

MÔ PHỎNG BIẾN ĐỘNG LÒNG DẪN SÔNG HƯƠNG SAU CÁC TRẬN LŨ LỚN NĂM 2004

TS. Trần Hữu Tuyên, ThS. Hoàng Ngô Tự Do, ThS. Nguyễn Thị Thanh Nhàn

Trường Đại học Khoa học Huế

Dо đặc điểm lưu vực và chế độ mưa, sông Hương – con sông lớn nhất ở tỉnh Thừa Thiên Huế thường xuyên xảy ra các trận lũ lớn từ tháng 09 đến tháng 12 hàng năm. Ngoài các thiệt hại do lũ lụt gây ra, dòng chảy lũ còn gây ra hiện tượng bồi tụ, xói lở lòng dẫn, sạt lở bờ sông.

Để đánh giá định lượng biến đổi lòng sông Hương, chúng tôi đã sử dụng tổ hợp các mô hình toán MIKE11, RMA2, SED2D với các số liệu đầu vào là: lượng mưa, mực nước trên các trạm thuỷ văn và tài liệu đo đạc về bùn cát, lòng dẫn trước và sau lũ. Sau quá trình hiệu chỉnh và kiểm nghiệm các mô hình toán, cho kết quả khá phù hợp đến biến đổi lòng dẫn sông Hương sau trận lũ năm 2004 – năm có số liệu thực đo lớn nhất.

1. Mở đầu

Sông Hương là sông lớn nhất và quan trọng nhất của tỉnh Thừa Thiên Huế, gồm các nhánh Tả Trạch, Hữu Trạch và sông Bồ hợp thành, có diện tích lưu vực là 2.830km², chiếm 3/5 diện tích và trên 70% dân số toàn tỉnh. Hai phụ lưu Tả Trạch và Hữu Trạch gặp nhau ở Ngã Ba Tuần hợp thành dòng sông Hương chảy qua vùng hạ lưu và thành phố Huế – trung tâm văn hóa, du lịch, là thành phố Festival đặc trưng của quốc gia, với nhiều di tích lịch sử, danh lam thắng cảnh nổi tiếng đã được UNESCO xếp hạng là di sản văn hóa thế giới. Lưu vực sông Hương nằm một trong những khu vực có lượng mưa lớn nên tài nguyên nước tương đối dồi dào, nhưng cũng như các hệ thống sông khác ở miền Trung, nguồn nước phân bố rất không đều. Mùa lũ chỉ có ba tháng nhưng chiếm đến 65% tổng lượng của dòng chảy năm. Trong khi đó mùa khô kéo dài đến chín tháng, chỉ chiếm 35%. Tháng có lượng dòng chảy trung bình lớn nhất là tháng 10, 11 chiếm 30% tổng lượng dòng chảy năm, nhưng tháng nhỏ nhất (tháng 3, 4) chỉ chiếm 2% tổng lượng chảy

năm.

Chính chế độ dòng chảy như vậy, nên tại vùng hạ lưu sông Hương thường xuyên xảy ra tình trạng thừa nước trong mùa mưa, gây ra lũ lụt và ngập úng trên diện rộng, kèm theo hiện tượng bồi tụ, xâm thực lòng dẫn khá mãnh liệt trên dòng sông Hương (đặc biệt trên đoạn từ Tuần đến Bao Vinh). Chính vì vậy, việc mô phỏng, dự báo biến động lòng dẫn sau các trận lũ là một nhiệm vụ cần thiết, phục vụ cho công tác quy hoạch chỉnh trị sông Hương.

2. Nội dung nghiên cứu

- Tính toán các đặc trưng thuỷ lực thượng nguồn các sông Tả Trạch (điểm xã Dương Hoà), sông Hữu Trạch (Bình Điền), sông Bồ (điểm cuối Cổ Bi), làm các biên trên cho bài toán mô phỏng thuỷ lực và vận chuyển bùn cát. Trong thực tế, tại các điểm này không có trạm quan trắc thuỷ văn, đặc biệt là giá trị lưu lượng, nên chúng tôi đã ứng dụng môđun mưa - dòng chảy NAM trong bộ phần mềm MIKE để khôi phục dòng chảy từ số liệu mưa. Số liệu đầu vào của mô hình NAM là số liệu mưa thực đo tại trạm trên lưu vực sông đặt trong khu vực nghiên cứu.

