

Bài báo khoa học

Nghiên cứu đánh giá và đề xuất giải pháp công trình chống sạt lở bờ sông Bến Tre

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: 10/9/2023; Ngày phản biện xong: 11/10/2023; Ngày đăng bài: 25/11/2023

Tóm tắt: Hiện nay, 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. Khu vực xã Nhơn Thạnh, Thành phố Bến Tre sạt lở xảy ra do dòng chủ lưu áp sát bờ. Nghiên cứu đã sử dụng phương pháp mô hình và phương pháp kế thừa để xác định các nguyên nhân gây mất ổn định bờ sông là dòng chủ lưu áp sát bờ lõm của đoạn sông cong (phía xã Nhơn Thạnh) và hai vị trí co hẹp với vận tốc lớn. Từ kết quả nghiên cứu trên, bài báo đề xuất giải pháp công trình bảo vệ trực tiếp là kè mái nghiêng và kè tường góc chữ L bê tông cốt thép (BTCT) bảo vệ và đưa ra hướng phát triển nghiên cứu nhằm bảo vệ khu vực nghiên cứu (KVNC). Nghiên cứu tác động này góp phần làm rõ nguyên nhân mất ổn định nhằm bảo vệ trung tâm đô thị TP. Bến Tre.

Từ khóa: Dòng chủ lưu áp sát bờ sông; Ổn định bờ sông Bến Tre; Sạt lở ngã ba sông; Sạt lở ở ĐBSCL.

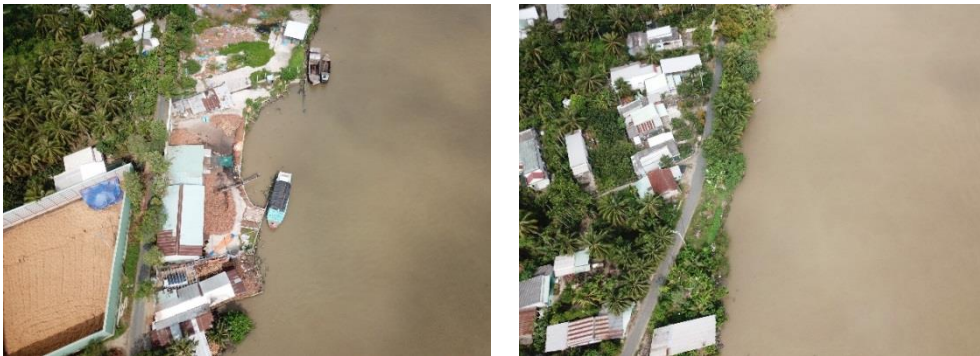
1. Giới thiệu

Những năm qua, tình hình sạt lở trên thế giới diễn biến phức tạp, cụ thể như bờ biển của Đức kéo dài hơn 3.700 km; hai phần ba bờ biển đang bị xói mòn; trên vùng Baltic, khoảng 75% bờ biển (cát) bị xói mòn, bờ biển có tốc độ rút lui trung bình khoảng 40 cm/năm; khoảng 70% đường bờ biển của bang Mecklenburg-Vorpommern bị thu hẹp; tốc độ xói mòn đang diễn ra là 24 cm/năm đối với Schleswig-Holstein và lên tới 30 cm/năm đối với Mecklenburg-Vorpommern [2]. Bỉ có bờ biển dài 67 km, trong đó 33 km là cồn cát, còn lại là khu vực xây dựng và bến cảng; phần lớn bờ biển đã bị xói mòn trong nhiều thập kỷ; mỏ hàn được xây dựng để hạn chế sự xói mòn do dòng chảy và sóng. Kể từ năm 1960, việc nuôi dưỡng bãi biển đã được thực hiện thường xuyên để bù đắp cho sự xói mòn ở gần 20 km bờ biển. Bãi biển và cồn cát có vai trò quan trọng trong việc chống lũ lụt; tính mới của nuôi dưỡng bãi biển cần được nghiên cứu áp dụng ở Việt Nam [3].

Từ đầu năm 2019 đến nay, bờ sông Tiền thuộc địa phận tỉnh Đồng Tháp xảy ra sạt lở tại 12 xã, phường, thị trấn của 7 huyện, thị xã, thành phố (Thanh Bình, Hồng Ngự, Cao Lãnh, Lấp Vò, Tam Nông, TP. Cao Lãnh và Hồng Ngự). Sạt lở bờ sông làm chết 01 người, chiều dài sạt lở 15,8 km, diện tích sạt lở 2,25 ha.

Năm 2022, bờ sông Tiền đoạn qua ấp Thượng, xã Tân Quới, huyện Thanh Bình đã xảy ra vụ sạt lở với chiều dài khoảng 30 m, lún sâu vào đất liền 22 m, thiệt hại hai ngôi nhà; di dời khẩn cấp 17 hộ dân. Gần đó, tại khu vực nhà của anh Đinh Tấn Phước, sạt lở lún sâu vào đất liền khoảng 20 m. Bài báo tập trung nghiên cứu một số vấn đề sau: (1) Phân tích, đánh giá, xác định nguyên nhân gây ra sạt lở; (2) Đề xuất xây dựng tuyến kè đảm bảo chống sạt lở bờ sông Bến Tre, xã Nhơn Thạnh nhằm đảm bảo ổn định bờ sông, ổn định nhà

cửa, công trình hạ tầng, chỉnh trang đô thị, tạo mỹ quan cho TP. Bến Tre, góp phần ổn định cuộc sống người dân thu hút du lịch và phát triển kinh tế du lịch.



Hình 1. Hình ảnh sạt lở bờ sông lấn sát đường An Dương Vương ở KVNC [1].

2. Tài liệu thu thập và phương pháp nghiên cứu

2.1. Dữ liệu sử dụng

2.1.1. Vị trí khu vực nghiên cứu

Bến Tre được hợp thành bởi ba cù lao An Hóa, cù lao Bảo và cù lao Minh; đã và đang xảy ra tình trạng sạt lở ven sông, ven biển ngày càng trầm trọng. Toàn tỉnh có 112 điểm sạt lở, 04 điểm sạt lở có quy mô lớn. Riêng sạt lở bờ sông Bến Tre khu vực xã Nhơn Thạnh, TP. Bến Tre, với chiều dài sạt lở 1.200 m, ảnh hưởng đến 17 ha; sạt lở đã tiến gần đến đường An Dương Vương (tuyến đường chính của khu vực). Có những vị trí bờ sông chỉ còn cách tuyến đường khoảng 4,0 m. Dọc theo tuyến kè có những vị trí đã xói sâu vào trong bờ từ 15÷20 m, chiều dài đoạn xói sâu theo phương dọc tuyến từ 60÷80 m [1].



Hình 2. Vị trí tuyến bờ sạt lở [1].

Việc hợp lưu ba con sông này làm chế độ thủy văn, dòng chảy biến đổi, lượng dòng chảy chuyển từ sông Mỹ Tho, Hàm Luông về Ba Lai là lớn, đặc biệt sông Mỹ Tho; lưu tốc dòng chảy đạt đến 2 m/s, lớn hơn nhiều so với sông khác; lòng dẫn của sông Bến Tre được đào sâu và mở rộng dần.

2.1.2. Phạm vi nghiên cứu

Sông Bến Tre, đoạn qua xã Nhơn Thạnh, TP. Bến Tre, chiều dài 1.340 m (sạt lở 1.200 m); nằm trên ngã ba sông Bến Tre - Chệt Sậy - Giao Hòa (đây là ba con sông đào nổi ba con sông Mỹ Tho-Ba Lai-Hàm Luông). Thời gian nghiên cứu 2000 ÷ 2023.

2.1.3. Điều kiện khí hậu

KVNC có chế độ nhiệt đới gió mùa, hàng năm có hai mùa nắng mưa rõ rệt. Mùa nắng từ tháng 12 năm trước đến tháng 5 năm sau, lượng mưa bình quân là 1.500 mm/năm. Trong năm hình thành hai mùa gió chính: Gió mùa Đông Bắc từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau. Hướng gió chủ yếu là Đông - Đông Bắc.

KVNC chịu ảnh hưởng trực tiếp và mạnh mẽ của chế độ bán nhật triều không đều biển Đông, trung bình 24 giờ 47 phút, có hai lần triều lên (nước lớn) và hai lần triều xuống (nước ròng), biên độ triều lớn từ 3 ÷ 4 m vào thời kỳ triều cường và từ 1,8 ÷ 2,0 m vào thời kỳ triều kém. Trong tháng có hai chu kỳ triều là triều cường và triều kém; triều cường có đỉnh cao và chân thấp duy trì từ 4 ÷ 5 ngày vào những ngày giữa tháng và cuối tháng âm lịch; triều kém có đỉnh thấp và chân cao thường xuất hiện ở hai nửa đầu chu kỳ triều.

2.1.4. Điều kiện địa hình, địa mạo và địa chất

Địa hình trên cạn: Tương đối bằng phẳng, cao độ từ +1,2 ÷ + 2,0m; KVNC có 04 rạch thoát nước, có 01 rạch tương đối lớn, rộng khoảng 18 m.

Địa hình dưới nước: Sông có chiều rộng trung bình 200 m, độ sâu lòng rạch phân thành hai đoạn rõ rệt, đoạn 01 từ K0 ÷ K0+400 (từ đầu tuyến đến ngã ba sông) cao trình đáy khoảng -5,5m, đoạn 2 từ K0+400 ÷ K1+340 (Từ ngã ba sông về cuối tuyến) cao trình đáy trung bình -13,5m, có những vị trí -19,0m.

Tài liệu 06 hồ khoan và thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý đất, khảo sát địa hình do Công ty Tư vấn Xây dựng Cao Khoa khảo sát. Địa tầng KVNC có cấu tạo như sau [1]: (1) Lớp 1: Đất đắp: Sét pha lẫn nhiều rễ cây, mùn thực vật màu xám nâu, xám xanh đen, trạng thái dẻo mềm; (2) Lớp 2: Bùn sét màu xám nâu, xám xanh, trạng thái chảy; (3) Lớp 3: Sét, sét pha kẹp cát mịn màu xám nâu, xám xanh, trạng thái chảy; (4) Lớp 4: Cát lẫn bụi, sét màu xám xanh, kết cấu rời (xốp); (5) Lớp 5: Sét pha, cát pha lẫn sạn sỏi màu xám xanh, xám vàng, trạng thái nửa cứng đến cứng, kết cấu chặt. Sạn sỏi d = 0,2 ÷ 10,0 mm, hàm lượng 20 ÷ 30%; (6) Lớp 6: Sét lẫn bụi, sét pha màu xám xanh, xám vàng, trạng thái nửa cứng đến cứng; (7) Lớp 7: Cát pha, cát lẫn bụi sét màu xám vàng, trạng thái dẻo, kết cấu chặt.

2.1.5. Khí tượng, khí hậu và thủy văn

a) Mạng lưới trạm khí tượng thủy văn

KVNC có chế độ thủy văn phụ thuộc vào sông lớn (đặc biệt là sông Hàm Luông) và gần biển nên ảnh hưởng thủy triều rất lớn. Mực nước cao nhất, thấp nhất (Hmax, Hmin) ứng với các tần suất thiết kế dựa vào phương trình tương quan (PTTQ) đường mực nước lớn nhất và nhỏ nhất giữa trạm thủy văn Mộc Hóa với cống Bến Tre.

