

GIẢI PHÁP VẬN HÀNH THÔNG MINH HỆ THỐNG THỦY LỢI LIÊN TỈNH TẠI VÙNG ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

Nguyễn Lê Dũng, Bùi Duy Chí,

Trung tâm tư vấn PIM

Đoàn Văn Bình

Đại học Quốc tế Việt Đức

Trịnh Thế Trường

Công ty TNHH MTV KTCTTL Bắc Hưng Hải

Tóm tắt: Hệ thống thủy lợi (HTTL) liên tỉnh có vai trò đặc biệt quan trọng trong sản xuất nông nghiệp và dân sinh tại vùng Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Các HTTL liên tỉnh phải phục vụ đa mục tiêu cho các nhu cầu dùng nước khác nhau (nông nghiệp, thủy sản, du lịch, môi trường, phòng chống thiên tai, ứng ngập, xâm nhập mặn...). Ngày nay, hiện tượng tranh chấp nước giữa các địa phương sử dụng chung HTTL đang diễn ra ngày càng gay gắt. Để đáp ứng yêu cầu phát triển bền vững trong điều kiện biến đổi khí hậu và xâm nhập mặn cực đoan đang diễn ra ngày càng bất lợi và khó lường, cần nghiên cứu giải pháp để vận hành một cách thông minh, linh hoạt các công trình trong HTTL nhằm nâng cao năng suất nước và bảo vệ môi trường sinh thái. Bài báo sẽ giới thiệu các giải pháp để vận hành một cách thông minh các HTTL liên tỉnh tại vùng ĐBSCL dựa trên nền tảng công nghệ Internet of Things (IoT).

Từ khóa: IoT, vận hành thông minh, hệ thống thủy lợi liên tỉnh, Đồng bằng sông Cửu Long

Summary: Trans-province hydraulic structure systems have had important roles in agricultural development and livelihoods in the Vietnamese Mekong Delta (VMD). These hydraulic systems provide multi-services to various water users such as agro-aquaculture, recreation, tourism, environmental flow maintenance, natural disaster reduction, and salinity intrusion control. However, conflicts among water users and among provinces are increasing due to poor management of trans-province hydraulic systems. It is therefore of crucial importance to develop smart, flexible management schemes to enhance water use efficiency, thus supporting sustainable development in the VMD, especially in the era of the increasing impacts of climate change and salinity intrusion. In this regard, this paper introduces different smart water management schemes that can be applicable to the VMD based on Internet of Things (IoT).

Keywords: IoT, smart management, trans-province hydraulic structure system, Vietnamese Mekong Delta

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây Liên hiệp quốc đã báo động về xu thế khí hậu ấm dần lên, hiện tượng tan băng ở 2 cực và sự dâng cao mực nước biển, dẫn đến gia tăng XNM tại các quốc gia nằm ven biển. Không ngoại lệ, xâm nhập mặn (XNM) ngày càng gia tăng tại các hệ thống sông lớn ở Việt Nam như sông MêKong, sông

Hồng - Thái Bình và sông Sài Gòn - Đồng Nai (SG-ĐN) do hiện tượng tự nhiên như nước biển dâng và con người như xây đập, khai thác cát dẫn đến lòng dẫn ngày càng bị hạ thấp, tạo điều kiện thông thoáng cho nước biển ngày càng xâm nhập sâu lên thượng lưu.

Là đồng bằng lớn thứ ba trên thế giới, Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là vựa lúa lớn

Ngày nhận bài: 19/8/2021

Ngày thông qua phản biện: 08/11/2021

Ngày duyệt đăng: 30/11/2021

nhất Việt Nam và góp phần quan trọng trong an ninh lương thực của thế giới. Những năm gần đây, diễn biến XNM ở ĐBSCL phức tạp, bất thường và có xu hướng đến sớm từ 1 đến 2 tháng so với trước đây [5] [1]. Tần suất XNM ở ĐBSCL cũng cao hơn trong những năm gần đây. Nếu như trước kia hạn hán và XNM diễn ra 6-7 năm một lần (ví dụ 1992, 1998, 2005), thì nay giảm xuống còn 4-5 năm một lần trong thời gian gần đây (ví dụ 2010, 2015, 2019) [4]. Hạn mặn năm 2016 được đánh giá là nặng nề nhất trong 100 năm qua, nhưng hạn mặn năm 2020 lại còn cao hơn cả năm 2016. Đây là điều rất bất thường. Có nhiều nguyên nhân dẫn đến sự gia tăng XNM ở ĐBSCL, bao gồm: biến đổi khí hậu và nước biển dâng [2], điều tiết dòng chảy phía thượng lưu (Mai và cộng sự, 2018; Bình và cộng sự 2020), hạ thấp đáy sông (Eslami và cộng sự, 2019), sụt lún [6] [7]. Do đó, định hướng phát triển của ĐBSCL giai đoạn 2012-2020 và định hướng đến 2050 do Thủ tướng Chính phủ ban hành đã đặt ra mục tiêu đến năm 2050 cần đảm bảo an toàn dân sinh, sản xuất, cơ sở hạ tầng cho khoảng 32 triệu dân và chủ động ứng phó với các tác động của biến đổi khí hậu (BĐKH) như nước biển dâng và XNM (Bộ Khoa học và Công nghệ, 2016). Đặc biệt khi nước biển được dự báo sẽ dâng cao đến 100cm vào năm 2100 (so với giai đoạn 1990-2000) thì XNM được dự báo là sẽ trầm trọng hơn và rất phức tạp.

