

NGHIÊN CỨU TẠO CHUỖI SỐ LIỆU DÒNG CHẢY VỚI MÔ PHỎNG MONTE CARLO PHỤC VỤ BÀI TOÁN PHÂN BỐ HỢP LÝ NGUỒN NƯỚC LƯU VỰC SÔNG VU GIA – THU BỒN

Tô Việt Thắng, Nguyễn Tùng Phong

Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

Ngô Lê Long

Trường Đại học Thủy Lợi,

Lars Ribbe

ITT, TH Köln - University of Applied Sciences

Tóm tắt: Vận hành tối ưu hệ thống hồ chứa đa mục tiêu là một bài toán đã và đang nhận được nhiều sự quan tâm của các nhà khoa học. Một trong các nội dung chính của bài toán là việc tính toán mô phỏng chuỗi dòng chảy đến hồ. Bài báo trình bày kết quả sử dụng phương pháp mô phỏng Monte-Carlo thông qua phần mềm Crystal Ball tính toán các dạng phân phối xác suất phổ biến của chuỗi dòng chảy thực đo tới các hồ chứa lớn trên lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn (Hồ A Vương, Sông Tranh 2, DakMil 4 và Sông Bung 4), làm cơ sở cho việc tính toán tối ưu phân bố nguồn nước hệ thống hồ chứa trên lưu vực.

Từ khóa: *Vận hành tối ưu hồ chứa, Monte-Carlo, Vu Gia – Thu Bồn*

Summary: Optimal operation of multiple purposes reservoir systems is attracting the attention of scientists. One of the main content of the research is the computational simulation of inflow to the reservoir. This paper presents the results of using the Monte-Carlo simulation method through Crystal Ball software to calculate the probability distribution of the measured inflow data to a large reservoirs on the Vu Gia - Thu Bon river system (including the reservoirs namely A Vương, Song Tranh 2, DakMil 4 and Song Bung 4), from which researchers have successfully simulated the inflow of the four above reservoirs

Keywords: *Reservoir optimisation, Monte-Carlo, Vu Gia – Thu Bon*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, các nghiên cứu về phương pháp luận trong vận hành tối ưu hệ thống hồ chứa phục vụ đa mục tiêu đã và đang nhận được nhiều sự quan tâm của các nhà khoa học. Sự thiếu ổn định của lượng nước đến cũng như sự gia tăng nhu cầu sử dụng nước càng làm cho bài toán trở nên phức tạp, đòi hỏi phải có được một phương thức tiếp cận

có tính chất phân tích, tổng hợp cho việc vận hành hồ chứa. Một trong những phương pháp hiệu quả, đang được nghiên cứu, ứng dụng nhằm giải quyết bài toán vận hành tối ưu hệ thống hồ chứa là phương pháp kết hợp mô hình mô phỏng với mô hình tối ưu [4][5]. Phương pháp này đòi hỏi người sử dụng phải mô phỏng được chế độ vận hành của hồ chứa, dựa trên các kết quả mô phỏng, kéo dài chuỗi dòng chảy ngẫu nhiên đến các hồ. Đây là một công việc không dễ khi ở Việt Nam rất ít các dự án hồ chứa thủy điện có tài liệu quan trắc

Ngày nhận bài: 02/01/2017

Ngày thông qua phản biện: 21/2/2017

Ngày duyệt đăng: 28/2/2017

khí tượng thủy văn đủ dài theo yêu cầu. Chuỗi dòng chảy mô phỏng này cần đảm bảo bao phủ được các trường hợp đại diện của các năm điển hình như: năm nước lớn, nước nhỏ, nước trung bình...

Bài báo trình bày kết quả sử dụng phương pháp mô phỏng Monte-Carlo thông qua phần mềm Crystal Ball tính toán mô phỏng ngẫu nhiên chuỗi dòng chảy đến các hồ chứa lớn trên lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn (Hồ A Vương, Sông Tranh 2, DakMil 4 và Sông Bung 4). Chuỗi giá trị mô phỏng này sẽ là đầu vào cho quá trình tính toán vận hành tối ưu phân bổ nguồn nước hệ thống hồ chứa trên lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