- Mô phỏng dòng chảy mùa lũ một chiều bằng modun MIKE11 cho toàn bộ hệ thống sông của lưu vực sông Hương đặc biệt trong mùa mưa lũ nhằm cung cấp các điều kiện biên mực nước, lưu lượng tại các sông nhánh, tại các biên thượng lưu, hạ lưu của mô hình hai chiều ngang RMA2. Giai đoạn này được tiến hành nhằm hạn chế những sai số về mực nước, vận tốc dòng chảy khi dòng chảy lũ chảy tràn bờ.

- Mô phỏng dòng chảy mùa lũ hai chiều ngang bằng mô hình RMA2 cho đoạn sông Tuần - Bao Vinh, nhằm cung cấp số liệu về mức nước lưu lượng và vận tốc dòng chảy tại các điểm nút của lưới tính.

- Tính toán vận chuyển bùn cát và biến động lòng đất tại đoạn sông nghiên cứu bằng môđun SED2D

3. Mô phỏng biến động lòng dẫn sông Hương trong điều kiện tự nhiên

Dựa trên số liệu thực đo về lượng mưa, mực nước, lưu lượng, bình đồ lòng dẫn sông Hương đã thu thập được, tác giả chọn năm 2004 là năm tính toán mô phỏng bởi vì đây là thời gian mà số liệu khá đầy đủ và đồng bộ

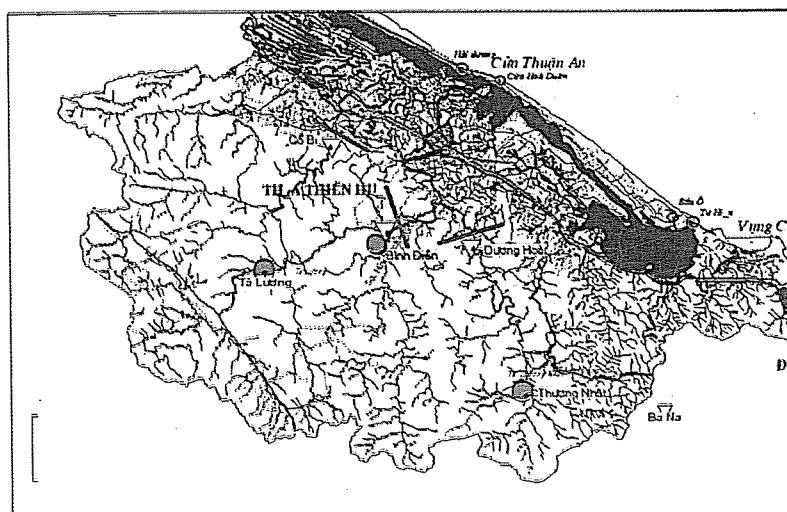
a. Mô hình mưa – dòng chảy MIKE NAM

1) Xác định lưu vực tính toán và phân chia lưu vực

Đặc trưng của các lưu vực thượng lưu hệ thống sông Hương được thể hiện trong bảng 1 và hình 1.

Bảng 1. Các đặc trưng lưu vực phần thượng lưu hệ thống sông Hương, sông Bồ

TT	Tên sông	Vị trí xác định	F lưu vực (km ²)	Các trạm đo
1	Thác Ma	Cửa sông	157	Phong Mỹ
2	Ô Lâu	Cửa sông	235	-
3	Bồ	Trạm Cổ Bi	720	Cổ Bi, Tà Lương, A Lưới
4	Hữu Trạch	Trạm Bình Điền	515	Bình Điền, A Roàng
5	Tả Trạch	Thượng Nhật	201	Thượng Nhật
6	Tả Trạch	Nam Đông	232	Nam Đông
7	Tả Trạch	Dương Hòa	717	Nam Đông, Thượng Nhật,
8	Truồi	Cửa sông	106	Truồi, Lộc Trì
9	Nông	Cửa sông	87	-



Hình 1. Bản đồ trạm đo mưa và mặt cắt tính toán lưu lượng từ mưa

2) Số liệu đầu vào

Các trạm mưa sử dụng để tính toán dòng chảy là trạm Thượng Nhật, Nam Đông, Bình Điền, A Roàng, Cỗ Bi... Số liệu mực nước lưu lượng dòng chảy được sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm nghiệm mô hình là số liệu của trận mưa lũ từ ngày 20/11 đến 30/11/2004.