Bảng 1. Đặc trưng mực nước các trạm thủy văn khu vực (Đơn vị: m) [1].

TT	Trạm	Đặc trưng	Tháng											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Mỹ	Max	1,68	1,80	1,56	1,40	1,33	1,32	1,58	1,79	1,95	2,05	1,95	1,88
	Thuận	Min	-1,29	-1,33	-1,39	-1,46	-1,60	-1,59	-1,61	-1,37	-1,11	-0,78	-1,13	-1,15
2	Chợ	Max	1,75	1,88	1,67	1,50	1,41	1,37	1,56	1,70	1,91	1,99	1,93	1,90
	Lách	Min	-1,44	-1,53	-1,68	-1,64	-1,81	-1,89	-1,78	-1,57	-1,34	-1,18	-1,38	-1,39
3	Trà	Max	1,80	1,99	1,73	1,59	1,53	1,32	1,44	1,51	1,73	1,91	1,91	1,96
	Vinh	Min	-1,86	-2,02	-2,01	-1,98	-2,17	-2,31	-2,32	-2,15	-2,00	-1,69	-1,80	-1,82
4	An	Max	1,71	1,81	1,71	1,62	1,43	1,35	1,31	1,51	1,68	1,88	1,84	1,83
	Thuận	Min	-1,99	-2,01	-1,95	-1,98	-2,22	-2,31	-2,38	-2,33	-2,15	-2,07	-1,98	-1,99
5	Mỹ	Max	1,64	1,83	1,57	1,44	1,30	1,29	1,33	1,44	1,61	1,76	1,70	1,77
	Hóa	Min	-1,71	-1,87	-1,85	-1,84	-2,05	-2,17	-2,24	-2,05	-1,89	-1,68	-1,71	-1,76
6	Bến	Max	1,83	1,85	1,73	1,52	1,39	1,29	1,34	1,50	1,69	1,88	1,88	1,87
	Trại	Min	-2,29	-2,22	-2,08	-2,51	-2,40	-2,51	-2,57	-2,50	-2,35	-2,12	-2,30	-2,18

Năm 2018 tại Mỹ Hóa mực nước cao nhất là 1,83 m; thấp nhất là -2,24 m.



Hình 3. Sơ đồ mạng lưới trạm khí tượng thủy văn KVNC.

b) Tính toán mưa thiết kế

Tài liệu mưa ngày của các trạm mưa có chuỗi tài liệu quan trắc dài và đáng tin cậy. Lượng mưa ứng với các tần suất thiết kế như Bảng 2.

Bảng 2. Lượng mưa năm thiết kế các trạm trong khu vực tỉnh Bến Tre.

Trạm	Đặc trưng thống kê			Lượng mưa ứng với các tần suất thiết kế P(%) mm				
	Giá trị trung bình	Hệ số phân tán Cv	Hệ số thiên lệch Cs	70	75	80	85	90
Ba Tri	1540,2	0,18	0,73	1372,9	1338,1	1301,0	1259,9	1211,2
Bến Tre	1468,1	0,21	-0,08	1309,5	1262,5	1209,9	1148,3	1070,4
Bình Đại	1523,3	0,23	-0,17	1347,2	1292,8	1231,8	1159,9	1068,3
Chợ Lách	1507,0	0,23	0,1	1321,3	1270,3	1213,8	1148,4	1066,6
Hương Mỹ	1644,9	0,25	-0,13	1436,1	1372,7	1301,7	1218,3	1112,4
Giồng Trôm	1812,3	0,33	0,32	1484,7	1401,1	1309,6	1205,0	1076,7
Mỏ Cà	1296,9	0,17	0,65	1165,3	1136,9	1106,5	1072,6	1032,2

Do tính chất mưa của khu vực từ số liệu thực đo thì số trận mưa gây úng một ngày nằm trong trận mưa gây úng ba ngày, số trận mưa gây úng ba ngày nằm trong trận mưa gây úng năm ngày, số trận mưa gây úng năm ngày nằm trong trận mưa gây úng bảy ngày do đó trận mưa dài ngày sẽ nguy hiểm hơn trận mưa ngắn ngày. Về chế độ mực nước ngoài sông Hàm Luông và sông Cô Chiên thì thời gian triều cường thường xuất hiện 5 ngày. Do đó lựa chọn mô hình mưa tiêu 5 ngày max áp dụng tính toán cho khu vực. Phân phối mô hình mưa thiết kế dựa trên trận mưa điển hình có lượng mưa xấp xỉ bằng lượng mưa thiết kế và có mô hình mưa bất lợi.

c) Mực nước thiết kế

Bảng 3. Mực nước thiết kế (mực nước lớn nhất năm) (Đơn vị: m) [1].

Mực nước lớn nhất năm	Đặc trưng			Tần suất P (%)					
	Htb	Cv	Cs	0,20	0,50	1,00	1,50	2,00	10,0
Trạm An Thuận	1,67	0,09	-0,24	2,06	2,02	1,99	1,97	1,96	1,86
Trạm Bến Trại	1,74	0,07	-0,42	2,03	2,01	1,99	1,97	1,96	1,89
Trạm Chợ Lách	1,72	0,10	0,09	2,23	2,18	2,13	2,10	2,08	1,94
Trạm Mỹ Hóa	1,61	0,07	-0,42	1,88	1,86	1,84	1,83	1,82	1,75
Trạm Mỹ Thuận	1,75	0,11	-0,06	2,29	2,24	2,19	2,16	2,14	2,00
Trạm Trà Vinh	1,70	0,09	0,34	2,21	2,14	2,09	2,06	2,04	1,90

Bảng 4. Mực nước lớn nhất các tháng mùa khô tại các trạm thủy văn [1].

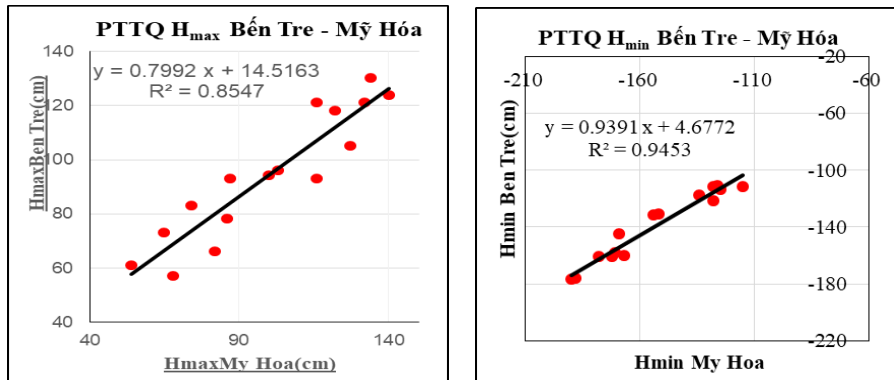
Mực nước lớn nhất mùa kiệt	Đặc trưng			Tần suất P (%)		
	Htb	Cv	Cs	50	75	85
Trạm An Thuận	1,59	0,08	-0,39	1,60	1,51	1,46
Trạm Bến Trại	1,60	0,08	0,06	1,60	1,51	1,47
Trạm Chợ Lách	1,48	0,11	0,64	1,46	1,36	1,31
Trạm Mỹ Hóa	1,50	0,08	0,65	1,49	1,41	1,38
Trạm Mỹ Thuận	1,40	0,12	0,52	1,39	1,28	1,23
Trạm Trà Vinh	1,61	0,10	0,82	1,59	1,49	1,45

Bảng 5. Mực nước nhỏ nhất theo tần suất các trạm thủy văn [1].

Trạm	Đặc trưng			Tần suất P (%)				
	Htb	Cv	Cs	90	95	97	98	99
Trạm An Thuận	-2,20	-3,94	-3,87	-2,34	-2,37	-2,40	-2,42	-2,44
Trạm Bến Trại	-2,31	-3,90	-3,81	-2,52	-2,58	-2,61	-2,65	-2,68
Trạm Chợ Lách	-1,68	-3,96	-4,30	-1,80	-1,84	-1,87	-1,90	-1,92
Trạm Mỹ Hóa	-2,02	-3,94	-4,29	-2,18	-2,23	-2,26	-2,29	-2,32
Trạm Mỹ Thuận	-1,36	-2,92	-3,09	-1,53	-1,58	-1,61	-1,64	-1,67
Trạm Trà Vinh	-2,07	-3,90	-3,74	-2,31	-2,37	-2,41	-2,45	-2,48

d) Xây dựng phương trình tương quan mực nước

Tham khảo PTTQ đã được lập cho vị trí công Bến Tre và trạm Mỹ Hóa để tính toán mực nước thiết kế cho công trình.



Hình 4. PTTQ mực nước lớn nhất và nhỏ nhất giữa trạm thủy văn Mỹ Hóa với công Bến Tre (Nguồn Dự án Quản lý nước Bến Tre (JICA3).

Dựa vào PTTQ đường mực nước lớn nhất và nhỏ nhất giữa trạm Mỹ Hóa với công Bến Tre, tính toán xác định mực nước lớn nhất và nhỏ nhất theo các tần suất thiết kế.

Bảng 6. Mực nước lớn nhất năm theo tần suất được tính về vị trí công trình.

Mực nước lớn nhất năm (m)	Tần suất P (%)					
	0,2	0,5	1,0	1,5	2,0	10,0
Vị trí công trình	1,65	1,63	1,62	1,61	1,60	1,54

Bảng 7. Mực nước năm theo tần suất được tính về vị trí công trình.

Mực nước nhỏ nhất năm (m)	Tần suất P (%)				
	90	95	97	98	99
Vị trí công trình	-2,00	-2,05	-2,08	-2,10	-2,13

Từ kết quả trên cho thấy mực nước lớn nhất tại trạm Mỹ Hóa lớn hơn mực nước lớn nhất tại vị trí nghiên cứu khoảng 20 cm. Mực nước nhỏ nhất tại trạm Mỹ Hóa thấp hơn mực nước nhỏ nhất tại vị trí nghiên cứu khoảng 20 cm. Do đó để thiên về an toàn, sử dụng số

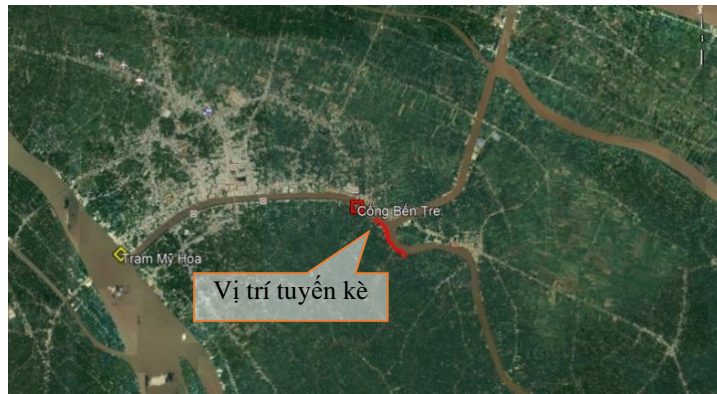
liệu thực đo tại trạm Mỹ Hóa phục vụ nghiên cứu. Sau khi công Bến Tre xây dựng thì mực nước tại vị trí nghiên cứu sẽ giảm thấp hơn.

Bảng 8. Mực nước lớn nhất năm tại các trạm Mỹ Hóa.

