

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ THÔNG TIN ĐỂ HIỆN ĐẠI HÓA QUẢN LÝ ĐIỀU HÀNH HỒ CHỨA NƯỚC CỬA ĐẠT

KS. Nguyễn Đăng Hà

Ban Quản lý Đầu tư và Xây dựng thủy lợi 3

– Bộ NN&PTNT

Tóm tắt: Công trình hồ chứa nước Cửa Đạt là công trình trọng điểm của quốc gia, với dung tích hữu ích lên đến 1,45 tỷ m³ nước, hồ có nhiệm vụ cắt lũ, chậm lũ về mùa mưa lũ, cấp nước tưới cho 85.115 ha đất canh tác vùng phía hạ du, ngoài ra còn có nhiệm vụ cấp nước sinh hoạt, công nghiệp và phát điện. Việc ứng dụng công nghệ thông tin để hiện đại hóa công tác quản lý điều hành hồ nhằm đảm bảo an toàn hồ chứa và nâng cao khả năng cấp nước cho vùng hạ du là rất cần thiết. Hiện nay ở trong và ngoài nước có nhiều tác giả đã nghiên cứu xây dựng phần mềm quản lý và điều hành hồ chứa. Nhưng ở Việt Nam chỉ có Hệ thống thông tin quản lý, giám sát điều hành hồ chứa DHHC-PMTL.V.1.0 do Trung tâm Công nghệ Phần mềm Thủy lợi – Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam nghiên cứu xây dựng là đồng bộ từ khâu kết nối với các thiết bị phần cứng để nhận số liệu đo tự động đến khâu tính toán dự báo dòng chảy đến, tính toán nhu cầu tưới vùng hạ du, lập các phương án điều hành hồ vào mùa lũ cũng như mùa kiệt, điều hành hồ chứa theo thời gian thực. Bài viết này nhằm giới thiệu các cơ sở toán học của Hệ thống thông tin quản lý, giám sát điều hành hồ chứa DHHC-PMTL.V.1.0 để hiện đại hóa công tác quản lý điều hành hồ chứa nước Cửa Đạt.

1- Đặt vấn đề :

Ở nước ta, mùa khô thường kéo dài từ 6 ÷ 7 tháng, lượng mưa trong thời kỳ này chỉ chiếm 15÷20% tổng lượng mưa cả năm, còn lại 80÷85% tập trung trong 5÷6 tháng mùa mưa. Vì vậy hiện tượng thừa nước trong mùa mưa và thiếu nước để phục vụ sản xuất nông nghiệp, công nghiệp,... gây nên lũ lụt, hạn hán xảy ra thường xuyên.

Trong những năm qua Đảng và Nhà nước ta đã rất chú trọng trong việc xây dựng các hồ chứa nước nhằm cắt lũ, chậm lũ vào mùa mưa, cấp nước tưới phục vụ phát điện, phục vụ nông nghiệp, công nghiệp và các ngành kinh tế khác. Các hồ này đã góp phần phát triển kinh tế đất nước, đảm bảo an sinh xã hội. Đến nay, cả nước đã xây dựng và đưa vào khai thác trên 2300 hồ chứa có dung tích trữ từ 0,2 triệu m³ trở lên với tổng dung tích trữ trên 66 tỷ m³.

Năm 1996 Chính phủ đã cho phép nghiên cứu chuẩn bị xây dựng Hồ chứa nước Cửa Đạt, nghiên cứu tiền khả thi dự án Hồ chứa nước Cửa Đạt do Công ty Tư Vấn Xây Dựng Thủy Lợi 1 thực hiện được Chính Phủ phê duyệt tại Quyết định số 1359/CP - NN ngày 14/11/1998,

Dự án được Chính Phủ quyết định đầu tư thông qua quyết định 130/QĐ-TTg ngày 29 /01/2003, Chính Phủ giao cho Bộ NN&PTNT làm Chủ đầu tư, Bộ xác định đây là Hồ rất quan trọng của tỉnh Thanh Hóa nói riêng và cả nước nói chung. Đến ngày 02/02/2004 Dự án Hồ chứa nước Cửa Đạt được khởi công xây dựng, cuối năm 2010 sẽ được bàn giao đưa vào sử dụng. Hồ chứa nước Cửa Đạt có các nhiệm vụ chính như sau:

- Giảm lũ với tần suất P = 0,6%, bảo đảm mực nước tại Xuân Khánh không vượt quá +13,71m (lũ lịch sử 1962);

- Cấp nước cho công nghiệp và sinh hoạt với lưu lượng Q = 7,715 m³/s.