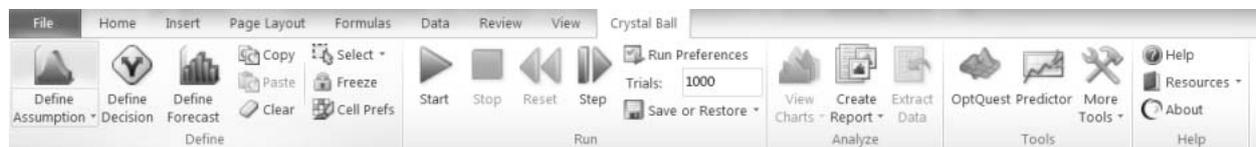
Nghiên cứu sử dụng phương pháp Monte Carlo mô hình hóa dòng chảy thời đoạn trung bình 10 ngày đến hồ ngẫu nhiên dựa trên chuỗi số liệu thực đo đến 04 hồ chứa A Vương, Sông Tranh 2, Sông Bung 4 và DakMil 4 từ năm 1977 đến 2011 (bảng 1). Theo đó, số liệu thực đo dòng chảy đến các hồ sẽ được phân tích thống kê nhằm tìm ra các hàm phân bố xác suất. Các giá trị dự báo ngẫu nhiên và chuỗi dòng chảy đến ngẫu nhiên sẽ được tạo ra theo mô phỏng Monte-Carlo với các lần phát thử nghiệm đủ lớn, đảm bảo kết quả tạo ra có thể bao trùm được tốt các tổ hợp dòng chảy có thể xảy ra.

Bảng 1. Thống kê dòng chảy thực đo đến 4 hồ lưu vực sông Vu Gia-Thu Bồn

	Các hồ	Năm số liệu
1	Hồ A. Vương	1977-2011
2	Hồ. Sông Bung 4	1981-2008
3	Hồ Sông Tranh 2	1976-2008
4	Hồ Dakmil 4	1976-2010

Việc tạo chuỗi ngẫu nhiên được thực hiện thông qua phần mềm Crystal Ball. Đây là bộ phần mềm của tập đoàn Oracle (Hoa Kỳ), hoạt động dựa trên bảng tính Excel. Khi Excel được tích hợp (Add-in) Crystal Ball, nó có thể giải quyết được các vấn đề liên quan tới mô hình dự báo, mô phỏng Monte Carlo và tối ưu hóa. Phần mềm có chức năng chính sau [1][7]:

- Cho phép tạo chuỗi dòng chảy ngẫu nhiên tự nhiên đến hồ.
- Cho phép xây dựng bài toán tối ưu hồ chứa một cách linh hoạt trong các bảng tính, rất dễ dàng thay đổi với các điều kiện thực tế.
- Cho phép liên kết giữa các bảng tính vì vậy có thể xây dựng các mô hình mô phỏng và nghiên cứu vận hành hệ thống hồ chứa.
- Cho phép phân tích dự báo các giá trị hàm mục tiêu ứng với các mức đảm bảo nhờ chức năng phân tích độ tin cậy tương ứng với các giá trị ngẫu nhiên của đầu vào. Đây là khả năng rất mạnh mà các phần mềm tối ưu khác không có.



Hình 1 Giao diện phần mềm Crystal Ball

3. KHÁI QUÁT HỆ THỐNG HỒ CHỨA TRÊN LƯU VỰC SÔNG VU GIA – THU BỒN

Hệ thống sông Vu Gia-Thu Bồn là hệ thống sông liên tỉnh lớn nhất vùng ven biển miền Trung Việt Nam, có tổng lượng nước hằng năm là 20 tỷ m³. Toàn bộ lưu vực nằm ở sườn

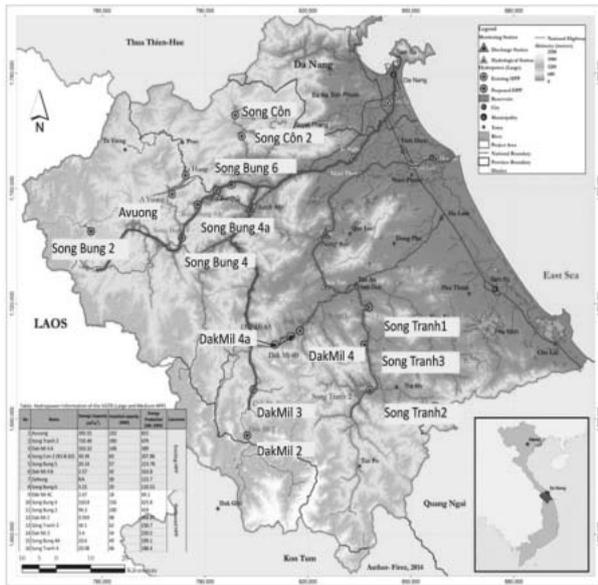
Đông của dãy Trường Sơn có diện tích lưu vực: 10.350 km², thuộc hai tỉnh Quảng Nam và Thành phố Đà Nẵng. Theo báo cáo, đầu tư thủy điện trên địa bàn lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn có 41 dự án thủy điện được cho phép nghiên cứu đầu tư, bao gồm: 11 công trình đã

