

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO – BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT
VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI VIỆT NAM
VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI MIỀN NAM

=====

NGUYỄN THỊ PHƯƠNG THẢO

NGHIÊN CỨU CƠ CHẾ THỦY ĐỘNG LỰC
VÀ VẬN CHUYỂN BÙN CÁT KHU VỰC BỜ BIỂN
TỈNH TRÀ VINH, ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP CHỈNH TRỊ

Chuyên ngành: Kỹ thuật Xây dựng công trình thủy

Mã ngành: 958 02 02

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Thành phố Hồ Chí Minh - Năm 2019

Công trình được hoàn thành tại:

VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI MIỀN NAM

Người hướng dẫn khoa học:

1. PGS.TS. Hoàng Văn Huân
2. PGS.TS. Lương Văn Thanh

Phản biện 1: GS.TS. Nguyễn Thế Hùng

Phản biện 2: GS.TS. Nguyễn Tất Đức

Phản biện 3: PGS.TS. Nguyễn Bá Quỳnh

L luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng đánh giá luận án cấp Viện
hợp tại Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, vào hồi giờ
ngày tháng năm .

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện:

Thư viện Quốc gia Việt Nam

Thư viện Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

Thư viện Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

MỞ ĐẦU

0.1. Ý NGHĨA THỰC TIỄN CỦA ĐỀ TÀI LUẬN ÁN

Trong những năm gần đây, tình trạng bờ biển và hệ thống đê bị sạt lở nghiêm trọng, xảy ra trên phạm vi rộng lớn đối với hầu như tất cả các tỉnh ven biển ĐBSCL, ảnh hưởng đáng kể tới sự phát triển kinh tế của các ngành liên quan đến khai thác tổng hợp dải ven biển. Đặc điểm diễn biến của các dải ven biển có xu thế rất khác nhau tùy thuộc vào địa chất ven biển, các yếu tố từ đại dương, yếu tố tác động từ sông, tác động của con người,... Việc nghiên cứu sâu các vấn đề về cơ chế động lực – vận chuyển bùn cát khu vực ven biển tỉnh Trà Vinh, phục vụ công tác chính trị và bảo vệ bờ biển nhằm đáp ứng các yêu cầu cấp bách về thực tiễn như sau: (i) yêu cầu về phòng chống sạt lở; (ii) yêu cầu về bảo vệ và phát triển rừng ngập mặn; (iii) yêu cầu bảo vệ môi trường ven biển phục vụ du lịch và sinh thái; (iv) yêu cầu về giải pháp công trình mới phục vụ chính trị và bảo vệ ổn định bờ biển.

0.2. Ý NGHĨA KHOA HỌC CỦA ĐỀ TÀI LUẬN ÁN

Nghiên cứu về bờ biển cần chú trọng đến 3 đặc trưng cơ bản của môi trường đới bờ biển là: (i) Thủy động lực (chủ yếu là sóng, triều và dòng chảy); (ii) Vận chuyển bùn cát (phù sa lơ lửng và trầm tích đáy); (iii) Hình thái (diễn biến bồi và xói của bờ biển). Những đặc trưng nói trên là các vấn đề mấu chốt và khó khăn nhất trong nghiên cứu để chính trị và xây dựng công trình bảo vệ bờ biển.

Bờ biển Trà Vinh có vị trí nằm kẹp giữa hai cửa sông lớn của sông Mê Công (Cung Hầu – Cổ Chiên và Định An – Trần Đề). Những yếu tố tác động lên cơ chế hoạt động của 3 đặc trưng cơ bản trong môi trường đới bờ biển Trà Vinh là: dòng chảy-chuyển tải bùn cát từ sông Mê Công, dòng chảy biển, sóng, gió, thủy triều, địa chất vùng bờ, khí hậu vùng nhiệt đới gió mùa, tác động của con người, biến đổi khí hậu,...

Luận án sử dụng phương pháp mô hình toán nghiên cứu sự ảnh

hưởng của các yếu tố đến toàn bộ quá trình động lực – vận chuyển bùn cát và những biến đổi về mặt hình thái, để từ đó xây dựng được cơ sở khoa học nhằm chinh trị và ổn định bờ biển Trà Vinh.

0.3. MỤC TIÊU CỦA LUẬN ÁN

- Mô phỏng diễn biến về thủy hải văn, thủy lực nhằm làm sáng tỏ các yếu tố động lực ảnh hưởng đến sự biến động đường bờ và xu thế phát triển bờ biển tỉnh Trà Vinh.

- Xác lập các cơ sở khoa học để định hướng các giải pháp chinh trị nhằm ổn định vùng bờ biển tỉnh Trà Vinh.

0.4. NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN

1. Luận án đã đánh giá một cách tổng hợp, có hệ thống các yếu tố động lực chính tác động gây thay đổi hình thái khu vực bờ biển Trà Vinh.

2. Luận án đã xác lập được xu thế biến động địa hình đáy theo thời gian dưới tác động gia tăng mực nước biển và suy giảm bùn cát từ sông ra. Đề xuất được giải pháp chinh trị hợp lý.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU VỀ XÓI MÒN BỜ BIỂN VÀ CÁC GIẢI PHÁP BẢO VỆ

1.1. CÁC CÔNG TRÌNH NGHIÊN CỨU TRÊN THẾ GIỚI VỀ XÓI LỖ BỜ BIỂN

1.1.1. Nguyên nhân và cơ chế xói lở/bồi lắng của bờ biển bùn có rừng ngập mặn

a) Các yếu tố động lực tác động lên vùng bờ biển

Tổng quan các nội dung nghiên cứu của các nhà khoa học trong nước và trên thế giới về các yếu tố thủy động lực ven biển từ trước đến nay, có thể gom lại ở 5 vấn đề sau:

- Nghiên cứu tác động của sóng gió và sóng nước dâng đến diễn biến bờ biển.

- Nghiên cứu tác động của thủy triều đến diễn biến bờ biển.

- Nghiên cứu ảnh hưởng của nước biển dâng do biến đổi khí hậu (dài hạn) và do bão (tức thời) đến diễn biến bờ biển.

- Nghiên cứu tác động của dòng chảy từ sông trong mùa lũ và

mùa kiệt đến diễn biến bờ biển.

- Nghiên cứu tác động của lực Coriolis đến dòng chảy biển.

b) *Quá trình vận chuyển bùn cát ven biển*

Về hướng di chuyển vận chuyển bùn cát ở bờ biển có thể chia thành hai loại: vận chuyển bùn cát vuông góc với bờ (vào và xa bờ) và vận chuyển bùn cát dọc bờ. Vận chuyển bùn cát vuông góc với bờ gây ra thay đổi hình thái ngắn hạn, trong khi vận chuyển dọc bờ biển gây ra những thay đổi dài hạn của hình thái một vùng ven biển.

Về tính chất hạt có thể chia bùn cát ven biển thành hai loại:

- Bùn cát kết dính (bùn - đường kính hạt $< 0,063\text{mm}$): chủ yếu vận chuyển trong trạng thái lơ lửng. Trong nước mặn (khu vực cửa sông) xuất hiện quá trình kết bông và keo tụ thành các khối (flocs).

- Bùn cát rời (cát - có đường kính $> 0,063\text{mm}$): tồn tại rời rạc trong mọi trạng thái, dòng vận chuyển cát thô chủ yếu là dòng di đáy.

c) *Nguyên nhân và cơ chế xói lở/bồi lắng của bờ biển bùn có rừng ngập mặn*

Nguyên nhân chính của hiện tượng xói lở là do “mất cân bằng bùn cát”. Quá trình “mất cân bằng bùn cát” xảy ra như một “vòng lặp tiếp nối” từ việc ảnh hưởng của các tác động phát triển xã hội của con người, đến những nỗ lực phục hồi rừng ngập mặn bằng các giải pháp công trình cứng bao chặt bờ biển (coastal squeeze),... (Gegar Prasetya, 2006), (Winterwerp, 2013).

1.1.2. Các công trình bảo vệ bờ biển

Các công trình chống xói, bảo vệ bờ biển gồm có:

- *Các công trình dọc bờ*: (tường chắn sóng, đê, kè) bảo vệ bờ biển hoặc các đụn cát chống xói mòn gây ra bởi dòng chảy và sóng.

- *Các công trình vuông góc với bờ*: Thường gọi là mỏ hàn, được sử dụng để làm gián đoạn vận chuyển bùn cát dọc bờ, nó không có tác dụng ngăn bùn cát trong chuyển động bùn cát vuông góc với bờ.

1.2. CÁC CÔNG TRÌNH NGHIÊN CỨU XÓI LỞ Ở ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG VIỆT NAM

1.2.1. Một số nghiên cứu của tác giả nước ngoài

Các công trình tính toán chung về động lực học, sóng,... bao hàm cho toàn miền Đông Nam Bộ: K. Wyrski (1961), K.T Bogdanov (1963), U. N Xecgayev (1964), Robinson (1983), T. Yanagi và Takao (1997), Duan Yi-hong Qín Zeng-hao, Li Yong-ping (1997) và Đài Loan Yu et al. (2006).

1.2.2. Các công trình nghiên cứu kết hợp của tác giả nước ngoài và

trong nước

Công trình nghiên cứu sự biến đổi các yếu tố thủy động lực và vận chuyển bùn cát, diễn biến bồi/xói khu vực ven biển ĐBSCL: Wolanski, Nguyễn Hữu Nhân (1998, 2005), Tổ chức Hợp tác Quốc tế Nhật Bản (JICA – 2012).

Nghiên cứu về những thay đổi dài hạn của đường bờ biển Trà Vinh qua nhiều thời kỳ (Toru Tamura – Nhật Bản).

Nguyễn Trung Thành và nnk. (2011) nghiên cứu về động lực dòng chảy ven bờ cho thấy sự chiếm ưu thế của dòng chảy ven bờ về phía tây nam vào mùa đông dưới ảnh hưởng của gió mùa đông bắc, từ đó khẳng định được sự chiếm ưu thế của quá trình vận chuyển trầm tích dọc bờ về phía tây nam trong mùa này.

Dự án EU- AFD năm 2017 do cơ quan phát triển Pháp kết hợp với Viện KHTL miền Nam, là dự án nghiên cứu về quá trình xói lở vùng ven biển ĐBSCL và tập trung nhiều vào vùng ven biển Gò Công và U Minh.

1.2.3. Kết quả nghiên cứu trong nước

Nguyễn Đình Dỹ (2010) nghiên cứu địa chất-địa mạo vùng cửa sông và khu vực đới bờ 4 tỉnh ven biển ĐBSCL cho thấy lớp trầm tích phân trên cùng (mới nhất) của vùng biển ven bờ Trà Vinh có nguồn gốc chủ yếu từ sông – biển.

Vũ Duy Vĩnh và nnk. (2014) nghiên cứu, đánh giá biến động địa hình ở vùng ven bờ châu thổ sông Mê Công trường hợp hiện trạng và dưới ảnh hưởng của nước biển dâng.

Nguyễn Hữu Nhân (2015) sử dụng mô hình Mike 21 F/M nghiên cứu về nguyên nhân, cơ chế hình thành các bãi bồi Cà Mau.

1.3. CÁC CÔNG TRÌNH NGHIÊN CỨU XÓI LỞ BỜ BIỂN TRÀ VINH

1.3.1. Kết quả nghiên cứu của tác giả nước ngoài

Nghiên cứu về những thay đổi ngắn hạn (diễn biến bồi/xói) của bờ biển Trà Vinh (Anthony, Dussouillez, 2017).

1.3.2. Kết quả nghiên cứu trong nước

Các nghiên cứu chuyên sâu cho riêng vùng bờ biển Trà Vinh phải kể đến Hoàng Văn Huân (2008, 2013, 2014) về chế độ thủy động lực, diễn biến bồi/ xói và đề xuất các giải pháp phòng chống xói lở.

1.4. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU DIỄN BIẾN BỜ BIỂN

- Phương pháp nghiên cứu trên mô hình thực tế 1-1
- Phương pháp thống kê

- Phương pháp mô hình vật lý
- Phương pháp mô hình toán
- Phương pháp giải đoán ảnh viễn thám
- Phương pháp đánh dấu phóng xạ

CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. PHÂN TÍCH VÀ LỰA CHỌN MÔ HÌNH TÍNH TOÁN

Luận án lựa chọn mô hình Mike 21/3 FM để tính toán các vấn đề nghiên cứu.

2.2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT CỦA MÔ HÌNH TÍNH TOÁN

2.2.1. Mô phỏng dòng chảy vùng nước nông

Dòng chảy nước nông trong mô hình 2 chiều được mô tả bởi hệ phương trình sau:

- Phương trình liên tục mô tả quy luật bảo toàn vật chất:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial \bar{h}u}{\partial x} + \frac{\partial \bar{h}v}{\partial y} = hS \quad (2.1)$$

- Phương trình chuyển động mô tả quy luật bảo toàn động lượng theo phương x:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{h}u}{\partial t} + \frac{\partial \bar{h}u^2}{\partial x} + \frac{\partial \bar{h}uv}{\partial y} = & f\bar{v}h - g\bar{h}\frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{h}{\rho_0}\frac{\partial P_a}{\partial x} - \frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial \rho}{\partial x} + \frac{1}{\rho_0}(\tau_{sx} - \tau_{bx}) \\ & - \frac{1}{\rho_0}\left(\frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial x}(hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y}(hT_{xy}) + hu_s S \end{aligned} \quad (2.2)$$

- Phương trình động lượng theo phương y:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{h}v}{\partial t} + \frac{\partial \bar{h}uv}{\partial x} + \frac{\partial \bar{h}v^2}{\partial y} = & -f\bar{u}h - g\bar{h}\frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{h}{\rho_0}\frac{\partial P_a}{\partial y} - \frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial \rho}{\partial y} + \frac{1}{\rho_0}(\tau_{sy} - \tau_{by}) \\ & - \frac{1}{\rho_0}\left(\frac{\partial s_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{yy}}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial x}(hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y}(hT_{yy}) + hv_s S \end{aligned} \quad (2.3)$$

Trong đó:

t : biến thời gian (s); x, y : các tọa độ Decartes trên mặt phẳng nằm ngang (m); u, v : các thành phần vận tốc trung bình chiều sâu theo phương x và y (m/s); f : ham số Coriolis (s⁻¹); g : gia tốc trọng trường (m/s²); η : độ dâng mặt nước so với mốc cao độ, còn gọi là mực nước (m); d : độ sâu cột nước khi mực nước bằng 0; $h = \eta + d$: là độ sâu cột nước tổng cộng; ρ_0 khối lượng riêng của nước (kg/m³); P_a : áp suất khí quyển (Pa/m); S : độ lớn lưu lượng của các nguồn nước đổ vào

miền mô phỏng (m^3/s); $S_{xx}, S_{xy}, S_{yx}, S_{yy}$ là các thành phần của ứng suất bức xạ sóng lên đơn vị thể tích nước theo các phương x và y (N/m^2) (có thể được đưa vào từ module tính phổ sóng); A là hệ số nhớt rối ngang; τ_{sx}, τ_{sy} là các thành phần ứng suất gió trên mặt biển (N/m^2); τ_{bx}, τ_{by} là các thành phần ứng suất ma sát đáy (N/m^2); T_{xx}, T_{xy}, T_{yy} là các thành phần nội ứng suất (N/m^2);

2.2.2. Tính toán sóng

Trong hệ tọa độ Decartes nằm ngang, phương trình bảo toàn tác động sóng có dạng:

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \nabla \cdot (\vec{v} \cdot N) = \frac{S}{\sigma} \quad (2.4)$$

Trong đó: $N(\vec{x}, \sigma, \theta, t)$ là mật độ tác động sóng; t biến thời gian (s); $\vec{x}=(x, y)$ là các tọa độ Decartes trên mặt phẳng nằm ngang (m); $\vec{v}=(c_x, c_y, c_\sigma, c_\theta)$ là vận tốc lan truyền sóng trong không gian pha bốn chiều (x, y, σ, θ) (m/s); S là số hạng nguồn của phương trình cân bằng năng lượng; ∇ là toán tử vi phân trong không gian bốn chiều.

