

# HOÀN NGUYÊN Lũ ĐAU THÁNG 10 NĂM 2007 TRÊN SÔNG CHU

TS. Nguyễn Kiên Dũng

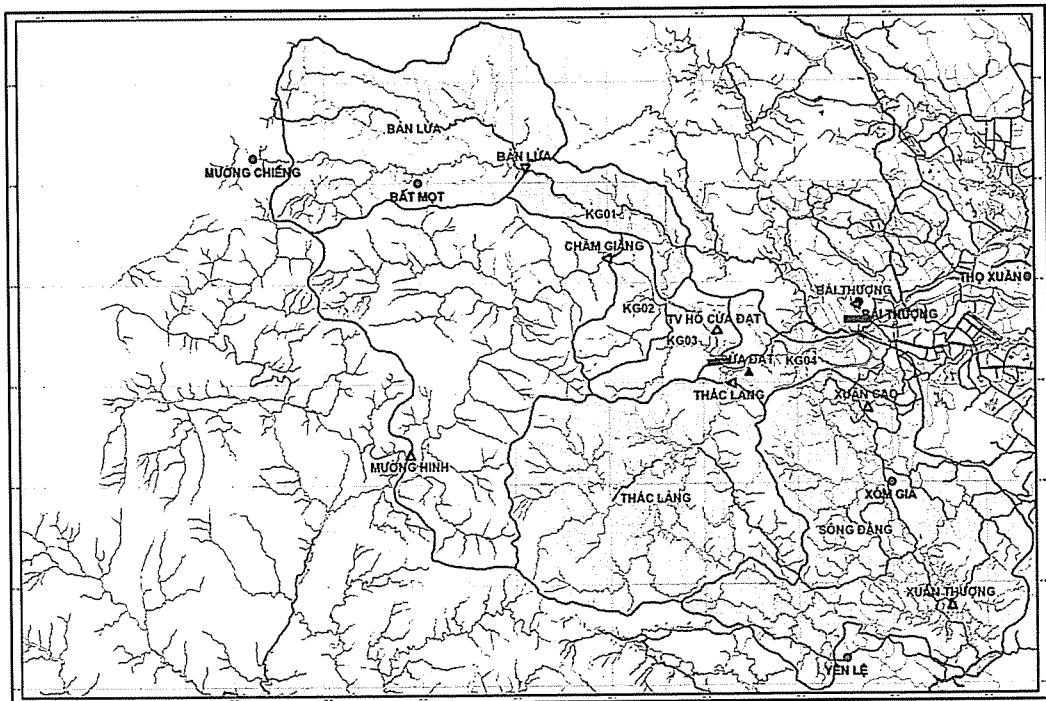
Trung tâm Ứng dụng công nghệ và Bồi dưỡng nghiệp vụ khí tượng thủy văn và môi trường

**D**o ảnh hưởng của cơn bão số 5 "Lekima" vào Bắc Trung Bộ gây mưa và lũ lớn, nước từ thượng nguồn đổ về làm đập chính hồ Cửa Đạt, Thanh Hoá (nơi đang thi công công trình thủy lợi-thủy điện Cửa Đạt) bị vỡ dài hơn 100m, cuốn trôi 600.000 m<sup>3</sup> đá, ước thiệt hại gần 200 tỷ đồng. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu ứng dụng phương pháp cân bằng nước và mô hình MIKE 11 hoàn nguyên trận lũ lớn xảy ra đầu tháng 10 năm 2007; giúp cho các nhà thủy văn và các dự báo viên hiểu rõ hiện trạng và nguyên nhân lũ lụt, có thêm một phương pháp tính toán, dự báo lũ và cảnh báo ngập lụt trong trường hợp phân chậm lũ; cung cấp cơ sở khoa học cho các nhà quản lý và các nhà qui hoạch tìm ra những biện pháp, phương án khả thi nhằm giảm thiểu thiệt hại cho nhân dân địa phương.

## 1. Mở đầu

Sông Chu là phụ lưu lớn nhất của sông Mã, bắt nguồn từ ngọn núi Hủa Phăn thuộc tỉnh Sầm Nưa - nước Cộng hòa dân chủ nhân dân Lào với độ cao gần 2000 m, cách thị xã Sầm Nưa khoảng 30 km về phía tây bắc. Phía bắc lưu vực sông Chu tiếp giáp với đường phân nước sông Chu với sông Mã, phía

tây và nam tiếp giáp với đường phân nước sông Chu với sông Cả, phía đông giáp với phần hạ du sông Mã đổ ra biển đông. Diện tích lưu vực tính tới tuyến đầu mỗi công trình Cửa Đạt là 5938 km<sup>2</sup>, trong đó có 4906 km<sup>2</sup> thuộc địa phận đất Lào, chiếm 82,6% diện tích lưu vực.



Hình 1. Bản đồ lưu vực sông Chu đã giới hạn và khoanh chia lưu khu vực

Do ảnh hưởng của cơn bão số 5 (Lekima) tối ngày 03/10/2007 đi vào địa phận hai tỉnh Quảng Bình - Hà Tĩnh sau đó kết hợp với dải hội tụ nhiệt đới đã gây ra mưa lớn trên diện rộng.

