

Bài báo khoa học

Giải pháp công trình khắc phục sạt lở cồn Thanh 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: 5/8/2023; Ngày phản biện xong: 14/9/2023; Ngày đăng bài: 25/10/2023

Tóm tắt: Cồn Thanh Long được hình thành bởi quá trình bồi tích của sông, thời gian thành tạo ngắn nên đất chưa cố kết cao, lực dính hạn chế nên dễ sạt lở, để bảo vệ vùng đất này cần xác định rõ về địa chất, dòng chảy, hàm lượng chất lơ lửng, tác động của gió... để tìm ra nguyên nhân sạt lở và đề xuất giải pháp ứng phó. Nghiên cứu đã dùng các phương pháp điều tra, thu thập, kế thừa, đánh giá thông tin, phân tích ảnh viễn thám, mô hình toán, tham khảo chuyên gia... xác định nguyên nhân chính là dòng chảy hướng vào đầu cồn gây ra sạt lở và kiến nghị giải pháp kè và mỏ hàn bảo vệ cồn Thanh Long.

Từ khóa: Cồn Thanh Long; Giải pháp bảo vệ cù lao; Ổn định đất ven sông; Sạt lở cồn Thanh Long.

1. Mở đầu

Những năm qua, tình hình sạt lở tại các quần đảo, đảo, cồn, cù lao trên thế giới diễn biến phức tạp, cụ thể như sạt lở ở Red Rock, đảo Coochiemudlo, phía nam của Vịnh Moreton, thuộc Đông Nam Queensland, Úc [1]. Trên thế giới có rất nhiều nghiên cứu về việc dự báo xói lở bờ biển cũng như giải pháp khắc phục. Trong đó, Pilarczyk (2001) đã đưa ra cơ chế phá hủy đê khi sóng tràn qua đê biển. Mái đê phía biển chịu tác động trực tiếp của sóng. Thân đê sẽ bị phá hỏng ở phía biển do sóng và áp lực thẩm thấu ngược dưới đáy bề mặt gia cố. Đỉnh đê sẽ bị xói bề mặt, trượt do thấm. Như vậy khi sóng tràn, mái trong đồng và mái ngoài biển đều sẽ bị phá hủy.

Ở Việt Nam, hình thức sạt lở này cũng xảy ra nhiều nơi. Cù Lao Dung (Sóc Trăng) với gần 17 km đường bờ biển, lũ tháng 10/2011 đã phá hủy nhiều tuyến đê trên huyện Cù Lao Dung và ảnh hưởng 2.000 ha diện tích cây trồng. Các tai biến bờ sông bờ biển đang diễn biến hết sức phức tạp trên địa bàn Cù Lao Dung [2].

Những năm gần đây, tình hình sạt lở tại cù lao Tân Phong (xã Tân Phong, huyện Cai Lậy, tỉnh Tiền Giang) diễn biến rất phức tạp. Bình quân mỗi năm, xã Tân Phong bị sạt lở từ 2,0÷3,0 m, làm mất đất sản xuất từ 2,0÷3,0 ha. Khu vực đầu cù lao, sạt lở lấn sâu vào hơn 30 m. Di dời đê bao ba lần nhưng tình trạng sạt lở vẫn tiếp diễn. Từ tháng 4/2022 đến nay, cù lao Tân Phong liên tiếp xảy ra nhiều vụ sạt lở; phạm vi ảnh hưởng suốt chiều dài 1.350 m; hàng năm, sạt lở ảnh hưởng đến hàng chục ha đất sản xuất (Hình 1).

Cồn Long Khánh (huyện Hồng Ngự, tỉnh Đồng Tháp) bị sạt lở với chiều dài 3.000 m, lấn sâu vào 50 m [3], sạt lở năm nào cũng diễn ra. Tuyến đường ven sông Tiền thuộc đê bao cồn Ông, xã Tân Khánh Trung, huyện Lấp Vò, là nơi tiếp giáp với khu vực khai thác cát (Mỏ cát thuộc xã Tân Mỹ - Tân Khánh Trung) và các loại sà lan, ghe tàu qua lại nhiều nên trong thời gian qua đã xuất hiện nhiều vết nứt lớn; cụ thể, từ ngày 24/5÷10/6/2019 xảy ra sụp lún tuyến đường, lấn sâu vào sát mép đường đê, chiều dài 60 m. Trong hai ngày 3÷4/7/2019 sạt lở chiều dài 30 m, lấn vào hơn 2/3 mặt đường, cách bờ khoảng 50 m trở ra sông có cao trình đáy từ -14 ÷ -16, rất sâu.

Vĩnh Long là tỉnh thuộc hạ lưu MeKong, nằm giữa sông Tiền, sông Hậu, tổng diện tích tự nhiên 152.573,2 ha, bờ sông Cổ Chiên (đoạn từ vàm sông Mương Lộ đến rạch Bà Bống), thuộc Tổ 9, Tổ 10, ấp Bình Thuận 1, xã Hòa Ninh, huyện Long Hồ, tỉnh Vĩnh Long đã xảy ra vụ sạt lở nghiêm trọng, vào khoảng 16 giờ 30 phút ngày 05/12/2022, chiều dài đoạn sạt lở khoảng 350 m, rộng khoảng 160 m, tổng diện tích khoảng 41.516 m², ảnh hưởng đến 30 hộ dân; thiệt hại 13 căn nhà, 01 nhà kho, 01 xe cuốc, 02 ao nuôi, 01 ghe gỗ tải trọng 2,5 tấn, các vật dụng trong gia đình bị chìm xuống sông. Thiệt hại khoảng 35 tỷ đồng, ảnh hưởng lớn đến tài sản, đời sống của người dân [4]. Cồn Thanh Long được hình thành giữa dòng sông Cổ Chiên năm 1984, là vùng đất đai màu mỡ, trù phú. Cồn phân chia dòng chảy nhánh phải sông Cổ Chiên thành hai nhánh; nhánh phải chảy về phía xã Quới An, nhánh trái chảy về xã Quới Thiện, bên nhánh phải khu vực đầu cồn còn lại là hợp lưu của sông Măng Thít. Cồn như là một hòn đảo được tạo bởi các nhánh sông hợp thành, cùng với đặc điểm là có hệ thống sông kênh rạch chằng chịt [5].



Hình 1. Sạt lở bờ sông Tân Phong (trái), Sạt lở đê bao cồn Ông (phải).

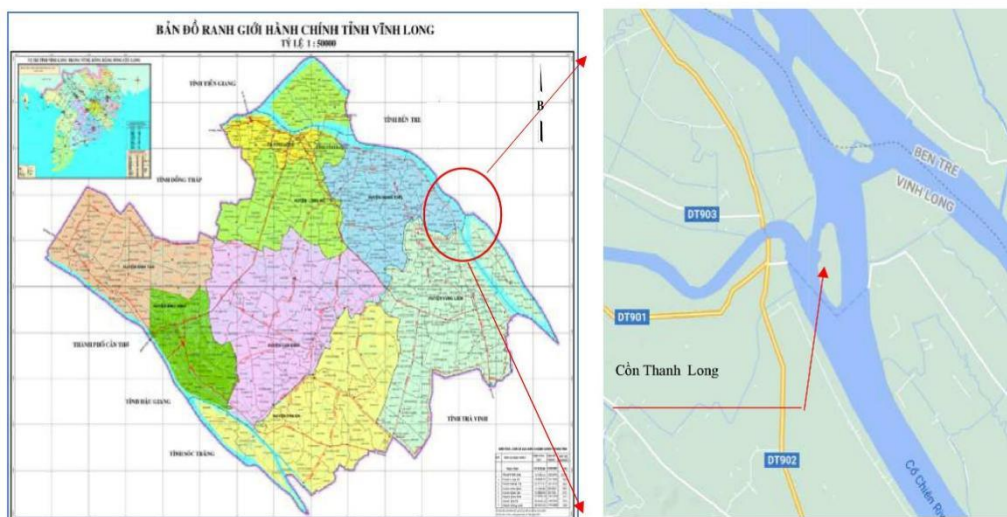
Những năm gần đây cồn đã xảy ra tình trạng sạt lở bờ xảy ra ngày một nghiêm trọng. Trước năm 2016, diện tích của cồn khoảng 50 ha; từ năm 2016 đến nay cồn thường xuyên xảy ra nhiều vị trí sạt lở, mất khoảng 11 ha đất, còn lại khoảng 39 ha. Trong tương lai, cồn sẽ bị biến mất nếu không có giải pháp can thiệp. Vì vậy, việc xác định nguyên nhân sạt lở và đề xuất giải pháp bảo vệ cồn là rất cấp thiết. Tính mới của nghiên cứu là phân tích ảnh viễn thám, tính tốc độ sạt lở giai đoạn 1984-2020.

Bài báo với mục tiêu nghiên cứu đánh giá ổn định bờ sông, phân tích ảnh viễn thám, tác động dòng chảy đối với lòng dẫn, sóng do gió chướng, gia tải mái bờ, vận chuyển bùn cát, diễn biến xói bồi...; từ đó đề xuất giải pháp công trình kè, mô hàn bảo vệ cồn.

2. Phương pháp nghiên cứu và tài liệu thu thập

2.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu và đặc điểm khí tượng thủy văn

2.1.1. Phạm vi nghiên cứu

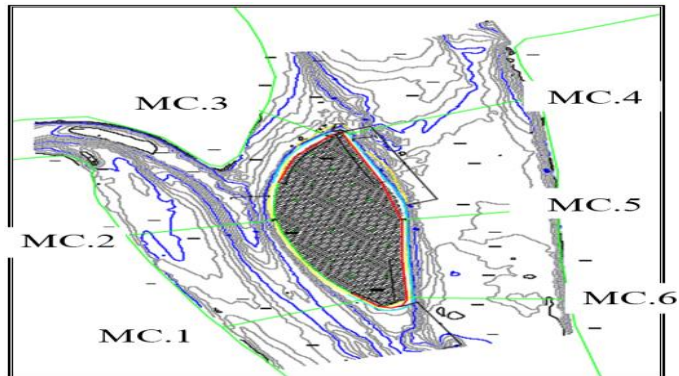


Hình 2. Bản đồ vị trí cồn Thanh Long [5].

Phạm vi nghiên cứu Cồn Thanh Long thuộc ấp Phước Lý Nhì xã Quới Thiện, huyện Vũng Liêm, tỉnh Vĩnh Long. Thời gian nghiên cứu là giai đoạn 1984-2023 (Hình 2).

Lòng dẫn sông Cổ Chiên đoạn chảy qua cồn có sự biến đổi mạnh, dọc theo chiều dài sông xuất hiện nhiều hố xói cục bộ (Hình 3).

