

NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP HIỆU CHỈNH QUAN HỆ THỂ TÍCH - MỨC NƯỚC CỦA HỒ CHỨA

Nguyễn Chính Kiên, Dương Thị Thanh Hương, Nguyễn Thị Hằng
Viện Cơ học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Tóm tắt

Quan hệ giữa thể tích (V) và mực nước (Z) là một đại lượng quan trọng trong việc tính cân bằng hồ chứa để thực hiện công tác điều hành hồ chứa. Để có được đại lượng này đòi hỏi một khối lượng đo đạc lớn, tốn kém nhiều chi phí và phải liên tục cập nhật tình trạng thực tế vì hồ chứa luôn thay đổi bởi các hiện tượng khách quan và chủ quan như: sạt lở, bồi lắng, khai thác cát, ... Ngoài ra, sai số khi đo đạc và xử lý số liệu ảnh hưởng lớn đến độ chính xác của dữ liệu. Vì vậy, việc hiệu chỉnh quan hệ $V - Z$ của hồ chứa là rất cần thiết để phục vụ cho quá trình tác nghiệp điều hành hồ chứa một cách chính xác hơn. Trong bài báo này, nhóm tác giả thử nghiệm 06 phương pháp tối ưu: phương pháp ô vuông, phương pháp Rosen Brock, phương pháp Nelder - Mead, phương pháp Hook - Jeeves, phương pháp di truyền (GA) và phương pháp tiến hóa xáo trộn phức hợp (SCE) để đánh giá các ưu nhược điểm của chúng và áp dụng hiệu chỉnh quan hệ $V - Z$ cho 4 hồ Bản Chát, Huội Quảng, Hòa Bình và Thác Bà.

Từ khóa: Quan hệ $V - Z$; Phương pháp tối ưu; Điều hành hồ.

Abstract

Study on methods for the adjustment of the volume - waterlevel relationship of reservoirs

The relationship between the volume (V) and the water level (Z) is a significant factor in calculating the reservoir balance for reservoir operation management. Obtaining this factor often requires numerous measurements which is costly and such data must constantly update due to natural and artificial impacts (i.e. landslides, sedimentation, sand mining, ...). In addition, errors in measurement and data processing have the great effect on the accuracy of data. Therefore, the adjustment of $V - Z$ relationship of a reservoir is extremely necessary for accurately forecasting hydrological process and reservoir operation management. In this study, 06 optimal methods, including: Square method, Rosen Brock method, Nelder - Mead method, Hook - Jeeves method, GA method, and Shuffled Complex Evolution - SCE method were tested to evaluate their advantages and disadvantages and then applied the $V - Z$ relationship adjustment for Ban Chat, Huoi Quang, Hoa Binh and Thac Ba reservoirs.

Keywords: $V - Z$ relationship; Optimal method; Reservoir operator.

1. Mô hình số

1.1. Mô hình cân bằng hồ

Phương trình cơ bản của quá trình điều tiết hồ chứa là phương pháp bảo toàn khối lượng được viết dưới dạng sau [1, 2]:

$$\frac{dV}{dt} = Q_1 - Q_2 \quad (1)$$

$$V(t_0) = V_0 \quad (2)$$

Ở đây:

V - thể tích nước chứa trong hồ tại thời điểm t , $t_0 \leq t \leq T$;

t_0 - thời điểm ban đầu;

Q_1 - lưu lượng vào hồ, được xác

định bởi $Q_1 = Q_{11}(t) + Q_{12}(t)$

Q_{11} - lưu lượng tự nhiên chảy vào hồ;

Với là lưu lượng xả từ hồ qua các cửa xả đáy, cửa xả mặt và qua tuabin:

$$Q_{21}(t, Z, n, \dots) = n_{xd}(t) \cdot Q_{xd}(z(t)) + n_{xm}(t) \cdot Q_{xm}(z(t)) + Q_{tb}(z(t), N(t))$$

n_{xd} - số cửa xả đáy được mở;

n_{xm} - số cửa xả mặt được mở;

Q_{xd} - lưu lượng qua 1 cửa xả đáy, phụ thuộc vào mực nước hồ;

Q_{xm} - lưu lượng qua 1 cửa xả mặt, phụ thuộc vào mực nước hồ;

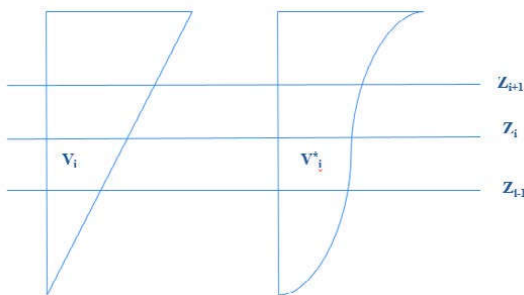
Q_{tb} - lưu lượng qua tuốc bin, phụ thuộc vào mực nước của hồ và công suất phát;

Q_{22} - lưu lượng bốc hơi.

