

**MÔ HÌNH TOÁN TÍNH CHUYỂN TẢI BÙN CÁT  
KẾT DÍNH VÙNG VEN BIỂN  
PHẦN 2: ỨNG DỤNG TÍNH TOÁN VÀ MÔ PHỎNG DÒNG BÙN CÁT  
VÙNG BIỂN CẦN GIỜ**

**Nguyễn Thị Bảy<sup>(1)</sup>, Mạch Quỳnh Trang<sup>(2)</sup>**

(1) Trường Đại học Bách khoa, ĐHQG-HCM

(2) Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM

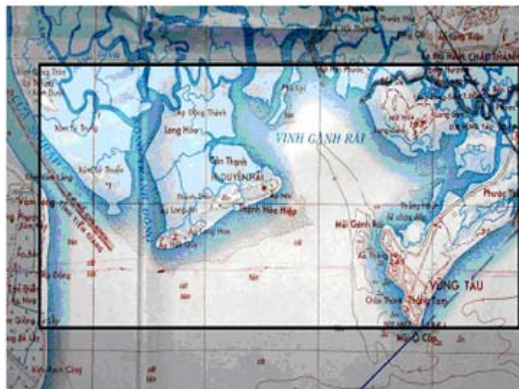
(Bài nhận ngày 13 tháng 10 năm 2005, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 31 tháng 03 năm 2006)

**TÓM TẮT :** Đây là phần ứng dụng mô hình để tính và mô phỏng dòng bùn cát cho vùng biển huyện Cần Giờ. Quá trình tính toán được lần lượt tiến hành theo thứ tự sau: đầu tiên mô hình dòng chảy được thực hiện cho miền tính đến khi toàn miền dao động điều hòa, sau đó kết hợp thực hiện mô hình chuyển tải bùn cát. Các kết quả về dòng chảy và nồng độ bùn cát được so sánh với các kết quả nghiên cứu của các nhà khoa học đi trước, và với số liệu đo đạc thực tế.

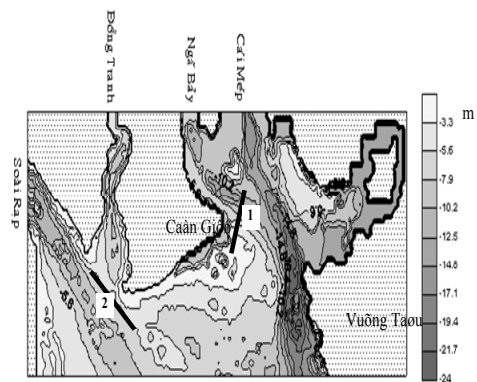
## 1. GIỚI THIỆU TỔNG QUAN VỀ VÙNG BIỂN CẦN GIỜ VÀ TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU

Theo tài liệu nghiên cứu /5/, **Vùng biển Cần Giờ** nhìn chung có địa hình dốc từ Bắc xuống Nam, từ Tây sang Đông. Nơi sâu nhất là trước mũi Vũng Tàu, nơi đây hội tụ hai dòng sông Ngã Bảy và Soài Rạp (Hình 1).

Trên hình 2 là địa hình đáy khu vực tính toán.



**Hình 1.** Vị trí vùng biển Cần Giờ và khu vực tính toán



**Hình 2.** Giới thiệu địa hình khu vực nghiên cứu, tuyến 1 và 2 là hai tuyến đo đạc theo /6/

Cho đến nay, có nhiều đề tài và dự án nghiên cứu khu vực Huyện Cần Giờ.

Dưới đây là một vài giá trị hàm lượng phù sa lơ lửng, di đầy và các cấp hạt của chúng đã được đo đạc thực tế trong vùng. Đây cũng là cơ sở để đưa các giá trị đầu vào, giá trị biên vào mô hình tính toán. /5/

### 1.1. Phù sa lơ lửng

#### *Sườn triều lên*

Tại vịnh Gành Rái: Hàm lượng phù sa lơ lửng lớn nhất là 32.4mg/L và nhỏ nhất là 16.9mg/L. Loại cấp hạt từ <math>0.038 \div 0.10\text{mm}</math> chiếm tỉ lệ cao: 93 ÷ 98%, từ 0.1 ÷ 1.0mm chiếm tỉ lệ thấp. Tại cửa Soài Rạp: Hàm lượng phù sa lơ lửng lớn nhất là 58.1mg/L và nhỏ nhất là:

17.3mg/L. Loại cấp hạt <0.038 ÷ 0.10mm chiếm tỉ lệ: 85 – 95%; từ 0.1 ÷ 1.0mm chiếm tỉ lệ thấp.

