

ECONOMIC RISK ASSESSMENT FOR THAC XANG HYDROPOWER PLANT TO SUPPORT DECISION MAKING ON FLOOD OPERATIONHa Van Thuy^{1*}, Ha Ngoc Tuan²¹Hanoi University of Mining and Geology, ²Kyuden Inovatech Vietnam Co.Ltd

ARTICLE INFO		ABSTRACT
Received:	16/6/2024	The Decision Support System for Hydropower Plants (DSS-HP) is a tool designed to optimize water resource management and ensure safe operations of hydropower plants. Due to the uncertainties in water inflows forecasting, especially from rainfall forecasting, selecting appropriate operational scenarios based on these forecasts is a complex challenge. This paper presents a method for economic risks analysis for a DSS system which consists of Numerical weather model, Rainfall-Runoff model and Power generation simulator program. The risks are analyzed with different forecast scenarios in hydropower plant operations. For each operating scenario, calculations are made about the profits gained from accurate forecasts as well as the losses from inaccurate forecasts. The evaluation results support information for managers to make right operational decisions. A case study on flood catching operations at Thac Xang Hydropower Plant from 16 th to 18 th , May 2024 demonstrates that the method yields accurate analysis results, offering significant support for effective exploitation and operation.
Revised:	10/7/2024	
Published:	11/7/2024	
KEYWORDS		
Hydropower plant		
Decision Support System - DSS		
Risk assessment		
Precipitation forecasting		
Run off forecasting		

ĐÁNH GIÁ RỦI RO KINH TẾ CHO NHÀ MÁY THỦY ĐIỆN THÁC XĂNG HỖ TRỢ RA QUYẾT ĐỊNH VẬN HÀNH ĐÓN LŨHà Văn Thủy^{1*}, Hà Ngọc Tuấn²¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất, ²Công ty Kyuden Inovatech Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO		TÓM TẮT
Ngày nhận bài:	16/6/2024	Hệ thống hỗ trợ ra quyết định cho nhà máy thủy điện (Decision Support System for HydroPower Plant: DSS-HP) là một công cụ hỗ trợ cho các hoạt động vận hành của nhà máy nhằm tối ưu hóa nguồn tài nguyên nước, đảm bảo an toàn vận hành. Do dự báo lượng nước về hồ thủy điện có độ chính xác không tuyệt đối (đặc biệt với dự báo mưa), việc lựa chọn kịch bản vận hành theo các tỷ lệ xác suất chính xác của dự báo là một thách thức lớn. Bài báo trình bày phương pháp phân tích rủi ro kinh tế cho hệ thống DSS bao gồm mô hình số thời tiết, mô hình lượng mưa-dòng chảy và chương trình mô phỏng phát điện. Rủi ro được phân tích bằng các kịch bản dự báo khác nhau trong quá trình vận hành nhà máy thủy điện. Đối với mỗi kịch bản hoạt động, các tính toán về lợi nhuận thu được nếu những dự báo là chính xác cũng như những tổn thất nếu dự báo không chính xác được thực hiện phân tích đánh giá. Kết quả đánh giá sẽ là cơ sở để hỗ trợ người quản lý ra quyết định vận hành. Phân tích cho trường hợp nghiên cứu vận hành đón lũ tại nhà máy Thủy điện Thác Xăng từ ngày 16 đến ngày 18/05/2024 cho thấy kết quả phân tích của phương pháp là chính xác, hỗ trợ tốt cho công tác khai thác vận hành.
Ngày hoàn thiện:	10/7/2024	
Ngày đăng:	11/7/2024	
TỪ KHÓA		
Thủy điện		
Hỗ trợ ra quyết định		
Đánh giá rủi ro		
Dự báo mưa		
Dự báo dòng chảy		

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.10610>* Corresponding author. Email: hathuysp1@gmail.com

1. Giới thiệu

Hệ thống hỗ trợ quyết định (Decision Support System - DSS) là một hệ thống thông tin hỗ trợ các hoạt động ra quyết định của doanh nghiệp hoặc tổ chức, phục vụ cấp quản lý trung và cao trong việc đưa ra các quyết định phi cấu trúc và bán cấu trúc. DSS có thể được hoàn toàn máy tính hóa, do con người cung cấp hoặc kết hợp cả hai, và được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực hoạt động của tổ chức. DSS hỗ trợ hiệu quả các cấp quản lý khác nhau: đối với quản lý cấp cao, nó hỗ trợ các quyết định chiến lược về mục tiêu và chính sách dài hạn; đối với quản lý cấp trung, nó giúp ban hành các quyết định chiến thuật về phân bổ nguồn lực và tổ chức nhiệm vụ; đối với chuyên gia, nó đánh giá các sáng kiến mới; và đối với cấp vận hành, nó tạo ra các quyết định liên quan đến hoạt động cụ thể và tiêu chuẩn sử dụng nguồn lực. DSS đã trở thành một chủ đề quan trọng từ những năm 1970, được phát triển nhờ tích hợp các kỹ thuật như trí tuệ nhân tạo, và đã tiến hóa thành các hệ thống hỗ trợ ra quyết định thông minh (IDSS) và hệ thống trí tuệ doanh nghiệp (BI). Nhìn chung, DSS giúp giảm thiểu sự không chắc chắn, nâng cao chất lượng quyết định, và tăng cường năng suất và chất lượng cho doanh nghiệp [1], [2].

