

DOI:10.22144/ctu.jvn.2022.229

PHÂN TÍCH CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN ỔN ĐỊNH BỜ SÔNG: TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU TẠI ĐOẠN SÔNG CHÀ VÀ, TỈNH VĨNH LONG

Trần Văn Tỷ¹, Phạm Hồng Tiến², Lâm Văn Thịnh³, Huỳnh Thị Cẩm Hồng¹, Cù Ngọc Thắng¹, Đinh Văn Duy^{1*}, Nguyễn Thái An¹, Lưu Quốc Anh⁴ và Nguyễn Thành Liêm⁵

¹Trường Bách Khoa, Trường Đại học Cần Thơ

²Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn tỉnh Vĩnh Long

³Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

⁴Phòng Quản lý Đô thị, thị xã Long Mỹ, tỉnh Hậu Giang

⁵Ban Quản lý các khu công nghiệp tỉnh Hậu Giang

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Đinh Văn Duy (email: dvduy@ctu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 09/02/2022

Ngày nhận bài sửa: 12/07/2022

Ngày duyệt đăng: 02/08/2022

Title:

Analysis of affecting factors on the stability of riverbanks: A case study in Cha Va river, Vinh Long province

Từ khóa:

Ảnh vệ tinh, gia tải, ổn định bờ sông, sông Chà Và, thành phần hạt, vận tốc dòng chảy

Keywords:

Satellite images, surcharge loads, riverbank stability, Cha Va river, grain-size distribution, flow velocity

ABSTRACT

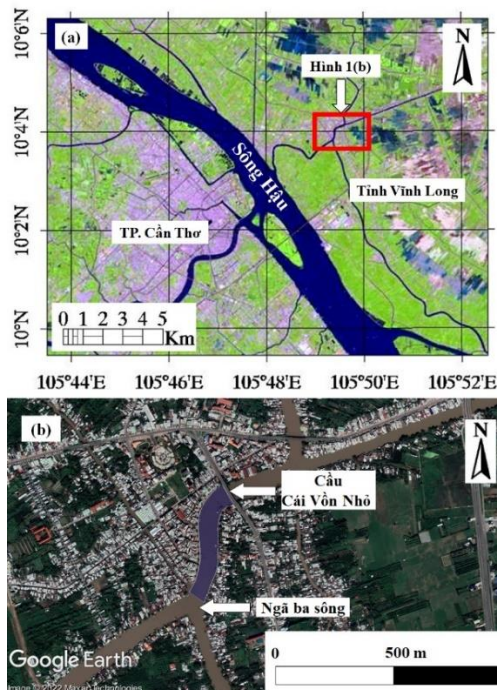
This study aimed to analyze the effect of hydrogeological conditions and surcharge loads on the stability of Cha Va's river banks in Vinh Long province. Satellite images were loaded from Google Earth and used to analyze the current erosion of the river banks and the urbanization process along the river banks. Primary and secondary data such as topographic, geological, hydrological data, and waves induced by ship motions were collected and analyzed. The factor of safety was used to analyze the levels of stability of the river banks. Input data was employed from the primary and secondary data such as geology, water levels, wave load, and surcharge loads due to urbanization. Measured flow velocity was compared with the allowed non-erosion velocity of the bed-sediment to examine the potential erosion caused by flow velocity. The results show that erosion and deposition have been happening along the studied river banks. Flow velocity is one of the reasons causing river bank erosion. The integrated effects of soft soil, water level fluctuation, wave load, and surcharge loads is found to be the cause of instability of the Cha Va's riverbank.

TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu này là phân tích ảnh hưởng của các yếu tố địa chất thủy văn và gia tải đến ổn định bờ sông Chà Và, tỉnh Vĩnh Long. Ảnh vệ tinh tải về từ phần mềm Google Earth được sử dụng để đánh giá mức độ sạt lở bờ sông và mức độ đô thị hóa ven sông. Các số liệu sơ cấp và thứ cấp như địa hình, địa chất, thủy văn và sóng tàu được thu thập và phân tích. Hệ số an toàn được sử dụng để phân tích mức độ ổn định bờ sông. Các thông số đầu vào của mô hình được lấy từ các số liệu phân tích các yếu tố địa chất, mực nước, tải trọng sóng và tải trọng do quá trình đô thị hóa. Vận tốc dòng chảy thực đo được so sánh với vận tốc không xói của bùn cát cấu tạo bờ sông để đánh giá khả năng gây xói của vận tốc. Kết quả phân tích cho thấy xói lở và bồi tụ đang diễn ra dọc theo đoạn sông nghiên cứu. Vận tốc dòng chảy là một trong những nguyên nhân gây xói lở bờ sông. Tổ hợp của các yếu tố khác như địa chất yếu, dao động mực nước sông, sóng tàu và tải trọng là nguyên nhân gây mất ổn định bờ sông Chà Và.