Cùng với BĐKH và XNM, nhu cầu ngày càng tăng của sử dụng nước đô thị, công nghiệp, môi trường ngày càng hạn chế lượng nước có thể sử dụng cho sản xuất nông nghiệp. Cho dù có được những thành tích không thể phủ nhận trong thời gian qua trong việc đóng góp vào sản xuất lương thực, phát triển tưới tiêu tại ĐBSCL đang bị chậm lại do mất diện tích tưới tiêu vì ứng, nhiễm mặn, khai thác quá tải nước ngầm và sự phát triển của đô thị và đặc biệt là hiệu quả các quản lý khai thác (QLKT). Giải pháp duy nhất để đáp ứng nhu cầu lương thực ngày càng tăng trong bối cảnh tài nguyên đất và nước có hạn là

tăng hiệu quả sử dụng tài nguyên đất và nước thông qua các giải pháp nâng cao hiệu quả QLKT các công trình thủy lợi (CTTL).

Để giải quyết vấn đề đặt ra, có 3 hướng nghiên cứu chính đã được sử dụng, gồm:

- 1) Nghiên cứu các giải pháp công trình: nghiên cứu các giải pháp công trình nhằm ngăn mặn, giữ ngọt, điều tiết dòng chảy...
- 2) Nghiên cứu về thể chế, chính sách: phân cấp QLKT CTTL, khuyến khích đầu tư, quản lý, khai thác CTTL, tăng cường năng lực, hiệu quả hoạt động cho các tổ chức, cá nhân tham gia QLKT CTTL...
- 3) Nghiên cứu, ứng dụng công nghệ trong quản lý, điều hành hệ thống thủy lợi nhằm giúp các công ty khai thác CTTL có thể cấp nước đủ cho cây trồng cho quá trình sinh trưởng, đạt sản lượng cao, giảm chi phí vận hành, tránh lãng phí nước.

Trong những năm trước đây, các nhà khoa học và nhà quản lý tập trung nghiên cứu các giải pháp về công trình và thể chế, chính sách. Mặc dù các hướng nghiên cứu này đến nay đã mang lại những hiệu quả tốt và tiếp tục được nghiên cứu, phát triển nhưng cũng có mặt hạn chế. Giải pháp (1) yêu cầu chi phí lớn, đặc biệt là với các công trình đầu mối của HTTL liên tỉnh. Giải pháp (2) có tác động lâu dài, sâu, rộng, ảnh hưởng đến nhiều ngành, lĩnh vực và thành phần trong xã hội. Vì vậy giải pháp (2) thường phải được nghiên cứu kỹ, và mất nhiều thời gian để đánh giá được hiệu quả thực sự.

Hiện nay, hướng nghiên cứu mới đang tập trung vào ứng dụng công nghệ trong QLKT và vận hành CTTL. Giải pháp chủ yếu là đầu tư về phần cứng (các sensor, trạm quan trắc, thiết bị điều khiển) và phần mềm ứng dụng. Một số phần mềm đã được xây dựng và ứng dụng vào thực tiễn ở nhiều nơi trên cả nước. Trên thực tế, các loại công nghệ đã mang lại hiệu quả kinh tế to lớn, giảm tối đa chi phí quản lý vận hành hệ thống và tiết kiệm nguồn nước.

Bài báo này sẽ giới thiệu các giải pháp theo hướng nghiên cứu (3) để vận hành một cách thông minh các HTTL liên tỉnh tại vùng ĐBSCL.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Dữ liệu nghiên cứu

- Thực trạng các hệ thống thủy lợi liên tỉnh được tham khảo từ báo cáo dự án Xây dựng mô hình tổ chức quản lý, khai thác hệ thống thủy lợi Cái Lớn – Cái Bé do Trung tâm tư vấn PIM, Viện Kinh tế và Quản lý thủy lợi thực hiện);
- Số liệu và một số phân tích về tình trạng xâm nhập mặn tại vùng ĐBSCL được khai thác từ báo cáo tổng kết công tác chỉ đạo, điều hành phòng, chống hạn hán vùng ĐBSCL (2020) của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn;
- Số liệu về thiệt hại về nông nghiệp các tỉnh ven biển ĐBSCL đợt hạn mặn năm 2019 - 2020 do các tỉnh cung cấp, được tổng hợp tại báo cáo dự án Xây dựng mô hình tổ chức quản lý, khai thác hệ thống thủy lợi Cái Lớn - Cái Bé do Trung tâm tư vấn PIM, Viện Kinh tế và Quản lý thủy lợi thực hiện;
- Các tài liệu liên quan đến lĩnh vực nghiên cứu đã được công bố từ trước đó, do nhóm tác giả tổng hợp phân tích trên quan điểm của chính nhóm tác giả.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Bài báo phân tích tổng hợp số liệu và tài liệu nghiên cứu từ các đề tài, dự án có liên quan, từ đó chỉ ra những hạn chế trong việc vận hành các HTTL liên tỉnh ở ĐBSCL. Các HTTL liên tỉnh hiện nay được quản lý, vận hành một cách manh mún, nhỏ lẻ, chưa đảm bảo được tính đa mục tiêu như thiết kế. Điều này là do thiếu sự liên kết giữa các tỉnh, giữa các đối tượng dùng nước với nhau. Với các phân tích, tổng hợp chuyên sâu, bài báo nêu bật được các vấn đề, chỉ rõ những điểm còn thiếu sót, hạn chế trong cơ chế vận hành HTTL liên tỉnh hiện nay. Sau đó, bài báo phân tích, tổng hợp các giải pháp đã được

áp dụng thành công trên thế giới nhằm đánh giá khả năng ứng dụng vào điều kiện cụ thể ở những HTTL liên tỉnh điển hình ở ĐBSCL.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Các vấn đề tồn tại trong quản lý, vận hành CTTL liên tỉnh tại vùng ĐBSCL