Lũ trên sông khu vực Bắc Trung Bộ và Tây Bắc lên nhanh, đặc biệt là trên sông Chu tỉnh Thanh Hóa.

Đến 15h chiều ngày 05/10/2015, sông Chu đã đạt đỉnh lũ và vượt báo động III 0,65m tại Xuân Khánh, tương đương lũ lịch sử năm 1968. Trong khi đó, lũ sông Mã và sông Bưởi vẫn tiếp tục lên nhanh, mực nước sông Mã tại Lý Nhân 12,08 m, đạt báo động III. Sông Bưởi đã vượt báo động III là 0,51 m, tương

Người đọc phản biện: PGS. TS. Ngô Trọng Thuận

đương lũ lịch sử năm 1996.

Hoàn nguyên trận lũ lớn xảy ra đầu tháng 10/2007 trên sông Chu không chỉ giúp cho các nhà thủy văn hiểu rõ hiện trạng và nguyên nhân lũ lụt, có thêm một phương pháp tính toán, dự báo lũ và cảnh báo ngập lụt trong trường hợp phân chậm lũ mà còn cung cấp cơ sở khoa học cho các nhà quản lý và các nhà qui hoạch tìm ra những biện pháp, phương án khả thi nhằm giảm thiểu thiệt hại cho nhân dân địa phương.

**2. Phương pháp hoàn nguyên lũ tháng 10/2007 trên sông Chu**

**2.1. Phương pháp ứng dụng**

Phương pháp cân bằng nước và mô hình toán đã được sử dụng để tính toán hoàn nguyên trận lũ điển hình xảy ra tháng 10/2007 trên sông Chu.

Phương pháp mô hình toán đã lựa chọn mô hình MIKE11 để mô phỏng, tính toán chế độ thủy lực và hoàn nguyên lũ.

Phương pháp cân bằng nước tính quá trình lưu lượng giờ tại tuyến đập trên cơ sở tài liệu đo mực nước, lưu lượng nước từng giờ tại trạm thủy văn cơ bản Cửa Đạt ( $F_{iv} = 6240 \text{ km}^2$ ) và trạm dùng riêng Thác Làng trên sông Đạt ( $F_{iv}$  khoảng gần  $300 \text{ km}^2$ ) và tài liệu quan trắc mực nước thượng lưu hồ. Công thức tính cân bằng dòng chảy như sau:

$$Q_{dap} = Q_{cd} - Q_{tl} \pm \frac{\Delta W}{\Delta t} \quad (1)$$

Trong đó:  $Q_{dap}$  là lưu lượng lũ tự nhiên (chưa bị điều tiết) tại tuyến đập Cửa Đạt,  $Q_{cd}$  là lưu lượng lũ tại trạm thủy văn Cửa Đạt,  $Q_{tl}$  là lưu lượng lũ tại trạm

thủy văn Thác Làng,  $\Delta W$  là lượng nước trữ trong hồ trong khoảng thời gian  $\Delta t$ ,  $\Delta t$  là bước thời gian tính.

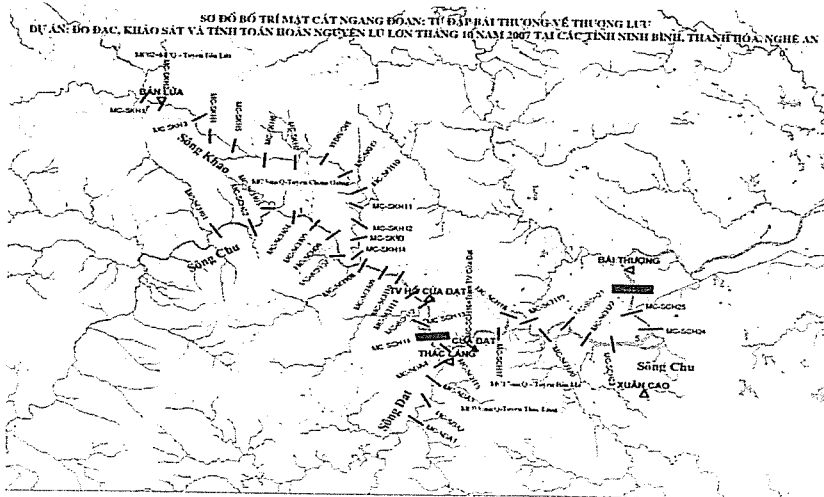
Phương pháp này có độ tin cậy cao nếu chất lượng tài liệu đo  $H, Q$  tại 2 trạm khống chế nêu trên tốt. Song thực tế, trận lũ vừa qua là trận lũ lớn nhất kể từ ngày thành lập trạm thủy văn Cửa Đạt (1981) cho đến nay, công trình đo mực nước tự ghi bị lũ cuốn trôi, phá hủy. Lưu lượng nước thực đo lớn nhất bằng máy chỉ khoảng dưới  $4000 \text{ m}^3/\text{s}$ , vì vậy khoảng kéo dài quan hệ  $Q = f(H)$  lên  $6000 - 7000 \text{ m}^3/\text{s}$  là rất lớn, sai số chính là khoảng kéo dài này. Đối với trạm Thác Làng trên sông Đạt, hiện còn chưa biết chất lượng tài liệu đo  $H, Q$  ra sao, song được biết trong trận lũ đó, thuyền đo đã bị đứt cáp, trôi về hạ lưu, công tác đo đạc bị gián đoạn, cần phải xử lý nguồn số liệu này.

