

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HỒ CHÍ MINH  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA**

**NGUYỄN HỮU SƠN**

**NGHIÊN CỨU SỰ BIẾN ĐỔI MÔI TRƯỜNG ĐỊA CHẤT KHU VỰC  
KÊNH QUAN CHÁNH BÓ VÀ KÊNH TẮT TRONG QUÁ TRÌNH  
VẬN HÀNH TUYẾN LUỒNG TÀU BIỂN TẢI TRỌNG LỚN  
VÀO SÔNG HẬU**

Chuyên ngành: Kỹ thuật địa chất

Mã số chuyên ngành: 9520501

**TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT**

**TP.HỒ CHÍ MINH, NĂM 2022**

Công trình này được hoàn thành tại **Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG – HCM**

Người hướng dẫn khoa học: PGS. TS. Đậu Văn Ngo

Phản biện độc lập 1:.....

Phản biện độc lập 2:.....

Phản biện 1: .....

Phản biện 2: .....

Phản biện 3: .....

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án họp tại

.....  
.....

Vào lúc      giờ      ngày      tháng      năm 2022

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện:

- Thư viện Khoa học Tổng hợp TP.HCM
- Thư viện Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG – HCM

## MỞ ĐẦU

### 1. Tóm tắt về công trình nghiên cứu

Luồng tàu biển cho ngành vận tải phục vụ phát triển kinh tế - xã hội vùng đồng bằng Sông Cửu Long (ĐBSCL) là nhiệm vụ cấp thiết, đặc biệt là luồng cho tàu biển trọng tải lớn vào sông Hậu có vai trò rất quan trọng. Đây là con đường vận tải thủy huyết mạch của hệ thống cảng biển tại khu vực ĐBSCL và một số vùng kinh tế trọng điểm phía nam để xuất khẩu hàng hóa. Luồng qua cửa Định An thường xuyên bị bồi lấp rất khó cải tạo, vì vậy cần mở luồng vào sông Hậu qua kênh Quan Chánh Bó cho phép tàu 10.000DWT đầy tải và tàu 20.000DWT giảm tải ra vào các cảng trên sông Hậu.

Luận án tập trung nghiên cứu ảnh hưởng các yếu tố tự nhiên và nhân tạo trong quá trình vận hành tuyến luồng tàu tải trọng lớn vào sông Hậu, các nhóm yếu tố tự nhiên và nhân tạo ảnh hưởng đến diễn biến xói lở và bồi lắng là những tai biến có thể phòng ngừa, chống giảm thiểu thiệt hại ở mức độ khác nhau. Cấu trúc địa chất đường bờ có hàm lượng cát, bột và sét được đánh giá theo thang tỷ lệ “ROM” với năm cấp độ xói lở “nguy kịch”, “rất cao”, “cao”, “trung bình” và “thấp” ở độ sâu 1,5m, 3,5m, 5,5m và 7,5m và ứng suất cắt tới hạn của vật liệu đường bờ được tính toán dựa trên hàm lượng sét và bột. Chế độ dòng chảy trước và sau khi vận hành tuyến luồng được ứng dụng mô hình Mike 21/3 tích hợp để đánh giá mức độ thay đổi về thủy động lực học, vận chuyển bùn cát và quá trình bồi xói. Sóng do tàu thuyền là yếu tố quan trọng trong quá trình vận hành được đo đạc tính toán ứng suất ảnh hưởng đến ổn định đường bờ. Qua đó, đề xuất các giải pháp phát triển bền vững, kế hoạch duy tu nạo vét tuyến luồng trong quá trình vận hành.

Trong nghiên cứu này, nghiên cứu sinh đã kết hợp các kết quả nghiên cứu trong và ngoài nước về đánh giá mức độ xói lở cấu trúc địa chất, chế độ dòng chảy, vận chuyển trầm tích, sóng do tàu thuyền và ảnh hưởng của các công trình bảo vệ bờ (đê chắn sóng, công trình chỉnh trị,...) nhằm tìm ra nguyên nhân xói lở và bồi lắng tuyến luồng. Trong những giải pháp đáp ứng yêu cầu trên, nghiên cứu sinh đề xuất sáu giải pháp bảo vệ bờ áp dụng cụ thể cho từng đoạn tuyến luồng dựa trên mức độ ảnh hưởng của các yếu tố cấu trúc địa chất, thủy lực dòng chảy và tác động sóng

do tàu thuyền. Trong đó, có hai giải pháp phi công trình bằng cách trồng cây giảm sóng và bốn giải pháp công trình với các mức độ kiên cố khác nhau.

Mô hình vận chuyển bùn cát và bồi xói được tính toán cho trường hợp nạo vét luồng hàng năm với ba kịch bản thấp, trung bình đến cao thông qua 11 mặt cắt cho đoạn tuyến luồng dài 20,77km và đề xuất kế hoạch nạo vét định kỳ hàng năm, hai năm và đại tu tuyến luồng sau năm năm qua các mặt cắt nạo vét khác nhau nhằm đảm bảo hoạt động thông suốt và phát triển bền vững tuyến luồng.

## **2. Lý do lựa chọn luận án**

Sau khi công trình đưa vào khai thác vận hành được 5 năm, chế độ dòng chảy thay đổi, cấu trúc địa chất bờ bị xáo trộn và sóng do tàu thuyền tác động biến đổi môi trường địa chất khu vực tuyến luồng dẫn tới mức độ xói lở, bồi lắng của tuyến luồng gia tăng mạnh mẽ, cản trở hoạt động giao thông thủy. Những hoạt động đó gây hậu quả làm chế độ dòng chảy gia tăng, xói lở, bồi lắng lòng luồng nghiêm trọng, ảnh hưởng khai thác hiệu quả, chi phí nạo vét, duy tu của tuyến luồng và cần phải có dự báo trong tương lai. Vì vậy, nghiên cứu đánh giá sự biến đổi môi trường địa chất tác động đến hệ thống luồng tàu vào sông Hậu trong quá trình vận hành là cơ sở khoa học để đề ra biện pháp khai thác hợp lý và bảo vệ môi trường này có ý nghĩa khoa học và thực tế rất lớn, có tính cấp bách cao. Đây là lý do lựa chọn đề tài luận án nghiên cứu.

## **3. Câu hỏi nghiên cứu**

**Câu hỏi 1:** Các yếu tố tự nhiên – nhân tạo nào có liên quan đến gia tăng mức độ xói lở - bồi lắng trong quá trình vận hành tuyến luồng tàu biển vào sông Hậu được đào mới hoàn toàn và nạo vét mở rộng từ đoạn kênh Quan Chánh Bó vào đoạn kênh Tắt?. **Câu hỏi 2:** Làm thế nào để giảm thiểu tác động tiêu cực và dự báo duy tu nạo vét tuyến luồng nhằm đảm bảo vận hành ổn định tuyến luồng tàu biển tải trọng lớn vào sông Hậu hiệu quả trong tương lai?.

## **4. Mục đích của luận án**

Làm sáng tỏ tác động của các yếu tố tự nhiên và nhân tạo ảnh hưởng đến ổn định tuyến luồng trong quá trình vận hành công trình tuyến luồng kênh Quan Chánh Bó đến hết kênh Tắt với chiều dài 20,77km. Dự báo xói lở và bồi lắng dọc theo bờ và tính toán khối lượng bồi lắng hàng năm làm ảnh hưởng đến hiệu quả vận hành tuyến

luồng. Kiến nghị các giải pháp bảo vệ ổn định lâu dài cho tàu tải trọng lớn 10.000DWT đầy tải và tàu 20.000DWT giảm tải ra vào các cảng trên sông Hậu và duy tu nạo vét hợp lý đảm bảo phát triển bền vững tuyến luồng trong quá trình vận hành.

## **5. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu**

**5.1. Đối tượng nghiên cứu:** Tuyến luồng đoạn kênh Quan Chánh Bó đến hết đoạn kênh Tắt (kênh tự nhiên và nhân tạo) đã vận hành làm tác động đến môi trường địa chất. Trong đó, cấu trúc địa chất bờ, chế độ dòng chảy và sóng do tàu thuyền làm gia tăng xói lở - bồi lắng là đối tượng tập trung nghiên cứu. Tính toán khối lượng bồi lắng hàng năm và kiến nghị giải pháp bảo vệ bờ, duy tu nạo vét hợp lý đảm bảo phát triển bền vững tuyến luồng.

**5.2. Phạm vi nghiên cứu:** Phạm vi nghiên cứu được giới hạn bởi môi trường địa chất khu vực tuyến luồng kênh Quan Chánh Bó và kênh Tắt, bề rộng tuyến luồng 200m, chiều sâu đáy luồng 7,5m đã vận hành được 5 năm từ năm 2016, trên quan điểm xem đây là địa hệ tự nhiên – kỹ thuật và được phân tích đánh giá bằng lý thuyết hệ thống.

## **6. Phương pháp nghiên cứu**

**6.1. Phương pháp luận nghiên cứu:** Khi tuyến hệ thống luồng đi vào khai thác thì trạng thái “cân bằng động” của hiện trạng trước khi chưa thông luồng bị phá vỡ. Các yếu tố tác động như sóng, dòng chảy, vận chuyển bùn cát, bồi xói và cân bằng vật chất tại vùng nghiên cứu và lân cận nói riêng thay đổi liên tục vì chúng phụ thuộc vào nhiều cơ chế biến động mạnh theo thời gian và không gian. Do đó, để đáp ứng theo yêu cầu của bài toán đặt ra, cần thiết phải có một mô hình đủ mạnh để có thể thực hiện mô phỏng đầy đủ các quá trình một cách tổng quan và chính xác. Đó là cơ sở để đề xuất các biện pháp công trình và điều tiết các tác động nhân tạo để ngăn ngừa hoặc hạn chế sự phát triển các quá trình địa chất bất lợi bảo vệ công trình khỏi bị các tác hại và tai họa do chúng gây ra. Các lập luận này là cơ sở để áp dụng các phương pháp nghiên cứu trình bày trong luận án nhằm đáp ứng với mục tiêu đặt ra của luận án.

**6.2. Các phương pháp nghiên cứu:** Để giải quyết mục đích, câu hỏi nghiên cứu của luận án đặt ra, các phương pháp nghiên cứu chính được sử dụng gồm: phân tích

lịch sử tự nhiên nhằm làm sáng tỏ sự hình thành và đặc điểm cấu trúc địa chất, thành phần và tính chất của môi trường địa chất; phân tích hệ thống nhằm dự báo tương tác trong địa hệ tự nhiên – kỹ thuật và địa chất công trình; Phương pháp mô hình toán: sử dụng mô hình thủy động lực MIKE 21/3 tích hợp đánh giá tác động và dự báo quá trình dòng chảy, vận chuyển bùn cát, bồi xói và cân bằng vật chất tại vùng nghiên cứu, và phân tích ổn định tổng thể bằng phương pháp cân bằng giới hạn (GLE) các giải pháp ổn định tuyến luồng; khảo sát thực địa, lấy mẫu, đo thực theo dõi diễn biến các quá trình địa chất công trình tại các vùng môi trường địa chất không ổn định và hiệu chỉnh, kiểm định thông tin sử dụng trong các mô hình toán.

