

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH HEC-HMS ĐỂ DỰ BÁO DÒNG CHẢY LŨ VÀ XÂY DỰNG ĐƯỜNG QUÁ TRÌNH XẢ LŨ VỀ HẠ DU CHO CÁC HỒ CHỨA THUỘC LƯU VỰC SÔNG SÊ RÊ PỐC TỈNH ĐẮK LẮK: ÁP DỤNG ĐIỂN HÌNH CHO HỒ CHỨA NƯỚC ĐẮK MINH, HUYỆN BUÔN ĐÔN

Hoàng Ngọc Tuấn

Tóm tắt: Việc dự báo, cảnh báo lũ đến hồ chứa là hết sức cần thiết và quan trọng. Cùng với sự phát triển của khoa học công nghệ, công tác cảnh báo, dự báo lũ ngày càng phát triển. Có nhiều mô hình được sử dụng để tính toán, dự báo dòng chảy lũ về hồ chứa như MIKE, TANK, NAM, SSARR, HEC-HMS, HEC-RAS, ANN... Mỗi mô hình đều có những mặt ưu điểm, nhược điểm và điều kiện áp dụng riêng. Dựa trên những ưu, nhược điểm đó, chúng tôi nhận thấy mô hình HEC-HMS sẽ là lựa chọn phù hợp cho việc dự báo, cảnh báo dòng chảy lũ cho các hồ chứa ở khu vực tỉnh Đắk Lắk, vốn là địa phương có nhiều hồ chứa vừa và nhỏ nhưng số liệu đầu vào phục vụ tính toán còn hạn chế. Trong bài báo này, chúng tôi giới thiệu công cụ HEC-HMS để tính toán, dự báo dòng chảy lũ và xây dựng đường quá trình xả lũ về hạ du cho các hồ chứa.

Từ khóa: Mô hình HEC-HMS, dự báo, hiệu chỉnh, kiểm định, hồ chứa.

Ban Biên tập nhận bài: 12/8/2017

Ngày phản biện xong: 10/9/2017

1. Đặt vấn đề

Lũ lụt là thiên tai lớn nhất đe dọa tới nước ta nói chung và tỉnh Đắk Lắk nói riêng vì tổn thất về con người và tài sản mà nó gây ra có thể đến mức độ khủng khiếp. Phòng tránh lũ lụt là các biện pháp được lựa chọn nhằm hạn chế lũ lụt hoặc những thiệt hại do lũ lụt gây ra. Trong đó quan trọng nhất vẫn là vấn đề cảnh báo, dự báo lũ từ xa nhằm tránh tổn thất to lớn do lũ gây nên. Trải qua nhiều thời kỳ phát triển, cùng với sự lớn mạnh không ngừng của khoa học công nghệ thông tin, công tác cảnh báo, dự báo lũ cũng có nhiều phát triển. Có nhiều mô hình được sử dụng để tính toán dòng chảy lũ về hồ chứa như: MIKE, TANK, NAM, SSARR, HEC-HMS, HEC-RAS, ANN,... Mỗi mô hình đều có những mặt ưu điểm, nhược điểm và điều kiện áp dụng riêng. Dựa trên những ưu, nhược điểm đó, chúng tôi lựa chọn mô hình HEC-HMS để tính toán dòng chảy chọn mô hình HEC-HMS để tính toán dự báo dòng chảy lũ và xây dựng đường quá trình xả lũ về hạ du cho các hồ chứa ở khu vực tỉnh Đắk Lắk, là địa phương có nhiều hồ chứa vừa và nhỏ nhưng số liệu đầu vào phục vụ tính toán còn hạn chế [1].