3) Các bước tiến hành trong mô hình MIKE-NAM

- Tạo lưu vực sông, khai báo các thông số lưu vực: Tên lưu vực, diện tích, vị trí và tên các trạm mưa, vị trí mặt cắt cửa ra, khai báo đường dẫn tới file số liệu mưa, bốc hơi.

- Thiết lập sơ bộ các thông số, điều kiện ban đầu cho từng lưu vực.

- Chạy mô hình. Sau khi khai báo đầy đủ các thông số, tiến hành chạy và mô hình sẽ cho ra kết quả là quá trình lưu lượng dòng chảy tại các mặt cắt Tả Trạch, Bình Điền, Hương Điền và các sông

nhánh như An Cựu, La Ý, Như Ý...

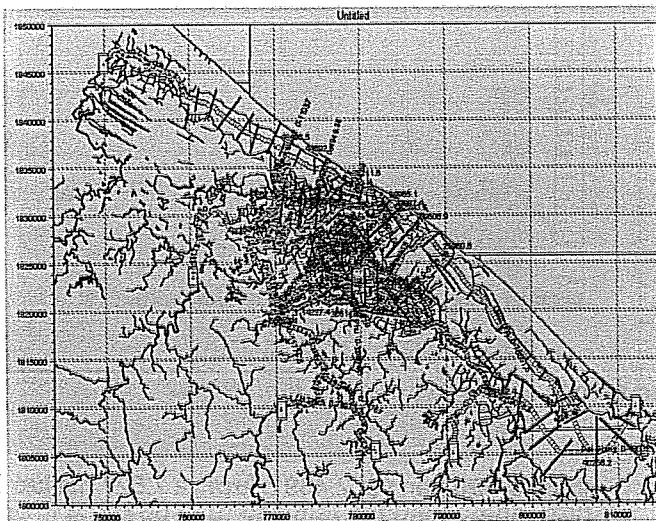
4) Hiệu chỉnh và kiểm nghiệm mô hình mưa - dòng chảy

Mô hình được hiệu chỉnh và kiểm nghiệm dựa vào số liệu thời đoạn 3 giờ. Số liệu mưa tại các trạm và số liệu lưu lượng tại mặt cắt cửa ra của các lưu vực sông được sử dụng. Số liệu trận lũ tháng 11 năm 2004 được sử dụng để hiệu chỉnh mô hình. Bộ thông số của mô hình NAM lưu vực sông Hương, chúng tôi tham khảo các tài liệu đã công bố của Viện Khoa học Thủy lợi và Phạm Bá Chiến [1], [5], [6].

b. Mô hình dòng chảy một chiều khu vực hạ lưu MIKE11

1) Xây dựng mạng sông tính toán

- Phạm vi xây dựng mô hình một chiều là đồng bằng sông Hương và vùng đầm phá ven biển. Toàn bộ mạng sông gồm 24 sông và nhánh sông khác nhau có tổng chiều dài là: 331.500m (hình 2)



Hình 2. Sơ đồ mạng sông tính toán lưu vực sông Hương

Vị trí bắt đầu mô phỏng bắt nguồn từ sườn đông Trường Sơn: Sông Ô Lâu cách cầu Vân Trình về thượng lưu 8km. Sông Bồ cách trạm thuỷ văn Phú Óc về thượng lưu 7,5km. Sông Hữu Trạch bắt đầu từ tuyến thuỷ điện Bình Điền. Sông Tả Trạch bắt đầu từ điểm cách hồ Tả Trạch 12km về hạ lưu. Sông Truồi bắt đầu từ hồ Truồi.

2) Các biên của mô hình

- Biên trên là đường quá trình lưu lượng tại các vị trí: Dương Hoà trên sông Tả Trạch, Bình Điền trên

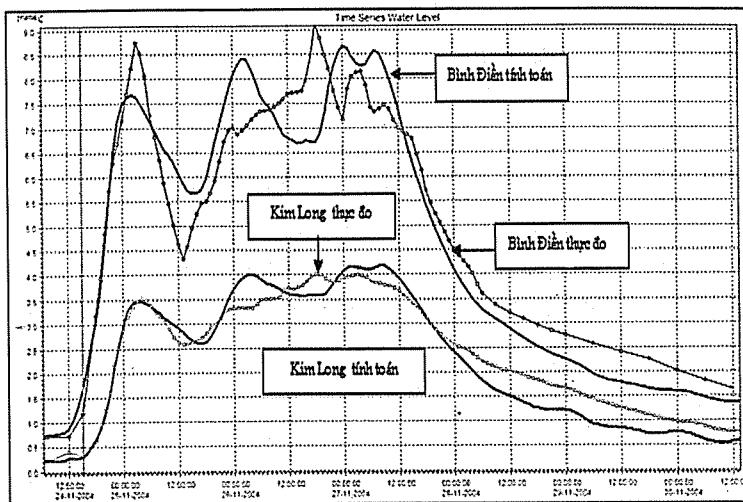
sông Hữu Trạch, Cỗ Bi trên sông Bồ.

