# MÔ HÌNH TÍNH TOÁN VÀ DỰ BÁO LŨ HỆ THỐNG SÔNG HỒNG

PGS.TS. **Lê Bắc Huỳnh**- Trung tâm quốc gia dự báo KTTV

Tính toán và dự báo dòng chảy lũ trên thượng lưu nói riêng và trên toàn hệ thống sông Hồng nói chung có một ý nghĩa thực tiễn và khoa học quan trọng trong công tác phòng tránh lũ, lụt, giảm thiệt hại trên lưu vực cũng như ở hạ lưu. Trong nhiều năm qua đã có nhiều nghiên cứu về vấn đề này. Trên cơ sở tham khảo những kết quả nghiên cứu trước đây và kết quả nghiên cứu phân tích, đánh giá quá trình hình thành dòng chảy ở các lưu vực bộ phận theo số liệu mưa, lũ thời kỳ 1987-1996 đã xây dựng các sơ đồ mô hình tính toán và dự báo dòng chảy mùa lũ hệ thống sông Hồng tại các tuyến chính: Tạ Bú và hồ Hoà Bình, Yên Bái, Phú Thọ, Hàm Yên, Chiêm Hoá, Tuyên Quang, Vụ Quang. Mô hình dựa trên phương trình tổng quát mô tả quá trình truyền lũ trong sông khi có gia nhập khu giữa, phương trình cân bằng nước vùng hồ và mô hình SSARR cải tiến để tổng hợp dòng chảy từ mưa với các bộ tham số xác định bằng phương pháp tối ưu hoá. Mô hình cho phép tính toán, dự báo dòng chảy mùa lũ sông Hồng tại các tuyến chính với thời gian dự kiến tới 24-36 giờ tuỳ từng vị trí và có thể tham khảo đến thời gian dự kiến là 48 giờ. Các dự báo kiểm tra đều có mức đảm bảo đạt yêu cầu. Một chương trình được soạn thảo cho phép dễ dàng tính toán và dự báo khi sử dụng PC. Việc ghép nối mô hình thượng lưu với mô hình hạ lưu (đến Hà Nội) tạo điều kiện tính toán, dự báo dòng chảy lũ, phục hồi dòng chảy sông Hồng khi coi như không có hồ Hoà Bình, đánh giá ảnh hưởng của công trình đến dòng chảy sông Đà và hạ lưu sông Hồng cũng như phục vụ tính toán điều hành hồ cắt lũ cho hạ du.

Do điều kiện địa lý tự nhiên lưu vực sông Hồng cũng như các đặc điểm hình thành dòng chảy khu giữa đã được chúng tôi đánh giá phân tích kỹ trong một số nghiên cứu gần đây [1,2], nên trong bài này chỉ đề cập đến những kết quả chủ yếu thu được khi xây dựng mô hình tính toán và dự báo lũ.

## 1. Cơ sở lý thuyết của phương pháp tính toán và dự báo dòng chảy lũ thượng lưu sông Hồng

Nhìn chung, các phương pháp tính toán và dự báo dòng chảy lũ trong sông thường dựa trên cơ sở giản hóa hệ phương trình Saint - Venant viết cho dòng không ổn định một chiều đối với đoạn sông hữu hạn khi có gia nhập khu giữa có dạng:

- Phương trình cân bằng nước

$$\partial y/\partial t + (1/b)\,(\partial Q/\partial S) = q \qquad (1)$$

- Phương trình động lực

$$\partial Q/\partial t + \partial/\partial S\,(\beta.Q^2/\omega) + g\omega\,[(dy/dS) + i_f] - [U_q - (Q/\omega)].\,q = 0 \qquad (2)$$

Trong đó, b - chiều rộng đoạn sông, q - gia nhập đơn vị (trên một đơn vị chiều dài, trong một đơn vị thời gian), $U_q$ - thành phần lưu tốc dọc của dòng gia nhập khu giữa; $\omega$ - diện tích mặt cắt ướt; y - cao độ mặt nước, Q - lưu lượng nước ở đoạn sông; g - gia tốc trọng trường, $i_f$ - độ dốc cản trong dòng chảy ổn định, $i_f = Q^2 / K$ ; $K = K(h)$ - mô đun lưu lượng; $\partial y / \partial S = i_o$ - độ dốc mặt nước, trong

dòng ổn định thì nó chính là độ dốc đáy sông; $Q = U\omega$ ; U - lưu tốc trung bình trên mặt cắt ngang; $\beta$ - hệ số tính tới sự phân bố không đều của lưu tốc trên mặt cắt ngang.