2.2.3. Mô phỏng quá trình vận chuyển bùn cát và biến hình lòng dẫn

a) Vận chuyển bùn

Sự vận chuyển bùn (trong bài toán mô hình dòng chảy 2 chiều) được mô phỏng bởi phương trình bảo toàn vật chất:

$$\frac{\partial \bar{c}}{\partial t} + u \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} + v \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} = \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial x} \left(h D_x \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} \right) + \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial y} \left(h D_y \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} \right) + Q_L C_L \frac{1}{h} - S \quad (2.5)$$

Trong đó: t : biến thời gian (s); x, y : các tọa độ Decartes trên mặt phẳng nằm ngang (m); u, v : các thành phần vận tốc trung bình chiều sâu theo phương x và y (m/s); h : độ sâu nước (m); S : Số hạng nguồn bùn do xói hoặc bồi (deposition/erosion term) ($\text{kg}/\text{m}^3/\text{s}$); $\bar{c}$ Nồng độ bùn cát lơ lửng trung bình chiều sâu (kg/m^3); Q_L - Lưu lượng nguồn trên một đơn vị diện tích (source discharge per unit horizontal area) ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$); C_L - Nồng độ bùn cát lơ lửng tại nguồn vào (kg/m^3); D_x, D_y - Hệ số khuếch tán rối (m^2/s).

b) Vận chuyển cát

Dòng vận chuyển cát là tổng dòng cát lơ lửng q_s và dòng cát di đáy trên đáy q_b (tính theo công thức Engelund và Fredsøe (1976)):

$$q_t = q_b + q_s = S$$

Các phương trình 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 là các phương trình vi phân đạo hàm riêng, không giải được bằng phương pháp giải tích. Do đó, người ta đã giải các hệ phương trình này bằng phương pháp số với lược đồ sai phân hữu hạn hoặc thể tích hữu hạn bằng cách chia miền tính thành các ô lưới và phải đảm bảo điều kiện ổn định Courant – Friedrichs – Lewy ($CFL \leq 1$).

2.2.4. Phương pháp xây dựng bản đồ

Sử dụng cho mục đích xây dựng Sơ đồ thủy động lực và vận chuyển bùn cát. Các kết quả về hướng dòng chảy, hướng vận chuyển bùn cát ven bờ, sự phân bố trầm tích, hoa sóng, ... được trích xuất từ mô hình và đưa vào phần mềm chuyên dụng để tạo lập các lớp bản đồ. Công cụ sử dụng là phần mềm Arcgis.

2.3. XÂY DỰNG MÔ HÌNH TÍNH TOÁN

2.3.1. Cơ sở số liệu

Số liệu địa hình: được lấy từ (i) kết quả thực đo các đề tài, dự án điều tra cơ bản thực hiện bởi Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam (2010) và Viện Kỹ thuật Biển (2009, 2011, 2014), (ii) bản đồ tỉ lệ 1/100.000 của Hải quân xuất bản năm 1982, (iii) từ GEBCO của Trung tâm dữ liệu hải dương học Anh Quốc.

Số liệu trường gió: sử dụng từ kết quả của Trung tâm dự báo môi trường thuộc Cơ quan quản lý Hải dương và Khí quyển Hoa Kỳ (NCEP/NOAA).

Số liệu sóng: Mô hình vùng nghiên cứu cần số liệu sóng tại 3 biên mở ra biển Đông của miền tính toán. Số liệu này được trích xuất từ mô hình tính toán cho toàn biển Đông (được xây dựng, kiểm định và công bố kết quả nghiên cứu trên bài báo số 2 trong Danh mục các công trình đã công bố của NCS).

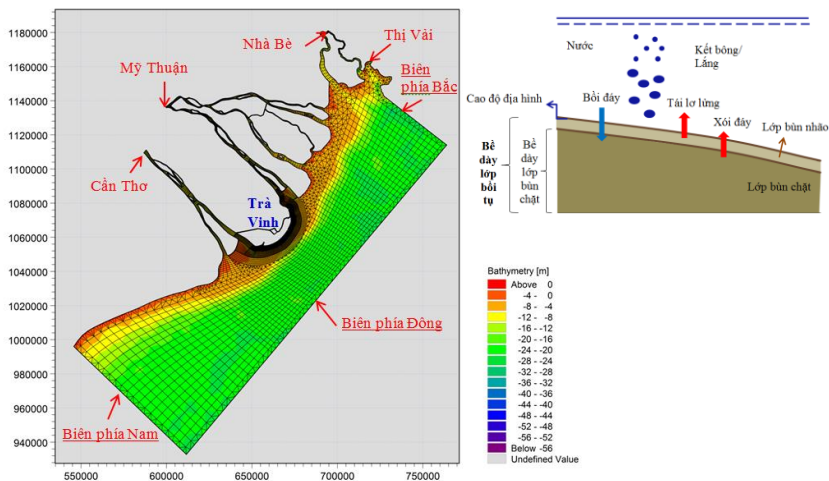
Số liệu thủy văn: Số liệu lưu lượng tại các trạm thủy văn Mỹ Thuận, Cần Thơ và số liệu mực nước tại các trạm Nhà Bè, Thị Vải (Hình 2.1) là tài liệu thực đo theo giờ. Số liệu mực nước tại 3 biên mở ra biển Đông của miền tính toán được trích xuất từ phần mềm dự báo triều toàn cầu. Số liệu mực nước, lưu lượng tại trạm Cổ Chiên (đo năm 2011) và trạm đo mực nước ven bờ năm 2014 được sử dụng vào mục đích hiệu chỉnh và kiểm định mô hình.

Số liệu bùn cát: Số liệu về hàm lượng phù sa lơ lửng tại trạm Mỹ Thuận, Cần Thơ, Nhà Bè, Thị Vải (Hình 2.1) là tài liệu thực đo, phục vụ làm biên đầu vào cho mô hình. Số liệu bùn cát lơ lửng, bùn cát đáy

quan trắc tại các điểm lấy mẫu năm 2011 và 2014 của Viện Kỹ Thuật Biển dùng để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình.

2.3.2. Thiết lập mô hình toán số

Phạm vi không gian miền tính toán thể hiện trên hình 2.1.



Hình 2. 1: Lưới tính, địa hình đáy biển của miền tính (trái) và quá trình bồi/xói đáy trong mô hình “đa lớp bồi tụ” (phải)

Các module sử dụng đồng thời trong mô hình MIKE 21/3 Coupled model FM bao gồm: (i) Module thủy động lực học (Hydrodynamic) để xác định trường dòng chảy và trường độ mực nước; (ii) Module phổ sóng (Spectral Wave) để xác định trường sóng và ứng suất tán xạ sóng; (iii) Module vận chuyển bùn, cát mịn và bồi xói (Mud transport) để mô phỏng quá trình diễn biến hình thái do vận chuyển bùn cát mịn; (iv) Module vận chuyển cát rời và bồi xói (Sand transport) để mô phỏng quá trình diễn biến hình thái do vận chuyển cát rời.

2.3.3. Kết quả hiệu chỉnh – kiểm định mô hình

Miền nghiên cứu được thiết lập đã được hiệu chỉnh các thông số chi tiết và đạt được các tiêu chí sau: (i) Thông số CFL ≤ 1 trong mọi trường hợp tính toán; (ii) Mô hình được hiệu chỉnh và kiểm định thông qua việc so sánh giá trị tính toán với giá trị thực đo của mực nước, lưu lượng dòng chảy, lưu tốc dòng chảy, chiều cao sóng có nghĩa, chu kỳ sóng, nồng độ bùn cát lơ lửng. Các số liệu thực đo có được từ dự án điều tra cơ bản cũng như từ một số đề tài do Hoàng Văn

Huân chủ nhiệm vào năm 2011 (từ 13/09/2011 đến 16/9/2011) và năm 2014 (từ 11/08/2014 đến 14/08/2014).

2.3.4. Các kịch bản tính toán

Để phục vụ tính toán các nội dung nghiên cứu, luận án xây dựng 05 kịch bản chạy như sau:

Kịch bản 1: Tính toán dự báo chế độ thủy động lực (dòng chảy, sóng) và diễn biến bồi xói hiện trạng.

Kịch bản 2: Tính toán dự báo chế độ thủy động lực (dòng chảy, sóng) và diễn biến bồi xói có xem xét đến yếu tố NBD 13cm.

Kịch bản 3: Tính toán dự báo chế độ thủy động lực (dòng chảy, sóng) và diễn biến bồi xói có xem xét đến yếu tố NBD 23cm.

Kịch bản 4: Tính toán dự báo chế độ thủy động lực (dòng chảy, sóng) và diễn biến bồi xói có xem xét đến yếu tố suy giảm lượng bùn cát sông Mê Công 20% (so với năm 2011).

Kịch bản 5: Tính toán dự báo chế độ thủy động lực (dòng chảy, sóng) và diễn biến bồi xói có xem xét đến yếu tố suy giảm lượng bùn cát sông Mê Công 30% (so với năm 2011).

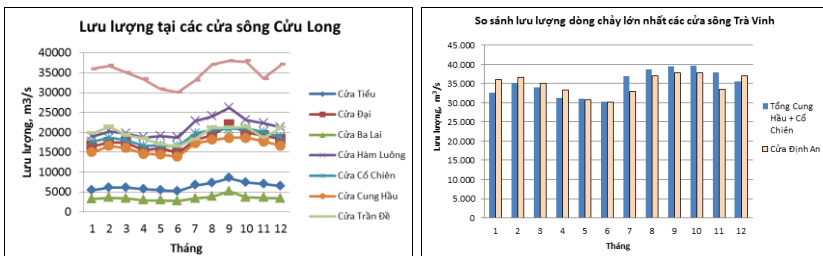
CHƯƠNG III: KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VỀ CHẾ ĐỘ THỦY

THẠCH ĐỘNG LỰC PHỤC VỤ CHÍNH TRỊ BBTV

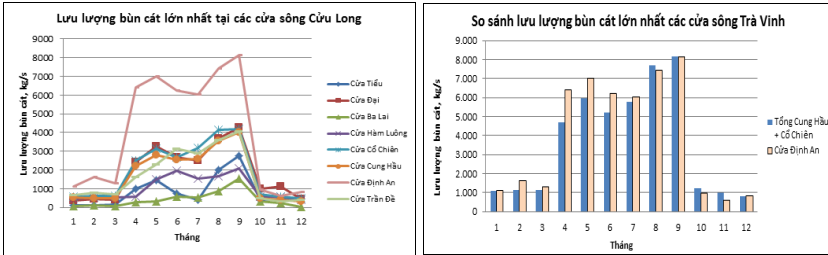
3.1. NGHIÊN CỨU CƠ CHẾ THỦY ĐỘNG LỰC VÀ VẬN CHUYỂN BÙN CÁT VEN BỜ

3.1.1. Yếu tố tác động từ sông Mê Công

Kết quả trích xuất về lưu lượng dòng chảy và lưu lượng bùn cát tại các cửa sông Mê Công được thể hiện trong hình 3.1 và hình 3.2.



Hình 3.1: Lưu lượng dòng chảy lớn nhất tại các cửa sông Mê Công trong 12 tháng (trái) và biểu đồ so sánh lưu lượng dòng chảy lớn nhất tại cửa Định An và tổng Cung Hầu – Cổ Chiên (phải)



Hình 3.2: Lưu lượng bùn cát lớn nhất tại các cửa sông Mê Công trong 12 tháng (trái) và biểu đồ so sánh lưu lượng bùn cát lớn nhất tại cửa Định An và tổng Cung Hầu – Cổ Chiên (phải)

Biểu đồ cho thấy, lưu lượng dòng chảy và phù sa chuyển tải qua cửa Định An luôn lớn nhất so với các cửa sông còn lại. Bờ biển tỉnh Trà Vinh nằm giữa 2 cửa sông lớn của sông Mê Công là Định An và Cung Hầu – Cổ Chiên. Khi so sánh lưu lượng dòng chảy và bùn cát hợp bởi 2 cửa sông Cung Hầu – Cổ Chiên và lưu lượng tại cửa Định An cho thấy sự tương đồng về giá trị. Như vậy, có thể thấy lượng nước và lượng phù sa sông Mê Công đến vùng bờ biển Trà Vinh luôn chiếm ưu thế hơn so với các vùng bờ biển lân cận (Tiền Giang, Bến Tre, Sóc Trăng).

3.1.2. Yếu tố triều biển Đông

Bờ biển Trà Vinh chịu chi phối bởi chế độ bán nhật triều không đều, biên độ dao động mực nước triều đạt từ 2m÷4m trong ngày. Quy luật lên xuống của thủy triều được đặc trưng bởi 5 kiểu dao động chính với chu kì $\frac{1}{2}$ ngày, 1 ngày, $\frac{1}{2}$ tháng, 6 tháng và 12 tháng. Mực nước trung bình triều thấp là (-)1,3m, mực nước trung bình triều cao là (+)1,8m. Đây là mức biên độ triều lớn, do vậy ảnh hưởng của thủy triều lên chế độ thủy lực vùng biển ven bờ Trà Vinh là rất lớn. Tốc độ dòng chảy tại các thời điểm triều dâng, triều rút sẽ được kết hợp phân tích trong phần 3.1.3 (dòng chảy ven bờ).

3.1.3. Yếu tố dòng chảy

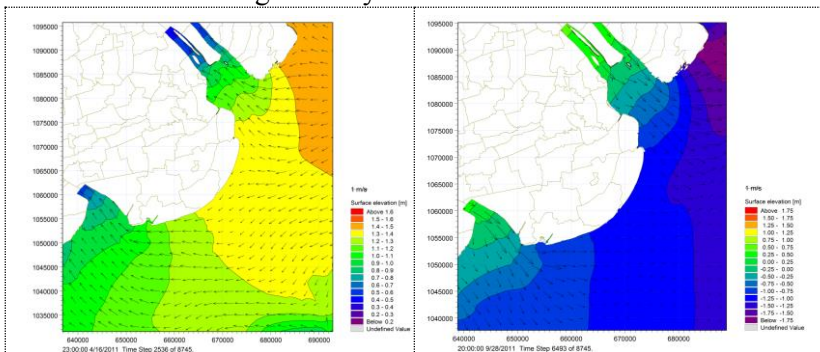
a) Dòng chảy tổng hợp

Vùng ven biển tỉnh Trà Vinh nằm trong khu vực khí hậu nhiệt đới gió mùa nên hàng năm bị chi phối bởi gió mùa với các hướng chính là Đông Bắc, Tây Nam.

Vào mùa gió mùa đông bắc (MGĐB) (từ tháng XI – IV) tốc độ dòng chảy tại các vị trí ven bờ biển Trà Vinh khi triều dâng lớn hơn khi triều rút. Tốc độ dòng chảy tại các vị trí gần cửa sông khi triều

dâng và rút có giá trị gần như tương đương nhau (khoảng $<1\text{m/s}$). Khi dòng chảy biển xuất phát từ hướng Đông Bắc kết hợp với dòng triều lên (đặc biệt là khi có gió bão) sẽ có sức mạnh tàn phá mạnh mẽ đến vùng bờ biển. Chính vì vậy, dòng chảy gió mùa đông bắc khi triều dâng được coi là có vai trò chi phối sự biến động bờ biển Trà Vinh trong mùa này.

