TẠP CHÍ
KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Check for updates

Bài báo khoa học

Đánh giá hiệu quả chuyển đổi mô hình vận hành cửa van của hệ thống cống dưới đê biển Tây thuộc vùng Tứ Giác Long Xuyên, tỉnh Kiên Giang

Ngô Thanh Toàn[1], Lâm Tấn Phát[1], Nguyễn Thái An[2], Huỳnh Vương Thu Minh[3], Trần Văn Tỷ[2]*

[1] Học viên cao học, Trường Bách khoa, Trường Đại học Cần Thơ; toanm4221036@gstudent.ctu.edu.vn, phatm4220016@gstudent.ctu.edu.vn
[2] Trường Bách khoa, Trường Đại học Cần Thơ; siahtna3106@gmail.com, tvty@ctu.edu.vn
[3] Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ, hvtminh@ctu.edu.vn

*Tác giả liên hệ: tvty@ctu.edu.vn; Tel.: +84–939501909

Ban Biên tập nhận bài: 15/5/2023; Ngày phản biện xong: 24/6/2023; Ngày đăng bài: 25/6/2023

Tóm tắt: Những thách thức về biến động nguồn nước thượng nguồn và biến đổi khí hậu đã và đang đe dọa đến sản xuất nông nghiệp cũng như vận hành hệ thống công trình thuỷ lợi, và do đó việc nghiên cứu chuyển đổi mô hình vận hành là vấn đề cấp thiết. Mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá hiệu quả chuyển đổi mô hình vận hành cửa van của hệ thống cống dưới đê biển Tây thuộc vùng Tứ Giác Long Xuyên. Trước tiên, hiện trạng vận hành các cống được đánh giá qua các tài liệu thu thập và khảo sát thực tế. Tiếp đến, các bên liên quan được phỏng vấn và kết hợp phân tích SWOT. Chỉ số chất lượng nước WQI được tính toán và chiều dày lớp bùn dưới đáy cống được đo đạc nhằm đánh giá hiệu quả mô hình chuyển đổi về kinh tế - kỹ thuật và môi trường - xã hội. Kết quả cho thấy, hiện trạng vận hành các cống dưới đê biển Tây đã xảy ra một số trường hợp ngập úng cục bộ trên các khu vực có địa hình thấp, chưa có hệ thống đê bao khép kín và các cống vận hành tự động nên không chủ động mở thoát nước kịp thời. Kết quả đánh giá hiệu quả cho thấy tuy chi phí đầu tư cải tạo ban đầu tương đối cao (từ 5,4-6,6 tỷ/cửa van) nhưng sản lượng và năng suất lúa có xu hướng tăng, tiết kiệm chi phí nạo vét từ 5-8 triệu/cửa/năm, chất lượng nước mặt trong vùng được cải thiện đáng kể theo WQI. Kết quả phân tích SWOT cho thấy mô hình vận hành mới có tính ưu việt hơn mô hình đóng/mở tự động theo thủy triều.

Từ khóa: Chuyển đổi mô hình vận hành cửa van; Chất lượng nước mặt; Hiệu quả kinh tế - kỹ thuật và môi trường - xã hội; SWOT; Vùng Tứ Giác Long Xuyên.

1. Mở đầu

Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) nằm ở khu vực hạ nguồn sông Mê Công có thế mạnh trong sản xuất nông nghiệp (SXNN) và nuôi trồng thủy sản (NTTS) [1]. Hệ thống sông ngòi, kênh rạch dày đặc của khu vực phục vụ cho cấp và thoát nước tại những vùng SXNN [2–3]. Những khó khăn về nước của vùng chủ yếu liên quan đến sự phân phối nguồn nước không đồng đều cho thâm canh lúa ở khu vực thượng nguồn và bất đồng về tập quán canh tác giữa các mô hình SXNN khác nhau ở khu vực hạ lưu và ven biển [4–5]. Công tác quy hoạch và quản lý thủy lợi ở ĐBSCL thay đổi theo các thời kỳ và chủ yếu là phục vụ SXNN [6]. Tuy nhiên, các quy hoạch về thủy lợi tại các địa phương có tính khác nhau và thiếu thống nhất trong xây dựng quy hoạch dẫn đến khó khăn trong vận hành [7].

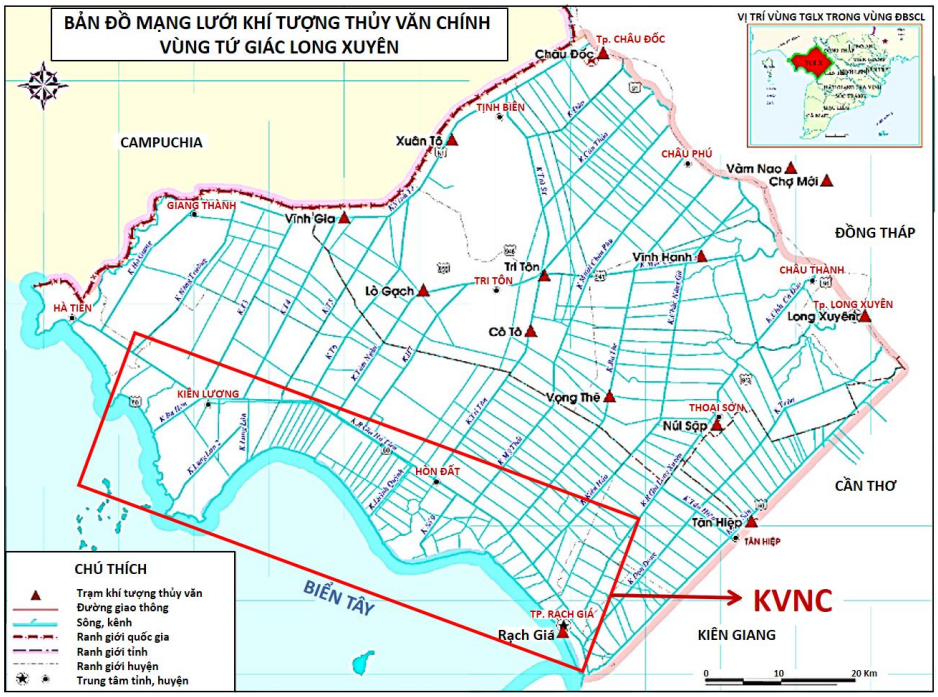
Ngoài ra, ĐBSCL là khu vực được dự báo sẽ chịu ảnh hưởng nặng nề dưới tác động của biến đổi khí hậu (BĐKH) toàn cầu [8], mực nước biển dâng (NBD) sẽ làm gia tăng xâm nhập mặn (XNM) vào khu vực nội đồng [9]. Từ đó, việc cải tạo và chủ động vận hành, điều tiết nước tại các cống nhằm phát triển và tái cơ cấu ngành nông nghiệp là rất cần thiết [10]. Hiện nay, trên tuyến đê biển thuộc vùng Tứ Giác Long Xuyên (TGLX), đã có bảy cống chuyển đổi cửa van vận hành tự động theo thủy triều thành cửa van phẳng, vận hành bằng hệ thống xi-lanh thủy lực. Việc chuyển đổi cửa van phải phù hợp và cần được đánh giá mức độ hiệu quả [11], đặc biệt là phân tích các chỉ tiêu về chất lượng môi trường [12]. Những phương pháp đánh giá hiệu quả của một dự án đầu tư thường được áp dụng là: Phân tích chi phí - lợi ích [13]; Đánh giá trước - sau dự án [14]; Thực nghiệm/đối chứng [15]; và đánh giá tác động đến sinh kế của nông hộ [14, 16]. Các công cụ mô hình toán, phân tích thống kê, khung phân tích được sử dụng nhằm hỗ trợ trong đánh giá hiệu quả trên các phương diện kinh tế, xã hội của một dự án hay mô hình chuyển đổi.

Nghiên cứu này được tiến hành với mục tiêu là đánh giá hiệu quả chuyển đổi mô hình vận hành cửa van của hệ thống cống dưới đê biển Tây thuộc vùng TGLX, tỉnh Kiên Giang. Trước tiên, hiện trạng và vận hành hệ thống cống được đánh giá; tiếp đến nghiên cứu tiến hành khảo sát và phỏng vấn các đơn vị có liên quan và phân tích SWOT kết hợp đánh giá chất lượng nước mặt theo chỉ số chất lượng nước WQI và tiến hành đo lớp bùn dưới đáy cống; từ kết quả trên, hiệu quả chuyển đổi mô hình được đánh giá theo các yếu tố về kinh tế - kỹ thuật và môi trường - xã hội. Kết quả nghiên cứu sẽ cung cấp thông tin về đánh giá hiệu quả của mô hình cửa van chuyển đổi so với mô hình cũ, từ đó đề xuất giải pháp khắc phục trong thời gian tới.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu

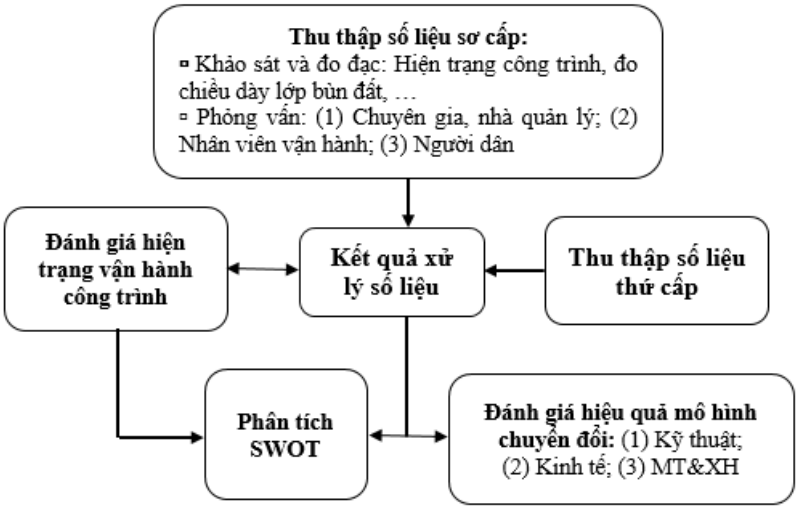
Vùng TGLX nằm ở phía Tây của ĐBSCL, có phía Bắc giáp biên giới Việt Nam - Campuchia, phía Đông giáp sông Hậu, phía Nam giáp kênh Cái Sắn và phía Tây giáp Biển Tây (Hình 1) [17]. Tổng diện tích tự nhiên của vùng khoảng 498.141 ha, bao gồm 15 huyện của 3 tỉnh: An Giang, Kiên Giang và Cần Thơ. Giới hạn nghiên cứu đối với các cống dưới đê biển Tây trên địa bàn các huyện, thành phố: Rạch Giá, Hòn Đất, Kiên Lương thuộc vùng TGLX, tỉnh Kiên Giang [18].