phát điện, tổng công suất 719,7MW; 09 công trình đang xây dựng với tổng công suất 549,0MW; 12 dự án đã được tham gia ý kiến cơ sở, phê duyệt Báo cáo dự án đầu tư với tổng công suất 270,9MW; đang giai đoạn thiết kế kỹ thuật; và 09 dự án đang trong giai đoạn

nghiên cứu, lập dự án đầu tư; công suất theo quy hoạch 39,2MW [2]. Bốn hồ thủy điện A Vương, Sông Tranh 2, Sông Bung 4 và DakMil 4 là các hồ thủy điện lớn trên hệ thống và được lựa chọn đưa vào tính toán với các thông số như sau:

Bảng 2. Thông số các hồ thủy điện trong nghiên cứu [2]

	Dung tích toàn bộ (m ³)	Dung tích hữu ích (m ³)	Cao trình mực nước dâng bt (m)	Công suất (MW)	Năm vận hành
A Vương	343,55	266,48	380,00	210	2008
Sông Tranh 2	729,20	521,10	175,00	190	2010
Sông Bung 4	510,80	533,99	222,50	156	2014
Dakmil 4	312,38	158,26	258,00	148	2011



Hình2. Hệ thống thủy điện trên LVS
Vu Gia – Thu Bồn

4. THIẾT LẬP MÔ HÌNH MÔ PHÒNG CHUỖI DÒNG CHẢY NGẪU NHIÊN TỚI 04 HỒ

Bằng cách phân tích số liệu quá khứ nhằm thiết lập và lựa chọn các hàm phân phối xác suất cho các số liệu dòng chảy, nghiên cứu đã xác định các dạng phân bố xác suất phù hợp nhất cho từng bước thời đoạn 10 ngày cho chuỗi số liệu trong 35 năm từ năm 1977 đến 2011 (Hồ A Vương); trong 27 năm từ năm 1981 đến 2008 (Hồ Sông Bung4); trong 32 năm từ 1976 đến 2008 (Hồ Sông Tranh 2); trong 34 năm từ năm 1976 đến 2010 (Hồ DakMil 4). Kết quả dưới đây cho thấy với các tháng mùa kiệt, đối với cả 04 hồ, thì phân bố phù hợp nhất là phân bố cực trị “Maximum Extreme” còn lại đều phù hợp với các phân bố chuẩn “normal” hoặc “log normal”. Kết quả phân tích xác định hàm phân bố được thể hiện ở bảng 3.

Bảng 3. Hàm phân phối xác suất dòng chảy thời đoạn 10 ngày theo mô phỏng Monte Carlo

Hồ A Vương			Hồ Sông Bung 4			Hồ Dak Mil 4			Hồ Sông Tranh 2		
Thời đoạn	Loại phân phối	Tham số phân bố	Thời đoạn	Loại phân phối	Tham số phân bố	Thời đoạn	Loại phân phối	Tham số phân bố	Thời đoạn	Loại phân phối	Tham số phân bố
10T9	Lognormal	Location : 9.1	10T9	Lognormal	Location : 31.92	10T9	Lognormal	Location : 5.68	10T9	Lognormal	Location : -0.14
20T9		Mean : 42.23	20T9		Mean : 78.38	20T9		Mean : 60.96	20T9		Mean : 42.95
30T9		Std. Dev. : 40.05	30T9		Std. Dev. : 53.81	30T9		Std. Dev. : 38.85	30T9		Std. Dev. : 24.54
10T10	Lognormal	Location : -27.83	10T10	Gamma	Location : 14.52	10T10	Logistic	Mean : 106.21	10T10	Beta	Minimum : 11.36
20T10		Mean : 95.3	20T10		Scale : 48.6	20T10		Scale : 21.85	20T10		Maximum : 87.63
30T10		Std. Dev. : 58.57	30T10		Shape : 3.29	30T10			30T10		α : 1.26 β : 3.65