**6.3. Cơ sở tài liệu nghiên cứu:** Cấu trúc địa chất 88 hố khoan dọc theo tuyến luồng cả bờ phải – trái và thiết kế cơ sở, đánh giá tác động môi trường của Cục hàng hải Việt Nam; Khảo sát thực địa, lấy mẫu 5 đợt khảo sát từ năm 2019 đến 2021 với tất cả những điểm xói lở dọc bờ, đo đạc các thông số, khoan khảo sát bổ sung 20 hố khoan dọc bờ, lấy 04 mẫu nước phân tích trầm tích, đo đạc 02 vị trí sóng tác động do tàu thuyền, đo sâu kiểm tra mức độ bồi lắng; Sử dụng MIKE 21/3 tích hợp tính toán dòng chảy, vận chuyển bùn cát, bồi/ xói và cân bằng vật chất với cơ sở dữ liệu gồm: Địa hình trên bờ và dưới nước lấy từ kết quả thực đo của Viện Kỹ thuật biển; tại các cửa sông là số liệu điều tra năm 2010 của Hải Quân; vùng ven biển Trà Vinh của PORTCOAST. Dữ liệu mực nước tại các biên lòng được trích từ mô hình triều toàn cầu được cung cấp bởi DHI. Số liệu trường sóng được trích từ dữ liệu sóng toàn cầu Wave Watch III được cung cấp bởi Trung tâm dự báo môi trường thuộc Cơ quan quản lý đại dương và khí quyển Mỹ. Kết quả tính toán từ mô hình MIKE 21SW sẽ được kiểm định lại với kết quả tính toán bởi mô hình Wave Watch III và các số liệu thực đo tại trạm Phú Quốc. Dữ liệu bùn cát được dùng cho mô hình được lấy từ kết quả phân tích thành phần vật liệu ven bờ có  $D_{50} = 0,20$  mm cho toàn bộ vùng nghiên cứu.

## **7. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án**

**7.1. Ý nghĩa khoa học:** Các kết quả và kinh nghiệm nghiên cứu sự biến đổi môi trường địa chất của hệ thống tuyến luồng tàu khi xem xét các tương tác các yếu tố tự nhiên và nhân tạo là những đóng góp tích cực về lĩnh vực này. Các kết quả nghiên cứu quá trình xói lở - bồi lắng và mất ổn định bờ tuyến luồng về vận chuyển trầm

tích, chế độ dòng chảy, chế độ bùn cát, chế độ sóng tác động lên công trình là cơ sở khoa học quan trọng để quản lý qui hoạch, phòng chống mất ổn định công trình và khai thông dòng chảy. Tối ưu các địa hệ tự nhiên - kỹ thuật từ các thông số khảo sát, thiết kế ổn định, dự báo thành lập khi thiết kế, chỉnh sửa giải pháp thiết kế từ các thông tin địa chất công trình, quan trắc trạng thái công trình trong quá trình thi công, hiệu quả trong vận hành an toàn đảm bảo không vượt quá giới hạn quy định trong thiết kế.

**7.2. Ý nghĩa thực tiễn:** Kết quả nghiên cứu của luận án là cơ sở giúp các nhà quản lý đề ra chiến lược và biện pháp ứng phó với xói lở - bồi lắng, nguyên nhân chính ảnh hưởng đến mất ổn định đường bờ, sóng của giao thông thủy gây ra để quản lý tốc độ cho phép của tàu thuyền và áp dụng các giải pháp thích hợp bảo vệ từng đoạn bờ nhằm phát triển bền vững tuyến luồng trong quá trình vận hành. Kết quả nghiên cứu có giá trị tham khảo khi xây dựng hệ thống tuyến luồng tàu có môi trường địa chất tương tự có ảnh hưởng do xói lở - bồi lắng trong quá trình vận hành ở các địa phương khác.

## **CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU VỀ BIẾN ĐỔI MÔI TRƯỜNG ĐỊA CHẤT**

### **1.1. Tổng quan về nghiên cứu môi trường địa chất**

**1.1.1. Tình hình nghiên cứu môi trường địa chất:** Môi trường địa chất (MTĐC) là nền tảng và hợp phần quan trọng nhất của môi trường tự nhiên – kỹ thuật, gồm thạch quyển, thổ quyển, thủy quyển, khí quyển dưới mặt đất và sinh quyển là đối tượng nghiên cứu, điều tra và đánh giá của khoa học Địa chất môi trường là nghiên cứu, xây dựng các giải pháp nhằm phát huy tốt, sử dụng hợp lý các chức năng của MTĐC, đồng thời đề xuất các giải pháp bảo vệ MTĐC để phát triển bền vững. Nó bao gồm các nghiên cứu về địa chất thủy văn, địa chất công trình, địa hình, địa chất, địa chất kinh tế và các vấn đề liên quan đến các quá trình, các nguồn tài nguyên trái đất và các đặc tính kỹ thuật của các vật chất trong Trái Đất.

**1.1.2. Nhu cầu nghiên cứu về biến đổi môi trường địa chất:** Con người trong quá trình thiết kế công trình đã đặt ra vấn đề là phải dự báo được về sự biến đổi của hệ thống này trong thời gian vận hành nó. Dự báo sự thay đổi của hệ thống theo thời gian. Vì thế nên ngay từ khi thiết kế chúng ta cần phải tối ưu hóa tính chất cấu trúc

ngay từ khi bắt đầu công tác xây dựng, cấu trúc được phát triển và hệ được hình thành sau khi xây dựng công trình một thời gian nào đó. Đây là vấn đề và nhu cầu cần nghiên cứu về môi trường địa chất đang gặp rất nhiều khó khăn và cần phải hướng tới giải quyết.

## **1.2. Tổng quan về nghiên cứu liên quan đến luận án**

**1.2.1. Tình hình nghiên cứu nước ngoài:** Trên thế giới, nhiều nhà nghiên cứu xác định các nguyên nhân, yếu tố gây ra xói lở - bồi lắng các con sông bằng những phương pháp quan sát, quan trắc, mô phỏng bằng mô hình về trầm tích, thành phần vật liệu cấu tạo đường bờ. Sự tách rời đất và sự cuốn theo các hạt lơ lửng ở phần bờ sông khởi nguồn từ hai quá trình chính là sự xói mòn thủy lực và sự xói găn mặt đất. Nghiên cứu về đất kết dính và các công thức tính khác nhau trong ứng suất cắt tới hạn liên quan đến các thuộc tính vật lý, hoá học, cơ học, các yếu tố sinh học và môi trường được quan tâm đặc biệt đến.

Như vậy, các nghiên cứu trên thế giới tập trung phân tích mất ổn định bờ được nghiên cứu qua nhiều hướng khác nhau, các yếu tố và nguyên nhân gây ra xói lở, bồi lắng do hình thái, địa hình sông, lưu lượng dòng chảy, sóng do gió, sóng do giao thông thủy, ứng suất cắt tới hạn của vật liệu bờ, tốc độ diễn biến xói lở bờ sông. Tuy nhiên, các yếu tố này không có tính quy luật mà phụ thuộc vào môi trường địa chất của từng khu vực nghiên cứu thì các nguyên nhân tác động đến sẽ khác nhau cần phải tổng hợp đánh giá được quá trình xói lở - bồi lắng và đề xuất các giải pháp giảm thiểu tác động tiêu cực đến quá trình vận hành.

**1.2.2. Tình hình nghiên cứu trong nước:** Có nhiều nguyên nhân ảnh hưởng đến quá trình xói lở và bồi lắng tại các khu vực cửa sông, bao gồm các quá trình tự nhiên (sóng, thủy triều và dòng chảy...) và quá trình nhân tạo. Nhằm làm rõ ảnh hưởng do sóng của tàu thuyền lên quá trình xói lở bờ sông đã được nhóm tác giả chỉ ra được các nguyên nhân chính dẫn đến xói lở đường bờ dựa trên các kết quả quan sát thực tế dữ liệu hoạt động của tàu thuyền, kết hợp với việc lấy mẫu phân tích và tính toán khả năng xói lở của vật liệu đường bờ. Cơ chế bồi lắng luồng tàu do sóng biển đã ứng dụng mô hình số Mike 21, kết quả cho thấy có thể áp dụng để tính cho bất cứ khu vực luồng tàu nào chịu ảnh hưởng của sóng biển có chiều cao lớn, những vùng không được che chắn. Cho đến nay, chưa có nghiên cứu nào tổng



hợp các yếu tố tự nhiên và nhân tạo về mức độ xói lở của cấu trúc địa chất theo độ sâu, chế độ dòng chảy thay đổi và ảnh hưởng của sóng do tàu thuyền. Đặc biệt, các tuyến luồng mới được hình thành thì vấn đề xói lở - bồi lắng quyết định tính hiệu quả trong quá trình vận hành tuyến luồng cần phải đề xuất các giải pháp ngăn ngừa và giảm thiểu tác động tiêu cực. Đề tài luận án tập trung vào các quá trình địa chất môi trường ảnh hưởng đến đoạn kênh Quan Chánh Bó và đến hết đoạn kênh Tắt (tự nhiên và nhân tạo) trong quá trình vận hành nhằm đánh giá tác động của môi trường địa chất đến xói lở - bồi lắng.

### **1.3. Những vấn đề tồn tại trong nghiên cứu biến đổi môi trường địa chất**

Hoạt động của tàu thuyền tác động xấu tới chế độ thủy dòng chảy, cấu trúc địa chất bờ. Luận án tập trung nghiên cứu đặc điểm MTĐC tuyến luồng đoạn kênh Quan Chánh Bó đến hết đoạn kênh Tắt, phân chia các cấp độ xói lở theo các độ sâu khác nhau; Các kịch bản hiện trạng trước và sau khi có tuyến luồng, dự báo tốc độ bồi xói mùa lũ và mùa kiệt; Bản chất các hiện tượng vật lý về vận chuyển trầm tích, chế độ dòng chảy, chế độ bùn cát, chế độ sóng; Dự báo khối lượng bồi lắng hàng năm để có kế hoạch duy tu nạo vét sau 5 năm vận hành. Lần đầu tiên hệ thống tuyến luồng tàu tự nhiên – nhân tạo được nghiên cứu đánh giá một cách rõ ràng và xác định được các đặc điểm xói lở - bồi lắng và khối lượng nạo vét hàng năm là cơ sở cho cơ quan quản lý luồng tàu đạt hiệu quả về kinh tế và ổn định lâu dài.

