

# ÁP DỤNG MÔ HÌNH MUSKINGUM DỰ BÁO LŨ TRÊN HỆ THỐNG SÔNG THU BỒN - VU GIA

PGS.TS. Nguyễn Thế Hùng, ThS. Phạm Kim Sơn  
Đại học Đà Nẵng

*Bài báo này đề cập và so sánh một số mô hình tính toán dự báo lũ, từ đó lựa chọn mô hình toán thích hợp để tiến hành dự báo lũ cho hệ thống sông Thu Bồn - Vu Gia khi thiếu tài liệu địa hình. Tác giả đã lựa chọn mô hình toán thủy văn Muskingum, xây dựng thuật toán, lập chương trình để tính toán dự báo mực nước lũ tại các vị trí quan trọng trên hệ thống sông Thu Bồn - Vu Gia.*

## 1. Mở đầu

Thành phố Đà Nẵng và tỉnh Quảng Nam là một trong những khu vực thuộc miền Trung, hằng năm thường bị ngập lụt và thiệt hại nặng nề về kinh tế - xã hội. Để giảm nhẹ thiệt hại do lũ, lụt gây ra, ngoài các biện pháp công trình, người ta còn áp dụng biện pháp phi công trình như xây dựng các mô hình dự báo lũ để có các biện pháp phòng chống lũ đạt hiệu quả hơn. Hiện nay, các phương pháp dự báo lũ cho hệ thống sông này chủ yếu dựa vào các phương pháp truyền thống, nên kết quả dự báo còn nhiều hạn chế. Do vậy, việc xây dựng mô hình dự báo lưu lượng, mực nước đỉnh lũ ở những vị trí cần thiết trên hệ thống sông Thu Bồn - Vu Gia trong điều kiện chưa có đầy đủ tài liệu địa hình là rất cần thiết.

## 2. Phân tích và lựa chọn các mô hình toán

### a. Mô hình thủy lực

Mô hình dòng chảy ba chiều là mô hình dòng chảy rối trong các sông thiên nhiên, không dừng ba chiều (3D), với biên luôn di động. Việc sử dụng mô hình dòng chảy rối ba chiều, không dừng là không thích hợp, do điều kiện biên không thể đáp ứng đầy đủ, sự phức tạp của thuật toán và không có điều kiện để kiểm nghiệm mô hình.

Mô hình dòng chảy hai chiều: để nhận được mô hình dòng chảy rối không dừng hai chiều người ta phải trung bình hoá số liệu theo phương thẳng đứng của mô hình 3D, với giả thiết vận tốc dòng chảy theo phương thẳng đứng là không đáng kể so với phương ngang, nghĩa là thừa nhận áp suất tuân theo quy luật thủy tĩnh, vận tốc dòng chảy tại mặt cắt thẳng đứng là cùng chiều, điều này được chấp nhận khi đáy lòng dẫn tương đối bằng phẳng, độ sâu nước nông; mô hình hai chiều (2D) này còn có tên gọi là mô hình nước nông. Đối với các bài toán dòng chảy lũ thực tế, điều kiện này không đáp ứng được đầy đủ [2 ], nhưng có thể chấp nhận được.

Mô hình dòng chảy một chiều: việc lựa chọn áp dụng mô hình toán một chiều, hoặc kết hợp giữa mô hình một chiều và hai chiều phụ thuộc vào từng điều kiện cụ thể. Dòng chảy lũ miền Trung thường có vận tốc lớn, tổn thất cục

bộ đáng kể do địa hình dốc, phức tạp; do vậy, trong mô hình toán phải lựa chọn tham số mô tả được điều kiện tự nhiên đó, sao cho phù hợp với thực tế.

### b. Mô hình thủy văn

Ở đây giới thiệu mô hình toán thủy văn Muskingum dùng để dự báo mực nước cho một hệ thống sông không ảnh hưởng hoặc ảnh hưởng thủy triều không đáng kể. Phương pháp này đóng vai trò quan trọng khi áp dụng mô hình này tính toán dự báo lũ cho hệ thống sông thiếu tài liệu địa hình. Kết quả thu được phù hợp với số liệu thực đo, nhưng kết quả này còn phụ thuộc vào số liệu thực đo của các trận lũ tương tự đã xảy ra để hiệu chỉnh thông số của mô hình [3], [5], [8].

