

KÉO DÀI SỐ LIỆU DÒNG CHẢY VỚI MÔ PHỎNG MONTE CARLO

EXTENSION OF FLOWS SERIES DATA WITH MONTE-CARLO SIMULATION

Nguyễn thống

Khoa Xây Dựng, Đại Học Bách Khoa, TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

BẢN TÓM TẮT

Trong tính toán thủy năng để đánh giá năng lượng trung bình nhiều năm của một hồ chứa thủy điện đòi hỏi chuỗi dòng chảy sử dụng phải đủ dài để cho kết quả tin cậy. Tuy nhiên, trong thực tế nước ta số liệu quan trắc khí tượng thủy văn thường thiếu, do đó vấn đề xác định chuỗi dòng chảy đủ dài trong tính toán gặp nhiều khó khăn. Nội dung bài báo giới thiệu phương pháp mô phỏng Monte Carlo, một trong những phương pháp có thể áp dụng để kéo dài dòng chảy. Lý thuyết sẽ được áp dụng để kéo dài dòng chảy của các hồ chứa thủy điện Sông Bung 4 và Đại Ninh.

ABSTRACT

In hydropower calculation, for estimation of the weighted average energy of hydropower reservoir, the discharge flows series usually required enough long series in order to have the more reliable results. However, in Viet Nam the statistic sources are often not reliable. This note presents the Monte-Carlo simulation method, that is one of the methods very often applied to extend the flows series data. The theory are applied to Song Bung 4 and Đại Ninh hydropower plants.

1. GIỚI THIỆU

Trong các dự án hồ chứa thủy điện, để xác định năng lượng trung bình nhiều năm người ta thường sử dụng chuỗi dòng chảy đủ dài (thường trên 30 năm cho công trình cấp 2) để tính toán thủy năng. Tuy nhiên, ở nước ta rất ít các dự án hồ chứa thủy điện có tài liệu quan trắc khí tượng thủy văn đủ dài theo yêu cầu. Ví dụ các dự án thuộc hệ thống sông Vu Gia-Thu Bồn thuộc tỉnh Quảng Nam và trên hệ thống sông Đồng Nai, thường chuỗi số liệu quan trắc liên tục cũng dưới 30 năm.

Để kéo dài dòng chảy để phục vụ tính toán, người ta có thể dùng nhiều phương pháp: trung bình trượt, phân tích chuỗi thời gian, hồi quy, mô phỏng Monte Carlo... Trong trường hợp số liệu quan trắc trong quá khứ tương đối khá nhưng chưa đủ dài theo yêu cầu tính toán, phương pháp mô phỏng Monte Carlo rất tiện lợi với sự phát triển của máy tính hiện nay.

2. LÝ THUYẾT

Mô phỏng Monte Carlo là một phương pháp định lượng được áp dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực. Đây là phương pháp chỉ được phát triển mạnh mẽ khi có sự ra đời của máy tính vì khi thực hiện sẽ cần một số lớn phép tính. Phương pháp được áp dụng để nghiên cứu kết quả của một số bài toán mà số liệu đầu vào được mô tả là các đại lượng thống kê. Các đại lượng thống kê sẽ được mô tả bởi các quy luật được xác định trên cơ sở quan sát số liệu trong quá khứ hoặc từ các quy luật kinh tế, xã hội, tự nhiên... Trong nghiên cứu này, sự biến đổi ngẫu nhiên của lưu lượng trung bình tháng của dòng chảy đến sẽ được mô phỏng lại từ kết quả của số liệu các tháng đã quan sát trong thực tế. Từ các số liệu này, kết hợp với việc dùng hàm phát số ngẫu nhiên, xác định lưu lượng tháng mô phỏng và từ đó thiết lập cho cả chuỗi ngẫu nhiên.

3. ÁP DỤNG

Lý thuyết trên sẽ được áp dụng để mô phỏng kéo dài dòng chảy cho 2 dự án hồ chứa thủy

