

TÍNH TOÁN CÁN CÂN VẬN CHUYỂN BÙN-CÁT DỌC BỜ TẠI KHU VỰC CỬA ĐẠI (HỘI AN)

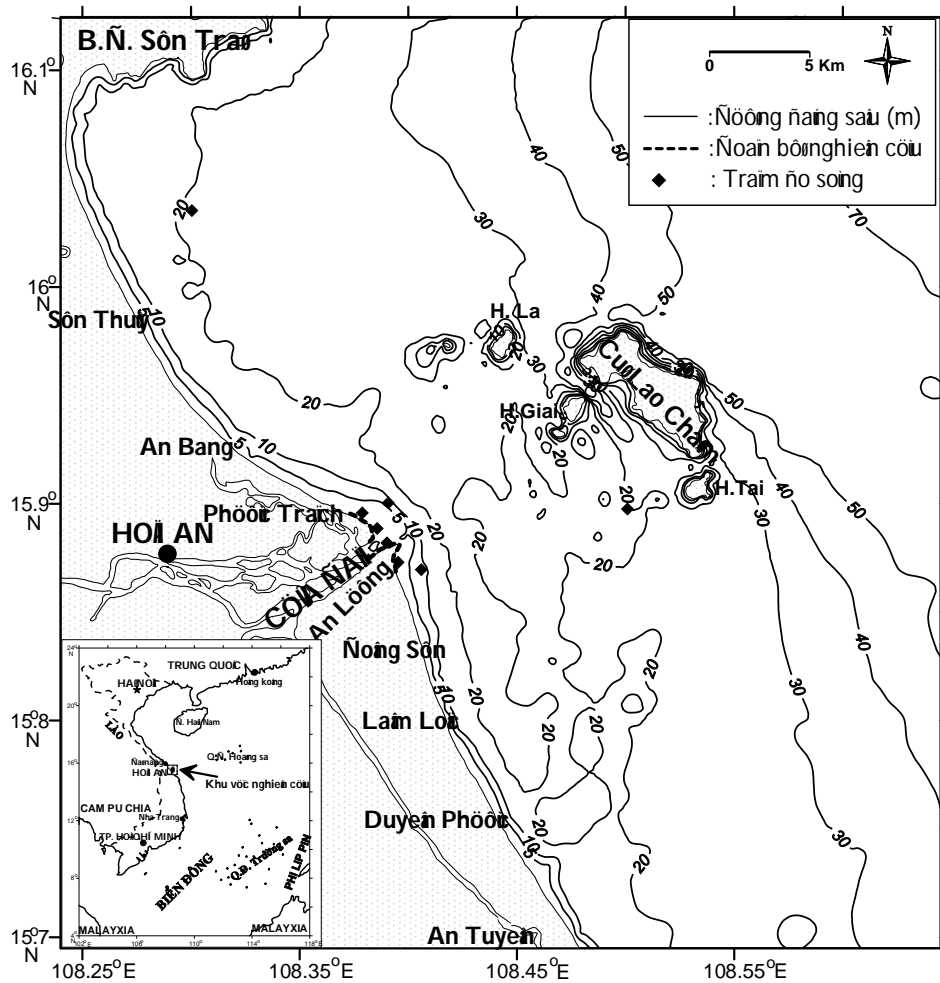
LÊ ĐÌNH MÀU

Viện Hải dương học

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả tính toán cán cân vận chuyển bùn-cát (tốc độ vận chuyển của dòng bùn-cát “tĩnh”) dọc bờ do sóng đổ nhào gây ra tại khu vực Cửa Đại (Hội An). Số liệu gió 6 giờ một lần trên Biển Đông được lấy từ Trung tâm Quốc gia dự báo môi trường ‘NCEP/NCAR’, Mỹ. Các đặc trưng sóng ngoài khơi được xác định bằng mô hình số trị WAM, các đặc trưng sóng vùng ven bờ được xác định bằng mô hình số trị SWAN. Cán cân vận chuyển bùn-cát dọc bờ trong thời gian từ 01/9/1998 đến 31/8/1999 được xác định bằng mô hình GENESIS. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng trường sóng chủ đạo tại vùng biển Cửa Đại là sóng có hướng Đông Bắc đến Đông, đặc điểm phân bố tốc độ vận chuyển bùn-cát dọc bờ phản ánh vai trò của đảo Cù Lao Chàm lên sự phân bố năng lượng sóng tại khu vực nghiên cứu. Tại dải bờ phía Bắc Cửa Đại cán cân vận chuyển bùn-cát dọc bờ phần lớn có hướng chảy về phía Bắc, ngược lại phần phía Nam (gần cửa sông) có hướng chảy về phía Nam. Tại dải bờ phía Nam của Cửa Đại cán cân vận chuyển bùn-cát dọc bờ có hướng từ hai đầu bờ hội tụ về vùng trung tâm. Tại bờ nam sông Cửa Đại cán cân vận chuyển bùn-cát dọc bờ có hướng chảy vào trong sông. Kết quả nghiên cứu phục vụ cho việc thiết kế các công trình bảo vệ bờ và tạo bãi nhân tạo tại khu vực cửa Hội An.

I. MỞ ĐẦU

Cán cân vận chuyển bùn-cát dọc bờ (net longshore sediment transport rate) hoặc tốc độ vận chuyển dọc bờ của dòng bùn-cát “tĩnh” là lượng bùn-cát (thể tích hoặc khối lượng) chênh lệch giữa 2 hướng song song dọc bờ (về bên phải và bên trái so với vị trí người quan trắc đứng nhìn ra biển) vận chuyển qua một điểm ở đường bờ trong một khoảng thời gian nhất định: tháng, mùa, năm... . Cán cân vận chuyển bùn-cát dọc bờ là một thông số thiết kế quan trọng đối với việc xây dựng các thủy công trình ven bờ đặc biệt là các công trình như kè, đập bảo vệ các luồng, lạch ra vào cảng không bị bồi lấp bởi dòng bùn-cát dọc bờ. Nghiên cứu, tính toán cán cân vận chuyển bùn-cát dọc bờ do sóng gây ra đã được các nhà Hải dương học trên Thế giới quan tâm sâu sắc, đặc biệt tại Trung tâm nghiên cứu công nghệ ven bờ thuộc Quân đội Mỹ (SPM, 1984).