Phương trình diễn tả tốc độ biến đổi lượng nước chứa trong sông S :

$$I - O = dS / dt \quad (1)$$

Trong đó:

- I - dòng chảy vào,
- O - dòng chảy ra,
- S - lượng nước chứa trong sông.

Với giả thiết quan hệ là tuyến tính:

$$S = K.[X.I + (1 - X).O] \quad (2)$$

Qua biến đổi ta có được phương trình sau:

$$O_{j+1} = C_1 I_{j+1} + C_2 I_j + C_3 O_j \quad (3)$$

Phương trình (3) là phương trình diễn toán Muskingum, chỉ số (j+1) tại thời điểm tính toán, chỉ số (j) là thời điểm trước đó, các hệ số  $C_1, C_2, C_3$  được tính toán theo biểu thức sau:

$$C_1 = \frac{\Delta t - 2.K.X}{2.K(1-X) + \Delta t} \quad (4)$$

$$C_2 = \frac{\Delta t + 2.K.X}{2.K(1-X) + \Delta t} \quad (5)$$

$$C_3 = \frac{2.K(1-X) - \Delta t}{2.K(1-X) + \Delta t} \quad (6)$$

Trong đó:

X - hằng số không thứ nguyên của dòng chảy vào và dòng chảy ra của đoạn sông tính toán dự báo lũ; hệ số X được xác định từ số liệu thực đo của các cơn lũ đã xảy ra, (X nằm trong khoảng 0 đến 0,5) được chọn sao cho phù hợp với đặc điểm của đoạn sông đang tính toán dự báo, độ chính xác của mô hình còn phụ thuộc vào việc lựa chọn các tham số.

K - hằng số chỉ thời gian, thời gian sóng truyền xấp xỉ bằng thời gian chảy truyền thực đo nên giá trị K có thể ước lượng bằng thời gian chảy truyền thực đo trên đoạn sông đang xét.

$\Delta t$  - thời đoạn tính toán (giờ).

