

# ỨNG DỤNG MÔ HÌNH HEC-HMS TÍNH TOÁN LŨ TRÊN CÁC SÔNG TỈNH QUẢNG TRỊ & BÌNH ĐỊNH

PGS. TS. Lê Văn Nghinh  
ThS. Phạm Xuân Hòa  
KS. Nguyễn Đức Hạnh

**Tóm tắt:** Những năm gần đây, lũ lụt xảy ra ngày một nghiêm trọng và khó kiểm soát ở các tỉnh miền trung Việt Nam. Nghiên cứu và mô phỏng chính xác quá trình lũ trên các sông lớn miền trung sẽ góp phần đáng kể trong việc đưa ra các giải pháp thích hợp kiểm soát và chống lũ trong vùng. Bài báo trình bày ứng dụng mô hình HEC-HMS để mô phỏng và tính toán lũ trên các sông Bến Hải, Hiếu, Thạch Hãn (tỉnh Quảng Trị) và sông Kone (tỉnh Bình Định)

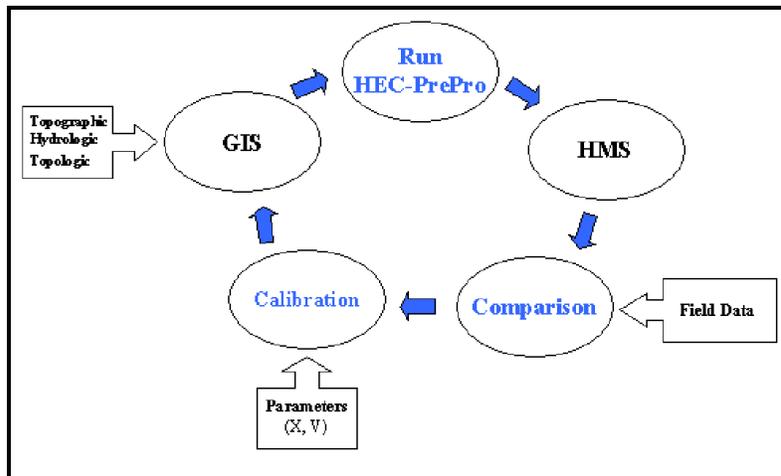
## I. Đặt vấn đề

Lũ trên các sông miền trung đã và vẫn đang là bài toán cần được giải quyết liên tục và có hệ thống. Một khi bài toán này được giải quyết, nó sẽ đồng thời trả lời hiệu quả trong các tính toán, quy hoạch, thiết kế các công trình thủy lợi. Với việc áp dụng mô hình HEC-HMS, tác giả mong muốn đưa ra những kết quả tính toán lũ và mô phỏng quá trình lũ xảy ra trong lịch sử trên các sông Kone tại trạm Bình Tường, và sông Bến Hải tại trạm Gia Vòng. Mô hình HEC-HMS liên kết rất hiệu quả với Geo-HMS để mô phỏng quá trình lũ xác thực nhất với điều kiện tự nhiên của lưu vực nghiên cứu.

## II. Nội dung và phương pháp nghiên cứu

**Nội dung nghiên cứu:** Nghiên cứu kết hợp và ứng dụng mô hình Geo-HMS và HEC-HMS mô phỏng quá trình lũ cho lưu vực nghiên cứu với các trận lũ lịch sử xảy ra trên lưu vực.

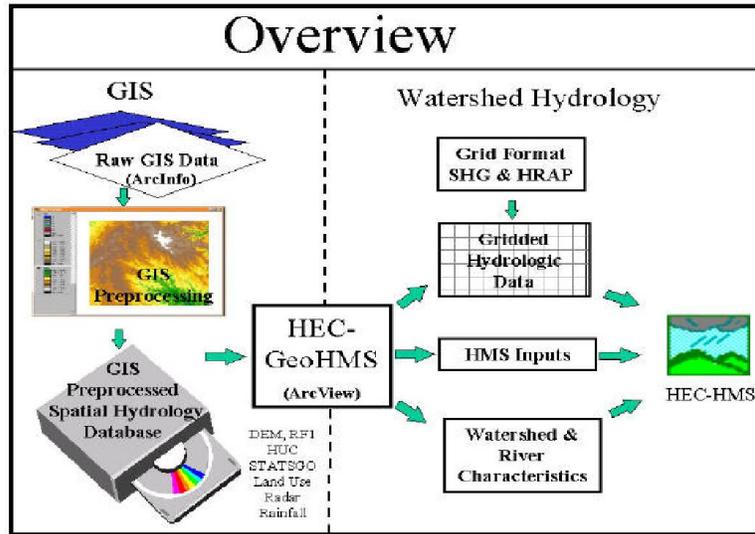
**Phương pháp nghiên cứu:** Thu thập tài liệu địa hình, thủy văn trên hai lưu vực nghiên cứu. Phân tích, xử lý các dữ liệu và mô phỏng các lưu vực và tính toán các quá trình lũ cho các năm điển hình.



