

ỨNG DỤNG QUY HOẠCH ĐỘNG TRONG ĐIỀU TIẾT TỐI ƯU HỒ CHỨA THỦY ĐIỆN ĐỘC LẬP

Nguyễn Thống

Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM
(Bài nhận ngày 12 tháng 10 năm 2004)

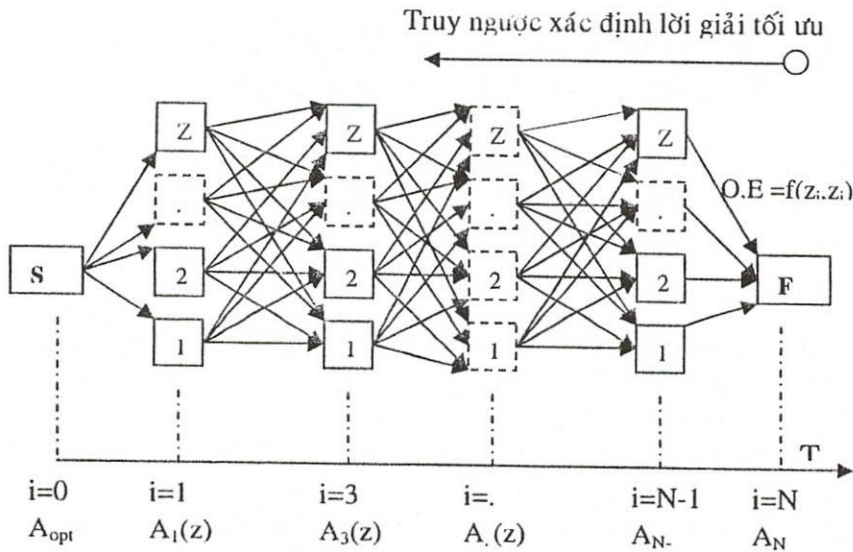
TÓM TẮT: Quy hoạch động (QHD) là một kỹ thuật phân tích định lượng được ứng dụng rộng rãi để giải các loại bài toán trong đó lời giải tìm được có dạng một loạt các quyết định liên tiếp. QHD được áp dụng để giải bài toán điều tiết tối ưu hồ chứa thủy điện làm việc độc lập với hàm mục tiêu cực đại điện năng trung bình năm hoặc cực đại lợi nhuận bán điện (giá điện thay đổi theo mùa) kỳ vọng. Từ đó cho phép xác định quá trình vận hành tối ưu hồ chứa. Kết quả tính toán sẽ được so sánh với kết quả điều tiết hồ chứa bằng phương pháp đường chỉ thẳng.

1. GIỚI THIỆU

Trong tính toán thủy năng cho hồ chứa thủy điện, phương pháp đường chỉ thẳng (ĐCT) để xác định lưu lượng điều tiết, được sử dụng rộng rãi trong các giai đoạn nghiên cứu tiền khả thi và khả thi cho hồ chứa thủy điện. Trong giai đoạn vận hành, vấn đề điều tiết hồ phức tạp hơn và một trong những vấn đề đặt ra là do giá điện sản xuất trong mùa khô và mùa mưa có sự chênh lệch đáng kể. Trong thực tế, tùy theo vai trò nhà máy thủy điện trong hệ thống và điều kiện khí tượng thủy văn, còn có nhiều phương pháp khác để xác định chế độ vận hành hồ chứa thủy điện với các hàm mục tiêu (HMT) khác nhau: cực đại điện năng trung bình năm (Etb), cực đại công suất thủy điện mùa khô, cực đại doanh thu trung bình năm kỳ vọng (Ttb)... Ở đây chúng tôi dùng lý thuyết tính dựa trên nguyên lý QHD của R. Bellman (1957) [4] nhằm xác định lưu lượng điều tiết. Phương pháp được áp dụng để giải bài toán tối ưu cho hai trường hợp có hàm mục tiêu khác nhau: cực đại doanh thu điện trung bình hoặc cực đại điện năng trung bình năm. Lý thuyết sẽ được áp dụng để nghiên cứu cho 2 nhà máy thủy điện sông Bung 2 và sông Côn 2, được quy hoạch xây dựng trong hệ thống bậc thang thủy điện sông Vu Gia Thu Bồn. Chuỗi dòng chảy dùng trong điều tiết dài 25 năm.

