

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH TOÁN ĐỂ NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM THỦY ĐỘNG LỰC VÀ DỰ BÁO BỒI TỤ, XÓI LỖ LÒNG DẪN SÔNG, KÊNH CHÍNH TRÊN ĐỊA BÀN TỈNH HẬU GIANG

Trương Thị Nhân, Phan Mạnh Hùng, Phan Thị Hà Tuyên
Viện Kỹ thuật Biển

Tóm tắt: Tỉnh Hậu Giang là vùng có đặc điểm tự nhiên tương đối đặc biệt và chế độ dòng chảy rất phức tạp. Hệ thống sông ngòi kênh rạch chằng chịt, ảnh hưởng bởi thủy động lực từ sông Hậu và triều biển Đông, biển Tây. Ở đây, mức độ bồi tụ và xói lở đang diễn ra rất mạnh. Nghiên cứu này sử dụng bộ mô hình MIKE với các module MIKE 11 & MIKE21/3 FM. Trong đó MIKE 11 tính toán thủy động lực, vận chuyển bùn cát, nguy cơ bồi, xói sông kênh rạch, mô phỏng, tái hiện bức tranh thủy động lực trên toàn miền nghiên cứu và MIKE21/3 FM làm rõ hơn chế độ thủy động lực 2 chiều tại một số sông kênh rạch chính có nguy cơ xói lở.

Từ khóa: Thủy động lực, mô hình toán, Hậu Giang.

Summary: Hau Giang province is an area with relatively special natural features and complicated flow regime. The system of rivers and canals is interlaced, influenced by hydrodynamics from the Hau River and the tides of the East sea and West sea. The level of accretion and erosion is very strong. This study used MIKE models with MIKE 11 & MIKE21/3 FM modules. In which, MIKE 11 calculates hydrodynamics, sediment transport, sedimentation risk, erosion, simulates, reproduces the hydrodynamic picture and MIKE21/3 FM clarifies the 2D hydrodynamic regime in some major rivers, canals at risk of erosion.

Keywords: Hydrodynamics, mathematical modeling, erosion, Hau Giang.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

1.1. Giới thiệu

Hậu Giang là tỉnh nằm ở trung tâm, trong vùng trũng của khu vực Đồng bằng sông Cửu Long, thuộc vùng bán đảo Cà Mau; vùng có đặc điểm tự nhiên tương đối đặc biệt, địa hình xen kẽ cao thấp, không hoàn toàn giảm dần theo hướng Bắc - Nam hoặc Đông - Tây. Hệ thống sông ngòi kênh rạch chằng chịt, chịu ảnh hưởng của hai hệ thống dòng chảy là hệ thống sông Hậu với chế độ bán nhật triều không đều biển Đông và chế độ nhật triều biển Tây, tương tác giữa lũ, triều, hệ thống sông Cái Lớn, chịu ảnh hưởng xâm nhập mặn và cũng là trực tải lũ từ sông Hậu ra biển. Hệ thống các kênh rạch chuyển nước từ sông Hậu về biển Tây và bán đảo Cà Mau theo hướng Đông Bắc - Tây Nam với các kênh chính là kênh Xáng Xà No, kênh Xáng Nàng Mau,

kênh Cái Côn.

1.2. Vấn đề cần giải quyết

Quy luật xói bồi, biến hình lòng sông trong không gian rộng với những đặc thù riêng là vấn đề hết sức phức tạp, đặc biệt là đối với sông vùng triều. Cần nghiên cứu, đánh giá tình hình sạt lở, ứng dụng các mô hình mô phỏng và cảnh báo các khu vực có nguy cơ sạt lở để các nhà quản lý kịp thời đưa ra những giải pháp ứng phó và giảm nhẹ thiệt hại do sạt lở, phục vụ đắc lực cho công tác quy hoạch chính trị thủy lợi và phòng chống sạt lở các sông chính tỉnh Hậu Giang, góp phần đảm bảo mục tiêu phát triển bền vững của địa phương. Vì vậy ứng dụng mô hình toán để nghiên cứu đặc điểm thủy động lực và dự báo bồi tụ, xói lở lòng dẫn sông, kênh chính trên địa bàn tỉnh Hậu Giang là rất quan trọng.

