

# NGHIÊN CỨU DỰ BÁO DÒNG CHẢY LŨ VÀ XÂY DỰNG ĐƯỜNG QUÁ TRÌNH XẢ LŨ VỀ HẠ DU CHO CÁC HỒ CHỨA THUỘC LƯU VỰC SÔNG BA TỈNH ĐẮK LẮK ỨNG VỚI CÁC CẤP ĐỘ MƯA, ÁP DỤNG ĐIỂN HÌNH CHO HỒ CHỨA NƯỚC EA KNOP HUYỆN EA KAR

Hoàng Ngọc Tuấn

Viện Khoa học Thủy lợi miền Trung và Tây Nguyên

**Tóm tắt:** Biến đổi khí hậu tạo ra những hình thái thời tiết cực đoan dẫn đến lưu lượng lũ, đường quá trình lũ cũng như lưu lượng xả lũ về hạ du trong thực tế vận hành khác nhiều so với thiết kế ban đầu theo hướng bất lợi làm cho công trình có nguy cơ mất an toàn. Với mong muốn có thể dự báo được lưu lượng, mực nước hồ cũng như xây dựng quá trình xả lũ về hạ du tương ứng sát với thực tế giúp các cơ quan quản lý, vận hành hồ đập cũng như các cấp chính quyền địa phương có thể chủ động ứng phó khi xảy ra mưa lũ. Trong bài báo này giới thiệu ứng dụng phần mềm HEC-HMS để tính toán cho 1 hồ chứa điển hình thuộc lưu vực Sông Ba tỉnh Đắk Lắk làm cơ sở để áp dụng cho các hồ chứa khác của khu vực

**Summary:** Climate change causes the extreme weather patterns that lead to flood flows, flood process curve as well as flood discharge into downstream areas in operation are more different from the initial design in a negative direction that can pose serious risks for the safety of the construction. With a view to forecasting the flow, water level of reservoirs as well as establishing the process curve of flood release into discharge downstream closely to the observed curve that help regulatory agencies responsible for managing dam reservoir as well as local authorities actively respond to the situations when floods occur, this article introduces the application of HEC-HMS software to make forecast for a typical reservoir in the Ba River basin of Dak Lak province as a basis for application to other reservoirs in the region.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lưu vực sông Ba nằm ở phía Đông và Đông Bắc của tỉnh Đắk Lắk, thuộc địa bàn các huyện Ea Hleo, Krông HNăng, Ea Kar và M'Drăk. Theo thống kê của Chi cục Thủy lợi hiện trong vùng có khoảng 121 hồ chứa và 11 đập dâng với tổng diện tích tưới thiết kế là 9.951 ha, tuy nhiên trên thực tế diện tích tưới khoảng 8.756ha, đạt 88% diện tích tưới thiết kế. Nguyên nhân chủ yếu là do các công trình thủy lợi xây dựng cách đây đã lâu, bị xuống cấp trầm trọng Một số công trình hồ chứa

không đảm bảo an toàn nếu xảy ra lũ lớn do thiết kế với tần suất lũ nhỏ không còn phù hợp với thực tế. Biến đổi khí hậu đã làm cho mưa và lũ lớn tăng lên về cả cường độ và tần suất, xuất hiện khác hẳn so với trước đây. Trong khi các công trình tháo lũ được xây dựng rất thô sơ, qua quá trình vận hành đã bị hư hỏng, xuống cấp... dẫn đến giảm khả năng tháo lũ, mực nước hồ thường xuyên vượt qua mực nước dâng gia cường, thậm chí nhiều hồ còn vượt qua đỉnh đập, đe dọa đến sự an toàn của công trình đập đất cũng như đe dọa đến tính mạng và tài sản của người dân phía hạ du. Dự báo lũ trước đây chủ yếu theo các phương pháp truyền thống, chỉ mới tính toán theo tần suất thiết kế và kiểm tra, chưa xem xét đến lũ

Ngày nhận bài: 02/8/2017

Ngày thông qua phản biện: 26/9/2017

Ngày duyệt đăng: 28/9/2017

đặc biệt lớn (PMF) cũng như mưa trên lưu vực theo thời gian thực. Đặc biệt do hạn chế về trình độ khoa học công nghệ cũng như phương pháp tính toán nên chúng ta không thể dự báo lũ từ mưa một cách nhanh chóng được.