1. GIỚI THIỆU

Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) với diện tích khoảng 60.000 km² là một trong ba đồng bằng châu thổ lớn nhất trên thế giới (Anthony et al., 2007). Mạng lưới sông ngòi dày đặc của ĐBSCL là ưu thế để phát triển nông nghiệp và giao thông thủy. Tuy nhiên, dưới tác động của các yếu tố tự nhiên và nhân tạo, hiện tượng sạt lở bờ sông trong những năm qua đã gây ra những vấn đề nghiêm trọng trong sản xuất và phát triển kinh tế của vùng. Hiện tượng sạt lở bờ sông ở ĐBSCL đang là một vấn đề nhận được sự quan tâm của các nhà khoa học trong và ngoài nước. Tuy nhiên, các nghiên cứu trước đây về sạt lở bờ sông ở ĐBSCL chỉ tập trung trên hai sông chính là sông Tiền và sông Hậu, như nghiên cứu của Hùng (2004), Hải và Trinh (2010), Hoàn và Hùng (2016), Long và ctv. (2019), Nga và ctv. (2020), và Văn và ctv. (2021). Có rất ít các nghiên cứu về sạt lở bờ sông ở các chi lưu trong khi sạt lở bờ sông trên các chi lưu cũng đang gây ra những hậu quả rất nghiêm trọng về người và của cho các hộ dân sinh sống ven sông. Các nghiên cứu về sạt lở bờ sông trên các chi lưu trong những năm gần đây có nghiên cứu của Lộc và ctv. (2020), Bằng và ctv. (2021), và Trí và ctv. (2021).



Hình 1. Khu vực nghiên cứu

Vì các lý do nêu trên, nghiên cứu này tập trung phân tích các nguyên nhân gây sạt lở bờ sông Chà Và, đoạn qua khóm Đông Bình, phường Đông

Thuận, thị xã Bình Minh, tỉnh Vĩnh Long. Đoạn sông thuộc khu vực nghiên cứu (KVNC) có chiều dài khoảng 600 m bắt đầu từ ngã ba sông Chà Và-Trà Ôn và kết thúc tại cầu Cái Vồn Nhỏ (Hình 1).

Theo Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn tỉnh Vĩnh Long (2020), trong vài năm trở lại đây trên tuyến sông Chà Và thuộc KVNC xuất hiện tình trạng sạt lở nghiêm trọng, nhiều đoạn đường và nhà của người dân đã bị hư hỏng (Hình 2).



Hình 2. Hiện trạng sạt lở tuyến sông Chà Và

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

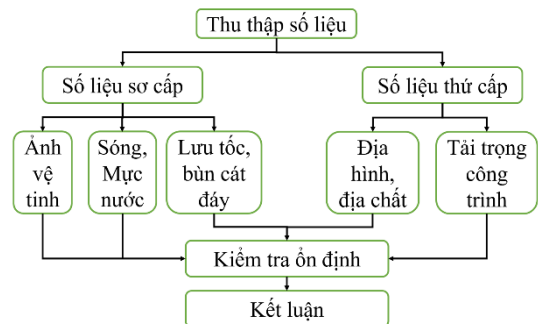
2.1. Thu thập số liệu

Số liệu thứ cấp và sơ cấp sử dụng trong nghiên cứu này được tóm tắt trong Bảng 1.

Bảng 1. Số liệu và nguồn số liệu

Số liệu	Thời gian	Nguồn
Ảnh viễn thám	2008, 2014, 2020	Google Earth
Địa hình đáy	2020	Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam (SIWRR)
Địa chất	2020	SIWRR
Vận tốc dòng chảy	2020	Tác giả đo
Đo sâu	2020	Tác giả đo
Mực nước	2020	Tác giả đo

Trình tự các bước phân tích các nguyên nhân gây sạt lở bờ sông Chà Và được trình bày trong Hình 3.



Hình 3. Trình tự các bước thực hiện

2.2. Phân tích ảnh viễn thám

Ảnh viễn thám chất lượng cao (khoảng 1 m/pixel) tải về từ phần mềm Google Earth được phân tích để quan sát biến động đường bờ sông KVNC trong giai đoạn 2008-2020. Thông số ảnh viễn thám được trình bày trong Bảng 2. Các ảnh tải về được nắn chỉnh về cùng khung hình học bằng cách sử dụng chức năng Registration trong bộ công cụ Map của phần mềm ENVI. Các ảnh sau khi được nắn chỉnh hình học sẽ được đưa vào phần mềm ArcMAP để tiến hành chiết xuất đường bờ. Vì các ảnh tải về thông qua công cụ Google Earth không phải là ảnh đa phổ nên không thể sử dụng các phép phân loại để chiết xuất đường bờ một cách tự động. Thay vào đó, phương pháp thủ công được sử dụng để chiết xuất đường bờ (Malarvizhi et al., 2016).