Ngày nhận bài: 24/11/2022

Ngày thông qua phản biện: 29/12/2022

Ngày duyệt đăng: 06/01/2023

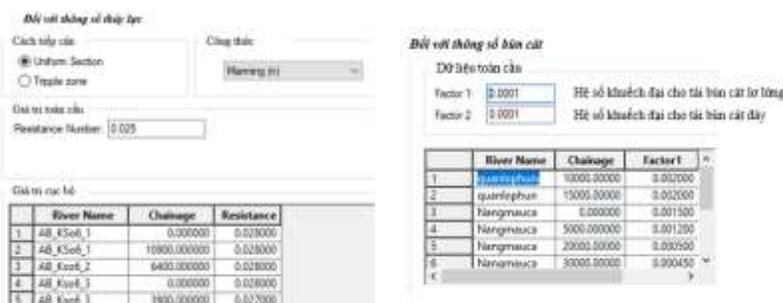
năm lũ lớn 2011

KB2: Dự báo biến đổi lòng dẫn sau 8 năm từ năm 2018 đến năm 2025

2.4. Hiệu chỉnh & kiểm định mô hình

Mô hình MIKE11 hiệu chỉnh, kiểm định thông số thủy lực theo hệ số nhám Manning (n), thông

số bùn cát theo hệ số hiệu chuẩn. Mô hình MIKE21/3FM được hiệu chỉnh, kiểm định thông số nhám Manning (M) và hệ số nhớt rối (CS). Để đánh giá độ chính xác của mô hình trong quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình, lựa chọn hệ số tương quan R², hệ số RMSE và hệ số NSE để đánh giá chuỗi số liệu.



Hình 2: Hiệu chỉnh thông số mô hình MIKE11

Bảng 1: Thang đánh giá độ tin cậy của mô hình theo các chỉ số

Mức độ đánh giá	Tốt	Khá	Trung bình	Kém
$R^2 = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (sim - \overline{sim})(obs - \overline{obs})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (sim - \overline{sim})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^N (obs - \overline{obs})^2}} \right]^2$	0.9 ÷ 1.0	0.7 ÷ 0.9	0.5 ÷ 0.7	0.3 ÷ 0.5
$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (sim - obs)^2}{N}}$	0.0 ÷ 0.05	0.05 ÷ 0.10	0.10 ÷ 0.2	> 0.2
$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (obs - sim)^2}{\sum_{i=1}^N (obs - \overline{obs})^2}$	0.75 ÷ 1.00	0.65 ÷ 0.75	0.50 ÷ 0.65	≤ 0.50

Bảng 2: Bảng tổng hợp tính sai số kiểm định lưu lượng, mực nước mô hình MIKE11

Tên Trạm	H4	H5	Tên Trạm	Q4	Q5
R2	0.93	0.92	R2	0.79	0.87
RMSE	0.10	0.06	NSE	0.68	0.75

Bảng 3: Bảng tổng hợp tính sai số kiểm định vận tốc mô hình MIKE21/3FM

Tên trạm	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
R2	0.68	0.90	0.81	0.73	0.83	0.68	0.63
NSE	0.64	0.88	0.86	0.69	0.81	0.62	0.77

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định các mô hình cho thấy dữ liệu tính toán từ mô hình toán khi so sánh với dữ liệu thực đo cho độ chính xác nằm trong khung đánh giá khá và tốt. Với giá trị hiệu chỉnh và kiểm định này cho độ tin cậy của mô hình là chấp nhận được. Các thông số hiệu chỉnh được sử dụng trong suốt quá trình

mô phỏng các kịch bản tính toán sau này.

