

XÂY DỰNG HỆ THỐNG THÔNG TIN KHÍ TƯỢNG-THỦY VĂN PHỤC VỤ CÁC HỒ CHỨA THỦY ĐIỆN

Trần Thành Công, Đỗ Thị Thường, Trần Đình Phương, Nguyễn Hồng Vân
Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ

Thủy điện là nguồn cung cấp năng lượng điện lớn nhất của Việt Nam. Hiện nay, các nhà máy thủy điện được xây dựng ngày một nhiều, cùng với sự phát triển mạnh mẽ đó là yêu cầu ngày càng cao về quy trình vận hành hồ chứa, vận hành nhà máy, công tác an toàn lưu vực, hồ chứa và an toàn vùng hạ lưu sau hồ chứa. Để các công tác vừa nêu đạt hiệu quả cao đòi hỏi phải có thông tin dự báo, cảnh báo về các hiện tượng khí tượng thủy văn (KTTV) trong lưu vực và hạ lưu hồ chứa, đặc biệt là các dự báo, thông báo, cảnh báo lưu lượng về hồ, diễn biến ngập lụt hạ lưu khi xả lũ... Bài báo này trình bày một phương pháp tiếp cận của nghiệp vụ dự báo KTTV phục vụ cho công tác vận hành hồ chứa của một công ty thủy điện. Cụ thể mô tả phần mềm FLOWBASIN quản lý hệ thống thông tin khí tượng-thủy văn, thông tin vận hành hồ chứa và tính toán, dự báo lưu lượng cho lưu vực hồ thủy điện Đơn Dương, tỉnh Lâm Đồng.

1. Giới thiệu

Công tác dự báo KTTV, cung cấp thông tin KTTV cực hạn ngắn (từ 6-24h), hạn ngắn, hạn vừa (5-10) ngày, hạn dài (theo tháng và mùa), là rất cần thiết trong vận hành hồ chứa, liên hồ chứa và phục vụ vận hành hệ thống hồ chứa trên hệ thống sông. Với sự phát triển về hạ tầng thông tin, công nghệ như:

- Mạng lưới thông tin quan trắc mưa, mực nước, phương pháp truyền nhận các thông tin do ngành KTTV quản lý, cũng như do các công ty thủy điện đầu tư ngày càng phát triển, đảm bảo cung cấp thông tin đầy đủ, kịp thời cho công tác nhận định, dự báo diễn biến KTTV trên lưu vực hồ chứa.

- Công nghệ dự báo, công cụ dự báo của các Đài KTTV khu vực được phát triển theo hướng hiện đại, độ chính xác trong dự báo ngày càng được nâng cao.

Đòi hỏi trong công tác phục vụ hồ chứa thủy điện phải có một hệ thống kết nối các nguồn thông tin và công nghệ trên nhằm: Chia sẻ thông tin quan trắc KTTV, thông tin vận hành hồ chứa trên toàn lưu vực, cung cấp thông tin KTTV, thông tin dự báo, cảnh báo KTTV. Trước nhu cầu trên Đài KTTV khu vực Nam Bộ đã xây dựng hệ thống thông tin KTTV phục vụ hồ chứa thủy điện với các chức năng chính sau:

1) Tự động việc thu thập và quản lý thông tin từ các trạm thủy văn tự động trong lưu vực (trạm đo mưa và trạm đo mực nước) cũng như các thông tin

vận hành hồ chứa (lưu lượng chạy máy, xả tràn).

2) Mô hình mưa-dòng chảy tính toán lưu lượng về hồ từ số liệu mưa thực tế trên lưu vực.

3) Tích hợp mô hình dự báo thời tiết số trị, tự động cập nhật số liệu mưa dự báo vào phần mềm và thực thi công cụ dự báo lưu lượng về hồ trong 5-8 ngày tới với khoảng thời gian dự báo là 03h.

4) Tích hợp công cụ truy vấn số liệu thực đo, lập báo cáo.

5) Tích hợp công cụ cảnh báo, thông báo đến các địa chỉ có liên quan khi xuất hiện các trường hợp bất thường (mưa vượt ngưỡng, lưu lượng về hồ lớn).

6) Xây dựng công cụ hiệu chỉnh thông số mô hình từ xa.

Mô hình tổng quát được mô tả trong hình 1.