Vùng ĐBSCL có vai trò đặc biệt quan trọng về những sản phẩm lúa gạo, trái cây, thủy hải sản. Đó là những thành công đối với những gì mà chúng ta đã đầu tư và cho thấy hướng đi đúng đắn đối với việc khai thác đồng bằng sông Cửu Long. Tuy nhiên, trong bối cảnh mới, bối cảnh về nước biển dâng, BĐKH đang thách thức cả thế giới, việc nghiên cứu và tận dụng những mặt lợi của tự nhiên, sống chung nhưng không lệ thuộc vào điều kiện tự nhiên đang dần trở nên quan trọng hơn bao giờ hết. Hiện nay ảnh hưởng của BĐKH ngày càng rõ rệt và gay gắt, tình hình hạn hán, XNM ngày càng lấn sâu vào nội đồng làm thiếu nguồn nước tưới ảnh hưởng trực tiếp đến đời sống của người dân; tác động nhiều đến sản xuất nông nghiệp và sinh kế của các tỉnh Đồng bằng sông Cửu Long. Điển hình là tình hình XNM các năm 2005, 2016 và 2019 đi sâu vào nội đồng gây thiệt hại lớn cho sản xuất nông nghiệp, dân sinh và các hoạt động kinh tế khác (Bảng). Nghiên cứu của [4] cũng cho thấy ranh XNM 4g/1 đang dịch chuyển nhanh và ngày càng sâu vào trong nội địa của đồng bằng. Phân tích số liệu mặn từ 2007 đến 2017 tại trạm Sơn Đốc và Hương Mỹ cho thấy rằng, mặn tăng với tốc độ 0.2-0.5 PSU/năm. Mặc dù mặn năm 2015-2016 được đánh giá là trầm trọng nhất trong 90 năm qua [8], mặn năm 2019-2020 thậm chí còn nghiêm trọng hơn [4]. Bảng 1 cho thấy rằng, ngoại trừ sông Vàm Cỏ Đông, mặn năm 2019-2020 ở tất cả các nhánh sông đều tăng so với năm 2015-2016, cao nhất là tăng thêm 9 km trên sông Vàm Cỏ Tây. Xu hướng mặn không những tăng về nồng độ mà còn rút ngắn về thời gian xuất hiện mặn cực hạn. Nếu như trước đây, tần suất mặn cực hạn là 6-7 năm (ví dụ năm 1992, 1998, 2005) thì hiện nay rút

ngắn lại còn khoảng 4 năm (ví dụ 2016, 2020) [4].

Bảng 1: Chiều sâu XNM lớn nhất tại các cửa sông vùng ĐBSCL (km)

TT	Cửa sông	2019-2020	2015-2016	Trung bình nhiều năm
1	Vàm Cỏ Đông	94	115	75
2	Vàm Cỏ Tây	135	126	78
3	Cửa Tiểu	57	50	38
4	Cửa Đại	57	52	40
5	Hàm Luông	78	73	43
6	Cổ Chiên	68	65	44
7	Hậu	65	60	41
8	Cái Lớn	62	68	53

Nguồn: Báo cáo tổng kết công tác chỉ đạo, điều hành phòng, chống hạn hán vùng ĐBSCL, 2020

Mặc dù các địa phương đã có phương án chuẩn bị đối phó, XNM năm 2019 - 2020 cũng đã gây thiệt hại đáng kể cho các tỉnh ven biển ĐBSCL, trong đó thiệt hại lớn nhất là các tỉnh Bến Tre, Trà Vinh và Cà Mau. Tổng thiệt hại nông nghiệp các tỉnh ven biển vùng ĐBSCL

được tổng hợp như Bảng 2. Tuy nhiên cần lưu ý rằng, do công tác dự báo XNM năm 2019 - 2020 tốt nên mặc dù mặn xâm nhập nghiêm trọng hơn năm 2015 - 2016 nhưng thiệt hại đối với nền kinh tế và người dân lại thấp hơn.

Bảng 2: Tổng hợp thiệt hại nông nghiệp các tỉnh ven biển đợt hạn mặn năm 2019 - 2020

TT	Tỉnh	Tổng diện tích thiệt hại (ha)	Trong đó (ha)			
			Lúa	Cây ăn trái	Rau màu	Thủy sản
1	Long An	2.746,2	2.738,6	7,7	0,0	0,0
2	Tiền Giang	11.675,3	8.567,9	2.297,1	810,3	0,0
3	Bến Tre	42.705,0	5.401,0	35.246,0	168,0	1.890,0
4	Trà Vinh	20.831,9	20.484,9	271,0	76,0	0,0
5	Sóc Trăng	4.126,0	4.099,0	4,0	23,0	0,0
6	Bạc Liêu	6.455,3	252,3	0,0	0,0	6.203,0
8	Kiên Giang	8.547,6	1.598,0	0,0	0,0	6.949,6
7	Cà Mau	20.546,8	20.495,1	0,0	51,8	0,0
	TỔNG CỘNG	117.634,1	63.636,7	37.825,7	1.129,1	15.042,6

Nguồn: Báo cáo dự án Xây dựng mô hình tổ chức quản lý, khai thác hệ thống thủy lợi Cái Lớn - Cái Bé

Hiện nay, vùng ĐBSCL đã hình thành 6 hệ thống CTTL có quy mô liên tỉnh (HTTL liên tỉnh) phục vụ đa mục tiêu cho các nhu cầu dùng nước khác nhau (nông nghiệp, thủy sản, du lịch, môi trường, phòng chống thiên tai, ứng ngập, XNM...), bao gồm hệ thống CTTL: Vùng Đồng Tháp Mười, Tứ Giác Long Xuyên, Ô Môn – Xà No, Quản Lộ - Phụng Hiệp, Nam Măng Thít, Bảo Định, trong đó có 4 hệ thống được đầu tư khép kín (Quản Lộ-Phụng Hiệp, Ô Môn – Xà

No, Nam Măng Thít, Bảo Định) và 2 hệ thống tiếp tục đầu tư hoàn thiện (Tứ Giác Long Xuyên, Đồng Tháp Mười). Hiện có thêm 01 hệ thống (Cái Lớn – Cái Bé) đang được hình thành.