*Sườn triều xuống* : Tại vịnh Gành Rái: Hàm lượng phù sa lơ lửng lớn nhất là: 40.0mg/L và nhỏ nhất là: 24.8mg/L. Loại cấp hạt <0.038 ÷ 0.1mm chiếm tỉ lệ: 88 ÷ 93% loại cấp hạt từ >0.1 ÷ 1.0mm chiếm tỉ lệ thấp. Tại cửa Soài Rạp: Hàm lượng phù sa lơ lửng lớn nhất là: 93.3mg/L và nhỏ nhất là 10.8mg/L. Loại cấp hạt từ 0.038 ÷ 0.1mm chiếm tỉ lệ cao 93 – 97%, loại cấp hạt >0.1 ÷ 1.0mm chiếm tỉ lệ thấp.

### 1.2. Phù sa di đáy

*Sườn triều lên*: Tại vịnh Gành Rái: Hàm lượng phù sa di đáy lớn nhất là: 1398.1mg/L và nhỏ nhất là 225.9mg/L. Loại cấp hạt <0.038 ÷ 0.25mm chiếm tỉ lệ 98%, loại cấp hạt từ 0.5 ÷ 1.0mm chiếm tỉ lệ 10%. Tại cửa Soài Rạp: Hàm lượng phù sa di đáy lớn nhất là: 1266.4mg/L và nhỏ nhất là 386.7mg/L. Loại cấp hạt từ <0.038 ÷ 0.10mm chiếm tỉ lệ 6%.

*Sườn triều xuống*: Tại vịnh Gành Rái: Hàm lượng phù sa di đáy lớn nhất là: 997.6mg/L và nhỏ nhất là 91.5mg/L. Loại cấp hạt <0.038 ÷ 0.50mm chiếm tỉ lệ >90%, loại cấp hạt từ 0.5 ÷ 1.0mm chiếm tỉ lệ <10%, trừ ở thủy lực 2 tỉ lệ này đạt 14.7%. Tại cửa Soài Rạp: Hàm lượng phù sa di đáy lớn nhất là: 2265mg/L và nhỏ nhất là 106.4mm/L. Loại cấp hạt từ <0.038 ÷ 0.50mm chiếm tỉ lệ < 10%, trừ ở thủy lực 4 tỉ lệ này đạt 14.5%.

Như vậy đa số các hạt phù sa lơ lửng trong vùng này có kích thước rất nhỏ (<0.038 mm), ta có thể xem như đây là loại bùn kết dính để có thể áp dụng những công thức tính thực nghiệm cho loại bùn này.

## 2. CÁC THÔNG SỐ SỬ DỤNG TRONG TÍNH TOÁN

Lưới tính toán cho vùng biển Cần Giờ bao gồm 280 ô theo chiều ngang và 116 ô theo chiều thẳng đứng, với  $\Delta x = \Delta y = 150m$ ; tham số Coriolis  $f = 2\omega \sin\varphi$ , với  $\varphi = 10^0$ , suy ra  $f = 2,53.10^{-5} s^{-1}$  hệ số rối ngang  $A = 100m^2/s$ , hệ số ma sát đáy được tính theo công thức:

$$k = \frac{g}{C^2} = \frac{gn^2}{H^{1/3}} \quad (1)$$

Với n là hệ số nhám đáy.

Độ sâu h được lấy từ bản đồ phân bố độ sâu (h.2) /7/

### 2.1. Các điều kiện biên về dòng chảy

Trên các biên lỏng, dao động mực nước được cho dưới dạng tổng hợp 11 sóng triều. Số liệu về các sóng được lấy từ /6,7,8/. Sau đây là một vài bảng số liệu:

**Bảng 1. Đặc điểm sóng tại trạm Soài Rạp**

STT	Tên sóng	Biên độ (m)	Tần số (s <sup>-1</sup> )	Pha ban đầu (rad)
1	M2	0.8	0.000145	1.3
2	N2	0.089	0.000145	0.9632
3	S2	0.31	0.000145	1.6753
4	K2	0.153	0.000145	1.6753
5	K1	0.621	0.00007028	5.6751
6	O1	0.451	0.00007028	5.6751
7	P1	0.2	0.00007028	5.1751
8	Q1	0.092	0.00007028	6.4201
9	M4	0.015	0.000281	4.2567

