

Bài báo khoa học

Giải pháp công trình ứng phó với dòng chủ lưu áp sát bờ sông Cổ Chiên, khu vực TP. Vĩnh Long

Văn Hữu Huệ^{1*}

¹ Trường Đại học Xây dựng Miền Tây, Vĩnh Long; huuhuevan@gmail.com

*Tác giả liên hệ: huuhuevan@gmail.com; Tel.: +84–919235799

Ban Biên tập nhận bài: 15/7/2023; Ngày phản biện xong: 20/8/2023; Ngày đăng bài: 25/9/2023

Tóm tắt: Ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL), việc mất ổn định bờ sông dẫn đến sạt lở xảy ra nhiều nơi với nhiều nguyên nhân khác nhau, riêng ở bờ kè sông Cổ Chiên, đoạn qua phường 1 TP. Vĩnh Long mất ổn định do hình thái sông cong, dòng chủ lưu áp sát bờ. Nghiên cứu đã khảo sát, đánh giá địa chất, lưu tốc dòng chảy, hình thái lòng sông, bình đồ lòng sông từ đó xác định các nguyên nhân gây mất ổn định bờ sông và đề xuất giải pháp công trình bảo vệ. Nghiên cứu đã kết hợp sử dụng các phương pháp điều tra khảo sát, phương pháp thống kê và mô hình toán. Kết quả nghiên cứu cho thấy những nguyên nhân chủ yếu gây mất ổn định bờ sông là do dòng chủ lưu áp sát bờ, tỷ lệ phân lưu dòng chảy và suy giảm bùn cát từ thượng nguồn gây nên xói chân kè. Từ đó nghiên cứu đưa ra giải pháp công trình khắc phục kịp thời tình trạng sạt lở khẩn cấp để bảo vệ khu vực nghiên cứu.

Từ khóa: Dòng chủ lưu áp sát bờ sông; Ổn định bờ sông Cổ Chiên; Phân lưu dòng chảy; Sạt lở bờ kè.

1. Giới thiệu

Trên thế giới, chinh trị sông, xây dựng các công trình ổn định dòng sông, bờ sông được quan tâm từ rất sớm, đặc biệt là các nền văn minh ở các sông lớn như sông Hoàng Hà, sông Dương Tử, sông Rhine, sông Mississippi, sông Volga. Nhằm bảo vệ bờ sông không bị sạt lở, thường ứng dụng giải pháp bảo vệ trực tiếp như: kè gia cố bờ và bảo vệ gián tiếp (hướng dòng chảy không tác động trực tiếp vào bờ) như: kè mỏ hàn, đập khóa, đập dọc...



Hình 1. Kè mỏ hàn trên sông Waar, Hà Lan [1].

Gần đây, các giải pháp trồng cây, mỏ hàn ngầm giảm sóng dòng chảy, tạo bãi, nuôi bãi, mỏ hàn mềm. Các giải pháp bảo vệ bờ mang tính bị động, bằng cách gia cố bờ sông, bờ biển bằng đá đổ, thảm đá, tấm bê tông, tấm bê tông,...

Bên cạnh các giải pháp chủ động tác dụng trực tiếp vào dòng chảy nhằm giảm thiểu các tác động hoặc cải thiện điều kiện tương tác của sóng, dòng chảy như kè mỏ hàn hướng dòng hoặc đê ngầm. Các dạng kết cấu vật liệu thường được sử dụng cho các loại công trình này là đá hộc, cọc gỗ, cọc bê tông liên kết lại với nhau... Giải pháp trồng cây hai bên mái bờ sông đang được ứng dụng khá phổ biến ở các nước trên thế giới những năm gần đây như trồng cỏ Vetiver bảo vệ mái ở Zimbabwe và Indonesia... Với các đoạn sông bị xói lở chân thì giải pháp gia cố chân bằng cọc gỗ hoặc cọc bê tông. Qua nhiều năm quản lý, vận hành, giới chuyên môn đã thấy rõ những mặt hạn chế của việc can thiệp thô bạo vào dòng sông, trong việc chỉnh trị sông, xây dựng các công trình bảo vệ bờ sông. Để khắc phục tình trạng này hầu hết các nước đã, đang và sẽ tiến hành làm sống lại các dòng sông. Trong đó Hà Lan đang thực hiện các dự án “tạo không gian cho dòng sông” (*room for river*), trong đó các hoạt động chính như: dời đê, tạo các kênh dọc song song, hạ thấp các bãi ngập lũ, tạo các dòng sông xanh, giảm chiều cao của các kè mỏ hàn, gỡ bỏ các điểm nút thắt, gia cường các hệ thống đê [1].

Ở Việt Nam cũng có hai giải pháp bảo vệ bờ sông là phi công trình (trồng bản, lụt bình, cây chắn sóng...) và công trình (kè mỏ hàn, kè rọ đá, tường cọc bản với đan, tường chắn, “cọc Tác” lát mái...), cụ thể như tường cọc bản với đan được xây dựng ở bờ kè Phường 1, TP. Vĩnh Long (Hình 2).



Hình 2. Bờ kè Phường 1, TP. Vĩnh Long, 2023.

TP. Vĩnh Long, tỉnh Vĩnh Long nằm bên hữu ngạn sông Cổ Chiên, cách cầu Mỹ Thuận 8 km về phía hạ lưu, là trung tâm hành chính, kinh tế, văn hoá, du lịch của tỉnh. Với nhiều lợi thế về vị trí địa lý, thổ nhưỡng, sông nước... từ thời kỳ đổi mới đến nay Vĩnh Long đã phát triển ngày một lớn mạnh; tuy vậy Vĩnh Long cũng đang đối mặt với nhiều trở ngại, trong đó hiện tượng xói bồi biến hình lòng dẫn hệ thống sông, kênh, rạch trên địa bàn tỉnh có ảnh hưởng không nhỏ. Nghiên cứu mới ở đây là sự kết hợp nhiều yếu tố bất lợi như đất yếu, hạ thấp lòng dẫn, tỷ lệ phân lưu mất cân đối (khai thác cát mở rộng diện tích mặt cắt utor nhánh Cổ Chiên, nổi cồn thu hẹp diện tích mặt cắt utor nhánh sông Tiền), thế sông cong, dòng chủ lưu áp sát bờ... tiềm ẩn nguy cơ gây mất ổn định, xói lở bờ sông, gây thiệt hại rất lớn về cơ sở hạ tầng, mất ổn định cuộc sống dân cư ven sông, mất mỹ quan và gây ô nhiễm môi trường.

Trước tình hình biến đổi khí hậu ngày càng ảnh hưởng mạnh mẽ, áp lực của tốc độ gia tăng dân số, đô thị hóa, dòng sông ngày càng bị khai thác nhiều hơn và vì thế chế độ dòng chảy đã có nhiều thay đổi, xói bồi biến hình lòng sông trong nhiều năm qua đã diễn ra nhanh hơn, phức tạp hơn. Chính vì thế, từ 10/8/2023 đến 13/8/2023, Thủ tướng Phạm Minh Chính cùng các bộ ngành đã đi khảo sát và cho đầu tư một số công trình phòng chống sạt lở trọng điểm tại ĐBSCL; Thủ tướng đã đến khảo sát và thống nhất đầu tư bờ kè tiếp giáp với khu vực nghiên cứu này về phía hạ lưu (Hình 3). Tại TP. Vĩnh Long dòng chủ lưu nhánh

Cổ Chiên ngày càng ép sát vào phía bờ phải gây xói lở gần như toàn bộ đoạn bờ sông thuộc địa phận TP. Vĩnh Long. Hiện địa hình mái bờ sông rất dốc với $m = 1,5$; Cao trình đáy sông rất sâu từ $-27,0 \div -36,0$. Vị trí xảy ra lún lụt, xói chân kè kéo dài từ $K0+000 \div K0+130$ [2].



Hình 3. Thủ tướng Phạm Minh Chính cùng đoàn công tác Chính phủ đi khảo sát sạt lở ngày 12/8/2023 tại Kè Phường 1, TP. Vĩnh Long, Đài PTTH. Vĩnh Long, 2023.