Bảng 2. Thông số các ảnh tải về từ công cụ Google Earth

Nguồn ảnh	Ngày chụp	Độ phân giải
Maxar Technologies	2008-05-06	1 m
Maxar Technologies	2009-08-12	1 m
CNES/Airbus	2014-07-01	1 m
Maxar Technologies	2015-31-12	1 m
CNES/Airbus	2017-23-01	1 m
Maxar Technologies	2019-08-12	1 m
Maxar Technologies	2020-09-03	1 m

2.3. Vị trí khảo sát và đo đạc

Độ sâu ký hiệu là h (đơn vị m), là khoảng cách từ mặt thoáng nước tới đáy sông theo chiều thẳng đứng và được đo tại các thủy trực. Thủy trực là một đường thẳng tưởng tượng vuông góc với mặt thoáng của nước và đáy sông mà trên đó người ta tiến hành đo sâu hoặc đo vận tốc. Số lượng mặt cắt và số điểm đo trên mặt cắt sẽ quy định độ chính xác của số liệu đo. Trong nghiên cứu này, vị trí mặt cắt được chọn tại những vị trí có địa hình thay đổi như vị trí sông cong, bề rộng sông thay đổi, vị trí có tải trọng ven bờ, những vị trí sạt lở. Máy đo độ sâu cầm tay Hondex PS-7, thước dây, máy thủy bình được sử dụng để đo mặt cắt sông. Sơ họa vị trí đo cắt ngang lòng sông, lưu tốc, vị trí lấy mẫu bùn cát đáy và vị trí hố khoan địa chất được trình bày trong Hình 4. Trong nghiên cứu này, tại mỗi mặt cắt địa hình đáy được bố trí đo theo bảy thủy trực.



Hình 4. Sơ đồ vị trí đo đạc, thu mẫu tại KVNC

2.4. Đo lưu tốc dòng chảy

Lưu tốc dòng chảy được bố trí đo theo bảy thủy trực tại từng mặt cắt (công tác đo sâu và đo lưu tốc được thực hiện đồng thời). Lưu tốc dòng chảy được bố trí đo vào thời điểm chuyển tiếp giữa pha triều lên hoặc xuống vì đây là thời điểm lưu tốc dòng chảy lớn nhất. Thiết bị đo lưu tốc dòng chảy MIDAS-ECM (Hình 5) được sử dụng và đo theo phương pháp 6 điểm (Hình 6) và lưu tốc dòng chảy trung bình được tính theo công thức:

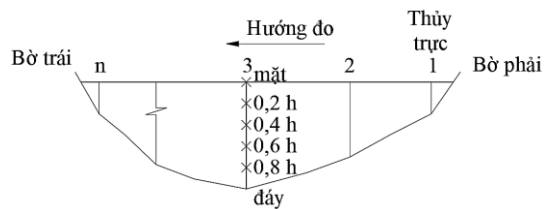
$$v_{tb} = \frac{1}{10} (v_m + 2v_{0,2} + 2v_{0,4} + 2v_{0,6} + 2v_{0,8} + v_d) \tag{1}$$

Trong đó, v_{tb} là vận tốc trung bình (m/s), v_m là vận tốc tại điểm mặt (m/s), v_d là vận tốc tại đáy (m/s), $v_{0,2}$; $v_{0,4}$; $v_{0,6}$ và $v_{0,8}$ lần lượt là vận tốc dòng chảy tại các điểm có độ sâu 0,2 h; 0,4 h; 0,6 h và 0,8 h.

MIDAS-ECM là thiết bị đo vận tốc dòng chảy tự ghi của hãng Valport, Anh với độ chính xác rất cao là 0,001 m/s giá trị đọc. Thiết bị có thể hoạt động được ở độ sâu lên đến 5.000 m và thu thập dữ liệu liên tục trong 10 ngày. Thiết bị đo dòng chảy tự ghi Midas ECM phù hợp với những công việc công tác nghiên cứu thủy văn, thủy động lực học.



Hình 5: Đo lưu tốc dòng chảy



Hình 6. Sơ đồ đo lưu tốc theo phương pháp 6 điểm

2.5. Mẫu bùn cát đáy sông và phân tích thành phần hạt

Các vị trí lấy mẫu bùn cát được thể hiện trên Hình 4. Thiết bị gầu Ekman được sử dụng để thu mẫu bùn cát đáy sông và phân tích thành phần hạt theo thí nghiệm lắng đọng (Bộ Khoa học và Công nghệ, 2012). Từ đường cong cấp phối (thành phần hạt), xác định kích thước hạt trung bình (d50) của mẫu bùn cát và vận tốc không xói của bùn cát được xác định theo TCVN 4198:2014 (Bộ Khoa học và Công nghệ, 2012). Quá trình lấy mẫu và lưu trữ mẫu bùn cát đáy sông được thực hiện như trên Hình 7. Việc lấy mẫu bùn cát được tiến hành cùng thời điểm đo sâu và đo lưu tốc dòng chảy.



Hình 7. Minh họa lấy mẫu bùn cát đáy sông

2.6. Đo sóng tàu

Theo Thang et al. (2020), sóng tàu là một nguyên nhân gây ra sạt lở bờ sông ở ĐBSCL. Trong nghiên cứu này, thiết bị đo mực nước *level-logger* của Canada được sử dụng để đo dao động mực nước từ đó tính ra được chiều cao sóng tàu do các phương tiện vận tải thủy gây ra trên tuyến sông thuộc KVNC. Thời gian đo sóng tàu được thực hiện từ 10:00 đến 14:00 giờ ngày 02 tháng 10 năm 2020. Phương pháp đo và chuyển đổi số liệu mực nước sang số liệu sóng được thực hiện theo tham khảo của Thang et al. (2020) và Thuận và ctv. (2021).

