

# HOÀN NGUYÊN LŨ ĐẦU THÁNG 10 NĂM 2007 TRÊN SÔNG HOÀNG LONG

TS. Nguyễn Kiên Dũng

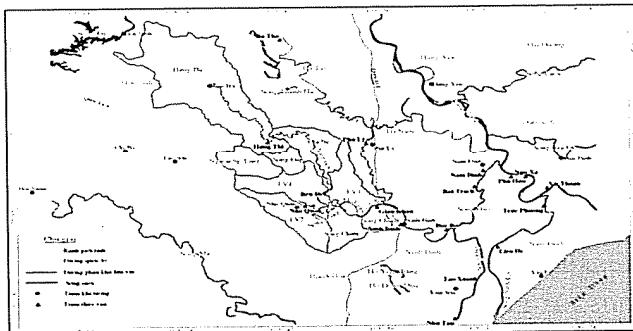
Trung tâm Ứng dụng công nghệ và Bồi dưỡng nghiệp vụ khí tượng thủy văn và môi trường

**D**o ảnh hưởng của cơn bão số 5 (Lekima), kết hợp với dải hội tụ nhiệt đới, đã gây ra mưa, lũ lớn trên lưu vực các sông Bắc Trung Bộ và Tây Bắc, đặc biệt là trên sông Chu và sông Hoàng Long. Tỉnh Ninh Bình phải phân lũ sông Hoàng Long qua ba tràn Đức Long, Gia Tường và Lạc Khoái, gây ngập lụt và thiệt hại nghiêm trọng cho 21 xã của huyện Nho Quan và Gia Viễn. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu ứng dụng 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 chật lũ; cung cấp cơ sở khoa học cho các nhà quản lý và các nhà quy hoạch tìm ra những biện pháp, phương án khả thi nhằm giảm thiểu thiệt hại cho nhân dân địa phương.

## 1. Mở đầu

Lưu vực sông Hoàng Long bao gồm các huyện Kim Bôi, Lạc Thuỷ, Kỳ Sơn (tỉnh Hòa Bình) và Nho Quan, Gia Viễn (tỉnh Ninh Bình). Sông chính Hoàng Long dài 125 km, diện tích toàn lưu vực là 1550 km<sup>2</sup>,

trong đó vùng núi đá vôi chiếm 295 km<sup>2</sup>, độ cao bình quân lưu vực 173 m; chiều rộng bình quân lưu vực 15,5 km, mật độ lưới sông 0,81 và hệ số uốn khúc là 1,60. Thượng lưu của sông Hoàng Long là sông Bôi, về phía hạ lưu còn có 2 phụ lưu nữa là sông Đập và sông



**Hình 1. Sơ đồ hệ thống sông Hoàng Long**

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 (Thanh Hóa) và sông Hoàng Long thuộc tỉnh Hòa Bình và Ninh Bình. Trên sông Bôi tại trạm thủy văn Hưng Thi xuất hiện đỉnh lũ vào 15h30' ngày 05/10/2007:  $H_{max} = 1849$  cm, cường suất lũ lên lớn nhất:  $\Delta H_{max-lên} = 78$  cm/h, cường suất lũ xuống lớn nhất:  $\Delta H_{max-xuống} = 100$  cm/h. Tại thủy văn Bến Đế trên sông Hoàng Long xuất hiện đỉnh  $H_{max} = 517$  cm từ 0h30' đến 02h00' ngày 06/10/2007, cường suất lũ lên lớn nhất:  $\Delta H_{max-lên} = 21$  cm/h, cường suất lũ xuống lớn nhất:  $\Delta H_{max-xuống} = 05$  cm/h.

