

TÍNH TOÁN ĐỘ TIN CẬY YÊU CẦU VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP NÂNG CẤP CÔNG TRÌNH KÈ BỜ SÔNG SÀI GÒN ĐOẠN THÀNH PHỐ THỦ DẦU MỘT

Doãn Văn Huế

Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam

Tóm tắt: Bài viết giới thiệu kết quả ứng dụng lý thuyết độ tin cậy và phân tích rủi ro để tính toán độ tin cậy yêu cầu của công trình kè bờ sông Sài Gòn đoạn thành phố Thủ Dầu Một, tỉnh Bình Dương, từ đó đề xuất giải pháp nâng cấp sửa chữa để hạn chế các rủi ro sạt lở.

Từ khóa: Công trình kè sông, đánh giá an toàn kè, lý thuyết độ tin cậy, phân tích rủi ro, sông Sài Gòn.

Summary: In this study, the findings of applying reliability theory and risk analysis to calculate the required reliability of the Thu Dau Mot city section of the Saigon river embankment in Binh Duong province are presented, along with recommendations for upgrading the embankment for landslide protection.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Công trình kè (CTK) bờ sông Sài Gòn đoạn Thủ Dầu Một nằm ở phía bờ tả sông Sài Gòn thuộc phường Phú Cường và phường Chánh Nghĩa thành phố Thủ Dầu Một, tỉnh Bình Dương. Chiều dài tuyến kè 2.160 m, có tọa độ địa lý $106^{\circ}38'45''$ kinh độ Đông và $10^{\circ}58'55''$ vĩ độ Bắc [5].



Hình 1: Sơ họa vị trí CTK bờ sông Sài Gòn khu vực Thủ Dầu Một

Ngày nhận bài: 16/2/2023

Ngày thông qua phản biện: 27/3/2023

Ngày duyệt đăng: 10/4/2023

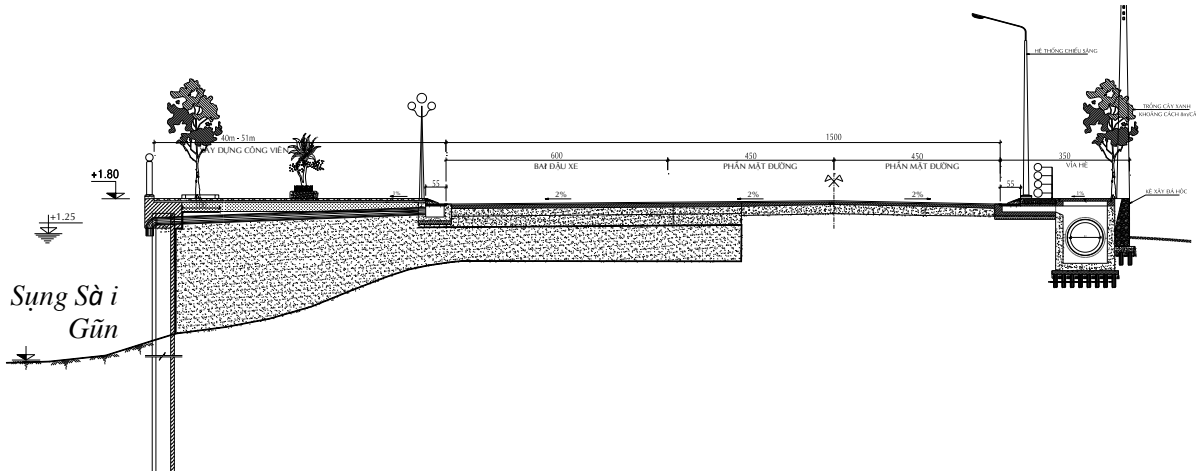
CTK được thiết kế với quy mô công trình cấp IV gồm 4 đoạn kè nối tiếp nhau: Đoạn 1 dài 290 m (từ K0 đến cầu Thổ Ngừ); Đoạn 2 dài 560 m (từ cầu Thổ Ngừ đến cầu Thầy Năng); Đoạn 3 dài 660 m (từ cầu Thầy Năng đến rạch Bảy Tra); Đoạn 4 dài 650 m (từ rạch Bảy Tra đến cầu Phú Cường) có nhiệm vụ chống sạt lở bờ sông Sài Gòn kết hợp tạo cảnh quan. Kết quả kiểm tra, đánh giá hiện trạng CTK trong quá trình thi công và sử dụng cho thấy các đoạn kè có nguy cơ gặp sự cố do các cơ chế phá hỏng như: nước tràn đỉnh kè, mất ổn định địa kỹ thuật (trượt mái hạ lưu), xói tại chân kè, sự cố về kết cấu kè,...