Đặc thù của hệ thống thủy lợi của vùng ĐBSCL là có tính mở, liên thông và nằm xen lẫn trong các hệ thống kênh rạch tự nhiên, một số vùng, tiểu vùng được đầu tư xây dựng hoàn chỉnh, khép kín để chủ động điều tiết nguồn nước cả về lượng và chất lượng nước (*ngọt, mặn, lợ*)

phục vụ sản xuất nông nghiệp, chuyển đổi cơ cấu cây trồng và phát triển kinh tế trong bối cảnh BĐKH và XNM.

Mặc dù các hệ thống thủy lợi đều có quy trình vận hành, tuy nhiên, việc phối hợp điều tiết phân phối nước chưa giải quyết được yêu cầu thực tế, có sự mâu thuẫn nhu cầu sử dụng nước đặc biệt vào mùa khô ở các địa phương đầu nguồn và cuối nguồn. Do các hệ thống thủy lợi có tính liên thông cao, ở vùng canh tác theo hệ sinh thái ngọt một số kênh trục chính đã bị nhiễm XNM, nhiễm phèn thường xuyên, trong khi đó một số khu vực không có nguồn tiếp ngọt làm cho nhiều diện tích rau màu bị ảnh hưởng nghiêm trọng. Tình hình tranh chấp ngày càng gay gắt trong việc vận hành các công trình đầu mối nhằm phục vụ kiểm soát mặn phục vụ trồng lúa và nuôi trồng thủy sản, do các địa phương có mô hình sản xuất, cơ cấu mùa vụ không đồng nhất.

Tại hệ thống Nam Măng Thít, công tác quản lý, vận hành công trình do 2 tỉnh Vĩnh Long và Trà Vinh cùng thực hiện [9]. Công trình trên địa phận tỉnh nào do tỉnh đó quản lý. Do các tỉnh có nhu cầu khác nhau, nên khi vận hành cống Vũng Liêm đã nảy sinh mâu thuẫn về cấp nước ngọt giữa tỉnh Trà Vinh và Vĩnh Long. Ngoài chức năng cấp nước thì công trình cống Vũng Liêm cũng có ý nghĩa quan trọng đối với giao thông thủy của tỉnh Vĩnh Long. Điều đó dẫn tới ngoại trừ những giai đoạn độ mặn $>1\text{‰}$ phải đóng cống thì các giai đoạn còn lại cống để mở để phục vụ giao thông thủy, dẫn đến vùng ven biển của tỉnh Trà Vinh không lấy được nước ngọt do nước chảy theo kênh Sài Đồn ra cống Vũng Liêm. Trong khi đó, công tác phối hợp về quản lý, vận hành CTTL giữa 2 tỉnh còn rất hạn chế (chủ yếu là trao đổi thông tin qua điện thoại, mạng xã hội), thiếu cơ chế pháp lý.

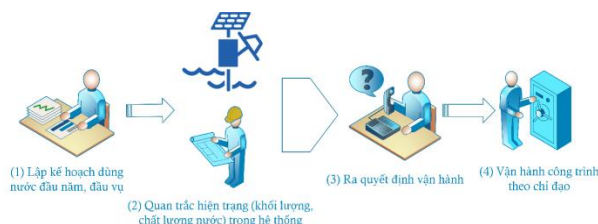
Tương tự, hệ thống Quản Lộ-Phụng Hiệp có tính liên thông cao, do các tỉnh Bạc Liêu, Sóc Trăng và Cà Mau quản lý [10]. Việc vận hành các công trình đầu mối trong mùa khô phát sinh các vấn đề bất cập về nhu cầu cấp

nước ngọt và ngăn mặn giữa tỉnh Bạc Liêu và Sóc Trăng. Khi mở cống, nước mặn sẽ xâm nhập lên vùng ngọt hóa sản xuất lúa 3 vụ của tỉnh Sóc Trăng, hay khi đóng cống để kiểm soát mặn nhưng sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến nguồn cung cấp nước ngọt để pha loãng, giảm nồng độ mặn phục vụ nuôi trồng thủy sản nước lợ. Cụ thể, năm 2019 độ mặn trên các tuyến kênh xã Phước Long, Vĩnh Phú Tây, thị trấn Phước Long đã lên đến 35‰, thậm chí một số nơi độ mặn đã lên tới 40‰ trong khi ngưỡng chịu mặn thích hợp cho nuôi tôm chỉ dao động 10-25‰ dẫn đến tôm chết khá nhiều trên địa bàn huyện].

Từ đó có thể thấy nhiệm vụ quản lý và vận hành các hệ thống CTTL liên tỉnh là rất quan trọng. Công trình thủy lợi cần phải vận hành phục vụ cho đa mục tiêu, nhiều ngành nghề và đối tượng kinh tế khác nhau đồng thời thông tin phải đúng, đủ, chính xác và kịp thời. Vận hành các CTTL theo các quy trình vận hành như hiện nay đáp ứng được phần nào nhu cầu dùng nước khác nhau (nông nghiệp, thủy sản, môi trường) trong điều kiện thiếu nguồn nước ngọt, XNM hiện nay, tuy nhiên quy trình vận hành chủ yếu được xây dựng dựa trên cơ sở xác định một tần suất nhất định của các yếu tố khí hậu, nguồn nước, hay độ mặn nên không xử lý được đúng, đủ, chính xác và kịp thời trước sự tác động của BĐKH.