Hình 1: Liên kết mô hình HEC-GeoHMS and HEC-HMS mô phỏng mưa – dòng chảy

### II.1. Mô hình HEC-GeoHMS

Với mục đích hỗ trợ các nhà kỹ thuật trong tính toán thủy văn – thủy lực, các kỹ sư thuộc Trung tâm Thủy Văn Công Trình, cục Kỹ thuật Quân đội Hoa Kỳ phát triển một phần mềm phân tích không gian trong hệ thống tin địa lý (GIS) được gọi là HEC-GeoHMS. Các thành phần của mô hình được thể hiện trong hình 2.



Hình 2 Thủ tục thực hiện trong HEC-GeoHMS

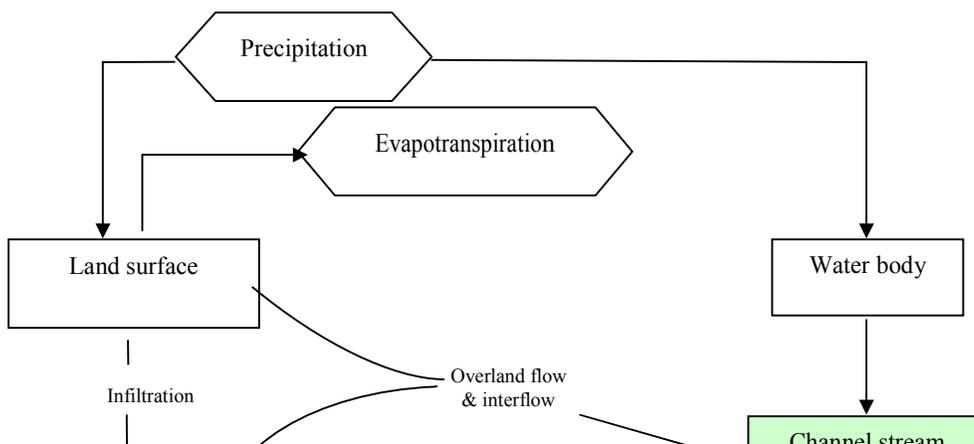
Input: Tài liệu địa hình

Output: (1) Các đặc trưng lưu vực, bao gồm: độ dốc, chiều dài, độ rộng, lưu tốc dòng chảy ..., (2) Bản đồ mô tả lưu vực

## II.2. Mô hình HEC-HMS

Là một dạng mô hình toán thủy văn được dùng để tính dòng chảy từ số liệu đo lường mưa trên lưu vực. HEC-HMS là phần mềm thông dụng do các kỹ sư thuộc Trung tâm Thủy Văn Công Trình, cục Kỹ thuật Quân đội Hoa Kỳ thực hiện. Một lưu vực sông bao gồm nhiều lưu vực nhỏ, nhiều hồ chứa, nhiều nhánh sông và các công trình Thủy lợi khác như trạm bơm, đập dâng, chuyển nước từ vùng này sang vùng khác... Để khai thác phần mềm HEC- HMS hiệu quả, sơ đồ tính toán cụ thể cho cả vùng nghiên cứu, và cho từng lưu vực nhỏ nên tuân theo trình tự sau:

- Tính mưa bình quân lưu vực
- Tính tổng lượng dòng chảy (lượng mưa hiệu quả) bằng lượng mưa đã khấu trừ tổn thất (Có thể chọn một trong 6 cách khấu trừ tổn thất).
- Chọn đường lũ đơn vị trong 5 dạng đường lũ đơn vị phần mềm cung cấp. Kết hợp với tài liệu mưa tương ứng, theo đường đơn vị đã chọn, tính được quá trình lưu lượng lũ.
- Mô phỏng dòng chảy ngầm từ một trong 3 kiểu cắt nước ngầm được cài đặt trước trong phần mềm. Lấy tổng của dòng chảy lũ và dòng chảy ngầm sẽ được đường quá trình dòng chảy do lượng mưa trên lưu vực cung cấp.



### Hình 3 – Sơ đồ tính toán dòng chảy từ mưa trong mô hình HEC-HMS

Trường hợp lưu vực tương đối lớn có thể chia thành nhiều lưu vực nhỏ, nhiều đoạn sông thì phần mềm HEC-HMS cho phép tổ hợp dòng chảy tại cửa ra theo sơ đồ tính toán đã lập sẵn cho vùng nghiên cứu.

#### **Thông số của các phương pháp tính toán được sử dụng**

Tính toán tổn thất: theo phương pháp Initial Loss có các thông số sau:

- $f_0$ : Tổn thất thấm ban đầu (mm)
- $f_c$ : Cường độ thấm ổn định (mm/h)

Hai thông số này phụ thuộc vào nhân tố mưa, điều kiện ẩm ban đầu của đất, đặc tính của tầng thổ nhưỡng, địa hình và lớp phủ thực vật. Các thông số này được xác định theo phương pháp dò tìm.