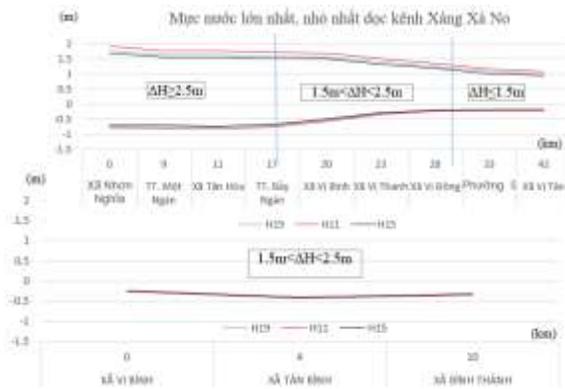
3. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thủy động lực khu vực tỉnh Hậu Giang

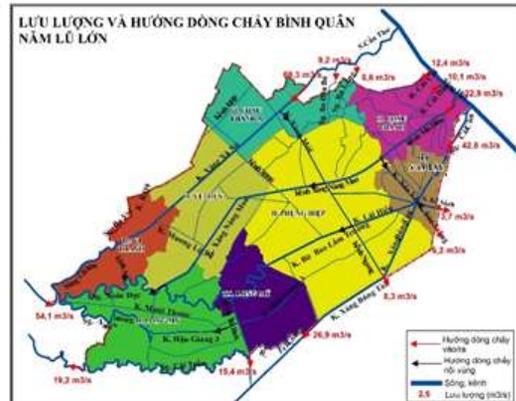
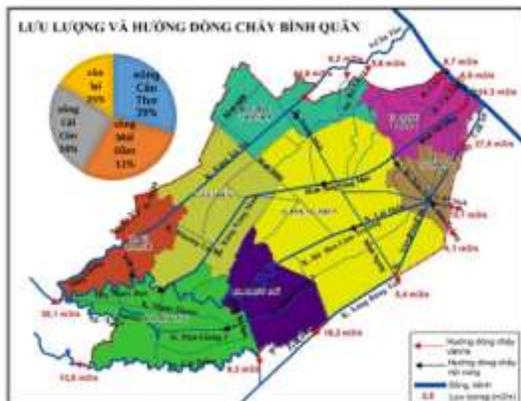
Khu vực dự án nằm trong vùng bán đảo Cà Mau nên chịu tác động không chỉ thủy động lực từ

sông Hậu mà còn 2 chế độ động lực triều biển Đông và biển Tây có biên độ khác nhau. Qua mô phỏng tính toán, xu thế chung độ dốc mực nước thấp dần theo hướng từ phía đông sang tây, chia làm 3 phân vùng triều. Tại vị trí đầu giáp sông Cần Thơ và sông Hậu ảnh hưởng lớn của thủy động lực từ sông Hậu và triều biển Đông thuộc phân vùng triều mạnh, biên độ triều dao động khoảng 2,5 m. Đi sâu vào trong, tại

phía tây Hậu Giang, vị trí giáp sông Cái Lớn thuộc phân vùng triều nhỏ, biên độ triều dao động dưới 1,5 m do sự thay đổi địa hình đáy sông, bên cạnh sự tác động của dao động triều biển Tây. Huyện Phụng Hiệp và huyện Vị Thủy thuộc phân vùng triều vừa, là khu vực giáp triều có sự giao thoa giữa triều biển Đông và triều biển Tây, biên độ triều từ 1,5 ÷ 2,5 m.