10	M6	0.002	0.000421	1.2771
11	MS6	0.013	0.000281	5.2235

**Bảng 2.** Đặc điểm sóng tại trạm Đồng Tranh

STT	Tên sóng	Biên độ (m)	Tần số (s <sup>-1</sup> )	Pha ban đầu (rad)
1	M2	0.78	0.000145	1.39
2	N2	0.087	0.000145	1.0532
3	S2	0.312	0.000145	1.7653
4	K2	0.153	0.000145	1.7653
5	K1	0.621	0.0000702	5.3135
6	O1	0.451	0.0000702	5.7651
7	P1	0.2	0.0000702	5.2651
8	Q1	0.099	0.0000702	6.5101
9	M4	0.015	0.000281	4.3466
10	M6	0.002	0.000421	1.3671
11	MS6	0.013	0.000281	5.7651

**2.2. Các điều kiện biên về nồng độ**

Nồng độ tại cửa biển bằng 0.02kg/m<sup>3</sup>, tại cửa sông Soài Rạp cho dao động từ 0.3kg/m<sup>3</sup> đến 0.07kg/m<sup>3</sup> đến 0.75 kg/m<sup>3</sup>; tại Đồng Tranh dao động từ 2.4kg/m<sup>3</sup> đến 0.5kg/m<sup>3</sup>; tại Cái Mép dao động từ 0.08kg/m<sup>3</sup> đến 0.02kg/m<sup>3</sup>. /tham khảo theo 5,7/

**2.2.1. Tính hệ số khuếch tán rối K<sub>x</sub>, K<sub>y</sub>**

Để xác định hệ số khuếch tán K<sub>x</sub>, K<sub>y</sub> ta sử dụng công thức thực nghiệm của Elder như sau: /5/

$$K_x = 5.93\sqrt{gH}|u|C^{-1} \quad (2)$$

$$K_y = 0.23\sqrt{gH}|v|C^{-1} \quad (3)$$

Với: C trong công thức (3) và (4) là hệ số Chezy, H = h + ζ.

**2.2.2. Tính hàm số nguồn:**

$$\begin{aligned} S &= E && \text{đối với } \tau_b > \tau_e \\ S &= -D && \text{đối với } \tau_b < \tau_d \\ S &= 0 && \text{đối với } \tau_d \leq \tau_b \leq \tau_e \end{aligned}$$

Với:

E - Tốc độ bốc lên của hạt (m/s).  
D - Tốc độ lắng xuống của hạt (m/s).

τ<sub>b</sub> - Ứng suất tiếp đáy. τ<sub>b</sub> = 1/2 ρkV<sup>2</sup> với ρ là khối lượng riêng nước biển = 1025 kg/m<sup>3</sup>, k

là hệ số ma sát đáy ; V = √(u<sup>2</sup> + v<sup>2</sup>).

τ<sub>d</sub> - Ứng suất tiếp đáy tới hạn để hạt lắng xuống.

τ<sub>e</sub> - Ứng suất tiếp đáy tới hạn để hạt bốc lên.

Hàm số E, D được tính thực nghiệm theo Van Rijn /3/:

$$E = E_0 \exp(\alpha(\tau_b - \tau_e)^{0.5}) \quad (4)$$

Đối với dòng bùn tự nhiên E<sub>0</sub> có thể dao động trong khoảng 0,0001-0,001 kg/sm<sup>2</sup>. Hệ số α = 5-30 m/N<sup>0.5</sup>.

Trong bài, chọn  $E_0=0,0005 \text{ kg/sm}^2$ ,  
 $\alpha=10 \text{ m/N}^{0,5}$

$$D = \left(1 - \frac{\tau_b}{\tau_d}\right) cw_{s,m} \quad (5)$$

Trong đó  $w_{s,m}=(1- C)^y w_s$  là độ thô thủy lực của hạt trong hỗn hợp nước biển-bùn.  $w_s$  là độ thô thủy lực trong nước trong;  $w_s=(s-1)gd^2/18v$

Dựa vào thành phần các chất hữu cơ từ các sông đổ ra biển Cần Giờ /4/, theo tra cứu của Van-Rijn /3/ và tham khảo thêm trong /10/, ta chọn ứng suất tiếp  $\tau_c=0,15 \text{ N/m}^2$ ,  $\tau_d=0,06 \text{ N/m}^2$ ,  $v=1,01.10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ , đường kính hạt  $d=0,038 \text{ mm}$ ,  $\rho_{\text{hạt}}=2650 \text{ kg/m}^3$ ,  $s=\rho_{\text{hạt}}/\rho$ .