Tỉnh Ninh Bình phải phân lũ sông Hoàng Long qua ba tràn: Đức Long, Gia Tường (huyện Nho Quan)

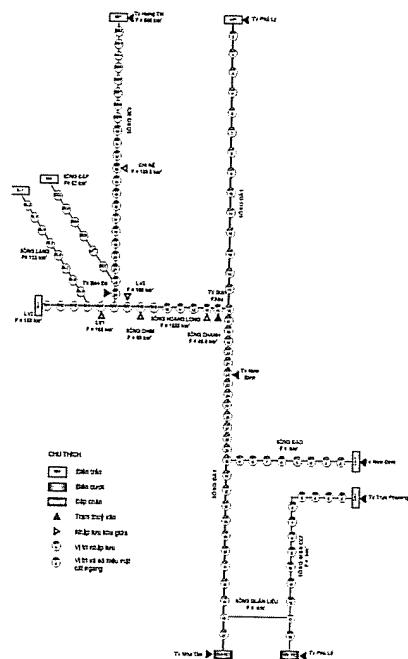
và Lạc Khoái (huyện Gia Viễn). Đến sáng ngày 06/10/2007, 21 xã thuộc vùng phân lũ, chật lũ của huyện Nho Quan và Gia Viễn đã bị ngập nước, nhiều nhà dân ngập sâu từ 2,0-3,5m. Tổng số hộ trong vùng phân lũ là 17.160 hộ (Nho Quan: 12.600 hộ, Gia Viễn: 4.560 hộ), trong đó số hộ bị ngập lụt là 13.691 với 61.000 nhân khẩu. Lương thực bị ngập khoảng 700 tấn, diện tích cây vụ đông bị ngập 3.187 ha, diện tích nuôi cá bị ngập mất trắng 2.711 ha, nhiều công trình trên sông bị hư hại.

Hoàn nguyên trận lũ lớn xảy ra đầu tháng 10/2007 trên sông Hoàng Long không chỉ 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 chật lũ mà còn cung cấp cơ sở khoa học cho các nhà quản lý và các nhà quy 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 Hoàng Long

Mô hình MIKE 11 đã được sử dụng như một công cụ chủ đạo để tính toán hoàn nguyên trận lũ điển hình xảy ra tháng 10/2007 trên sông Hoàng Long. Hình 2 mô tả sơ đồ thủy lực và hệ thống trạm khí tượng thủy văn khu vực tính toán.



**Hình 2. Sơ đồ tính toán mô phỏng trận lũ tháng 10/2007 trên sông Hoàng Long**

Toàn bộ hệ thống sông trong khu vực nghiên cứu gồm 8 con sông với 137 mặt cắt ngang, trong đó: sông Bôi từ trạm thủy văn Hưng Thi đến vị trí nhập lưu vào sông Hoàng Long gồm 23 mặt cắt, sông Đập từ thượng nguồn đến vị trí nhập lưu vào sông Bôi gồm 7 mặt cắt, sông Lạng từ thượng nguồn đến vị trí nhập lưu vào sông Hoàng Long gồm 13 mặt cắt, sông Hoàng Long từ thượng nguồn đến vị trí nhập lưu vào sông Đáy gồm 14 mặt cắt, sông Đáy từ trạm thủy văn Phú Lí đến trạm mực nước Nhu Tân gồm 43 mặt cắt, sông Đào từ trạm đo mực nước tại Nam Định về nhập lưu vào sông Đáy gồm 11 mặt cắt, sông Ninh Cơ từ trạm mực nước Trực Phương về đến trạm mực nước Phú Lễ gồm 25 mặt cắt, sông Quần Liêu nối từ sông Ninh Cơ sang sông Đáy gồm 2 mặt cắt.

### 2.1. Xử lý các biên của mô hình MIKE 11

Biên trên của mô hình là lưu lượng nước tại các trạm thủy văn Hưng Thi, Phú Lí và tại vị trí mặt cắt

thượng lưu các nhánh sông Đập, sông Lạng và LV2. Biên dưới của mô hình là mực nước tại các trạm thủy văn Nam Định, Trực Phương, Như Tân và Phú Lễ. Lượng gia nhập khu giữa của mô hình là lưu lượng nước tại điểm nhập lưu các nhánh sông Chi Nê, LV1, LV3, sông Chim và sông Chanh. Điểm kiểm tra trong quá trình hiệu chỉnh và kiểm nghiệm mô hình là các trạm thủy văn Bến Đề, Gián Khẩu và Ninh Bình.