Ngoài hai thông số trên còn có một thông số nữa gọi là hệ số không thấm  $S_{kt}$  (phần trăm diện tích không thấm của lưu vực: hồ chứa, đường trải nhựa, ...) thông số này được xác định theo bản đồ hành chính của lưu vực tính toán, tại những phần diện tích không thấm này coi như không xảy ra tổn thất (100% sẽ sinh dòng chảy).

Tính toán chuyển đổi dòng chảy: phương pháp đường đơn vị tổng hợp Snyder yêu cầu hai thông số:

+  $t_{Lag}$  thời gian trễ tính từ lúc xảy ra đỉnh mưa đến lúc xảy ra đỉnh lũ

$$t_{Lag} = 0,75 \cdot C_t \cdot (L \cdot L_c)^{0,3}$$

Trong đó:  $C_t$  - hệ số phụ thuộc vào độ dốc và khả năng trữ nước của lưu vực

L - chiều dài sông chính từ đầu nguồn đến tuyến cửa ra của lưu vực

$L_c$  - chiều dài từ tuyến cửa ra đến vị trí trọng tâm lưu vực

Các hệ số L và  $L_c$  được xác định từ chương trình HEC- GEO HMS .

$C_p$  - Hệ số phụ thuộc vào độ dốc và khả năng trữ nước của lưu vực, chọn trong khoảng 0,4 - 0,8.

Tính toán dòng chảy ngầm:

Dùng đường cong nước rút để cắt nước ngầm theo phương pháp độ dốc biến đổi, phương pháp này yêu cầu ba thông số sau:

- +  $Q_0$ : lưu lượng dòng ngầm ban đầu (khi chưa xảy ra lũ)
- + RC: hằng số nước rút
- +  $T_0$ : ngưỡng của dòng chảy ngầm

### III. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

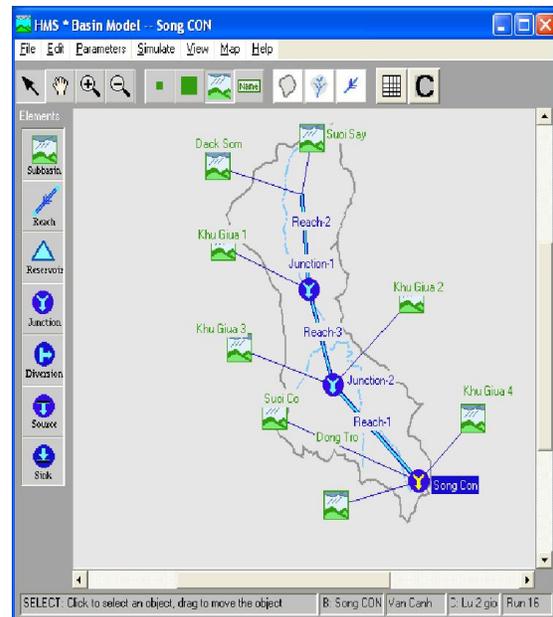
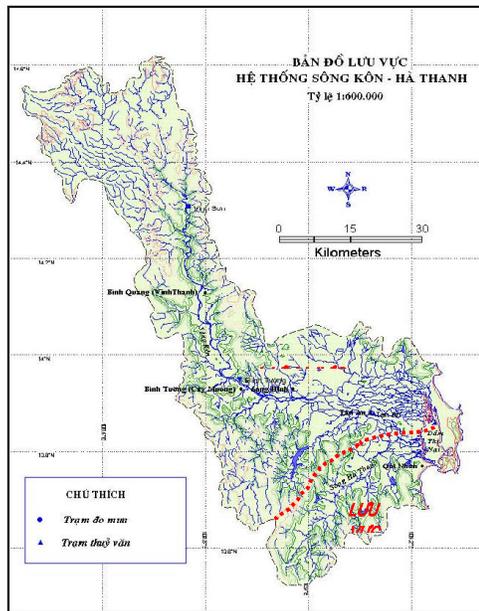
#### III.1. Sông Kone – Tỉnh Bình Định

Số liệu không gian được xác định thông qua phần mềm ArcView và mô hình HEC-GEO-HMS và kết quả xử lý cuối cùng được đưa vào mô hình HEC-HMS (Hình 4).

Trên mô hình lưu vực tính toán được hiển thị dưới dạng đường biên (đường phân thủy) và mạng lưới sông suối trong lưu vực.

Do mạng lưới trạm trên lưu vực rất thưa thớt, vì vậy để tính toán lũ trên sông Kone, số liệu sử dụng là lưu lượng đo đạc tại trạm thủy văn Bình Tường. Mô hình HEC-HMS mô phỏng lại quá trình lũ của năm lũ lịch sử 1999 (30-XI đến 8-XII) bởi các lý do sau:

- Năm 1999 là năm gần đây nhất có lũ lớn xảy ra trong toàn vùng, là lũ kép có cả đỉnh và lượng đều lớn, gây ngập úng kéo dài trên diện rộng;
- Tài liệu địa hình mới đo đạc năm 2001, rất gần với năm xảy ra lũ lớn nên có thể dùng để kiểm chứng do địa hình lòng dẫn không có thay đổi gì đáng kể;
- Trạm thủy văn Bình Tường là trạm thủy văn cấp 1, có tài liệu thực đo về mực nước và lưu lượng trận lũ tháng 12/1999;
- Có tài liệu điều tra vết lũ dọc các nhánh sông trên hệ thống để so sánh.