Vào mùa gió Tây Nam (MGĐB) tốc độ dòng chảy khi triều dâng (khoảng $<1\text{m/s}$) nhỏ hơn nhiều so với dòng chảy khi triều rút (khoảng $>1\text{m/s}$). Khi triều rút, tốc độ dòng chảy tại các cửa sông gấp từ 3-4 lần tại các vị trí ven bờ. Với lượng phù sa dồi dào, tốc độ dòng chảy ven bờ nhỏ đã tạo ra xu thế bồi tụ là chủ yếu cho vùng biển ven bờ Trà Vinh vào mùa gió Tây Nam (Chỉ riêng đoạn bờ biển xã Hiệp Thạnh và Trường Long Hòa vẫn bị xói). Do đó, có thể coi dòng chảy từ sông khi triều rút là dòng chảy chủ đạo, có tính chất chi phối sự biến động bờ biển Trà Vinh trong mùa này.



Hình 3.3: Trường dòng chảy và cao độ mặt nước vào GMTB khi triều dâng (trái) và vào GMTN khi triều rút (phải)

b) Dòng chảy ven bờ do sóng, gió

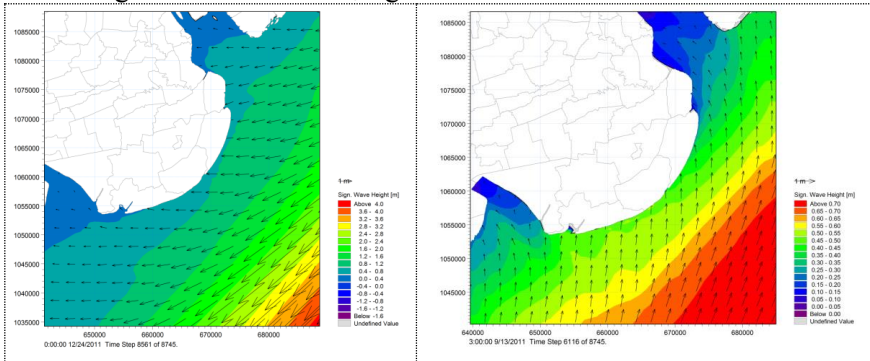
Vào mùa gió đông bắc, dòng triều lên từ phía ĐB-> TN cùng với dòng ven bờ chảy từ ĐB->TN, dẫn đến dòng tổng hợp tăng khi triều lên và giảm khi triều xuống.

Vào mùa gió tây nam, dòng triều lên từ phía ĐB-> TN ngược với dòng ven bờ chảy từ TN->ĐB, dẫn đến dòng tổng hợp giảm khi triều lên và tăng khi triều xuống.

3.1.4. Yếu tố sóng biển

Nghiên cứu ghi nhận sự đảo chiều hướng sóng rõ rệt trong mùa gió đông bắc và tây nam. Hướng của sóng biển khời trùng với hướng

gió ĐB và TN. Do hiệu ứng khúc xạ sóng, khi tiến vào vùng nước nông, hướng sóng có khuynh hướng trục giao với đường đẳng sâu. Chiều cao sóng gió mùa tây nam bé (bằng khoảng $\frac{1}{2}$ độ cao sóng trong mùa gió đông bắc). Do hiệu ứng sóng vỡ, chiều cao sóng giảm dần từ ngoài khơi vào khu vực gần bờ.

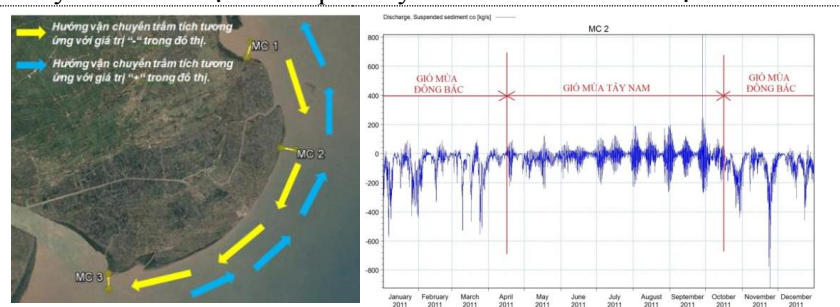


Hình 3.4: Trường sóng thời điểm GMDB (trái) và GMTN (phải)

3.1.5. Chế độ vận chuyển bùn cát và trữ lượng

a) Vận chuyển bùn cát dọc bờ

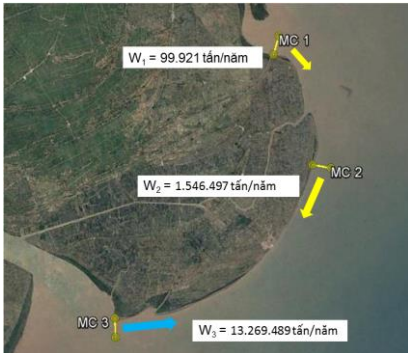
Để xem xét quá trình vận chuyển bùn cát dọc bờ khu vực ven biển Trà Vinh, nghiên cứu trích xuất kết quả chuyển tải lưu lượng bùn cát tại 03 mặt cắt ven bờ MC 1, MC 2 và MC 3, độ rộng mỗi mặt cắt là 2km từ mép bờ ra biển (hình 3.5 – trái). Tại mặt cắt MC2 (hình 3.5 – phải) ghi nhận sự khác biệt về xu thế vận chuyển bùn cát ven bờ giữa hai mùa gió đông bắc và tây nam. Vào thời kỳ GMDB, sự vận chuyển bùn cát dọc bờ về phía tây nam chiếm ưu thế rõ rệt.



Hình 3.5: Vị trí các mặt cắt (trái) và lưu lượng bùn cát lơ lửng tại mặt cắt MC 2 (phải)

Bảng 3.1: Kết quả tính toán thông lượng bùn cát dọc bờ qua các mặt cắt (Đơn vị: tấn/năm)

Mặt cắt	Thông lượng bùn cát dọc bờ (độ rộng mặt cắt 2km) Tính cho năm 2011		
	Mùa gió đông bắc	Mùa gió tây nam	Cả năm
MC1	$W1_{DB} = 70.368$	$W1_{TN} = -170.289$	$W1 = -99.921$
MC2	$W2_{DB} = -1.251.666$	$W2_{TN} = -294.831$	$W2 = -1.546.497$
MC3	$W3_{DB} = -875.859$	$W3_{TN} = 14.145.348$	$W3 = 13.269.489$



Giá trị $W1$ và $W2$ mang dấu “-” cho thấy quá trình vận chuyển bùn cát chiếm ưu thế về phía tây nam trên đoạn bờ biển giữa mặt cắt MC 1 và MC 2.

Trong khi đó, giá trị $W3$ mang dấu “+” cho thấy rằng qua mặt cắt MC3, hàng năm bờ biển Trà Vinh được bổ sung một lượng vô cùng lớn bùn cát ven biển (13.269.489 tấn/năm).

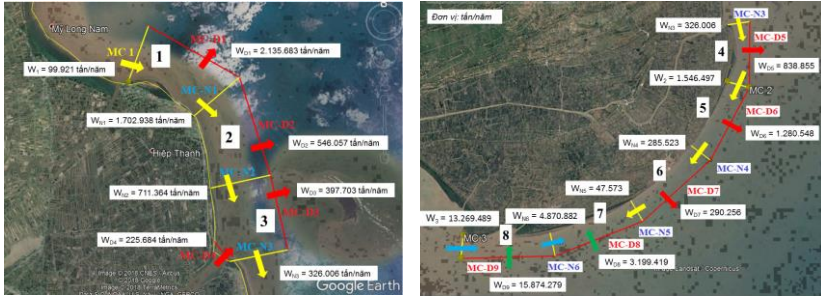
Hình 3.6: Thông lượng bùn cát dọc bờ hàng năm qua các mặt cắt

b) Vận chuyển bùn cát dọc bờ, ngang bờ và trữ lượng

Do vùng bờ biển là một vùng rộng lớn, dưới tác động đa chiều của các yếu tố thủy lực, hướng vận chuyển bùn cát cũng rất phức tạp, trong đó hai hướng chủ đạo là vận chuyển bùn cát dọc bờ và vuông góc với bờ. Luận án chia BBTV thành hai khu vực để đánh giá kỹ hơn vấn đề này, bao gồm khu vực xói lở trọng điểm (xã Hiệp Thạnh) và khu vực Trường Long Hòa – Đông Hải.

Bảng 3. 2: Phân tích trữ lượng bùn cát khu vực Hiệp Thạnh (Đơn vị: tấn/năm)

TT	Khu vực	Trữ lượng vào	Trữ lượng ra	Trữ lượng cân bằng	Kết luận
1	Vùng 1	99.922	3.838.621	-3.738.699	Xói mạnh
2	Vùng 2	1.702.938	1.257.421	445.516	Bồi
3	Vùng 3	937.048	723.709	213.339	Bồi



Hình 3. 7: Phạm vi các ô tính cân bằng bùn cát khu vực hiệp Thành và Trường Long Hòa – Đông Hải

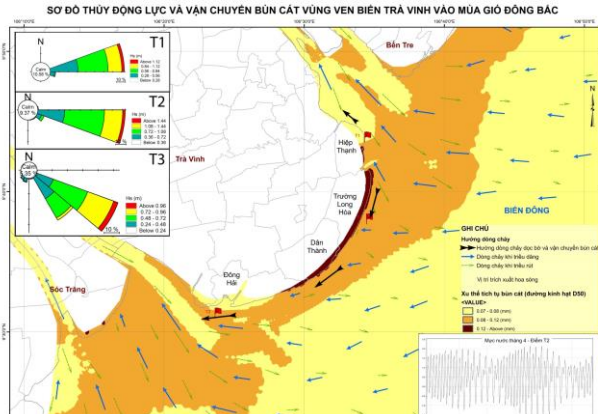
Bảng 3. 3: Phân tích trữ lượng bùn cát khu vực Trường Long Hòa – Đông Hải (Đơn vị: tấn/năm)

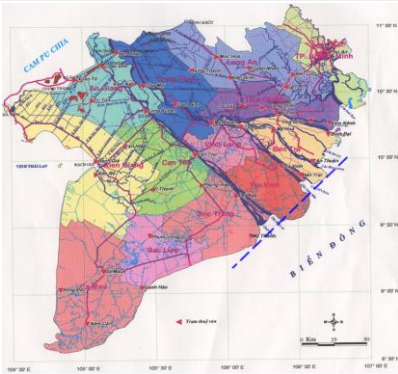
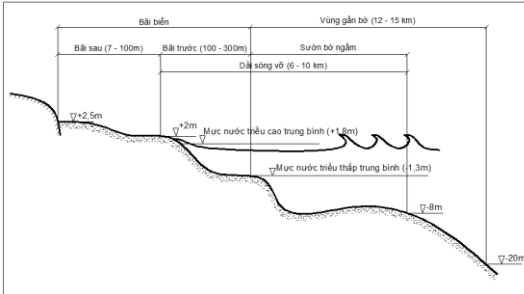
TT	Khu vực	Trữ lượng vào	Trữ lượng ra	Trữ lượng cân bằng	Kết luận
1	Vùng 4	326.006	2.385.352	-2.059.346	Xói
2	Vùng 5	1.546.497	1.566.071	-19.574	Xói
3	Vùng 6	285.523	337.829	-52.307	Xói
4	Vùng 7	8.117.875	-	8.117.875	Bồi nhiều
5	Vùng 8	29.143.768	4.870.882	24.272.886	Bồi nhiều

3.1.6. Cơ chế thủy động lực và vận chuyển bùn cát ven bờ

Tổng hợp các kết quả nghiên cứu trên đây, có thể đưa ra kết luận về cơ chế thủy động lực và vận chuyển bùn cát khu vực bờ biển Trà Vinh như sau: Vào mùa gió tây nam, dòng chảy từ sông Mê Công mang bùn cát bồi tụ cho dài bờ biển Trà Vinh; sau đó, vào mùa gió đông bắc, lượng bùn cát này dưới tác động của sóng có chiều cao lớn bị đào xói và làm tái lơ lửng. Phần lớn lượng bùn cát tái lơ lửng này theo dòng chảy ven bờ vận chuyển về phía Nam, một phần bùn cát theo dòng triều ngược vào các cửa sông và gây ra bồi lắng tại các cửa sông.

3.1.7. Sơ đồ thủy động lực và vận chuyển bùn cát vùng BBTV





Hình 3. 10: Sơ họa mặt cắt ngang đối BBTV

b. Mặt bằng bờ biển

Các kết quả tính toán về chế độ thủy động lực và vận chuyển bùn cát cho thấy rằng:

- Hai cửa sông Cung Hầu – Cổ Chiên và Định An có lưu

lượng dòng chảy và lưu lượng bùn cát tương đương nhau và lớn nhất trong tất cả các cửa sông Mê Công. Bờ biển tỉnh Trà Vinh nằm kẹp giữa 2 cửa sông này nên chịu yếu tố tác động từ sông Mê Công mạnh hơn so với các vùng bờ biển lân cận (xem mục 3.1.1).

Hình 3. 11: Bản đồ DBSCL

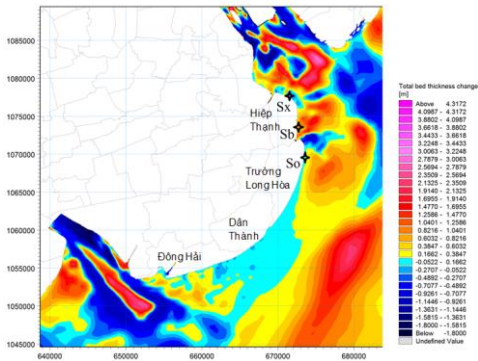
- Theo xu thế chung của các dải bờ biển DBSCL, sự vận

chuyển bùn cát dọc bờ về phía tây nam chiếm ưu thế trong mùa gió đông bắc. Tuy nhiên, xét theo chế độ toàn năm, bờ biển Trà Vinh hàng năm được bồi đắp một lượng phù sa rất lớn từ sông Mê Công, đặc biệt qua cửa Định An (xem mục 3.2.1).

Những điều này lý giải một phần nào hiện tượng BBTV đặc biệt có xu thế nhô hẳn ra ngoài biển Đông hơn các vùng bờ biển lân cận (xem hình 3.11). Tuy nhiên, vấn đề này còn phải tiếp tục nghiên cứu sâu thêm.

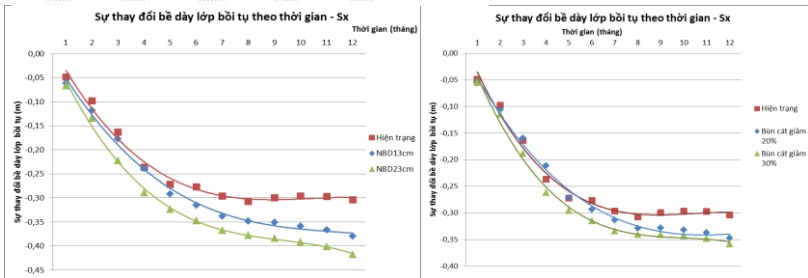
3.2.2. Kết quả mô phỏng chế độ bồi xói vùng bờ biển Trà Vinh cho các kịch bản

Kết quả mô phỏng chế độ bồi xói vùng bờ biển Trà Vinh cho các kịch bản đã được tính toán. Để phân tích kỹ hơn về sự khác biệt giữa độ bồi xói giữa các kịch bản, luận án trích xuất kết quả về sự thay đổi bề dày lớp bồi tụ tại 03 điểm tiêu biểu để so sánh (Sx-Xói nhiều, Sb-Bồi nhiều, So- Ổn định).