Hình 3: Phân vùng ảnh hưởng triều tỉnh Hậu Giang và mực nước đặc trưng dọc kênh

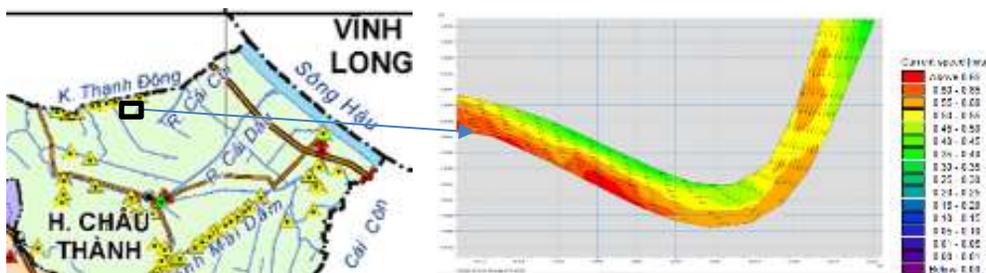


Hình 4: Phân bố dòng chảy trung bình năm hiện trạng 2019 và năm lũ lớn 2011

Kết quả tính toán đã cho thấy nguồn nước chủ yếu đổ vào khu vực Hậu Giang là đến từ sông Hậu, chủ yếu các sông Cần Thơ (39%), Kênh Mái Dầm (12%) và sông Cái Côn (24%). Lượng nước từ sông Cần Thơ đổ vào Hậu Giang chính là qua kênh Xáng Xà No, sông Ba Láng và kênh So Đũa Bé. Bên cạnh thông qua Kênh Mái Dầm và sông Cái Côn thì khu vực Hậu Giang được nhận trực tiếp từ lượng nước sông Hậu thông qua rạch Cái Cui và rạch Cái Dầm. Dòng chảy ra khỏi khu vực Hậu Giang về hướng sông Cái Lớn thuộc tỉnh Kiên Giang qua các ngã kênh

Xáng Búng Tàu đi về hướng kênh Quản Lộ - Phụng Hiệp, sông Cái Tràu, sông Nước Đục, kênh Xáng Xà No và các con kênh rạch nhỏ hơn như sông Kế Sách, sông Sóc Trăng, kênh Ngang và kênh Trà Ban. Lượng nước trung bình vào năm lũ lớn 2011 đi qua khu vực Hậu Giang đã tăng lên đến 52% so với kịch bản hiện trạng.

3.2. Phân tích chế độ thủy động lực và dự báo biến đổi lòng dẫn chi tiết một số kênh rạch chính

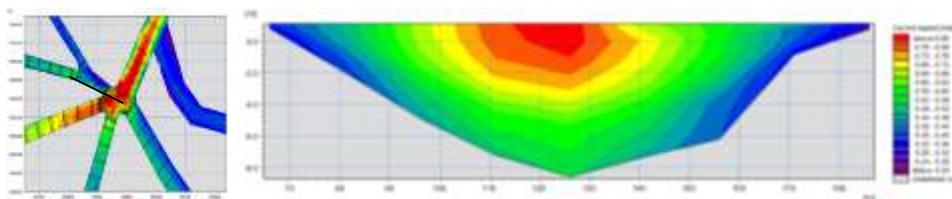


Hình 5: Lưu tốc thời điểm mùa lũ và mặt cắt ngang đoạn cong kênh Thạnh Đông

Kênh Thạnh Đông chịu ảnh hưởng lớn từ sông Hậu, có nguy cơ xói lở dọc sông, nhất là một số đoạn sông cong do giá trị lưu tốc cao, ép sát vào bờ lồi.

Khu vực ngã bảy Phụng Hiệp là nơi giao thoa rất nhiều các con sông, kênh bao gồm: sông Cái Côn, sông Kế Sách, kênh Sóc Trăng, kênh Xáng Búng

Tàu, kênh Lái Hiếu, kênh Xẻo Môn và kênh Xẻo Vông. So với các đoạn sông kênh còn lại, lưu tốc dòng chảy trên sông Cái Côn là lớn nhất, tiếp đến là kênh Sóc Trăng. Tại vị trí giao của các kênh rạch diễn biến dòng chảy khá phức tạp, vận tốc dòng chảy lớn, xảy ra dòng chảy rối làm tăng xáo trộn bùn cát đáy nên có hiện tượng xói lở.