điện Đại Ninh và Sông Bung 2. Chuỗi dòng chảy quan trắc trong quá khứ dài 27 năm. Sử dụng mô phỏng Monte Carlo để kéo dài dòng chảy chuỗi dài 50 năm (đây là chiều dài đủ theo yêu cầu của công trình cấp 2). Tương ứng với mỗi dòng chảy cần kéo dài, dùng lý thuyết mô phỏng Monte Carlo tạo ra các dòng chảy (trong áp dụng này đã tạo ra 100000 dòng chảy mô phỏng từ chương trình máy tính bằng ngôn ngữ Fortran được lập bởi tác giả). Dựa theo "tiêu chí" cực tiểu hàm F được định nghĩa từ tổ hợp các sai biệt giá trị trung bình \bar{Q} , độ lệch chuẩn σ và hệ số kê đến tính không đối xứng K của dòng chảy mô phỏng tạo ra và các giá trị tương ứng của chuỗi dòng chảy quan trắc trong quá khứ, dòng chảy kéo dài sẽ được chọn trong số $M=100000$ dòng chảy mô phỏng được tạo ra. Hàm F được định nghĩa như sau:

$$F_{1-1.M} = \alpha_1 * abs(\bar{Q} - \bar{Q}_0) + \alpha_2 * abs(\sigma - \sigma_0) + \alpha_3 * abs(K - K_0) \rightarrow \min$$

với :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q}_0)^2}{n}}$$

$$K = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q}_0)^3}{n}}$$

n chỉ số quan trắc.

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$: các trọng số trong hàm F.

3.1 Thông số cơ bản hồ chứa

Lý thuyết trên sẽ được áp dụng để nghiên cứu hồ chứa thủy điện Sông Bung 4 và Đại Ninh. Công trình có các số liệu cơ bản sau:

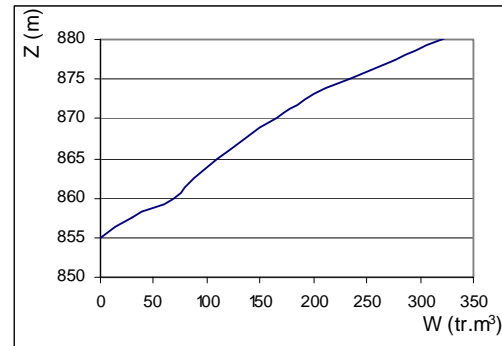
Chỉ tiêu	Đơn vị	Sông Bung 4	Đại Ninh
MNDBT	m	222,5	880
MNC	m	195	860
MN trung bình sau NM	m	95,1	209,5
W_{hi}	tr. m ³	320,7	251,8
β	%	11,5	29,2
\bar{Q}_0	m ³ /s	88,4	27,39
Nlm	MW	156	300

Nguồn: Công ty Tư Vấn Xây Dựng Điện 3 năm 2004

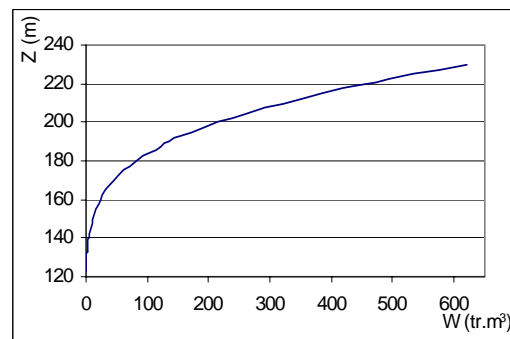
Bảng 1: Thông số chính dự án Sông Bung 4 và Đại Ninh

Ghi chú: W_{hi} dung tích hữu ích hệ số dung tích hồ, \bar{Q}_0 lưu lượng trung bình nhiều năm dòng chảy

Các đường cong dung tích hồ (W) theo cao độ (Z) tại các tuyến đập như sau:



Hình 1: $W=f(Z)$ tuyến đập Đại Ninh



Hình 2: $W=f(Z)$ tuyến đập S. Bung 4

3.2 Dòng chảy và bốc hơi

Lưu lượng trung bình tháng tại vị trí tuyến đập Đại Ninh, Sông Bung 4 lần lượt là $\bar{Q} = 27,39$ m³/s và 88,37 m³/s. Chuỗi dòng chảy trung bình tháng quan trắc được dài 27 năm được tính toán từ số liệu của các trạm thủy văn trong vùng lân cận. Các thông số thống kê cơ bản được trình bày trong bảng 3 sau.

Chênh lệch lượng bốc hơi mặt thoáng Z (mm) trung bình tháng trình bày trong bảng sau:

Tháng	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Đại Ninh	31,0	33,0	48,3	58,2	59,8	60,3	63,0	57,7	38,8	29,4	23,1	22,0
S. Bung 4	31,7	33,2	47,2	55,0	57,4	59,2	62,3	57,1	40,0	31,1	25,4	24,2