2. ĐIỀU TIẾT TỐI ƯU VỚI PHƯƠNG PHÁP QHD

Cùng với sự phát triển của máy tính, vấn đề tính điều tiết hồ chứa thủy điện thường thực hiện trên toàn bộ chuỗi dòng chảy (quan trắc hoặc mô phỏng) trong quá khứ thay vì sử dụng chuỗi dòng chảy 3 năm điển hình như trước đây [5], [6]. Điều tiết tối ưu theo hàm mục tiêu cực đại doanh thu từ bán điện hoặc cực đại điện năng trung bình năm [2] cho phép xác định lưu lượng điều tiết "tối ưu" qua nhà máy cho từng thời kỳ (tháng, tuần, ngày..., trong bài toán ứng dụng ở đây thời đoạn sẽ được tính theo tháng). Để xác định lưu lượng điều tiết tối ưu chúng tôi áp dụng nguyên lý của phương pháp QHD của Bellman: "Một sách lược tối ưu có đặc tính là dù cho các trạng thái và các quyết định trước đây như thế nào thì các quyết định ở những bước tiếp theo phải tạo thành một sách lược tối ưu với các trạng thái được hình thành từ những quyết định trước đây". Trên cơ sở này, lưu lượng qua nhà máy cho mỗi thời kỳ sẽ được xác định theo lời giải ngược dòng, trong đó việc xác định sách lược điều tiết tương ứng sẽ xuất phát từ cuối chu kỳ điều tiết. Mục nước trong hồ thay đổi từ mực nước dâng bình thường (MNDBT) đến mực nước chết (MNC) sẽ được mô phỏng thành nhiều thang (Z) tùy theo độ chính xác yêu cầu. Thuật toán truy ngược để tìm lời giải tối ưu theo nguyên lý QHD được mô tả bởi đồ thị sau.



Hình 1: Sơ đồ tính điều tiết tối ưu theo phương pháp QHĐ

$A_{N-1}(z)$: Giá trị tối ưu hàm mục tiêu tại thời điểm (N-1) tương ứng với phương án mực nước hồ chứa z.

S: Mực nước hồ ban đầu khi điều tiết.

F: Mực nước hồ kết thúc chuỗi điều tiết.

$Q(z_i, z_j), E(z_i, z_j)$: Giá trị lưu lượng điều tiết và điện năng tương ứng khi mực nước hồ z_i vào đầu tháng và đạt đến z_j vào cuối tháng.

Z: Cao trình mực nước hồ.

Một số phát biểu và định nghĩa sau đây phục vụ cho việc thiết lập phương trình toán:

- Mực nước z trong hồ chứa tại mỗi thời điểm, được xem là biến trạng thái của hệ thống và được chia thành Z thang.
- A_i^z là giá trị HMT tối ưu có được khi hồ chứa ở mực nước z, kể từ thời điểm thứ i trong chuỗi điều tiết đến cuối chu kỳ ($i=N$).
- T_j là giá bán điện đơn vị của tháng thứ j ($1 \rightarrow 12$) trong năm.
- $E_{z_1}^{z_2}$ là điện năng trung bình tháng của nhà máy TĐ khi mực nước đầu tháng là z_1 và cuối tháng là z_2 .