**2.2. Tính toán và xử lý số liệu**

Để phục vụ hoàn nguyên lũ bằng mô hình MIKE 11, các tài liệu địa hình, khí tượng thủy văn, thông số của các công trình thủy lợi trên sông,... đã được thu thập và sử dụng.

Tài liệu địa hình bao gồm bản đồ địa hình tỉ lệ 1: 100.000, 03 mặt cắt dọc và 43 mặt cắt ngang (sông Chu: 25, sông Đạt: 04 và sông Khao: 14).

Tài liệu thủy văn bao gồm số liệu mưa, số liệu dòng chảy ở biên trên, biên dưới, nhập lưu khu giữa, số liệu dòng chảy ở một số trạm kiểm tra (dùng để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình). Tuy nhiên, số liệu mưa giờ ở các trạm trên không có nên việc phục vụ tính toán gặp nhiều khó khăn.



**Hình 2. Sơ đồ mặt cắt ngang đo tại tuyến sông Chu**

Nhưng xét đến khoảng thời gian đo đồng bộ tại các trạm cũng đã chọn được hai trận lũ xảy ra vào tháng 8/1973 và vào tháng 10/2007 để dùng cho việc tính toán cân bằng nước và chạy mô hình MIKE 11.

**Bảng 1. Các trạm khí tượng thủy văn dùng cho tính toán cân bằng nước**

STT	Tên trạm	Tình hình số liệu trận lũ ngày 3-10/10/2007	Công việc
1	Cửa Đạt	H <sub>giờ thực đo</sub>	Kéo dài Q~H theo công thức quan hệ Q = f(H)
2	Trạm đập	H <sub>giờ thực đo</sub>	Tính toán W~H theo bảng số liệu xây dựng cho hồ Cửa Đạt
3	Thác Làng	H <sub>giờ thực đo</sub>	Kéo dài Q~H theo công thức Sezi-Maning

**Bảng 2. Các trạm khí tượng thủy văn sử dụng tính toán bằng mô hình MIKE 11**

STT	Biên	Trận lũ 8/1973			Trận lũ 10/2007		
		Số liệu	Phương pháp kéo dài	Kéo dài theo	Số liệu	Phương pháp kéo dài	Kéo dài theo
1	Bản Lửa	-	LVTT	Xuân Thượng	TĐ		
2	Chòm Giăng	-	LVTT	Mường Hình	-	LVTT	Mường Hình
3	Thác Làng	-	LVTT	Xuân Thượng	TĐ		
4	Bãi Thượng	TĐ			TĐ		
<b>STT</b>	<b>Nhập lưu</b>						
1	KG BL	-	LVTT	Xuân Thượng	-	LVTT	Thác Làng
2	KG SK-SC	-	LVTT	Xuân Thượng	-	LVTT	Thác Làng
3	KG SC-SĐ	-	LVTT	Xuân Thượng	-	LVTT	Thác Làng
4	Sông Đàng	-	LVTT	Xuân Thượng	-	LVTT	Thác Làng

Ghi chú: LVTT: lưu vực tương tự, TĐ: thực đo, KG: khu giữa, BL: Bản Lửa, SK-SC: sông Khao - sông Chu, SC-SĐ: sông Chu - sông Đàng.

Số liệu tại các trạm dùng riêng như Bản Lửa, Thác Làng, trạm Đập hay Mường Hình tuy có tài liệu năm 2006 và 2007 nhưng giá trị Q lũ năm 2006 quá nhỏ so với năm 2007. Đường quan hệ Q=f(H) ngắn. Hơn nữa năm 2007 tại các trạm này chỉ đo mực nước H nên việc xác định lưu lượng Q gặp một số trở ngại. Đối với trận lũ tháng 8/1973 do số liệu thực đo tương đối đầy đủ và chính xác nên dùng lưu vực tương tự để kéo dài. Sai số chủ yếu là lựa chọn lưu vực tương tự có đúng không. Đối với trận lũ tháng 10/2007 do một số trạm thủy văn cơ bản đã ngừng hoạt động nên số liệu phục vụ cho việc tính toán thiếu khá nhiều, cần chỉnh biên kéo dài.

