất (Bảng 3), như vậy biến thiên lưu lượng mặt cắt là rất đáng kể.

- Mặt cắt Cổ Chiên có thiết diện gần như hình lòng chảo, tuy nhiên lạch chính nằm dọc 2 bên bờ (Thủy trực 1 và 3), diện tích mặt cắt trung bình là 16.777 m², độ sâu trung bình là 8,8 m, dao động diện tích có trị số lớn nhất là 4.408 m² tương ứng ≈ 31% diện tích mặt cắt lúc nhỏ nhất (Bảng 4).



Hình 2: Thiết diện mặt cắt Cung Hầu (a), Cổ Chiên (b) tháng 2/1997 (ứng với mực “0” trạm Vàm Lầu)

Figure 2: Horizontal section at Cunghau (a), Cochien (b) in February 1997 (corresponding to “0” level at Vamlau Station)

2. Phân bố tốc độ dòng chảy tại các mặt cắt:

Phân bố tốc độ dòng chảy tại các thủy trực trên 2 mặt cắt tại các thời điểm

đặc trưng: pha triều bắt đầu chảy vào, pha triều chảy vào mạnh, pha triều bắt đầu chảy ra và pha triều chảy ra mạnh được thể hiện trên bảng 2.

Bảng 2: Phân bố tốc độ dòng chảy tại các thủy trực
Table 2: Distribution of current velocity at different stations

Thời điểm	Tầng đo (H)	Cung Hầu			Cổ Chiên		
		Thủy trực 1 (m/s)	Thủy trực 2 (m/s)	Thủy trực 3 (m/s)	Thủy trực 1 (m/s)	Thủy trực 2 (m/s)	Thủy trực 3 (m/s)
Pha triều bắt đầu chảy vào	0,2H	-0,60	-0,10	0,05	0,05	-0,15	0,35
	0,6H	-0,50	-0,20	0,05	-0,10	-0,30	0,20
	0,8H	-0,45	-0,25	-0,38	-0,20	-0,35	0,15
Pha triều chảy vào mạnh	0,2H	-0,55	-0,45	-0,50	-0,45	-0,75	-0,50
	0,6H	-0,45	-0,50	-0,55	-0,50	-0,50	-0,80
	0,8H	-0,45	-0,35	-0,58	-0,60	-0,60	-0,60
Pha triều bắt đầu chảy ra	0,2H	0,75	0,45	0,50	0,17	0,30	-0,15
	0,6H	0,50	0,30	0,65	0,20	0,10	-0,13
	0,8H	0,50	0,20	0,50	0,20	0,12	-0,15
Pha triều chảy ra mạnh	0,2H	0,80	0,50	1,08	1,30	0,85	1,05
	0,6H	0,80	1,25	1,10	0,50	0,65	0,60
	0,8H	0,80	0,40	1,10	0,45	0,60	0,55

Ghi chú: H: độ sâu thủy trực; (-): chảy vào; (+): chảy ra

Phân tích bảng 2 có thể rút ra những nhận xét sau:

- Pha triều bắt đầu chảy vào: tại mặt cắt Cung Hầu trong khi mạn bờ phía nam (Thủy trực 1) nước biển chảy vào tương đối mạnh thì phía bờ bắc (Thủy trực 3) tầng mặt nước vẫn chảy ra, nhưng ở tầng 0.8H nước biển đã chảy vào mạnh hình thành “nêm mặn” khá rõ nét. Tại mặt cắt Cổ Chiên trong khi “nêm mặn” hình thành khá mạnh phía bờ nam (Thủy trực 1) thì phía bờ bắc (Thủy trực 3) nước sông vẫn chảy ra tương đối mạnh trên tất cả các tầng.

- Pha triều chảy vào mạnh: nhìn chung tốc độ dòng chảy tương đối đồng nhất trên tất cả các tầng tại cả 3 thủy trực ở cả 2 mặt cắt. Tuy nhiên tốc độ dòng chảy tại mặt cắt Cổ Chiên lớn hơn tốc độ dòng chảy tại mặt cắt Cung Hầu.