Hồ A Vương			Hồ Sông Bung 4			Hồ Dak Mil 4			Hồ Sông Tranh 2		
Thời đoạn	Loại phân phối	Tham số phân bố	Thời đoạn	Loại phân phối	Tham số phân bố	Thời đoạn	Loại phân phối	Tham số phân bố	Thời đoạn	Loại phân phối	Tham số phân bố
10T11	Lognormal	Location : 7.1	10T11	Lognormal	Location : -32.1	10T11	Minimum Extreme	Likeliest : 124.56	10T11	Beta	Minimum : 9.28
20T11		Mean : 117.29	20T11		Mean : 158.95	20T11		Scale : 11.54	20T11		Maximum : 443.62
30T11		Std. Dev. : 80.35	30T11		Std. Dev. : 77.5	30T11			30T11		α : 2.01 β : 33.49
10T12	Lognormal	Location : 0.34	10T12	Lognormal	Location : 37.5	10T12	Weibull	Location : -56.54	10T12	Lognormal	Location : 11.07
20T12		Mean : 69.83	20T12		Mean : 104.37	20T12		Scale : 167.49	20T12		Mean : 81.62
30T12		Std. Dev. : 42.41	30T12		Std. Dev. : 45.84	30T12		Shape : 5.44	30T12		Std. Dev. : 67.45
10T1	Lognormal	Location : 4.35	10T1	BetaPERT	Minimum : 38.3	10T1	Maximum Extreme	Likeliest : 51.74	10T1	Gamma	Location : -14.56
20T1		Mean : 33.08	20T1		Likeliest : 48.79	20T1		Scale : 17.62	20T1		Scale : 90.17
30T1		Std. Dev. : 12.24	30T1		Maximum : 107.81	30T1			30T1		Shape : 3.21
10T2	Maximum Extreme	Likeliest : 18.55	10T2	Maximum Extreme	Likeliest : 41.29	10T2	Lognormal	Location : 20.24	10T2	Lognormal	Location : -59.27
20T2		Scale : 5.21	20T2		Scale : 4.62	20T2		Mean : 40.93	20T2		Mean : 400.78
30T2			30T2			30T2		Std. Dev. : 14.98	30T2		Std. Dev. : 225.79
10T3	Maximum Extreme	Likeliest : 14.17	10T3	Lognormal	Location : 32.33	10T3	Maximum Extreme	Likeliest : 32.13	10T3	Gamma	Location : -9.4
20T3		Scale : 3.51	20T3		Mean : 39.07	20T3		Scale : 6.06	20T3		Scale : 61.83
30T3			30T3		Std. Dev. : 5.22	30T3			30T3		Shape : 4.05
10T4	Lognormal	Location : 3.41	10T4	Lognormal	Location : 32.8	10T4	Logistic	Mean : 35.53	10T4	Lognormal	Location : 16.14
20T4		Mean : 14.67	20T4		Mean : 38.69	20T4		Scale : 5.66	20T4		Mean : 100.3
30T4		Std. Dev. : 5.1	30T4		Std. Dev. : 7.97	30T4			30T4		Std. Dev. : 39.99
10T5	Lognormal	Location : 4.47	10T5	Lognormal	Location : 30.97	10T5	Maximum Extreme	Likeliest : 30.71	10T5	Maximum Extreme	Likeliest : 48.07
20T5		Mean : 19.95	20T5		Mean : 52.34	20T5		Scale : 10.97	20T5		Scale : 14.03
30T5		Std. Dev. : 8.97	30T5		Std. Dev. : 24.16	30T5			30T5		
10T6	Lognormal	Location : 5.39	10T6	Lognormal	Location : 31.18	10T6	Pareto	Location : 22.77	10T6	Maximum Extreme	Likeliest : 32.68
20T6		Mean : 20.71	20T6		Mean : 51.58	20T6		Shape : 2.41	20T6		Scale : 10.81
30T6		Std. Dev. : 10.75	30T6		Std. Dev. : 17.39	30T6			30T6		
10T7	Lognormal	Location : 4.27	10T7	Gamma	Location : 29.08	10T7	Lognormal	Location : 7.15	10T7	Lognormal	Location : 6.19
20T7		Mean : 17.58	20T7		Scale : 4.34	20T7		Mean : 38.54	20T7		Mean : 31.62
30T7		Std. Dev. : 6.91	30T7		Shape : 3.18	30T7		Std. Dev. : 13.11	30T7		Std. Dev. : 15.99
10T8	Lognormal	Location : 7.95	10T8	Maximum Extreme	Likeliest : 42.09	10T8	Maximum Extreme	Likeliest : 32.65	10T8	Beta	Minimum : 11.74
20T8		Mean : 22.48	20T8		Scale : 9.47	20T8		Scale : 11.6	20T8		Maximum : 198.39
30T8		Std. Dev. : 14.82	30T8			30T8			30T8		α : 1.14 β : 5