2. Nội dung kỹ thuật và phương pháp thực hiện

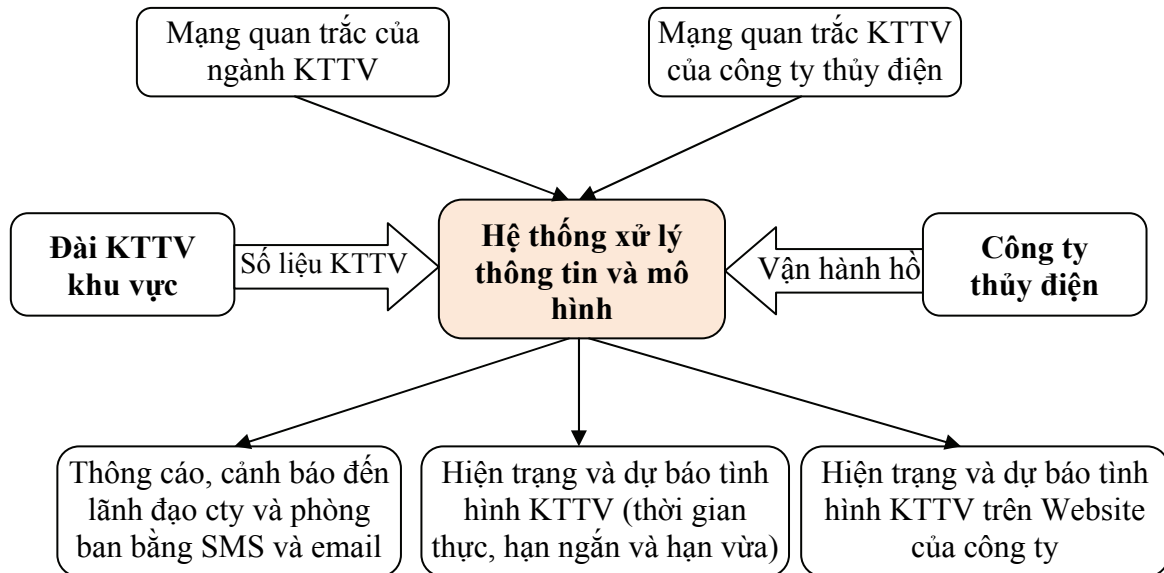
a. Tích hợp các phương thức thu nhận và lưu trữ thông tin

1) Phương thức thu nhận số liệu các trạm quan trắc tự động

Xây dựng các phương thức nhận dạng và thu nhận số liệu từ các Datalogger khác nhau, thống nhất lưu trữ trong CSDL (cơ sở dữ liệu) thống nhất, phục vụ cho mô hình thủy văn và các mục đích truy vấn thông tin khác

2) Phương thức thu thập số liệu các trạm cơ bản

Người đọc phản biện: TS. Nguyễn Kiên Dũng



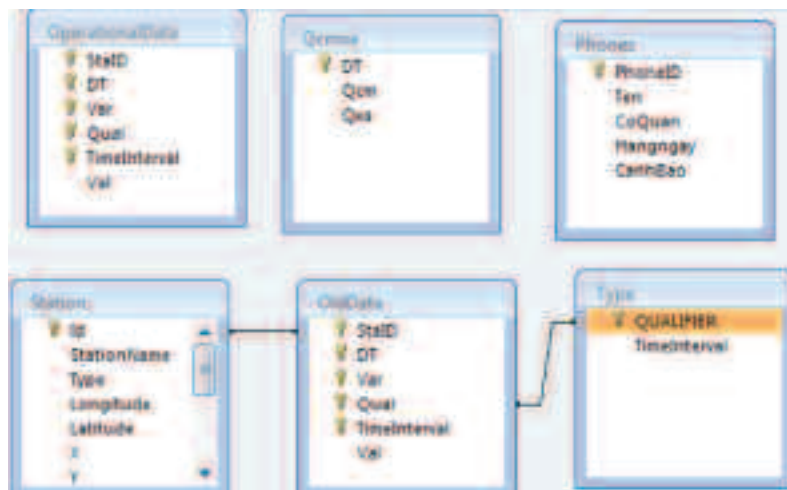
Hình 1. Sơ đồ tổng quát hệ thống thông tin KTTV phục vụ hồ chứa thủy điện

trong mạng lưới KTTV

Về cơ bản số liệu các trạm KTTV cơ bản của ngành KTTV đã được thu nhận và lưu trữ trong CSDL thống nhất. Do đó hệ thống này chỉ xây dựng phương thức thu nhận thông tin của các trạm này từ CSDL KTTV của Đài KTTV khu vực.