Viện Khoa học Thủy lợi miền Trung và Tây Nguyên
Email: tuan.vientl@gmail.com

Lưu vực sông Sê Rê Pốc là lưu vực sông lớn của tỉnh Đắk Lắk, đóng vai trò quan trọng trong sự phát triển kinh tế của tỉnh nói riêng và của khu vực Tây Nguyên nói chung. Hiện tại toàn vùng đã xây dựng được 450 công trình các loại gồm 337 hồ chứa, 68 đập dâng, 45 trạm bơm với tổng năng lực tưới thiết kế là 64.211ha. Do ảnh hưởng 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 từ lâu, 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. Ngoài ra, việc 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 đặc biệt lớn (PMF) cũng như mưa trên lưu vực theo thời gian thực.

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 Đắc Minh thuộc tiểu lưu vực sông Sê Rê Pôk 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 (KT,TV) trong khu vực dao động từ 180 - 485 mm. 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 XTK dao động từ 210 - 300 mm; lượng mưa kiểm tra XKT dao động từ 250 - 350 mm;

+ Đối với mưa 5 ngày lớn nhất: Lượng mưa thiết kế XTK dao động từ 350 - 500 mm; lượng mưa kiểm tra XKT dao động từ 500 - 700 mm.

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 100 mm, 200 mm, 300 mm, 400 mm, 500 mm; mưa thiết kế, mưa kiểm tra, mưa cực hạn PMP.

Mục tiêu nội dung nghiên cứu bao gồm:

- Tính toán thủy văn dự báo lũ đến các hồ chứa ứng với các trận mưa thực tế từ 100 mm, 200 mm, 300 mm, 400 mm, 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.

2. Phương pháp nghiên cứu và thu thập số liệu

2.1 Phương pháp nghiên cứu

Các phương pháp được sử dụng trong bài báo:

+ 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.

2.2 Dữ liệu và trình tự tính toán

2.2.1. Giới thiệu mô hình HEC-HMS [2]

Mô hình HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling system*): là mô hình thủy văn mưa - dòng chảy của Hiệp hội các kỹ sư quân sự Hoa Kỳ. Mô hình được xây dựng để mô phỏng quá trình mưa - lũ của hệ thống lưu vực (chia ra thành các lưu vực con) dựa trên hệ thống thông tin địa lý (GIS). Mô hình chuyển hóa quá trình mưa thành dòng chảy trên từng lưu vực bộ phận, sau đó diễn toán trong sông thiên nhiên và hồ chứa...

Mô hình sử dụng các tham số trung bình về thời gian và không gian để mô phỏng quá trình dòng chảy. Tùy theo đặc điểm địa vật lý của từng lưu vực, số liệu mưa, lượng nước có sẵn trong đất, sông để ứng dụng các phương pháp (phương pháp tính tổn thất, phương pháp diễn toán) thích hợp. Mô hình cho phép ứng dụng thử dần để người dự báo có thể chọn được bộ thông số thích hợp đối với từng lưu vực.

Ngoài ra, mô hình này còn có các mô-đun về công trình hồ chứa, có thể cho phép nhập thông tin của các công trình như tràn, đập, cống, bơm... để tính toán điều tiết xả lũ về hạ lưu các hồ chứa.

2.2.2. 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 số hóa độ cao DEM;

- Số liệu khí tượng, thủy văn: Sử dụng trạm thủy văn Giang Sơn đại diện cho của lưu vực để tính toán; đây là trạm có đầy đủ số liệu đủ dài và tin cậy. Trận mưa hiệu chỉnh 1: từ ngày 08 - 17/07/2015; trận mưa kiểm định từ ngày 01 - 08/10/2015.

Sử dụng đường quá trình của trận mưa từ ngày 21 - 29/07/2014 trạm thủy văn Giang Sơn 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;

- Số liệu về đường quá trình lưu lượng của hồ Krông Buk chưa thu thập được nên trong tính toán dòng chảy đến trạm thủy văn Giang Sơn không xem xét vấn đề này.

2.2.3. 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.