***a. Phương pháp tổng quát tính toán truyền dòng chảy lũ trong sông***

Phương trình (1), (2) sau khi giản hoá cho dòng chảy lũ trong sông có thể giải được nhờ xấp xỉ hóa bằng sai phân hữu hạn. Phương trình diễn toán cơ bản có dạng [1,2 ]:

$$Q_{j+1}^{n+1} = (Tx + \Delta t/2) / [T(1-x) + \Delta t/2]\, Q_j^n + (\Delta t/2 - Tx)/[T(1-x) + \Delta t/2]\, Q_j^{n+1} + [T(1-x) - \Delta t/2] /[T(1-x) + \Delta t/2]\, Q^n_{j+1} + \{\Delta t / [T(1-x) + \Delta t/2]\}\, Q_{g.nh} \quad (3)$$

Phương trình diễn toán (3) là dạng tổng quát của một số phương pháp diễn toán phổ biến hiện nay dùng trong thủy văn. Trong phương trình (3) có thể xem lượng gia nhập khu giữa $Q_{gn}$ được diễn toán theo một kỹ thuật riêng rồi mới được tổng hợp với dòng chảy diễn toán từ tuyến trên về để được dòng chảy ở tuyến hạ lưu. Trong tính toán, việc thoả mãn điều kiện $T \approx \Delta t$ ở mỗi đoạn sông tính toán là đặc biệt cần thiết, và cũng chỉ trong điều kiện như vậy mới cho phép cộng gộp dòng chảy ở các tuyến vào (đoạn ngã ba, tư có thời gian truyền lũ tương đương nhau về tuyến dưới) để diễn toán về tuyến dưới.

***b. Cơ sở của mô hình tổng hợp dòng chảy từ mưa***

Mô hình kiểu SSARR được sử dụng để mô phỏng qúa trình dòng chảy từ mưa ở các lưu vực khu giữa từ Lai Châu về Hòa Bình, Bảo Hà về Phú Thọ, Hà Giang và Na Hang về Vụ Quang. Mô hình tổng quát tổng hợp dòng chảy từ mưa của mô hình SSARR được trình bày chi tiết trong [1, 2], thực chất là một mô hình quan niệm kiểu 3 tầng, cho phép mô phỏng qúa trình hình thành dòng chảy mặt, sát mặt, ngầm và qúa trình tập trung nước trên lưu vực khi sử dụng thông tin về mưa trung bình thời đoạn, quan hệ độ ẩm kỳ trước với hệ số dòng chảy, quan hệ giữa dòng chảy ngầm và chỉ số thấm cùng những thông tin về các qúa trình có liên quan khác trên lưu vực. Dòng chảy thành phần được diễn toán riêng biệt theo phương pháp diễn toán chung của mô hình SSARR (trường hợp riêng của công thức (3)) sau đó được tổng hợp tuyến tính để có dòng chảy tại tuyến khống chế của lưu vực bộ phận hoặc được dòng gia nhập khu giữa ở đoạn sông. Để tổng hợp dòng chảy từ mưa trên lưu vực thì các đặc trưng và quan hệ cơ bản được xác định [1,2]: Lượng mưa trung bình theo tỷ trọng; Hệ số dòng chảy tổng cộng; Chỉ số bốc thoát hơi; thành dòng chảy mặt, dòng sát mặt và dòng chảy ngầm,... Các quan hệ cơ bản trong mô hình có thể được xấp xỉ hoá bằng các quan hệ dạng hàm mũ với các tham số dễ dàng xác định được nhờ các thuật toán tối ưu.

***c. Phương pháp dự báo mực nước hồ chứa***

Phương pháp dự báo mực nước hồ dựa trên cơ sở giải phương trình cân bằng nước vùng hồ viết cho thời đoạn đủ dài và các đặc trưng hồ chứa. Phương trình cân bằng nước có dạng:

$$Q_d + X + q_k - Q_x - Q_{tt} = (V_2 - V_1) / \Delta t$$

Trong đó : $Q_d$ - dòng chảy đến hồ trong điều kiện tự nhiên, $m^3/s$ ;

X - lượng mưa trung bình thời đoạn rơi xuống vùng hồ, $m^3/s$ ;

$q_k$ - tổng lưu lượng gia nhập khác, ví dụ nước thải,... $m^3/s$ ;

$Q_x$ - lưu lượng xả từ công trình xuống hạ du, $m^3/s$ ;

$Q_{tt}$ - tổng lưu lượng tổn thất ở vùng hồ bao gồm bốc thoát hơi nước, ngấm vào lòng hồ, thấm vào đất xuống vùng nước ngầm,... $m^3/s$;

$V_{1,2}$ - lượng trữ nước trong hồ vào đầu và cuối thời đoạn, $m^3$.

Trong thực tế, nếu thời đoạn là 6 giờ, 12 giờ, thì các thành phần như X, $q_k$, $Q_{tt}$ có thể xem là ổn định. Như vậy, khi biết qúa trình dòng chảy đến hồ, dự kiến được qúa trình xả nước xuống hạ lưu công trình trên cơ sở phương thức khai thác hồ chứa, và biết được đặc trưng lòng hồ V = f(H) dễ dàng xác định được thay đổi mực nước hồ trong thời đoạn và từ đó dự báo được mực nước hồ vào cuối thời đoạn.