5. TẠO CHUỖI SỐ NGẪU NHIÊN THỜI ĐOẠN 10 NGÀY TỚI CÁC HỒ

Để tìm được quỹ đạo vận hành tối ưu cho hồ chứa thì chuỗi số dòng chảy ngẫu nhiên đến hồ được tạo ra phải bao trùm tất cả các tình huống có thể xảy ra trong tương lai bao gồm tổ hợp năm nước lớn, năm nước trung bình, năm nước nhỏ, năm kiệt lịch sử, năm lũ lịch sử, nó đòi hỏi số lượng số ngẫu nhiên tạo ra phải đủ lớn, đồng thời đảm bảo nghiệm của bài toán sử dụng mô phỏng Monte Carlo có tính hội tụ cao nhất. Mặt khác, do tạo chuỗi số ngẫu nhiên cho cả 36 thời đoạn của từng hồ (đại diện cho 36 biến ngẫu nhiên) nên nếu số lượng số ngẫu nhiên tạo ra không đủ lớn thì sẽ không thể bao hàm tất cả các tổ hợp có thể xảy ra của 36 biến ngẫu nhiên.

Nghiên cứu đã sử dụng phương pháp Monte

Carlo mô hình hóa dòng chảy ngẫu nhiên trung bình thời đoạn đến hồ dựa trên chuỗi số liệu thực đo đến từng hồ từ năm 1977 đến 2011. Do bài toán tối ưu vận hành hồ chứa được tính toán theo thời đoạn 10 ngày nên biến ngẫu nhiên được xác định là dòng chảy đến hồ theo thời đoạn 10 ngày. Toàn bộ số liệu thực đo dòng chảy đến 4 hồ được liệt kê thành từng thời đoạn, như vậy mỗi chuỗi số liệu có 35 giá trị của từng năm từ 1977 đến 2011. Sau đó tiến hành xác định các dạng phân bố xác suất phù hợp nhất cho từng thời đoạn.

Tiến hành phát thử nghiệm với 10.000 trị số ngẫu nhiên dòng chảy trung bình cho từng thời đoạn theo dạng phân bố xác suất đã xác định ở trên. Kết quả tạo chuỗi dòng chảy ngẫu nhiên thời đoạn 10 ngày tới 04 hồ chứa như sau:

Bảng 4: Tham số thống kê chuỗi 10.000 số ngẫu nhiên tạo ra bằng phương pháp Monte-Carlo

Tham số	Trung bình	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất	Tham số	Trung bình	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất	Tham số	Trung bình	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất	Tham số	Trung bình	Giá trị nhỏ nhất	Giá trị lớn nhất
Thời đoạn	Qtb (m ³ /s)	Qmin (m ³ /s)	Qmax (m ³ /s)	Thời đoạn	Qtb (m ³ /s)	Qmin (m ³ /s)	Qmax (m ³ /s)	Thời đoạn	Qtb (m ³ /s)	Qmin (m ³ /s)	Qmax (m ³ /s)	Thời đoạn	Qtb (m ³ /s)	Qmin (m ³ /s)	Qmax (m ³ /s)
Hồ A Vương				Hồ ĐăkMi 4				Hồ Sông Bung 4				Hồ Sông Tranh 2			
10T1	32.91	10.36	135.69	10T1	62.04	10.52	214.65	10T1	56.96	38.37	103.86	10T1	275.57	2.35	1347.95
20T1	33.19	8.84	121.63	20T1	61.95	12.30	309.03	20T1	56.86	38.39	105.31	20T1	273.45	0.51	1350.06
30T1	33.18	9.57	127.78	30T1	61.82	14.19	242.48	30T1	56.72	38.45	103.59	30T1	275.08	1.57	1324.85
10T2	21.55	7.34	68.46	10T2	41.13	21.82	273.94	10T2	44.05	28.78	86.21	10T2	400.81	0.87	2583.84
20T2	21.59	7.17	62.60	20T2	40.69	21.71	281.08	20T2	43.85	31.09	83.46	20T2	402.92	9.99	3003.29
30T2	21.53	6.61	83.90	30T2	40.80	21.70	186.02	30T2	43.86	30.81	86.21	30T2	395.56	14.99	2276.56
10T3	16.21	5.99	44.00	10T3	35.66	18.46	87.96	10T3	39.16	32.75	122.81	10T3	242.94	4.57	996.63
20T3	16.16	5.86	45.21	20T3	35.79	18.38	84.57	20T3	39.05	32.73	114.51	20T3	240.04	5.83	1021.95
30T3	16.18	6.73	49.99	30T3	35.61	18.20	88.46	30T3	39.04	32.59	89.25	30T3	240.26	4.94	1096.18
10T4	14.62	5.13	48.70	10T4	35.65	0.65	83.25	10T4	38.67	32.91	239.43	10T4	100.51	30.82	458.97
20T4	14.74	5.41	83.34	20T4	35.53	0.14	114.55	20T4	38.73	32.86	191.26	20T4	100.50	27.08	432.71
30T4	14.69	5.17	56.07	30T4	35.57	0.56	82.37	30T4	38.68	32.89	170.72	30T4	100.05	26.26	541.93
10T5	19.98	6.06	104.42	10T5	36.98	6.06	142.98	10T5	52.07	31.34	510.40	10T5	56.58	14.19	170.02
20T5	19.97	5.84	113.35	20T5	37.28	5.29	128.40	20T5	51.96	31.52	322.10	20T5	56.69	16.66	179.72
30T5	20.06	6.18	119.74	30T5	37.10	3.81	146.83	30T5	52.38	31.44	414.72	30T5	56.12	17.11	207.08

