ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN
----------📖----------

Vũ Tuấn Anh

NGHIÊN CỨU ĐỘNG LỰC HÌNH THÁI VÙNG BIỂN CỬA SÔNG THU BỒN

Chuyên ngành: Địa mạo và Cổ địa lý
Mã số: 62.44.72.01

Tóm tắt luận án tiến sỹ

Hà Nội - 2010

Công trình được hoàn thành tại Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.

Người hướng dẫn khoa học:

PGS.TS. Vũ Văn Phái

TS. Bùi Hồng Long

Phản biện 1: **PGS.TS Lại Huy Anh**

Phản biện 2: **PGS.TSKH Nguyễn Địch Dỹ**

Phản biện 3: **PGS.TS Nguyễn Thọ Sáo**

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng cấp nhà nước chấm luận án tiến sĩ họp tại Trường ĐH Khoa học Tự nhiên, ĐHQG Hà Nội vào hồi giờ ngày tháng năm 2010.

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Quốc gia Việt Nam
- Trung tâm Thông tin – Thư viện, Đại học Quốc gia Hà Nội

•

DANH MỤC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC CỦA TÁC GIẢ CÓ LIÊN QUAN TỚI LUẬN ÁN

1. **Vũ Tuấn Anh (1999)**. "Sự biến đổi địa hình khu vực cửa sông Cái (Nha Trang) dưới tác động của dòng triều rút và sóng hướng đông nam". *Tuyển tập nghiên cứu biển*. Tập IX. tr 66 - 78
2. **Vũ Tuấn Anh (2000)**, " A study on the bottom topography changes of the mouth of Caty river (Phanthiet) under breakwaters' effects", *Tuyển tập báo cáo khoa học Hội nghị khoa học "Biển đông 2000"*, Proceedings, pp 397 – 414.
3. **Vũ Tuấn Anh (2001)**, " Some study results of the changes of topography of Cai river mouth (Phanthiet)", *Tuyển tập nghiên cứu biển*, tập XI, pp 23 – 36.
4. **Vũ Tuấn Anh (2002)**, "The calculated results of current field and its effects on the process of sediment transport at Dong Bo river mouth (cua Be), Nha Trang", *Tuyển tập nghiên cứu biển*, tập XII, pp 59 – 66.
5. **Bùi Hồng Long, Trần Văn Chung, Vũ Tuấn Anh (2008)**, "Đặc điểm động lực nước và trao đổi nước vịnh Cam Ranh (Khánh Hóa)", *Tuyển tập báo cáo khoa học Hội nghị khoa học Địa chất biển toàn quốc lần thứ nhất*, Proceedings, pp 687 – 696.
6. **Vũ Văn Phái, Hoàng Thị Vân, Vũ Tuấn Anh (2006)**, "Xói lở bờ biển và quản lý môi trường bờ biển ở Việt Nam", *Tạp trí Biển Việt Nam*, Hội Khoa học Kỹ thuật biển Việt Nam.
7. **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, pp 26– 36.
8. **Nguyễn Kim Vinh, Arienne L. Avillanosa, Irene D. Alabia, Josep D. Palermo, Bounseuk Inthapatha, Vũ Tuấn Anh, Nguyễn Thanh Bình (2008),** *Đặc điểm động lực nước biển vùng Altoll Jackson*, Kỷ yếu hội nghị tổng kết các chuyến khảo sát nghiên cứu khoa học biển phối hợp Việt Nam – Philippin trên biển đông (JOMSRE – SCS I – IV), tr 77 – 86.

MỞ ĐẦU

1. TÍNH CẤP THIẾT CỦA LUẬN ÁN

Khu bờ là nơi có một nguồn lợi tự nhiên phong phú nhất. 2/3 dân số thế giới sống tập trung tại dải ven biển chỉ chiếm 10% diện tích lục địa này. Các quá trình bờ diễn ra mãnh liệt, phức tạp dưới tác động của nhiều nhân tố khác nhau. Trong đó, các nhân tố tự nhiên chủ đạo: sóng, dòng chảy, di chuyển trầm tích, sự thay đổi mực nước. Vùng biển cửa sông Thu Bồn với đặc tính cửa sông không ổn định, có xu thế dịch chuyển về phía nam, luồng lạch biến động, đường bờ biển biến động ngay cả trong các chu kỳ ngắn tạo ra nhiều dạng địa hình: val, trũng, bar, bãi dạng răng cưa gây ra không ít tác hại cho dân cư khu vực.

Do vậy, nghiên cứu sự biến động địa hình của khu vực là điều cần thiết và cấp bách. Từ đó chúng tôi đã chọn hướng nghiên cứu "*Nghiên cứu động lực hình thái vùng ven biển cửa sông Thu Bồn*" để làm đề tài luận án tiến sỹ của mình.

2. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU

Làm sáng tỏ cơ chế hình thành và biến đổi địa hình bãi biển vùng nghiên cứu dưới tác động của các yếu tố động lực trong chu kỳ ngắn.

3. NHIỆM VỤ NGHIÊN CỨU

(1) Thu thập, phân tích và đánh giá các tài liệu về động lực hình thái khu vực và các tài liệu liên quan; (2) Khảo sát thực địa để thu thập số liệu về động lực hình thái bờ và bãi; (3) Phân tích, xử lý các kết quả

4. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU

Đối tượng nghiên cứu của luận án là địa hình bờ và đáy biển vùng cửa sông Thu Bồn bao gồm cả phần đáy biển trước cửa sông và đoạn cửa sông, trong đó tập trung chủ yếu cho phần bãi biển và một phần diện tích đáy lòng sông Thu Bồn.

Về mặt không gian, lấy khu vực ven biển có ranh giới: trong sông Thu Bồn dọc kinh tuyến $108^0$21’53’’E. Phía ngoài biển dọc kinh tuyến 108^0 32’15’’E. Theo chiều vĩ tuyến: từ $15^0$49’51’’N tới $15^0$58’30’’N. Tập trung nghiên cứu trong dải từ 0-20 m nước bao gồm bộ phận đáy cửa sông và đáy biển ven bờ.

5. NHỮNG ĐIỂM MỚI VÀ HƯỚNG LUẬN ĐIỂM BẢO VỆ

5.1. Những điểm mới: - Làm sáng tỏ nguyên nhân bồi - xói để tạo ra những dạng địa hình ở dải ven bờ, theo chu kỳ ngắn tại vùng biển cửa

sông Thu Bồn. - Việc đưa thành phần độ sâu (phần biến đổi đáy do dòng chảy) vào trong hệ phương trình tính dòng chảy phản ánh rõ tính thực tiễn "nhân - quả" trong nghiên cứu động lực - hình thái bờ.

5. 2. Luận điểm bảo vệ. ***Luận điểm 1***: Hình thái đáy biển vùng cửa sông Thu Bồn hoàn toàn khác với các vùng biển có sông đổ ra ở Trung Bộ cũng như Bắc Bộ và Nam Bộ, đó là hình thái dạng mỏ với các val ngầm, rãnh trũng. Nhân tố tạo nên sự khác biệt này là địa hình ban đầu - quyết định hướng tác động của các tác nhân động lực ngoại sinh là sóng, dòng chảy, thủy triều và hoạt động của sông Thu Bồn. ***Luận điểm 2:*** Địa hình bờ và đáy biển vùng cửa sông Thu Bồn bị biến động rất đáng kể dưới tác động của các yếu tố động lực là sóng, dòng chảy có chu kỳ ngắn để tạo ra bãi biển tích tụ-xói lở với những dạng địa hình đặc trưng ở khu vực. Trong những điều kiện thời tiết cực đoan chúng bị biến động mạnh, Tuy nhiên, sau đó lại dần trở lại trạng thái trước đó.

6. CƠ SỞ TÀI LIỆU: Tài liệu của đề tài: KHCN-06.08 "Nghiên cứu quy luật và dự đoán xu thế bồi tụ - xói lở vùng ven biển và cửa sông Việt Nam" (1997 – 2000). Dự án "hợp tác

nghiên cứu hiện trạng và quy luật xói lở - bồi tụ bờ biển Việt Nam" giữa viện Hải dương học, Nha Trang và viện Hải dương học Quốc gia Ấn Độ (2000 – 2002). Ngoài ra còn tham khảo các công trình nghiên cứu về các quá trình thủy - thạch động lực ở đới bờ trong và ngoài nước.Tài liệu nghiên cứu địa mạo, địa chất, khí hậu, thủy văn, động lực biển, cửa sông, di chuyển vật liệu ở khu vực. Bản đồ địa hình tl: 1:25.000; 1:50.000, 1:100.000 và các bản đồ khác có liên quan.Các mô hình tính sóng, dòng chảy, vận chuyển trầm tích,…liên quan với vùng nghiên cứu đã công bố.

7. Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN

7.1. Ý nghĩa khoa học của đề tài: nằm trong trạng thái động cao, sự biến đổi địa hình bờ biển, cửa sông và đáy biển ven bờ tại khu vực thường xảy ra khi biển động. Trong điều kiện như vậy, rất khó đo đạc các yếu tố động lực gây ra biển đổi và cả bản thân biến đổi địa hình. Kết hợp giữa nhóm các phương pháp nghiên cứu địa mạo truyền và hiện đại là mô

hình hóa sẽ góp phần nghiên cứu toàn diện hơn về các quá trình gây nên sự biến động (xói lở và bồi tụ), nguyên nhân tạo ra các dạng địa hình tại khu vực.

7.2. Ý nghĩa thực tiễn của đề tài: Nghiên cứu các quá trình xói lở - bồi tụ đáy biển, biến động bờ biển, cửa sông nhằm tìm ra tính quy luật. Dựa vào đó, các kết quả dự báo xu thế biến động của các quá trình này có thể giúp giảm thiểu được những tác động xấu, cũng như khai thác những mặt tích cực của chúng.

8. CẤU TRÚC CỦA LUẬN ÁN: Ngoài phần mở đầu và kết luận, luận án gồm 4 chương được trình bày trong 159 trang đánh máy. Bao gồm 54 hình, 16 bảng, 14 ảnh và 1 bản đồ.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ NGHIÊN CỨU ĐỘNG LỰC HÌNH THÁI BỜ

1.1. MỘT SỐ KHÁI NIỆM TRONG NGHIÊN CỨU ĐỊA MẠO BỜ BIỂN: Địa mạo bờ biển nghiên cứu *động lực hình thái bờ* (Coastal Morphodynamics) là nghiên cứu mối tương tác lẫn nhau giữa hình dạng địa hình và các quá trình bờ.

1.1.1. Khu bờ: là một đối tượng được nhiều lĩnh vực khác nhau quan tâm, nghiên cứu. Khái quát nhất:"*khu bờ biển* (Coastal area hoặc coastal region) *là một dải đất liền và không gian biển bên cạnh* (bao gồm cả nước và đất dưới đáy) *mà trong đó các quá trình trên lục địa và việc sử dụng đất có ảnh hưởng trực tiếp đến các quá trình và việc sử dụng đại dương, và ngược lại"*

1.1.2. Di chuyển trầm tích: được hiểu là sự chuyển dịch của các hạt vật liệu rắn trong môi trường chất lưu chuyển động.

1.1.3. Tiến hóa địa hình bờ và bãi: Sự tiến hóa đường bờ ở tất cả các quy mô không gian và thời gian là biểu hiện một cách rõ ràng về một trong những lĩnh vực phức tạp nhất trong nghiên cứu địa mạo bờ biển. Bởi vì, tác động của các quá trình bờ với quy mô không gian và thời gian khác nhau đều có ảnh hưởng lẫn nhau (sẽ được phân tích ở phần sau).

1.2. LỊCH SỬ NGHIÊN CỨU

1.2.1. Các nghiên cứu trên thế giới: Đi tiên phong trong nghiên cứu các quá trình động lực ở đới bờ là những nhà nghiên cứu ở các nước Nhật Bản, Hà Lan, Đan Mạch, Mỹ...). Theo hướng nghiên cứu động lực và hình thái bờ thì

việc mô phỏng các quá trình thủy - thạch động lực bằng các mô hình toán là đương nhiên cần thiết, cho phép tính toán các trường động lực bằng các công thức toán học, giảm bớt khó khăn trong đo đạc thực tế. Gần đây, các nhà nghiên cứu đã đưa ra một số quan niệm mới như: các hệ địa mạo, độ mạnh và tần suất, cân bằng và tiến hóa, và quy mô trong địa mạo.

1.2.2. Các nghiên cứu ở trong nước: Nghiên cứu tính quy luật, mô hình hóa của nhóm Đinh Văn Ưu, Nguyễn Thọ Sáo. Nghiên cứu của nhóm Bùi Hồng Long, Nguyễn Ngọc Bích cung cấp các thông số kỹ thuật cho thiết kế và thi công đê, kè. Nghiên cứu của nhóm Nguyễn Văn Cư về cửa sông miền Trung. Huỳnh Thanh Sơn và đồng nghiệp nghiên cứu các quá trình vật lý trong lớp biên. Nhóm nghiên cứu của Nguyễn Mạnh Hùng ứng dụng những mô hình thủy – thạch động lực tổng hợp nhiều yếu tố để tính dòng vật liệu và biến đổi địa hình đáy vùng ven bờ, tổng kết về các phương pháp tính toán vận chuyển bùn cát và các mô hình tính biến động đường bờ. Nghiên cứu của VTGEO với việc sử dụng thông tin Viễn thám và GIS. Tô Quang Thịnh và cộng sự đã xây dựng tập bản đồ xói lở - bồi tụ bờ biển và cửa sông Việt

Nam từ 1965 – 1995. Nghiên cứu ở khu vực có: Vũ Văn Phái, Đặng Văn Bào, Đào Đình Bắc, Nguyễn Hiệu, Lê Xuân Hồng và Đỗ Ngọc Quỳnh nghiên cứu về đặc điểm hình thái, điều kiện thành tạo cửa sông ven biển. Lê Đình Mầu, sử dụng chương trình SWAN để tính sóng, GENESIC (1D) để dự báo quá trình biến đổi đường bờ do sóng...