1.2. Thay đổi quan hệ V - Z

Ban đầu, từ bảng quan hệ V - Z của hồ chứa có được do đo đạc, ta thử nghiệm thay đổi các cặp giá trị này. Ví dụ tại mực nước Z_i có thể tích hồ tương ứng là V_i , để thay đổi quan hệ, ta giả sử thể tích mới là V_i^* , tuy nhiên chỉ xét thể tích mới này thay đổi nhỏ, thỏa mãn điều kiện:

$$\frac{1}{2}(V_{i-1} + V_i) < V_i^* < \frac{1}{2}(V_i + V_{i+1})$$



Hình 1: Phương án thay đổi quan hệ V - Z của hồ chứa

Gọi hệ số thay đổi thể tích ứng với mực nước Z_i là α_i thì: $V_i^* = \alpha_i V_i$

Q_{12} - lưu lượng điều tiết từ hồ

thượng lưu mắc nối tiếp với hồ;

Q_2 - lưu lượng ra hồ được xác định bởi

$$Q_2(t) = Q_{21}(t, Z, n, \dots) + Q_{22}(t, Z)$$

Vậy ta có:

$$\frac{1}{2} \frac{(V_{i-1} + V_i)}{V_i} < \alpha_i < \frac{1}{2} \frac{(V_i + V_{i+1})}{V_i} \quad (3)$$

1.3. Phương pháp giải bài toán ước tính hệ số tối ưu:

Xét hàm giá: $F = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Z_i - \hat{Z}_i)$ (4)

Z_i : Giá trị mực nước hồ tính toán;

$\hat{Z}_i$: Giá trị mực nước hồ thực đo.

Như vậy để giá trị tính toán gần sát với các giá trị thực đo thì giá trị hàm F phải tiến về cực tiểu $F = 0$. F là hàm của Z, Z là hàm của V - tra theo bảng quan hệ V - Z, nghĩa là F hàm của α_i .

Vậy yêu cầu đặt ra là: Ta có bộ hệ số α_i tương ứng với các cấp độ của quan hệ V - Z hồ, cần tìm bộ hệ số này (tìm bảng quan hệ V - Z mới) sao cho hàm giá (4) ở trên đạt cực tiểu. Bộ hệ số này bị ràng buộc bởi các điều kiện bất đẳng thức (3) xác định ở trên.

Bài toán được viết dưới dạng tổng quát như sau:

Cho tập D xác định bởi:

$$D = \{x \in R^n : h_i(x) = 0 ; \\ i = 1, 2, \dots, m; g_j(x) \leq 0 ; \\ j = 1, 2, \dots, p\}$$

Cho hàm số $f: D \rightarrow R$, hàm số $h_i: R^n \rightarrow R$; hàm số $g_j: R^n \rightarrow R$;

Xét bài toán tối ưu với ràng buộc tổng quát dạng:

$$\min\{f(x) : x \in R^n\}$$

với các điều kiện:

$$\begin{cases} h_i(x) = 0, i = 1, 2, \dots, m \\ g_j(x) \leq 0, j = 1, 2, \dots, p \end{cases}$$

Đối với các hàm f , tùy thuộc vào tính chất của nó mà người ta sử dụng các phương pháp khác nhau tìm cực trị tương ứng. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả thử nghiệm 06 phương pháp đề cập dưới đây.

1.3.1. Phương pháp ô vuông

Có nhiều phương pháp lựa chọn giá trị tối ưu của thông số nhưng dễ hiểu hơn cả và tính toán vất vả hơn cả là phương pháp ô vuông (phương pháp lưới). Chia miền xác định của từng thông số thành các phần bằng nhau. Với mỗi bộ điểm tại các nút xác định một bộ thông số của mô hình. Thực hiện n lần tính toán theo mô hình để tìm miền có giá trị nhỏ nhất của hàm mục tiêu. Quá trình cứ như thế tiếp diễn cho đến khi bước dò tìm nhỏ hơn một vô cùng bé chọn trước. Phương pháp này chỉ cho phép phát hiện cực trị địa phương đủ rộng hơn mắt lưới, do đó mặc dù đã chấp nhận khối lượng tính toán khổng lồ nhưng vẫn có khả năng rơi vào cực trị địa phương.

1.3.2. Phương pháp Rosenbrock

Phương pháp Rosenbrock là bước phát triển của phương pháp độ dốc, rất thích hợp với dạng hàm mục tiêu không tính được đạo hàm riêng phần. Chọn sơ bộ mỗi thông số một giá trị hợp lý nào đó, tính giá trị của hàm mục tiêu ứng với các giá trị của thông số được chọn lần đầu. Chỉ thay đổi giá trị của một thông số, giữ nguyên tất cả giá trị của các thông số còn lại, tính giá trị mới của hàm mục tiêu. Nếu hàm mục tiêu có giá trị nhỏ hơn tại vị trí cũ, chọn ngay giá trị của thông số vừa tính

thử làm giá trị chính thức, còn ngược lại thay đổi giá trị thông số đó theo quy luật tịnh tiến. Lặp lại cho từng thông số và đánh giá hàm mục tiêu sau mỗi lần thực hiện với tất cả các thông số, dừng thực hiện khi bước thay đổi các thông số đều nhỏ hơn 1 giá trị cho trước.

1.3.3. Phương pháp Hooke-Jeeves

Thủ tục cơ bản của thuật toán Hooke - Jeeves là thủ tục dò tìm địa phương: xuất phát từ một điểm $x \in R^n$ theo $2n$ hướng dọc theo n trục tọa độ với độ dài bước h tìm điểm x' có giá trị hàm mục tiêu $f(x')$ tốt hơn $f(x)$.

1.3.4. Phương pháp Nelder - Mead

Thuật toán Nelder - Mead sử dụng một mô hình hình học gọi là simplex để di chuyển đi mô điểm tối ưu trong không gian tìm kiếm nên nó được gọi là “Simplex search method”. Các simplex n -chiều này được biến dạng nhờ 3 phép biến đổi: đối xứng gương, phép co, phép dẫn dựa vào 4 tham số cần xác định đó là: hệ số phản xạ, hệ số dẫn C , hệ số co D và hệ số thu hẹp E .