Hình 1. Khu vực nghiên cứu [18].

2.2. Tiến trình thực hiện

Các bước thực hiện mục tiêu đánh giá hiệu quả chuyển đổi mô hình vận hành cửa van của các cống được trình bày theo sơ đồ Hình 2.



Hình 2. Sơ đồ các bước thực hiện.

2.3. Thu thập số liệu

Số liệu thứ cấp và nguồn thu thập được thể hiện qua Bảng 1.

Bảng 1. Số liệu thứ cấp và nguồn số liệu.

STT	Tên số liệu	Năm	Nguồn
1	Bản đồ hiện trạng thủy lợi vùng TGLX	2021	Bộ NN&PTNT [19]
2	Bản đồ hiện trạng thủy lợi tỉnh KG; Bản đồ phân vùng thủy lợi tỉnh KG	2022	CCTL tỉnh Kiên Giang [11]
3	Đánh giá sự phù hợp của từng loại hình cửa van cống trên địa bàn tỉnh KG	2022	CCTL tỉnh Kiên Giang [11]
4	Danh mục hệ thống cống trên đê biển Tây vùng TGLX, tỉnh KG	2022	CCTL tỉnh Kiên Giang [11]
5	Số liệu quan trắc môi trường nước mặt vùng TGLX	2016-2022	Viện Kỹ thuật biển thuộc Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam [20]
6	Số liệu năng suất và sản lượng lúa	2022	Niên giám thống kê tỉnh Kiên Giang [21]
7	Quy trình vận hành Hệ thống công trình thủy lợi vùng TGLX	2021	Bộ NN&PTNT [19]

Ngoài ra, nghiên cứu này còn tiến hành khảo sát ý kiến của ba đối tượng: (1) Chuyên gia và nhà quản lý; (2) Cán bộ vận hành trực tiếp các cống trong KVNC; (3) Người dân sinh sống và SXNN tại khu vực cống nhằm kiểm chứng hiệu quả chuyển đổi mô hình vận hành cửa van tại các cống dưới đê biển Tây thuộc vùng TGLX, tỉnh Kiên Giang với số lượng: Chuyên gia, nhà quản lý (41 phiếu); cán bộ vận hành trực tiếp các cống trong KVNC (28 phiếu); và người dân sinh sống tại khu vực cống (37 phiếu). Khảo sát được tiến hành online trên công cụ Google form đối với nhóm chuyên gia, nhà quản lý và cán bộ trực tiếp vận hành các cống. Đối với người dân sinh sống và SXNN trong KVNC, nghiên cứu tiến hành phỏng vấn trực tiếp theo phiếu khảo sát. Mỗi nhóm có các bộ câu hỏi phỏng vấn khác nhau, tập trung về: (1) Hiệu quả kinh tế; (2) Hiệu quả kỹ thuật; và (3) Tác động đến môi trường của việc chuyển đổi mô hình vận hành cửa van. Bảng câu hỏi khảo sát được xây dựng dựa trên tiêu chí thứ 8 của bộ tiêu chí gồm có 10 khối trong đánh giá và quản trị nguồn nước, phù hợp và phản ánh được các khía cạnh của nghiên cứu [22].

2.4. Xử lý số liệu

Các số liệu khảo sát được thống kê và trình bày dưới dạng các biểu đồ nhằm phân tích hiệu quả của việc chuyển đổi mô hình vận hành hệ thống cống theo các chỉ tiêu về kinh tế, kỹ thuật, môi trường và xã hội.

Thang đánh giá gồm có bốn mức độ từ thấp đến cao và được ghi nhận các giá trị phần trăm thông qua 106 phiếu đánh giá từ ba nhóm đối tượng. Nhóm (1) Chuyên gia và nhà quản lý; (2) Cán bộ vận hành trực tiếp các cống trong KVNC, khảo sát được thực hiện online trên công cụ Google form, các kết quả thu thập được tổng hợp trực tiếp trên công cụ này. Đối với nhóm (3) Người dân sinh sống và SXNN tại khu vực cống được phỏng vấn trực tiếp và ghi nhận kết quả lên các phiếu phỏng vấn, tác giả tiến hành tổng hợp và phân tích số liệu tương tự đối với hai nhóm trên. Việc đánh giá hiệu quả của chuyển đổi mô hình vận hành cống được thực hiện theo ba bước chính: (1) xây dựng tiêu chí đánh giá; (2) tính toán các tiêu chí đánh giá; và (3) tổng hợp hiệu quả đánh giá [23].

2.5. Đánh giá chất lượng nước theo WQI

Nghiên cứu sử dụng phương pháp đánh giá theo chỉ số chất lượng nước WQI cho việc đánh giá hiện trạng và diễn biến chất lượng nước tại KVNC. Tính toán chỉ số chất lượng nước theo Quyết định số 1460/QĐ-TCMT ngày 12/11/2019 của Tổng cục Môi trường – Bộ Tài nguyên và Môi trường [24]. Các thông số đưa vào tính toán dựa trên số liệu quan trắc chất lượng nước của Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam [20]. Có sáu thông số đưa vào tính toán, gồm: pH, DO, BOD_5, $N\text{-}NO_3$, $P\text{-}PO_4$ và Coliform.

Đối với các thông số BOD_5, $N\text{-}NO_3$, $P\text{-}PO_4$ và Coliform, tính toán theo công thức như sau:

$$WQI_{SI} = \frac{q_i - q_{i+1}}{BP_{i+1} - BP_i}\left(BP_{i+1} - C_p\right) + q_{i+1} \quad (1)$$

Trong đó BP_i là nồng độ giới hạn dưới của giá trị thông số quan trắc tương ứng với mức i; BP_{i+1} là nồng độ giới hạn trên của giá trị thông số quan trắc tương ứng với mức i+1; q_i là giá trị WQI ở mức i đã cho trong Bảng 2 tương ứng với giá trị BP_i; q_{i+1}: C_p là giá trị của thông số quan trắc được đưa vào tính toán.

Bảng 2. Quy định các giá trị qi, BPi cho các thông số nhóm IV và V [24].

i	qi	Giá trị BPi quy định đối với từng thông số								
		BOD_5	COD	TOC	$N\text{-}NH_4$	$N\text{-}NO_3$	$N\text{-}NO_2$	$P\text{-}PO_4$	Coliform	E.coli
		mg/L							MNP/100 mL	
1	100	≤ 4	≤ 10	≤4	<0,3	< 2	<0,05	<0,1	<2.500	<20
2	75	6	15	6	0,3	5	-	0,2	5.000	50
3	50	15	30	15	0,6	10	-	0,3	7.500	100
4	25	25	50	25	0,9	15	-	0,5	10.000	200
5	10	≥	≥150	≥50	>5	>15	>0,05	>4	>10.000	>200

Đối với thông số DO (WQI_{DO}), tính toán thông qua giá trị $DO_{\%bão\ hòa}$.

$$DO_{\%bão\ hòa} = DO_{hòa\ tan} / DO_{bão\ hòa} \times 100 \quad (2)$$

Trong đó $DO_{hòa\ tan}$ là giá trị DO quan trắc được (đơn vị: mg/l); $DO_{bão\ hòa}$ được tính theo công thức:

$$DO_{bão\ hòa} = 14{,}652 - 0{,}41022T + 0{,}0079910T^2 - 0{,}000077774T^3 \quad (3)$$

Với T là nhiệt độ môi trường nước tại thời điểm quan trắc (đơn vị: ^oC).

Giá trị WQI_{DO} được tính theo công thứ (4)

$$WQI_{SI} = \frac{q_{i+1} - q_i}{BP_{i+1} - BP_i}\left(C_p - BP_i\right) + q_i \quad (4)$$

Trong đó Cp là giá trị $DO_{\%bão\ hòa}$; BP_i, BP_{i+1}, q_i, q_{i+1} là các giá trị tương ứng với mức i, i+1 trong Bảng 3.

Bảng 3. Quy định các giá trị BPi và qi đối với DO% bão hòa [24].