Cao độ trung bình mặt đất tự nhiên từ $+1,5 \div +1,8$, cao trình lòng dẫn đầu cồn khá sâu; $-5,0 \div -19,5$; khu vực gần bờ $-3,0 \div -8,0$ với xu thế lạch sâu ép sát đầu cồn. Phía dưới đầu cồn bên nhánh trái đã xuất hiện hố xói $-15,5$, cách bờ 80 m; lạch sâu có cao độ $-12,0 \div -14,5$. Nhánh phải lạch sâu có xu thế ép về phía cồn. Tại ngã ba sông Măng Thít hố xói có cao độ $-16,5$ cách bờ 100 m. Lạch sâu lòng dẫn nhánh phải đoạn phía dưới ngã ba sông Măng Thít có cao độ từ $-10,0 \div -12,5$. Lòng sông phía đuôi cồn nông hơn, cao độ từ $-0,5 \div -2,0$; cách đuôi cồn về hạ lưu 300 m cũng xuất hiện hố xói -20 . Lòng dẫn khu vực đầu cồn và về hạ lưu khoảng 500 m bên nhánh trái và 300 m bên nhánh phải có hình thái bất lợi đối với sự ổn định bờ sông và dễ gây sạt lở bờ sông [5].



Hình 3. Địa hình lòng sông cồn Thanh Long và vị trí một số mắt cắt (MC.) điển hình.

2.1.2. Đặc điểm khí hậu, khí tượng và chế độ thủy văn dòng chảy

Khí hậu, khí tượng nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa. Tổng lượng mưa bình quân cao nhất trong năm là 1.893,1 mm/năm. Chế độ thủy văn chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố như dòng chảy thượng nguồn Mekong, thủy triều biển Đông, chế độ mưa đồng bằng, sông Cổ Chiên, sông Măng Thít và hệ thống kênh rạch. Mực nước và biên độ triều khá cao, cường độ triều truyền mạnh, mùa lũ biên độ triều khoảng $70 \div 90$ cm và mùa khô biên độ triều dao động $114 \div 140$ cm [5]. Lưu tốc, lưu lượng, mực nước kế thừa từ các dự án trước. Nghiên cứu chỉ quan trắc 01 trạm đo mực nước và 02 trạm đo lưu tốc, lưu lượng, thời gian đo từ ngày 7÷10/4/2021, đo 24/24 (mỗi giờ đo 1 lần). Vị trí khảo sát được thể hiện ở Hình 4; đo lưu tốc, trùng với thời gian đo mực nước, chênh độ đo 12/24 (02 giờ đo một lần).

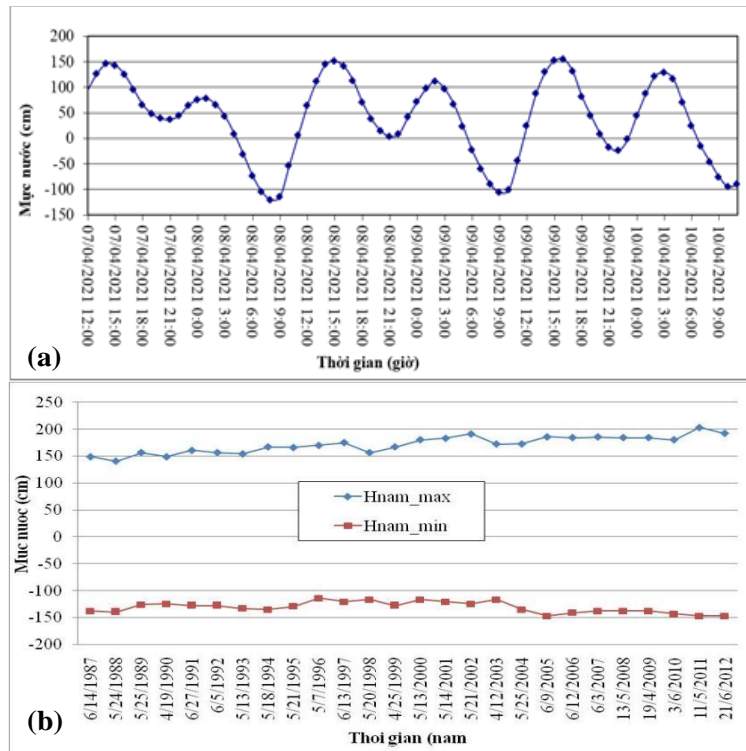


Hình 4. Sơ họa vị trí khảo sát đo đặc thủy văn, bùn cát tại cồn Thanh Long.

2.1.3. Mực nước và vận tốc dòng chảy

- Khảo sát mực nước trong 03 ngày đêm, từ 7÷10/4/2021, chế độ đo 24/24 cho thấy chế độ mực nước chịu ảnh hưởng của thủy triều là chính; đường quá trình mực nước dạng hình sin với chế độ bán nhật triều không đều một chân triều thấp và một chân triều cao. Từ 7÷10/4/2021, đỉnh triều lớn nhất $+155$ cm, chân triều nhỏ nhất -106 cm, biên độ triều khá lớn, đạt 261 cm; mực nước có xu thế tăng dần, bình quân mỗi năm tăng 1,7 cm, chứng tỏ

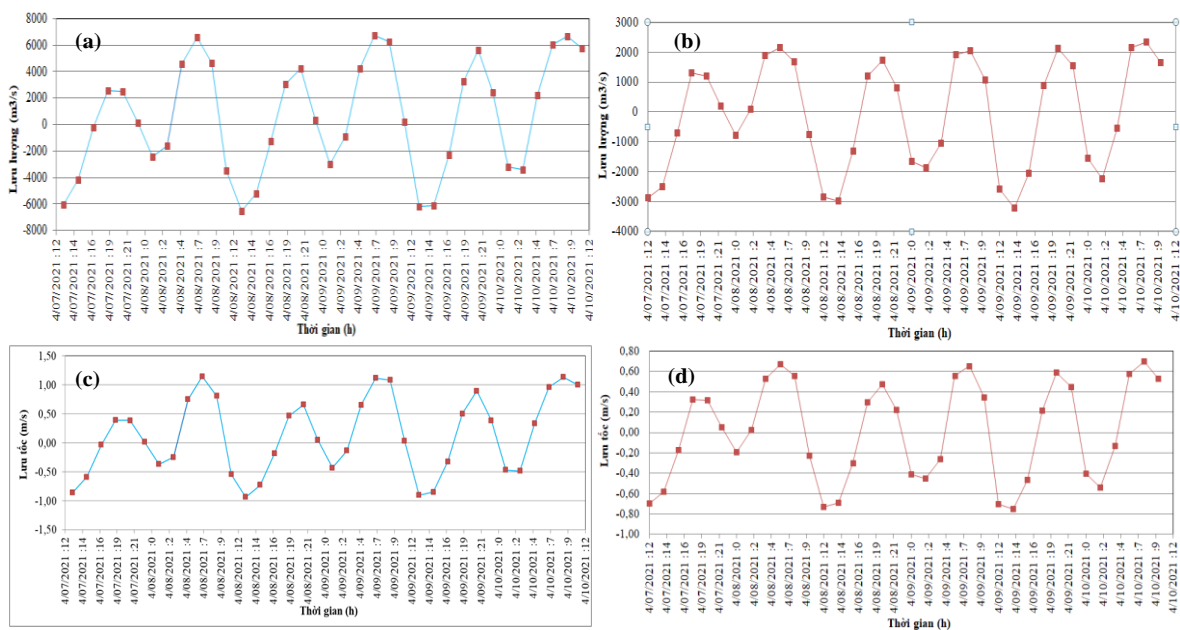
mức nước khu vực cũng chịu ảnh hưởng của BĐKH - nước biển dâng; trong khi đó mực nước đặc trưng thấp nhất năm tăng giảm theo quy luật chu kỳ nhiều năm (Hình 5).



Hình 5. Đường quá trình mực nước thực đo (a) và đặc trưng (b) năm [5].

- Lưu lượng dòng chảy thuộc nhánh trái lớn hơn nhánh phải, khi triều xuống khoảng 2,89 lần, khi triều lên 2,03 lần.

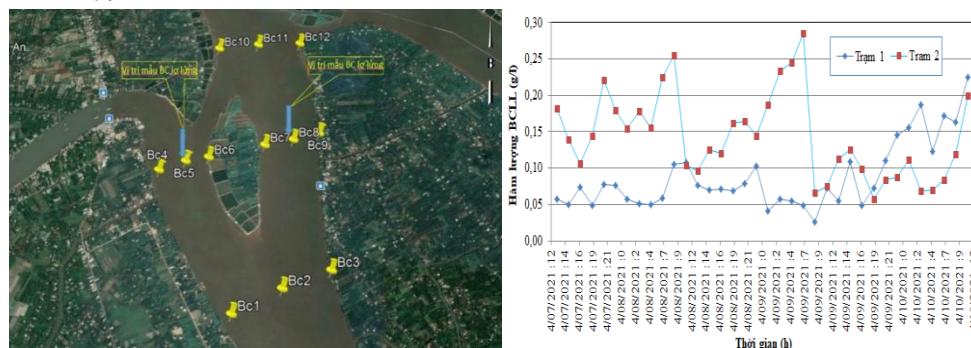
Lưu lượng, lưu tốc dòng chảy khi triều xuống và triều lên gần bằng nhau trong mùa kiệt (nhưng ngược chiều); cho thấy khu vực không có ảnh hưởng của dòng chảy lũ thượng nguồn trong mùa kiệt. Lưu lượng, lưu tốc ở nhánh trái lớn hơn nhánh phải cho nên diễn biến xói lở ở nhánh trái lớn hơn nhánh phải (Hình 6).



Hình 6. Quá trình lưu lượng và lưu tốc: (a) Quá trình lưu lượng thực đo nhánh trái (từ 7÷10/4/2021); (b) Quá trình lưu lượng nhánh phải (từ 7/04/2021÷10/4/2021); (c) Quá trình lưu tốc nhánh trái (từ 7÷10/4/2021); (d) Quá trình lưu tốc nhánh phải (từ 7÷10/4/2021) [5].

2.1.4. Chế độ bùn cát

Theo các tài liệu thu thập được [6–8], hàm lượng phù sa sông Tiền và khu vực nghiên cứu không lớn; một phần phù sa lắng đọng trong sông, đồng, phần khác ra biển. Vị trí MC. đo, lấy mẫu và kết quả khảo sát 36 mẫu bùn cát cho mỗi nhánh và 12 mẫu bùn cát đáy trình bày trên Hình 7.



