

QUY TRÌNH VẬN HÀNH HỒ CHỨA CỦA NHÀ MÁY THỦY ĐIỆN EA KRÔNG ROU VỚI DÒNG CHẢY ĐẾN ĐƯỢC MÔ PHỎNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP MONTE-CARLO

NCS. LÊ HÙNG

Trường Đại học Bách Khoa - Đại học Đà Nẵng

Tóm tắt : Chế độ vận hành hợp lý của nhà máy thủy điện phụ thuộc vào đặc điểm dòng chảy đến, mà dòng chảy đến này lại mang bản chất ngẫu nhiên. Ngày nay với sự phát triển mạnh mẽ của công cụ tính toán thì việc ứng dụng phương pháp mô phỏng Monte-Carlo để kéo dài chuỗi dòng chảy trở nên dễ dàng hơn, khi tính toán điều tiết theo liệt dòng chảy kéo dài đó, sẽ cho kết quả giống như hàm phân phối xác suất, lúc đó, mặc dù vẫn tính điều tiết theo phương pháp tất định nhưng ta đã tính đến theo hàm phân phối xác suất ban đầu. Với bài báo này, tác giả quan niệm dòng chảy đến là quá trình ngẫu nhiên, sử dụng chương trình Crystall Ball mô phỏng chuỗi dòng chảy và dùng phương pháp qui hoạch động để giải và lập chương trình tính bằng ngôn ngữ lập trình hướng đối tượng Borland Delphi.

1. Đặt vấn đề

Trong những năm qua, việc hàng loạt nhà máy thủy điện đã và đang xây dựng đã góp phần đáng kể cho nhu cầu năng lượng điện của cả nước, nó đóng vai trò quan trọng trong nền kinh tế quốc dân, tỉ trọng thủy điện trong cân bằng năng lượng quốc gia chiếm rất cao và trong tương lai, thủy điện sẽ còn đóng góp nhiều hơn nữa vào việc phục vụ nguồn điện cho công cuộc Công nghiệp hóa và Hiện đại hóa đất nước.

Thủy điện là nguồn năng lượng sạch, tái tạo được nên rất được ưa chuộng hiện nay. Vì thế, việc tính toán thủy năng và nghiên cứu vận hành tối ưu hồ chứa thủy điện là một vấn đề hết sức cần thiết, nhằm mang lại hiệu quả kinh tế cao hơn trong việc khai thác triệt để nguồn tài

nguyên vô giá này của quốc gia.

Nhằm nâng cao điện lượng hàng năm của trạm thủy điện thì chế độ khai thác vận hành hồ chứa đóng vai trò quan trọng, do đó tìm ra được chế độ vận hành tối ưu hồ chứa sẽ nâng cao hiệu ích điện năng hàng năm tăng lên đáng kể.

Bài báo này, Tác giả sử dụng phương pháp mô phỏng Monte-Carlo để mô phỏng chuỗi dòng chảy đến theo quá trình ngẫu nhiên thông qua chương trình Crystal Ball, sau đó dùng chương trình tác giả đã thiết lập bằng ngôn ngữ Borland Delphi để xây dựng biểu đồ vận hành thủy điện Ea Krông Rou - Tỉnh Khánh Hòa.

2. Mô phỏng chuỗi dòng chảy đến thủy điện Ea Krông Rou bằng phương pháp Monte-Carlo

Bảng 1 : Lưu lượng dòng chảy đến từ năm 1978 đến năm 2001

Năm	T.1	T.2	T.3	T.4	T.5	T.6	T.7	T.8	T.9	T.10	T.11	T.12
1978	1.37	1.03	0.8	0.72	1.26	1.53	1.81	1.03	3.93	6.14	12.04	2.31
1979	1.45	0.80	0.57	0.46	0.66	0.98	0.48	0.39	0.5	7.68	9.21	4.11
1980	1.82	1.31	0.9	0.60	1.55	3.72	1.82	2.37	2.46	6.21	17.14	5.04
1981	1.56	1.06	0.68	0.54	1.25	1.36	1.57	1.63	2.12	14.9	21.82	11.6
1982	2.79	1.50	1.04	0.70	0.67	0.74	0.56	0.56	0.76	1.64	1.15	1.12
1983	0.82	0.70	0.41	0.37	0.65	0.51	0.69	2.01	1.92	6.59	3.63	0.56
1984	1.12	0.76	0.62	0.50	0.47	0.41	0.76	0.74	0.4	7.57	8.23	3.39
1985	1.43	0.66	0.39	0.28	0.23	0.18	0.19	0.16	0.81	3.81	9.28	7.66
1986	3.00	1.17	0.54	0.32	0.23	0.17	0.14	0.43	2.94	4.88	6.55	9.93
1987	7.54	3.02	1.24	0.59	0.37	0.27	0.21	0.16	0.48	0.68	14.47	15.56