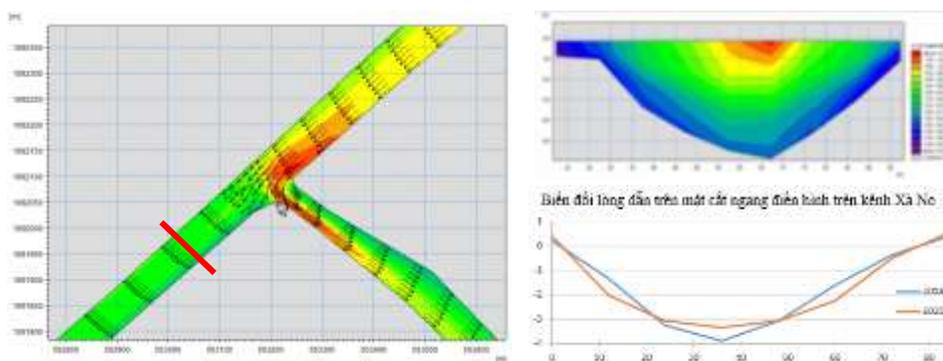


Hình 6: Lưu tốc thời điểm mùa lũ và mặt cắt ngang khu vực Ngã Bảy Phụng Hiệp

Dòng chảy có xu hướng đi từ phải qua trái, lưu tốc tăng cao tại ngã ba Xà No, quá trình dòng chảy tương đối khá phức tạp. Vào mùa lũ, có nhiều thời điểm vào triều rút nhưng hướng dòng chảy vẫn từ phải qua trái bởi lưu lượng dòng từ sông Hậu đổ vào lớn.

Nhìn chung, các khu vực giao nhau có hiện tượng xói nhẹ bởi đây là nơi dòng chảy biến đổi khá phức tạp, có thể xuất hiện dòng chảy rối. Khi các vòng xoáy áp sát bờ thường trong phạm vi của vùng hợp lưu, các dòng chảy thúc đẩy lẫn nhau

tao nên các dòng chảy rối xoắn ốc rất phức tạp gây xói lở lòng dẫn cũng như sụp đổ bờ. Do vị trí và cường độ phá huỷ của các dòng chảy rối xoắn thay đổi liên tục, phụ thuộc vào lưu lượng và vận tốc của từng dòng phụ lưu khi đổ vào vùng hợp lưu nên hiện tượng xói lở lòng dẫn cũng như sụp đổ bờ sông tại các vùng hợp lưu thường xảy ra phức tạp và quy luật đôi lúc không rõ ràng hoàn toàn. Thông thường ngay sau vị trí hợp lưu xảy ra hiện tượng xói lòng dẫn thì cũng xuất hiện bồi lòng dẫn.