- Pha triều bắt đầu chảy ra: tốc độ dòng chảy tầng mặt lớn hơn tốc độ dòng chảy tầng đáy và lạch phía bờ bắc nước chảy ra muộn hơn so với lạch bên bờ phía nam.

- Pha triều chảy ra mạnh: tốc độ dòng chảy bên Cổ Chiên mạnh hơn bên Cung Hầu. Phân bố dòng chảy tại mặt cắt Cổ Chiên tương đối đồng nhất với xu thế tốc độ dòng chảy giảm dần từ trên mặt xuống đáy. Tại mặt cắt Cung Hầu tốc độ dòng chảy phân bố tương đối đồng nhất tại 2 lạch phía bờ bắc và bờ nam, tại thủy trực giữa sông (Thủy trực 2) tốc độ dòng chảy lớn nhất xuất hiện tại tầng giữa.

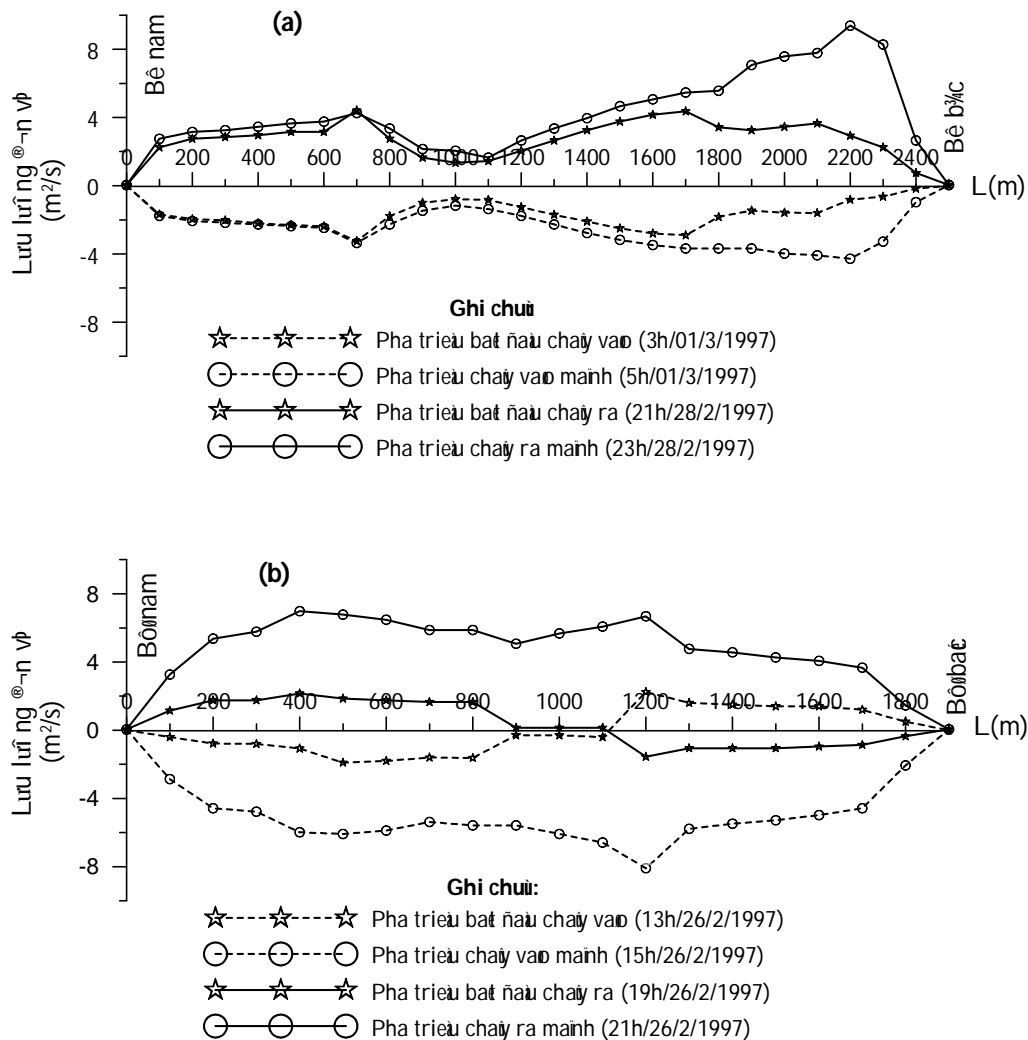
Tóm lại tại mặt cắt Cung Hầu lạch phía bờ bắc có tốc độ dòng chảy mạnh nhất, nước chảy vào muộn nhất và hình thành “nêm mặn” rõ nét nhất. Tại mặt cắt Cổ Chiên lạch phía bờ bắc nước chảy vào muộn nhất nhưng có tốc độ lớn nhất và nước chảy ra cũng muộn nhất, lạch phía bờ nam “nêm mặn” hình thành rõ nhất và nước chảy ra sớm nhất, mạnh nhất.