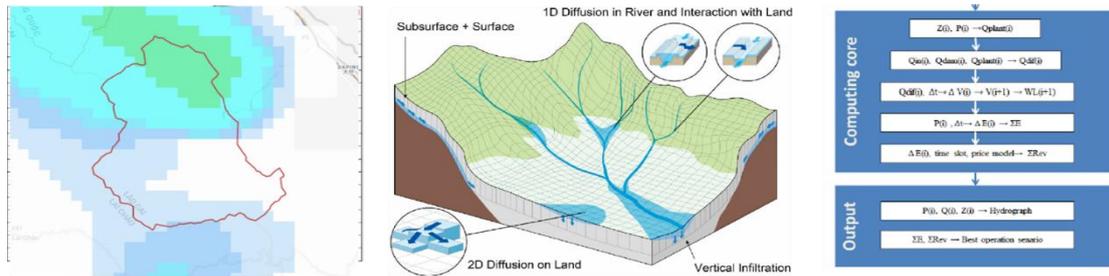
Hệ thống hỗ trợ ra quyết định vận hành hồ chứa thủy điện (DSS-HP) là một công cụ dựa trên máy tính với những tính năng tương tác, đồ họa và mô hình hóa, nhằm hỗ trợ người dùng nghiên cứu và tìm kiếm giải pháp tối ưu cho các quyết định vận hành. Mục đích của DSS-HP là cải thiện khả năng ra quyết định của con người để đạt được các mục tiêu xác định trước [3]. Hệ thống này cung cấp cho người vận hành khả năng tính toán các đại lượng thủy văn theo thời gian thực, như lưu lượng đến và tốc độ dòng chảy, giúp đưa ra các quyết định kịp thời để điều tiết hồ chứa và đảm bảo an toàn cho hồ đập. Một tính năng quan trọng khác là khả năng dự đoán dòng chảy vào hồ chứa bằng mô hình Dự báo Thời tiết Số (NWP), giúp kiểm soát lũ an toàn hơn. Với khả năng dự đoán dòng chảy chính xác, việc lập kế hoạch cho vận hành thủy điện có thể được thực hiện hiệu quả thông qua chương trình mô phỏng, từ đó giúp người vận hành tìm ra phương án tối ưu [4]–[7].

Để hỗ trợ ra quyết định cho việc lập kế hoạch vận hành các nhà máy thủy điện, việc dự báo lưu lượng dòng chảy là vô cùng quan trọng. Điều này bắt đầu từ việc sử dụng mô hình dự báo thời tiết số (NWP) để dự báo lượng mưa (QPF). J. Zhang và cộng sự đã phát triển một thuật toán kết hợp QPF và mô hình mạng neural nhân tạo (MPL-ANNs) để dự báo lượng nước vào hồ từ 1 đến 6 ngày, ứng dụng cho hơn 20 hồ chứa ở tỉnh Phúc Kiến, Trung Quốc [8]. Khả năng dự đoán dòng chảy vào hồ chứa, giúp kiểm soát lũ an toàn hơn và lập kế hoạch sản xuất hiệu quả thông qua các mô hình trí tuệ nhân tạo (AI). Các thuật toán như Random Forest (RF), mạng neural nhân tạo (ANN), và hồi quy vector hỗ trợ (SVR) đã được sử dụng để dự báo dòng chảy vào hồ chứa, cho thấy kết quả dự báo đảm bảo chất lượng cho các quyết định vận hành [9]. Dự báo dòng chảy cũng được ứng dụng để kiểm soát tốc độ dâng của mức nước hồ chứa trong các đợt lũ, đặc biệt ở các lưu vực có thời gian hình thành lũ ngắn.

Như vậy, hệ thống DSS-HP (Decision Support System for Hydropower) hoạt động dựa trên các mô hình dự báo thời tiết, mô hình dự báo dòng chảy và mô hình mô phỏng hoạt động vận hành. Do các giá trị dự báo luôn tồn tại sai lệch so với giá trị thực tế, các rủi ro kinh tế liên quan đến các kịch bản vận hành theo kết quả dự báo cần được đánh giá nhằm hỗ trợ nhà quản lý ra quyết định phù hợp. Nội dung của bài báo này sẽ trình bày phương pháp đánh giá rủi ro kinh tế vận hành đón lũ cho nhà máy thủy điện Thác Xăng theo các kịch bản độ chính xác của mô hình dự báo dòng chảy về hồ khác nhau.

2. Phương pháp nghiên cứu

Các mô hình DSS-HP dùng đầu vào là lưu lượng dự báo về hồ cũng như các tham số kỹ thuật của hệ thống vận hành điều tiết phát, xả lũ để tính toán trước các kịch bản vận hành giúp cán bộ vận hành lựa chọn phương án tối ưu và ra quyết định vận hành. Hệ thống DSS-HP của nhà máy Thác Xăng sử dụng 3 công nghệ cơ bản là mô hình dự báo mưa, mô hình dự báo dòng chảy và chương trình mô phỏng vận hành Hình 1.