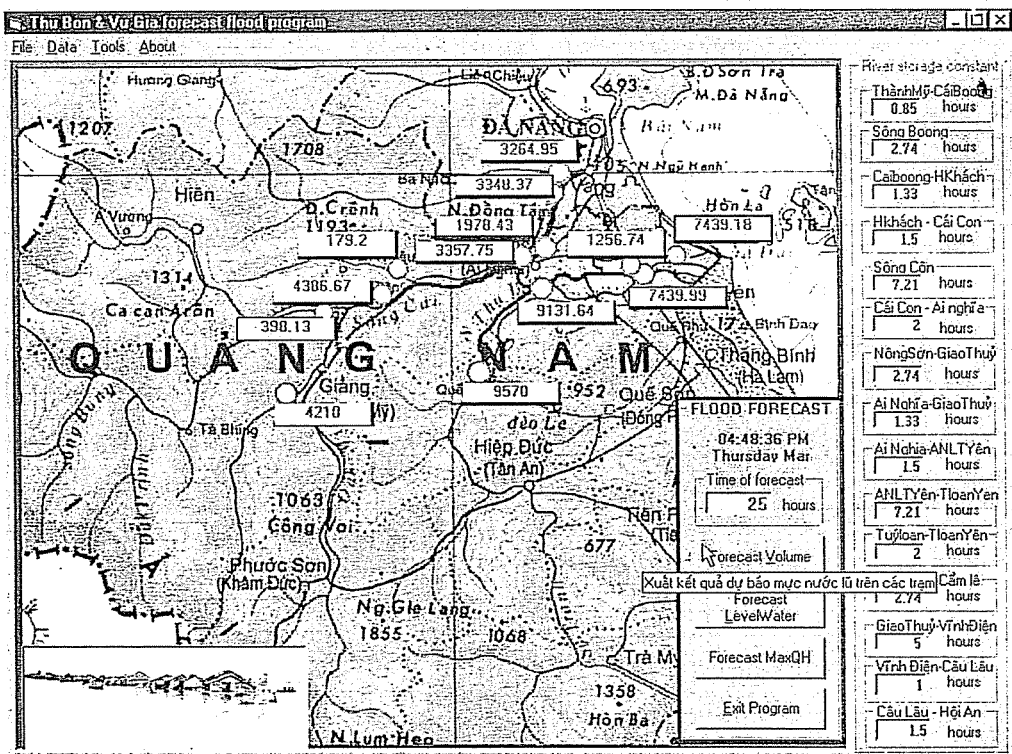
### c. Lựa chọn mô hình

Mỗi mô hình đều có những ưu và nhược điểm riêng. Với mô hình thủy lực đòi hỏi nhiều số liệu địa hình, trong khi đó mô hình thủy văn sử dụng rất ít tài liệu địa hình. Mô hình toán thủy văn Muskingum thích hợp để dự báo lũ trên hệ thống sông Thu Bồn - Vu Gia, vì ở đây thiếu tài liệu địa hình. Kết quả tính toán dự báo thu được cần hiệu chỉnh sao cho phù hợp với số liệu thực