Hình 1: Vị trí, đặc điểm địa hình khu vực nghiên cứu

Khu vực Cửa Đại (Hội An) trong những năm gần đây nghiên cứu, tính toán các đặc trưng sóng, vận chuyển bùn-cát, biến đổi địa hình, biến đổi đường bờ đã được một số tác giả tiến hành. Bùi Hồng Long và Lê Đình Mầu (2000), Lê Đình Mầu (2002) đã tiến hành tính toán trường sóng khúc xạ, vận chuyển bùn-cát dọc bờ và ảnh hưởng của chúng đến quá trình xói lở, bồi tụ. Trịnh Thế Hiếu và nnk (2000), Lê Phước Trình và nnk (2003) trên cơ sở những số liệu đo đạc đã nghiên cứu xu thế vận chuyển bùn-cát, đặc trưng xói lở – bồi tụ, đặc điểm biến đổi địa hình đáy, biến đổi đường bờ. Vũ Tuấn Anh (2010) đã tiến hành tính toán sự biến đổi địa hình đáy gây bởi sóng và dòng chảy. Tuy nhiên về xu thế vận chuyển bùn-cát tất cả các nghiên cứu trên mới chỉ dừng lại ở một vài điều kiện điển hình như: trường gió mùa, trường sóng giả định, hoặc trên cơ sở số liệu đo đạc ngắn ngày.

Tốc độ vận chuyển bùn-cát nói chung và vận chuyển bùn-cát dọc bờ nói riêng xung quanh khu vực cửa sông phụ thuộc vào các điều kiện như: đặc điểm địa hình, đặc trưng trường sóng, hệ dòng chảy (dòng triều, dòng chảy sông...), mực nước, đặc điểm đường bờ ... Trong bài báo này tác giả đã sử dụng mô hình số trị WAM (WAMDI Group, 1988) để tính toán các đặc trưng sóng ngoài khơi, mô hình số trị SWAN (Booij et al., 1999) để tính toán các đặc trưng sóng vùng ven bờ, mô hình số trị GENESIS để tính cân vận chuyển bùn-cát dọc bờ do sóng đổ nhào gây ra trong thời gian từ 01/9/1998 đến 31/8/1999 với bước tính theo thời gian $\Delta T = 6$ giờ. Hạn chế lớn nhất của nghiên cứu này là không tính đến ảnh hưởng của dòng chảy đặc biệt là dòng chảy sông lên tốc độ vận chuyển bùn-cát. Vị trí, đặc điểm địa hình khu vực nghiên cứu thể hiện trên hình 1.

II. TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

1. Mô hình số trị tính sóng vùng khơi - WAM

WAM (WAVE Modeling) là mô hình số trị tính sóng thể hệ thứ 3 (WAMDI Group, 1988; Guenther, 2002). Mô hình cho phép tính các đặc trưng sóng trong điều kiện biển sâu và biển nông với sự tương tác của gió, dòng chảy, địa hình đáy, sóng – sóng, ... trong phạm vi đại dương thế giới hoặc khu vực. WAM mô tả sự biến đổi của phổ sóng 2 chiều bằng tích phân phương trình vận chuyển (transport equation) được trình bày như sau:

$$\frac{dF}{dt} + \frac{\partial}{\partial \phi} (\Phi F) + \frac{\partial}{\partial \lambda} (\lambda F) + \frac{\partial}{\partial \theta} (\theta F) = S \quad (1)$$

Ở đây,

F = mật độ phổ năng lượng sóng và là hàm của $(f, \theta, \phi, \lambda)$

f = tần số sóng; θ = hướng sóng; ϕ = vĩ độ; λ = kinh độ

Φ, λ, θ = tốc độ biến đổi về vị trí và hướng của phần tử sóng.

Hàm nguồn S đại diện cho các quá trình phát sinh, phát triển bởi gió (wind input) - S_{in} ; tiêu tán năng lượng - S_{dis} ; và tương tác phi tuyến (nonlinear transfer) - S_{nl} và được thể hiện ở phương trình (2)

$$S = S_{in} + S_{dis} + S_{nl} \quad (2)$$

Chi tiết các thành phần của hàm nguồn trong phương trình (2) xin được tham khảo tại WAMDI Group (1988).

2. Mô hình số trị tính sóng vùng nước nông ven bờ - SWAN

SWAN (Simulating WAVes Nearshore) là mô hình số trị tính sóng thể hệ thứ 3 (Booij, et al., 1999; Ris, et al., 1999; Holthuijsen et al., 2003), tính toán sự truyền sóng trên vùng nước nông ven bờ có địa hình và dòng chảy biến đổi phức tạp như vùng cửa sông, lạch thủy triều, đảo và doi cát..... SWAN cho phép tính toán các hiệu ứng như khúc xạ, nước nông, phản xạ, ma sát đáy, đổ nhào, sóng bạc đầu, sự tạo sóng bởi gió địa phương, tương tác phi tuyến giữa sóng - dòng chảy, sóng - sóng. SWAN được xây dựng trên cơ sở phương trình cân bằng hoạt động phổ (spectral action balance equation) như sau:

$$\frac{\partial}{\partial t} N + \frac{\partial}{\partial x} C_x N + \frac{\partial}{\partial y} C_y N + \frac{\partial}{\partial \sigma} C_\sigma N + \frac{\partial}{\partial \theta} C_\theta N = \frac{S}{\sigma} \quad (3)$$

Ở đây,

N = mật độ phổ hoạt động (action density); t = thời gian

C_x, C_y = tốc độ lan truyền của N theo tọa độ không gian x và y

C_σ, C_θ = tốc độ biến đổi của N theo tần số tương đối σ và hướng θ

$S = S(\sigma, \theta)$ là hàm nguồn (mật độ năng lượng) đại diện cho quá trình tạo sóng (generation), phân hủy (dissipation) và tương tác phi tuyến giữa sóng - sóng (nonlinear wave-wave interactions) và sóng-dòng chảy. Các thành phần chi tiết của hàm nguồn S có thể tham khảo tại Holthuijsen et al. (2003)

3. Công thức tính tốc độ vận chuyển bùn-cát dọc bờ của mô hình số trị GENESIS

GENESIS (GENeralized model for SIMulating Shoreline change) là mô hình số trị dựa trên lý thuyết một đường (one line theory) mô hình hóa sự biến đổi đường bờ dưới tác động của sóng và các điều kiện biên (Hanson, 1987; Gravens, et al., 1991; Hanson and Kraus, 1991). Công thức thực nghiệm tính toán tốc độ vận chuyển bùn-cát dọc bờ được thể hiện tại phương trình (4)

$$Q = (H^2 C_g)_b [a_1 \sin 2\theta_{bs} - a_2 \cos \theta_{bs} \frac{\partial H}{\partial x}] \quad (4)$$

Ở đây,

Q = tốc độ vận chuyển bùn-cát dọc bờ (m^3/s)

H = độ cao sóng (m)

C_g = tốc độ nhóm sóng (m/s)

b = ký hiệu điều kiện sóng đổ nhào

θ_{bs} = góc giữa hướng sóng đổ nhào và hướng đường bờ

Các tham số không thứ nguyên a_1 và a_2 được xác định như sau:

$$a_1 = \frac{K_1}{16(\rho_s / \rho - 1)(1 - p)(1.416)^{5/2}} \quad (5)$$

và

$$a_2 = \frac{K_2}{8(\rho_s / \rho - 1)(1 - p) \tan \beta (1.416)^{7/2}} \quad (6)$$

Ở đây,

K_1, K_2 = hệ số thực nghiệm dùng để hiệu chỉnh kết quả tính toán của mô hình

$\rho_s = 2650 \text{ kg/m}^3$ (tỉ trọng của bùn-cát)

$\rho = 1030 \text{ kg/m}^3$ (tỉ trọng của nước biển)

$p = 0.4$ (độ rỗng của bùn-cát)

$\tan \beta$ = độ dốc trung bình của bãi tại đới sóng đổ nhào.