Mô hình dự báo mưa Mô hình dự báo lưu lượng Chương trình mô phỏng

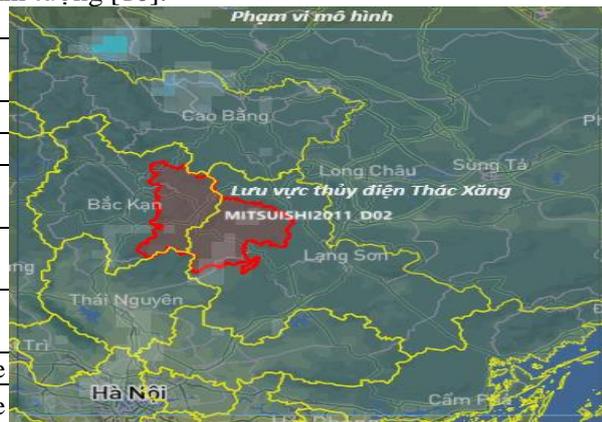
Hình 1. Các công nghệ chính trong hệ thống DSS

2.1. Mô hình dự báo mưa

Mô hình WRF (Weather Research and Forecasting) là một hệ thống mô hình số được thiết kế để thực hiện các dự báo thời tiết và nghiên cứu khí tượng. Mô hình được phát triển bởi Trung tâm Nghiên cứu Khí quyển Quốc gia (NCAR) cùng với sự hợp tác của nhiều tổ chức khác như Cơ quan Khí tượng Quốc gia Mỹ (NOAA) và các nhà nghiên cứu tại các trường đại học. Mô hình WRF được cung cấp với mã nguồn mở có khả năng chạy với độ phân giải cao từ quy mô khu vực đến quy mô toàn cầu; Tùy chọn vật lý đa dạng... Do đó, Mô hình WRF, với tính linh hoạt, cộng đồng người dùng lớn và khả năng ứng dụng rộng rãi, đã trở thành một công cụ quan trọng trong lĩnh vực dự báo thời tiết và nghiên cứu khí tượng [10].

Bảng 1. Bảng tham số thiết lập cho mô hình mưa

Quá trình vật lý	Tên tham số	Cài đặt
Bức xạ mặt trời	Sóng dài	RRTMG scheme
	Sóng ngắn	RRTMG scheme
Điều kiện biên	Biên đại khí quyển	MYNN 3rd level TKE
	Biên tiếp xúc bề mặt	MYNN Monin-Obukhov
	Quá trình bề mặt đất	Pleim-Xui
Quá trình vật lý mưa	Lưới trong	Kain-Fritsch scheme
	Lưới ngoài	Kain-Fritsch scheme



Hình 2. Lưới dự báo cho lưu vực hồ thủy điện Thác Xăng

Với những đặc điểm nêu trên, mô hình NIMBUS (Phiên bản WRF triển khai cho Việt Nam) được tác giả lựa chọn trong việc dự báo mưa cho lưu vực thủy điện Thác Xăng. Nghiên cứu này triển khai mô hình NIMBUS với lưới lồng có miền dự báo (domain) của lưới trong có độ phân giải 5x5 km và miền dự báo của lưới ngoài có độ phân giải 15x15 km. Phạm vi của lưới trong phủ lên lưu vực hồ thủy điện Thác Xăng như biểu diễn trên Hình 2. Mô hình triển khai với các tham số mô hình được mô tả trong Bảng 1 cho các điều kiện về bức xạ mặt trời, điều kiện biên khí quyển và mặt đất cũng như các tham số liên quan đến quá trình vật lý gây mưa.

Với mô hình mưa được hiệu chỉnh, sai số dự báo được phân tích bằng công cụ phân tích sai số tương đối giữa tổng lượng mưa dự báo và tổng lượng mưa trung bình lưu vực. Phân tích lọc các trận mưa có tổng lượng lớn hơn 30 mm rơi vào lưu vực do lượng mưa này có tác động trực tiếp đến vận hành điều tiết. Các trận mưa nhỏ hơn được bỏ qua do tổng lượng nước chảy về hồ nhỏ hơn so với sức chứa của hồ Thác Xăng. Lượng nước nhỏ này không có nguy cơ gây ra sự cố hồ đập nên sẽ được cán bộ vận hành điều tiết khai thác hoàn toàn cho phát điện mà không cần có dự báo.