Mô hình được hiệu chỉnh với trận lũ xảy ra từ ngày 01-19/9/2000, kiểm nghiệm với trận lũ xảy ra từ 17/9-06/10/2005, mô phỏng cho trận lũ xảy ra từ 03-08/10/2007.

Nói chung, số liệu thực đo tại các biên cơ bản đáp ứng quá trình hiệu chỉnh, kiểm nghiệm và mô phỏng mô hình. Riêng tại 08 nhánh: sông Đập ( $52 \text{ km}^2$ ), sông Lạng ( $103 \text{ km}^2$ ), LV2 ( $159 \text{ km}^2$ ), sông Chi Nê ( $160 \text{ km}^2$ ), LV1 ( $168 \text{ km}^2$ ), LV3 ( $160 \text{ km}^2$ ), sông Chim ( $89 \text{ km}^2$ ) và sông Chanh ( $50 \text{ km}^2$ ) không có số liệu đo đạc nên lưu lượng nước được tính toán theo hai phương pháp lưu vực tương tự.

Với phương pháp lưu vực tương tự, lưu vực khống chế bởi trạm thủy văn Hưng Thi rộng  $664 \text{ km}^2$ , có quá trình đo lưu lượng và mực nước nhiều năm, đường quan hệ  $Q \sim H$  khá ổn định với hệ số tương quan chặt chẽ ( $R^2 > 0,9$ ) được chọn là lưu vực tương tự.

Lưu lượng đỉnh lũ của 08 lưu vực sông nhánh khu giữa được tính từ lưu lượng đỉnh lũ tại trạm thủy văn Hưng Thi theo công thức kinh nghiệm:

$$Q_{nc} = q_{tt} \left( \frac{F_{tt}}{F_{nc}} \right)^n F_{tt} \quad (1)$$

Trong đó:  $Q_{nc}$  là lưu lượng đỉnh lũ của lưu vực sông nhánh còn gọi là lưu vực sông nghiên cứu ( $\text{m}^3/\text{s}$ ),  $q_{tt}$  là modul đỉnh lũ của lưu vực tương tự ( $\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$ ),  $n$  là số mũ triết giảm modul đỉnh lũ theo diện tích (theo kết quả nghiên cứu của Đỗ Đình Khôi  $n = 0,33$ ),  $F_{tt}$  và  $F_{nc}$ : là diện tích lưu vực trạm thủy văn tương tự và lưu vực đến tuyến tính toán ( $\text{km}^2$ ).

Tổng lượng lũ 08 lưu vực sông nhánh được hiệu chỉnh theo tỉ lệ mưa sinh lũ giữa lưu vực tương tự Hưng Thi với các lưu vực sông nhánh khu giữa (bảng 1). Số liệu mưa các lưu vực khu giữa được tính toán theo mô hình mưa số trị thời đoạn 6 giờ, kết hợp với ảnh mây vệ tinh địa tĩnh MTSAT và số liệu mưa tại trạm thủy văn Hưng Thi.

Kết quả tính toán dòng chảy cho các trận lũ lớn xảy ra trong các năm 2000, 2005, 2007 của 08 lưu vực sông nhánh khu giữa theo phương pháp lưu vực

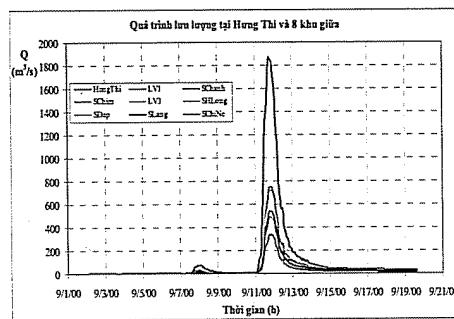
## NGHIÊN CỨU & TRAO ĐỔI

tương tự được thể hiện trong hình 3, hình 4 và hình 5. Bảng 2 trình bày kết quả so sánh giữa lưu lượng tính

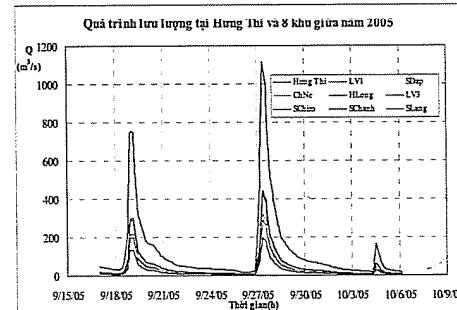
toán bằng phương pháp lưu vực tương tự và số liệu điều tra lũ cho trận lũ đầu tháng 10/2007.