### **1.4. Đặt vấn đề nghiên cứu của luận án**

Từ các nghiên cứu tổng quan, trong khuôn khổ luận án, tập trung chủ yếu các vấn đề sau: Điều kiện tự nhiên khu vực trước và sau khi hình thành tuyến luồng. Mối quan hệ giữa các yếu tố làm thay đổi chế độ dòng chảy, vận chuyển bùn cát theo các kịch bản khác nhau. Nghiên cứu, đánh giá mức độ xói lở cấu trúc địa chất dọc theo tuyến, sóng do tàu thuyền ảnh hưởng đến đường bờ tuyến luồng. Dự báo quá trình vận chuyển bùn cát - bồi xói, dự báo khối lượng nạo vét hàng năm. Đề xuất giải pháp giảm thiểu tác động tiêu cực và biện pháp quản lý vận hành ổn định tuyến luồng bằng những giải pháp phi công trình và công trình kiên cố cũng như đề xuất kế hoạch nạo vét, duy tu tuyến luồng đảm bảo vận hành ổn định.

Tuyến luồng tàu từ đoạn kênh Quan Chánh Bó đến hết đoạn kênh Tắt dài 20,77km, bề rộng tuyến luồng 200m, chiều sâu 7,5m đã vận hành được 05 năm từ năm 2016.

Luận án chủ yếu quan tâm đến nguyên nhân xói lở - bồi lắng, khối lượng nạo vét hàng năm và các giải pháp phát triển bền vững tuyến luồng.

## **CHƯƠNG 2. ĐẶC ĐIỂM MÔI TRƯỜNG ĐỊA CHẤT KHU VỰC NGHIÊN CỨU**

### **2.1. Vị trí vùng nghiên cứu và quy mô tuyến luồng tàu biển tải trọng lớn**

**2.1.1. Vị trí vùng nghiên cứu:** Dự án Luồng cho tàu biển trọng tải lớn vào sông Hậu có trọng tải 10.000 DWT (đầy tải) đến 20.000DWT (giảm tải) ra vào, đảm bảo thông qua lượng hàng hóa của khu vực ĐBSCL.



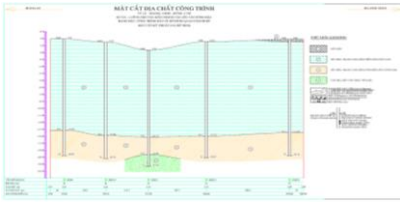
Hình 2.1. Vị trí vùng nghiên cứu

**2.1.2. Quy mô tuyến luồng:** Đoạn thuộc sông Hậu dài 6km, kênh Quan Chánh Bó dài 19km, kênh tắt dài 9km đào mới thông ra biển, kênh biển dài 6km. Chiều rộng từ 85 –150m tùy đoạn. Đê Bắc dài 3,5km và đê Nam dài 2,5km.

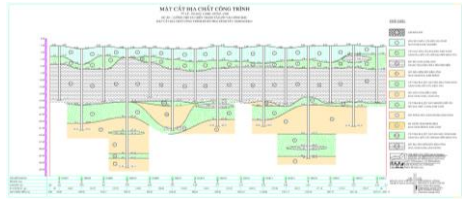
### **2.2. Đặc điểm môi trường địa chất khu vực nghiên cứu**

**2.2.1. Đặc điểm địa hình, địa mạo và tân kiến tạo:** Đoạn kênh Quan Chánh Bó chạy qua dọc hai bên bờ là đừa nước, cây đước, mắm mọc dọc hai bên bờ sông, nhà dân thưa thớt, chủ yếu là ao tôm lớn. Đoạn kênh Tắt là các ao tôm lớn, các bờ bao, các mép bờ kênh rạch mọc rất nhiều cây đừa nước. Trong vùng nghiên cứu ghi nhận được 7 hệ thống đứt gãy kiến tạo. Trong đó có nhiều đứt gãy trùng hoặc gần trùng với các sông lớn của vùng, điển hình như sông Hậu,....

**2.2.2. Đặc điểm cấu trúc địa chất:** Địa chất lòng sông là lớp sét, lẫn cát và hữu cơ, đôi chỗ có hàm lượng cát nhiều. Địa chất khu vực kênh Quan Chánh Bó tương đối đồng nhất gồm lớp đất đắp, lớp sét, chỗ kẹp những lớp cát mỏng.



Hình 2.2. Mặt cắt địa chất kênh QCB

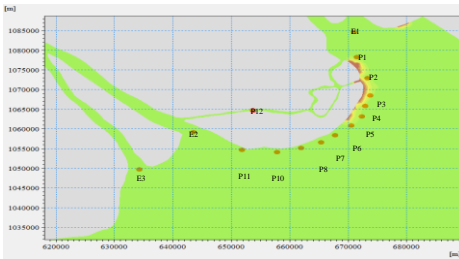


Hình 2.3. Mặt cắt địa chất kênh Tắt

Địa chất khu vực kênh Tắt có lớp bùn sét chảy lãn hữu cơ và vỏ sò, ốc; lớp cát hạt mịn lẫn bụi, kết cấu rất rời rạc; lớp sét, trạng thái dẻo chảy đến dẻo mềm; Lớp cát pha bụi, sét hạt mịn, kết cấu chặt vừa.

### 2.2.3. Đặc điểm khí tượng và thủy hải văn hiện trạng tuyến luồng

2.2.3.1. Chế độ dòng chảy: Mực nước dao động tại cửa sông từ 2 đến 4m vào mùa lũ, từ 2,0 đến 3,5m vào mùa kiệt và chênh lệch giữa các mùa khoảng 0,2m. Bảng dưới thống kê các giá trị mực nước trung bình tại các vị trí mùa đặc trưng trong năm, so sánh giá trị mực nước tại các vị trí mùa lũ và mùa kiệt.



Hình 2.4. Vị trí các điểm tính toán

Bảng 2.1. Mực nước giữa các mùa (m)

Vị trí	Mùa lũ			Mùa kiệt		
	MNHN	MNLT	MNTB	MNHN	MNLT	MNTB
Cửa Cung Hầu (E1)	-1,26	1,05	0,02	-1,14	1,11	0,02
Cửa Đinh An (E2)	-1,82	1,59	0,04	-1,74	1,49	0,04
Cửa Trĩn Đê (E3)	-2,01	1,63	0,04	-1,92	1,54	0,03
P1	-1,27	1,05	0,02	-1,15	1,10	0,02
P2	-0,85	1,09	0,13	-0,84	1,09	0,11
P3	-1,31	1,39	0,10	-1,32	1,17	0,07
P4	-2,12	1,66	0,00	-1,96	1,29	0,00
P5	-2,21	1,69	0,01	-2,04	1,35	0,00
P6	-2,24	1,85	0,01	-2,09	1,40	0,01
P7	-2,09	1,96	0,04	-2,04	1,44	0,02
P8	-2,33	2,06	0,02	-2,15	1,48	0,01
P9	-2,37	2,17	0,02	-2,20	1,55	0,01
P10	-2,38	2,07	0,02	-2,20	1,53	0,01
P11	-2,02	1,60	0,04	-1,91	1,50	0,03
P12	-1,57	1,48	0,03	-1,51	1,38	0,03

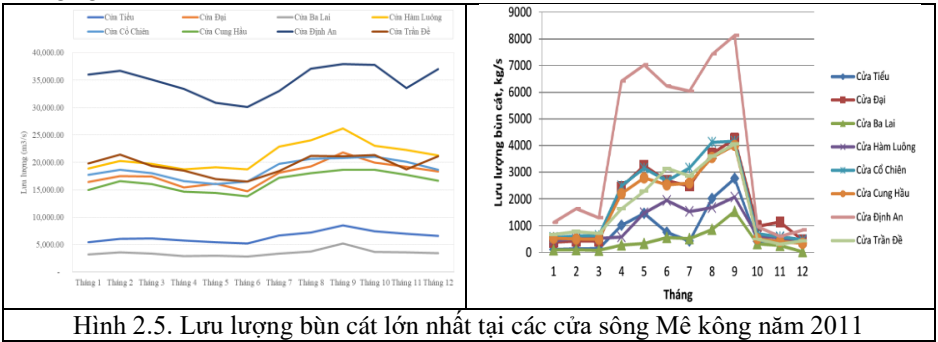
Vào mùa lũ, tốc độ dòng chảy khi triều dâng vượt 1,3m/s, triều rút 1,6m/s. Vận tốc dòng chảy cực đại tại kênh Quan Chánh Bó vào mùa lũ đạt 0,67 m/s. Bảng dưới thể hiện vận tốc dòng chảy thay đổi tại các vị trí giữa các mùa đặc trưng. Vận tốc dòng chảy tại kênh Quan Chánh Bó đạt 0,60 m/s.

Bảng 2.2. Vận tốc dòng chảy giữa các mùa (m/s)

Vị trí	Mùa lũ		Mùa kiệt		Vị trí	Mùa lũ		Mùa kiệt	
	V <sub>max</sub>	V <sub>tb</sub>	V <sub>max</sub>	V <sub>tb</sub>		V <sub>max</sub>	V <sub>tb</sub>	V <sub>max</sub>	V <sub>tb</sub>
E	0,35	0,14	0,34	0,15	P5	0,64	0,19	0,38	0,19
E2	1,12	0,36,	0,94	0,36	P6	0,58	0,15	0,42	0,15
E3	0,88	0,24	0,74	0,24	P7	0,63	0,14	0,42	0,14
P1	0,39	0,12	0,27	0,12	P8	0,69	0,12	0,34	0,11
P2	0,45	0,12	0,26	0,12	P9	0,84	0,14	0,64	0,14
P3	0,55	0,17	0,46	0,17	P10	1,29	0,18	0,95	0,18
P4	0,63	0,16	0,47	0,16	P11	1,34	0,24	0,97	0,24
					P12	0,67	0,26	0,60	0,26

### 2.2.3.2. Chế độ vận chuyển bùn cát

Hình 2.5 thể hiện lưu lượng bùn cát cực đại trong tháng đổ ra biển từ các cửa sông vào mùa lũ chiếm khoảng 75% của cả năm. Bảng 2.3 thể hiện hàm lượng bùn cát lơ lửng ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) tại các vị trí dọc bờ biển tỉnh Trà Vinh.