Thành phần thứ nhất trong phương trình (4) là công thức tính tốc độ vận chuyển bùn-cát dọc bờ của CERC (SPM, 1984). Thành phần thứ 2 miêu tả ảnh hưởng của gradient dọc bờ của độ cao sóng đổ nhào lên tốc độ vận chuyển bùn-cát dọc bờ (Gravens, et al., 1991)

4. Tài liệu và điều kiện áp dụng của các mô hình

4.1. Số liệu gió và địa hình

Số liệu gió 6 giờ một lần được lấy từ Trung tâm Quốc gia Dự báo môi trường ‘NCEP/NCAR’, Mỹ (Kalney et al., 1996; Tolman, 1998) cho khu vực $99^\circ \text{ E} - 121^\circ \text{ E}$ và $0^\circ \text{ N} - 25^\circ \text{ N}$ với độ phân giải $\Delta X = \Delta Y = 2.5^\circ$ cho thời gian từ 01h/01/9/1998 ÷ 19h/31/8/1999 (giờ Việt Nam) và được nội suy tuyến tính về độ phân giải $\Delta X = \Delta Y = 1^\circ$. Độ sâu của Biển Đông được lấy từ Trung tâm Dữ liệu Địa - Vật lý Quốc gia, Colorado, Mỹ (ETOPO5) cho khu vực $99^\circ \text{ E} - 121^\circ \text{ E}$ và $0^\circ \text{ N} - 25^\circ \text{ N}$ với độ phân giải $\Delta X = \Delta Y = 1^\circ$. Địa hình vùng biển Hội An được lấy từ Hải đồ tỉ lệ 1:100.000 xuất bản năm 1980 của Hải quân Nhân dân Việt nam, trong đó địa hình và vị trí đường bờ khu vực Cửa Đại được lấy từ Đề tài cấp Nhà nước KHCN.06.08 (Lê Phước Trình, 2000).

4.2. Điều kiện áp dụng của các mô hình

* Mô hình WAM

- Khu vực tính toán bao trùm hầu như toàn bộ diện tích của Biển Đông ($99^\circ \text{E} \div 121^\circ \text{E}$; $0^\circ \text{N} \div 25^\circ \text{N}$).

- Tham số đầu vào của mô hình là độ sâu của Biển Đông và giá trị các trường gió ($\Delta T = 6\text{h}$) từ 01h/01/9/1998 đến 19h/31/8/1999 với lưới tính $\Delta X = \Delta Y = 1^\circ$.

- Tham số đầu ra của mô hình là trường các đặc trưng gió (tốc độ và hướng được nội suy cho các khoảng thời gian khác nhau theo yêu cầu) và sóng (độ cao sóng hữu hiệu, hướng sóng trung bình, chu kỳ sóng trung bình, chu kỳ đỉnh phổ sóng, độ cao sóng lừng, chu kỳ sóng lừng...) với $\Delta T = 6\text{h}$ từ 07h/01/9/1998 đến 19h/31/8/1999. Kết quả tính toán tại điểm có tọa độ: $\lambda = 109^\circ \text{E}$, $\varphi = 16^\circ \text{N}$ (ngoài khơi vùng biển Hội An) được thể hiện trên hình 4.

* Mô hình SWAN

- Phạm vi áp dụng mô hình là toàn bộ vùng biển Hội An từ 108.24°E đến 108.645°E và từ 15.695°N đến 16.124°N ($45.00 \times 47.75 \text{ km}$) với kích thước ô lưới tính là $250 \text{ m} \times 250 \text{ m}$ (hình 1).

- Tham số đầu vào của mô hình là:

+ Các tham số sóng ngoài khơi: độ cao, chu kỳ, hướng sóng được lấy từ kết quả của mô hình tính sóng WAM tại điểm có tọa độ: $\lambda = 109^\circ \text{E}$, $\varphi = 16^\circ \text{N}$, cho thời gian từ 01h/01/9/1998 đến 19h/31/8/1999, với $\Delta T = 6\text{h}$.

+ Trường gió địa phương (tốc độ, hướng) được lấy từ số liệu gió tại điểm có tọa độ: $\lambda = 109^\circ \text{E}$, $\varphi = 16^\circ \text{N}$.

+ Độ sâu của vùng biển Hội An.

- Tham số đầu ra của mô hình là các đặc trưng sóng: độ cao sóng hữu hiệu - H_s , hướng sóng trung bình - θ , chu kỳ của đỉnh phổ sóng - T_p .

* Mô hình GENESIS

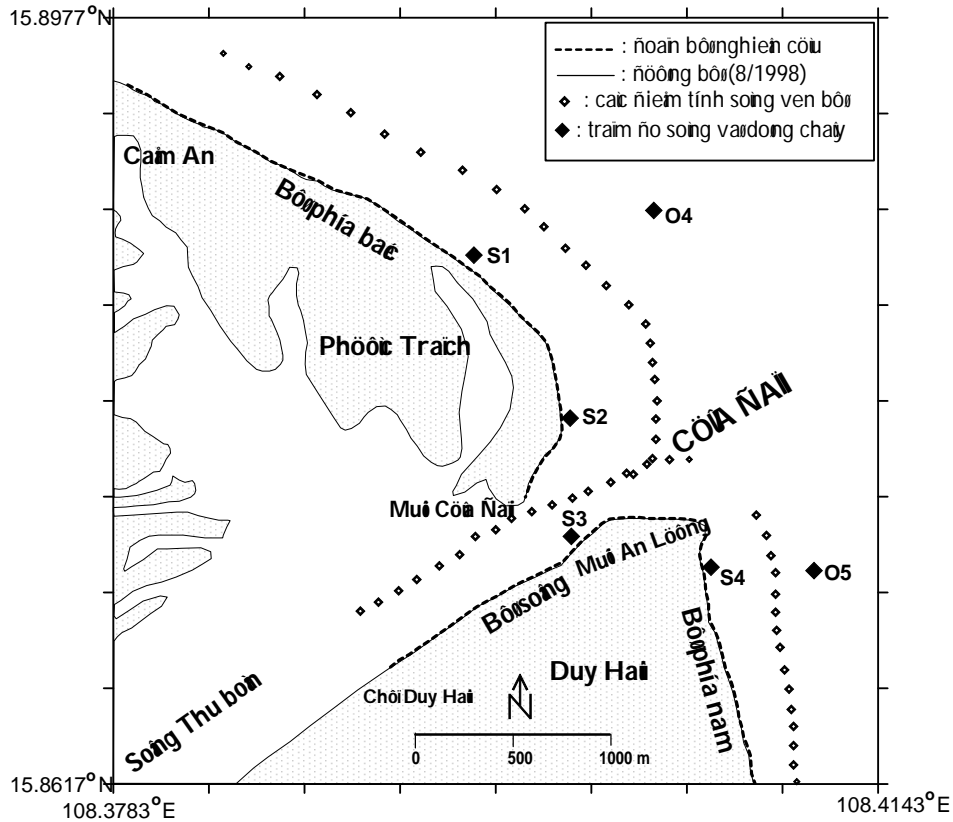
Từ điều kiện áp dụng của mô hình GENESIS nên hệ thống đường bờ tại khu vực Cửa Đại được chia thành 3 dải bờ riêng biệt: bờ phía Bắc, bờ phía Nam, Bờ sông và tiến hành mô hình hóa riêng biệt từng dải bờ (Gravens, et al. 1991). Hệ thống các dải bờ thể hiện tại hình 2.