CHƯƠNG 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU ĐỘNG LỰC HÌNH THÁI BỜ

2.1 CƠ SỞ PHƯƠNG PHÁP LUẬN: *Cách tiếp cận hệ thống*- cơ sở phương pháp luận của khoa học, sẽ được *sử dụng xuyên suốt quá trình làm việc*. Khi đó, *đới bờ biển được xem là một hệ mở* nằm trong khoa học hệ thống Trái đất (Earth Systematic Science-ESS)-có sự trao đổi vật chất và năng lượng với các hệ khác (môi trường bên ngoài) trên đất liền cũng như ngoài đại dương hoặc vùng biển bên cạnh. Các mối quan hệ trên đều chịu sự chi phối bởi luật NHÂN-QUẢ và hoạt động tuân theo các nguyên lý sau: 1) tính đồng dạng; 2) đột biến ngưỡng; 3) phản ứng liên hoàn và 4) thời gian. Theo các nguyên lý này, cứ sau một thay đổi theo kiểu tích lũy sẽ dẫn đến đột biến và hệ

chuyển từ trạng thái này sang trạng thái khác. Nếu trong trong giai đoạn đang tích lũy có có những đột biến sẽ ra những dạng địa hình mới. Tuy nhiên, sau đó, các quá trình động lực có cường độ yếu hơn nhưng tần suất lớn hơn lại có xu thế phá vỡ dạng địa hình mới này, đưa hệ thống có xu thế trở lại trạng thái cân bằng động đang phát triển ban đầu.

2.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**:** Tổng quan tài liệu; Đo đạc, khảo sát; Nhóm các phương pháp địa mạo thống (phương pháp phân tích hình thái động lực và hương pháp phân tích trắc lượng - hình thái); Nhóm các phương pháp hiện đại có tính liên ngành (phương pháp viễn thám và hệ thông tin địa lý (GIS) và phương pháp mô hình hóa). Dưới đây là chi tiết những mô hình toán đã được sử dụng

Cơ sở lý thuyết của mô hình tính sóng

Cho các điều kiện ổn định, phương trình cân bằng năng lượng với điều kiện tiêu tán năng lượng được viết:

$$\frac{\partial(v_x S)}{\partial x} + \frac{\partial(v_y S)}{\partial y} + \frac{\partial(v_\theta S)}{\partial \theta} = -\varepsilon_b S$$

(2.1)

S = S(f,θ) là mật độ phổ sóng theo hướng chủ đạo; (x,y) là tọa độ nằm ngang, θ là hướng

sóng; ε_b là hệ số tiêu tán năng lượng. Đặc trưng vận tốc (v_x, v_y, v_θ) được định nghĩa như sau:

$$(v_x, v_y, v_\theta) = \left\{ C_g \cos\theta, C_g \sin\theta, \frac{C_g}{C}\left(\sin\theta \frac{\partial C}{\partial x} - \cos\theta \frac{\partial C}{\partial y} \right) \right\}$$

(2.2)

C: tốc độ truyền sóng, C_g là vận tốc nhóm sóng. H_s, T_s, và θ_s tính từ sự tính toán S_n^{ijk}, như sau:

$$H_s = 4{,}0\sqrt{m_0} \quad (2.18); \quad T_s = T_0 \sqrt{m_0 / m_2 / \bar{T_0}}$$

(2.19)

$$\bar{\theta} = \sum_{n=1}^{N}\sum_{k=1}^{K} \theta_k S_n^{ijk} / m_0 \quad (2.20); \quad m_p = \sum_{n=1}^{N}\sum_{k=1}^{K} f_n^p S_n^{ijk}$$

(2.21)

T_0 và $\bar{T_0}$ là chu kỳ tới hiệu dụng và chu kỳ tới trung bình

Cơ sở lý thuyết của mô hình tính dòng chảy tổng hợp

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} = -g\frac{\partial \varsigma}{\partial x} + fv + \frac{\tau_x^s}{\rho(h+z)} - \frac{\tau_x^b}{\rho(h+z)}$$

(2.22) $$\frac{\partial v}{\partial t} + u\frac{\partial v}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y} = -g\frac{\partial \varsigma}{\partial y} - fu + \frac{\tau_y^s}{\rho(h+z)} - \frac{\tau_y^b}{\rho(h+z)}$$

(2.23)

$$\frac{\partial \varsigma}{\partial t} + \frac{\partial u(h+z+\zeta)}{\partial x} + \frac{\partial v(h+z+\zeta)}{\partial y} = 0$$

(2.24)

Cơ sở lý thuyết của mô hình tính dòng chảy do sóng gây ra

$$\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}+fv=-g\frac{\partial \zeta}{\partial x}+\frac{1}{\rho(h+\zeta)}\left(\tau_x^s-\tau_x^b-\tau_x^w\right)+\nabla^2(u)$$

(2.36)

$$\frac{\partial v}{\partial t}+u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}-fu=-g\frac{\partial \zeta}{\partial y}+\frac{1}{\rho(h+\zeta)}\left(\tau_y^s-\tau_y^b-\tau_y^w\right)+\nabla^2(v)$$

(2.37)

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t}+\frac{\partial (h+\zeta)u}{\partial x}+\frac{\partial (h+\zeta)v}{\partial y}=0$$

(2.38)

u, v –thành phần vận tốc theo phương x, y; ς - dao động mực nước;

τ^s – ứng suất trên mặt biển; τ^b – ứng suất trên đáy biển; C_f – hệ số ma sát đáy; f – tham số Coriolis; h- độ sâu; ρ – mật độ nước;. z là z_b, từ phương trình 2.39; τ^w – ứng suất bức xạ sóng; $\nabla^2=\frac{\partial}{\partial x}\varepsilon\frac{\partial}{\partial x}+\frac{\partial}{\partial y}\varepsilon\frac{\partial}{\partial y}$; $\varepsilon(x,y)$ – hệ số trao đổi động lượng ngang.

Cơ sở lý thuyết của mô hình tính biến đổi địa hình đáy

$$\frac{\partial z_b}{\partial t}=-\frac{\partial}{\partial x}\left(q_x-\varepsilon_s|q_x|\frac{\partial z_b}{\partial x}\right)-\frac{\partial}{\partial y}\left(q_y-\varepsilon_s|q_y|\frac{\partial z_b}{\partial y}\right)$$

(2.39)

z_b - mực đáy; q_x, q_y - các thành phần của suất vận chuyển trầm tích theo chiều x, y; t - thời gian; ε_s là hằng số.

Các phương trình tính di chuyển trầm tích

* *Trầm tích di chuyển bởi sóng*

$q = q_c + q_w$

(2.42)

$qc_x = \frac{A_c(\tau - \tau_{cr})}{g}u$ (2.43); $qc_y = \frac{A_c(\tau - \tau_{cr})}{g}v$

(2.44) $qw_x = F_d \frac{A_w(\tau - \tau_{cr})}{g}\hat{u}_b \cos\theta$ (2.45); $qw_y = F_d \frac{A^w(\tau - \tau_{cr})}{g}\hat{u}_b \sin\theta$

(2.46)

τ - giá trị max của ứng suất trượt đáy do cả sóng và dòng chảy. τ_{cr} - ứng suất trượt tới hạn; $\hat{u}_b$ - biên độ tốc độ quĩ đạo sóng sát đáy; θ - hướng lan truyền sóng ; A_c - hệ số; B_w – hệ số ; f_w – hệ số ma sát sóng; w_0 – vận tốc lắng của hạt hạt vật liệu; d – đường kính hạt vật liệu ; λ – tỷ số độ rỗng giữa các hạt; $A_w = B_w \frac{w_0}{(1-\lambda)\rho^* \sqrt{\rho^* g d}} \sqrt{\frac{f_w}{2}}$; $\rho^* = (\rho_s - \rho)/\rho$; ρ_s – tỷ trọng của vật liệu; ρ – tỷ trọng nước; $F_d = \tanh k_d \frac{P_{cr} - P}{P_{cr}}$ quy định hướng di chuyển trầm tích vào bờ hay ra khơi ; P_{cr} - giá trị tới hạn của P tại điểm tính mà ở đó tốc độ vận chuyển trầm tích $\cong 0$; $P = \frac{h\hat{u}_b^2}{g\rho^* L_0 d}$; L_0 - độ dài sóng ngoài khơi;

* *Trầm tích di chuyển bởi dòng chảy*

$q_{ct} = q_{cb} + q_{cs}$

(2.47)

$$q_{cb} = 0{,}005\bar{u}h\left\{\frac{\bar{u}-\bar{u}_{cr}}{[(s-1)gd_{50}]^{1/2}}\right\}^{2.4}\left(\frac{d_{50}}{h}\right)^{1/2}$$

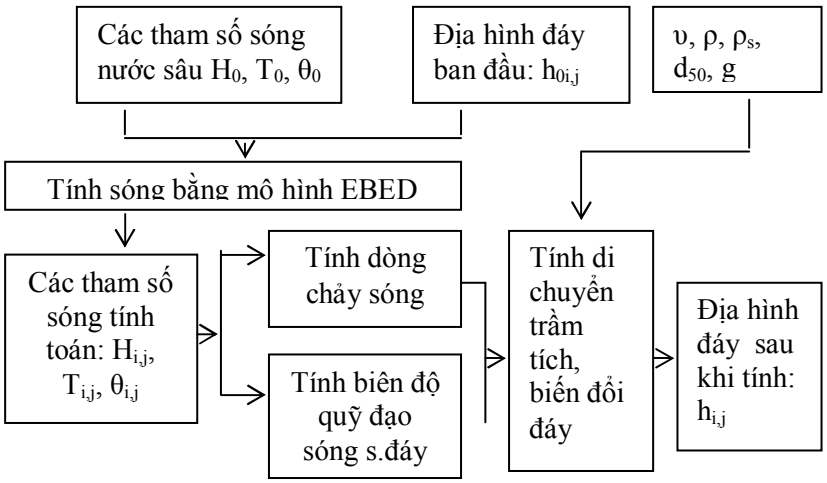
(2.48)

$$q_{cs} = 0{,}012\bar{u}h\left\{\frac{\bar{u}-\bar{u}_{cr}}{[(s-1)gd_{50}]^{1/2}}\right\}^{2.4}\left(\frac{d_{50}}{h}\right)(D_*)^{-0.6}$$

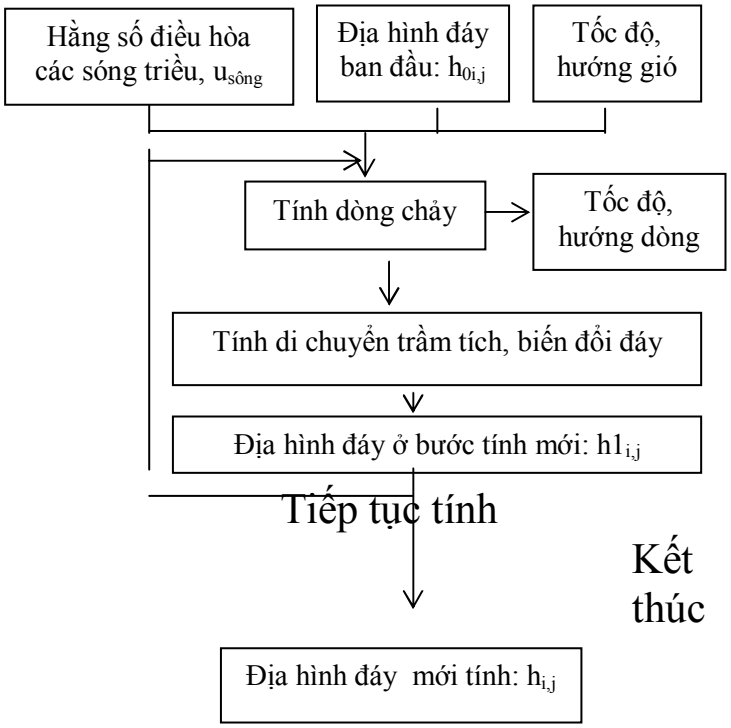
(2.49)

$\bar{u}$ - tốc độ dòng trung bình theo độ sâu; $\bar{u}_{cr}$ - giá trị của vận tốc mà tại đó, hạt vật liệu bắt đầu di chuyển; d_n - đường kính hạt mà có n% các hạt có đường kính nhỏ hơn giá trị d_n

2.3. CÁC SƠ ĐỒ KHỐI TÍNH TOÁN



Hình 2.6. *Sơ đồ khối tính toán sự biến đổi địa hình do sóng*



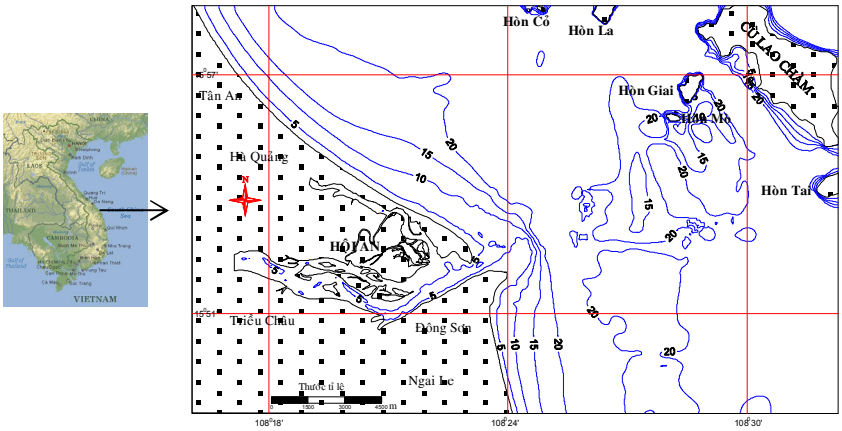
Hình 2.7. *Sơ đồ khối tính dòng và sự biến đổi địa hình do dòng chảy*