CTK có kết cấu kiểu tường đứng bằng cừ BTCT dự ứng lực loại SW600B, chiều dài cừ $L = 21\text{m}$, liên kết đỉnh tường cừ bằng dầm mũ BTCT M250 kích thước $100 \times 70\text{cm}$. Cao trình đỉnh tường kè $+1,8\text{m}$, bề rộng hành lang vỉa hè kết hợp công viên trên mặt kè từ $3,5\text{m}$ đến 41m . Chân kè không gia cố, cao trình chân kè theo mặt đất tự nhiên ở cao độ -1m đến $-1,5\text{m}$.

Kết quả tính toán, phân tích đánh giá an toàn kè bờ sông Sài Gòn đoạn Thủ Dầu Một trong

giới hạn của nghiên cứu này cho thấy xác suất sự cố (XSSC) trường hợp tính với mực nước thiết kế có xét đến BĐKH đến 2050 $P_{fMNTK-BĐKH} = 0,407$ (tương ứng độ tin cậy $\beta = 0,235$) > trường hợp tính mực nước cực trị năm theo chuỗi quan trắc $P_{fMNeuc\ tr\i\ năm} = 0,397$ (tương

ứng $\beta = 0,262$) > $[P_f] = 0,02$ (tương ứng với mức đảm bảo an toàn là 1/50 năm và ĐTC yêu cầu có xét đến rủi ro sạt lở bờ sông $[\beta] = 2,17$). Vì vậy CTK có khả năng xảy ra sự cố gây sạt lở bờ sông và cần được sửa chữa nâng cấp đảm bảo an toàn [3].



Hình 2: Mặt cắt ngang điển hình kè bờ sông Sài Gòn đoạn thành phố Thủ Dầu Một

Bài viết giới thiệu kết quả tính toán độ tin cậy yêu cầu và đề xuất giải pháp nâng cấp CTK bờ sông Sài Gòn đoạn thành phố Thủ Dầu Một, tỉnh Bình Dương.

2. CÁCH TIẾP CẬN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Giá trị rủi ro chấp nhận của vùng bờ sông được bảo vệ bởi hệ thống kè được xác định bằng cách cân bằng giữa mức độ đầu tư để đạt được một chuẩn an toàn và các thiệt hại tiềm tàng (hay rủi ro tiềm tàng có thể xảy ra) theo các kịch bản đầu tư khác nhau. Giá trị này được coi là độ tin cậy yêu cầu của hệ thống. Rủi ro chấp nhận dựa theo quan điểm kinh tế là tối ưu tổng chi phí của hệ thống kè bằng cách cân bằng giữa đầu tư và giá trị rủi ro do thiệt hại quy được ra tiền. Rủi ro chấp nhận dựa theo quan điểm cộng đồng được xác định thông qua so sánh xác suất xảy ra các tai nạn

từ các hoạt động khác, trong đó kể đến thiệt hại nhân mạng tiềm tàng và so sánh với các hoạt động khác trong vùng dự án mà cộng đồng và dân cư vùng đó đã chấp nhận.

Theo cách tiếp cận rủi ro về thiệt hại kinh tế, tổng chi phí khả dĩ cho một hệ thống kè được xác định là tổng giá trị đầu tư xây dựng hệ thống và giá trị rủi ro khả dĩ do sạt lở, lũ lụt gây ra cho hệ thống xem xét. Độ tin cậy yêu cầu được xác định tại điểm tối ưu trên đường cong tổng chi phí, là điểm mà tại đó có tổng chi phí khả dĩ của hệ thống là nhỏ nhất. Tổng chi phí của một hệ thống (C_{tot}) được xác định bằng tổng cộng giá trị đầu tư ($I_{\Delta H}$) nâng cấp hệ thống để đạt được độ an toàn cao hơn; chi phí khả dĩ cho duy tu và bảo dưỡng M và thiệt hại kinh tế khả dĩ D [7].