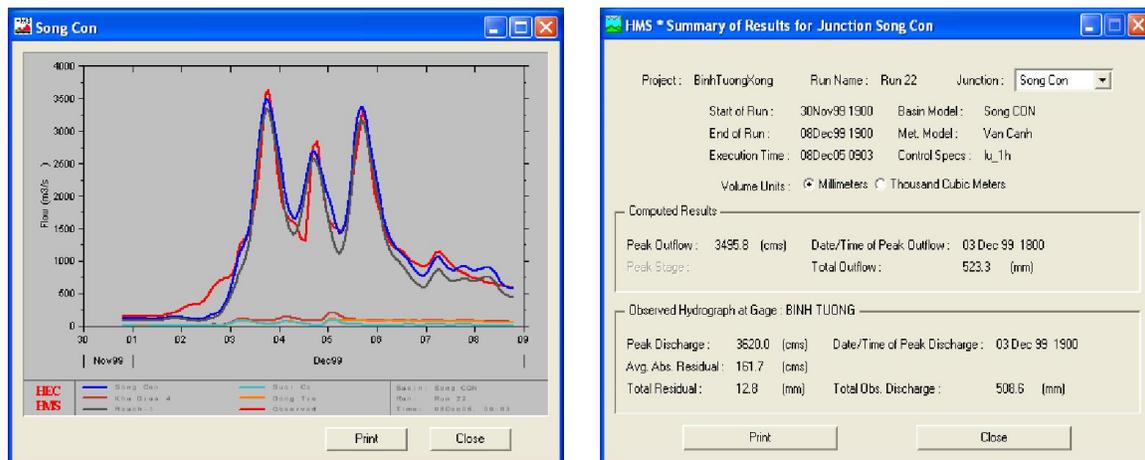


Hình 4. Sơ đồ lưu vực Sông Kone trong ArcView GIS (a) và trong HEC- HMS (b)

Bảng 1. Bộ thông số của mô hình HEC-HMS

Thông số		Miền núi	Trung du	Đồng bằng
Tổn thất thấm ban đầu	Tổn thất thấm ban đầu	3	4	5
	Chỉ số SCS	80	70	63
	% impervious	0	0	0
Chuyển mưa thành dòng chảy hiệu quả	Tp (hr)	6.0	5.7	5.5
	Hệ số co dãn đỉnh	0.705	0.6955	0.6955
	Recession	0.77	0.71	0.731
	Threshold	100	100	100
Diễn toán lũ trong sông	K	1.1	4.5	7
	X	0.1	0.2	0.25

Kết quả tính toán đường quá trình lũ thực đo và tính toán và đánh giá sai số giữa tổng lượng lũ, đỉnh lũ thực đo và tính toán được thể hiện trong hình 5.

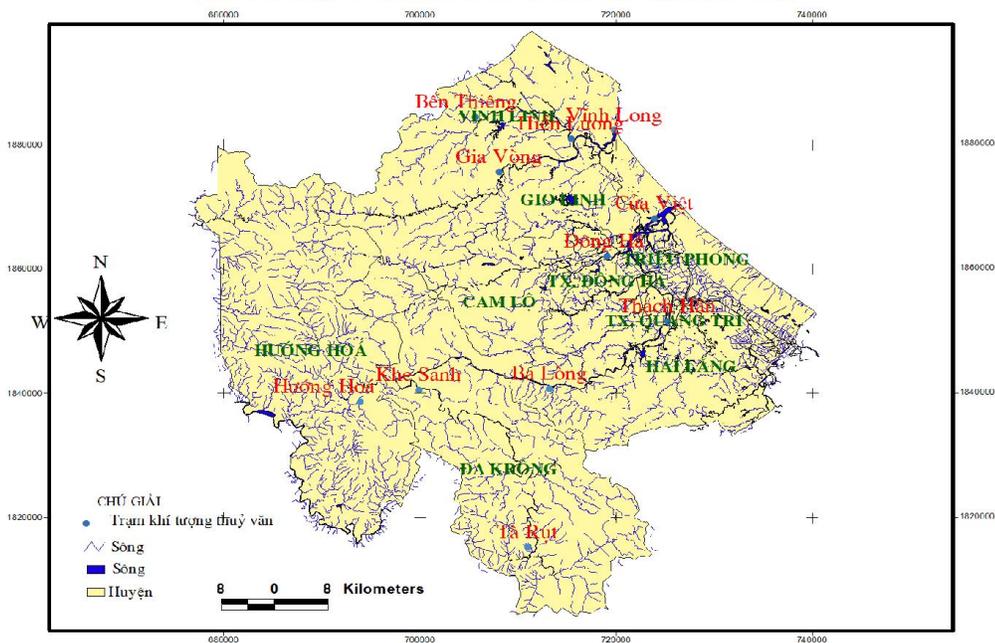


Hình 5. Quá trình lưu lượng tính toán - thực đo và đánh giá sai số giữa tổng lượng lũ và đỉnh lũ của quá trình lũ lưu vực sông Kone trận lũ 30/XI – 8/XII/1999