CHƯƠNG 3: ĐỊA MẠO VÙNG BIỂN CỬA SÔNG THU BỒN

3.1. VỊ TRÍ ĐỊA LÝ VÙNG NGHIÊU CỨU:

Theo chiều kinh tuyến: từ 108°21’53” E tới

108°32’15” E. Theo chiều vĩ tuyến: từ 15°49’51” N tới 15°58’30” N. (hình 3.1)

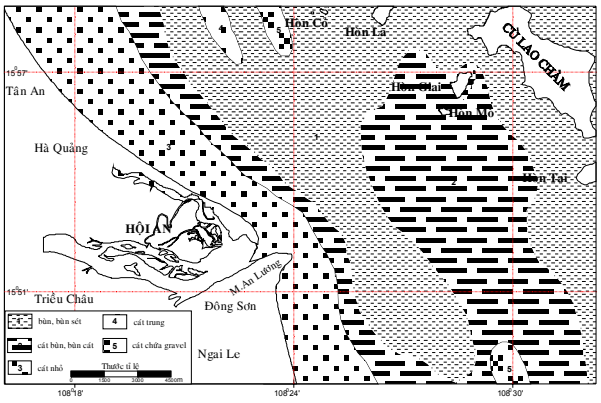


Hình 3.1. *Vị trí khu vực nghiên cứu*

3.2. CÁC NHÂN TỐ THÀNH TẠO ĐỊA HÌNH

3.2.1. Điều kiện cấu trúc-thạch học: Trong phạm vi nghiên cứu, trên bề mặt, chỉ lộ ra các trầm tích bở rời với các cấp hạt từ cát đến bùn-sét, hình thành vào Holocen, chia thành hai loại. - Trầm tích cát màu xám sáng đến xám vàng, nguồn gốc biển-gió, tuổi Holocen sớm-giữa (mvQ_2^{1-2}) ở phía trong và Holocen muộn (mvQ_2^3) ở phía ngoài. -Trầm tích bùn-sét màu xám, xám đen trên các bãi bồi ở vùng cửa sông Thu Bồn và dọc theo sông Để Võng, nguồn gốc sông-biển-đầm lầy tuổi Holocen muộn

(ambQ$_2^3$). Trầm tích đáy biển tầng mặt từ độ sâu 20 m trở vào bờ, là cát mịn với thành phần thạch anh là chủ yếu. Trung tâm là cát bùn, bùn cát. Phần còn lại là bùn sét (hình 3.2).



Hình 3.2. *Phân bố trầm tích tầng mặt vùng biển nghiên cứu*

Vùng nghiên cứu là một bộ phận của đới Tam Kỳ-Phước Sơn. - Hệ thống đứt gãy phương tây bắc-đông nam trùng với sông Trường Giang, phương đông bắc-tây nam (Sông Yên, Bàu Sấu, Vĩnh Điện), phương á vĩ tuyến là hệ thống đứt gãy trẻ đang hoạt động. Khối nâng Non Nước-Hội An, nằm phía tây vùng nghiên cứu;), vùng sụt Cẩm Hà trong vùng cửa sông Thu Bồn.

3.2.2. Địa hình. *Địa hình đáy biển ven bờ*: chia làm 2 phần: - phía ngoài, sự phân dị địa hình lớn. - phần còn lại có đặc điểm: phần có độ sâu trên 20 m khá bằng. Từ 20 m trở vào, phía bắc và nam cửa sông các đường đẳng sâu có xu thế song song với bờ và có độ dốc tăng dần về phía bờ. Khu vực trước cửa sông Thu Bồn là một tiền châu thổ (avandelta ở một phạm vi nhỏ (hình 3.1). *Địa hình lục địa và đảo*. Các đảo thuộc quần đảo Cù Lao Chàm (7 đảo) phân bố ở phía đông-bắc, phần kéo dài về phía đông nam của khối granit Bạch Mã - Hải Vân - Sơn Trà, có tuổi khoảng 230 triệu năm. Đảo Cù Lao Chàm (lớn nhất) khoảng 13,77 km^2. Phía sườn hướng sóng của các các đảo thường hình thành những vách đứng. Tại những cung bờ lõm khuất sóng của đảo tích tụ vật liệu, tạo ra những bãi biển tích tụ. Phần đồng bằng ven biển là dải cồn cát cao 4-5 m, phân bố ở hai phía cửa sông, hướng tây bắc-đông nam, song song với hướng chung của đường bờ hiện nay. Trong phạm vi Cửa Đại, các bãi tích tụ do tác động của sông-thủy triều cao 1,0-1,5 m, bị chia cắt bởi các lạch thoát nước, cấu tạo bởi trầm tích hạt mịn

3.2.3. Khí hậu. Mang tính nhiệt đới gió mùa căn bản ẩm, là nhân tố có tính chất quyết định đến các quá trình ngoại sinh trực tiếp hay gián tiếp tạo ra sự tiến hóa đới bờ. *Mưa*: đạt 2200 mm ở đồng bằng, 3000 mm ở vùng núi. *Gió, bão*: Trong các trường gió cực đại chủ yếu là gió N (42,1%), thứ 2 là gió NNW (31,5%). Từ 1955 - 2007 có 71 cơn bão đã đổ bộ trực tiếp hay có ảnh hưởng đến khu vực. *Độ ẩm*: 84 - 85%. *Nhiệt độ* trung bình tháng lạnh nhất $>21^0$C

3.2.4. Thủy văn lục địa. Ảnh hưởng trực tiếp đến vùng nghiên cứu là sông Thu Bồn: diện tích lưu vực 10350 km^2, chiều dài lưu vực 148 km; chiều rộng lưu vực 70 km; độ cao nguồn sông 1600 m; độ cao lưu vực bình quân 552 m; hệ số uốn khúc 1,86. Dòng chảy vùng cửa sông phụ thuộc chặt chẽ vào dao động thủy triều và lưu lượng nước sông. Chế độ thủy văn sông Thu Bồn chia làm hai thời kỳ: mùa khô và mùa mưa lũ.

3.2.5. Các nhân tố thủy động lực biển. *Sóng do bão*: sóng do bão gây ra lớn, biến đổi nhanh theo thời gian, không kéo dài. *Sóng chế độ*: tháng 6-8, ngoài khơi sóng có hướng SW (62%), độ cao hiệu dụng 0,5-1,5 m, chu kỳ tb

6s. Tháng 10-4 năm sau: sóng hướng NE (75%), độ cao hiệu dụng 0,5- 2,5 m, chu kỳ tb 7s. Mùa chuyển tiếp (tháng 5, 9) sóng có hướng không ổn định, độ cao < 0,5 m. *Dòng chảy biển*: là tổng hợp của dòng mật độ, dòng gió, dòng triều. Vùng sát bờ còn chịu tác động của dòng chảy sóng, dòng chảy sông. *Thủy triều*: là vùng giao lưu giữa chế độ bán nhật triều không đều ở phía bắc và chế độ nhật triều không đều ở phía nam, độ cao lớn nhất 2,2m, trung bình 0,8 − 1,2m, thấp nhất 0,1m.

3.2.6. Dao động mực nước biển: Sự dâng lên của mực nước biển ở Đà Nẵng là 1,198 mm/năm. Qua thời gian lâu dài, sự tích lũy của chúng cũng rất đáng kể.

3.2.7. Các hoạt động của con người: Việc phát triển cơ sở hạ tầng, xây dựng cảng, khai thác quặng có những ảnh hưởng trong việc làm thay đổi cán cân bồi tích và động lực của vùng nghiên cứu.

3.3.ĐẶC ĐIỂM ĐỊA MẠO VÙNG BIỂN CỬA SÔNG THU BỒN

Theo "bản đồ địa mạo vùng biển cửa sông Thu Bồn". khu vực có 16 dạng địa hình như sau

3.3.1. Địa hình lục địa ven biển (10 đơn vị địa hình)

**** Địa hình nguồn gốc sông***, gồm: *1)Bãi bồi ven lòng sông hiện đại tuổi Holocen muộn (Q_2^3)* phân bố dọc các nhánh sông và các đảo giữa sông ở vùng hạ lưu sông Thu Bồn, cấu tạo bởi cát mịn. *2) Lòng sông và bãi bồi thấp hiện đại*, là những dải hẹp cắt vào các bãi cao. * ***Địa hình nguồn gốc hỗn hợp sông-biển***, gồm***:*** *3) Bề mặt tích tụ sông biển tuổi Holocen giữa* (Q_2^2) phân bố phía trong cửa Đại, cấu tạo bởi cát-bột. *4)Bề mặt tích tụ sông-biển hiện đại (Q_2^3)* phân bố ờ vùng cửa sông gần biển, cấu tạo bởi trầm tích mịn.* ***Địa hình nguồn gốc biển-đầm lầy***, gồm: *5) Bề mặt tích tụ biển-đầm lầy tuổi Holocen giữa (Q_2^2)* có diện tích hạn chế, cấu tạo bởi vật liệu mịn. *6) Bề mặt tích tụ biển-đầm lầy tuổi Holocen muộn (Q_2^3)* phân bố ở 2 phía bắc và nam của cửa sông Thu Bồn, phía tây các bar cát cổ, cấu tạo bởi cát-bột. *7) Bề mặt tích tụ biển-đầm lầy tuổi Holocen muộn (Q_2^3)* phân bố thành dải hẹp ở phía tây-bắc Tân An, cấu tạo là bùn-sét. * ***Địa hình nguồn gốc biển,*** gồm: *8) Bề mặt tích tụ biển tuổi Pleistocen muộn, phần trên (Q_1^{3b}),* có diện tích rất nhỏ, cấu tạo bởi cát màu xám sáng đến vàng

nhạt. *9) Bề mặt tích tụ biển tuổi Holocen giữa (Q_2^2),* diện tích khá lớn trên lục địa sát biển, cấu tạo bởi cát màu xám sáng.

**** Địa hình nguồn gốc biển-gió***: *10) Cồn cát ngừng di động tuổi Holocen muộn (Q_2^3),* là những dải cồn cát song song với đường bờ biển hiện tại

3.3.2. Địa hình đáy biển ven bờ (6 đơn vị địa hình)

11) Bãi biển xói lở-tích tụ nghiêng hiện đại do tác động của sóng ở độ sâu 0-5 m, cấu tạo là cát mịn đến trung. Có các val, rãnh trũng xen kẽ. Phần phía trong của bãi bị xói lở, tạo thành vách cao từ 0,3-0,5 m. *12) Bề mặt tích tụ-xói lở nghiêng thoải hiện đại do tác động của sóng*, nằm ở độ sâu từ 5 đến 15-17 m, cấu tạo bởi cát mịn. *13) Bề mặt tích tụ bằng phẳng hiện đại do tác động của sóng-dòng chảy gần đáy*. phân bố ở phía nam các đảo Hòn Cỏ, Hòn La và Hòn Giai cho đến độ sâu trên 20 mét, cấu từ bùn-sét đến sạn sỏi. *14) Bề mặt tích tụ bằng phẳng hiện đại do tác động của dòng chảy gần đáy*, phân bố rộng rãi nhất trên đáy biển ven bờ vùng nghiên cứu ở độ sâu 20-30 m, cấu tạo chủ yếu là bùn-sét và bùn-cát. *15) Bề mặt tích tụ hơi trũng hiện đại do tác động của dòng chảy gần*

đáy, chỉ gặp được một dải hẹp có dạng ô van phân bố lệch về phía đông-nam của cửa Đại, ở độ sâu 20-22 mét, cấu tạo là bùn-sét. *16) Bề mặt tích-xâm thực tụ hiện do tác động hỗn hợp sông-biển*, nằm trước cửa sông Thu Bồn. Gồm: vùng trũng và bar trước cửa sông. Cấu tạo từ cát mịn (vùng trũng cửa sông vàphía trong của bar) và bùn-sét (sườn phía ngoài của bar).