đo; ngoài ra còn phụ thuộc vào sự lựa chọn các tham số của mô hình dựa vào số liệu thực đo của các trận lũ tương tự đã xảy ra để hiệu chỉnh.

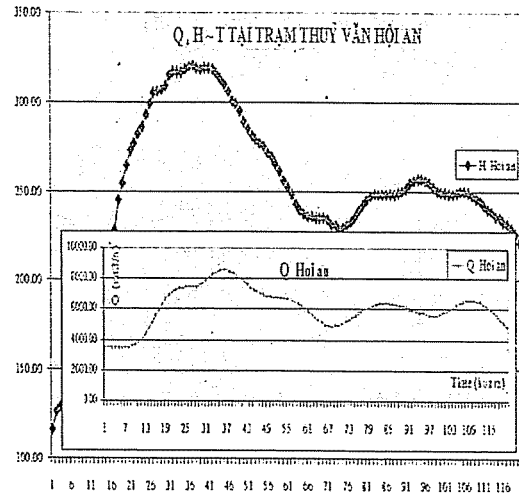
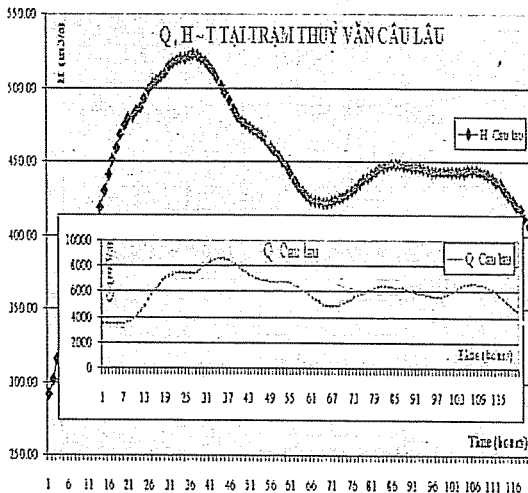
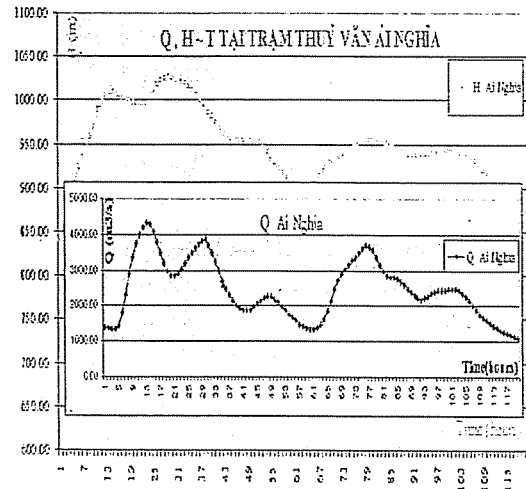
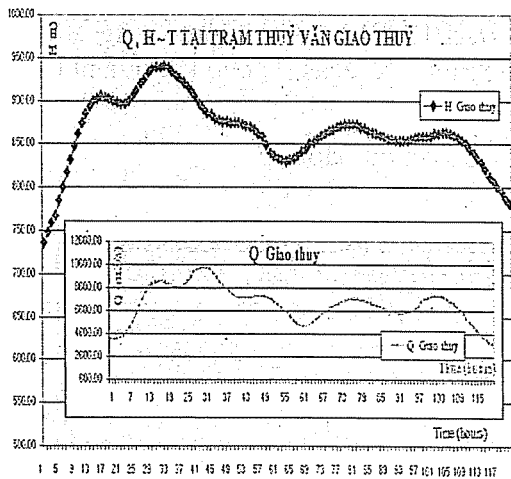
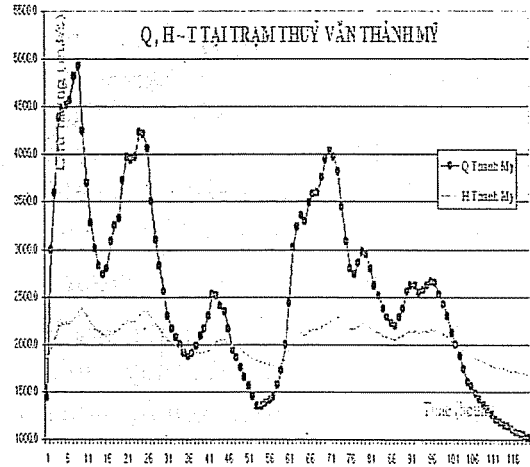
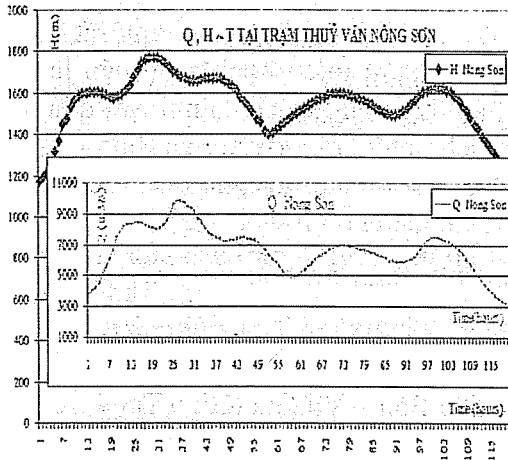
### 3. Xây dựng và kiểm nghiệm chương trình tính toán dự báo