Để khắc phục những hạn chế nêu trên, chúng tôi đã thử nghiệm ứng dụng mô hình thủy văn HEC-HMS để tính toán cho 1 công trình cụ thể là hồ Ea Knop thuộc tiểu lưu vực sông Ba của tỉnh Đắk Lắk làm cơ sở để áp dụng cho các công trình khác.

Theo số liệu thống kê của Đài Khí tượng Thủy văn tỉnh Đắk Lắk, lượng mưa tháng trung bình mùa lũ tại các trạm khí tượng, thủy văn trong khu vực tỉnh dao động từ 180 mm đến 485mm. Các hồ chứa vùng nghiên cứu chủ yếu là công trình cấp III nên theo QCVN 04-05/2012/BNNPTNT được tính toán với tần suất: lũ thiết kế với  $P = 1,5\%$ ; lũ kiểm tra  $P = 0,5\%$  và có thể xem xét kiểm tra với lũ cực hạn PMF. Theo số liệu thu thập được tại các trạm KTTV trong khu vực thì các trận mưa sinh lũ tương ứng với các tần suất dao động trong khoảng giá trị như sau:

+ Đối với mưa 1 ngày lớn nhất: Lượng mưa thiết kế  $X^{TK}$  dao động từ 210mm – 300mm; lượng mưa kiểm tra  $X^{KT}$  dao động từ 250mm – 350mm;

+ Đối với mưa 5 ngày lớn nhất: Lượng mưa thiết kế  $X^{TK}$  dao động từ 350mm – 500mm; lượng mưa kiểm tra  $X^{KT}$  dao động từ 500mm – 700mm.

Trên cơ sở tính toán dự báo lũ, xây dựng quá trình lũ đến, quá trình xả lũ xuống hạ du và mực nước hồ tương ứng với các cấp độ mưa là 100mm, 200mm, 300mm, 400mm, 500mm; mưa thiết kế, mưa kiểm tra, mưa cực hạn PMP.

## 2..PHẠM VI NGHIÊN CỨU

Các hồ chứa nước có dung tích trên 1 triệu m<sup>3</sup>, có đường đặc tính lòng hồ thuộc lưu vực sông Ba của tỉnh Đắk Lắk

## 3. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

- Tính toán thủy văn dự báo lũ đến các hồ chứa ứng với các trận mưa thực tế từ 100 mm, 200 mm, 300mm, 400mm,500 mm đến mưa thiết kế, kiểm tra và cực hạn PMP (trận mưa lớn nhất khả năng có thể xảy ra trên lưu vực) bằng mô hình HEC-HMS;

- Xây dựng đường quan hệ giữa lượng mưa và lưu lượng lũ về hồ tương ứng;

- Tính toán điều tiết lũ qua hồ chứa;

- Xây dựng đường quan hệ giữa lượng mưa, lưu lượng xả và mực nước hồ tương ứng với lượng mưa khác nhau.

## 4. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Các phương pháp nghiên cứu được áp dụng:

+ *Phương pháp phân tích, thống kê, kế thừa có chọn lọc các tài liệu đã có.*

+ *Phương pháp mô hình:* Sử dụng mô hình HEC-HMS mô phỏng quá trình mưa-dòng chảy đến hồ chứa;

+ *Phương pháp điều tra, phỏng vấn, khảo sát thực địa:* để hiệu chỉnh và kiểm định kết quả tính toán;

## 5. DỮ LIỆU VÀ TRÌNH TỰ TÍNH TOÁN

### 5.1. Dữ liệu tính toán

- Số liệu địa hình, địa mạo, thảm phủ,...: dựa trên Bản đồ địa hình tỷ lệ 1/10.000 ; bản đồ DEM;