Các kết quả tính toán vận tốc dòng chảy được vẽ dưới dạng vectơ, nồng độ vẽ dưới dạng các đường đồng mức.

### 3. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

Các kết quả về vận tốc được trình bày trong hình 6,7,8. Các kết quả về phân bố nồng độ phù sa được trình bày trong hình 3,4,5.

Các kết quả vận tốc và nồng độ phù sa tính được từ mô hình tại hai tuyến 1 (trong vịnh Gành Rái, gần cửa sông Cái Mép và Ngã Bảy) và tuyến 2 (gần mũi Đồng Hoà ) (có chỉ bằng đường vạch đen trong hình 2), so với các kết quả đo đạc /theo 7/ là phù hợp. Các hình cho thấy phù sa chủ yếu tập trung tại vùng cửa sông Soài Rạp.

Từ hình 3, ta thấy khi triều đang lúc chuyển pha bắt đầu xuống, vận tốc toàn vùng hầu như đạt giá trị min, nồng độ toàn khu vực tính toán gần bằng không, trừ khu vực phía trên sông Soài Rạp và Đồng Tranh là tương đối lớn do phù sa trên hai sông ấy đổ về.

Sau đó khi triều xuống mạnh (hình 4,5,6) phù sa lan tỏa rộng ra cửa sông Soài Rạp và vùng biển Cần Giờ đến tận cửa Tiểu.

Hai thời điểm tiếp theo (hình 7,8) phản ánh dòng phù sa chảy ngược lên sông Soài Rạp và Đồng Tranh khi triều lên. Ta thấy tại mũi Đồng Hoà khi triều xuống nồng độ luôn có giá trị lớn. Đây là điều kiện mà các hạt vật chất sẽ lắng xuống khi triều chuyển pha (vận tốc nhỏ), gây bồi lắng khu vực này.

Ở chu kỳ triều tiếp theo, khi triều xuống, dòng chảy lại mang phù sa từ sông (mà chủ yếu là dòng phù sa từ sông Đồng Tranh và Soài Rạp) ra vùng biển bồi đắp tiếp cho khu vực gần Đồng Hoà. Bức tranh này phù hợp với kết quả khảo sát của TS. Phan Văn Hoạch /7/ và kết quả nghiên cứu của PGS.TS Lê Quang Toại tại cửa sông Soài Rạp /5/

Trong bảng 3 trích ra một vài kết quả trên hai tuyến 1 và 2. Trên hình 9 có hình ảnh dòng phù sa vùng biển Cần Giờ chụp được từ Viễn Thám. So sánh với các hình ảnh nhận được từ tính toán, ta thấy kết quả rất phù hợp.

**Bảng 3.** Bảng so sánh nồng độ tính được với đo đạc

Sườn triều xuống	Tuyến 1	Tuyến 2	Biên lũng Soài Rạp
Giá trị đo đạc $\text{kg/m}^3$	0.04 -0.0248	0.0933 - 0.0108	Lúc nước xuống thấp nhất khoảng 0.4 – 0.5
Giá trị tính $\text{kg/m}^3$	0.075-0.025	0.07- 0.025	0.4 – 0.6
Sườn triều lên			
Giá trị đo đạc $\text{kg/m}^3$	0.0324 - 0.0169	0.0581 - 0.0173	Lúc nước lên cao nhất khoảng 0.5 – 0.6

Giá trị tính $\text{kg/m}^3$	0.003 – 0.006	0.07 – 0.006	0.5 – 0.7
------------------------------	---------------	--------------	-----------

#### 4. KẾT LUẬN

Với các so sánh đánh giá trên, các kết quả tính được từ mô hình nhìn chung là tốt, và phù hợp với quy luật động lực học. Đặc biệt ở đây sử dụng mô hình tính bùn kết dính tính chuyển tải bùn cho Cần Giờ.

Sự khác nhau về kết quả tính toán và đo đạc có thể do trong mô hình tác giả không tính đến ảnh hưởng của sóng và gió, các thông số bùn cát về ứng suất tới hạn chưa thật phù hợp, và do sai số. Để hiệu chỉnh mô hình tốt hơn, cần khắc phục những thiếu sót trên. Đây là một dự án nghiên cứu lớn. Tuy nhiên, các kết quả thu được của nghiên cứu này cũng sẽ là cơ sở góp phần cho việc nghiên cứu bồi xói vùng biển Cần Giờ, nhằm giúp tính toán ảnh hưởng của dòng bùn cát lên các công trình ven biển Cần Giờ của TP HCM.