Mục đích nghiên cứu: (1) Xác định nguyên nhân xói lở, sụt lún từ hình thái dòng chảy, dòng chủ lưu áp sát bờ, phân lưu lưu lượng dòng chảy mất cân đối; (2) Đề xuất giải pháp kè sau khi sửa chữa sạt lở, sụt lún.

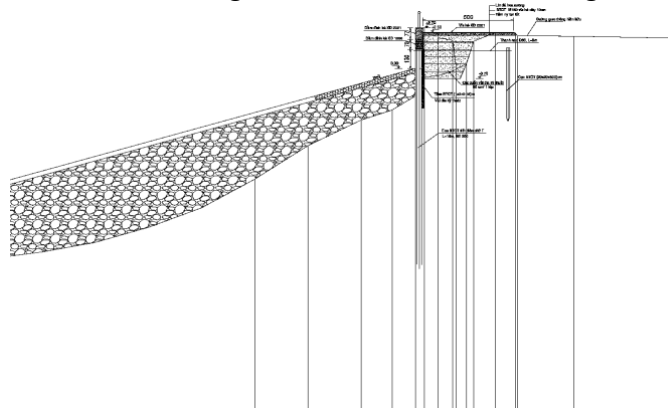
2. Tài liệu thu thập và phương pháp nghiên cứu

2.1. Dữ liệu sử dụng

2.1.1. Khái quát công trình

Ở khu vực nghiên cứu có lớp đất yếu sâu, cao trình $-42,5$. Các lớp đất là trầm tích Holocen (amQ23) có sức chịu tải rất kém, tính nén lún rất cao, dễ bị phá hủy kết cấu khi chịu tác dụng của dòng chảy, từ cao trình $-42,5$ là lớp đất thuộc trầm tích Pleistocen trên - Holocen dưới ÷ giữa (amQ13 ÷ amQ21-2), có khả năng chịu lực tốt hơn.

Để bảo vệ hữu ngạn sông Cổ Chiên (TP. Vĩnh Long), công trình kè bảo vệ bờ khu vực này đã được Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam thiết kế và được khởi công xây dựng ngày 27/12/1994 với những chỉ tiêu thiết kế sau: Cao trình đỉnh bờ $+2,0$; Tải trọng đỉnh kè: 1 kg/cm^2 ; Chiều dài bờ kè là 643 m được chia làm 6 PD.) PD. IV, tại khu vực Nhà máy nước được thi công và hoàn thành năm 1999. Kết cấu kè như mô tả trong Hình 4. PD. IV có kết cấu kè gồm Cọc chữ T dài 15 m, đóng 2 m/cọc. Được neo với cọc bê tông cốt thép (BTCT.) $20 \times 20 \times 500$. Thép neo $d = 30 \text{ mm}$ dài 5 m. Giữa 02 cọc chữ T có gắn tấm đan. Dầm mũ kích thước 35×70 . Tại cao trình $+0,00$ được thả lửng thể đá hộc rộng 0,5 m, mái $m = 2$. Bên trong tấm đan được xếp đá hộc và tầng lọc ngược mái $m = 1,0$, cao trình đỉnh kè $+2,0$, sau thời gian sử dụng cao trình được nâng lên $+2,7$. Vía hè được nâng lên $+2,5$.



Hình 4. Mặt cắt (MC) ngang điển hình kè [2].

Năm 2006-2007 PD. VI cũng bị sạt lở chân kè, gây mất ổn định và Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam cũng đã tư vấn sửa chữa kè, chủ yếu là trải thảm đá chống xói chân kè với mái dốc $m = 2,5$. Năm 2022, PD. IV tiếp tục xảy ra hiện tượng lún sụt kè.

Do ảnh hưởng của dòng chủ lưu áp sát bờ, xói chân kè, xói mòn lắng thể đá và lòng dẫn làm tằm đan bị tụt xuống, làm hư hỏng tầng lọc ngược dẫn đến đất cát dịch chuyển ra ngoài làm cho kè bị lún sụt. Đặc biệt là cuối tháng 9/2022 tại vị trí cầu dẫn Nhà máy nước đến bến phà An Bình đã xảy ra sạt lở chân và mái kè chiều dài khoảng 80 m.



Hình 5. Hình ảnh tụt đan và sụt lún thân kè PD. IV, 2022.

2.1.2. Địa hình

Địa hình trên cạn tương đối bằng phẳng. Địa hình dưới nước rất sâu đầu tuyến cao trình -27,0 đến cuối tuyến -36,0 (cao độ Quốc Gia - Hòn Dấu và hệ tọa độ Quốc Gia VN2000). Bờ sông thấp cao trình từ $+1,8 \div +2,2$. Địa hình lòng sông có tuyến lạch sâu áp sát về phía bờ, tại vị trí cuối tuyến có phần sâu hơn, xuất hiện hố xói có cao độ - 36,0. Mái bờ sông phía cuối tuyến dốc hơn phía đầu, hệ số mái dốc $m = 1,5 \div 2,0$. Từ phà An Bình đến nhà hàng Phương Thủy có cơ kè rộng 20 m ở cao trình -12,5.

2.1.3. Địa chất

Tài liệu khảo sát địa chất kế thừa hồ sơ dự án Kè bờ sông Cổ Chiên - TP. Vĩnh Long thuộc Phường 1, Phường 2, TP. Vĩnh Long, tỉnh Vĩnh Long

Lớp 1 (Đất đắp): Sét, màu nâu vàng, xám xanh, xám nâu, trạng thái dẻo mềm, lớp này xuất hiện trong tất cả các hố khoan khảo sát và phân bố từ mặt đất tự nhiên đến độ sâu 0,5 m.

Lớp 2: Bùn sét, màu xám xanh, xám đen, đôi chỗ lẫn hữu cơ, lớp này xuất hiện ở hầu hết trong các hố khoan khảo sát và phân bố, dưới lớp 1 đến độ sâu 11,0 m.

Lớp 3: Bùn sét lẫn cát, màu xám xanh, xám đen, lớp này xuất hiện ở hầu hết trong các hố khoan khảo sát và phân bố, dưới lớp 2 đến độ sâu 16,4 m.

Lớp 3a: Cát lẫn bùn sét, màu xám nâu, xám xanh, trạng thái xốp, lớp này xuất hiện xen kẽ trong lớp 3 và chỉ xuất hiện trong hố khoan HK-K02 ở độ sâu 22,0 m

Lớp 4: Sét lẫn cát, màu xám nâu, xám xanh, xám vàng, trạng thái nhão đến dẻo mềm, khoan hết độ sâu 45,0 m vẫn chưa phát hiện đáy lớp này.

2.2.4. Số liệu khí tượng thủy văn

Nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa, quanh năm nóng ẩm, có chế độ nhiệt tương đối cao và bức xạ dồi dào. Nhiệt độ trung bình cả năm từ $7,0 \div 28,0^{\circ}\text{C}$. Thời hạn có mưa trong năm kéo dài 9 tháng từ tháng 3 đến tháng 12, với lượng mưa trung bình là 173 mm.

Hàng tháng, triều xuất hiện hai lần nước cao (triều cường) và hai lần nước thấp (triều kém) theo chu kỳ trăng. Dạng triều lúc cường và lúc kém cũng khác nhau, và trị số trung bình của các chu kỳ ngày cũng tạo thành một sóng có chu kỳ 14,5 ngày với biên độ $0,30 \div 0,40$ m [3].