- Biên dưới là mực nước triều tại vùng biển Thuận An, Tư Hiền.

3) Hiệu chỉnh và kiểm nghiệm mô hình

Số liệu thủy văn bao gồm mực nước và lưu lượng quan trắc tại các trạm thuỷ văn được dùng trong hiệu chỉnh và kiểm nghiệm mô hình.

Mô hình đã được hiệu chỉnh tham số cho trận lũ tháng 11/2004. Kết quả hiệu chỉnh mực nước là Kim Long và Bình Điền, như ở hình 3.

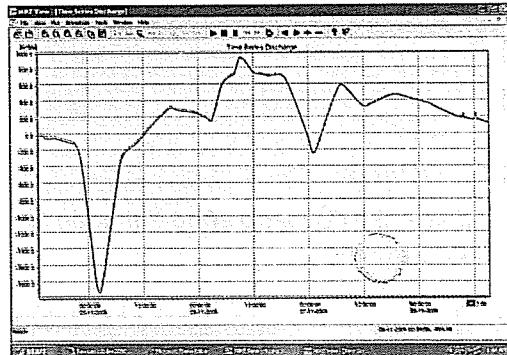


Hình 3. Kết quả hiệu chỉnh mực nước lũ năm 2004 tại trạm Kim Long, Bình Điền [1]

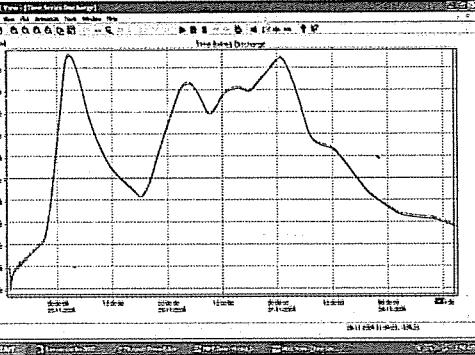
Với kết quả kiểm nghiệm mô hình dựa trên các số liệu thực đo cho thấy kết quả tính toán quá trình mực nước lũ vùng hạ lưu khá phù hợp với số liệu thực đo. Như vậy, mô hình có thể được áp dụng để

tính toán mô phỏng và dự báo biến động lồng dãy khu hạ lưu hệ thống sông Hương

4) Một số các kết quả của mô hình MIKE11 tại các biên của mô hình RMA2 (hình 4)



Biên Xuorc Dū, sông Bạch Yến



Biên Phú Cam, sông An Cựu

Hình 4. Đường quá trình lưu lượng tại các biên sông của mô hình RMA2

c. Biên động lồng dãy sông Hương sau trận lũ năm 2004 (mô hình RMA2 và SED2D).

Biên động lồng dãy sông Hương được lựa chọn là năm 2004, là năm có số liệu thực đo lượng mưa, mực nước, hàm lượng bùn cát khá dày đủ và đồng bộ về mặt thời gian.

1) Xây dựng lưới tính

Lưới phần tử hữu hạn cho đoạn sông Tuần – Bao Vinh được xây dựng từ bản đồ địa hình lồng dãy sông Hương tỷ lệ 1:5.000 do Viện Khoa học Thuỷ lợi miền Nam thực hiện [2].

Đoạn Tuần–Bao Vinh được chia thành mạng lưới

phân tử hữu hạn với 2.439 ô lưới và 7.627 nút lưới.

2) Điều kiện ban đầu

- Trường vận tốc dòng chảy ban đầu được lấy từ mô hình MIKE11 cho đoạn sông nghiên cứu với giả thiết vận tốc dòng chảy không thay đổi theo mặt cắt ngang.

- Phân bố trầm tích đáy sông được lấy theo kết quả nghiên cứu của đề tài [4]. Kích thước cấp hạt trầm tích được sử dụng để cung cấp cho mô hình biến đổi lồng dãy.