Hình 7. Sơ đồ vị trí lấy mẫu bùn cát đáy (trái) và hàm lượng bùn cát lơ lửng thực đo trạm 1 (nhánh phải) và trạm 2 (nhánh trái) (phải).

2.1.5. Thực trạng sạt lở cồn Thanh Long

Với chu vi cồn khoảng 2.750 m, sạt lở với chiều dài 1.900 m, 03 vị trí sạt lở lớn gồm [5]:

- Khu vực đầu Cồn (KV.1) chiều dài sạt lở 800 m, trong đó nhánh trái 500 m và nhánh phải 300 m, sạt lở diễn ra ngày một mạnh hơn, mạnh nhất với tốc độ từ 5÷8 m/năm (Hình 8).



Hình 8. Hình ảnh minh họa sạt lở bờ sông khu vực đầu cồn Thanh Long (KV.1): (a) Khu vực đầu cồn - Nhánh phải; (b) Khu vực đầu cồn - Nhánh trái.

- Đoạn bờ nhánh trái (KV.2) với chiều dài 700 đến gần cuối cồn sạt lở bờ diễn ra cũng tương đối mạnh, với tốc độ từ 2÷4 m/năm (Hình 9).



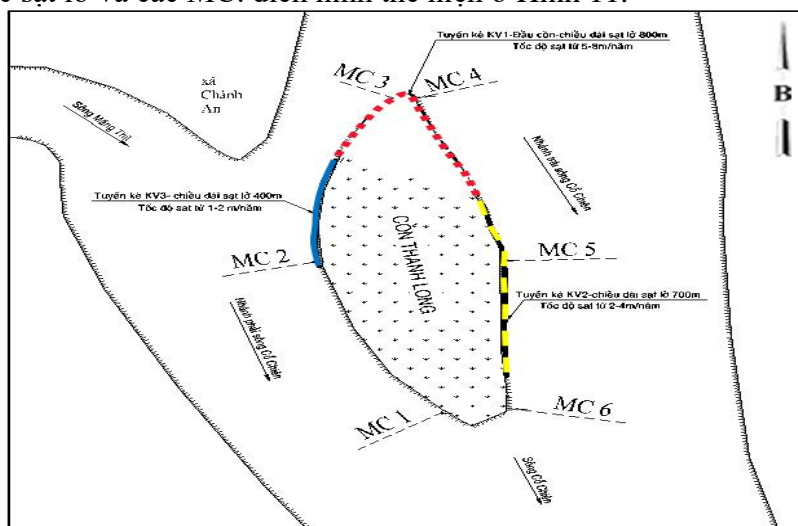
Hình 9. Hình ảnh sạt lở bờ sông cồn Thanh Long (KV. 2): (a, b) Khu vực nhánh trái.

- Nhánh phải (KV.3) đoạn hợp lưu với sông Măng Thít với chiều dài 400 m, sạt lở diễn biến phức tạp, tốc độ từ 1÷2 m/năm, lòng sông đã xuất hiện hố xói cách bờ khoảng 80 m, chỗ sâu nhất đạt đến cao trình -17, là một trong những nguyên nhân gây ra sạt lở bờ, cung trượt sạt lở có thể lấn vào bờ từ 10÷30 m (Hình 10).



Hình 10. Hình ảnh sạt lở bờ sông cồn Thanh Long (KV. 3): (a, b) Khu vực nhánh phải.

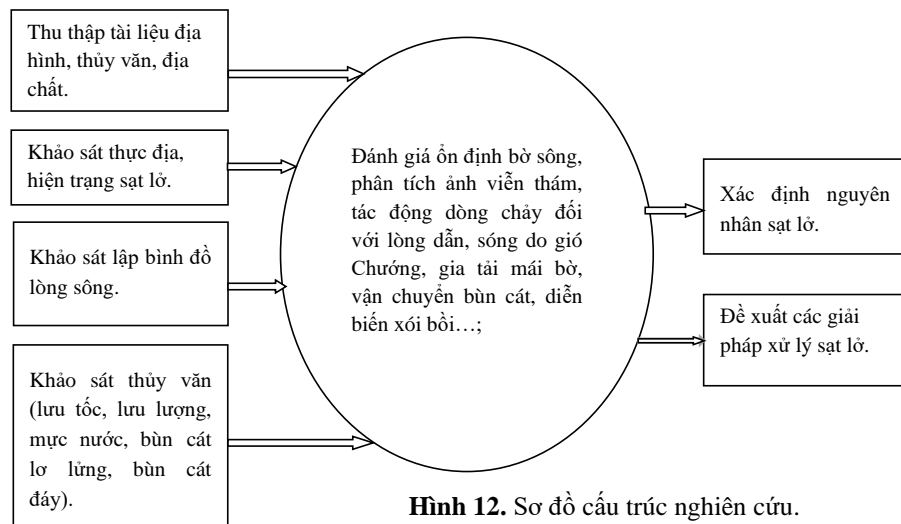
Đuôi cồn có vài vị trí sạt lở nhỏ là do đắp bờ tạo ao nuôi cá không đảm bảo ổn định. Vị trí các khu vực sạt lở và các MC. điển hình thể hiện ở Hình 11.



Hình 11. Sơ đồ vị trí sạt lở cồn Thanh Long và các MC. điển hình.

2.2. Dữ liệu sử dụng và sơ đồ cấu trúc nghiên cứu

Tài liệu địa hình thực đo khu vực nghiên cứu tháng 04/2021. Tài liệu địa chất: Tham khảo địa chất công trình của cống Cái Tôm [5]. Sơ đồ cấu trúc nghiên cứu được thể hiện trên hình 12.



Hình 12. Sơ đồ cấu trúc nghiên cứu.

3. Phân tích kết quả và thảo luận

3.1. Đánh giá khả năng mất ổn định bờ sông

Bảng 1. Kết quả tính toán ổn định mái bờ trường hợp hiện trạng [9].

Hệ số an toàn cho phép	Hệ số an toàn tính toán					
	MC.1	MC.2	MC.3	MC.4	MC.5	MC.6
$[K] \geq 1,15$	1,30	1,16	1,02	0,97	1,13	1,25

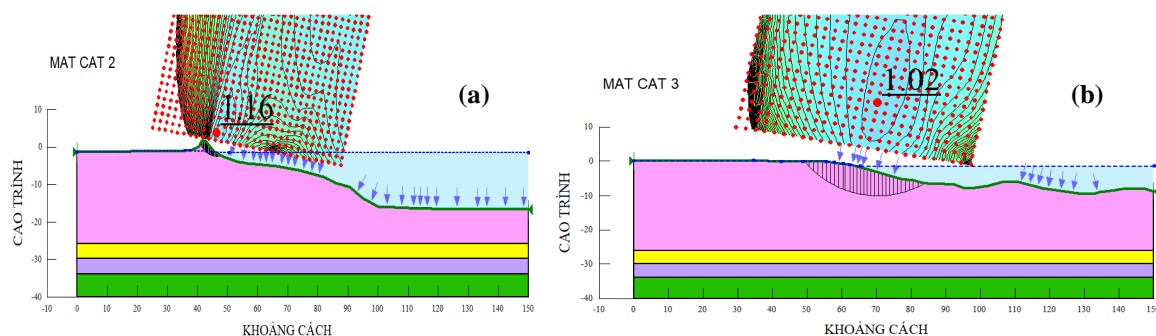
Kết quả tính toán ổn định minh họa trên Hình 13.

- Tại đầu cồn, MC.3 có $K = 1,02$ và MC.4 có $K = 0,97$, nhỏ hơn $[K]$, mái bờ sông khu vực này có khả năng mất ổn định cao. Thực tế ở khu vực này đang sạt lở với tốc độ từ 5÷8 m/năm.

- Nhánh trái cồn, MC.5, $K = 1,13$ nhỏ hơn $[K]$, khả năng mái bờ sông ở tình trạng cân bằng tạm thời, chỉ cần có tác động nhỏ lên bờ sông cũng sẽ gây sạt lở.

- Nhánh phải cồn, MC.2, $K = 1,16 > [K]$, mái bờ sông ở tình trạng cân bằng tạm thời, chỉ cần có tác động nhỏ lên bờ sông cũng sẽ gây sạt lở.

- Đuôi cồn, MC.1, nhánh trái, $K = 1,30$ và nhánh phải MC.6, $K = 1,246$ lớn hơn $[K]$, do đó hiện trạng mái bờ sông khu vực này tương đối ổn định.

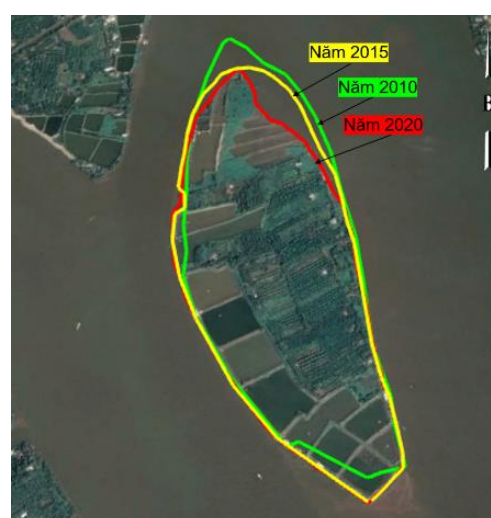


Hình 13. Hệ số ổn định mái bờ tại MC.2 (trái) và MC. 3 (phải) [5].

3.2. Phân tích ảnh viễn thám

Phân tích ảnh viễn thám trên nền tảng Googlearth Engine diễn biến hình thái của sông từ năm 1984-2020 (ảnh có độ phân giải cao qua các năm 2010, 2015 và 2020). Kết quả thể hiện trên Hình 14; tốc độ và diện tích xói lở đầu cồn diễn ra mạnh nhất ở ngã ba sông Cổ Chiên và sông Mang Thít; đầu cồn phía bờ phải bị xói lở nhiều nhất, nơi dòng chảy sông Cổ Chiên hướng thẳng vào. Phía cuối cồn trước năm 2015 có xu hướng bồi.

Tốc độ xói lở trung bình ở đầu và bên trái cồn giai đoạn 2010÷2015 là khoảng 10÷12 m/năm. Giai đoạn 2015÷2020 tốc độ xói lở đầu cồn giảm còn 1÷3 m/năm. Riêng phía bờ trái đầu cồn tốc độ duy trì khoảng 7 m/năm. Đuôi cồn xu thế bồi mạnh ở giai đoạn 2010÷2015 với tốc độ trung bình 5 m/năm. Tốc độ xói lở giai đoạn 2015÷2020 có giảm đi so với trước, nhưng trong tương lai giảm khoảng 80% bùn cát về ĐBSCL, chắc chắn tốc độ xói lở sẽ tăng (Hình 14).