Từ kết quả trên ta thấy bộ thông số đã chọn khá phù hợp với thực đo, chỉ tiêu Nash đạt 85.1%, điều này chứng tỏ mô hình HEC-HMS sử dụng để tính đường quá trình lũ trạm Bình Tường (sông Kone) rất phù hợp và có thể ứng dụng để tính cho các lưu vực khác.

### III.2. Sông Bến Hải, Hiếu và Thạch Hãn – Tỉnh Quảng Trị

### BẢN ĐỒ MẠNG LƯỚI SÔNG NGÒI TỈNH QUẢNG TRỊ



Hình 6. Bản đồ mạng lưới trạm khí tượng thủy văn ở tỉnh Quảng Trị

Do đặc điểm tự nhiên của lưu vực Quảng Trị khá phức tạp lại nằm trong vùng mưa lớn của miền trung nên sự hình thành lũ cũng phức tạp. Mạng lưới trạm phân bố rời rạc và thiếu số liệu: Tài liệu mưa chỉ có tại trạm Cửa Việt, Khe Sanh, Đông Hà, Thạch Hãn và Gia Vòng. Tài liệu dòng chảy chỉ có tại Gia Vòng.

Để mô phỏng lũ trên các nhánh sông, bộ thông số xác định trên lưu vực sông Bến Hải được giả thiết phù hợp và áp dụng tính toán cho các nhánh sông khác trên hệ thống sông Quảng Trị với ba sông chính là sông Bến Hải, Hiếu và Thạch Hãn..

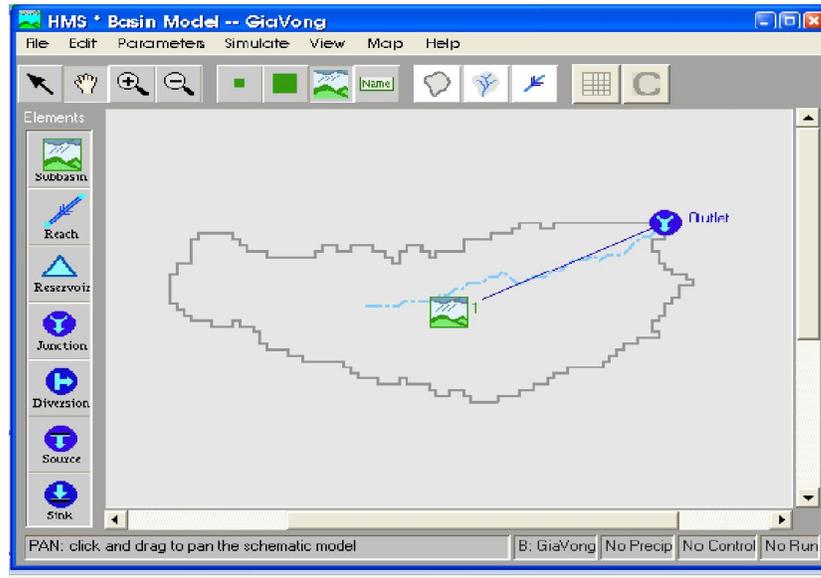
Trên sông Bến Hải, số liệu của trạm thủy văn Gia Vòng bộ thông số mô hình xác định từ chuỗi số liệu các trận lũ tương đối lớn là: trận lũ năm 1978 (từ 13/IX đến 17/IX), trận lũ 1981 (từ 26/X đến 29/X) và trận lũ 1983 (từ 30/X đến 3/XI).

Kết quả bộ thông số của mô hình cho trạm Gia Vòng được thống kê trong Bảng 3.

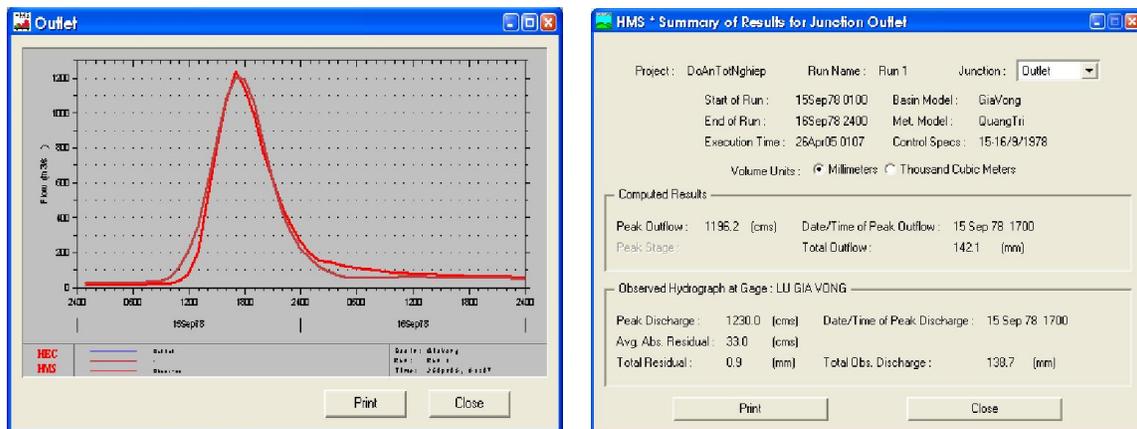
Bảng 3. Bộ thông số của mô hình HEC - HMS trạm Gia Vòng

