

NGHIÊN CỨU CHÍNH SÁCH HỒ CHỨA THỦY ĐIỆN NHẪM GIẢM THIỂU TÌNH TRẠNG THIẾU NƯỚC LƯU VỰC SÔNG BÉ

Nguyễn Thị Thùy Linh^{1,2}, Frederick N.-F. Chou²

Tóm tắt: *Việc quản lý các nguồn nước của lưu vực sông Bé nằm thuộc lưu vực sông Đồng Nai cho đến nay chủ yếu chú trọng vào nhiệm vụ thủy điện. Tuy nhiên, khi nhu cầu nước sinh hoạt, công nghiệp và nông nghiệp ngày càng tăng, cần thiết và cấp bách có các chính sách quản lý nước toàn diện để khả năng đáp ứng vấn đề gia tăng lượng nước yêu cầu này. Do đó, nhiệm vụ chính của nghiên cứu này là đề xuất chính sách hiệu quả hơn để tăng lượng điện tạo ra cũng như giảm thiểu tình trạng thiếu nước ở khu vực nghiên cứu. Mô hình GWASIM (Chou and Wu, 2010), dựa trên Network Flow Programming được áp dụng trong nghiên cứu này, để mô phỏng năng lượng thủy điện và việc phân bổ tài nguyên nước. Các chính sách quy định về điều hành hồ chứa thủy điện được đánh giá và so sánh trong nghiên cứu này. Khi nhu cầu nước sinh hoạt và công nghiệp được ưu tiên cung cấp trước và phát điện có ưu tiên đứng thứ hai, kết quả cho thấy chỉ số thiếu hụt nước của tất cả khu tưới giảm mạnh. Chính sách vận hành các liên hồ chứa cải tiến này có thể cải thiện hiệu quả sản xuất năng lượng từ thủy điện cũng như tăng khả năng cung cấp nước phục vụ nước sinh hoạt cũng như nông nghiệp.*

Từ khóa: Hồ chứa, cấp nước, hệ thống hồ bậc thang, mô phỏng

1. GIỚI THIỆU

Nước là một trong những tài nguyên quan trọng nhất và không thể thay thế để duy trì sự sống. Tuy nhiên, áp lực liên quan đến bùng nổ dân số quá mức, đô thị hóa và công nghiệp hóa có tác động nghiêm trọng đến tài nguyên nước. Ở Việt Nam, hạn hán là một trong những thảm họa tự nhiên thường xuyên nhất và đã trở nên nghiêm trọng hơn do tác động của biến đổi khí hậu. Tình trạng cấp bách này đòi hỏi sự chú ý của quốc gia đối với các giải pháp phù hợp để bảo vệ và phát triển bền vững nguồn nước. Lưu vực sông Đồng Nai là một trong những lưu vực sông lớn của Việt Nam và cũng là trung tâm kinh tế của đất nước ở phía Nam, Việt Nam. Lưu vực sông này đứng thứ hai về tiềm năng thủy điện. Năm 2018, tổng công suất thủy điện lắp đặt đạt 1.608 MW (VQH TLMN 2018). Sông Bé, một trong những chi lưu lớn của lưu vực sông Đồng Nai, bao gồm bốn hồ chứa là Thác Mơ, Cần Đơn, Srok Phu Mieng và Phước

Hòa như trong bản đồ (Hình 1). Lưu vực sông Bé có tiềm năng thủy điện với ba nhà máy thủy điện ở thượng lưu. Hơn nữa, lưu vực này là một nguồn nước quan trọng cung cấp nước cho sinh hoạt, nông nghiệp và công nghiệp không chỉ ở lưu vực sông Bé mà cả lưu vực sông Sài Gòn. Các xung đột mục tiêu của hồ chứa dẫn đến những thách thức đáng kể vì vậy cần có giải pháp toàn diện cho lưu vực sông này. Hơn nữa, nhu cầu nước ngày càng tăng đối với sinh hoạt, công nghiệp và nông nghiệp, như một thách thức của lưu vực. Mặc dù sản xuất thủy điện đã được coi là lợi ích chính của các hồ chứa thượng nguồn kể từ khi bắt đầu hoạt động, các hồ chứa thác trong lưu vực sông Bé vẫn được mong chờ sẽ làm giảm mức độ nghiêm trọng của tình trạng thiếu nước trong tình trạng hiện nay. Để cải thiện tình hình hiện tại, cần có các nghiên cứu về chính sách nghiên cứu toàn diện về các chính sách quản lý nước tích hợp về sản xuất thủy điện, cung cấp nước sinh hoạt-công nghiệp và nông nghiệp của hệ thống hiện tại là cần thiết để thích ứng với nhu cầu nước ngày càng tăng và thời tiết khắc nghiệt.