Hình 14. Diễn biến đường bờ cồn Thanh Long từ 2010 đến 2020 [5].

3.3. Do đất yếu và tác động của dòng chảy đối với lòng dẫn

Lớp bùn sét yếu dày trên 11 m, góc ma sát trong từ $3 \div 5^\circ$, lực dính $0,05 \text{ kg/cm}^2$ chịu lực kém, dễ bị nén lún, tan rã; để ổn định, hệ số mái dốc của bờ sông phải lớn hơn 3 [10].

Dòng chảy có vận tốc lớn hơn vận tốc không xói cho phép của đất cấu tạo lòng dẫn, thì sẽ xảy ra xói lở. Mức độ xói lở phụ thuộc vào: (1) độ lớn của vận tốc dòng chảy so với vận tốc cho phép không xói của lòng dẫn; (2) thời gian duy trì các giá trị vận tốc lớn; vận tốc cho phép không xói của lòng dẫn tính từ vận tốc khởi động bùn cát của Êri, Gôntrarốp, Samốp [11].

$$\text{Công thức của Êri: } V_{kd} = 3,9 \sqrt{\left(1 + \frac{0,0004}{d}\right)gd} \quad (1)$$

$$\text{Công thức của Gôntrarốp: } V_{kd} = \lg \frac{8,8h}{d} \sqrt{\frac{2}{1,75}agd} \quad (2)$$

$$\text{Công thức của Samốp: } V_{kd} = 4,6 \sqrt[6]{h \left(\frac{d}{1000}\right)^2} \quad (3)$$

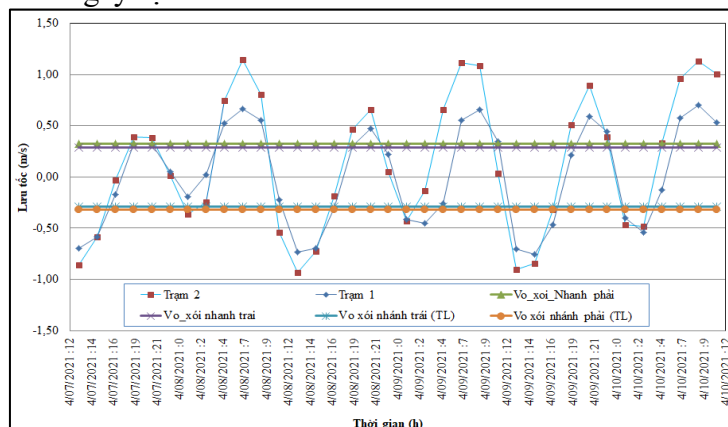
Trong đó V_{kd} là lưu tốc khởi động của bùn cát (m/s); K là hằng số; a là hệ số Acsimet, $a = \frac{\gamma_s - \gamma}{\lambda}$ thường lấy $a = 1,65$; γ_s, γ là trọng lượng riêng của bùn cát (KG/m^3), nước; g là gia tốc trọng trường (m/s^2); h là chiều sâu dòng nước (m); d là đường kính hạt (m). Kết quả tính (V_{kx}) của bùn cát theo Êri, Gôntrarốp, Samốp và tra biểu đồ (theo Asce Task Committee và Mehrota) thể hiện ở Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả tính toán V_{kd} bùn cát tại nhánh trái, nhánh phải [5].

Vị trí	Mẫu bùn cát đáy	Đường kính hạt d_{50} (mm)	V_{kd} (m/s)				Trung bình
			Êri	Gôntrarốp	Samốp	Tra biểu đồ	
Nhánh phải	BC 4	0,045	0,275	0,241	0,210	0,510	0,309
	BC 5	0,032	0,289	0,287	0,255	0,540	0,343
	BC 6	0,071	0,297	0,309	0,232	0,440	0,319
Nhánh trái	BC 7	0,015	0,270	0,220	0,201	0,450	0,285
	BC 8	0,019	0,269	0,224	0,224	0,500	0,304
	BC 9	0,018	0,268	0,215	0,198	0,520	0,300

Kết quả V_{kx} cho phép của đất cấu tạo lòng dẫn ở phía nhánh phải lớn hơn nhánh trái.

So sánh vận tốc trung bình MC. (V_{tb}) với V_{kx} trên cùng một hệ trục tọa độ (Hình 15) để phân tích nguyên nhân gây sạt lở.

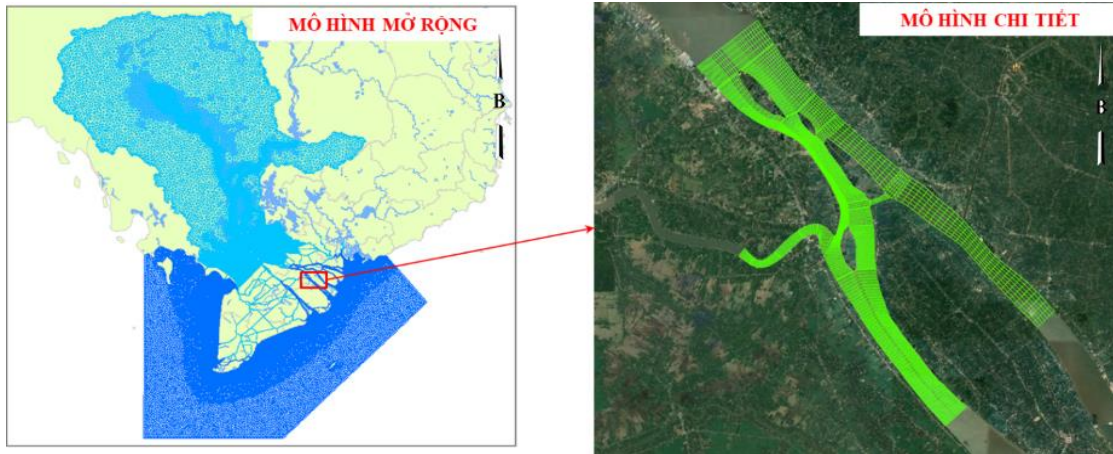


Hình 15. So sánh lưu tốc dòng chảy và lưu tốc không xói của lòng dẫn [5].

- Từ ngày 7÷10/4/2021, đường quá trình lưu tốc cả hai nhánh đều có $V_{tb} > V_{kx}$ kể cả lúc triều lên và triều xuống, vì là mùa kiệt, dòng chảy từ thượng nguồn về ít, do đó vào mùa lũ vận tốc V_{tb} sẽ lớn hơn và thời gian duy trì vận tốc lớn cũng sẽ cao hơn.

- Nhánh trái $V_{tb} > V_{kx}$ khoảng 42%, nhánh phải $V_{tb} > V_{kx}$ khoảng 30 %. V_{kx} ở nhánh trái nhỏ hơn nhánh phải trong khi V_{tb} nhánh trái lớn hơn nhánh phải, càng làm cho khả năng xói lòng dẫn ở nhánh trái diễn ra mạnh hơn nhánh phải.

Sử dụng mô hình toán mô phỏng chế độ thủy động lực và hình thái sông Cổ Chiên đoạn qua cù lao Thanh Long, có kiểm chứng bằng số liệu khảo sát thực tế, để có thể làm rõ hơn chế độ thủy động lực, hình thái (xói bồi) lòng dẫn. Hình 16 minh họa cách tiếp cận chung, trong đó các mô hình với tỉ lệ và mức độ chi tiết khác nhau được thiết lập.



Hình 16. Phạm vi và lưới tính khu vực nghiên cứu [5].

Mô hình toán đã được thiết lập, hiệu chỉnh và kiểm định bằng số liệu thực đo, kế thừa kết quả các dự án trước, từ mô hình toàn biển Đông, mô hình lưu vực Mekong cho đến các mô hình chi tiết hơn thực hiện cho ĐBSCL.

Để phân tích chế độ thủy động lực, dòng chảy vùng nghiên cứu, các điểm P1 đến P8 đều cách bờ 5 m được xem xét trích xuất vận tốc dòng chảy (Hình 17).

Kết quả mô phỏng bằng mô hình toán trong năm điển hình (2009) mô tả đặc điểm chế độ thủy động lực khu vực này khá rõ nét. Mùa kiệt mực nước thấp, giá trị lớn nhất đạt được khoảng 1,4 m tương ứng dòng chảy tổng hợp thời kỳ này cũng khá nhỏ từ tháng 11 đến tháng 5 của năm sau. Ngược lại, trong thời kỳ mùa lũ mực nước, vận tốc dòng chảy tăng nhanh, giá trị lớn nhất tương ứng có thể đạt 1,9 m và vận tốc đạt 1,5 m/s (Bảng 3). Biên độ triều lớn nhất đạt 2,5 m. Ngoài ra, khu vực chịu chi phối mạnh của chế độ thủy lực thượng nguồn, vận tốc thời kỳ triều rút lớn hơn nhiều so với triều lên (Hình 18).

Dòng chảy phía bờ trái lớn hơn so với bờ phải, vận tốc lớn nhất ven bờ trái từ 0,7÷1,5 m/s, vận tốc lớn nhất phía bờ phải thấp hơn, từ 0,5÷0,9 m/s (Hình 19). Kết quả này giải thích vì sao nhánh trái bị sạt lở nhiều hơn nhánh phải. Tỷ lệ phân lưu đoạn sông Cổ Chiên qua cồn trên thể hiện trên Bảng 4 cho thấy trong mùa lũ năm 1979 nhánh trái có lưu lượng lớn nhất, lớn hơn nhánh phải và tổng lượng nhánh trái gấp gần 4 lần tổng lượng nhánh phải.