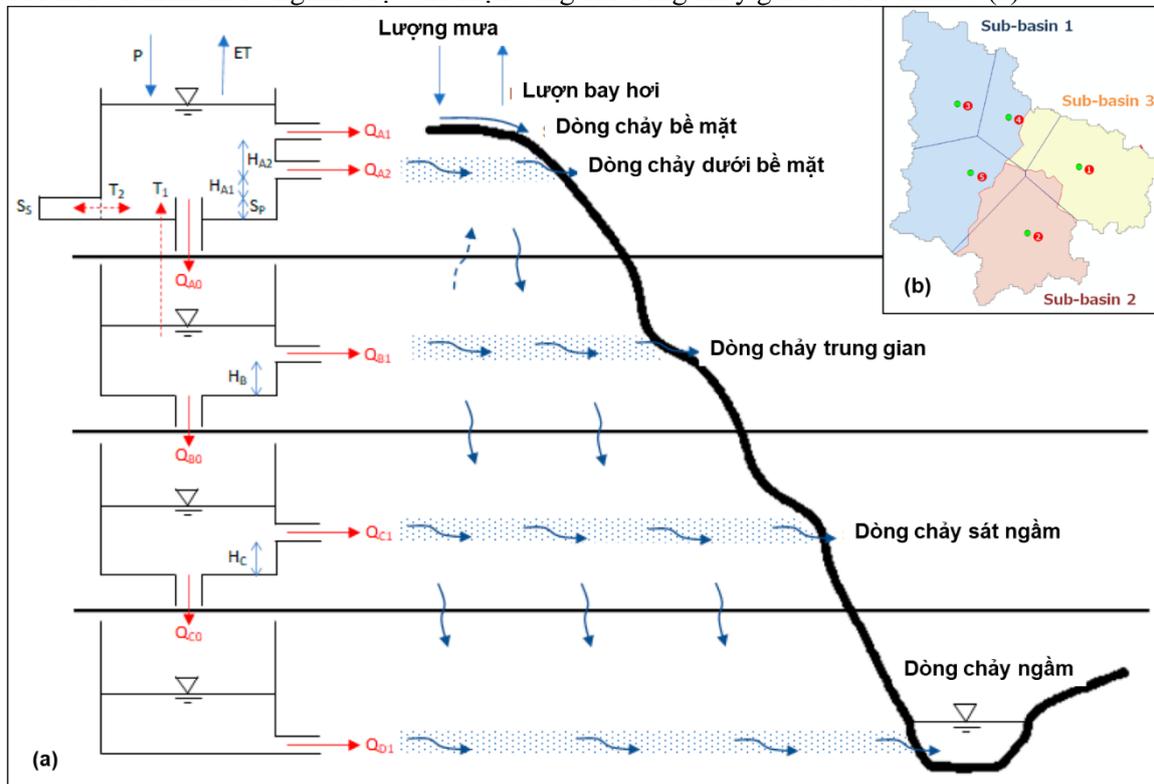
Công cụ đánh giá chất lượng dự báo cho các kết quả đánh giá độ chính xác và xác suất xảy ra độ chính xác này. Đánh giá cho kết quả sai số trong dải từ 0% đến 75% cho thấy phân phối sai số

ở miền 0% đến 25% là lớn nhất xác suất chiếm 53,66%. Sai số từ 25% đến 50% xác suất chiếm 34,15%. Còn lại là sai số lớn hơn 75% xác suất chiếm 12,2%.

Công cụ cũng cho thấy biểu đồ phân phối sai số (error histogram) có mức độ tập trung sai số thấp với tần suất cao chứng tỏ hiệu chỉnh mô hình đã đạt được chất lượng khả dụng cho dự báo mưa vào lưu vực hồ thủy điện Thác Xăng. Độ ổn định và hội tụ của các phiên từ xa đến gần sự kiện mưa cũng được đánh giá bằng công cụ đánh giá chất lượng dự báo này để so sánh với các mô hình khác khi quyết định lựa chọn mô hình dự báo.

2.2. Mô hình dự báo lưu lượng về hồ

Mô hình dự báo dòng chảy về hồ được sử dụng ở Thủy điện Thác Xăng là mô hình bể chứa (Tank) của Sugawara [11]. Kể từ lần đầu tiên được Sugawara và Fuyuki giới thiệu, nhiều biến thể của mô hình đã được đề xuất. Trong số đó, một biến thể nổi tiếng nhất là mô hình với bốn bể chứa xếp lớp để mô hình hóa đặc điểm mưa rào – dòng chảy của một lưu vực. Nó bao gồm các tập hợp các bể tuyến tính được kết nối tiếp với các cửa ra ở bên cạnh và dưới đáy của bể. Nước qua các cửa xả bên tạo thành các dòng chảy bề mặt và dòng chảy dưới bề mặt trong khi độ bão hòa và thấm nước ngầm được thể hiện bằng các dòng chảy giữa các bể Hình 3 (a).



Hình 3. (a) Mô hình bể chứa cho mưa rào dòng chảy [12], (b) Lưu vực thủy điện Thác Xăng

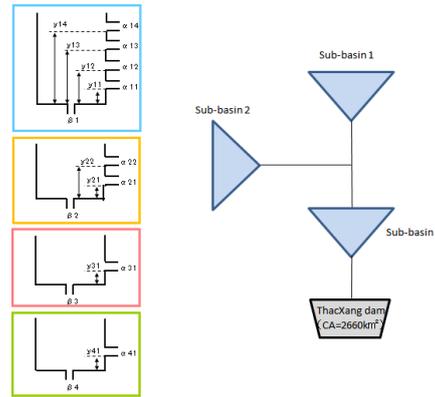
Việc xác định các hệ số cho mô hình cho phép tính toán xác định tỉ lệ giữa tổng lượng mưa đầu vào với lượng dòng chảy ra ở đầu ra từ đó có thể xác định được đồ thị lưu lượng dòng chảy ra của lưu vực.

Trên cơ sở mô hình bể chứa tác giả đã tiến hành phân tích lưu vực dòng chảy cho Nhà máy thủy điện Thác Xăng thành 05 tiểu lưu vực Hình 3 (b) và thực hiện mô hình hóa tìm tham số tối ưu cho mô hình bằng Matlab simulink Hình 4.

Kết quả chạy huấn luyện mô hình bể chứa cho lưu vực thủy điện Thác Xăng cho bộ tham số mô hình đạt kết quả dự báo dòng chảy có độ tương quan 0,94 với dòng chảy thực tế.