3) Phương thức thu thập số liệu vận hành hồ chứa từ công ty thủy điện

Số liệu vận hành hồ chứa do bộ phận vận hành hồ, phân xưởng sản xuất điện cập nhập trực tiếp vào CSDL thống nhất.



Hình 2. Mô hình CSDL của hệ thống thông tin

b. Xây dựng các mô hình thủy văn

Để cung cấp các thông tin diễn toán mưa – dòng chảy từ số liệu thực đo, dự báo lưu lượng từ số liệu mưa dự báo cho lưu vực, hệ thống đã xây dựng công cụ tính toán thủy theo một số mô hình thủy văn như: NAM, HEC. Các thành phần chính của mô hình thủy văn được tích hợp trong hệ thống gồm:

1) Mô tả, số hóa các thành phần mô tả lưu vực: lưu vực con, đoạn sông, hợp lưu, phân lưu, hồ chứa, nguồn, hồ, đầm. Các thành phần này được được gắn kết trong một hệ thống mạng lưới để tính toán quá trình dòng chảy.

2) Công cụ biên tập, hiệu chỉnh các tham số của mô hình thủy văn: Các tham số của mô hình tổn

thất mưa; Các tham số hình thành dòng chảy từng lưu vực thành phần; Các tham số tính toán dòng chảy ngầm; Các tham số diễn toán dòng chảy trong các nhánh sông.

3) Công cụ tính toán thủy văn : Diễn toán lưu lượng, dự báo lưu lượng hạn ngắn (3-12h) và hạn vừa (1-10 ngày).

c. Tích hợp thông tin dự báo khí tượng vào

Hệ thống xây dựng công cụ tự động cập nhập số liệu dự báo mưa của mô hình dự báo số trị thời tiết từ Đài KTTV khu vực, khoảng dự báo 3 giờ và một ngày có 4 phiên dự báo vào: 1h, 7h, 13h và 19h. Kết quả dự báo được kết xuất sau khoảng 4-5h với phiên dự báo.

Các mô hình thủy văn trong hệ thống sẽ sử dụng nguồn số liệu này để thực hiện các dự báo hạn ngắn (12-24h) và hạn vừa (1-8) ngày.

d. Tích hợp các công cụ xử lý thông tin, phát các thông tin cảnh báo và báo động

Hệ thống thiết lập các giá trị mức cảnh báo và báo động, và tương ứng là màu hiển thị và âm thanh cảnh báo cho các thông số: Lưu lượng dự báo; Nhiệt độ của bộ cảm biến; Nguồn ắc quy; Trạng thái của trạm; Cường độ mưa; Tổng lượng của một trận mưa .

Hệ thống tích hợp công cụ tự động gửi email, nhắn tin đến các số điện thoại trong danh bạ lưu trong CSDL của phần mềm.

3. Ứng dụng hệ thống thông tin KTTV cho hồ thủy điện Đơn Dương, Lâm Đồng

Phần mềm FLOWBASIN là sản phẩm do Đài KTTV khu vực Nam Bộ phối hợp với Công ty Cổ phần thủy điện Đa Nhim- Hàm Thuận-Đa Mi (HPC

DHD) thực hiện. FLOWBASIN quản lý và vận hành các thông tin KTTV và hồ chứa, mô phỏng, tính toán dòng chảy cho lưu vực hồ thủy điện Đơn Dương.

Phần mềm bao gồm: giao diện đồ họa, các thành phần phân tích thủy văn, lưu trữ và truy vấn số liệu, các công cụ quản lý số liệu, thông tin các trạm đo, công cụ cảnh báo các hiện tượng mưa lớn, xuất hiện lũ và các sự cố của các trạm đo tự động. Phương tiện tính toán và giao diện đồ họa được lập trình bằng ngôn ngữ Visual Basic .NET. Số liệu thu thập từ các trạm đo mưa và mực nước được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu Access.