Tổng giá trị hệ thống khi nâng cấp kè với độ cao gia tăng ΔH là:

$$C_{tot}(H_0, \Delta H_{Pf}) = [I_{0,Pf_0} + I_{\Delta H_{Pf}}(\Delta H_{Pf}) + PV(M) + PV(P_f * D)] \quad (1)$$

Mức độ an toàn tối ưu được thể hiện bởi P_{f-opt} tương ứng với điểm cực trị của hàm tổng chi.

$$\min(C_{tot}) = \min \left[I_{0,P_{f0}} + I_{\Delta H_{P_f}}(\Delta H_{P_f}) + PV(M) + PV(P_f * D) \right] \quad (2)$$

Khi đó, tiêu chuẩn an toàn tối ưu được xác định thông qua hệ phương trình tối ưu tổng quát sau:

$$C_{tot} = \min \left(\sum_{i=1}^n C_{P_i} \right) \quad ; \quad P_f = \sum_{i=1}^n P_{Z_i < 0} = P_{f-opt} \quad (3)$$

Trong đó:

P_f - Xác suất xảy ra sự cố của hệ thống;

P_{f-opt} - Tiêu chuẩn an toàn tối ưu của hệ thống;

P_{f-opt} có thể nhận các giá trị 1/10, 1/20, 1/30, 1/50, 1/100, 1/200,...

$P_{z_i < 0}$ - Xác suất xảy ra sự cố của từng cơ chế;

C_{tot} - Chi phí đầu tư nâng cấp toàn hệ thống;

C_{P_i} - Chi phí đầu tư để giảm xác suất xảy ra sự cố của mỗi cơ chế;

n - Số cơ chế sự cố xem xét tính toán.

Khi xem xét yếu tố phát triển kinh tế, chi phí duy tu bảo dưỡng khả dĩ và giá trị thiệt hại khả dĩ cần được quy về thời điểm hiện tại theo lãi suất rỗng r và được ước tính theo công thức sau:

$$PV(M) = E(M) \times \sum_{i=0}^{i=T} \frac{1}{(1+r)^2} = E(M) \times \frac{(1+r)^T - 1}{r(1+r)^T} \quad (4)$$

$$R_{P_f} = PV(P_f \cdot D) = P_f \times E(D) \times \sum_{i=0}^{i=T} \frac{1}{(1+r)^i} = P_f \times E(D) \frac{(1+r)^T - 1}{r(1+r)^T} \quad (5)$$

Nếu thời gian quy hoạch đủ dài (ví dụ $T = 100$ năm) thì giá trị thiệt hại quy về hiện tại xác định xấp xỉ theo:

$$R_{P_f} = PV(P_f \times D) = P_f \times \frac{E(D)}{r} \quad (6)$$

Trong đó: P_f : Xác suất sự cố trong 1 năm;

$E(M)$: Chi phí duy tu bảo dưỡng khả dĩ năm;

$E(D)$: Thiệt hại có thể trong trường hợp sạt lở xảy ra;

r : Tỷ lệ lãi suất hiệu quả;

T : Thời đoạn quy hoạch (tuổi thọ công trình), tính bằng năm.

3. XÁC ĐỊNH ĐỘ TIN CẬY YÊU CẦU CỦA CÔNG TRÌNH KÈ THEO RỦI RO SẠT LỖ

3.1. Xây dựng đường cong tổng chi phí đầu tư I_{P_f}

a) Xác định giá trị công trình kè tại thời điểm hiện tại

Giá trị của CTK tại thời điểm hiện tại (I_0) xác định bằng giá trị tài sản cố định của CTK, nguyên giá tài sản cố định tại thời điểm năm 2021 là $I_0 = 1.650$ tỷ đồng [5].

b) Giá trị đầu tư sửa chữa, nâng cấp kè

Yêu cầu nâng cấp kè sông Sài Gòn đoạn Thủ Dầu Một:

(i) Bảo đảm an toàn cho CTK: từ kết quả phân tích ĐTC hiện trạng cho thấy hạng mục tường cừ BTCT dự ứng lực có ĐTC thấp, có nguy cơ bị chuyển vị ngang quá mức làm nghiêng ra phía sông và trượt tổng thể do xói chân kè quá mức.

