

ĐỀ XUẤT TIÊU CHÍ VÀ GIẢI PHÁP XÂY DỰNG “CON SÔNG ĐẸP” HƯỚNG TỚI THÍCH ỨNG BỀN VỮNG TẠI VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

TRẦN THANH TOÀN¹, TRẦN MINH TUẤN², ĐOÀN THỊ THU HÀ²

¹Công ty TNHH MTV Khai thác Thủy lợi Miền Nam

²Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

Tóm tắt

Sạt lở bờ sông là thách thức nghiêm trọng đối với phát triển bền vững vùng đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Tính đến năm 2024, toàn vùng ghi nhận 531 điểm sạt lở với tổng chiều dài 681,5 km. Tuy nhiên, đến nay, vùng ĐBSCL vẫn thiếu một bộ tiêu chí tích hợp, có lượng hóa cụ thể để đánh giá hiệu quả quản lý bờ sông bền vững, đồng thời các giải pháp kỹ thuật đã được thử nghiệm nhưng chưa được hệ thống hóa thành quy trình kỹ thuật bài bản. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm xây dựng bộ tiêu chí đánh giá và đề xuất quy trình kỹ thuật cho mô hình “Con sông đẹp” hướng tới kiểm soát sạt lở và phát triển bền vững. Nghiên cứu sử dụng phương pháp tổng quan tài liệu có hệ thống và kế thừa kết quả từ các mô hình thử nghiệm. Kết quả đề xuất bộ tiêu chí gồm 4 nhóm (An toàn kỹ thuật, Sinh thái, Cảnh quan, Văn hóa cộng đồng) với 12 chỉ tiêu cụ thể, được lượng hóa phù hợp với điều kiện khu vực. Đồng thời, nghiên cứu hệ thống hóa quy trình xây dựng kỹ thuật gồm 7 bước, được đúc rút từ các mô hình thử nghiệm thực tế. Bộ tiêu chí và quy trình kỹ thuật đề xuất tạo thành công cụ quản lý tổng hợp, góp phần giảm thiểu sạt lở, phục hồi hệ sinh thái ven sông, nâng cao sinh kế cộng đồng hướng tới phát triển bền vững.

Từ khóa: ĐBSCL, bảo vệ bờ sông, con sông đẹp, giải pháp thuận thiên, sạt lở bờ sông.

Ngày nhận bài: 6/2/2026; **Ngày sửa chữa:** 3/3/2026; **Ngày duyệt đăng:** 20/3/2026.

Criteria and solutions for “beautiful river” development toward sustainable adaptation in the Mekong Delta

Abstract

Riverbank erosion poses a serious challenge to the sustainable development of the Mekong Delta. As of 2024, the region recorded 531 erosion sites with a total length of 681.5 km. However, to date, the Mekong Delta still lacks an integrated, quantifiable set of criteria for assessing sustainable riverbank management, while eco-revetment solutions have been tested but have not yet been systematized into a formal technical procedure. This study aims to develop an assessment criteria set and propose a technical procedure for the “Beautiful River” model towards erosion control and sustainable development. The research employs a systematic literature review and synthesizes results from pilot models. The proposed criteria set comprises four groups (Technical Safety, Ecology, Landscape, and Community Culture) with 12 specific, quantified indicators tailored to the regional conditions. Additionally, the study systematizes a 7-step eco-revetment construction procedure derived from practical pilot models. The proposed criteria set and technical procedure form an integrated management toolkit, contributing to erosion reduction, riparian ecosystem restoration, and community livelihood enhancement towards sustainable development.

Keywords: Mekong Delta, riverbank protection, beautiful river, nature-based solutions, riverbank erosion.

JEL Classifications: O13, P18, P48, Q53.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

ĐBSCL là vùng đất thấp có địa hình, thủy văn và hệ sinh thái đặc thù, đóng vai trò trọng yếu trong phát triển kinh tế - xã hội và an ninh lương thực quốc gia. Tuy nhiên, trong bối cảnh biến đổi khí hậu, nước biển dâng và sự suy giảm lượng phù sa từ thượng nguồn sông Mê Kông, khu vực này đang phải đối mặt với tình trạng sạt lở bờ sông, bờ biển diễn biến ngày càng phức tạp. Đến năm 2024, toàn vùng ghi nhận 531 điểm sạt lở với tổng chiều dài khoảng 681,5 km, gây thiệt hại lớn về người, tài sản,

đất sản xuất và hạ tầng kỹ thuật (Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam, 2024).

Trên thế giới, nhiều khung đánh giá sức khỏe dòng sông đã được phát triển, như khung Áp lực - Hiện trạng - Phản ứng (PCR) của OECD (Campos và cộng sự, 2024) hay khung DPSIR (Driver - Pressure - State - Impact - Response) của UNEP (Kristensen, 2004). Tại Việt Nam, các quy định về hành lang bảo vệ nguồn nước (Nghị định 43/2015/NĐ-CP) (Chính phủ, 2015) và chất lượng nước mặt (QCVN 08:2023/BTNMT) (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2023) là những căn cứ



pháp lý quan trọng. Tuy nhiên, các nghiên cứu hiện tại chủ yếu tiếp cận đơn lẻ, chưa có sự tích hợp đồng bộ giữa các yếu tố kỹ thuật, sinh thái, cảnh quan và văn hóa cộng đồng.