**a. Xử lý số liệu tại trạm thủy văn Cửa Đạt**

Số liệu thu thập được tại trạm thủy văn Cửa Đạt là số liệu mực nước giờ. Nhiệm vụ phải tính toán và

lập quan hệ Q~H để tra ra lưu lượng giờ tại trạm. Để xây dựng tương quan Q~H sử dụng phương pháp tương quan Q~ $\omega h^{2/3}$  với giả thiết phần nước cao hệ số nhám (n) và độ dốc (J) không thay đổi hoặc bù trừ dẫn đến  $(1/n).J^{1/2}$  hằng số. Vậy quan hệ Q~ $\omega h^{2/3}$  phần nước cao sẽ là đường thẳng với hệ số góc  $\text{tg } \alpha = (1/n).J^{1/2}$ , từ đó dễ dàng kéo dài Q~ $\omega h^{2/3}$  thế theo xu thế thẳng và dùng số liệu mặt cắt lớn tính  $\omega h^{2/3}$  sẽ có được Q với lũ cao. Để hạn chế ảnh hưởng chủ quan khi vẽ đường cong Q=f(H), (vì một điểm chuẩn mà biên độ kéo dài tới 5 m), căn cứ số liệu tọa độ Q = f(H) đã cho chọn 3 điểm tương ứng trong khoảng biên độ 4 m (29,5-33,5m). Từ đó tính được phương trình tương quan dạng đa thức bậc hai:

$$Q = 21,25H^2 - 676,25H + 3046 \quad (2)$$

Trong đó H là mực nước (m), Q là lưu lượng

(m<sup>3</sup>/s).

Căn cứ phương trình tương quan (2) có thể kéo dài Q=f(H) tới mực nước cao cần thiết. Phương trình này hoàn toàn phù hợp với tọa độ lũ 1980 đã tính ở

Từ phương trình quan hệ Q = f(H) đã tra được ra Giờ tại Cửa Đạt, vẽ được quan hệ Q~H tại trạm thủy văn Cửa Đạt ở hình 3.

*b. Xử lý số liệu tại trạm thủy văn Thác Làng*

Tại trạm thủy văn Thác Làng có giá trị thực đo của H<sub>giờ</sub>, nhưng lại không có quan hệ Q~H nên từ chuỗi 25 giá trị thực đo Q và H cùng giờ năm 2007 phải tiến hành xây dựng kéo dài đường quan hệ Q~H cho trận lũ từ ngày 3-10/10/2007.

Do chuỗi số liệu ngắn và giá trị Q,H đo nhỏ so với giá trị Q<sub>max</sub>, H<sub>max</sub> của trận lũ tháng 10/2007 nên trong quá trình làm việc, chúng tôi đã phải sử dụng đến

$$Q = \omega.C.\sqrt{RJ} \text{ với } C = \frac{1}{n}R^{1/6} \text{ ta có } Q = \omega.R^{2/3} \frac{1}{n}J^{1/2} \Rightarrow \frac{1}{n}J^{1/2} = \frac{Q}{\omega.h^{2/3}}J \quad (3)$$

Trong đó:  $\omega$  là diện tích mặt cắt ướt (m<sup>2</sup>); R là bán kính thủy lực (m), chính là độ sâu bình quân mặt cắt h<sub>bq</sub> (m), n là độ nhám; J là độ dốc mặt nước.

Dùng ba điểm thực đo ngày 4/10, 9/10 và ngày 10/10 năm 2007 để tính toán theo công thức Sezi-Maning được  $\frac{1}{n}J^{1/2} = 0,79$ ; từ đó kiểm tra với mực nước lũ thực đo lớn nhất ngày 10/10/2007 có H = 41,4 cm và Q = 992 m<sup>3</sup>/s. Dùng thông số này tính toán Q<sub>giờ</sub> cho trận lũ tháng 10/2007. Hình 4 là biểu đồ quan hệ Q~H sau khi đã kéo dài Q tại trạm Thác Làng.

*c. Xử lý số liệu tại trạm thủy văn Mường Hình và Bản Lửa*

Trạm thủy văn Mường Hình năm 2007 chỉ có số

trên. Cụ thể như sau:

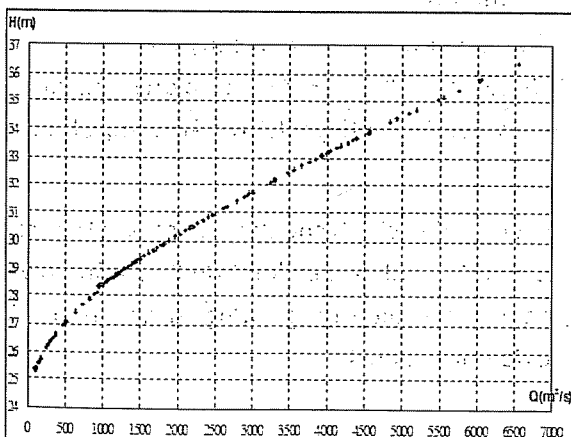
$$Q_{\max}^{80} \text{ theo } \frac{1}{n}J^{1/2} \text{ là } 7140 \text{ m}^3/\text{s}, Q_{\max}^{80} \text{ là } 7134 \text{ m}^3/\text{s}$$

nhiều phương pháp tính toán kiểm nghiệm lẫn nhau: phương pháp Sezi-Maning và phương pháp vẽ trên giấy kẻ li kéo dài theo xu thế, phương pháp vẽ và dùng hàm tương quan trong Excel.