2.7. Phân tích nguyên nhân gây sạt lở bờ sông

Do dòng chảy

Vận tốc dòng chảy có tác động lớn đến ổn định bờ sông. Trên tuyến sông có lưu lượng Q là hằng số thì tại những vị trí mặt cắt sông hẹp và dòng chảy xiết thường xảy ra sạt lở nhiều hơn các vị trí khác. Dòng chảy xiết gần bờ quét lớp bùn trên mặt dẫn dẫn khiến bờ bị bào mòn gây ra sạt lở. Vì vậy, cần xác định vận tốc dòng chảy tại một số mặt cắt trên tuyến sông và so sánh với vận tốc không xói cho phép theo TCVN 4198:2014. Vận tốc dòng chảy được xác định thông qua đo đạc thực tế.

Vận tốc không xói cho phép là vận tốc lớn nhất mà dòng chảy đạt tới trị số ấy không gây ra sự xói lở lòng kênh. Vận tốc không xói cho phép phụ thuộc vào tính chất cơ lý của đất nơi tuyến kênh đi qua để dùng đắp kênh hoặc làm vật liệu gia cố kênh; lượng

ngậm phù sa và tính chất phù sa của dòng chảy trong kênh; và lưu lượng của kênh, kích thước mặt cắt ngang của kênh và các yếu tố thủy lực của dòng chảy trong kênh.

Theo Kixelep *et al.* (2008), giá trị của vận tốc khởi động v_k , tức là vận tốc trung bình bé nhất của dòng chảy để hiện tượng bắt đầu tách các hạt đơn độc của đất không dính trên đáy được xảy ra một cách liên tục, được xác định theo công thức sau:

Khi tổ hợp hạt rắn là đồng nhất:

$$v_k = \lg \frac{8,8H}{d} \sqrt{\frac{2g(\gamma_1 - \gamma_n)d}{1,75\gamma}} \tag{2}$$

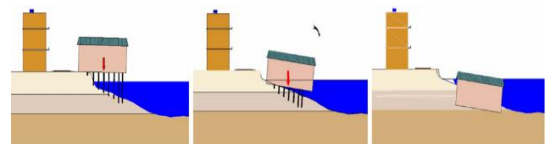
Khi tổ hợp của đất tại đáy lòng dẫn là không đồng nhất:

$$v_k = \frac{2g(\gamma_1 - \gamma_n)d_{tb}}{1,75\gamma_1} \lg \frac{8,8H}{d_s} \tag{3}$$

Trong đó, d_s là đường kính của các hạt lớn nhất chiếm 5% toàn bộ lượng bùn cát (m); d_{tb} là đường kính trung bình của hỗn hợp bùn cát (m); γ_1 ; γ_n lần lượt là trọng lượng thể tích của bùn cát và nước (kN/m^3); và H là chiều sâu dòng chảy (m).

Do gia tải trên bờ sông

Ở vùng ĐBSCL nói chung và khu vực sông Chà Và nói riêng, tình trạng xây cất nhà dọc các tuyến sông rạch đã được hình thành và duy trì bao đời nay. Tuy nhiên, việc xây cất này có thể gây nguy hiểm cho người và tài sản của người dân. Bên cạnh đó, nhà tạm, nhà kiên cố, lấp đất lấn chiếm lòng sông cũng là một trong những nguyên nhân làm tăng tải trọng ven bờ dẫn đến tăng tải trọng ngang, gây sạt trượt bờ sông. Hiện nay, có rất nhiều căn nhà xây dựng trên bờ sông Chà Và vì vậy sạt lở do gia tải quá mức rất dễ xảy ra. Ngoài ra, điều kiện địa chất của KVNC có xuất hiện lớp bùn sét trạng thái chảy đến độ sâu 28,5 m. Đây là lớp đất thuộc hệ bồi tích trẻ nên có hệ số nền lún lớn, cường độ chịu tải nhỏ, dễ gây lún công trình và sạt lở. Quá trình sạt lở do gia tải ven bờ được minh họa như Hình 8.



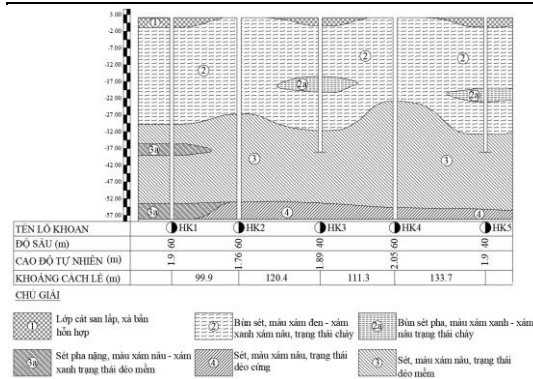
Hình 8. Minh họa quá trình sạt lở do gia tải ven bờ

Do cấu tạo địa chất và dao động mực nước

Đặc điểm cấu tạo địa chất bờ sông tại KVNC tương đối yếu với các lớp đất yếu dày trên 30 m như thể hiện trên Hình 9 là mặt cắt địa chất tại KVNC. Dao động mực nước được tính toán dựa trên chuỗi số liệu quan trắc mực nước từ năm 1986 đến 2018. Ảnh hưởng của dao động mực nước tới xói lở bờ sông được xem xét và đánh giá với giả thuyết dao động mực nước trong phạm vi tầng địa chất yếu tạo ra "hàm ếch", là một trong những nguyên nhân gây sạt lở. Số liệu địa chất KVNC được trình bày trong Bảng 3.