2.3. Chương trình mô phỏng vận hành

Dựa trên kết quả dự báo của mô hình dòng chảy (Tank), mô hình tối ưu hóa chạy trong trình mô phỏng, chương trình máy tính được xây dựng trong hệ thống DSS-HP. Một tập hợp các giá trị lưu lượng xả tối ưu được tính toán dựa trên dữ liệu trữ lượng hồ chứa hiện tại và dự báo dòng chảy vào trong tương lai. Người vận hành cũng có tùy chọn trực quan hóa dự báo mực nước dâng tương ứng của hồ chứa và năng lượng điện có thể được sản xuất (tính bằng kWh) theo các thuật toán tối ưu hóa. Điều này cho phép đơn vị vận hành có những thông tin hỗ trợ để ra quyết định theo thời gian thực.



Hình 4. Mô hình bể chứa cho các tiểu lưu vực

Việc tối ưu hóa lượng nước về hồ được thực hiện dựa trên hai yếu tố cơ bản là: lưu lượng dòng nước vào hồ chứa và giá năng lượng. Chi phí này được cố định bằng phương án chi phí tránh được áp dụng cho nhà máy thủy điện Thác Xăng. Chương trình mô phỏng hoạt động dựa trên chức năng sản xuất của Nhà máy thủy điện (thể hiện thông qua hàm HydroPower Function - HPF) và kỹ thuật tối ưu hóa.

HPF là một hệ các phương trình phi tuyến được lấy từ hiệu suất Turbine – máy phát thủy điện, hiệu suất đơn vị η , lưu lượng nước qua Turbine $Q(t)$ và cột áp thủy lực $H(t)$.

$$P(t) = g\eta H(t)Q(t) \quad (1)$$

$$E = \int_0^T g\eta H(t)Q(t)dt \quad (2)$$

$$R = \int_0^T g\eta H(t)Q(t)r(t)dt \quad (3)$$

Trong đó: $P(t)$ -là công suất phát điện (kW); g -là gia tốc trọng trường (m/s^2); $H(t)$ - cột nước (m); và $Q(t)$ - lưu lượng qua Turbine (m^3/s); E -Điện năng phát được trong một khoảng thời gian T (kWh), R - Doanh thu thủy điện (đồng); $r(t)$ -Giá năng lượng (đồng/kWh).

Thuật toán mô phỏng giải quyết vấn đề tối ưu hóa động. Với dung lượng nước sẵn có trong hồ chứa, sẵn sàng cho phát điện và giá điện nhất định trong khoảng thời gian cụ thể (T), người vận hành nhà máy phải quyết định lượng nước dùng để phát điện trong mỗi giai đoạn (t) để tối đa hóa giá trị kinh tế của điện được sản xuất. Tức là tối đa hóa:

$$\sum_0^T H(t)r(t)Q(t) \quad (4)$$

Ngoài ra, việc vận hành phát điện cũng cần tuân theo các ràng buộc: Giới hạn về tổng lượng nước giải phóng W ; Giới hạn về tổng công suất phát $P(t)$; và giới hạn về tổng điện năng được phát.

Dựa vào các mô tả toán học quan hệ trong hệ thống nêu trên, một chương trình phần mềm đã được xây dựng để mô phỏng vận hành, hỗ trợ ra quyết định lựa chọn kịch bản vận hành tối ưu.

2.4. Phương pháp đánh giá rủi ro, hỗ trợ ra quyết định

Vận hành thủy điện trong các giai đoạn mùa khô thường ít có các nguy cơ rủi ro và lãng phí nguồn nước, do lượng nước về hồ bao nhiêu sẽ được tích trữ và dùng hết cho hoạt động phát điện, không có việc xả thừa. Tuy nhiên vào giai đoạn giao mùa với lũ tiểu mãn cuối tháng 5 nguy cơ xả thừa do không dự báo được có thể xảy ra trong khi vận hành hạ cột nước để đón lũ lại có thể phi hiệu quả khi lũ không về. Vì thế giai đoạn này cần công cụ vận hành để đánh giá các rủi ro về kinh tế vận hành cho nhà máy. Vận hành thủy điện trong mùa mưa lũ, trong mùa mưa với những đợt mưa lớn thường xuyên sẽ đòi hỏi một bộ công cụ để hỗ trợ ra quyết định vận hành để tối ưu nguồn nước.

Dự báo không chính xác có thể gây ra những rủi ro khi hạ mức nước xuống quá sâu để phòng lũ mà lũ không về hoặc ngược lại khi hạ mức nước xuống quá ít mà lũ về nhiều dẫn đến việc xả thừa. Vì vậy, trong hệ thống DSS-HP của Thủy điện Thác Xăng, một công cụ phân tích đánh giá rủi ro (Risk analysis tool – RAT) về lợi ích kinh tế được xây dựng. Công cụ được xây dựng để

đánh giá các xác suất chính xác của dự báo khác nhau thì lợi ích và thiệt hại kinh tế của nhà máy là ở mức độ nào. Trên cơ sở đánh giá phân tích người vận hành/lãnh đạo nhà máy sẽ ra quyết định chọn phương án vận hành tối ưu.

Phương pháp phân tích được thể hiện như trên lưu đồ hình Hình 5 với mô tả theo IPO như sau.