Mực nước lớn nhất năm (m)	Đặc trưng			Tần suất P (%)					
	Htb	Cv	Cs	0,2	0,5	1,0	1,5	2,0	10,0
Trạm Mỹ Hóa	1,61	0,07	-0,42	1,88	1,86	1,84	1,83	1,82	1,75

Bảng 9. Mực nước nhỏ nhất năm theo tần suất trạm Mỹ Hóa.

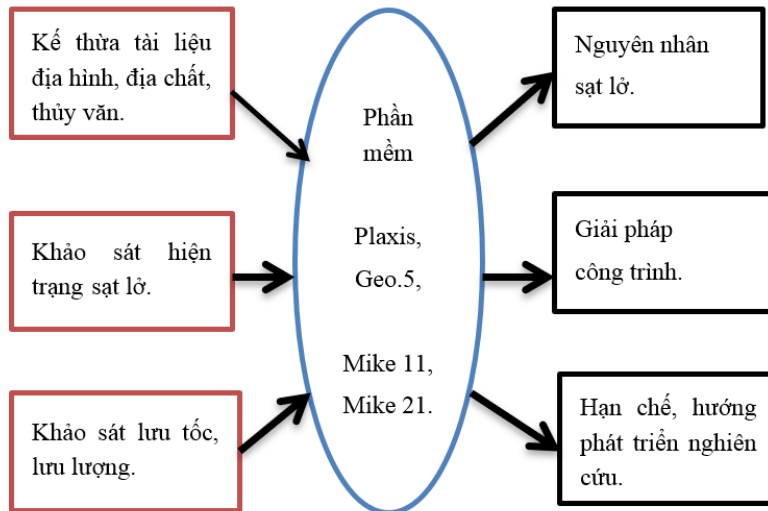
Trạm	Đặc trưng			Tần suất P (%)				
	Htb	Cv	Cs	90	95	97	98	99
Trạm Mỹ Hóa	-2,02	-3,94	-4,29	-2,18	-2,23	-2,26	-2,29	-2,32



Hình 5. Vị trí trạm thủy văn Mỹ Hóa, Công Bến Tre và tuyến kè Bến Tre (nguồn Google Earth).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Sơ đồ cấu trúc nghiên cứu được thể hiện trên hình 6.

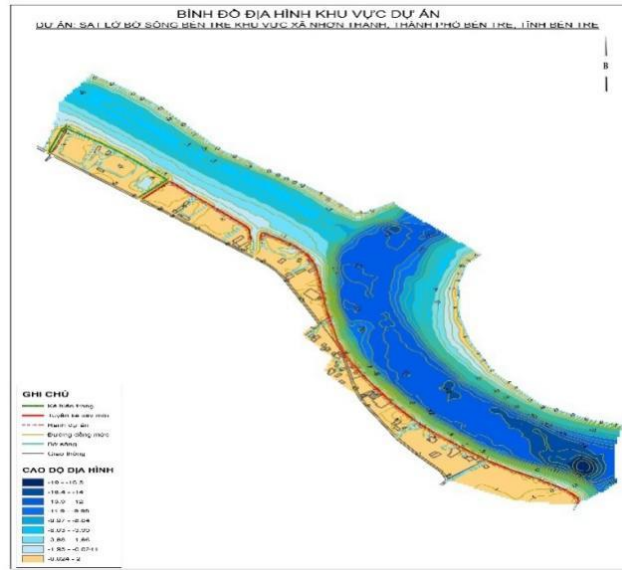


Hình 6. Sơ đồ cấu trúc nghiên cứu.

2.3. Thiết lập mô hình

2.3.1. Thiết lập mô hình thủy lực MIKE 11 cho hệ thống sông

Tài liệu sử dụng: Bình đồ địa hình lòng sông Bến Tre trong khu vực được khảo sát đo đạc trong phạm vi dự án. Các tài liệu biên mực nước, lưu lượng tính toán được trích xuất từ kết quả chạy thủy lực một chiều MIKE 11 được thiết lập cho cả hệ thống sông [1].

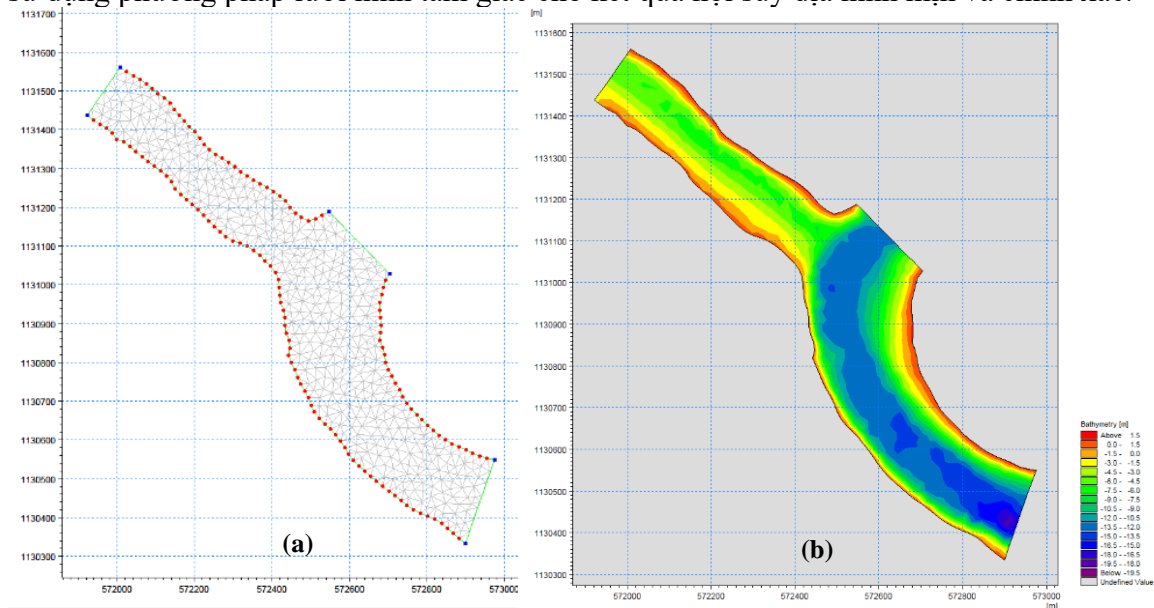


Hình 7. Bình đồ lòng sông Bền Tre - KVNC.

2.3.2. Thiết lập mô hình MIKE 21 FM

a) Lưới tính toán và địa hình lòng sông

Mô hình MIKE 21FM cho phép nội suy các cao độ địa hình đáy sông thực đo tạo ra các khoảng cao độ đồng mức thể hiện địa hình lòng sông qua các phổ màu. Lưới tính toán sử dụng phương pháp lưới hình tam giác cho kết quả nội suy địa hình mịn và chính xác.



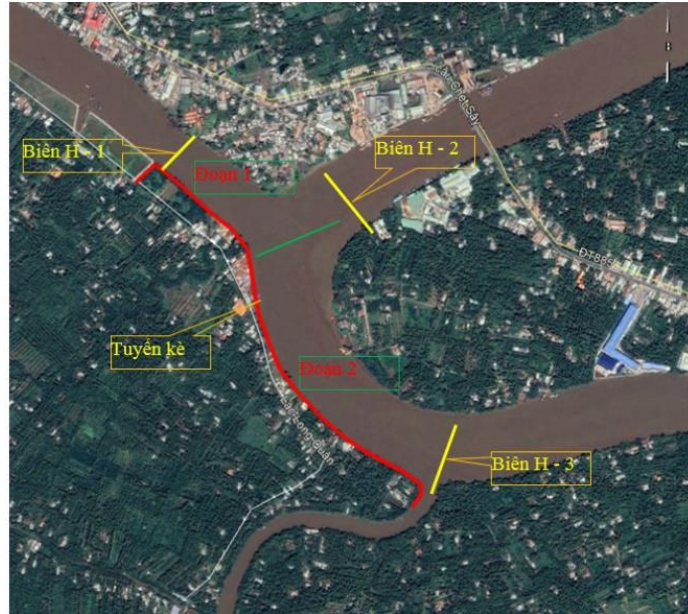
Hình 8. Lưới tính toán địa hình lòng sông (trái) và địa hình đáy sông (phải) [5].

b) Biên tính toán

Biên tính toán cho mô hình MIKE 21FM được trích xuất từ kết quả tính toán mô hình thủy lực MIKE 11 đã được tính toán hiệu chỉnh mô hình. Vị trí trích xuất kết quả mô hình thủy lực MIKE 11 làm biên cho mô hình MIKE 21 FM tại các ngã sông KVNC.

c) Kích bản (KB) tính toán

Tính toán trong hai trường hợp: (1) PA1: Các công An Hóa, Bền Tre chưa xây dựng; (2) PA2: Các công An Hóa, công Bền Tre và các công trình thuộc dự án quản lý nước Bền Tre (JICA3) và các công trình quy hoạch được xây dựng.



Hình 9. Sơ họa vị trí biên mô hình thủy lực Mike 21.

2.4. Kích bản tính toán

KVNC nằm gần biên nên chỉ ảnh hưởng thủy triều là chính, nên KB chủ yếu là triều lên, triều xuống và trước và sau khi xây dựng công điều tiết bên ngoài.

Bảng 10. Các KB tính toán.

Tên kịch bản	Nội dung tính toán
KB 1	Lũ 2000 trong điều kiện hiện trạng
KB 2	Lũ 2000 trong điều kiện xét đến NBD năm 2050
KB 3	Lũ 2000 trong điều kiện xét đến NBD năm 2100

3. Phân tích kết quả và thảo luận

3.1. Các nguyên nhân dẫn đến sạt lở bờ sông

- Tác động của dòng chảy là nguyên nhân chủ yếu và trực tiếp gây ra xói lở bờ. Dòng chảy tác động vào bờ gây nên quá trình xói ngang, đào khoét, công phá đất bờ. Dòng chảy khi tác động vào bờ phân ra làm thành hai thành phần: thành phần vuông góc và song song với bờ [6]; làm cho lòng dẫn sâu thêm hay cạn đi, mặt cắt ngang mở rộng hay thu hẹp phụ thuộc vào dòng chảy và điều kiện lòng dẫn. Tác dụng của dòng chảy gây xói lở với tốc độ nhanh hay chậm, mạnh hay yếu phụ thuộc vào bốn yếu tố:

+ Độ lớn của dòng chảy, cụ thể là lưu tốc thực tế lớn hơn vận tốc khởi động của bùn cát cấu tạo lòng dẫn (KVNC có tầng bùn yếu tương đối dày từ 10÷12 m), vận tốc càng lớn khả năng gây xói mòn lòng dẫn càng lớn [7];

+ Hướng tác động của dòng chảy vào bờ, yếu tố này ảnh hưởng tới cơ chế xói lở, hố xói hình thành hay không hình thành, hình thành ở đâu, mái bờ sông bị xói mặt hay xói chân, chính những điều này sẽ dẫn tới tốc độ xói lở bờ nhanh hay chậm;

+ Chế độ dòng chảy theo hai mùa mưa nắng khác biệt nhau, dòng chảy mùa lũ có lưu tốc, lưu lượng lớn gấp nhiều lần mùa kiệt. Mùa mưa đất bão hòa nước sẽ bị giảm tính chất cơ lý đất bề mặt, gia tăng trọng lượng bản thân khối đất [8] làm cho xói lở ngày càng tăng. Dòng triều với vận tốc lớn, gây nên sóng triều, tạo nên các xoáy lớn trong nội bộ dòng chảy;

+ Lũ càng lớn, mực nước lũ càng cao, thời gian lũ kéo dài, lưu tốc vượt nhiều lần so với vận tốc cho phép không xói, các lớp đất mềm yếu của lòng, bờ sông càng dễ bị phá hủy, bờ sông bị sạt lở, thể sông dịch chuyển, hình thái sông thay đổi theo hướng ngày càng bất lợi; dòng chảy lũ là nguyên nhân chủ yếu gây ra sạt lở bờ sông.