- Tạo nguồn nước tưới ổn định cho 85.115 ha đất canh tác (Nam sông Chu là 54.031 ha, Bắc sông Chu là 31.084 ha);

- Kết hợp phát điện với công suất lắp máy tại đầu mối 97 MW, tại Dốc Cáy 15 MW;

- Bổ sung nước mùa kiệt cho hạ du sông Mã để đầy mặn, cải tạo môi trường sinh thái với lưu lượng Q = 30,42 m³/s.

Với nhiệm vụ và quy mô công trình của hồ chứa nước Cửa Đạt như trên thì công tác hiện đại hóa quản lý điều hành hồ là đặc biệt quan

trọng và cần được nghiên cứu xây dựng. Các nội dung chính cần nghiên cứu như sau :

- Nghiên cứu công nghệ để tính toán dự báo lũ, điều hành hồ chứa : Từ số liệu mưa và các số liệu cơ bản khác trên lưu vực, tính toán dự báo dòng chảy đến hồ, dự báo mực nước hồ, xây dựng các kịch bản xả tràn. Từ số liệu diện tích khu tưới, tính toán nhu cầu dùng nước kịch bản điều hành cấp nước ;

- Nghiên cứu các giải pháp công nghệ để giám sát độ mở các cửa tràn, lưu lượng đang xả qua tràn, các thông số trạng thái làm việc của xi lanh thủy lực (nhiệt độ dầu, áp lực dầu,...) ; đo mưa tự động trên lưu vực và khu đầu mối hồ chứa ; điều khiển đóng mở cửa tràn, cửa cống.

- Nghiên cứu giải pháp công nghệ để giám sát, xử lý, phân tích các số liệu quan trắc trong thân đập, trong thân tràn ;

- Nghiên cứu giải pháp công nghệ để giám sát hình ảnh đập tràn bằng các camera thông qua mạng internet.

Các lĩnh vực cần nghiên cứu trên liên quan rất nhiều lĩnh vực công nghệ như công nghệ tự động hóa, công nghệ thông tin và chuyên môn thủy lợi, nên cần rất nhiều thời gian, trong khuôn khổ bài viết này chỉ giới hạn nghiên cứu ứng dụng công nghệ thông tin để hiện đại hoá quản lý điều hành Hồ chứa nước Cửa Đạt nhằm chủ động lập kế hoạch, điều hành xả lũ trong mùa mưa lũ, đảm bảo cấp nước phục vụ nông nghiệp, công nghiệp và sinh hoạt, phát huy hiệu quả đầu tư công trình.

2- Chọn lựa ứng dụng mô hình phần mềm để hiện đại hóa quản lý điều hành Hồ chứa nước Cửa Đạt :

Để giải quyết bài toán điều hành hồ chứa, nhìn chung có hai cách tiếp cận vấn đề : Cách tiếp cận tiền định (deterministic) và cách tiếp cận thống kê (stochastic) :

- Cách tiếp cận tiền định dựa trên giả thiết lý tưởng hóa độ chính xác dự báo dòng chảy vào hồ và đã được nghiên cứu và sử dụng nhiều trong thời gian gần đây nhờ sự tiến bộ trong dự

báo khí tượng thủy văn cũng như mô hình mưa dòng chảy với việc điều hành hồ theo thời gian thực của Marien và các cộng sự.

- Cách tiếp cận thống kê : Cách tiếp cận này có thể tìm thấy trong các tài liệu Archibald và các cộng sự, Krzysztofowicz. Tuy nhiên cách tiếp cận thống kê đòi hỏi khối lượng tính toán rất lớn.