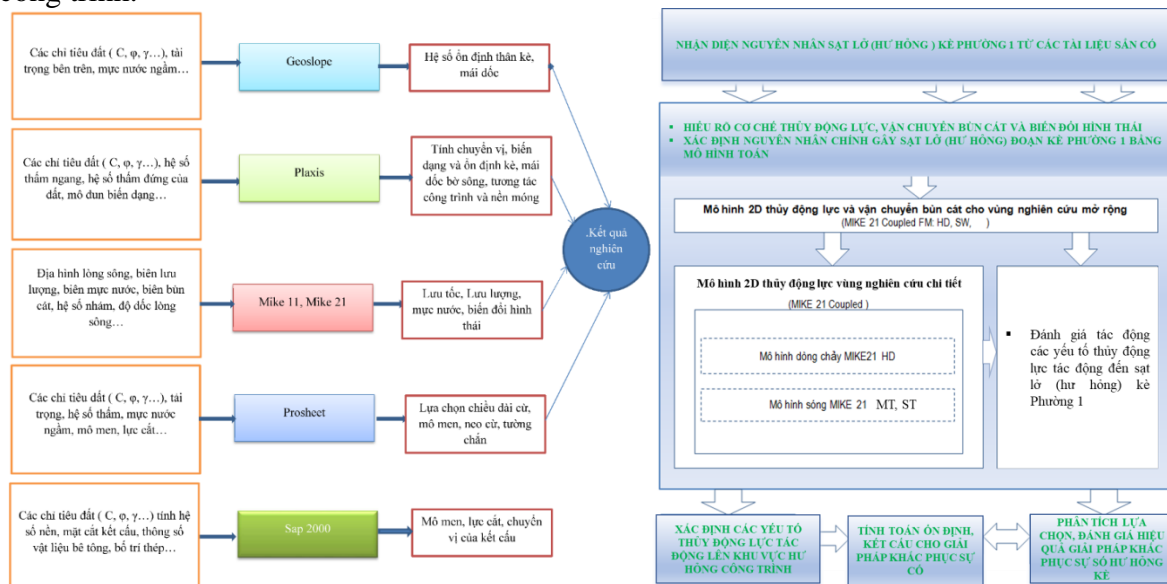
2.2. Phạm vi nghiên cứu và quy mô

Kè Phường 1, TP. Vĩnh Long, phía trên (thân kè): Từ K0+50 ÷ K0+130 (80 m) cao trình đỉnh kè: +2,7, vỉa hè: +2,5 (cao độ Hòn Dấu); phía dưới (mái kè, chân kè): Từ K0+000 ÷ K0+130 (130 m) (thuộc phân đoạn (PĐ.) III, IV và V cũ).

Loại và cấp công trình: Công trình thủy lợi - thuộc CT NN&PTNT, Cấp IV.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Hình 6 trình bày cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu chung sử dụng cho nghiên cứu này. Đầu tiên, trên cơ sở kế thừa kết quả các nghiên cứu trước về lĩnh vực xói lở bờ sông đã được thực hiện ở các vùng biển khác trên thế giới, trong nước, cũng như trong khu vực nghiên cứu này, kết hợp phân tích các số liệu sẵn có (quan trắc (thủy văn, địa hình, địa chất) và mô hình toán) về các yếu tố khí hậu, thủy văn ở vùng nghiên cứu, từ đó nhận diện ra các yếu tố chính tác động đến quá trình xói lở gây hư hỏng công trình kè phường 1, bao gồm các yếu tố tự nhiên cũng như các tác động của con người. Ngoài ra việc điều tra khảo sát hiện trường cũng được thực hiện để hiểu rõ hơn thực trạng diễn biến xói lở hư hỏng công trình.



Hình 6. Sơ đồ phương pháp nghiên cứu (phải) và chi tiết dữ liệu đầu vào và kết quả đầu ra (trái).

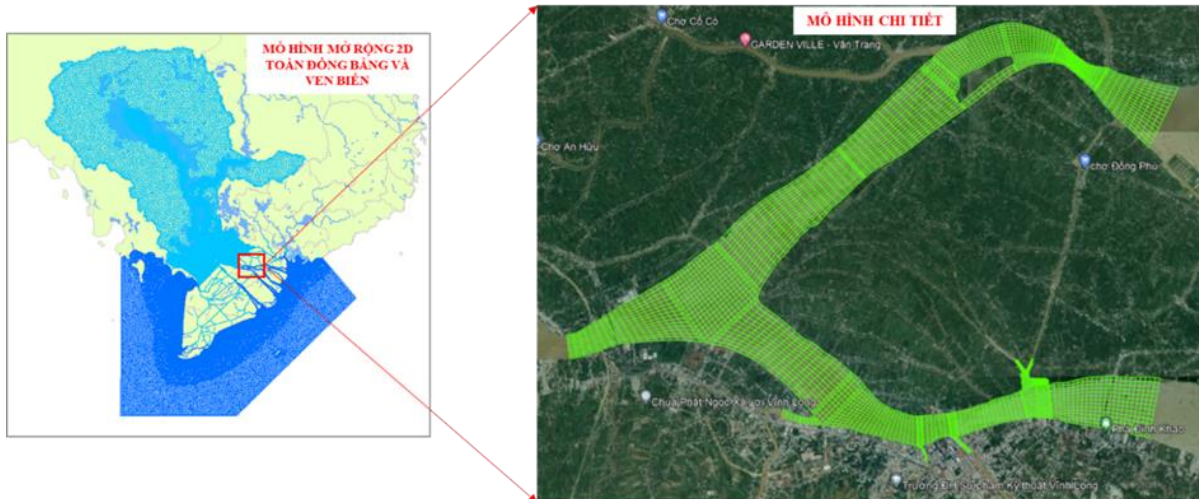
Tiếp theo, công cụ mô hình toán được sử dụng để nghiên cứu phân tích chi tiết chế độ thủy động lực, vận chuyển bùn cát, diễn biến hình thái. Qua đó, xác định cụ thể các yếu tố tự nhiên chính gây ra xói lở bờ hay nói cách khác là nguyên nhân chính gây ra hư hỏng công trình kè phường 1, TP. Vĩnh Long. Ngoài việc sử dụng công cụ mô hình thủy lực để đánh giá tác động dòng chảy thì nghiên cứu còn sử dụng các công cụ tính toán ổn định [4], kết cấu [5] *Geoslope*, *Plaxis*, *Sap*) từ đó xác định rõ nguyên nhân gây ra hư hỏng cũng như tính toán giải pháp ổn định lâu dài cho công trình kè phường 1.

Các mô hình thủy động lực được sử dụng bao gồm mô hình MIKE 21 FM Coupled (bao gồm các module thủy động lực HD, module tính vận chuyển bùn MT, module tính vận chuyển cát ST) để mô phỏng trường dòng chảy, vận chuyển bùn cát và diễn biến hình thái.

Như trình bày trên hình 7, cách tiếp cận mô hình đa tỷ lệ được sử dụng cho nội dung nghiên cứu bằng mô hình toán. Nhóm mô hình 1 (mô hình mở rộng) bao gồm các mô hình: (i) 1D cho hệ thống sông kênh Mekong và Sài Gòn - Đồng Nai, và (ii) 2D cho vùng nghiên cứu mở rộng phía biển từ Bà Rịa - Vũng Tàu đến Campuchia. Kết quả của mô hình này được dùng để trích xuất biên cho mô hình nghiên cứu chi tiết (nhóm mô hình 3). Đối với các mô hình 1D độc lập, các module được sử dụng sẽ là MIKE 11 HD, AD. Đối với mô

hình 2D độc lập, các module sử dụng sẽ là MIKE 21 FM HD, SW và MT. Đối với mô hình mở rộng được kế thừa từ kết quả nghiên cứu [2] và cập nhật điều kiện biên đến năm 2022.

Mô hình 2 (mô hình chi tiết) bao gồm các mô hình 2D chi tiết được xây dựng để nghiên cứu chế độ thủy động lực, vận chuyển bùn cát và biến đổi hình thái khu vực bờ khu vực Phường 1, tỉnh Vĩnh Long và vùng phụ cận. Các module của bộ mô hình MIKE được sử dụng cho các mô hình chi tiết tương tự các module được sử dụng cho mô hình 2D mở rộng ở trên. Đối với mô hình 2 được kế thừa từ nghiên cứu [2]. Tuy nhiên, việc phân tích kết quả sẽ tập trung cho khu vực kè Phường 1, thành phố Vĩnh Long.