### MATHEMATICAL MODEL OF COHESIVE SEDIMENT TRANSPORT IN THE SHALLOW SEA BASIN *PART 2: APPLYING TO COMPUTE AND SIMULATE SEDIMENT FLOW IN THE LITTORAL OF CẦN GIỜ*

Nguyen Thi Bay<sup>(1)</sup>, Mach Quynh Trang<sup>(2)</sup>

(1) University of Technology, VNU- HCM

(2) University of Natural Sciences, VNU- HCM

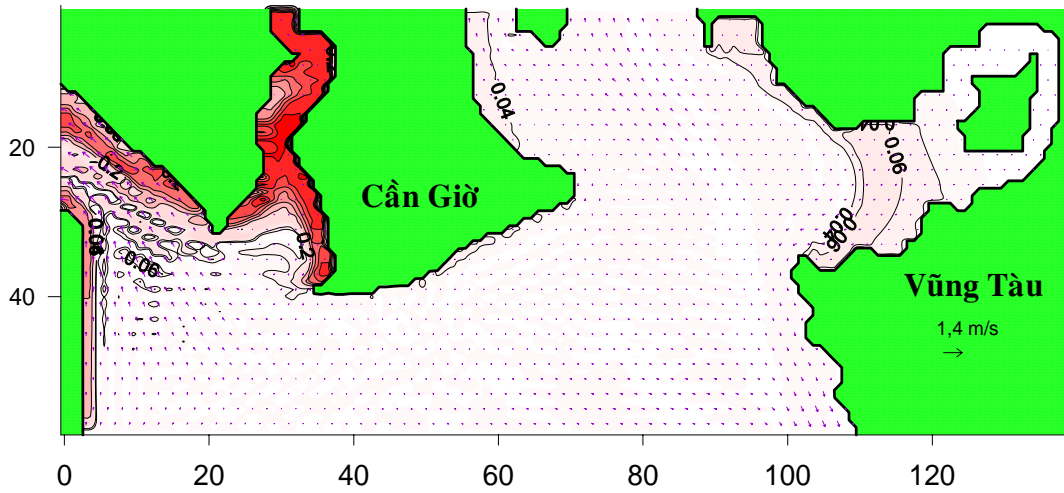
**ABSTRACT:** *This is the application of the model to compute and simulate sediment flow in the littoral of Can Gio. The calculating process is in following order: firstly, applying the flow model to the region until the whole region fluctuates regularly; after that, implementing the transport model coordinately. The results of flow, suspend sediment concentrations are compared with the results of previous researches, and with the real measurement results.*

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

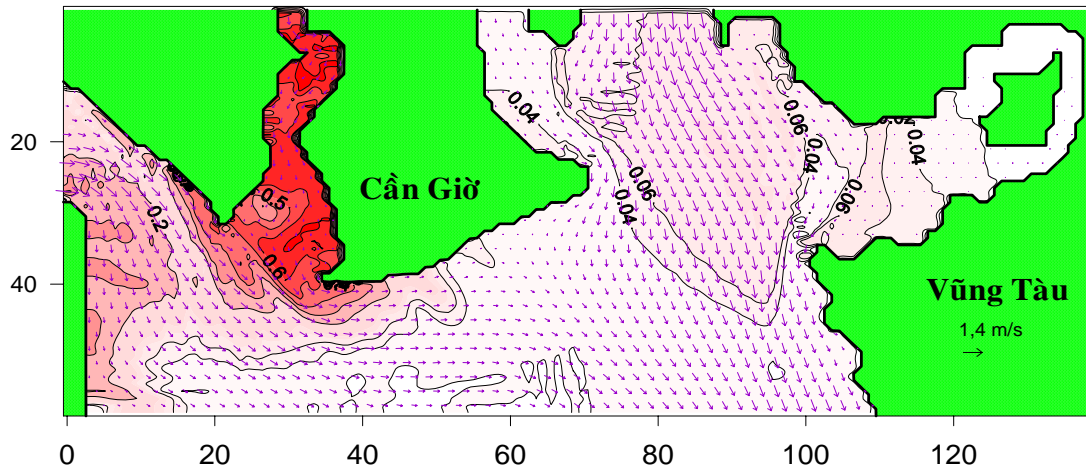
- [1]. Đặng Công Minh, Nguyễn Hữu Nhân; *Thủy triều biển Đông*, Chương trình NC cấp nhà nước KT.03, đề tài KT.03.03, 1993.
- [2]. Leo C. van Rijn, *Handbook- Sediment Transport by Currents and waves*, Delft Hydraulic June 1989.
- [3]. Leo C. van Rijn, *Principles of Sediment Transport in rivers, estuaries and coastal seas*, Delft Hydraulic June 1993.
- [4]. Lê Trình, *Nghiên cứu khả năng tác động của công nghiệp hoá, đô thị hoá, giao thông thủy đến môi trường Cần Giờ*, Đề tài cấp sở KHCN & MT tp HCM, 2001.
- [5]. Lê Quang Toại, Nguyễn Thế Hào, *Tính toán phân bố phù sa lơ lửng vùng cửa sông Soài Rạp*, Báo cáo đề tài khoa học cấp Tổng cục, Tổng cục khí tượng, 1995.
- [6]. Phan Văn Hoạch, Nguyễn Hữu Nhân, *Nghiên cứu xâm nhập mặn trên sông Đồng Nai phục vụ nhà máy nước 100.000m<sup>3</sup>/ ngày*, Tổng cục Khí Tượng Thủy Văn, phân viện Khí Tượng Thủy Văn tại TP HCM, 1993.