- Xói lở bờ gây biến hình ngang của lòng dẫn, xảy ra do tổ hợp của quá trình xói lòng dẫn và lở bờ; xói lòng dẫn là một quá trình tương tác giữa dòng chảy và lòng dẫn, các hạt bùn cát bị tách ra khỏi lòng dẫn và vận chuyển đi nơi khác mà không được bù đắp lại, còn lở bờ là do sự mất cân bằng của các lực cơ học khối đất bờ [9] (lực gây trượt lớn hơn lực chống trượt), dẫn đến khối đất mái bờ sông bị trượt hay sụt lở từng mảng xuống sông.

- Các nhân tố ảnh hưởng tới xói lở bờ được phân thành hai tổ hợp: (1) Các yếu tố tác động làm tăng lực gây trượt mái bờ; (2) Nhân tố tham gia làm giảm lực chống trượt của khối đất bờ sông. Hai tổ hợp đều liên quan tới sự tương tác giữa dòng chảy, sóng và hoạt động của con người tới lòng dẫn.

- Sóng do gió hay do tàu thuyền gây ra, áp lực sóng làm mái bờ sông bị phá vỡ kết cấu, các hạt bùn cát của lòng dẫn bị tách rời và vận chuyển đi nơi khác. KVNC nằm ở ngã ba sông Bến Tre - Giao Hòa là một trong những nút giao thông thủy chính của tỉnh Bến Tre, là sông nối các tuyến sông chính là sông Hàm Luông, Sông Ba Lai chủ yếu phục vụ giao thông thủy do đó lượng thuyền bè, xà lan lớn lưu thông với mật độ dày tạo con sóng lớn cũng là những nguyên nhân gây xói lở bờ sông Bến Tre đoạn qua xã Nhon Thạnh [1].

- Gia tải lên mép bờ sông dẫn tới xói lở bờ gồm xây dựng nhà cửa, cơ sở hạ tầng, chất hàng hóa v.v...; lũ xuống triều rút, tăng trọng lượng khối đất bờ đã bão hòa hay giảm áp lực đẩy nổi; mưa làm bão hòa khối đất bờ và phát sinh áp lực thấm...;

- Hình thái sông ảnh hưởng tới xói lở bờ [10]: (1) Địa hình đáy sông, thể sông là nhân tố không chế, chi phối và tạo nên kết cấu dòng chảy của mặt cắt ngang sông ảnh hưởng tới xói lở bờ, cũng như toàn bộ dòng chảy; (2) Hình dạng đoạn sông ảnh hưởng tới xói lở bờ, đoạn sông nghiên cứu uốn cong, dòng chủ lưu tập trung vào bờ lõm, gia tăng khả năng vận chuyển bùn cát dẫn đến sạt lở.

- Khai thác cát ngoài khai trường, vượt độ sâu cho phép làm thay đổi hình dạng mặt cắt sông, thay đổi độ lớn, kết cấu dòng chảy và độ đục, ảnh hưởng tới xói bồi biến hình lòng dẫn các đoạn sông lân cận, đặc biệt là đoạn sông phía hạ du dưới khu vực khai thác cát [11].

- Vị trí nghiên cứu từ ngã ba sông đến cuối tuyến là bờ lõm của đoạn sông cong do ảnh hưởng của dòng chảy hướng ngang (hình thành bởi lực ly tâm), dòng chảy có xu hướng moi đất từ phía bờ lõm đưa sang phía bờ lồi, theo thời gian dọc tuyến phía bờ lõm sẽ xói sâu làm cho mái bờ sông gần như dốc đứng là nguyên nhân chính gây ra sạt lở;

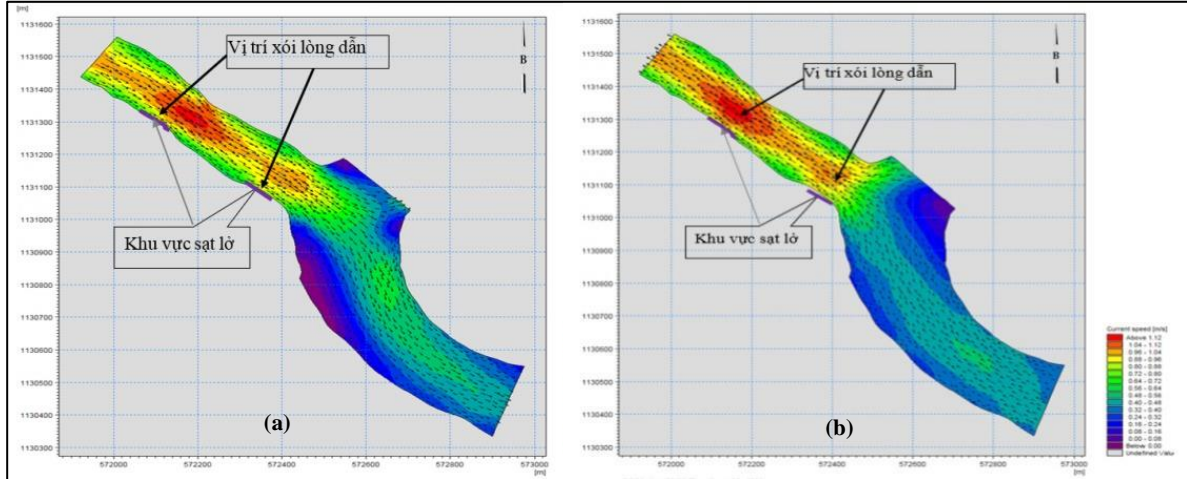
- Ảnh hưởng biên độ một ngày hai lần triều lên xuống cộng với chênh lệch mực nước chân và đỉnh triều lớn [12], tiềm ẩn hai mối nguy cho mái sông. Thứ nhất khi nước rút nhanh làm dung trọng của khối gây trượt tăng, mặt khác nước rút làm mất tầng phản áp phía ngoài gây sạt trượt cho mái. Thứ hai nước rút nhanh theo quán tính có xu thế lôi kéo các hạt đất theo gây sạt trượt, xói lở.

3.2. Phân tích kết quả tính toán

Chế độ dòng chảy KVNC phức tạp do nằm tại ngã ba sông Giao Hòa và sông Bến Tre. Phía dòng chảy từ sông Giao Hòa chịu ảnh hưởng bởi dòng chảy trên sông Ba Lai và sông Tiền. Phía dòng chảy trên sông Bến Tre chịu ảnh hưởng thủy triều từ sông Hàm Luông. Kênh Giao Hòa với bề rộng lớn ($B_{\text{Giao Hòa}} \approx 200 \text{ m}$, $B_{\text{Bến Tre}} \approx 130 \text{ m}$) nên khi thủy triều lên dòng chảy trên kênh Giao Hòa chiếm ưu thế, đẩy chủ lưu dòng chảy về bờ lõm của đoạn sông cong thuộc xã Nhon Thạnh [1]. Theo tác động của dòng chảy có thể phân chia khu vực thành hai đoạn: (1) Đoạn 1: Từ đầu tuyến kè đến ngã ba sông Giao Hòa - Bến Tre ($K0 \div K0+400$); (2) Đoạn 2: Từ ngã ba sông Giao Hòa - Bến Tre đến cuối tuyến ($K0+400 \div K1+340$ (Rạch Cái Sơn)).

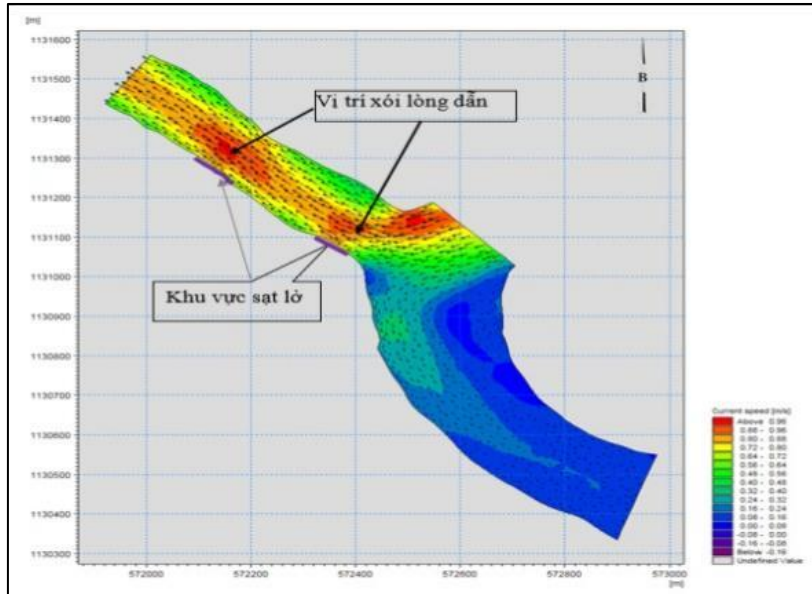
3.2.1. PA 1: Các công An Hóa, Bến Tre chưa xây dựng

a) Đoạn 1: Chế độ dòng chảy ảnh hưởng mạnh nhất vào thời gian khoảng 1 ÷ 2 giờ từ thời điểm triều bắt đầu lên hoặc bắt đầu xuống. Tại thời gian này KVNC gần sông lớn Hàm Luông hơn nên dòng triều KVNC chịu ảnh hưởng của triều sông Hàm Luông. Lưu tốc đạt từ 1 ÷ 1,5 m/s, vận tốc lớn xảy ra tại hai vị trí co hẹp dòng chảy như Hình 10, 11. Lưu tốc lớn gây xói lòng dẫn và sạt lở đường bờ; hai vị trí này cao trình đáy từ -7,0 ÷ -7,5, các vị trí còn lại khoảng -6,0 ÷ -6,5.