¹ Đại học Thủy lợi, 175 Tây Sơn, Đống Đa, Hà Nội, Việt Nam

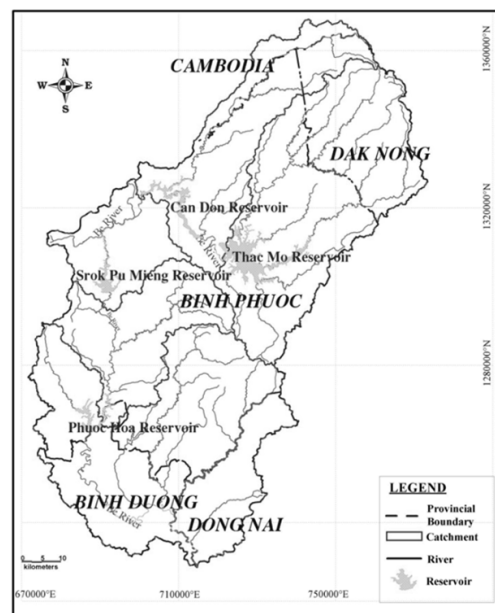
² Khoa Thủy lực và Đại dương, Trường Đại học quốc gia Cheng Kung, Đài Nam, Đài Loan

2. TỔNG QUAN CÁC NGHIÊN CỨU

Nhiều nghiên cứu đã quan tâm đến các vấn đề về hồ chứa cũng như các vấn đề về hồ chứa bậc thang trong việc quy hoạch và vận hành. Thật khó để đưa ra giải pháp tốt nhất cho việc quản lý nước. Một hệ thống hồ chứa nói chung được thực hiện để đáp ứng đa mục đích, chẳng hạn như cung cấp nước (nước dùng cho sinh hoạt, công nghiệp và thủy lợi), kiểm soát lũ lụt, sản xuất thủy điện, vv (Ko et al., 1992). Có nhiều nghiên cứu đã và đang quan tâm đến các vấn đề về hồ chứa và hồ chứa bậc thang trong quy hoạch và vận hành. Các nghiên cứu khác nhau theo nhiều cách khác nhau, bao gồm mục tiêu được tối ưu hóa, thời gian vận hành tối ưu hóa (dài hạn so với ngắn hạn), kích thước, cấu hình hệ thống và tính biến động (Olivares, 2008). Một số nghiên cứu liên quan đến các quy tắc vận hành như tối ưu đường cong vận hành hồ được nghiên cứu bởi Rani và Moreira (Rani et al., 2010) và tối ưu hóa các biến quyết định được nghiên cứu bởi Fang (Fang et al., 2014). Các quy tắc vận hành luôn được xác định bằng cách sử dụng phương pháp phù hợp (fitting) hoặc phương pháp mô phỏng-tối ưu hóa (simulation-optimization method) (Rani et al., 2010; Celeste et al., 2009). Phương pháp mô phỏng-tối ưu hóa là một trong những phương pháp quan trọng và hiệu quả nhất để đưa ra các quy tắc vận hành hồ chứa trong khuôn khổ tối ưu hóa ngẫu nhiên ngầm (implicit stochastic optimization) (Rani et al., 2010; Celeste et al., 2009). Kỹ thuật tối ưu hóa xác định (Deterministic optimization techniques), bao gồm phương pháp tuyến tính (linear programming), phương pháp phi tuyến (nonlinear programming) và phương pháp động (dynamic programming), có thể được thực hiện để tạo ra tập các giá trị biến số cho phù hợp (Rani et al., 2010; Labadie, 2004; Yeh, 1985).