Đầu vào của mô hình GENESIS (liên quan đến việc tính tốc độ vận chuyển bùn-cát dọc bờ) thể hiện trên bảng 1. Trong đó,

- Các đặc trưng sóng tại các điểm tính sóng ven bờ, chúng được lấy từ kết quả tính toán của mô hình SWAN (hình 2).

- Vị trí đường bờ (đo đạc 8/1998)

- Các tham số vận chuyển K_1 và K_2 áp dụng cho các dải bờ được lấy từ kết quả chạy hiệu chỉnh mô hình GENESIS trên cơ sở các số liệu đo đạc. Trên cơ sở chọn được K_1 và K_2 GENESIS sẽ chạy dự báo biến động đường bờ.

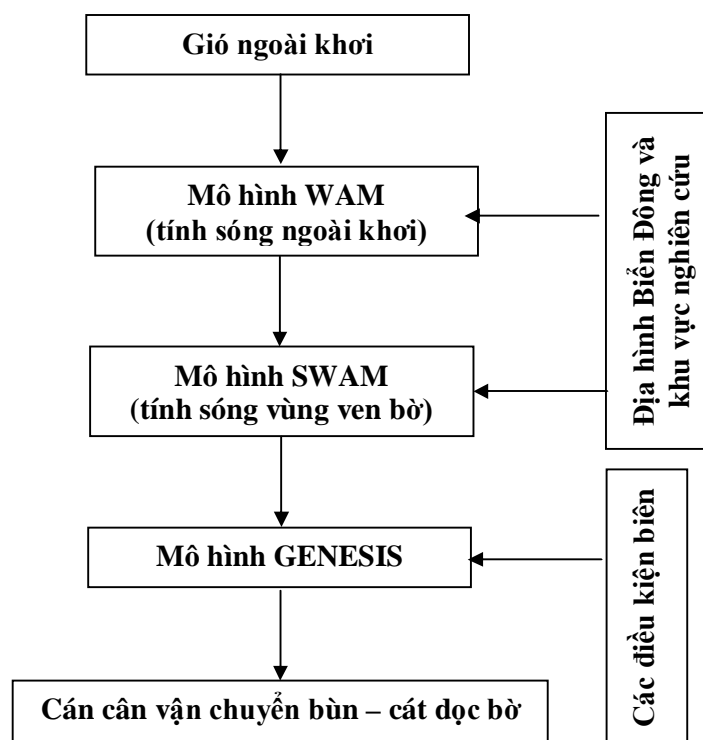


Hình 2: Hệ thống các dải bờ được mô hình hoá riêng biệt và các điểm tính sóng ven bờ

Đầu ra của mô hình GENESIS (liên quan đến nội dung của nghiên cứu này) là : tốc độ và cán cân vận chuyển bùn-cát dọc bờ tại các điểm tính toán dọc theo các dải bờ ($\Delta X = 50$ m) cho thời gian từ 01/9/1998 đến 31/8/1999 và được thể hiện trên hình 5 và 6. Toàn bộ qui trình tính toán cán cân vận chuyển bùn-cát dọc bờ tại khu vực Cửa Đại (Hội An) được thể hiện bằng sơ đồ trên hình 3.

Bảng 1: Các tham số thực nghiệm sử dụng trong mô hình GENESIS tại các dải bờ khác nhau

Các tham số thực nghiệm	Bờ phía Bắc	Bờ phía Nam	Bờ sông phía Nam
Tham số vận chuyển - K_1	0.15	0.5	0.58
Tham số vận chuyển - K_2	0.10	0.3	0.3
Đường kính hạt - D_{50} (mm)	0.175	0.175	0.175
Khoảng tính dọc bờ - ΔX (m)	50	50	50
Bước thời gian tính toán - Δt (giờ)	6	6	6