(ii) Đáp ứng yêu cầu phát triển kinh tế - xã hội của thành phố Thủ Dầu Một.

(iii) Bảo đảm an toàn cho vùng ven sông Sài Gòn khi hồ Dầu Tiếng xả lũ và điều kiện nước biển dâng do BĐKH.

Từ yêu cầu nâng cấp kè, đề xuất 2 phương án sửa chữa, nâng cấp tương ứng với 2 kịch bản nâng cao trình mực nước sông (MNTK) như sau:

(i) Giữ nguyên MNTK 1,5% = +1,3 m; bổ sung gia cố chống xói mặt đất tự nhiên lòng sông khu vực chân kè đảm bảo cao trình -1,5 m với bề rộng tối thiểu 8 m (KB1).

(ii) Nâng MNTK lên cao trình +1,5 m (mực nước sông Sài Gòn tại Thủ Dầu Một có xét BĐKH đến năm 2050); bổ sung gia cố chống xói mặt đất tự nhiên lòng sông khu vực chân kè đảm bảo cao trình tối thiểu là -1,5 m với bề rộng tối thiểu là 10 m (KB2).

Mỗi phương án tính toán với các mức bảo đảm an toàn: 1/10; 1/20; 1/33,3; 1/50; 1/100; 1/125; 1/150; 1/200, tổng cộng có 16 kịch bản sửa chữa nâng cấp kè và vẽ được 2 đường cong chi phí (C). Bảng 1 thống kê các kịch bản sửa chữa, nâng cấp công trình kè bờ sông Sài Gòn đoạn Thủ Dầu Một.



Hình 3: Các kịch bản tính toán ĐTC yêu cầu của CTK bờ sông Sài Gòn đoạn Thủ Dầu Một

Bảng 1: Các kịch bản sửa chữa, nâng cấp CTK bờ sông Sài Gòn đoạn Thủ Dầu Một

TT	Tần suất P_f	MNTK (m)		Chiều rộng gia cố chân kè B_{ck} (m)		Cao trình chân kè Z_c (m)		Cao trình đỉnh kè (m)	
		Nâng cấp	Gia tăng	Nâng cấp	Gia tăng	Nâng cấp	Gia tăng	Nâng cấp	Gia tăng
1	1/10	1,3	0,0	8	0	-1,5	0	+1,8	0
		1,5	0,2	10	2	-1,5	0	+2,0	0,2
2	1/20	1,3	0,0	8	0	-1,5	0	+1,8	0
		1,5	0,2	10	2	-1,5	0	+2,0	0,2
3	1/33,3	1,3	0,0	8	0	-1,5	0	+1,8	0
		1,5	0,2	12	5	-1,2	0,3	+2,0	0,2

TT	Tần suất P_f	MNTK (m)		Chiều rộng gia cố chân kè B_{ck} (m)		Cao trình chân kè Z_c (m)		Cao trình đỉnh kè (m)	
		Nâng cấp	Gia tăng	Nâng cấp	Gia tăng	Nâng cấp	Gia tăng	Nâng cấp	Gia tăng
4	1/50	1,3	0,0	8	0	-1,5	0	+1,8	0
		1,5	0,2	15	7	-1,2	0,3	+2,0	0,2
5	1/100	1,3	0,0	8	0	-1,5	0	+1,8	0
		1,5	0,2	15	7	-1,1	0,4	+2,0	0,2
6	1/125	1,3	0,0	8	0	-1,5	0	+1,8	0
		1,5	0,2	16	8	-1,1	0,4	+2,0	0,2
7	1/150	1,3	0,0	8	0	-1,5	0	+1,8	0
		1,5	0,2	17	9	-1,0	0,5	+2,0	0,2
8	1/200	1,3	0,0	8	0	-1,5	0	+1,8	0
		1,5	0,2	18	10	-1,0	0,5	+2,0	0,2

c) Xác định giá trị đầu tư (I_{Pf}):

Chi phí bảo trì định kỳ hàng năm của công trình tính theo Thông tư 05/2019/TT-BNNPTNT ngày 02/5/2019 của Bộ Nông nghiệp và PTNT quy định chế độ, quy trình

bảo trì tài sản kết cấu hạ tầng thủy lợi bằng 1% nguyên giá tài sản cố định I_0 . Giá trị đầu tư của hệ thống kè I_{Pf} bằng tổng chi phí đầu tư nâng cấp công trình kè I_{nc} và chi phí quản lý vận hành PV(M). Kết quả tính toán tại Bảng 2.