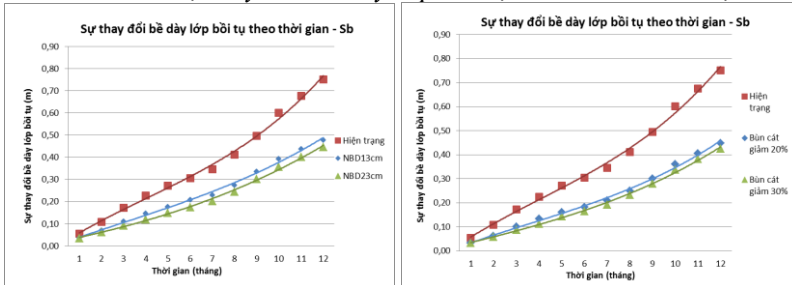


Hình 3. 12: Diễn biến bờ xói sau 1 năm –hiện trạng và vị trí các điểm trích xuất kết quả

3.2.3. Xây dựng quan hệ đường giữa chiều dày bồi lắng theo thời gian tại một số khu vực đặc trưng bờ biển Trà Vinh

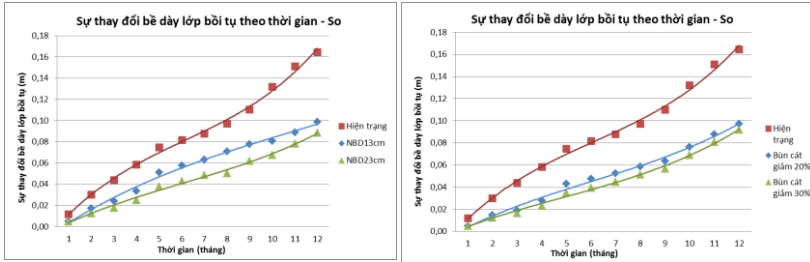


Hình 3. 13: Sự thay đổi bề dày lớp bồi tụ điểm Sx với các kịch bản



Hình 3. 14: Sự thay đổi bề dày lớp bồi tụ điểm Sb với các kịch bản

Các đồ thị về các mối “quan hệ đường” được xây dựng nên cho thấy ý nghĩa về mặt biểu diễn xu thế làm tăng mức độ xói (hoặc giảm độ bồi tụ) tại khu vực ven bờ biển Trà Vinh dưới tác động của sự gia tăng mực nước biển do BĐKH và sự suy giảm lượng phù sa sông Mê Công do xây dựng các công trình trên thượng nguồn.



Hình 3. 15: Sự thay đổi bề dày lớp bồi tụ theo thời gian - So
 Bảng 3. 4: Mức độ thay đổi bề dày lớp bồi tụ so với kịch bản hiện trạng (%)

Giá trị trung bình (%)						
Điểm	NBD 13 cm	NBD 23 cm	Ước tính NBD 10 cm	Phù sa giảm 20%	Phù sa giảm 30%	Ước tính phù sa giảm 10%
Sx	-3,7	-6,9	-2,9	-1,6	-3,3	-0,9
Sb	-12,7	-15,3	-8,2	-14,7	-16,4	-6,4
So	-3,1	-4,2	-2,1	-3,7	-4,3	-1,7

3.3. NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP CHỈNH TRỊ

3.3.1. Các quá trình xói lở

- *Xác định vùng đại dương có liên quan đến xói lở:* Các phân tích ở phần trên của luận án về đặc trưng địa hình đáy, phạm vi sóng vỡ, sự phân bố bùn cát ven biển theo không gian và các quá trình trao đổi bùn cát ngang bờ cho thấy, sự xói lở chủ yếu là kết quả của tái lơ lửng do sóng và dòng vận chuyển do gió xảy ra trên một sườn dốc ngầm (clinoform) nông dọc theo bờ biển (rộng khoảng 6->10 km ngang bờ), thay vì giới hạn trong vùng nước nông ven bờ (ít hơn 1 km).

- *Sự thiếu hụt nguồn cung bùn cát từ sông:* Mức độ tăng xói ít hơn nhiều so với mức độ suy giảm nguồn cung bùn cát từ sông và mức tăng này là không lớn so với sự xói lở do tác động của chế độ thủy thạch động lực hiện trạng (một năm xói 30cm).

- *Mực nước biển dâng cao do BĐKH:* Sự nóng lên toàn cầu có thể không đáng kể trong tình hình hiện tại vì tác động của nó vẫn còn rất thấp so với sự xói lở do tác động của chế độ thủy thạch động lực hiện trạng.

- *Động lực học gần bờ*: Sóng là yếu tố quan trọng hàng đầu trong các yếu tố động lực vùng biển nông, các đặc trưng sóng và dòng chảy sinh ra do sóng có ảnh hưởng nhiều nhất đến diễn biến của bờ biển. Hai khu vực sóng lớn là Hiệp Thạnh và Trường Long Hòa.

- *Dòng vận chuyển bùn cát dọc và ngang bờ*: Các quá trình chính là việc kết hợp của bồi lắng bùn cát từ các sông vào mùa hè, bùn cát tái lơ lửng do sóng (với sự tham gia của thủy triều) vào mùa đông và vận chuyển tiếp về phía Nam của bùn cát lơ lửng, chủ yếu bởi dòng do gió gây ra. Đối với khu vực có biên độ triều lớn như bờ biển đông ĐBSCL, ảnh hưởng của dòng triều là rất đáng kể. Mặc dù lượng nước chảy về phía bờ lúc triều lên tương đương với dòng chảy ra ngoài khơi khi triều xuống, nhưng dòng triều ngang bờ biển có xu hướng thúc đẩy vận chuyển bùn cát về phía bờ và bồi lắng trong khi sóng có xu hướng gây xói lở.

- *Ảnh hưởng của công trình cứng (coastal squeeze) xây dựng xung quanh vị trí mép nước*:

Các công trình cứng bao chặt bờ biển trước hết là không thể hạn chế quá trình vận chuyển bùn cát ngang bờ, dọc bờ hoặc là bẫy trầm tích, sau nữa là làm trầm trọng hơn tình trạng xói lở bờ biển.



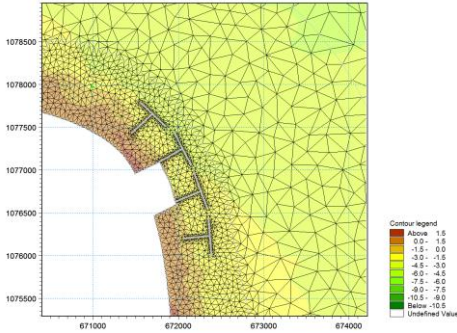
Hình 3. 16: Sơ đồ định hướng bố trí công trình chính trị

3.3.2. Đề xuất giải pháp chính trị

BBTV có một số khu vực sạt lở trọng điểm cần có giải pháp chính trị tại các xã Hiệp Thạnh, Trường Long Hòa và Dân Thành như trên hình 3.16.

3.4. GIẢI PHÁP CHÍNH TRỊ BẢO VỆ BỜ BIỂN TRÀ VINH KHU VỰC HIỆP THẠNH

3.4.1. Giới thiệu khu vực bờ biển xã Hiệp Thạnh



Đoạn bờ biển xã Hiệp Thanh có tọa độ từ A (669448-E, 1078472-N) đến F (672203-E, 1072363-N).

3.4.2. Lựa chọn phương án bố trí tổng thể công trình

Hình 3.17: Sơ đồ bố trí công trình chỉnh trị bờ biển xã

Hiệp Thanh

Bảng 3.5: Các kịch bản

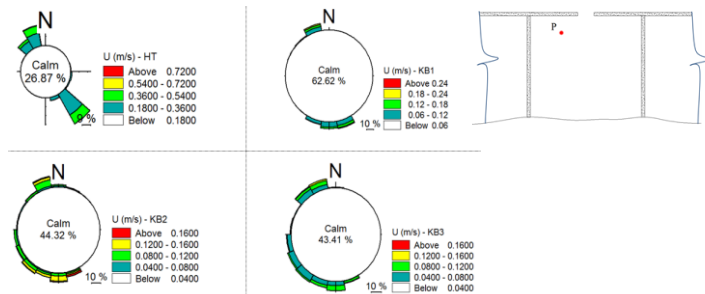
bố trí công trình chỉnh trị

Tên kịch bản	Mô tả kịch bản	Khoảng cách từ đê tới bờ X (m)	Chiều dài đê giảm sóng L (m)	Khoảng cách giữa 2 đê G (m)	Cao trình đỉnh đê (m)
HT	Hiện trạng	(Đã tính trong mục 3.1)			
KB1	Bố trí 4	300	400	130	+2.0
KB2	mở hàn	300	400	80	+2.0
KB3	chữ T	300	400	50	+2.0

3.4.3. Phân tích hiệu quả của hệ thống công trình chỉnh trị

a) Hiệu quả giảm vận tốc dòng chảy khu vực ven bờ

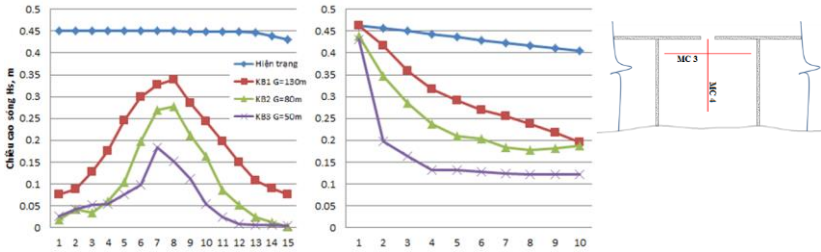
Họa dòng chảy trích xuất tại vị trí P đối với 4 kịch bản tính toán như trên hình 3.17 cho thấy, công trình mở hàn chữ T đã làm giảm lưu tốc tại điểm P một cách đáng kể xét cả về cường độ cũng như thời gian duy trì vận tốc lớn, khoảng cách giữa các đê càng nhỏ thì hiệu quả giảm vận tốc dòng chảy tại khu vực bờ cần bảo vệ càng tốt.



Hình 3.17: Họa dòng chảy tại điểm P ứng với các kịch bản HT, KB1, KB2, KB3 thời kỳ gió mùa Đông Bắc (1/1/2011÷ 27/1/2011)

b) Hiệu quả giảm chiều cao sóng

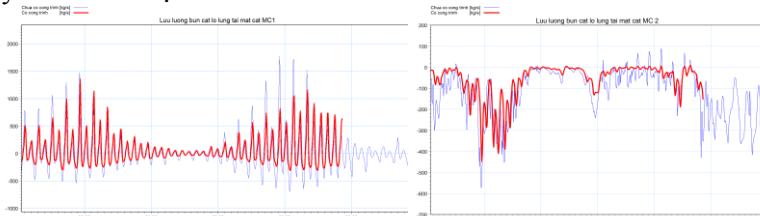
Biểu đồ chiều cao sóng tại mặt cắt 3, 4 trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc giữa các phương án (hình 3.18) cho thấy, chiều cao sóng tại cả hai mặt cắt sau khi xây dựng công trình giảm đáng kể so với khi chưa xây dựng công trình. Khoảng cách giữa các đê (G) càng nhỏ thì hiệu quả giảm sóng càng cao.



Hình 3.18: Chiều cao sóng tại mặt cắt 3 (trái) và mặt cắt 4 (phải) thời điểm 19:00 ngày 18/1/2011 (mùa Đông Bắc)

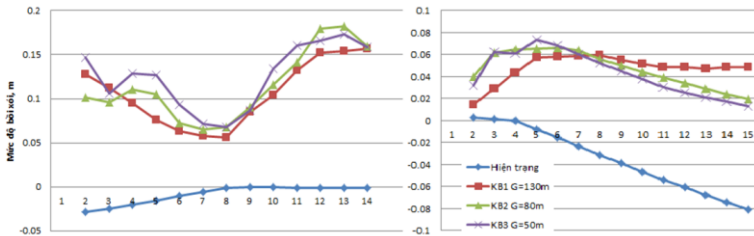
c) Hiệu quả giảm vận chuyển bùn cát dọc bờ

Kết quả tính toán cho thấy, các công trình mở hàn tác động vào quá trình vận chuyển bùn cát dọc bờ và làm giảm đáng kể sự vận chuyển bùn cát dọc bờ.



Hình 3.19: So sánh lưu lượng bùn cát lơ lửng tại mặt cắt MC1 và MC2 giữa 2 phương án: có công trình và chưa có công trình

d) Diễn biến hình thái



Hình 3.20: Mức độ bồi tụ tại MC3 (trái) và MC4 (phải) sau 1 tháng

Kết quả tính toán diễn biến hình thái dải ven biển xã Hiệp Thạnh (khu vực có công trình) trong 1 tháng vào mùa gió đông bắc (tháng 1/2011) thể hiện trên hình 3.20 cho thấy, với hiệu quả giảm vận tốc dòng chảy, giảm chiều cao sóng và giảm sự thiếu hụt bùn cát ven biển của công trình đã hạn chế được hiện tượng xói lở và tạo ra xu thế bồi tụ trên dải bờ biển xã Hiệp Thạnh và trong phạm vi 300m từ mép bờ ra biển. Về hiệu quả gây bồi giữa các phương án có thể thấy, xét về tổng thể tích bồi tụ phương án KB3 ($G=50m$) mang lại hiệu quả bồi tụ tốt hơn cả.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận:

1. Luận án đã nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến trường thủy động lực và vận chuyển bùn cát khu vực biển ven bờ Trà Vinh. Các kết quả tính toán chỉ ra rằng:

- Sóng: (i) Khu vực nửa bờ phía bắc bị ảnh hưởng nghiêm trọng hơn nửa bờ phía nam bởi tác động của sóng lớn trong mùa gió đông bắc; (ii) Tồn tại vách ngầm giảm sóng tại vị trí cách bờ khoảng từ 6 (giữa bờ) - 10km (bờ phía bắc và nam); (iii) Chiều cao sóng tại các vị trí gần cửa sông luôn thấp hơn các điểm giữa bờ do cấu trúc địa hình đáy và tác động của dòng chảy từ trong sông.

- Dòng chảy: 3 yếu tố chi phối mạnh đến chế độ dòng chảy khu vực ven biển Trà Vinh là: dòng chảy sông Mê Công trong mùa mưa và mùa khô, chế độ triều bán nhật triều với độ lớn triều từ 2 - 4m/ngày, chế độ khí hậu gió mùa đông bắc và tây nam. Có một số đặc điểm cơ bản sau:

+ Tác động của chế độ dòng chảy và hàm lượng phù sa sông Mê Công trong mùa mưa và mùa khô đối với bờ biển Trà Vinh có thể coi là lớn nhất so với các khu vực bờ biển lân cận;

+ Trường vận tốc dòng chảy lớn nhất khi hướng truyền triều trùng với hướng gió mùa, cụ thể, dòng chảy vào mùa gió đông bắc khi triều dâng và mùa gió tây nam khi triều rút;

+ Các vị trí gần cửa sông luôn có vận tốc dòng chảy lớn hơn các điểm giữa bờ;

+ Dòng chảy khi triều dâng (đặc biệt trong mùa gió đông bắc) có ảnh hưởng đáng kể đối với diễn biến xói lở bờ biển;

+ Hướng dòng chảy khi triều dâng vào mùa gió đông bắc và tây nam đều xuất phát từ phía đông bắc, điều này góp phần làm cho nửa bờ biển phía bắc có diễn biến xói lở phức tạp cả trong cả hai mùa.