**Bảng 1. Tỉ lệ mưa ngày giữa lưu vực Hưng Thi và các lưu vực khu giữa năm 2007**

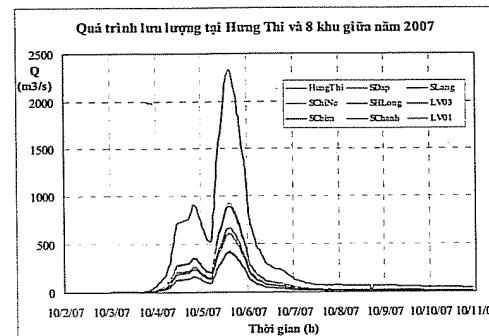
Thời gian (ngày)	Tỉ lệ mưa ngày giữa lưu vực Hưng Thi với các lưu vực khu giữa							
	Sông Lạng	Sông Đập	Chi Nê	LV1	LV2	LV3	Sông Chim	Sông Chanh
9/26/07	1,78	2,09	2,15	3,08	3,37	3,16	4,40	4,39
9/27/07	1,33	1,15	1,09	1,24	1,21	0,91	0,95	0,97
9/28/07	1,33	1,44	1,38	1,76	1,51	1,37	1,15	1,19
9/29/07	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
9/30/07	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10/1/07	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10/2/07	0,70	0,80	0,82	0,73	0,64	0,87	0,69	0,71
10/3/07	0,90	0,87	0,85	0,78	0,74	0,72	0,60	0,61
10/4/07	0,84	0,66	0,61	0,48	0,41	0,31	0,16	0,16
10/5/07	0,85	1,03	1,00	0,84	0,66	0,77	0,61	0,62
10/6/07	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	7,67	7,67
10/7/07	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10/8/07	0,01	0,06	0,07	0,03	0,11	0,11	0,16	0,13
10/9/07	1,00	1,00	1,00	0,08	0,49	1,00	0,08	1,00
10/10/07	2,09	1,25	0,50	4,17	4,00	0,33	0,28	1,00



**Hình 3. Lưu lượng lũ tháng 9/2000 tại Hưng Thi và các sông nhánh khu giữa**



**Hình 4. Lưu lượng lũ tháng 9/2005 tại Hưng Thi và các sông nhánh khu giữa**



**Hình 5. Lưu lượng lũ tháng 10/2007 tại Hưng Thi và các sông nhánh khu giữa**

**Bảng 2. So sánh kết quả tính toán phương pháp lưu vực tương tự và số liệu thực đo**

STT	Vị trí kiểm tra	Tên sông	$Q_{th}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{dt}$ (m <sup>3</sup> /s)	$\Delta Q$ (m <sup>3</sup> /s)	Sai số (%)
1	An Bình, Lạc Thủy, Hòa Bình	Đáy	529	1344	815	60
2	Yên Bông, Lạc Thủy, Hòa Bình	Bôi	2330	2065	265	13
3	Thạch Bình, Nho Quan, Ninh Bình	Lạng	669	680	11	1,6
4	Gia Tân, Gia Viễn, Ninh Bình	Hoàng Long	894	1685	791	47

**2.2. Hiệu chỉnh và kiểm nghiệm mô hình MIKE 11**

Quá trình hiệu chỉnh mô hình với lũ tháng 9/2000 được thực hiện theo phương pháp thử sai