Tham số Thời đo ạn	Trung bình Qtb (m ³ /s)	Giá trị nhỏ nhất Qmin (m ³ /s)	Giá trị lớn nhất Qmax (m ³ /s)	Tham số Thời đo ạn	Trung bình Qtb (m ³ /s)	Giá trị nhỏ nhất Qmin (m ³ /s)	Giá trị lớn nhất Qmax (m ³ /s)	Tham số Thời đo ạn	Trung bình Qtb (m ³ /s)	Giá trị nhỏ nhất Qmin (m ³ /s)	Giá trị lớn nhất Qmax (m ³ /s)	Tham số Thời đo ạn	Trung bình Qtb (m ³ /s)	Giá trị nhỏ nhất Qmin (m ³ /s)	Giá trị lớn nhất Qmax (m ³ /s)					
																10T6	20T6	30T6	10T7	20T7
10T6	20.81	6.83	156.60	10T6	38.38	22.77	622.73	10T6	51.46	32.27	282.07	10T6	38.88	5.72	130.95					
20T6	20.72	6.18	136.39	20T6	38.83	22.77	1479.57	20T6	51.67	32.36	250.35	20T6	39.10	7.20	145.46					
30T6	20.90	6.60	123.30	30T6	38.82	22.77	670.87	30T6	51.70	32.11	299.83	30T6	38.88	8.48	135.59					
10T7	17.54	5.80	79.25	10T7	38.70	13.20	139.18	10T7	42.72	29.52	88.20	10T7	31.74	8.60	309.18					
20T7	17.56	6.16	78.79	20T7	38.51	13.59	115.40	20T7	42.81	29.47	95.72	20T7	31.65	8.47	307.51					
30T7	17.53	6.08	74.40	30T7	38.73	14.03	128.19	30T7	42.85	29.38	89.58	30T7	31.53	8.17	154.70					
10T8	22.64	8.30	250.40	10T8	39.36	6.12	139.97	10T8	47.60	21.02	131.16	10T8	46.59	11.75	166.31					
20T8	22.67	8.47	302.72	20T8	39.34	5.84	136.76	20T8	47.45	21.42	119.09	20T8	46.30	11.75	171.32					
30T8	22.54	8.23	272.16	30T8	39.42	5.63	155.09	30T8	47.49	18.98	146.54	30T8	46.53	11.74	179.92					
10T9	42.86	9.52	793.08	10T9	60.89	10.63	625.83	10T9	78.32	32.52	759.16	10T9	43.17	3.55	314.73					
20T9	41.98	9.66	1626.50	20T9	60.25	9.61	490.45	20T9	78.32	32.97	788.19	20T9	43.03	3.77	273.96					
30T9	42.00	9.60	639.08	30T9	61.27	10.33	521.05	30T9	77.77	32.51	921.30	30T9	43.21	5.03	316.30					
10T10	94.97	0.11	546.73	10T10	107.19	0.30	294.03	10T10	174.97	19.92	751.62	10T10	31.04	11.36	82.88					
20T10	95.35	0.20	547.77	20T10	107.14	0.07	307.32	20T10	174.03	23.15	798.74	20T10	31.08	11.36	80.44					
30T10	95.75	0.12	599.09	30T10	107.16	0.59	323.68	30T10	174.83	22.84	745.10	30T10	31.01	11.36	84.20					
10T11	118.30	16.71	940.03	10T11	117.66	23.43	151.33	10T11	159.10	10.03	749.03	10T11	33.70	9.50	133.60					
20T11	116.26	13.84	913.30	20T11	117.91	15.98	154.81	20T11	158.19	9.09	609.15	20T11	34.06	9.43	160.52					
30T11	118.07	16.35	1104.07	30T11	118.04	14.51	149.27	30T11	158.86	14.34	691.42	30T11	33.95	9.63	125.30					
10T12	69.59	6.74	446.94	10T12	98.65	0.11	192.00	10T12	104.45	41.96	616.14	10T12	81.93	12.33	890.02					
20T12	70.23	9.44	572.49	20T12	98.33	0.04	197.26	20T12	103.46	41.75	627.82	20T12	81.09	14.14	906.35					
30T12	70.08	6.48	428.44	30T12	98.41	0.01	202.08	30T12	104.42	41.76	851.25	30T12	80.85	12.97	1715.31					