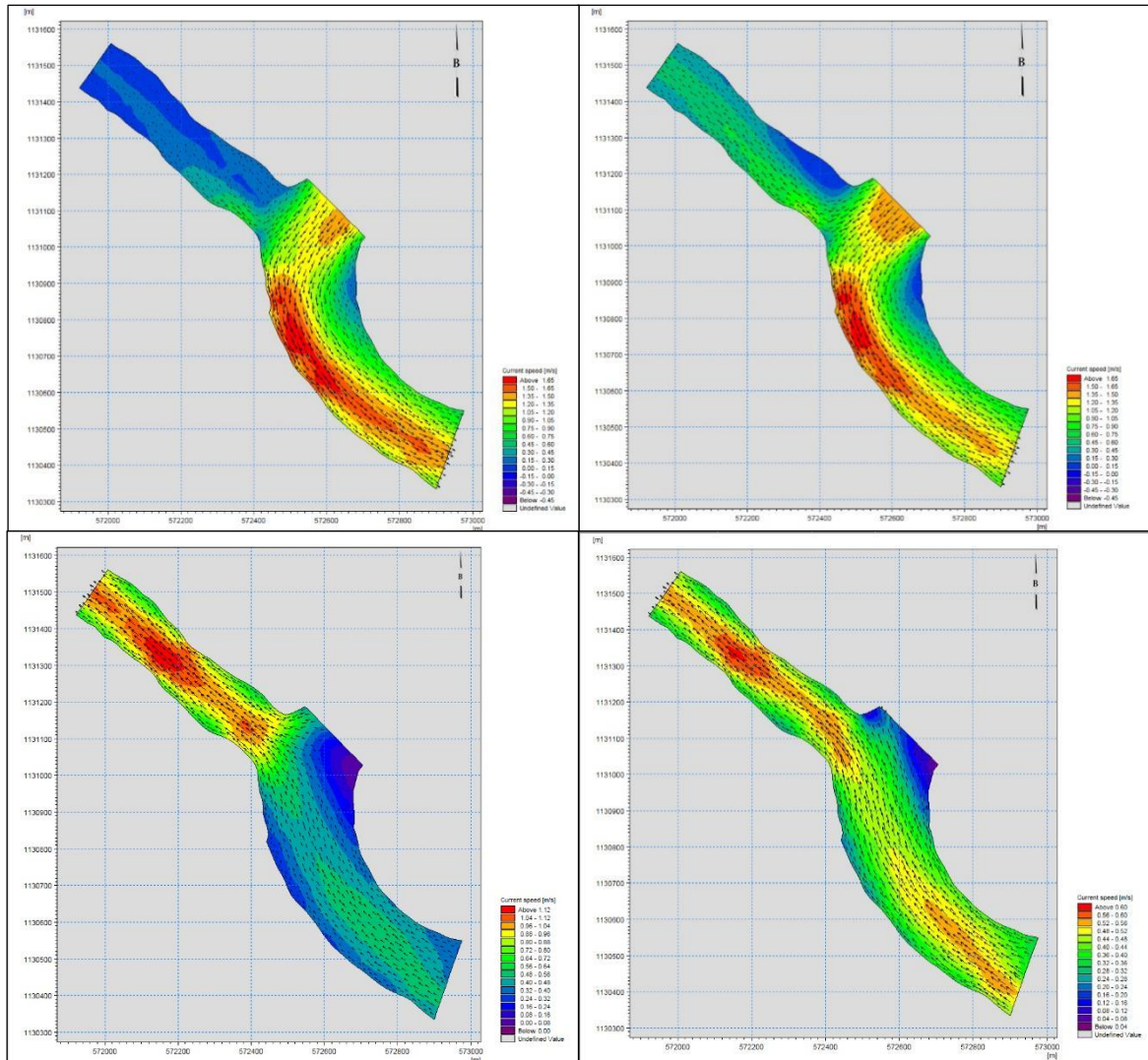
Hình 10. Lưu tốc lớn nhất tại đoạn 1 lúc triều lên (trái) và triều xuống (phải) PA1.

Tại khu vực này cũng sẽ có những thời điểm dòng chảy thủy triều rút theo hướng từ kênh Giao Hòa về sông Bến Tre, do tính chất ngã ba sông nên dòng chảy sẽ bị đẩy lệch nhẹ về hướng xã Nhơn Thạnh cũng làm tăng nguy cơ sạt lở cho bờ sông này.



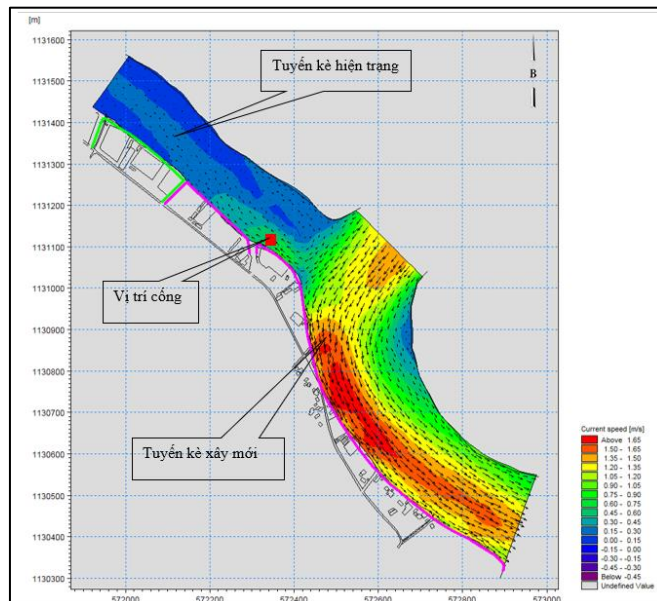
Hình 11. Lưu tốc lớn nhất tại đoạn 1 lúc triều xuống P.A1 (dòng chảy bị đẩy về hướng xã Nhơn Thạnh).

b) Đoạn 2: Mức độ sạt lở nguy hiểm nhất; lưu tốc lớn nhất thường xảy ra vào khoảng thời gian giữa thời kì triều lên hoặc giữa thời kì triều xuống [13]. Do lòng sông Giao Hòa - Bình Chánh rộng và sâu nên dòng chảy chủ lưu sẽ theo luồng sông này và chiếm ưu thế so với dòng chảy từ sông Bến Tre vào. Khu vực bờ sông xã Nhơn Thạnh tại vị trí này có hình thể bờ lồi của đoạn sông cong do đó dòng chủ lưu sẽ bị đẩy vào bờ lồi. Với lưu tốc lớn (1,00 ÷ 1,65 m/s), bùn, đất lòng sông sẽ bị cuốn đi tạo ra các hố xói làm mất ổn định mái sông dẫn đến sạt lở bờ sông. Một số kết quả diễn biến trường lưu tốc tác động đến bờ sông.



Hình 12. Diễn biến thay đổi trường vận tốc dòng chảy theo thời gian triều lên và xuống.

PA xây dựng tuyến kè nằm sát bờ sông hiện hữu và không lấn chiếm lòng sông do đó không ảnh hưởng đến các bờ sông khu vực lân cận.

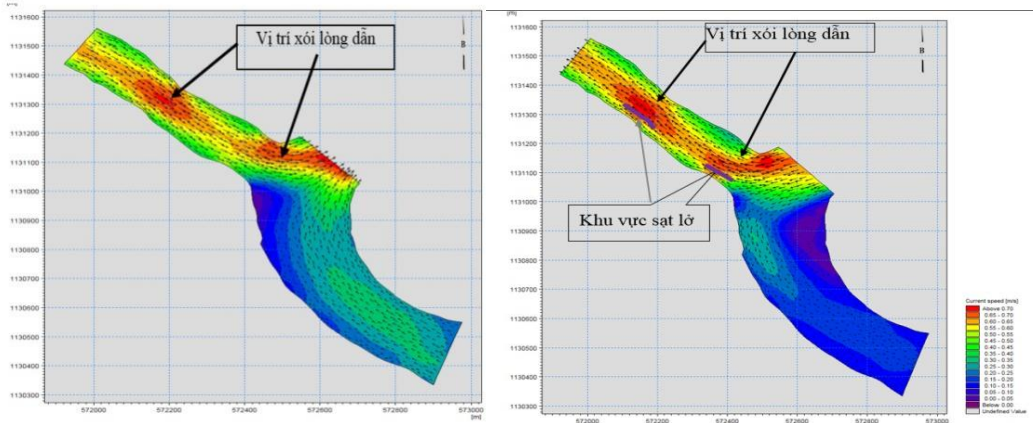


Hình 13. Vị trí tuyến kè chống sạt lở bờ sông [1].

3.2.2. PA 2: Các công An Hóa, công Bến Tre và các công trình thuộc dự án quản lý nước Bến Tre (JICA3) và các công trình quy hoạch được xây dựng

Sau khi công Bến Tre, An Hóa và các công được xây dựng thì các công trình này có nhiệm vụ ngăn lũ, triều cường và ngăn mặn cho khu vực nội đồng. Trường hợp ngăn lũ, công vận hành ở cao trình +0,6 để chống ngập cho khu vực nội đồng, mực nước trong nội đồng sẽ thấp hơn so với khi chưa xây dựng các công. Trường hợp ngăn mặn, giữ ngọt trên sông Hàm Luông và sông Tiên, công Bến Tre, An Hóa sẽ đóng để ngăn mặn giữ ngọt, nguồn nước ngọt được lấy nhờ các công ở phía thượng lưu, do vậy lưu tốc sẽ giảm đi.

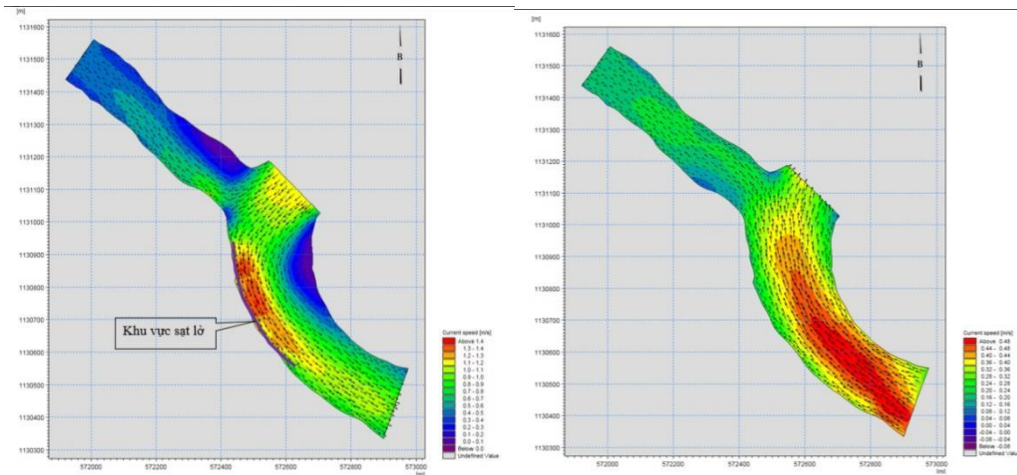
a) Đoạn 1



Hình 14. Lưu tốc lớn nhất tại đoạn 1 lúc triều lên (trái) và triều xuống (phải) PA2.

Sau khi công Bến Tre và công An Hóa được xây dựng, lưu tốc KVNC có xu hướng giảm so với trước khi có các công này. Tuy nhiên lưu tốc lớn nhất tập trung tại các vị trí giống như lúc chưa có hai công Bến Tre, An Hóa. Lưu tốc lớn nhất từ 0,70 ÷ 1,15 m/s.

b) Đoạn 2



Hình 15. Lưu tốc tức thời lớn nhất tại đoạn 2 lúc triều lên (trái) và triều xuống (phải) PA2.

Sau khi công Bến Tre và công An Hóa được xây dựng, lưu tốc tại khu vực đoạn 2 cũng có xu hướng giảm so với trước khi có các công này. Tuy nhiên lưu tốc lớn nhất (1,0 ÷ 1,4 m/s) vẫn tập trung tại bờ lồm của sông Bến Tre thuộc khu vực xã Nhơn Thạnh giống như trường hợp chưa có hai công Bến Tre, An Hóa.