Đầu vào (Input): Kết quả của mô hình dự báo mưa theo dữ liệu thời tiết; mực nước hiện tại trong hồ chứa.

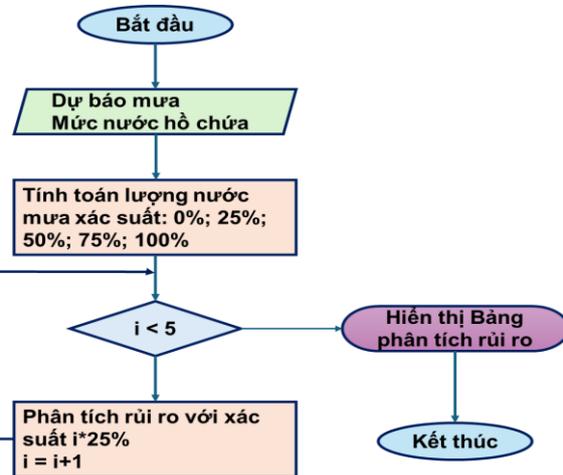
Phân tích (Process): Tính toán lượng mưa theo kết quả mô hình dự báo mưa với mức độ chính xác 0%; 25%; 50%; 75%; 100%. Với mỗi giá trị lượng mưa sẽ thực hiện phân tích rủi ro theo các bước:

- Mô phỏng tính toán dòng chảy về hồ với lượng mưa trên lưu vực bằng mô hình dự báo lưu lượng.

- Mô phỏng tính toán tìm kịch bản tối ưu với dòng chảy về hồ ở trên bằng chương trình mô phỏng vận hành.

- Xác định lợi ích và thiệt hại kinh tế khi vận hành theo kịch bản tìm được

Đầu ra (Output): Bảng kết quả đánh giá lợi ích và thiệt hại kinh tế theo các kịch bản dự báo.



Hình 5. Lưu đồ phân tích rủi ro

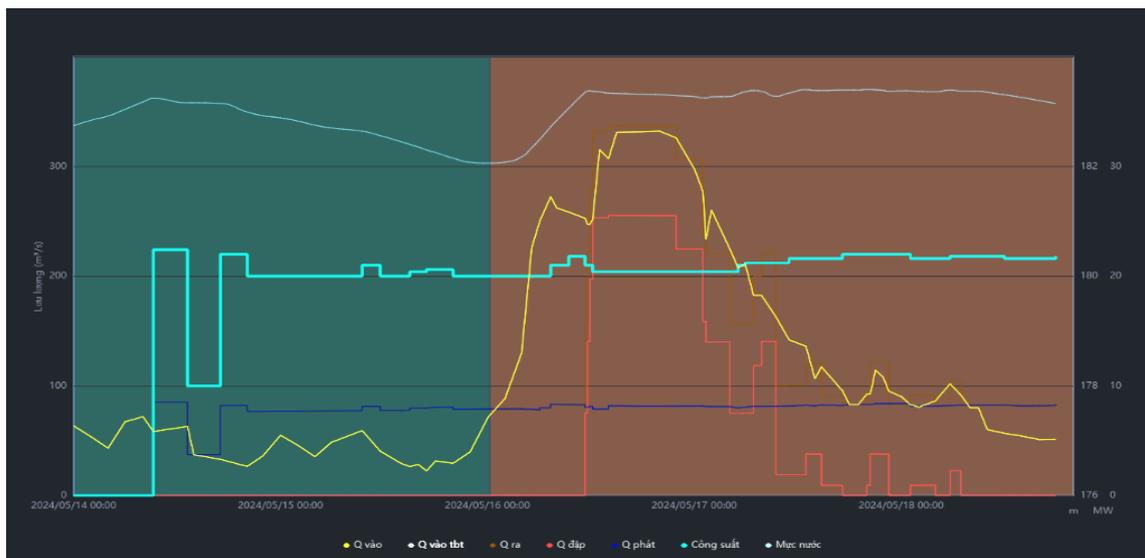
3. Kết quả và bàn luận

Để đánh giá hiệu quả vận hành theo kết quả của phương pháp phân tích rủi ro trong hệ thống DSS-HP, tác giả sẽ thực hiện phân tích thông qua kết quả chạy máy phát điện và mở cửa van xả lũ trước, trong và sau khi xảy ra mưa lũ trên lưu vực trong trường hợp nghiên cứu điển hình là trận lũ từ ngày 16 đến ngày 18/5/2024. Theo số liệu trên phần mềm HNT (phần mềm hỗ trợ ra quyết định DSS-HP), lũ lên bắt đầu từ thời điểm 00:06 ngày 16/5 và kết thúc vào 20:00 ngày 18/5. Thời gian vận hành hạ mực nước đón lũ từ 00:00 ngày 14/5 đến 00:06 ngày 16/5 Hình 6. Các đồ thị lưu lượng vào ($Q_{\text{vào}}$), lưu lượng ra (Q_{ra}), lưu lượng phát ($Q_{\text{phát}}$), lưu lượng xả qua đập ($Q_{\text{đập}}$), công suất, mực nước thể hiện quá trình lũ về hồ và hoạt động đón lũ của nhà máy.

Trên cơ sở kết quả dự báo, hệ thống DSS-HP xây dựng và phân tích một chuỗi các kịch bản vận hành tương ứng với các trường hợp quy mô trận lũ cũng như hành động hạ mực nước xuống các mức cao trình khác nhau, từ đó xây dựng bảng kết quả phân tích hỗ trợ thủy điện trong việc ra quyết định vận hành.