3) Điều kiện biên của mô hình

- Biên lưu lượng tại các sông Tả Trạch, Hữu

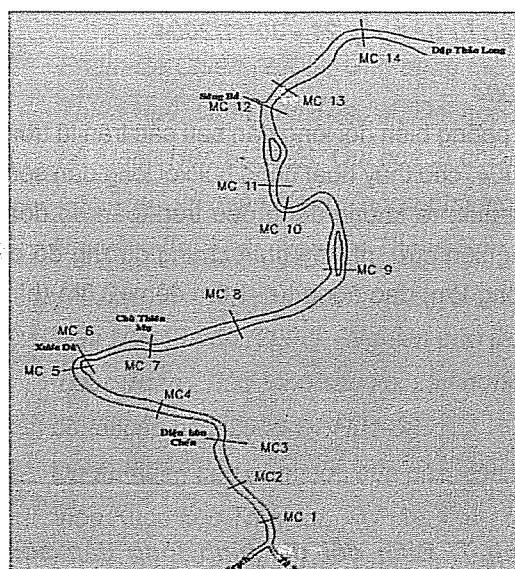
Trạch, sông Bồ từ MIKE11.

- Biên mực nước, lưu lượng tại Bao Vinh, An Cựu, Đập Đá, La Ý, Xước Dũ được xác định theo mô hình MIKE11.

- Biên bùn cát lơ lửng tại Tả Trạch, Hữu Trạch, Bao Vinh được xác định theo tài liệu quan trắc của dự án Chính trị sông Hương.

Riêng đối với lượng bùn cát di đáy rất khó xác định chính xác. Tại sông Hương, theo kết quả tính toán bồi lắng hồ chứa Tả Trạch của Công ty tư vấn thuỷ lợi số 1, hàm lượng bùn cát di đáy được tính bằng 30% lượng bùn cát lơ lửng.

4) Thời gian mô phỏng



Hình 5. Sơ đồ vị trí các mặt cắt hiệu chỉnh trên sông Hương.

Qua bảng 2 cho thấy kết quả tính toán theo mô hình phù hợp với cường độ bồi xói của khu vực nghiên cứu với sai số nằm trong khoảng từ 0,1m đến 0,4m, phần lớn nằm trong khoảng 0,1m nên kết quả có thể chấp nhận được.

d. Kết quả mô phỏng biến động lòng dẫn sông Hương năm 2004

Trong các nghiên cứu trước đây, do sự hạn chế

Thời gian mô phỏng được chọn là năm 2004 với giả thiết biến động lòng dẫn chủ yếu xảy ra trong mùa mưa lũ trong năm 2004.

5) Hiệu chỉnh mô hình

- Mô hình dòng chảy được hiệu chỉnh theo hệ số nhám Manning như đã trình bày ở trên.

- Số liệu thực đo trên các mặt cắt sông Hương (hình 5) của đoạn Tuần - Bao Vinh trong năm 2004 được sử dụng để hiệu chỉnh mô hình bùn cát và biến động lòng dẫn.