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BPi	<20	20	50	75	88	112	125	150	200	>200
qi	10	25	50	75	100	100	75	50	25	10

Đối với thông số pH: BP_i, BP_{i+1}, q_i, q_{i+1} là các giá trị tương ứng với mức i, i+1 trong Bảng 4. Nếu pH < 5,5 hoặc pH > 9, thì WQI_{pH} = 10; 5,5 < pH < 6, thì WQI_{pH} tính theo công thức (4) và sử dụng Bảng 4; 6 ≤ pH ≤ 8,5, thì WQI_{pH} bằng 100 và 8,5 < pH < 9, thì WQI_{pH} được tính theo công thức (1) và sử dụng Bảng 4.

Bảng 4. Quy định các giá trị BPi và qi đối với thông số pH [24].

i	1	2	3	4	5	6
BPi	< 5,5	5,5	6	8,5	9	> 9
qi	10	50	100	100	50	10

Sau khi tính toán WQI đối với từng thông số nêu trên, đối với thủy vực cần chú ý vấn đề ô nhiễm hữu cơ, tính toán WQI với trọng số của nhóm thông số theo Bảng 5 và chỉ số WQI cuối cùng được áp dụng theo công thức sau:

$$WQI = \frac{WQI_I}{100} \times \left[\left(\frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} WQI_{IV}\right)^2 \times \frac{1}{l}\sum_{i=1}^{l} WQI_V\right]^{1/3} \quad (5)$$

Trong đó WQI_I là kết quả tính toán đối với thông số nhóm I: pH; WQI_{IV} là kết quả tính toán đối với các thông số nhóm IV: DO, BOD5, N-NO_3, P-PO_4; WQI_V là kết quả tính toán đối với thông số nhóm V: Coliform.

Bảng 5. Quy định trọng số của các nhóm thông số [24].

Nhóm thông số	Nhóm IV	Nhóm V
Trọng số	2	1

Chỉ số WQI được phân loại theo thang điểm nhằm đánh giá chất lượng nước đáp ứng cho nhu cầu sử dụng, cụ thể theo Bảng 6.

Bảng 6. Khoảng giá trị WQI và chất lượng nước [24].

WQI	Chất lượng nước	Phù hợp với mục đích sử dụng
91–100	Rất tốt	Sử dụng tốt cho mục đích cấp nước sinh hoạt
76–90	Tốt	Sử dụng cho cấp nước sinh hoạt nhưng cần các biện pháp xử lý phù hợp
51–75	Trung bình	Sử dụng cho mục đích tưới tiêu và các mục đích tương đương khác
26–50	Kém	Sử dụng cho giao thông thủy và các mục đích tương đương khác
10–25	Ô nhiễm nặng	Nước ô nhiễm nặng, cần các biện pháp xử lý trong tương lai
< 10	Ô nhiễm rất nặng	Nước nhiễm độc, cần có biện pháp khắc phục, xử lý

2.6. Đo đạc lớp bùn ở đáy cống

Nhóm nghiên cứu tiến hành đo đạc chiều cao lớp bùn, đất bồi lắng cách vị trí cửa van 2 m vào ngày 15/05/2023 đối với năm cống đã chuyển đổi mô hình vận hành cửa van (cống Số 2, Số 9, Lình Huỳnh, Vàm Rầy, Ba Hòn) và bảy cống với các loại hình cửa van khác nhau chưa chuyển đổi (cống Kênh Cụt, Kênh Nhánh, Sông Kiên, Tà Lức, Hòn Me 2, Kênh Số 10 và Kênh Bốn). Dụng cụ đo đạc là máy đo sâu Hondex kết hợp với mia (Hình 3).

Hình 3. Dụng cụ đo đạc chiều sâu lớp bùn tại cửa cống.

2.7. Phân tích SWOT

Phương pháp phân tích điểm mạnh - yếu - cơ hội - thách thức (SWOT) được áp dụng để phân tích các khía cạnh thuận lợi và khó khăn trong so sánh hiệu quả vận hành các cống có cửa van chuyển đổi từ vận hành tự động theo thủy triều sang cửa van vận hành chủ động bằng xi-lanh thủy lực với các cống chưa chuyển đổi [25]. Việc phân tích dựa vào kết quả thu thập số liệu sơ cấp, thứ cấp về các vấn đề có liên quan trong KVNC và phỏng vấn các chuyên gia, nhà quản lý, nhân viên vận hành cống và người dân về hiệu quả trong các mặt: kinh tế, kỹ thuật, xã hội và môi trường.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đánh giá hiện trạng

a) Hệ thống cống trên biển Tây vùng TGLX thuộc tỉnh Kiên Giang

Tổng số lượng các cống đang vận hành khai thác do CCTL Kiên Giang quản lý gồm 134 cống. Riêng các cống dưới đê biển Tây thuộc vùng TGLX trong KVNC có 45 cống với các loại hình cửa van theo Bảng 7.

Bảng 7. Thống kê và đánh giá các loại hình cửa van [11].

STT	Loại cửa van	Số lượng	Tỉ lệ
1	Cống có cửa van vận hành tự động theo triều (loại 1 chiều hoặc 2 chiều)	38	84,4%
2	Cống có cửa van đã chuyển đổi mô hình vận hành từ vận hành tự động theo thủy triều thành cửa vận hành chủ động (áp dụng cho cống có từ 02 cửa van trở lên: 01 cửa van chuyển đổi + các cửa còn lại giữ nguyên hiện trạng)	05	11,1%
3	Cống có cửa van phẳng, vận hành thẳng đứng bằng hệ thống xi-lanh thủy lực	01	2,2%
4	Cống có cửa van loại clape trục dưới	01	2,2%

1. Cửa van tự động theo thủy triều (Cống Số 3, Hòn Đất)

2-3. Cửa van vận hành thẳng đứng bằng hệ thống xi-lanh thủy lực (Cống Kênh Nhánh, Rạch Giá)

4. Cửa van Clape trục dưới (Cống Kênh Cụt, Rạch Giá)

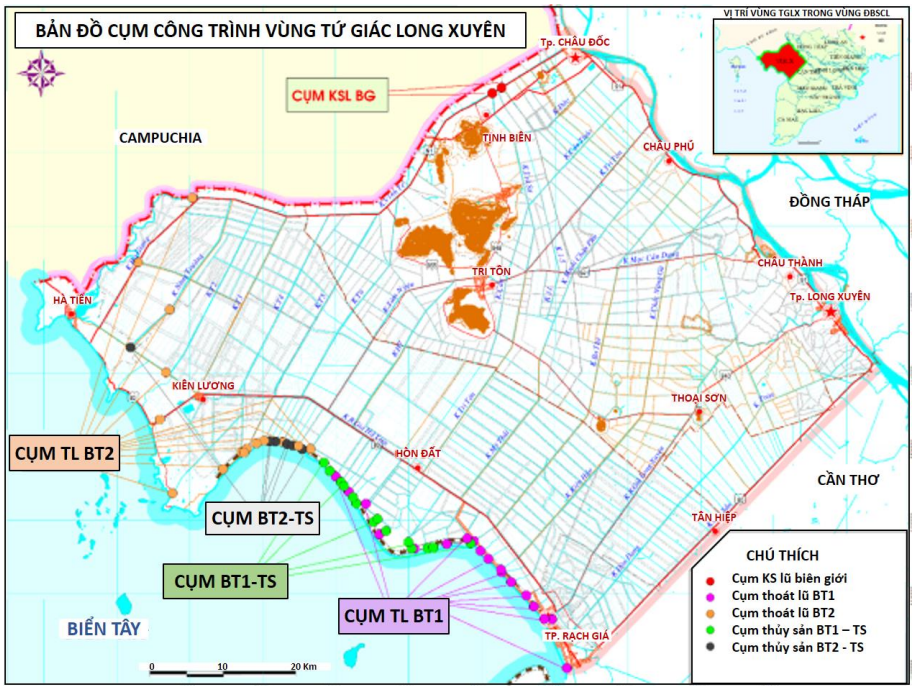
Ưu điểm	**Ưu điểm**	**Ưu điểm**
- Vận hành đơn giản, ít nhân lực và không yêu cầu trình độ, tay nghề cao. - Thuận lợi cho nhiệm vụ kiểm soát mặn và thoát lũ, ô nhiễm.	- Vận hành chủ động, kịp thời; ít phụ thuộc vào điều kiện mực nước. - Thiết kế đơn giản, dễ kiểm tra hư hỏng và sửa chữa cửa van.	- Vận hành chủ động, kịp thời, không phụ thuộc vào điều kiện mực nước. - Cửa có kích thước lớn. Không tốn không gian trên cống.
Nhược điểm	**Nhược điểm**	**Nhược điểm**
- Dễ bị bồi lắng khu vực cửa cống, lớp bùn bồi lắng dày hơn 1m: + Cửa van không mở hết hành trình, không điều tiết nước kịp thời, cản trở giao thông thủy. + Cần nạo vét khu vực cửa van khi vận hành đóng, mở cống. - Không mở cống kịp thời để tiêu thoát nước, chống ngập úng khi cống đang	- Vận hành cửa cần nhiều nhân lực. Nhân viên phải có trình độ cao và được tập huấn kỹ càng. - Việc kiểm tra, sửa chữa các thiết bị điện điều khiển phải do cán bộ có chuyên môn cao. - Chiều cao thông thuyền thấp. - Vận hành thoát lũ, kiểm soát mặn, xả ô nhiễm phải bố trí nhân lực trực tiếp	- Bồi lắng khu vực cửa van do vận hành đóng cống kiểm soát mặn dài ngày: Đến khi mở cửa thì cửa van không hạ đến sát đáy cống do vướng lớp bùn bồi lắng, nguy hiểm cho phương tiện giao thông thủy, không đảm bảo lưu lượng thoát nước theo thiết kế.