Thêm vào đó, các hướng tiếp cận bảo vệ bờ sông trên thế giới và trong nước hiện đang có xu hướng chuyển từ các giải pháp công trình cứng (kè bê tông, kè đá học) sang các giải pháp mềm, sinh thái dựa vào tự nhiên (Nature-based Solutions). Việc bảo vệ và khai thác tài nguyên nước vùng ĐBSCL cũng đang dần chuyển sang quan điểm “thích nghi - thuận thiên - cộng đồng - bền vững”, kết hợp giữa giải pháp công trình và phi công trình theo tinh thần Nghị quyết số 120/NQ-CP của Chính phủ. Trong đó, giải pháp phi công trình được xem là nền tảng, cùng với đó, giải pháp công trình được định hướng theo hướng sinh thái và thuận thiên, tiêu biểu như việc xây dựng kè sinh thái sử dụng vật liệu tự nhiên (tre, trầm, bao địa kỹ thuật) kết hợp trồng cây bản địa để giảm năng lượng sóng, giữ phù sa và phục hồi hệ sinh thái ven sông. Các nghiên cứu ban đầu cho thấy kè sinh thái có hiệu quả kỹ thuật, giá trị sinh thái và tính kinh tế cao, với chi phí đầu tư và duy tu thấp hơn so với kè bê tông truyền thống nhờ khả năng tự phục hồi tự nhiên (Nguyễn Thị Bả và cộng sự, 2021).

Từ đó, có thể xác định hai khoảng trống nghiên cứu chính: (i) Vùng ĐBSCL chưa có bộ tiêu chí tổng hợp, có lượng hóa cụ thể, tích hợp các yếu tố kỹ thuật - sinh thái - cảnh quan - văn hóa cộng đồng; (ii) mặc dù các giải pháp kè sinh thái đã được thử nghiệm và đúc rút kinh nghiệm tại nhiều tỉnh, nhưng chưa có quy trình kỹ thuật thống nhất, có cơ sở khoa học rõ ràng.

Nghiên cứu này nhằm trả lời hai câu hỏi: (i) Bộ tiêu chí nào phù hợp để đánh giá mô hình "Con sông đẹp" trong bối cảnh ĐBSCL? và (ii) Liệu quy trình kỹ thuật

xây dựng kè sinh thái có thể được hệ thống hóa từ các mô hình thử nghiệm thực tế? Chính vì vậy, mục tiêu của bài báo là đề xuất bộ tiêu chí đánh giá tích hợp mô hình “Con sông đẹp” và hệ thống hóa quy trình kỹ thuật kè sinh thái phù hợp với khung đánh giá. Nghiên cứu có ý nghĩa lý luận trong việc hệ thống hóa khung tiêu chí đánh giá và quy trình kỹ thuật cho quản lý bờ sông bền vững. Về thực tiễn, nghiên cứu cung cấp một công cụ tổng hợp có thể áp dụng cho các địa phương trong vùng ĐBSCL.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Cách tiếp cận

Nghiên cứu sử dụng phương pháp kết hợp giữa phân tích tổng quan tài liệu và kế thừa kết quả từ các mô hình thử nghiệm, nhằm xây dựng bộ tiêu chí và hệ thống hóa quy trình kỹ thuật.

2.2. Nguồn và phương pháp thu thập dữ liệu

Dữ liệu thứ cấp: Được thu thập và phân tích có hệ thống từ các nguồn bao gồm: Văn bản pháp lý; Khung đánh giá quốc tế; Bài báo, báo cáo khoa học; Báo cáo tổng kết Dự án và các nghiên cứu về đặc trưng sinh thái - văn hóa sông nước ĐBSCL khác.

Các nguồn tài liệu tham khảo được thể hiện trong Bảng 1 đến Bảng 4.

Dữ liệu sơ cấp (kế thừa từ các mô hình thử nghiệm): Kết quả quan trắc và đánh giá từ 7 mô hình kè sinh thái thử nghiệm đã được triển khai tại các tỉnh An Giang, Đồng Tháp, Hậu Giang, Cà Mau trong giai đoạn 2018 - 2024 của Công ty TNHH MTV Khai thác Thủy lợi miền Nam.

2.3. Quy trình xây dựng bộ tiêu chí

Quy trình xây dựng bộ tiêu chí được thực hiện qua 2 bước:
Tổng quan tài liệu: Tổng quan có hệ thống các khung tiêu chí quốc tế (river health, sustainable urban

Bảng 1. Tài liệu tham khảo cho khung lý thuyết tổng hợp

Khung phân tích	Ứng dụng	Nguồn
DPSIR (Driver-Pressure-State-Impact-Response)	Thiết kế bộ tiêu chí để đo lường cả 3 yếu tố hiện trạng (State), tác động (Impact) và phản hồi (Response), tạo thành một vòng tròn khép kín trong quản lý.	Kristensen (2004)
PCR (Pressure-State-Response)	Xác định rõ mối quan hệ nhân quả giữa nguyên nhân (Pressure), kết quả (State) và giải pháp (Response); Định hướng ưu tiên hành động và theo dõi hiệu quả can thiệp.	Campos và cộng sự (2024)

Bảng 2. Tài liệu pháp lý trong nước

Văn bản	Nội dung liên quan	Nguồn
Luật Tài nguyên nước năm 2023	Quản lý tổng hợp lưu vực sông, bảo vệ hành lang	Quốc hội (2023)
Luật BVMT năm 2020	Bảo tồn đa dạng sinh học, bảo vệ cảnh quan	Quốc hội (2020)
Nghị định số 43/2015/NĐ-CP	Hành lang bảo vệ nguồn nước	Chính phủ (2015)
QCVN 08:2023/BTNMT	Chất lượng nước mặt (nhóm Sinh thái)	Bộ Tài nguyên và Môi trường (2023)
Nghị quyết số 120/NQ-CP (2017)	Phát triển bền vững ĐBSCL thích ứng BĐKH	Chính phủ (2017)