3. Phân bố lưu lượng đơn vị tại các mặt cắt:

Phân bố lưu lượng đơn vị dọc theo các mặt cắt thể hiện trên các hình 3a và 3b. Ta thấy tại mặt cắt Cổ Chiên phân bố

lưu lượng đơn vị tương đối đồng đều theo chiều ngang sông, khi nước chảy vào hoặc chảy ra lạch phía bờ bắc luôn chậm pha hơn lạch phía bờ nam, khi nước lên lưu lượng qua nửa sông phía bờ bắc chiếm ưu thế và ngược lại khi nước

xuống lưu lượng qua nửa sông phía bờ nam chiếm ưu thế. Tại mặt cắt Cung Hầu lạch phía bờ bắc sâu hơn phía nam nên lưu lượng nước chảy qua đó luôn luôn chiếm ưu thế.



Hình 3: Phân bố lưu lượng đơn vị tại mặt cắt Cung Hầu (a), Cổ Chiên (b)
Figure 3: Distribution of partial discharge at horizontal section Cung Hầu (a), Cochien (b)

4. Các đặc trưng mặt cắt:

Các đặc trưng mặt cắt tại Cung Hầu được thể hiện trên bảng 3, hình 4; tại Cổ Chiên được thể hiện trên bảng 4, hình 5.

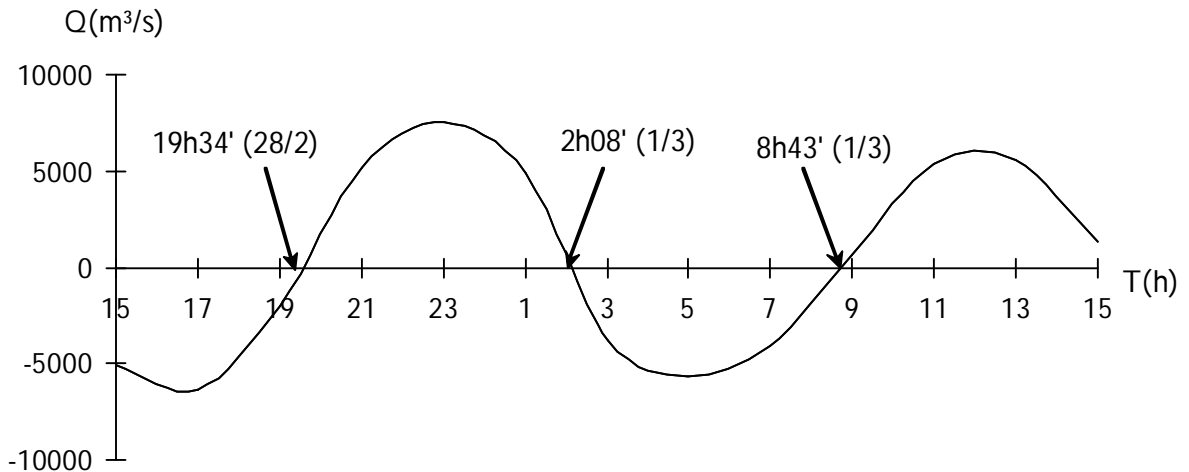
Nhìn chung đường biến trình lưu lượng nước tại 2 mặt cắt đều có dạng hình sin điều đó chứng tỏ sự trao đổi nước tại 2 mặt cắt chủ yếu là dòng triều

(bán nhật). Đường hình sin tại mặt cắt Cổ Chiên cân đối hơn đường hình sin tại mặt cắt Cung Hầu vì thành phần nước sông bên Cung Hầu lớn hơn bên phía Cổ Chiên. Tại Cổ Chiên thời gian nước chảy vào ngắn hơn thời gian nước chảy ra, tại Cung Hầu thời gian nước chảy vào xấp xỉ thời gian nước chảy ra.