Thủy điện là một nguồn năng lượng tái tạo đã được khai thác ở nhiều quốc gia, vì vậy vấn đề tối ưu vận hành hồ chứa thủy điện đã có nhiều nghiên cứu được tiến hành. Để giải quyết vấn đề lập kế hoạch cho hồ chứa thủy điện tối ưu, một số kỹ thuật tối ưu hóa đã được phát triển. Những kỹ thuật này có thể được phân loại thành hai loại chính. Thứ nhất, các kỹ thuật phương pháp toán

học (mathematical programming techniques), được áp dụng cho thông tin định lượng với các quy trình thuật toán có cấu trúc, như tối ưu hóa mạng lưới dòng chảy (network flow optimization), phương trình tuyến tính (linear programming), phương trình tuyến tính ngẫu nhiên (stochastic linear programming), phương trình phi tuyến tính (nonlinear programming), và phương trình động (dynamic programming) (Fu et al., 2011). Thứ hai là những kỹ thuật lập trình heuristic. Mô phỏng là một kỹ thuật mô hình được sử dụng để ước tính hành vi của một hệ thống dựa trên công cụ máy tính, đại diện cho tất cả các đặc điểm của hệ thống chủ yếu bằng mô tả toán học hoặc đại số (Yeh, 1985). Một số nghiên cứu kết hợp mô hình mô phỏng và mô hình tối ưu hóa để có được một giải pháp tối ưu. Chen et al (2013) đã đề xuất một mô hình tối ưu hóa dựa trên mô phỏng về kiểm soát động của mực nước lũ tạo ra sự đánh đổi (trade-off) hiệu quả giữa kiểm soát lũ và phát điện của các hồ chứa thác sông Qingjiang (Chen et al., 2013). Trong một nghiên cứu của Suiadee và Tingsanchali (Suiadee et al., 2007), phần mềm mô phỏng kết hợp thuật toán di truyền học (Simulation-Genetic algorithm) với khả năng giao diện đồ họa đã được phát triển để xác định các đường cong quy tắc trên và dưới tối ưu và kiểm soát tối ưu chất lượng nước, hạ lưu của một hồ chứa (Dhar et al., 2008).



Hình 1. Bản đồ lưu vực sông Bé

3. PHƯƠNG PHÁP: MÔ HÌNH MÔ PHÒNG PHÂN BỐ NƯỚC TỔNG QUÁT (GENERALIZED WATER ALLOCATION MODEL)

Mô hình mô phỏng phân bố nước tổng quát (Generalized water allocation model - GWASIM) được phát triển dựa trên phương trình dòng chảy mạng (Network Flow Programming - NFP). Đây là mô hình phân bố nước tổng quát tham chiếu mô hình MODSIM của Colorado State University (Labadie, 2004) nhằm giải quyết các vấn đề về NFP bằng cách sử dụng thuật toán Out-of-Kilter (Barr et al., 1974; Fulkerson, 1961). GWASIM đặt các hệ số chi phí cho các nhu cầu nhân tạo (artificial demand) và cung nước lưu trữ trong hồ (storage arcs) và để hướng dẫn cơ chế phân bố nước. Chi phí của vòng cung không đề cập đến giá trị thực tế của tiền tệ, mà là đề cập đến một số ưu tiên (priority) (hoặc yếu tố trọng số). Chi phí lưu trữ nhân tạo hoặc cung nhu cầu (demand arcs) trong GWASIM được đưa ra giả thuyết như phương trình sau:

$$c_i = -10000 + 10 \times \text{prior}_i \quad (1)$$

Trong đó c_i = Chi phí vận chuyển đơn vị của arc_i nhân tạo; prior_i = Ưu tiên của hồ quang nhân tạo arc_i

Khi phân tích các hoạt động của hồ chứa, GWASIM mô phỏng chính xác quy tắc vận hành, nhu cầu không tiêu thụ như dòng chảy môi trường tối thiểu hoặc nhu cầu sản xuất điện, bốc hơi hồ chứa và tổn thất kênh, các nhà máy xử lý. Do hệ thống cấp nước khu vực có thể được biểu diễn dưới dạng sơ đồ như một mạng lưới, người dùng có thể mô phỏng phân bố nước với GWASIM bằng cách chuẩn bị các tệp dữ liệu và chỉ nhập dữ liệu thủy văn và nhu cầu, và không thay đổi bất kỳ mã máy tính nào. Một chỉ số thiếu nước phù hợp, chính xác đóng một vai trò quan trọng trong quy hoạch và quản lý tài nguyên nước. GWASIM có thể mô phỏng sản lượng của một hệ thống khu vực theo tiêu chí thiết kế cụ thể, chỉ số thiếu nước (shortage index-SI), với bước thời gian mô phỏng là 1 ngày.

$$SI = \frac{100}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{DF_i}{D_i} \right)^2 \quad (2)$$

Trong đó SI = Chỉ số thiếu hụt nước; N = Số năm thời gian phân tích; DF_i = Nhu cầu nước trong năm thứ i; D_i = Lượng thiếu hụt nước trong năm thứ i.