6. PHÂN TÍCH VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

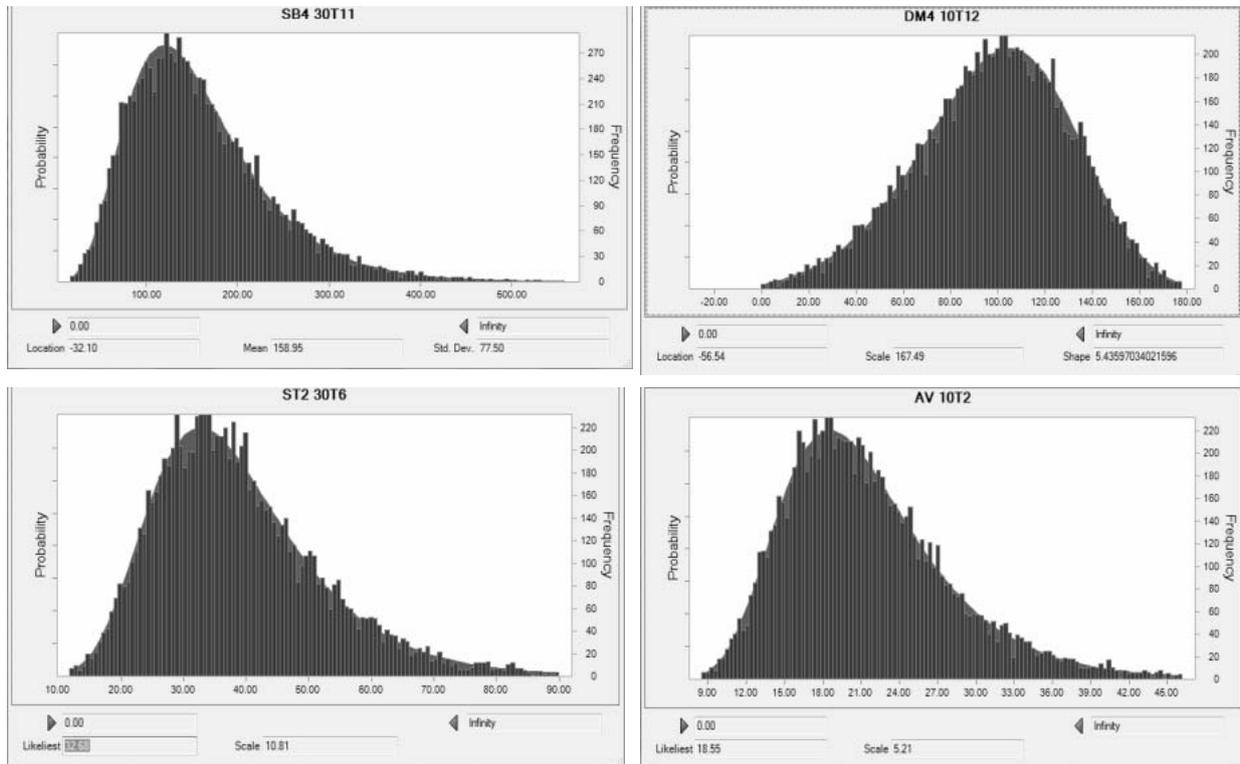
Kết quả cho thấy, với số lượng số ngẫu nhiên tạo ra lớn, các bộ giá trị ngẫu nhiên đã bao trùm được tốt các tổ hợp có thể xảy ra của các biến ngẫu nhiên, các tham số thống kê của chuỗi số ngẫu nhiên phát ra không thay đổi so với chuỗi số liệu quan trắc.

So sánh các chuỗi số được phát ngẫu nhiên với chuỗi dòng chảy thực tế nhận thấy không có sự sai lệch lớn. Sai lệch về giá trị Qtrung

bình từ 0% (hồ A Vương & Sông Tranh 2) đến 0,47% (Dak Mil 4 & Sông Bung 4). Sai lệch về Trung tuyến từ 0% (A Vương) đến 0,39% (Dak Mil 4). Sai lệch về độ lệch chuẩn từ 0,1% (Sông Tranh 2) đến 1,97% (Sông Bung 4) ... (Bảng 4). Như vậy, chuỗi số ngẫu nhiên được tạo ra có thể sử dụng được trong bài toán tối ưu vận hành hồ chứa, phân bổ nguồn nước hồ chứa hợp lý lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn.