Thực chất của phương pháp trên chỉ là giản hóa giải hệ Saint-Venant (1), (2) trong đó phương trình động lực (2) được thay bằng quan hệ đơn nhất biểu diễn lượng trữ nước của hồ V = f (H).

## 2. Mô hình tính toán và dự báo dòng chảy thượng lưu sông Hồng

### *a. Mô hình dòng chảy sông Đà*

*Mô hình tổng quát tính toán và dự báo lưu lượng nước đến hồ*

Phần lưu vực sông Đà từ Lai Châu về Hòa Bình được phân ra các lưu vực bộ phận sau:

*Lưu vực bộ phận từ Lai Châu về Tạ Bú*, trừ lưu vực Nậm Mu đến tuyến Bản Củng có diện tích 9480 $km^2$ với lượng gia nhập khu giữa không lớn và khá ổn định. Thời gian tuyền lũ trong lòng chính thường từ 9-12 giờ. Thời gian tập trung nước trên lưu vực thường từ 21-30 giờ.

*Lưu vực bộ phận Nậm Mu đến trạm Bản Củng* có diện tích 2620 $km^2$, nằm ở vùng trung tâm mưa lớn. Nước lũ tập trung tương đối nhanh, thường từ 18-24 giờ. Thời gian truyền lũ từ Bản Củng về Tạ Bú từ 4 đến 8 giờ, trung bình là 6 giờ.

*Lưu vực bộ phận từ Tạ Bú về Hòa Bình* có diện tích 5900 $km^2$, dòng chảy phức tạp, gia nhập khu giữa lớn. Thời gian tập trung nước khoảng 12-24 giờ. Qúa trình truyền lũ từ Tạ Bú về Hòa Bình và truyền lũ trên khu giữa có thay đổi đáng kể khi có hồ và phụ thuộc vào lượng nước trữ trong hồ.

Trên cơ sở mô hình (3) khi gia nhập khu giữa được tổng hợp từ mưa theo kiểu SSARR, mô hình tổng quát tính toán dòng chảy trong điều kiện tự nhiên cũng như khi có hồ Hoà Bình bao gồm:

- *3 mô hình tổng hợp dòng chảy từ mưa trên cơ sở ứng dụng mô hình SSARR:*
  - Mô hình tổng hợp dòng chảy từ mưa trên lưu vực Nậm Mu trạm Bản Củng;
  - Mô hình tổng hợp dòng chảy từ mưa trên lưu vực khu giữa Lai châu - Bản Củng về Tạ Bú;
  - Mô hình tổng hợp dòng chảy từ mưa trên lưu vực khu giữa Tạ Bú - Hòa Bình.
- *3 mô hình diễn toán dòng chảy trong sông:*
  - Diễn toán trên đoạn sông từ Lai Châu về Tạ Bú;
  - Diễn toán trên đoạn sông từ Bản Củng về Tạ Bú;
  - Diễn toán trên đoạn sông từ Tạ Bú về đến tuyến Hòa Bình hoặc vào hồ Hòa Bình.

Thời gian truyền lũ ở mỗi đoạn sông tính toán được xét như một hàm của lưu lượng nước tại tuyến hạ lưu đoạn sông tương ứng, trong đó

$$T = P.Q^{m}$$

với p, m là các tham số được xác định bằng phương pháp tối ưu hoá. Thời đoạn tính toán là 12 giờ hoặc, do yêu cầu của công tác dự báo phục vụ sản xuất, có thể lấy là 6 giờ.

Các mô hình trên được kiểm nghiệm riêng rẽ (số liệu phụ thuộc là mùa lũ năm 1987-1993 và số liệu độc lập là mùa lũ năm 1994-1996). Các tham số của mô hình diễn toán và tổng hợp dòng chảy từ mưa được xác định bằng phương pháp thử sai có chỉ tiêu hay tối ưu hóa (bảng 1,2).

Ngoài ra, do yêu cầu của mô hình dự báo, trong nghiên cứu này đã xây dựng mô hình dự báo biên trên (Lai Châu) theo phương pháp hàm tương quan bội cho thời đoạn 6 giờ, 12 giờ khi sử dụng các nhân tố dự báo là các thông tin trên tuyến Mường Tè, Nậm Giàng, Lai Châu và mưa khu vực Mường Tè - Lai Châu, trong đó có tính đến thời gian tập trung nước trên lưu vực và thời gian truyền lũ ở đoạn sông.