Ở khía cạnh kỹ thuật vận hành, đa số các công trình này được quản lý bằng cách thủ công, trình độ ứng dụng khoa học công nghệ còn thấp. Việc đổi mới, áp dụng tiến bộ khoa học kỹ thuật trong công tác quản lý, vận hành CTTL còn chậm. Trong hệ thống có nhiều loại cửa van khác nhau, các thiết bị đóng mở với nhiều chủng loại đóng mở bằng thủ công; có động cơ điện; số ít đóng mở bằng xi lanh thủy lực), vì vậy hiện đại hóa công tác vận hành là rất khó khăn. Thực tế vận hành công trình chủ yếu phụ thuộc vào kinh nghiệm, thiếu các công cụ quan trắc, cảnh báo, điều khiển từ xa để vận hành công trình một cách có hệ thống từ đầu mối đến mặt ruộng và giữa các hệ thống với nhau. Đôi

khi các đơn vị quản lý phải cử cán bộ kỹ thuật đến khảo sát tại công trình để ra quyết định vận hành. Đây là trở ngại ngành đang gặp phải cần nghiên cứu chuyển đổi khắc phục. Hình dưới đây miêu tả quy trình để vận hành một công trình thủy lợi hiện nay.



Hình 1: Quy trình để vận hành một CTTL hiện nay

Tóm lại, công tác thủy lợi của ĐBSCL đang ở giai đoạn “chưa thông minh”. Vì vậy, để vận hành CTTL đáp ứng kịp thời nhu cầu sản xuất và dân sinh, cần thiết phải thay đổi phương thức quản lý, vận hành công trình, quản lý vận hành hệ thống theo hướng “thông minh” hơn, đáp ứng được các tiêu chí công bằng, linh hoạt và chính xác. Trong đó, giải pháp đặt ra là phải kết hợp nhiều loại công nghệ một cách đồng bộ, khoa học, tập trung vào giải quyết bài toán sử dụng nước tối ưu, giám sát, điều khiển các công trình, thiết bị (trạm bơm, cống...) từ xa, giám sát toàn bộ khu vực canh tác (khí hậu, nước đến nước đi) để hỗ trợ ra quyết định vận hành công trình từ xa.

Theo đó, cần có một công cụ thỏa mãn được đồng thời 3 yếu tố: (i) Dự báo, đề xuất kịch bản vận hành công trình thông qua mô phỏng thủy lực; (ii) Phân phối nước tối ưu đáp ứng yêu cầu dùng nước đa mục tiêu, ứng phó BĐKH và (iii) Giám sát, điều khiển từ xa thông qua Internet.

3.2. Giải pháp vận hành thông minh hệ thống thủy lợi liên tỉnh thích ứng BĐKH, XNM

Các nghiên cứu, ứng dụng đã thực hiện chủ yếu tập trung vào việc xây dựng CSDL và kết nối hệ thống giám sát, điều khiển từ xa, để hỗ trợ vận hành CTTL theo quy trình đã lập sẵn (đóng/mở công trình đầu mối trên cơ sở so sánh mực nước, độ mặn tại đầu mối và trong nội đồng). Các kết quả nghiên cứu đã giải quyết được nhiều vấn đề về công nghệ, thiết bị như:

mô phỏng thủy lực, thiết bị điều khiển, giám sát từ xa. Tuy nhiên, các kết quả nghiên cứu trước đó vẫn chưa đủ để giải quyết hoàn toàn bài toán đặt ra cho vùng ĐBSCL như đã chỉ rõ ở trên. Một số nghiên cứu đã đạt kết quả gần với mục tiêu của đề tài này, tuy nhiên mới chỉ đáp ứng được 1 hoặc 2 yếu tố.

Những tồn tại chính của các kết quả nghiên cứu đã thực hiện trong quản lý điều hành hệ thống tưới hiện nay là:

- Các phần mềm chỉ giải quyết được các vấn đề riêng lẻ, chưa tích hợp để giải quyết tổng hợp các vấn đề trong công tác quản lý điều hành hệ thống tưới, đặc biệt là đối với ĐBSCL (giảm nhân công vận hành, giảm tác động của BĐKH, đặc biệt là XNM, phân phối nước tối ưu, điều hòa lợi ích và giải quyết mâu thuẫn giữa các địa phương về nhu cầu sử dụng nguồn nước...).

- + Các giải pháp quan trắc chỉ có giá trị thực tiễn khi lắp đặt đầy đủ hệ thống trạm đo tại trải khắp hệ thống. Trong trường hợp phân phối nước cần trạm quan trắc tại tất cả các công trình đầu mối, cống điều tiết, cống lấy nước vào các kênh nhánh. Điều này đồng nghĩa với chi phí thiết bị là rất lớn.

- + Các giải pháp mô hình được xây dựng đơn lẻ, theo kịch bản cho trước chỉ phù hợp trong việc lập quy hoạch, kế hoạch trong dài hạn, khó áp dụng trong vận hành công trình.

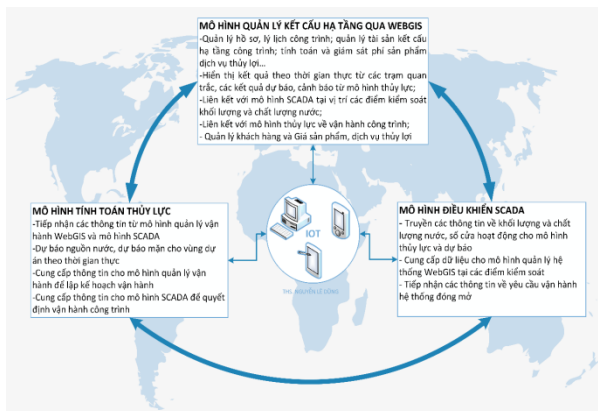
- + Giải pháp vận hành, giám sát từ xa có thể áp dụng cho từng công trình cụ thể, nhưng khó áp dụng cho vận hành cả hệ thống và phân phối nước cho nhiều đối tượng dùng nước.

- Chưa kết hợp được bài toán phân phối nước tối ưu với các công nghệ mô phỏng thủy lực, điều khiển từ xa để vận hành thông minh hệ thống thủy lợi đáp ứng yêu cầu sử dụng nước đa mục tiêu, ứng phó với BĐKH.