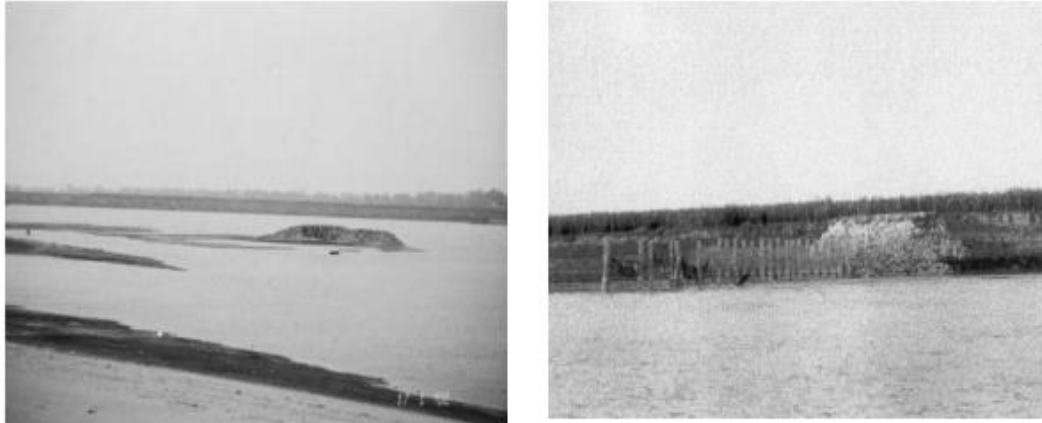
Nhìn chung, sau khi xây dựng công Bến Tre, An Hóa lưu tốc giảm đi tại đoạn ngã ba sông Giao Hòa - Bến Tre so với khi chưa xây dựng công. Tuy nhiên lưu tốc lớn nhất (0,7 ÷ 1,4 m/s) và dòng chủ lưu vẫn có xu hướng áp sát bờ lồm của đoạn sông cong và có nguy cơ tiếp tục gây sạt lở cho khu vực nếu không có biện pháp bảo vệ bờ sông.

3.3. Giải pháp xây dựng công trình

Trên các hệ thống sông và bờ biển Việt Nam nói chung và ĐBSCL nói riêng hiện có rất nhiều loại công trình bảo vệ bờ, phân thành hai loại chủ yếu sau [14]:

3.3.1. Công trình chủ động (bảo vệ gián tiếp)

Công trình tác động trực tiếp vào dòng chảy, thay đổi cơ chế dòng, cần tính toán chính xác mới đạt hiệu quả và hạn chế các bất lợi do chính bản thân công trình gây ra.



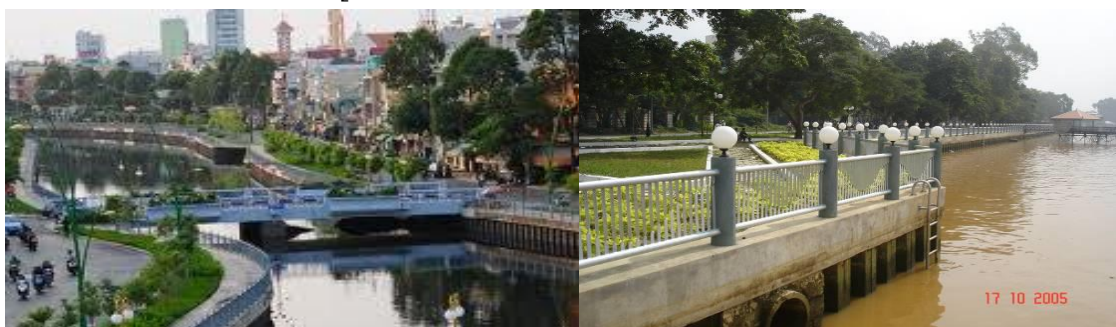
Hình 16. Mỏ hàn Phú Gia (Sông Hồng) bị phá ngang vì lũ tràn qua đê (trái) và mỏ hàn Tam Xá (Sông Hồng) không còn tằm chắn (phải).

a) Ưu điểm: Kết cấu công trình thường đơn giản, giá thành rẻ, thi công dễ dàng nhanh chóng; thân thiện với môi trường, diện tích chiếm đất làm công trình trên cạn rất ít, giảm chi phí giải phóng mặt bằng.

b) Nhược điểm: Nếu không tính toán chính xác, bố trí hợp lý có thể phản tác dụng do đó rủi ro cao. Lấn chiếm lòng dẫn, hạn chế lưu thông các phương tiện giao thông thủy. Phù hợp với các đường bờ thoải, nền địa chất tương đối tốt để có thể giảm khối lượng vật liệu. Hầu như không có kết nối tổng thể với các cơ sở hạ tầng khác trên địa bàn, không mỹ quan cho địa điểm xây dựng dự án.

3.3.2. Công trình bị động (bảo vệ trực tiếp)

Công trình không can thiệp vào chế độ dòng chảy của sông biển, trực tiếp bảo vệ bờ sông, biển dưới các tác động của dòng chảy và các tác nhân khác từ tự nhiên cũng như nhân tạo. Công trình loại này là các kè gia cố bờ, hiện nay được dùng chủ yếu trên các sông, bờ biển kênh rạch trên ĐBSCL [15].



Hình 17. Một số hình ảnh công trình bảo vệ bị động.

a) Ưu điểm: Tính toán thiết kế, bố trí dễ dàng không có các tác động ngược chiều như loại công trình chủ động. Rất ít hoặc không làm thu hẹp lòng dẫn đảm bảo khả năng tiêu thoát nước và khả năng lưu thông các phương tiện trên sông rạch. Phù hợp mọi loại hình

địa chất, địa hình. Kết cấu mềm mại, tính thẩm mỹ cao, dễ dàng kết nối với các công trình hiện trạng, tạo nên một tổng thể thống nhất và đồng bộ.

b) Nhược điểm: Giá thành cao, thời gian thi công chậm hơn so với loại công trình chủ động. Diện tích đền bù chiếm đất thường lớn hơn công trình loại chủ động.

3.3. Lựa chọn loại công trình

Từ những phân tích trên lựa chọn loại công trình “bị động bảo vệ trực tiếp, dạng kè bảo vệ bờ” vì những lý do sau:

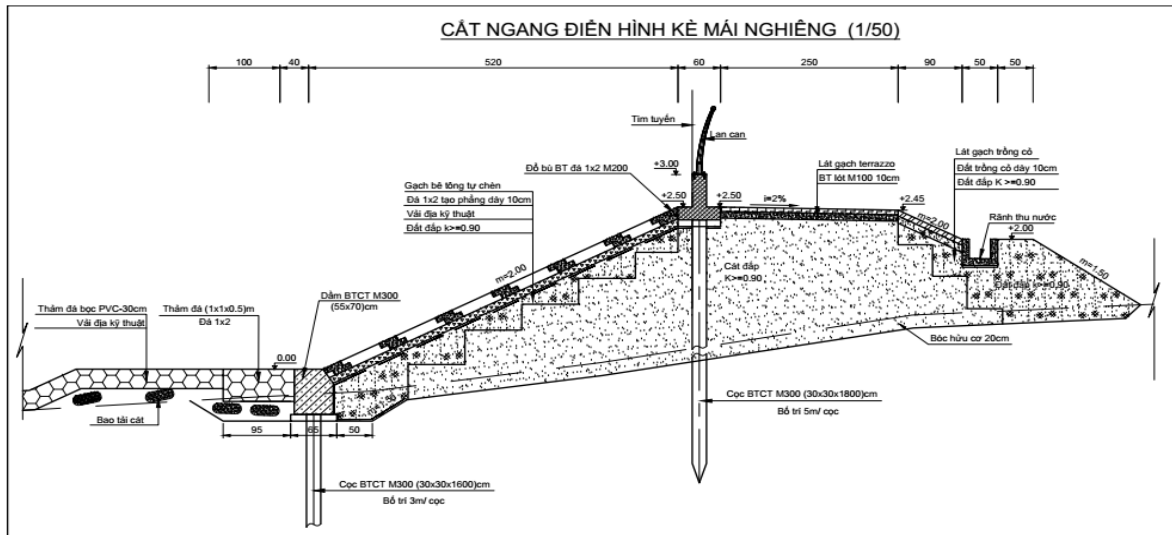
- Sông Bền Tre là con đường giao thông thủy rất quan trọng trên địa bàn tỉnh, cũng như khu vực ĐBSCL, con đường nối liền giữa các trục giao thông thủy lớn là Ba Lai và Hàm Luông; các phương tiện thủy lưu thông thường xuyên và liên tục do đó không thể thu hẹp hay hạn chế lòng dẫn của sông;

- Vị trí xây dựng công trình lòng sông rất sâu, đặc biệt từ ngã ba sông về cuối tuyến, địa chất nền mềm yếu do đó nếu bố trí các công trình kè mô hàn, tường hướng dòng phải sử dụng khối lượng vật liệu rất lớn làm tăng chi phí xây dựng công trình;

- TP. Bến Tre đang hướng đến đô thị loại I, vị trí xây dựng là địa điểm thu hút khách du lịch, do đó ngoài nhiệm vụ bảo vệ bờ, công trình cũng phải cần có tính thẩm mỹ cao, kết nối đồng bộ, thống nhất với các cơ sở hạ tầng hiện có cũng như đang quy hoạch do đó loại công trình kè bảo vệ bờ là hợp lý hơn cả.

a) Theo kết cấu đoạn 1 từ K0÷K0+400

Ngoài cùng phía sông thảm đá bảo vệ lòng sông; phía trong là kết cấu mái nghiêng lát cục bê tông (BT) tự chèn, trên đỉnh kè bố trí dầm đỉnh bê tông cốt thép (BTCT). Cao trình đỉnh kè : +3,0, cao trình vỉa hè: +2,5 [16]. Phía trong tuyến kè có vỉa hè rộng 2,5 m, dốc 2% về phía rãnh thu nước, kết thúc vỉa hè tạo mái m = 2,0 xuống hệ thống rãnh thu nước phía dưới.

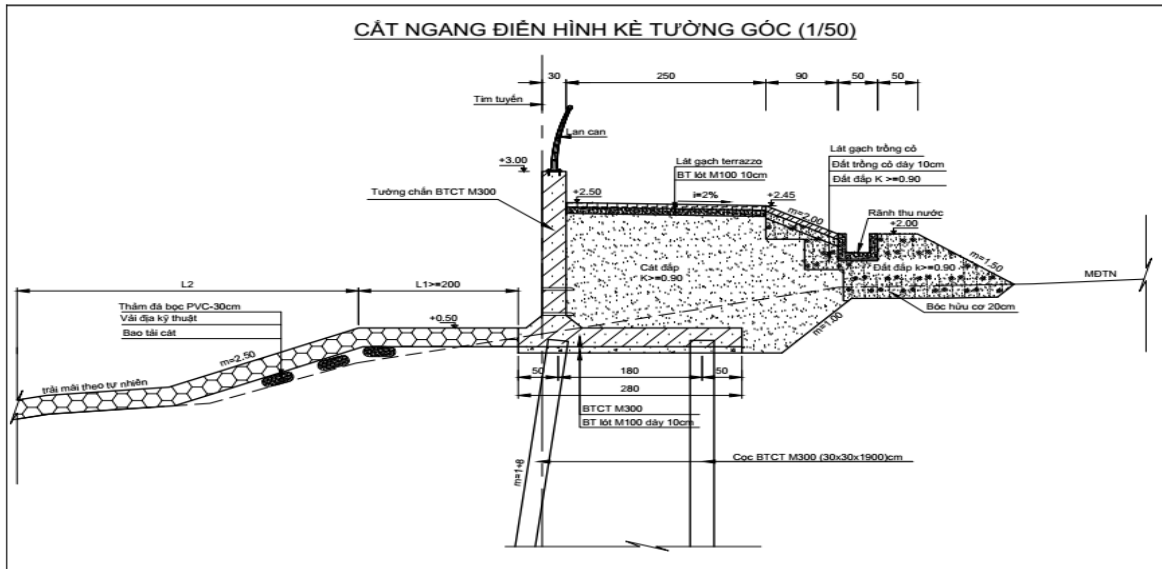


Hình 18. Quy mô mặt cắt ngang kè áp dụng cho đoạn 1 K0÷K0+400 [4].

b) Theo kết cấu đoạn 2 từ K0+400÷K1+340

Ngoài phía sông thảm đá bảo vệ lòng sông; phía trong là tuyến kè bảo vệ bờ. Cao trình đỉnh kè: +3,0, cao trình vỉa hè: +2,5.