- Năm 2009 Trung tâm Công nghệ Phần mềm Thủy lợi – Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam đã triển khai thực hiện hạng mục Tự động hóa vận hành công trình đầu mối hồ chứa nước Định Bình, tỉnh Bình Định. Trong đó có nội dung trang bị Hệ thống thông tin quản lý, giám sát điều hành hồ chứa DHC-PMTL.V.1.0. Hệ thống có chức năng nhận số liệu đo mưa tự động trên lưu vực, số liệu đo tự động mực nước hồ, độ mở cửa tràn, cửa cống để tính toán dự báo dòng chảy đến (mô hình phần mềm sử dụng mô hình TANK để tính toán), dự báo nhu cầu dùng nước. Mô hình phần mềm cho phép người dùng xây dựng các kịch bản xả tràn, các kịch bản xả cống, từ đó chọn kịch bản xả tràn, xả cống tối ưu để điều hành hồ chứa. Trong khi điều hành mô hình phần mềm nhận các số liệu đo tự động tức thời để điều chỉnh kịch bản xả tràn, kịch bản mở cống cho phù hợp với thực tế. Trong quá trình điều hành hồ, các số liệu đo được lưu trữ, sau mỗi năm điều hành mô hình phần mềm sẽ tự động điều chỉnh bộ thông số của mô hình TANK, như vậy thời gian sử dụng mô hình phần mềm càng lâu thì bộ thông số của mô hình càng chính xác.

Qua thống kê và phân tích ưu, nhược điểm các mô hình đối với Hồ chứa nước Cửa Đạt áp dụng mô hình phần mềm DHC-PMTL.V.1.0 để nghiên cứu áp dụng cho công tác điều hành hồ chứa nước Cửa Đạt có các nguyên nhân chính như sau :

- Mô hình phần mềm tương đối hoàn thiện, đã giải quyết bài toán tổng thể, từ tính toán dự báo dòng chảy đến, lập kế hoạch xả tràn nhằm đảm bảo an toàn cho hồ chứa, tính toán nhu cầu dùng

nước của vùng hạ du để lập kế hoạch cấp nước nhằm đảm bảo tiết kiệm nước ;

- Phương pháp tính toán hiện đại, phù hợp với tình hình ứng dụng trên thế giới và Việt Nam ;

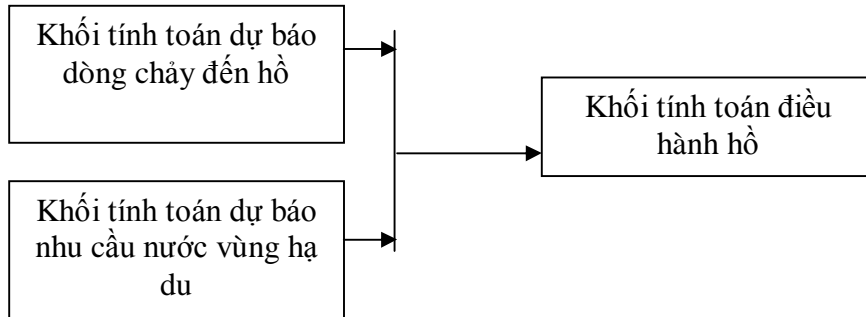
- Mô hình phần mềm có chức năng cập nhật số liệu quan trắc để tính toán điều hành hồ chứa theo thời gian thực, nên việc tính toán điều hành sát với thực tế ;

- Mô hình phần mềm có khả năng tự động điều

chỉnh bộ thông số của mô hình TANK từ số liệu vận hành hàng năm. Do vậy, sử dụng mô hình càng lâu, mô hình càng dự báo chính xác ;

- Mô hình phần mềm có giao diện bằng tiếng Việt nên rất thuận tiện cho người sử dụng ;

3- Các cơ sở toán học của hệ thống thông tin quản lý, giám sát điều hành hồ chứa DHHC-PMTL.V.1.0:



Hình 3.1 - Sơ đồ tổng thể của hệ thống thông tin điều hành hồ chứa DHHC-PMTL.V.1.0.

