

# NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG MÔ HÌNH DỰ BÁO LŨ CHO SÔNG VU GIA - THU BỒN

ThS. Nguyễn Hoàng Sơn

**Tóm tắt:** Lũ lụt xảy ra hàng năm ở miền Trung Việt Nam và thường xuyên gây tổn thất lớn về người và của. Các lưu vực sông ở Miền Trung thường có hình tròn và địa hình rất dốc nên lũ thường lên xuống nhanh, quá trình lũ phức tạp nên việc dự báo lũ gặp rất nhiều khó khăn.

Trong nghiên cứu này tác giả đã sử dụng mô hình thủy văn HEC-HMS và mô hình thủy lực HEC-RAS để mô phỏng dự báo lũ cho sông Vu Gia – Thu Bồn thuộc tỉnh Quảng Nam và Thành phố Đà Nẵng. Mô hình HEC-RAS được dùng để tính toán thủy lực hệ thống sông bao gồm hai nhánh sông chính là Thu Bồn từ trạm Nông Sơn ra đến cửa Đại tại Hội An và Vu Gia từ trạm Thành Mỹ ra đến cửa Hàn tại Đà Nẵng. Kết quả tính toán thủy lực sẽ được kết hợp với dữ liệu GIS bằng phần mềm HEC-GEORAS chạy trên nền Arcview GIS để tính toán xây dựng bản đồ ngập lụt.

Vùng hạ lưu được chia làm 15 ô chứa còn vùng không có trạm đo lưu lượng phía hạ lưu được chia làm 12 lưu vực phụ. Dòng chảy từ 12 lưu vực con này được tính toán bằng mô hình HEC-HMS. 12 lưu vực này cũng là 12 biên nhập lưu vào mô hình thủy lực HEC-RAS. Kết quả đầu ra của mô hình HEC-HMS là đầu vào của mô hình HEC-RAS và nó được kết nối tự động bằng file \*.DSS.

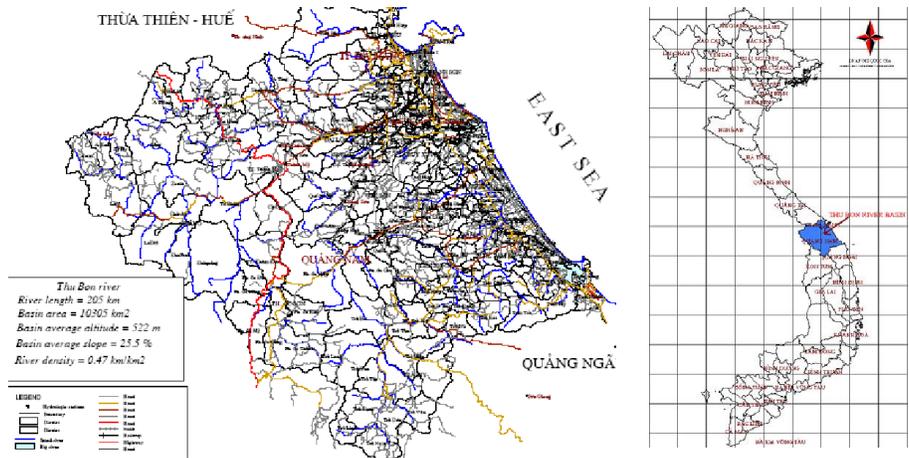
Kết quả tính toán cho thấy, kết quả tối ưu mô hình HEC-HMS cho trận lũ năm 1998, 1999 tại Nông Sơn và Thành Mỹ với EI đạt từ 0.85 đến 0.99. Kết quả tối ưu mô hình HEC-RAS tại Giao Thủy với EI từ 0.7 đến 0.95, và tại Ái Nghĩa với EI từ 0.72 đến 0.9. Kết quả này được áp dụng để tính toán cho trận lũ năm 2004 với kết quả EI đạt 0.88 tại Giao Thủy và tại Ái Nghĩa EI=0.92. Kết quả vùng ngập lụt dự đoán rất phù hợp với vùng ngập được xác định từ ảnh vệ tinh Landsat và kết quả điều tra tình hình ngập lụt năm 1999.

## 1. Giới thiệu chung

Miền Trung Việt Nam với 1200 km bờ biển trải dài từ Thanh Hóa đến Bình Thuận. Sông Vu Gia – Thu Bồn thuộc miền Trung Việt Nam có diện tích 10,350 km<sup>2</sup> từ 107°12'40'', 14°57'07'' to 108°44'18'', 16°04'03'' bao gồm thành phố Đà Nẵng, tỉnh Quảng Nam và một phần tỉnh Kom Tum. Hầu hết các sông suối thuộc hệ thống sông Vu Gia Thu Bồn đều ngắn và dốc nên lũ ở khu vực này lên xuống rất nhanh.

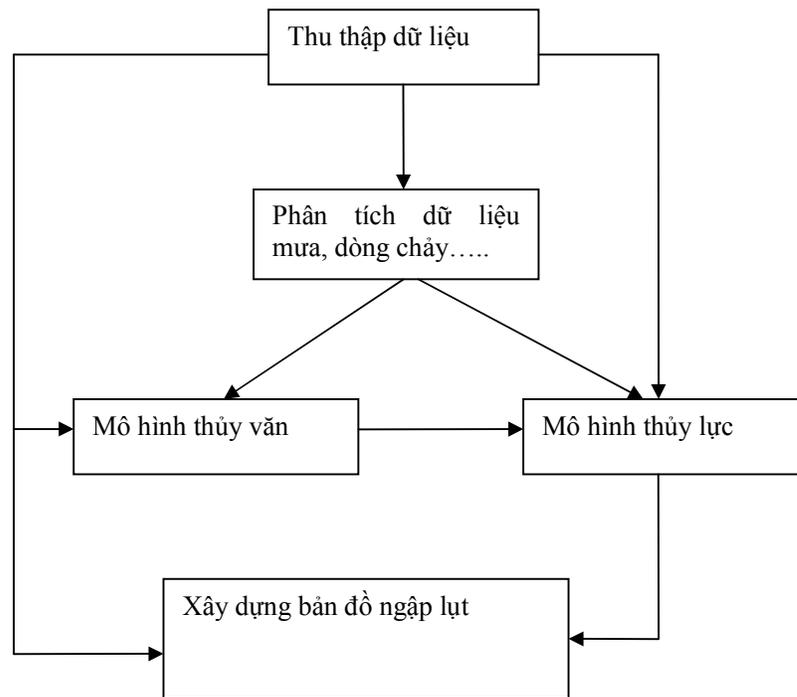
Một trong những nguyên nhân chính gây nên lũ lụt ở miền Trung là do mưa lớn ở thượng nguồn và vùng đồng bằng. Nguyên nhân gây mưa thường là do gió mùa Đông bắc hoặc bão, hoặc do gió mùa Đông bắc kết hợp với bão. Ngoài ra, lũ lớn kết hợp với triều cường cũng là một trong những nguyên nhân làm tình trạng ngập lụt ở vùng đồng bằng nghiêm trọng hơn. Đường quốc lộ 1A từ bắc vào Nam đi theo dọc ven biển miền Trung như một con đê ngăn nước lũ thoát ra biển cũng làm tình hình ngập lụt ở vùng đồng bằng trở lên nghiêm trọng hơn.