- [7]. Phan Văn Hoạch, *Nghiên cứu tương tác động lực học biển – sông ven biển Cần Giờ phục vụ xây dựng cơ sở hạ tầng cho du lịch TP. Hồ Chí Minh*, Báo cáo đề tài Sở Khoa học và Công nghệ thành phố Hồ Chí Minh, Tp Hồ Chí Minh, 2004.
- [8]. Trung tâm Khí tượng thủy văn phía Nam, *Vai trò của thủy triều trong vấn đề ngập lụt tại tp HCM*, tp HCM 12/2000.
- [9]. Ủy ban nhân dân Tp HCM, Liên hiệp các hội khoa học và kỹ thuật, *Những luận cứ khoa học làm cơ sở cho việc cải tạo bãi biển Cần Giờ thành khu bãi tắm, nghỉ ngơi, giải trí*, Tp. HCM, 2001.
- [10]. U.Lumborg,A.Windelin, *Hydrography and cohesive sediment modelling: application to the Romo Dyb tidal area*, J. of Marine systems, 38, p.287-303, 2003.

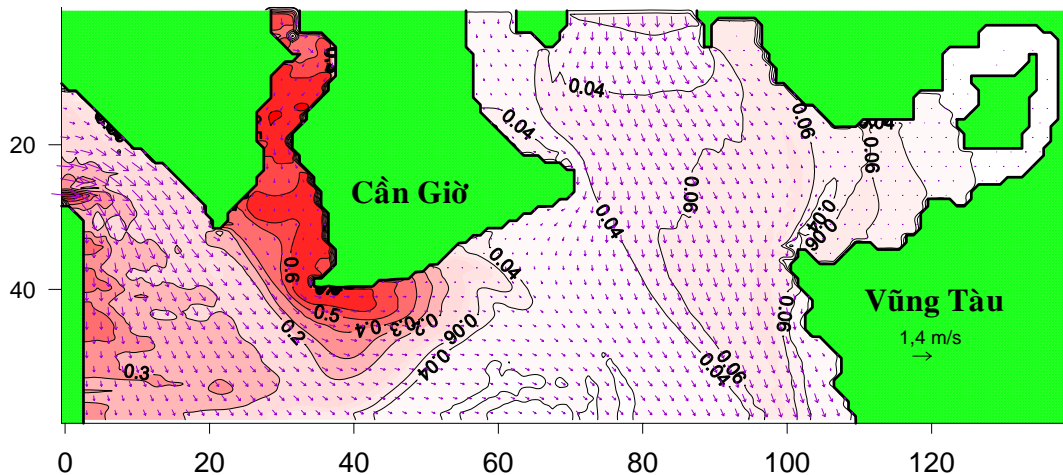
Phụ lục



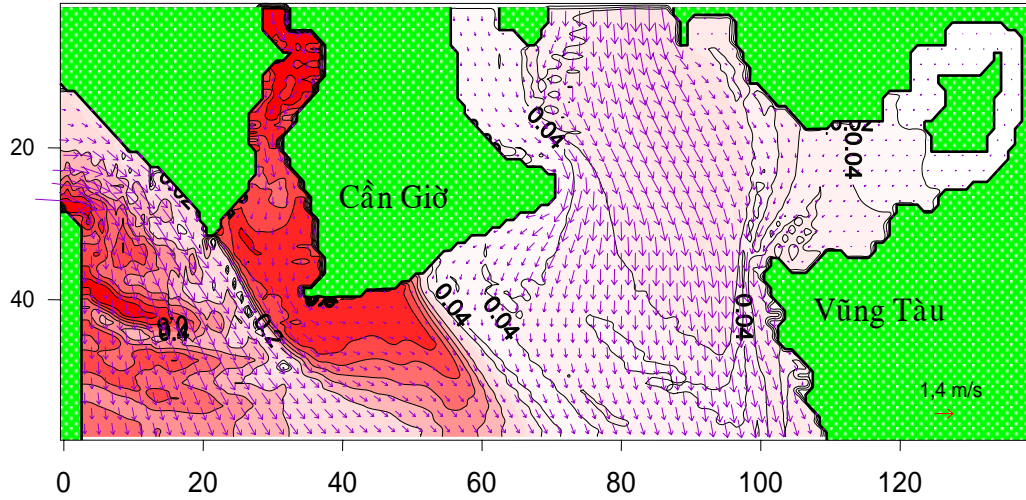
Hình 3 - Trường vận tốc (m/s) và nồng độ phù sa (g/cm<sup>3</sup>)(tính toán) lúc triều chuyển pha - bắt đầu xuống(sau 10 ngày tính toán).



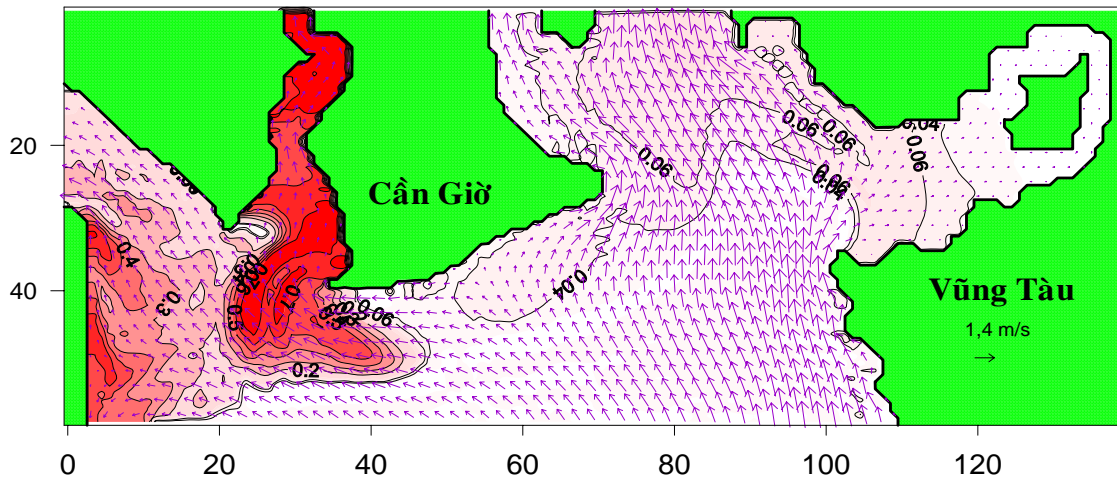
Hình 4 - Trường vận tốc (m/s) và nồng độ phù sa (g/cm<sup>3</sup>)(tính toán) lúc triều xuống (sau 10 ngày 2 giờ tính toán).



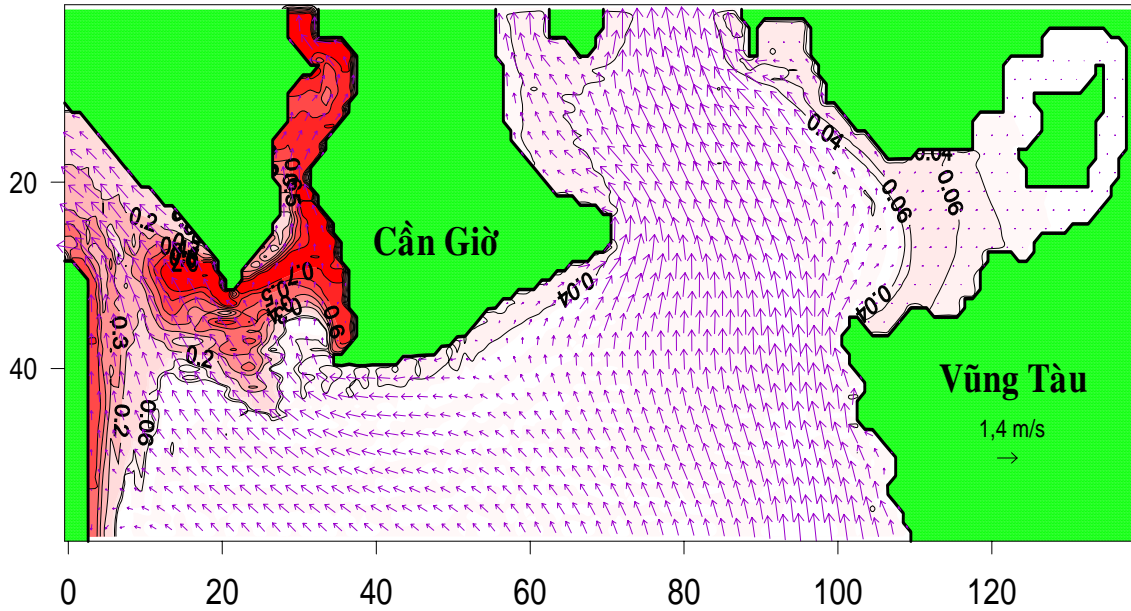
Hình 5 - Trường vận tốc (m/s) và nồng độ phù sa (g/cm<sup>3</sup>)(tính toán) lúc triều xuống (sau 10 ngày 5 giờ tính toán).