Tác giả sử dụng tính năng phân tích rủi ro (RAT- Risk analysis tool) trên phần mềm HNT để phân tích các kịch bản vận hành có thể xảy ra, từ đó hỗ trợ thủy điện trong việc ra quyết định vận hành, cụ thể như sau: Đầu vào của kịch bản phân tích: Mực nước hồ, lưu lượng nước vào hồ, công suất phát máy; Kết quả kịch bản phân tích: Mực nước cần hạ (bằng cách phát điện tối đa) trước khi lũ về, doanh thu trong thời gian phân tích, doanh thu tăng/giảm so với kịch bản gốc Bảng 2.

Trong Bảng 3, tác giả giả định lựa chọn trường hợp hạ mực nước đón lũ xuống mức 183 m làm kịch bản gốc để tiến hành so sánh, đánh giá. Kết quả cho thấy, trận lũ từ ngày 16 đến ngày 18/5 thủy điện đã vận hành hợp lý khi hạ mực nước xuống 182,06 m. Sở dĩ nói hợp lý là bởi vì khi so sánh với kịch bản gốc, trường hợp cực đoan nhất là thực tế hoàn toàn không có lũ về ($W_{\text{vào}} = 0\%$ $W_{\text{lũ}}$) thì mức độ thiệt hại do hạ mực nước xuống thấp quy đổi ra tiền là -135 triệu đồng (so với kịch bản gốc), trong khi chỉ cần tổng lượng lũ về 25% như dự báo thì doanh thu sẽ tăng thêm 168 triệu đồng (so với kịch bản gốc). Lũ càng về lớn, thu nhập càng tăng thêm, cụ thể nếu tổng lượng lũ về bằng 50% dự báo thì doanh thu sẽ tăng thêm 175 triệu đồng.



Hình 6. Biểu đồ quá trình lũ về hồ, thời gian hạ mực nước đón lũ và thời gian lũ

Bảng 2. Tổng hợp 25 kịch bản vận hành với mực nước hồ ban đầu 182,74 m

STT	Mực nước hạ đón lũ (m)	Lưu lượng vào hồ (m³/s)	STT	Mực nước hạ đón lũ (m)	Lưu lượng vào hồ (m³/s)
1	183,00	100% dự báo	16	181,50	100% dự báo
2		75% dự báo	17		75% dự báo
3		50% dự báo	18		50% dự báo
4		25% dự báo	19		25% dự báo
5		0% dự báo	20		0% dự báo
6	182,50	100% dự báo	21	181,00	100% dự báo
7		75% dự báo	22		75% dự báo
8		50% dự báo	23		50% dự báo
9		25% dự báo	24		25% dự báo
10		0% dự báo	25		0% dự báo
11	182,06	100% dự báo			
12		75% dự báo			
13		50% dự báo			
14		25% dự báo			
15		0% dự báo			

Bảng 3. Tổng hợp kết quả các kịch bản vận hành

Mực nước giả định hạ (m)	$W_{\text{vào}} = 0\% W_{\text{lũ}}$		$W_{\text{vào}} = 25\% W_{\text{lũ}}$		$W_{\text{vào}} = 50\% W_{\text{lũ}}$		$W_{\text{vào}} = 75\% W_{\text{lũ}}$		$W_{\text{vào}} = 100\% W_{\text{lũ}}$	
	Doanh thu tổng (tỷ đồng)	Doanh thu tăng/giảm (triệu đồng)	Doanh thu tổng (tỷ đồng)	Doanh thu tăng/giảm (triệu đồng)	Doanh thu tổng (tỷ đồng)	Doanh thu tăng/giảm (triệu đồng)	Doanh thu tổng (tỷ đồng)	Doanh thu tăng/giảm (triệu đồng)	Doanh thu tổng (tỷ đồng)	Doanh thu tăng/giảm (triệu đồng)
183,00	1,794	(-)	2,499	(-)	2,499	(-)	2,499	(-)	2,499	(-)
182,50	1,786	-8	2,589	90	2,596	97	2,596	97	2,596	97
182,06	1,659	-135	2,667	168	2,674	175	2,674	175	2,674	175
181,50	1,377	-417	2,764	265	2,771	272	2,771	272	2,771	272
181,00	1,123	-671	2,84	341	2,852	353	2,852	353	2,852	353

Nghiên cứu này cũng chỉ ra rằng, nếu hạ mực nước xuống ngưỡng thấp hơn (181,5 m và 181 m) thì rủi ro thiệt hại về doanh thu sẽ tăng lên rất lớn nếu quy mô trận lũ không về như dự báo. Lấy ví dụ nếu hạ mực nước hồ xuống ngưỡng 181 m để đón lũ, trường hợp nếu lũ hoàn toàn

không về (tổng lượng nước vào hồ - $W_{\text{vào}} = 0\%$ tổng lượng nước lũ tính toán $W_{\text{lũ}}$) thì thiệt hại quy đổi ra tiền sẽ là - 671 triệu đồng (so với kịch bản gốc), trong khi doanh thu tăng thêm nếu lũ về 100% giống dự báo ($W_{\text{vào}} = 100\% W_{\text{lũ}}$) cũng chỉ là 353 triệu đồng, tức là nếu so sánh giữa “được” và “mất” thì phần rủi ro “mất” sẽ lớn hơn. Việc này sẽ cung cấp cho lãnh đạo nhà máy và cán bộ vận hành một bức tranh tổng thể về các kịch bản có thể xảy ra, doanh thu tăng/giảm nếu thực hiện theo các kịch bản này, đây là một kênh cung cấp thông tin quan trọng và hữu ích, giúp quá trình ra quyết định vận hành hồ chứa được dễ dàng và hiệu quả hơn.