Kết qủa tính toán qúa trình dòng chảy mùa lũ Nậm Mu tại Bản Củng ở tập số liệu phụ thuộc và độc lập cho chỉ tiêu S/δ thay đổi trong phạm vi từ 0,28 đến 0,63, trung bình là 0,49. Sai số tính toán đỉnh lũ thay đổi trong phạm vi từ 5-29%, trung bình là 14,6% lưu lượng đỉnh lũ thực đo; tại Tạ Bú, từ 0,11 đến 0,63, trung bình ở mức 0,35 - 0,45; sai số tính đỉnh lũ từ 1 đến 19,3%, trung bình dưới 8%; tại Hoà Bình (trong tự nhiên) và dòng chảy đến hồ, từ 0,21 đến 0,57, trung bình là 0,35 (bảng 3).

Để tính toán liên tục dòng chảy sông Đà tại Hòa Bình cũng như dòng chảy đến hồ theo dòng chảy từ tuyến Lai Châu và mưa khu giữa các mô hình bộ phận trên đây được ghép nối thống nhất. Kết qủa tính toán với số liệu phụ thuộc và độc lập cho thấy chỉ tiêu S/σ thay đổi trong phạm vi từ 0,11 đến 0,63, trung bình là 0,35 cho Tạ Bú và 0,45 cho Hòa Bình.

*Mô hình dự báo mực nước hồ Hòa Bình*

Tính toán, dự báo một số yếu tố thủy văn hồ chứa có thể được thực hiện trên cơ sở giải phương trình cân bằng nước với sự phối hợp của các đường đặc tính của công trình đầu mối. Trong một thời đoạn Δt đủ ngắn có thể viết phương trình cân bằng nước vùng hồ dạng:

$$(Q_1 + Q_2)/2 - (q_1 + q_2)/2 - Q_{tt} = (V_2 - V_1)/\Delta t \qquad (4)$$

Trong đó : $Q_{1,2}$ - lưu lượng nước đến hồ vào đầu và cuối thời đoạn Δt, $m^3/s$;

$q_{1,2}$ - lưu lượng xả từ hồ xuống hạ du vào đầu và cuối thời đoạn, $m^3/s$;

$Q_{tt}$ - lưu lượng tổng tổn thất trung bình thời đoạn, $m^3/s$;

$V_{1,2}$- lượng trữ tại hồ vào đầu và cuối thời đoạn, $m^3$.

Để giải phương trình (4) khi biết quan hệ V = f(H) đòi hỏi phải có số liệu như:

- Qúa trình lưu lượng đến hồ Q(t)
- Qúa trình mức nước hồ H = f (t), từ đó xác định thay đổi lượng trữ nước trong hồ;
- Qúa trình lưu lượng nước xả từ hồ chứa q(t), hoặc qúa trình mực nước hạ du công trình $H_{ha}(t)$ cùng quan hệ $H_{ha} = f(Q)$ để tính gần đúng quá trình lưu lượng xả;
- Lượng nước tổn thất trung bình thời đoạn $Q_{tt}$

Có thể thấy rằng, nhờ giải phương trình (4) ta có thể thực hiện được một số bài toán tính toán và dự báo các đặc trưng thủy văn của hồ chứa,trong đó quan trọng nhất là :

1) Giải bài toán ngược xác định lưu lượng nước đến hồ (phục hồi) khi biết qúa trình mực nước hồ, qúa trình xả và tổn thất trung bình thời đoạn.

2) Tính toán và dự báo mực nước hồ chứa khi biết lưu lượng nước đến hồ, lưu lượng xả và tổn thất trung bình thời đoạn.
3) Tính toán và dự báo lượng nước xả từ hồ, tổng tổn thất nước trung bình thời đoạn tại vùng hồ .

Mô hình trên đây đã được sử dụng vào dự báo nghiệp vụ quản lý và thi công công trình trong các năm 1987 -2000. Mức bảo đảm của dự báo lưu lượng nước đến hồ đều trên 80%, của dự báo mực nước hồ, trên mức 86%. Năm 1993 - 2000, mô hình trên đã được sử dụng để tính toán các phương án phục vụ điều hành công trình Hoà Bình cắt lũ cho hạ du.

*b. Mô hình mô phỏng dòng chảy lũ sông Thao*

Trên cơ sở phân tích đặc điểm địa lý tự nhiên và điều kiện hình thành dòng chảy lũ trên lưu vực sông Thao trên phần lưu vực Bảo Hà - Phú Thọ, có thể phân định các lưu vực bộ phận như sau:

1. Lưu vực bộ phận khu giữa Bảo Hà, Ngòi Thia đến Yên Bái;
2. Lưu vực bộ phận Ngòi Thia đến trạm Ngòi Thia;
3. Lưu vực bộ phận khu giữa Yên Bái, Thanh Sơn đến Phú Thọ;
4. Lưu vực bộ phận sông Bứa trạm Thanh Sơn.