Nguồn: Công ty Tư Vấn Xây Dựng Điện 3 năm 2004

Bảng 2: Chênh lệch bốc hơi mặt hồ chứa Đại Ninh

4. KẾT QUẢ

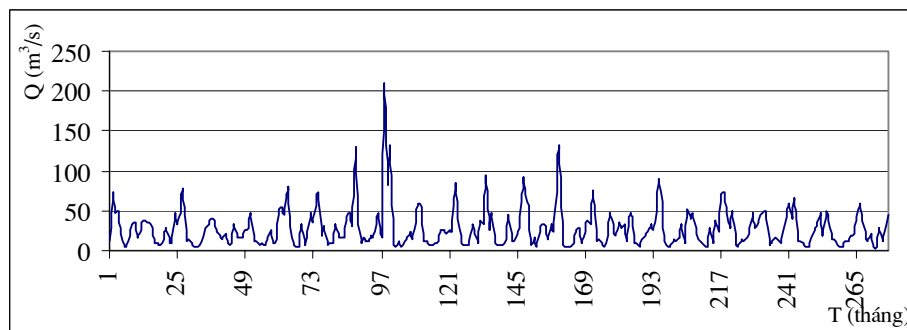
4.1 Dòng chảy mô phỏng

Các chuỗi dòng chảy trung bình tháng quan trắc được của hồ chứa Sông Bung 4 và Đại Ninh dài 27 năm. Để có được dòng chảy dài 50 năm, chuỗi dòng chảy mô phỏng bổ sung dài 23 năm. Tóm tắt các thông số dòng chảy quan trắc và dòng chảy mô phỏng được chọn từ 100000

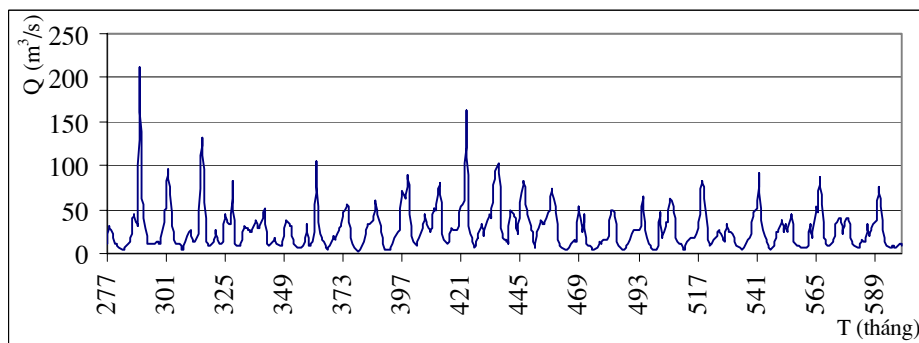
chuỗi, theo tiêu chí cực tiểu hàm F là hàm số của \bar{Q} , s và hệ số biểu thị tính không đối xứng K với $\alpha_1 = 0,8, \alpha_2 = 0,1, \alpha_3 = 0,1$ trong hàm F như sau:

Thông số	Đơn vị	Đại Ninh		S. Bung 4	
		Dòng chảy quan trắc 27 năm	Dòng chảy kéo dài 50 năm	Dòng chảy quan trắc 27 năm	Dòng chảy kéo dài 50 năm
\bar{Q}	m ³ /s	27,39	27,42	88,37	88,4
s	m ³ /s	24,79	24,8	109	109,2
Cv		0,90	0,90	1,24	1,24
Cs		2,69	2,69	2,83	2,83

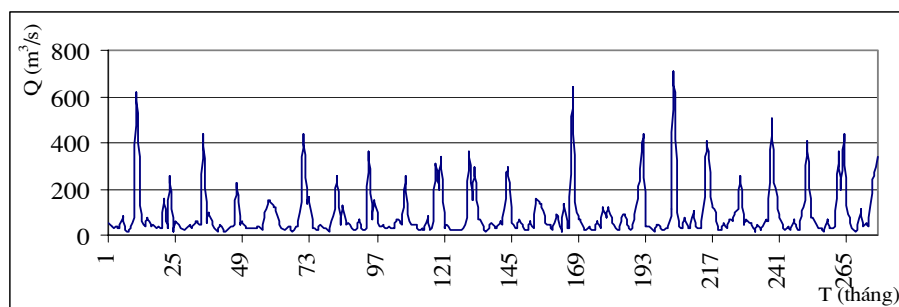
Bảng 3: Thông số thống kê dòng chảy quan trắc và dòng chảy mô phỏng