đóng (chưa đủ điều kiện cân bằng mực nước hai bên cống để mở). - Phụ thuộc vào thủy triều, gây nguy cơ ngập nội đồng, ảnh hưởng sản xuất lúa xung quanh.	đóng, mở kịp thời, liên tục theo thời gian lên xuống của thủy triều để không để nước mặn chảy vào đồng.	- Cần nhiều nhân lực tham gia vận hành. - Vận hành thoát lũ, kiểm soát mặn, xả ô nhiễm phải bố trí nhân lực trực tiếp đóng, mở kịp thời, liên tục theo thời gian lên xuống của thủy triều để không để nước mặn chảy vào đồng.

Theo thống kê hiện trạng hệ thống công trình trong KVNC, có 27 cống thuộc dự án thoát lũ ra biển Tây và 18 cống thuộc dự án phục vụ NTTS. Các cống thuộc dự án thoát lũ ra biển Tây: Có nhiệm vụ kiểm soát mặn, thoát lũ kịp thời ra biển Tây để bảo vệ SXNN của người dân. Đồng thời, kết hợp với tuyến đê biển ứng phó với BĐKH-NBD, góp phần nâng cao năng lực phòng, chống thiên tai trong tỉnh. Do đó, việc vận hành cống cần phải chủ động, kịp thời, hạn chế đến mức thấp nhất các thiệt hại có thể xảy ra do ảnh hưởng của quá trình vận hành công trình. Các cống thuộc các dự án phục vụ NTTS: Chủ động cấp nước mặn phục vụ NTTS và thoát nước kịp thời khi có yêu cầu. Tuy nhiệm vụ của các cống khác nhau nhưng yêu cầu về việc vận hành phải chủ động, kịp thời luôn là vấn đề cần được quan tâm thực hiện.

b) Hiện trạng vận hành cống

Các cống trong vùng TGLX được vận hành dựa vào "Quy trình vận hành hệ thống công trình thủy lợi TGLX" của Quyết định 3829/QĐ-BNN-TCTL của Bộ NN&PTNT [19]. Theo đó, việc đóng, mở các cống này căn cứ vào mực nước tại trạm Châu Đốc. Trên địa bàn tỉnh Kiên Giang, quy trình được áp dụng cho bốn cụm công trình thoát lũ biển Tây: BT1, BT1-TS, BT2 và BT2-TS (Hình 4). Nhờ có quy trình này mà CCTL có cơ sở để chỉ đạo đóng, mở cống thống nhất và phù hợp cho từng thời điểm, tạo sự đồng thuận cho các địa phương trong tỉnh. Tuy nhiên, thời gian qua đã xảy ra một số trường hợp ngập úng cục bộ trên các khu vực gần cống ven biển Tây. Nguyên nhân chủ yếu là do các khu vực này có địa hình mặt đất tự nhiên thấp, chưa có hệ thống bờ bao khép kín và các cống vận hành tự động nên không chủ động mở thoát nước kịp thời; trong vùng chưa được đầu tư đồng bộ và hoàn chỉnh các trạm bơm để tiêu, thoát nước chủ động khi gặp điều kiện thời tiết bất lợi.



Hình 4. Bản đồ phân cụm công trình - Hệ thống thủy lợi vùng TGLX [19].

Hiện trạng các cống thuộc cụm BT1, BT1-TS, BT2 và BT2-TS hầu hết đều có cửa van đóng, mở tự động theo thủy triều (phụ thuộc vào chênh lệch mực nước giữa thượng lưu và hạ lưu cống) nên khi mực nước tại Châu Đốc đến cao trình cần vận hành đóng, mở cống theo quy

định thì cũng phải chờ điều kiện thủy triều phù hợp mới vận hành được cửa van. Do đó, thời điểm đóng, mở cống không được kịp thời theo quy định trong quy trình. Theo hướng dẫn trong quy trình: Các cống thuộc cụm BT1, BT1-TS, BT2 và BT2-TS phải đóng kín trước khi mực nước tại Châu Đốc giảm đến cao trình +2,0 m để ngăn mặn, giữ ngọt trong mùa khô. Việc vận hành đóng kín hết các cống tại thời điểm này đã xảy ra ngập úng cục bộ trên một số khu vực trũng, ven biển do hiện tượng dồn nước.

3.2. Kết quả khảo sát

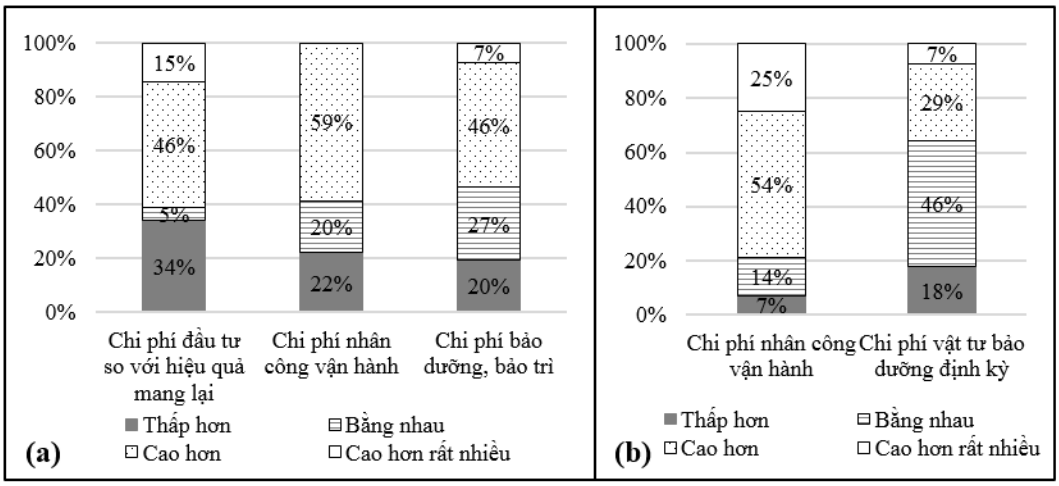
Kết quả khảo sát về hiệu quả của việc chuyển đổi mô hình vận hành từ của van đóng mở tự động sang cửa van đóng mở bằng xi-lanh thủy lực trên các phương diện kinh tế, kỹ thuật, môi trường và xã hội được trình bày từ Hình 5 đến Hình 10.

a) Về kinh tế

So với các phương án vận hành đóng mở cống bằng cửa van tự động theo thủy triều chi phí xây dựng khoảng 1,8-2,2 tỷ/cửa van thì chi phí lắp đặt mới một cửa van vận hành đóng, mở bằng xi-lanh thủy lực có chi phí cao hơn khoảng ba lần (5,4-6,6 tỷ/cửa van) [10]. Phương án vận hành bằng xi-lanh thủy lực mang lại hiệu quả cao về mặt kỹ thuật (chi tiết ở mục 3.2b) tuy nhiên về phương diện hiệu quả kinh tế cần xem xét kỹ giữa chi phí đầu tư lắp đặt ban đầu có cải thiện được tình hình SXNN của cư dân tại khu vực vận hành của cống hay không. Chính các chuyên gia - Nhà quản lý tham gia khảo sát cũng cho thấy sự phân vân trong việc tính toán hiệu quả trên phương diện kinh tế. Minh chứng cho thấy đến 34% số chuyên gia cho rằng hiệu quả kinh tế mang lại không vượt quá chi phí đầu tư lắp đặt cửa van đóng mở bằng xi-lanh thủy lực (Hình 5).

Bên cạnh đó, các chi phí nhân công vận hành cũng như chi phí bảo dưỡng, bảo trì cống cũng được đánh giá là cao hơn so với lúc chưa chuyển đổi. Cụ thể có 79% số chuyên gia, nhà quản lý và cán bộ vận hành đánh giá chi phí nhân công vận hành đóng mở cống bằng xi-lanh thủy lực cao hơn hoặc cao hơn nhiều so với vận hành cửa cống theo thủy triều (Hình 5). Trong khi cửa cống đóng mở tự động theo thủy triều chỉ cần một công nhân tháo hoặc lắp chốt cửa mỗi khi vận hành thì khi vận hành đóng mở cống bằng xi-lanh thủy lực cần ít nhất là ba công nhân. Hơn nữa, để vận hành đóng mở bằng xi-lanh đòi hỏi cán bộ phải có kỹ năng điều khiển hệ thống máy tính lắp tại trạm điều khiển của cống.