Phương trình toán truy ngược cho lý thuyết QHĐ áp dụng để cực đại giá trị hàm mục tiêu A được xác định như sau:

$$A_{i-1}^z = \text{Max} \{ E_{z_2}^{z_1} T_i + A_i^{z_2} \}_{z_2=1,Z} \quad (1)$$

(Trong trường hợp xét bài toán với giá bán điện T_i không đổi theo tháng, lời giải bài toán cực đại doanh thu trung bình năm cũng chính là lời giải bài toán cực đại điện năng trung bình năm).

Tính toán được bắt đầu ở cuối chu kỳ dòng chảy điều tiết với $i=N$ đến $i=0$ (đầu chu kỳ điều tiết). Trên cơ sở này các giá trị A_i^z ($i = N \rightarrow 0$) sẽ được xác định.

Bài toán được giải bằng chương trình máy tính với ngôn ngữ Fortran được tác giả thiết lập.

3. VÍ DỤ ÁP DỤNG

Lý thuyết trên được áp dụng để tính cho 2 dự án Thủy Điện sông Bung 2 và sông Côn 2 trên sông Vu Gia Thu Bồn tỉnh Quảng Nam. Liệt dòng chảy tháng tính toán dài 25 năm. Các thông số công trình và dòng chảy trung bình theo quy hoạch như sau:

Bảng 1

Hồ chứa	Qtb (m ³ /s)	MNDBT (m)	MNC (m)	Z nhà máy (m)	Whi (tr.m ³)	Nlm (MW)
Sông Bung 2	20.1	607.5	564.2	210	83.9	108
Sông Côn 2	13.0	307.5	290	20	121.6	60

Nguồn: Công ty Tư vấn Xây Dựng Điện 3

Giá điện thay đổi theo tháng như sau:

Bảng 2

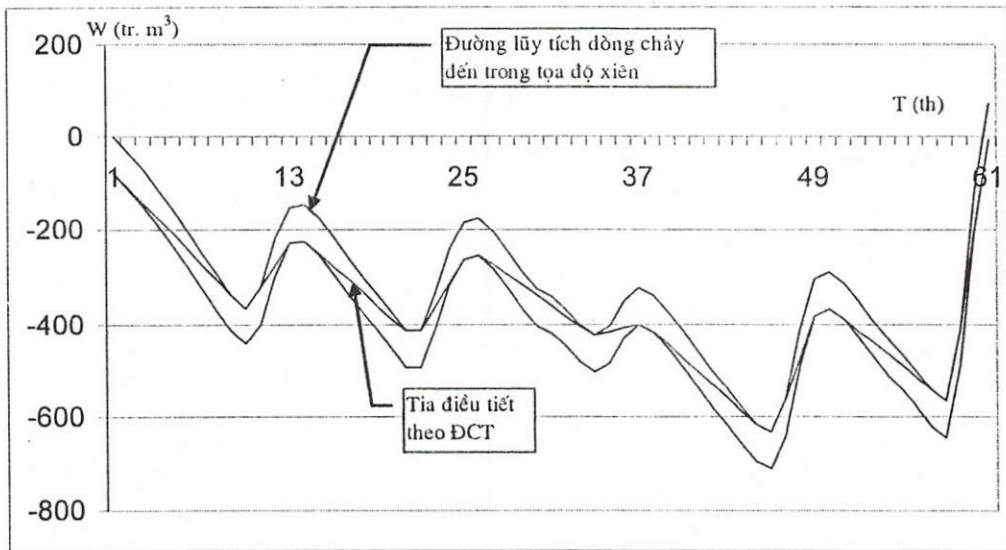
Tháng	I	II	III	IV	V	VI
Giá điện (cents/kWh)	0.040	0.040	0.045	0.045	0.045	0.040
Tháng	VII	IIIX	IX	X	XI	XII
Giá điện (cents/kWh)	0.025	0.025	0.025	0.030	0.035	0.035