CHƯƠNG 4. BIẾN ĐỔI ĐỊA HÌNH ĐÁY VÙNG BIỂN CỬA SÔNG THU BỒN THEO CÁC MÔ HÌNH TÍNH

4.1. CÁC THAM SỐ ĐẦU VÀO CHO CÁC MÔ HÌNH. gồm: địa hình đáy, tham số sóng nước sâu, hằng số điều hòa thủy triều, dòng chảy sông, đặc điểm vật liệu đáy, các hằng số…

4.2. KẾT QUẢ TÍNH BIẾN ĐỔI ĐỊA HÌNH

4.2.1. Biến đổi địa hình do sóng

**** Biến đổi địa hình do sóng chế độ.*** - *Trường hợp tính toán với sóng nước sâu có* $H_0 = 1,5m;$ $T_0 = 5s;$ $\theta_0 = 30^o$. Trường sóng tính (hình 4.3): vùng sát bờ sóng hướng đông bắc. Độ cao sóng: 0.5 – 1.0 m. Trường dòng chảy sóng (hình 4.4) tồn tại trong 1 đới rộng từ 550 – 600 m ở ven bờ, hướng bắc nam. Dải rộng 200 –

250 m tính từ bờ ra dòng có tốc độ 0,10 – 0,30 m. Ở bờ bắc dòng giảm dần từ Tân An về cửa sông. Bên bờ nam, phân bố của dòng phức tạp hơn, có hiện tượng tách dòng ở khu vực bờ phía bắc mũi An Lương. Dòng tăng dần từ cửa sông về phía nam, ở dải sát bờ dòng có tốc độ từ 0,15 – 0,30 m/s, cực đại 0,39 m/s. Biến đổi địa hình đáy do sóng tính sau 120 giờ (hình 4.5): bờ bắc: bồi - xói giảm dần từ phía bắc về phía nam cả về quy mô cũng như cường độ. Xói từ độ sâu 2 m trở vào, tạo ra một *rãnh trũng* (trough) ở khu vực Tân An, bắc Hà Quảng với tốc độ xói -0,30 m/120 giờ, ở nam Hà Quảng, Hội An từ -0,10 –> -0,20 m/120 giờ. Bên ngoài là dải bồi, giản dần theo độ sâu. Dải bồi có cường độ > +0,1 m/120 giờ rộng 200 – 220 m tạo ra các *val ngầm* không liên tục. Bồi, xói hình thành nên địa hình *bãi dạng răng cưa*. Sát cửa sông hình thành một dải bồi, tới độ sâu 5 m, cường độ +0,10 –> +0,20 m/120 giờ, xu thế lấp dần cửa sông, do trầm tích di chuyển dọc bờ tạo ra địa hình tích tụ dạng *doi cát*. Bên bờ nam: đầu mũi An Lương và bờ bắc bị xói ở độ sâu < 2 m. Dải bờ sát bờ phía đông của mũi được bồi khá mạnh, tới độ sâu 2,5 – 3 m, cường độ +0,20 m/120 giờ. Bãi

cạn phía đông bắc mũi bồi xói xen kẽ. Dải bờ còn lại bồi - xói xen kẽ, cường độ tăng dần về phía nam tạo ra *bãi tích tụ - xói lở có địa hình răng cưa*, với những tâm xói nằn sát bờ hơn. Sóng đông bắc có xu thế tạo ra *bãi biển kiểu tích tụ - xói lở với những dạng địa hình đặc trưng: bãi dạng răng cưa, val ngầm, rãnh trũng và doi cát*. - *Trường hợp tính toán với sóng nước sâu có* $H_0 = 1,5m$; $T_0 = 5s$; $\theta_0 = 90^o$. Kết quả tính trường sóng (hình 4.6) cho thấy: Khu bờ nam, cửa sông không bị ảnh hưởng che chắn của hệ thống đảo Cù Lao Chàm. Hà Quảng, Tân An vào gần bờ sóng chuyển hướng đông nam. Độ cao sóng < 1.5 m. Trường dòng chảy sóng (hình 4.7) chảy từ nam lên bắc. Bên bờ nam, dòng có tốc độ 0,05 – 0,1 m/s. Tới mũi An Lương dòng chảy mở rộng cả phạm vi hoạt động và cường độ đạt từ 0,10 – 0,25 m/s ở sát bờ và từ 0,1 – 0,20 m/s tại mũi An Lương. Dải bờ bắc, dòng chảy tăng dần từ cửa sông về phía Tân An. Tốc độ 0,05 – 0,20 m/s, cực đại 0,38 m/s, trong dải rộng 100 – 150 m. Biến đổi địa hình (hình 4.8): sát bờ bên bờ bắc quá trình xói xảy ra trên một dải rộng 100 m, cường độ < -0,2 m/120 giờ. Phía ngoài là dải bồi rộng 220 m, cường độ < +0,10 m/120 giờ tạo ra những

val ngầm không liên tục dọc theo đường đẳng sâu 2m. Khu vực cửa sông quá trình bồi xói phức tạp. Bên bờ bắc, bồi xói xen kẽ ở dải sát bờ với sự mở rộng dần diện tích bồi về phía mũi cát cửa sông, tới độ sâu 5 m về phía biển, cường độ < +0,10 m/120 giờ. Ở phía ngoài, tới độ sâu 10 m xảy ra xói, cường độ <-0,10 m/120 giờ. Bên bờ nam, mũi An Lương bị xói với cường độ từ -0,10 –> -0,20 m/120 giờ, ở độ sâu < 2 m. Bên ngoài, tới độ sâu 10 m xảy ra quá trình bồi, xói xen kẽ với giá trị tuyệt đối của tốc độ bồi, xói < 0,10 m/120 giờ. Dải xói theo trục lòng sông ở độ sâu 5 m làm cho lòng sông có xu thế dịch về phía nam. Dải bờ còn lại có quá trình bồi, xói xen kẽ, với quá trình bồi chiếm ưu thế. Tốc độ bồi <+0,10 m/120 giờ. Về mặt hình thái đây chính là những *val bờ*. Sóng hướng đông có xu thế tạo ra *bãi biển dạng tích tụ - xói lở* với những dạng địa hình*: val bờ, val ngầm, rãnh trũng* và các bãi có địa hình dạng *răng cưa*. - *Trường hợp tính toán với sóng nước sâu có* $H_0 = 1,5m$; $T_0 = 5s$; $\theta_0 = 135^o$. Trường sóng tính toán (hình 4.9) cho thấy: toàn bộ dải bờ vùng nghiên cứu không chịu tác dụng che chắn của hệ thống các đảo. Sóng hướng đông nam, từ 0.5 - 1,5 m. Trường dòng chảy

sóng (hình 4.10) như sau: bên bờ bắc, dòng chảy có tốc độ >0,01 m/s tồn tại trong một đới rộng 400 m sát bờ, phần lớn tốc độ từ 0,05 –> 0,10 m/s, chảy dọc bờ lên phía bắc. Bên bờ nam, dòng chảy có tốc độ từ 0,10 – 0,25 m/s, hướng từ nam lên bắc. Giá trị cực đại của dòng 0,38 m/s. Phân bố xói, bồi sau 120 giờ tác động với sóng (hình 4.11) cho thấy: bên bờ bắc, xói - bồi xảy ra tới độ sâu 5 m. Phần được bồi từ độ sâu 2 m trở vào, tạo thành dải có độ rộng 100 m, cường độ < +0,20 m/120 giờ. Dải xói phía ngoài có cường độ <-0,10 m/120 giờ, giảm dần theo độ sâu. Về mặt hình thái, dải bồi gắn bào bờ chính là *val bờ*. Phía bắc cửa sông, có quá trình bồi, xói xen kẽ từ 2 m trở vào. Giá trị tuyệt đối của cường độ cả 2 quá trình <0,20 m/120 giờ. Từ 2 – 5 m xảy ra quá trình xói với cường độ <-0,1 m/120 giờ. Bên ngoài, tới độ sâu 10 m là quá trình bồi, cường độ <+0,1 m/120 giờ. Bên bờ nam, mũi An Lương được bồi từ độ sâu 2 m trở vào. Bờ đông bồi với giá trị cực đại >+0,40 m/120 giờ, bờ phía bắc +0,30 m/120 giờ. Bãi cạn phía đông bắc mũi An lương quá trình bồi, xói xen kẽ tạo ra những *bar ngầm* ở độ sâu 4 m. Dải bờ còn lại về phía nam quá trình xói là chủ yếu với cường độ <-

0,10 m/120 giờ và ra tới độ sâu 5 m. Ở sát bờ có những tâm bồi cục bộ với cường độ từ +0,10 10 –> +0,20 m/120 giờ. Sóng đông nam khi tác động tạo *ra bãi tích tụ - xói lở* với những dạng địa hình*: val bờ, bar ngầm và bãi dạng răng cưa.*

Biến đổi địa hình do sóng hình thành trong điều kiện thời tiết cực đoan. - *Trường hợp tính toán với sóng do áp thấp nhiệt đới 04W (5/2000) có: H_0 = 2,5m; T_0 = 7,4s; $\theta_0 = 0^o$*. Kết quả tính (hình 4.12): vùng nghiên cứu sóng có hướng bắc – đông bắc, đông bắc. Các đảo có tác dụng mạnh trong việc che chắn. Sóng tạo ra trường dòng chảy (hình 4.13), với đặc điểm: bên bờ bắc, đới dòng có tốc độ > 0,01 m/s rộng 1000 m, từ 0,10 – 0,40 m/s rộng 450 m từ bờ ra, hướng dọc bờ từ bắc xuống. Bên bờ nam đới dòng có tốc độ >0,01 m/s đạt 1200 m, có tốc độ > 0,10 m/s là 270 m, hướng dọc bờ từ bắc xuống nam. Xung quanh mũi An Lương dòng chảy có tốc độ từ 0,10 – 0,20 phân bố trên một dải có chiều dài khoảng 1600m, rộng 800 m. Tốc độ dòng cực đại trên toàn vùng đạt 0,46 m/s. Tác động của sóng tới quá trình bồi xói của vùng nghiên cứu sau 24 giờ (hình 4.14), cho thấy: dải ven bờ của bờ bắc quá trình

bồi, xói với trị tuyệt đối của cường độ từ 0,01 m/24 giờ trở lên, tới độ sâu 9 – 10 m ở phía bắc, 5 – 6 m ở Hội An. Từ bờ tới độ sâu 2 m, bị xói, cường độ từ -0,10 –> -0,20 m/24 giờ. Bên ngoài là dải bồi giản dần theo độ sâu, từ +0,30m/24 giờ ở sát ngay dải xói cho tới giới hạn ngoài chỉ còn 0,01 m/24 giờ. Về mặt hình thái thì rãnh xói phía trong và dải bồi ngay bên cạnh chính là rãnh trũng và val ngầm. Gần cửa sông là quá trình bồi ở mũi cát với cường độ từ +0,10 –> +0,30 m/24 giờ. Bên bờ nam, mũi An Lương bị xói ở phần mũi phía đông bắc và dải bờ phía bắc tới độ sâu 2m, xói cực đại -0,30 m/23 giờ. Dải bờ phía đông của mũi lại được bồi từ độ sâu 2 m trở vào, tạo ra xu thế mở rộng bãi ở phía bờ đông. Bãi cạn phía đông bắc mũi An Lương, có quá trình bồi, xói xen kẽ, với cường độ xói <-0,10 m/24 giờ, bồi < +0,20 m/24 giờ. Dải bờ phía nam còn lại, bồi xói xen kẽ trên một đới rộng 330 m. Xói chiếm ưu thế ở sát bờ với những tâm xói có cường độ <-0,20 m/24 giờ, bên ngoài là dải bồi giảm dần theo độ sâu. Sóng do áp thấp nhiệt đới 04W tạo ra bãi dạng tích tụ - xói lở với dạng địa hình val ngầm và rãnh trũng đặc trưng suốt dải bờ bắc, địa hình dạng doi cát tự do vẫn phát triển ở sát

cửa sông. Bên bờ nam là những cồn ngầm trên bãi cạn phía đông bắc mũi An Lương và bãi có dạng răng cưa ở dải bờ phía nam do quá trình xói không đều nhau ở sát bờ.- *Trường hợp tính toán với bão Kaemi (8/2000) có: H_0 = 5,4m; T_0 = 10,1s; θ_0 = 30^o*. Kết quả tính sóng (hình 4.15): Phần lớn khu vực sóng có hướng đông bắc. Phía bắc sóng cao 3,5 – 4,0 m. Cửa sông, mũi An Lương sóng 3,0 m. Phía bờ nam sóng < 2,5 m. Trường dòng chảy sóng (hình 4.16) có những đặc điểm: Bên bờ bắc, đới dòng có tốc độ > 0,01 m/s rộng 1300 m. Dòng có tốc > 0,10 m/s phân bố trong đới rộng 740 m từ bờ ra, chảy dọc bờ từ phía bắc về cửa sông, đạt cực đại 0,65 m/s. Vùng cửa sông và bên bờ nam khu vực dòng có tốc độ > 0,01 m/s được mở rộng. Bên bờ nam dòng có xu thế tăng dần về phía nam vùng nghiên cứu, đạt cực đại 0,50 m/s. Cửa sông xuất hiện một số xoáy làm cho hướng dòng thay đổi nhanh theo không gian. Tác động của sóng do bão Kaemi tạo ra quá trình biến đổi đáy biển sau 24 giờ (hình 4.17), có đặc điểm sau: Bên bờ bắc, có 3 dải xói, bồi xen kẽ song song với đường bờ tới độ sâu 13 m. Đây là những rãnh trũng và val ngầm. Rãnh trũng và val ngầm lớn nhất nằm gần bờ nhất

với độ rộng của rảnh trũng 180 m, tốc độ xói từ -0,10 –>-0,20 m/24 giờ, của val ngầm là 250 m, với cường độ bồi +0,10 –> +0,20 m/24 giờ. Cửa sông bồi xói xen kẽ tạo ra một loạt bar ngầm ở độ sâu 5 – 6 m có dạng vòng cung, xu thế gắn một đầu vào bờ Hội An. Tốc độ bồi trên những bar ngầm này đạt +0,20 –> +0,30 m/24 giờ, cực đại >+0,40 m/24 giờ. Bên cạnh, là các hố trũng với tốc độ xói cực đại -0,20 m/24 giờ. Bên bờ nam, mũi An Lương bị xói mạnh ở bờ phía bắc với cường độ >-0,40 m/24 giờ, bờ phía đông <-0,10 m/24 giờ. Dải bờ còn lại, từ độ sâu 2 m trở vào bị xói với cường độ <-0,10 m/24 giờ. Bên ngoài là dải bồi khá rộng với cường độ <+0,20 m/24 giờ. Sóng do bão Kaemi có xu thế tạo ra dạng địa hình gồm những rãnh trũng và val ngầm song song với bờ rất rõ nét bên bờ bắc. Những bar ngầm, hố trũng trước cửa sông được hình thành, phát triển.