1.3.5 Giải thuật di truyền (GA)

Giải thuật Di truyền áp dụng quá trình tiến hóa tự nhiên (vận dụng các nguyên lý của tiến hóa như di truyền, đột biến, chọn lọc tự nhiên, và trao đổi chéo) để giải các bài toán tối ưu trong thực tế (từ tập các lời giải có thể ban đầu thông qua nhiều bước tiến hóa hình thành các tập hợp mới với lời giải tốt hơn và cuối cùng sẽ tìm được lời giải gần tối ưu).

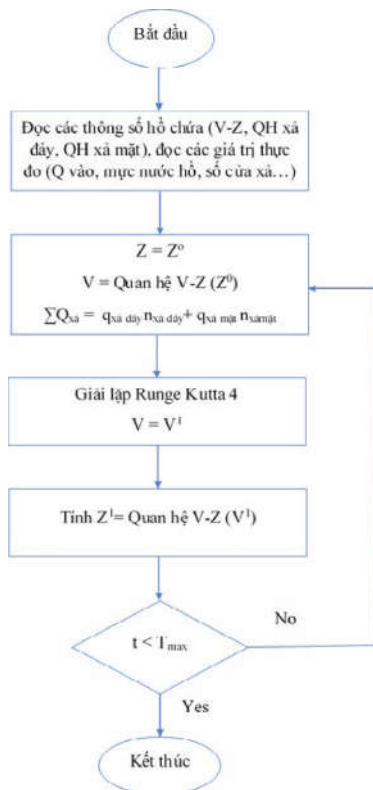
1.3.6 Phương pháp tiến hóa xáo trộn phức hợp (Shuffled Complex Evolution-SCE):

Phương pháp SCE được xây dựng dựa trên: sự kết hợp giữa phương pháp

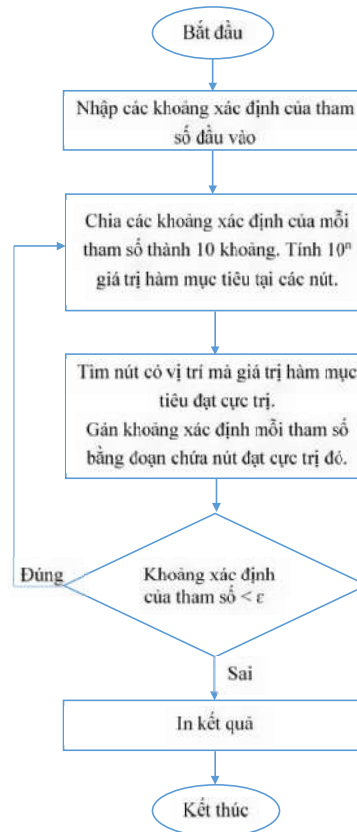
Downhill Simplex của Nelder Mead (1956) với các khái niệm của phương pháp tìm kiếm ngẫu nhiên có kiểm soát (Price, 1987); sự xáo trộn cạnh tranh (Holland, 1975); xáo trộn các phức hợp. Phương pháp SCE được khởi tạo bằng cách chọn các tham số p và m với p là số phức hợp, m là số điểm trong mỗi phức hợp. Không gian mẫu s là mẫu lấy ngẫu nhiên trong không gian khả thi của thông số sử dụng một phân phối xác suất thống nhất và tính toán giá trị hàm mục tiêu tại mỗi điểm đó. Sau đó, các điểm trong s

đều được sắp xếp theo thứ tự giá trị của hàm mục tiêu tốt dần. Các điểm này sẽ được chia thành p phức hợp, mỗi phức hợp gồm m điểm. Mỗi phức hợp sẽ tiến hóa theo một cách độc lập theo phương pháp Downhill Simplex. Bước tiếp theo, xáo trộn, kết hợp các điểm trong các phức hợp đã phát triển thành một tập mẫu mới dựa trên thông tin của tập mẫu ban đầu. Sự phát triển và xáo trộn này sẽ được lặp đi lặp lại cho tới khi nào các tiêu chí hội tụ được thỏa mãn.