Bảng 2: Giá trị đầu tư CTK bờ sông Sài Gòn đoạn Thủ Dầu Một (I_{Pf})

STT	Chu kỳ lặp lại (năm)	Tần suất 1/năm P_f	Chi phí nâng cấp CTK I_{nc}		Chi phí quản lý, vận hành PV(M)		Giá trị đầu tư I_{Pf}	
			KB1	KB2	KB1	KB2	KB1	KB2
1	10	0,1	67,10	77,17	0,67	0,77	67,77	77,94
2	20	0,05	180,49	225,62	1,80	2,26	182,30	227,87
3	33,3	0,03	379,63	493,52	3,80	4,94	383,42	498,45
4	50	0,02	942,86	1.244,57	9,43	12,45	952,29	1.257,02
5	100	0,01	1.650,00	2.227,50	16,50	22,28	1.666,50	2.249,78
6	125	0,008	2.171,51	2.931,54	21,72	29,32	2.193,23	2.960,86
7	150	0,0067	2.582,35	3.563,64	25,82	35,64	2.608,17	3.599,28
8	200	0,005	3.647,83	5.106,96	36,48	51,07	3.684,30	5.158,03

d) Xác định giá trị thiệt hại và rủi ro sạt lở bờ sông

Giá trị rủi ro sạt lở bờ sông ứng với các tần

suất đảm bảo phòng lũ khác nhau được xác định theo công thức (4) và cho kết quả được trình bày trong Bảng 3.

Bảng 3: Tần suất đảm bảo, tổng chi phí đầu tư, rủi ro và tổng chi phí của CTK bờ sông Sài Gòn đoạn Thủ Dầu Một

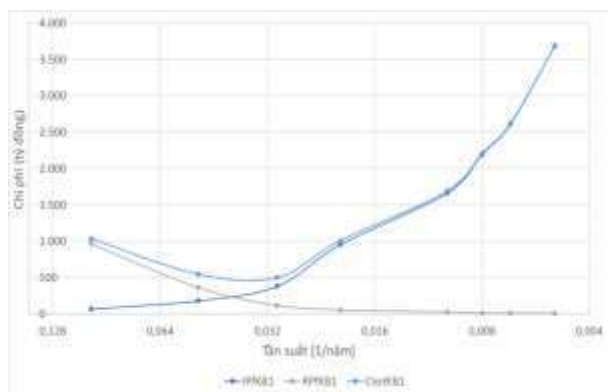
Đơn vị tính: tỷ đồng

STT	Chu kỳ lặp lại (năm)	Tần suất 1/năm P_f	Giá trị đầu tư I_{Pf}		Rủi ro R_{Pf}		Tổng chi phí của tuyến kè C_{tot}	
			KB1	KB2	KB1	KB2	KB1	KB2
1	10	0,1	67,77	77,94	967,03	1.208,59	1.034,81	1.286,53
2	20	0,05	182,30	227,87	362,73	435,42	545,03	663,29
3	33,3	0,03	383,42	498,45	117,87	136,07	501,29	634,52
4	50	0,02	952,29	1.257,02	54,11	62,23	1.006,40	1.319,25
5	100	0,01	1.666,50	2.249,78	26,67	30,59	1.693,17	2.280,37
6	125	0,008	2.193,23	2.960,86	12,96	15,19	2.206,19	2.976,05
7	150	0,0067	2.608,17	3.599,28	10,27	13,01	2.618,44	3.612,29
8	200	0,005	3.684,30	5.158,03	8,13	10,73	3.692,44	5.168,76