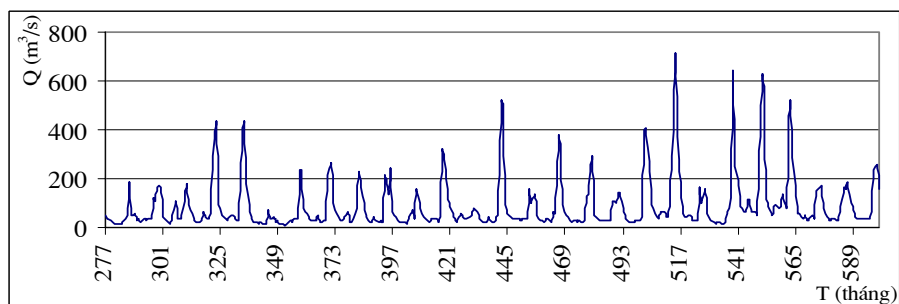
Hình 4: Dòng chảy mô phỏng bổ sung dài 23 năm của Đại Ninh



Hình 3: Dòng chảy quan trắc dài 27 năm của Đại Ninh



Hình 6: Dòng chảy mô phỏng bổ sung dài 23 năm của Sông Bung 4



Hình 5: Dòng chảy quan trắc dài 27 năm của Sông Bung 4

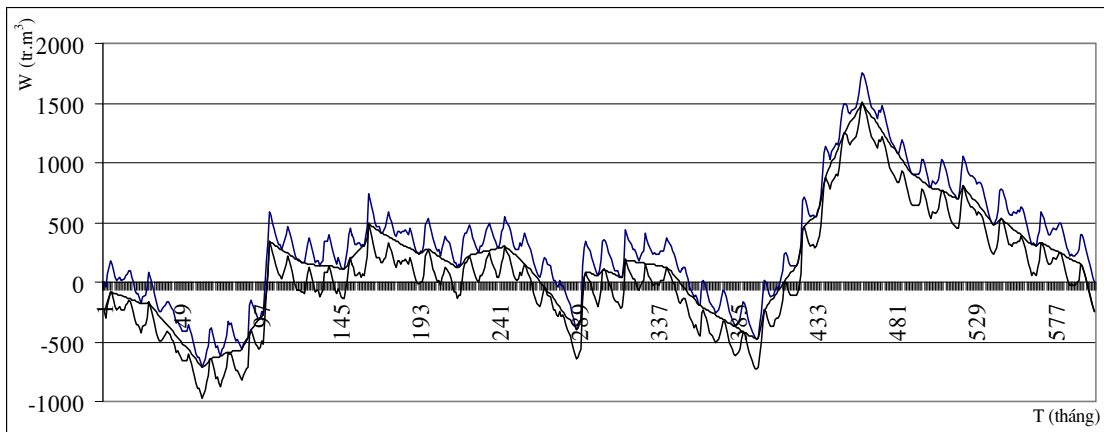
4.2 Kết quả tính toán điều tiết dòng chảy

Thông số	Đơn vị	Dòng chảy quan trắc 27 năm	Dòng chảy kéo dài 50 năm)				
			(0,5;0,25; 0,25)	(0,6;0, 2;0,2)	(0,7;0,15; 0,15)	(0,8;0, 1;0,1)	(1,0; 0;0)
MNDBT	m	880	880	880	880	880	880
MNC	m	860	860	860	860	860	860
\bar{Q}	m	27,39	27,37	27,40	27,40	27,39	27,37
Qmax	m 3/s	57,7	57,66	57,65	57,65	57,68	57,7
Htt	m	604,5	604,4	604,6	604,6	604,2	604,4
Nlm	MW	300	300	300	300	300	300
Nđb	MW	110,5	114,2	114,1	114,1	114,3	114,2
Enăm	Tr.kwh	1298,9	1295,5	1293,9	1293,9	1295,8	1295,5

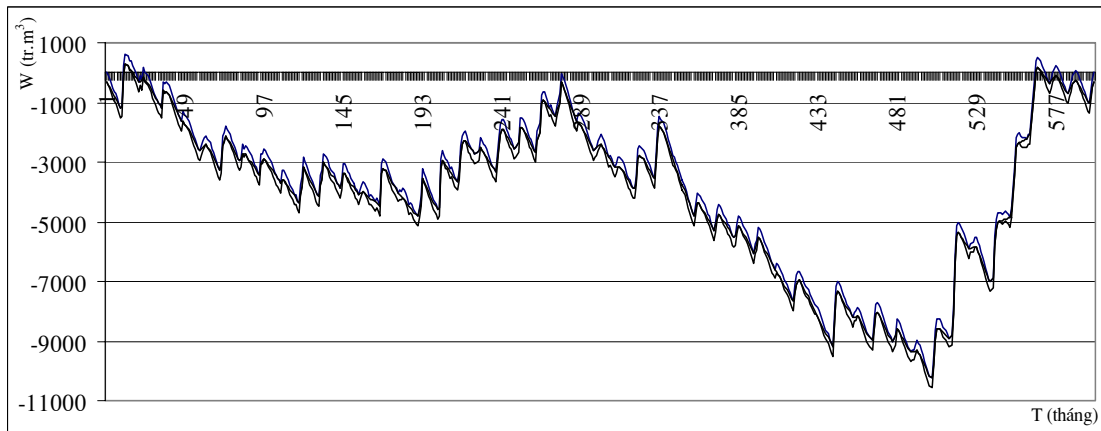
Bảng 4: Kết quả tính toán năng lượng hồ Đại Ninh