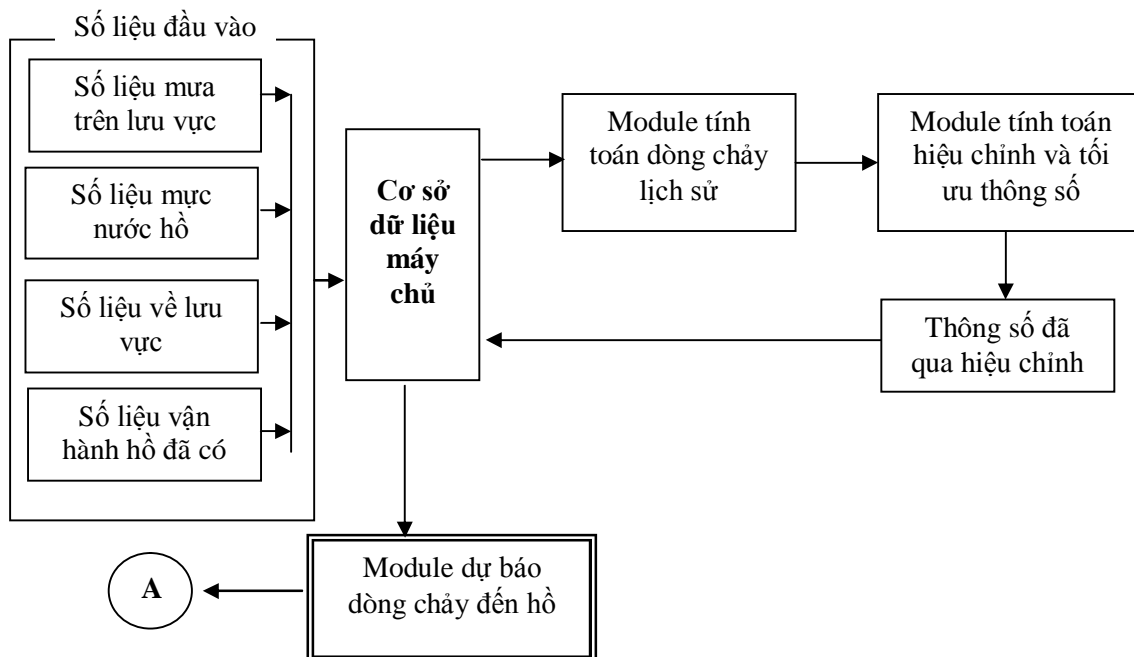
Hệ thống được chia làm 3 khối chính như hình 3.1: Khối tính toán dự báo dòng chảy đến; Khối tính toán nhu cầu nước vùng hạ du; Khối tính toán điều hành hồ.

3.1. Khối tính toán dự báo dòng chảy đến.

Hệ thống cho phép người dùng có thể tự lựa chọn một trong các mô hình : TANK,... sao cho

phù hợp với từng lưu vực cụ thể để tính toán dự báo dòng chảy đến hồ. Ứng với từng mô hình, hệ thống có cấu trúc số liệu đầu vào và sơ đồ tính toán khác nhau.

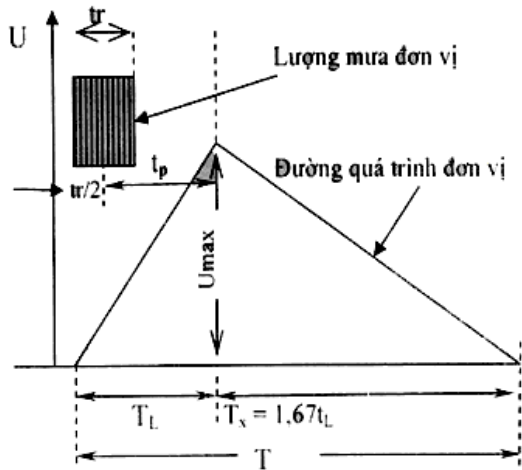
3.1.1. Trường hợp sử dụng mô hình LTANK để tính toán dự báo dòng chảy đến.



Hình 3.2: Sơ đồ khối tính toán dự báo dòng chảy đến

3.1.2. Trường hợp sử dụng phương pháp đường xu thế để tính toán dự báo dòng chảy đến.

Phương pháp đường xu thế dựa trên giả định là đại lượng dự báo thay đổi theo quy luật giống như quy luật trước đó. Nghĩa là nếu lũ đang lên thì giá trị dự báo tiếp tục tăng và ngược lại, lũ đang xuống thì giá trị dự báo tiếp tục giảm. Do đó, phương pháp này thích hợp với các yếu tố

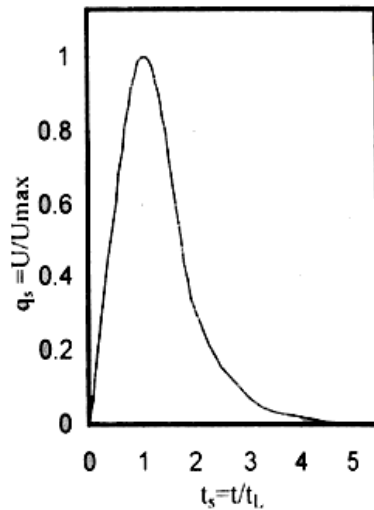


Hình 3.3 Đường đơn vị tam giác

cần dự báo có pha thay đổi chậm, chẳng hạn lũ tại hạ lưu các sông lớn.