Bảng 3. Thông số địa chất KVNC

Lớp đất	Dung trọng tự nhiên γ (g/cm ³)	Góc ma sát trong (φ^0)	Lực dính C (kG/cm ²)
1	1,80	30°0'	-
2a	1,77	4°14'	0,051
2	1,60	3°19'	0,053
3a	1,76	7°35'	0,128
3	1,71	7°25'	0,129
4	1,81	12°08'	0,254



Hình 9. Mặt cắt địa chất KVNC

2.8. Đánh giá mức độ ổn định bờ sông

Mức độ ổn định được đánh giá thông qua tính toán hệ số ổn định, được xác định theo phương pháp Bishop (1955):

$$K_{at} = \frac{\sum [C_i \times L_i + W_i \times \cos \alpha_i \times \text{tg} \varphi_i]}{\sum W_i \times \sin \alpha} \quad (4)$$

Trong đó: C_i là lực dính của mảnh thứ i trong phạm vi chiều dài cung trượt; L_i là chiều dài cung trượt thứ i ; W_i là trọng lượng mảnh thứ i ; α_i là góc nghiêng của mảnh thứ i so với phương tại tâm trượt; φ_i là góc nội ma sát của mảnh thứ i .

Hệ số ổn định tương ứng với các trường hợp (yếu tố tác động) tại các mặt cắt được tính toán (Bảng 4) và được so sánh với giá trị cho phép K_{at} theo QCVN 04-05: 2012/BNNT (Bộ Nông nghiệp và Phát

triển nông thôn, 2012) nhằm xác định mức độ ảnh hưởng của các yếu tố như tải trọng nhà cửa, áp lực nước lỗ rỗng, sóng tàu đến ổn định bờ sông.

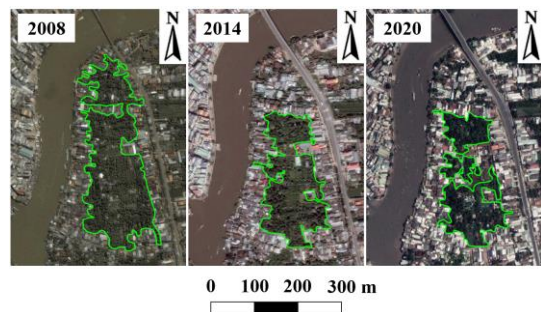
Bảng 4. Trường hợp tính toán

Trường hợp	Mặt cắt	Mực nước lớn nhất	Mực nước nhỏ nhất	Tải trọng
1	1-1÷7-7	x		
2	1-1÷7-7		x	
3	1-1÷7-7		x	x
4	1-1÷7-7		x	
5	1-1÷7-7		x	x

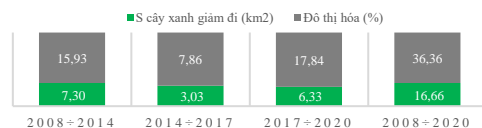
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Mức độ đô thị hóa và diễn biến đường bờ sông

Kết quả phân tích ảnh được thể hiện trong Hình 10, 11, 12 và Hình 13. Hình 10 và Hình 11 cho thấy diện tích cây xanh từ năm 2008 đến năm 2020 đã giảm đi 16.66 km² tương đương 36% đô thị hóa. Theo thời gian tương ứng với phần diện tích cây xanh bị giảm đi là mức độ đô thị hóa KVNC, đồng nghĩa với việc gia tải trên bờ sông ngày càng tăng gây mất ổn định bờ sông.



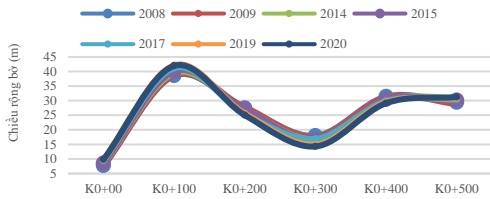
Hình 10. Diễn biến quá trình đô thị hóa KVNC qua các năm



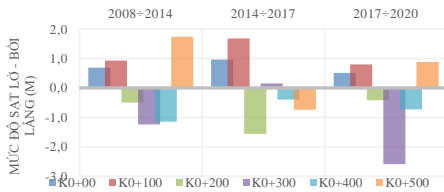
Hình 11. Biểu đồ tương quan diện tích cây xanh và đô thị hóa

Các kết quả xác định chiều rộng bờ và mức độ sạt lở bờ được thể hiện trên Hình 12 và Hình 13. Diễn biến đường bờ sông đoạn từ K0+00 đến K0+500 được thể hiện tại biểu đồ Hình 12, cho thấy giai đoạn 2008-2020, diễn biến đường bờ luôn có sự thay đổi khác nhau. Thông qua biểu đồ có thể thấy diễn biến đường bờ đoạn từ K0+200 đến K0+400 bờ

sông có xu hướng bị xói mòn và giảm chiều rộng bờ, tại vị trí K0+300 giai đoạn từ năm 2017-2020 giảm chiều rộng bờ trên 2,0 m và tại vị trí K0+200 giai đoạn từ năm 2014-2017 giảm chiều rộng bờ trên 1,5 m; đoạn từ K0+00 đến K0+100 và K0+400 đến K0+500 đường bờ có xu hướng bồi lắng và tăng chiều rộng bờ, tại vị trí K0+00 đến K0+100 tăng chiều rộng bờ khoảng 1,0 m giai đoạn từ năm 2008-2014 và tại K0+500 tăng chiều rộng bờ hơn 1,0 m.