- Các giải pháp chỉ quan tâm đến đối tượng sử dụng là các cơ quan, tổ chức QLKT CTTL, mà chưa tạo được kết nối với toàn bộ các cá nhân,

tổ chức liên quan đến hệ thống thủy lợi từ đầu mỗi tới mặt ruộng, như tổ chức thủy lợi cơ sở, nông dân... Trên thực tế, hệ thống thủy lợi chỉ thực sự đạt hiệu quả khi đưa được nước tới mặt ruộng một cách chính xác, kịp thời và linh hoạt. Để đưa nước tới mặt ruộng, không chỉ cần việc phân phối nước ở đầu mối (do công ty TNHH MTV KTCTTL quản lý) mà còn cần sự phối hợp của các tổ chức thủy lợi cơ sở và nông dân. Các hệ thống cần có cách tiếp cận, giải pháp phù hợp với nhiều đối tượng trên HTTL, với những đặc thù khác nhau về trình độ chuyên môn kỹ thuật, tiềm lực kinh tế, nhận thức, mối quan tâm chính. Điều này các kết quả nghiên cứu trước đây chưa làm được.

Khu vực ĐBSCL có đặc điểm đồng ruộng và canh tác rất khác so với các vùng khác của cả nước. Tại đây, các CTTL chủ yếu là tưới tiêu kết hợp, biện pháp tưới nội đồng chủ yếu là tưới tràn, diện tích thửa ruộng rộng lớn. Mặt khác, nhiều khu vực bị nhiễm mặn và ảnh hưởng bởi thủy triều làm cho chế độ thủy lực trong hệ thống rất khác. Dẫn đến việc điều hành hệ thống tưới tiêu một cách hợp lý là rất phức tạp.



Hình 2: Ý tưởng trung tâm của giải pháp

Nhóm tác giả đề xuất một giải pháp với sơ đồ tổng thể như Hình dưới đây. Theo đó, Hệ thống sẽ được xây dựng bao gồm 3 mô hình chính được liên kết với nhau bởi IoT:

- **Mô hình thủy lực:** Để sử dụng cho việc mô phỏng dòng chảy trong mạng lưới kênh rạch. Các modul thủy động lực (HD) và chất lượng nước (AD) sẽ được sử dụng để mô phỏng các

kịch bản để dự báo mặn, chế độ thủy lực trong ngắn, trung và dài hạn. Các kịch bản bao gồm ảnh hưởng của BĐKH, nước biển dâng, thay đổi cơ cấu sử dụng đất, thay đổi địa hình, địa mạo lòng sông, thay đổi nhu cầu nước và thay đổi điều tiết dòng chảy của các công trình đầu mối. Kết quả mô phỏng nhằm cung cấp cơ sở khoa học cho đề xuất lắp đặt mới các trạm đo phục vụ điều hành hệ thống và hỗ trợ vận hành khi hệ thống đi vào hoạt động.

Mô hình thủy lực được ứng dụng với kỳ vọng làm giảm số lượng trạm quan trắc phải lắp đặt trên hệ thống. Với sự kết hợp giữa mô hình thủy lực và hệ thống SCADA, chỉ cần lắp đặt một số trạm quan trắc tại các vị trí nút quan trọng. Hầu hết vị trí khác trên hệ thống sẽ được xác định chế độ thủy lực và chất lượng nước thông qua mô phỏng thủy lực với độ chính xác cao và liên tục.

- **Mô hình quản lý kết cấu hạ tầng thủy lợi qua hệ thống GIS trực tuyến (WebGIS):** Hệ thống tin GIS là một Atlas chuyên đề, được lập ra nhằm phục vụ cho công tác quản lý và khai thác các công trình thủy lợi và thiết bị đo đạc, giám sát trong khu vực. Đây là công cụ hỗ trợ trong việc tìm kiếm, hiển thị, in ấn, cập nhật các thông tin liên quan đến các thông tin về mực nước kênh, mưa, chất lượng nước, mức độ mặn, hiện trạng sản xuất... một cách rất nhanh chóng, dễ dàng và chính xác. Ngoài ra nó còn có thể liên kết với các mô hình khác như mô hình thủy lực, mô hình SCADA để thể hiện các thông tin trực tuyến trên không gian, giúp cho nhà quản lý xác định được vị trí và chất lượng nước, chế độ thủy lực trong hệ thống một cách nhanh chóng. Atlas này được xây dựng trên nền tảng phần mềm hệ thống tin địa lý (GIS) ArcGIS chạy trên nền Windows 10 của hãng ERSI (Mỹ), phần mềm QGIS mã nguồn mở. Hệ thống GIS sau khi xây dựng sẽ được tải lên Internet để chia sẻ với người dùng thông qua công nghệ WebGIS, tạo ra mối liên kết phi vật lý, phi không gian cho tất cả các đối tượng (người dùng) trong HTTL.

Trong các hệ thống WebGIS, kiến trúc được chấp nhận nhiều nhất là kiến trúc 3 lớp (three-tier) client-server điển hình mà trong đó nhiệm vụ xử lý địa lý được phân về server side và client side. Một client điển hình là một trình duyệt Web. Server side bao gồm một Web Server, phần mềm WebGIS và cơ sở dữ liệu.

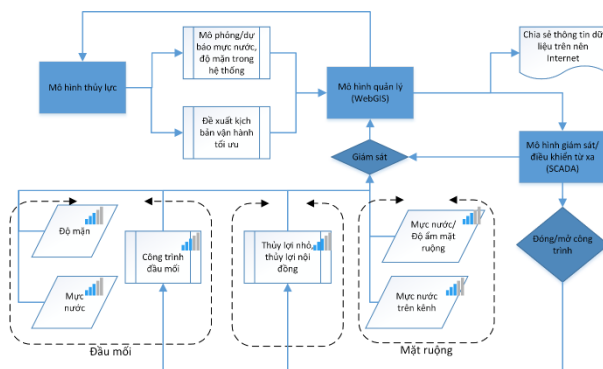
Ngoài ra, các module tính toán nhu cầu nước, lập kế hoạch phân phối nước sẽ được tích hợp vào WebGIS để thực hiện tác vụ quản lý vận hành hệ thống.