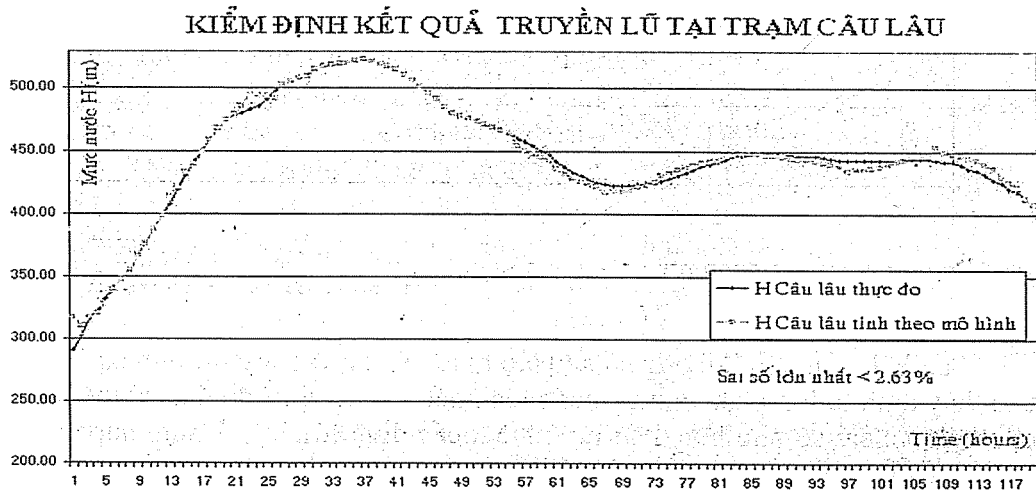
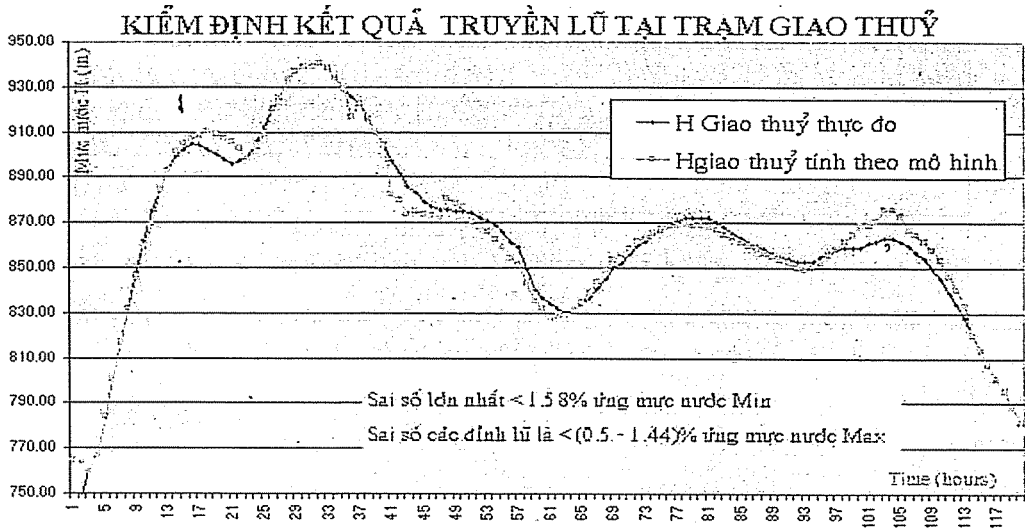
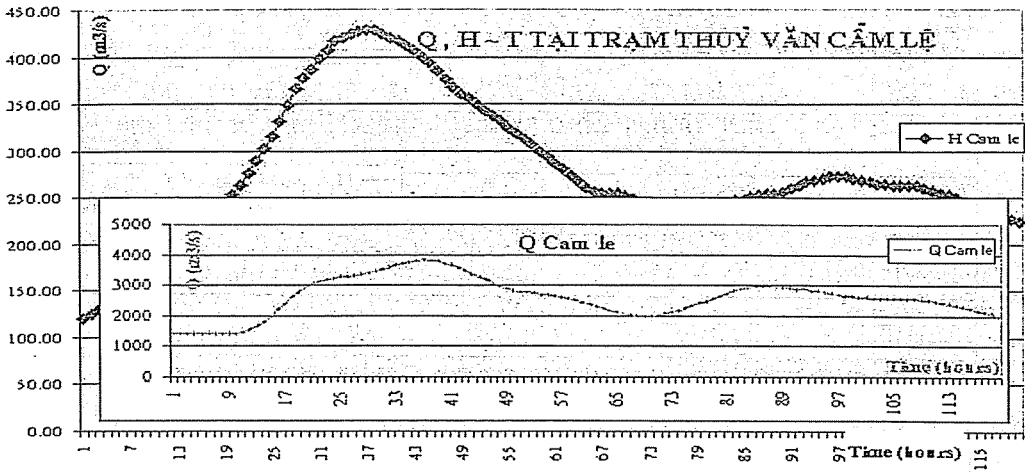
Chương trình tính toán dự báo lũ trên hệ thống sông Thu Bồn - Vu Gia dựa trên mô hình diễn toán thủy văn Muskingum để dự báo mực nước đỉnh lũ ở những vị trí quan trọng trên hệ thống sông Thu Bồn - Vu Gia (Giao Thủy, Ái Nghĩa, Cầu Lâu, Hội An, Cẩm Lệ,...). Chương trình này được hiệu chỉnh theo tài liệu thực đo của trận lũ đã xảy ra năm 1999 và một số trận lũ khác tương tự. Với trận lũ năm 1999, lấy biên là số liệu lưu lượng thượng lưu, có thời gian kéo dài là 6 ngày (từ ngày 2/XI/1999 đến 7/XI/1999) trên hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn, để chạy chương trình dự báo "Flood forecast", cho kết quả như sau:

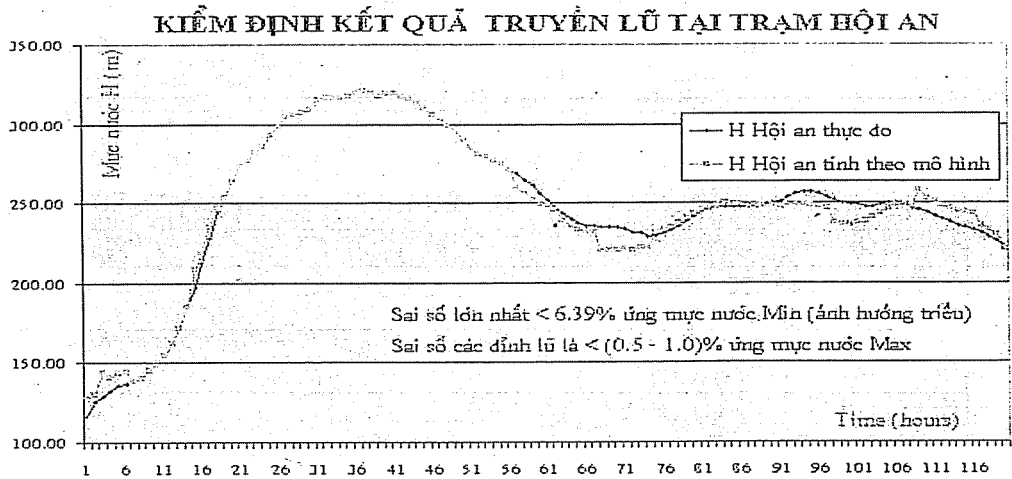
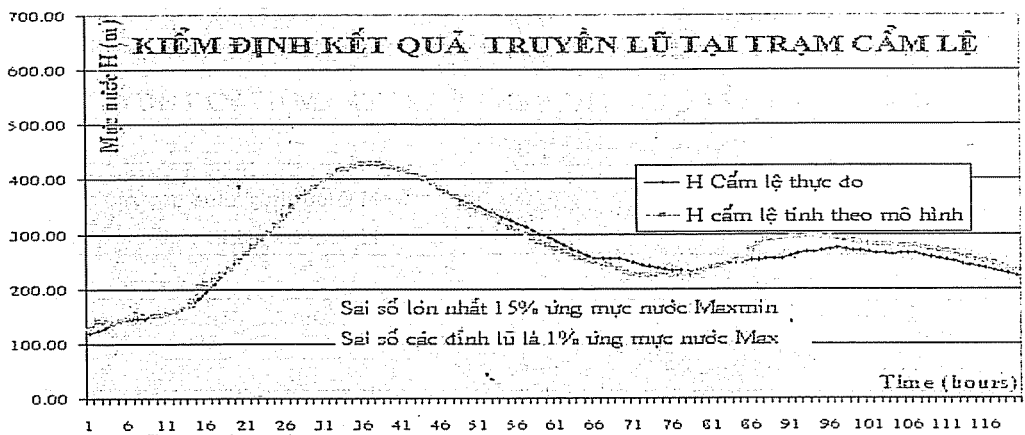
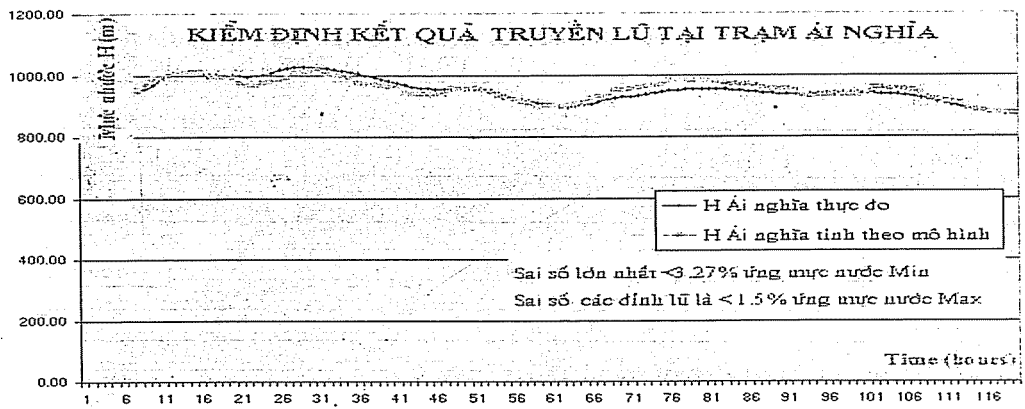
Bản đồ mạng lưới của chương trình tính toán dự báo