GWASIM hoạt động dựa trên các đường cong quy tắc được mô phỏng bằng cách gán các hệ số chi phí cho nhu cầu nhân tạo và cung lưu trữ để phản ánh các quy định vận hành. Các đường cong quy tắc thường bao gồm giới hạn trên và giới hạn dưới để hướng dẫn giải phóng đến lượng nước mục tiêu khác nhau. Đối với các hồ chứa có nhà máy sản xuất thủy điện, các đường cong quy tắc bao gồm cả giới hạn sản xuất thủy điện cao và giới hạn sản xuất thủy điện thấp, hướng dẫn nhu cầu hàng giờ để tạo ra một nhà máy thủy điện. Ưu tiên cho nhu cầu thủy điện xếp sau cấp nước và công nghiệp, và trước nông nghiệp.

4. KẾT QUẢ MÔ PHÒNG

4.1 Kịch bản mô phỏng

Nghiên cứu này đã phân tích hai kịch bản liên quan đến việc đặt ưu tiên đầu tiên là sản xuất thủy điện hoặc nhu cầu nước sinh hoạt và công nghiệp. Trong kịch bản 1, nước sẽ được cung cấp cho nhu cầu của nhà máy thủy điện với mục đích phát điện trước và những người sử dụng nước khác sẽ được cung cấp sau đó. Điều này có nghĩa là mục đích chính của sông Bé là phát điện. Chính sách này đã được áp dụng cho lưu vực sông Bé cho đến nay. Tuy nhiên, nhu cầu nước sinh hoạt là một nhu cầu đặc biệt, là một trong những điều quan trọng nhất cho sự sống còn của cuộc sống. Cấp nước cho sinh hoạt sẽ được coi là mục tiêu đầu tiên trong kịch bản 2. Quyết định của Thủ tướng Chính phủ (số 1590 / QĐ-TOT ngày 9 tháng 10 năm 2009) đưa ra nhu cầu công nghiệp ở mức độ ưu tiên như nhu cầu nước sinh hoạt. Việc phân bố nước trong hệ thống hồ chứa theo tầng dựa trên các ưu tiên của các thành phần lưu trữ khác nhau, nhu cầu nước và những người sử dụng nước khác. Các hệ số chi phí cũng như ưu tiên cấp nước của các cung nhân tạo này tuân theo thứ tự sau:

Đối với kịch bản 1:

$$c_{DHP} < c_{DDI} < c_{DAG} < c_{Diver}$$

Đối với kịch bản 2:

$$c_{DDI} < c_{DHP} < c_{DAG} < c_{Diver}$$

Trong đó, c_{DDI} và c_{DAG} là hệ số chi phí của cung nhu cầu nhân tạo của trong nước và công nghiệp và nông nghiệp; c_{DPI} hệ số chi phí của nhu cầu sản xuất thủy điện nhân tạo; c_{Dever} và c_E là các hệ số chi phí nhân tạo cho chuyển nước và môi trường.

Trong mỗi kịch bản, sáu phương án về số giờ phát điện yêu cầu như sau: giờ phát điện ban đầu, giảm 10%, 20%, 30%, 40% và 50% so với giờ phát điện đầu.

4.2 Kết quả

4.2.1 So sánh các ưu tiên của việc phân bổ nước

Kịch bản 1 là khi nhu cầu nước cho thủy điện là mục đích chính, và kịch bản 2 trong nước là khi nhu cầu nước sinh hoạt và công nghiệp là ưu tiên hàng đầu. Các chỉ số mô tả của kịch bản 1 được liệt kê trong Bảng 1. Trong các bảng thông tin được cung cấp về chỉ số thiếu hụt nước và phần trăm cấp nước tiềm năng trong những năm thiếu nước nghiêm trọng (năm thiếu nước nghiêm trọng nhất, năm thiếu nước nghiêm trọng thứ 2 và thứ 3) cho tất cả các khu tưới. Nhìn chung, hạn hán đối với nhu cầu nông nghiệp nghiêm trọng hơn so với những nhu cầu sử dụng nước khác và các khu tưới thượng nguồn, Thác Mơ và Cần Đơn có chỉ số thiếu hụt lớn nhất. Trong Bảng 1, chỉ số thiếu hụt cao nhất của khu vực tưới hạ lưu là 0,05 trong khi ở khu vực thượng nguồn, nó là 7,71.