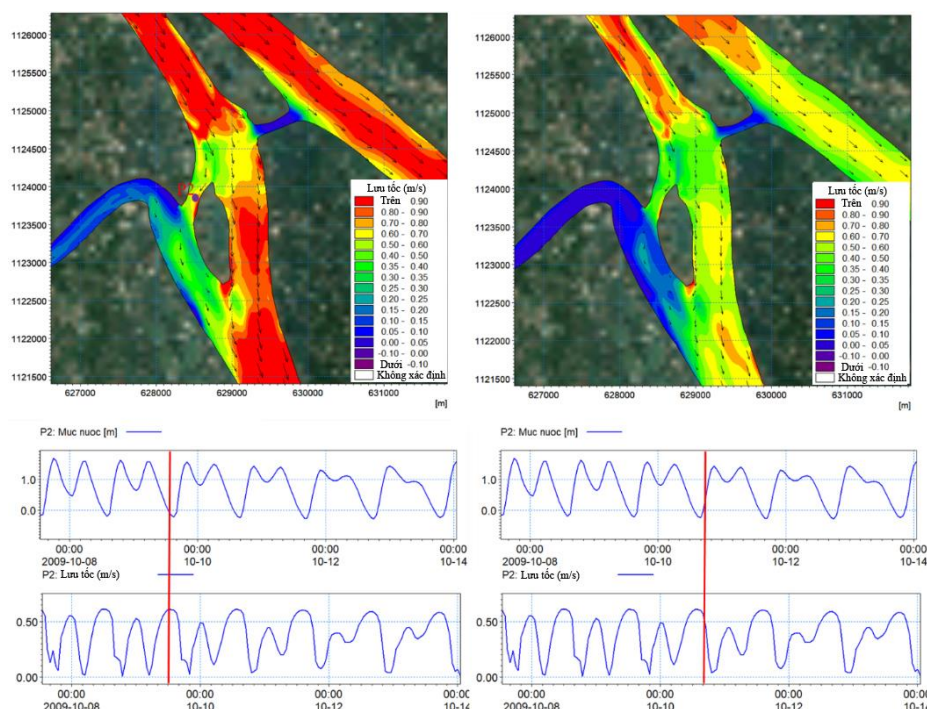
Hình 17. Vị trí trích xuất (P1 đến P8) để phân tích kết quả tính toán từ mô hình.

Bảng 3. Vận tốc dòng chảy tổng hợp lớn nhất (V_{\max}) tại các vị trí P1÷P8 ven bờ [5].

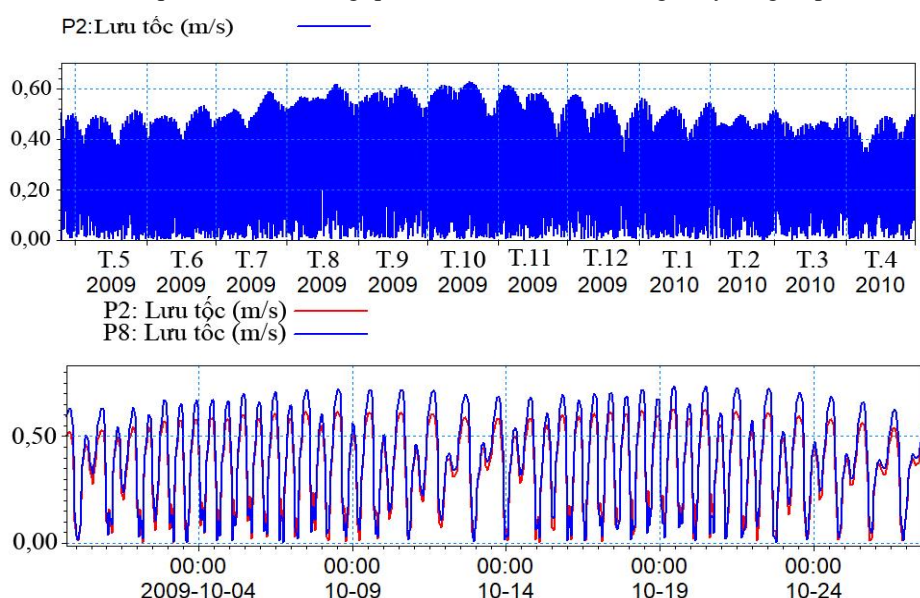
Vị trí	V_{\max} (m/s)	Ghi chú	Vị trí	V_{\max} (m/s)	Ghi chú
P1	0,90	Đầu cù lao	P5	0,86	Cuối cù lao
P2	0,84	Bờ nhánh phải cù lao	P6	1,37	Bờ nhánh trái cù lao
P3	0,83		P7	1,09	
P4	0,59		P8	1,25	

Bảng 4. Tỷ lệ phân lưu hai nhánh của cồn Thanh Long [11].

Vị trí	Q_{\max} (m ³ /s) triều lên	Q_{\max} (m ³ /s) triều xuống	Tỷ lệ phân lưu (%)
Chính	4.975	8.327	100
Bên trái	4.497	7.473	79
Bên Phải	1.549	1.775	21



Hình 18. Chế độ dòng chảy vùng nghiên cứu, phía trên là trường phân bố dòng chảy mùa lũ lúc triều rút và triều lên, phía dưới là đường quá trình mực nước và dòng chảy tổng hợp tại vị trí P2 [5].



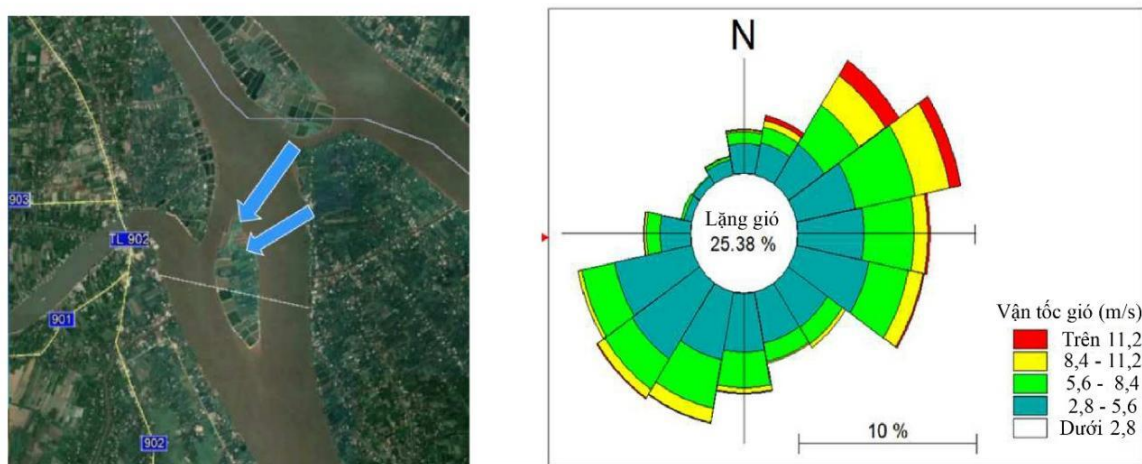
Hình 19. Đường quá trình vận tốc dòng chảy tổng hợp tại vị trí P2 cho một năm khi hậu đặc trưng (trên) và giữa điểm P2 và điểm P8 [5].

3.4. Do sóng gió và sóng tàu thuyền tác động đến xói lở lòng dẫn

3.4.1. Sóng tạo bởi gió mùa Đông Bắc (gió Chướng)

Việt Nam nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa, mỗi năm có hai mùa là mùa khô và mùa mưa; mùa khô bắt đầu từ tháng 11 năm trước cho đến tháng 4 năm sau, mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 10. Thời gian của hai mùa gần trùng với thời gian ảnh hưởng của hai mùa gió mùa là gió mùa Tây Nam và gió mùa Đông Bắc. Vĩnh Long bị chi phối bởi chế độ gió mùa trên Biển Đông. Gió Chướng - gió mùa Đông Bắc và gió tín phong; đầu mùa, gió Chướng chỉ chiếm từ 20÷30%, đến tháng 02 thì tỉ lệ gió chướng trên 73%, vận tốc gió cấp 6÷7 đạt 36,4%, gió cấp 8÷9 đạt 35,8%, đặc biệt gió với vận tốc 11 m/s đạt 21,2%.

Kết quả trích xuất gió từ mô hình toàn cầu tại Cồn Thanh Long thể hiện bằng hoa gió trên Hình 20. Gió mùa Đông Bắc có hướng thổi là Đông Bắc hoặc Đông trùng với hướng có đà gió (mặt thoáng) lớn nhất tác động và gây ra sóng lớn đập vào khu vực đầu cồn, làm phá vỡ kết cấu đất ở đầu cồn gây sạt lở lớn. Mùa gió Tây Nam, do đà gió nhỏ hơn so với mùa Đông Bắc, sóng tạo ra bởi gió mùa Tây Nam cũng nhỏ hơn.



Hình 20. Hướng gió mùa ĐB (gió Chướng) và hoa gió tại vùng nghiên cứu [5].

Để xem xét mức độ tác động của gió Chướng, tính toán sóng do gió gây ra [13].

$$H_s = 0,0208W^{5/4}D^{1/3} \quad (4)$$

Trong đó H_s là chiều cao sóng (m); W là tốc độ gió (m/s) và D là đà gió (km).

Theo Beaufort, gió từ cấp 5 trở lên thì mặt nước hình thành sóng. Vì vậy, tính toán sóng do tác động gió vào mái bờ cồn Thanh Long đối với gió từ cấp 5÷9. Kết quả tính toán ở Bảng 5 cho thấy chiều cao sóng do gió mùa Đông Bắc khá lớn, từ 0,33÷0,97 m. Chiều cao này có khả năng gây ra sạt lở lớn hơn nhiều do sóng tàu thuyền.

Bảng 5. Kết quả tính toán chiều cao sóng tác động vào đầu cồn ứng với các cấp độ gió.

Cấp gió	Tên cấp gió	Tốc độ (m/s)	Tốc độ t/bình (m/s)	Tác dụng của gió trên mặt đất	D (km)	Hs (m)
5	Gió vừa	8,0 ÷ 10,7	9,6	Cây nhỏ lay động, mặt nước hình thành sóng	0,85	0,333
6	Gió hơi mạnh	10,8 ÷ 13,8	12,3	Cành cây lớn rung chuyển	0,85	0,454
7	Gió khá mạnh	13,9 ÷ 17,1	15,5	Cả cây rung chuyển, khó đi ngược gió	0,85	0,606
8	Gió mạnh	17,2 ÷ 20,7	19,0	Gió làm gãy cành con	0,85	0,779
9	Gió rất mạnh	20,8 ÷ 24,4	22,6	Gió làm thiệt hại nhà cửa	0,85	0,971

3.4.2. Sóng do tàu thuyền

Sóng tàu thuyền gây ra từ $0,20 \div 0,30$ m và nhỏ hơn sóng do gió Chướng gây ra. Ngoài ra, tác động của dòng chảy do chân vịt của tàu thuyền cũng gây ra xói lở [14].

3.5. Do gia tăng tải trọng lên mép bờ

Tải trọng mép bờ tăng, khối đất mái bờ xuất hiện ứng suất dư lớn, vùng có ứng suất dư vượt quá khả năng chịu tải của đất mái bờ, hình thành vùng biến dạng dẻo. Tải trọng tăng dần thì vùng biến dạng dẻo cũng phát triển. Khi tải trọng vượt quá giới hạn cho phép, vùng biến dạng dẻo phát triển ra đến mái bờ thì các hạt đất sẽ bị tách ra, đất bờ bị sạt lở.