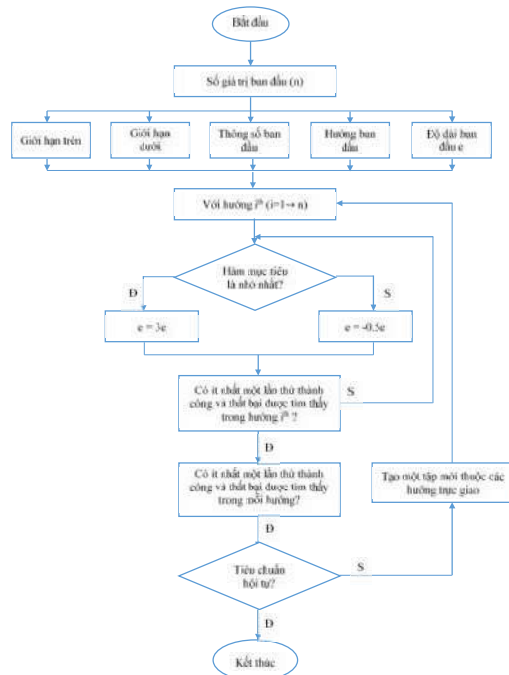
1.4. Sơ đồ khối chương trình tính toán



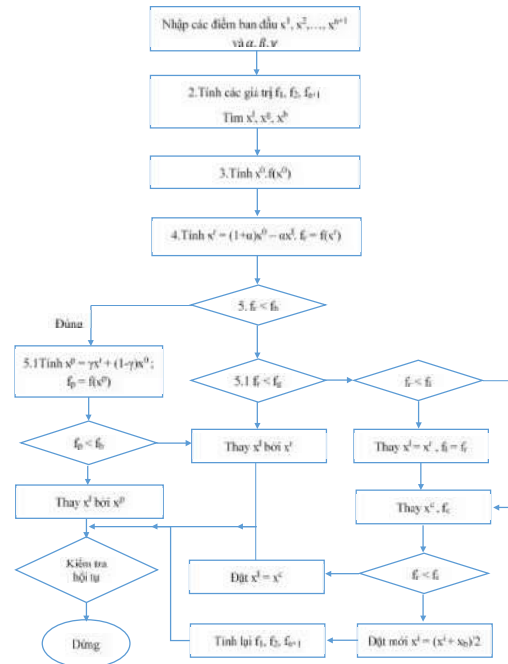
a. Sơ đồ khối mô hình điều tiết



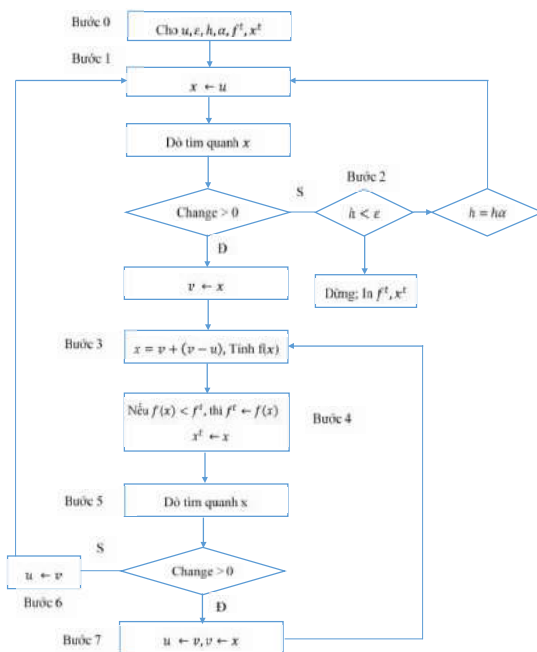
b. Sơ đồ khối thuật toán ô vuông



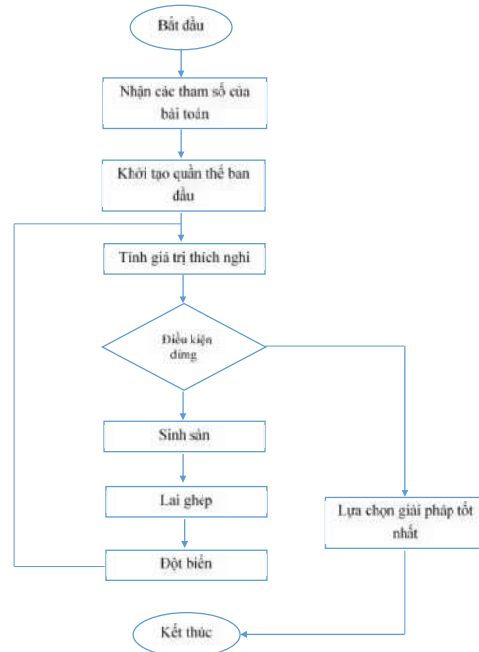
c. Sơ đồ khối thuật toán Rosenbrock



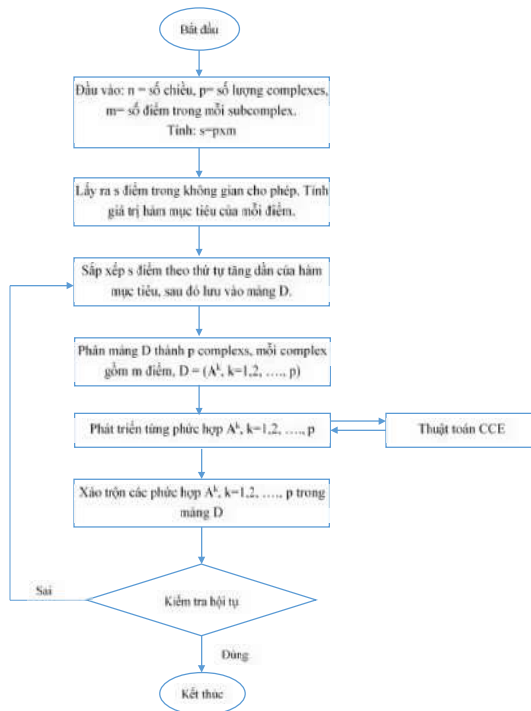
d. Sơ đồ khối thuật toán Hooke - Jeeves



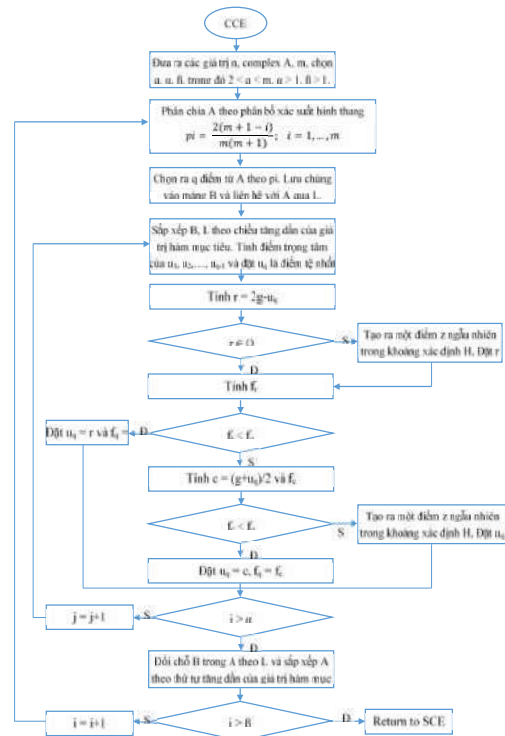
e. Sơ đồ khối thuật toán Nelder - Mead



f. Sơ đồ khối giải thuật di truyền



g.1. Sơ đồ khối thuật toán SCE



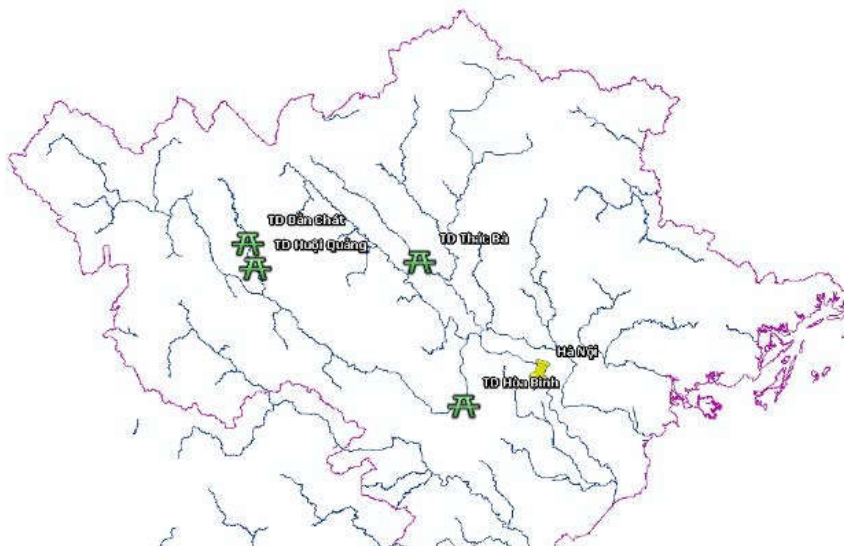
g.2. Sơ đồ khối module CCE của thuật toán SCE

Hình 2: Sơ đồ khối mô hình cân bằng hồ chứa và các thuật toán sử dụng

2. Thử nghiệm tính hiệu chỉnh V-Z.