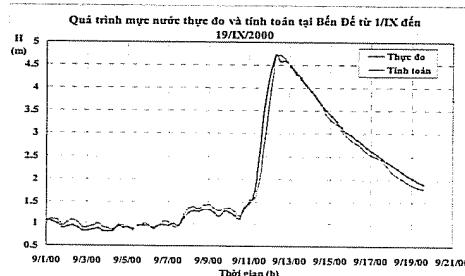
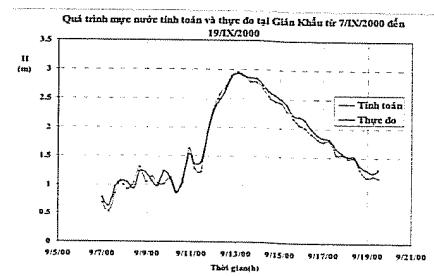
với các bước tính lặp. Kết quả sau khi mô hình tính toán được so sánh với giá trị thực và được đánh giá theo chỉ tiêu Nash-Shutcliffe.

**Bảng 3. Kết quả hiệu chỉnh mô hình với lũ tháng 9/2000**

STT	Vị trí	Mặt cắt	Trên sông	Hệ số Nash	$\Delta H$ (m)
1	Bến Đέ	22	Bôi	0,99	0,024
2	Gián Khẩu	14	Hoàng Long	0,98	0,030

Kết quả hiệu chỉnh mô hình cho thấy quá trình mực nước tính toán và thực đo tại trạm thủy văn

Bến Đέ và Gián Khẩu khá phù hợp, sai số chênh lệch đỉnh nằm trong giới hạn cho phép.

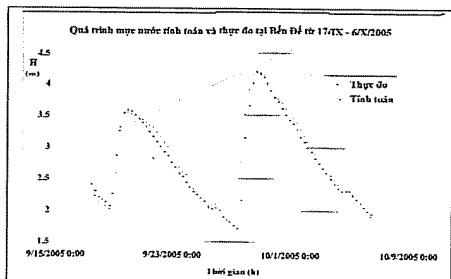
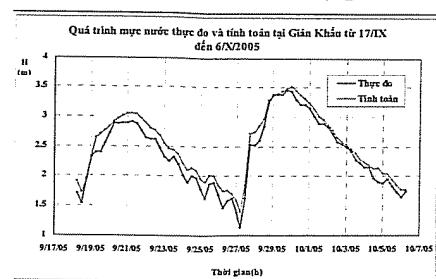
**Hình 6. Quá trình mực nước tính toán và thực đo tại Bến Đέ từ ngày 7 - 19/9/2000****Hình 7. Quá trình mực nước tính toán và thực đo tại Gián Khẩu từ ngày 7 - 19/9/2000**

Sử dụng bộ thông số mô hình xác định từ quá trình hiệu chỉnh để tính toán kiểm nghiệm cho trận lũ xảy ra từ 17/9 đến 06/10/2005. Kết quả hiệu chỉnh mô hình

cho thấy quá trình mực nước tính toán và thực đo tại trạm thủy văn Bến Đέ và Gián Khẩu khá phù hợp, sai số chênh lệch đỉnh nằm trong giới hạn cho phép.

**Bảng 4. Kết quả hiệu chỉnh mô hình với lũ tháng 9 năm 2000**

STT	Vị trí	Mặt cắt	Trên sông	Hệ số Nash	$\Delta H$ (m)
1	Bến Đέ	22	Bôi	0,97	0,01
2	Gián Khẩu	14	Hoàng Long	0,95	0,05
3	Ninh Bình	23	Đáy	0,94	0,08

**Hình 8. Quá trình mực nước tính toán và thực đo tại Bến Đέ từ ngày 17/9 - 6/10/2005****Hình 9. Quá trình mực nước tính toán và thực đo tại Gián Khẩu từ ngày 17/9 - 6/10/2005**

## **NGHIÊN CỨU & TRAO ĐỔI**

Dựa theo kết quả đánh giá và tính toán ở bảng 6 và đường quá trình mực nước từ hình 8, hình 9 cho thấy kết quả kiểm định lại bộ thông số của mô hình cho kết quả tốt tại các vị trí kiểm tra Bến Đế, Gián Khẩu với chỉ tiêu Nash đều lớn hơn 0,95 và chênh lệch mực nước đỉnh lũ dao động trong khoảng 0,01 - 0,08 m. Từ kết quả tính toán các đường quá trình ở trên cho thấy kết quả tính toán và thực đo trên toàn mạng sông đồng nhất cả về biên độ và độ lớn. Kết quả kiểm định lại bộ thông số của mô hình cho kết quả tốt tại các vị trí kiểm tra do đó có thể sử dụng bộ thông số này phục vụ cho bài toán mô phỏng phương án của trận lũ đầu tháng 10/2007.