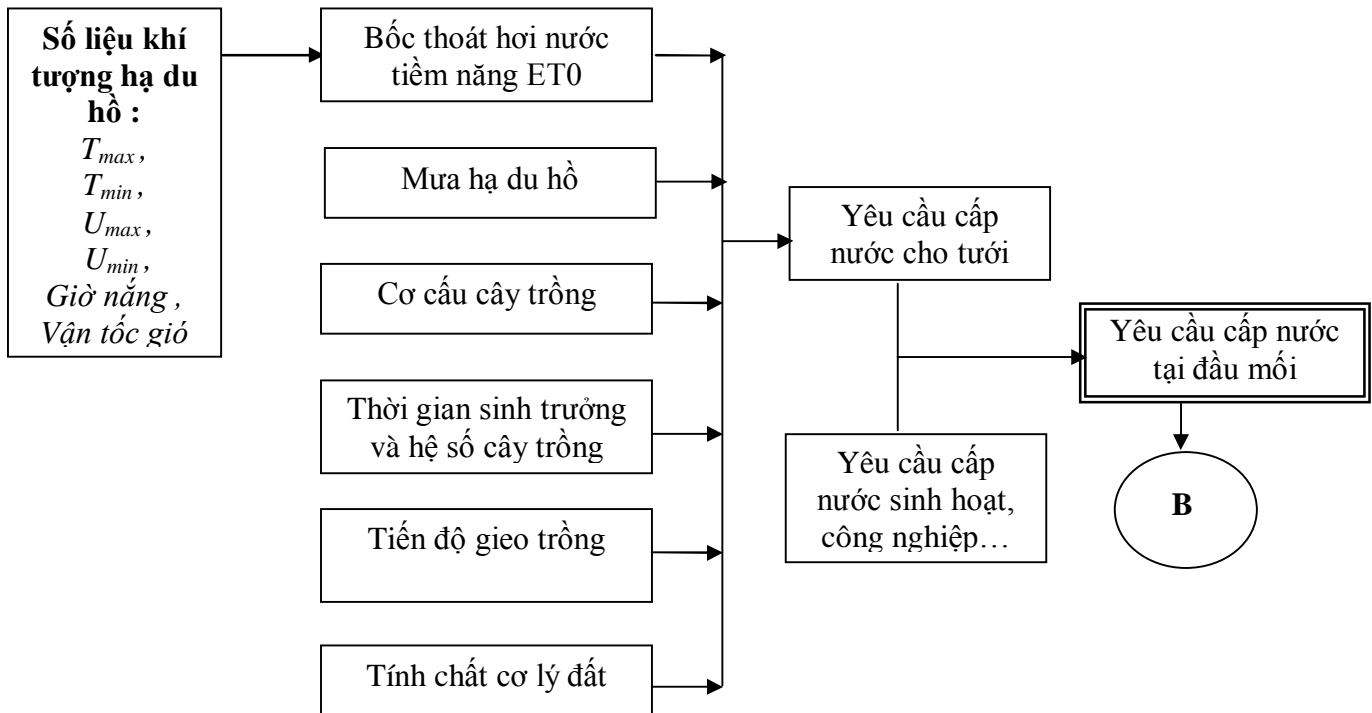
3.1.3. Trường hợp sử dụng phương pháp Đường đơn vị tổng hợp không thứ nguyên SCS để tính toán dự báo dòng chảy đến.

Đường đơn vị tổng hợp không thứ nguyên có hai loại: Đường đơn vị dạng tam giác và đường đơn vị không thứ nguyên:



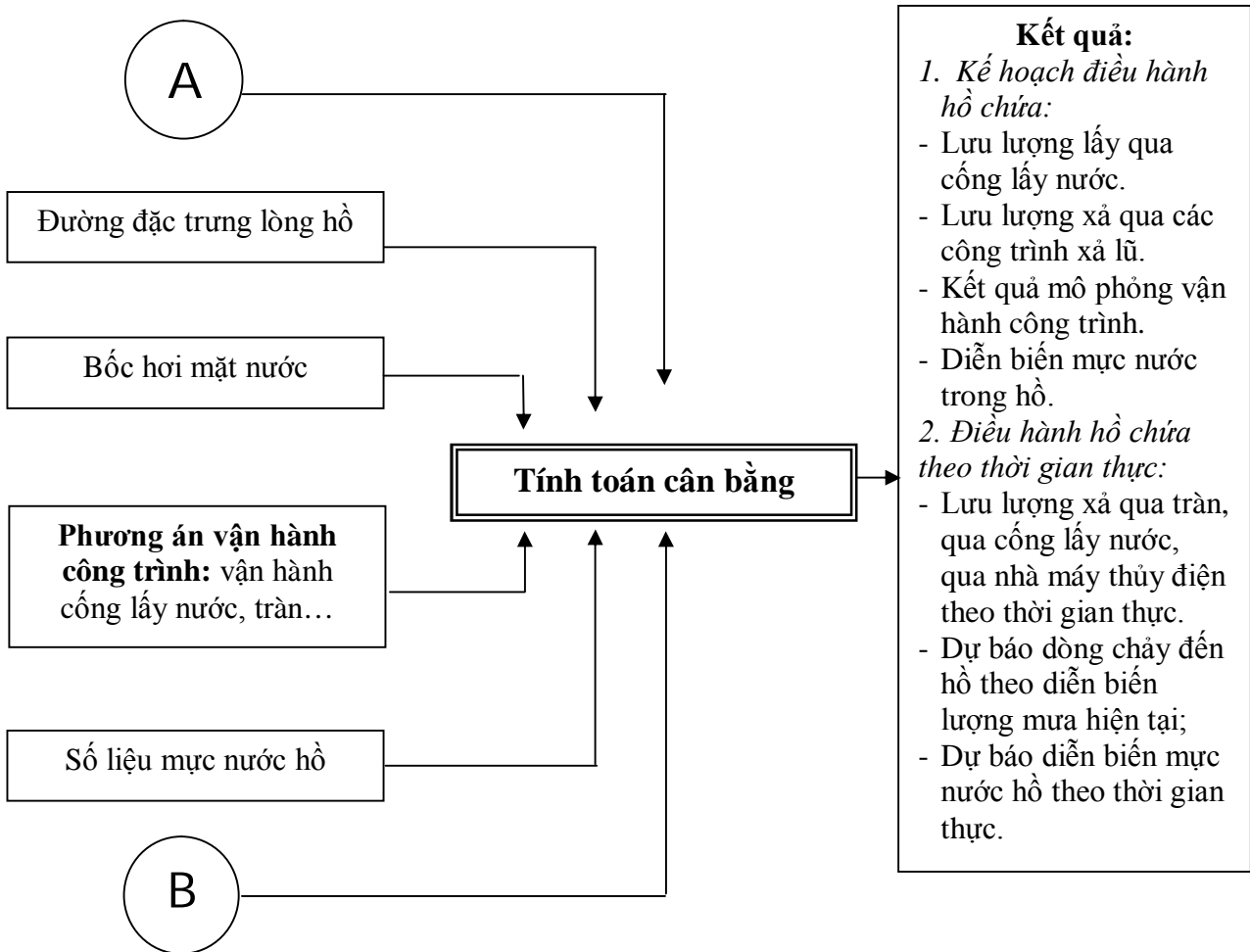
Hình 3.4. Đường đơn vị không thứ nguyên

3.2 Khối tính toán nhu cầu nước vùng hạ du.



Hình 3.5 Sơ đồ khối tính toán nhu cầu nước hạ du.

3.3 Khối tính toán điều hành hồ.



Phương pháp tính toán cân bằng nước của hồ chứa là:

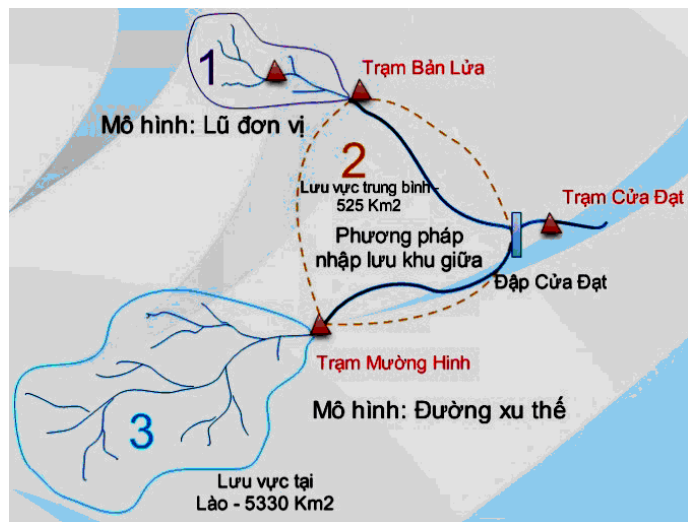
$$W_{\text{hồ}} = W_{\text{đến}} - W_{\text{xả}};$$