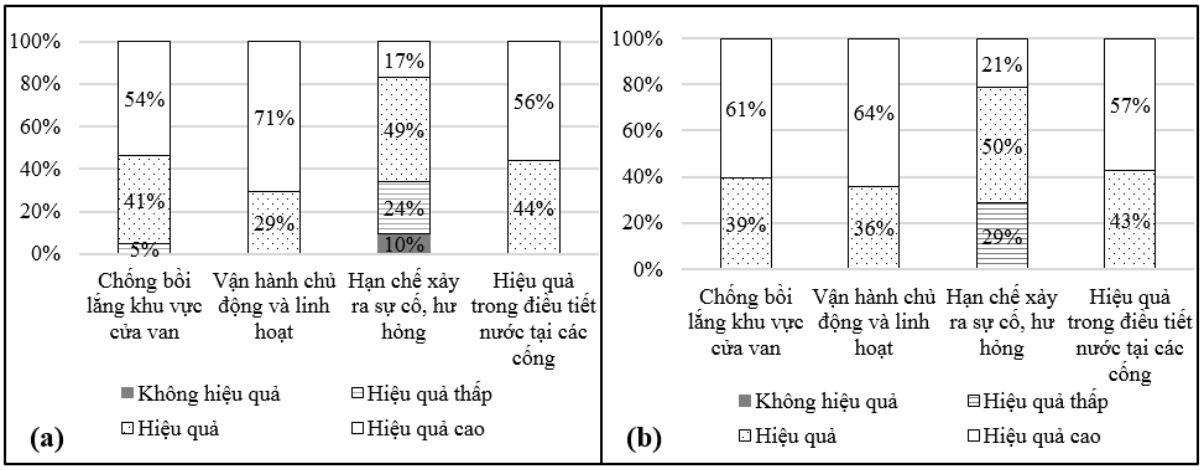
Chi phí bảo dưỡng, bảo trì hệ thống xi-lanh thủy lực cũng được các chuyên gia đánh giá là cao hơn và cao hơn nhiều so với bảo dưỡng cửa van đóng mở tự động theo triều (53% ở Hình 5a). Chi phí vật tư bảo trì như dầu nhớt, chất bôi trơn cũng được các cán bộ vận hành cống đánh giá từ bằng đến cao hơn nhiều so với giai đoạn trước khi chuyển đổi (82% ở Hình 5b).



Hình 5. Khảo sát Chuyên gia, nhà quản lý và cán bộ vận hành cống về hiệu quả kinh tế: (a) Chuyên gia - Nhà quản lý; (b) Cán bộ vận hành cống.

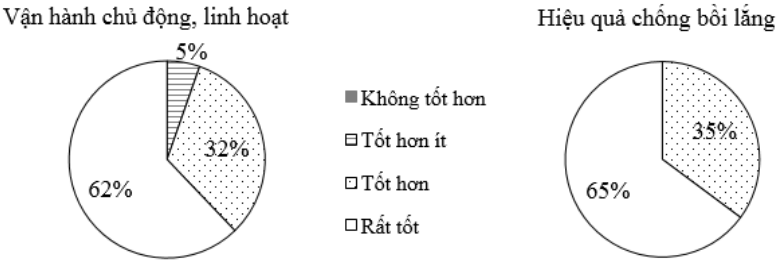
b) Về kỹ thuật

Kết quả cho thấy có đến 95% phiếu đánh giá vận hành đóng, mở cưởng bức bằng xi-lanh thủy lực hiệu quả trong việc chống bồi lắng khu vực cửa van (Hình 6 và Hình 7). Về phương diện vận hành chủ động, linh hoạt nhằm điều tiết nước tại các cống và hoàn thành nhiệm vụ thủy lợi của hệ thống thoát lũ biển Tây cũng như đáp ứng nhu cầu nước trong NTTS của người dân cũng được các đối tượng tham gia khảo sát đánh giá rất cao, cụ thể có trên 95% số phiếu điều đánh giá là các cống vận hành hiệu quả đến hiệu quả cao (Hình 6 và Hình 7).

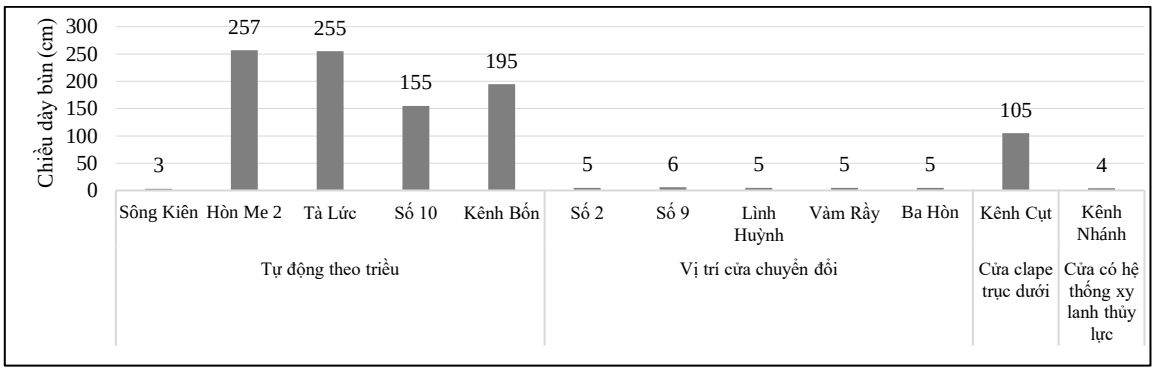


Hình 6. Khảo sát Chuyên gia, nhà quản lý và cán bộ vận hành cống về hiệu quả kỹ thuật: (a) Chuyên gia - Nhà quản lý; (b) Cán bộ vận hành cống.

Đánh giá của người dân về hiệu quả kỹ thuật của mô hình vận hành mới rất tích cực tương tự như đánh giá của các chuyên gia phía trên, theo đó có trên 94% số ý kiến đánh giá việc đóng mở cống trở nên chủ động và linh hoạt hơn. Hiệu quả chống bồi lắng cũng được 100% số người khảo sát đồng tình (Hình 7). Nhóm nghiên cứu đã tiến hành đo đạc chiều dài lớp bùn tại các cống và kết quả được trình bày ở Hình 8 cho thấy vị trí các cửa chuyển đổi mô hình đóng mở cống bằng xi-lanh thủy lực có lớp bùn mỏng hơn rất nhiều so với các cửa đóng mở tự động theo thủy triều.



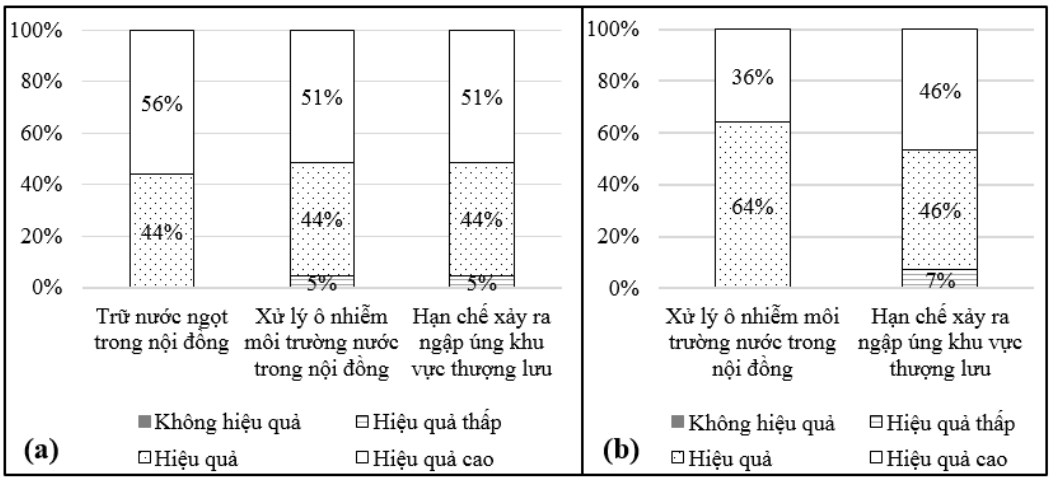
Hình 7. Khảo sát người dân sống tại khu vực cống về hiệu quả kỹ thuật.



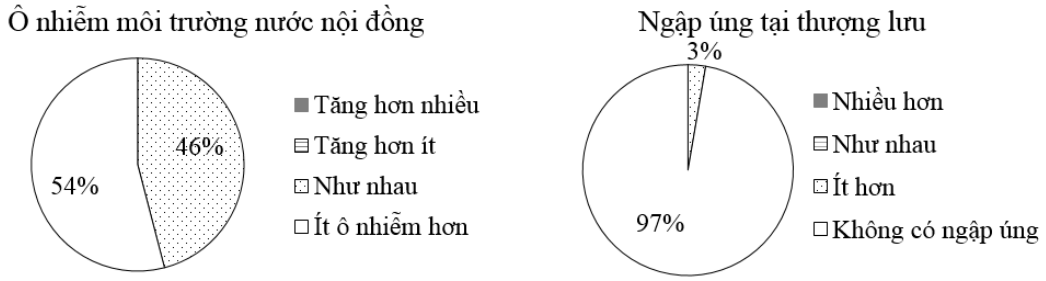
Hình 8. Kết quả đo đạc độ dày của bùn cách cửa cống 2 m.

c) Về tác động đến môi trường và xã hội

Phương diện trữ lại nước ngọt trong mùa khô để phục vụ SXNN và sinh hoạt của người dân được các chuyên gia đánh giá rất cao khi 100% các chuyên gia đều đồng tình (Hình 9). Đây cũng là nhiệm vụ chính của các cống thuộc dự án thoát lũ biển Tây. Về phương diện xử lý ô nhiễm môi trường nước do thời gian đóng cống quá lâu vào mùa khô cũng như hạn chế xảy ra ngập úng vùng thượng lưu do không mở cống thoát nước vào mùa mưa cũng được các thành phần tham gia khảo sát đánh giá rất cao. Cụ thể có 95% số chuyên gia (Hình 9a), hơn 93% cán bộ vận hành cống (Hình 9b) và 100% người dân tham gia khảo sát đồng tình với hiệu quả của mô hình vận hành mới mang lại (Hình 10).



Hình 9. Khảo sát chuyên gia, nhà quản lý và cán bộ vận hành cống về tác động đến môi trường và xã hội*:* (a) Chuyên gia - Nhà quản lý; (b) Cán bộ vận hành cống.



Hình 10. Khảo sát người dân sống tại khu vực cống về tác động đến môi trường và xã hội.