Thông số	Đơn vị	Dòng chảy quan trắc 27 năm	Dòng chảy kéo dài 50 năm				
			(0,5;0,25; 0,25)	(0,6;0, 2;0,2)	(0,7;0,15; 0,15)	(0,8;0, 1;0,1)	(1,0; 0;0)
MNDBT	m	222,5	222,5	222,5	222,5	222,5	222,5
MNC	m	195	195	195	195	195	195
\bar{Q}	m	88,37	88,45	88,45	88,45	88,34	88,38
Qmax	m 3/s	172,7	173,4	173,4	173,4	173,8	173,0
Htt	m	104,4	104,5	104,5	104,5	104,3	104,7
Nlm	MW	156	156	156	156	156	156
Nđb	MW	38,6	41,0	41,0	41,0	41,2	40,6
Enăm	Tr.kwh	617,8	626,9	626,9	626,9	623,3	620,5

Bảng 5: Kết quả tính toán năng lượng hồ Sông Bung 4



Hình 7: Điều tiết theo phương pháp "đường chỉ thẳng" cho dòng chảy 50 năm (mô phỏng bổ sung và quan trắc) của hồ chứa Đạ3=0,1)



Hình 8: Điều tiết theo phương pháp "đường chỉ thẳng" cho dòng chảy 50 năm (mô phỏng bổ sung và quan trắc) của hồ chứa Sô3=0,1)

Kết quả tính toán cho phép rút ra một số nhận xét sau:

- Kết quả tính toán giá trị Ndb và Enăm tính cho chuỗi dòng chảy kéo dài tương đối ổn định khi các giá trị trọng số $\alpha = 0,1$ thay đổi.
- Có sự khác nhau tương đối bé giữa kết quả tính toán thủy năng cho bởi dòng chảy quan trắc (ngắn) và dòng chảy kéo dài. Sự khác biệt Ndb, Enăm lần lượt khoảng 3,2%, 0,2% cho hồ chứa Đại Ninh và 6,7%, 0,89% cho hồ chứa Sông Bung 4. Với kết quả này cho thấy khi dùng dòng chảy kéo dài sẽ có ảnh hưởng đến tính toán chỉ tiêu kinh tế theo giá điện sơ cấp, thứ cấp. Trong khi đó khi dùng giá điện trung bình tính chỉ số kinh tế, tài chính sẽ thay đổi ít hơn.

- Sự áp dụng mô phỏng Monte Carlo để kéo dài dòng chảy rất thuận lợi với sự giúp đỡ của máy tính.
- Sự lựa chọn dòng chảy kéo dài trong số tất cả các dòng chảy mô phỏng phụ thuộc vào dạng hàm tiêu chí F. Hàm này phụ thuộc vào kinh nghiệm của người sử dụng. Trong tính toán thủy năng hồ chứa thủy điện, thông số lưu lượng trung bình nhiều năm Q_0 của chuỗi dòng chảy giữ vai trò quan trọng nhất. Sau đó là các thông số biểu thị về độ lệch chuẩn, tính không đối xứng... của chuỗi dòng chảy nghiên cứu.

5. KẾT LUẬN

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trương Đình Hùng. Đặc điểm thủy văn Quảng Nam Đà Nẵng. Nhà xuất bản Tổng Hợp Đà Nẵng 1995.
2. Công ty Tư Vấn Xây Dựng Điện 1. Quy hoạch bậc thang thủy điện sông Vu Gia-Thu Bồn tỉnh Quảng Nam; 2002.
3. Công ty Tư Vấn Xây Dựng Điện 3. Nghiên cứu tiền khả thi dự án thủy điện sông Bung 4 thuộc hệ thống sông Vu Gia-Thu Bồn tỉnh Quảng Nam; 2004.
4. Phạm Phụ. Tính toán thủy năng. Trường ĐHXD Hà Nội.
5. Nguyễn Thống - Cao Hào Thi. Phương pháp định lượng trong quản lý. Nhà xuất bản Thống kê 1998.