Bảng 3. Tài liệu tham khảo cho các nhóm tiêu chí

Tiêu chí	Chỉ tiêu	Nguồn
An toàn kỹ thuật	Ổn định bờ sông, Chất lượng công trình bảo vệ bờ	Duy và cộng sự (2025)
	Hành lang bảo vệ sông	Duy và cộng sự (2025)
	Số liệu về sạt lở, ổn định bờ	Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam (2024)
	Nguyên nhân sạt lở, suy giảm phù sa	Kondolf và cộng sự (2018)
	Suy giảm phù sa do đập thủy điện	Schmitt và cộng sự (2019)
Sinh thái	Mật độ cây ven bờ, Đa dạng sinh học thủy sinh, Chất lượng nước, Giải pháp sinh thái ven sông	Campos và cộng sự (2024), Bang và cộng sự (2025), Trịnh Văn Hạnh và cộng sự (2012)
	Chất lượng nước mặt (QCVN 08:2023/BTNMT)	Bộ Tài nguyên và Môi trường (2023)
Cảnh quan	Bố cục mặt cắt bờ, Hiện thị chức năng sinh hoạt, Tiềm năng du lịch	Chen và cộng sự (2023)
	Cảnh quan sinh thái, không gian sông nước	Kristensen (2004)
Văn hóa cộng đồng	Sự tham gia của cộng đồng, Quản lý - giám sát	Chen và cộng sự (2023)
	Giá trị sinh kế và văn hóa bản địa	Duy và cộng sự (2025)

Bảng 4. Tài liệu tham khảo về các giải pháp kè sinh thái

Nội dung	Nguồn
Kè sinh thái sử dụng lục bình (Water Hyacinth Geotextiles)	Bang và cộng sự (2025)
Kè sinh thái và giải pháp bảo vệ bờ	Cù Ngọc Thắng và cộng sự (2018)
Mô hình thử nghiệm kè sinh thái tại ĐBSCL	Nguyễn Thị Bảy và cộng sự (2021)

river) và các văn bản pháp lý trong nước để xác định các nhóm chỉ số chính.

Đề xuất chỉ tiêu và ngưỡng sơ bộ: Dựa trên khung lý thuyết, đề xuất các chỉ tiêu cụ thể. Ngưỡng đánh giá sơ bộ được xác định dựa trên QCVN, các nghiên cứu thực nghiệm có sẵn và các giá trị đặc trưng của hệ sinh thái ĐBSCL.

2.4. Hệ thống hóa quy trình xây dựng kè sinh thái

Quy trình 7 bước được xây dựng dựa trên:

Kế thừa kinh nghiệm thực tiễn: Phân tích và hệ thống hóa quy trình thi công từ 7 mô hình thử nghiệm đã triển khai thành công tại các tỉnh An Giang, Đồng Tháp, Hậu Giang, Cà Mau.

Tổng quan kỹ thuật: Tham chiếu các tài liệu hướng dẫn về kè sinh thái, giải pháp dựa vào tự nhiên trong và ngoài nước.

Xây dựng quy trình thống nhất: Lần đầu tiên, các kinh nghiệm thực tế được hệ thống hóa thành một quy trình kỹ thuật hoàn chỉnh, có tính hướng dẫn.

2.5. Phạm vi nghiên cứu

Nghiên cứu tập trung vào các tuyến sông nội địa (sông Tiền, sông Hậu và các sông, kênh rạch nội đồng) thuộc vùng ĐBSCL, cấp độ đến phạm vi xã, ấp và các đoạn sông cụ thể.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Hiện trạng và nguyên nhân sạt lở bờ sông vùng ĐBSCL

3.1.1. Hiện trạng

Đến năm 2024, toàn vùng ĐBSCL ghi nhận 531 điểm sạt lở bờ sông, bờ biển với tổng chiều dài khoảng 681,5 km, trong đó bờ sông chiếm 500 điểm (518 km - 76%), bờ biển 31 điểm (163 km - 24%). Cà Mau là địa phương chịu ảnh hưởng nặng nhất với 97 điểm sạt lở, tổng chiều dài gần 199 km, trong đó riêng bờ sông chiếm 112 km. Ngoài ra, các tỉnh Vĩnh Long, An Giang và thành phố Cần Thơ cũng ghi nhận chiều dài sạt lở lớn (155 - 190 km) (Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam, 2024). Hình 1 minh họa một số điểm sạt lở điển hình.

Dựa trên mức độ nguy hiểm, các điểm sạt lở này được phân cấp thành các nhóm: nhóm bình thường: 347 điểm (349 km); nhóm nguy hiểm: 150 điểm (241 km); nhóm đặc biệt nguy hiểm: 34 điểm (91 km). Các tỉnh đầu nguồn như An Giang, Đồng Tháp và Vĩnh Long tập trung nhiều điểm đặc biệt nguy hiểm, trong khi Cà Mau là điểm nóng ven biển với 36,6 km chiều dài sạt lở. Dù giai đoạn 2022–2024 tình hình sạt lở đặc biệt nguy hiểm đã giảm, song Cần Thơ và Cà Mau vẫn còn nhiều đoạn sạt lở quy mô lớn, đe dọa đời sống và sản xuất của người dân (Hình 1).



Hình 1. Tình trạng sạt lở tại một số bờ sông thuộc khu vực ĐBSCL năm 2024

3.1.2. Nguyên nhân

Hiện tượng sạt lở bờ sông là kết quả của tổ hợp nguyên nhân từ cả thượng nguồn và nội tại vùng hạ lưu, trong đó nổi bật là các yếu tố sau:

i) Tác động từ hệ thống đập thủy điện và hồ chứa thượng nguồn sông Mê Kông

Hiện trên sông Mê Kông đã xây dựng 11 đập trên dòng chính và hơn 150 trên phụ lưu (MRC, 2023). Các hồ chứa này giữ lại khoảng 50 - 70% tổng lượng phù sa trước đây chảy về hạ lưu, tương đương 90-100 triệu tấn/năm bị chặn lại ở các bậc thang thủy điện Trung - Hạ Lào và Trung Quốc (Kondolf và cộng sự, 2018; Schmitt và cộng sự, 2019). Hệ quả là giảm bồi tụ, tăng xói lở lòng dẫn, và sụt giảm độ phì nhiêu đất canh tác ven sông.

ii) Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và nước biển dâng

Theo kịch bản RCP4.5 của Bộ Tài nguyên và Môi trường (2020), mực nước biển khu vực ĐBSCL có thể dâng 24-28 cm vào năm 2050, kéo theo thay đổi chế độ thủy - hải văn, tăng biên độ triều và vận tốc dòng chảy. Sự thay đổi này làm xói chân bờ mạnh hơn, đặc biệt tại các đoạn cong sông Tiền, sông Hậu, sông Vàm Nao.