Công tác dự báo và cảnh báo lũ ở địa phương còn nhiều hạn chế, phương pháp dự báo theo xu thế vẫn là phổ biến nhất. Trong khi đó các sông suối miền Trung gần biển nên vùng hạ lưu ảnh hưởng của thủy triều. Ngoài ra sông Vu Gia – Thu Bồn được nối bởi nhánh sông Quảng Huế và nhiều nhánh sông suối nhỏ phía hạ lưu, nước thường xuyên trao đổi giữa hai sông này nên dự báo theo xu thế là rất khó chính xác.



Hình 1: Lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn

Trong nghiên cứu này, tác giả tập trung nghiên cứu áp dụng một số mô hình thủy văn thủy lực có sẵn để dự báo lũ và cảnh báo ngập lụt cho vùng hạ lưu sông Vu Gia – Thu Bồn. Sơ đồ dưới đây sẽ trình bày tóm tắt về phương pháp nghiên cứu.



Hình 2: Phương pháp nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, đầu tiên tất cả các dữ liệu như mưa, dòng chảy, mực nước, tài liệu địa hình ..... sẽ được thu thập. Sau đó các tài liệu này sẽ được phân tích xử lý, lựa chọn để đưa vào mô hình toán. Đầu ra của mô hình thủy văn sẽ được liên kết tự động với các biên đầu vào của mô hình thủy lực HEC-RAS. Đầu ra của mô hình HEC-RAS cũng được liên kết với các phần mềm GIS để xây dựng bản đồ ngập lụt. Tất cả các mô hình đều được liên kết chặt chẽ với nhau, thuận tiện khi sử dụng.

## 2. Thiết lập mô hình dự báo

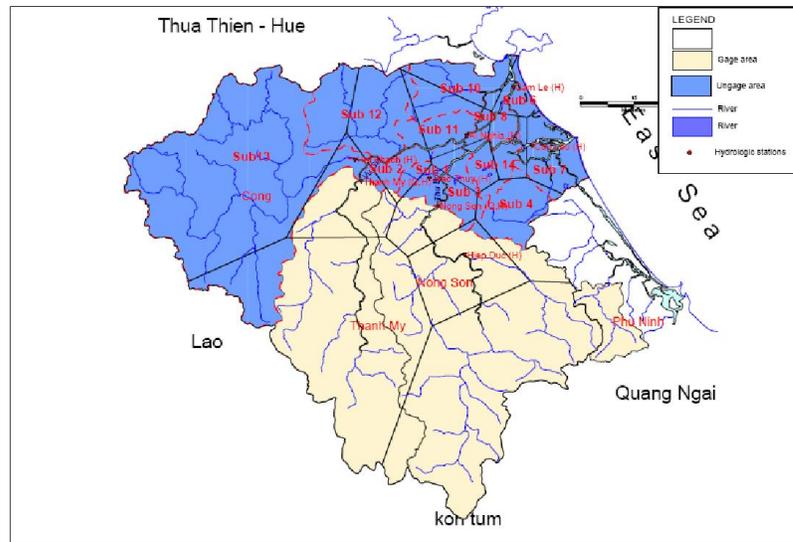
HEC-HMS sử dụng phương pháp chia nhỏ lưu vực đại biểu cho mỗi thành phần dòng chảy. Đối với mỗi thành phần dòng chảy, mô hình thấm ban đầu và thấm ổn định sẽ được sử dụng để tính tổn thất. Mô hình này gồm ba thông số, thấm ban đầu, thấm ổn định và phần trăm diện tích không thấm. Mô hình lũ đơn vị Snyder được sử dụng để tính toán thành phần dòng chảy mặt. Mô hình lũ đơn vị Snyder bao gồm hai thông số là  $T_p$  có ý nghĩa như là thời gian trễ của đỉnh mưa và đỉnh lũ,

$C_p$  là hệ số đỉnh lũ. Phương pháp cắt nước ngầm được sử dụng là phương pháp đường cong triết giảm nước ngầm. Phương pháp này sử dụng ba thông số là lưu lượng ban đầu  $Q$ , hằng số triết giảm và lưu lượng bắt đầu triết giảm. Phương pháp Muskingum sẽ được sử dụng đối với bài toán truyền lũ trong sông.

Mô hình HEC-RAS ứng dụng hệ phương trình Saint-venant để mô phỏng dòng chảy trong sông thiên nhiên. Lý thuyết mô hình HEC-HMS và HEC-RAS có thể download miễn phí tại địa chỉ <http://www.hec.usace.army.mil/>

Hai biên trên của bài toán thủy lực được xác định tại trạm Nông Sơn trên sông Thu Bồn và trạm Thành Mỹ trên sông Vu Gia. Hai trạm này có số liệu quan trắc lưu lượng, mực nước, mưa. Số liệu tại hai trạm này có số liệu ngày và trong thời gian lũ là số liệu mưa thời đoạn 6 giờ hoặc 1 giờ. Hai biên dưới của bài toán thủy lực là hai biên triều tại cửa Hàn thuộc nhánh sông Vu Gia và cửa Hội An thuộc nhánh sông Thu Bồn.