4.2.2. Biến đổi địa hình do dòng chảy. *Trường hợp tính với dòng chảy sông 1,0 m/s:* Khi triều xuống mạnh, khu vực phía nam dòng chảy có hướng bắc. Phần còn lại dòng có hướng tây bắc. Tốc độ dòng từ 0,1 – trên 0,5 m/s. Trong sông, dòng có hướng đông bắc. Khi

ra khỏi cửa sông, dòng giảm tốc độ và chuyển hướng nhanh, cực đại tới hơn 2,0 m/s (hình 4.18, 4.19). Pha triều lên, trường dòng có hướng ngược lại với pha triều rút. Vào thời điểm triều lên mạnh (hình 4.20, 4.21) cho thấy: ngoài biển dòng có giá trị từ 0,1 – 0,5 m/s. Trong sông, cực đại >1,0 m/s**.** Sau 96 giờ dòng chảy làm biến đổi địa hình đáy (hình 4.22): Khu vực không chịu ảnh hưởng của dòng chảy sông, quá trình di chuyển vật liệu không đáng kể. Hai tâm xói, bồi mạnh nhất ngay cửa sông, xói cực đại -2,92 m/120 giờ, bồi là +2,20 m/120 giờ. Ngoài cửa xu thế bồi về phía bắc, đông bắc là một trong những nguyên nhân làm cho cửa sông có xu thế luôn dịch chuyển về phía nam. *Trường hợp tính với dòng chảy sông 0,24 m/s:* Phía ngoài, ngoại trừ phần nhỏ sát cửa sông, sự phân bố của dòng chảy trong cả 2 pha triều giống như trường hợp tính với $u_{sông}$ = 1,0 m/s (hình 4.23, 4.24). Sự khác nhau chủ yếu là khu vực ngay sát ngoài cửa sông và phần trong sông. Sau 120 giờ, trường dòng gây ra biến đổi địa hình (hình 4.25): xói, bồi chỉ xảy ra ở khu vực địa hình thu hẹp như khu vực đầu 2 nhánh sông hay vùng cửa sông. Xói cực đại -0,047 m/120 giờ, bồi cực đại là +0,04 m/120

giờ. *Trường hợp tính với dòng chảy sông 0,03 m/s:* Sự tác động của dòng để làm di chuyển vật liệu đáy hầu như không đáng kể.

4.3. ĐÁNH GIÁ MỨC ĐỘ TIN CẬY CỦA CÁC KẾT QUẢ TÍNH

Việc đánh giá mức độ chính xác của kết quả là cần thiết nhằm xác định mức độ tin cậy của mô hình.

4.3.1. Đánh giá mức độ tin cậy của kết quả tính dòng chảy: tại 14 trạm (hình 4.28): 86,7% số trạm có độ sai lệch giữa đo đạc và tính tốc độ dòng ≤ 0,1 m/s. Sai lệch về hướng xảy ra ở những vùng gần bờ, cửa sông, nơi có sự tương tác giữa sông và biển phức tạp. Tại trạm lt4: tốc độ dòng (1 ngày đêm) dao động từ 0,15 – 0,30 m/s., tính toán từ 0,07 m/s – 0,38 m/s. Sai lệch lớn nhất vào các thời điểm dòng đạt cực trị. Về hướng, pha triều rút, dòng có hướng 250^0 – 310^0, tính toán là 300^o – 320^o; pha triều lên, các giá trị tương ứng là khoảng 110^o – 170^o và khoảng 140^o – 150^o.

4.3.2. Đánh giá mức độ tin cậy của kết quả tính biến đổi địa hình đáy: Biến đổi địa hình đáy là kết quả tác động của rất nhiều quá trình thủy động lực trong mối liên hệ chặt chẽ với trầm tích, địa hình đáy. Kết quả tính cho thấy:

từ cửa sông trở vào hoàn toàn do tác động của dòng chảy sông và dòng triều. Trước cửa sông do tác động tương tác của dòng chảy sông, dòng triều và sóng. Phần còn lại của vùng chủ yếu do tác động của sóng. ***So sánh sự biến đổi địa hình do tác động của dòng chảy sông, dòng tổng hợp:*** mặt cắt A – A (hình 4.28): sau 1đợt lũ (21/9/1997 –> 25/9/1997) cho thấy đáy sông bị xói, nhiều vị trí >2 m. Xói hai bên bờ mạnh hơn vị trí sâu nhất của lòng sông, xói bên bờ nam nhiều hơn bờ bắc (hình 4.32). Kết quả tính, hình 4.33, cũng cho xu thế xói lòng sông nhưng cường độ thấp hơn. ***So sánh sự biến đổi địa hình do tác động của sóng:*** - *Vào mùa gió đông nam*: đường bờ vào 5/1998 và 8/1998 (hình 4.34 B) cho thấy xu thế bồi xói xen kẽ ở dải bờ gần cửa sông bên bờ bắc, nhưng bồi nhiều hơn, mũi cát bờ bắc tiếp tục lấn về phía nam. Bên bờ nam sự bồi lại ở dải bờ bắc, xói mũi An Lương và dải bờ phía đông của mũi. Kết quả tính (hình 4.34 A) cũng cho kết quả tương tự phía bờ bắc. Bên bờ nam, dải bờ bắc của mũi An Lương được bồi, xói xảy ra ở mũi này. Có sự sai khác giữa tính toán và đo đạc về xu thế xói bồi của dải bờ phía đông của mũi An Lương. -*Vào mùa gió đông bắc*: đường bờ vào

8/1999 và 1/2000 (hình 4.35A) tạm coi là vào đầu và cuối mùa gió đông bắc cho thấy sự bồi xói xen kẽ gây nên sự biến động đường bờ bên bờ bắc, xu thế lấn về phía nam của mũi nhô bên bờ bắc. Bờ bắc mũi An Lương bị lùi dần về phía nam và sự mở rộng ra phía đông của mũi An Lương. Kết quả tính (hình 4.35 A) cho thấy phân bố bồi, xói khá phù hợp với thực tế.

4.4. ĐÁNH GIÁ VAI TRÒ CỦA CÁC QUÁ TRÌNH THỦY-THẠCH ĐỘNG LỰC TRONG VÙNG NGHIÊN CỨU VÀ MỘT SỐ ĐỀ XUẤT SỬ DỤNG HỢP LÝ TÀI NGUYÊN ĐỊA HÌNH VÙNG NGHIÊN CỨU: Các kết quả tính, đo đạc cho thấy vai trò chủ đạo của các quá trình thủy - thạch động lực trong quá trình phát triển đới bờ khu vực. Sóng là quá trình động lực chủ đạo và ảnh hưởng mạnh mẽ tới phần lớn diện tích vùng nghiên cứu. Tác dụng che chắn của hệ thống các đảo Cù Lao Chàm là đáng kể, nhất là với sóng chế độ và bị giảm đi nhiều với sóng bão**.** Phần lớn các trường hợp tính đều cho thấy sự bồi xói xen kẽ làm biến động đường bờ, xu thế lấn về phía nam của mũi cát bờ bắc, sự xói lở bờ bắc mũi An Lương làm cửa sông dịch chuyển về phía nam khá rõ ràng khá phù hợp với sự biến đổi tự

nhiên ở khu vực. Dòng chảy tổng hợp, không gây nên biến đổi địa hình đáy phía ngoài biển. Xung quanh cửa, trong sông dòng chảy tổng hợp cùng với dòng sông gây ra quá trình di chuyển trầm tích làm biến đổi địa hình đáy, bờ sông khá mạnh mẽ trong trường hợp có lũ. Xu thế bồi vùng ngoài cửa về phía bắc, đông bắc do tác động của dòng chảy là một điều kiện thuận lợi cho doi cát bờ bắc lấn về phía nam. Đây là khu vực có tính nhạy cảm cao, cần có những nghiên cứu cụ thể chi tiết trong sử dụng tài nguyên địa hình

KẾT LUẬN

1. Vùng biển cửa sông Thu Bồn là một hệ địa mạo với các hợp phần từ cả phía lục địa và phía biển bao gồm đặc điểm cấu trúc địa chất-thạch học, đặc điểm địa hình ban đầu, đặc điểm khí hậu, hoạt động của dòng sông, tác động của sóng, thủy triều, dòng chảy biển, sự thay đổi mực nước biển lâu dài và các hoạt động của con người. Dưới tác động tương hỗ của các hợp phần này đã tạo cho vũng nghiên cứu có những nét địa mạo độc đáo và da dạng gồm 16 đơn vị. Hiện nay, các đơn vị địa mạo này vẫn đang tiếp tục bị biến đổi do tác động của cả các nhân tố tự nhiên và con người. Trong đó, biến đổi

mạnh mẽ nhất xảy ra trên dải lục địa ven biển chủ yếu dưới tác động của con người, còn biến động phần đáy biển ven bờ, đặc biệt là bãi biển, chủ yếu do tác động của các nhân tố tự nhiên.

2. Các kết quả tính với chu kỳ ngắn cho thấy vai trò chủ đạo của các quá trình thủy - thạch động lực làm di chuyển trầm tích gây nên sự biến đổi địa hình - tạo ra những dạng địa hình khác nhau trong vùng nghiên cứu. Toàn bộ dải bờ vùng nghiên cứu chịu ảnh hưởng của sóng với phần bị biến đổi địa hình đáy mạnh nhất là dải ven bờ, có độ sâu dưới 7 m đối với sóng chế độ, tối đa khoảng 13 m với trường hợp của sóng của bão Kaemi. Sóng chế độ tạo ra bãi xói lở - tích tụ dạng răng cưa, các val bờ, val ngầm nhỏ, không liên tục ở độ sâu 1,5 - 2,0 m, và địa hình tích tụ dạng doi cát tự do. Sóng hình thành do điều kiện thời tiết cực đoan có xu thế tạo ra bãi xói lở, các val ngầm, rãnh trũng song song với bờ, các bar ngầm, hố trũng phân bố dạng vòng cung trước cửa sông. Khu vực trong sông, khi có lũ, sự tương tác của dòng chảy sông với dòng triều làm biến đổi địa hình đáy - tạo ra địa hình đáy sông dạng sóng cát và làm sạt lở bờ sông phía nam. Một diện tích không lớn trước cửa sông, quá trình di chuyển vật liệu gây ra

biến đổi địa hình đáy là kết quả tương tác của sóng, dòng tổng hợp và dòng sông.

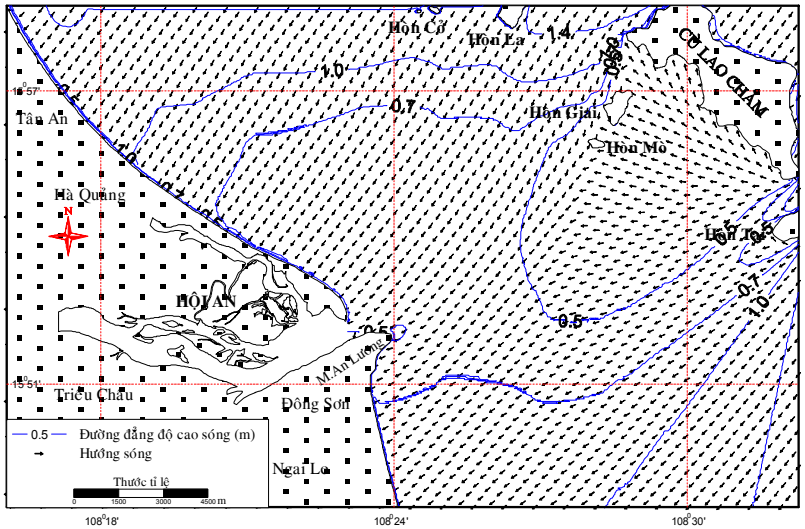
3. Kết quả tính toán cho thấy tác dụng che chắc đáng kể của cụm đảo Cù Lao Chàm, đặc biệt, với sóng chế độ hướng đông bắc đến khu vực cửa sông. Tuy nhiên, tác dụng này bị giảm đi trong trường hợp sóng bão.

4. Kết quả tính toán cho thấy: quá trình bồi xói xen kẽ trên suốt dải bờ trong mùa gió đông bắc với xu thế xói nhiều hơn. Và ngược lại, trong mùa gió tây nam, xu thế bồi là chủ đạo. Đó còn là xu thế lấn về phía nam của mũi cát bên bờ bắc, sự xói bờ bắc mũi An Lương làm cho cửa sông luôn có xu thế dịch chuyển về phía nam, kèm theo là quá trình bồi, xói phức tạp của mũi An Lương làm cho bức tranh địa hình tại khu vực thay đổi liên tục.

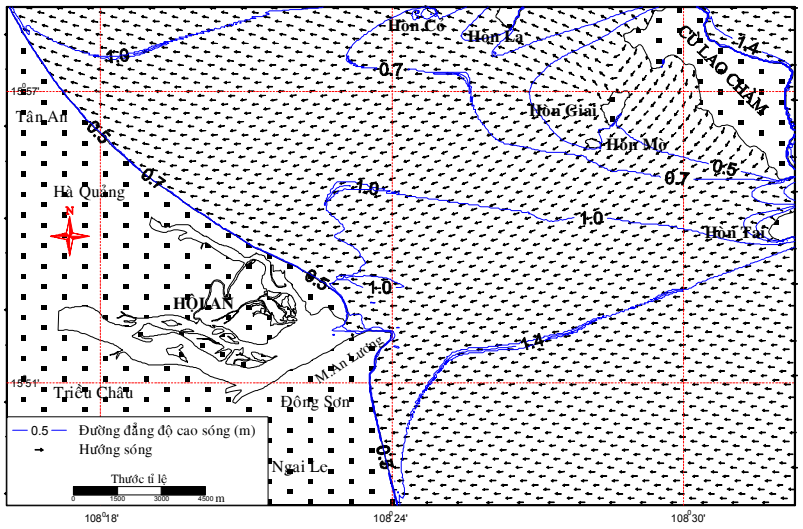
5. Trong điều kiện thời tiết cực đoan các quá trình động lực xảy ra với cường độ lớn, nhưng tần suất thấp, gây nên sự biến đổi địa hình bờ (chủ yếu là xói lở) và đáy mạnh hơn, tạo ra một số thành tạo địa hình có tính tương phản cao. Tuy nhiên, sau đó các thành tạo này có xu thế bị phá hủy đưa khu vực trở về trạng thái cân bằng động trong điều kiện mới. Còn các quá trình động lực có cường độ yếu hơn, nhưng tần

suất cao hơn lại làm cho địa hình biến đổi từ từ với xu thể ổn định trong khoảng thời gian dài. Chẳng hạn xu thế xói lở bờ biển ở khu vực này đã kéo dài trong suốt 20 năm qua và vẫn đang tiếp tục.