Hình 2.5. Lưu lượng bùn cát lớn nhất tại các cửa sông Mê Kông năm 2011

Bảng 2.3. Hàm lượng trầm tích lơ lửng ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )

Vị trí	Mùa lũ		Mùa kiệt		Vị trí	Mùa lũ		Mùa kiệt	
	Max	Gttb	Max	Gttb		Max	Gttb	Max	Gttb
E1	16,3	1,2	11,8	1,2	P5	257,2	9,4	170,9	8,8
E2	333,7	32,2	287,1	30,0	P6	631,0	7,8	662,2	7,5
E3	172,7	14,2	147,5	12,8	P7	3302,8	51,8	3270,1	44,6
P1	65,8	4,2	24,8	4,3	P8	66,8	1,5	34,5	1,4
P2	592,0	16,5	177,5	16,0	P9	317,1	2,8	78,6	2,5
P3	687,0	27,6	485,5	27,2	P10	766,5	10,4	239,5	9,2
P4	762,4	18,6	361,6	17,5	P11	1143,1	16,8	401,6	15,2
					P12	99,7	8,5	74,0	8,6

Bảng 2.4 thể hiện tốc độ bồi xói tại cửa Định An (E2), cửa Trần Đề (E3) và khu vực xã Đông Hải (P11) tốc độ bồi lắng mạnh ( $>10\text{cm}/\text{ngày}$ ) vào mùa lũ và xói nhẹ vào mùa kiệt. Tại các vị trí khác, tốc độ bồi xói diễn ra tương đối thấp, ngoại trừ các điểm P6 và P7 có tốc độ xói đáy cao ( $37\text{ cm}/\text{ngày}$ ).

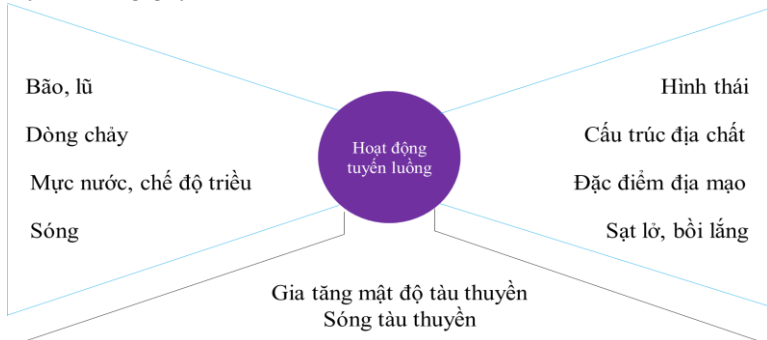
Bảng 2.4. Tốc độ bồi xói hàng ngày ( $\text{cm}/\text{ngày}$ )

Vị trí	Mùa lũ			Mùa kiệt		
	Bồi	Xói	+/-	Bồi	Xói	+/-
E1	0,2	-0,1	2,5	0,1	-0,1	0,1
E2	27,0	-3,7	23,3	2,4	-18,4	-16,0
E3	27,8	-15,3	12,5	1,0	-2,4	-1,4
P1	0,5	-0,5	0,0	0,2	-0,1	0,1
P2	3,1	-2,3	0,8	0,9	-0,3	0,7
P3	5,9	-4,6	1,3	1,7	-2,3	-0,6
P4	5,6	-4,8	0,8	0,5	-0,3	0,3
P5	7,3	-4,6	2,7	1,3	-0,2	1,1

Vị trí	Mùa lũ			Mùa kiệt		
	Bồi	Xói	+/-	Bồi	Xói	+/-
P6	4,1	-2,4	1,7	1,6	-5,2	-3,6
P7	18,2	-8,3	9,9	4,2	-41,4	-37,2
P8	3,0	-0,3	2,7	0,7	-1,6	-1,0
P9	9,6	-7,0	2,6	1,5	-5,4	-4,0
P10	4,4	-6,0	-1,6	2,3	-26,8	-24,5
P11	22,6	-1,7	20,8	5,6	-1,4	4,2
P12	1,4	-0,7	0,7	1,1	-0,5	0,6

### 2.3. Các yếu tố tự nhiên – nhân tạo ảnh hưởng đến quá trình vận hành tuyến luồng tàu biển vào sông Hậu

Nhóm các yếu tố tự nhiên và nhân tạo ảnh hưởng đến diễn biến xói lở và bồi lắng đường bờ là những tai biến có thể phòng ngừa, chống giảm thiểu thiệt hại ở mức độ khác nhau. Hình 3.1 thể hiện tác động qua lại giữa các yếu tố tự nhiên - nhân tạo đến hoạt động tuyến luồng và ảnh hưởng của tuyến luồng đến môi trường địa chất. Trong giai đoạn vận hành của tuyến luồng hoạt động giao thông của tàu có tải trọng lớn trên tuyến luồng gây xói lở hai bên bờ.



Hình 3.1. Tác động qua lại giữa các yếu tố tự nhiên - nhân tạo đến hoạt động tuyến luồng và ảnh hưởng của tuyến luồng đến môi trường địa chất

# CHƯƠNG 3. NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA YẾU TỐ TỰ NHIÊN VÀ NHÂN TẠO ĐẾN QUÁ TRÌNH VẬN HÀNH TUYẾN LUỒNG

## 3.1. Các nguyên nhân chính ảnh hưởng đến sự xói lở - bồi lắng tuyến luồng

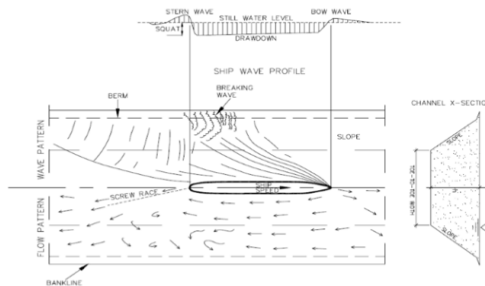
3.1.1. **Đặc điểm cấu trúc địa chất:** Bảng 3.1 thể hiện hàm lượng cát, bột và sét ở cả hai bờ trái và phải.

Bảng 3.1. Thành phần cấp phối hạt tuyến luồng

Đoạn Luồng	Đoạn bờ	Độ sâu (m)	Hàm lượng cát, %			Hàm lượng bột, %			Hàm lượng sét, %		
			Max	Min	T.bình	Max	Min	T.bình	Max	Min	T.bình
QUAN CHÁNH BỒ	Bờ phải	1,5	6,0	0,0	1,8	44,4	27,8	35,9	72,2	50,3	62,4
		3,5	6,3	1,7	4,8	49,9	30,9	39,0	49,9	30,9	39,0
		5,5	5,6	1,7	3,9	46,2	30,5	38,2	67,2	52,9	59,4
		7,5	6,2	2,8	4,6	45,0	28,5	39,2	71,5	50,0	56,5
	Bờ trái	1,5	7,4	0,0	3,8	47,5	29,0	38,4	71,0	51,2	60,0
		3,5	5,3	0,0	3,1	49,2	25,9	39,6	49,2	25,9	39,6
		5,5	6,8	3,0	4,6	45,8	32,3	39,2	65,2	50,0	57,3
		7,5	6,4	2,6	4,9	45,2	29,2	40,2	70,8	50,4	55,8
KÊNH TẮT	Bờ phải	1,5	95,4	0,0	34,5	70,5	3,6	38,2	63,0	0,2	29,9
		3,5	95,9	0,5	54,6	61,1	3,2	58,1	61,1	3,2	30,5
		5,5	95,6	0,2	41,2	67,0	3,4	41,8	54,1	0,3	19,7
		7,5	81,4	0,0	34,1	68,6	17,7	37,8	54,5	1,0	19,7
	Bờ trái	1,5	95,0	0,4	25,5	69,2	4,0	36,4	67,0	0,4	38,1
		3,5	96,3	0,2	53,1	77,5	2,7	33,6	77,5	2,7	32,5
		5,5	96,1	0,2	53,3	67,0	2,9	31,4	53,1	0,3	15,3
		7,5	78,7	0,3	30,6	73,6	19,8	47,2	48,6	1,0	22,2

3.1.2. **Đặc điểm chế độ dòng chảy:** Chiều cao và độ dốc của bờ là hai nhân tố quan trọng trong đánh giá nguy cơ xói lở bờ và đặc biệt khi xem xét với các bờ là vật liệu kết dính. Kiểu xói lở sẽ phụ thuộc vào đặc điểm vật liệu bờ và hình thái bờ tại thời điểm xói lở. Dòng chảy ngang bờ thay đổi theo chiều sâu, phần vật chất do sóng vận chuyển về phía bờ tập trung giữa chân và đỉnh sóng.

3.1.3. **Đặc điểm sóng do tàu:** Sóng do tàu thuyền khuấy động trầm tích phụ thuộc kích thước, tốc độ và hình dạng tàu, kích thước luồng tàu, kết cấu bờ và sóng khi di chuyển qua cửa tàu. Hình 3.1 thể hiện một sơ đồ tóm chung về cách thức các dòng chảy và sóng hoạt động xung quanh một con tàu tác động sóng gây xói lở.



Hình 3.1. Tác động sóng tàu hoạt động trong luồng tàu

### 3.1.4. Hiện trạng xói lở - bồi lắng dọc theo tuyến luồng

Khi năng lượng của dòng đủ lớn, sau khi trừ cho quá trình vận tải dòng rắn và ma sát, dòng sẽ bào mòn đáy (xâm thực sâu). Khi năng lượng của dòng chỉ đủ cho quá trình đó thì sẽ không xảy ra quá trình xâm thực. Khi vì những nguyên nhân nào đó mà năng lượng giảm xuống đột ngột, tới mức không còn đủ khả năng vận tải toàn bộ vật chất và thắng ma sát (tích tụ)



Xói lở bờ do mất thảm thực vật, tác động sóng và dòng chảy

### 3.2. Đánh giá mức độ xói lở cấu trúc địa chất đến ổn định đường bờ

Trong thành phần kết cấu đất dính, % cát, % bột và % sét là yếu tố ảnh hưởng đến xói lở, đánh giá mức độ xói lở bờ với 5 cấp độ là “nguy kịch”, “rất cao”, “cao”, “trung bình”, và “thấp” theo thang tỉ lệ "ROM" (Zainal Abidin và Mukri, 2002) để dự báo mức độ xói lở dọc từ 1,5m đến 7,5m và tính ứng suất cắt tới hạn của đất theo phần trăm của bột-sét.

**3.2.1. Phương pháp đánh giá mức độ xói lở:** Bouyoucos (1962), đã sử dụng tỷ lệ sét như trong công thức (3.1) để lấy chỉ số độ xói lở Bouyoucos. Zainal Abidin và Mukri (2002) mở rộng nghiên cứu để xem xét các mức độ xói lở và thang tỉ lệ “ROM” công thức (3.2).

$$\text{Chỉ số xói lở Bouyoucos} = \frac{\%Cát + \%Bột}{\%Sét} \quad (3.1)$$

$$EI_{ROM} = \frac{\%Cát + \%Bột}{2.\%Sét} \quad (3.2)$$

Bảng 3.2 thể hiện dãy thang tỉ lệ “ROM” và 5 cấp độ xói lở đất.