Trong đó:

- $W_{\text{đến}}$: lưu lượng dự báo theo tính toán của mô hình.

- $W_{\text{xả}} = W_{\text{xả tràn}} + W_{\text{xả công}} + W_{\text{xả qua nhà máy thủy điện}}$.

Thời đoạn tính toán là 1h, tức là sau 1h, các số liệu về thể tích hồ chứa, mực nước hồ, mực nước sau công trình xả đều được cập nhật lại.



Hình 4.1 – Sơ đồ tổng thể lưu vực hồ chứa nước Cửa Đạt

4- Kết quả nghiên cứu khi áp dụng hệ thống thông tin quản lý, giám sát và điều hành hồ chứa DHHC-PMTL-1.0 cho hồ chứa nước Cửa Đạt.

4.1- Phân tích lưu vực và lựa chọn các mô

hình tính toán.

Do đặc điểm của lưu vực hồ Cửa Đạt, ta chia lưu vực làm 3 lưu vực nhỏ, ứng với mỗi lưu vực ta sử dụng 1 mô hình để tính toán:

- Lưu vực 1: Diện tích khoảng 83 Km², dùng

số liệu tại trạm Bản Lửa để tính toán. Lưu vực này sử dụng mô hình đường lũ đơn vị để tính toán.

- Lưu vực 2: diện tích khoảng 525 km², nằm giữa sông Chu và sông Khao, sử dụng số liệu tại trạm Cửa Đạt để tính toán. Lưu vực này sử dụng mô hình nhập lưu để tính toán.

- Lưu vực 3: Có một phần diện tích lưu vực rất lớn (5.330km²) nằm phần lớn ở nước Lào, sử dụng số liệu tại trạm Mường Hinh để tính toán. Lưu vực này sử dụng mô hình đường xu thế để tính toán.

4.2- Kiểm nghiệm kết quả tính toán của hệ thống (kiểm nghiệm cho năm 2008).

4.2.1- Phương pháp kiểm nghiệm:

- Kiểm nghiệm kết quả tính toán dự báo dòng chảy đến hồ:

+ Sử dụng hệ thống để tính toán dự báo lưu lượng tại trạm thủy văn Bản Lửa, Mường Hinh và Cửa Đạt;

+ So sánh kết quả tính toán với kết quả thực đo và đánh giá mức độ sai số.

- Kiểm nghiệm kết quả tính toán nhu cầu tưới vùng hạ du hồ:

+ Sử dụng hệ thống để tính toán nhu cầu tưới vùng hạ du hồ theo ngày, tổng hợp kết quả tính toán theo tháng để so sánh với kết quả tính toán của phần mềm CROPWAT;

+ Sử dụng phần mềm CROPWAT để tính toán nhu cầu tưới vùng hạ du hồ;

+ So sánh đánh giá mức độ sai số giữa kết quả tính toán của Hệ thống thông tin quản lý,

giám sát và điều hành hồ chứa DHHC-PMTL-1.0 với kết quả tính toán của phần mềm CROPWAT.

4.2.2- Kết quả kiểm nghiệm:

- Kiểm nghiệm kết quả tính toán dự báo dòng chảy đến hồ: Hệ số Nash tính cho cả năm là 81.8%.

- Kiểm nghiệm kết quả tính toán nhu cầu tưới vùng hạ du hồ: Sai số trung bình là 3,99%.

Với kết quả kiểm nghiệm như trên thì việc sử dụng Hệ thống thông tin quản lý, giám sát và điều hành hồ chứa DHHC-PMTL-1.0 áp dụng cho hồ chứa nước Cửa Đạt là hoàn toàn phù hợp.