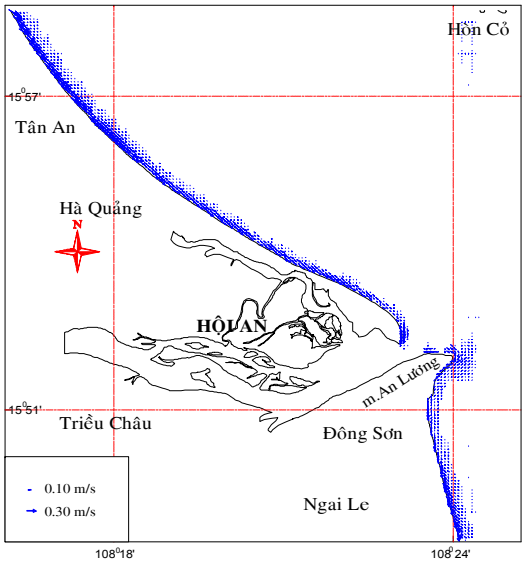
6. Thành phần z trong các phương trình 2.22-2.24 đã thể hiện rõ nét mối quan hệ Nhân - Quả của quá trình Động lực - Hình thái giữa dòng chảy và biến đổi địa hình đáy.



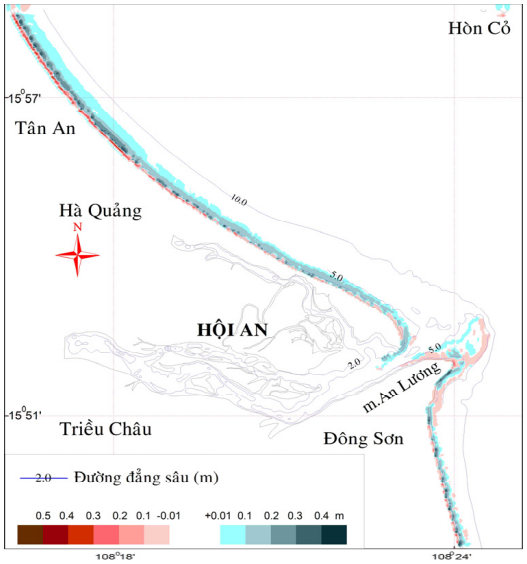
Hình 4.3. *Sơ đồ phân bố trường sóng, tính với điều kiện sóng ngoài khơi: H_0 = 1,5m; T_0 = 5s; θ_0 = 30^o gây ra*



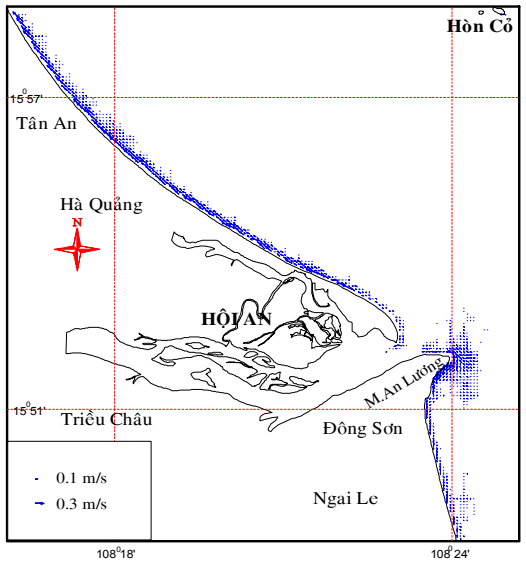
Hình 4.6. *Sơ đồ phân bố trường sóng, tính với điều kiện sóng ngoài khơi: H_0 = 1,5m; T_0 = 5s; θ_0 = 90^o gây ra*



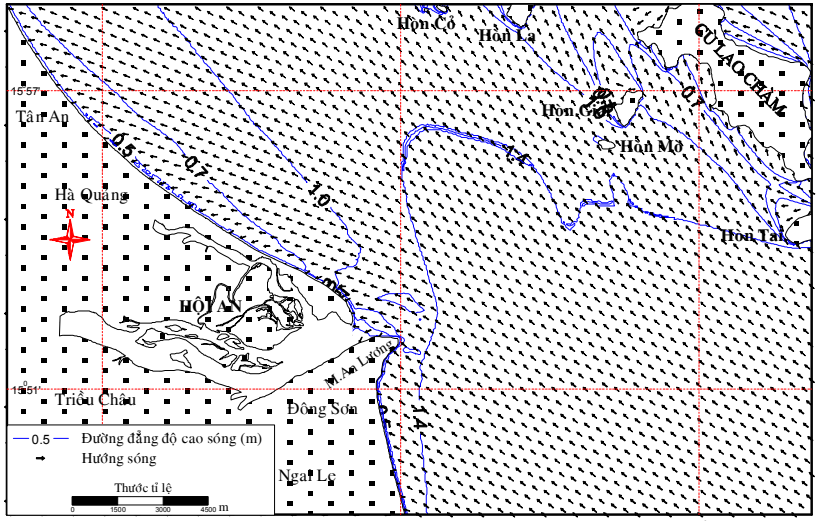
Hình 4.4. *Sơ đồ phân bố trường dòng chảy sóng dưới tác động của sóng ngoài khơi: H_0 = 1,5m, T_0 = 5s, θ_0 = 30^o*



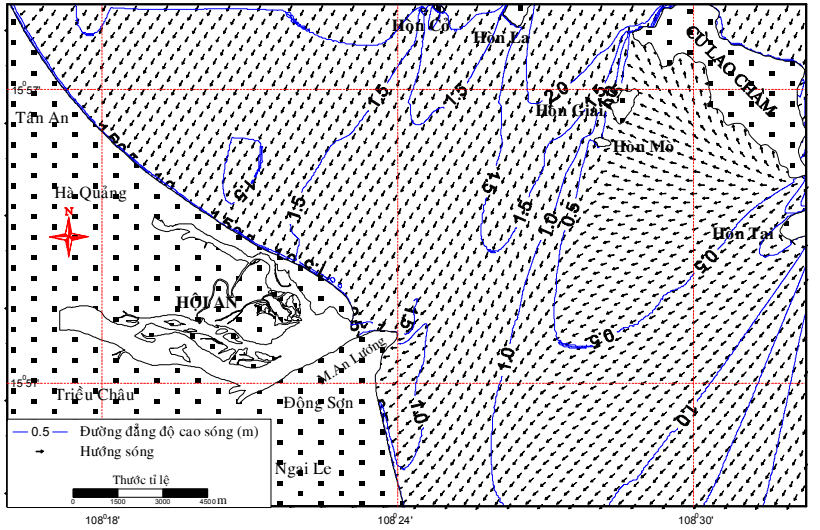
Hình 4.5. *Sơ đồ phân bố xói, bồi sau 120 giờ tính dưới tác động của sóng ngoài khơi: H_0 = 1,5m, T_0 = 5s, θ_0 = 30^o*



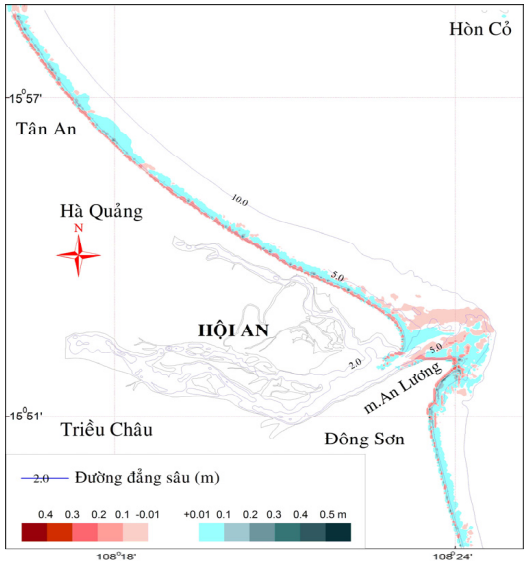
Hình 4.7. *Sơ đồ phân bố trường dòng chảy sóng dưới tác động của sóng ngoài khơi: H_0 = 1,5m, T_0 = 5s, θ_0 = 90^o*



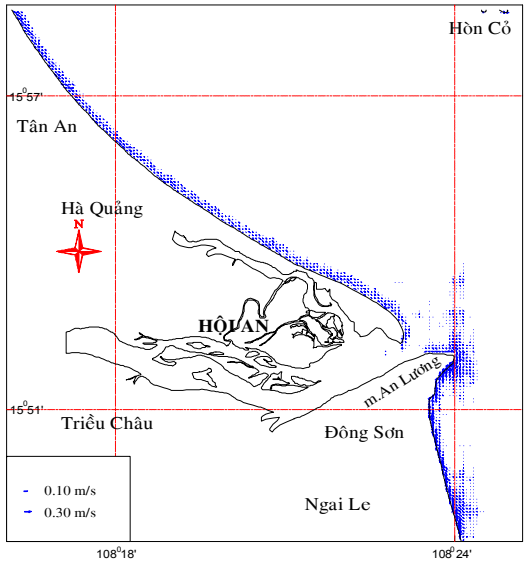
Hình 4.9. *Sơ đồ phân bố trường sóng, tính với điều kiện sóng ngoài khơi: H_0 = 1,5m, T_0 = 5s, θ_0 = 135^o gây ra*



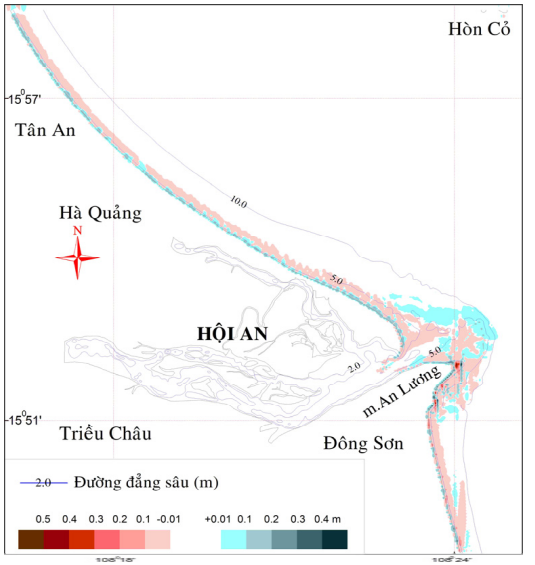
Hình 4.12. *Sơ đồ phân bố trường sóng, tính với ATNĐ 04W (5/2000): H_0 = 2,5m; T_0 = 7,4s; θ_0 = 0^o gây ra*



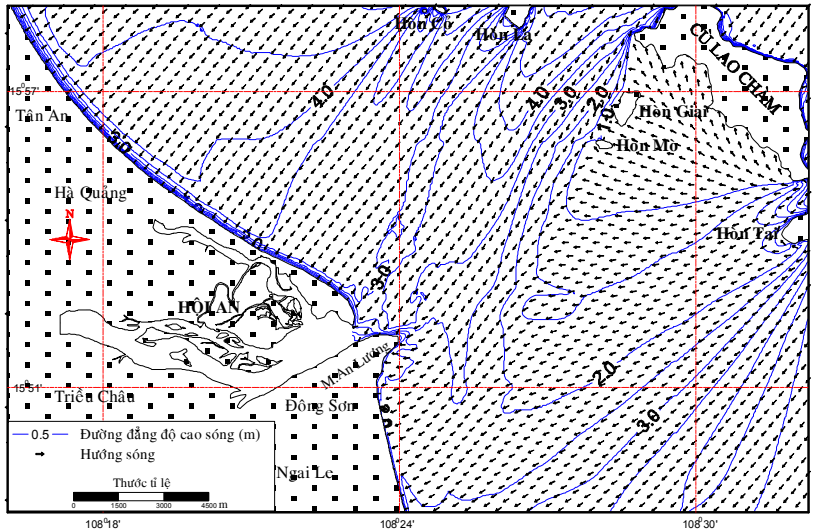
Hình 4.8. *Sơ đồ phân bố xói, bồi sau 120 giờ tính dưới tác động của sóng ngoài khơi: H_0 = 1,5m; T_0 = 5s; θ_0 =90^o*



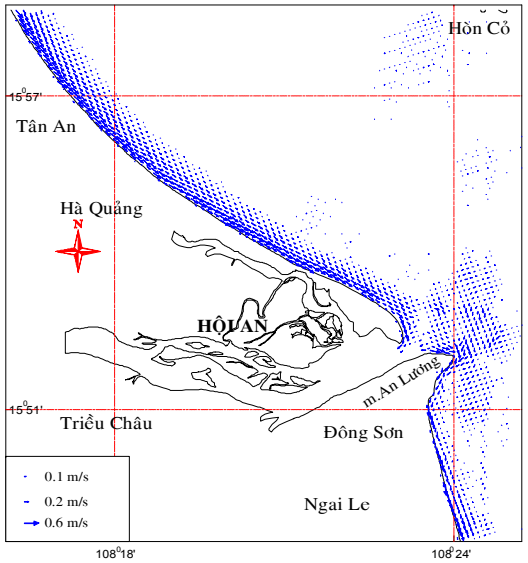
Hình 4.10. *Sơ đồ phân bố trường dòng chảy sóng dưới tác động của sóng ngoài khơi: H_0 = 1,5m, T_0 = 5s, θ_0 = 135^o*



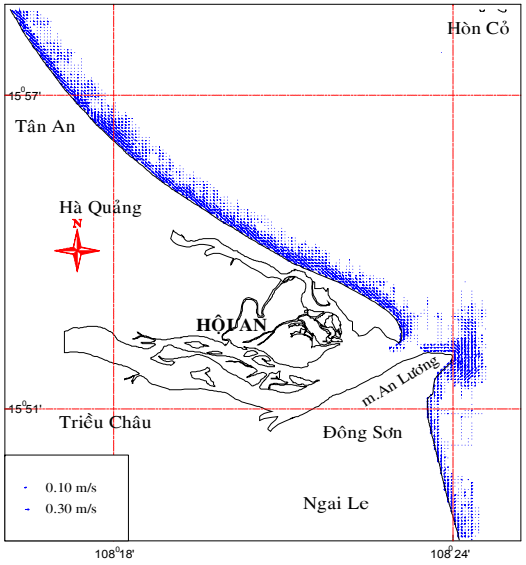
Hình 4.11. *Sơ đồ phân bố xói, bồi sau 120 giờ tính dưới tác động của sóng ngoài khơi: H_0 = 1,5m; T_0 = 5,0s; θ_0 = 135^o*