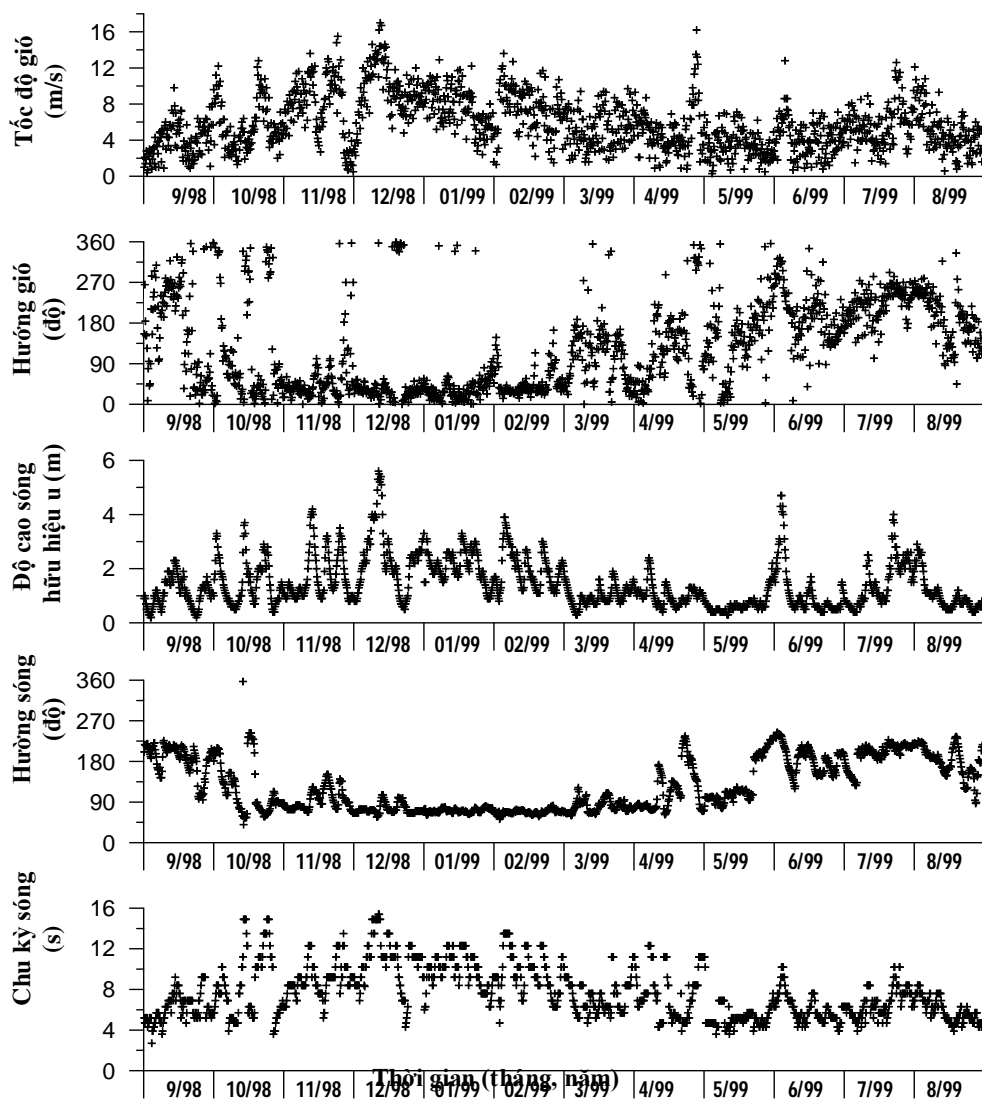


Hình 3: Sơ đồ minh họa qui trình tính toán cân cân vận chuyển bùn-cát dọc bờ

III. KẾT QUẢ

1. Đặc điểm chế độ gió và sóng ngoài khơi vùng biển Hội An trong thời gian 9/1998 ÷ 8/1999

Từ hình 4 chúng ta nhận thấy những đặc trưng nổi bật về chế độ gió và sóng ngoài khơi vùng biển Hội An như sau:



Hình 4: Biến thiên của các đặc trưng gió và sóng ngoài khơi vùng biển Hội An trong thời gian 9/1998 ÷ 8/1999

* Chế độ gió:

- Thời kỳ gió mùa Đông Bắc: từ 10/1998 đến 01/1999 hướng gió chủ yếu là N ÷ NE, từ tháng 2 đến tháng 3/1999 gió chuyển dần sang hướng E; nhìn chung tốc độ gió trung bình $V = 6 \div 12$ m/s.

- Thời kỳ gió mùa Tây Nam: từ 5/1999 đến 8/1999 hướng gió chủ yếu SW; tốc độ gió trung bình $V = 4 \div 10$ m/s.

- Tháng 4/1999 và 9/1998 là 2 tháng chuyển tiếp gió có tốc độ và hướng không ổn định.

* Chế độ sóng:

- Thời kỳ gió mùa Đông Bắc: từ 10/1998 đến 3/1999 hướng sóng chủ yếu là NE ÷ E; độ cao sóng hữu hiệu trung bình $H_s = 2 \div 3$ m; chu kỳ sóng trung bình $T = 8 \div 10$ s.

- Thời kỳ gió mùa Tây Nam: từ 5/1999 đến 8/1999 hướng sóng chủ yếu S ÷ SW; độ cao sóng hữu hiệu trung bình $H_s = 1 \div 2$ m; chu kỳ sóng trung bình $T = 6 \div 8$ s.

- Tháng 4/1999 và tháng 9/1998 là 2 tháng chuyển tiếp có độ cao và hướng không ổn định.

- Tháng 12/1998 và tháng 1/1999 là 2 tháng các đặc trưng gió và sóng có cường độ mạnh và hướng ổn định nhất.

2. Đặc điểm phân bố tốc độ vận chuyển bùn-cát dọc bờ tại khu vực Cửa Đại (Hội An) trong thời gian 9/1998 ÷ 8/1999

Hướng của dòng bùn-cát dọc bờ theo qui định là hướng song song dọc bờ đi về phía tay trái hoặc tay phải của người quan trắc đứng tại 1 điểm trên bờ nhìn ra biển. Từ hình 5a và 5b chúng ta có những nhận xét sau:

*> Dòng bùn-cát có hướng chảy về bên trái (hình 5a):

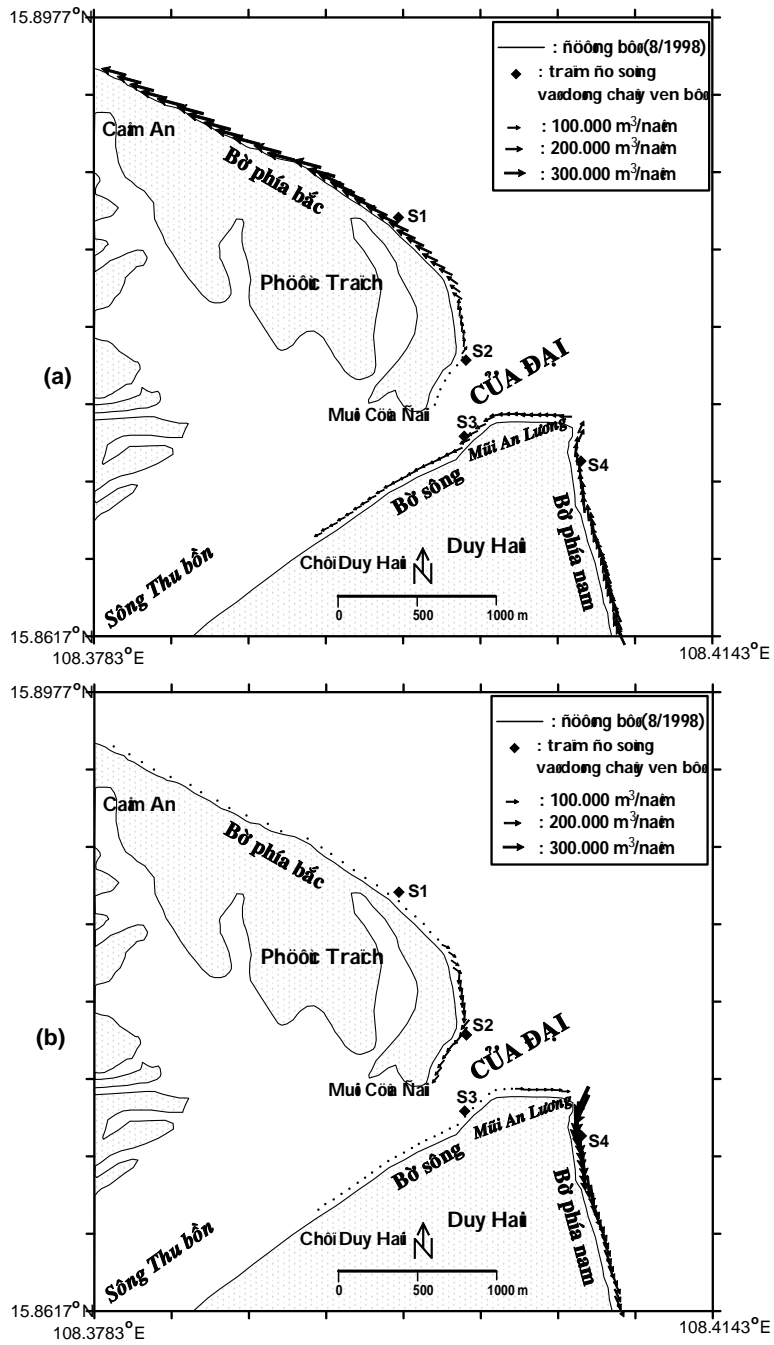
- Tại bờ phía Bắc: tốc độ dòng bùn-cát tăng dần từ giá trị $Q \approx 0$ m³/năm ở mũi Cửa Đại tăng lên $Q \approx 350.000$ m³/năm tại khu vực Cẩm An.