P phía trong tuyến kè có vỉa hè rộng 2,5 m, dốc 2% về phía rãnh thu nước, kết thúc vỉa hè tạo mái m = 1,0 xuống hệ thống rãnh thu nước phía dưới.



Hình 19. Quy mô mặt cắt ngang kè cho đoạn 2 K0+400÷K1+340 [4].

3.4. PA kỹ thuật công nghệ cho công trình chủ yếu

Ở mỗi đoạn đề xuất các PA thiết kế khác nhau, vừa đảm bảo phù hợp với địa hình hiện trạng vừa đảm bảo điều kiện kinh tế, kỹ thuật, tránh gây lãng phí.

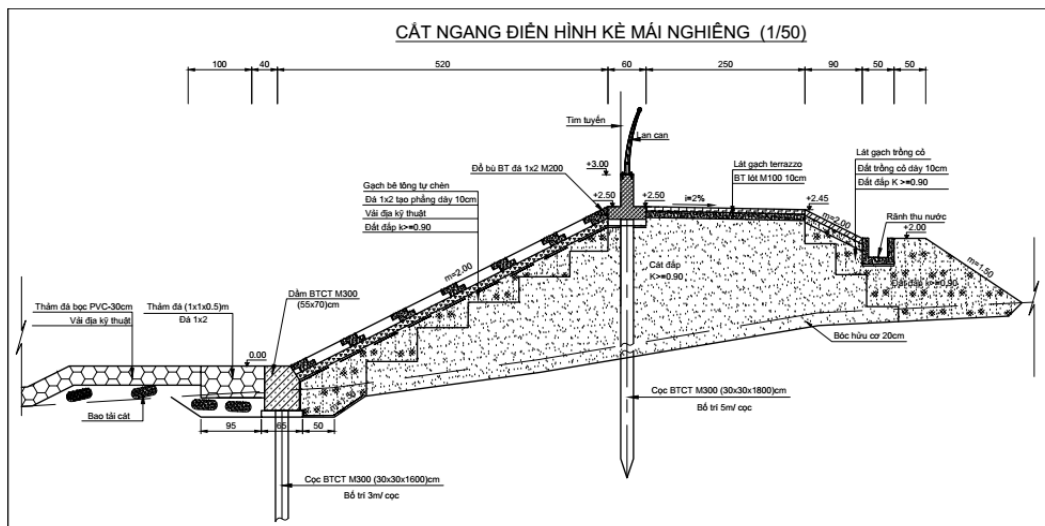
3.4.1. Đoạn kè 1 (K0÷K0+400)

a) Kết cấu PA 1: Kết cấu kè mái nghiêng

Kết cấu tường kè: Phần đỉnh kè bố trí dầm đỉnh dạng chữ T ngược bằng BTCT M300, cao trình đỉnh kè +3,0, chiều cao 0,5 m. Gia cố chống lún cho dầm đỉnh bằng cọc BTCT M300 [17].

Phần mái kè và chân kè: Thân kè có kết cấu dạng mái nghiêng với độ dốc $m = 2$. Đỉnh mái bắt đầu từ cao trình +2,5 kết thúc chân mái tại cao trình +0,0. Tại cao trình +0,0 bố trí dầm chặn chân BTCT M300 (55×70) cm trên nền cọc BTCT M300; Mái kè từ dưới lên trên như sau: Cát đắp $K \geq 0,90$; Vải địa kỹ thuật (VĐKT); Đá dăm 1×2, dày 10 cm; Tấm BTCT tự chèn M250, dày 12 cm.

Gia cố chống xói chân kè: Từ vị trí dầm chặn chân ra phía sông gia cố thảm đá dày 30 cm kết hợp lót VĐKT, những vị trí lòng kênh bị xói sâu sử dụng bao tải cát đắp bù tạo mái trước khi trải thảm đá.

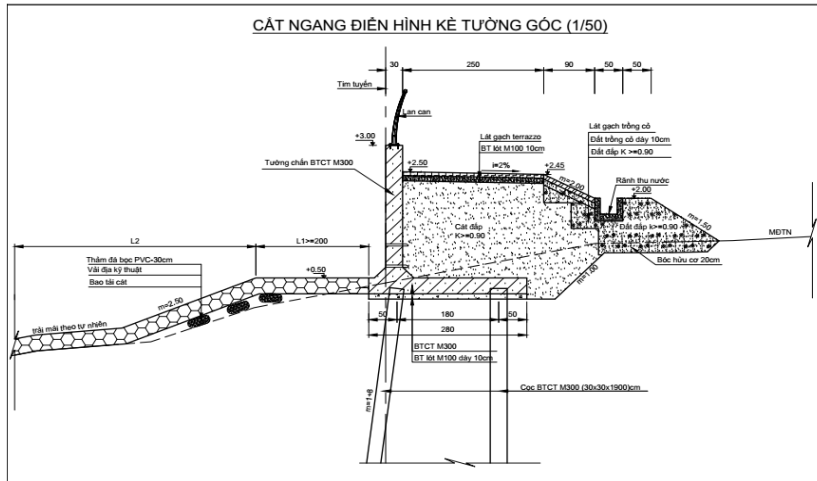


Hình 20. Cắt ngang kè PA 1- áp dụng cho đoạn 1 (K0÷K0+400) [1].

b) Kết cấu PA 2: Kết cấu kè tường góc

Kết cấu tường kè: Kết cấu tường kè có dạng tường bản góc, lưng tường thẳng, cao trình đỉnh tường kè +3,0, chiều cao tường 2,5 m bề dày 30 cm. Bản đáy tường 2,8 m, bề dày bản đáy 30 cm, phía dưới là lớp BT lót M100 dày 10 cm. Kết cấu BTCT M300 [17].

Gia cố chống xói chân kè: Từ cao trình chân kè +0,5 ra phía sông gia cố chống xói chân kè bằng thảm đá dày 30 cm kết hợp lót VĐKT, những vị trí lòng kênh bị xói sâu sử dụng bao tải cát đắp bù tạo mái trước khi trải thảm đá.

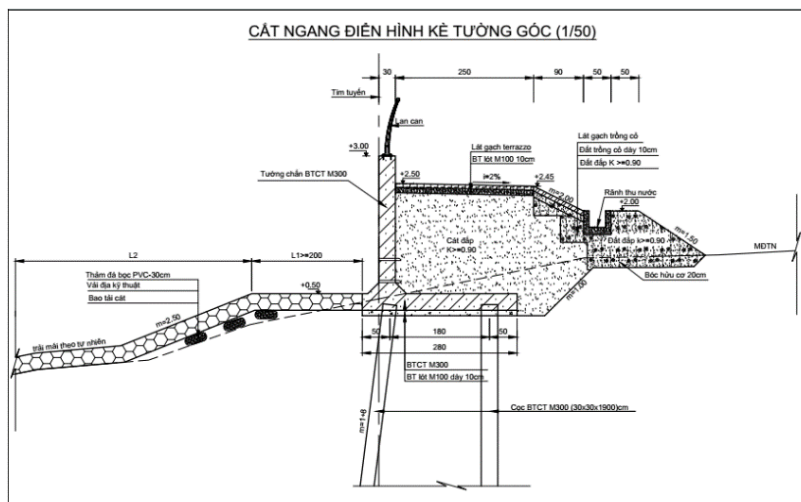


Hình 21. Cắt ngang kè PA 2 - áp dụng cho đoạn 1 (K0÷K0+400) [1].

3.4.2. Đoạn kè 2 (K0+400÷K1+340)

Tuyến kè đoạn 2 từ K0+400÷K1+340 với địa hình dốc, cao độ lòng rạch rất sâu từ -13,0÷-19,0, mái dốc gần như thẳng đứng, việc áp dụng loại kè mái nghiêng (Tương tự PA1 của đoạn 1), với việc tạo mái bằng khối cát đắp, tính ổn định không đảm bảo, kết cấu gây sạt trượt do địa hình dốc, khối đắp rất lớn vì vậy không thể áp dụng kết cấu này cho tuyến kè đoạn 2. Để đảm bảo được sự tối ưu về mặt kinh tế ở đoạn kè này ngoài PA kè tường góc (Tương tự PA2 của đoạn 1) đề xuất thêm PA kết cấu kè tường cừ dự ứng lực (DUL) để làm cơ sở lựa chọn PA vừa đảm bảo ổn định vừa đảm bảo tính kinh tế kỹ thuật cho đoạn kè này.

a) Kết cấu PA 1: Kết cấu kè tường góc



Hình 22. Cắt ngang kè PA 1 - áp dụng cho đoạn 2 (K0+400÷K1+340) [1].

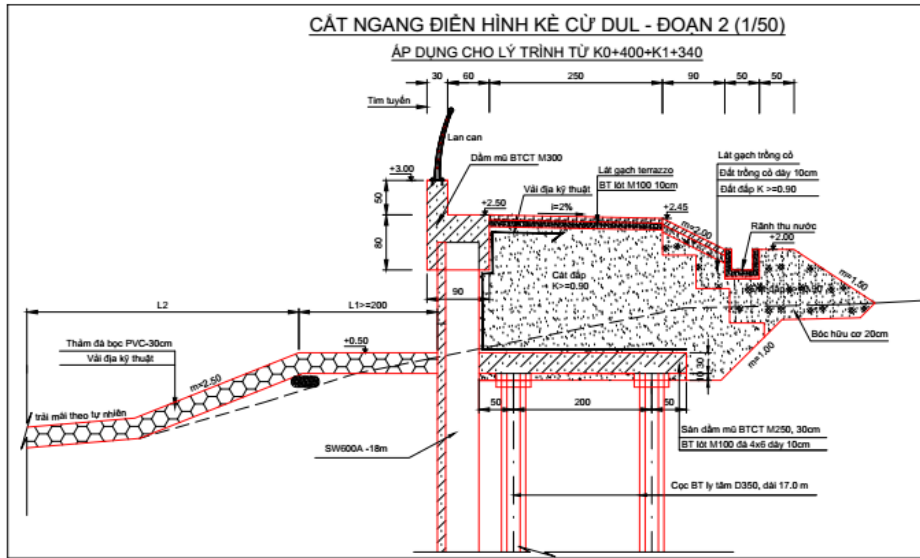
Kết cấu tường kè: Kết cấu tường kè có dạng tường bản góc, lưng tường thẳng, cao trình đỉnh tường kè +3,0, chiều cao tường 2,5 m bề dày 30 cm. Bản đáy tường 2,8 m, bề dày bản đáy 30 cm, phía dưới là lớp BT lót M100 dày 10 cm. Kết cấu BTCT M300 [17].