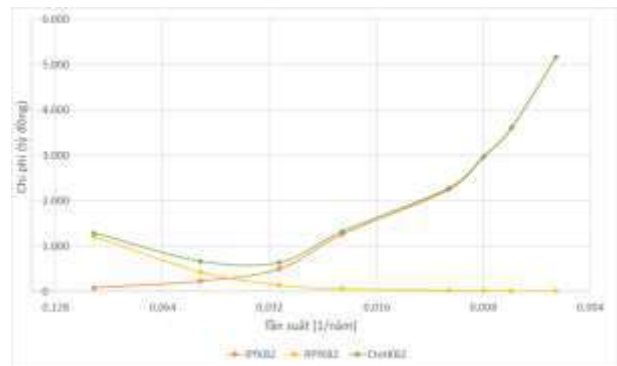
đ) Xác định độ tin cậy yêu cầu

Quan hệ giữa xác suất sự cố cho phép, tổng chi phí đầu tư, chi phí rủi ro và tổng chi phí của CTK được xác định và trình bày trong Bảng 3.

Dựa vào kết quả tổng hợp trong Bảng 3, vẽ các đường cong quan hệ giữa tổng chi phí sửa chữa, nâng cấp CTK (I_{Pf}), rủi ro sạt lở bờ sông (R_{Pf}) và tổng chi phí sửa chữa, nâng cấp tuyến kè (C_{tot}) theo 2 kịch bản phân tích được thiết lập dựa trên 2 phương án sửa chữa, nâng cấp khác nhau. Kết quả cho các kịch bản tính toán và trình bày trong Hình 4 và Hình 5.



Hình 4: Đường quan hệ (I_{Pf}), (R_{Pf}) và (C_{tot}) ứng với kịch bản 1



Hình 5: Đường quan hệ (I_{Pf}), (R_{Pf}) và (C_{tot}) ứng với kịch bản 2

3.2. Lựa chọn xác suất sự cố cho phép [P_f] của công trình kè

Từ kết quả trình bày trong Hình 4 và Hình 5 cho thấy C_{tot} đạt giá trị nhỏ nhất ứng với KB1 và KB2 tại điểm có giá trị C_{min} xấp xỉ nhau và ĐTC tối ưu $P_{f-opt} = 1/33,3$.

Xét KB1 và KB2 nhận thấy, độ dốc của đường cong đầu tư (I_{Pf}) lớn hơn độ dốc của đường cong rủi ro (R_{Pf}) rất nhiều, do đó, việc đầu tư tăng thêm để nâng cấp từ 1/33,3 lên mức đảm bảo 1/50 mất chi phí tăng thêm lớn mà lại giảm được ít về rủi ro. Theo kết quả tính toán tại Bảng 3, xét mức độ quan trọng của kè, lựa chọn ĐTC yêu cầu hay XSSC cho phép [P_f] =

1/33,3 vì đầu tư thêm 270,58 tỷ mà rủi ro cho công trình và rủi ro sạt lở bờ sông giảm được 299,35 tỷ.

4. ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP NÂNG CẤP CÔNG TRÌNH KÈ

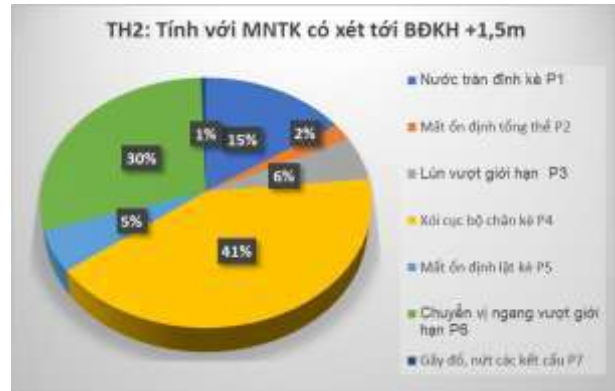
Kết quả đánh giá an toàn CTK có xét đến sạt lở bờ sông cho thấy XSSC hiện tại: $P_{fMNBĐKH} = 0,407 > P_{fMNgực\ trị\ năm} = 0,397 > [P_f] = 0,02 = 1/50$

Như vậy, CTK bờ sông Sài Gòn đoạn Thủ Dầu Một (được thiết kế với mức đảm bảo an toàn phòng lũ kiểm tra theo QCVN 04-05:2012/BNNPTNT là $P = 1,5\% = 1/67$ năm) vẫn có khả năng bị sự cố gây sạt lở bờ sông và cần được sửa chữa, nâng cấp đảm bảo an toàn để phù hợp với các yếu tố ngẫu nhiên về thủy văn, thủy lực và khả năng chấp nhận rủi ro khu vực bờ sông thay đổi giảm so với thiết kế.