Gia tải lên mép bờ sông gồm các nguyên nhân: Xây dựng công trình, neo đậu tàu thuyền, chất hàng hóa, mưa to, lũ xuống, triều rút...:

- + Mưa gây bão hòa và tăng trọng lượng khối đất bờ, phát sinh áp lực thấm...;
- + Lũ xuống, triều rút làm tăng áp lực thấm, giảm áp lực đẩy nổi; về mùa lũ mực nước trong sông dâng cao làm dâng mực nước ngầm, khi lũ rút, triều xuống nước ngầm sẽ chảy ra sông, kéo theo những hạt đất của mái bờ vào lòng sông.

Đánh giá tác động của việc thay đổi mực nước (thấp nhất và trung bình) và các mức độ gia tải (từ 1÷6 tấn), tiến hành tính toán ổn định cho mái bờ sông (Bảng 6).

Bảng 6. Kết quả tính toán ổn định mái bờ theo các mực nước, tải trọng khác nhau [5].

STT	Trường hợp tính toán	$K_{\min\min}$	[K]	Nhận xét
1	Mực nước min, $H=-1,49$	1,246	1,15	Ổn định
2	Mực nước TB, $H_{tb}=0,4$ m	1,465	1,15	Ổn định
3	Tải trọng trên bờ $T=1$ tấn	1,192	1,15	Ổn định
4	Tải trọng trên bờ $T=2$ tấn	1,139	1,15	Ổn định tạm thời
5	Tải trọng trên bờ $T=3$ tấn	1,092	1,15	Tiềm ẩn nguy cơ sạt lở bờ
6	Tải trọng trên bờ $T=4$ tấn	1,050	1,15	Tiềm ẩn nguy cơ sạt lở bờ
7	Tải trọng trên bờ $T=5$ tấn	1,010	1,15	Tiềm ẩn nguy cơ sạt lở bờ
8	Tải trọng trên bờ $T=6$ tấn	0,974	1,15	Sạt lở bờ đã xảy ra

Khi mực nước $H_{tb} = 0,40$ m thì $K_{\min\min} = 1,465$ nhưng khi mực nước giảm xuống đến $H_{\min} = -1,49$ m, $K_{\min\min}$ giảm xuống 1,246. Cho thấy khi lũ xuống hoặc triều rút, mực nước xuống thấp làm bờ sông kém ổn định hơn.

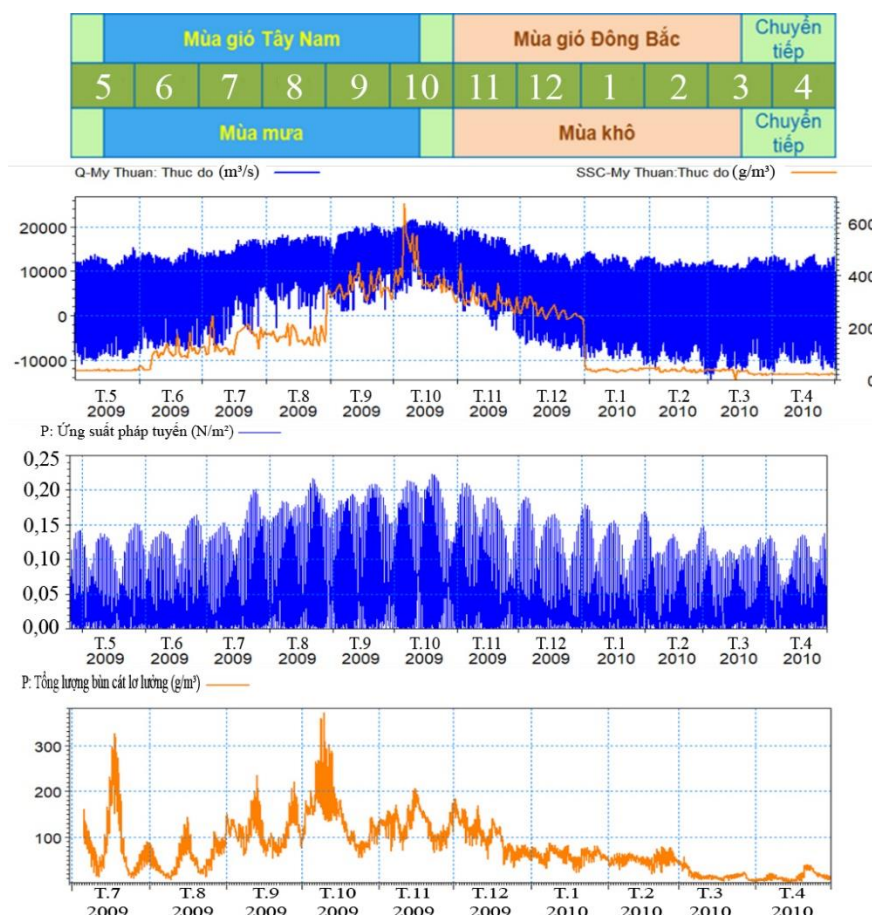
Khi chưa chất tải, $K_{\min\min} = 1,246$, khi chất tải ven bờ lần lượt từ 1÷6 tấn, thì $K_{\min\min}$ đã giảm dần cho tới khi chất tải đến 4 tấn, thì $K_{\min\min} = 1,05$, tức là bờ sông có thể bị sạt lở.

3.6. Do chế độ vận chuyển bùn cát

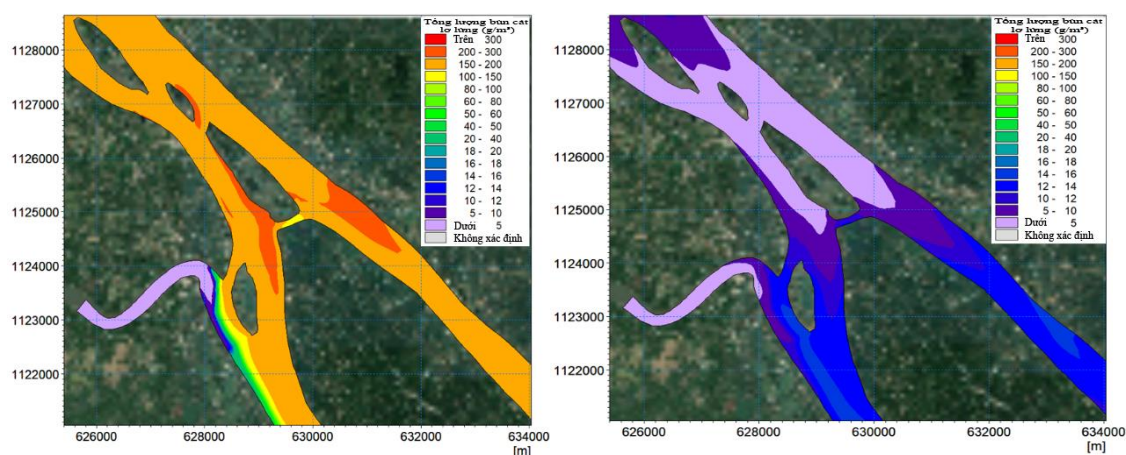
Hình 21 thể hiện tương quan giữa diễn biến bùn cát [15] với điều kiện khí hậu, chế độ thủy văn thượng nguồn tại Mỹ Thuận và ứng suất tiếp đáy với chu kỳ một năm khí hậu.

Kết quả tính toán cho thấy thời kỳ mùa mưa lũ (từ tháng 7÷11) có nguồn phù sa từ thượng nguồn dồi dào nhất trong năm, là thời kỳ cung cấp bùn cát chủ yếu cho ĐBSCL. Dòng chảy trong mùa này là lớn nhất trong năm và phân bố bùn cát rất cao. Quá trình bồi tụ, xói lở diễn ra chủ yếu trong thời kỳ này. Trường phân bố bùn cát tại một thời điểm trong mùa lũ trình bày trên Hình 22; hàm lượng bùn cát lớn nhất thời kỳ này có thể đạt 200-300 mg/l; hàm lượng bùn cát lớn nhất mùa này nhỏ hơn mùa lũ rất nhiều [16].

Thời kỳ mùa kiệt, dòng chảy tổng hợp nhỏ, ứng suất tiếp đáy khá thấp, nguồn bùn cát phía thượng nguồn về rất ít, bùn cát tại vùng này khá thấp, điều kiện bồi tụ thuận lợi nhưng nguồn cung cấp bùn cát hạn chế dẫn đến xu thế xói lở trong thời kỳ này chiếm ưu thế, đặc biệt là giai đoạn chuyển tiếp từ mùa kiệt sang mùa lũ.



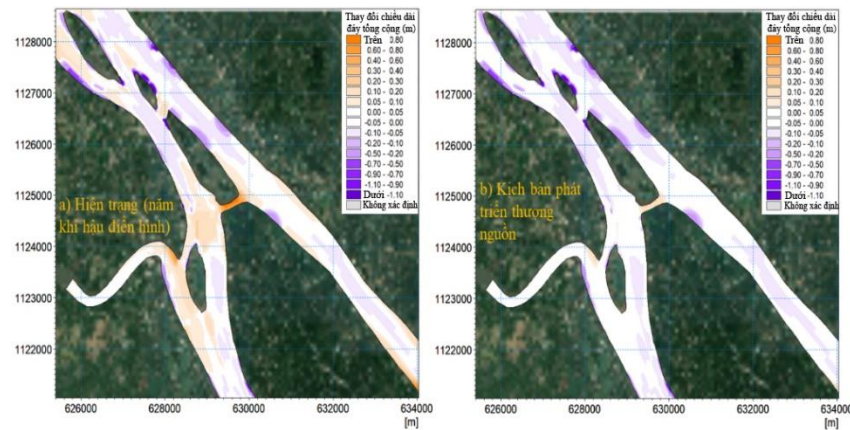
Hình 21. Tương quan biến động bùn cát và thủy động lực tại vùng nghiên cứu trong năm 2009 [5].



Hình 22. Trường phân bố nồng độ bùn cát trong mùa lũ (trái) và mùa kiệt (phải) [5].

Đã có nhiều nghiên cứu về tác động gây thiếu hụt bùn cát do các đập trên dòng Mekong gây ra. Nghiên cứu này, tiến hành mô phỏng vùng nghiên cứu với kịch bản thượng nguồn xấu nhất (hình thành 11 đập trên Mekong). Kế thừa các nghiên cứu trước đây, biên thượng nguồn trong tính toán này bùn cát tại Kratie giảm 80% so với năm 2015 [17].