Hình 7. Sơ đồ các mô hình toán được sử dụng trong nghiên cứu.

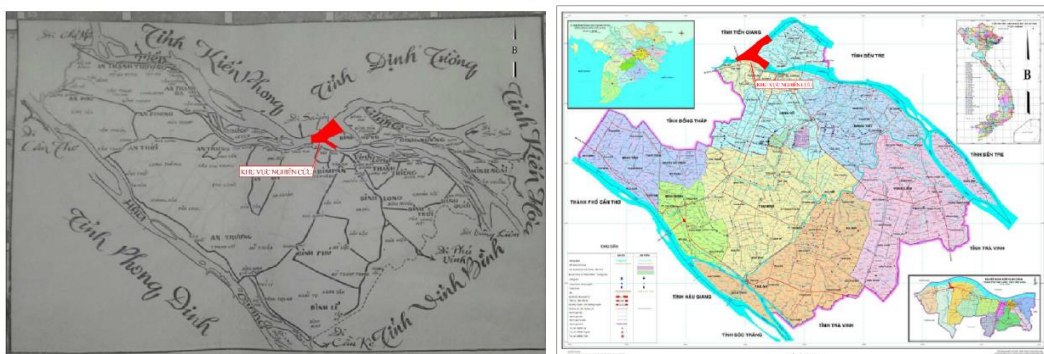
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Phân tích đặc điểm khí tượng thủy văn

Vùng nghiên cứu nằm trong vùng chịu ảnh hưởng bán nhật triều không đều Biển Đông [6]. Mực nước biển dao động liên tục theo thủy triều, dao động theo chu kỳ ngày, đêm, tháng, năm; đóng vai trò quyết định đến chế độ chảy trên biển vùng cửa sông và trong sông. Triều biển Đông có biên độ rộng từ $3,5 \div 4,0$ m, lên xuống ngày hai lần, thời gian giữa hai chân và hai đỉnh vào khoảng $12,0 \div 12,5$ giờ và thời gian một chu kỳ triều ngày là 24,83 giờ. Đất yếu ven sông hai lần nước thâm vào trong và hai lần nước rút ra sông, làm giảm lực dính của đất, khi sóng tác động vào sẽ dễ tan rã và bị cuốn ra sông gây sạt lở bề mặt.

3.2. Phân tích phân lưu dòng chảy

Vào thập niên 60, sau khi dòng Tiền Giang qua phà Mỹ Thuận (Cầu Mỹ Thuận ngày nay) phân lưu thành hai nhánh, nhánh Cổ Chiên (đi qua Vĩnh Long) và nhánh sông Tiền đi qua tỉnh Định Tường (Tiền Giang ngày nay) và Cù lao Bình Hưng, Đồng Phú và Bình Hòa Phước (Hình 8).



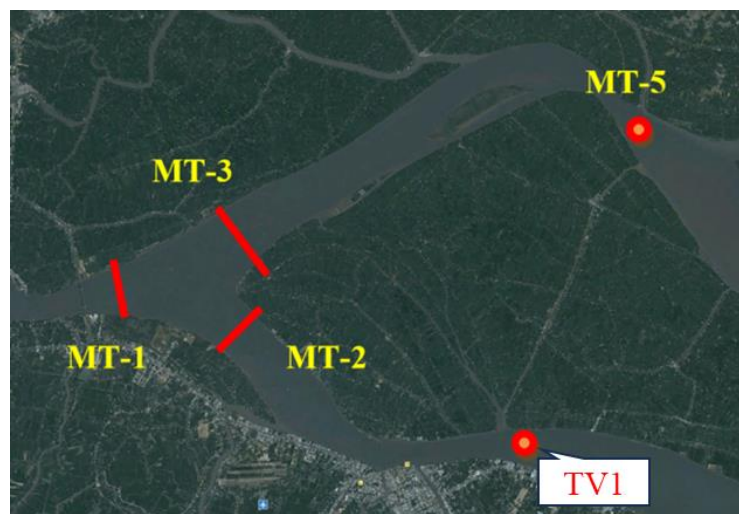
Hình 8. Vị trí nghiên cứu thập niên 60 (trái) và hiện nay (phải); Bảo tàng Vĩnh Long, 2023.

Thập niên 60, nhánh Cỏ Chiên nhỏ hơn, khoảng một phần năm nhánh sông Tiền. Thập niên 80, nhánh Cỏ Chiên khai thác cát làm mở rộng diện tích mặt cắt ướt, nhánh sông Tiền hình thành bãi bồi giữa sông và phát triển thành cồn [7] làm thu hẹp diện tích mặt cắt ướt, lưu lượng tập trung về nhánh Cỏ Chiên nên nhánh Cỏ Chiên được mở rộng như ngày nay - bề rộng hai nhánh gần bằng nhau (Hình 7), Mùa lũ (từ tháng 7÷11), tỷ lệ phân lưu $61,5 \div 62,2\%$ tại Cỏ Chiên và $37,8 \div 38,5\%$ tại sông Tiền. Tỷ lệ này vào mùa kiệt ở nhánh sông Cỏ Chiên $60,8 \div 61,5\%$ trong khi tại nhánh sông Tiền $38,5 \div 39,2\%$. Cả hai mùa, lưu lượng về nhánh sông Cỏ Chiên lớn hơn [1].

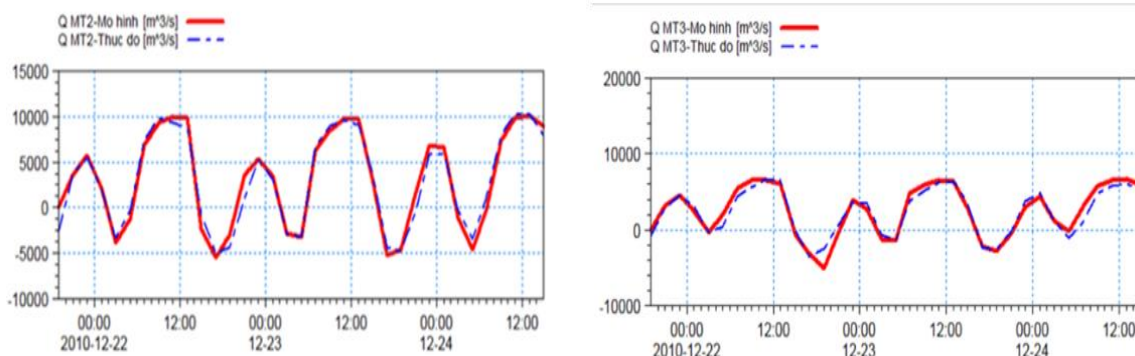
Dòng Cỏ Chiên sau khi phân lưu và gặp thế sông cong, lồi về phía Vĩnh Long nên dòng chủ lưu áp sát bờ sông phía Vĩnh Long, va đập vào khu vực Nhà máy nước Vĩnh Long, thập niên 90, khu vực này được xây dựng bờ kè, đồng thời xây dựng 03 mỏ hàn để ứng phó dòng chủ lưu nhưng vẫn không hiệu quả, vẫn gây xói lở bên dưới, gây sạt lở khu vực này. Đồng thời, khu vực này thuyền lưu thông rất nhiều gây ra sóng vỗ vào bờ sông với địa chất lớp đất yếu cũng là nguyên nhân góp phần gây nên sạt lở, lún sụt.

3.3. Dòng chủ lưu áp sát bờ với vận tốc lớn

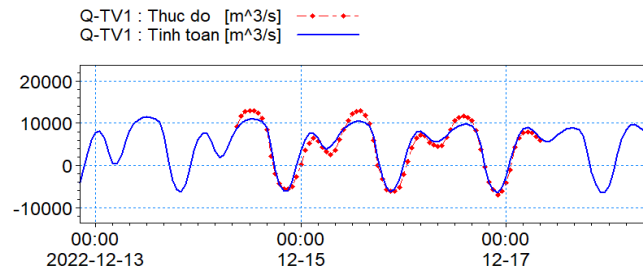
Để xem xét lưu tốc trong khu vực nghiên cứu, sử dụng mô hình toán 2D của Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam đã mô phỏng chế độ thủy động lực cho một năm điển hình trung bình là năm 2014 (lũ trung bình, điều kiện khí hậu trung bình) [8]. Vị trí các trạm quan trắc ngăn ngày phục vụ hiệu chỉnh và kiểm định mô hình chi tiết được thể hiện trên hình 9. Mô hình nghiên cứu chi tiết (Mô hình 2) đã được hiệu chỉnh và kiểm định với các kết quả thực đo cho độ tin cậy cao. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định xem (Hình 10, Hình 11) [2].