2.1. Lưu vực nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả thử nghiệm trên 04 hồ chứa: Bản Chát, Huội Quảng, Hòa Bình, Thác Bà, đều là các hồ chứa lớn trong hệ thống hồ thủy điện tại Bắc Bộ.



Hình 3: Vị trí các hồ chứa nghiên cứu

Bảng 1. Thông số hồ chứa

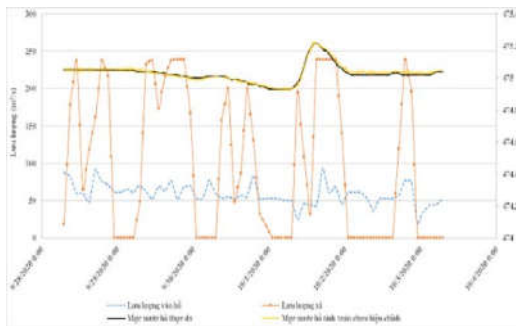
	Hồ thủy điện Bản Chát	Hồ thủy điện Huội Quảng	Hồ thủy điện Hòa Bình	Hồ thủy điện Thác Bà
Mức nước dâng bình thường	475,00 m	370,00 m	117,00 m	58,00 m
Mức nước chết	431,00 m	368,00 m	80,00 m	46,00 m
Mức nước lớn nhất kiểm tra (P = 0.01%)	477,31 m	370,00 m	122,00 m	61,00 m
Dung tích toàn bộ	2137,70 triệu m ³	184,20 triệu m ³	9862,00 triệu m ³	2940,00 triệu m ³
Dung tích hữu ích	1702,40 triệu m ³	16,30 triệu m ³	6062,00 triệu m ³	2160,00 triệu m ³

2.2. Phương án tính

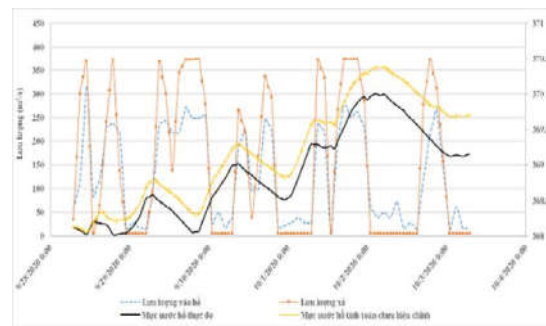
Trong bài báo này, nhóm tác giả đã chọn 2 trận lũ năm 2020 với thời gian tính toán cụ thể được đề cập trong Bảng 2.