Mô hình tổng quát bao gồm:

- 4 mô hình thành phần diễn toán dòng chảy trong sông ở 4 đoạn sông: Bảo Hà - Yên Bái, Ngòi Thia - Yên Bái, Yên Bái - Phú Thọ và Thanh Sơn - Phú Thọ;
- 4 mô hình thành phần tổng hợp dòng chảy trên 4 lưu vực bộ phận khu giữa: Bảo Hà, Ngòi Thia - Yên Bái, Ngòi Thia, Yên Bái, Thanh Sơn - Phú Thọ và sông Bứa tại Thanh Sơn. Song song với 4 mô hình tổng hợp dòng chảy từ mưa, còn xét tới các trường hợp mô phỏng gia nhập khu giữa như một hàm tuyến tính của dòng chảy tại Yên Bái hoặc Phú Thọ - tùy theo trạng thái lưu vực và điều kiện KTTV.

Ngoài ra, do yêu cầu kéo dài thời gian dự kiến của dự báo tại Yên Bái và Phú Thọ, trong sơ đồ tổng quát dùng cho dự báo còn xét phương án dự báo dòng chảy tại Bảo Hà với thời gian dự kiến 6h, 12h bằng phương pháp hồi quy bội khi sử dụng các thông tin mực nước tại Lào Cai, Bảo Hà, mưa khu giữa.

Trong tính toán cũng như trong dự báo, sơ đồ mô hình có thể được lựa chọn phù hợp với điều kiện lưu vực. Thời đoạn tính toán trong các mô hình là 6 giờ hoặc 12 giờ.

Các mô hình bộ phận được kiểm nghiệm riêng rẽ trên cơ sở sử dụng tập số liệu phụ thuộc là 40 trận lũ thời kỳ 1960-1985, mùa lũ các năm 1987-1993 và số liệu độc lập là các mùa lũ 1994-1996.

Để tính toán dòng chảy lũ tại Yên Bái và Phú Thọ, các mô hình thành phần tương ứng được ghép nối lại với nhau tạo thành một mô hình thống nhất cho sông Thao. Các tham số của mô hình thành phần được xác định bằng phương pháp tối ưu hóa. Mô hình mô phỏng khá tốt dòng chảy lũ tại Ngòi Thia, Thanh Sơn, Yên Bái và Phú Thọ; chỉ tiêu s/δ từ 0,2 đến 0,56, trung bình là 0,45 cho Yên Bái và 0,37 cho Phú Thọ; sai số trung bình tính đỉnh lũ là 11% cho Yên Bái và 9% cho Phú Thọ (bảng 1-3).

*c. Mô hình mô phỏng dòng chảy lũ hệ thống sông Lô*

Lưu vực sông Lô từ Hà Giang và Na Hang về Vụ Quang được phân ra các lưu vực bộ phận sau:

1. Lưu vực bộ phận khu giữa Hà Giang đến Vĩnh Tuy;
2. Lưu vực bộ phận khu giữa Vĩnh Tuy đến Hàm Yên;
3. Lưu vực bộ phận khu giữa Na Hang đến Chiêm Hoá;
4. Lưu vực bộ phận khu giữa Hàm Yên và Chiêm Hoá đến Tuyên Quang;
5. Lưu vực bộ phận khu giữa Tuyên Quang và hạ du hồ Thác Bà (Bỗng) đến Vụ Quang.

Sơ đồ tổng quát mô hình mô phỏng dòng chảy lũ sông Lô bao gồm:

- 5 mô hình diễn toán ở 5 đoạn sông: Hà Giang-Vĩnh Tuy; Vĩnh Tuy-Hàm Yên; Na Hang-Chiêm Hoá; Hàm Yên và Chiêm Hoá đến Tuyên Quang; Tuyên Quang và hạ du hồ Thác Bà (Bỗng) - Vụ Quang.
- 5 mô hình tổng hợp dòng chảy trên 5 lưu vực bộ phận: Hà Giang-Vĩnh Tuy; Vĩnh Tuy-Hàm Yên; Na Hang - Chiêm Hoá; Hàm Yên và Chiêm Hoá đến Tuyên Quang; Tuyên Quang và Bỗng - Vụ Quang. Song song với 5 mô hình tổng hợp dòng chảy từ mưa, còn mô phỏng gia nhập khu giữa như một hàm tuyến tính của dòng chảy tại tuyến dưới tương ứng.

Ngoài ra, còn xét phương án dự báo lũ tại Hà Giang và Na Hang với thời gian dự kiến 6h và 12h bằng hồi quy bội để dự báo các biên trên của mô hình.

Tính toán dòng chảy mùa lũ trên hệ thống sông Lô theo mô hình trên với thời đoạn tính toán là 6 giờ đã cho kết quả khá tốt. Tại Hàm Yên, tỷ số S/δ thay đổi từ 0,01 đến 0,58; tại Chiêm Hóa, từ 0,01 đến 0,49; tại Tuyên Quang, từ 0,01 đến 0,37; tại Vụ Quang, từ 0,01 đến 0,17(bảng 1-3).