a. Hệ thống thông tin

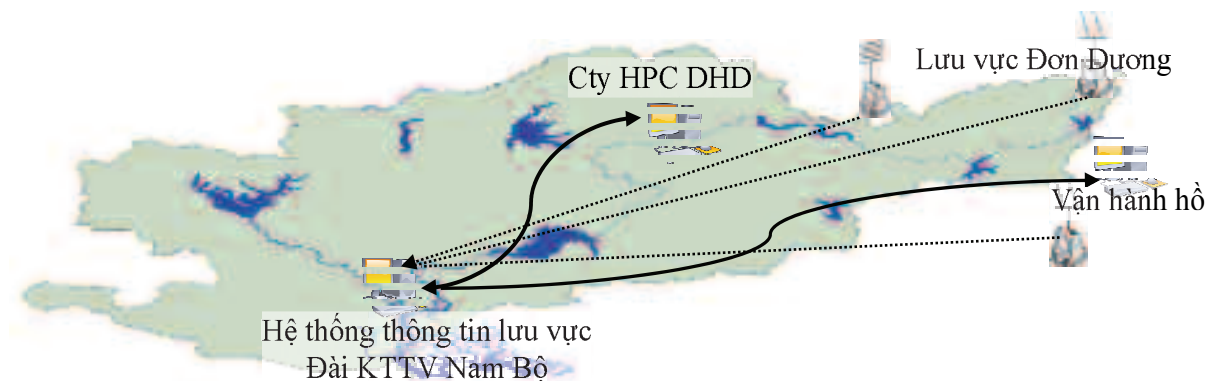
Hệ thống thông tin FLOWBASIN được xây dựng với các luồng thông tin:

- Trạm KTTV tự động -> Hệ thống thông tin: thu nhập, xử lý và lưu trữ thông tin.

- Cty HPC DHD -> Hệ thống thông tin: (1) Kết quả diễn toán và dự báo lưu lượng, dự báo mưa từ các mô hình thời tiết, thủy văn (đã được hiệu chỉnh); (2) SMS, Email, Website; (3) Các báo cáo tổng kết, thống kê KTTV.

- Cty HPC DHD -> Hệ thống thông tin: (1) Các thông tin vận hành, thông tin các trạm KTTV liên quan đến lưu vực đã xử lý; (2) Kết quả diễn toán và dự báo lưu lượng, dự báo mưa từ các mô hình thời tiết, thủy văn (đã được hiệu chỉnh); (3) SMS, Email, Website; (4) Các báo cáo tổng kết, thống kê KTTV.

Mạng thông tin của hệ thống được mô tả tổng quan trong hình 3



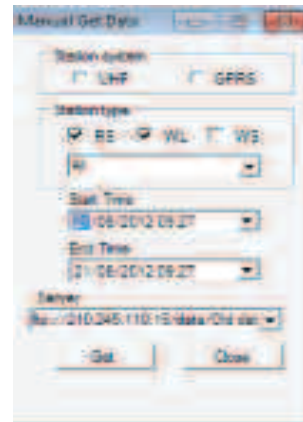
Hình 3. Sơ đồ mạng lưới thông tin KTTV cho hồ thủy điện Đơn Dương

b. Thu nhận, xử lý và hiện thị thông tin thời gian thực

Chương trình FLOWBASIN sử dụng số liệu quan trắc của các trạm đo mưa tự động trên lưu vực hồ Đơn Dương để làm đầu vào cho mô hình tính toán lưu lượng, sử dụng số liệu đo mực nước của các trạm tự động để xác định lưu lượng thực tế về hồ.

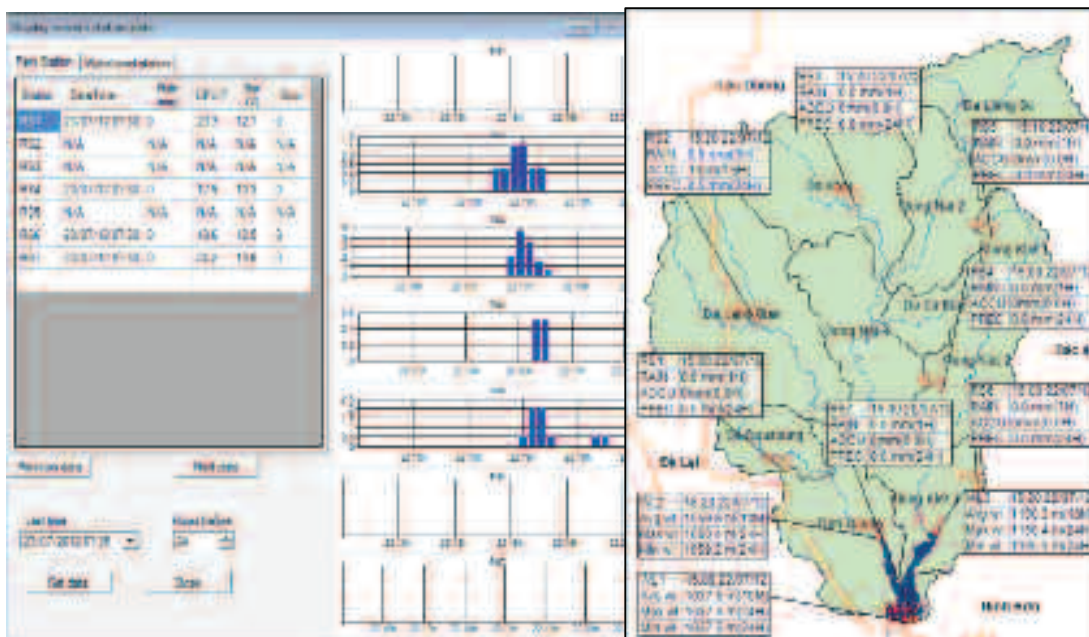
Việc thu nhận số liệu được thực hiện bằng hai phương pháp: (1) Thu nhận tự động số liệu thực đo từ các trạm đo theo thời khoảng do người dùng xác định (hiện tại là 5 phút); (2) Thu nhận số liệu thủ công: thu nhận số liệu trong thời khoảng bất kỳ theo yêu cầu của người dùng.