Thang tỉ lệ "ROM"	Cấp độ xói lở đất
<1,5	Thấp (Low)
1,5÷4,0	Vừa phải (Moderater)
4,0÷8,0	Cao (High)
8,0÷12,0	Rất cao (Very high)
>12	Nguy kịch (Critical)

Ứng suất cắt tới hạn của vật liệu bờ được Julian và Torres (2006) tính dựa trên tỷ lệ phần trăm hạt bột - sét (SC%) theo công thức (3.3).

$$\tau_c = 0.1 + 0.1779(SC\%) + 0.0028(sc\%)^2 - 2.34E - 5(SC\%)^3 \quad (3.3)$$

**3.2.2. Đánh giá mức độ xói lở của cấu trúc địa chất:** Bảng 3.3 thể hiện đoạn kênh Quan Chánh Bô, cấu trúc địa chất bờ ổn định được đánh giá cấp độ xói lở “thấp”,

có phần trăm hạt sét 25,9% đến 72,2% và đoạn kênh Tắt đánh giá cấp độ xói lở từ “thấp” đến “nguy kịch”, bờ trái tuyến chiếm 55% ở mức độ “nguy kịch”, bờ phải tuyến chiếm 53% ở mức độ “nguy kịch” lần lượt ở độ sâu 3,5m và 5,5m tùy thuộc vào kết cấu thành phần hạt, phần trăm sét dao động lớn từ 0,2% đến 61,1% và phần trăm chiếm giữ của hạt cát cao hơn 40%.

Đoạn kênh Quan Chánh Bó, ứng suất cắt tới hạn bờ phải – trái  $\tau_c(SC) = 16,9 \div 22,4 N/m^2$ . Đoạn kênh Tắt, ứng suất cắt tới hạn bờ phải – trái  $\tau_c(SC) = 5,9 \div 18,2 N/m^2$ . Với thang tỉ lệ “ROM” có thể đánh giá ở cấp độ “nguy kịch” khi phần trăm sét dao động từ 0,2% ÷ 4,0%.

Bảng 3.3. Cấp độ xói lở theo độ sâu đoạn kênh Quan Chánh Bó và kênh Tắt

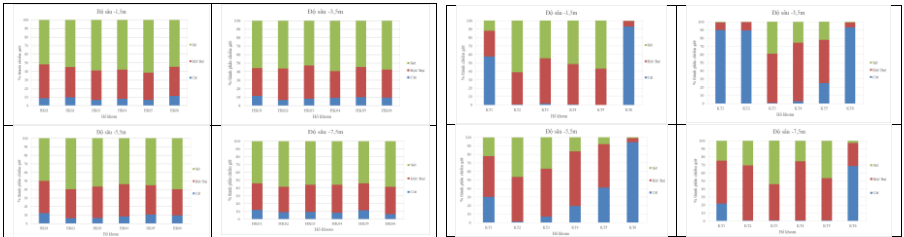
Thang tỉ lệ "ROM"	Độ sâu (m)	Cấp độ xói lở đất	% Cát	% Bột	% Sét
0,4	1,5	Thấp	11,2	29,0	51,2
0,4		Thấp	1,6	53,8	72,2
1,4	3,5	Thấp	48,2	25,9	25,9
0,5		Thấp	0,7	60,2	60,2
0,6	5,5	Thấp	12,3	30,5	36,7
0,4		Thấp	3,0	45,8	65,2
0,4	7,5	Thấp	12,0	28,5	50,0
0,3		Thấp	0,7	45,1	71,5

Thang tỉ lệ "ROM"	Độ sâu (m)	Cấp độ xói lở đất	% Cát	% Bột	% Sét
247,5	1,5	Nguy kịch	95,4	3,6	0,2
1,0		Thấp	41,2	70,5	54,8
11,0	3,5	Rất cao	96,3	2,7	4,5
1,0		Thấp	59,3	61,1	61,1
165,0	5,5	Nguy kịch	95,5	3,5	0,3
1,1		Thấp	43,5	66,6	51,7
49,6	7,5	Nguy kịch	81,4	17,7	1,0
1,0		Thấp	40,5	65,2	54,5

**3.2.4. Bản đồ phân vùng mức độ xói lở cấu trúc địa chất theo độ sâu**

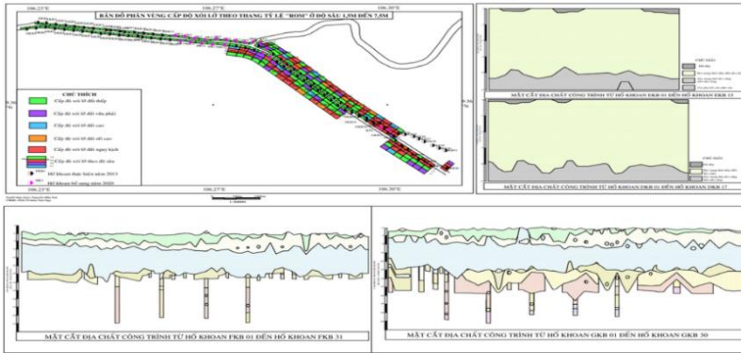
Hình 3.2 thể hiện thành phần cấu tạo đường bờ đồng đều nhau, hàm lượng sét đều lớn hơn 50% và khả năng chống lại sức kháng cắt >16,9N/m<sup>2</sup> của đoạn kênh Quan Chánh Bó.



Hình 3.2. Kết quả phân tích thành phần hạt đường bờ kênh QCB và kênh Tắt

Kênh Tắt là các khu vực đồng ruộng và đầm lầy tương đối thấp. Hình 3.2 thể hiện cấu tạo chủ yếu bởi lớp bùn dày trên mặt (>5m) và lớp cát bên dưới dày khoảng 2-4m và khả năng chống lại sức kháng cắt <18,2 N/m<sup>2</sup>. Hình 3.3 thể hiện bản đồ phân vùng ổn định đường bờ theo cấu trúc địa chất ở các độ sâu khác nhau dọc theo tuyến luồng theo thang tỷ lệ “ROM”.



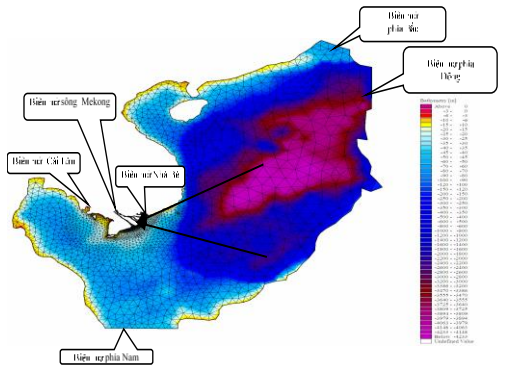
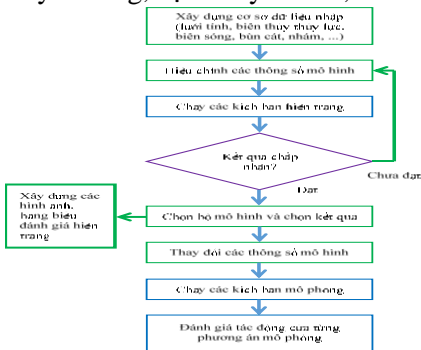


Hình 3.3. Bảng đô phân vùng cấp độ xói lở theo độ sâu

### 3.3. Đánh giá ảnh hưởng của chế độ dòng chảy đến ổn định đường bờ

#### 3.3.1. Xây dựng mô hình dòng chảy tuyến luồng trong quá trình vận hành: Mô

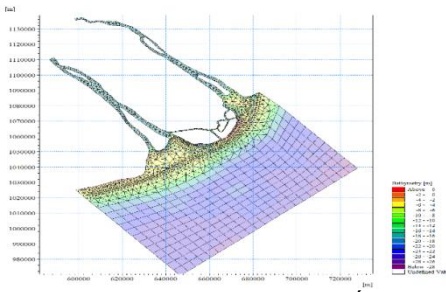
hình MIKE 21/3 tích hợp là mô hình toán hiện đại đáp ứng được các yêu cầu ứng dụng tính toán. Hình 3.4 thể hiện trình tự tính toán quá trình thủy động lực, lan truyền sóng, vận chuyển bùn, cát bằng mô hình MIKE 21/3.



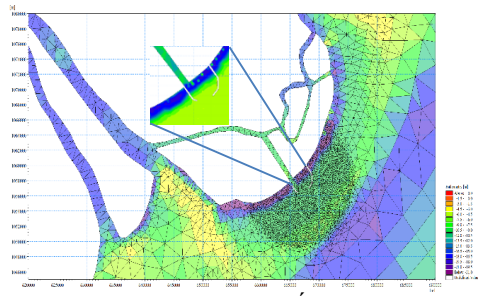
Hình 3.4. Quy trình xây dựng mô hình

Hình 3.5. Vùng nghiên cứu mở rộng

3.3.1.1. Xác định miền tính, điều kiện biên cho mô hình và cơ sở dữ liệu: Hình 3.5 thể hiện phạm vi không gian vùng nghiên cứu chính bao trùm từ cửa Mỹ Thanh đến mũi Long Hải, Vũng Tàu. Hình 3.6, 3.7 thể hiện lưới tính 2 dạng chính: lưới phi cấu trúc và lưới tứ giác.



Hình 3.6. Lưới tính chi tiết



Hình 3.7. Lưới tính chi tiết cho kịch bản

Hình trên thể hiện đánh giá ảnh hưởng của các trường hợp: ảnh hưởng của tuyến luồng tàu và hai tuyến đê chắn sóng là đê Bắc và đê Nam.

3.3.1.2. *Thiết lập mô hình số*: Thông tin các kịch bản mô phỏng  
Kịch bản được xây dựng cho hai mùa là mùa lũ và mùa kiệt.

Bảng 3.4. Các kịch bản mô phỏng

Stt	Kịch bản	Mô tả
1	HT01	Kịch bản mô phỏng hiện trạng khu vực nghiên cứu
2	KB01	Kịch bản mô phỏng dự án tuyến kênh Tắt

Trích xuất từ mô hình qua 03 dạng chính: vùng, đường và điểm.

3.4.1.3. *Kiểm định và hiệu chỉnh mô hình*: kiểm định mực nước đo đạc tại cửa Cổ Chiên của Viện Kỹ thuật biển; quan trắc hải văn tại trạm Vũng Tàu; tính toán mực nước tại cửa sông Định An từ bộ số hằng số điều hòa. Để đánh giá mức độ chính xác của mô hình, chỉ tiêu đánh giá sai số NASH đã được sử dụng. Sau khi tính toán chỉ số cho kịch bản mô phỏng mô hình triều vào tháng 06 đạt 0,96 và tháng 11 đạt 0,87. Đánh giá sai số của đường quá trình dùng chỉ tiêu đánh giá kết quả là  $S/\sigma = 0,215$ . Sau khi hiệu chỉnh, kiểm định cho thấy kết quả tốt, chấp nhận với bộ thông số trên.