Nguồn: Ban Thẩm Định Tổng Công ty Điện lực Việt Nam

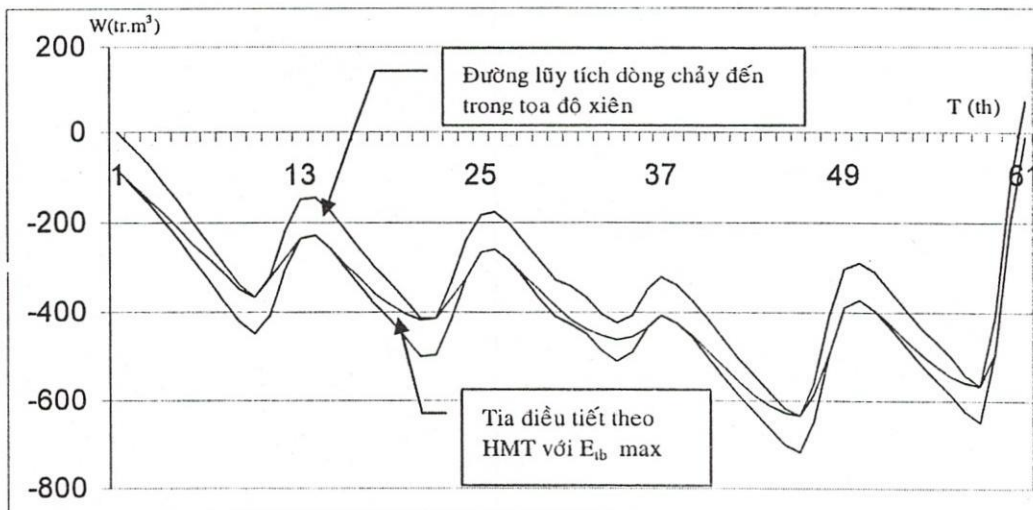
Tỷ suất 1USD=16700VND

Kết quả tính toán điều tiết cho các phương pháp được trình bày trên các đồ thị sau:

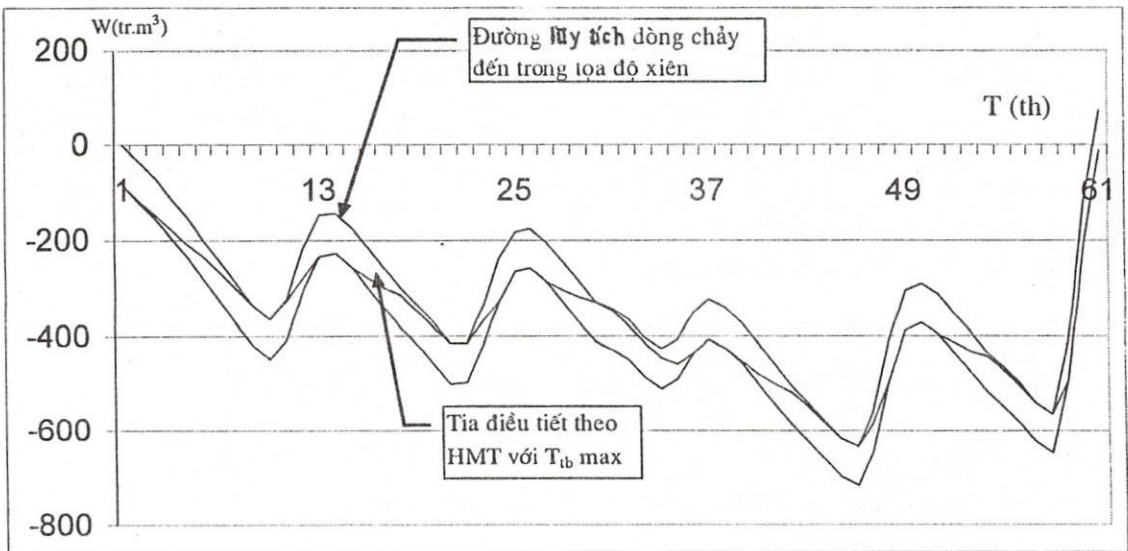
Sông Bung 2: Một phần kết quả điều tiết (5 năm) được trình bày trên các đồ thị (h.2, h.3, h.4):