Hình 9. Vị trí các trạm quan trắc ngăn ngày phục vụ hiệu chỉnh và kiểm định mô hình chi tiết [2].

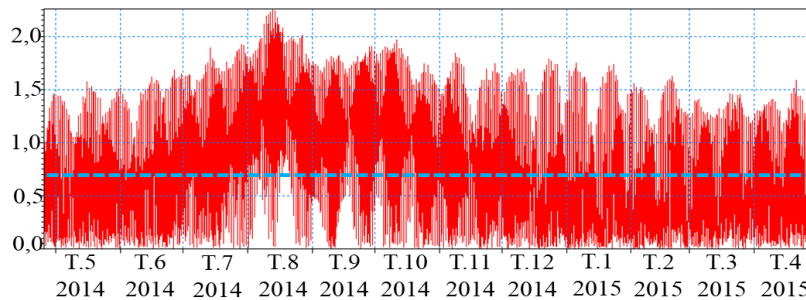


Hình 10. Kết quả hiệu chỉnh lưu lượng tại vị trí MT2, MT3.

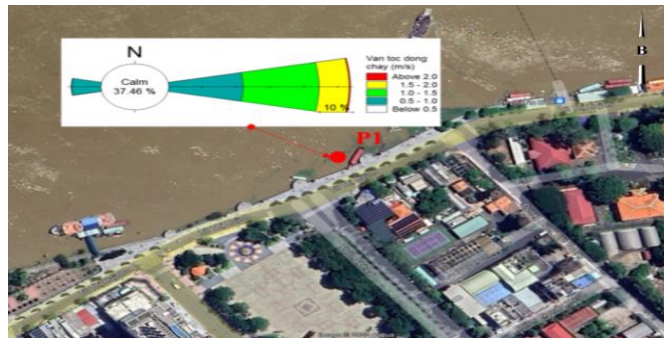


Hình 11. Kết quả kiểm định lưu lượng tại vị trí TV1.

Kết quả cho thấy thời gian có vận tốc vượt ngưỡng vận tốc không xói cho phép của lòng dẫn (0,7 m/s) diễn ra với thời gian xuất hiện khá lớn (Hình 12). Hoa dòng chảy tại một vị trí nghiên cứu được thể hiện trên hình 13.

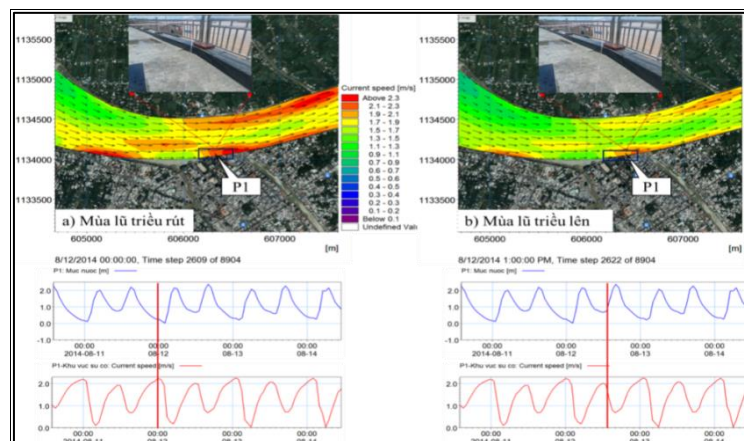


Hình 12. Quá trình lưu tốc vị trí sát công trình trong năm thủy văn điển hình 2014 tính từ mô hình và giá trị vận tốc không xói cho phép khu vực nghiên cứu (đường thẳng nét đứt) [2].



Hình 13. Hoa dòng chảy tại một vị trí nghiên cứu.

Khu vực bị sạt lở (sụt lún) - khu vực nghiên cứu, lưu tốc được diễn tả trong Hình 14. Kết quả thể hiện diễn biến lưu tốc khi triều rút và triều lên đều vượt giá trị không xói cho phép (0,7 m/s) trong phần lớn thời gian mùa lũ - mùa có tác động bào xói lòng dẫn mạnh nhất.



Hình 14. Diễn biến lưu tốc sát bờ kè khu vực nghiên cứu trong mùa lũ.

3.4. Tính ổn định tổng thể

Sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn [9] và phương pháp chiết giảm ϕ -c (ϕ -c reduction technique), sử dụng phần mềm Plaxis (số liệu tính toán theo tài liệu khảo sát địa chất được tham khảo tại hồ sơ dự án Kè bờ sông Cổ Chiên thuộc Phường 1, Phường 2, TP. Vĩnh Long. Tính toán hệ số an toàn chung của công trình và hạng mục công trình cần thỏa mãn điều kiện sau [10].

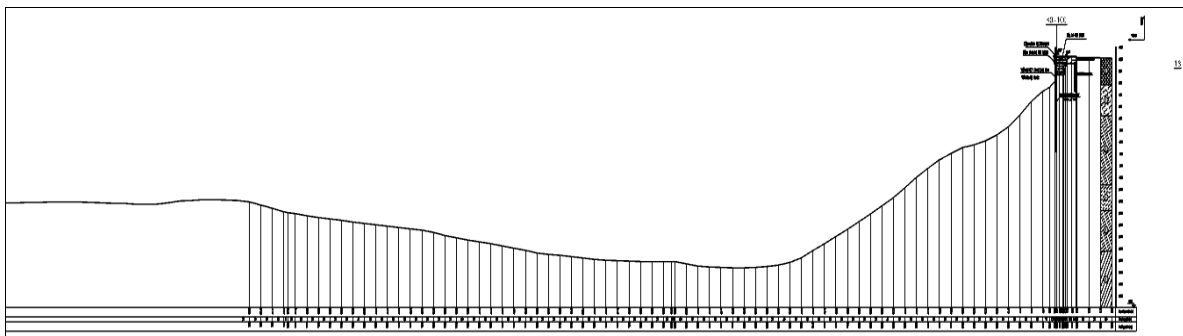
$$K = \frac{R}{N_{tt}} \geq \frac{n_c}{m} K_n \quad (1)$$

Trong đó n_c là hệ số tổng hợp tải trọng, phụ thuộc vào tổ hợp tải trọng tính toán bất lợi nhất trong các giai đoạn làm việc của công trình (Tổ hợp tải trọng cơ bản: $n_c = 1,00$; Tổ hợp tải trọng trong thời kỳ thi công: $n_c = 0,95$; Tổ hợp tải trọng đặc biệt: $n_c = 0,9$); N_{tt} là tải trọng tính toán tổng quát; R là sức chịu tải tổng quát; m là hệ số điều kiện làm việc, chọn $m = 1,0$; K là hệ số an toàn chung của công trình; K_n là hệ số đảm bảo phụ thuộc cấp công trình, công trình lựa chọn là cấp IV nên $K_n = 1,15$.