### 3.3.2. Đánh giá ảnh hưởng của dòng chảy đến ổn định đường bờ

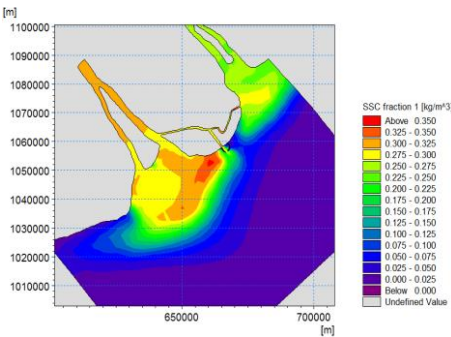
#### 3.3.2.1. Dòng chảy:

Bảng 3.5. Tốc độ dòng chảy trước và sau khi hình thành tuyến luồng (m/s)

Vị trí	Địa điểm	Tọa độ (m)		Mùa lũ			Mùa kiệt		
		X	Y	Trước	Sau	+ / -	Trước	Sau	+ / -
P1	Xã Trường Long Hòa	673204	1072833	0,35	0,26	-0,09	0,34	0,23	-0,11
P2	Biển Ba Động	672632	1066677	1,12	0,46	-0,66	0,94	0,43	-0,50
P3	Xã Dân Thành	670697	1062148	0,88	0,53	-0,35	0,74	0,41	-0,32
P4	Nhà Máy Nhiệt điện	666432	1058015	0,39	0,77	+0,39	0,27	0,48	+0,21
P5	Cửa Kênh Tắt	665685	1057575	0,45	0,92	+0,46	0,26	0,83	+0,57

Vị trí	Địa điểm	Tọa độ (m)		Mùa lũ			Mùa kiệt		
		X	Y	Trước	Sau	+ / -	Trước	Sau	+ / -
P6	Xã Dân Thành	664014	1056344	0,55	0,74	+0,20	0,46	0,47	+0,01
P7	Xã Đông Hải	659309	1054454	0,63	1,02	+0,39	0,47	0,66	+0,19
P8	Xã Đông Hải	653329	1054014	0,64	1,07	+0,43	0,38	0,78	+0,39
P9	Phà ĐT913	664190	1059686	0,58	0,49	-0,09	0,42	0,52	+0,10
P10	Ngã 3 kênh Tắt	660584	1063907	0,63	0,64	+0,01	0,42	0,62	+0,20
P11	Cầu Long Toàn	663706	1065006	0,69	0,67	-0,02	0,34	0,65	+0,21
P12	Kênh La Ban	652186	1064611	0,84	0,58	-0,26	0,64	0,60	-0,04
P13	Phà Láng Sắt	646470	1063467	1,29	0,65	-0,64	0,95	0,68	-0,27
P14	Ngã 3 kênh QCB	640578	1062368	0,67	1,34	+0,67	0,47	0,97	+0,50

3.3.2.2. Vận chuyển bùn cát: Bảng 3.6 thể hiện kênh Quan Chánh Bó có vận tốc dòng chảy lớn nhất  $0,64 \div 1,34 \text{m/s}$  trong mùa lũ và  $0,62 \div 0,97 \text{m/s}$  trong mùa kiệt. Vận tốc dòng chảy lớn nhất khu vực kênh Tắt  $0,64 \div 0,92 \text{m/s}$  trong mùa lũ và  $0,62 \div 0,83 \text{m/s}$  trong mùa kiệt. Dòng chảy tác dụng lên bờ lớn nhất trên kênh với vận tốc lớn nhất dọc theo kênh tại khu vực là  $1,34 \text{m/s}$ .



Hình 3.8. Kết quả vận chuyển bùn cát

Bảng 3.6. Lượng trầm tích bồi lắng

Địa điểm	Mùa lũ	Mùa kiệt
P1	+4%	+3%
P2	-3%	-1%
P3	-3%	+0%
P4	-11%	+2%
P5	3%	+5%
P6	-8%	+0%
P7	+22%	+1%
P8	-3%	+12%
P9	+16%	+17%
P10	-1%	-1%
P11	-24%	-1%

### 3.4. Đánh giá ảnh hưởng của sóng do tàu thuyền đến ổn định đường bờ

#### 3.4.1. Chiều cao sóng và ứng suất gây ra bởi hoạt động của sóng do tàu thuyền:

Ứng suất sinh ra bởi sóng do tàu thuyền được xác định bởi công thức (3.4), vận tốc dòng chảy sinh ra bởi chân vịt bởi công thức (3.5).

$$\tau_w = \frac{1}{2} \rho f_w U_{orb}^2 \quad (3.4)$$

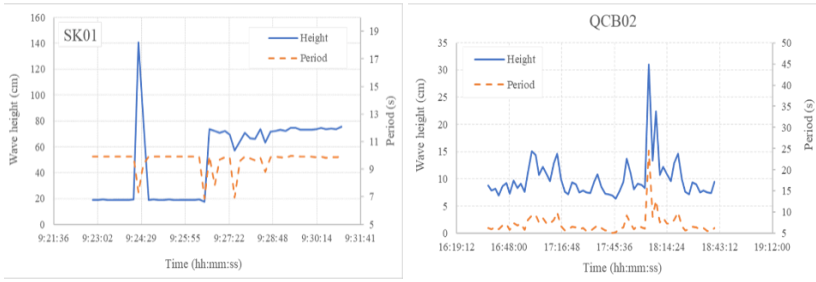
$$U_{orb} = \frac{\pi H}{T * \sinh(2\pi h/L)} \quad (3.5)$$

**3.4.2. Đo đạc, quan trắc sóng gây ra bởi tàu thuyền:** Hình 3.9 thể hiện sơ đồ 02 vị trí các điểm quan trắc sóng và một số hình quan trắc sóng. Thiết bị đo đạc INFINITY-WH AWH-USB, máy đo sóng AWH-Infinity.



Hình 3.9. Sơ đồ vị trí các điểm quan trắc sóng

**3.4.3. Đánh giá ảnh hưởng của sóng gây ra bởi tàu thuyền:** Hình 3.12 quan trắc sóng tại trạm SK01 và QCB 02. Chiều cao sóng cực đại đo đạc tại thời điểm quan trắc là 1,4m (tại trạm SK01) và 0,3m tại trạm QCB02.



Hình 3.10. Đặc trưng sóng quan trắc

Bảng 3.7 thể hiện kết quả tính toán dòng chảy và ứng suất gây ra bởi sóng do tàu thuyền. Vận tốc dòng chảy lớn nhất gây ra tại đáy và hai bên bờ từ 0,57÷6,42m/s, trong khi vận tốc dòng chảy giới hạn có thể gây xói lòng dẫn là khoảng 1,23m/s, nên mặt cắt kênh nếu không được bảo vệ sẽ có xu thế xói lở và mở rộng thêm lòng dẫn dưới tác dụng của sóng và dòng chảy do tàu.

Bảng 3.7. Vận tốc dòng chảy và ứng suất sinh ra bởi sóng do tàu thuyền

Đợt sóng	Chiều cao (m)	Chu kỳ (s)	Vận tốc dòng chảy [m/s]	Ứng suất cắt sóng tàu [N/m <sup>2</sup> ]	Đợt sóng	Chiều cao (m)	Chu kỳ (s)	Vận tốc dòng chảy [m/s]	Ứng suất cắt sóng tàu [N/m <sup>2</sup> ]
1	1,406	7,308	0,691	336,342	8	0,149	14,902	3,590	0,745
2	0,813	9,322	0,935	87,554	9	0,149	14,895	3,592	0,744
3	1,108	14,895	0,563	145,048	10	0,149	14,908	3,588	0,745
4	0,600	22,627	0,730	30,029	11	0,573	6,943	1,915	20,518
5	0,400	9,762	1,629	16,444	12	0,133	8,975	6,421	0,392
6	0,715	9,903	1,002	63,740	13	0,224	12,830	2,795	2,047
7	1,226	14,768	0,628	108,507	14	1,390	14,877	0,566	143,661

## CHƯƠNG 4. DỰ BÁO KHẢ NĂNG BỒI LẮNG VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP ĐẢM BẢO VẬN HÀNH TUYẾN LUỒNG AN TOÀN VÀ HIỆU QUẢ

### 4.1. Quản lý và vận hành hiệu quả tuyến luồng tàu biển

**4.1.1. Vận hành tuyến luồng tàu biển vào sông Hậu:** Hoạt động hiệu quả và ổn định, cần thiết phải có những nghiên cứu giải pháp quản lý vận hành cho hiệu quả, đảm bảo sự phát triển ổn định với tác động tương hỗ của các hiện tượng địa chất chất môi trường và hoạt động của tàu thuyền đến khả năng hoạt động ổn định của tuyến luồng như quá trình xói lở bờ sông tại các đoạn kênh Tắt đào mới và kênh Quan Chánh Bồ hiện hữu.

**4.1.2. Quan điểm và phương pháp dự báo vận hành hiệu quả tuyến luồng:** Có hai loại dự báo ngắn hạn và dài hạn. Việc dự báo ngắn hạn ở một đoạn tuyến luồng chịu tác động tổng hợp của nhiều yếu tố tự nhiên và nhân tạo là rất khó khăn và phức tạp, nhất là đoạn tiếp giáp giữa đoạn kênh Quan Chánh Bồ và kênh Tắt đào mới chưa có một giải pháp bảo vệ bờ phù hợp. Dựa vào cấu trúc địa chất, yếu tố địa hình địa mạo, động lực của dòng chảy và cú thể tiếp diễn của hoạt động nhân sinh kết hợp so sánh tốc độ xói lở đã xảy ra.

### 4.2. Dự báo khả năng bồi lắng tuyến luồng trong qua trình vận hành

**4.2.1. Tốc độ biến đổi và ứng suất đáy thay đổi trong quá trình vận hành:** Bảng 4.1 thể hiện đoạn từ kênh Quan Chánh Bồ đến hết đoạn kênh Tắt có tốc độ bồi lắng 0,09 đến 0,23m/năm.