Sự khác biệt rõ ràng giữa hai kịch bản là giảm đáng kể các chỉ số thiếu nước SI của nhu cầu nước

sinh hoạt và công nghiệp trong tất cả các lưu vực trong kịch bản 2. Bảng 1 cho thấy chỉ số thiếu hụt SI sinh hoạt và công nghiệp cao nhất đối ở Thượng nguồn và Thác Mơ là 7,71 và 1,37 trong khi các chỉ số SI đó chỉ là 3,34 và 0,50, như trong Bảng 2. Trong Bảng 1, mức thiếu nước cao nhất trong kịch bản 1 của các khu tưới khu vực thượng nguồn và Thác Mơ lần lượt là 12,15 và 4,76 (cấp nước nông nghiệp), trong khi các chỉ số cao nhất là 7,34 và 4.28 trong kịch bản 2, như trong Bảng 2. Điều này rất có ý nghĩa đối với việc đảm bảo cung cấp nước cho nhu cầu nước sinh hoạt đó là yêu cầu nước quan trọng nhất.

4.2.2 So sánh sự khác nhau về số giờ phát điện

Như đã đề cập, một kịch bản có sáu phương án về số giờ phát điện yêu cầu được xem xét trong nghiên cứu này. Sự khác biệt của sáu phương án là giảm số giờ phát điện đối với thủy điện. Nhìn chung, tình trạng thiếu nước cải thiện hơn khi số giờ phát điện giảm và tình trạng thiếu nước của nông nghiệp vẫn cao so với những nhu cầu nước khác. Lượng nước cung cấp nước cho nông nghiệp tăng mạnh tại các khu vực Thác Mơ và Cần Đơn trong tất cả các phương án từ 6 đến phương án 1. Đối với cấp nước sinh hoạt và công nghiệp, tình trạng thiếu nước SI giảm từ 3,34 xuống khoảng 0,29 ở thượng nguồn và từ 0,5 đến 0,14 ở Thác Mơ (Bảng 3). Đối với nhu cầu nông nghiệp, chỉ số thiếu nước SI của các khu vực thượng nguồn và Thác Mơ giảm mạnh từ gần 7.34 và 4.28 xuống 1.42 và 0.78 trong kịch bản 2 (Bảng 3).

Bảng 1. Chỉ số thiếu hụt nước (SI) và tỷ lệ cung cấp nước trong kịch bản 1

Mục đích	Khu vực tưới	SI	Phần trăm cung cấp nước trong năm thiếu nước nghiêm trọng nhất (%)	Phần trăm cung cấp nước trong năm thiếu nước nghiêm trọng thứ 2 (%)	Phần trăm cung cấp nước trong năm thiếu nước nghiêm trọng thứ 3 (%)
Sinh hoạt & công nghiệp	Thượng lưu	7.71	27	48	57
	Thác Mơ	1.37	82	83	85
	Cần Đơn	1.25	83	83	86
	SRPM	0.00	99	99	99
	Hạ lưu	0.00	99	99	99

Mục đích	Khu vực tưới	SI	Phần trăm cung cấp nước trong năm thiếu nước nghiêm trọng nhất (%)	Phần trăm cung cấp nước trong năm thiếu nước nghiêm trọng thứ 2 (%)	Phần trăm cung cấp nước trong năm thiếu nước nghiêm trọng thứ 3 (%)
Nông nghiệp	Thượng lưu	12.15	10	52	52
	Thác Mơ	4.76	72	72	73
	Cần Đơn	2.79	74	75	75
	SRPM	0.05	95	97	97
	Hạ lưu	0.01	98	99	99
	Thượng lưu	0.05	95	97	97
Mục đích khác	Dòng chảy MT	0.10	93	95	95
	Chuyển nước	0.26	89	90	91