Khi lựa chọn giải pháp nâng cao an toàn CTK cần căn cứ vào mức độ ảnh hưởng CTK đến sạt lở bờ sông. Đối với CTK bờ sông Sài Gòn đoạn Thủ Dầu Một, tác giả lựa chọn nghiên cứu giải pháp thiết kế sửa chữa, nâng cấp công trình từ ĐTC hiện trạng ($P_f = 0,397$) đạt ĐTC yêu cầu $[P_f] = 0,03$ theo Phương án 2: Nâng cao trình đỉnh kè lên +2,0m và bổ sung gia cố chân kè.

Từ Hình 6 xét trường hợp tính với MNTK có xét đến BĐKH đến năm 2050, nhận thấy có 3 cơ chế ảnh hưởng chủ yếu đến độ tin cậy của hệ thống, tương ứng với các tham số như sau:

1. Nước tràn đỉnh kè (15,48%): Xác định cao trình đỉnh kè thiết kế Z_{dk} .
2. Xói cục bộ chân kè vượt giới hạn (41,27%): Xác định cao trình chân kè thiết kế Z_{ck} .
3. Chuyển vị ngang vượt giới hạn (29,48%): Xác định cao trình chân kè thiết kế Z_{ck} và bề rộng gia cố chân kè.



Hình 6: Ảnh hưởng của các cơ chế đến XSSC của hệ thống CTK trường hợp MNTK tính toán cập nhật BĐKH

Vi khối lượng tính toán nhiều và các bước tính toán được thực hiện lặp lại của nội dung đánh giá ĐTC hiện trạng của CTK, nghiên cứu này mới dừng lại ở việc xác định kích thước cơ bản của kè để mô phỏng cho việc thiết kế hệ thống theo LTĐTC. Dựa vào tỷ lệ phân bố XSSC tại Hình 6, tiến hành tính lặp bằng phương pháp Monte Carlo cho 3 cơ chế sự cố để xác định kích thước sơ bộ của kè và có kết quả như bảng sau:

Bảng 4: Kích thước cơ bản của CTK tính theo xác suất sự cố cho phép

Cơ chế sự cố	Nước tràn đỉnh kè	Xói cục bộ chân kè vượt giới hạn	Chuyển vị ngang vượt giới hạn
Tỷ lệ phân bố ĐTC	15,48%	41,27%	29,48%
XSSC	$6,3 \cdot 10^{-2}$	$16,8 \cdot 10^{-2}$	$12,0 \cdot 10^{-2}$
Kích thước của kè	Z_{dk} (m)	Z_{ck} (m)	B_{ck} (m)
Giá trị thiết kế	2,00	-1,20	12

Nhận xét kết quả tính toán: Kích thước mặt cắt cơ bản của CTK sông Sài Gòn đoạn Thủ Dầu Một khi thiết kế theo LTĐTC với XSSC cho phép $[P_f] = 1/33,3 = 0,03$ cho kết quả lớn hơn so với kích thước của mặt cắt ban đầu của kè. Do vậy, CTK sông Sài Gòn đoạn Thủ Dầu Một đã được nâng cấp đáp ứng ĐTC cao hơn.

Vì chiều cao kè nâng lên không nhiều (0,2 m) nên đề xuất chọn giải pháp nâng đỉnh kè lên cao trình +2,0 m. Giải pháp này có ưu điểm là không làm thay đổi nhiều kết cấu của kè hiện hữu.

Việc mở rộng phạm vi gia cố chân kè thêm 12 m về phía lòng sông cần chú ý xử lý tiếp giáp giữa kết cấu gia cố cũ và mới, nối tiếp vào nhau, thuận lợi cho việc duy tu bảo dưỡng và mỹ quan công trình.