- Cơ chế vận chuyển bùn cát: Xu hướng vận chuyển bùn cát dọc bờ về phía tây nam chiếm ưu thế trong mùa gió đông bắc. Quá trình vận chuyển bùn cát ngang bờ đóng vai trò quan trọng trong việc phát triển đường bờ, lượng phù sa từ sông Mê Công qua cửa Định An bồi đắp cho bờ biển Trà Vinh hàng năm là rất lớn.

- Luận án đã xây dựng được sơ đồ thủy động lực và vận chuyển bùn cát vùng biển ven bờ Trà Vinh theo mùa gió đông bắc và tây nam, nhằm tập hợp các thông tin cơ bản như: hướng và vận tốc dòng chảy lớn nhất khi triều dâng và rút, biên độ và dao động triều trong tháng, hướng và chiều cao sóng các vị trí trọng điểm theo mùa gió, hướng vận chuyển bùn cát ven bờ theo mùa gió và sự phân bố của các thành phần thạch học cơ bản phục vụ định hướng phát triển rừng ngập mặn hoặc rừng phi lao phòng hộ.

2. Dựa trên các kết quả đã tính toán về trường thủy động lực và địa hình khu vực ven biển, luận án đã xây dựng được hình vẽ sơ họa mặt cắt ngang đới bờ biển Trà Vinh, đồng thời nhận diện và đưa ra một số lý giải ban đầu về hình dạng mặt bằng của BBTV có xu thế nhô hẳn ra ngoài biển Đông hơn các vùng bờ biển lân cận. Tuy nhiên, vấn đề này còn phải tiếp tục nghiên cứu sâu thêm.

3. Luận án đã tính toán diễn biến bồi xói với kịch bản hiện trạng cho thấy các khu vực xói chi phối nhiều là Hiệp Thạnh, Trường Long Hòa, Dân Thành, khu vực xu hướng bồi chủ đạo là Đông Hải. Kết quả trích xuất từ mô hình về sự thay đổi bề dày lớp bồi tụ tại 3 điểm tiêu biểu khu vực bờ biển Trà Vinh (Sx – xói nhiều, Sb – bồi nhiều, So - ổn định) với các kịch bản khác nhau (hiện trạng, nước biển dâng 13cm và 23 cm, suy giảm bùn cát sông Mê Công 20% và 30% - so với năm 2011) và xây dựng được đường quan hệ giữa chiều dày bồi lắng theo thời gian. Các ảnh hưởng từ sự gia tăng mực nước biển do BĐKH và sự suy giảm lượng phù sa sông Mê Công do xây dựng các công trình trên thượng nguồn có xu thế làm tăng mức độ xói (hoặc giảm độ bồi tụ) tại khu vực ven bờ biển Trà Vinh.

4. Kết quả tính toán từ mô hình đã chỉ ra: trong mùa dòng chảy thấp (mùa khô), bãi biển được đặc trưng bởi sóng gió mùa đông bắc và dòng chảy dọc bờ biển vận chuyển bùn cát về phía tây nam, kết hợp với dòng bùn cát ra xa bờ gây nên sự thiếu hụt bùn cát khu vực ven

biển, đặc biệt đối với nửa bờ phía bắc. Từ kết quả này, luận án đưa ra định hướng cho lựa chọn loại công trình để chinh trị và ổn định đường bờ biển tỉnh Trà Vinh là: (i) Khu vực Hiệp Thạnh sử dụng dạng công trình mỏ hàn chữ T có khả năng giảm sóng từ xa và hạn chế vận chuyển bùn cát dọc bờ; (ii) Khu vực Trường Long Hòa sử dụng dạng công trình đê giảm sóng xa bờ; (iii) Khu vực Dân Thành và đoạn đầu Đông Hải sử dụng công trình dạng hàng rào rồng bằng tre/cù tràm.

5. Luận án đã ứng dụng kết quả nghiên cứu để định hướng bố trí không gian công trình chinh trị bờ biển Trà Vinh vào khu vực xã Hiệp Thạnh và xác định được khoảng cách giữa các đê giảm sóng tốt nhất là 50m.

Kiến nghị:

Do các số liệu đầu vào cho mô hình như địa tầng trầm tích (chiều dày các lớp, sự phân bố thành phần hạt,...) cũng như số liệu bùn cát ở biên thượng lưu còn hạn chế nên kết quả mô phỏng vận chuyển bùn cát, diễn biến bồi xói bờ biển có ý nghĩa trong việc phân tích đánh giá xu thế nhiều hơn mặt định lượng. Mặc dù còn có một số hạn chế như trên nhưng kết quả mô phỏng đã giúp làm rõ chế độ thủy động lực học, cơ chế diễn biến bồi xói từ đó xác định được các yếu tố gây ra xói lở bờ biển cho từng tiểu khu vực.

Các kết quả trong luận án này mới chỉ xét đến các điều kiện thực tế trong khoảng thời gian của năm 2011 và 2014. Vì vậy các kết quả phân tích tính toán ở trên chỉ mang tính chất đại diện cho các khoảng thời gian này.

Cần có những hướng nghiên cứu tiếp theo như sau:

- Kết quả nghiên cứu về sự nhô ra của BBTV trong luận án mới chỉ là những lý giải bước đầu, theo tác giả nhận thấy nếu có điều kiện nghiên cứu sâu thêm có thể quan tâm đến phương pháp sử dụng ảnh viễn thám, quan sát quá trình hình thành đường bờ biển Trà Vinh qua nhiều thời kỳ.

- Nghiên cứu đánh giá sự ảnh hưởng của hệ thống kênh Tắt và các công trình chinh trị quanh cửa kênh Tắt sau khi đi vào hoạt động (năm 2016) đến chế độ thủy động lực và vận chuyển bùn cát khu vực BBTV.

- Nghiên cứu tác động tổng hợp của việc xây dựng các công trình trên thượng nguồn sông Mê Công và nước biển dâng đến diễn biến ven biển khu vực Trà Vinh.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ

1. Hoàng Văn Huân, Nguyễn Thị Phương Thảo. *Một số vấn đề cơ bản trong thiết kế cấu trúc chân đế của các trạm điện bằng sức gió đặt ở ven biển* – Tạp chí Khoa học và Công nghệ thủy lợi – Viện KHTL Việt Nam. Năm 2012. ISSN: 1859-4255.
2. Hoàng Văn Huân, Phan Mạnh Hùng, Nguyễn Thị Phương Thảo. *SOME INITIAL RUDIMENT RESULTS ON HYDRODYNAMIC - WAVE - DEPOSITION/EROSION PROCESSES IN THE COASTAL SOUTHERN VIETNAM* – Hội thảo: The 14th Asian Congress of Fluid Mechanics (14 ACFM), Ha Noi. Năm 2013. ISBN: 978-604-913-145-5
3. Hoàng Văn Huân, Nguyễn Thế Biên, Nguyễn Thị Phương Thảo. *Biến động đường bờ tại vùng biển tỉnh Trà Vinh – những nguyên nhân cơ bản* - Tạp chí Hội nghị Cơ học thủy khí 2013. ISSN: 1859-4182.
4. Hoàng Văn Huân, Phạm Văn Tùng, Nguyễn Thị Phương Thảo, Mai Đức Trần. *Nguyên nhân ngập úng ở thành phố Nha Trang* – Tuyển tập công trình Hội nghị khoa học Cơ học thủy khí 2013. ISSN: 1859-4182.
5. Nguyễn Thị Phương Thảo, Hoàng Văn Huân. *Ứng dụng các mô hình toán nghiên cứu về thủy động lực và vận chuyển bùn cát vùng cửa sông ven biển* – Tuyển tập công trình Hội nghị khoa học Cơ học thủy khí 2015. ISSN: 1859-4182.
6. Hoàng Văn Huân, Nguyễn Thị Phương Thảo. *Bước đầu xác định nguyên nhân gây ra các biến động của chế độ thủy thạch động lực biển ven bờ Trà Vinh* – Tuyển tập công trình Hội nghị khoa học Cơ học thủy khí 2016. ISSN: 1859-4182.
7. Nguyễn Thị Phương Thảo. *Đánh giá lợi ích kinh tế từ lũ vùng Đồng bằng sông Cửu Long* - Kỷ yếu hội nghị khoa học công nghệ lần thứ 3 “Quản lý hiệu quả tài nguyên thiên nhiên và môi trường hướng đến tăng trưởng xanh”. Năm 2016. ISBN: 978-604-73-4719-3.
8. Nguyễn Thị Phương Thảo, Hoàng Văn Huân. *Ảnh hưởng chế độ thủy thạch động lực vùng ven biển đến đặc trưng hình thái đường bờ biển tỉnh Trà Vinh* - Hội nghị Cơ học thủy khí năm 2017. ISSN: 1859-4182.
9. Nguyễn Thị Phương Thảo, Hoàng Văn Huân. *Xây dựng mối liên hệ giữa sự biến đổi bề dày bãi bồi ven biển Trà Vinh với chế độ phù sa sông Mekong và nước biển dâng* - Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi - Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam. ISSN 1859–4255.
10. Nguyễn Thị Phương Thảo, Hồ Trọng Tiến. *Mô phỏng ảnh hưởng của nước biển dâng do biến đổi khí hậu đến biến động của chế độ thủy động lực và hình thái vùng ven bờ biển Trà Vinh* - Tạp chí Môi trường (Tổng cục môi trường). ISSN 1859–042X.

MINISTRY OF EDUCATION AND TRAINING - MINISTRY OF AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT

**VIETNAM ACADEMY FOR WATER RESOURCES
SOUTHERN INSTITUTE FOR WATER RESOURCES RESEARCH**



NGUYEN THI PHUONG THAO

**STUDYING OF HYDRODYNAMIC AND SEDIMENT
TRANSPORT MECHANISM IN THE COASTAL AREA OF
TRAVINH PROVINCE, PROPOSING A SOLUTION FOR
TREATMENT.**

Speciality: Technical water construction

Code: 958 02 02

SUMMARY OF TECHNICAL THESIS

HO CHI MINH CITY, 2019

The thesis was completed at:

**VIETNAM ACADEMY FOR WATER RESOURCES
SOUTHERN INSTITUTE OF WATER RESOURCES RESEARCH**

The science instructors:

- 1. Assoc. Prof. Dr. Hoang Van Huan**
- 2. Assoc. Prof. Dr. Luong Van Thanh**

Reviewer 1: **Prof Dr. Nguyen The Hung**

Reviewer 2: **Prof Dr. Nguyen Tat Đac**

Reviewer 3: **Assos. Prof Dr. Nguyen Ba Quy**

The thesis will be defended to the Institute Evaluation Committee organised at:

**Southern Institute of Water Resources Research
658 Vo Van Kiet, Ward 1, District 5, Ho Chi Minh city
At hour minutes, on , 2019**

The dissertation can be found at:

National Library of Vietnam

Library of Vietnam Academy For Water Resources

Library of Southern Institute For Water Resources Research

INTRODUCTION

0.1. PRACTICAL MEANING OF THE THESIS

In recent years, the coastline and dyke system has been severely eroded, occurring on a large scale for almost all coastal provinces of the Mekong Delta, significantly affecting the economic development of sectors related to integrated exploitation of coastal strips. Characteristics of the coastal strip tend to vary depending on coastal geology, ocean elements, river-impact factors, human impact, etc. An In-depth study of issues of dynamics - sediment transport in the coastal area of Travinh province, for coastal protection and maintenance work is needed to meet the following urgent practical requirements: (i) requirements for landslide prevention; (ii) requirements for protection and development of mangrove forests; (iii) requirements of coastal environmental protection for tourism and ecology; (iv) requirements of new construction solutions for coastal stabilization and protection.

0.2. SCIENTIFIC MEANING OF THE THESIS

Research about coast should focus on three basic characteristics of coastal zone environment: (i) Hydrodynamics (wave, tide and flow); (ii) Transport of sediment (suspended sediment and bottom sediment); (iii) Morphology (deposition and erosion of the coast). These characteristics are the most critical and difficult problems in research related to regulating and constructing coastal protection buildings.

Travinh coast is located between two large estuaries of the Mekong River (Cung Hau - Co Chien and Dinh An - Tran De). Factors affecting the operating mechanism of the three basic characteristics in the coastal environment of Tra Vinh are: flows from the Mekong River, flows from the sea, waves, wind, tides, coastal

geology, tropical monsoon climate, human impact, climate change, etc.

The thesis uses mathematical modeling method to study the influence of factors on hydrodynamic process, sediment transport and morphological changes, from which to build scientific knowledge bases to adjust treatment and stabilizing the coast of Travinh.

0.3. OBJECTIVES OF THE THESIS

- Simulation of hydrological and hydraulic developments to clarify the motivational factors affecting the shoreline fluctuations and the trend of coastal development in Travinh province.

- Establishing scientific knowledge bases to point out modification solutions for stabilizing coastal areas of Travinh province.

0.4. NEW CONTRIBUTIONS OF THE THESIS

1. The thesis has evaluated, in a synthetic and systematic way, the main motivational factors affecting the morphological changes of Travinh coastal area.

2. The thesis has established a trend of bottom terrain changes over time under the impact of sea level rise and sediment reduction from the river. The thesis has proposed suitable treatment solutions for each area of Travinh coast.

CHAPTER 1. OVERVIEW OF RESEARCH ON COASTAL EROSION AND PROTECTION SOLUTIONS

1.1. GLOBAL STUDIES ON COASTAL EROSION

1.1.1. Causes and erosion/sedimentation mechanisms of mangrove mud shoreline

a) Motivational factors affecting the coast

Overview of the research works of domestic and international scientists on coastal hydrodynamic factors, can be categorized as the following five issues:

- Studying the effects of waves on shoreline developments,

- Studying the impact of tides on coastal developments,
- Studying the effects of sea level rise on coastal changes,
- Studying the impact of the flow of the river in the flood season and the dry season to the shoreline, and
- Studying the impact of the Coriolis force on sea currents.

b) Coastal sediment transport process

In terms of movement: sediment transport on the coast can be divided into two categories - perpendicular sediment transport (onshore and offshore) and Longshore sediment transport. perpendicular sediment transport causes short-term morphological changes, while Longshore sediment transport causes long-term changes in the morphology of a coastal area.

In terms of grain properties, it is possible to divide coastal sediments into two types:

- Cohesive sediment (*mud* with particle size $< 0.063\text{mm}$): mainly transported in suspended state. In saline water (estuarine area), there is a process of flocculation into blocks (flocs).

- Non-cohesive sediment (*sand* with particle size $> 0.063\text{mm}$): discrete in all states, sand transport line is mainly moving on the bottom.

c) Causes and erosion/sedimentation mechanisms of mangrove mud shoreline

The main cause of erosion is "sediment imbalance". The process of "sediment imbalance" occurs as a "continuation loop", from the impact of social development impacts, to efforts to restore mangroves by hard construction solutions (coastal squeeze),...(Gegar Prasetya, 2006), (Winterwerp, 2013).

1.1.2. Coastal protection works

The anti-erosion and coastal protection works include:

- *Longshore structures* (seawalls, dikes, embankments) protect the coast or dunes against erosion caused by currents and waves.

- *Cross-shore structures* (groins) are used to interrupt the Longshore sediment transport.

1.2. EROSION STUDIES IN THE MEKONG DELTA OF VIETNAM

1.2.1. Some research by foreign authors

The studies on dynamics, waves... cover the entire South East Sea: K. Wyrski (1961), K.T Bogdanov (1963), U. N Xecgayev (1964),

Robinson (1983), T. Yanagi and Takao (1997), Duan Yi-hong Qin Zeng-hao, Li Yong-ping (1997) and Yu et al. (2006).

1.2.2. Combined studies by foreign and Vietnamese authors

The study of the changes in hydrodynamic and sediment transport factors, coastal changes in the Mekong Delta: Wolanski, Nguyen Huu Nhan (1998, 2005), Japan International Cooperation Agency (JICA – 2012).