- Số liệu khí tượng, thủy văn: Sử dụng trạm thủy văn An Khê và trạm khí tượng M'Đrak đại diện cho của lưu vực để tính toán; đây là 2 trạm có đầy đủ số liệu đủ dài và tin cậy. Trận mưa hiệu chỉnh 1: từ ngày 01/11/2007 - 06/11/2007; trận mưa hiệu chỉnh 2 từ ngày 21/11/2008 - 28/11/2008; trận mưa kiểm định từ ngày 15 - 21/10/2009. Số liệu mưa và dòng chảy được lấy từ số liệu trạm An Khê.

Mượn đường quá trình của trận mưa từ ngày 01/11/2015 đến ngày 05/11/2015 trạm M'Đrak để mô phỏng quá trình mưa tương ứng với các

cấp độ mưa đến các hồ chứa.

Đường đặc trưng lòng hồ : do Chi cục Thủy lợi tỉnh Đắk Lắk cung cấp;

### 5.2. Trình tự tính toán

(1). Phân chia tiểu lưu vực dựa vào bản đồ địa hình tỷ lệ 1/10.000 và bản đồ DEM của khu vực bằng GIS.

(2). Lựa chọn trạm khí tượng thủy văn đại biểu.

(3). Hiệu chỉnh, kiểm định và xác định bộ thông số tối ưu cho mô hình.

(4). Tính toán lưu lượng đến hồ tương ứng với các cấp độ mưa.

(5). Tính toán điều tiết để xác định lưu lượng xả xuống hạ du và mực nước hồ tương ứng với các cấp độ mưa.

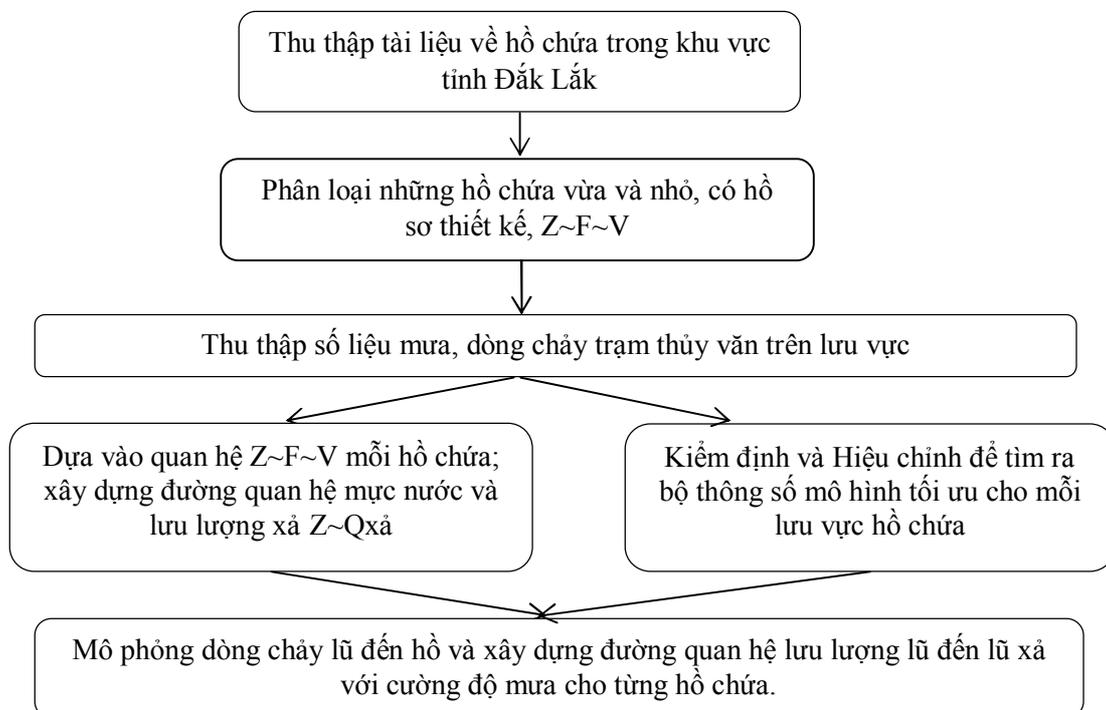
(6). Xây dựng các đường quan hệ giữa :