Kết quả tính toán xói bồi vùng nghiên cứu chỉ tiết được trình bày trên Bảng 7 và trên Hình 23 cho thấy sự thay đổi bức tranh xói lở sau khi giảm bùn cát về một cách rõ rệt. Mức độ xói lở ở vùng đầu còn tăng gấp 1,5 lần so với hiện trạng (từ khối lượng xói $-4.522 m^3$ tăng lên $-6.541 m^3$). Mức độ bồi nửa đuôi còn giảm mạnh (từ khối lượng bồi $3.779 m^3$ giảm còn $1.043 m^3$). Toàn khu vực còn ở vùng còn lại thì bồi tụ từ $63.913 m^3$ không còn nữa, xói lở chiếm ưu thế với khối lượng $-712.433 m^3$.



Hình 23. So sánh diễn biến hình thái vùng nghiên cứu giữa kịch bản hiện trạng (trái) và kịch bản phát triển thượng nguồn (phải).

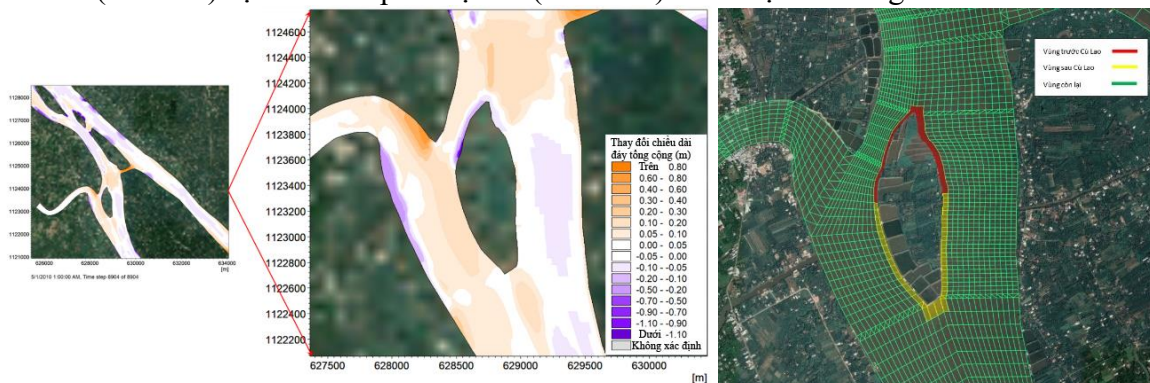
Bảng 7. Kết quả tính toán xói bồi chi tiết giữa hiện trạng và kịch bản phát triển thượng nguồn (giảm 80% bùn cát về) [5].

Kịch bản	Phân vùng	Diện tích (m ²)	Thể tích bùn cát (m ³)
Hiện trạng	Vùng lân cận Cù Trước	39.079	-4.522
	Lao Sau	70.257	3.779
	Vùng còn lại	1.9155.336	63.913
Giảm 80%	Vùng lân cận Cù Trước	39.079	-6.541
	Lao Sau	70.257	1.043
	Vùng còn lại	1.9155.336	-712.433

Ứng dụng kết quả mô phỏng chế độ thủy động lực và hình thái (xói, bồi) bằng MIKE21FM đã làm rõ chế độ thủy động lực trong mùa lũ, mùa kiệt của năm điển hình và tính toán dự báo xói lở, bồi lắng sau một năm thủy văn điển hình và có xét đến tác động bởi thiếu hụt bùn cát về ĐBSCL sau khi hoàn thành các đập trên dòng Mekong. Kết quả minh chứng tác động của dòng chảy là nguyên nhân chính gây ra xói lở và bồi lắng khu vực còn, đặc biệt dưới tác động giảm 80% bùn cát, mức độ xói lở trong khu vực sẽ gia tăng đáng kể.

3.7. Diễn biến hình thái (xói/bồi) trong năm điển hình

Kết quả cho thấy đầu cồn Thanh Long xói lở chiếm ưu thế, phía nửa cuối cù lao xói bồi xen kẽ và bồi lớn hơn (Hình 24). Tuy nhiên trên toàn cù lao thì xói chiếm ưu thế. Để làm rõ hơn, đã phân vùng và tính toán cho vùng lân cận phía thượng lưu cồn (màu đỏ), vùng lân cận phía hạ lưu cồn (màu vàng) và toàn bộ vùng nghiên cứu (màu xanh). Kết quả cho thấy vùng thượng lưu cồn sau một năm bị xói khoảng 4.522 m³, vùng hạ lưu cồn được bồi khoảng 3.779 m³ (Bảng 8). Như vậy, xu thế cho toàn khu vực vẫn là bồi lắng, phía thượng lưu cồn (nửa đầu) bị xói lở và phía hạ lưu (nửa đuôi) cồn được bồi lắng.



Hình 24. Diễn biến hình thái cho năm khí hậu đặc trưng vùng nghiên cứu (trái) và phân vùng tính toán diễn biến hình thái cho năm điển hình (phải).

Bảng 8. Kết quả tính toán xói bồi cho năm khí hậu điển hình cho khu vực nghiên cứu [5].

Kịch bản	Phân vùng	Diện tích (m ²)	Thể tích bùn cát (m ³)
Hiện trạng	Vùng lân cận	Trước	39.079
	Cù Lao	Sau	70.257
	Vùng còn lại	19.155.336	63.913

3.8. Tổng quát các giải pháp khắc phục sạt lở bờ sông

Trước tình hình sạt lở bờ sông kênh rạch đã và đang diễn ra rất nghiêm trọng và trên diện rộng ở ĐBSCL, không thể khi nào cũng sử dụng các biện pháp công trình cho các vùng sạt lở. Do đó, tùy từng nơi với mức độ quan trọng, ưu tiên về phát triển kinh tế, cơ sở hạ tầng của địa phương để áp dụng biện pháp phi công trình hay công trình hoặc phải kết hợp cả hai.

Hai loại hình công trình được đề xuất áp dụng cho khu vực còn dựa trên yêu cầu chỉnh trị sông: (1) Kè áp mái bảo vệ trực tiếp; (2) Kè hình chữ V ngược để bảo vệ từ xa cho đầu cồn và hệ thống mỏ hàn cứng được bố trí ở hai bên hướng dòng chảy ra xa bờ, giảm được tác động của dòng chảy gây sạt lở bờ.

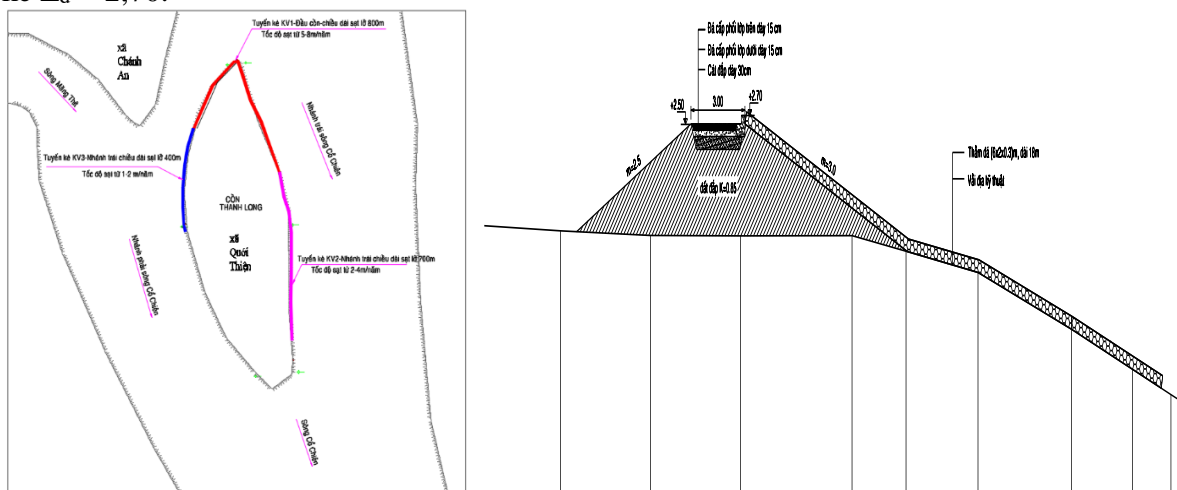
3.8.1. Kè áp mái bảo vệ bờ trực tiếp

Kè áp mái ứng với bờ sông bị sạt lở dưới tác động của dòng chảy, lòng dẫn tại đó có hố xói sâu nằm sát bờ, mái bờ sông bị mất ổn định do mất khối đất phản áp, không đủ khả năng giữ ổn định cho mái bờ, để đảm bảo ổn định bờ, cần quan tâm nhiều phần chân kè. Tùy theo địa hình, địa chất khu vực bảo vệ để xác định khối lượng vật liệu lấp hố xói; theo kinh nghiệm, khối vật liệu đắp bù tạo được mái $m = 3$, hay $m = 4$ từ đỉnh kè đến khi gặp lòng sông thì dừng lại. Trên cơ sở nghiên cứu và thực tế đề xuất dạng kè áp mái; phân tuyến kè gồm ba khu vực: (1) Khu vực đầu cồn 800 m, trải rọ đá trên MC. ngang là 4 thảm rọ đá: dài 24 m; (2) Khu vực bờ nhánh trái cồn 700 m, trải ba rọ đá dài 18 m; (3) Khu vực bờ nhánh phải 400 m, trải ba rọ đá dài 18 m.

Cao trình đỉnh kè được tính toán [18] với công trình cấp IV:

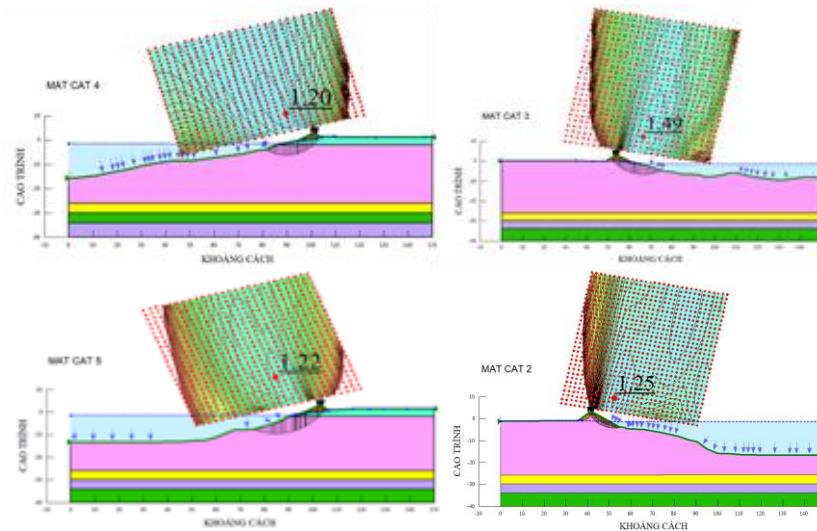
$$Z_d = H_{tk} + H_{sl} + a \quad (5)$$

Trong đó H_{tk} là mực nước thiết kế ứng tần suất thiết kế 2% $H_{tk} = +1,96$ m, H_{sl} là chiều cao sóng leo (m), $a = 0,3$ m là độ gia cao an toàn của kè). Kết quả tính được cao trình đỉnh kè $Z_d = 2,70$.