Bảng 4.1. Tốc độ bồi lắng hàng năm (m/năm)

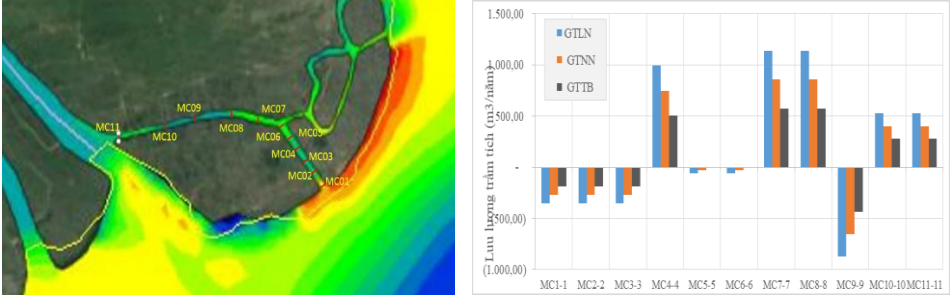
Stt	Mô tả	Tốc độ bồi lắng		Stt	Mô tả	Tốc độ bồi lắng	
		Mùa kiệt	Mùa lũ			Mùa kiệt	Mùa lũ
P1	Xã Trường Long Hòa	0,55	0,82	P8	Cửa Định An	0,78	1,69
P2	Biển Ba Động	0,00	0,00	P9	Phà ĐT913	0,04	0,04
P3	Xã Dân Thành	0,15	0,11	P10	Ngã 3 kênh Tắt	0,14	0,13
P4	Nhà Máy Nhiệt điện	0,09	0,11	P11	Cầu Long Toàn	0,00	0,00
P5	Cửa Kênh Tắt	0,18	0,23	P12	Kênh La Ban	0,04	0,14
P6	Xã Dân Thành	0,06	0,03	P13	Phà Láng Sắt	0,02	0,07
P7	Xã Đông Hải	0,00	0,00	P14	Đại An	0,09	0,10

Ứng suất đáy thay đổi khi triều xuống, dòng chảy đáy có tốc độ lớn tác động trực tiếp lên đáy làm tăng áp lực ma sát và gây xáo trộn vật liệu bùn đáy, sự dịch chuyển của dòng chảy đáy có xu hướng theo phương ngang góc với đường bờ chiếm ưu thế.

**4.2.2. Dự báo khối lượng bồi lắng tuyến luồng:** Kết quả mô phỏng lượng trầm tích bồi lắng hàng năm vận chuyển bùn và bùn cát không dính kết:

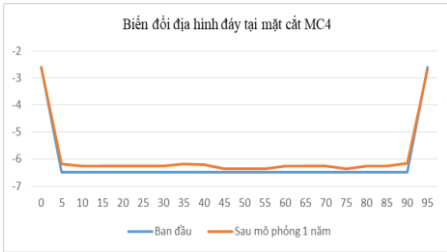
$$Q_{bl} = \sum_1^n F_i * S_i \quad (4.1)$$

Hình 4.1 thể hiện kết quả tính toán lưu lượng trầm tích di chuyển hàng năm qua các mặt cắt theo các kịch bản thấp, trung bình và cao tương ứng là 872.342,48; 1.204.065,68 và 1.535.788,88m<sup>3</sup>/năm. Mặt cắt MC4-4, MC7-7 và MC8-8 có lượng trầm tích bồi lắng cao (>1000m<sup>3</sup>/năm) so với các khu vực còn lại.



Hình 4.1. Lưu lượng trầm tích qua các mặt cắt hàng năm

Bảng 4.2 thể hiện kết quả tính toán tốc độ bồi/xói hàng năm, khu vực phà Kênh Tắt, Long Toàn và cửa Đại An có tốc độ bồi lắng hàng năm tương đối lớn. Kết quả bồi lắng cực đại tại khu vực Long Toàn (MC8-8) là 0,61m/năm.



Hình 4.2. Biến đổi địa hình đáy sau 1 năm tại mặt cắt 4-4

Bảng 4.2. Tính toán khối lượng trầm

Mặt cắt	Chiều dài mặt cắt (m)	Chiều dài cộng dồn (m)	GTLN	GTTB	GTNN
MC1-1	2.061,50	2.061,50	-734.378,45	-558.381,87	-382.385,28
MC2-2	1.030,75	3.092,25	-367.189,23	-279.190,93	-191.192,64
MC3-3	1.030,75	4.123,00	-367.189,23	-279.90,93	-191.192,64
MC4-4	1.767,00	5.890,00	1.757.233,79	1.323.142,90	889.052,01
MC5-5	1.193,50	7.083,50	-69.417,90	-38.884,49	-8.351,07
MC6-6	1.193,50	8.277,00	-69.417,90	-38.884,49	-8.351,07
MC7-7	1.154,50	9.431,50	1.313.405,38	988.866,36	664.327,35
MC8-8	1.154,50	10.586,00	1.313.405,38	988.866,36	664.327,35
MC9-9	4.722,00	15.308,00	-4.128.307,60	-3.101.311,40	-2.074.315,18
MC10-10	2.731,00	18.039,00	1.443.822,35	1.099.517,09	755.211,83
MC11-11	2.731,00	20.770,00	1.443.822,35	1.099.517,09	755.211,83
Tổng cộng	20.770,00	-	-1.535.788,88	1.204.065,68	872.342,48

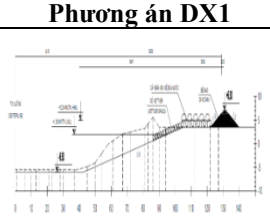
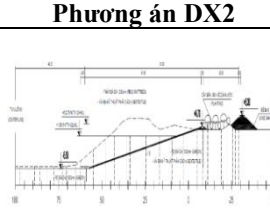
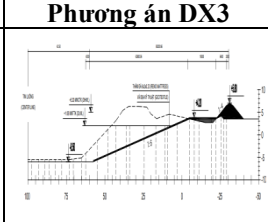
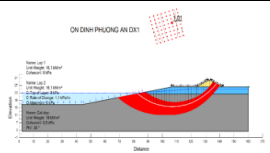
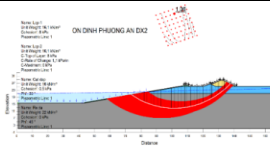
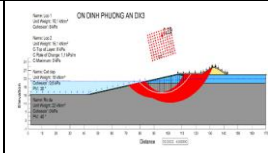
Kết quả đo sâu thực tế vào tháng 05/2016, tháng 06/2019, tháng 12/2020 và tháng 04/2021 so với cao độ thiết kế đáy luồng (-6,5m) cho thấy kết quả đo sâu phù hợp với mô hình tính toán qua các mặt cắt khác nhau.

### 4.3. Đề xuất giải pháp phát triển bền vững tuyến luồng ổn định vận hành

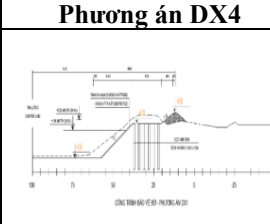
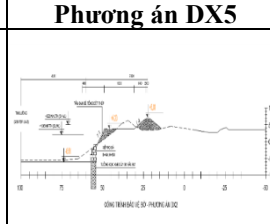
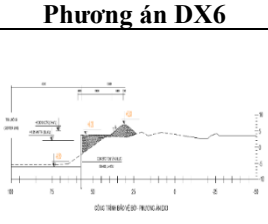
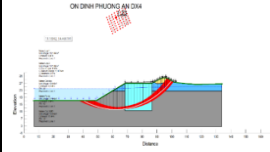
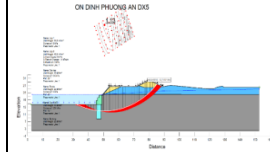
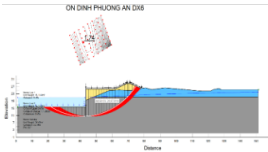
**4.3.1. Lựa chọn giải pháp thích hợp ổn định bờ tuyến luồng:** Sự cần thiết để đề xuất giải pháp được xem xét dựa vào đánh giá trên tác động của sóng và dòng chảy

đối với mái dốc. Giải pháp thiết kế được phân tích ổn định thông qua phần mềm Slope/W 2007 sử dụng các số liệu khảo sát địa hình, địa chất, thủy văn.

**4.3.2. Giải pháp phi công trình:** Rễ cây thực vật ven bờ cắm sâu vào đất giúp giảm tác động của sóng, dòng chảy lên đường bờ, giúp làm tăng khả năng ổn định của đường bờ. Giải pháp phi công trình với hai phương án DX1 và DX2 phù hợp với những đoạn chưa xói lở và có nguy cơ xói lở bề mặt theo hình 4.3.

	Phương án DX1	Phương án DX2	Phương án DX3
Mặt cắt điển hình			
Mô hình			
FS	1,01	1,06	1,19
Hình 4.3. Giải pháp phi công trình			

**4.3.3. Giải pháp công trình kè kiên cố:** Ba phương án chống xói lở điển hình dựa trên nguyên tắc kết hợp giữa hai giải pháp làm giảm lực gây trượt và làm tăng lực kháng trượt được đề xuất với hai phương án DX3, DX4, DX5 và DX6 phù hợp với những đoạn đã xói lở và có nguy cơ xói lở sâu theo hình 4.4.

	Phương án DX4	Phương án DX5	Phương án DX6
Mặt cắt điển hình			
Mô hình			
FS	1,23	1,13	1,74
Hình 4.4. Giải pháp công trình			

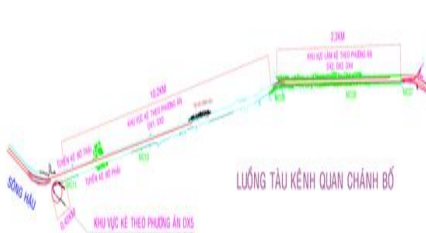
**4.3.4. Đề xuất giải pháp bảo vệ bờ tuyến luồng:** Bảng 4.3 thể hiện các cơ chế tác động của các yếu tố ở các mức độ khác nhau lên đường bờ ở 11 mặt cắt điển hình. Ghi chú: mức độ ảnh hưởng mạnh (iii), vừa (ii) và (i) nhẹ.

**Bảng 4.3. Tổng hợp các yếu tố ảnh hưởng đến tuyến luồng**

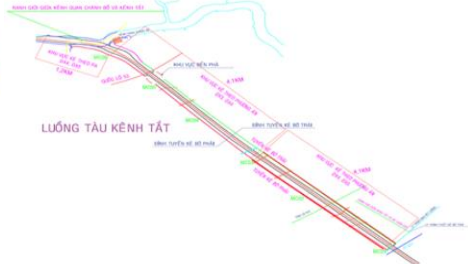
Mặt cắt	Các yếu tố tự nhiên		Yếu tố nhân sinh	Mặt cắt	Các yếu tố tự nhiên		Yếu tố nhân sinh
	Cấu trúc địa chất	Thủy lực dòng chảy	Sóng do tàu thuyền		Cấu trúc địa chất	Thủy lực dòng chảy	Sóng do tàu thuyền
MC1-1	iii	iii	iii	MC7-7	i	iii	ii
MC2-2	iii	iii	iii	MC8-8	i	ii	ii
MC3-3	iii	i	iii	MC9-9	i	ii	ii
MC4-4	ii	i	iii	MC10-10	i	ii	ii
MC5-5	ii	ii	iii	MC11-11	i	iii	ii
MC6-6	iii	ii	iii				

4.3.4.1. Đề xuất đoạn kè bảo vệ bờ kênh *Quan Chánh Bó* và *cửa Đại An*: Hình 4.5 thể hiện phạm vi mặt bằng kè bảo vệ bờ.