Số liệu của các trạm đo được thể hiện trực quan trên bản đồ vị trí trạm và hiển thị theo dạng bảng và đồ thị. Hệ thống quan trắc thủy văn của hồ thủy



Hình 4. Thu nhận số liệu thủ công

điện Đơn Dương gồm có 7 trạm đo mưa tự động và 4 trạm đo mực nước.



Hình 5. Hiện thị số liệu thời gian thực và tại thời điểm bất kỳ

c. Mô hình thủy văn cho lưu vực Đơn Dương

Chương trình FLOWBASIN có ba chế độ thực thi mô hình tính toán thủy văn:

- Mô hình dự báo thời gian thực: Chạy mô hình tính toán lưu lượng về hồ từ số liệu mưa thực đo và dự báo trên lưu vực.
- Mô hình dự báo lưu lượng hạn vừa.
- Mô phỏng: Chạy mô hình mô phỏng các trận lũ đã xảy ra.

1) Mô hình diễn toán thời gian thực

Mô hình diễn toán lưu lượng thời gian thực được tự động thực thi khi chương trình FLOWBASIN khởi

động. Như vậy, cứ sau một khoảng thời gian T (mặc định 5 phút), chương trình tự động cập nhập số liệu mưa thực đo và dự báo mới nhất cho các trạm mưa trên lưu vực và tính toán lưu lượng về hồ. Kết quả tính toán được hiện thị trong cửa sổ "Discharge Result".

- Bảng kết quả tính toán gồm: ngày giờ mô phỏng và dự báo; lưu lượng dự báo; lượng mưa thực đo và dự báo; mực nước và lưu lượng thực đo.
- Đồ thị thể hiện các giá trị thực đo và dự báo.
- Bảng kết quả và đồ thị gồm phần: mô tả quá khứ và dự báo. Khoảng thời gian mô tả trong quá

khứ và dự báo cho tương lai được xác định trong tiện ích “Cấu hình chương trình”.

- Trên đồ thị đường thẳng đứng màu xanh

dương thể hiện thời điểm chuyển tiếp giữa đồ thị thực đo và dự báo. Tương tự trong bảng, số liệu dự báo được thể hiện với nền màu xanh dương.



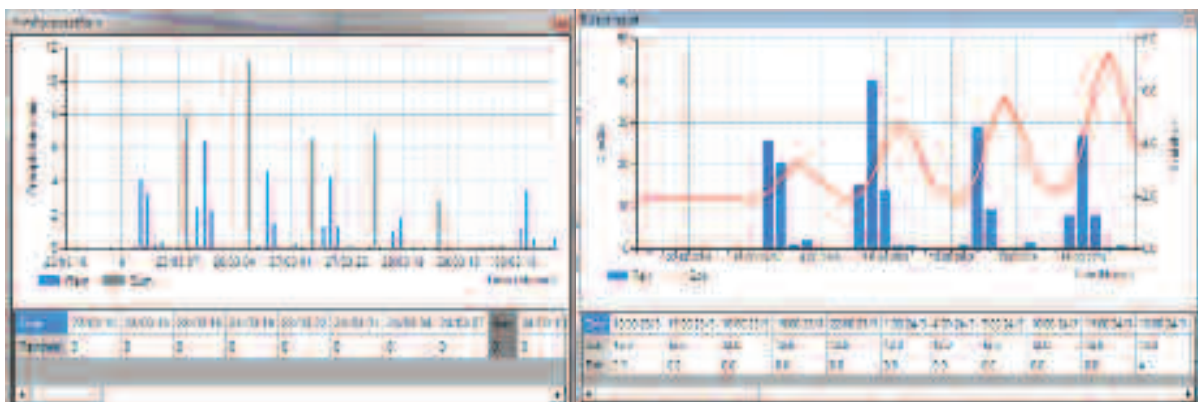
Hình 6. Hiển thị kết quả tính toán lưu lượng thời gian thực

• Trong trường hợp người dùng cần chỉnh sửa số liệu nhập, chọn chức năng biên tập số liệu mưa, lưu lượng xả, chạy máy... Sau khi chỉnh sửa, chạy lại chương trình để cập nhật kết quả mới.