Research on the long-term changes of the coastline of Tra Vinh through many periods (Toru Tamura – Japanese).

Nguyen Trung Thanh (2011) studied of coastal flow dynamics and showed that the dominance of the coastal current in the southwest in the winter under the influence of the northeast monsoon, thereby confirmed the dominance of the transport process Longshore sediments to the southwest in this season.

The EU-AFD project, in 2017, is a research project on the erosion process of coastal areas in the Mekong Delta and focuses on the coastal areas of Go Cong and U Minh.

1.2.3. Vietnamese research results

Nguyen Dich Dy (2010) studied geology-geomorphology of river mouths and coastal areas of 4 coastal provinces in the Mekong Delta, and showed that the top (latest) sediments of coastal waters of Tra Vinh originated mainly from rivers and seas

Vu Duy Vinh (2014) studied and evaluated topographic changes in the Mekong Delta coastal area of the current situation and under the influence of sea level rise.

Nguyen Huu Nhan (2015) used model Mike 21C F/M to study the causes and mechanisms of the formation of Camau mudflats.

1.3. THE RESEARCH WORKS ON COASTAL EROSION IN TRAVINH

1.3.1. Research results of foreign authors

Research on short-term changes (accretion or erosion changes) of the coast of Tra Vinh (Anthony, Dussouillez, 2017).

1.3.2. Vietnamese research results

Hoang Van Huan (2008, 2013, 2014) conducted in-depth studies for the coastal area of Tra Vinh on hydrodynamics, sedimentation / erosion and proposed solutions to prevent erosion.

1.4. COASTAL DEVELOPMENT RESEARCH METHODS

- Research methods based on realworld models.

- Statistical method
- Physical modeling method
- Mathematical modeling method
- Remote sensing image analysis method
- Radioactive marking method

CHAPTER 2. THEORETICAL BASIS AND RESEARCH METHOD

2.1. ANALYSIS AND SELECTION OF CALCULATION MODELS

The thesis selected Mike 21/3 FM model to formulate research problems.

2.2. THEORETICAL BASIS OF CALCULATION MODEL

2.2.1. Simulation of shallow water flow

The shallow water flow, in the 2-dimensional model, is described by the following equation system:

- Continuous equations describing the law of conservation of materials:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}}{\partial y} = hS \quad (2.1)$$

- Motion equations describing the law of conservation of momentum according to the x-axis:

$$\frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}\bar{u}}{\partial y} = f\bar{v}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial P_a}{\partial x} - \frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial x} + \frac{1}{\rho_0} (\tau_{sx} - \tau_{bx}) \quad (2.2)$$

$$- \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{xy}) + hu_s S$$

- The momentum equation by y axis:

$$\frac{\partial h\bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}^2}{\partial y} = -f\bar{u}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial P_a}{\partial y} - \frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial y} + \frac{1}{\rho_0} (\tau_{sy} - \tau_{by}) \quad (2.3)$$

$$- \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial s_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{yy}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{yy}) + hv_s S$$

Where t is the time (s); x, y are the Cartesian co-ordinates (m); u, v are the velocity components in the x, y direction (m/s); f is the Coriolis parameter (s^{-1}); g is the gravitational acceleration (m/s^2); η is the surface elevation (m); d is the still water depth; $h = \eta + d$ is the total water depth; ρ_0 is the density of water (kg/m^3); P_a is atmospheric pressure (Pa/m); S is the magnitude of the discharge due to point

sources (m^3/s); $S_{xx}, S_{xy}, S_{yx}, S_{yy}$ are components of the radiation stress tensor (N/m^2); A is the horizontal eddy viscosity; (τ_{sx}, τ_{sy}) and (τ_{bx}, τ_{by}) are the x and y components of the surface wind and bottom stresses (N/m^2); T_{xx}, T_{xy}, T_{yy} are the lateral stresses, including viscous friction, turbulent friction and differential advection (N/m^2).

2.2.2. Wave calculation

In horizontal Cartesian co-ordinates, the conservation equation for wave action can be written as

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \nabla \cdot (\vec{v} \cdot N) = \frac{S}{\sigma} \quad (2.4)$$

where $N(\vec{x}, \sigma, \theta, t)$ is the action density; t is the time (s); $\vec{x} = (x, y)$ is the Cartesian coordinates (m); $\vec{v} = (c_x, c_y, c_\sigma, c_\theta)$ is the propagation velocity of a wave group in the four-dimensional phase space (x, y, σ, θ) (m/s); S is the source term for the energy balance equation; ∇ is the four-dimensional differential operator.

2.2.3. Simulation of sediment transport process and morphological changes

a) Mud transport

The mud transport module solves the so-called advection-dispersion equation:

$$\frac{\partial \bar{c}}{\partial t} + u \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} + v \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} = \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial x} \left(h D_x \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} \right) + \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial y} \left(h D_y \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} \right) + Q_L C_L \frac{1}{h} - S \quad (2.5)$$

Where t : is the time (s); x, y are the Cartesian co-ordinates (m); u, v are the velocity components in the x, y direction (m/s); h is the total water depth (m); S is the deposition/erosion term ($\text{kg}/\text{m}^3/\text{s}$); $\bar{c}$ is the depth averaged concentration (kg/m^3); Q_L is the source discharge per unit horizontal area ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$); C_L is the concentration of the source discharge (kg/m^3); D_x, D_y are the dispersion coefficients (m^2/s).

b) Sand transport

The sediment (sand) transport is calculated as:

$$q_t = q_b + q_s = S$$

Where q_t is the total sediment transport, q_b is the bed load transport and q_s is the sediment transport in suspension.

Equations 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 and 2.5 cannot be solved by analytical methods. Therefore, people have tried to solve these equations by numerical method with finite difference or finite volume scheme by dividing the domain into grid cells and must ensure stable condition is $CFL \leq 1$ (Courant – Friedrichs – Lewy).

2.2.4. Method of building a map

This method is used for the purpose of building a hydrodynamic and sediment transport diagram. The results of flow direction, direction of coastal sediment transport, sediment distribution, wave flower,... were extracted from the model and inputted into specialized software to create map layers. The Arcgis software is used as a tool.

2.3. BUILD CALCULATION MODEL

2.3.1. Data base

Topographic data: was taken from (i) actual results of research projects and basic surveys carried out by the Southern Institute of Water Resources Research (2010) and Institute of coastal and offshore engineering (2009, 2011, 2014), (ii) 1 / 100,000 scale map of the Navy published in 1982, (iii) from GEBCO of the British Oceanographic Data Center.

Wind field data: was taken from the results of the Environmental Prediction Center of the NCEP/NOAA.

Wave data: The study area model needs wave data at 3 margins opening to the East Sea of the calculation domain. This data is extracted from the calculation model for the entire East Sea (research results were built, tested and published in the second article in the List of published works of this thesis).

Hydrological data: Flow data at My Thuan, Can Tho hydrological stations and water level data at Nha Be and The Vai stations (Figure 2.1) are real data measured every hour. The water level data at the 3 boundaries opening to the East Sea of the calculation domain is extracted from the global tide forecast software. The data of water level and flow at the Co Chien station (measured in 2011) and coastal water level measurement station in 2014 were used for calibration and verification of models.

Sediment data: the suspended sediment data at My Thuan, Can Tho, Nha Be and Thi Vai stations (Figure 2.1) is measured data, serving as the input boundary for the model. The data of suspended sediments, bottom sediments observed at the 2011 and 2014 sampling

points of the Institute of Marine Engineering is used for calibration and verification of models.

2.3.2. Set up in numerical modeling

The domain scope is shown in Figure 2.1.

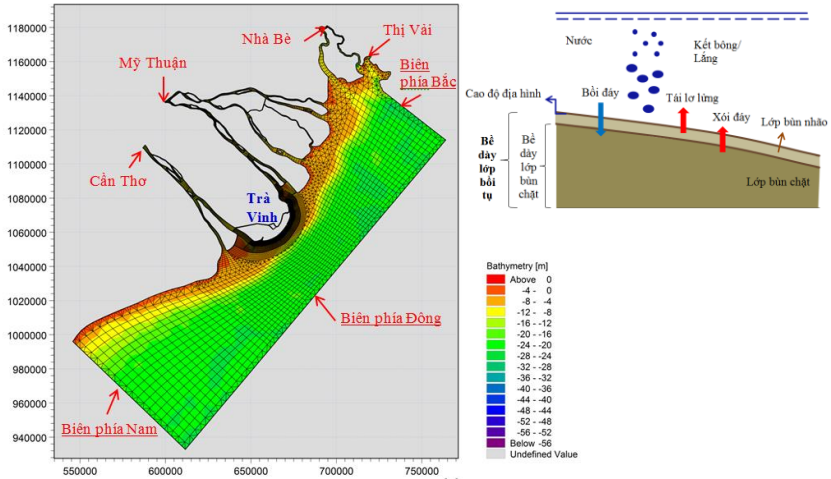


Figure 2. 1: Calculated net, seabed topography of the region (left side) and bottom deposition / erosion process in the "multi-layer deposition" model (right side)

Modules used simultaneously in the MIKE 21/3 Coupled model FM model include: (i) Hydrodynamic module for determining the flow field and water level field; (ii) Spectral Wave module for determining wave field and wave scattering stress; (iii) Mud transport module for simulating the process of morphological changes due to smooth sediment transport; (iv) Sand transport module for simulating the morphological process due to the transport of loose sand.

2.3.3. Results of model calibration and verification

The established research area has been calibrated with detailed parameters and achieved the following criteria: (i) CFL parameter ≤ 1 in all calculation cases; (ii) The model is calibrated and verified by comparing the calculated value with the measured value of water level, flow rate, flow velocity, significant wave height, wave period, and suspended sediment concentration. Real measured data were obtained from the basic survey project as well as from a number of projects chaired by Hoang Van Huan in 2011 (from September 13,

2011 to September 16, 2011) and 2014 (from August 11, 2014 to August 14, 2014).

2.3.4. Calculation scenarios

The thesis builds 05 scenarios as follows:

Scenario 1: Calculation for prediction of hydrodynamic regime (flow, wave) and erosion accretion for the current situation.

Scenario 2: Calculation for prediction of hydrodynamic regime (flow, wave) and erosion accretion with consideration of SLR factor of 13cm.

Scenario 3: Calculation for prediction of hydrodynamic regime (flow, wave) and erosion accretion with consideration of SLR factor of 23cm.

Scenario 4: Calculation for prediction of hydrodynamic regime (flow, wave) and erosion accretion with consideration to the reduction of Mekong sediment content by 20% (compared to 2011).

Scenario 5: Calculation for prediction of hydrodynamic regime (flow, wave) and erosion accretion with consideration to the reduction of Mekong sediment content by 30% (compared to 2011).

CHAPTER 3: RESULTS OF RESEARCH ON A HYDRODYNAMIC REGIME FOR ADJUSTING OF TRAVINH COAST

3.1. STUDY OF HYDRODYNAMIC MECHANISM AND COASTAL SEDIMENT TRANSPORT

3.1.1. Impact factor from the Mekong River

The results of the flow and sediment flow at the mouths of the Mekong River are shown in Figure 3.1 and Figure 3.2.

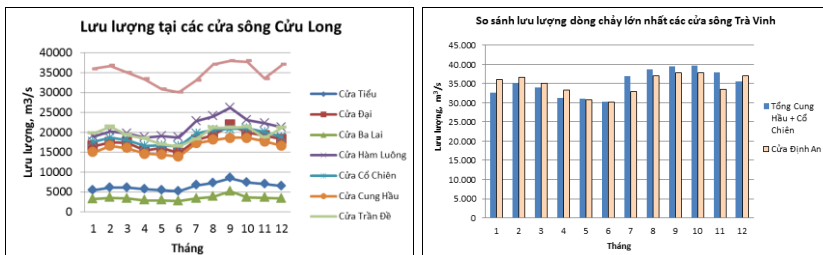


Figure 3.1: Maximum flow in the Mekong estuaries for 12 months (left figure) and a chart comparing the maximum flow at Dinhhan and Cunghau - Cochien (right figure)

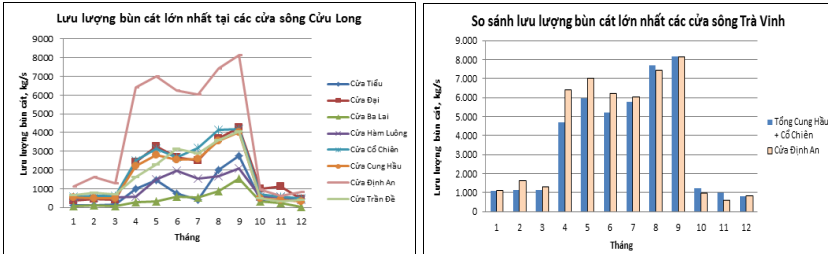


Figure 3.2: Maximum sediment flow in the Mekong estuaries for 12 months (left figure) and a chart comparing the largest sediment flow at Dinhhan and Cunghau - Cochien (right figure)

The diagram shows that the flow and sediment flow through Dinh An estuary is always the largest compared to the remaining estuaries. The coast of Tra Vinh province is located between two large river mouths of the Mekong, Dinh An and Cung Hau - Co Chien. When comparing the flow and sediment flow of sand combined by 2 mouths of Cung Hau - Co Chien and the flow at Dinh An estuary, it shows the similarity in values. Thus, it can be seen that the amount of water and sediment of the Mekong River flowing to the coast of Tra Vinh is always more dominant than the surrounding coastal areas (Tien Giang, Ben Tre and Soc Trang).

3.1.2. The tide factor of the East Sea

Tra Vinh coast is dominated by irregular semi-diurnal regime, the fluctuation range of tide is from 2m ÷ 4m during the day. The up and down rule of the tide is characterized by five main modes of vibration with a period of $\frac{1}{2}$ day, 1 day, $\frac{1}{2}$ month, 6 months and 12 months. The average water level of the low tide is (-) 1.3m. The average water level of the high tide is (+) 1.8m. This is a high tide amplitude. There for the influence of tide on the hydraulic regime in the coastal waters of Tra Vinh is very large. The flow rate at the time of tidal rise and low tide will be analyzed in 3.1.3 section (coastal flow).

3.1.3. Flow factor

a) Synthetic flow

The coastal area of Tra Vinh province is located in the area of tropical monsoon climate, so it is dominated by the monsoon with the main directions being Northeast, Southwest every year.

In the northeast monsoon season (NEMS) (from November to April), the flow rate in coastal locations during the high tide phase is

higher during the ebb tide phase. The flow rate at locations near the river mouth when tides rise and fall are almost equal (about 1m/s). When the sea currents come from the Northeast, combined with the flood tide (especially when there is a stormy wind), there will be powerful destruction of the coast. Therefore, the northeast monsoon flow when the flood tide is considered to play a dominant role in fluctuating the coast of Tra Vinh in this season.

During the southwest monsoon season (SWMS) the flow rate during flood tide (about 1m/s) is much smaller than the flow at low tide (about $> 1\text{m/s}$). At low tide, the flow rate at estuaries is from 3 to 4 times higher than coastal locations. With an abundance of sediment, the small coastal flow rate has created a trend of deposition mainly for coastal waters of Tra Vinh in the southwest monsoon season (only the coastline of Hiep Thanh and Truong Long Hoa communes remains eroded). Therefore, it can be considered that the flow from the river when combined with the ebb - tide is the main flow, which influences the fluctuation of Tra Vinh coast in this season.