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Tiêu chuẩn an toàn hiện tại của CTK bờ sông Sài Gòn đoạn thành phố Thủ Dầu Một chưa đáp ứng được yêu cầu chống sạt lở cho khu vực ven sông, cần phải nâng cấp CTK để bảo đảm an toàn công trình, tập trung vào giải pháp nâng cấp sửa chữa tránh sự cố sạt lở do xói chân, chuyển vị ngang tường kè và nước tràn đỉnh kè. Kết quả tính toán cho thấy xác suất sự cố gia tăng khi mực nước trong sông vượt cao trình +1,5 m và cao độ mặt đất tự nhiên bờ sông phía trước kè thấp hơn -1,5 m. Do vậy, trong quản lý, cần thiết theo dõi diễn biến xói lở lòng sông khu vực chân kè để duy

trì cao độ mặt đất tự nhiên không thấp hơn cao trình -1,5 m với bề rộng tối thiểu là 12 m.

Giá trị rủi ro sạt lở bờ sông khu vực nghiên cứu ứng với ĐTC hiện tại ($\beta = 0,262$) là 967,03 tỷ đồng gấp 17,9 lần giá trị rủi ro khi kè làm việc theo thiết kế cho thấy sự tồn tại của CTK bên bờ sông Sài Gòn của thành phố Thủ Dầu Một tiềm ẩn một nguy cơ lớn về sạt lở nếu CTK bị sự cố.

Hiện tại, CTK đang được thiết kế với chỉ số ĐTC là $\beta = 0,262$ tương ứng với mức đảm bảo an toàn chống lũ kiểm tra là 1/67 năm nhỏ hơn ĐTC yêu cầu có xét đến rủi ro sạt lở bờ sông $[\beta] = 2,17$. Nguyên nhân do sự phát triển kinh tế - xã hội tại vùng ven sông so với thời điểm xây dựng CTK cùng với cơ sở hạ tầng được xây dựng làm giá trị vùng ảnh hưởng gia tăng, mức sống gia tăng, dẫn đến yêu cầu về mức đảm bảo an toàn cao hơn (hay vùng ven sông Sài Gòn ở thời điểm hiện tại chấp nhận giá trị rủi ro thấp hơn so với thời điểm xây dựng CTK).

Kết quả nghiên cứu mới chỉ đánh giá được thực trạng mức độ an toàn kè bờ sông Sài Gòn đoạn qua thành phố Thủ Dầu Một, cần phải có những nghiên cứu sâu hơn, đặc biệt là các yếu tố ngẫu nhiên về thủy văn, thủy lực và khả năng chấp nhận rủi ro sạt lở bờ sông để từ đó đưa ra các giải pháp để hạn chế các rủi ro sạt lở./.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Mai Văn Công (2005), *Thiết kế công trình theo lý thuyết ngẫu nhiên và phân tích độ tin cậy*, Nhà xuất bản xây dựng, Hà Nội.
- [2] Trần Quang Hoài (2018), *Nghiên cứu phương pháp xác định chỉ số an toàn và độ tin cậy yêu cầu cho hệ thống đê vùng đồng bằng sông Hồng theo lý thuyết độ tin cậy và phân tích rủi ro*, Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Thủy lợi, Hà Nội.

- [3] Doãn Văn Huế (2022), “Ứng dụng lý thuyết độ tin cậy đánh giá an toàn công trình kè bờ sông Sài Gòn đoạn thành phố Thủ Dầu Một”. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam*.
- [4] Chăm Thị Lan Hương (2020), *Nghiên cứu ứng dụng lý thuyết độ tin cậy và phân tích rủi ro trong đánh giá an toàn hồ chứa thủy lợi Việt Nam*, Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Thủy lợi, Hà Nội.
- [5] Công ty Tư vấn Xây dựng Thủy lợi Bình Dương (2018), *Hồ sơ thiết kế sửa chữa nâng cấp công trình kè đường Nguyễn Tri Phương*.
- [6] Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam (2016), *Báo cáo đánh giá nguyên nhân sự cố công trình kè đường Nguyễn Tri Phương, thành phố Thủ Dầu Một, Bình Dương*.
- [7] ICOLD (2005), “Risk assessment in Dam Safety management - A reconnaissance of benefits methods and current applications”, *Bulletin 130. Ed. ICOLD/CIGB, Paris*.