Bảng 2. Thời gian tính toán

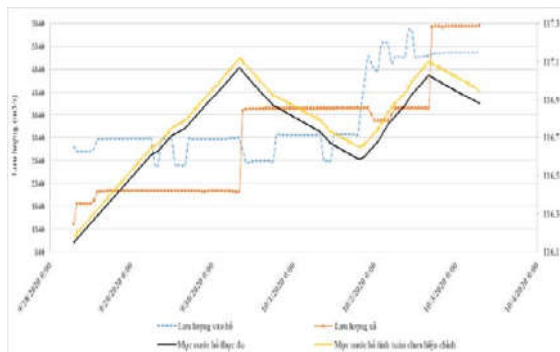
	Phương án	Thời gian bắt đầu	Thời gian kết thúc
Trận lũ 1	Hiệu chỉnh	28/09/2020	03/10/2020
Trận lũ 2	Kiểm định	21/10/2020	26/10/2020



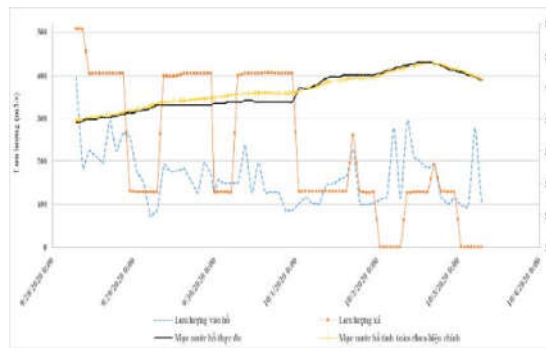
Hình 4: Đường lưu lượng vào hồ, ra hồ, mực nước hồ Bản Chát giữa thực đo và tính toán chưa hiệu chỉnh của trận lũ 01



Hình 5: Đường lưu lượng vào hồ, ra hồ, mực nước hồ Huội Quảng giữa thực đo và tính toán chưa hiệu chỉnh của trận lũ 01



Hình 6: Đường lưu lượng vào hồ, ra hồ, mực nước hồ Hòa Bình giữa thực đo và tính toán chưa hiệu chỉnh của trận lũ 01



Hình 7: Đường lưu lượng vào hồ, ra hồ, mực nước hồ Thác Bà giữa thực đo và tính toán chưa hiệu chỉnh của trận lũ 01

Ban đầu, thực hiện tính cân bằng hồ sử dụng bảng quan hệ V - Z được công bố trong Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Hồng của Thủ tướng Chính phủ ban hành năm 2019 đối với 04

hồ chứa cho trận lũ 1 và có kết quả như trong Hình 4 đến Hình 7. Nhận thấy có sự sai số khá lớn giữa mực nước hồ tính toán và thực đo.

Nghiên cứu

a. Hiệu chỉnh mô hình.

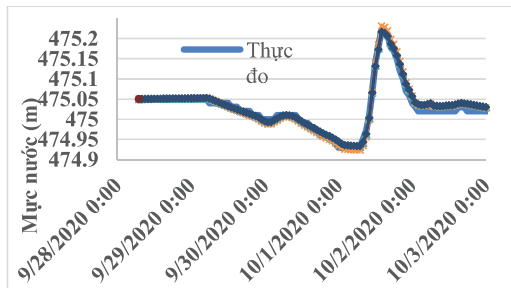
Dưới đây là kết quả tính hiệu chỉnh của 4 hồ ứng với 6 phương pháp tối ưu, hiệu chỉnh quan hệ V - Z.

Trong đó:

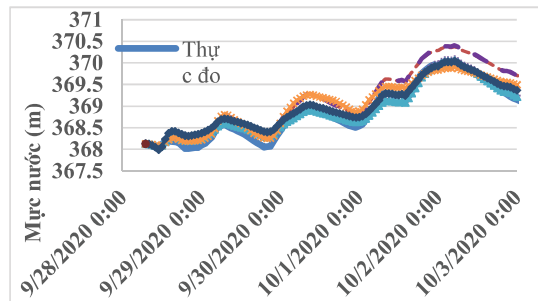
- PP1: Phương pháp ô vuông
- PP2: Phương pháp Rosenbrock

- PP3: Phương pháp Hook - Jeeves
- PP4: Phương pháp Nelder - Mead
- PP5: Phương pháp Giải thuật di truyền GA

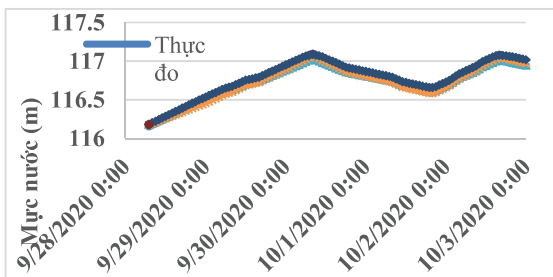
- PP6: Phương pháp tiến hóa xáo trộn phức hợp SCE.



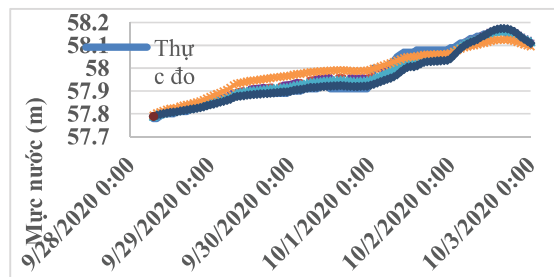
Hình 8: Đồ thị mực nước hồ Bản Chát giữa thực đo và tính toán của 6 phương pháp hiệu chỉnh V - Z, trận lũ 01



Hình 9: Đồ thị mực nước hồ Huội Quảng giữa thực đo và tính toán của 6 phương pháp hiệu chỉnh V - Z, trận lũ 01



Hình 10: Đồ thị mực nước hồ Hoà Bình giữa thực đo và tính toán của 6 phương pháp hiệu chỉnh V - Z, trận lũ 01