Hình 25. Mặt bằng và MC. ngang kết cấu kè áp mái cồn Thanh Long [5].

- Tính toán ổn định tổng thể: Sử dụng phần mềm GeoSlope [19] tính ổn định, kết quả thể hiện trên các Hình 26 và Bảng 9.



Hình 26. Hệ số ổn định MC.4, MC.3 (trên) và MC.5 và MC. 2 (dưới) [5].

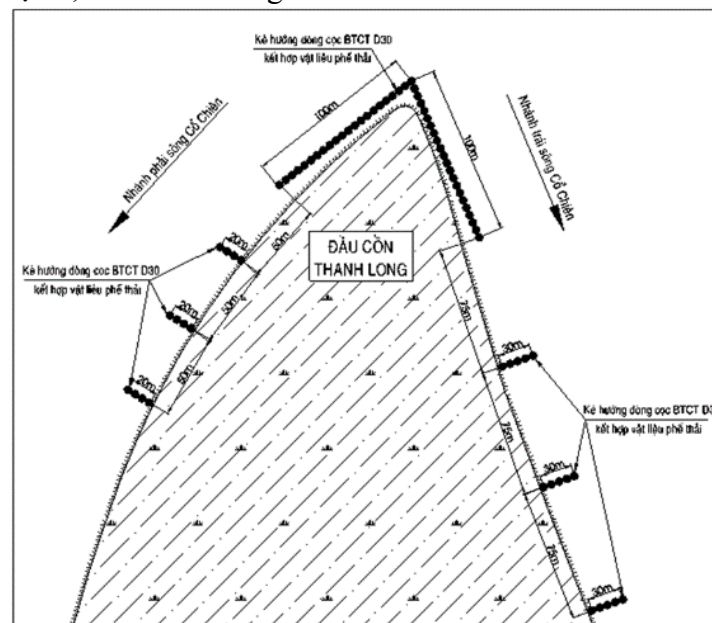
Bảng 9. Kết quả tính toán ổn định tại các MC [5].

Hệ số an toàn cho phép	Hệ số an toàn tính toán (K)			
	MC.2	MC.3	MC.4	MC.5
$[K] \geq 1,150$	1,25	1,49	1,20	1,22

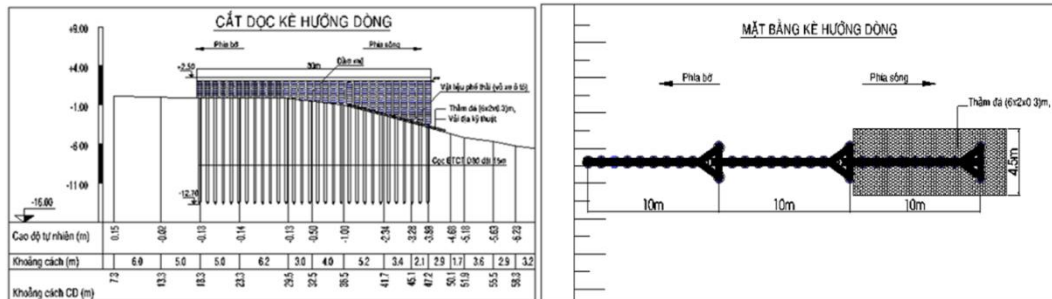
Theo kết quả tính toán tại các MC. $K > [K]$, công trình đảm bảo ổn định tổng thể.

3.8.2. Kè hướng dòng

Kè bảo vệ từ xa hình chữ V ngược để bảo vệ đầu cồn với chiều dài 200 m, bố trí hai bên cồn, mỗi bên ba mỏ hàn; nhánh phải chiều dài mỏ hàn 20 m, nhánh trái chiều dài mỏ hàn 30 m, hướng dòng chảy ra xa bờ (Hình 27). Cao trình đỉnh kè +2,5, dùng cọc ống ly tâm đường kính 30 cm, chiều dài dự kiến 15 m; đóng đến cao trình -12,7, bước cọc 1 m, dùng vỏ xe ô tô phế thải thả vào các cọc, sau đó ghim lại, tạo thành như một tấm chắn để lái dòng nước sang hướng khác; đỉnh các cọc được liên kết dầm mũ BTCT. Cứ mỗi 10 m theo chiều dọc mỏ hàn, gia cố tăng ổn định bằng cụm ba cọc hình tam giác; phía ngoài tuyến kè được gia cố thêm rọ đá, đảm bảo chống xói.



Hình 27. Sơ đồ chỉnh trị bố trí mỏ hàn khu vực cồn Thanh Long [5].



Hình 28. Kết cấu cắt dọc (trái) và mặt bằng (phải) kê hướng dòng [5].

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy nguyên nhân chính và nhân tố ảnh hưởng đến xói lở cồn Thanh Long là do: (1) Tác động của dòng chảy lũ, thủy triều (triều lên và triều xuống) đều lớn hơn vận tốc không xói cho phép của lòng dẫn, làm cho lòng dẫn bị xói, dần dần lấn vào bờ và gây ra sạt lở bờ; (2) Địa chất của bờ sông là loại đất bùn sét yếu - trầm tích mới hình thành có tính chịu lực kém, tính nén lún cao và dễ tan rã dưới tác động của ngoại lực; (3) Tác động của sóng gây ra chủ yếu từ gió mùa Đông Bắc (hướng gió trùng với đà gió lớn - chiều rộng sông) và đập vào bờ phá vỡ kết cấu đất và gây xói lở trên bề mặt bờ sông. Ngoài ra, sóng do gió Tây Nam và sóng tàu thuyền cũng góp phần gây sạt lở bờ; (4) Việc gia tải làm tăng tải trọng trên bờ, góp phần gây ra sạt lở; (5) Một số tác động khác như thiếu hụt bùn cát về hạ lưu; khai thác cát trái phép, đất bờ sông bị bão hòa nước, tăng tải trọng ven bờ,...

Từ đó bài báo đã đề xuất được các giải pháp khắc phục xói lở là kè áp mái, kè hướng dòng, mở hàn cho cồn Thanh Long. Trong thời gian chưa có kinh phí thì giải pháp phi công trình là giải pháp trước mắt cần thiết phải được thực hiện ngay để giảm thiểu xói lở cho cồn Thanh Long. Thường xuyên theo dõi diễn biến lòng sông để cảnh báo người dân di dời, đảm bảo tính mạng và tài sản trên cồn Thanh Long.

Lời cảm ơn: Bài báo hoàn thành nhờ kết quả “Báo cáo tình hình sạt lở tại cồn Thanh Long xã Quới Thiện, huyện Vũng Liêm” 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. Trục tuyến: <https://yoursay.redland.qld.gov.au/Coochiemudlo-Island-Shoreline-Erosion-Management-Plan/photos/38499>.
2. Duy, Đ.V.; 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, 13(02), 54–58.
3. Trục tuyến: <https://vtv.vn/trong-nuoc/sat-lo-con-long-khanh-dong-thap-khong-co-tac-dong-tu-doanh-nghiep-2018110708251403.htm>.
4. 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.
5. Báo cáo tình hình sạt lở tại cồn Thanh Long xã Quới Thiện, huyện Vũng Liêm (Công văn số 271/BC-UBND ngày 25/11/2020).
6. Bích, L.N. 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. Dự án điều tra cơ bản, Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 1995-1998.
7. Hùng, L.M.; Sản, 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.

8. 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.
9. TCXDVN 285:2002. Công trình thủy lợi - Các quy định chủ yếu về thiết kế.
10. Kixêlep, P.G. và cs. Sổ tay tính toán thủy lực. Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội, 11. 1984, tr. 312.
12. 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, 2015.
13. 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.
14. TCVN 8419:2010. Công trình thủy lợi - Thiết kế công trình bảo vệ bờ sông để chống lũ.
15. Hậu, L.P. Động lực học dòng sông. Trường đại học Xây dựng Hà Nội, 1992.
16. Hùng, L.M. ĐTĐL.2010T/29. 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. Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2010-2013.
17. Sở Tài nguyên và Môi trường Vĩnh Long. Báo cáo “Quy hoạch thăm dò, khai thác và sử dụng tài nguyên cát sông Tiền - tỉnh Vĩnh Long, giai đoạn 2016-2020”.
18. 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 Khoa học Thủy lợi miền Nam, 2014.
19. TCVN 9902:2016. Công trình Thủy lợi - yêu cầu thiết kế đê sông (Bảng 2).
20. Ân, C.N. Nền móng. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP HCM, 2002.
21. Whitlow, R. Cơ học đất (Tập 1, 2). Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội, 1999.
22. Dư, D.L.; Phạm, Đ.B.; Đình, V.D.; Cao, T.N.T.; Trần, V.T.; Trần, G.B.; Trần, H. Đức. Mô phỏng khả năng giảm sóng của kè cọc ly tâm bằng mô hình Flow-3D. *Tạp chí Vật liệu và Xây dựng* **2023**, 13(4).
23. Huệ, V.H. Đánh giá ổn định bờ sông Cổ Chiên, tỉnh Vĩnh Long. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2023**, 752, 12–28.
24. Huệ, V.H. Giải pháp công trình ứng phó với dòng chủ lưu áp sát bờ sông Cổ Chiên khu vực TP. Vĩnh Long. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2023**, 753, 23–36.

Construction solutions overcomes erosions in Thanh Long Island

Van Huu Hue^{1*}

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

Abstracts: Thanh Long Island was formed by the alluvial process of the river. The formation time is short, so the soil is not highly consolidated, and the cohesion is limited, so it is easy to be eroded. To protect this land, it is necessary to clearly define the geology, flow, suspended matter content, wind impact... to find the cause of erosions and propose overcome solutions. The study used methods of investigation, collection, inheritance, evaluation of information, analysis of remote sensing images, mathematical models, consultation with experts... to determine that the main cause is the flow towards the head of the island caused erosions and proposed solutions for embankments and groynes to protect Thanh Long Island.

Keywords: Thanh Long Island, Solution for protection the island; Stabilization of riverside land; Erosion at Thanh Long Island.