Thông số	$f_0$ (mm)	$f_c$ (mm/h)	$S_{kt}$ (%)	$t_{Lag}$ (h)	$C_p$	$Q_0$ ( $m^3/s$ )	RC	$T_Q$ ( $m^3/s$ )
Giá trị	23	2,82	4	4,96	0,648	60,8	0,71	135

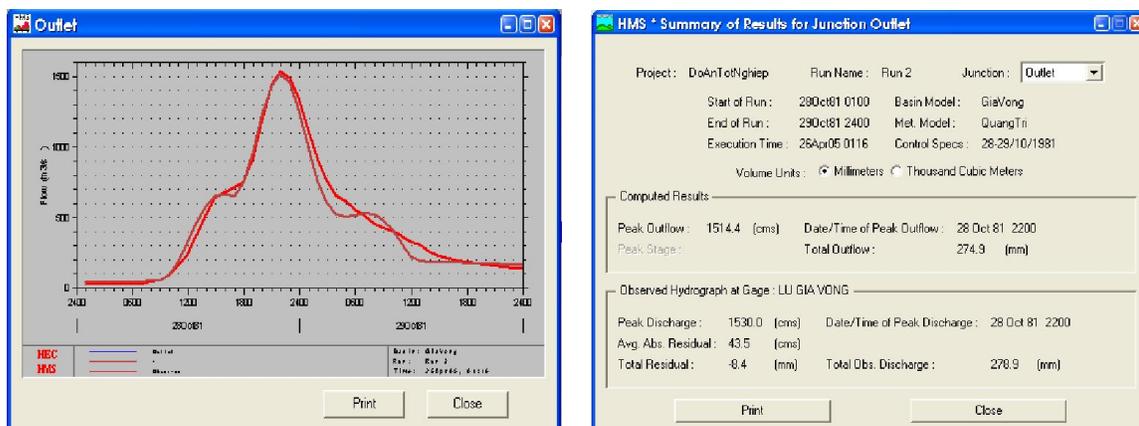
Kết quả tính toán đường quá trình lũ thực đo - tính toán và đánh giá sai số giữa tổng lượng lũ, đỉnh lũ thực đo - tính toán thể hiện trong các hình 8-10



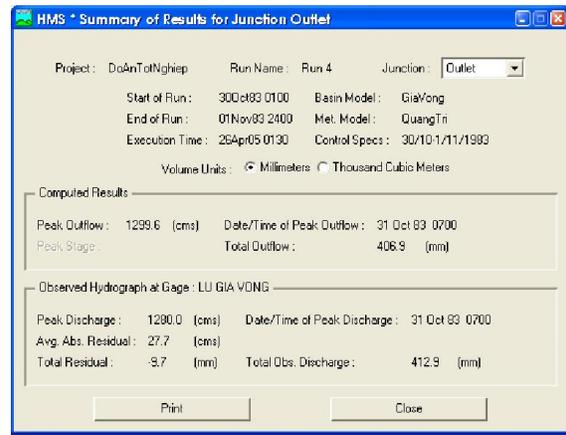
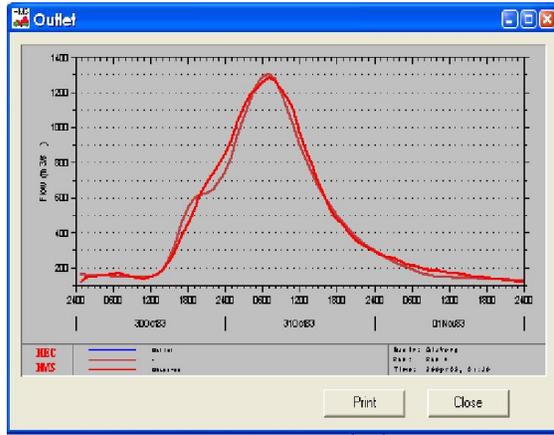
Hình 7. Sơ đồ lưu vực Gia Vong trong HEC- HMS



Hình 8. Quá trình lưu lượng tính toán - thực đo và đánh giá sai số giữa tổng lượng lũ và đỉnh lũ của quá trình lũ lưu vực Gia Vong. Trận lũ 15/IX – 16/IX/1978