Hình 2. Điều tiết theo ĐCT (S. Bung 2)

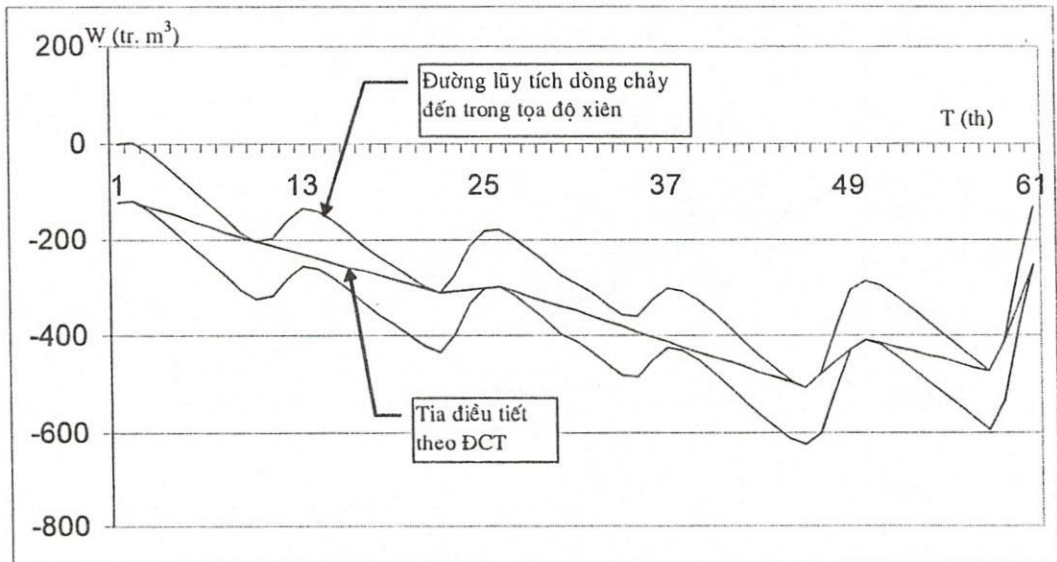


Hình 3. Điều tiết theo QHĐ với HMT tối ưu E_{ib} (S. Bung 2)

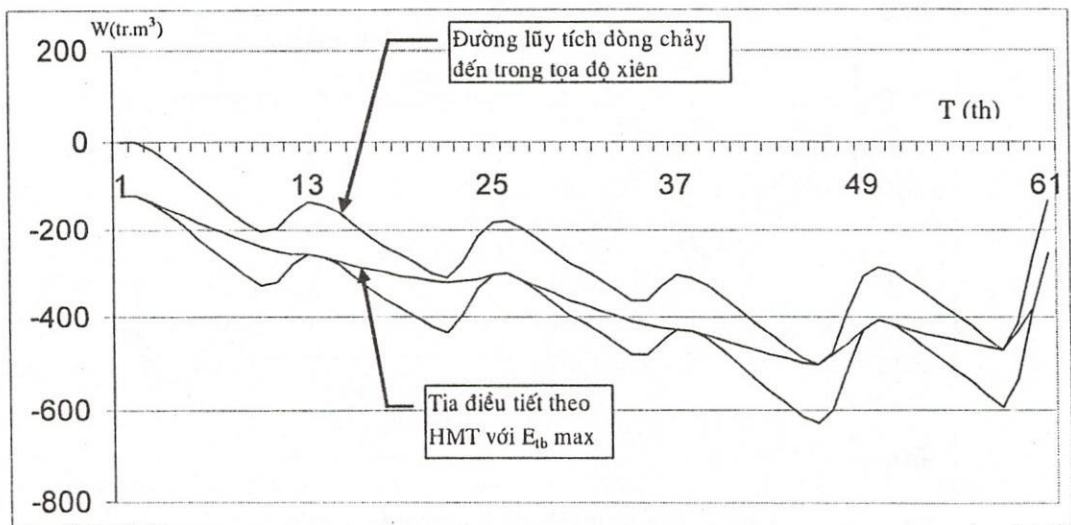


Hình 4. Điều tiết theo OHD với HMT tối ưu T_{tb} (S. Bung 2)