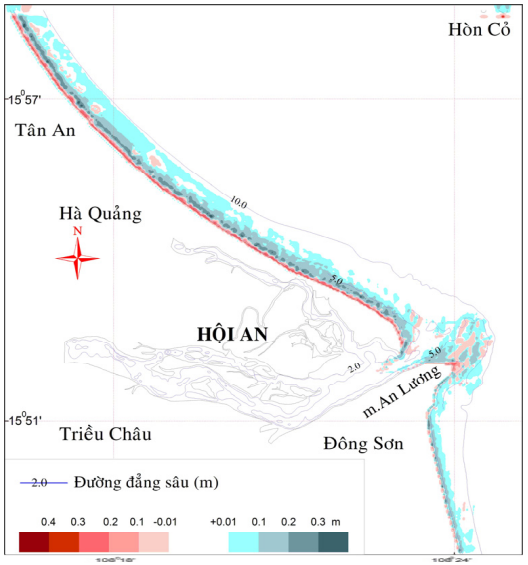
Hình 4.15. *Sơ đồ phân bố trường sóng tính với với bão Kaemi(8/2000): H_0 = 5,4m; T_0 = 10,1s; θ_0 = 30^o gây ra*



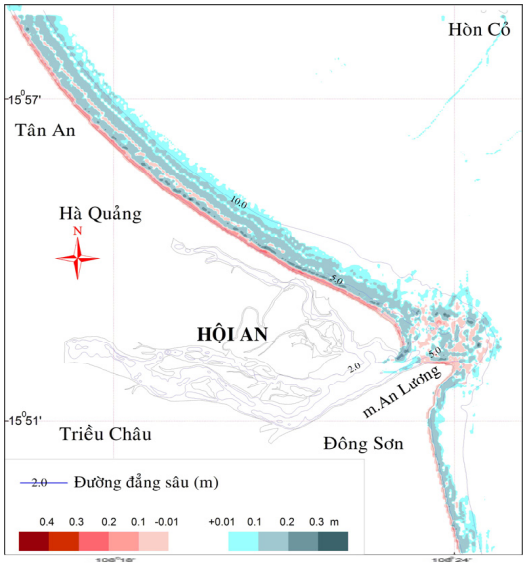
Hình 4.16. *Sơ đồ phân bố trường dòng chảy sóng dưới tác động của sóng do bão Kaemi(8/2000): H_0 = 5,4m; T_0 = 10,1s; θ_0 = 30^0 gây ra*



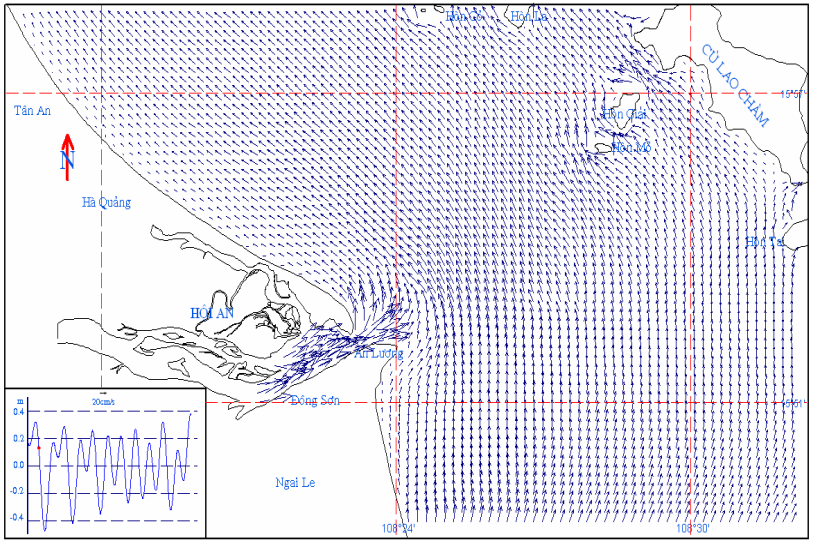
Hình 4.13. *Sơ đồ phân bố trường dòng chảy sóng dưới tác động của sóng do ATNĐ 04W (5/2000):H_0 = 2,5m; T_0 = 7,4s; θ_0 = 0^o*



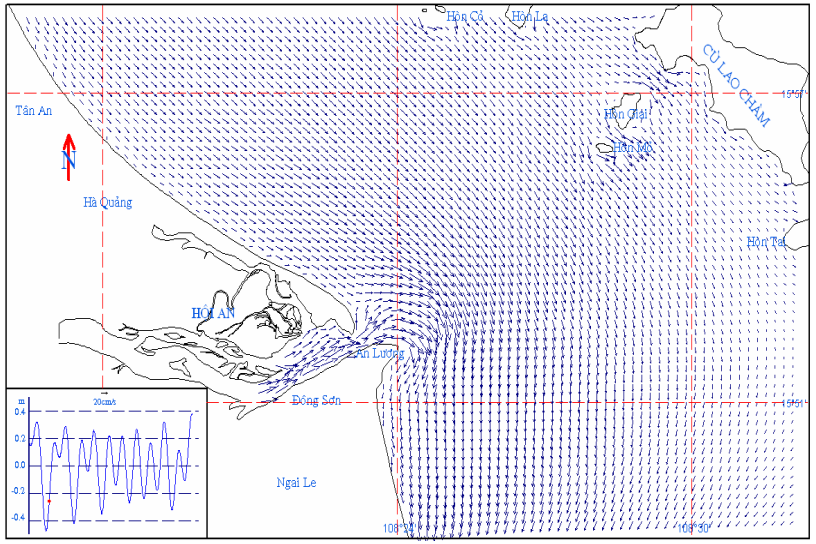
Hình 4.14. *Sơ đồ phân bố xói, bồi sau 24 giờ tính dưới tác động của sóng do ATNĐ 04W (5/2000): H_0 = 2,5m; T_0 = 7,4s; θ_0 = 0^o*



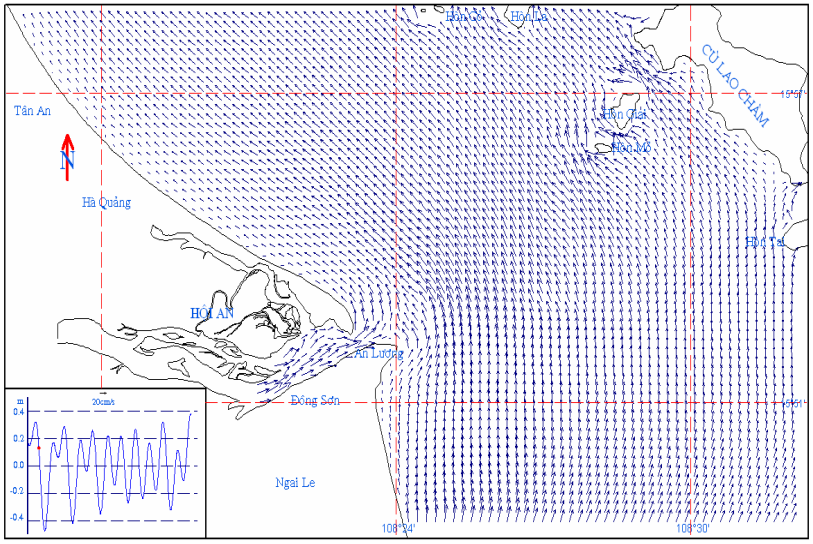
Hình 4.17. *Sơ đồ phân bố xói, bồi sau 24 giờ tính dưới tác động của sóng do bão Kaemi (8/2000): H_0 = 5,4m; T_0 = 10,1s; θ_0 = 30^0*



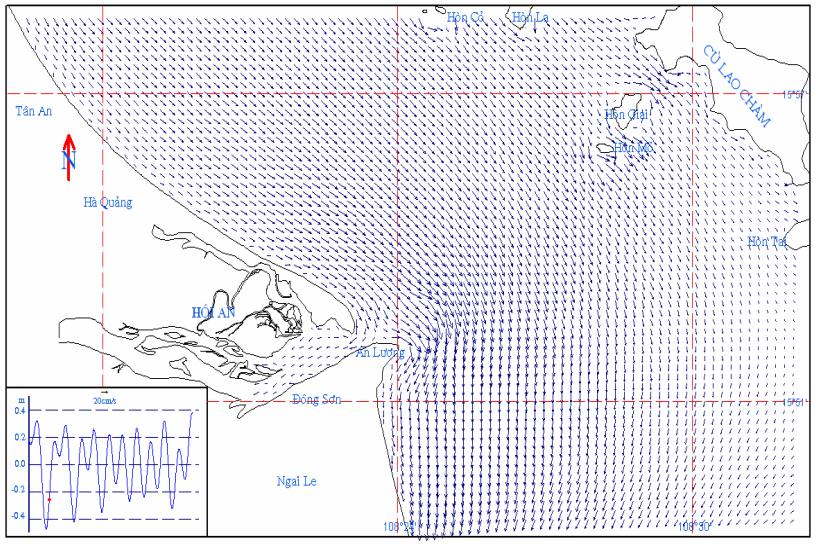
Hình 4.18. *Sơ đồ phân bố trường dòng chảy, tính sau 10 tiếng (pha triều xuống),$u_{sông}$ = 1,0 m/s, trường hợp lũ*



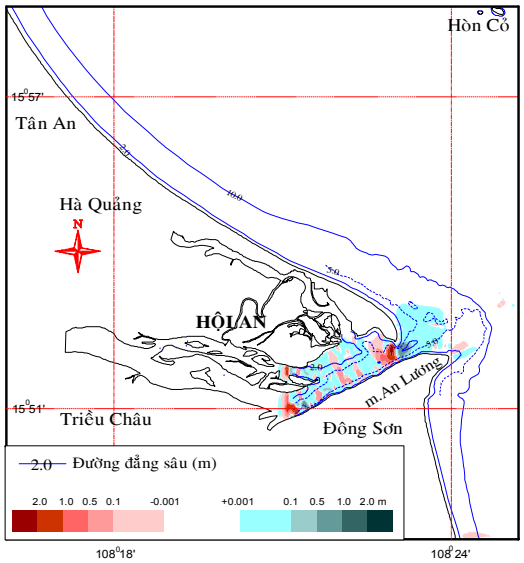
Hình 4.20. *Sơ đồ phân bố trường dòng chảy tính sau 18 tiếng (pha triều lên), $u_{sông}$ = 1,0 m/s, trường hợp lũ*



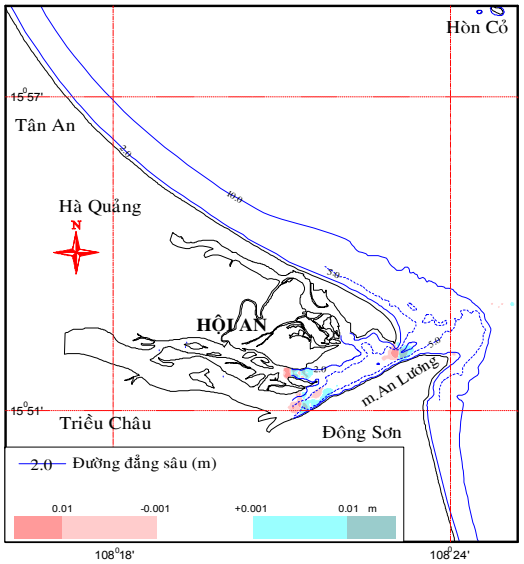
Hình 4.23. *Sơ đồ phân bố trường dòng chảy tính sau 10 tiếng (pha triều xuống),$u_{sông}$ = 1,0 m/s, trung bình tháng 11*



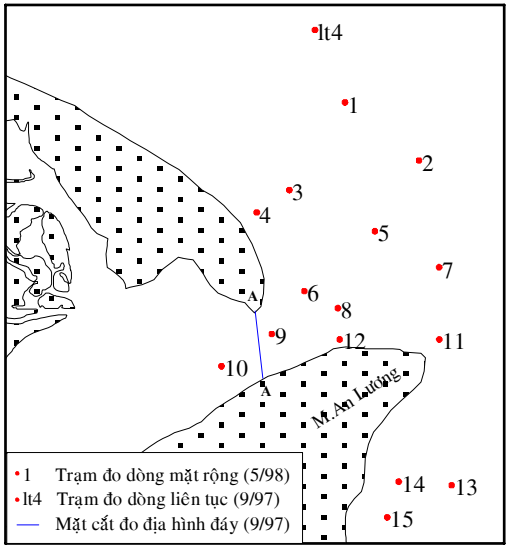
Hình 4.24. *Sơ đồ phân bố trường dòng chảy tính sau 18 tiếng (pha triều lên), $u_{sông}$ = 1,0 m/s, trung bình tháng 11*



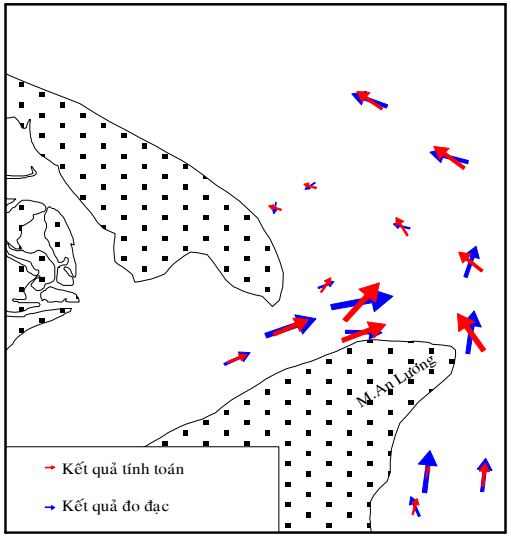
Hình 4.22. *Sơ đồ phân bố xói, bồi sau 120 giờ tính dưới tác động của dòng chảy, $u_{sông}$ = 1.0 m/s*