Vùng từ hai trạm Nông Sơn Thành Mỹ trở xuống hạ lưu không có trạm đo lưu lượng chiếm diện tích 5,077 km<sup>2</sup> bằng 49 % tổng diện tích của lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn. Từ bản đồ địa hình và hệ thống mạng lưới sông, vùng không có trạm đo được chia ra 12 lưu vực phụ tương ứng với 12 nhánh nhập lưu vào bài toán thủy lực



Hình 3: Đa giác Thiessen và các lưu vực con

Dòng chảy từ 12 lưu vực phụ và hai biên trên là những biên nhập lưu của mô hình HEC-RAS. Sơ đồ hệ thống sông và mặt cắt phía dưới trạm Nông Sơn và Thành Mỹ được tạo bằng phần mềm HEC-GEORAS từ bản DEM địa hình và bản đồ hệ thống sông. HEC-GEORAS là một phần mềm hỗ trợ cho mô hình HEC-RAS. Hệ thống mặt cắt này sau khi tạo từ DEM bằng phần mềm HEC-GEORAS sẽ được chỉnh sửa bằng số liệu đo đạc thực tế.

Hệ thống sông Vu Gia Thu Bồn từ trạm Nông Sơn – Thành Mỹ ra đến biển được chia làm 148 mặt cắt và vùng hạ lưu được chia làm 15 khu chứa. Các ô chứa được phân chia bởi địa hình, đường giao thông, đường sắt, đồng ruộng..... dòng chảy từ ô chứa này sang ô chứa khác sẽ được mô phỏng bằng đập tràn hoặc công.

Sơ đồ thủy lực bao gồm hai biên trên là trạm Nông Sơn trên sông Thu Bồn và trạm Thành Mỹ trên sông Vu Gia, Hai biên dưới của bài toán thủy lực là hai biên triều tại cửa Hàn thuộc nhánh sông Vu Gia và cửa Hội An thuộc nhánh sông Thu Bồn. Nhánh sông Quảng Huế nối hai nhánh sông Vu Gia và Thu Bồn. Hai trạm thủy văn ngay dưới sông Quảng Huế là trạm Giao Thủy trên sông Thu Bồn và trạm Ái Nghĩa trên sông Vu Gia sẽ được dùng để kiểm tra kết quả tính toán.

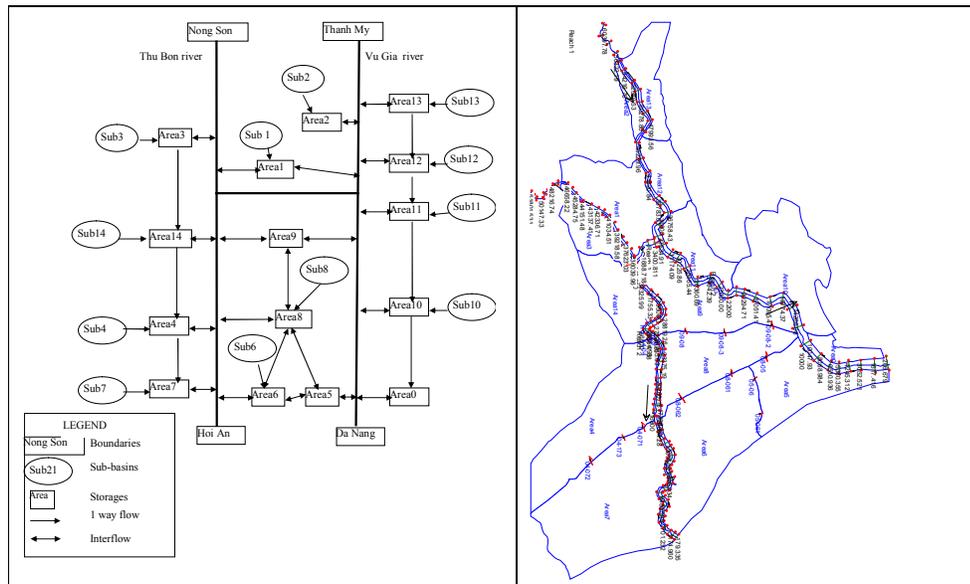


Figure 4: Sơ đồ thủy lực hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn

Vì quá trình lũ tại các sông này lên xuống nhanh, thời gian lũ tập trung ngắn nên tác giả chọn thời đoạn tính toán là 1 giờ. Trong quá trình dự báo thực tế, ta có thể lấy ra kết quả 6 giờ hoặc 12 giờ tùy theo từng thời đoạn dự báo.

### 3. Tính toán mưa

Trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn có trạm Trà My và Đà Nẵng có số liệu đo đạc mưa thời đoạn ngắn. Các trạm khác có số liệu mưa ngày và mưa 12 giờ hoặc mưa 6 giờ khi có lũ. Chính vì vậy để tính toán mưa giờ tại các trạm này, ta cần chuyển đổi mưa ngày sang mưa giờ.

Để chuyển đổi mưa từ mưa ngày sang mưa giờ, tác giả sử dụng mưa giờ thực đo tại Trà My trong nhiều năm. Mưa giờ tại các trạm khác sẽ được tính toán bằng cách lấy hệ số mưa ngày tại trạm đo với mưa ngày tại Trà My rồi nhân với mưa giờ tại Trà My. Cách tính toán cụ thể như sau:

Đầu tiên, ta chia mưa ngày tại trạm cần tính toán cho mưa ngày tại Trà My

$$k = \frac{R2}{R1}$$

R1: Mưa ngày tại Trà My

R2: Mưa ngày tại trạm cần tính mưa giờ

k: tỷ số giữa mưa ngày tại trạm cần tính mưa giờ với mưa ngày tại Trà My

Từ mưa giờ tại Trà My chúng ta có thể tính mưa giờ cho các trạm khác như sau

$$R'2 = k * R'1$$

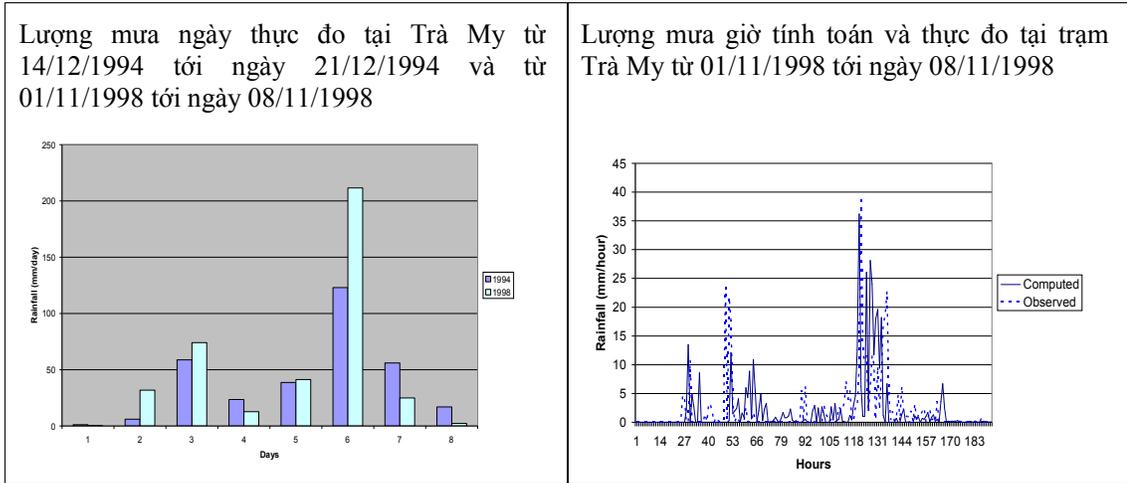
R'2: Mưa giờ tại trạm cần tính toán

R'1: Mưa giờ tại Trà My

Thông thường phương pháp này thường dùng cho các lưu vực nhỏ, các trạm mưa gần nhau, lượng mưa không biến đổi nhiều theo không gian. Đối với các lưu vực mà có lượng mưa biến đổi nhiều theo không gian, phương pháp này sẽ không hợp lý khi áp dụng. Ví dụ như trong cùng một ngày, tại trạm có lượng mưa nhỏ thì thường mưa chỉ tập trung vào một vài giờ nhất định, còn tại trạm có lượng mưa lớn thì mưa sẽ phân bố đều theo các giờ đều có mưa. Vì vậy khi thu phóng lượng mưa giờ từ một trạm có lượng mưa ngày nhỏ sang một trạm có lượng mưa ngày lớn thì lượng mưa giờ sẽ rất lớn, đôi khi không phù hợp với thực tế vì mưa giờ rất lớn lại tập trung vào một vài giờ nhất định.

Để tính toán lượng mưa giờ cho các trạm này, tác giả đã tìm những trận mưa đã xảy ra và có đo

đạt được tại Trà My mà có lượng mưa ngày, xu thế mưa ngày phù hợp nhất với trận mưa mà cần thu phóng mưa giờ. Từ đó chúng ta có thể thu phóng mưa giờ tại những trạm không có mưa giờ một cách hợp lý hơn. Kết quả thu phóng được minh họa dưới hình dưới đây.



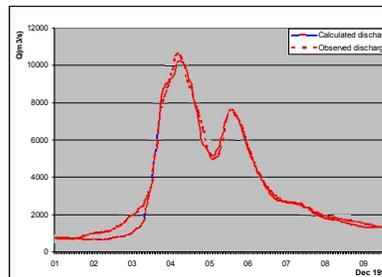
Hình 5: Mưa giờ tính toán và thực đo

#### 4. Tối ưu thông số mô hình

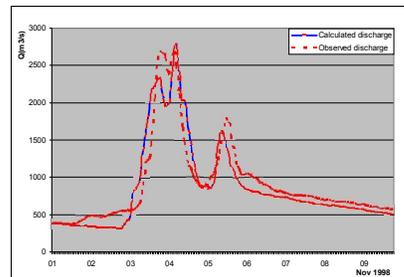
##### 4.1 Dò tìm thông số mô hình HEC-HMS

Kết quả tối ưu thông số mô hình HEC-HMS tại Nông Sơn cho thấy sai số EI = 0.99. Đỉnh lũ thực đo là 10,600 m<sup>3</sup>/s vào lúc 17 giờ ngày 20/11/1998 còn đỉnh lũ tính toán là 10,566 m<sup>3</sup>/s vào lúc 18 giờ ngày 20/11/1998, sai số giữa đỉnh lũ thực đo và đỉnh lũ tính toán là 0.32 %. Tại trạm Thành Mỹ, sai số EI = 0.96. Đỉnh lũ thực đo là 7,000 m<sup>3</sup>/s vào lúc 15 giờ ngày 20/11/1998 còn đỉnh lũ tính toán là 5,468 m<sup>3</sup>/s vào lúc 12 giờ ngày 20/11/1998.

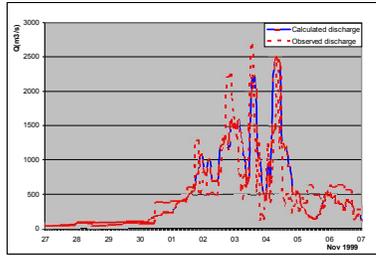
Dòng chảy tính toán và thực đo tại trạm Nông Sơn từ 1/12/1999 tới ngày 10/12/1999



Dòng chảy tính toán và thực đo tại trạm Thành Mỹ từ 1/12/1999 tới ngày 10/12/1999



Dòng chảy tính toán và thực đo tại trạm Phú Ninh from 1/12/1999 tới ngày 10/12/1999



Hình 6: Kết quả tối ưu thông số mô hình HEC-HMS tại trạm Nông Sơn

Trận lũ vào tháng 11 năm 1999 xảy ra từ 07 giờ ngày 31/10/1999 đến 19 giờ ngày 10/11/1999. Đây là trận lũ kép có hai đỉnh, đỉnh lũ thứ nhất đạt  $9890 \text{ m}^3/\text{s}$  vào lúc 2 giờ ngày 3/11/1999 và đỉnh lũ thứ hai là  $7,490 \text{ m}^3/\text{s}$  vào lúc 3 giờ ngày 6/11/1999. Kết quả tối ưu thông số mô hình cho thấy đỉnh lũ thực đo tại Nông Sơn là  $9890 \text{ m}^3/\text{s}$  vào lúc 2 giờ ngày 3/11/1999 còn đỉnh lũ tính toán là  $9948 \text{ m}^3/\text{s}$  vào lúc 2 giờ ngày 3/11/1999, sai số giữa đỉnh lũ thực đo và đỉnh lũ tính toán là 0.58 %, sai số  $EI=0.99$ . Tại trạm Thành Mỹ, đỉnh lũ thực đo là  $4930 \text{ m}^3/\text{s}$  vào lúc 9 giờ ngày 2/11/1999 còn đỉnh lũ tính toán là  $4740 \text{ m}^3/\text{s}$  vào lúc 9 giờ ngày 2/11/1999, sai số  $EI=0.88$ . Tại hồ Phú Ninh, đỉnh lũ thực đo là  $1439 \text{ m}^3/\text{s}$  vào lúc 16 giờ ngày 3/11/1999 còn đỉnh lũ tính toán là  $1283 \text{ m}^3/\text{s}$  vào lúc 24 giờ ngày 5/11/1999.