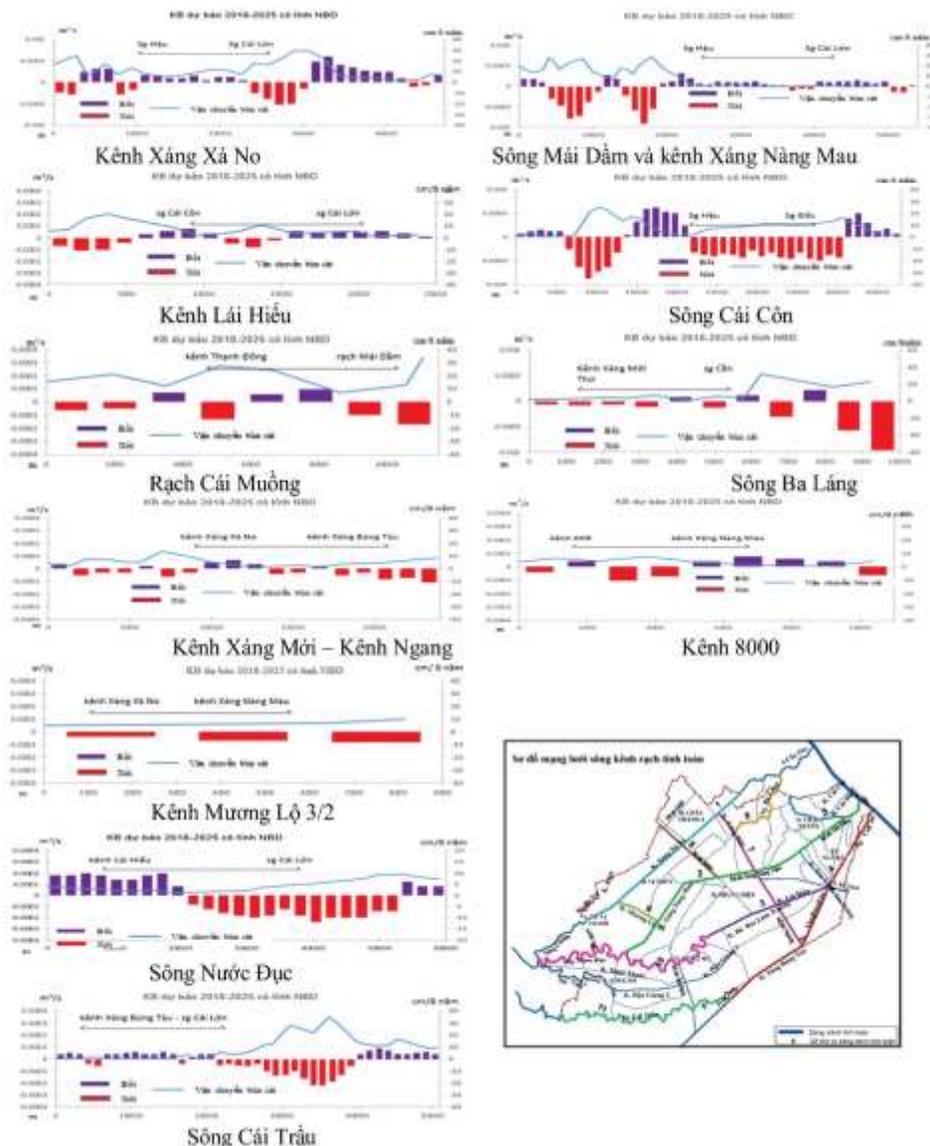


Hình 7: Phân bố lưu tốc mùa lũ và biến đổi lòng dẫn MCN khu vực kênh Xáng Xà No

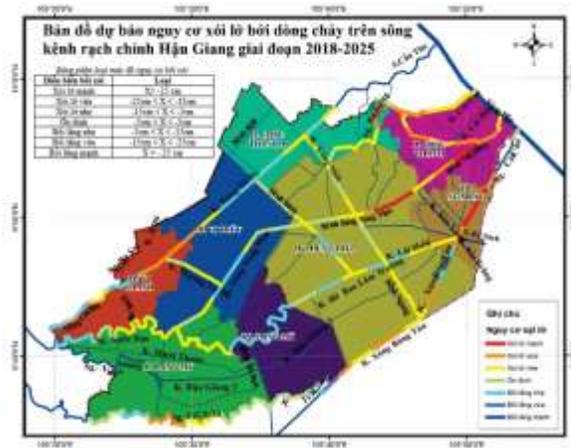
3.3. Dự báo vận chuyển bùn cát & nguy cơ bồi xói 8 năm từ 2018-2025