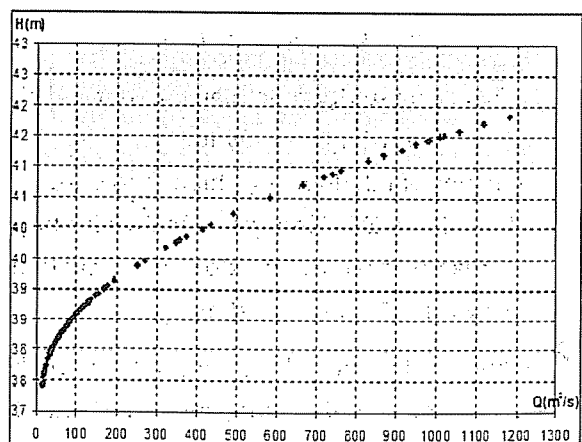
Sử dụng chuỗi số liệu thực đo lưu lượng và mực nước của trạm thủy văn Thác Làng năm 2007 với điểm thực đo lớn nhất 2007 là H<sub>max</sub> = 41,4 cm, Q<sub>max</sub> = 900 m<sup>3</sup>/s để xây dựng quan hệ Q = f(H) cho trận lũ tháng 10/2007. Tuy nhiên, đường quan hệ này không tốt nên muốn khôi phục số liệu Q~t trên trạm thủy văn Thác Làng phải dùng thêm công thức thủy lực Sezi-Maning:

liệu đo H nên cũng như hai trạm trên dùng phương pháp Sezi-Maning để xây dựng quan hệ Q~H. Dựa vào chuỗi số liệu thực đo Q và H sẵn có năm 2006 tính ra được  $\frac{1}{n}J^{1/2} = 0,63$ . Từ hệ số 0,63 và chuỗi số liệu mực nước thực đo H từ ngày 3 đến 9/10/2007 sẽ tra ra được lưu lượng Q tương ứng. Hình 5 là biểu đồ quan hệ Q~H xây dựng được cho trạm Mường Hình năm 2007.

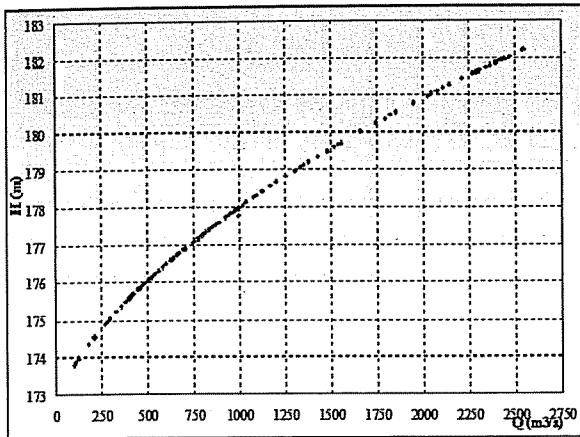
Tại Bản Lửa cũng giống như tại trạm Mường Hình, dựa vào số liệu điều tra vết lũ tại điểm H<sub>max</sub> = 165.61, Q<sub>max</sub> = 698 m<sup>3</sup>/s và chuỗi số liệu Q, H thực đo năm 2006 đã xây dựng được đường quan hệ giữa Q~H như hình 6.



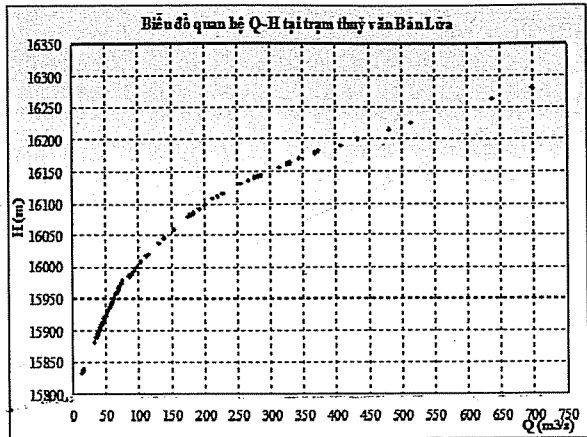
Hình 3. Biểu đồ đường quan hệ Q = f(H) tại trạm Cửa Đạt



Hình 4. Biểu đồ đường quan hệ Q = f(H) tại trạm thủy văn Thác Làng



**Hình 5. Biểu đồ đường quan hệ  $Q = f(H)$  tại trạm Mường Hình năm 2007**



**Hình 6. Biểu đồ đường quan hệ  $Q = f(H)$  tại trạm Bản Lửa năm 2007**

### 3. Ứng dụng hai phương pháp để hoàn nguyên lũ tháng 10/2007 trên sông Chu

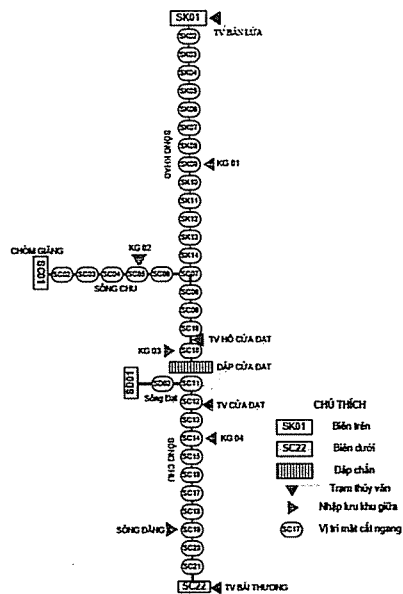
#### 3.1. Phương pháp mô hình toán MIKE 11