Bảng 3: Các đặc trưng mặt cắt tại Cung Hầu
Table 3: Horizontal section features at Cungchau

Thời gian	Mức nước (cm)	Lưu lượng tức thời Q_{mc} (m^3/s)	Diện tích mặt cắt S_{mc} (m^2)	Vận tốc trung bình V_{mc} (m/s)	Vận tốc lớn nhất V_{max} (m/s)	Độ sâu trung bình H_{mc} (m)	Độ sâu lớn nhất H_{max} (m)
15h (28/2/97)	38	-5.104	14.972	-0,34	0,51	6,2	9,9
17h	106	-6.352	16.621	-0,38	-0,70	6,9	10,0
19h	97	-2.049	16.403	-0,12	-0,52	6,8	10,3
21h	15	5.188	14.415	0,36	0,88	5,9	9,6
23h	-63	7.543	12.523	0,60	1,17	5,2	8,8
1h (1/3/97)	-96	4.878	11.722	0,42	0,81	4,8	8,4
3h	-14	-3.763	13.711	-0,27	-0,61	5,7	9,1
5h	60	-5.714	15.505	-0,37	-0,56	6,4	10,0
7h	74	-4.102	15.845	-0,26	-0,70	6,5	10,2
9h	27	657	14.706	0,05	0,53	6,1	9,5
11h	-35	5.333	13.202	0,40	0,79	5,4	8,6
13h	-18	5.599	12.692	0,44	1,27	5,2	8,0
15h	10	1.293	14.292	0,09	0,88	5,9	8,6

Ghi chú: (-): chảy vào; (+): chảy ra; mực nước ứng với mực "0" trạm Vàm Lâu

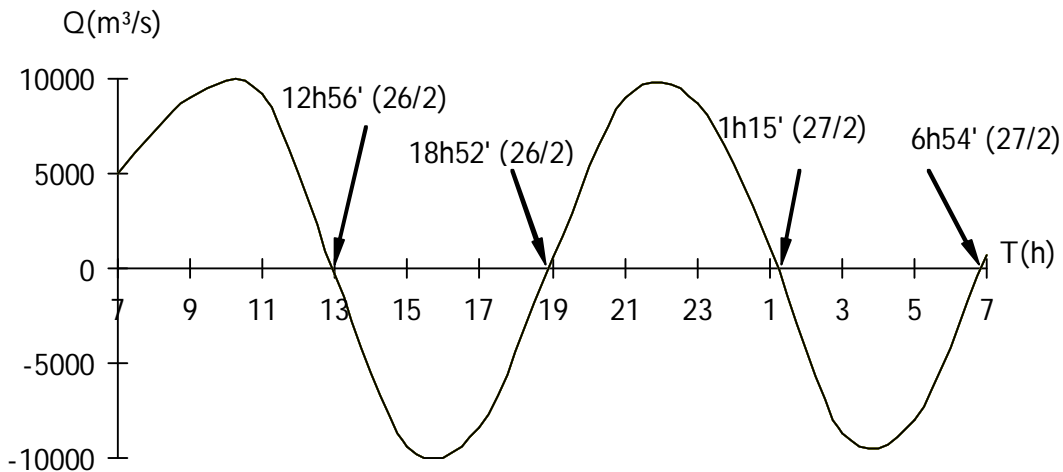


Hình 4: Biến trình lưu lượng tại mặt cắt Cung Hầu (15h/28/2-15h/1/3/1997)
Figure 4: Time series of river discharge at Cungchau horizontal section (15h/28/2-15h/1/3/1997)