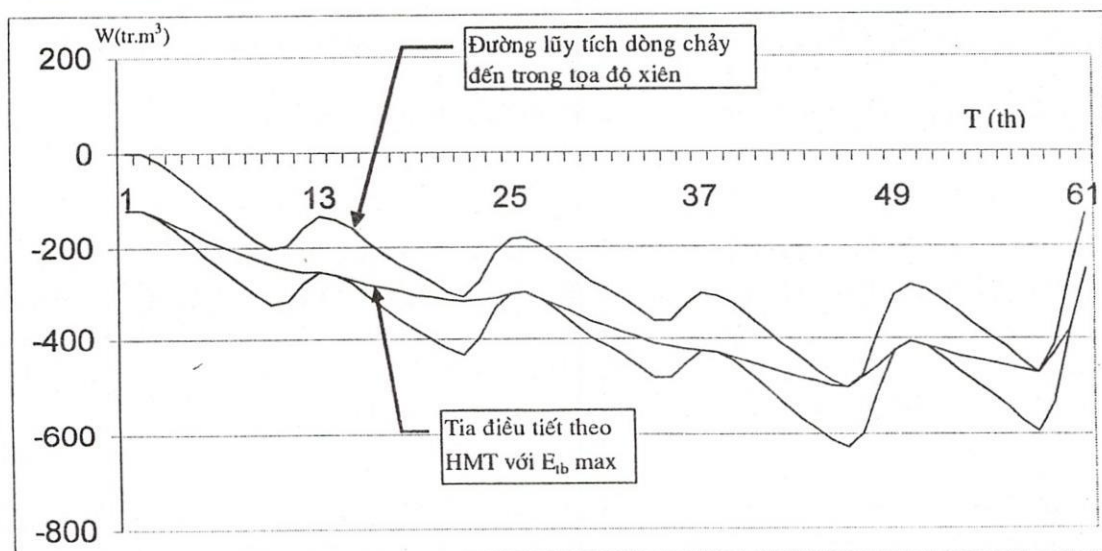
Sông Côn 2: Một phần kết quả điều tiết (5 năm) được trình bày trên các đồ thị (h.5, h.6, h7):



Hình 5. Điều tiết theo ĐCT (S. Côn 2)



Hình 6. Điều tiết theo OHD với HMT tối ưu E_{tb} (S. Côn 2)



Hình 7. Điều tiết theo QHD với HMT tối ưu T_{tb} (S. Côn 2)

Từ kết quả trên các đồ thị cho thấy giá trị lưu lượng điều tiết qua nhà máy thủy điện khác nhau tùy theo phương pháp điều tiết. Trong khi điều tiết theo phương pháp ĐCT cho thấy hồ chứa gần như đạt đến MNC sau mỗi năm thủy văn (h.2), trong khi đó điều tiết hồ theo HMT với cực đại E_{tb} (h.3) hồ chứa có thể không đạt đến MNC sau mỗi năm thủy văn. Kết quả này có thể giải thích như là hồ chứa cần có công suất lớn vào mùa ít nước (ví dụ các tháng từ 31 đến 36 trong đồ thị h.3, h.6). Trong khi đó nếu điều tiết theo HMT với T_{tb} max (h.4, h.7), ta thấy hồ chứa có xu hướng chạy với lưu lượng lớn nhất có thể, tương ứng với các tháng có đơn giá bán điện cao (tháng 4, tháng 5).