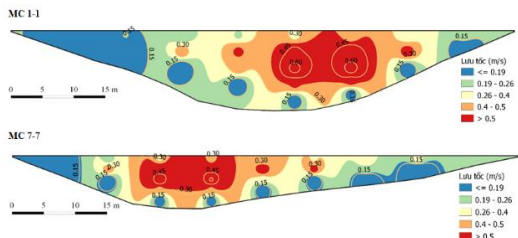
Hình 12. Thay đổi độ rộng đường bờ tại các mặt cắt khảo sát



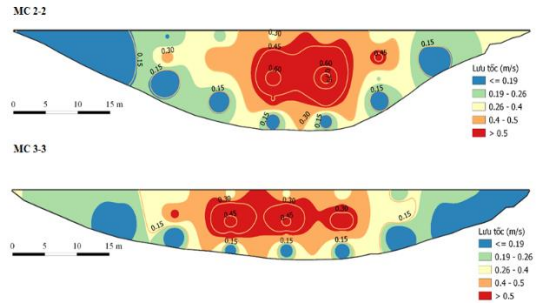
Hình 13. Mức độ xói bồi đường bờ tại các mặt cắt khảo sát

3.2. Phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến ổn định bờ sông

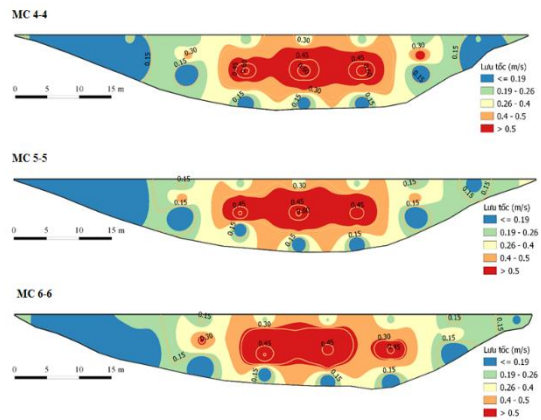
Kết quả phân tích phân bố vận tốc dòng chảy tại các mặt cắt được tính toán nội suy từ các số liệu đo lưu tốc dòng chảy bằng máy MIDAS-ECM và được biểu diễn trên các Hình 14, 15 và Hình 16. Có thể nhận thấy rằng, tại mặt cắt 1-1 và 7-7, vận tốc phân bố lệch về một phía bờ sông vì đây là các đoạn sông cong. Ngoài thành phần vận tốc dọc theo dòng chảy còn có thành phần vận tốc ngang bờ gây ra xói lở bờ sông. Mặt cắt từ 2-2 đến 6-6 thuộc các đoạn sông thẳng nên vận tốc lớn nhất phân bố tại giữa mặt cắt. Tại các mặt cắt, vận tốc dòng chảy phân bố từ 0,15 m/s đến 0,60 m/s.



Hình 14. Phân bố vận tốc dòng chảy tại các mặt cắt 1-1 và 7-7



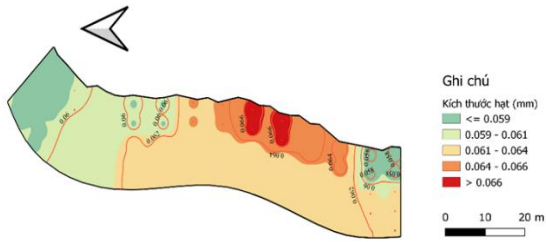
Hình 15. Phân bố vận tốc dòng chảy tại các mặt cắt 2-2 và 3-3



Hình 16. Phân bố vận tốc dòng chảy tại các mặt cắt 4-4, 5-5 và 6-6

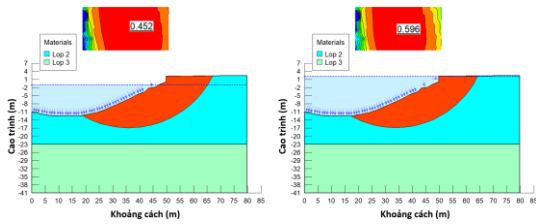
Kết quả phân tích phân bố đường kính hạt (d_{50}) của các mẫu bùn cát cấu tạo bờ sông phía bên phải (hướng Bắc-Nam) được trình bày trong Hình 17. Có thể nhận thấy d_{50} của bùn cát cấu tạo bờ phải phân bố trong khoảng 0,059-0,066 mm. Theo TCVN 4118:2012 (Bộ Khoa học và Công nghệ, 2012), ứng với chiều sâu cột nước trong sông $h > 3,0$ m, vận tốc không xói của bùn cát bờ phải dao động trong khoảng 0,26 đến 0,40 m/s. Vì vận tốc không xói của bùn cát nhỏ hơn vận tốc của dòng chảy sát bờ đo được tại mặt cắt 1-1 và 7-7. Từ đó có thể kết luận dòng chảy là một nguyên nhân gây xói lở bờ sông Chà Và tại những đoạn sông cong.