Kết qủa trên cho thấy, mô hình với các sơ đồ phương án tính cùng các tham số như trình bày trên cho phép mô phỏng khá tốt qúa trình dòng chảy thượng lưu hệ thống sông Hồng. Việc hợp lý hoá các sơ đồ tính tuỳ theo điều kiện KTTV trên lưu vực có thể nâng cao hơn nữa độ chính xác mô phỏng lũ.

***d. Đánh giá khả năng sử dụng mô hình trong dự báo***

Mô hình được sử dụng để dự báo kiểm tra cho nhiều trận lũ thời kỳ 1987-1993 và dự báo thử nghiệm một số trận lũ lớn nhất các năm 1994-1996 (tài liệu độc lập). Sai số dự báo được đánh giá cho Tạ Bú, Hòa Bình, Yên Bái, Phú Thọ, Hàm Yên, Chiêm Hoá, Tuyên Quang và Vụ Quang theo chỉ tiêu S/ $\sigma_\Delta$, với $\sigma_\Delta$ - quân phương độ lệch chuẩn của chuỗi các trị số biến đổi lưu lượng trong thời gian dự kiến là 12, 24, 36 có khi đến 48h, đồng thời có xét thêm ảnh hưởng của sai số dự báo mưa (giả sử dự báo mưa sai với thực tế ±25, ±50) đối với kết qủa dự báo lưu lượng. Trong mọi trường hợp, chỉ tiêu S/ σΔ thay đổi trong phạm vi 0,25-0,64, trung bình là 0,41. Tuy nhiên, với thời gian dự kiến 36, 48 giờ, nhất là khi giả thiết dự báo mưa sai 50% thì sai số dự báo là khá lớn, thậm chí tới trên 50% giá trị thực đo.

Như vậy, mô hình đã cho kết qủa khá tốt và ổn định trên tập số liệu phụ thuộc cũng như tập số liệu độc lập và cả trong dự báo kiểm tra (khi thời gian dự kiến không quá 24 giờ cho tuyến Tạ Bú, Yên Bái, Hàm Yên, Chiêm Hoá; không quá 36 giờ cho Hòa Bình, Phú Thọ, Tuyên Quang, Vụ Quang) tạo điều kiện sử dụng mô hình vào dự báo dòng chảy lũ trên phần thượng lưu sông Hồng.

*Ghép nối các mô hình thượng lưu và hạ lưu dự báo lũ hệ thống sông Hồng:* Mô hình tính toán và dự báo dòng chảy lũ hạ lưu sông Hồng đã được trình bày trong nhiều nghiên cứu của chúng tôi. Mô hình nêu trên đã được chương trình hoá tương

đối hoàn chỉnh, và đang được sử dụng trong tính toán và dự báo nghiệp vụ cho Hà Nội từ năm 1988.

Kết quả tính toán và dự báo kiểm tra bằng mô hình toàn hệ thống theo những đánh giá nghiệp vụ là đạt yêu cầu: chỉ tiêu S/ σ tính toán quá trình lũ thường dưới 0,5 và mức đảm bảo của dự báo kiểm tra thường trên 86% cho thấy rõ mô hình với bộ chương trình nêu trên là có thể chấp nhận được. Những kết quả nghiên cứu trên cho phép có cơ cở để tính toán phục hồi dòng chảy sông Hồng tại Hà Nội khi xem như không có hồ Hoà Bình.

## 3. Kết luận

1. Hệ mô hình được kiến nghị trên đã đáp ứng được các yêu cầu của công tác thi công và quản lý khai thác đầu mối công trình Hòa Bình, phòng chống lũ cho sông Thao, Lô và hạ lưu sông Hồng.
2. Mô hình cho phép tính toán không những dòng chảy cả mùa lũ mà còn từng trận lũ riêng biệt trên các sông nhánh trong điều kiện tự nhiên cũng như khi có công trình tạo điều kiện đánh gía ảnh hưởng điều tiết dòng chảy sông Đà tới dòng chảy hạ lưu hệ thống sông Hồng.
3. Mô hình cho phép dự báo dòng chảy tạo các tuyến chính thượng lưu sông Đà đến hồ với thời gian dự kiến 24-36 giờ, và có thể kéo dài thời gian dự kiến tới 48 giờ, trên sông Thao và Lô - đến 24-36h, kết qủa dự báo có mức bảo đảm nói chung trên 80%.
4. Trong thời gian tới, cùng với việc mở rộng thu thập thông tin KTTV trên phần lưu vực sông thuộc lãnh thổ Trung Quốc thì việc mở rộng và hoàn thiện mô hình trên toàn lưu vực là rất cần thiết, tạo điều kiện kéo dài thời gian dự kiến của dự báo, đồng thời nâng cao mức đảm bảo của dự báo.

## Tài liệu tham khảo


1. Lê Bắc Huỳnh. Nghiên cứu xây dựng công cụ tính toán và dự báo dòng chảy lũ thượng lưu hệ thống sông Hồng.- Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu (cấp Tổng cục) năm 1998.
2. Lê Bắc Huỳnh, Nguyễn Cao Quyến. Mô hình tính toán và dự báo lũ tại Hà Nội. TS-KTTV, số 4, 1989, tr. 1-19.