Hình trên cho thấy kết quả kiểm định mô hình cho trận lũ tháng 12/1999. Trận lũ tháng 12/1999 xảy ra từ ngày 01/12/1999 đến 9/12/1999. Tại Nông Sơn, , đỉnh lũ thực đo là  $10600 \text{ m}^3/\text{s}$  vào lúc 5 giờ ngày 4/12/1999 còn đỉnh lũ tính toán là  $10270 \text{ m}^3/\text{s}$  vào lúc 6 giờ ngày 4/12/1999, sai số  $EI=0.99$ . Tại trạm Thành Mỹ, đỉnh lũ thực đo là  $2690 \text{ m}^3/\text{s}$  vào lúc 2 giờ ngày 3/12/1999 còn đỉnh lũ tính toán là  $2244 \text{ m}^3/\text{s}$  vào lúc 5 giờ ngày 4/11/1999, sai số  $EI = 0.85$ . Tại hồ Phú Ninh, , đỉnh lũ thực đo là  $2682 \text{ m}^3/\text{s}$  vào lúc 8 giờ ngày 4/12/1999 còn đỉnh lũ tính toán là  $2512 \text{ m}^3/\text{s}$  vào lúc 3 giờ ngày 5/12/1999. Kết quả kiểm định mô hình được thống kê ở bảng dưới đây.

Bảng 1: So sánh kết quả kiểm định thông số mô hình

Trạm	Kiểm định thông số			Kết quả đo đạc	
	EI	Đỉnh lũ $\text{m}^3/\text{s}$	Thời gian xuất hiện đỉnh	Đỉnh lũ $\text{m}^3/\text{s}$	Thời gian xuất hiện đỉnh
Nông Sơn	0.94	11,797	07 giờ ngày 04/12/1999	10,600	05 giờ ngày 04/12/1999
Thành Mỹ	0.85	2,244	05 giờ ngày 4/12/1999	2,690	02 giờ ngày 3/12/1999
Phú Ninh	0.62	2,512	03 giờ ngày 5/12/1999	2,682	08 giờ ngày 04/12/1999

Kết quả kiểm định mô hình HEC-HMS cho kết quả tính toán phù hợp với lũ thực đo.

#### 4.2 Diễn toán lũ bằng mô hình thủy lực

Mô hình thủy lực HEC-RAS được thiết lập cho hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn với hai nhánh sông chính là Vu Gia từ Thành Mỹ cho đến cửa Hàn tại Đà Nẵng và Thu Bồn từ Nông Sơn cho đến cửa Đại tại Hội An. Hai sông này được nối với nhau bằng nhánh sông Quảng Huế. Dưới nhánh sông Quảng Huế có hai trạm thủy văn là Ái Nghĩa trên sông Vu Gia và Giao Thủy trên sông Thu Bồn. Hai trạm này được dùng để kiểm tra thông số của mô hình thủy lực.

Hệ số nhám trong mô hình HEC-RAS được xác định là  $n=0.03$  lòng sông và  $0.033$  cho bãi sông.

Kết quả kiểm định hệ số nhám cho thấy đối với trận lũ năm 1998 xảy ra từ ngày 18/11/1998 đến ngày 25/11/1998 có đỉnh lũ thực đo tại Giao Thủy là  $9.41 \text{ m}$  lúc 24 giờ ngày 20/11/1998, sai số  $EI=0.97$ ,  $RMSE=0.33$ .

Tại trạm Ái nghĩa trên sông Vu Gia, đỉnh lũ thực đo là  $10.43 \text{ m}$  lúc 23 giờ ngày 20/11/1998 còn

đỉnh lũ tính toán là 10.37 m lúc 23 giờ ngày 20/11/1998, sai số EI = 0.90, RMSE = 0.56.

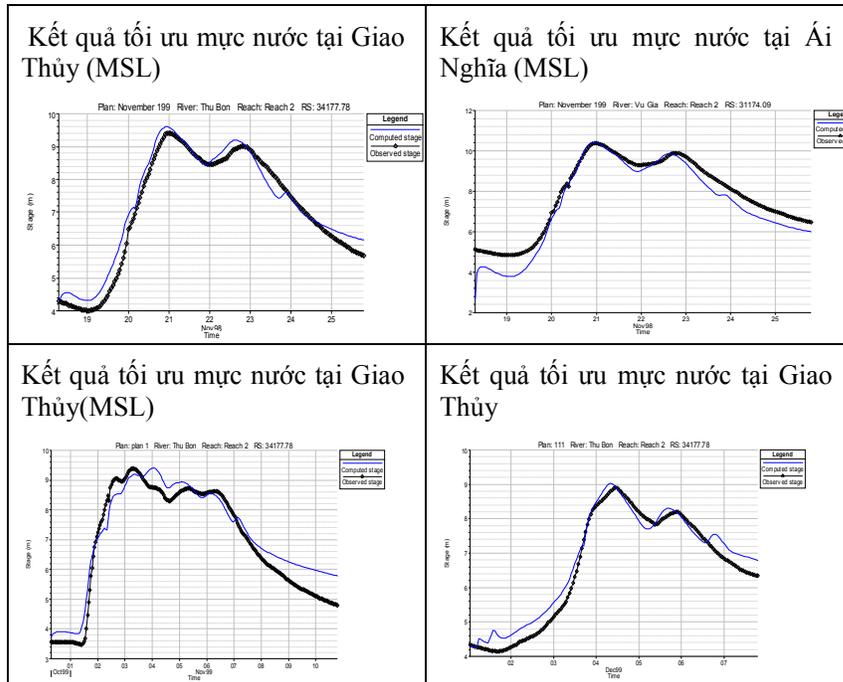
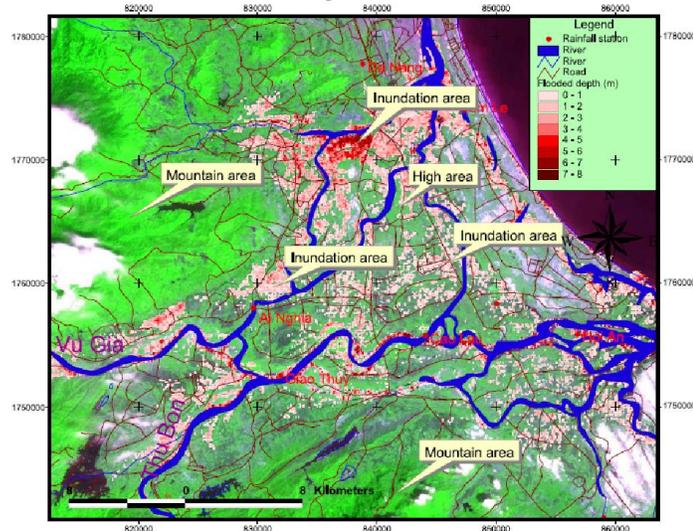