Bảng 4: Các đặc trưng mặt cắt tại Cỏ Chiên
Table 4: Horizontal section features at Cochien

Thời gian	Mức nước (cm)	Lưu lượng tức thời Q_{mc} (m ³ /s)	Diện tích mặt cắt S_{mc} (m ²)	Vận tốc trung bình V_{mc} (m/s)	Vận tốc lớn nhất V_{max} (m/s)	Độ sâu trung bình H_{mc} (m)	Độ sâu lớn nhất H_{max} (m)
7h (26/2/97)	45	4.987	17,205	0,29	0,49	9,1	12,0
9h	-48	9.037	15,438	0,59	1,09	8,1	11,2
11h	-107	9.154	14,317	0,64	1,23	7,5	10,8
13h	-40	-273	15,590	-0,02	0,35	8,2	11,9
15h	82	-9.447	17,908	-0,53	-0,77	9,4	12,8
17h	125	-8.436	18,725	-0,45	-0,73	9,9	12,9
19h	79	611	17,851	0,03	0,28	9,4	12,3
21h	-16	8.959	16,094	0,56	0,86	8,5	11,5
23h	-69	8.698	15,039	0,58	1,04	7,9	11,0
1h (27/2/97)	-24	1.148	15,894	0,07	0,38	8,4	11,6
3h	78	-8.665	17,832	-0,49	-0,70	9,4	12,3
5h	115	-7.962	18,535	-0,43	-0,64	9,8	12,8
7h	70	692	17,680	0,04	0,33	9,3	12,3

Ghi chú: (-): chảy vào; (+): chảy ra; mức nước ứng với mức "0" trạm Vàm Lâu



Hình 5: Biến trình lưu lượng tại mặt cắt Cỏ Chiên (7h/26-7h/27/2/1997)

Figure 5: Time series of river discharge at Cochien horizontal section (7h/26-7h/27/2/1997)

5. Các đặc trưng trao đổi nước tại các mặt cắt:

Các đặc trưng trao đổi nước tại các mặt cắt trong một chu kỳ triều được thể hiện tại bảng 5. Phân tích bảng số liệu, ta có thể rút ra những nhận xét sau:

- Sự trao đổi nước tại 2 mặt cắt trong thời gian từ 26/2 đến 01/3/2007 chủ yếu là nước triều, lưu lượng trung bình nước sông chiếm 11% lưu lượng trung

bình dòng chảy ra tại Cung Hầu và 8% tại Cỏ Chiên.

- Tại mặt cắt Cung Hầu tốc độ chảy ra lớn hơn tốc độ chảy vào, ngược lại tại mặt cắt Cỏ Chiên tốc độ chảy ra nhỏ hơn tốc độ chảy vào.

- Mặt cắt Cỏ Chiên có tốc độ dòng chảy và lượng nước trao đổi lớn hơn so với mặt cắt Cung Hầu. Điều này có thể lý giải là do mặt cắt Cỏ Chiên có hình lòng chảo và sâu nên ít bị tác động của ma sát

đáy, ngược lại bên phía Cung Hầu có nhiều bãi cạn, nhiều cây ngập mặn và dụng cụ đánh cá nên bị ảnh hưởng nhiều bởi ma sát đáy.

- Lượng nước chảy vào tập trung chủ yếu bên phía Cổ Chiên, lượng nước sông chảy ra tập trung chủ yếu bên phía Cung Hầu. Đây là đặc điểm hoàn lưu chung tại các vùng cửa sông có kích thước lớn ảnh hưởng triều. Khi kích

thước và độ sâu vùng cửa sông tương đối lớn thì hệ dòng chảy ở đây bị tác động rõ nét của lực Coriolis, kết quả là khi triều lên dòng chảy vào theo mạn bờ bắc sẽ mạnh hơn phía bờ nam và ngược lại khi triều xuống, dòng chảy ra theo mạn bờ nam sẽ mạnh hơn phía bờ bắc. Qui luật này được tăng cường hơn bởi sự tác động của đợt gió chướng tương đối ổn định và mạnh trong thời gian khảo sát.