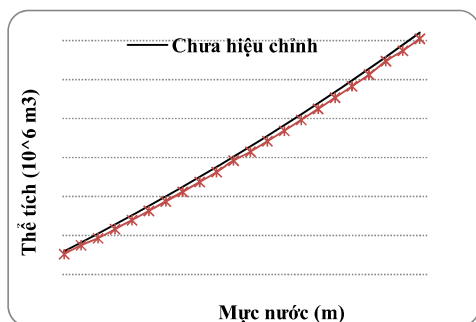


Hình 11: Đồ thị mực nước hồ Thác Bà giữa thực đo và tính toán của 6 phương pháp hiệu chỉnh V - Z, trận lũ 01

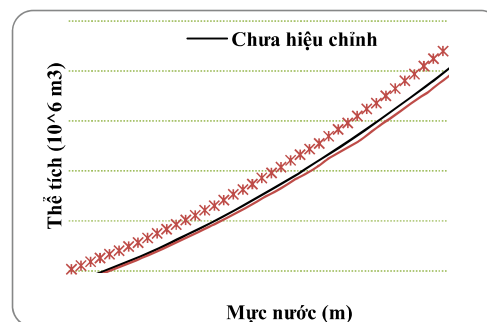
Hình 8 đến Hình 11 là đường so sánh mực nước của 4 hồ theo 6 phương pháp giữa thực đo và tính toán. Qua đó, ta thấy sai số mực nước giữa thực đo và tính toán (đã hiệu chỉnh) nhỏ, với chỉ số NSE đạt kết quả tốt 0.97, trong đó phương pháp 6 (SCE) cho kết quả tốt nhất (Bảng 3).

Bảng 3. Bảng chỉ số NSE đánh giá sai số giữa mực nước thực đo và tính hiệu chỉnh của 6 phương pháp đối với 04 hồ chứa

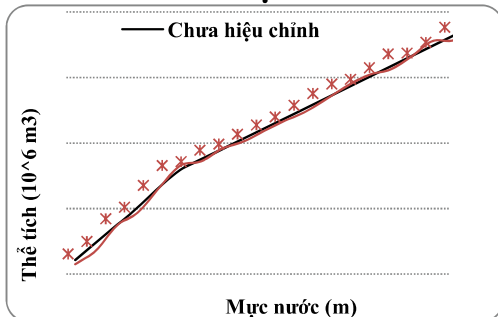
Chỉ số NSE							
	Chưa hiệu chỉnh	Hiệu chỉnh					
		PP1	PP2	PP3	PP4	PP5	PP6
Bản Chát	0,9779776	0,9778234	0,977997	0,977993	0,973193	0,977553	0,977999
Huội Quảng	0,7262280	0,7198890	0,973887	0,970037	0,873603	0,928377	0,978532
Hòa Bình	0,9391423	0,9370726	0,996171	0,993557	0,995137	0,941901	0,997102
Thác Bà	0,9459210	0,9457541	0,968361	0,967418	0,852727	0,939505	0,968125



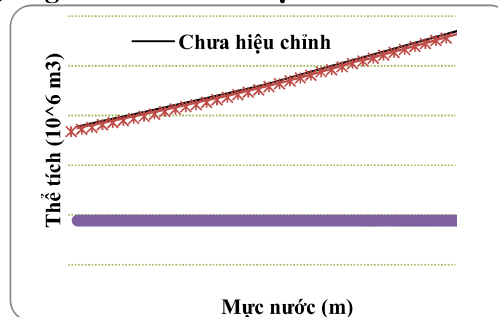
Hình 12: Đồ thị thể tích và mực nước hồ Bản Chất trước và sau khi hiệu chỉnh tính theo PP6



Hình 13: Đồ thị thể tích và mực nước hồ Huội Quảng trước và sau khi hiệu chỉnh tính theo PP6



Hình 14: Đồ thị thể tích và mực nước hồ Hòa Bình trước và sau khi hiệu chỉnh tính theo PP6

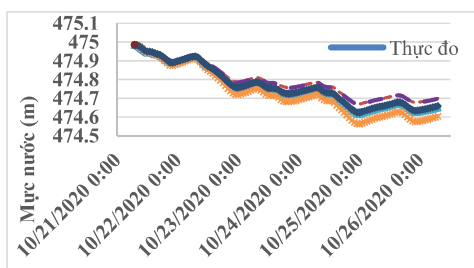


Hình 15: Đồ thị thể tích và mực nước hồ Thác Bà trước và sau khi hiệu chỉnh tính theo PP6

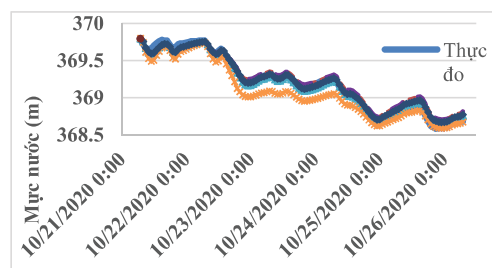
Hình 12 đến Hình 15 là đường quan hệ V - Z và sai số khi chưa hiệu chỉnh, đã hiệu chỉnh theo PP6 (SCE).

b. Kiểm định mô hình

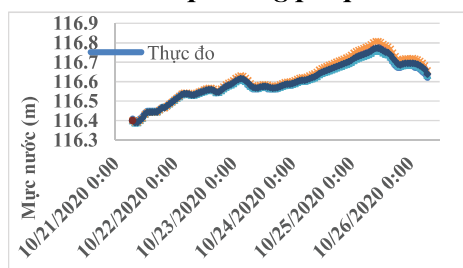
Sau khi hiệu chỉnh, dùng quan hệ V - Z đã có được để kiểm định cho 04 hồ trong trận lũ 2, kết quả trên Hình 16 đến 19.