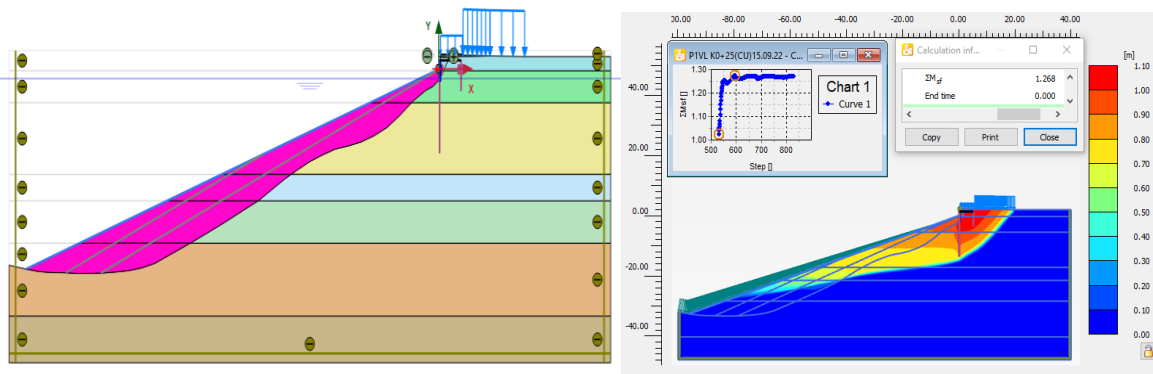
Thay các giá trị vào công thức trên ta được hệ số an toàn của công trình theo các tổ hợp tính toán như sau: (1) Tổ hợp 1: Công trình trong giai đoạn thi công: $[K] = 1,09$; (2) Tổ hợp 2: Công trình trong giai đoạn vận hành bình thường: $[K] = 1,15$.

Hệ số an toàn của công trình cấp IV $[FStc] = 1,20$ [11]

Trường hợp (TH) tính toán với mực nước tính toán: $H_{90\%} = -1,57$ m; MC nguy hiểm nhất tại K0+100 (Hình 15); mực nước ngoài sông là mực nước kiệt nhỏ nhất cho cả 03 TH tính toán (với tải trọng hành lang $3,0 \text{ KN/m}^2$, đường $7,5 \text{ KN/m}^2$, thi công $10,0 \text{ KN/m}^2$): (1) TH 1: Mái công trình tự nhiên (hiện trạng); (2) TH 2: Gia cố mái công trình từ cao trình 0 với hệ số mái $m = 2,5$; (3) TH 3: Gia cố mái công trình từ cao trình 0 với hệ số mái $m = 3,0$; MC tính toán như Hình 16.



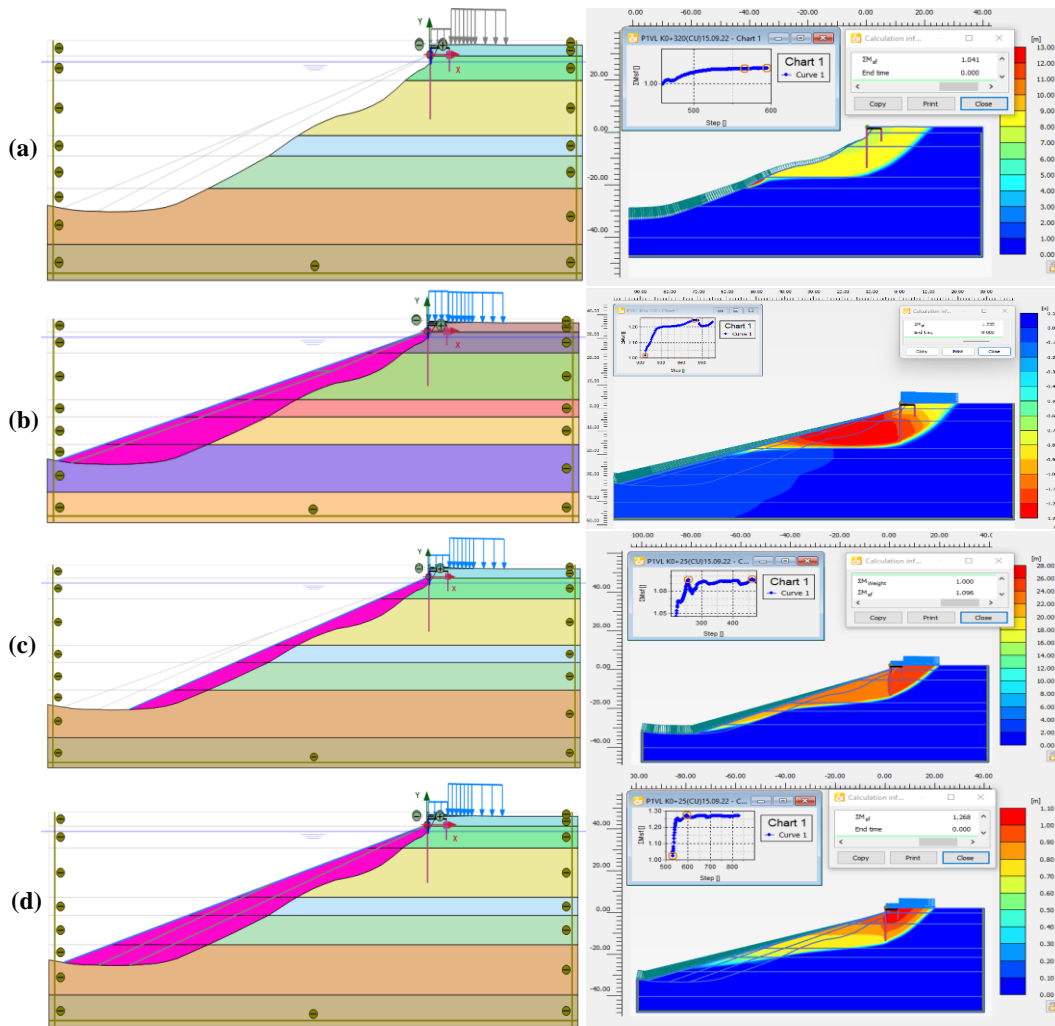
Hình 15. MC ngang tính toán K0+100.



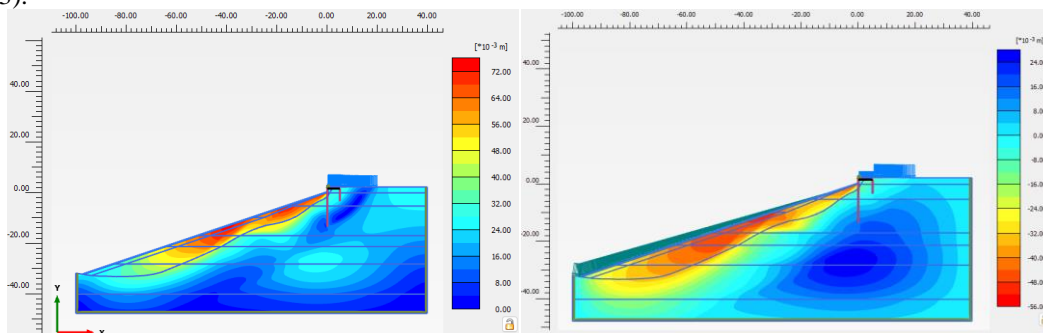
Hình 16. Mô hình và kết quả tính toán ổn định mái $m = 3$.

Kết luận: Phương án xử lý là phù hợp. TH tính toán: Mực nước tính toán: $H_{90\%} = -1,57$ m; MC tính toán: MC nguy hiểm nhất (K0+100) để kiểm tra ổn định tổng thể [12]; Sử dụng mực nước ngoài sông là mực nước kiệt nhỏ nhất cho cả bốn TH tính toán [13].

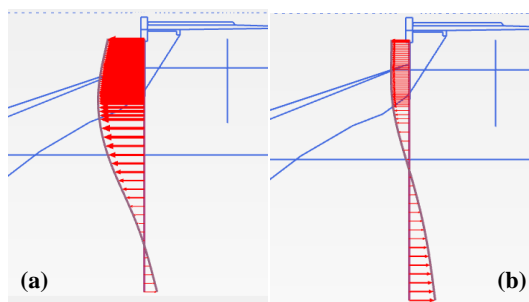
Tải trọng tính toán gồm: Tải trọng hành lang: $3,0 \text{ KN/m}^2$; Tải trọng người đi; Tải trọng đường: $7,5 \text{ KN/m}^2$; Tải trọng xe trong quá trình vận hành; Tải trọng thi công: $10,0 \text{ KN/m}^2$; các TH tính toán như sau: (a) TH 1: Mái công trình hiện trạng (tổ hợp vận hành); (b) TH 2: Gia cố mái công trình từ cao trình 0 với mái $m = 2,5$ (tổ hợp vận hành); (c) TH 3: Gia cố mái công trình từ cao trình 0 với mái $m = 3$ (tổ hợp thi công); (d) TH 4: Gia cố mái công trình từ cao trình 0 với mái $m = 3$ (tổ hợp vận hành). Tính toán tổng thể được thể hiện trên hình 17. Kết quả chuyển vị tổng thể $m = 3$ được thể hiện trên hình 18. Kết quả chuyển vị cục bộ TH 3 được thể hiện trên hình 19.