Bảng 5: Các đặc trưng trao đổi nước tại các mặt cắt trong một chu kỳ triều
Table 5: Water exchange features at different horizontal sections within a tidal cycle

Stt	Các đặc trưng	Cung Hầu	Cổ Chiên	Cung Hầu - Cổ Chiên
1	Tốc độ chảy vào trung bình toàn mặt cắt	-0,29 m/s	-0,37 m/s	-0,33 m/s
2	Tốc độ chảy ra trung bình toàn mặt cắt	0,34 m/s	0,36 m/s	0,35 m/s
3	Lượng nước chảy vào	88000260 m ³	114832000 m ³	202832260 m ³
4	Lượng nước chảy ra	113883360 m ³	134126000 m ³	248009360 m ³
5	Lượng nước sông	25883100 m ³	19744000 m ³	45627100 m ³
6	Lưu lượng trung bình chảy vào	3.713 m ³ /s	5.624 m ³ /s	9.337 m ³ /s
7	Lưu lượng trung bình chảy ra	4.817 m ³ /s	5.837 m ³ /s	10.654 m ³ /s
8	Lưu lượng trung bình nước sông	547 m ³ /s	456 m ³ /s	1.003 m ³ /s

IV. KẾT LUẬN

Đặc điểm trao đổi nước tại cửa Cung Hầu và Cổ Chiên (sông Tiền) trong thời kỳ mùa khô có những đặc điểm nổi bật sau:

- Lạch phía bờ bắc của Cung Hầu có tốc độ dòng chảy mạnh nhất, nước chảy vào muộn nhất, “nêm mặn” hình thành rõ nét nhất. Tại Cổ Chiên lạch phía bờ bắc nước chảy vào muộn nhất nhưng có tốc độ lớn nhất, lạch phía bờ nam “nêm mặn” hình thành rõ nhất và nước chảy ra sớm nhất, mạnh nhất.

- Tại Cung Hầu tốc độ chảy ra lớn hơn tốc độ chảy vào, tại Cổ Chiên tốc độ chảy ra nhỏ hơn tốc độ chảy vào.

- Tại Cổ Chiên khi nước lên lưu lượng qua nửa sông phía bờ bắc chiếm ưu

thế và ngược lại khi nước xuống lưu lượng qua nửa sông phía bờ nam chiếm ưu thế. Tại Cung Hầu lượng nước chảy qua lạch phía bờ bắc luôn chiếm ưu thế.

- Sự trao đổi nước trong một chu kỳ triều tại cửa Cung Hầu và Cổ Chiên là tương đối lớn trong đó thành phần thủy triều chiếm ưu thế. Dao động lớn nhất diện tích mặt cắt tại Cung Hầu là 42%, Cổ Chiên là 31%. Lưu lượng trung bình chảy vào tại Cung Hầu là 3.713 m³/s, Cổ Chiên là 5.624 m³/s. Lưu lượng trung bình chảy ra tại Cung Hầu là 4.817 m³/s, Cổ Chiên là 5.837 m³/s. Lưu lượng trung bình nước sông tại Cung Hầu là 547 m³/s (≈ 11% lưu lượng trung bình dòng chảy ra), Cổ Chiên là 456 m³/s (≈ 8% lưu lượng trung bình dòng chảy ra).

- Lưu lượng trung bình tổng cộng dòng nước sông tại 2 cửa trong thời gian khảo sát $\approx 1.000 \text{ m}^3/\text{s}$.

- Do số liệu đo đạc dòng chảy tại các thủy trực chưa đồng bộ và số các thủy trực đo đạc còn chưa đủ dày, nên những kết quả tính toán trên mới chỉ bước đầu góp phần làm rõ đặc điểm trao đổi nước tại cửa Cung Hầu và Cổ Chiên (sông Tiền) trong thời kỳ mùa khô.