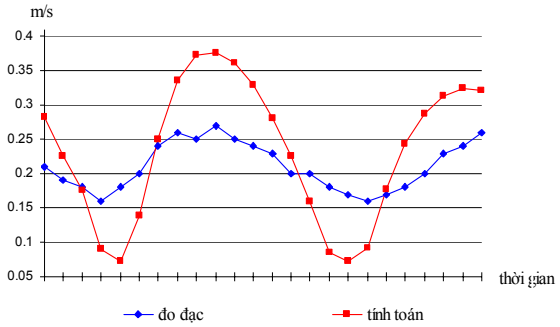
Hình 4.25. *Sơ đồ phân bố xói, bồi sau 120 giờ tính dưới tác động của dòng chảy, $u_{sông}$ = 0.24 m/s*



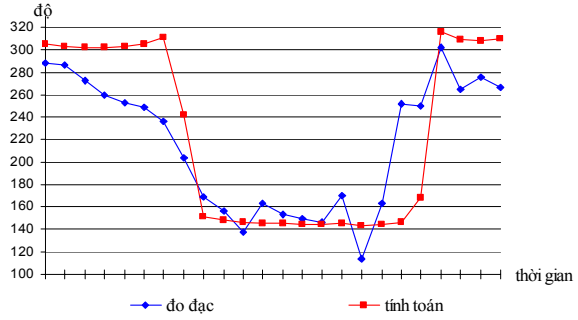
Hình 4.28. *Các trạm đo dòng chảy, và mặt cắt đo địa hình trong khu vực nghiên cứu*



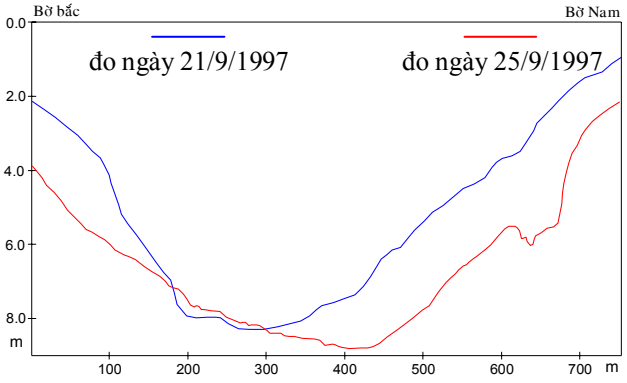
Hình 4.29. *Phân bố dòng chảy tại một số trạm đo, pha triều rút, 5/1998, trong khu vực*



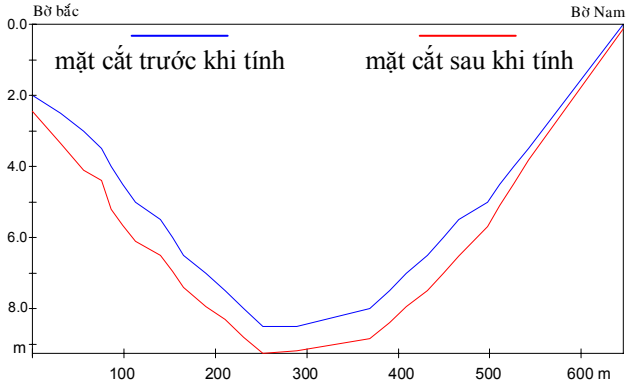
Hình 4.30. *Kết quả tính và đo đạc tốc độ dòng trạm lt4 từ 10h/29/9/1997 – 9h/30/9/1997*



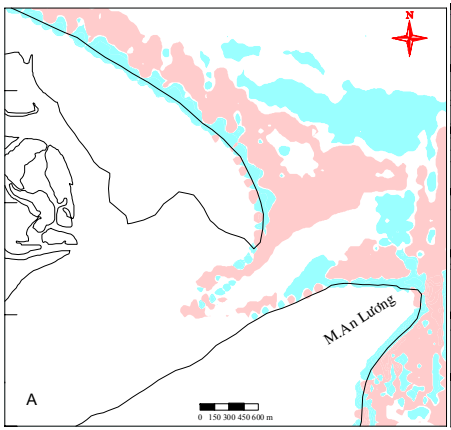
Hình 4.31. *Kết quả tính và đo đạc hướng dòng trạm lt4 từ 10h/29/9/1997 – 9h/30/9/1997*



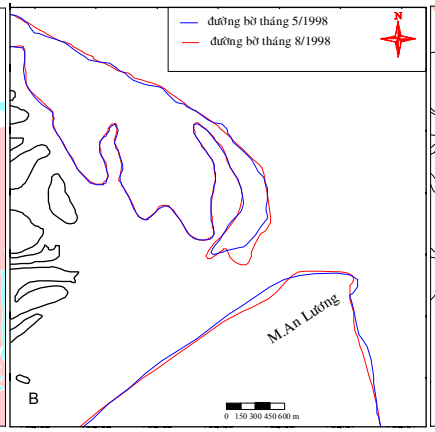
Hình 4.32. *Biến đổi địa hình trên mặt cắt A-A qua đợt lũ 9/1997*



Hình 4.33. *Biến đổi địa hình tính trên mặt cắt A-A sau 96 giờ tính, $u_{sóng}$= 1,0 m/s*

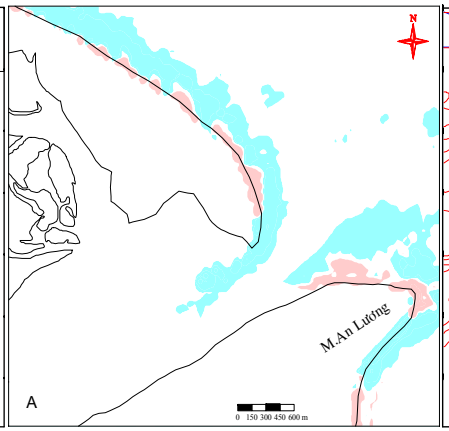


Phân bố bồi (xanh), xói (đỏ) khu vực Cửa Đại sau 120 giờ dưới tác động của sóng ngoài khơi: H_0= 1,5m; T_0 = 5s;θ_0= 135^0 (lược trích từ hình 4.9)

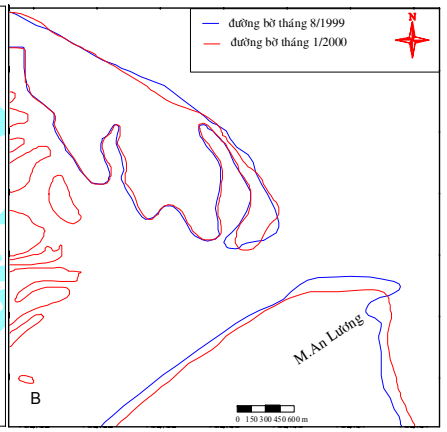


Sơ đồ biến động đường bờ từ 5/1998 - 8/1998, khu vực Cửa Đại, Hội An [33]

Hình 4.34. *So sánh kết quả tính toán biến động địa hình do trường sóng hướng đông nam gây ra và đo đạc*



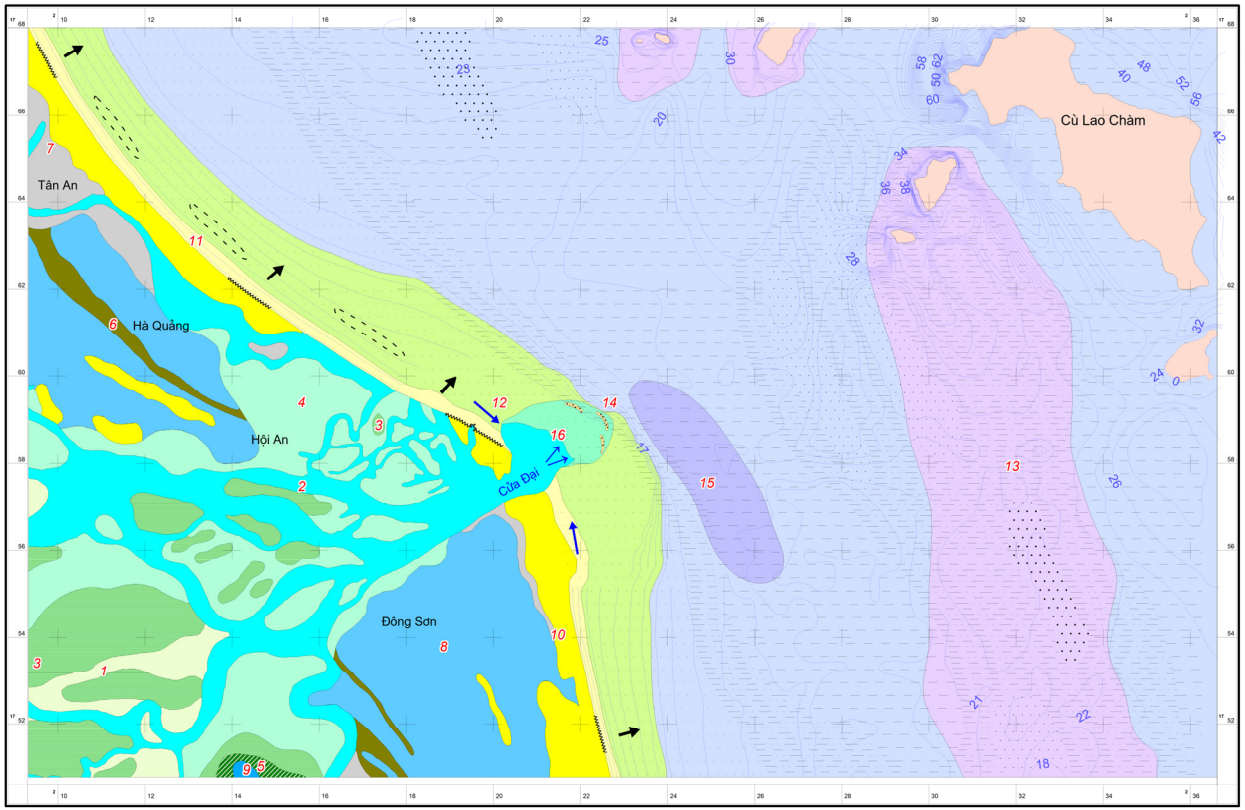
Phân bố bồi (xanh), xói (đỏ) khu vực Cửa Đại sau 120 giờ dưới tác động của sóng ngoài khơi: H_0= 1,5m; T_0 = 5s;θ_0= 30^0 (lược trích từ hình 4.3)



Sơ đồ biến động đường bờ từ 8/1999 - 1/2000, khu vực Cửa Đại, Hội An [33]

Hình 4.35. *So sánh kết quả tính toán biến động địa hình do trường sóng hướng đông bắc gây ra và đo đạc*

BẢN ĐỒ ĐỊA MẠO VÙNG BIỂN CỬA SÔNG THU BỒN



Cán bộ hướng dẫn: PGS.TS Vũ Văn Phái
TS. Bùi Hồng Long

TỶ LỆ IN 1:100.000
kilometres

Người lập: NCS. Vũ Tuấn Anh

CHỈ DẪN

A. ĐỊA HÌNH LỤC ĐỊA VEN BIỂN

I. ĐỊA HÌNH NGUỒN GỐC SÔNG

- 1 — Bãi bồi ven lòng sông hiện đại, tuổi Holocen muộn
- 2 — Lòng sông và bãi bồi thấp hiện đại

II. ĐỊA HÌNH NGUỒN GỐC HỖN HỢP SÔNG - BIỂN

- 3 — Bề mặt tích tụ sông - biển, tuổi Holocen muộn
- 4 — Bề mặt tích tụ sông - biển hiện đại

III. ĐỊA HÌNH NGUỒN GỐC BIỂN - ĐẦM LẦY

- 5 — Bề mặt tích tụ biển - đầm lầy, tuổi Holocen giữa
- 6 — Bề mặt tích tụ biển - đầm lầy, tuổi Holocen muộn
- 7 — Bề mặt tích tụ đầm phá, tuổi Holocen muộn

IV. ĐỊA HÌNH NGUỒN GỐC BIỂN

- 8 — Bề mặt tích tụ biển, tuổi Pleistocen muộn phần trên
- 9 — Bề mặt tích tụ biển, tuổi Holocen giữa

IV. ĐỊA HÌNH NGUỒN GỐC BIỂN - GIÓ

- 10 — Cồn cát ngừng di động, tuổi Holocen muộn

B. ĐỊA HÌNH ĐÁY BIỂN VEN BỜ

- 11 — Bãi biển xói lở - tích tụ, nghiêng hiện đại do tác động của sóng
- 12 — Bề mặt tích tụ - xói lở, nghiêng thoải hiện đại do tác động của sóng
- 13 — Bề mặt tích tụ bằng phẳng hiện đại do tác động của sóng - dòng chảy đáy
- 14 — Bề mặt tích tụ bằng phẳng hiện đại do tác động của dòng chảy gần đáy
- 15 — Bề mặt tích tụ hơi trũng hiện đại do tác động của dòng chảy gần đáy
- 16 — Bề mặt tích tụ - xâm thực hiện đại do tác động của sóng - biển

II. CÁC KÝ HIỆU KHÁC

- Bùn cát
- Bùn sét
- Cát nhỏ
- Cát trung
- Sạn sỏi
- Cung cấp vật liệu do xói lở bờ
- Cung cấp vật liệu do sông
- Hướng di chuyển dọc bờ
- Vách xói lở đang hoạt động dạng fecton do tác động của sóng
- Các bar cửa sông
- Các val tích tụ hiện đại do di chuyển bồi tích ngang