- **Mô hình SCADA:** Hệ thống SCADA bao gồm việc thu thập thông tin, chuyển thông tin về trung tâm để thực hiện các phân tích và điều khiển từ xa công trình. Hệ thống SCADA sẽ được kết nối với mô hình WebGIS để lưu trữ và hiển thị tình trạng vận hành của các công trình thông qua Internet. Thông qua việc kết nối với các mô hình khác bằng IoT, sẽ giải quyết được hạn chế của hệ thống SCADA là

+ Khó làm việc với nhiều định dạng và loại thiết bị với công nghệ khác nhau, từ đó mở rộng được quy mô kiểm soát và nâng cao độ linh hoạt;

+ Thực tế, SCADA chỉ quan tâm đến việc kiểm soát (tức là chỉ thu thập và truyền tải dữ liệu một cách cơ học), do vậy thường gặp khó khăn với việc phân tích và hỗ trợ ra quyết định; hạn chế này đã làm cho SCADA khó áp dụng cho việc tự động hóa vận hành

Với giải pháp đề xuất, 3/4 bước của quy trình vận hành một CTTL (bước 1, bước 2 và bước 4 - Hình) sẽ được tự động hóa theo mô hình M2M (Machine to Machine) - tức là máy móc sẽ giao tiếp với nhau, loại bỏ yếu tố con người. Theo đó, sơ đồ giải thuật của giải pháp được thể hiện như sau (Hình 3):



Hình 3: Sơ đồ giải thuật của giải pháp

Giải pháp được đề xuất sẽ giải quyết được các vấn đề tổng thể trong công tác quản lý, điều hành HTTL, đặc biệt là các HTTL liên tỉnh, bao gồm: Quản lý hệ thống công trình, diện tích tưới dựa trên công nghệ WebGIS, tính toán nhu cầu tưới, lập kế hoạch tưới, hỗ trợ điều hành hệ thống tưới theo thời gian thực, điều khiển vận hành hệ thống tưới từ xa. Theo đó, các kết quả kỳ vọng khi ứng dụng giải pháp sẽ bao gồm:

- Sử dụng chính xác, hiệu quả, tiết kiệm tài nguyên nước;
- Góp phần tăng năng suất và giảm phát thải khí nhà kính nhất là với canh tác lúa nước do tưới tiêu chính xác;
- Tiết kiệm năng lượng vận hành công trình thủy lợi (điện, dầu vận hành trạm bơm);
- Phát hiện sự cố để có phương án xử lý kịp thời; tiết kiệm nhân công vận hành CTTL thông qua việc giám sát, điều khiển từ xa.

3.3. Giải pháp nâng cấp, chuyển đổi công trình đáp ứng yêu cầu điều khiển thông minh

Theo đó, để đáp ứng được yêu cầu kết nối và vận hành từ xa, các công trình phải cần đảm bảo các yếu tố sau:

- Yếu tố về năng lượng: các công trình đầu mối cần được chạy bằng điện (trạm bơm điện, cửa cống có thiết bị đóng mở điện...). Trường hợp đã có điện lưới thì sử dụng ngay điện lưới để đảm bảo tính ổn định, tại các công trình chưa có điện lưới có thể sử dụng năng lượng mặt trời (gồm tấm pin, bộ lưu điện và thiết bị điều khiển

nguồn)

- Yếu tố điều khiển: tại các công trình cần lắp đặt thiết bị điều khiển như PLC, M874-3, S612...

- Yếu tố giám sát: Lắp đặt các sensor quan trắc mực nước, độ mặn tại các nút quan trọng trên hệ thống, lắp đặt camera giám sát tại công trình...

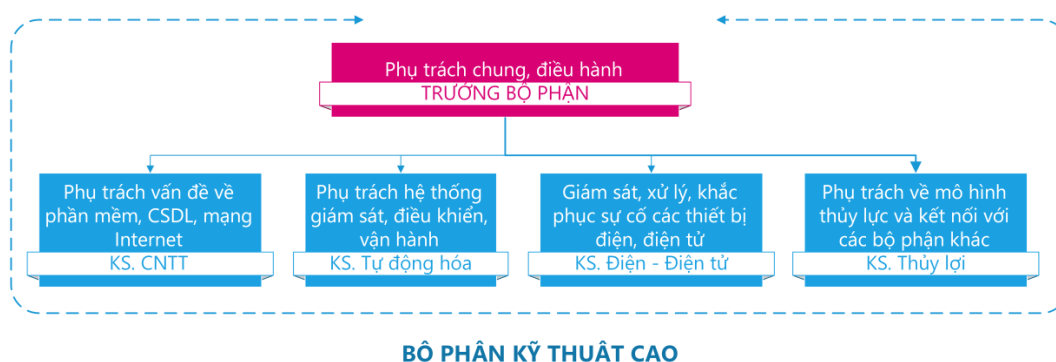
- Yếu tố kết nối: tại vị trí công trình cần có kết nối Internet qua 3G/4G hoặc mạng lan để đảm bảo tín hiệu thông suốt, liên tục

3.4. Giải pháp về tổ chức quản lý đáp ứng yêu cầu điều khiển thông minh HTTL liên tỉnh

Để vận hành một HTTL liên tỉnh, trước tiên cần thành lập một tổ chức để quản lý HTTL liên tỉnh đó. Hiện nay, các HTTL liên tỉnh đang được quản lý theo địa giới hành chính (tỉnh nào quản lý công trình trên địa phận tỉnh đó). Mặc dù các địa phương vẫn có sự phối hợp nhất định, tuy

nhưng hiệu quả không cao và gây ra nhiều mâu thuẫn như đã phân tích ở trên. Tổ chức được thành lập có thể là một đơn vị hoàn toàn mới, hoặc thành lập trên cơ sở củng cố, sát nhập với các tổ chức hiện có. Tuy nhiên, vấn đề trọng tâm là tổ chức quản lý phải trực thuộc Bộ NN&PTNT để đảm bảo tính thống nhất và liên vùng của HTTL liên tỉnh khi vận hành. Điều này hoàn toàn phù hợp với quy định của Luật Thủy lợi [3].