+ Lượng mưa lưu vực ~ lưu lượng đến;

+ Lưu lượng đến ~ lưu lượng xả và

+ Lượng mưa lưu vực ~ lưu lượng xả ~ mực nước hồ tương ứng với các cấp độ mưa.

Sơ đồ các bước thực hiện được thể hiện như hình 1



Hình 1. Sơ đồ tính toán

## 6. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

### 6.1. Tính toán Dự báo dòng chảy lũ đến hồ chứa

#### 6.1.2. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

Trong lưu vực sông Ba có nhiều trạm Khí tượng thủy văn có thể sử dụng để tính toán như: trạm Krông Buk, M'Đrăk, An Khê... Tuy nhiên, trạm Krông Buk nằm ở phía Tây thuộc hoàn toàn ở vùng khí hậu Tây Trường Sơn nên nếu sử dụng sẽ không hợp lý. Trạm

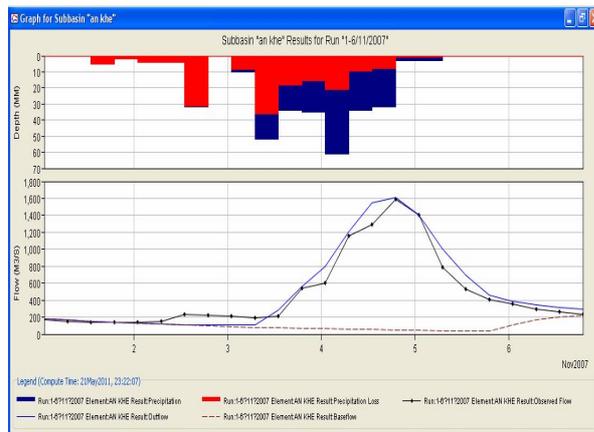
M'Đrăk nằm ở hạ lưu của lưu vực sông Ba và trạm này chỉ quan trắc mưa, không có tài liệu dòng chảy để hiệu chỉnh kiểm định cho mô hình. Trong khi đó, trạm An Khê có vị trí nằm phía thượng nguồn hệ thống sông Ba, có số liệu quan trắc mưa, dòng chảy đầy đủ và cùng chịu sự chi phối của khí hậu Đông và Tây Trường Sơn, chính vì vậy, sử dụng trạm An Khê làm trạm đại diện cho tiểu lưu vực để hiệu chỉnh và kiểm định bộ thông số cho mô hình.

Kết quả bộ thông số hiệu chỉnh, kiểm định tại trạm An Khê và các chỉ tiêu đánh giá tại *bảng*

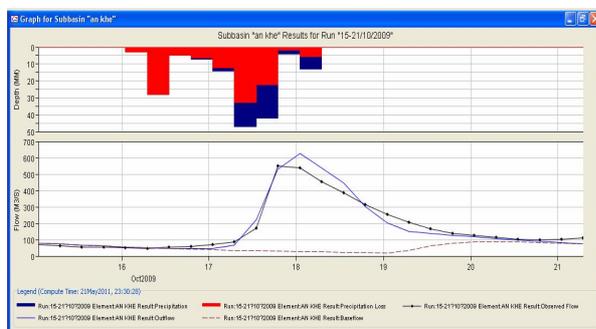
1. Số liệu mưa và dòng chảy thực đo ở trạm này có bước thời gian là  $\Delta t = 6$  (h)