### **2.3. Hoàn nguyên trận lũ tháng 10/2007 trên sông Hoàng Long**

Bộ thông số của mô hình sau khi hiệu chỉnh với bộ số liệu năm 2000, kiểm định số liệu năm 2005 đạt kết quả tốt, tiếp tục sử dụng bộ thông số này vào bài toán mô phỏng cho năm 2007 để hoàn nguyên trạng

lũ từ ngày 04 - 08/10/2007.

### **2.3.1. Mô phỏng trận lũ thực tế tháng 10/2007 trên sông Hoàng Long**

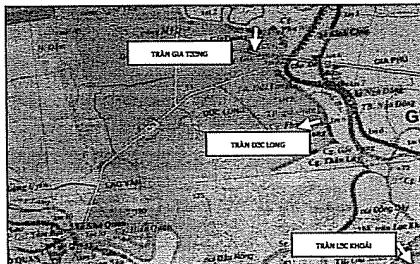
Mô phỏng trận lũ thực tế tháng 10/2007 là mô phỏng trận lũ trên sông Hoàng Long với sự tham gia vận hành phân lũ của các công trình Gia Tường, Đức Long và Lạc Khoái. Dựa vào bản đồ đê điều tỉnh Ninh Bình và “Báo cáo tổng kết trận lũ từ ngày 05-11/10/2007 trên sông Hoàng Long” của Trung tâm Khí tượng Thủy văn tỉnh Ninh Bình, đã chia khu phân chật lũ thành 2 khu chứa lũ chính V1 (gồm 3 xã phân lũ sau tràn Gia Tường và Đức Long và khu chứa dung tích V2 (gồm 12 xã phân lũ sau tràn Lạc Khoái).).

Vị trí các tràn và khu chứa phía trong đập Gia Tường trên sông Đập, Đức Long trên sông Bôi và khu chứa phía trong đập Lạc Khoái trên sông Hoàng Long được mô tả trong các hình 10, 11, 12 và 13. Các thông số tràn được dẫn ra trong bảng 5.

Bảng 5. Các thông số của 03 công trình tràn Gia Tường, Đức Long, Lạc Khoái

STT	Tên tràn	Dài (m)	Rộng (m)	Cao trình phần cứng (m)	Cao trình phần trach đất (m)
1	Gia Tường	200	4,0	+4,0	+0,6
2	Đức Long	200	4,0	+3,6	+0,6
3	Lạc Khoái	730	4,0	+4,0	+0,6

Quá trình phân lũ được tiến hành như sau: Khi mực nước Bến Đέ đạt mức 4,9 m thì cho xả tràn qua đập Gia Tường và Đức Long vào 3 xã phân lũ thuộc huyện Nho Quan nhằm cắt đỉnh lũ. Tuy nhiên, mực



**Hình 10. Sơ đồ vị trí các công trình tràn phân lũ  
Gia Tường, Đức Long, Lạc Khoái**

nước tại Bến Đế tiếp tục tăng nhanh, vì vậy 5 giờ sau tiếp tục tiến hành phân lũ qua tràn Lạc Khoái làm ngập 12 xã phía trong.