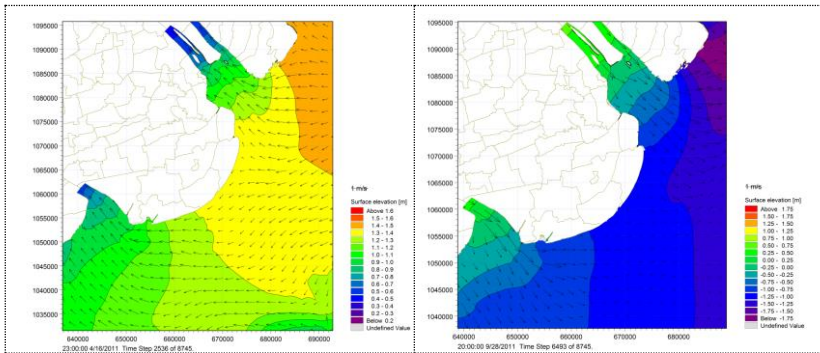


Figure 3.3: Water flow and surface elevation in NEMS during flood tide (left figure) and enter SWMS during ebb tide (right figure)

b) Coastal currents due to waves and wind

During the northeast monsoon season, the tidal current rises from the northeast to southwest along with the coastal current flowing from the northeast to southwest, leading to a synthetic flow that increases during high tide and decreases at low tide.

In the southwest monsoon season, the tidal current from the northeast to southwest is opposite to the coastal current flowing from

the southwest to northeast, leading to a synthesis flow decreasing at high tide and increasing at low tide.

3.1.4. Wave factor

The study noted a significant reversal of wave direction during the northeast and southwest wind seasons. The direction of the ocean wave coincides with the northeast and southwest wind directions. Due to the wave refractive effect, when entering shallow water, the wave direction tends to orthogonal to the contour line. The wave height in the southwest monsoon is about $\frac{1}{2}$ of the wave height during the northeast monsoon season. Due to the wave breaking effect, the wave height decreases from offshore to onshore area.

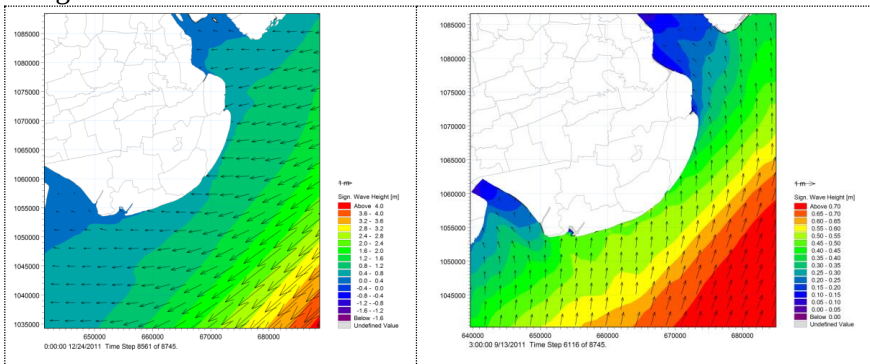


Figure 3.4: Wave of northeast monsoon (left side) and southwest monsoon (right side)

3.1.5. Sediment transport regime and reserves

a) Longshore sediment transport

In order to evaluate the Longshore sediment transport process in the coastal area of Tra Vinh, the study extracted the sediment transport results at 03 coastal sections MC 1, MC 2 and MC 3, the width of each section is 2km from the shore to the sea (Figure 3.5 – left side). At section MC2 (Figure 3.5 – right side), there is a difference in the trend of coastal sediment transport between the northeast and southwest wind season. During the northeast monsoon season, the Longshore sediment transport to the southwest is clearly dominant.

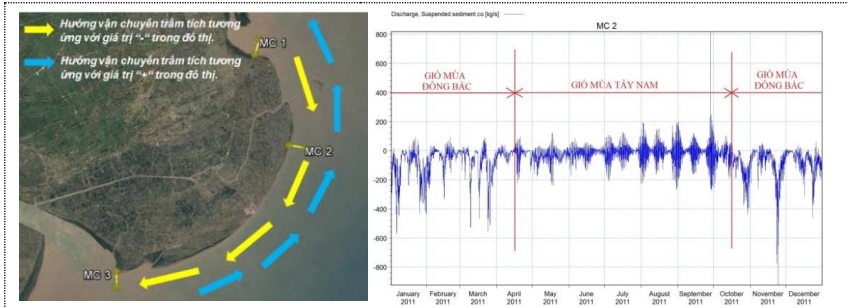
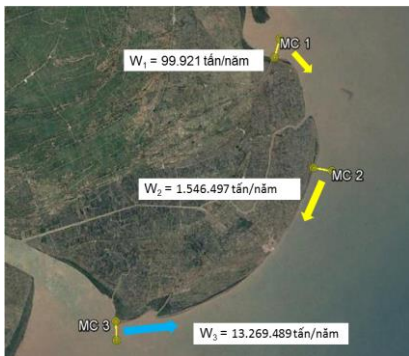


Figure 3.5: Position of sections (left) and suspended sediment flow at section MC 2 (right)

Table 3.1: Results of calculation of Longshore sediment through cross sections (Unit: ton / year)

Sections	Longshore sediment through cross sections (The width of each section is 2km) - <i>Tính cho năm 2011</i>		
	Northeast monsoon	Southwest monsoon	A whole year
MC1	$W1_{DB} = 70.368$	$W1_{TN} = -170.289$	$W1 = -99.921$
MC2	$W2_{DB} = -1.251.666$	$W2_{TN} = -294.831$	$W2 = -1.546.497$
MC3	$W3_{DB} = -875.859$	$W3_{TN} = 14.145.348$	$W3 = 13.269.489$



Values of $W1$ and $W2$ with the "-" sign show that the sediment transport process prevails to the southwest on the coastal section between section MC 1 and MC 2.

Meanwhile, the value of $W3$ with the "+" sign indicates that through the MC3 cross-section, every year the coast of Tra Vinh includes an enormous additional amount of coastal sediment (13,269,489 tons / year).

Figure 3.6: Annual Longshore sediment flux through sections

b) Longshore, cross-shore sediment transport and reserves

Because the coast is a large area, which is subject to the multi - dimensional impact of hydrodynamic factors, the direction of sediment transport is also very complicated, in which the two main

directions are Longshore and coastal perpendicular sediment transport. The thesis divides the coast of Tra Vinh into two areas of analysis: Hiep Thanh area and Truong Long Hoa - Dong Hai area.

Table 3. 2: Analysis of sediment reserves in Hiep Thanh area (Unit: ton / year)

TT	Areas	Reserves come in	Reserves come out	Balance reserves	Conclude
1	Zone 1	99.922	3.838.621	-3.738.699	Strong erosion
2	Zone 2	1.702.938	1.257.421	445.516	Accretion
3	Zone 3	937.048	723.709	213.339	Accretion

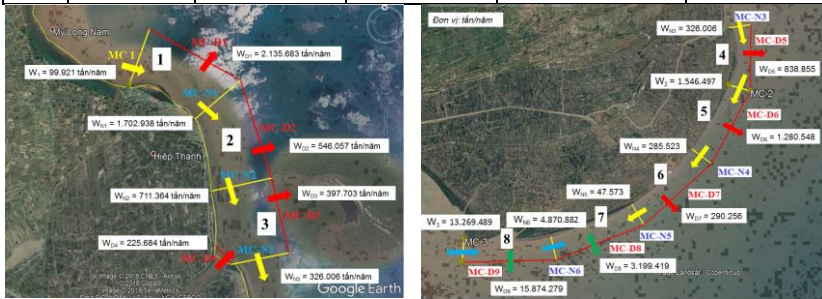


Figure 3. 7: Range of sediment balance cells in Hiep Thanh and Truong Long Hoa - Dong Hai areas

Table 3. 3: Analysis of sediment reserves in Truong Long Hoa - Dong Hai (Unit: ton / year)

TT	Areas	Reserves come in	Reserves come out	Balance reserves	Conclude
1	Zone 4	326.006	2.385.352	-2.059.346	Erosion
2	Zone 5	1.546.497	1.566.071	-19.574	Erosion
3	Zone 6	285.523	337.829	-52.307	Erosion
4	Zone 7	8.117.875	-	8.117.875	Accretion
5	Zone 8	29.143.768	4.870.882	24.272.886	Accretion

3.1.6. Hydrodynamic regime and coastal sediment transport

Summarizing the above research results, it is possible to draw conclusions about hydrodynamic and sediment transport mechanism in Tra Vinh coastal area as follows: During the southwest monsoon

season, the flow of the Mekong provides sediment for the Tra Vinh coastline; then, in the northeast monsoon season, this amount of sediment under the influence of waves of higher height is suspended again. Most of this suspended sediment flows along the coastal currents to the south. The rest is brought back into the estuaries by the tidal stream and causes sedimentation at the river mouths.

3.1.7. Hydrodynamic diagram and sediment transport in the coastal area of Tra Vinh

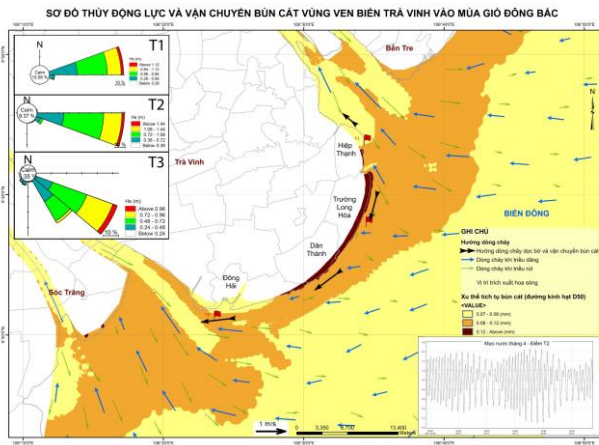


Figure 3.8:
Hydrodynamic
and sediment
transport
diagram in the
coastal area
of Tra Vinh
during the
northeast
monsoon

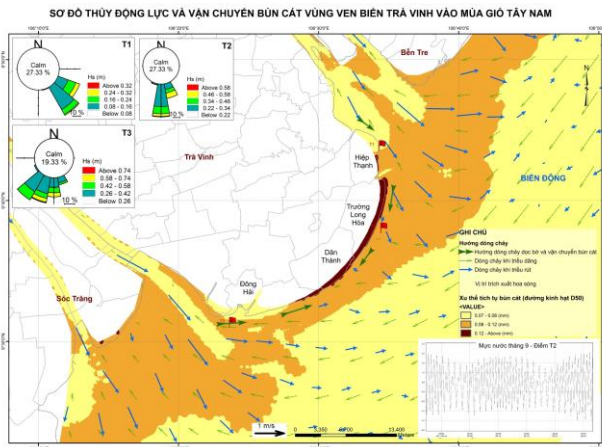


Figure 3.9:
Hydrodynamic
and sediment
transport
diagram in the
coastal area of
Tra Vinh
during the
southwest
monsoon

3.2. STUDY THE MORPHOLOGY OF THE COAST OF TRAVINH

3.2.1. Characteristics of the coast of Tra Vinh

a. *The cross-section of the coast*

Diagram showing the cross-section of the coast of Tra Vinh (Figure 3.10) was built from the information calculated in the previous section such as: The coastal terrain of Tra Vinh under water; Site of terrestrial topographic survey and representative sections; The average water level of the low tide is (-) 1,3m, the average high tide level is (+) 1,8m; The waves of the East Sea with a height > 3m often break in the distance of 6→10 km (contour line - 8m).

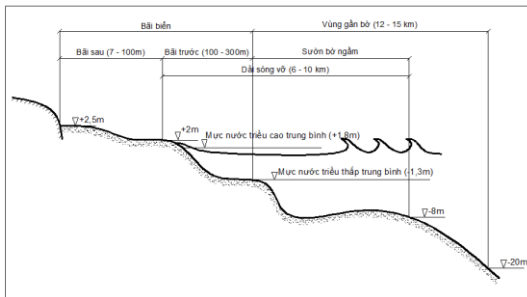


Figure 3. 10: Sketch of the cross section of the coast of Tra Vinh

b. Coast plane

The calculation results of hydrodynamic and sediment transport regimes show that:

- The two estuaries of
Cung Hau - Co Chien

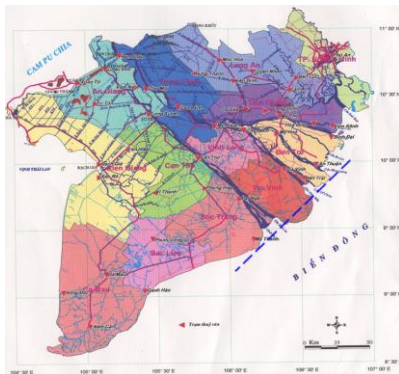


Figure 3. 11: Map of the Mekong Delta

- According to the general

These explain a part of the phenomenon: the coast of Travinh is particularly prone to protrude out of the East Sea than the surrounding coastal areas (see Figure 3.11). However, this issue needs further research.

3.2.2. Results of simulation of deposition/erosion regime in Travinh coastal area for scenarios

Results of simulation of deposition / erosion regime in Tra Vinh coastal area for the scenarios were calculated. For a more thorough analysis of the difference of the sedimentation rates between the scenarios, the thesis extracted the results of the change in the thickness of the depositional layer of three typical points for comparison (Sx-erosion, Sb- deposition, So- Stability).

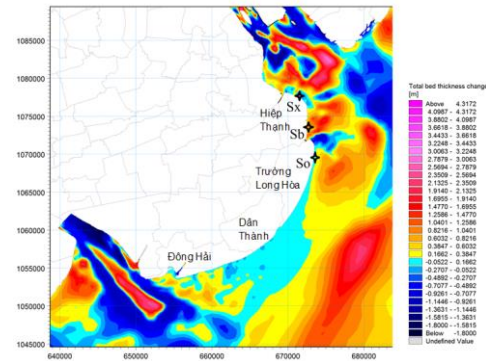


Figure 3. 12: Erosion evolution after 1 year - Current scenario and location of results extraction points

3.2.3. Building a relationship line about the thickness of sediment over time in some typical areas of the coast of Tra Vinh

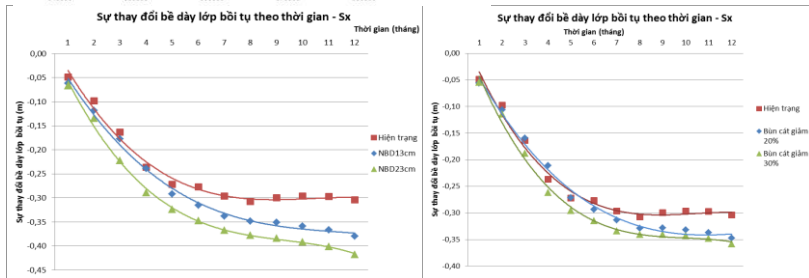


Figure 3. 13: Change of depositional thickness at Sx point

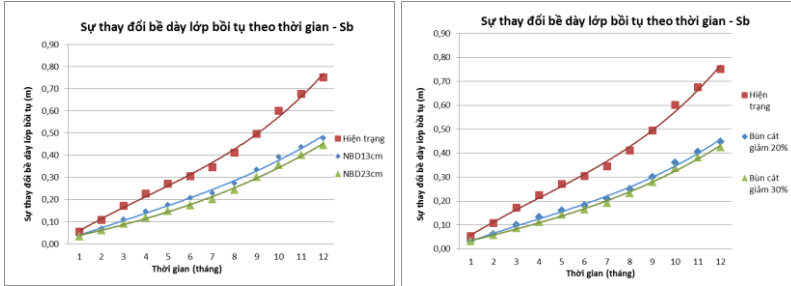


Figure 3.14: Change of depositional thickness at Sb point

The graphs show the trend of increasing erosion (or reducing deposition) in the coastal area of Tra Vinh under the impact of sea level rise due to climate change and the sediment reduction of the Mekong River due to construction of upstream projects.