Bảng 2. Chỉ số thiếu hụt nước (SI) và tỷ lệ cung cấp nước trong kịch bản 2

Mục đích	Khu vực tưới	SI	Phần trăm cung cấp nước trong năm thiếu nước nghiêm trọng nhất (%)	Phần trăm cung cấp nước trong năm thiếu nước nghiêm trọng thứ 2 (%)	Phần trăm cung cấp nước trong năm thiếu nước nghiêm trọng thứ 3 (%)
Sinh hoạt & công nghiệp	Thượng lưu	3.34	62	64	70
	Thác Mơ	0.50	90	90	91
	Cần Đơn	0.46	90	91	92
	SRPM	0.00	99	99	99
	Hạ lưu	0.00	99	99	99
Nông nghiệp	Thượng lưu	7.34	46	55	67
	Thác Mơ	4.28	73	74	75
	Cần Đơn	2.65	75	75	77
	SRPM	0.05	95	95	96
	Hạ lưu	0.01	98	98	98
	Thượng lưu	0.06	95	95	95
Mục đích khác	Dòng chảy MT	0.11	93	93	94
	Chuyển nước	0.51	0.88	89	90

Bảng 3. Chỉ số thiếu hụt nước (SI) trong kịch bản 2

Mục đích	Khu vực tưới	Phương án 1	Phương án 2	Phương án 3	Phương án 4	Phương án 5	Phương án 6
Sinh hoạt & công nghiệp	Thượng lưu	3.34	2.25	1.61	0.97	0.56	0.29
	Thác Mơ	0.50	0.42	0.37	0.28	0.22	0.14
	Cần Đơn	0.46	0.41	0.34	0.27	0.21	0.13
	SRPM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Hạ lưu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Mục đích	Khu vực tưới	Phương án 1	Phương án 2	Phương án 3	Phương án 4	Phương án 5	Phương án 6
Nông nghiệp	Thượng lưu	7.34	5.74	4.37	0.00	2.06	1.42
	Thác Mơ	4.28	3.44	2.57	3.04	1.04	0.78
	Cần Đơn	2.65	2.01	1.41	0.83	0.51	0.38
	SRPM	0.05	0.05	0.03	0.02	0.02	0.01
	Hạ lưu	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	Thượng lưu	0.06	0.05	0.04	0.02	0.02	0.03
Mục đích khác	Dòng chảy MT	0.11	0.10	0.07	0.04	0.05	0.16
	Chuyên nước	0.51	0.63	0.69	0.48	0.35	0.33

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này tập trung vào việc giảm tình trạng thiếu nước của hệ thống liên hồ chứa trên lưu vực sông Bé của Việt Nam bằng cách thay đổi quy trình vận hành của các hồ về chính sách phát điện. Mô hình GWASIM để mô phỏng phân bổ nước đã được áp dụng để đánh giá các phương án khi đáp ứng yêu cầu về năng lượng được tạo ra. Hai kịch bản, sáu phương án lựa chọn thay thế đã được xem xét. Xem xét đến số giờ phát điện trong một ngày, sáu phương án đã được phân tích trong mỗi kịch bản. Trong mỗi phương án, sự đánh đổi (trade-off) giữa cấp nước và tạo năng lượng thủy điện của hệ thống hồ chứa thác này đã phân tích dựa trên kết quả thu được. Kết quả cho thấy Kịch bản 2 với việc ưu tiên cung cấp nước cho sinh hoạt và công nghiệp có lượng nước thiếu ít hơn so với Kịch bản 1, kịch bản này

là cơ chế hoạt động đang được áp dụng trong lưu vực nghiên cứu. Đối với sản xuất thủy điện, năng lượng trung bình hàng năm có giá trị ổn định trong tất cả các chiến lược.