### Hình 11. Trần Gia Tường ở thượng lưu cầu Bến Đè, bờ hữu sông Hoàng Long



**Hình 12. Trần Đức Long ở hạ lưu cầu Bến Đề, bờ hữu sông Hoàng Long**

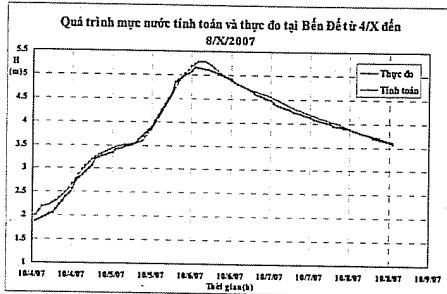


### **Hình 13. Trần Lạc Khoái ở bờ hữu sông Hoàng Long**

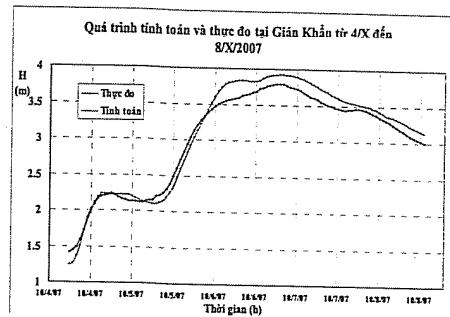
Nước trong khu phân lũ sau tràn Gia Tường và Đức Long sẽ tiêu thoát qua sông Bến Đang, nhánh sông này có khả năng tiêu nước chậm. Hoạt động của các công trình thủy lợi tiêu nước trên sông dừng khi mực nước sông ngang bằng mức nước trong đồng.

Sử dụng thẻ CONTROL STRUCTURES trong mô hình MIKE 11 và nhập các thông số tràn ở bảng 5. Tiến hành mô phỏng trong SIMULATION với bộ

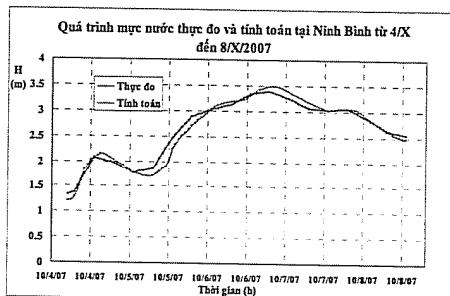
thông số mô hình đã lựa chọn, các điều kiện biên và quá trình vận hành công trình xả lũ thực tế khi xảy ra lũ đầu tháng 10/2007. Kết quả mô phỏng trận lũ được thể hiện trên các hình 14, 15, 16 và bảng 6. Chỉ tiêu NASH đều lớn hơn 0,97 và chênh lệch mực nước đỉnh lũ nằm trong khoảng 0,09 - 0,13 m. Như vậy việc mô phỏng trận lũ thực tế đầu tháng 10/2007 trên hệ thống sông Hoàng Long là khá tốt và có độ tin cậy cao.



Hình 14. Quá trình mực nước tính toán và kiểm tra tại Bến Đế từ ngày 4 - 8/10/2007



Hình 15. Quá trình mực nước tính toán và kiểm tra tại Gián Khẩu từ ngày 4 - 8/10/2007



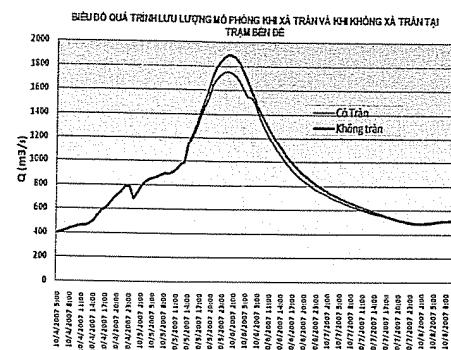
Hình 16. Quá trình mực nước tính toán và kiểm tra tại Ninh Bình từ ngày 4 - 8/10/2007

Bảng 6. Kết quả mô phỏng trận lũ tháng 9 năm 2007

STT	Vị trí	Mặt cắt	Trên sông	Hệ số Nash	$\Delta H$ (m)
1	Bến Đế	22	Bôi	0,99	0,12
2	Gián Khẩu	14	Hoàng Long	0,97	0,13
3	Ninh Bình	23	Đáy	0,97	0,09