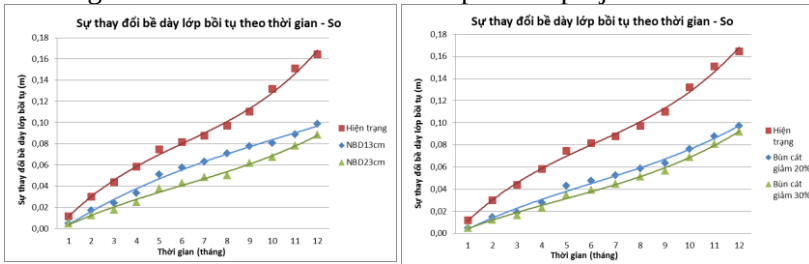


Figure 3.15: Change of depositional thickness at So point

Table 3. 4: Change of depositional layer thickness compared to the current scenario (%)

The average value (%)						
Points	Sea level rise 13 cm	Sea level rise 23 cm	Estimate - Sea level rise 10 cm	Sediment reduction 20%	Sediment reduction 30%	Estimate - Sediment reduction 10%
Sx	-3,7	-6,9	-2,9	-1,6	-3,3	-0,9
Sb	-12,7	-15,3	-8,2	-14,7	-16,4	-6,4
So	-3,1	-4,2	-2,1	-3,7	-4,3	-1,7

3.3. STUDY SCIENTIFIC BASIS FOR PROPOSING PROTECTION SOLUTIONS

3.3.1. Erosion processes

- *Determining the oceanic area related to erosion:* The analysis in the upper part of the thesis on the characteristics of bottom terrain, wave breaking range, distribution of coastal sediments and the process of exchanging sediments shore shows that erosion is the result of the re-suspension due to waves and the sediment transport flow under the impact of wind occurs on a shallow clinoform along the coast (about 6 to 10 km across the shore) instead of the limit in shallow coastal waters (less 1 kilometer).

- *Lacking of sediment supply from the river:* The increase in erosion is much less than the decrease in the supply of sediment from the river and this increase is not large compared to the erosion caused by the hydrodynamic regime (the erosion is about 30cm / year).

- *Sea level rise due to climate change:* Global warming may not be significant in the current situation because its impact is still very low compared to the erosion caused by the existing hydrodynamic regime.

- *Near-shore hydrodynamics:* Waves are the most important factor in shallow marine motivational factors, wave characteristics and flows generated by waves have the greatest effect on the evolution of the coast. Two big wave areas are Hiep Thanh and Truong Long Hoa.

- *Long-shore and cross-shore sediment transport:* The main processes are the combination of sedimentation of the rivers in the summer, re-suspended sediments due to waves (to tidal participation) in the winter and suspended sediment transported to the south under the influence of wind. In areas with large tidal amplitudes, such as the east coast of the Mekong Delta, the influence of tidal currents is very significant. Although the amount of water flowing towards the shore at high tide is equivalent to the outflow of water at low tide, but tidal currents tend to promote sediment transport to the seaside and accretion while waves tend to cause erosion.

- *Impact of hard construction (coastal squeeze) is built around the water's edge:* First of all, coastal squeeze structures are impossible to limit the sediment transport of cross-shore, Longshore or sedimentations, and further they aggravate coastal erosion.



Figure 3. 16:
Diagram of orientation of coastal protection structures

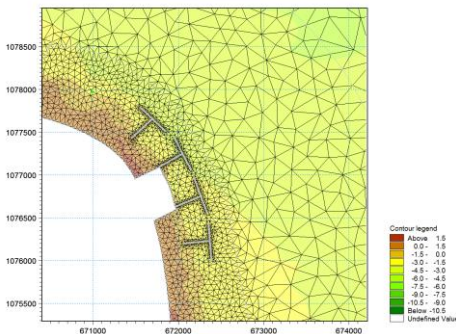
3.3.2. Propose coastal protection solutions

The Travinh's coast has a few areas

of serious landslides that require protection solutions in Hiep Thanh, Truong Long Hoa and Dan Thanh communes as shown in Figure 3.16.

3.4. SOLUTION TO PROTECT THE COAST OF TRAVINH IN HIEPTHANH AREA

3.4.1. Introduction of coastal area of Hiepthanh commune



The coastal section of Hiepthanh commune has coordinates from A (669448-E, 1078472-N) to F (672203-E, 1072363-N).

3.4.2. Selected construction plan

Figure 3.17: Diagram of coastal protection works in Hiep Thanh commune

Table 3.5: Construction scenarios

Scenario's name	Describe the scenario	Distance from dike to shore X (m)	Length of dike L (m)	Distance between 2 dikes G (m)	Elevation of the dike crest (m)
HT	current	(Calculated in section 3.1)			
KB1	4 T-dykes	300	400	130	+2.0
KB2		300	400	80	+2.0
KB3		300	400	50	+2.0

3.4.3. Analyzing the effectiveness of the treatment system

a) Effectively reducing flow velocity in coastal areas

Flow roses extracted at position P for 4 calculated scenarios as shown in Figure 3.17. The T- dyke has reduced the velocity at point P significantly in terms of both the intensity and the time to maintain the high velocity. The distance between the dykes is smaller so the effective reduction of flow velocity is better.

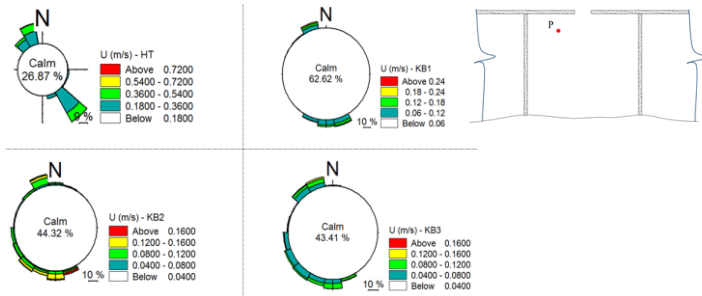


Figure 3.17: Flow roses at Point P corresponds to scenarios HT, KB1, KB2, KB3 in the Northeast monsoon (1/1/2011÷ 27/1/2011)

b) Effectively reducing wave height

The wave height diagram in section 3, 4 during the northeast monsoon period between the options is shown in Figure 3.18. Wave height at both sections after construction is significantly reduced compared to the time when the construction has not constructed. The smaller the distance between the dykes (G), the higher the wave height reduction effect.

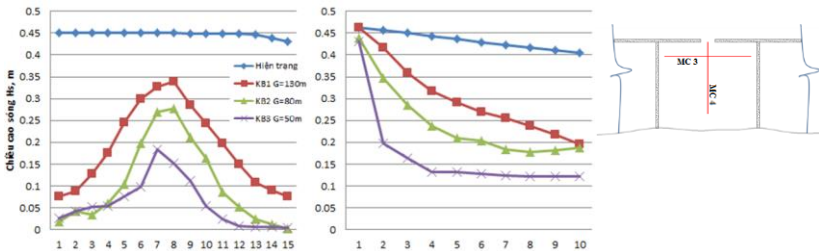


Figure 3.18: Wave height at section 3 (left) and section 4 (right) at 19:00 on January 18, 2011 (Northeast season)

c) Effective reduction of Longshore sediment transport

Calculation results show that T-dykes significantly reduce Longshore sediment transport.

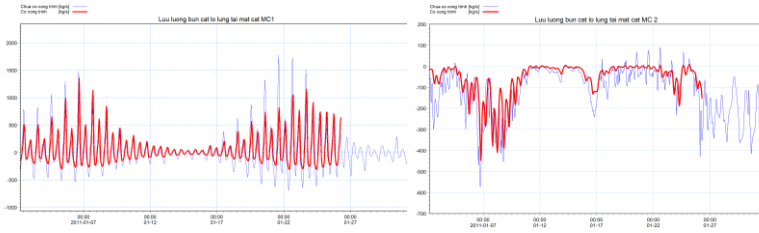


Figure 3.19: Comparison of suspended sediment flow at cross-section MC1 and MC2 between 2 alternatives: with construction and no construction

d) Morphological developments

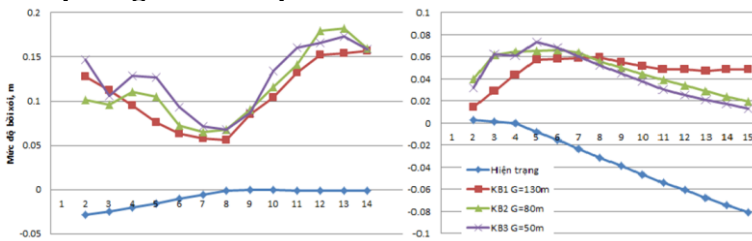


Figure 3.20: Deposition level at MC3 (left) and MC4 (right) after 1 month

THE CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The conclusions:

1. The thesis has studied the factors affecting hydrodynamics and sediment transport in coastal areas of Tra Vinh. The calculation results indicate that:

- Waves: (i) The northern half-shore area is more severely affected than the southern half by the impact of large waves during the northeast monsoon season; (ii) The underground wall reduces the wave at the distance from the shore from about 6 (mid-shore) - 10km (north and south banks); (iii) Wave height at locations near the river mouth is always lower than the mid-shore points due to the bottom topography and the impact of the flow of the river.

- Flow: 3 factors that strongly influence the flow regime in the coastal area of Tra Vinh are: The flow of the Mekong River in the rainy and dry seasons, the semi-diurnal tide regime with a tidal range of 2-4m / day, the northeast and southwest monsoon climate regime. There are some basic characteristics:

- + The impact of the flow regime and the sediment content of the Mekong in the rainy and dry seasons for the coast of Tra Vinh can be considered the largest compared to the surrounding coastal areas;

- + The flow velocity is the greatest when the tidal direction coincides with the monsoon direction, more specifically, the flow occurs in the northeast monsoon season when the tide rises and occurs in the southwest monsoon season during the ebb tide phase;

- + The positions near the river mouth always have a higher flow velocity than the mid-shore points;

- + The flow in the high tide phase (especially in the northeast monsoon season) has a significant influence on coastal erosion;

- + The direction of flow during the flood tide in both the northeast and southwest monsoon comes from the northeast, which contributes to the increase of the erosion of the northern half of the coast in both seasons.

- Mechanism of sediment transport: The tendency of Longshore sediment transport to the southwest dominates during the northeast monsoon season. The process of cross-shore sediment transport plays an important role in shoreline development. The amount of sediment from the Mekong River through Dinh An estuary, accreting to the coast of Tra Vinh is very large every year.

- The thesis has built hydrodynamic and sediment transport diagrams in the coastal area of Tra Vinh in the northeast and southwest monsoons.

2. Based on the calculated results of hydrodynamic and topographic terrain in the coastal area, the thesis has developed a sketch of the cross-section of the coast of Tra Vinh. The thesis also identified and gave some initial explanations about the shape of the coast of Tra Vinh, which tends to protrude out to the East Sea than the surrounding coastal areas. However, this issue needs further research.

3. The thesis has calculated the erosion with the current scenario, it shows that the dominant areas of erosion are Hiep Thanh, Truong Long Hoa, Dan Thanh, and the area of deposition is Dong Hai. The results on the change in the thickness of the deposited layer at 3 typical points of the coast of Tra Vinh (Sx-high erosion, Sb - high deposition, So - stable) with different scenarios (current situation, sea level rise 13cm and 23cm, decline sediment in Mekong river 20% and 30% - compared to 2011) were extracted from the model. The thesis

has built the relationship between sedimentary thickness over time. The effects of sea level rise due to climate change and the decline in the sediment load of the Mekong River due to the construction of upstream structures tend to increase the level of erosion (or reduce deposition) in the coastal areas.

4. The thesis provides the approach for selecting the type of works to regulate and stabilize the coastline of Tra Vinh province: (i) Hiep Thanh area using the T-dyke project to reduce wave height from far and limited Longshore sediment transport; (ii) Truong Long Hoa area uses the form of offshore wave dam construction; (iii) Dan Thanh and Dong Hai areas use the form of hollow fence with bamboo or Melaleuca poles.

5. The research results have been applied to arrange the coastal protection of Tra Vinh to Hiep Thanh commune area and determine that the distance between the dykes should be 50m.

The recommendations:

The results in this thesis only consider the actual conditions in the period of 2011 and 2014. Therefore, the above analytical results are only representative of these time periods.

The following research directions are needed:

- The study results of the protrusion of the Tra Vinh coast in the dissertation are just initial explanations, it is necessary to study the process of shoreline formation through many periods using remote sensing images in the future.

- Studying the influence of the canal Tat and the works around the canal Tat mouth after being put into use (2016) to the hydrodynamic and sediment transport regime in the coastal area of Tra Vinh.

- Research on the synthetic impact of construction works on the upper Mekong River and sea level rise on coastal developments in Tra Vinh area.

LIST OF PUBLICATIONS

1. Hoang Van Huan, Nguyen Thi Phuong Thao. *Some basic problems in designing the base structure of wind power stations are located in the coastal areas*. Journal of the Science and Technology of Southern Institute for Water Resources Research, 2012. ISSN: 1859-4255.
2. Hoang Van Huan, Phan Manh Hung, Nguyen Thi Phuong Thao. *Some initial rudiment results on hydrodynamic – wave – deposition/erosion processes in the coastal southern Vietnam*. The 14th Asian Congress of Fluid Mechanics (14 ACFM), Ha Noi, 2013. ISBN: 978-604-913-145-5
3. Hoang Van Huan, Nguyen The Bien, Nguyen Thi Phuong Thao. *Shore fluctuations in coastal areas of Tra Vinh province - the basic causes*. Proceedings of the Scientific Conference on Hydraulic Mechanics, 2013. ISSN: 1859-4182.
4. Hoang Van Huan, Pham Van Tung, Nguyen Thi Phuong Thao. *Causes of flooding in Nha Trang city*. Proceedings of the Scientific Conference on Hydraulic Mechanics, 2013. ISSN: 1859-4182.
5. Nguyen Thi Phuong Thao, Hoang Van Huan. *Application of mathematical models to study hydrodynamics and sediment transport in coastal areas*. Proceedings of the Scientific Conference on Hydraulic Mechanics, 2015. ISSN: 1859-4182.
6. Hoang Van Huan, Nguyen Thi Phuong Thao. *Identify the causes of fluctuations in the hydrodynamic regime in the coastal area of Tra Vinh*. Proceedings of the Scientific Conference on Hydraulic Mechanics, 2016. ISSN: 1859-4182.
7. Nguyen Thi Phuong Thao. *Assessment of economic benefits from floods in the Mekong Delta*. Proceedings the third scientific conference “Effective management of natural resources and environment for green growth”, 2016. ISBN: 978-604-73-4719-3.
8. Nguyen Thi Phuong Thao, Hoang Van Huan. *Influence of coastal hydrodynamic regime to morphological characteristics of coastline of Tra Vinh province*. Proceedings of the Scientific Conference on Hydraulic Mechanics, 2017. ISSN: 1859-4182.
9. Nguyen Thi Phuong Thao, Hoang Van Huan. *The relationship between the total bed thickness changes of Travinh's coast with the sediment concentrations of the Mekong River and the sea level rise*. Journal of the Science and Technology of Southern Institute for Water Resources Research, 2018. ISSN 1859-4255.
10. Nguyen Thi Phuong Thao, Ho Trong Tien. *Simulation of sea level rise impact of climate changes on hydrodynamic regime and morphological change in the coastal region of Travinh province*. Vietnam environment administration magazine (VEM), 2018. ISSN 1859-042X.