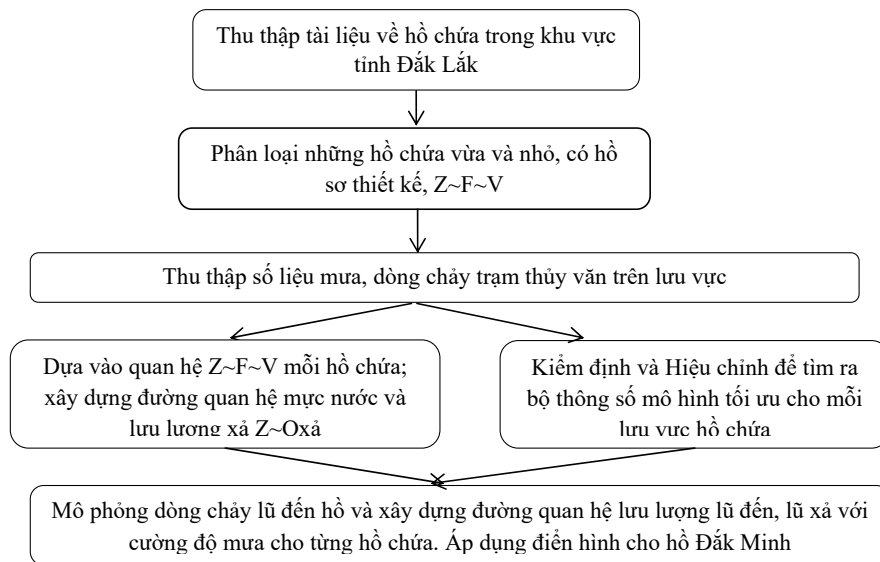
(6) Xây dựng các đường quan hệ giữa:

+ 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 quy trình tính toán

3. Phân tích kết quả tính toán

3.1. Tính toán Dự báo dòng chảy lũ đến hồ chứa

3.1.1. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

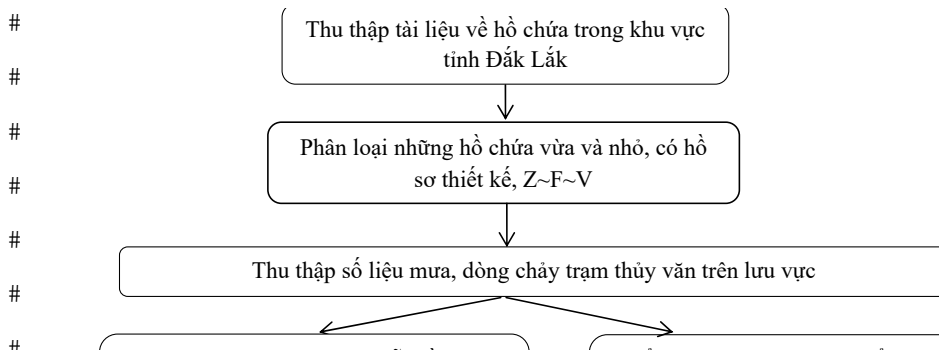
Trong lưu vực sông Sê Rê Pôk có nhiều trạm khí tượng, thủy văn có thể sử dụng để tính toán như: trạm Lắk, Giang Sơn, Krông Bông... Tuy nhiên, trạm Lắk nằm ở vị trí hạ lưu sông, trạm Krông Bông nằm chủ yếu ở phía Tây và chỉ quan

trắc mưa ngày, trạm thủy văn Giang Sơn có chuỗi số liệu đo đạc đầy đủ và tin cậy nhất. Do đó, lựa chọn trạm thủy văn Giang Sơn làm trạm tính toán đại biểu cho lưu vực.

Kết quả bộ thông số hiệu chỉnh, kiểm định tại trạm Giang Sơn 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 $\Delta t = 6h$.