Ngoài ra, kết quả cũng cho thấy khi số giờ phát điện trong một ngày ít hơn, năng lượng thủy điện tạo ra và cung cấp nước tốt hơn so với phát điện số lượng lớn. Kết quả đã chứng minh rằng mô hình GWASIME có thể mô phỏng hiệu quả hệ thống của các hồ chứa thác đa năng và hỗ trợ ra quyết định để cải thiện hiệu suất cung cấp nước và sản xuất thủy điện của các hồ chứa bậc thang của lưu vực sông Bé. Việc hoạt động hiệu quả của hệ thống này là nhiệm vụ quan trọng nhất của quản lý tài nguyên nước. Trong giai đoạn tiếp theo, việc tối ưu hóa vận hành hồ chứa thác có thể được thực hiện với không chỉ các đường cong quy tắc chung mà cả các đường cong cân bằng giữa các hồ chứa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam: *Quy hoạch Tài nguyên nước Lưu vực hệ thống sông Đồng Nai*, 2018;
- Barr, R. S., Glover, F., and Klingman, D. (1974). *An improved version of the out-of-kilter method and a comparative study of computer codes*. Mathematical programming, 7(1), 60-86.
- Celeste, A. B., and Billib, M. (2009). *Evaluation of stochastic reservoir operation optimization models*. Advances in Water Resources, 32(9), 1429-1443.
- Chen, J., Guo, S., Li, Y., Liu, P., and Zhou, Y. (2013). *Joint operation and dynamic control of flood limiting water levels for cascade reservoirs*. Water Resources Management, 27(3), 749-763.
- Chou, F. N. F. and Wu, C. W.: *Reducing the impacts of flood-induced reservoir turbidity on a regional water supply system*, Adv. Water Resour., 33, 146–157, 2010.
- Dhar, A., and Datta, B. (2008). *Optimal operation of reservoirs for downstream water quality control using linked simulation optimization*. Hydrological processes, 22(6), 842-853. doi: 10.1002/hyp.6651
- Fang, H.-b., Hu, T.-s., Zeng, X., and Wu, F.-y. (2014). *Simulation-optimization model of reservoir operation based on target storage curves*. Water Science and Engineering, 7(4), 433-445.
- Fu, X., Li, A., Wang, L., and Ji, C. (2011). *Short-term scheduling of cascade reservoirs using an immune algorithm-based particle swarm optimization*. Computers & Mathematics with Applications, 62(6), 2463-2471.

- Fulkerson, D. R. (1961). *An out-of-kilter method for minimal-cost flow problems*. Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics, 9(1), 18-27.
- Ko, S. K., Fontane, D. G., and Labadie, J. W. (1992). *Multiobjective Optimization of Reservoir Systems Operation: Wiley Online Library*.
- Labadie, J. W. (2004). *Optimal operation of multireservoir systems: state-of-the-art review*. Journal of water resources planning and management, 130(2), 93-111.
- Rani, D., and Moreira, M. M. (2010). *Simulation–optimization modeling: a survey and potential application in reservoir systems operation*. Water Resources Management, 24(6), 1107-1138.
- Suiadee, W., and Tingsanchali, T. (2007). *A combined simulation–genetic algorithm optimization model for optimal rule curves of a reservoir: a case study of the Nam Oon Irrigation Project, Thailand*. Hydrological processes, 21(23), 3211-3225. doi: 10.1002/hyp.6528
- Yeh, W. W. G. (1985). *Reservoir management and operations models: A state - of - the - art review*. Water resources research, 21(12), 1797-1818.

Abstract:

**HYDROPOWER GENERATION POLICY OF CASCADE RESERVOIRS SYSTEM
EFFECTS ON WATER SHORTAGE IN BE RIVER BASIN, VIETNAM**

There are four reservoirs in a series located on the Be River of the Dong Nai River Basin in Southern Vietnam. The primary purpose of the three upstream reservoirs is hydropower generation; however, the fourth one plays a vital role in water supply and irrigation. The management of the water resources related to this river to date has been restricted mostly to hydropower. Nevertheless, the increasing water demands for households, industry and agriculture may potentially be met by improved water management policies. This study, therefore recommends a better strategy for hydropower generation to increase the amount of energy that will be generated and to mitigate the water supply shortage. The GWASIM model (Chou and Wu 2010) is applied in this paper, which is based on Network Flow Programming, to simulate the daily hydropower generation and water resource allocation for the system. Regulation strategies for hydropower generation of cascade reservoirs were evaluated and compared. Strategies and scenarios of different water allocation priorities and rations were also simulated and compared. This study provided a valuable policy to improve the performance of water supply and hydropower generation of the cascade reservoirs of the Be River Basin. When domestic and industrial demand has the first priority access to water, and energy generation comes second, the shortage index of all demands was reduced and the hydropower generation was essentially the same in both strategies. This improved strategy for operating cascade reservoirs can improve energy production from hydropower as well as water supply for domestic demand and irrigated food production.

Keywords: Hydropower, Water Supply, Cascade Reservoirs, Be River Basin, Simulation

Ngày nhận bài: 03/9/2019

Ngày chấp nhận đăng: 04/12/2019