Tiếp đó, trong tổ chức quản lý khai thác cần thành lập bộ phận kỹ thuật cao, có đủ năng lực sử dụng thiết bị, công nghệ để vận hành hệ thống. Bên cạnh cơ sở hạ tầng thiết yếu (như phòng làm việc, hệ thống máy chủ, thiết bị điều khiển trung tâm, các thiết bị theo dõi, giám sát...), Bộ phận kỹ thuật cao sẽ cần bộ máy nhân sự có đủ các thành phần như Hình 4 dưới đây.



Hình 4: Bộ máy nhân sự của Bộ phận kỹ thuật cao

4. KẾT LUẬN

Hiện đại hóa quản lý, vận hành các công trình thủy lợi đang là vấn đề được quan tâm hiện nay. Giải pháp đề xuất sẽ giải quyết được các vấn đề tổng thể trong công tác quản lý, điều hành hệ thống tưới, đặc biệt là các HTTL liên tỉnh. Giải pháp đề xuất trong nghiên cứu này là một giải pháp tiềm năng, có tính ứng dụng cao trong thực tiễn. Đây sẽ là cơ sở khoa học tiền đề cho việc nghiên cứu ứng dụng vận hành các HTTL liên tỉnh tại vùng ĐBSCL.

Tuy nhiên, trong khuôn khổ nghiên cứu này chỉ dừng lại ở mức độ lý luận, vì thế một số vấn đề chưa được đề cập đến:

- Vấn đề dữ liệu lớn: khi áp dụng cho một hệ thống có quy mô liên tỉnh, rất nhiều số liệu và ở các định dạng khác nhau sẽ được truyền tải, lưu trữ và xử lý ở trung tâm. Đây sẽ là một khối lượng dữ liệu vô cùng lớn. Vì vậy, cần phải kết hợp ứng dụng công nghệ Bigdata trong trường hợp này để hỗ trợ xử lý dữ liệu.

- Giải pháp mới giải quyết vấn đề tự động hóa của 3/4 khâu trong công tác vận hành một HTTL

(Hình). Để hoàn toàn tự động hóa, cần nghiên cứu kết hợp công nghệ trí tuệ nhân tạo (AI) để giải quyết được bài toán ra quyết định vận hành một cách thông minh, chính xác. Khi đó, con người chỉ đóng vai trò giám sát, bảo vệ tài sản, sửa chữa bảo dưỡng và xử lý sự cố (nếu có).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Binh, D.V., Kantoush, S.A., Saber, M., Mai, N.P., Maskey, S., Phong, D.T., & Sumi, T. (2020a). Long-term alterations of flow regimes of the Mekong River and adaption strategies for the Vietnamese Mekong Delta. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 32, 100742.
- [2] Eslami, S., Hoekstra, P., Trung, N.N., Kantoush, S.A., Binh, D.V., Dung, D.D., Quang, T.T., & Vegt, M.V.D. (2019). Tidal amplification and salt intrusion in the Mekong Delta driven by anthropogenic sediment starvation. *Scientific Reports*, 9, 18746.
- [3] Luật Thủy lợi số 08/2017/QH14 ngày 19/6/2017;
- [4] Loc, H.H, Binh, D.V, Edward P., Sangam S., Dung T.D., Son V.H., Truc N.H.T, Mai N.P., Chris S., Intensifying saline water intrusion and drought in the Mekong Delta: From physical evidence to policy outlooks, *Science of the Total Environment*, 757, 143919, 2021.
- [5] Mai, N.P., Kantoush, S., Sumi, T., Thang, T.D., Trung, L.V., & Binh, D.V. (2018). Assessing and adapting the impacts of dams operation and sea level rising on saltwater intrusion into the Vietnamese Mekong Delta. *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Series B1 (Hydraulic Engineering)*, 74, pp. 373–378.
- [6] Minderhoud, P.S.J., Erkens, G., Pham, V.H., Bui, V.T., Erban, L., Kooi, H., Stouthamer, E. (2017). Impacts of 25 years of groundwater extraction on subsidence in the Mekong delta, Vietnam. *Environmental Research Letters*, 12, 064006.
- [7] Minderhoud, P.S.J., Coumou, L., Erban, L.E., Middelkoop, H., Stouthamer, E., Addink, E.A. (2018). The relation between land use and subsidence in the Vietnamese Mekong delta. *Science of the Total Environment*, 634, 715-726.
- [8] Kantoush, S., Binh, D.V., Sumi, T., Trung, L.V., 2017. Impact of upstream hydropower dams and climate change on hydrodynamics of Vietnamese Mekong Delta. *Journal of Japan Society of Civil Engineers. Ser. B1 (Hydraulic Engineering)* 73, 109–114.
- [9] Quyết định số 829/QĐ-BNN-TCTL ngày 04/3/2021 của Bộ Nông nghiệp và PTNT về ban hành Quy trình vận hành hệ thống công trình thủy lợi Nam Măng Thít.
- [10] Quyết định số 1332/QĐ-BNN-TCTL ngày 31/3/2021 của Bộ Nông nghiệp và PTNT về Quy trình vận hành hệ thống thủy lợi Quản Lộ - Phụng Hiệp.
- [11] Trung tâm tư vấn Quản lý Thủy Nông có sự tham gia của người dân, Viện Kinh tế và Quản lý Thủy lợi (2021) Báo cáo dự án Xây dựng mô hình tổ chức quản lý, khai thác hệ thống thủy lợi Cái Lớn – Cái Bé.