- Tại bờ phía Nam: tốc độ dòng bùn-cát từ giá trị $Q \approx 250.000$ m³/năm ở đầu phía Nam của dải bờ giảm dần xuống còn $Q \approx 100.000$ m³/năm tại khu vực mũi An Lương.

- Tại bờ sông: tốc độ dòng bùn-cát từ giá trị $Q \approx 150.000$ m³/năm ở khu vực mũi An Lương giảm dần xuống còn $Q < 5.000$ m³/năm tại khu vực chợ Duy Hải.

*> Dòng bùn-cát có hướng chảy về bên phải (hình 5b):

- Tại bờ phía Bắc: dòng bùn-cát chỉ xuất hiện từ khu vực phía Nam trạm S1 đến mũi Cửa Đại với tốc độ trung bình $Q \approx 100.000 - 150.000$ m³/năm.



Hình 5: Phân bố tốc độ vận chuyển bùn-cát dọc bờ do sóng đổ nhào gây ra tại các dải bờ khu vực Cửa Đại (Hội An) từ 9/1998 – 8/1999. (a): vận chuyển về bên trái; (b): vận chuyển về bên phải

- Tại bờ phía Nam: tốc độ dòng bùn-cát từ giá trị $Q \approx 400.000 \text{ m}^3/\text{năm}$ ở khu vực mũi An Lương giảm dần xuống còn $Q \approx 100.000 - 150.000 \text{ m}^3/\text{năm}$ tại đầu phía Nam của dải bờ.

- Tại Bờ sông: dòng bùn-cát chỉ xuất hiện tại khu vực mũi An Lương với giá trị trung bình $Q \approx 50.000 \text{ m}^3/\text{năm}$.

Hướng của dòng bùn-cát dọc bờ phụ thuộc chủ yếu vào góc tạo bởi hướng sóng đổ nhào và đường bờ. Cường độ của dòng bùn-cát dọc bờ không những phụ thuộc vào góc tạo bởi hướng sóng và đường bờ mà còn phụ thuộc vào độ cao sóng, độ dốc bãi, các tham số thực nghiệm... Trường hợp dòng bùn-cát có hướng chảy về bên trái tương ứng với hướng sóng NE, lúc này hầu như khu vực Cửa Đại rơi vào vùng khuất sóng của đảo Cù Lao Chàm, hơn nữa bao quanh khu vực Cửa Đại là hệ thống bãi ngầm chúng có tác dụng làm giảm độ cao sóng tới bờ, giảm độ dốc bãi, điều này lý giải càng đi xa về 2 phía của Cửa Đại giá trị tốc độ vận chuyển bùn-cát dọc bờ càng tăng.

Trường hợp dòng bùn-cát có hướng chảy về bên phải tương ứng với hướng sóng E, lúc này phần lớn dải bờ phía Bắc Cửa Đại rơi vào vùng khuất sóng của đảo Cù Lao Chàm, ngược lại tại khu vực mũi An lương (bờ Nam của Cửa Đại) là nơi hội tụ của năng lượng sóng, từ trạm S4 đi về phía Nam hướng của trường sóng tới có xu thế chuyển dần sang trực giao với đường bờ (Lê Đình Mậu, 2002), điều này giải thích càng đi xa về phía Nam Cửa Đại giá trị tốc độ vận chuyển bùn-cát dọc bờ càng giảm. Mạn bờ Nam của sông Cửa Đại chỉ chịu tác động chủ yếu của sóng đến từ hướng N-NE, càng đi sâu vào trong sông càng bị khuất sóng nên tốc độ vận chuyển bùn-cát dọc bờ giảm dần.

3. Đặc điểm phân bố cán cân vận chuyển bùn-cát dọc bờ tại khu vực Cửa Đại (Hội An) trong thời gian 9/1998 ÷ 8/1999