**Bảng 1: Bộ thông số hiệu chỉnh và kiểm định tại lưu vực An Khê**

Thông số	Kiểm định			
	Hiệu chỉnh	Trận 1	Trận 2	Trận 3
<b>1. Bộ thông số</b>				
<i>Tổn Thất (Loss)</i>				
Tổn thất ban đầu (initial Abstraction)(mm)	30	30	30	30
Chỉ số CN ( Cuper Number)	50	50	50	50
% Diện tích không thấm (Impervious)	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Chuyển đổi dòng chảy (Transform)</i>				
Thời gian trễ (Standart lag) ( h )	9	9	9	9
Hệ số đỉnh (Peaking coefficient)	0,47	0,47	0,47	0,47
<i>Dòng chảy ngầm (Baseflow)</i>				
Dòng chảy ngầm ban đầu (Initial discharge) (m <sup>3</sup> /s)	180	420	80	80
Hằng số nước rút (Recession constant)	0,70	0,70	0,70	0,70
Hệ số lệch đỉnh (Ratio)	0,25	0,25	0,25	0,25
<b>2. Chỉ tiêu Nash</b>	<b>0,94</b>	<b>0,84</b>	<b>0,95</b>	<b>0,95</b>



Hình 2: Kết quả hiệu chỉnh trận 1 (1-6/11/2007) và trận 2 (21-28/11/2008)



Hình 3: Kết quả kiểm định trận 3 (15-21/10/2009)

Sau khi tìm được bộ thông số cho mỗi tiểu lưu vực, sử dụng bộ thông số đó tính toán dòng chảy lũ đến các hồ tương ứng với các cấp độ mưa. Kết quả dự báo lưu lượng lũ đến cho các hồ khác.

**6.1.3. Ứng dụng tính toán dự báo lũ và xây dựng đường quá trình lũ đến cho Hồ Ea Knop**

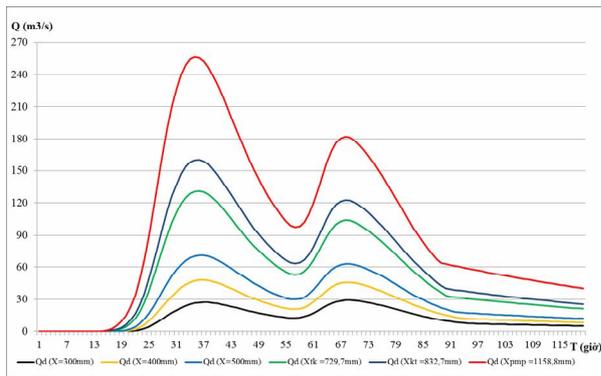
Hồ chứa nước Ea Knop được xây dựng và đưa vào sử dụng năm 1980, thuộc xã Ea Knop, huyện Ea Kar, do Công ty 333 quản lý vận

hành. Theo đánh giá, hồ này không đảm bảo an toàn: đập đã bị lún sụt, cây cỏ mọc nhiều, cà phê trồng lấn chiếm hành lang an toàn đập, khi

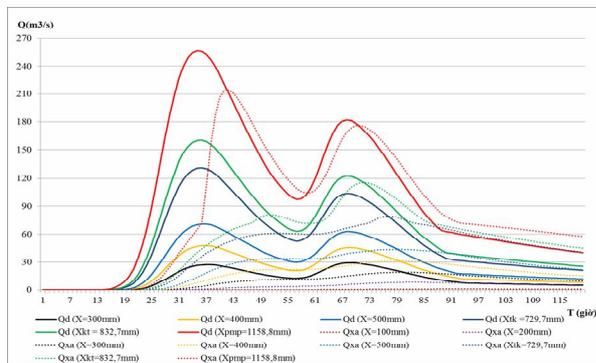
lũ lớn nước tràn qua mặt đập gây mất an toàn; tràn xả lũ nằm ở vai trái đập, tràn đất, có gia cố bằng rọ đá tuy nhiên năng lực tháo lũ kém.