LỜI CẢM ƠN

Tác giả chân thành cảm ơn TSKH. Lê Phước Trình cùng các đồng nghiệp đã nhiệt tình cung cấp số liệu và động viên trong quá trình hoàn thiện bài báo này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Edolvang K., L. C. Lund-Hansen, C. Christiansen, O. S. Petersen, T. Uhrenholdt, M. Laima, and D. A. Berastegui, 2002. Modeling of suspended matter transport from the Oder River. *Journal of Coastal Research*, 18 (1): 62-74.
2. Kitheka J. U., M. Obiero, and P. Nthenge, 2005. River discharge, sediment transport and exchange in the Tana Estuary, Kenya, *Journal of Estuarine, Coastal and Shelf Science* 63, 455-468.
3. Lê Phước Trình, 1997. Nghiên cứu những đặc trưng tương tác biển - sông vùng cửa sông Tiền (Cung Hầu - Cổ Chiên). Báo cáo khoa học tổng kết đề tài khoa học cấp Trung tâm Khoa học tự nhiên và Công nghệ Quốc gia (1996-1997), 165 tr.
4. Lê Phước Trình, 2001. Về phương pháp thông số hóa những biến động điều hòa theo chu kỳ triều dòng vật chất lơ lửng trao đổi qua cửa sông có triều (sông Tiền). *Tuyển tập Nghiên cứu biển*, Tập XI: 13-22.
5. Lindsay P., P. W. Balls, and J. R. West, 1996. Influences of tidal range and river discharge on suspended particulate matter fluxes in the Forth estuary (Scotland). *Journal of Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 42: 63-82.
6. Mackay H. M., and E. H. Schumann, 1990. Mixing in the Sundays River Estuary, South Africa. *Journal of Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 31: 203-216.
7. Milliman J. D., and R. H. Meade, 1983. World-wide delivery of river sediment to the oceans. *Journal of Geology*, 91: 1-21.
8. Nguyen Huu Nhan, 1995. Creating and installing water level forecasting software for the Mekong mouths for the dry seasons (including tidal and wind surge effects), Mekong Secretariat, Bangkok, Technical Report and User Guide 15, 48p.
9. Nguyễn Kim Vinh, Vũ Tuấn Anh, 1999. Đặc điểm tương tác động lực sông-biển vùng cửa sông Tiền. *Tuyển tập Nghiên cứu biển*, Tập IX: 26-36.
10. Nguyen Manh Hung, Nguyen Thanh Co, 1998. Computation of sediment transport under the action of wave-current combination in the Dinh An coastal zone. Technical report of "The Cuu Long Project", on the Mekong Delta, Pilot phase September 1996 – August 1998, INDO-DC Programme, 143-166.
11. Nguyễn Ngọc Thụy, 1988. Thủy triều tại các cửa sông Việt Nam. Trung tâm KT-TV biển, Nhà Xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 20 trang.
12. Nguyen Tien Lam, H. J. Verhagen, and M. Van Der Wegen, 2003. Hydrodynamic modeling of tidal inlets in Hue, Vietnam. COPEDEC VI, 2003, Colombo, Sri Lanka, No. 071.
13. Phan Đình Lợi, Nguyễn Năng Minh, 1985. Hướng dẫn đo đạc và chỉnh lý

- số liệu thủy văn, Nxb. Nông nghiệp, Hà Nội.
14. Tổng cục KTTV, 1978. Quy phạm đo lưu lượng nước sông có ảnh hưởng triều. Hà Nội, 81 trang.
 15. Van Maren D. S., P. Hoestra, 2004. Seasonal variation of hydrodynamics and sediment dynamics in a shallow subtropical estuary: the Ba Lat River, Vietnam. *Journal of Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 60: 529-540.
 16. Wolanski E., N. N. Huan, L. T. Dao, N. H. Nhan, and N. N. Thuy, 1996. Fine-sediment dynamics in the Mekong River Estuary, Vietnam. *Journal of Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 43: 565-582.
 17. Wolanski E., N. H. Nhan, and S. Spagnol, 1998. Sediment dynamics during low flow conditions in the Mekong River Estuary, Vietnam. *Journal of Coastal research*, 14 (2): 472-482.

Người nhận xét:

- TS. Nguyễn Bá Xuân
- TS. Lã Văn Bài