2) Mô hình dự báo lưu lượng về hồ hạn vừa

Mô hình dự báo lưu lượng về hồ hạn vừa (5-8

ngày) tự động cập nhập số liệu dự báo mưa của mô hình dự báo số trị thời tiết của Đài KTTV khu vực Nam Bộ, thời gian dự báo 8 ngày, khoảng dự báo 3 giờ và một ngày có 4 phiên dự báo vào: 1h, 7h, 13h và 19h. Kết quả dự báo được kết xuất sau khoảng 4-5h với phiên dự báo.

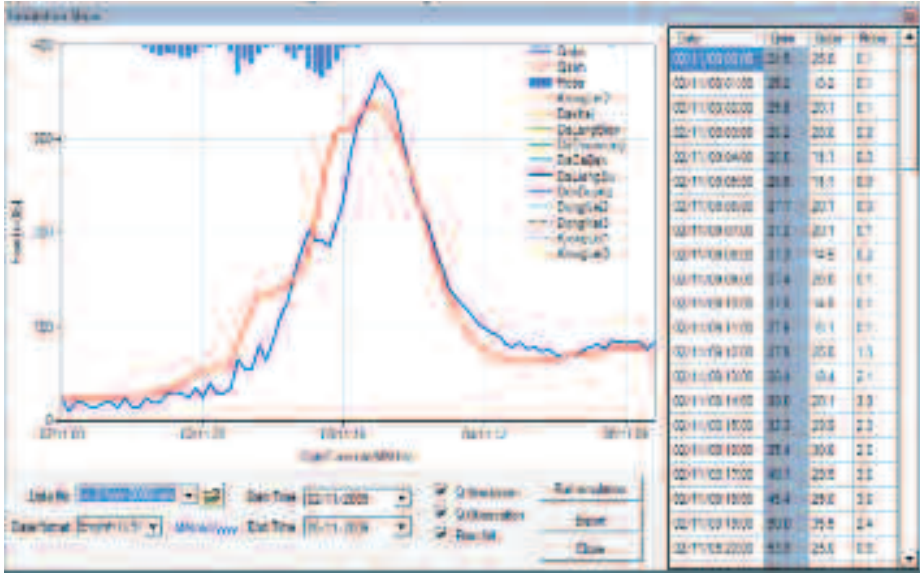


Hình 7. Dự báo mưa hạn vừa và kết quả dự báo lưu lượng về hồ 5-8 ngày

3) Mô phỏng lũ

Chức năng mô phỏng của FLOWBASIN được thiết kế để mô phỏng lại các đợt mưa sinh lũ trong

quá khứ và là công cụ để kiểm định mô hình, tối ưu hóa các thông số của mô hình và lưu vực.



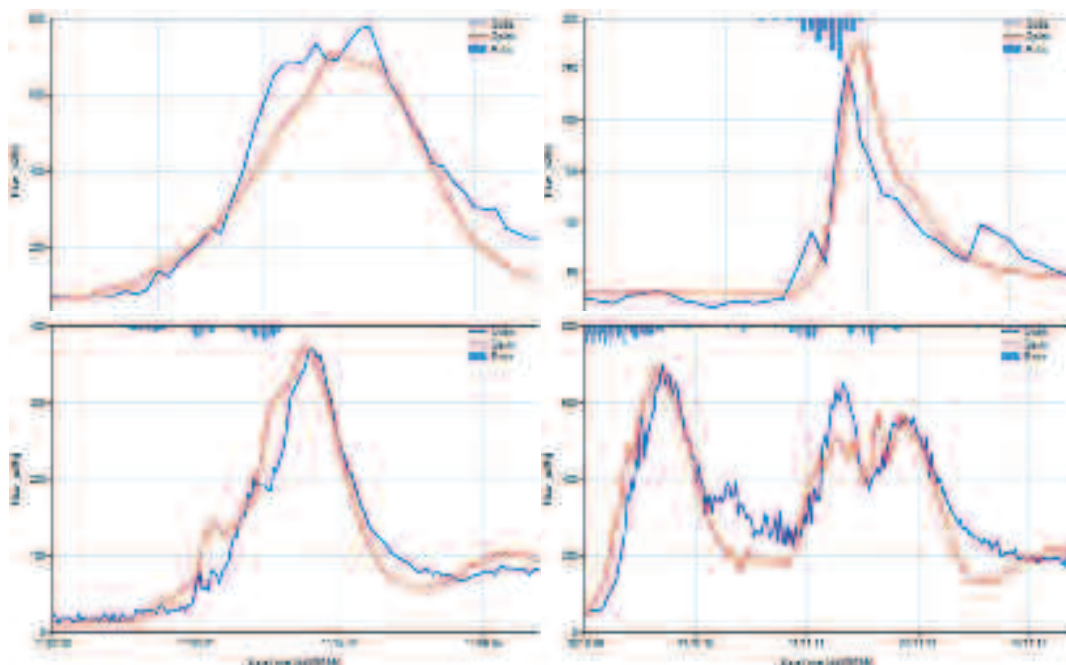
Hình 8 – Công cụ mô phỏng quá trình mưa sinh lũ trong quá khứ