4. Kết luận

Nội dung bài báo đã trình bày về phương pháp đánh giá rủi ro kinh tế cho Nhà máy thủy điện Thác Xăng với những xác suất dự báo chính xác lượng mưa đầu vào khác nhau trong mùa mưa lũ. Bài báo đã trình bày cấu trúc thành phần cơ bản của hệ thống hỗ trợ ra quyết định cho nhà máy Thủy điện Thác Xăng với Mô hình dự báo mưa; Mô hình dự báo dòng chảy và Chương trình mô phỏng vận hành. Dựa trên cấu trúc hệ thống, rủi ro về kinh tế của nhà máy dựa trên các kịch bản dự báo mưa, dòng chảy và vận hành được thực hiện đánh giá.

Phương pháp đánh giá rủi ro đã được phân tích trong một trường hợp nghiên cứu kết quả vận hành của nhà máy Thủy điện Thác Xăng trong con lũ từ ngày 16 đến ngày 18/5/2024. Kết quả phân tích cho thấy dựa trên kết quả phân tích rủi ro, quyết định vận hành và kết quả lợi ích kinh tế thu được của Nhà máy là hợp lý.

Từ thành công thu được của hệ thống DSS-HP cho nhà máy thủy điện Thác Xăng, tác giả cùng nhóm nghiên cứu sẽ tiếp tục thu thập dữ liệu các kết quả vận hành lũ để có thể xây dựng các mô hình cho phép hỗ trợ người vận hành lựa chọn kịch bản chính xác, mang lại lợi ích kinh tế lớn hơn cho các nhà máy thủy điện vừa và nhỏ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] A. Tariq and K. S. Rafi, “Intelligent Decision Support Systems- A Framework,” *Inf. Knowl. Manag.*, vol. 2, pp. 12–19, 2012.
- [2] Y. Uzun and K. Bicakci, “A second look at the performance of neural networks for keystroke dynamics using a publicly available dataset,” *Comput. Secur.*, vol. 31, pp. 717–726, 2012, doi: 10.1016/j.cose.2012.04.002.
- [3] A. Linares, J. Regodón, L. Panizo, M.-D.-M. Gallardo, and P. Merino, “A DSS for Reservoirs Operation Based on the Execution of Formal Models,” 2014. [Online]. Available: https://academicworks.cuny.edu/cc_conf_hic/245/. [Accessed April 10, 2024].
- [4] M. Sadki, S. Munier, A. Boone, and S. Ricci, “Implementation and sensitivity analysis of a Dam-Reservoir Operation model (DROP v1.0) over Spain,” *Geosci. Model Dev. Discuss. [preprint]*, vol. 3, no. June, 2022.
- [5] J. Bernardes *et al.*, “Hydropower Operation Optimization Using Machine Learning: A Systematic Review,” *Ai*, vol. 3, no. 1, pp. 78–99, 2022, doi: 10.3390/ai3010006.
- [6] J. Suwatthikul *et al.*, “Development of dam safety remote monitoring and evaluation system,” *J. Disaster Res.*, vol. 16, no. 4, pp. 607–617, 2021, doi: 10.20965/JDR.2021.P0607.
- [7] R. M. Almeida *et al.*, “Hydropeaking Operations of Two Run-of-River Mega-Dams Alter Downstream Hydrology of the Largest Amazon Tributary,” *Front. Environ. Sci.*, vol. 8, no. July, 2020, doi: 10.3389/fenvs.2020.00120.
- [8] J. Zhang, C. Cheng, S. Liao, X. Wu, and J. Shen, “Daily reservoir inflow forecasting combining QPF into ANNs model,” *Dly. Reserv. inflow Forecast. Comb. QPF into ANNs Model*, vol. 6, no. 1, pp. 121–150, 2009, doi: 10.5194/hessd-6-121-2009.
- [9] T. Yang, A. Akabari, E. Welles, X. Gao, S. Soróhian, and X. Liu, “Developing reservoir monthly inflow forecasts using artificial intelligence and climate phenomenon information,” *Water Resour. Res.*, vol. 53, pp. 2786–2812, 2017.
- [10] J. B. Klemp, D. O. Gill, D. M. Barker, M. G. Duda, W. Wang, and J. G. Powers, “A Description of the Advanced Research WRF Version 3” *NCAR Technical note*, June 2008, doi: 10.5065/D68S4MVH.
- [11] M. Sugawara, “Tank Model - For the Derivation of River Discharge from Rainfall,” *Earth Science Magazine*, vol. 94-4, pp. 210-221, 1985.
- [12] J. W. Lee, S. D. Chegal, and S. O. Lee, “A review of tank model and its applicability to various korean catchment conditions,” *Water (Switzerland)*, vol. 12, no. 12, 2020, doi: 10.3390/w12123588.