5- Kết luận và kiến nghị :

Tại các nước phát triển như Nhật, Úc, Hàn Quốc, Trung Quốc... việc ứng dụng công nghệ để nâng cao công tác quản lý điều hành hồ chứa trong công tác quản lý khai thác các công trình thủy lợi là khá phổ biến. Tuy nhiên ở nước ta việc ứng dụng công nghệ này để hiện đại hoá công tác điều hành hồ chứa còn rất hạn chế.

Việc ứng dụng Hệ thống thông tin quản lý, giám sát điều hành hồ chứa DHHC-PMTL.V.1.0 cho phép người dùng xây dựng các kịch bản xả tràn, các kịch bản xả công, xả nước qua nhà máy thủy điện, từ đó chọn kịch bản xả tràn, xả nước tối ưu để điều hành hồ chứa, đáp ứng được yêu cầu cấp nước trong mùa kiệt, xả lũ kịp thời trong mùa mưa lũ tránh được các hiện tượng xảy ra các sự cố công trình của các hồ đập của Việt Nam trong thời gian vừa qua.

TÀI LIỆU THAM KHẢO.

1. Đề tài “Nghiên cứu sử dụng tổng hợp nguồn nước phục vụ đa mục tiêu ở các tỉnh Tây nguyên“ do TS. Nguyễn Văn Hạnh làm chủ nhiệm.

2. Đề tài Nghiên cứu ứng dụng công nghệ GAMS phục vụ quy hoạch, quản lý và khai thác hệ thống công trình thủy lợi vùng thượng du sông Thái Bình.

3. Đề tài Nghiên cứu các giải pháp khoa học công nghệ bảo đảm an toàn hồ chứa thủy lợi vừa và lớn ở các tỉnh miền Bắc và miền trung Việt Nam do GS.TS. Nguyễn Văn Mạo làm chủ nhiệm đề tài.

4. Sử dụng mô hình toán quy hoạch động để nghiên cứu vấn đề tối ưu hóa chế độ làm việc dài hạn (năm) của nhà máy thủy điện trong hệ thống điện - Tác giả Nguyễn Minh Đức;

5. Nghiên cứu bài toán lựa chọn chế độ làm việc và các thông số của hồ chứa khai thác tổng hợp để chống lũ và phát điện theo phương pháp thống kê và quy hoạch động - Tác giả Nguyễn Trọng Sinh;

6. Ứng dụng phương pháp quy hoạch động để nghiên cứu bài toán vận hành và điều khiển hệ thống hồ chứa phục vụ cấp nước - Tác giả Hồ Tấn Sinh;

7. Xây dựng đã xây dựng mô hình tối ưu với lý thuyết quy hoạch động để thiết kế sơ đồ sử dụng nguồn nước sông ngòi và lập cấu trúc tối ưu bậc thang các hồ chứa chủ yếu cho phát điện - Tác giả Phạm Phú;

8. Nghiên cứu vấn đề sử dụng hợp lý dung tích hồ chứa để phục vụ chống lũ và phát điện - Tác giả Hoàng Đình Dũng;

9. Thuyết minh dự án và hướng dẫn sử dụng hệ thống thông tin quản lý điều hành hồ chứa nước Định Bình, tỉnh Bình Định ; hồ chứa nước Vực Mầu tỉnh Nghệ An.

10. Giáo trình thủy văn công trình – Trường Đại học Thủy lợi.

Abstract

RESEARCH TO APPLY INFORMATION TECHNOLOGY FOR MODERNIZATION OF THE MANAGEMENT AND RESERVOIR SAFETY CUADAT

Cua Dat Reservoir is a national main point work, its net capacity is up to 1.45 billion cubic meters. The objectives of reservoir are to cut out and delay flood in the flood season, to provide the irrigational water to 85.115 hectares of farming land, for running water, industry and for generating electricity. To Apply information technology for modernization of the management and reservoir safety is very necessary. At present, there are several research groups that build the softwares for reservoir management and operation, but in Viet Nam there is only the software named “Information system for reservoir monitoring and management DHHC-PMTL.V.1.0” is built by Center for Water Resources Softwares – VietNam Academy for Water Resources includes total solution such as hardware monitoring system, calculate for predicting the stream flow to reservoir and irrigation demand at lowlands, planning for operation reservoir in the exhausted season, or realtime operation. They are all included in this information system. This article will introduce the mathematical foundation of the reservoir monitoring and management information system DHHC-PMTL.V.1.0 to modernize the management works for Cua Dat reservoir.