Figure 7: Kết quả kiểm định mô hình thủy lực

#### 4.3 Bản đồ ngập lụt

Bản đồ ngập lụt được xây dựng từ DEM địa hình với độ phân giải là 90 m. Kết quả tính toán thủy lực bằng mô hình HEC-RAS sẽ được nhập vào Arcview GIS bằng HEC-GEORAS. Phần mềm HEC-GEORAS sẽ tạo bề mặt nước từ kết quả tính toán thủy lực từ cao độ mực nước trong sông và trong các ô chứa. Độ sâu ngập lụt bằng cao độ mặt nước trừ đi cao độ của DEM địa hình. Những điểm ngập là những điểm có cao độ mặt nước lớn hơn cao độ của địa hình. Kết quả của bản đồ ngập lụt sẽ cho ta diện tích ngập và độ sâu ngập lụt tương ứng với mực nước tại một thời điểm nhất định.

## Inundation map of flood in 11/1999



Hình 8: Bản đồ ngập lụt

Bản đồ ngập lụt cần được kiểm tra bằng ảnh vệ tinh hoặc số liệu đo đạc thực tế ngoài thực địa. Tuy nhiên tại thời điểm tính toán lũ không có ảnh vệ tinh chụp tại khu vực nghiên cứu và số liệu điều tra thực địa cũng chỉ sau khi trận lũ năm 1999 đã xảy ra. Vì vậy trong nghiên cứu này tác giả chọn phương pháp kiểm tra kết quả tính toán với các trạm mực nước trong sông và kết quả tính toán ngập lụt dựa trên ảnh Landsat chụp năm 2001. Ảnh vệ tinh này thể hiện rõ vùng đồng bằng thường xuyên bị ngập nước hàng năm. Kết quả tính toán cho thấy những điểm ngập đều nằm trong vùng bị ngập nước và hoàn toàn phù hợp với thực tế.

## 5. Ứng dụng mô hình

### 5.1 Lựa chọn thông số mô hình cho các lưu vực phụ

Vì các lưu vực không có trạm đo ở vùng hạ lưu sông Vu Gia – Thu Bồn biến đổi từ thượng lưu về đến hạ lưu (hình 3), chính vì vậy chúng ta không nên chọn chung một bộ thông số cho tất cả các lưu vực. Ví dụ như lưu vực số 13 có diện tích là 2,450 km<sup>2</sup>, độ cao bình quân lưu vực là 650 m trong khi đó lưu vực số 14 ở phía hạ lưu có diện tích là 160 km<sup>2</sup> và độ cao bình quân lưu vực là 50 m.

Trong nghiên cứu này phương pháp lưu vực tương tự sẽ được sử dụng để xác định thông số cho các lưu vực không có trạm đo dòng chảy. Thông số đã tối ưu tại các lưu vực Nông Sơn, Thành Mỹ, Phú Ninh sẽ được áp dụng cho các lưu vực không có trạm đo.

Các lưu vực như lưu vực 13, 12, 11, 2 gần trạm Thành Mỹ và nằm ở vùng đồi núi. Chiều dài sông và diện tích lưu vực cũng tương tự như các lưu vực thuộc lưu vực Thành Mỹ. Chính vì vậy thông số mô hình HEC-HMS của lưu vực Thành Mỹ sẽ được sử dụng cho các lưu vực này

Các lưu vực 1, 3 nằm ngay phía dưới trạm Nông Sơn có hình dạng lưu vực và diện tích lưu vực tương tự các lưu vực tại lưu vực Nông Sơn. Thông số của các lưu vực này được lấy từ lưu vực Nông Sơn.

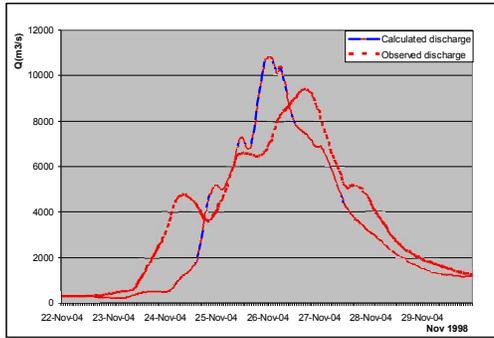
Các lưu vực khác thuộc vùng đồng bằng sẽ được lấy từ lưu vực hồ Phú Ninh

### 5.2 Ứng dụng mô hình

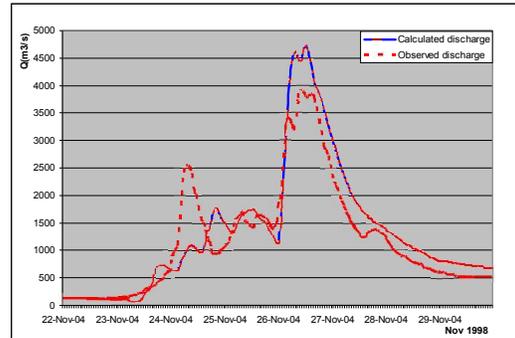
#### 5.2.1 Tính toán dòng nhập lưu từ các biên

Mô hình HEC-HMS được dùng để tính toán dòng chảy tại các biên trên Nông Sơn và Thành Mỹ và 15 biên nhập lưu phía hạ lưu sông Vu Gia – Thu Bồn. Lượng mưa sẽ được lấy từ 16 trạm mưa có số liệu đo đạc mưa trên lưu vực. Lượng mưa giờ sẽ được mô phỏng từ mưa ngày như đã trình bày ở phần trên.