iii) Hoạt động xây dựng, đô thị hóa ven sông

Quá trình mở rộng đô thị, đường giao thông, bến cảng và nhà ở ven sông đã làm gia tăng tải trọng mái bờ, đồng thời xóa bỏ lớp phủ thực vật bảo vệ. Nhiều khu dân cư ven sông Tiền, sông Hậu, đặc biệt tại An Giang, Đồng Tháp, Vĩnh Long và Cần Thơ, nằm trong phạm vi hành lang bảo vệ dưới 30 m (Duy và cộng sự, 2025). Tỷ lệ bờ sông bị xói lở trung bình đạt 1,5 - 2,0 m/năm, có nơi tới 40 m/năm (TP. Long Xuyên, huyện Chợ Mới - An Giang).

iv) Gia tăng hoạt động giao thông thủy và khai thác cát lòng sông

Mỗi năm, hơn 200 triệu tấn hàng hóa được vận chuyển bằng đường thủy nội địa tại ĐBSCL (VCCI, 2022), làm mật độ tàu thuyền tăng 2 - 3 lần so với giai đoạn 2010. Sóng tàu và dao động mực nước khi triều

rút gây rỗng chân bờ, mất ổn định mái đất. Cùng với đó, khai thác cát vượt trữ lượng cho phép tại sông Tiền, sông Hậu và sông Vàm Cỏ đã làm hạ thấp đáy sông trung bình 0,1 - 0,3 m/năm, một số khu vực tới 1 m/năm (Trần Tuấn Anh và cộng sự, 2024). Việc này dẫn đến mất cân bằng động lực dòng chảy, hình thành hố xói sâu, gây sụp lở lan truyền.

v) Lấn chiếm hành lang bảo vệ sông và suy giảm thảm phủ thực vật

Nhiều đoạn sông bị thu hẹp do san lấp, coi nới bến bãi, hoặc nuôi thủy sản lồng bè. Tỷ lệ lấn chiếm hành lang bảo vệ sông rất cao, có nơi lên tới ~88 % chiều dài sông (Duy và cộng sự, 2025).

3.2. Bộ tiêu chí đánh giá mô hình “Con sông đẹp”

Bộ tiêu chí được đề xuất sẽ là nền tảng để hình thành mô hình “Con sông đẹp” - hướng đến không gian sông nước xanh, an toàn và giàu bản sắc vùng ĐBSCL. Bộ tiêu chí được đề xuất gồm 4 nhóm chính: (i) An toàn kỹ thuật: Độ ổn định bờ, hành lang bảo vệ; (ii) Sinh thái: Mật độ cây ven bờ, đa dạng sinh học, chất lượng nước; (iii) Cảnh quan: Bố cục mặt cắt bờ, hiển thị chức năng sinh hoạt và du lịch; (iv) Văn hóa cộng đồng: Sự tham gia, quản lý và giá trị sinh kế. Mỗi nhóm có các tiêu chí cụ thể, phương thức thực hiện và ngưỡng đánh giá có thể áp dụng thực địa và giám sát theo chu kỳ (Bảng 5).

3.3. Quy trình xây dựng hệ sinh thái

Khác với các loại kè cứng bằng bê tông truyền thống, kè sinh thái ưu tiên sử dụng vật liệu tự nhiên sẵn có tại chỗ kết hợp với thảm thực vật bản địa. Quy trình 7 bước dưới đây được hệ thống hóa từ các mô hình thử nghiệm thành công tại nhiều tỉnh ĐBSCL. Đây là lần đầu tiên quy trình này được xây dựng một cách bài bản, có tính hướng dẫn (Hình 2).

Bước 1. Xác định đỉnh triều đầu mùa khô

Thu thập số liệu quan trắc (tối thiểu 3-5 năm) để xác định mực nước triều cao nhất đầu mùa khô, làm cơ sở tính toán cao trình công trình (cừ, đập và các hạng mục khác) trong toàn tuyến kè.

Bảng 5. Bộ tiêu chí đánh giá “Con sông đẹp”