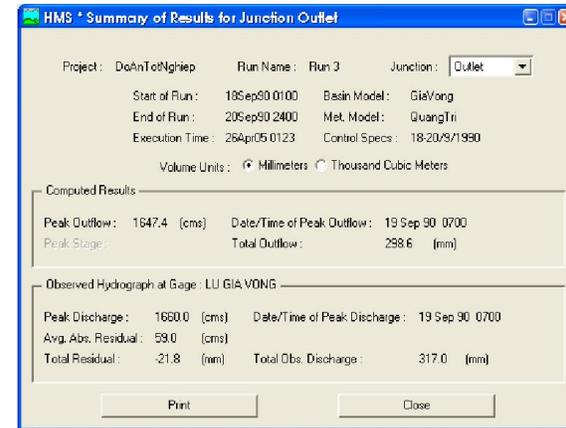
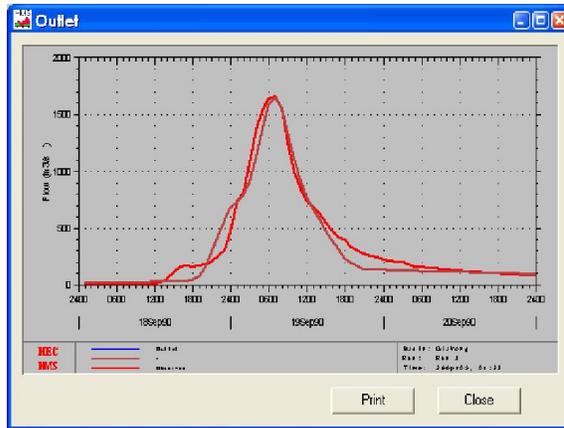
Hình 9. Quá trình lũ tính toán và thực đo và đánh giá sai số giữa tổng lượng lũ và đỉnh lũ của quá trình lũ trạm Gia Vong, sông Bến Hải trận lũ 28/X – 29/X/1981



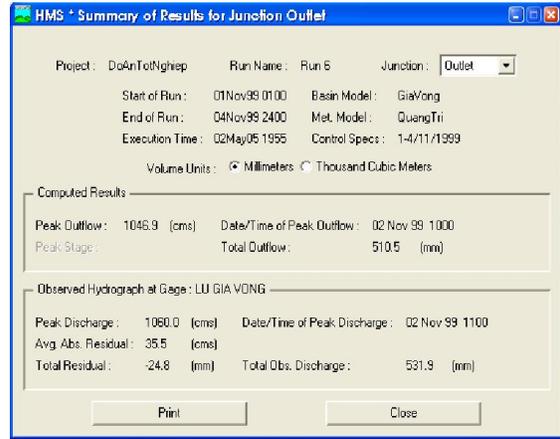
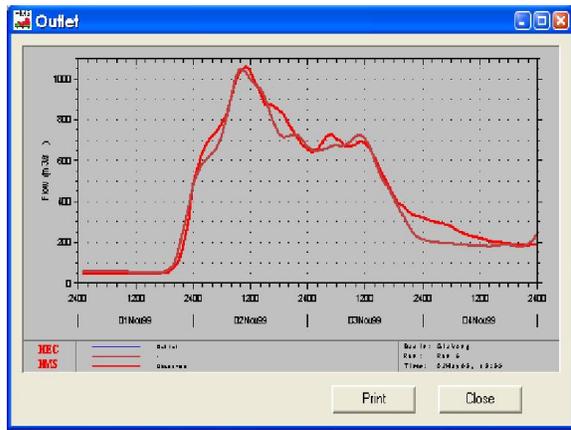
Hình 10. Quá trình lũ tính toán - thực đo và đánh giá sai số giữa tổng lượng lũ và đỉnh lũ của quá trình lũ trạm Gia Vòng - sông Bến Hải trận lũ 30/X – 1/XI/1983

Từ kết quả trên ta thấy bộ thông số đã chọn khá phù hợp với thực đo, chỉ tiêu Nash đạt 91.0%, điều này chứng tỏ mô hình HEC-HMS sử dụng để tính đường quá trình lũ trạm Gia Vòng sông Bến Hải rất phù hợp và có thể ứng dụng bộ thông số này để tính cho các lưu vực khác. Tuy nhiên, để khẳng định bộ thông số trên có thể áp dụng cho các lưu vực bộ phận khác, rất cần thiết tiến hành bước kiểm định mô hình với các trận lũ khác.

Để kiểm nghiệm bộ thông số chúng tôi sử dụng hai trận lũ ngày 18-20/ X-1990 và 1-4/XI-1999. Kết quả tính toán đường quá trình lũ và đánh giá sai số được trình bày trên các hình 11 và 12. Từ các đường qua trình lũ này cho thấy bộ thông số đã chọn khá phù hợp và có thể sử dụng tính toán lũ cho các lưu vực khác của hệ thống.