Năm	T.1	T.2	T.3	T.4	T.5	T.6	T.7	T.8	T.9	T.10	T.11	T.12
1988	6.06	2.31	0.95	0.49	0.33	0.37	0.34	0.22	5.86	9.17	10.36	7.48
1989	3.12	1.38	0.83	0.58	2.89	3.01	1.34	0.67	1.37	7.43	7.73	3.47
1990	1.46	0.69	0.41	0.31	0.25	1.05	1.07	2.24	2.27	11.28	11.87	6.98
1991	4.38	2.05	1.14	1.79	1.72	0.93	0.55	2.01	3.81	3.58	4.15	3.27
1992	1.42	0.67	0.41	0.30	1.93	2.41	1.35	2.86	2.78	13.81	14.39	6.52
1993	3.21	1.44	0.73	0.46	0.38	0.32	0.24	0.19	1.22	17.35	18.1	17.84
1994	14.63	5.88	2.41	1.11	2.38	2.30	1.01	0.53	1.44	7.00	6.72	3.16
1995	0.578	0.82	0.46	0.31	0.84	0.83	0.40	0.24	0.18	9.35	10.15	6.63
1996	4.50	1.83	0.79	0.43	0.32	0.30	0.26	0.20	4.04	12.61	25.39	20.4
1997	8.20	3.41	1.59	1.67	1.50	0.82	0.51	0.37	0.57	2.11	3.56	2.55
1998	1.06	0.49	0.30	0.21	0.17	0.14	0.12	0.22	0.58	9.58	18.2	16.66
1999	9.34	3.79	1.62	0.80	2.11	2.13	0.97	0.51	2.32	11.22	17.61	22.94
2000	16.96	6.89	2.89	1.56	4.39	4.35	1.88	1.26	4.49	13.83	21.22	14.88
2001	6.03	2.53	1.21	0.72	0.51	0.44	0.38	0.56	1.50	11.71	11.38	5.08

Chuỗi dòng chảy được kéo dài bằng phương pháp mô phỏng Monte-Carlo và hàm phân phối xác suất ở đây được chọn là dạng phân phối đều (*The Uniform Distribution*), tất cả các giá trị trong khoảng từ giá trị tối thiểu tới giá trị tối đa đều xuất hiện với một khả năng như nhau.

Hàm phân phối xác suất

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a} & a < x < b \\ 0 & x \leq a \text{ and } x \geq b \end{cases}$$

Hàm phân phối cộng dồn

$$F(x) = \begin{cases} 0 & x < a \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1 & x > b \end{cases}$$

Trung bình: $\frac{a+b}{2}$

Độ lệch chuẩn $\frac{b-a}{\sqrt{12}}$

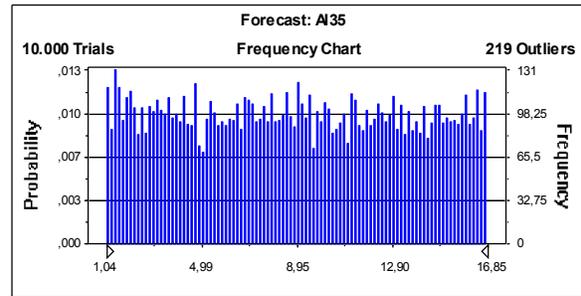
Trong đó

a= là giá trị min;

b là giá trị max;

và $-\infty < a < b < \infty$

Sử dụng chương trình Crystal Ball để thực hiện mô phỏng, số lần thực hiện 10000 lần, kết quả như sau:



Hình 1 : Mô phỏng chuỗi dòng chảy bằng chương trình Crytall ball (tháng 12)

Bảng 2 : Tần suất lưu lượng dòng chảy đến sau khi mô phỏng

Tần suất	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
90%	2,40	1,13	0,56	0,37	0,56	0,56	0,30	0,43	0,73	2,35	3,53	2,74
85%	3,24	1,46	0,68	0,45	0,77	0,78	0,39	0,57	1,03	3,97	5,89	5,03
50%	8,92	3,71	1,59	0,99	2,25	2,26	0,99	1,50	3,03	8,90	13,10	11,75
15%	14,49	5,93	2,50	1,56	3,75	3,74	1,62	2,45	5,00	14,87	21,66	19,54
10%	15,28	6,25	2,63	1,63	3,97	3,94	1,71	2,58	5,28	15,68	22,89	20,68