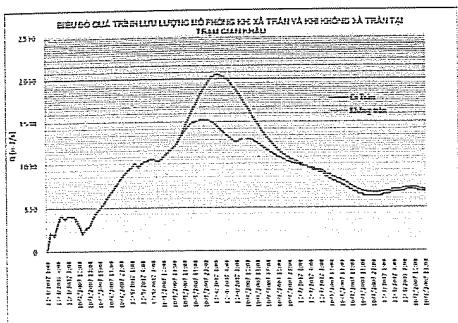
Hoàn nguyên trận lũ xảy ra đầu tháng 10/2007 trên sông Hoàng Long là tiến hành tính toán với các điều kiện biên thực tế nhưng bỏ qua thẻ CONTROL STRUCTURES trong mô hình MIKE 11, không phân lũ qua 3 tràn Đức Long, Gia Tường và Lạc Khoái. Kết quả hoàn nguyên lũ được thể hiện trên các hình 17, hình 18 và hình 19.

Hiệu quả phân chật lũ qua 03 tràn Gia Tường, Đức Long, Lạc Khoái được trình bày trong bảng 7. Hiệu quả cắt lũ rõ nhất là tại Bến Đế và Gián Khẩu.

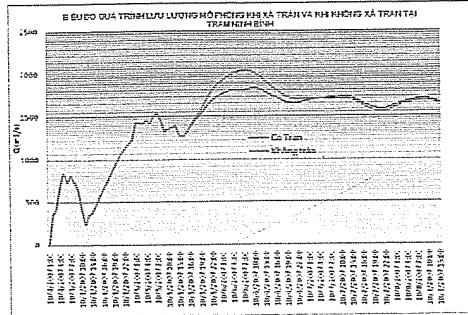


Hình 17. Quá trình lưu lượng tại Bến Đế trường hợp phân lũ và không phân lũ

## NGHIÊN CỨU & TRAO ĐỔI



**Hình 18. Quá trình lưu lượng tại Gián Khẩu trường hợp phân lũ và không phân lũ**



**Hình 19. Quá trình lưu lượng tại Ninh Bình trường hợp phân lũ và không phân lũ**

**Bảng 7. Hiệu quả phân châm lũ qua 03 tràn Gia Tường, Đức Long, Lạc Khoái**

Vị trí	Phương án		Chênh lệch
	Không phân lũ	Có phân lũ	
<b>1. Lưu lượng đỉnh lũ <math>Q_{max}</math> (<math>m^3/s</math>)</b>			
Bến Đέ	1885,3	1753,8	131,5
Gián Khẩu	2042,3	1518,3	524,0
Ninh Bình	2029,0	1834,7	194,3
<b>2. Tổng lượng lũ <math>W_{max}</math> (triệu <math>m^3</math>)</b>			
Bến Đέ	149,08	147,15	1,93
Gián Khẩu	81,32	80,28	1,03
Ninh Bình	372,59	370,60	1,98
<b>3. Mực nước đỉnh lũ <math>H_{max}</math> (m)</b>			
Bến Đέ	5,61	5,22	0,40
Gián Khẩu	3,97	3,86	0,10
Ninh Bình	3,48	3,44	0,04

### 3. Kết luận và kiến nghị

Việc ứng dụng mô hình MIKE 11 hoàn nguyên lũ lưu vực sông Hoàng Long nói riêng, các lưu vực sông khác nói chung trong các trường hợp phân châm 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 châm lũ hoặc xảy ra sự cố vỡ đê, đập.

Trong quá trình hoàn nguyên lũ sông Hoàng Long, tính toán dòng chảy cho các lưu vực sông

nhánh thông qua lưu vực tương tự Hưng Thi 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. Ngoài ra, bản đồ địa hình chi tiết khu vực phân châm lũ và qui trình vận hành các công trình xả tràn cũng là những thông tin quan trọng làm tăng độ tin cậy của các bản tin cảnh báo ngập lụt.

### Tài liệu tham khảo

- 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 10/2007 trên sông Chu tại tuyến đập Cửa Đạt tỉnh Thanh Hóa và trên sông Hoàng Long tỉnh Ninh Bình".
- DHI Software (2007). MIKE 11\_ Reference Manual.
- DHI Software (2007). MIKE 11\_ User Manual.