Tiêu chí	Phương thức thực hiện	Ngưỡng đánh giá	Cơ sở khoa học
1. An toàn kỹ thuật			
Ổn định bờ sông	Quan trắc chuyển vị, sụt lở	Tốt: Không sạt lở trong 3 năm, chuyển vị < 5 cm/năm. TB: Sạt cục bộ < 10 m/năm. Kém: Sạt > 10 m/năm.	Số liệu từ các mô hình thử nghiệm (Công ty TNHH MTV Khai thác Thủy lợi miền Nam)
Hành lang bảo vệ sông	Đo chiều rộng theo Nghị định số 43/2015/NĐ-CP	Đạt: ≥ 100% chiều rộng tối thiểu. Chưa đạt: < 70% hoặc bị lấn chiếm.	Quy định pháp lý trong Nghị định số 43/2015/NĐ-CP (Chính phủ, 2015)
Chất lượng công trình bảo vệ bờ	Kiểm tra tình trạng kè, mái dốc	Tốt: Không hư hỏng. TB: Hư hỏng < 10% chiều dài. Kém: Hư hỏng > 30%.	Thực tiễn vận hành công trình (Công ty TNHH MTV Khai thác Thủy lợi miền Nam)
2. Sinh thái			
Mật độ cây ven bờ	Đếm số cây ≥ 1m cao/100m	Tốt: ≥ 80 cây/100m. TB: 40-79 cây/100m. Kém: < 40 cây/100m.	Khả năng chống xói của rễ cây tràm, mắm (Trịnh Văn Hạnh và cộng sự, 2012)
Đa dạng sinh học thủy sinh	Ghi nhận số loài cá, thủy sinh vật	Tốt: ≥ 20 loài. TB: 10-19 loài. Kém: < 10 loài.	Đặc trưng hệ sinh thái thủy sinh ĐBSCL
Chất lượng nước	Đo BOD, COD, TSS, DO, pH theo QCVN 08:2023/BTNMT	Tốt: Loại A1. TB: A2. Kém: B1 trở xuống.	Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 08:2023/BTNMT
3. Cảnh quan			
Bố cục mặt cắt bờ	Kiểm tra độ thoải, không gian mở, liên kết đường-bờ-nước	Tốt: Bờ thoải tự nhiên, có đường đi bộ ≥ 3 m. TB: Lối tiếp cận hạn chế. Kém: Bờ dốc, bị tách biệt.	Đặc trưng cảnh quan sông nước Nam Bộ
Hiển thị chức năng sinh hoạt	Quan sát hoạt động cộng đồng ven sông	Tốt: ≥ 3 loại hoạt động. TB: 1-2 loại. Kém: Không có hoạt động.	Đặc trưng văn hóa sông nước ĐBSCL
Tiềm năng du lịch - trải nghiệm	Số điểm dừng, bến tàu, quán ven sông/km	Tốt: ≥ 3 điểm/1 km. TB: 1-2 điểm. Kém: Không có điểm.	Định hướng phát triển du lịch sinh thái
4. Văn hóa cộng đồng			
Sự tham gia của cộng đồng	Tỷ lệ hộ dân tham gia bảo vệ - làm đẹp sông	Tốt: ≥ 70% hộ. TB: 40-69%. Kém: < 40%.	Kinh nghiệm từ mô hình “Cù lao xanh” và tham vấn chuyên gia
Quản lý - giám sát cộng đồng	Có tổ/ban quản lý sông cấp xã hoặc hợp tác xã	Tốt: Có tổ hoạt động định kỳ. TB: Có tổ nhưng hoạt động không thường xuyên. Kém: Không có tổ chức.	Thực tiễn quản lý cộng đồng tại ĐBSCL
Giá trị sinh kế và văn hóa bản địa	Gắn kết sông với sinh kế, văn hóa, lễ hội	Tốt: ≥ 2 hình thức sinh kế gắn sông. TB: 1 hình thức. Kém: Không có liên kết.	Đặc trưng sinh kế và văn hóa sông nước ĐBSCL

Bước 2. Gia cố hàng cừ tràm hoặc tre (vật liệu địa phương)

Đóng 01 hàng cừ tràm hoặc tre với mật độ trung bình 5 cây/m, cách bờ sông hoặc kênh 2,0 – 3,0 m tùy theo mức độ sạt lở. Cao trình đỉnh cừ cao hơn đỉnh triều đầu mùa khô từ 0,2 – 0,3 m.

Bước 3. Lót vải địa kỹ thuật bảo vệ mái trong

Bên trong hàng cừ, lót một lớp vải địa kỹ thuật (hoặc hai lớp lưới cước nếu lưu thông tàu thuyền ít). Chiều dài lớp vải lớn hơn chiều cao cừ 0,4 – 0,5 m, phủ ra ngoài phía sông dưới đỉnh triều 0,2 – 0,3 m để hạn chế xói và giữ phù sa.

Bước 4. Vét đất từ lòng sông, kênh đắp gia cố mái bờ

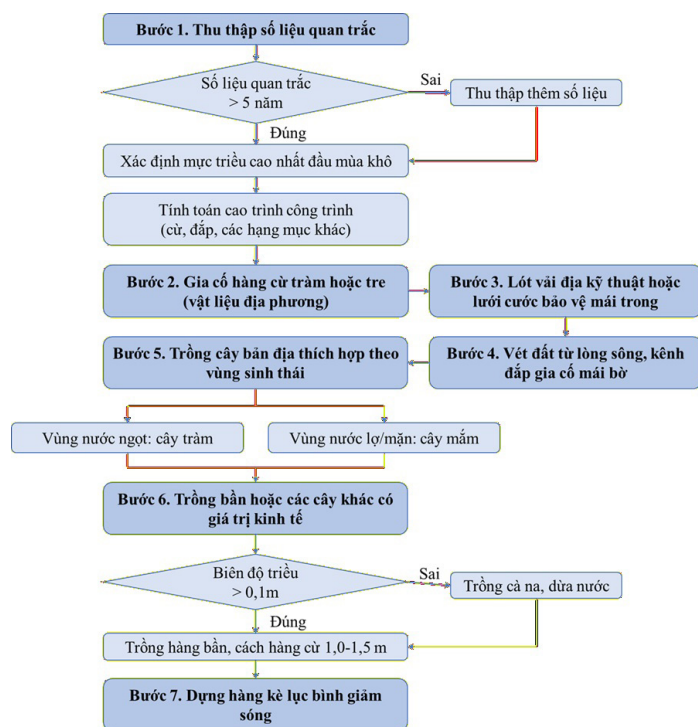
Tận dụng bùn, đất nạo vét từ lòng sông hoặc kênh để đắp bồi khu vực sạt lở. Cao trình mặt đất đắp thấp hơn đỉnh triều đầu mùa khô từ 0,1 – 0,2 m, mái dốc 5 – 10%.

Bước 5. Trồng cây bản địa thích hợp theo vùng sinh thái

Trồng cây tràm (vùng ngọt) hoặc cây mắm (vùng mặn, lợ) trên lớp đất đắp. Rễ cây có tác dụng giữ chặt đất, chắn sóng và bảo vệ mái bờ.

Bước 6. Trồng hàng cây bản hoặc cây thay thế có giá trị kinh tế

Trồng hàng bản cách hàng cừ 1,0-1,5 m (vùng triều >1m) hoặc cà na, dừa nước (vùng triều <1m) để tăng cường ổn định mái bờ và tạo sinh kế.



Hình 2. Sơ đồ quy trình đề xuất xây dựng kè sinh thái

Bước 7. Dựng hàng kè lục bình giảm sóng phía ngoài

Trồng 01 hàng lục bình bên ngoài cách hàng cừ 1,0 – 2,0 m để giảm tác động trực tiếp của sóng vào bờ.