3.3. Phân tích SWOT

a) Điểm mạnh (*S - Strength*)

S1: Vận hành chủ động, kịp thời

Trong năm 2017, khi cống Vàm Rầy trên địa bàn huyện Hòn Đất đang đóng (cửa van vận hành tự động theo thủy triều - chưa chuyển đổi mô hình cửa van) để điều tiết nước, khi mưa lớn xảy ra, nước nội đồng lên nhanh, cống không thể vận hành mở để thoát nước ra biển Tây nên đã gây ngập úng nghiêm trọng khu vực nội đồng gần cống, ảnh hưởng đến sản xuất và đời sống của người dân. Các cống đã chuyển đổi mô hình vận hành cửa van thành cửa van phẳng, vận hành thẳng đứng bằng hệ thống xi-lanh thủy lực được kịp thời, giảm nguy cơ gây ngập úng nội đồng, từ đó góp phần đảm bảo an toàn sản xuất và đời sống của người dân trong khu vực.

S2: Thời gian sử dụng các thiết bị cơ khí (cửa van cống) tăng lên

Do các cửa cống thường xuyên được kéo lên khỏi mặt nước khi vận hành đóng, mở cống nên nhân viên kỹ thuật có thể phát hiện dễ dàng các hư hỏng, các vị trí gỉ sét, xuống cấp để kịp

thời bảo dưỡng, duy tu, sửa chữa. Ngoài ra, việc này còn giúp cho lượng bùn, cát bám trên cửa cống bị rửa trôi trong quá trình vận hành nên giảm nguy cơ gây gỉ sét cửa van (Hình 11).

Hình 11. Cống Số 2 vận hành kịp thời để điều tiết nước.

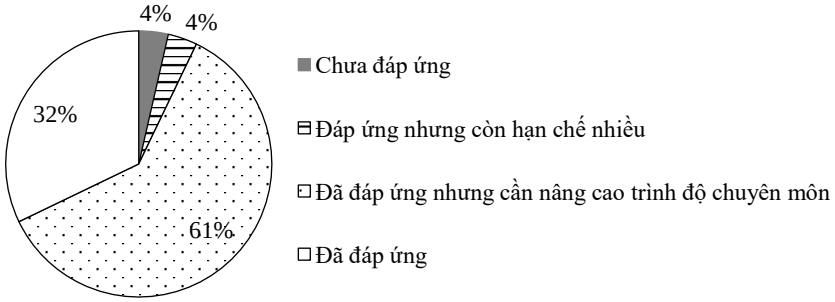
b) Điểm yếu (*W - Weakness*)

W1: Chi phí thực hiện chuyển đổi mô hình cửa van (cải tạo cửa van) tương đối cao so với cửa hiện trạng

Do việc các cống này được vận hành bằng hệ thống xi-lanh thủy lực được nhập khẩu từ nước ngoài nên chi phí khá cao 5,4-6,6 tỷ/hệ thống [10]; khi thiết bị hư hỏng cần thay mới sẽ cần có thời gian nhất định để đặt hàng và vận chuyển về công trình. Ngoài ra, cần phải đầu tư thêm trạm biến áp 3 pha để cung cấp điện cho các động cơ hoạt động trong cho hệ thống nên chi phí càng tăng thêm.

W2: Đội ngũ nhân viên kỹ thuật vận hành cống chưa đáp ứng theo yêu cầu

Các cống này được vận hành bằng hệ thống điện điều khiển với công nghệ mới, trong khi hầu hết các nhân viên hiện nay tại các cống có trình độ chuyên môn còn hạn chế, phần lớn tốt nghiệp trung học phổ thông trở xuống. Một số ít nhân viên có trình độ chuyên môn từ cao đẳng và đại học, tuy nhiên, hầu hết những nhân viên này không có bằng cấp chuyên môn phù hợp với yêu cầu nên chỉ có 32% số cán bộ đáp ứng được chuyên môn (Hình 12). Chính vì vậy, khi công trình bị sự cố hoặc lỗi kỹ thuật, các nhân viên chưa thể tự sửa chữa mà cần đến sự hỗ trợ của đơn vị cung cấp thiết bị vận hành.



Hình 12. Trình độ của cán bộ vận hành đóng, mở cống.

c) Cơ hội (*O - Opportunity*)

O1: Phù hợp với chủ trương tái cơ cấu ngành nông nghiệp của tỉnh

Hiện nay, tỉnh Kiên Giang đang từng bước thực hiện tái cơ cấu ngành nông nghiệp theo hướng tăng giá trị sản xuất nên công tác điều tiết nguồn nước phục vụ đa mục tiêu là điều kiện tất yếu và cấp thiết hiện nay. Các cống đã chuyển đổi mô hình vận hành cửa van được vận hành chủ động, kịp thời, giảm thiểu nguy cơ gây thiệt hại đến sản xuất và đời sống của người dân phù hợp với chủ trương của tỉnh .

O2: Xu thế tự động hóa, hiện đại hóa công trình thủy lợi

Bộ NN&PTNT đang tăng cường đẩy mạnh hiện đại hóa hệ thống thủy lợi theo chỉ đạo tại Quyết định số 633/QĐ-TTg ngày 12/5/2020 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Đề án "Hiện đại hóa hệ thống thủy lợi phục vụ chuyển đổi, phát triển nông nghiệp bền vững tại các tiểu vùng ĐBSCL" [26]. Kiên Giang là một tỉnh có nhiều công trình thủy lợi lớn mới được đầu tư xây dựng có sử dụng công nghệ thi công và vận hành hiện đại, tiên tiến. Do đó, việc đầu tư cải tạo, chuyển đổi mô hình vận hành cửa van kết hợp với hệ thống vận hành tự động (SCADA) là xu thế tất yếu hiện nay.

d) Thách thức (*T - Threat*)

T1: Biến động nguồn nước từ thượng nguồn

Theo Ủy hội sông Mê Công (MRC), tổng lượng nước Mê Công sẽ giảm 27% trên tháng khi cả chuỗi thủy điện trên dòng chính sông Mê Công (8 của Trung Quốc và 3 của Lào) cùng đi vào vận hành, từ đó quá trình XNM vào sâu thêm 10-18 km trên sông Tiền (vượt quá Mỹ Tho) và sông Hậu (vượt quá Cần Thơ) [27]. Ngoài ra, một số dự án chuyển nước từ sông Mê Công nhằm phục vụ phát triển hạ tầng, đô thị và SXNN tại các quốc gia thượng nguồn sông Mê Công sẽ góp phần thay đổi chế độ dòng chảy và chất lượng nguồn nước mặt về các tỉnh ĐBSCL, trong đó có vùng TGLX [28].

T2: Hạn hán, NBD do BĐKH đòi hỏi quy trình vận hành cống thích ứng phù hợp

KVNC có phần lớn diện tích có độ sâu ngập trên 0,5 m với các ngưỡng độ mặn khác nhau; trong đó, chủ yếu từ 0-2 g/l (chiếm 77,8%). Độ sâu ngập dưới 0,5 m với các ngưỡng độ mặn từ 2-4 g/l và trên 4g/l chiếm tỷ lệ nhỏ (1% diện tích). Trong bối cảnh BĐKH tương lai, vùng diện tích với ngưỡng độ mặn từ 0-2 g/l giảm thấp hơn so với hiện tại (72,9%); ngưỡng độ mặn từ trên 2 g/l có diện tích tăng lên so với hiện tại [29]. Khu vực này chủ yếu canh tác: Lúa 3 vụ, 2 vụ, lúa 1 vụ + màu và cây ăn trái. Nếu vẫn giữ nguyên mô hình canh tác kết hợp với việc tăng độ sâu ngập và độ mặn trong tương lai, có thể có những tác động đến việc sản xuất lúa 3 vụ và cây ăn trái.

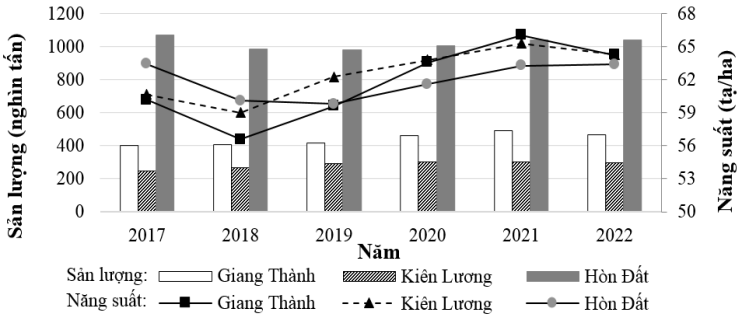
Bên cạnh đó, các dự án thủy lợi bao quanh vùng TGLX kết hợp sự hiện diện của các loại đất phèn (đất phèn tiềm tàng nặng; đất phèn hoạt động sâu, mặn...), trong trường hợp đóng cống sẽ có thể ngăn mặn đảm bảo sản xuất nhưng nếu có hạn hán dẫn đến thiếu nước ngọt trong nội đồng sẽ xảy ra hiện tượng xì phèn trên nền đất ảnh hưởng nặng đến quá trình SXNN. Do vậy, vấn đề vận hành các cống đảm trong bối cảnh BĐKH làm cho nguồn nước ngọt dần trở nên khan hiếm cần được quan tâm đặc biệt.