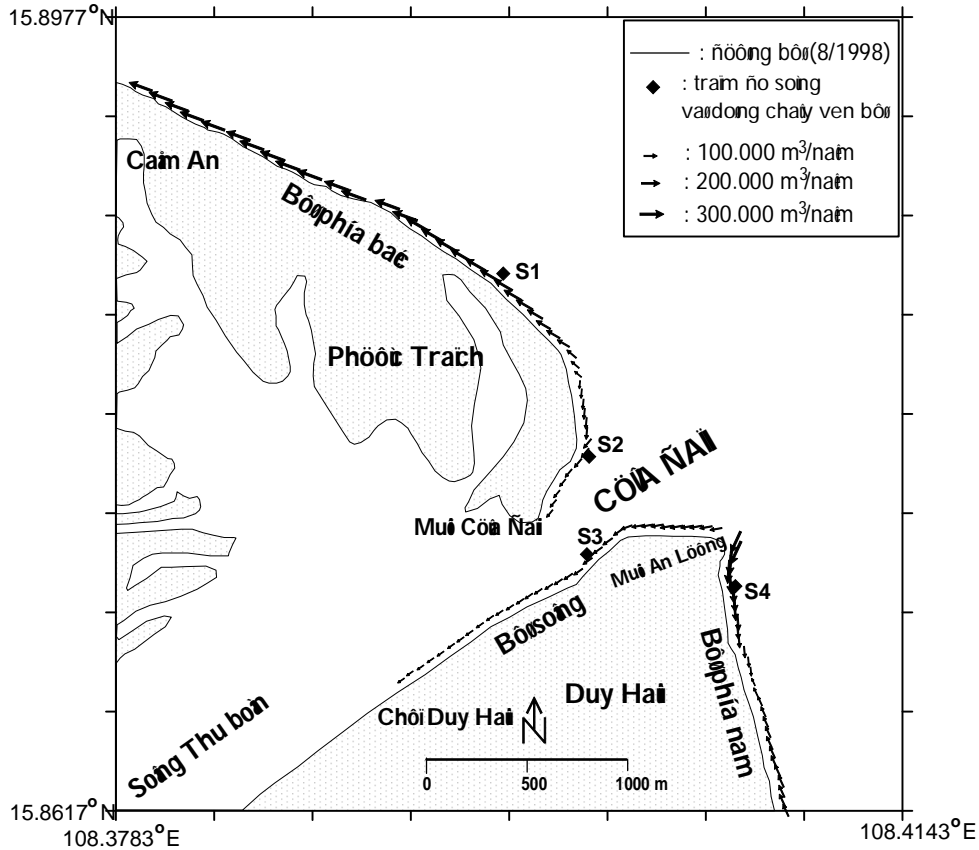
Đặc điểm phân bố cán cân vận chuyển bùn-cát dọc bờ được thể hiện trên hình 6, chúng có những đặc điểm sau:

- Tại dải bờ phía Bắc (bờ phía Bắc): từ điểm giữa 2 trạm đo sóng S1 và S2 trở lên phía Cẩm An cán cân vận chuyển bùn-cát dọc bờ có hướng đi về Bắc và tăng dần về cường độ (từ giá trị $Q \approx 100.000 \text{ m}^3/\text{năm}$ ở điểm giữa 2 trạm tăng lên $Q \approx 350.000 \text{ m}^3/\text{năm}$ tại Cẩm An). Từ điểm giữa 2 trạm trở về phía cửa sông (mũi Cửa Đại) cán cân vận chuyển bùn-cát dọc bờ có hướng đi về phía Nam với giá trị trung bình $Q \approx 50.000 - 100.000 \text{ m}^3/\text{năm}$.

- Tại dải bờ phía Nam (bờ phía Nam): từ khu vực mũi An Lương về phía Nam khoảng 800 m cán cân vận chuyển bùn-cát dọc bờ có hướng đi về phía Nam và giảm dần về cường độ (từ giá trị $Q \approx 300.000 \text{ m}^3/\text{năm}$ tại mũi An Lương giảm xuống còn $Q \approx 50.000 \text{ m}^3/\text{năm}$ tại khoảng giữa của dải bờ). Trái lại, phần còn lại của dải bờ phía Nam cán cân vận chuyển bùn-cát dọc bờ có hướng đi về phía Bắc và nhìn chung giảm dần về cường độ (từ giá trị $Q \approx 100.000 \text{ m}^3/\text{năm}$ ở đầu phía Nam, giảm xuống còn $Q \approx 50.000 \text{ m}^3/\text{năm}$

tại khoảng giữa của dải bờ).

- Tại mạn bờ sông (bờ sông) ta thấy cán cân vận chuyển bùn-cát dọc bờ có hướng đi về phía Tây (đi vào trong sông) và giảm dần về cường độ (từ giá trị $Q \approx 100.000 \text{ m}^3/\text{năm}$ tại khu vực mũi An Lương giảm xuống còn $Q < 5.000 \text{ m}^3/\text{năm}$ khi vào khu vực chợ Duy Hải).



Hình 6: Phân bố cán cân vận chuyển bùn-cát dọc bờ do sóng đồ nhào gây ra tại khu vực Cửa Đại trong thời gian 9/1998 ÷ 8/1999

IV. THẢO LUẬN

- Các đặc trưng gió đo đạc trên bờ đã bị biến tính rất nhiều so với gió ngoài khơi, đặc biệt là về hướng do ảnh hưởng của địa hình vùng ven bờ. Trong nghiên cứu này chúng ta thấy hướng gió có cường độ mạnh ngoài khơi vùng biển Hội An chủ yếu là N-NE, hướng sóng chủ yếu là NE-E; nhưng thống kê số liệu gió đo đạc tại trạm Đà Nẵng 20 năm (1977-1997) thì hướng gió có cường độ mạnh chủ yếu là NNW-N (Lê Phước Trình, 2000; Lê Phước Trình và

nkh, 2003). Do đó trường sóng tại vùng biển Cửa Đại là kết quả của sự tương tác giữa hệ sóng từ ngoài khơi truyền vào và hệ sóng được thành tạo bởi gió địa phương.

- Với sự xuất hiện thể hệ thứ 3 của các mô hình tính sóng (có khả năng tính toán sự tương tác giữa sóng tới từ ngoài khơi và sóng mới được hình thành từ gió địa phương) cho phép chúng ta giải quyết bài toán tính các đặc trưng sóng tại vùng biển Cửa Đại như sau:

+ Sử dụng số liệu gió ngoài khơi để tính các đặc trưng sóng ngoài khơi, các đặc trưng sóng này là điều kiện biên cho mô hình tính sóng vùng ven bờ.

+ Sử dụng mô hình SWAN để tính các đặc trưng sóng tại vùng biển Cửa Đại với điều kiện tham số gió địa phương trong mô hình là số liệu gió đo đạc tại trạm Đà Nẵng.

V. KẾT LUẬN

- Vùng biển Cửa Đại (Hội An) chịu ảnh hưởng mạnh nhất của sóng trong thời kỳ mùa gió Đông Bắc với sóng đến từ hướng NE đến E.

- Phân bố tốc độ vận chuyển bùn-cát dọc bờ tại khu vực Cửa Đại chịu ảnh hưởng đáng kể bởi sự che chắn sóng của đảo Cù Lao Chàm.

- Tại dải bờ phía Bắc Cửa Đại cán cân vận chuyển bùn-cát dọc bờ phần lớn có hướng chảy về phía Bắc, ngược lại tại phần phía Nam có hướng chảy về cửa sông. Tại dải bờ phía Nam của Cửa Đại cán cân vận chuyển bùn-cát dọc bờ có hướng từ hai đầu của dải bờ hội tụ về vùng trung tâm. Tại bờ Nam sông Cửa Đại cán cân vận chuyển bùn-cát dọc bờ có hướng chảy vào trong sông. Để bảo vệ Cửa Đại không bị bồi lấp bởi dòng bùn-cát dọc bờ do sóng gây ra, cần phải xây dựng kè chắn bùn-cát bên phía bờ Bắc.