Sơ đồ thủy lực (hình 7) được thiết lập cho toàn bộ vùng hạ du hệ thống sông Mã - sông Chu bao gồm: sông Chu, sông Khao, sông Đát. Có 7 biên lưu lượng nhập lưu vào hệ thống sông Mã tại các tuyến: Chòm Giăng (sông Chu), Bản Lửa (sông Khao), Khu Giữa Bản Lửa (KG1), Lang Chánh (sông Đát), cửa sông Đàng (nhập lưu sông Chu), khu giữa sông Chu - sông Khao (KG02), khu giữa sông Chu - sông Đát (KG03), khu giữa sông Đát, sông Đàng (KG04). Có 1 biên mực nước tại cửa ra của hệ thống tại trạm thủy văn Bái Thượng (sông Chu). Chỉ có trạm thủy văn Cửa Đát để kiểm tra mực nước trên hệ thống.

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

Lũ 1973 được sử dụng để hiệu chỉnh mô hình nhằm tìm ra bộ thông số thủy lực của mô hình. Quá trình hiệu chỉnh được thực hiện theo phương pháp lặp thử sai. Để đánh giá mức độ phù hợp giữa kết quả tính toán và thực đo ta dùng chỉ tiêu EI (NASH) và sai số tương đối đỉnh lũ.

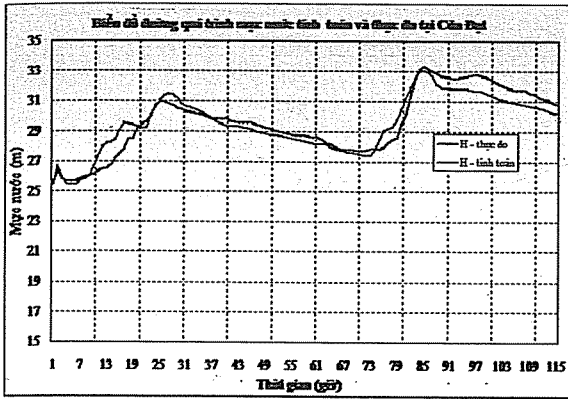
Sau khi xác định được bộ thông số trung bình của mô hình ta tiến hành chạy mô hình MIKE11



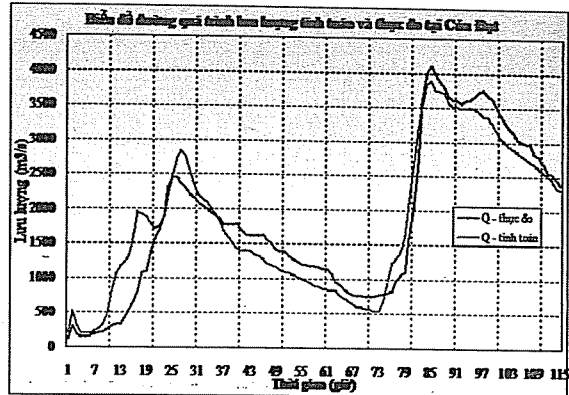
**Hình 7. Sơ đồ thủy lực tính toán hoàn nguyên lũ sông Chu tháng 10/2007**

để đưa ra kết quả tính toán thủy lực mô phỏng trận lũ từ 22 - 27/8/1973. Không có quá trình kiểm nghiệm do số liệu thực đo lũ trên sông Chu rất hiếm.

Kết quả hiệu chỉnh cho thấy chỉ số NASH và sai số tương đối đỉnh lũ đều lớn hơn 0,85 (hình 8 và 9), chênh lệch giữa tổng lượng lũ tính toán và thực đo nhỏ (bảng 4).



**Hình 8. Quá trình mực nước tính toán và thực đo tại trạm thủy văn Cửa Đạt trận lũ từ ngày 22-27/8/1973**



**Hình 9. Quá trình lưu lượng tính toán và thực đo tại trạm thủy văn Cửa Đạt trận lũ từ ngày 22-27/8/1973**

**Bảng 4. Chênh lệch tổng lượng lũ 1, 3, 5 ngày tính toán và thực đo**

Vị trí	Trên sông	$W_1$ ngày ( $10^6 m^3$ )			$W_3$ ngày ( $10^6 m^3$ )			$W_5$ ngày ( $10^6 m^3$ )		
		Tính toán	Thực đo	$\Delta W$	Tính toán	Thực đo	$\Delta W$	Tính toán	Thực đo	$\Delta W$
Cửa Đạt	Chu	293,4	309,6	16,2	526,8	562,4	35,6	755,7	757,7	2,0

Các kết quả trên cho thấy mô hình và các thông số thủy lực đã chọn phù hợp với hiện trạng hệ thống sông và bộ thông số này có thể dùng được cho bài toán hoàn nguyên lũ sông Chu.