d. Kiểm định và xác định các bộ thông số cho mô hình thủy văn

Trước khi đưa hệ thống thông tin KTTV cùng các mô hình thủy văn vào tác nghiệp, cần phải hiệu chỉnh thông số và kiểm định mô hình giúp lựa chọn các bộ thông số tối ưu cho mô hình thủy văn trong các điều kiện KTTV khác nhau. Chất lượng các bộ thông số mô hình được đánh giá theo chỉ số Nash-

Sutcliffe và đánh giá theo quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 18-BTNMT.

Một số kết quả mô phỏng và đánh giá kiểm định mô hình được trình bày trong hình 9 và bảng 1. Từ kết quả này xác định được 03 bộ thông số cho mô hình, ứng với các điều kiện KTTV của lưu vực: Mùa khô, thời kỳ chuyển mùa và mùa mưa.



Hình 9. Một số kết quả kiểm định mô hình

Bảng 1. Bảng đánh giá kết quả kiểm định mô hình và các tham số mô hình

Trận lũ	11 1998	12 1998	10 2000	11 2000	11 2003	10 2009	11 2009	01 2010	10 2010	06 2012
Chỉ số Nash-Sutcliffe	0.89	0.71	0.78	0.83	0.93	0.73	0.92	0.75	0.75	0.78
% Sai số cho phép	22.7	37	62	60	44	57	5	36	19	17.2
Đánh giá theo QCVN 18-BTNMT	Tốt	Khá	Đạt	Đạt	Khá	Đạt	Tốt	Khá	Tốt	Tốt

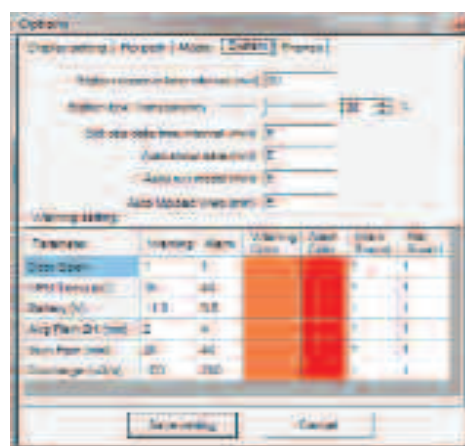
e. Tích hợp các công cụ thông báo, cảnh báo tự động

Hệ thống thiết lập các giá trị mức cảnh báo và báo động và tương ứng là màu hiển thị và âm thanh cảnh báo cho các thông số: Discharge (Lưu lượng dự báo), CPU temp (Nhiệt độ của bộ cảm biến), Battery (mức pin), Door Open (trạng thái cửa trạm đo), Avg Rain 2H (cường độ mưa trung bình trong 2 giờ liên tiếp), Sum rain (Tổng lượng của một trận mưa).

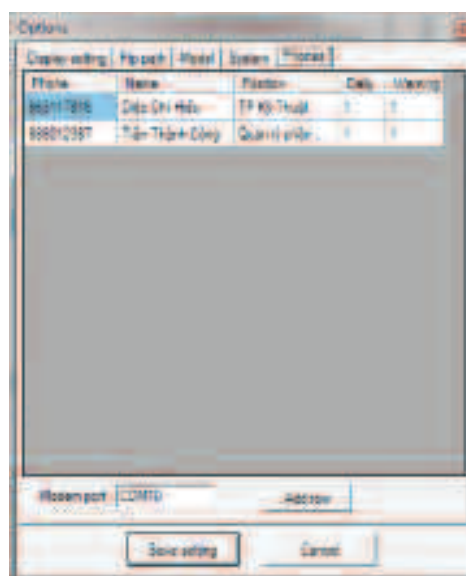
Xác định khoảng thời gian chương trình tự động upload số liệu thực đo và kết quả dự báo lên website của công ty.