Hình 3. Kè sinh thái dọc tuyến sông ở tỉnh Hậu Giang

3.4. Kế hoạch triển khai và giám sát

3.4.1. Giai đoạn triển khai xây dựng

- Giai đoạn chuẩn bị (khảo sát, đo đạc triều, thiết kế chi tiết), giai đoạn thi công mô hình thí điểm (1 - 2 km), giai đoạn đánh giá (sau 12 - 24 tháng), và giai đoạn nhân rộng.
- Mỗi giai đoạn cần mốt chỉ tiêu về kỹ thuật (mức ổn định mái bờ), sinh thái (mật độ cây, tầng thực vật) và xã hội (tỷ lệ hộ dân tham gia, sinh kế cải thiện).

3.4.2. Giám sát và đánh giá

- Chu kỳ đánh giá: 6 tháng/lần trong giai đoạn đầu, sau đó 12 tháng/lần (cảnh quan, sinh thái), 3 năm/lần (an toàn, văn hóa).
- Công cụ: Sử dụng kết hợp quan trắc hiện trường (cột mốc, ảnh chụp định kỳ), bản đồ GIS, ảnh vệ tinh, cảm biến nước, và hệ thống báo cáo và phỏng vấn cộng đồng, phiếu khảo sát.
- Các chỉ tiêu cần theo dõi: Biến dạng mái, tốc độ xói, độ che phủ cây, độ sâu lòng sông và tác động đến giao thông thủy.
- Thang tổng hợp:
 - 80-100 điểm: Sông đẹp (chuẩn mô hình).
 - 60-79 điểm: Sông đạt yêu cầu, cần cải thiện.
 - < 60 điểm: Sông cần phục hồi.

4. THẢO LUẬN

4.1. Đối sánh bộ tiêu chí với các khung đánh giá quốc tế và ý nghĩa thích ứng cho ĐBSCL

Bộ tiêu chí đánh giá "Con sông đẹp" được xây dựng dựa trên nền tảng kế thừa có chọn lọc các khung đánh giá quốc tế,

đồng thời điều chỉnh phù hợp với bối cảnh đặc thù của ĐBSCL. So với khung đánh giá sức khỏe dòng sông (River Health Assessment Framework) do Campos và cộng sự (2024) đề xuất dựa trên mô hình PCR của OECD, bộ tiêu chí của nghiên cứu này có sự tương đồng trong việc xem xét các yếu tố áp lực từ hoạt động nhân sinh và hiện trạng chất lượng môi trường nước. Tuy nhiên, điểm khác biệt cốt lõi nằm ở việc bổ sung và nhấn mạnh nhóm tiêu chí "Văn hóa cộng đồng", một yếu tố mang tính bản sắc và có vai trò quyết định đến tính bền vững của các giải pháp quản lý tài nguyên nước tại ĐBSCL.

So với bộ tiêu chí "Sông đô thị bền vững" (Sustainable Urban River) được Chen và cộng sự (2023) phát triển cho Hồng Kông, bộ tiêu chí của nghiên cứu này có sự điều chỉnh đáng kể về ngưỡng đánh giá. Ví dụ, ngưỡng mật độ cây ven bờ (≥ 80 cây/100 m đối với mức tốt) được xác định dựa trên các nghiên cứu thực nghiệm về khả năng chống xói của hệ rễ cây tràm (*Melaleuca cajuputi*) và cây mắm (*Avicennia spp.*) - những loài bản địa đặc trưng của ĐBSCL (Trịnh Văn Hạnh và cộng sự, 2012). Trong khi đó, các khung đánh giá quốc tế thường sử dụng ngưỡng chung chung, không phản ánh được đặc tính sinh thái riêng của từng vùng. Sự điều chỉnh này cho thấy tính thực tiễn và khả năng áp dụng cao của bộ tiêu chí trong bối cảnh quản lý bờ sông tại ĐBSCL.

4.2. Giải thích cơ chế hoạt động và hiệu quả của giải pháp kè sinh thái

Giải pháp kè sinh thái 7 bước được đề xuất trong nghiên cứu này vận hành dựa trên cơ chế tương tác tổng hợp giữa các yếu tố công trình sinh học và quá trình tự nhiên. Cơ chế hoạt động của từng bước có thể được giải thích dưới góc độ thủy động lực học và sinh thái học như sau:

Hàng cừ tràm/tre (Bước 2) và hàng lục bình (Bước 7): Đóng vai trò như một "hàng rào giảm sóng" ban đầu. Khi sóng tàu hoặc sóng do gió truyền qua các hàng này, năng lượng sóng bị tiêu hao đáng kể do ma sát và lực cản của vật liệu. Các nghiên cứu thực nghiệm cho thấy hàng cừ tràm có thể giảm chiều cao sóng từ 30-50% tùy thuộc vào mật độ và độ sâu ngập nước (Bang và cộng sự, 2025).

Lớp vải địa kỹ thuật (Bước 3) và đất đắp (Bước 4): Tạo thành một hệ thống bảo vệ mái

bờ phía trong. Vải địa kỹ thuật có chức năng ngăn chặn hiện tượng xói ngầm và rửa trôi các hạt đất mịn dưới tác động của dòng chảy và thủy triều. Đồng thời, việc sử dụng bùn, đất nạo vét từ lòng sông vừa tận dụng được nguồn vật liệu tại chỗ, vừa mô phỏng quá trình bồi tụ tự nhiên, giúp duy trì sự cân bằng động lực hình thái lòng dẫn.

Hệ thống cây bản địa (Bước 5 và Bước 6): Đây là yếu tố quyết định đến tính bền vững lâu dài của công trình. Rễ cây trầm và mấm phát triển thành hệ thống "cốt sinh học" (bio-reinforcement) có khả năng gia tăng lực dính của đất (độ gia tăng có thể đạt 20 - 40% theo nghiên cứu của Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam, 2023). Bên cạnh đó, tán cây và thân cây tiếp tục đóng vai trò giảm sóng, tạo bóng mát, cải thiện vi khí hậu và cung cấp môi trường sống cho các loài thủy sinh.