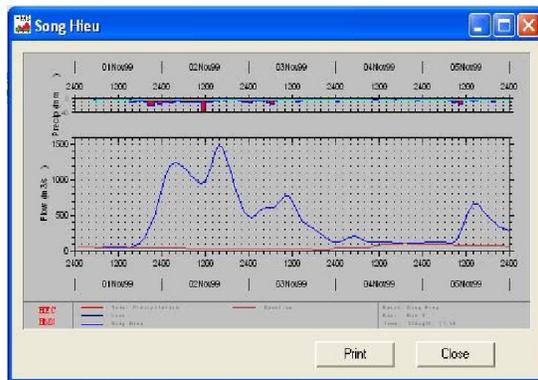


Hình 11. Quá trình lũ tính toán - thực đo và Đánh giá sai số giữa tổng lượng lũ và đỉnh lũ của quá trình lũ trạm Gia Vòng, sông Bến Hải trận lũ 18/X – 20/X/1990

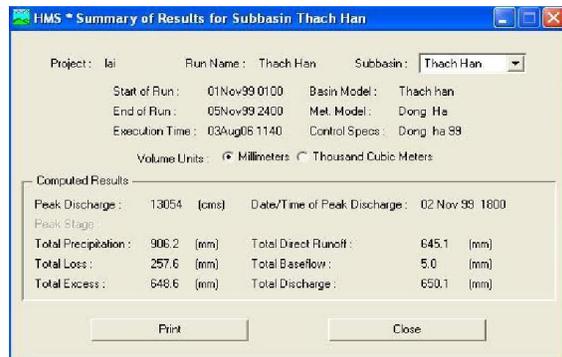
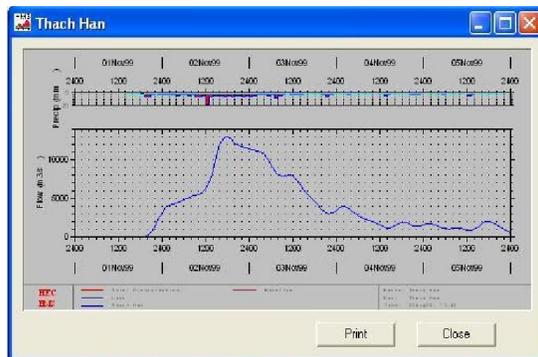


Hình 12. Quá trình lũ tính toán - thực đo và Đánh giá sai số giữa tổng lượng lũ và đỉnh lũ của quá trình lũ trạm Gia Vòng, sông Bến Hải trận lũ 1/XI – 4/XI/1999

Để mô phỏng lũ trên các sông nhánh Hiếu và Thạch Hãn đều dựa trên số liệu trạm thủy văn Khe Sanh và Đông Hà ở phía hạ lưu sông theo bộ thông số xác định tại trạm Gia Vòng (Hình 13 & 14).



Hình 13. Quá trình lũ tính toán và các thông số tổng lượng lũ, đỉnh lũ của quá trình lũ trên sông Hiếu trận lũ 1/X – 5/X/1999



Hình 14. Quá trình lũ tính toán và các thông số tổng lượng lũ, đỉnh lũ của quá trình lũ trên sông Thạch Hãn trận lũ 1/X – 5/X/1990

#### IV. Kết luận

Mô phỏng các quá trình lũ lịch sử trên các sông ở tỉnh Quảng Trị và Bình Định bước đầu cho kết quả khá thuyết phục dựa trên những phân tích đánh giá đặc điểm tự nhiên (HEC-GeoHMS) và khí tượng thủy văn (HEC-HMS) trong khu vực. Qua các kết quả thu nhận được từ nghiên cứu, chúng tôi thấy rằng, mô hình HEC-HMS có thể sử dụng hiệu quả trong mô phỏng quá trình lũ trong vùng. Tuy nhiên, để phát huy kết quả tốt hơn nữa trong hiện tại và cho tương lai đòi hỏi số liệu trong vùng dày đặc và đồng bộ hơn.

#### **Tài liệu tham khảo**

1. Hòa, Phạm Xuân. 2004. Master Dissertation. Universiti Malaysia Sarawak (UNIMAS), Sarawak, Malaysia.
2. Lũ lụt sông Kone – Hà Thanh. 2002. Trung tâm nghiên cứu thủy văn – Viện Khí tượng thủy văn. Hà Nội.
3. Khôi, Đỗ Đình & Hoàng Niêm. 1991. Dòng chảy lũ sông ngòi Việt Nam. Viện Khí tượng thủy văn. Hà Nội.
4. HEC-GeoHMS User's Manual, Version 2.0. 2000. US Army Corps of Engineering. USA.
5. HEC-HMS User's Manual, Version 2.1. 2001. US Army Corps of Engineering. USA.

***Abstract:** Recently, flooding had more regularly happened in the central part of Viet Nam where a successfully ideal solution against flood and its consequences not yet completed. Due to an accurate flood simulation and estimation, it would be very useful in flood controlling and mitigating for whole area. This paper presents the application of HEC-HMS model in flood simulating and estimating for the typical Ben Hai, Hieu and Thach Han, and Kone River in Quang Tri and Binh Dinh province.*