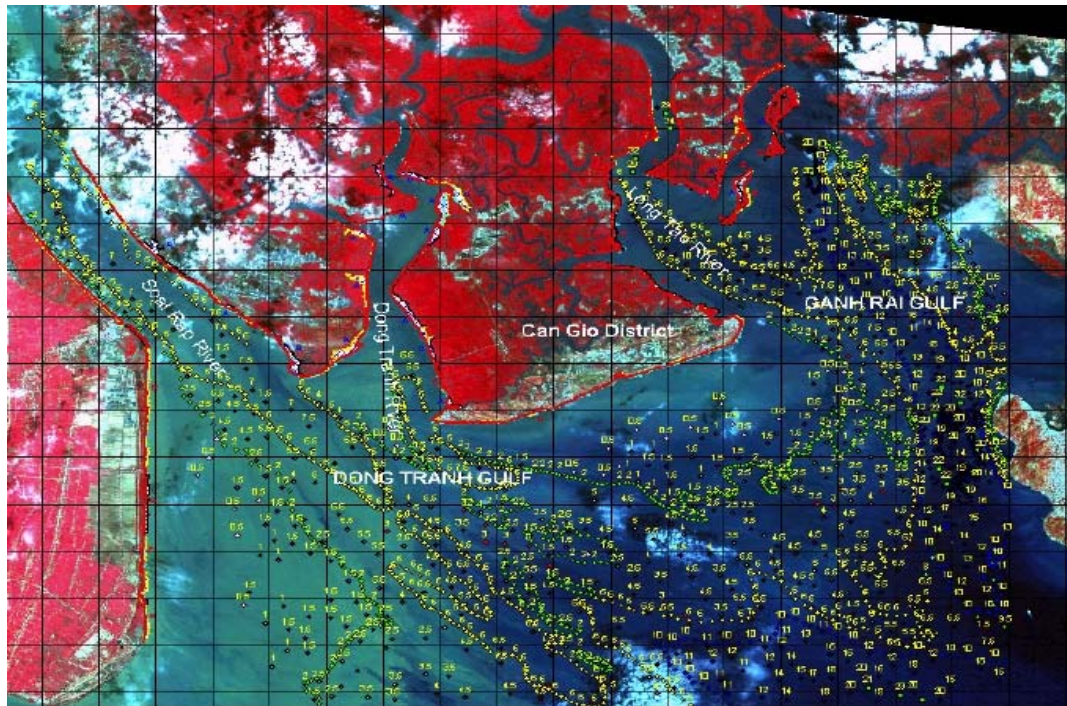
Hình 6- Trường vận tốc (m/s) và nồng độ phù sa (g/cm<sup>3</sup>) (tính toán) lúc triều xuống mạnh nhất (sau 10 ngày 7 giờ tính)



Hình 7 - Trường vận tốc (m/s) và nồng độ phù sa (g/cm<sup>3</sup>) (tính toán) lúc triều lên (sau 10 ngày 10 giờ tính toán).



Hình 8 - Trường vận tốc (m/s) và nồng độ phù sa (g/cm<sup>3</sup>)(tính toán) lúc triều lên mạnh (sau 10 ngày 12 giờ tính toán).



Hình 9. Hình ảnh dòng phù sa trên biển Cần Giờ lúc triều xuống chụp được từ Viễn Thám (Nồng độ phù sa càng lớn thì nền có màu càng nhạt)(nguồn từ Internet)