## Kiểm định chương trình tại một số vị trí cần dự báo







Sau khi hiệu chỉnh thông số của mô hình căn cứ vào trận lũ lịch sử 1999, cho thấy đỉnh lũ lớn nhất và mực nước lớn nhất tại các vị trí đo đạc có thể hiệu chỉnh được: sai số nhỏ hơn 1%; tuy nhiên, các đỉnh lũ phụ và mực nước nhỏ nhất, sai số sẽ thiên lớn: nhỏ hơn 15%.

#### 4. Kết luận và kiến nghị

- Ưu điểm của mô hình toán thủy văn Muskingum là đơn giản, mềm dẻo và không yêu cầu nhiều số liệu đầu vào (địa hình, mặt cắt...) để áp dụng vào thực tế, chỉ cần có sự điều chỉnh sao cho thích hợp trong chương trình tính toán.

- Từ mô hình tính toán truyền lũ, dự báo lũ từ các quan hệ  $Q \sim T$ , và thông qua chương trình tính "Flood forecast" đã đáp ứng được yêu cầu công tác phòng chống lũ ở địa phương. Kết quả dự báo cho biết chi tiết đường quá trình mực nước (H) và lưu lượng (Q) theo thời gian, giá trị cực đại  $H_{max}$ ,  $Q_{max}$  tại các điểm đáp ứng yêu cầu dự báo lũ, cung cấp thông tin nhiều hơn so với các phương pháp hiện nay là chỉ dự báo mực nước (H). Tuy nhiên, do mô hình toán thủy văn Muskingum không biểu diễn thành phần lực quán tính, do đó khi lũ lên, xuống có cường suất lớn đã cho đường quá trình  $H \sim T$  không chính xác bằng  $Q \sim T$ .

- Mô hình toán thủy văn Muskingum cũng có những nhược điểm là kết quả dự báo chỉ chính xác cho những sông không ảnh hưởng của thủy triều hoặc ảnh hưởng không đáng kể như Trạm Cẩm Lệ và Hội An. Ngoài ra độ chính xác của mô hình còn phụ thuộc vào việc chọn các tham số của mô hình.

- Địa phương cần có kế hoạch tiến hành đo đạc địa hình của hệ thống sông Thu Bồn - Vu Gia để có thể áp dụng các mô hình thủy lực. Đồng thời cũng cần đặt thêm một số trạm trên sông nhánh và tiến tới tự động hoá trong công tác đo đạc thủy văn để cập nhật được nhiều thông tin giúp cho công tác dự báo ngày càng chi tiết và chính xác hơn.

#### Tài liệu tham khảo

1. Trương Đình Hùng. *Đặc điểm thủy văn Quảng Nam Đà Nẵng*. NXB tổng hợp Đà Nẵng, 1996.
2. Nguyễn Thế Hùng. *Lũ lụt miền Trung*, các mô hình toán dự báo và phương pháp giải số. Tuyển tập Hội nghị Cơ học Thủy khí toàn quốc, Đồng Hới, 2000.
3. Phạm Kim Sơn, Áp dụng mô hình toán dự báo mực nước lũ trong hệ thống sông Thu Bồn. *Luận văn cao học*, Đà Nẵng, 2001.
4. Basha H. A.. Nonlinear reservoir routing: Particular analytical solution. *Journal of Hydraulic Engineering*, ASCE, 120(5), pp. 624-632, 1994.
5. Ven To Chow, David R. Maidment, Larry W. Mays. *Applied Hydrology*, United States of America, 1988.
6. J F Douglas, J M Gasiorek, J A Swaffield. *Fluid Mechanics*, Great Britain at The bath Press, London, 1985.
7. Dr. Delores M. Etter. *Structured Fortran77 For Engineers and scientists*, Benjamin/Cummings Publishing Company, California, United State of America, 1993.
8. Mohammad Akram Gill. Numerical solution of Muskingum equation, *Journal of Hydraulic Engineering*, ASCE, 118(5), pp. 804-809, 1992.