4.3.4.2. Đề xuất đoạn kè bảo vệ bờ kênh *Tắt*: Hình 4.6 thể hiện phạm vi mặt bằng kè bảo vệ bờ.



Hình 4.5. Mặt bằng kè bảo vệ bờ đoạn kênh *Quan Chánh Bó* và *cửa Đại An*



Hình 4.6. Mặt bằng kè bảo vệ bờ đoạn kênh *Tắt* và đoạn nối tiếp

**4.3.5. Đề xuất kế hoạch duy tu nạo vét tuyến luồng đảm bảo vận hành ổn định**

Bảng 4.4 thể hiện kế hoạch nạo vét theo định kỳ hàng năm, 2 năm và đại tu sau 5 năm tương ứng đoạn luồng khác nhau.

**Bảng 4.4. Kế hoạch nạo vét tuyến luồng**

Kế hoạch nạo vét	Mặt cắt (MC)	Khối lượng (m <sup>3</sup> ) theo kịch bản		
		Cao nhất	Trung bình	Thấp nhất
Hàng năm	4, 7, 8	538.007	439.209	343.139
Mỗi 2 năm	4, 7, 8, 10, 11	896.297	702.809	547.258
Mỗi 5 năm	Tất cả	1.535.789	1.204.066	872.342



## KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### KẾT LUẬN:

- ❖ Kênh Quan Chánh Bó, bờ được cấu tạo chủ yếu bởi các thành tạo bùn sét ở trên mặt, lớp cát dày khoảng 2m nằm ở độ sâu từ 1,5 – 3,5m, sau đó lớp sét dày khoảng 10 – 15m và phần trăm hạt sét dao động 25,9% đến 72,2%. Kênh Tắt hiện hữu chủ yếu là các khu vực đồng ruộng và đầm lầy, cấu tạo địa chất yếu, bờ được cấu tạo chủ yếu bởi lớp bùn dày trên mặt (>5m), lớp cát bên dưới dày khoảng 2 – 4m, phần trăm sét dao động lớn từ 0,2% đến 61,1% và phần trăm hạt cát cao hơn 40%.
- ❖ Đặc điểm cấu trúc địa chất tại đoạn kênh Quan Chánh Bó hiện hữu là ổn định theo thang đánh giá ROM, cấp độ xói lở “Thấp”, ứng suất cắt tới hạn lớn nhất đạt  $\tau_c(\%SC) = 22,4N/m^2$ . Trái lại, việc đào mới tuyến kênh Tắt, phá vỡ cấu trúc ổn định của khu vực, dẫn đến việc bất ổn định cho 2 bên bờ kênh Tắt. Mức độ ổn định đánh giá theo thang ROM, cấp độ xói lở từ “Cao” đến “Nguy kịch” chiếm từ 19% đến 55% tùy theo độ sâu từ 1,5m đến 7,5m, ứng suất cắt tới hạn lớn nhất đạt  $\tau_c(\%SC) = 18,2N/m^2$ .
- ❖ Việc khai thông dòng chảy thông qua Kênh Tắt làm tăng vận tốc dòng chảy tại các khu vực Đại An, ngã 3 Long Toàn và tại cửa Kênh Tắt. Tốc độ dòng chảy cực đại tại khu vực Long Toàn được xác định là khoảng 1m/s trong khi đó, sau khi có kênh Tắt, dòng chảy tại khu vực Đại An tăng lên khoảng 0,5 – 0,7 m/s, đạt cực đại khoảng 1,3 – 1,5 m/s. Sự gia tăng tốc độ dòng chảy sẽ làm ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình ổn định đường bờ và hoạt động giao thông thủy thông qua tuyến luồng.
- ❖ Hoạt động của tàu thuyền thông qua tuyến luồng sẽ làm gia tăng lưu lượng thông qua Kênh Quan Chánh Bó hiện hữu, dẫn đến các nguy cơ về ổn định đường bờ hiện hữu. Sóng gây ra bởi tàu thuyền đo đạc tại các thời điểm được xác định có chiều cao khoảng 0,3 – 1,4m, tùy thuộc vào điều kiện tải trọng tàu, tốc độ di chuyển của tàu và thủy triều. Khi tàu tải trọng lớn, di chuyển với tốc độ cao sẽ gây ra dòng chảy có tốc độ lớn dao động từ 0,57÷6,42m/s, sóng có chiều cao lớn tác dụng lên đường bờ. Áp lực sóng tác dụng lên đường bờ sẽ tỷ lệ thuận với chiều cao sóng gây ra bởi tàu

thuyền. Kết quả tính toán cho thấy, đường bờ kênh Quan Chánh Bồ hiện hữu có khả năng chịu đựng được ứng suất tới hạn khoảng  $19,6 - 22,4\text{N/m}^2$ , tương ứng với áp lực gây ra bởi sóng do tàu thuyền có độ lớn khoảng  $0,68 - 0,74\text{m}$ . Tương tự, đoạn bờ kênh Tát là  $5,9 - 18,2\text{N/m}^2$ , áp lực gây ra bởi sóng do tàu thuyền khoảng  $0,45 - 0,69\text{m}$

- ❖ Xây dựng giải pháp phát triển bền vững tuyến luồng bằng sáu giải pháp, trong đó có hai giải pháp phi công trình và bốn giải công trình áp dụng từng đoạn cụ thể. Khối lượng nạo được tính toán cho ba kịch lớn nhất, trung bình và thấp qua 11 mặt cắt tương ứng là 1.535.788,88; 1.204.065,68 và  $872.342,48\text{m}^3/\text{năm}$  cho đoạn tuyến luồng dài 20,77km. Thời gian nạo vét có thể hàng năm, hai năm hoặc đại tu tuyến luồng sau 5 năm tùy theo từng đoạn với kịch bản khối lượng lớn nhất là 538.008; 896.297 và  $1.535.789\text{m}^3/\text{năm}$ .

#### **KIẾN NGHỊ:**

- ❖ Cần có những nghiên cứu chuyên sâu tác động của hai tuyến đê chắn sóng đoạn cửa biển để có đánh giá chung về phát triển bền vững của cả hệ thống tuyến luồng.
- ❖ Đơn vị quản lý luồng cần có các công tác phối hợp với các đơn vị quản lý khai thác tuyến luồng, thực hiện các công tác đào tạo chuyển giao để khai thác được an toàn, hiệu quả. Cần triển khai thực hiện công tác theo dõi, quan trắc, đánh giá mức độ bồi xói của tuyến luồng để có biện pháp điều chỉnh và cải tạo phù hợp. Cần ứng dụng các giải pháp đã đề xuất, duy tu nạo vét theo kế hoạch hàng năm, hai năm và đại tu tuyến luồng sau năm năm đảm bảo phát triển bền vững của tuyến luồng.

## DANH MỤC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ

### Tạp chí quốc tế

1. **Son, Nguyen Huu;** Tin, Huynh Trung; Ngo, Dau Van, “The negative impacts of artificial islands on the beach erosion in the Eastern of Phu Quoc Island”, *Lecture Notes in Civil Engineering*, Geotec Hanoi 2019 on Geotechnics for Sustainable Infrastructure Development, vol. 62, pp. 1367-1374, ISSN 2366-2557, ISSN 2366-2565 (electronic), 2019. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-2184-3\\_179](https://doi.org/10.1007/978-981-15-2184-3_179).
2. **Son, Nguyen Huu;** Tin, Huynh Trung; Vinh, Bui Trong; Ngo, Dau Van, “The Mechanism of Riverbank Erosion Caused by Ship-Generated Waves along Hau River’s Entrance Navigation Channel, Southern Vietnam”, *Lecture Notes in Civil Engineering*, CREST 2020 organized by Kyushu University, Fukuoka, Japan, vol. 144, pp. 897-904, ISSN 2366-2557, ISSN 2366-2565 (electronic), 2021. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-0077-7\\_73](https://doi.org/10.1007/978-981-16-0077-7_73).

### Tạp chí trong nước

1. **Son, Nguyễn Hữu;** Ngo, Đậu Văn, “Đánh giá rủi ro xói lở: Trường hợp nghiên cứu tại bờ tuyến luồng tàu biển vào sông Hậu tại tỉnh Trà Vinh, Việt Nam”, đã được chấp nhận đăng trên số Đặc san năm 2021 của Tạp chí Thành viên Khoa học Trái đất và Môi trường, *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh*.
2. **Son, Nguyễn Hữu;** Ngo, Đậu Văn, “Phân tích và đánh giá phương án bù lún tuyến đê chắn sóng phía nam cho tàu trọng tải lớn vào sông Hậu”, đã được chấp nhận đăng trên số Đặc san năm 2021 của Tạp chí Thành viên Khoa học Trái đất và Môi trường, *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh*.

### Kỹ yếu hội nghị quốc tế

1. **Son, Nguyen Huu Son;** Ngo, Dau Van; Thong, Ho Chi; Thuy, Nguyen Thi Ngoc, “Using piezcone penetration testing of soils (CPTu) to determine the physico-mechanical properties of local sand using for sea dykes in Tra Vinh shore- South Vietnam”, tạp chí hội thảo quốc tế VietGeo 2018 được tổ chức bởi *Hội Địa chất Công trình và Môi trường*

*Việt Nam* (VAEGE) thuộc Bộ Khoa học và Công nghệ Việt Nam, ISBN 987-604-67-1141-4, tr.584-593, 2018.

### **Kỷ yếu hội nghị trong nước**

1. **Sơn, Nguyễn Hữu;** Ngô, Đậu Văn, “Nghiên cứu phương án xử lý và tính toán khối lượng bù lún tuyến đê chắn sóng trong quá trình thi công”, *Hội nghị KHCN toàn quốc VIETGEO 2019*, Địa kỹ thuật và Xây dựng phục vụ phát triển bền vững, Vĩnh Long, ISBN:978-604-67-1397-5, tr.95-101, 2019.
2. **Sơn, Nguyễn Hữu;** Ngô, Đậu Văn; Tín, Huỳnh Trung, “Roles of the Geological Structure to Bank Erosion at Hau’s river Entrance Navigation Channel, Tra Vinh Province, Vietnam”, *Khoa học trái đất và tài nguyên với phát triển bền vững 2020, (ERSD 2020)*, Hà Nội, ISBN 978-604762277-1, tr.105-110, 2020.