**Bảng 2: Thông số cơ bản hồ Ea Knop**

TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị	TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị
<b>1</b>	<b>Hồ chứa</b>			<b>2</b>	<b>Đập đất</b>		
	Diện tích lưu vực	km <sup>2</sup>	65		Cao trình đỉnh đập đất	m	442,5
	Cao trình MNDBT	m	438		Chiều rộng đỉnh đập	m	5
	Cao trình mực nước chết	m	428,5		Chiều dài đập	m	549
	Cao trình mực nước dâng gia cường	m	440,9		Chiều cao đập lớn nhất	m	23
	Dung tích chết	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	1,12		Hệ số mái thượng lưu		m = 3,5
	Dung tích hữu ích	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	7,16		Hệ số mái hạ lưu		m = 3
Dung tích toàn bộ hồ	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	8,28					
<b>3</b>	<b>Tràn xả lũ</b>						
	Hình thức tràn	Tràn đỉnh rộng, chảy tự do		Chiều rộng tràn	m	15	
	Cao trình ngưỡng tràn	m	438	Hình thức tràn		Thực dụng	



Hình 4: Đường quá trình lưu lượng lũ đến hồ Ea Knop ứng với các lượng mưa



Hình 5: Đường quá trình xả lũ về hạ du hồ Ea Knop ứng với các lượng mưa

**Nhận xét:** Hầu hết lưu lượng lũ đến các hồ ở đây đều có dạng khá bất lợi: lũ lên nhanh và rút chậm. Nguyên nhân chủ yếu là do địa hình dốc, rừng thượng nguồn các hồ chủ yếu là rừng trồng cây cà phê, không phải rừng nguyên sinh nên khả năng giữ nước kém. Chính vì vậy khi xảy ra mưa lũ, rất dễ làm cho công trình tràn, đập đất mất an toàn.

**6.2. Xây dựng đường quá trình xả lũ về hạ du**

Mô hình HEC-HMS không chỉ là mô hình mô phỏng tốt quá trình mưa dòng chảy, mà nó còn được sử dụng tính toán điều tiết lũ của hồ chứa, tính toán vỡ đập... Mô hình cho phép đưa cấu trúc của đập như hình dạng các cửa xả mặt, cửa xả đáy chiều cao đập và các thành phần bốc hơi, tổn thất vào để tính toán.

Số liệu đầu vào để tính toán điều tiết trong mô hình như sau: Mực nước của hồ ở đầu thời đoạn tính toán, lấy bằng mực nước dâng bình thường. Điều kiện biên là lưu lượng lũ đến hồ ứng với các cấp độ mưa.

Lưu lượng xả qua tràn tính theo công thức:

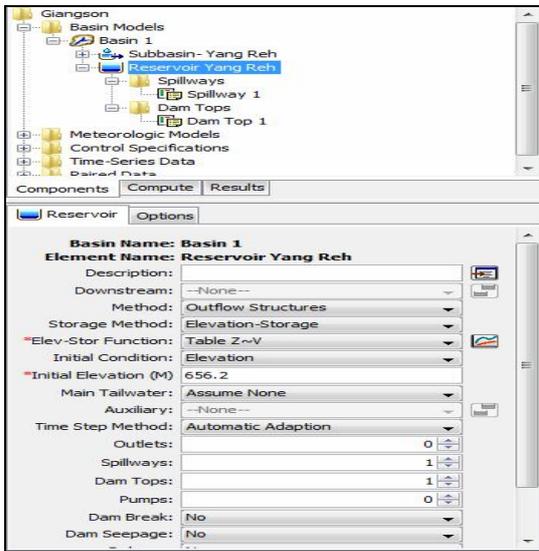
$$Q = m \cdot \epsilon \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot H^{3/2} = m_0 \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot H^{3/2}$$

Trong đó:

b: chiều rộng tràn (M) ; H: cột nước trên tràn (m) ; g: gia tốc trọng trường ;

≠: Hệ số co hẹp bên ; m: Hệ số lưu lượng.

Từ lưu lượng dòng chảy đến hồ đã được tính toán, sử dụng mô đun *Outflow Structures* trong mô hình HEC-HMS tính toán điều tiết lũ cho các hồ chứa.