*Kết quả tính toán lưu lượng tại trạm Nông Sơn năm 2004*



*Kết quả tính toán lưu lượng tại trạm Thành Mỹ năm 2004*



*Hình 9: kết quả tính toán tại trạm Nông Sơn và Thành Mỹ năm 2004*

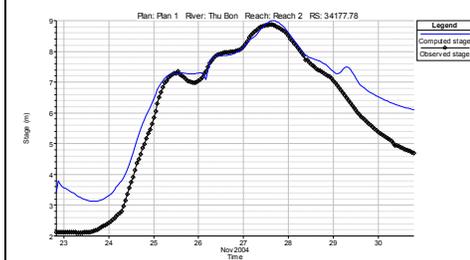
Hình 9 cho thấy kết quả tính toán thủy văn tại trạm Nông Sơn và Thành Mỹ. Đỉnh lũ tính toán là  $4,727.2 \text{ m}^3/\text{s}$  lúc 08 giờ ngày 27/11/2004, trong khi đó đỉnh lũ thực đo là  $3,910 \text{ m}^3/\text{s}$  lúc 07 giờ ngày 27/11/2004. Chênh lệch đỉnh lũ tính toán so với thực đo là 21%, sai số EI là 0.8

Tại trạm Nông Sơn, Đỉnh lũ tính toán là  $10,825 \text{ m}^3/\text{s}$  lúc 19 giờ ngày 26/11/2004, trong khi đó đỉnh lũ thực đo là  $9,350 \text{ m}^3/\text{s}$  lúc 13 giờ ngày 27/11/2004. Chênh lệch đỉnh lũ tính toán so với thực đo là 15.8%, sai số EI là 0.0.72

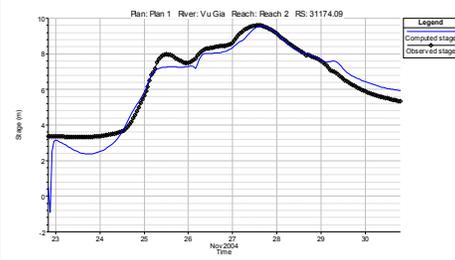
### 5.2.2 Tính toán dòng chảy tại hạ lưu bằng mô hình thủy lực

Mô hình thủy lực HEC-RAS được dùng để tính toán mực nước tại vùng hạ lưu sông Vu Gia – Thu Bồn. Hai trạm mực nước Ái Nghĩa trên sông Vu Gia và Giao Thủy trên sông Thu Bồn sẽ được dùng để kiểm tra kết quả tính toán. Đối với trận lũ năm 2004, đỉnh lũ thực đo tại trạm Giao Thủy là 8.87 m lúc 14 giờ ngày 27/11/2004 còn tại Ái Nghĩa là 9.61 m lúc 14 giờ ngày 27/11/2004. Kết quả tính toán cho thấy mực nước tại Giao Thủy là 9.0 m lúc 16 giờ ngày 27/11/ 2004 còn tại Ái Nghĩa mực nước cũng đạt đỉnh 9.58 m cùng thời gian đó. Sai số EI = 0.92 tại Ái Nghĩa còn tại Giao Thủy EI=0.88.

*Kết quả tính toán mực nước tại trạm Giao Thủy năm 2004*



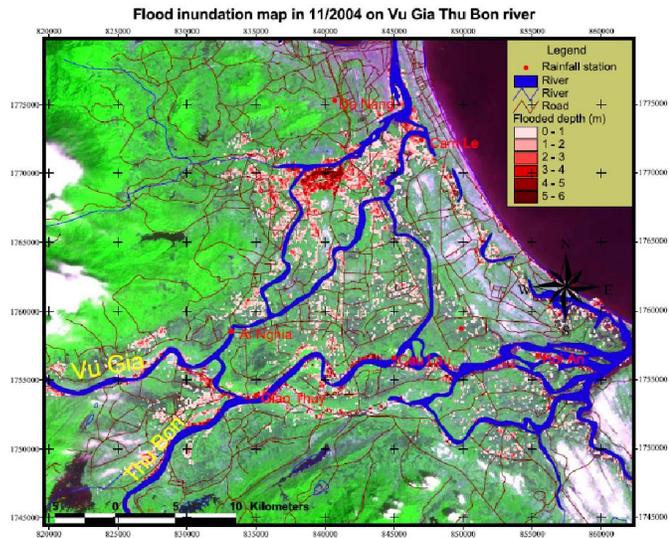
*Kết quả tính toán mực nước tại trạm Ái Nghĩa năm 2004*



*Hình 10: Kết quả tính toán thủy lực*

Vì thiếu số liệu mưa giờ nên đa số các trạm mưa đều được mô phỏng theo mưa giờ tại trạm Trà My. Chính vì vậy nó sẽ làm ảnh hưởng đến kết quả tính toán.

### 5.2.3 Dự báo bằng bản đồ ngập lụt



Hình 11: Bản đồ ngập lụt tại sông Vu Gia- Thu Bồn năm 2004

### Kết luận

Trong nghiên cứu này, mô hình dự báo lũ cho hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn đã được thiết lập, tối ưu các thông số và cho kết quả tốt. Phương pháp tính toán sử dụng các mô hình dự báo phù hợp với điều kiện hiện có ở Việt Nam. Các mô hình dự báo và tính toán bản đồ ngập lụt có giao diện dễ sử dụng, chạy ổn định và đã được nhiều người biết đến. Trung tâm dự báo khí tượng Thủy Văn tỉnh Quảng Nam cũng đã biết đến một số mô hình này và đang có ý định áp dụng vào dự báo cho sông Thu Bồn. Các mô hình này cũng phù hợp với điều kiện hiện có của lưu vực như các loại dữ liệu, nhân viên ít kinh nghiệm về tin học và sử dụng các phần mềm.

Lũ trên hệ thống sông Vu Gia –Thu Bồn lên xuống rất nhanh.