Bảng 4. So sánh thông số của chuỗi dòng chảy được phát ngẫu nhiên với chuỗi dòng chảy thực tế

Hồ chứa		Q Trung bình	Trung tuyến	Độ lệch chuẩn	Phương sai	Cv
A Vương	Phát ngẫu nhiên	21.56	20.46	6.66	44.34	1.11
	Thực tế	21.56	20.46	6.69	44.70	1.14
	Sai lệch	0.00	0.00	0.03	0.36	0.03
	Ti lệ %	0.00	0.00	0.45	0.81	2.63
Sông Tranh 2	Phát ngẫu nhiên	38.92	36.66	13.77	189.70	1.19
	Thực tế	38.92	36.64	13.87	192.41	1.14
	Sai lệch	0.00	0.02	0.10	2.71	0.05
	Ti lệ %	0.00	0.05	0.72	1.41	4.39
Đãk Mi 4	Phát ngẫu nhiên	97.98	99.76	32.26	1040.56	-0.24
	Thực tế	98.28	100.15	32.35	1046.57	-0.25
	Sai lệch	0.30	0.39	0.09	6.01	0.01
	Ti lệ %	0.31	0.39	0.28	0.57	4.77
Sông Bung 4	Phát ngẫu nhiên	159.69	145.17	79.03	6246.38	1.32
	Thực tế	158.95	144.94	77.50	6006.89	1.28
	Sai lệch	0.74	0.23	1.53	239.49	0.04
	Ti lệ %	0.47	0.16	1.97	3.99	3.13



Chú thích: Biểu đồ cột màu xanh dương là số liệu được phát ngẫu nhiên và phần xanh lá cây là phân phối dòng chảy thực tế

Hình 2. So sánh Mô phỏng dòng chảy thực tế và dòng chảy ngẫu nhiên được phát theo mô phỏng Monte Carlo cho 04 Hồ tại tháng 2, 11 và 12.

Như vậy, việc sử dụng module Monte Carlo của phần mềm Crystal Ball thực hiện phát chuỗi số ngẫu nhiên đã thỏa mãn các điều kiện để đưa vào bài toán mô phỏng vận hành hồ chứa, phục vụ tính toán tối ưu vận hành hồ chứa.

7. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày phương pháp ứng dụng phương pháp mô phỏng Monte-Carlo mô phỏng ngẫu nhiên chuỗi dòng chảy đến hệ thống hồ chứa lớn trên lưu vực sông Vu Gia -

Thu Bồn (Hồ A Vương, Sông Tranh 2, DakMil 4 và Sông Bung 4), thông qua phần mềm Crystal Ball. Kết quả tính toán đã xác định được các dạng phân phối xác suất phổ biến của chuỗi dòng chảy thực đo tới hệ thống 04 hồ chứa. Từ đó, nghiên cứu mô phỏng thành công chuỗi dòng chảy ngẫu nhiên tới các hồ chứa với sai số so với chuỗi dòng chảy thực tế là chấp nhận được. Kết quả này sẽ được sử dụng làm số liệu đầu vào cho bài toán tối ưu, phân bổ nguồn nước hợp lý nguồn nước hồ chứa trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hoàng Thanh Tùng, Hà Văn Khôi, Nguyễn Thanh Hải (2013). Ứng dụng Crystal Ball xác định chế độ vận hành tối ưu phát điện cho hồ chứa Thác Bà, Tuyên Quang và bậc thang hồ chứa Sơn La, Hòa Bình có tính đến yêu cầu cấp nước hạ du. Tạp chí Khoa học Thủy Lợi kỹ thuật và Môi trường (số 42-2013)
- [2] Thủ tướng Chính phủ (2015). Quy trình vận hành liên hồ chứa lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn.
- [3] Bộ Công nghiệp (2003). Phê duyệt quy hoạch bậc thang thủy điện trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn.
- [4] Ahmad, A., El-Shafie, A., Razali, S. F. M., & Mohamad, Z. S. (2014). Reservoir Optimization in Water Resources: a Review. *Water Resources Management*, 3391–3405.
- [5] Ngo, L. L., Madsen, H., & Rosbjerg, D. (2007). Simulation and optimisation modelling approach for operation of the Hoa Binh reservoir, Vietnam. *Journal of Hydrology*, 336(3-4), 269–281.
- [6] Nguyễn Thế Hùng and Lê Hùng. (2011). AN OPTIMAL REGULATION MATHEMATICAL MODEL FOR MULTIPURPOSE, 2(43), 35–43
- [7] Barbara Gentry (2008). Crystal Ball User Manual. Oracle