Lời cảm ơn: Tác giả chân thành cảm ơn TSKH. Lê Phước Trình, Chủ nhiệm đề tài khoa học cấp Nhà nước KHCN.06.08, ThS. Phạm Xuân Dương, ThS. Phạm Bá Trung, ThS. Nguyễn Văn Tuấn (Viện Hải dương học) cùng các đồng nghiệp khác đã tạo mọi điều kiện thuận lợi cho việc thu thập số liệu và động viên khích lệ trong quá trình hoàn thiện bài báo này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Berkhoff, J. C. W., 1972.** Computation of combined refraction-diffraction. Proceedings of 13th International Conference on Coastal Engineering, pp. 471-490, Am. Soc. Of Civ. Eng., New York.
2. **Booij, N., Ris, R.C., and Holthuijsen, L.H., 1999.** A third generation wave model for coastal regions. Model description and validation. Journal of Geophysical Research. Vol. 104, No. C4, pp. 7649-7666.

3. **Bùi Hồng Long, Lê Đình Mậu, 2000.** Các đặc điểm của trường sóng, ảnh hưởng của chúng tới các quá trình xói lở – bồi tụ tại Cửa Đại (Hội An), cửa sông Cái (Nha Trang), vịnh Phan Thiết trong các điều kiện gió địa phương điển hình. Tuyển tập Nghiên cứu biển, tập X, trang 21-33. NXB. Nông nghiệp.
4. **Gravens, M. B., Kraus, N. C., and Hanson, H., 1991.** Genesis: Generalized model for simulating shoreline change. Report 2. Workbook and system user's manual. Technical report CERC-89-19
5. **Guenther, H., 2002.** WAM Cycle 4.5. User Manual. Technical Report. Institute for Coastal Research GKSS Research Centre Geesthacht. Germany, 40p.
6. **Hanson, H., 1987.** A generalised shoreline change numerical model for Engineering use. Genesis. Lund, Sweden.
7. **Hanson, H., and Kraus, N. C., 1991.** Genesis: Generalized model for simulating shoreline change. Report 1. Technical reference. Technical report CERC-89-19
8. **Holthuijsen, L.H., Booij, N., Ris, R.C., Haagsma, IJ.G., Kieftenburg, A.T.M.M., Kriez, E.E., and Zijlema, M., 2003.** SWAN Cycle III version 40.20. User Manual. Delft University of Technology, The Netherlands.
9. **Kalney, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., Iredell, M., Saha, S., White, G., Woollen, J., Zhu, Y., Chelliah, M., Ebisuzaki, W., Hinggin, W., Janowiak, J. Mo, K.C., Ropelewski, C., Wang, J., Leetmma, A., Reynolds, R., Jenne, R., Joseph, D., 1996.** The NCEP/NCAR reanalysis project. Bull. Am. Meteorol. Soc., 77, 437-471.
10. **Lê Đình Mậu, 2002.** Đặc điểm trường sóng khúc xạ và vận chuyển trầm tích dọc bờ tại vùng biển Hội An. Tuyển tập báo cáo khoa học Hội nghị khoa học Biển Đông 2002, Nha Trang. NXB. Nông nghiệp.
11. **Lê Phước Trình, 2000.** Nghiên cứu qui luật và dự đoán xu thế bồi tụ – xói lở vùng ven biển và cửa sông Việt Nam. Báo cáo tổng kết đề tài khoa học cấp Nhà nước KHCN0608. Viện Hải Dương học, Nha Trang. 88 trang.
12. **Lê Phước Trình, Phạm Bá Trung, Nguyễn Hữu Sửu, 2003.** Những đặc trưng xói lở – bồi tụ và biến đổi địa hình vùng Cửa Đại (Hội An) qua 2 năm 1999-2001. Tuyển tập Nghiên cứu biển, Tập XIII, Trang 15-24. Nxb. Khoa học Kỹ thuật.
13. **Ris, R.C., Holthuijsen, L.H., and Booij, N., 1999.** A third generation wave model for coastal regions. Verification. Journal of Geophysical Research. Vol. 104, No. C4, pp. 7667-7681.

14. **SPM, 1984.** Shore Protection Manual, U.S. Army Coastal Engineering Research Centre, US Army Engineer Waterway Experiment station, Vicksburg, MS.
15. **Tolman, H. L., 1998.** Validation of NCEP's ocean winds for the use in wind wave models. Global Atmos. Oc. System, Vol. 6, pp. 243-268.
16. **Trịnh Thế Hiếu, Lê Phước Trình, Đỗ Minh Tiệp, Phạm Bá Trung, Nguyễn Hữu Sửu, Nguyễn Đình Đoàn, Nguyễn Đức Ái, Lê Đình Mậu, 2000.** Sự biến đổi và xu thế phát triển bờ khu vực Cửa Đại, Hội An, Tỉnh Quảng Nam. Tuyển tập Báo cáo Khoa học Hội nghị Khoa học “Biển Đông-2000”, 19-22/9/2000, Nha Trang.
17. **Vũ Tuấn Anh, 2010.** Tính tổn sự biến đổi địa hình đáy tại khu vực Cửa Đại, Hội An gây bởi sóng và dòng chảy. Luận án Tiến sỹ. Trường Đại học KHTN Hà Nội.
18. **WAMDI Group, 1988.** The WAM model – A third generation ocean wave prediction model, J. Phys. Oceanogr., 18, 1775-1810.

COMPUTATION OF NET LONGSHORE SEDIMENT TRANSPORT RATE IN THE CUA DAI (HOIAN) AREA

LE DINH MAU

Summary: A study has been carried out to understand the distribution of the net longshore sediment transport rate due to wave action around the Cua Dai (Hoian). Wind data obtained from 6 hourly NCEP/NCAR reanalysis data over the East Sea (South China Sea) was used to estimate the wave characteristics in the offshore and nearshore regions using WAM and SWAN wave models respectively. The net longshore sediment transport rate from September 1998 to August 1999 was computed and based on GENESIS model. Study results show that the main direction of incident wave in the Cua Dai area was from NE to E, and the distribution of longshore sediment transport rate around the Cua Dai shows the effect of Cham Island on the distribution of wave energy along the study area with respect to the direction of predominant wave climate. At the northern shoreline of Cua Dai, in general the net longshore sediment transport rate was towards north, except the southern part (near river mouth) was towards south. At the southern shoreline of Cua Dai, the net longshore sediment transport rate was from northern and southern parts toward central region. At the south bank of Cua Dai River the net longshore sediment transport rate was towards upstream. Obtained model results give a better understanding on the distribution of the net longshore sediment transport rate behavior of the study area and to provide a scientific base for design of the shore protection and beach nourishment structures in the study area.

Ngày nhận bài: 26 - 4 - 2011

Người nhận xét: TS. Võ Lương Hồng Phước