Hình 17. Mô hình tính toán và kết quả đánh giá ổn định 4 TH: (a) Mô hình tính toán (trái) và kết quả đánh giá ổn định (phải) TH 1 (Hiện trạng); (b) Mô hình tính toán (trái) và kết quả đánh giá ổn định (phải) TH 2 ($m = 2,5$); (c) Mô hình tính toán (trái) và kết quả đánh giá ổn định (phải) TH 3, thi công ($m = 3$); (d) Mô hình tính toán (trái) và kết quả đánh giá ổn định (phải) TH 4, vận hành ($m = 3$).



Hình 18. Kết quả chuyển vị tổng thể $m = 3$, thi công (TH 3) (trái) và $m = 3$, vận hành (TH 4) (phải).



Hình 19. Kết quả chuyển vị cọc TH 3 (trái) và TH 4 (phải) [14].

Giá trị tính toán ổn định được tổng hợp cho các phương án xử lý theo bảng 1.

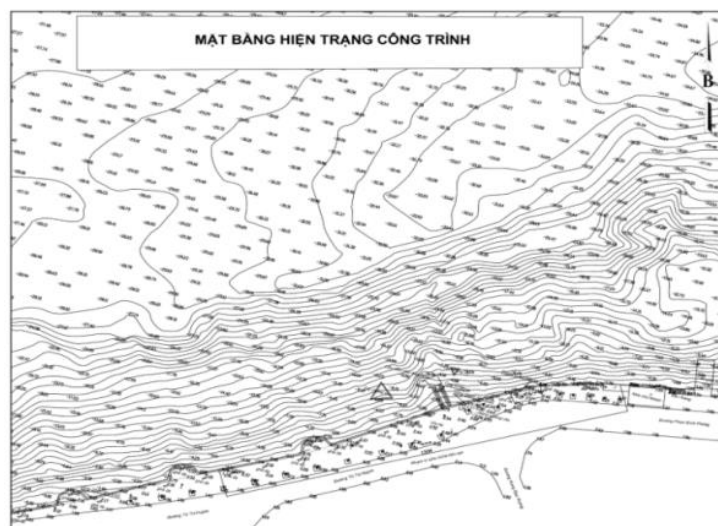
Bảng 1. Kết quả giá trị ổn định tính toán cho bốn TH [2].

Trường hợp	Giá trị tính toán	Giá trị cho phép	Kết luận
TH 1: Hiện trạng	1,041	1,20	Không đạt
TH 2: $m = 2,5$	1,096	1,20	Không đạt
TH 3: $m = 3,0$ (thi công)	1,235	1,15	Đạt
TH 4: $m=3,0$ (vận hành)	1,268	1,20	Đạt
Chuyển vị cọc TH 3	2,580	5,00	Đạt
Chuyển vị cọc TH 4	1,390	5,00	Đạt

Sửa chữa, gia cố mái lòng sông theo hệ số mái dốc $m = 3$ đảm bảo an toàn và điều kiện chuyển vị cọc trong phạm vi cho phép.

3.5. Đánh giá nguyên nhân gây mất ổn định

Phạm vi nghiên cứu nằm ở bờ lõm của đoạn sông cong, nên dòng chủ lưu áp sát bờ, vận tốc lớn nhất đạt tới trên 2 m/s. Dòng chảy lũ kết hợp với dòng chảy thủy triều (và có cả tác động của dòng chảy do ghe tàu đi lại) có vận tốc lớn hơn vận tốc không xói cho phép của lòng dẫn (theo tính toán chỉ đạt $0,5 \div 0,7$ m/s), với thời gian xuất hiện vận tốc lớn khoảng 60% tổng thời gian tính toán [15]. Đây là lý do chính làm cho lòng dẫn bị bào mòn dần, lòng sông bị xói sâu, trở nên dốc hơn và đặc biệt là làm xói chân kè. Chân kè bị xói, làm cho khối đá học bảo vệ chân kè (xây dựng trước đây) mất ổn định, hạ thấp, dẫn đến “mất chân” và tấm đan BTCT kẹp giữa các cọc bị tụt xuống, bình đồ lòng sông được trình bày trong Hình 20.



Hình 20. Bình đồ lòng sông khu vực nghiên cứu [2].

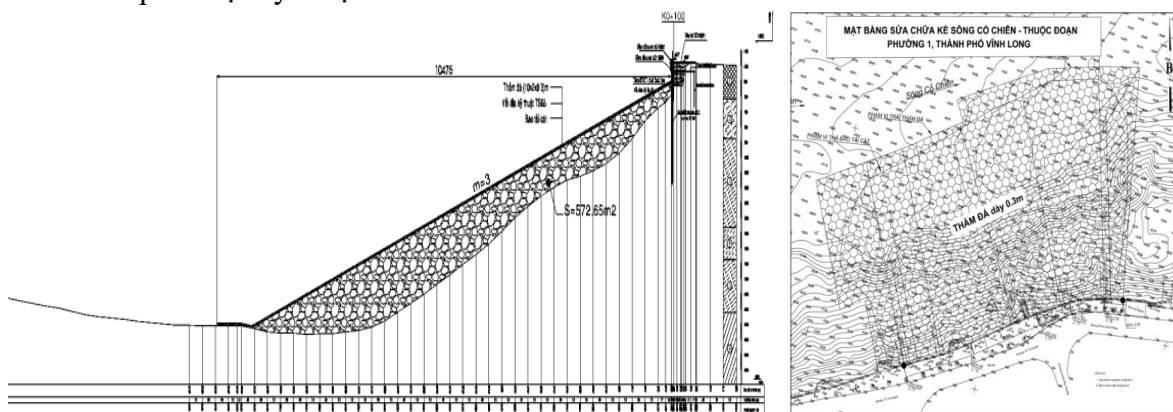
Hậu quả là dòng chảy do sóng, mưa, thủy triều làm cát đắp thân kè dịch chuyển ra ngoài sông, làm sụt lún hành lang đi bộ phía sau kè. Về lâu dài, nếu mái dốc lòng sông tiếp tục bị xói, sẽ gây mất ổn định tổng thể của kè (khi đó sẽ xuất hiện những cung trượt lớn), nguy cơ thiệt hại cho cơ sở hạ tầng rất lớn.

Cao trình vỉa hè của kè đã được nâng lên cao 0,50 m so với trước đây (từ cao trình +2,0 lên +2,5) làm gia tăng áp lực đứng và ngang lên bờ kè, góp phần gây sụt lún bờ kè.

3.6. Giải pháp kè sau khi sửa chữa sạt lở, sụt lún

Thân kè: Từ K0+50 ÷ K0+130 (80 m); đan BTCT M300 kích thước 20×10×15; chèn đan lên cọc chữ T đến cao trình -1,90 m; đắp cát cuốn vải địa từng lớp 0,5 m cho đến cao trình +2,0; đổ bê tông vỉa hè M150 dày 15 cm; lát đá hoa cương bề mặt vỉa hè.

Mái kè, chân kè: Từ K0+000 ÷ K0+130 (130 m); Từ cao trình +0,0, mái bờ sông được gia cố chống xói lở bằng bao tải cát, thảm đá 10,0×3,0×0,3 m với hệ số mái $m = 3,0$, bên dưới có lớp vải địa kỹ thuật.