Có thể rút ra những kết luận sau

- 1) Phân phối mưa giờ có ảnh hưởng lớn đến quá trình
- 2) Điều kiện biên có ảnh hưởng lớn đến kết quả tính toán thủy lực. Nếu chúng ta có thể tính toán được chính xác biên vào thì kết quả thủy lực sẽ chính xác
- 3) Mô hình HEC-HMS và HEC-RAS phù hợp để dự báo lũ
- 4) Chương trình HEC-GEORAS phù hợp để mô phỏng ngập lụt
- 5) Các mô hình này thích hợp để dự báo lũ cho hệ thống sông Thu
- 6) Độ tin cậy của dữ liệu có ảnh hưởng lớn đến kết quả tính toán

Trong các nghiên cứu tiếp theo, hệ thống cảnh báo lũ nên được xây dựng. Các thông tin về lũ được cung cấp trên mạng internet mọi người có thể truy cập và tìm hiểu thông tin về lũ lụt trên mạng. Ngoài ra, hệ thống nhắn tin di động SMS có thể cung cấp thông tin cảnh báo lũ lụt đến mọi người một cách nhanh nhất. Người dùng di động có thể đăng ký số với tổng đài và khi lũ lụt xảy ra tổng đài gửi tin nhắn cảnh báo lũ tới máy di động, hoặc người dùng di động có thể nhắn tin tới tổng đài để biết thông tin về tình hình lũ lụt tại vùng mình quan tâm. Các lớp đào tạo, tập huấn để nâng cao nhận thức của người dân về hiểm họa lũ lụt và các phương pháp phòng chống lũ cũng nên được tổ chức hàng năm vào trước mùa mưa lũ.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. HEC (Hydrologic Engineering Center). (1997). HEC-RAS River Analysis System, Hydraulic Reference Manual. *Hydrologic Engineering Center*
2. HEC (Hydrologic Engineering Center). (2000). Hydrologic Modeling System HEC-HMS, Technical Reference Manual

3. HEC (Hydrologic Engineering Center). (2001). Hydrologic Modeling System, HEC-HMS, version 2.1, user's manual
4. HEC (Hydrologic Engineering Center). (2003). Geospatial Hydrologic modeling extension, HEC-GeoHMS, version 1.1, user's manual
5. Eric Tate, David Maidment. (1999). Floodplain Mapping Using HEC-RAS and ArcView GIS, *CRWR Online Report 99-1*
6. G.J. Arcement, Jr. and V.R. Schneider, USGS, Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains, United States Geological Survey Water-supply Paper 2339, Metric Version, <http://www.usgs.gov/>
7. Trần Thực. (2003). Cơ sở khoa học trong xác định cấp mực nước báo động lũ, hệ thống sông Thu Bồn, Internet site, [www.imh.ac.vn/c\\_tt\\_chuyen\\_nganh/cn\\_cacbaibao\\_dadang\\_n/Baibai\\_Nam2003/](http://www.imh.ac.vn/c_tt_chuyen_nganh/cn_cacbaibao_dadang_n/Baibai_Nam2003/)
8. Dr. Nguyen Thi Tan Thanh. (2005). Flood monitoring and forecasting in Vietnam. *Asian water cycle symposium*, Tokyo, 2-4 Nov. 2005
9. Philip B. Dedient, Way C. Huber. (2002). Hydrology and Floodplain Analysis, Third Edition
10. David Maidment, Dean Djokic. (2000). Hydrologic and Hydraulic modeling support with Geographic Information Systems
11. Ven Te Chow, David R. Maidment, Larry W. Mays. (1988). Applied Hydrology  
A. M. Gurnell, D. R. Montgomery. (1999). Hydrological applications of GIS
12. US Army Corps of Engineers. (1994). Flood-Runoff Analysis. *EM 1110-2-1417*
13. Juraj M. Cunderlik, Slobodan P. Simonovic. (2004). *Selection of calibration and verification data for the HEC-HMS hydrologic model*. CFCAS project: Assessment of water resources risk and vulnerability to changing climatic conditions. Project report II.
14. Juraj M. Cunderlik, Slobodan P. Simonovic. (2004). *Calibration, verification, and sensitivity analysis of the HEC-HMS hydrologic model*. CFCAS project: Assessment of water resources risk and vulnerability to changing climatic conditions. Project report IV.
15. David T. Soong and Yanqing Lian. (2001). Management Strategies for Flood Protection in the Lower Illinois River, Phase I: Development of the Lower Illinois River - Pool 26 UNET Model, *Contract Report 2001-10*
16. Daniel Baldwin Snead. (2000). Development and Application of Unsteady Flood Models Using Geographic Information Systems, *CRWR Online Report*
17. David James Anderson. (2000). GIS-based hydrologic and hydraulic modeling for floodplain delineation at highway river crossings, Thesis Master, The University of Texas at Austin
18. Peter B. Andrysiak Jr, David Maidment. (2000). Visual Floodplain Modeling with Geographic Information Systems (GIS), *CRWR Online Report 00-4*

**Abstract:** *Floods in Central Vietnam occur annually and cause property damages and losses of life. Shape of basins in central Vietnam is quite concentrated and terrain is quite steep, so the flood water level goes up and down very fast. Moreover, floods always fluctuate making flood forecasting becomes difficult in this area.*

*In this study, hydrologic models HEC-HMS and hydrodynamic model HEC-RAS are used to simulate flood in Vu Gia- Thu Bon river, Quang Nam – Da Nang province, Central Vietnam. The HEC-RAS model is applied to route flood from two stations which are Nong Son at upstream of Thu Bon river and Thanh My at upstream of Vu Gia river, to two downstream boundaries which are Han mouth in Da Nang city and Dai mouth at Hoi An district in Quang Nam province. The results of HEC-RAS model are used to prepare inundation map to determine flooded area at floodplain by HEC-GEORAS which are an extension of Arcview-GIS.*

*The floodplain in downstream area is divided into 15 storages, in which each storage is separated*

*by roads, railways, etc. The connections between two storages are simulated by a spillway or gate. Runoff from floodplain or ungaged area is divided into 12 sub-basins with basin areas ranging from 200 to 600 km<sup>2</sup> and hydrologic software models HEC-HMS are applied to calculate runoff from rainfall. The model parameters are selected from calibration result. The outflows from 12 sub-basins are inflows into 12 storages which are the boundaries of the hydrodynamic model. The output of HEC-HMS is input of HEC-RAS model and it is auto-connected by DSS files. Rainfall input for HEC-HMS is hourly rainfall which is simulated from hourly rainfall observed stations.*

*Calibration results of HEC-HMS for flood in 1998, 1999 at Nong Son and Thanh My station with EI range from 0.85 to 0.99 and a set of validation parameter is selected. The results of HEC-RAS model are obtained at Giao Thuy station on Thu Bon river with EI range from 0.7 to 0.95 and Ai Nghia station on Vu Gia river with EI range from 0.72 to 0.9. These results are applied for flood in 2004 with EI = 0.88 at Giao Thuy station and EI = 0.92 at Ai Nghia. The predicted flooded area is compared reasonably well with floodplain archived by Landsat images.*