4.3. Phân tích thách thức và đề xuất giải pháp khắc phục theo hướng thực thi

Mặc dù mô hình "Con sông đẹp" mang lại nhiều lợi ích vượt trội, quá trình nhân rộng vẫn phải đối mặt với một số thách thức mang tính hệ thống. Dưới đây là phân tích sâu từng thách thức và đề xuất giải pháp cụ thể (Bảng 6).

4.4. Định hướng nghiên cứu tiếp theo

Kết quả của nghiên cứu này mới chỉ dừng lại ở việc đề xuất bộ tiêu chí và hệ thống hóa quy trình kỹ thuật dựa trên tổng quan tài liệu và kế thừa các mô hình thử nghiệm. Để hoàn thiện và nhân rộng mô hình "Con sông đẹp", cần triển khai các hướng nghiên cứu tiếp theo:

Nghiên cứu mô phỏng thủy động lực học: Sử dụng các mô hình toán (MIKE, Delft3D) để mô phỏng tác động của kè sinh thái đến chế độ dòng chảy, khả năng giảm sóng và quá trình bồi - xói dưới các kịch bản biến đổi khí hậu khác nhau, từ đó tối ưu hóa các thông số thiết kế (mật độ cừ, khoảng cách hàng cây, độ dốc mái bờ).

Nghiên cứu dài hạn về phục hồi sinh thái: Thiết lập các ô thí nghiệm cố định để theo dõi diễn biến đa dạng sinh học (thành phần loài, cấu trúc quần xã) theo chu kỳ 5-10 năm, nhằm lượng hóa chính xác hiệu quả phục hồi hệ sinh thái của giải pháp kè sinh thái.

Nghiên cứu mô hình đồng quản lý và cơ chế tài chính bền vững: Thí điểm các mô hình quản lý sông có sự tham gia của cộng đồng kết hợp với cơ chế chi trả dịch vụ môi trường, đánh giá tính khả thi và khả năng nhân rộng trong điều kiện thực tế tại các tỉnh ĐBSCL.

Nghiên cứu tích hợp tác động của biến đổi khí hậu: Xây dựng các kịch bản thích ứng cho từng tiểu vùng sinh thái (ngọt, lợ, mặn) dựa trên dự báo nước biển dâng và thay đổi chế độ dòng chảy đến năm 2050 và 2100, từ đó điều chỉnh bộ tiêu chí và quy trình kỹ thuật cho phù hợp.

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã chỉ ra rằng sạt lở bờ sông tại ĐBSCL là hệ quả tổng hợp của nhiều yếu tố tự nhiên và nhân sinh, trong đó sự suy giảm phù sa, khai thác cát và lấn chiếm hành lang sông là những nguyên nhân chủ đạo. Để ứng phó hiệu quả, cần chuyển đổi tư duy từ "chống sạt lở" sang "quản lý tổng hợp sông - thích ứng thuận thiên".

Bảng 6. Thách thức và đề xuất giải pháp khắc phục theo hướng thực thi

Thách thức	Nguyên nhân	Giải pháp đề xuất	Chủ thể thực hiện
Thiếu dữ liệu đồng bộ về địa hình - thủy văn - biến động bờ	Hệ thống quan trắc phân tán, thiếu liên kết giữa các tỉnh; dữ liệu lịch sử không được số hóa đồng bộ.	Xây dựng nền tảng dữ liệu GIS dùng chung cho toàn vùng ĐBSCL; tích hợp dữ liệu từ quan trắc mặt đất, ảnh vệ tinh Sentinel và UAV.	Bộ Nông nghiệp và Môi trường, các Sở NN&MT, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam
Cơ chế phối hợp liên ngành, liên tỉnh còn hạn chế	Quản lý sông phân cắt theo ranh giới hành chính; thiếu cơ chế điều phối liên tỉnh cho các dòng sông như sông Tiền, sông Hậu.	Thành lập Ủy ban điều phối liên tỉnh cho từng lưu vực sông chính; lồng ghép mô hình vào quy hoạch tỉnh và quy hoạch vùng ĐBSCL.	Các tỉnh ĐBSCL
Nguồn lực đầu tư và duy tu chưa ổn định	Kinh phí cho bảo vệ bờ sông phụ thuộc vào các dự án ngắn hạn; thiếu cơ chế tài chính bền vững cho duy tu.	Lồng ghép mô hình vào Chương trình mục tiêu quốc gia xây dựng NTM và Chương trình ứng phó BĐKH; xây dựng cơ chế chi trả dịch vụ môi trường (PES) cho các công trình sinh thái.	Bộ Tài chính, các tỉnh
Nhận thức và năng lực thực thi của cộng đồng và chính quyền địa phương còn hạn chế	Thiếu các chương trình tập huấn bài bản; cán bộ địa phương chưa được trang bị đầy đủ kiến thức về giải pháp thuận thiên.	Xây dựng tài liệu hướng dẫn kỹ thuật chi tiết; tổ chức tập huấn cho cán bộ cấp xã; thí điểm mô hình đồng quản lý tại các ấp, xã có nguy cơ sạt lở cao.	Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, Sở NN&MT, các tổ chức đoàn thể



Về mặt lý luận: Nghiên cứu đã xây dựng bộ tiêu chí tích hợp 4 nhóm (An toàn kỹ thuật, Sinh thái, Cảnh quan, Văn hóa cộng đồng) có lượng hóa cụ thể cho điều kiện ĐBSCL, dựa trên tổng quan tài liệu và tri thức địa phương.

Về mặt thực tiễn: Bài báo đã hệ thống hóa quy trình xây dựng kế sinh thái 7 bước từ các mô hình thử nghiệm thành công, lần đầu tiên xây dựng thành quy trình kỹ thuật thống nhất, có tính hướng dẫn áp dụng.