3. Mô hình Quy hoạch động xác định chế độ vận hành đơn hồ với mục phát điện

Hàm mục tiêu

$$OF = \text{Maximize} \sum_{i=1}^T E_i \quad (1)$$

$$E_i = 9.81\eta Q_i H_i t_i^{0.6} \text{ (Mwh)}$$

Các ràng buộc

$$S_1 = S_{T+1} \quad (2)$$

$$S_{\min} \leq S_j \leq S_{\max} \quad (3)$$

$$0 \leq R_j \leq R_{j,\max} \quad (4)$$

$$S_{j+1} = S_j + I_j - E_j - R_j - O_j \quad (5)$$

Trong đó

Q_i = Lưu lượng nước vận hành qua Tuabin trong thời đoạn j (m^3/s);

H_j = Cột nước phát điện trung bình trong thời đoạn j (m);

η = hiệu suất trung bình của trạm thủy điện trong thời đoạn i;

t = Thời gian tính của thời đoạn j (hour).

S_1 = dung tích hồ chứa khi bắt đầu của chu kỳ điều tiết (m^3)

S_{T+1} = dung tích hồ chứa tại cuối chu kỳ điều tiết (m^3)

S_{min} = dung tích trữ nhỏ nhất cho phép (m^3)

S_{max} = dung tích trữ lớn nhất cho phép (m^3)

R_j = lượng xả từ hồ chứa trong suốt chu kỳ j (m^3)

$R_{j,max}$ lượng xả max qua Turbines trong chu kỳ j (m^3)

E_j = bốc hơi từ hồ chứa trong suốt chu kỳ j (m^3)

I_j = dòng chảy đến hồ chứa trong suốt chu kỳ j (m^3)

O_j = lượng nước xả tràn trong suốt chu kỳ j (m^3)

Phương trình đệ quy của Quy hoạch

động tất định xác định maximum điện năng

$$F_j^*(S_j) = \text{Max}[E_j(S_j, R_j) + F_{j+1}^*(S_{j+1})]$$

Với $F_{j+1}^*(S_{j+1})$ = năng lượng phát ra tối ưu đạt được ở các giai đoạn sau.

Mô hình toán điều tiết hồ chứa thủy điện ở trên là bài toán phi tuyến, việc giải bài toán này, tác giả sử dụng phương pháp Quy hoạch động rời rạc để giải thông qua một chương trình tính đã được thiết lập bằng ngôn ngữ Delphi.

4. Thiết lập quy trình vận hành hồ chứa thủy điện Ea Krông Rou

4.1 Các thông số công trình thủy điện EA Krông Rou

Mực nước dâng bình thường MNDBT = 606(m);

Mực nước chết MNC = 590(m);

Công suất lắp máy N_{lm} = 28.00 (MW);

Công suất đảm bảo N_{db} = 7.76(MW);

Lưu lượng lớn nhất qua TuaBin Q_{max} = 6.52(m^3/s);

Cột nước lớn nhất H_{max} = 537.24(m);

Cột nước nhỏ nhất H_{min} = 494.2(m);

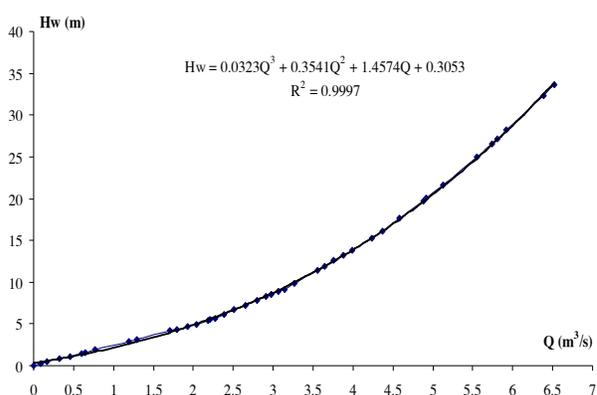
Cột nước tính toán H_{tt} = 507.0(m).