Tại những đoạn sông thẳng, vận tốc dòng chảy sát bờ tương đối nhỏ khoảng 0,15 m/s. Vận tốc này nhỏ hơn vận tốc không xói của bùn cát nên tại các đoạn sông thẳng, vận tốc dòng chảy không phải là nguyên nhân gây sạt lở bờ sông. Vì vậy, các yếu tố khác có khả năng gây sạt lở bờ sông như địa chất yếu, tải trọng công trình, chênh lệch mực nước và sóng tàu cần được xem xét. Tổng hợp của các yếu tố này đến ổn định bờ sông sẽ được phân tích trong phần tiếp theo.

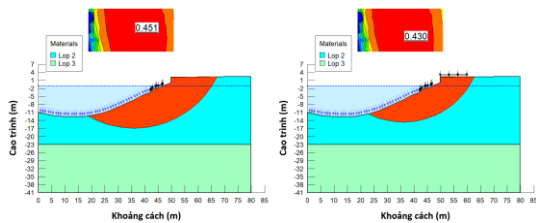


Hình 17. Phân bố đường kính hạt trung bình d_{50} phía bờ phải (hướng Nam-Bắc)

Kết quả phân tích mức độ ổn định của bờ sông thông qua tính toán hệ số ổn định K_{at} tại bảy mặt cắt ngang cho phía bờ phải sông Chà Và tương ứng với các trường hợp mực nước lớn nhất (+2,15 m) và nhỏ nhất (-1,12 m) được trình bày như trên Hình 18 và tổ hợp áp lực sóng cùng tải trọng trên bờ (Hình 19).



Hình 18. Kết quả phân tích mức độ ổn định trường hợp mực nước sông lớn nhất và nhỏ nhất



Hình 19: Kết quả phân tích mức độ ổn định trường hợp áp lực sóng và tải trọng

Có thể nhận thấy hệ số an toàn K_{at} trong các trường hợp tính toán đều nhỏ hơn giá trị quy định [K_{at}] = 1,2 theo QCVN 04-05:2012/BNNPTNT (Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, 2012). Cụ thể, Hình 18 cho thấy hệ số an toàn ứng với trường hợp mực nước sông lớn nhất (+2,15 m) và nhỏ nhất (-1,12 m) lần lượt là 0,596 và 0,452 (trường hợp không có tải trọng và không có áp lực sóng).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Anthony, E. J., Brunier, G., Besset, M., Goichot, M., Dussouillez, P., & Lap, N. V. (2015). Linking rapid erosion of the Mekong River delta to human activities. *Scientific Reports*, 5(1), 1-12.
 Bằng, L. H., Thịnh, L. V., Trí, L. H., Duy, Đ. V., Tỳ, T. V., & Minh, H. V. T. (2021). Nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố địa chất, thủy văn đến ổn

Định bờ sông Cái Vũng, huyện Hồng Ngự, tỉnh Đồng Tháp. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* 731, 16-25.
 Bishop, A.W. (1955). The use of the slip circle in the stability analysis of slope. *Geotechnique*, 10, 129-150. <https://doi.org/10.1680/geot.1955.5.1.7>

Như vậy, có thể kết luận tổ hợp của các yếu tố địa chất yếu, tải trọng trên bờ, dao động mực nước sông và sóng tàu là nguyên nhân gây ra mất ổn định và sạt lở bờ sông Chà Và.

4. KẾT LUẬN

4.1. Kết luận

Kết quả phân tích ảnh viễn thám giai đoạn 2008-2020 cho thấy quá trình xói lở và bồi lắng đang diễn ra hai bên bờ sông Chà Và thuộc KVNC. Đoạn xói lở lớn nhất theo phương ngang sông khoảng 5,0 m và đoạn bồi tụ khoảng 3,0 m. Kết quả phân tích ảnh cũng chỉ ra quá trình đô thị hóa tại bờ sông KVNC đạt 36% trong khoảng thời gian từ 2008 đến 2020. Việc xây dựng nhà cửa và cơ sở hạ tầng ven sông đang gây ra tải trọng tác động lên bờ sông gây nguy cơ mất ổn định bờ sông.

Đoạn sông KVNC có hình thái của đoạn sông cong, đây là nguyên nhân gây ra các dòng chảy ngang bờ làm xói lở bờ sông. Vận tốc dòng chảy sạt lở bờ tại các đoạn sông cong có giá trị lớn nhất lên đến 0,6 m/s trong khi vận tốc không xói của bùn cát cấu tạo bờ sông chỉ bằng 0,26 – 0,40 m/s.

Các trường hợp tính mức độ toán ổn định bờ sông với điều kiện mực nước lớn nhất, mực nước nhỏ nhất và tổ hợp tải trọng do sóng và tải trọng trên bờ đều cho kết quả với hệ số K_{at} nhỏ hơn 1,2. Do đó, có thể kết luận tổ hợp của các yếu tố địa chất, dao động mực nước sông, áp lực sóng và tải trọng trên bờ là nguyên nhân gây ra sạt lở bờ sông Chà Và.