Tuy nhiên, bộ tiêu chí chưa được kiểm chứng trên diện rộng; các ngưỡng đánh giá cần tiếp tục hiệu chỉnh thông qua thực nghiệm tại nhiều địa phương khác nhau; chưa lượng hóa được tác động dài hạn của biến đổi khí hậu.

Khuyến nghị:

Đối với Bộ Nông nghiệp và Môi trường: Lồng ghép bộ tiêu chí và quy trình kế sinh thái vào các chương trình mục tiêu quốc gia về xây dựng nông thôn mới và ứng phó biến đổi khí hậu.

Đối với các tỉnh ĐBSCL: Thí điểm áp dụng bộ tiêu chí và quy trình tại các tuyến sông trọng điểm; xây dựng cơ chế phối hợp liên tỉnh trong quản lý tổng hợp lưu vực sông.

Đối với các tổ chức nghiên cứu: Tiếp tục hoàn thiện bộ tiêu chí và quy trình thông qua các nghiên cứu thực nghiệm dài hạn.

Triển khai đồng bộ bộ tiêu chí và quy trình kỹ thuật sẽ góp phần hình thành các tuyến sông an toàn, thân thiện môi trường và giàu bản sắc vùng miền, hướng tới mục tiêu phát triển bền vững cho toàn vùng ĐBSCL ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bang, N. Q., Duy, D. V., Ty, T. V., Thang, C. N., Downes, N. K., & Tanaka, H. (2025). *Water hyacinth geotextiles as a nature-based solution for riverbank protection in the Vietnamese Mekong Delta*. *CivilEng*, 6.

2. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2020). *Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam – Bản cập nhật 2020*. NXB Tài nguyên – Môi trường và Bản đồ Việt Nam. Hà Nội.

3. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2023). *QCVN 08:2023/BTNMT – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt (Ban hành kèm theo Thông tư số 01/2023/TT-BTNMT ngày 13 tháng 03 năm 2023)*. Hà Nội.

4. Campos, C. A., Tonin, A. M., Sena, G., & Gonçalves Júnior, J. F. (2024). *Progressing a river health assessment framework to tropical waters*. *Frontiers in Water*, 6, Article 1423458.

5. Chen, Y., Wang, Y., Leung, C. C. Y., Hyeon, P. J., & Ding, X. (2023). *Urban river restoration in Hong Kong: Assessment, impact, and improvement strategies*. *Sustainable Cities and Society*, 99, Article 104885.

6. Chính phủ (2015). *Nghị định số 43/2015/NĐ-CP ngày 6/5/2015 quy định về lập, quản lý hành lang bảo vệ nguồn nước*. Hà Nội.

7. Chính phủ (2017). *Nghị quyết số 120/NQ-CP về phát triển bền vững ĐBSCL thích ứng với biến đổi khí hậu*. Hà Nội.

8. Cù Ngọc Thắng, Trịnh Công Vấn, Châu Nguyễn Xuân Quang (2018). *Giải pháp bảo vệ bờ sông, kênh rạch ĐBSCL theo hướng công trình mềm, sinh thái, thân thiện với môi trường*. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Đà Nẵng*, 5(126)(2), 67–70.

9. Duy, D. V., Ty, T. V., Phat, L. T., Minh, H. V. T., Thanh, N. T., & Downes, N. K. (2025). *Assessing river corridor stability and erosion dynamics in the Mekong Delta: Implications for sustainable management*. *Earth*, 6(2), 34. <https://doi.org/10.3390/earth6020034>.

10. Kondolf, G. M., Rubin, Z., & Minear, J. (2014). *Dams on the Mekong: Cumulative sediment starvation*. *Water Resources Research*, 54(10), 8035–8050.

11. Kristensen, P. (2004, September). *The DPSIR framework*. National Environmental Research Institute, Denmark / European Topic Centre on Water, European Environment Agency.

12. Mekong River Commission (MRC) (2023). *State of the Basin Report*. Vientiane, Lao PDR.

13. Nguyễn Thị Bảy và cộng sự (2021). *Báo cáo tổng kết Đề tài Khoa học và Công nghệ “Nghiên cứu xác định nguyên nhân cơ chế và đề xuất các giải pháp khả thi về kỹ thuật hiệu quả về kinh tế nhằm hạn chế xói lở bồi lắng cho hệ thống sông ĐBSCL”*. Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh.

14. Quốc hội (2020). *Luật BVMT số 72/2020/QH14 ban hành ngày 17/11/2020, có hiệu lực từ ngày 1/1/2022*. Hà Nội.

15. Quốc hội (2023). *Luật Tài nguyên nước số 28/2023/QH15 ban hành ngày 27/11/2023, có hiệu lực từ ngày 1/7/2024*. Hà Nội.

16. Schmitt, R. J. P., Bizzi, S., Castelletti, A., & Kondolf, G. M. (2019). *Planning dam portfolios for low sediment trapping shows limits for sustainable hydropower in the Mekong*. *Science Advances*, 5(10), eaaw2175.

17. Trần Tuấn Anh, Nguyễn Bình Dương, Lê Mạnh Hùng, & Nguyễn Nghĩa Hùng (2024). *Nghiên cứu diễn biến hình thái lòng sông Tiền và sông Hậu ĐBSCL*. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi*, (84), 2–14. Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.

18. Trịnh Văn Hạnh, Phạm Minh Cường, Nguyễn Hoàng Thanh (2012). *Một số giải pháp trồng cây bảo vệ đê biển*. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi*.

19. VCCI và Fulbright (2022). *Báo cáo kinh tế thường niên ĐBSCL 2022: Chuyển đổi mô hình phát triển và quy hoạch tích hợp*. Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ.

20. Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam (2024). *Báo cáo đánh giá hiện trạng sạt lở bờ sông, bờ biển khu vực ĐBSCL. Thành phố Hồ Chí Minh. Báo cáo nội bộ*.