Bảng 3. Đặc tính dung tích lòng hồ (F~W~Z)

F(km ²)	0	0.01	0.08	0.36	0.81	1.57	2.25	3.02	3.71	4.96	5.77
W(10 ⁶ m ³)	0.00	0.02	0.21	1.23	4.08	9.93	19.43	32.55	49.35	70.95	97.75
Z(m)	570	575	580	585	590	595	600	605	610	615	620

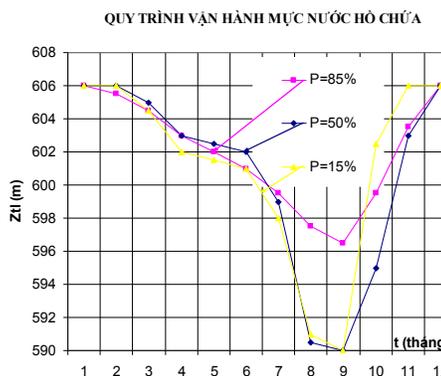
Bảng 4. Quan hệ đặc tính mực nước hạ lưu Q=f(Z)

Q(m ³)	0	1.3	8	20.6	53.9	104	172	254	354	465	581	714	852	1022	1246	1488	1572
Z _h (m)	53.5	54	54.5	55	55.5	56	56.5	57	57.5	58	58.5	59	59.5	60	60.5	61	61.5



Hình 2 : Quan hệ giữa lưu lượng qua TuaBin và tổn thất

4.2 Quy trình vận hành hồ chứa



Hình 3 : Quy trình vận hành mực nước hồ chứa NMTĐ ứng với tần suất khác nhau

Bảng 5 : Mực nước hồ vận hành với các tần suất khác nhau

Tần suất	Mực nước thượng lưu Zil											
	T.1	T.2	T.3	T.4	T.5	T.6	T.7	T.8	T.9	T.10	T.11	T.12
P=85%	606	605.5	604.5	603	602	601	599.5	597.5	596.5	599.5	603.5	606
P=50%	606	606	605	603	602.5	602	599	590.5	590	595	603	606
P=15%	606	606	604.5	602	601.5	601	598	591	590	602.5	606	606

$P=15%$ điện năng $E=205,08.10^6$ Kwh; $P=50%$ điện năng $E=173,89.10^6$ Kwh

$P=85%$ điện năng $E=79.73.10^6$ Kwh;

5. Kết luận

- Với số liệu quan trắc trên các sông suối ở nước ta phổ biến là ngắn, thì dùng phương pháp mô phỏng Monte Carlo để kéo dài chuỗi dòng chảy theo ý muốn là phù hợp, thiết lập quy trình vận hành với chuỗi dòng chảy đó sẽ đúng đắn hơn so với phương pháp xây dựng quy trình vận hành với quan niệm xem chuỗi dòng chảy xảy ra trong quá khứ, sẽ xuất hiện lại trong tương lai.

- Công trình thủy điện Ea Krông Rou là công

trình cấp III, tần suất đảm bảo 85%, thì giá trị điện năng $79,73.10^6$ kwh/năm.

- Khi tính toán quy trình vận hành theo phương pháp qui hoạch động, thì việc kiểm tra tự động các ràng buộc sẽ loại bỏ được để dàng các phương án không khả thi

- Tìm mực nước tối ưu theo phương pháp Quy hoạch động hồ chứa có khả năng làm tăng mực nước hồ đồng thời làm giảm việc hạn chế khai thác công suất do thiếu cột nước.

Tài liệu tham khảo:

- [1] Công ty TNHH tư vấn xây dựng Sông Đà UCRIN (2005), “Quy trình vận hành”, Hà Nội.
- [2] John Charnes (2007), “*Financial Modeling with Crystal Ball and Excel*”, John Wiley & Sons, Inc, United States of America.
- [3] K. D. W. Nandalal, Janos J. Bogardi (2007), “*Dynamic Programming Based Operation of Reservoirs*”, Cambridge University Press, New York.
- [4] Larry W.Mays, Yeou-Koung Tung (1992), “*Hydrosystems engineering and management*” McGraw-Hill, Inc, Singapore.
- [5] S Vedula – P P Mujumdar (2005), “*Water resources systems*”, Tata McGraw-Hill, New Delhi.

Abstract

OPERATION SEQUENCE OF EA KRÔNGROU HYDROELECTRIC POWER RESERVOIR WITH INFLOW BY MONTE-CARLO SIMULATION METHOD

Reasonable Regime operation for hydroelectric power plant depends on the inflow, Which is random. Nowadays, With the rapid development of caculation tools, the application of Monte-Carlo simulation method to extending the flow is easier and easier, caculation of regulation for enumerative extension document, the result achieved the same as probability distribution function, then, in spite of the caculation regulation deterministic method, but, it is probability distribution function initially. In this paper, the inflow is considered a random process, using Crystall Ball simulation program and applying dynamic programming for finding its solution and establishing the programming of caculating by Borland Delphi object-oriented language program.