Kết quả tính toán về điện năng E_{tb} và doanh thu T_{tb} trung bình năm tương ứng với các phương pháp điều tiết khác nhau được tóm tắt trong bảng sau:

Bảng 3

Phương pháp điều tiết	S. Bung 2		S. Côn 2	
	E_{tb} (tr.kWh)	T_{tb} (tỷ VNĐ)	E_{tb} (tr.kWh)	T_{tb} (tỷ VNĐ)
Đường chỉ thẳng	444.3	262.8	235.0	140.7
QHD với HMT là E_{tb} max	451.2	262.2	238.7	142.0
QHD với HMT là T_{tb} max	448.3	269.7	235.5	149.1

Nhận xét:

- Giá trị điện năng trung bình năm tính theo phương pháp điều tiết ĐCT cho giá trị thiên về nhỏ so với 2 phương pháp còn lại.
- Doanh thu trung bình năm trong trường hợp điều tiết theo HMT với T_{tb} max cho kết quả lớn nhất (tăng 2.7% trường hợp S. Bung 2 và tăng 6% trường hợp S. Côn 2).
- Điện năng trung bình năm trong trường hợp điều tiết theo HMT với E_{tb} max cho kết quả lớn nhất.

4. KẾT LUẬN

- Trong giai đoạn nghiên cứu tiền khả và khả thi, có thể sử dụng phương pháp điều tiết ĐCT để đánh giá điện năng trung bình năm của hồ chứa thủy điện.
- Để gia tăng hiệu quả tối đa khi công trình đi vào vận hành, cần điều tiết hồ chứa theo các phương pháp với HMT thích hợp.
- Kết quả trên được nghiên cứu trên cơ sở giả thiết dòng chảy đến trong tương lai là tất định, điều này chưa thật phù hợp với thực tế vận hành hồ chứa. Bài toán cần được tiếp tục nghiên cứu sâu hơn trong trường hợp dòng chảy đến là một đại lượng ngẫu nhiên được dự báo trên cơ sở số liệu dự báo về khí tượng, thủy văn..., tình trạng hồ chứa tại thời điểm xét và có kế

đến các nhu cầu cũng như các ràng buộc yêu cầu từ hệ thống (nếu có) mà công trình phải đảm bảo.

- Có thể phát triển bài toán lên trường hợp với hàm đa mục tiêu.

APPLICATION OF DYNAMIC PROGRAMMING FOR OPTIMAL OPERATION OF A ISOLATED HYDRO POWER RESERVOIR

Nguyen Thong

Faculty of Civil Engineering, University of Technology – VNU-HCM

ABSTRACT: *Dynamic programming is a quantitative analysis technique that has been widely applied to large, complex problems that have a sequence of decisions to be made. It was applied to calculate the regulation of an isolated hydro power reservoir with different objective functions: maximum annual average energy or maximum annual profit (different energy price for different seasons). By the way, one can determine the optimum rule for reservoir operation. The computed result will be compared with the result obtained from the straight-line methods.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Công ty Tư vấn Xây Dựng Điện 1. *Quy hoạch bậc thang thủy điện sông Vu Gia Thu Bồn, tỉnh Quảng Nam*, tháng 8/2002.
- [2]. Esogbue Augustine O. *Dynamic programming for optimal water resources systemes analysis*. Prentice-Hall Englewood cliffs, New Jersey 07632.
- [3]. Goodman Alvin S. *Principles of Water Resources Planning*. Published by Prentice-Hall, Inc., New Jersey 07632.
- [4]. Nguyễn Thống - Cao Hà Thi. *Phương pháp định lượng trong quản lý*. NXB Thống kê 1998.
- [5]. Phạm Phú. *Tính toán thủy năng*. Trường ĐHXD Hà Nội.
- [6]. Vũ Hữu Hải –Nguyễn Thượng Bằng. *Hướng dẫn đồ án môn học thủy năng*. NXB Xây Dựng HN 2000.