4.2. Đề xuất

Các kết quả phân tích về ảnh hưởng của dòng chảy đến xói lở bờ sông trong nghiên cứu này chỉ dựa trên số liệu thực đo trong một khoảng thời gian ngắn. Các số liệu về dòng chảy cần được tiếp tục quan trắc đặc biệt trong mùa lũ để có thể đánh giá chính xác ảnh hưởng của vận tốc dòng chảy đến xói lở bờ sông KVNC.

- Bộ Khoa học và Công nghệ (2012). *TCVN 4118:2012 Công trình thủy lợi - Hệ thống tưới tiêu - Yêu cầu thiết kế*. <http://tieuchuan.mard.gov.vn/ViewDetails.aspx?id=7940&lv=8&cap=1>
- Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (2012). *QCVN 04-05:2012/BNNPTNT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia - Công trình thủy lợi - Các quy định chủ yếu về thiết kế*. <http://tieuchuan.mard.gov.vn/ViewDetails.aspx?id=7939&lv=8&cap=3>
- Hải, H. Q., & Trinh, V. T. M. (2011). Tương quan xói lở – Bồi tụ một số khu vực lòng sông Tiền, sông Hậu. *Tạp chí các khoa học về Trái đất* 33(1), 37–44.
- Hoành, T. P., & Hùng, P. T. (2016). Mối quan hệ giữa khai thác cát với biến động bờ sông Tiền tại tỉnh Đồng Tháp. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học An Giang* 12(4), 92–103.
- Hùng, L. M. (2004). Nghiên cứu dự báo xói lở, bồi lắng lòng dẫn và đề xuất các biện pháp phòng chống cho hệ thống sông Đồng bằng sông Cửu Long. *Báo cáo tổng hợp đề tài KC08–15/01–05*.
- Kixelep, P. G., Altsul, A. D., Danhitsenko, N. V., Kaxpaxon A. A., Griptsenko, G. I., Paskop, N. N., & Xlixki, X. M. (2008). Sổ tay tính toán thủy lực. *NXB Xây dựng*, 719 trang.
- Lộc, N. Đ., Linh, L. T. C., Minh, H. V. T., Luận, T. C., Tho, N. V., Hung, V. V., & Tý, T. V. (2020). Xác định nguyên nhân sạt lở bờ sông theo phương pháp khảo sát thực địa: nghiên cứu tại sông Cái Sắn, thành phố Cần Thơ. *Tạp chí Xây dựng* 7, 146-151.
- Long, V. H., Giang, N. V., Hoành, T. P., & Hòa, P. V. (2019). Ứng dụng công nghệ xử lý ảnh viễn thám trên nền tảng điện toán đám mây (GEE) trong theo dõi biến động đường bờ sông – thí điểm tại sông Cửu Long. *Tạp chí khoa học Tự nhiên và Công nghệ – Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh*, 16(S6), 38–49.
- Malarvizhi, K., Kumar, S. V., Porchelvan, P. (2016). Use of High Resolution Google Earth Satellite Imagery in Land use Map Preparation for Urban Related Applications. *Procedia Technology*, 24, 1835–1842.
- Nga, T. N. Q., Thuận, L. T., Hoài, H. C., & Bảy, N. T. (2020). Nghiên cứu ứng dụng mô hình toán và công thức kinh nghiệm đánh giá sự phát triển của hố xói sâu hạ lưu sông Hậu và sông Vàm Nao. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 5, 1–10.
- Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn tỉnh Vĩnh Long (2020). Thuyết minh dự án đầu tư, *Dự án kê chống sạt lở sông Kênh Chà Và, khu vực phường Đông Thuận, thị xã Bình Minh, tỉnh Vĩnh Long*, 42 trang.
- Thang, C. N., Hino, T., Lam, L. G., & Quang, C. N. X. (2020). Effects of ship waves on riverbank erosion in the Mekong delta: A case study in An Giang province. *Lowland Technology International*, 22(3), 24-31.
- Thuận, N. N., Tý, T. V., Hùng, T. V., Hồng, H. T. C., Nhạn, H. N., Lâm, T., H., Duy, Đ. V., Hải, T., K., Tuấn, T. V., Quảng, T. M. (2021). Đánh giá hiệu quả của các công trình kè giảm sóng tại bờ biển Tây tỉnh Cà Mau. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 732, 93-105.
- Trí, L. H., Thành, Đ. T., Linh, L. T. C., Thịnh, L. H., & Tý, T. V. (2021). Phân tích ảnh hưởng của các yếu tố đến ổn định bờ sông: Trường hợp nghiên cứu tại sông Cái Lân, huyện Cái Bè, tỉnh Tiền Giang. *Tạp chí Nông nghiệp & Phát triển Nông thôn*, 15, 25-34.
- Văn, C. T., Sơn, N. T., Tuấn, N. C., Ninh, L. V., Việt, N. T., & Tuấn, L. A. (2021). Nghiên cứu khả năng áp dụng công thức kinh nghiệm để tính toán mức độ xói lở bờ sông ở Đồng bằng sông Cửu Long – Thí điểm tại đoạn xói lở bờ sông Hậu ở Long Xuyên, tỉnh An Giang. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 728, 31-39.