Bảng 1. Bộ thông số hiệu chỉnh và kiểm định tại lưu vực Giang Sơn

Thông số	Hiệu chỉnh	Kiểm định
	Trận 1	Trận 2
1. Bộ thông số		
<i>Tồn Thất (Loss)</i>		
Tồn thất ban đầu (initial Abstraction)(mm)	5	22
Chỉ số CN (Cuver Number)	60	60
% Diện tích không thấm (Impervious)	10	10
<i>Chuyển đổi dòng chảy (Transform)</i>		
Thời gian trễ (Standart lag) (h)	8	8
Hệ số đỉnh (Peaking coefficient)	0,15	0,15
<i>Dòng chảy ngầm (Baseflow)</i>		
Dòng chảy ngầm ban đầu (Initial discharge) (m ³ /s)	55	44
Hằng số nước rút (Recession constant)	0,5	0,5
Hệ số lệch đỉnh (Ratio)	3	3
2. Chỉ tiêu Nash	0,79	0,71



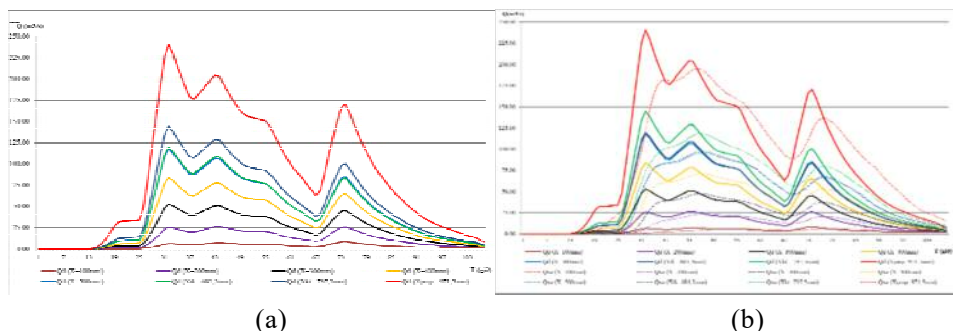
Hình 2. Kết quả hiệu chỉnh (a) và kiểm định (b) tại trạm Giang Sơn

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.

3.1.2. Ứng dụng tính toán dự báo lũ và xây dựng đường quá trình lũ đến hồ Đắk Minh

Hồ chứa nước Đắk Minh được xây dựng và đưa vào sử dụng năm 1992, thuộc địa phận xã Krong Na, huyện Buôn Đôn, do công ty Khai

thác công trình thủy lợi quản lý vận hành. Theo đánh giá, hiện trạng chất lượng công trình không đảm bảo an toàn: lòng hồ có nhiều cây; đập đất với chiều dài 196 m, bề rộng 5 m, chất lượng còn tốt, hoạt động bình thường; cống hộp bằng bê tông kích thước 80x80 làm việc bình thường; tràn xả lũ bằng bê tông, hình thức tràn thực dụng, hiện tại kênh dẫn lòng đuôi tràn bị sạt lở, có hiện tượng thấm qua mang tràn, vỡ bề tiêu năng tại một số vị trí.



Hình 3. Đường quá trình lưu lượng lũ đến hồ (a) và quá trình xả lũ về hạ du hồ Đắk Minh (b) ứng với các lượng mưa