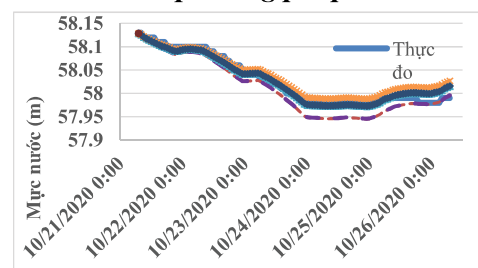
Hình 16: Đồ thị mực nước hồ Bản Chất tháng 10/2020 giữa thực đo và tính toán của 6 phương pháp



Hình 17: Đồ thị mực nước hồ Huội Quảng tháng 10/2020 giữa thực đo và tính toán của 6 phương pháp



Hình 18: Đồ thị mực nước hồ Hoà Bình tháng 10/2020 giữa thực đo và tính toán của 6 phương pháp



Hình 19: Đồ thị mực nước hồ Thác Bà tháng 10/2020 giữa thực đo và tính toán của 6 phương pháp

Bảng 4. Bảng chỉ số NSE đánh giá sai số giữa mực nước thực đo và tính kiểm định của 6 phương pháp đối với 04 hồ chứa

Hồ chứa	Chưa hiệu chỉnh	Kiểm định					
		PP1	PP2	PP3	PP4	PP5	PP6
Bản Chát	0,8785030	0,8890519	0,9954737	0,995479	0,886898	0,992444	0,995476
Huội Quảng	0,9474320	0,9461615	0,9938058	0,993798	0,929617	0,990635	0,993366
Hòa Bình	0,9604731	0,9603655	0,9935317	0,986528	0,876687	0,985132	0,993532
Thác Bà	0,8273770	0,8326723	0,9633250	0,963392	0,919875	0,963110	0,968312

Nhận xét:

Việc điều chỉnh quan hệ V - Z hồ chứa đem lại hiệu quả rõ rệt trong kết quả tính toán mực nước hồ, qua các đồ thị so sánh và bảng chỉ số NSE của 4 hồ qua 6 phương pháp.

Ngoại trừ thuật toán ô vuông, các thuật toán khác được thử nghiệm chạy hàng trăm lần với các giá trị xuất phát ngẫu nhiên nhằm tránh bẫy cực trị địa phương. Mỗi lần dò tìm tối ưu mỗi phương pháp mất hàng giờ do khối lượng tính toán lớn (chạy hàng chục ngàn lần tính cân bằng hồ toàn đợt lũ), nhưng sau khi đã xác định được bộ hệ số tối ưu, việc áp dụng tính kiểm định cho khoảng thời gian khác rất nhanh chóng. Về tốc độ tính toán, phương pháp Hook - Jeeves cho kết quả nhanh nhất. Về kết quả tính toán, phương pháp SCE thường cho kết quả tốt nhất ($NSE > 0,96$), tiếp đó là đến phương pháp Hook - Jeeves; phương pháp Nelder - Mead và phương pháp ô vuông tỏ ra kém hiệu quả nhất. Các phương pháp thường cho kết quả tốt hơn giá trị chưa hiệu chỉnh, tuy nhiên trong một số ít trường hợp không hội tụ hoặc cho kết quả NSE kém hơn.

3. Kết luận

Nội dung nghiên cứu của bài báo được định hướng vào việc hiệu chỉnh quan hệ thể tích - mực nước, nâng cao độ

chính xác tính mực nước trong dự báo lũ cho hồ thủy điện bằng việc áp dụng 06 phương pháp ước tính thông số tối ưu. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định cho các cơn lũ năm 2020 tại 4 hồ chứa cho thấy chỉ số NSE tăng rõ rệt, mực nước hồ tiến sát thực đo, góp phần tăng độ chính xác của kết quả tác nghiệp tư vấn điều hành hồ chứa thủy điện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Ngô Huy Cận, Trần Thu Hà (2002). *Mô hình tính toán điều tiết hồ Hoà Bình*. Tuyển tập công trình khoa học Hội nghị Cơ học toàn quốc lần thứ 7, tháng 12, tr. 30 - 35.
- [2]. Ngô Huy Cận, Vũ Văn Đạt (2005). *Về một bài toán điều tiết hồ chứa*. Tuyển tập công trình Hội nghị Khoa học Cơ học Thủy khí toàn quốc năm 2005, tr. 01 - 08.
- [3]. Đề tài cấp Nhà nước KC-08-13 (2004). *Nghiên cứu cơ sở khoa học cho các giải pháp tổng thể dự báo phòng tránh lũ lụt ở đồng bằng sông Hồng*. Báo cáo tổng kết đề tài.
- [4]. Lê Xuân Toàn (2015). *Một số phương pháp tối ưu không dùng đạo hàm*. Luận văn thạc sĩ toán học.
- [5]. Nguyễn Chính Kiên, Nguyễn Thị Hằng (2020). *Thử nghiệm một số phương pháp số giải bài toán ước tính thông số tối ưu cho mô hình thủy văn*. Hội nghị 45 năm thành lập Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

BBT nhận bài: 12/7/2021; Phản biện xong: 05/8/2021; Chấp nhận đăng: 22/9/2021