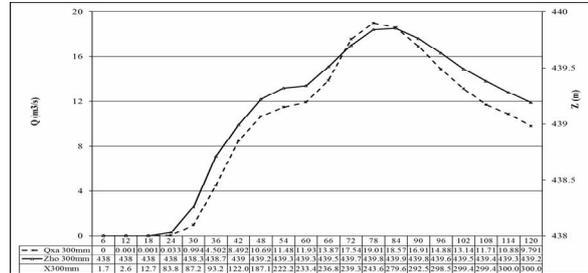
Hình 6: Mô đun *Outflow Structures* sử dụng tính toán điều tiết lũ

### 6.3. Xây dựng quan hệ lượng mưa ~ lưu lượng xả ~ mực nước hồ tương ứng

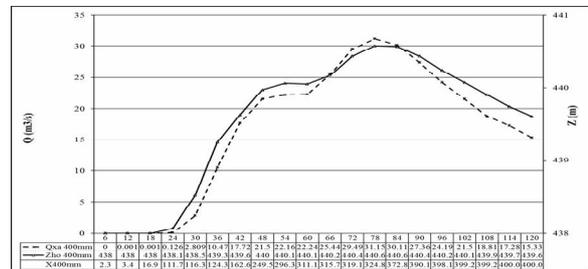
Kết quả dự báo lũ đến hồ ứng với các lượng mưa khác nhau đã được trình bày ở trên, tuy nhiên, đối với các chủ hồ và cơ quan quản lý hồ cần phải ra quyết định nhanh chóng để ứng phó khi lũ xảy ra. Vì vậy, cần phải xây dựng biểu đồ quan hệ giữa lượng mưa X ~ lưu lượng xả Q<sub>x</sub> ~ mực nước hồ Zh, để khi Đài Khí tượng Thủy văn phát tin dự báo lượng mưa có thể xảy ra trong những ngày tới, chủ hồ có thể xác định sơ bộ được ngay mực nước hồ tương ứng để có quyết định xả nước hạ thấp mực nước đón lũ đảm bảo an toàn công trình và chủ động trong

công tác phòng, tránh lũ.

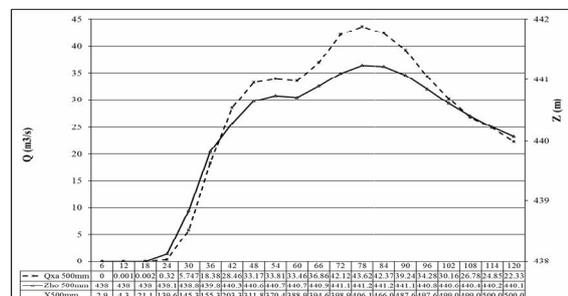
Kết quả đường quan hệ lượng mưa ~ lưu lượng xả ~ mực nước hồ: X~Zh~Q<sub>x</sub>



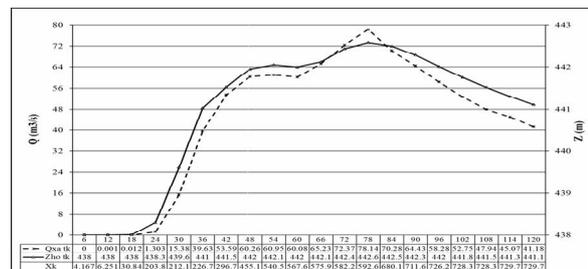
Hình 9: Quan hệ mưa ~ mực nước ~ lưu lượng xả ứng với lượng mưa 300mm



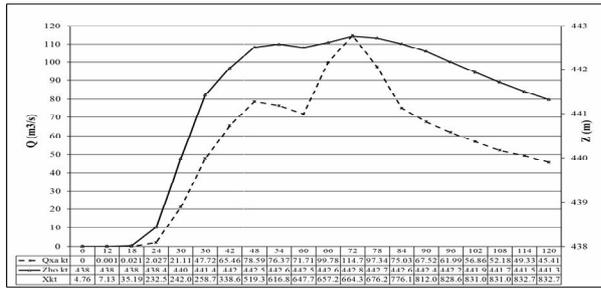
Hình 10: Quan hệ mưa ~ mực nước ~ lưu lượng xả ứng với lượng mưa 400mm