*b. Mô phỏng, hoàn nguyên lũ*

Sau khi xác định được bộ thông số của mô hình chạy cho năm 1973 ta tiến hành tiếp tục sử dụng

bộ thông số đó để chạy mô phỏng phương án lũ thực tế đầu 10/2007 với các biên đã đề cập ở trên và được xử lý như đã trình bày ở mục 2.2. Kết quả tính toán lưu lượng và mực nước được thể hiện trong hình 10 và 11. Kết quả tính toán chỉ tiêu NASH, sai số đỉnh lũ và chênh lệch tổng lượng lũ 1, 3, 5 ngày được thống kê trong bảng 5 và 6.

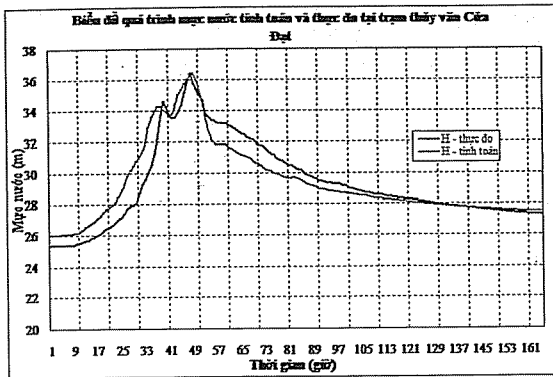
**Bảng 5. Chỉ tiêu NASH và sai số tương đối đỉnh lũ tại Cửa Đạt từ ngày 3 - 9/10/2007**

Vị Trí	Mặt cắt	Trên sông	NASH		Chênh lệch		$Q_{max}$ ( $m^3/s$ )		Sai số đỉnh (%)
			H	Q	H (m)	Q ( $m^3/s$ )	Tính toán	Thực đo	Q
Cửa Đạt	20	Chu	0,87	0,89	0,015	466,6	6923	7390	6,3

**Bảng 6. Chênh lệch tổng lượng lũ 1, 3, 5 ngày trình tính toán và thực đo**

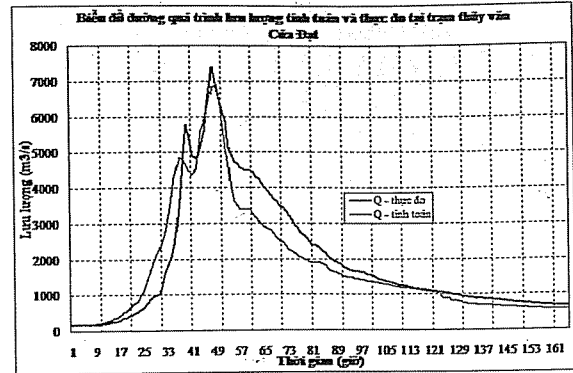
Vị trí	Trên sông	$W_1$ ngày ( $10^6 m^3$ )			$W_3$ ngày ( $10^6 m^3$ )			$W_5$ ngày ( $10^6 m^3$ )		
		Tính toán	Thực đo	$\Delta W$	Tính toán	Thực đo	$\Delta W$	Tính toán	Thực đo	$\Delta W$
Cửa Đạt	Chu	430,6	466	35,4	831,4	902,6	71,2	987,1	1083,2	96,1

# NGHIÊN CỨU & TRAO ĐỔI



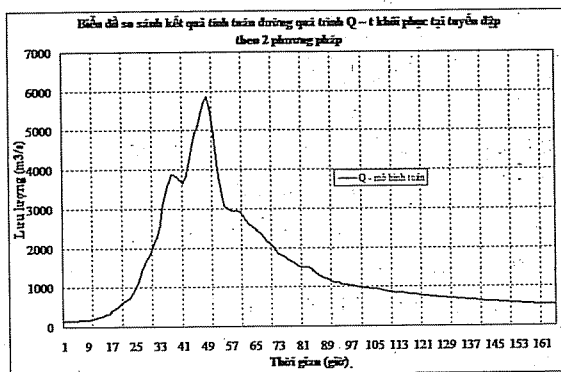
**Hình 10. Biểu đồ quá trình mực nước tính toán và thực đo tại trạm thủy văn Cửa Đạt trận lũ từ ngày 3-9/10/2007**

Với trận lũ tự nhiên xuất hiện trên sông Chu theo kết quả tính toán thủy lực của mô hình tại vị trí kiểm tra trạm thủy văn Cửa Đạt cho thấy quá trình lũ tính theo cân bằng nước và theo mô hình MIKE 11 có