3.4. Hiệu quả chuyển đổi mô hình vận hành cửa van

a) Hiệu quả về kinh tế - kỹ thuật

Hiệu quả kinh tế mang lại từ việc chuyển đổi mô hình cửa van xi-lanh được so sánh dựa trên chi phí xây dựng, cải tạo cửa cống với lợi ích mang lại từ SXNN và tiết kiệm chi phí nạo vét cửa cống hàng năm. Tuy chi phí đầu tư cải tạo ban đầu tương đối cao (từ 5,4 tỷ đến 6,6 tỷ cho 01 cửa van) nhưng sản lượng và năng suất lúa tại các huyện có dự án đã có xu hướng tăng lên từ giai đoạn 2019 đến nay (Hình 13), trùng với giai đoạn tiến hành thay đổi mô hình cửa cống. Bên cạnh đó hiệu quả chống bồi lắng ngay khu vực cửa cống mới cũng tiết kiệm chi phí nạo vét từ 5-8 triệu/cửa mỗi năm.

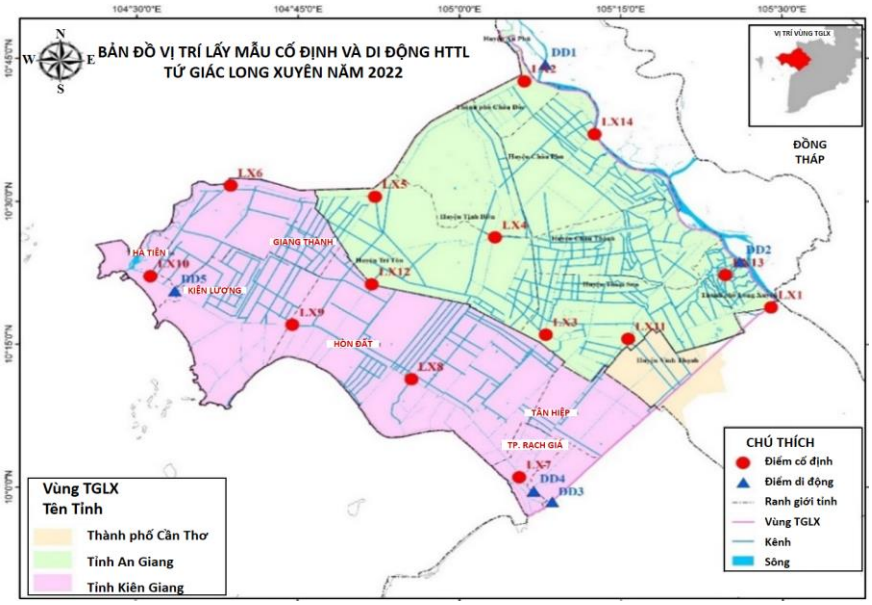
Các cống thuộc hệ thống công trình thủy lợi thoát lũ biển Tây nên yêu cầu kỹ thuật trong việc vận hành linh hoạt, hiệu quả nhằm điều tiết nguồn nước phục vụ SXNN và sinh hoạt của cư dân vùng TGLX được đặt lên hàng đầu. Các cửa van vận hành đóng, mở bằng hệ thống xi-lanh thủy lực đáp ứng được đầy đủ những yêu cầu trên. Kết quả khảo sát và phân tích SWOT cho thấy, giải pháp vận hành mới có tính ưu việt hơn giải pháp cửa van đóng mở tự động theo thủy triều.



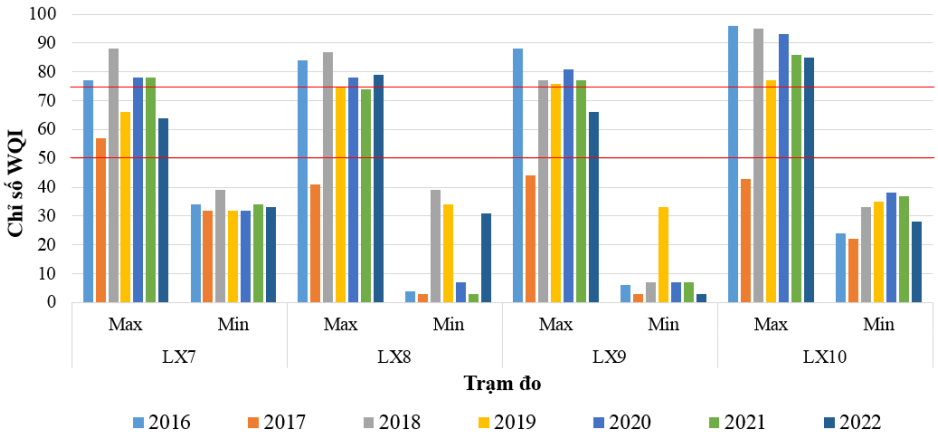
Hình 13. Sản lượng và năng suất lúa tại ba huyện thuộc KVNC (2017-2022) [21].

b) Hiệu quả về môi trường - xã hội

Kết quả phân tích chất lượng nước (WQI) tại các trạm LX7 (Rạch Giá), LX8 (Hòn Đất), LX9 (Kiên Lương) và LX10 (Hà Tiên) (Hình 14) qua các năm từ năm 2017 đến năm 2022 và việc áp dụng mô hình vận hành cống mới từ giai đoạn 2019 đến 2022 cho thấy sự tương quan giữa chất lượng nước và sự thay đổi mô hình vận hành cống. Vào các tháng mùa khô chỉ số WQI rất thấp dưới ngưỡng phục vụ tưới trong SXNN, tuy nhiên vào các tháng mùa mưa chất lượng nước đã được cải thiện hơn (phục vụ được cho SXNN, với chỉ số WQI = 51÷75) trong giai đoạn từ năm 2019 đến nay (Hình 15).



Hình 14. Vị trí quan trắc chất lượng nước tại KVNC [20].



Hình 15. Tổng hợp chỉ số WQI tại bốn trạm quan trắc (2016-2022).

Sự điều tiết linh hoạt nguồn nước nhờ đóng mở cống chủ động không những hạn chế được ô nhiễm và xâm nhập mặn mà còn hạn chế xảy ra ngập lụt dẫn đến mất mùa và đe dọa đến đời sống, sinh hoạt của cư dân sống trong KVNC đã được kiểm chứng qua khảo sát và phân tích trên. Đây là hiệu quả đáng mong đợi thúc đẩy quá trình chuyển đổi mô hình vận hành theo hướng tự động (SCADA) mạnh mẽ hơn nhằm đảm bảo đời sống và sản xuất cho người dân.

4. Kết luận

Hiện trạng vận hành bốn cụm công trình thoát lũ biển Tây đã xảy ra một số trường hợp ngập úng cục bộ trên các khu vực có địa hình thấp, chưa có hệ thống bờ bao khép kín và các cống vận hành tự động nên không chủ động mở thoát nước kịp thời. Kết quả khảo sát về hiệu quả về kinh tế - kỹ thuật và môi trường - xã hội cho thấy tuy chi phí đầu tư cải tạo ban đầu tương đối cao nhưng sản lượng và năng suất lúa có xu hướng tăng, tiết kiệm chi phí nạo vét hàng năm, chất lượng môi trường nước mặt trong vùng được cải thiện đáng kể theo chỉ số WQI. Kết quả phân tích SWOT cho thấy, giải pháp vận hành mới có tính ưu việt hơn giải pháp cửa van đóng mở tự động theo thủy triều.

Tuy nhiên, trong giai đoạn nghiên cứu (2019-2022) số lượng cống đã chuyển đổi cửa van còn thấp (11,1%) nên việc đánh giá hiệu quả của việc chuyển đổi cần được thực hiện tiếp trong tương lai khi đã hoàn thành việc chuyển đổi. Bên cạnh đó, cần nghiên cứu thêm quy trình vận hành hệ thống cửa van theo những kịch bản về diễn biến nguồn nước ở thượng nguồn và tác động của BĐKH-NBD.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: T.V.T., N.T.T.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: H.V.T.M., T.V.T., N.T.T., Xử lý số liệu: T.V.T., N.T.T., L.T.P., N.T.A.; Lấy mẫu: N.T.T., L.T.P., N.T.A.; Phân tích mẫu: N.T.T, L.T.P., N.T.A.; Viết bản thảo bài báo: T.V.T., N.T.T., L.T.P.; Chỉnh sửa bài báo: T.V.T., N.T.T., L.T.P.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Khanh, L.H.; Luật, N.Q.; Ly, T.T.T.; Trí, L.H.; Tỷ, T.V.; Thịnh, H.T.G.; Minh, H.V.T. Đánh giá hiện trạng hệ thống công trình thủy lợi và khả năng đáp ứng nhu cầu nước của các hồ chứa trong bối cảnh biến đổi khí hậu tại huyện Tri Tôn và Tịnh Biên, tỉnh An Giang. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2022**, *741*, 42–56. Doi:10.36335/VNJHM.2022(741).42-56.
2. Hoàng, H.M.; Trí, V.P.Đ.; Đường, H.M.; Thảo, T.D.N. Tác động của hệ thống công trình thủy lợi đến hoạt động sản xuất nông nghiệp tại huyện Hồng Ngự tỉnh Đồng Tháp. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ* **2020**, *56(2)*, 74–87. Doi:10.22144/ctu.jvn.2020.033.
3. Minh, H.V.T.; Masaaki, K.; Ty, T.V.; Dat, T.Q.; Kieu, L.N.; Ram, A.; Mostafizur, R.Md.; Mitsuru, O. Effects of Multi-Dike Protection Systems on Surface Water Quality in the Vietnamese Mekong Delta. *Water* **2019**, *11(5)*, 1010. Doi:10.3390/w11051010.
4. Xô, L.Q. Đổi mới, nâng cao chất lượng quy hoạch thủy lợi phục vụ tái cơ cấu ngành nông nghiệp. *Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường* **2014**, *9(46)*, 15–18.
5. Vi, P.T.T.; Minh, H.V.T.; Trí, L.H.; Khanh, L.H.; Tỷ, T.V. Đánh giá khả năng cấp nước từ hồ chứa nước Ôtuksa cho các mô hình sản xuất tại huyện Tịnh Biên, tỉnh An Giang. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2021**, *730(10)*, 42–52. Doi:10.36335/VNJHM.2021(730).42-52.
6. Dũng, N.L.; Chí, B.D.; Bình, Đ.V.; Trường, T.T. Giải pháp vận hành thông minh hệ thống thủy lợi liên tỉnh tại vùng Đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp Chí Khoa học và Công nghệ Thủy Lợi* **2021**, *69*, 1–10.