Hình 21. Kết cấu kè sửa chữa (trái) và mặt bằng sau khi thảm rọ đá (phải) [2].

4. Kết luận và kiến nghị

4.1. Kết luận

Khai thác cát mở rộng diện tích mặt cắt ướn nhánh Cỏ Chiên, nổi còn thu hẹp diện tích mặt cắt ướn nhánh sông Tiền làm cho lưu lượng sau khi qua cầu Mỹ Thuận tập trung về nhánh Cỏ Chiên [16] khoảng 62%, nên lòng dẫn khu vực nghiên cứu rất sâu, cao trình từ -27,0 ÷ -37,0. Địa chất yếu, thể sông cong, dòng chủ lưu ép sát vào bờ với lưu tốc lớn nên xói mòn chân kè gây mất ổn định, nguy cơ sạt lở bờ sông khu vực kè ngày càng tăng.

Nhằm bảo vệ bờ sông, nghiên cứu đã đưa ra giải pháp sửa chữa kè theo kết cấu như đã trình bày ở mục 3.6 (Hình 21).

Phần kè tiếp giáp khu vực nghiên cứu về phía hạ lưu cũng mất ổn định tương tự (đã di dời hết các nhà hàng, kios... các sở ngành đã đi thực địa và thống nhất lập biên bản xác nhận mất ổn định chiều ngày 14/8/2023, làm cơ sở cho công bố tình trạng sạt lở khẩn cấp), Thủ tướng Phạm Minh Chính đã chấp thuận đầu tư, hiện đang xây dựng các thủ tục đầu tư.

4.2. Kiến nghị

- Điều chỉnh tỷ lệ phân lưu dòng chảy cho hai nhánh sông Tiền và sông Cỏ Chiên nhằm điều hòa lưu lượng, hạn chế sạt lở cho TP. Vĩnh Long.
- Nghiên cứu kè hướng dòng đưa dòng chủ lưu ra xa bờ sông phía Cỏ Chiên, đảm bảo ổn định bờ sông, bảo vệ TP. Vĩnh Long.
- Cần nhanh chóng xây dựng bản đồ dự báo sạt lở để chủ động phòng thiên tai, tránh thiệt hại tài sản và tính mạng nhân dân.

- Để đảm bảo ổn định an toàn cho toàn bộ công trình đề nghị có đánh giá xói lở tổng quan phân lưu sông Tiền, sông Cổ Chiên và đưa ra biện pháp phòng chống sạt lở phù hợp.
- Đề nghị Ủy ban Mê công Công can thiệp việc xây dựng các đập thủy điện ở thượng nguồn làm giảm hàm lượng chất lơ lửng gây hạ thấp lòng dẫn.

Đóng góp của tác giả: Xác định rõ các nguyên nhân gây xói chân kè, gây mất ổn định và đưa ra giải pháp công trình khắc phục sạt lở bờ sông Cổ Chiên - thuộc đoạn Phường 1, TP. Vĩnh Long, tỉnh Vĩnh Long.

Lời cảm ơn: Bài báo hoàn thành nhờ kết quả dự án: “Sửa chữa kè sông Cổ Chiên - thuộc đoạn Phường 1, TP. Vĩnh Long, tỉnh Vĩnh Long” của Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam.

Lời cam đoan: Tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tác giả, chưa từng được công bố, không sao chép các nghiên cứu trước đây.

Tài liệu tham khảo

1. Dự án: “Đánh giá ổn định bờ sông Cổ Chiên (Khu vực từ rạch Cái Cá đến rạch Bà Bống) tỉnh Vĩnh Long”. Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2023.
2. Dự án: “Sửa chữa kè sông Cổ Chiên - thuộc đoạn Phường 1, TP. Vĩnh Long, tỉnh Vĩnh Long”. Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2023.
3. Hùng, L.M.; Sãn, Đ.C. Xói lở bờ sông Cửu Long và giải pháp phòng tránh cho các khu vực trọng điểm. Nhà xuất bản Nông Nghiệp, TP. HCM, 2002.
4. Whitlow, R. Cơ học đất (Tập 1, 2). Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội, 1999.
5. Tsugaev, R.R. Cơ sở tính toán các công trình thủy lợi bằng đất. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 1971.
6. Hùng, L.M. và cs. Nghiên cứu dự báo xói lở-bồi lắng lòng dẫn và đề xuất các biện pháp phòng chống cho hệ thống sông ở ĐBSCL. Báo cáo đề tài cấp nhà nước KC.08.15, Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam, 2004.
7. Hùng, N.N. Giảm thiểu các tác động của biến đổi khí hậu lên vùng ĐBSCL thông qua sự tham gia của khối công tư trong ngành công nghiệp cát. Dự án WWF, 2022.
8. Kixêlep, P.G. và cs. Sổ tay tính toán thủy lực. Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội, 1984, tr. 312.
9. Ân, C.N. Cơ học đất. NXB. Đại học Quốc gia TPHCM, 2004.
10. QCVN 04-05:2012/BNNPTNT. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia: Công trình thủy lợi - Các quy định chủ yếu về thiết kế (Phụ lục B).
11. TCVN 9902:2016. Công trình Thủy lợi - Yêu cầu thiết kế đê sông (Bảng 2).
12. Lareal, P. và cs. Công trình trên đất yếu trong điều kiện Việt Nam. Công trình hợp tác Việt - Pháp FST No 4282901, 1989.
13. TCVN 8419:2010. Công trình thủy lợi - Thiết kế công trình bảo vệ bờ sông để chống lũ.
14. Ân, C.N. Nền móng. NXB. Đại học Quốc gia TPHCM, 2002.
15. Hùng, L.M. Nghiên cứu ảnh hưởng hoạt động khai thác cát đến thay đổi lòng dẫn sông Cửu Long (sông Tiền, sông Hậu). Đề tài Độc lập cấp Nhà nước, mã số ĐTDL.2010-T/29, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2013.
16. Bộ Thủy lợi. Sổ tay Kỹ thuật Thủy lợi. Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội, 1979.
17. TCVN 4253:2012. Công trình thủy lợi - Nền các công trình thủy công - Yêu cầu thiết kế.
18. Hậu, L.P. Động lực học dòng sông. Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, 1992.
19. Tú, L.X. Nghiên cứu giải pháp hợp lý và công nghệ thích hợp phòng chống xói lở, ổn định dải bờ biển và các cửa sông Cửu Long, đoạn từ Tiền Giang đến Sóc Trăng, đề tài KHCN độc lập cấp quốc gia, mã số: ĐTDL.CN-07/17, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, 2022.

20. Hậu, L.P. Nghiên cứu các giải pháp KHCN cho hệ thống công trình chỉnh trị sông trên các đoạn trọng điểm vùng đồng bằng Bắc Bộ và Nam Bộ. Đề tài KC08-14/06-10, 2010.
21. Trục tuyến: <https://baotintuc.vn/tay-bac-tay-nguyen-tay-nam-bo/vi-sao-sat-lo-bo-song-o-dong-bang-song-cuu-long-gia-tang-bat-thuong-20200728183059777.htm>.

Construction solutions to cope with the mainstream close to the Co Chien river bank, Vinh Long City area

Van Huu Hue^{1*}

¹ Mien Tay Construction University, Vinh Long; huuhuevan@gmail.com

Abstract: In the Mekong Delta, riverbank instability leading to erosions occurs in many places with different causes, especially in the embankment of Co Chien river, the section through ward 1 of Vinh Long city, which is unstable due to the curved river morphology, the mainstream is close to the shore. The study conducted the survey, geological assessment, flow velocity, riverbed morphology, and riverbed map, thereby, identifying the causes of riverbank instability and proposing solutions for protection works. The study combined the use of survey methods, statistics, and mathematical models. The research results show that the main causes of riverbank instability are the mainstream close to the riverbank, the distributive rate of the flow, and the reduction of sediment from upstream. Since then, the study proposes a structural solution to promptly overcome the emergency erosion situation to protect the study area.

Keywords: The mainstream close to the riverbank; Stabilize Co Chien riverbank; Distributive flow; The embankment erosions.