### *Các tham số trong mô hình tổng hợp dòng chảy từ mưa*

Bảng 1. Các tham số xác định các quan hệ mô phỏng dòng chảy

(Tham số xác định quan hệ mô phỏng dòng chảy trên lưu vực sông Đà, Thao và Lô)

| Lưu vực | F, Km2 | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | X7 | X8 | X9 | T1, h | T3, h | T5, h |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LChâu+BC-TBú | 9480 | 1,3 | 0,6 | 14,2 | 0,1 | 3,5 | 0,1 | ,85 | ,25 | 90 | 100 | 15 | 12 |
| Bản Củng | 2620 | 1,0 | 0,6 | 724 | 0,2 | 3,2 | 0,1 | ,85 | ,1 | 100 | 100 | 50 | 25 |
| Tạ Bú -Hoà Bình | 5900 | 1,0 | 0,6 | 13,6 | 0,1 | 2,3 | 0,2 | ,90 | ,25 | 90 | 100 | 12 | 6 |
| B. Hà, Ng.Thia-Y. Bái | 2180 | 0,97 | 0,6 | 32 | 0,2 | 3,2 | 0,2 | ,85 | 0,1 | 100 | 60 | 18 | 6 |
| Ngòi Thia - Ngòi Thia | 1520 | 0,97 | 0,6 | 30 | 0,2 | 3,1 | 0,1 | ,80 | 0,1 | 100 | 50 | 16 | 4 |
| Y. Bái,Th. Sơn-P. Thọ | 1370 | 0,97 | 0,6 | 35 | 0,2 | 3,0 | 0,1 | ,80 | 0,1 | 100 | 80 | 20 | 8 |
| S. Bứa - Thanh Sơn | 1230 | 0,97 | 0,6 | 31 | 0,3 | 3,0 | 0,1 | ,80 | 0,1 | 100 | 60 | 18 | 6 |
| HGiang - Vĩnh Tuy | 2300 | 1,0 | 0,6 | 24 | 0,22 | 3,3 | 0,1 | ,85 | ,22 | 180 | 90 | 25 | 15 |
| Vĩnh Tuy - HYên | 1340 | 1,0 | 0,6 | 30 | 0,20 | 3,0 | 0,1 | ,80 | ,20 | 150 | 70 | 22 | 12 |
| Na Hang - Ch Hoá | 1300 | 1,0 | 0,6 | 25 | 0,20 | 3,0 | 0,1 | ,80 | ,20 | 150 | 80 | 22 | 13 |
| HYênCHoá-TQuang | 1400 | 1,0 | 0,6 | 26 | 0,20 | 3,1 | 0,1 | ,80 | ,22 | 150 | 70 | 20 | 10 |
| TQ+TBà - VQuang | 1030 | 1,0 | 0,6 | 22 | 0,18 | 2,8 | 0,1 | ,80 | ,18 | 130 | 70 | 20 | 10 |

Bảng 2. Số lần diễn toán dòng chảy thành phần ở các lưu vực bộ phận
(Sông Đà, sông Thao và sông Lô)

| Lưu vực bộ phận | Mặt | Sát mặt | Ngầm |
|---|---|---|---|
| Lai Châu - Tạ Bú | 2 | 2 | 3 |
| Bản Củng - Tạ Bú | 1 | 2 | 2 |
| Tạ Bú - Hòa Bình | 1 | 2 | 2 |
| Bảo Hà, Ngòi Thia - Yên Bái | 1 | 2 | 3 |
| Ngòi Thia - Ngòi Thia | 1 | 2 | 2 |
| Yên Bái, Th. Sơn - Phú Thọ | 1 | 2 | 2 |
| Sông Bứa - Thanh Sơn | 1 | 2 | 2 |
| Hà Giang - Vĩnh Tuy | 1 | 2 | 3 |
| Vĩnh Tuy - Hàm Yên | 1 | 2 | 2 |
| Na Hang - Chiêm Hoá | 1 | 2 | 2 |
| Hàm Yên, Chiêm Hoá-TQuang | 1 | 2 | 2 |
| TQuang, Thác Bà - Vụ Quang | 1 | 2 | 3 |

Bảng 3. Các tham số diễn toán dòng chảy ở các đoạn sông

***Sông Đà***

| Đoạn sông | Mùa lũ | | | Trận lũ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | m | P | N | m | P |
| Lai Châu-Tạ Bú | 2 | 0,33 | 150 | 2 | 0,33 | 130 |
| Bản Củng-Tạ Bú | 1 | - | Ts = 8h khi Q< 150<br>Ts = 5h khi Q> 250 | 1 | | Ts = 7h khi Q< 150<br>Ts = 4h khi Q> 150 |
| Tạ Bú-Hòa Bình (tự nhiên) | 2 | 0,33 | 150 | 1 | 0,33 | 130 |
| Tạ Bú- Hồ Hòa Bình | 2 | 0,33 | 90 | 2 | 0,33 | 80 |
| 1/2 Khu giữa-Hồ Hòa Bình | 1 | | 60 | 1 | 0,33 | 60 |