Nghiên cứu dự báo vận chuyển bùn cát và nguy cơ bồi xói một số sông, kênh, rạch chính đại diện cho hệ thống sông ở khu vực Hậu Giang trong 8 năm từ 2018 - 2025. Nhìn chung sự tác động của yếu tố nước biển dâng đến quá trình vận chuyển bùn cát tại khu vực Hậu Giang là không đáng kể. Sự thay đổi về lưu lượng vận chuyển bùn cát có tác động đến địa hình đáy sông kênh, làm xảy ra hiện tượng bồi xói lòng dẫn xen kẽ. Dòng chảy từ thượng lưu mang theo

các trầm tích thô về phía hạ lưu và lắng đọng tại khu vực có vận tốc dòng chảy nhỏ hơn vận tốc lắng. Tại những vị trí có địa hình đáy gồ ghề và độ nhám đáy lớn, dòng chảy có xu hướng chảy nhanh hơn, vận tốc dòng chảy tăng lớn gây ra sự xáo trộn dòng chảy, xuất hiện dòng chảy rối và tạo nên hố xói. Hố xói này dần lớn hơn theo thời gian cho đến khi đạt được cân bằng bùn cát. Từ dự báo vận chuyển trầm tích 8 năm dọc các sông kênh rạch phân tích, tổng hợp lập bản đồ dự báo nguy cơ xói lở bởi dòng chảy trên sông kênh rạch chính tỉnh Hậu Giang giai đoạn 2018 – 2025.



Hình 8: Dự báo vận chuyển trầm tích và biến đổi lòng dẫn sau 8 năm tại các sông kênh rạch chính tỉnh Hậu Giang



Hình 9: Bản đồ dự báo nguy cơ xói lở bờ dòng chảy trên sông kênh rạch chính Hậu Giang giai đoạn 2018-2025

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy hệ thống sông, kênh, rạch tỉnh Hậu Giang chịu ảnh hưởng chế độ thủy động lực từ sông Hậu, triều biển Đông và biển Tây với các sông, kênh, rạch có nhiều đoạn sông cong và các điểm giao cắt với chế độ dòng chảy rất phức tạp. Có sự khác biệt giữa khu vực tiếp giáp trực tiếp với sông Hậu và khu

vực đi sâu vào phía trong về phía sông Cái Lớn. Khu vực phía tiếp giáp sông Hậu gồm các huyện Châu Thành, Châu Thành A, thị xã Ngã Bảy và huyện Phụng Hiệp có vận tốc dòng chảy lớn, lượng bùn cát vận chuyển có giá trị lớn cũng như nguy cơ bị tác động đến sự ổn định lòng dẫn và bờ sông, kênh rạch có thể lên đến hơn 30 cm/8 năm. Vận tốc dòng chảy giảm đi khá nhanh khi đi sâu vào phía trong bởi sự tác động của lực ma sát gây ra bởi địa hình. Bên cạnh đó, dòng chảy tại một số vị trí đoạn cong tăng lên, xu hướng ép sát về phía bờ lồi có nguy cơ xói lở. Càng vào phía trong theo hướng Tây Nam thì lượng vận chuyển bùn cát cũng giảm đi rõ rệt. Tại một số vị trí Ngã Bảy, Ngã Sáu là nơi giao của các kênh, rạch hay nơi ngã ba phân lưu hợp lưu trên kênh Xáng Nàng Mau hay kênh Xáng Xà No diễn biến dòng chảy khá phức tạp, xảy ra dòng chảy rối làm tăng xáo trộn bùn cát đáy, diễn ra hiện tượng xói nhẹ tại những khu vực giao nhau, phân lưu và hợp lưu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Tài Nguyên và Môi Trường. 2016. “Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam”.
- [2] MIKE 11 A Modelling System for Rivers and Channels: Reference Manual. 2014. DHI Water and Environment.
- [3] MIKE 11, A computer based modeling system for rivers and channels: Reference manual. 2014. DHI Water and Environment.
- [4] MIKE_213_Coupled_Model_FM: User Guide. 2014. DHI Water and Environment.
- [5] MIKE21_FM_Coupled_Step_By_Step. 2014. DHI Water and Environment
- [6] MIKE21_FM_Sand Transport Module. User Guide. 2014. DHI Water and Environment.
- [7] MIKE21_FM_Mud Transport Module. User Guide. 2014. DHI Water and Environment.
- [8] MIKE ZERO. The common DHI User Interface for Project Oriented Water Modelling. User Guide. 2014. DHI Water and Environment.