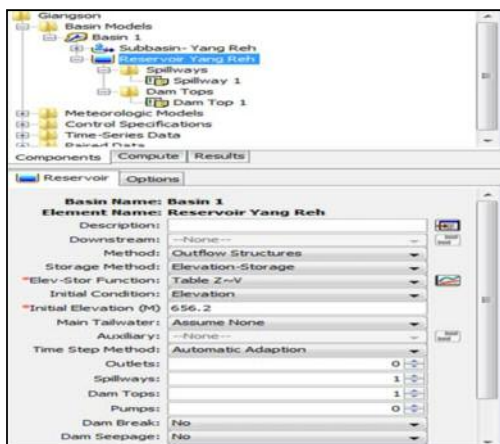
Bảng 2. Thông số cơ bản hồ Đắc Minh

TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị	TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị
1	Hồ chứa			2	Đập đất		
	Diện tích lưu vực	km ²	65		Cao trình đỉnh đập đất	m	207
	Cao trình MNDBT	m	203,5		Chiều rộng đỉnh đập	m	5
	Cao trình mực nước chết	m	192,5		Chiều dài đập	m	196
	Cao trình mực nước dâng gia cường	m	206		Chiều cao đập lớn nhất	m	20
	Dung tích chết	10 ⁶ m ³	0,6		Hệ số mái thượng lưu	m = 3	
	Dung tích hữu ích	10 ⁶ m ³	7,17		Hệ số mái hạ lưu	m = 3	
	Dung tích toàn bộ hồ	10 ⁶ m ³	7,77				
3	Tràn xả lũ						
	Hình thức tràn	Tràn đỉnh rộng, chảy tự do			Chiều rộng tràn	m	24
	Cao trình ngưỡng tràn	m	203,5		Hình thức tràn		Thực dụng

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.

3.2. 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.



Hình 4. Mô đun Outflow Structures sử dụng tính toán điều tiết lũ

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.

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:

$$Q = m \cdot \epsilon \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot H^{3/2} = m_0 \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot H^{3/2} \quad (1)$$

Trong đó: b là chiều rộng tràn (M) ; H là cột nước trên tràn (m); g là gia tốc trọng trường; là hệ số co hẹp bên ; m là 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.

Kết quả đường quan hệ lượng mưa ~ lưu lượng xả ~ mực nước hồ: $X \sim Z_h \sim Q_{xa}$.

3.3. 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

+ 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 tài liệu tham khảo 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.

- Để xác định được mực nước ở hạ lưu sau hồ chứa, chúng tôi căn cứ vào mưa trên lưu vực và lưu lượng xả ra khỏi hồ, từ đó tính toán bằng mô

hình thủy văn, thủy lực sẽ xác định được sơ bộ mực nước trong sông tương ứng với các trận mưa; đồng thời dựa vào địa hình khu vực hạ du để xác định được mức độ ngập lụt, là cơ sở 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. Tuy nhiên, trong khuôn khổ bài báo không thể trình bày kỹ mà chỉ nói về mặt nguyên tắc tính toán. Thông tin chi tiết về các bước tính toán và kết quả đạt được được trình bày chi tiết ở 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*”.

Tài liệu tham khảo

1. Hà Văn Khôi và nkk (2005), *Mô hình toán thủy văn*, NXB Nông nghiệp.
2. Nguyễn Đình, Nguyễn Hoàng Sơn, Lê Đình Thành (2013), *Ứng dụng mô hình HEC-HMS và HEC-RAS nghiên cứu mô phỏng dòng chảy lũ lưu vực sông Hương*, Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, số 42, tr.12-17.
3. Hoàng Ngọc Tuấn (2017), *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*, Viện KHTL miền Trung và Tây Nguyên.

APPLYING THE HEC-HMS MODEL TO FORECASTING THE FLOOD FLOW AND CONSTRUCTING THE FLOOD DISCHARGE PROCESS TO DOWNSTREAM OF RESERVOIRS IN THE SEREPOK RIVER BASIN IN DAK LAK PROVINCE, TYPICAL APPLICATION FOR DAK MINH RESERVOIR, BUON DON DISTRICT

Hoang Ngoc Tuan

Central Viet Nam Institute of Water Resources

Abstract: *Forecasting and warning floods to the reservoir are very necessary and important. Since the development of science and technology, the work of warning and forecast of floods is increasingly improved. There are many models used to calculate and forecast floods to the reservoirs such as MIKE, TANK, NAM, SSARR, HEC-HMS, HEC-RAS, ANN ... Each model has its advantages, disadvantages and separate conditions to apply. Based on the advantages and disadvantages, we realized that the HEC-HMS model would be a suitable choice for forecasting and warning flood flows for reservoirs in Dak Lak province, which is an area with many small and medium reservoirs, but the input data for calculation are limited. In this paper, we introduced the HEC-HMS tool for calculating, forecasting flood flows and constructing the flood discharge process to downstream of reservoirs.*

Keywords: *HEC-HMS model, forecast, calibration, verification, reservoir.*