7. Toản, T.Q.; Khanh, P.T. Cân bằng nước và một số kiến nghị về định hướng phát triển nông nghiệp bền vững ở tỉnh An Giang. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2022**, *740(8)*, 74–87. Doi:10.36335/VNJHM.2022(740).74-87.
8. Nam, N.T.; Thuc, P.T.B.; Dao, D.A.; Thien, N.D.; Au, N.H.; Tran, D.D. Assessing Climate-Driven Salinity Intrusion through Water Accounting: A Case Study in Ben Tre Province for More Sustainable Water Management Plans. *Sustainability* **2023**, *15(11)*, 9110. Doi:10.3390/su15119110.
9. Minh, H.V.T.; Lavane, K.; Ty, T.V.; Downes, N.K.; Hong, T.T.K.; Kumar, P. Evaluation of the Impact of Drought and Saline Water Intrusion on Rice Yields in the Mekong Delta, Vietnam. *Water* **2022**, *14(21)*, 3499. Doi:10.3390/w14213499.
10. Ủy Ban Nhân Dân tỉnh Kiên Giang. Chấp thuận chủ trương lập dự án đầu tư: Dự án cải tạo cửa van vận hành tự động theo thủy triều thành cửa van vận hành chủ động và hệ thống kết nối, tự động hóa công tác vận hành (SCADA) tại các cống trên địa bàn tỉnh Kiên Giang. 7256/VP-KTCN 2018, Ngày 21/12/2018.
11. Sở NN&PTNT Kiên Giang. Báo cáo đánh giá công tác quản lý, khai thác công trình thủy lợi trên địa bàn tỉnh Kiên Giang. 315/BC-SNNPTNT 2019, Ngày 07/08/2019.
12. Liên, N.T.K.; Phú, T.Q.; Oanh, D.T.H.; Út, V.N.; Huy, L.Q. Chất lượng nước trên sông chính và sông nhánh thuộc tuyến Sông Hậu. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ* **2016**, *43*, 68–79. Doi:10.22144/ctu.jvn.2016.138.
13. Tú, V.H.; Trang, N.T.; Hiệp, P.V. Đánh giá tác động của ứng dụng cơ giới hóa đến thu nhập nông hộ trồng mía tỉnh Hậu Giang. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ* **2019**, *55(2)*, 150–156. Doi:10.22144/ctu.jvn.2019.058.
14. Hoàng, H.M.; Anh, Đ.T.; Tuấn, L.A.; Dũ, L.V.; Phượng, T.N. Đánh giá hiệu quả kinh tế và tiết kiệm nước mô hình tưới phun mưa tự động cho cây hành tím tại huyện Vĩnh Châu, tỉnh Sóc Trăng. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ* **2016**, *47*, 1–12. Doi:10.22144/ctu.jvn.2016.595.
15. Quyên, N.T.K.; Hiền, H.V.; Anh, L.T.N. Tác động về mặt tài chính và dự đoán khả năng xuất hiện dịch bệnh của mô hình nuôi tôm thẻ chân trắng thâm canh ở tỉnh Sóc Trăng. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ* **2017**, *52*, 103–112. Doi: 10.22144/ctu.jvn.2017.130.
16. Tuấn, V.V.; Dũng, L.C.; Thoa, N.T.K. Đánh giá hiệu quả các mô hình liên kết sản xuất và tiêu thụ lúa thơm đặc sản ở Đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ* **2020**, *56(5)*, 269. Doi: 10.22144/ctu.jvn.2020.137.
17. Phú, H.; Thảo, N.L.N.; Hân, H.T.N. Nghiên cứu đánh giá chất lượng nước vùng tứ giác Long Xuyên và đề xuất các giải pháp quản lý bảo vệ nguồn nước. *Tạp chí Khí tượng thủy văn* **2021**, *723(3)*, 13–22. Doi:10.36335/VNJHM.2021(723).13-22.
18. Chi cục Thủy lợi tỉnh Kiên Giang. Bản đồ hiện trạng thủy lợi tỉnh Kiên Giang 2022.
19. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. Quy trình vận hành hệ thống công trình thủy lợi Tứ Giác Long Xuyên. 3829/QĐ-BNN-TCTL 2021, Ngày 22/09/2021.
20. Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam. Báo cáo tổng kết Giám sát, dự báo chất lượng nước trong hệ thống công trình thủy lợi vùng Tứ Giác Long Xuyên phục vụ lấy nước sản xuất nông nghiệp, 2022.
21. Cục thống kê tỉnh Kiên Giang. Niên giám thống kê tỉnh Kiên Giang, 2022.
22. Mees, H.L.P.; Dijk, J.; Soest, D.V.; Driessen, P.P.J.; Van Rijswick, M.H.F.M.W.; Runhaar, H. A method for the deliberate and deliberative selection of policy instrument mixes for climate change adaptation. *Ecology Society* **2014**, *19(2)*, 58. Doi:10.5751/ES-06639-190258.
23. Macoun, P.; Prabhu, R. Guidelines for applying multi-criteria analysis to the assessment of criteria and indicators, 1999.

24. Tổng cục Môi trường. Quyết định về việc ban hành Hướng dẫn kỹ thuật tính toán và công bố chỉ số chất lượng nước Việt Nam (VN-WQI). 1460/QĐ-TCMT 2019, Ngày 12/11/2019.
25. Gürel, E. SWOT analysis: A theoretical review. *J. Int. Social Res.* **2017**, *10(51)*, 994–1006. Doi:10.17719/jisr.2017.1832.
26. Thủ tướng Chính phủ. Quyết định phê duyệt đề án "Hiện đại hóa hệ thống thủy lợi phục vụ chuyển đổi, phát triển nông nghiệp bền vững tại các tiểu vùng ĐBSCL". 633/QĐ-TTg 2020, Ngày 12/05/2020.
27. Lavane, K.; Phúc, N.H.; Phát, L.T.; Trí, L.H.; Duy, Đ.V.; Thắng, C.N.; Hồng, H.T.C.; Tỷ, T.V.; Minh, H.V.T. Nghiên cứu vận hành công trình thủy lợi trong điều kiện xâm nhập mặn: Trường hợp nghiên cứu tại huyện Vũng Liêm, tỉnh Vĩnh Long. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ* **2023**, *59*, 296–303. Doi: 10.22144/ctu.jvn.2023.056.
28. Vân, C.T. Nguồn nước ngọt và hệ thống thủy điện trên sông Lan Thương-Mê Công đang trở thành "vũ khí chiến lược". *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2019**, *698*, 38–44. Doi:10.36335/VNJHM.2019(698).38-44.
29. Trung, N.H.; Tri, V.P.D.; Linh, V.T.P. Phân vùng sinh thái nông nghiệp ở ĐBSCL: Hiện trạng và xu hướng thay đổi trong tương lai dưới tác động của biến đổi khí hậu. 2012. Doi:10.13140/RG.2.1.1369.8082.

Assessment of the effectiveness of sluice-gate operation changes under the West Sea dyke system in the Long Xuyen Quadrangle, Kien Giang province

Ngo Thanh Toan[1], Lam Tan Phat[1], Nguyen Thai An[2], Huynh Vuong Thu Minh[3], Tran Van Ty[2]*

[1] Master student, College of Engineering, Can Tho University; toanm4221036@gstudent.ctu.edu.vn; phatm4220016@gstudent.ctu.edu.vn
[2] College of Engineering, Can Tho University; siahtna3106@gmail.com; tvty@ctu.edu.vn
[3] College of Environment and Natural Resources, Can Tho University; hvtminh@ctu.edu.vn

Abstract: The challenges of upstream water fluctuation and climate change have threatened agricultural production and the operation of water engineering structures as well, and thus research on sluice-gate operation changes is necessary. The objective of this study is to assess the effectiveness of sluice-gate operation changes under the West Sea dyke in the Long Xuyen Quadrangle. The current status of sluice-gate operation was assessed based on collected data and field survey. Stakeholders were then interviewed in combination with SWOT analysis. Water quality index (WQI) was calculated and sediment thickness at sluice-gates was measured to evaluate the effectiveness of operation changes considering economic - technical, and environmental - social factors. The results show that the current state of operation of sluice-gates under West-Sea dyke has shown that there are some local inundations in areas with low terrain, there is no full dyke system and automatic operations leading to not actively gate-openings in time. The results of effectiveness assessment show that although the initial investment cost of operation changes is relatively high (from 5.4-6.6 billion VND/gate), rice production and yield tend to increase, saving dredging costs from 5-8 million VND/gate/year, the quality of surface water in the region is significantly improved according to the WQI. SWOT analysis results show that the new operating mode is superior to the automatic opening/closing mode according to the tide.

Keywords: Sluice-gate operation changes; Surface water quality; Economic - technical and environmental - social effectiveness; SWOT analysis; Long Xuyen Quadrangle.