Hình 11: Quan hệ mưa ~ mực nước ~ lưu lượng xả ứng với lượng mưa 500mm



Hình 12: Quan hệ mưa ~ mực nước ~ lưu lượng xả ứng với kịch bản mưa thiết kế



Hình 13: Quan hệ mưa ~ mực nước ~ lưu lượng xả ứng với mưa kiểm tra

Với biểu đồ quan hệ như trên, khi thông tin dự báo lượng mưa đến nằm trong khoảng từ 100mm đến 500mm, chủ hồ có thể nội suy các giá trị lưu lượng về hồ, mực nước hồ, lưu lượng xả tương ứng để từ đó sơ bộ xác định được nguy cơ ngập lụt hạ du

### 7. KẾT LUẬN

- Trên cơ sở các số liệu khí tượng, thủy văn, địa hình, mặt đệm... của các trạm đo trong lưu vực, đã ứng dụng thành công mô hình HEC-HMS để xây dựng được 1 bộ thông số chung mô hình cho tiểu lưu vực Sông Ba tỉnh Đắk Lắk có độ tin cậy (hệ số Nash = 0,84- 0,95) để tính toán điều tiết lũ cho các hồ chứa nước, kết quả đạt được tương

đối tốt, đảm bảo phục vụ cho công tác dự báo với yêu cầu chất lượng ở mức độ sơ bộ. Tuy nhiên để có kết quả tốt hơn cần có sự nghiên cứu, thu thập thêm số liệu (địa hình, thảm phủ, KTTV, đặc trưng lòng hồ,...) và đo đạc bổ sung đối với từng hồ chứa cụ thể.

- Ứng dụng thành công tính toán cụ thể cho 1 công trình đại diện là hồ chứa Ea Knop huyện MaĐrăk tỉnh Đắk Lắk với các kết quả :

+ Dự báo dòng chảy lũ đến hồ ứng với các trận mưa phổ biến từ 100mm đến 500mm và mưa cực hạn PMP;

+ Xây dựng đường quá trình lưu lượng xả qua tràn về hạ lưu với các trận mưa tương ứng;

+ Xây dựng đường quan hệ giữa Lưu lượng đến ~ mực nước ~ lưu lượng xả tương ứng với các trận mưa trên lưu vực

- Kết quả đạt được là cơ sở phục vụ công tác vận hành hồ chứa trong mùa mưa lũ; dự báo nhanh lũ đến và có biện pháp chủ động ứng phó phòng chống lũ, lụt cho các hồ trong mùa mưa bão, giúp giảm thiểu thiệt hại về người và tài sản cho người dân khu vực hạ du hồ chứa nước.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Hà Văn Khôi và nnk, Mô hình toán thủy văn, NXB Nông nghiệp, 2005.

[2] Hoàng Thanh Tùng (2004), “Dự báo lũ và cảnh báo ngập lụt cho hệ thống sông Hương tỉnh Thừa Thiên Huế”. Tạp chí khoa học kỹ thuật thủy lợi và môi trường - ĐHTL Thủy lợi.

[3] Nguyễn Đình, Nguyễn Hoàng Sơn, Lê Đình Thành, “Ứng dụng mô hình HEC-HMS nghiên cứu mô phỏng dòng chảy lũ lưu vực sông Hương”.

[4] Hoàng Ngọc Tuấn, Viện KHTL miền Trung và Tây Nguyên, “Đề tài. Ứng dụng Bộ công cụ dự báo lũ và cảnh báo ngập lụt sau hạ du do xả lũ gây ra cho các hồ chứa thủy lợi vừa và nhỏ ở khu vực tỉnh Đắk Lắk”.