FLOWBASIN có chế độ tự động nhắn tin đến các số điện thoại trong danh bạ lưu trong CSDL của phần mềm. Nội dung tin nhắn gồm 2 phần:

- Nhắn tin định kỳ hằng ngày: (1) Báo cáo tình hình thủy văn trong 24h qua: lượng mưa, mực nước trung bình, cao nhất, thấp nhất trong 24h; (2) Nhận định (dự báo) thủy văn trong 24h tới: lượng mưa, lưu lượng trung bình, lưu lượng cao nhất.
- Nhắn tin cảnh báo: Hệ thống sẽ nhắn tin cảnh báo đến các số điện thoại liên quan một hoặc nhiều trường hợp có các giá trị vượt các giá trị ngưỡng cảnh báo và báo đã được thiết lập trong cấu hình hệ thống.



Hình 10. Cấu hình thông tin cảnh báo



Hình 11. Cấu hình gửi SMS

4. Kết luận

a. Đánh giá hiệu quả đạt được

Đài KTTV Nam Bộ đã bước đầu xây dựng được hệ thống thông tin KTTV phục vụ hồ chứa, và ứng dụng cụ thể cho hồ thủy điện Đơn Dương, tỉnh Lâm Đồng. Hệ thống này tích hợp các công cụ:

- Tự động thu nhận và lưu trữ số liệu của các trạm quan trắc tự động và cơ bản.
- Xây dựng phương thức trao đổi thông tin KTTV, vận hành hồ chứa giữa Đài KTTV khu vực và công ty thủy điện quản lý hồ chứa.
- Tích hợp và tự động cập nhập kết quả dự báo mưa của các mô hình số trị dự báo thời tiết vào hệ thống, làm đầu vào cho các dự báo thủy văn hồ chứa hạn ngắn và hạn vừa.
- Xây dựng công cụ tính toán thủy văn cùng với các tham số mô hình đã được hiệu chỉnh, diễn toán thủy văn thời gian thực liên tục 24/24, tự động tính

toán dự báo lưu lượng về hồ chứa 5-8 ngày, cập nhập liên tục ngày 4 phiên dự báo.

- Xây dựng công cụ quản lý thông tin các trạm đo, công cụ tự động cảnh báo, báo động cho các đầu mối có liên quan khi có các hiện tượng KTTV vượt ngưỡng bằng âm thanh, hình ảnh, SMS, Email...

- Xây dựng công cụ phân tích thống kê, tạo báo cáo tình hình KTTV cho lưu vực.

b. Phương hướng phát triển

- Phát triển hệ thống để quản lý thông tin đa lưu vực.
- Việc trao đổi thông tin giữa các công ty thủy điện và Đài KTTV khu vực không phải lúc nào cũng thuận lợi, cần có quy chế trong trao đổi thông tin và cải tiến phương thức trao đổi thông tin, nhất là thông tin về kế hoạch sản xuất của nhà máy thủy điện

Tài liệu tham khảo

1. Dương Liên Châu (2007). Đề tài cấp bộ "Xây dựng hệ thống chỉ tiêu đánh giá chất lượng dự báo khí tượng-thủy văn".
2. Nguyễn Văn Tuấn - Đoàn Quyết Trung - Bùi Văn Đức. Dự báo thủy văn. NXB Đại học Quốc gia Hà Nội 2003.
3. Keith J. Beven. Mô hình hóa mưa – dòng chảy. Biên dịch: Nguyễn Hữu Khải. ĐHQG Hà Nội. 2001
4. Nguyễn Hữu Khải - Nguyễn Thanh Sơn. Mô hình toán thủy văn. NXB Đại học Quốc gia Hà Nội 2003.
5. C.T. Haan - H. P. Johnson - D. L. Brakensiek. Hydrologic modeling of small watersheds. 1982.
6. HEC-HMS- Technical reference manual. 2000.
7. T. Jench-Clausen and J. Chr. Refsgaard. A Mathematical Modelling System for Flood Forecasting. Nyborg, Denmark, August - 1984