***Sông Thao***

| Đoạn sông | Mùa lũ | | | Trận lũ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | m | P | N | m | P |
| Bảo Hà - Yên Bái | 2 | 0,3 | 120 | 2 | 0,33 | 100 |
| Ngòi Thia - Yên Bái* | 1 | 0,3 | 30 | 1 | | 30 |
| Ngòi Thia - Yên Bái (Thời gian truyền lũ; không dùng m, p) | 1 | - | Ts=6h khi Q≤ 150$m^3/s$<br>Ts=3h khi Q >150$m^3/s$ | 1 | | Ts=6h khi Q≤ 150$m^3/s$<br>Ts=3h khi Q >150$m^3/s$ |
| Yên Bái - Phú Thọ | 2 | 0,3 | 150 | 2 | 0,33 | |
| Thanh Sơn - Phú Thọ* | 1 | 0,3 | 35 | 1 | | |
| Thanh Sơn - Phú Thọ (Thời gian truyền lũ; không dùng m, p) | 1 | - | Ts=6h khi Q≤100 $m^3/s$<br>Ts=3h khi Q>100 $m^3/s$ | 1 | - | 120<br>35<br>Ts=6h khi Q≤ 100$m^3/s$<br>Ts=3h khi Q >100$m^3/s$ |

*Ghi chú:* * - Khi diễn toán dòng chảy tổng hợp từ mưa

*Sông Lô*

| Đoạn sông | Ki | n | P | m |
|---|---|---|---|---|
| Hà Giang - Vĩnh Tuy | 0,49 | 1 | 120 | 0,33 |
| Vĩnh Tuy - Hàm Yên | 0,06 | 1 | 120 | 0,33 |
| Na Hang - Chiêm Hóa | 0,05 | 1 | 120 | 0,33 |
| Hàm Yên + Chiêm Hóa - Tuyên Quang | 0,09 | 1 | 130 | 0,33 |
| Tuyên Quang - Vụ Quang | 0,17 | 1 | 140 | 0,33 |

Bảng 4. Chỉ tiêu chất lượng mô phỏng từ mưa quá trình lũ (toàn mùa) theo mô hình hệ thống tại các tuyến chính trên thượng lưu sông Hồng (1987-1993 là số liệu phụ thuộc; 1994-1996 là số liệu độc lập)

| Sông | Sông Đà | | Sông Thao | | Sông Lô | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Năm | Tạ Bú | H. Bình | Yên Bái | P. Thọ | V.Tuy | H.Yên | Ch.Hoá | T.Quang | V.Quang |
| 1987 | 0,16 | 0,23 | 0,38 | 0,52 | 0,41 | 0,45 | 0,42 | 0,36 | 0,31 |
| 1988 | 0,17 | 0,18 | 0,30 | 0,40 | 0,34 | 0,39 | 0,23 | 0,22 | 0,20 |
| 1989 | 0,15 | 0,28 | 0,48 | 0,69 | 0,26 | 0,37 | 0,39 | 0,30 | 0,32 |
| 1990 | 0,10 | 0,14 | 0,36 | 0,44 | 0,38 | 0,44 | 0,39 | 0,29 | 0,32 |
| 1991 | 0 ,12 | 0,34 | 0,38 | 0,46 | 0,38 | 0,43 | 0,25 | 0,26 | 0,29 |
| 1992 | 0,18 | 0,30 | 0,41 | 0,47 | 0,34 | 0,36 | 0,22 | 0,26 | 0,27 |
| 1993 | 0,10 | 0,16 | 0,35 | 0,31 | 0,41 | 0,43 | 0,30 | 0,29 | 0,29 |
| 1994 | 0,11 | 0,14 | 0,41 | 0,48 | 0,45 | 0,49 | 0,30 | 0,34 | 0,32 |
| 1995 | 0,14 | 0,20 | 0,28 | 0,40 | 0,23 | 0,21 | 0,26 | 0,22 | 0,32 |
| 1996 | 0,18 | 0,21 | 0,38 | 0,35 | 0,34 | 0,34 | 0,34 | 0,28 | 0,35 |
| TBình | 0,14 | 0,22 | 0,37 | 0,45 | 0,35 | 0,39 | 0,31 | 0,27 | 0,30 |
| Max | 0,18 | 0,34 | 0,48 | 0,69 | 0,41 | 0,49 | 0,42 | 0,36 | 0,35 |
| Min | 0,10 | 0,14 | 0,28 | 0,31 | 0,23 | 0,21 | 0,22 | 0,20 | 0,20 |