Gia cố chống xói chân kè: Từ cao trình chân kè +0,5 ra phía sông gia cố chống xói chân kè bằng thảm đá dày 30 cm kết hợp lót VĐKT, những vị trí lòng kênh bị xói sâu sử dụng bao tải cát đắp bù tạo mái trước khi trải thảm đá.

b) Kết cấu PA2: Kết cấu kè tường cừ DUL

Kết cấu tường kè: Kết cấu tường cừ đứng DUL SW600A, chiều dài L = 18,0 m, đỉnh cừ bố trí dầm mũ 90x80 cm kết hợp gờ lan can cao 50 cm từ cao trình +2,5 ÷ +3,0 kết cấu BTCT M300 [17].

Gia cố chống xói chân kè: Từ cao trình chân kè +0,5 hướng ra phía sông gia cố chống xói chân kè bằng thảm đá dày 30 cm kết hợp lót VĐKT, những vị trí lòng kênh xói sâu sử dụng bao tải cát đắp bù tạo mái trước khi trải thảm đá.



Hình 23. Cắt ngang kè PA 2 - áp dụng cho đoạn 2 (K0+400÷K1+340) [1].

3.4.3. Lựa chọn phương án

a) Quy mô về cấp công trình

Căn cứ theo QCVN 04-05: 2012/BNNPTNT [18]; chiều cao công trình nhỏ hơn 4 m và trên nền đất sét bão hoà nước là công trình cấp IV.

Mực nước cao thiết kế (P = 2%): +1,82 (Hệ cao độ Hòn Dấu)

Mực nước thấp nhất thiết kế (P = 90%): -2,18 (Hệ cao độ Hòn Dấu)

b) Các hạng mục công trình

- Đoạn 1: Kết cấu kè mái nghiêng, lát cục BT tự chèn, đỉnh kè bố trí dầm đỉnh dạng chữ T ngược bằng BTCT M300.

- Đoạn 2: Kết cấu tường góc chữ L bằng BTCT M300.

Qua những phân tích so sánh hai PA, có thể đưa ra kết luận như sau:

PA kết cấu Kè mái nghiêng: Có giá trị xây dựng thấp hơn PA kè tường góc BTCT khoảng 2,10 tỷ. Có những lợi thế về mặt thẩm mỹ, đáp ứng yêu cầu chỉnh trang đô thị, phù hợp với định hướng phát triển đô thị của Bến Tre cũng như định hướng phát triển nông thôn mới của xã Nhơn Thạnh, kết cấu đơn giản, nguồn vật liệu dễ kiếm đã có kinh nghiệm thi công nhiều công trình tương tự trong khu vực. Mặt khác các tuyến kè giáp ranh ngay với tuyến kè của dự án đã áp dụng kết cấu này do đó tính đồng bộ rất cao.

PA kết cấu Kè tường góc BTCT: Kết cấu truyền thống, đơn giản có nhiều kinh nghiệm thi công do đó đẩy nhanh tiến độ thi công, đảm bảo tính cấp bách của dự án đặt ra. Kết cấu tường đứng phía ngoài thuận tiện cho tàu bè cập bờ đảm bảo giao thương hàng hóa. Tuy nhiên PA 2 có giá thành cao hơn 2,10 tỷ so với PA1 và không mang tính đồng bộ với các công trình kè hiện hữu dọc sông Bến Tre đã thi công.

Từ những phân tích trên, PA kết cấu áp dụng cho tuyến kè cụ thể như sau:

Đoạn 1 ($K0 \div K0+400$) dài 400 m: Kết cấu kè mái nghiêng, trên mái gia cố bằng tấm BTCT tự chèn [1].

Đoạn 2 ($K0+400 \div K1+340$) dài 940 m: Kết cấu dạng tường góc chữ L bằng BTCT M300 [1].

4. Kết luận và kiến nghị

KVNC ở ngã ba sông, chế độ dòng chảy rất phức tạp trong điều kiện địa chất có lớp bùn khá dày ($10 \div 12$ m) [1]. Bên cạnh nguyên nhân gây ra sạt lở KVNC là do hình thái sông cong dòng, chủ lưu áp sát bờ lõm, lưu tốc gia tăng ở bờ lõm và hai vị trí có mặt cắt ướt co hẹp, tương tác giữa dòng chảy và lòng dẫn, sóng va đập bờ sông (do gió và tàu thuyền)... góp phần làm mất ổn định bờ sông. Nhằm bảo vệ KVNC, trên cơ sở tính toán kinh tế, kỹ thuật, mỹ quan, môi trường đề xuất lựa chọn kết cấu kè mái nghiêng và tường góc chữ L BTCT.

Do thể sông cong, về lâu dài cần nghiên cứu chỉnh trị dòng chảy không áp sát bờ bằng biện pháp công trình như kè mỏ hàn [19]. Thường xuyên theo dõi bình đồ lòng sông để có giải pháp ứng phó kịp thời. Khuyến cáo người dân không gia tải lên mép bờ sông, không xây dựng công trình lấn ra sông, neo đậu tàu thuyền có trọng tải lớn...

Do thời gian và phương tiện nghiên cứu chưa đáp ứng nên chưa định dạng được hình dạng tầng bùn (dày $10 \div 12$ m) ở KVNC để dự báo sạt lở cho các khu vực lân cận. Chưa chạy thủy lực cho hệ thống sông rạch của Bến Tre để kiểm chứng kết quả đo... Trong tương lai cần định lượng định lượng hai hạn chế trên và tính toán tốc độ sạt lở cho các khu vực sạt lở trọng điểm ở Bến Tre.

Lời cảm ơn: Bài báo hoàn thành nhờ kết quả “Dự án Sạt lở bờ sông Bến Tre khu vực xã Nhơn Thạnh, TP. Bến Tre” do Cty. TNHH Tư vấn XD Cao Khoa thực hiện năm 2022.

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 “Sạt lở bờ sông Bến Tre khu vực xã Nhơn Thạnh, TP. Bến Tre”. Cty. TNHH Tư vấn XD Cao Khoa, 2022.
2. Trực tuyến: <https://www.climatechange.com/germany/coastal-erosion>.
3. Trực tuyến: <https://www.climatechange.com/belgium/coastal-erosion>.
4. Trực tuyến: <https://baotintuc.vn/thoi-su/bao-dong-tinh-trang-sat-lo-bo-song-tien-20191114170924813.htm>.
5. Trí, Đ.Q. Ứng dụng mô hình Mike 11 mô phỏng và tính toán xâm nhập mặn cho khu vực Nam bộ. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2016**, 671, 39–46.
6. Kixêlep, P.G. và cs. Sổ tay tính toán thủy lực. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội, 1984.
7. Hậu, L.P. Động lực học dòng sông, Trường ĐH Xây dựng Hà Nội, Hà Nội, 1992.
8. Lareal, P. và cs. Công trình trên đất yếu trong điều kiện Việt Nam. Công trình hợp tác Việt - Pháp FST N° 4282901, 1989.
9. Whitlow, R. Cơ học đất (Tập 1, 2). Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội, 1999.
10. 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.
11. Hùng, L.M. Nghiên cứu ảnh hưởng hoạt động khai thác cát đến thay đổi lòng dẫn sông Cửu Long (sông Tiền, sông Hậu) và đề xuất quản lý, quy hoạch khai thác cát, ĐTĐL.2010T/29. Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam, 2010-2013.
12. Bích, L.N. và cs. Điều tra biến đổi lòng dẫn hệ thống sông Cửu Long, hạ du sông Đồng Nai - Sài Gòn và định hướng giải pháp kỹ thuật phòng chống sạt lở giảm nhẹ thiên tai trên sông Cửu Long, 1995-1998.

13. Hùng, L.M.; Sãn, Đ.C. Xói lở bờ sông Cửu Long và giải pháp phòng tránh cho các khu vực trọng điểm. NXB. Nông Nghiệp, TP. HCM, 2002.
14. 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.
15. Đề tài cấp Nhà nước “Nghiên cứu các giải pháp Khoa học - Công nghệ để điều chỉnh và ổn định các đoạn sông có cù lao đang diễn ra biến động lớn về hình thái trên sông Tiền, sông Hậu” Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam.
16. TCVN 8419:2010. Công trình thủy lợi - Thiết kế công trình bảo vệ bờ sông để chống lũ.
17. TCXDVN 285:2002. Công trình thủy lợi - Các quy định chủ yếu về thiết kế.
18. QCVN 04-05: 2012/BNNPTNT. Quy chuẩn quốc gia về công trình thủy lợi - các quy định chủ yếu về thiết kế.
19. Huệ, V.H. Giải pháp công trình khắc phục sạt lở cồn Thanh Long. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2023**, 754, 26–43.
20. Huệ, V.H. Đánh giá ổn định bờ sông Cỏ Chiên, tỉnh Vĩnh Long. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2023**, 752, 12–28.
21. Huệ, V.H. Giải pháp công trình ứng phó với dòng chủ lưu áp sát bờ sông Cỏ Chiên khu vực TP. Vĩnh Long. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2023**, 753, 23–36.
22. Chương L.T. Đánh giá thực trạng sạt lở bờ sông Tiền đoạn chảy qua địa phận tỉnh Tiền Giang khu vực đầu cồn Tân Phong huyện Cai Lậy và đề xuất giải pháp phòng chống, khắc phục, Viện KHTL miền Nam, 2014.
23. Khoa, H.Đ. Quan trắc diễn biến đường bờ Cù lao Dung bằng công nghệ phân tích ảnh viễn thám. *Tạp chí Vật liệu và Xây dựng* **2023**, T.13S.02.
24. Quỳnh, H.N.N.; Khôi, Đ.N.; Hoài, H.C.; Bầy, N.T. Ứng dụng viễn thám và Gis đánh giá biến động đường bờ sông Tiền và sông Hậu. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2018**, 691, 12–22.
25. Huệ, V.H. Phân tích xác định nguyên nhân và đề xuất giải pháp công trình chống sạt lở bờ sông Vàm Cỏ Tây. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2023**, 754, 79–100.

Research, evaluate and propose solutions to prevent erosions on Ben Tre river banks

Van Huu Hue^{1*}

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

Abstracts: Currently, in the Mekong Delta, riverbank instability leading to erosions occurs in many places for many different reasons. At Nhon Thanh commune, Ben Tre City, erosions cause the mainstream to close to the riverbank. The study used modeling methods and inheritance methods to determine the causes of riverbank instability: the mainstream is close to the concave bank of the curved river section (Nhon Thanh commune side) and two narrow locations with high speed. From the above research results, the article proposes a solution for direct protection works such as inclined roof embankment and L-shaped corner wall embankment on reinforced concrete for protection and gives directions for research development to protect the area. This impact study contributes to clarifying the causes of instability to protect the Ben Tre city's urban center.

Keywords: Mainstream close to riverbank; Stabilize Ben Tre riverbank; Three river distributaries' erosions; Erosions in the Mekong Delta.