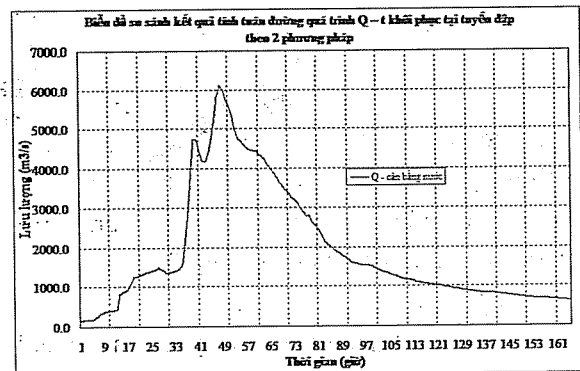


**Hình 11. Biểu đồ quá trình lưu lượng tính toán và thực đo tại trạm thủy văn Cửa Đạt trận lũ từ ngày 3-9/10/2007**

dạng đường quá trình và đỉnh lũ phù hợp, sai số trong phạm vi cho phép. Đường quá trình khôi phục trận lũ thực tế tại vị trí tuyến đập được dẫn ra trong hình 12.



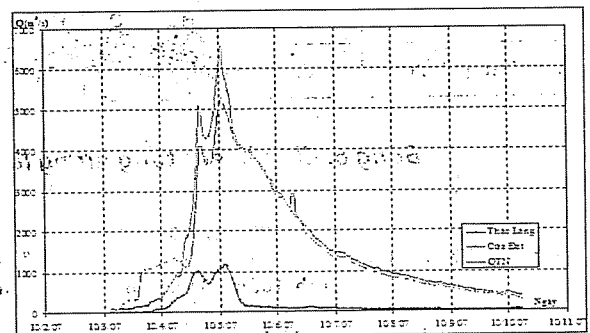
**Hình 12. Quá trình lưu lượng khôi phục tại trạm thủy văn Cửa Đạt trận lũ từ ngày 3-9/10/2007 theo phương pháp mô hình toán**



**Hình 13. Quá trình lưu lượng khôi phục tại trạm thủy văn Cửa Đạt trận lũ từ ngày 3-9/10/2007 theo phương pháp cân bằng nước**

### 3.2. Phương pháp cân bằng nước

Phương pháp cân bằng dòng chảy có độ tin cậy cao nếu chất lượng tài liệu đo H, Q tại 2 trạm khống chế tốt. Song thực tế, do phải kéo dài chuỗi số liệu cho trạm thủy văn Cửa Đạt và Thác Lãng nên sai số của phương pháp chính là do sai số của khoảng kéo dài này. Kết quả tính toán quá trình lũ tự nhiên theo phương pháp cân bằng nước được thể hiện trong hình 13. Hình 14 là các đường quá trình lũ tại các trạm: Thác Lãng và Cửa Đạt dùng trong tính toán cân bằng nước xác định quá trình lũ tự nhiên tại tuyến công trình.



**Hình 14. Đường quá trình Q ~ t của các trạm trong tính cân bằng nước**

Kết quả tính toán tổng lượng lũ W và lưu lượng đỉnh lũ Q tại Thác Làng, trạm thủy văn Cửa Đạt và tuyến đập Cửa Đạt được trình bày trong bảng 7.

**Bảng 7. Bảng kết quả tính toán giá trị max tại các trạm**

Vị trí	W (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /s)
Trạm thủy văn Thác làng	4,14	1182
Trạm thủy văn Cửa Đạt	22,69	6551
Tuyến đập Cửa Đạt	19,23	5343

**4. Kết luận và kiến nghị**

Việc ứng dụng mô hình MIKE 11 hoàn nguyên lũ lưu vực sông Chu nói riêng, các lưu vực sông khác nói chung trong các trường hợp phân chậm lũ hoặc xảy ra sự cố vỡ đê, đập là khả thi, tin cậy và hiệu quả. Phương pháp hoàn nguyên lũ này có thể nghiên cứu cải tiến để trở thành một công cụ dự báo lũ và cảnh báo ngập lụt trong quá trình phân chậm lũ hoặc xảy ra sự cố vỡ đê, đập.

Trong quá trình hoàn nguyên lũ sông Chu, việc

kéo dài các quan hệ Q~Hở mực nước cao tại các trạm Cửa Đạt, Thác Làng, Mường Hình, Bản Lả là có cơ sở khoa học. Tính toán dòng chảy cho các lưu vực sông nhánh thông qua các lưu vực tương tự là giải pháp cho kết quả tin cậy ở mức độ nhất định. Vì vậy, để nâng cao độ chính xác các kết quả tính toán và dự báo cần nghiên cứu cải thiện độ chính xác của các mô hình số trị dự báo mưa thời đoạn 06 giờ, tính lượng dòng chảy gia nhập khu giữa bằng các mô hình mưa - dòng chảy.

**Tài liệu tham khảo**

1. Trung tâm Ứng dụng công nghệ và Bồi dưỡng nghiệp vụ khí tượng thủy văn và môi trường (2010), Báo cáo tổng kết nhiệm vụ "Hoàn nguyên trận lũ lớn tháng X/2007 trên sông Chu tại tuyến đập Cửa Đạt tỉnh Thanh Hóa và trên sông Hoàng Long tỉnh Ninh Bình".
- 2.. DHI Software (2007). MIKE 11\_ Reference Manual.
3. DHI Software (2007). MIKE 11\_User Manual.