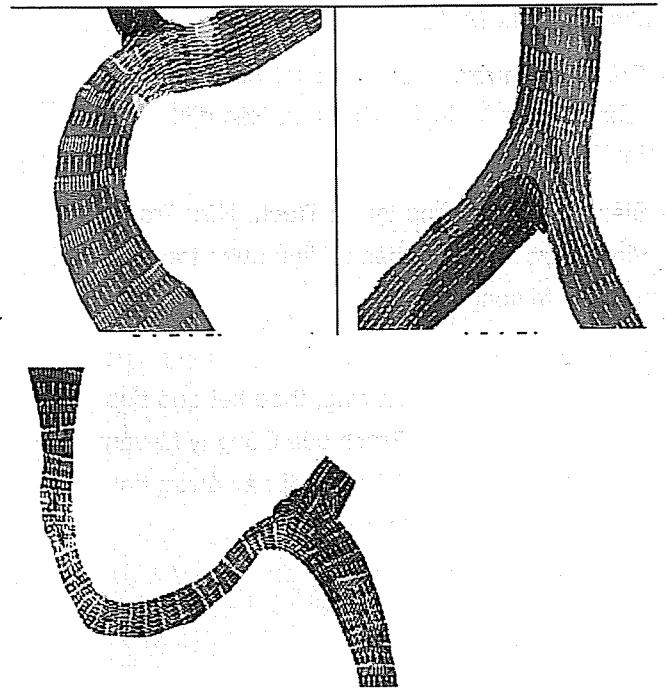
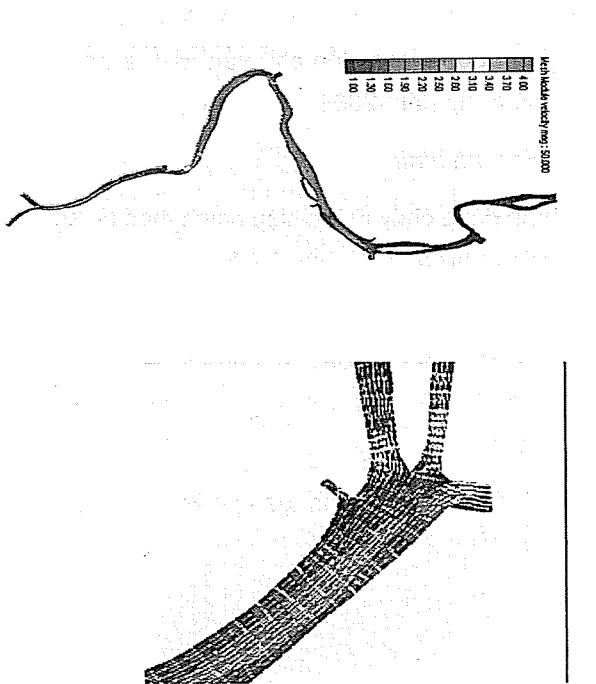
So sánh giữa kết quả tính toán và kết quả thực đo như sau (bảng 2).

Bảng 2. Số liệu thực đo và tính toán biến động lòng dẫn sông Hương (m)

MC	Thực đo	Tính toán	Sai số
MC1	-1,3m	-1,4m	0,1m
MC2	-1,2m	-0,9m	0,3m
MC3	-0,6m	-0,6m	0,0m
MC4	-0,7m	-0,5m	0,2m
MC5	-1,2m	-0,8m	0,4m
MC6	-0,8m	-0,9m	0,1m
MC7	-0,9m	-0,7m	0,2m
MC8	+0,2m	+0,1m	0,1m
MC9	-0,2m	-0,1m	0,1m
MC10	-0,6m	-0,5m	0,1m
MC11	-0,1m	-0,1m	0,0m

của công cụ tính toán, nên sử dụng lưu lượng dòng chảy như là một thông số đầu vào. Hiện nay với sự phát triển của các mô hình toán với sự trợ giúp máy tính, thông số quyết định trực tiếp đến biến đổi lòng dẫn được đưa vào tính toán chính là vận tốc dòng chảy.

1) Vận tốc dòng chảy trên sông Hương (hình 6).



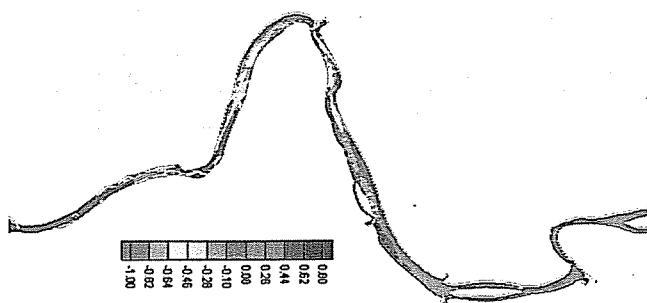
Hình 6. Dòng chảy trên sông Hương trong trận lũ từ ngày 21 - 30/11/2004

Dòng chảy sông Hương trong trận lũ năm 2004 khá lớn với vận tốc dòng chảy trong thời gian đỉnh lũ dao động từ 1-4m/s. Khu vực dòng chảy có vận tốc lớn hơn 2m/s tập trung tại đoạn sông từ Tuần đến cầu Bạch Hổ, đoạn từ Đập Đá - Bao Vinh, vận tốc dòng chảy nhỏ hơn (khoảng 1,5m/s) so với đoạn trên

2) Biến đổi lòng dẫn sông Hương sau các trận lũ

năm 2004

Mô phỏng biến đổi lòng dẫn sau các trận lũ trong năm 2004, cho thấy hoạt động bồi xói lòng dẫn sông Hương diễn ra không đồng đều trên toàn bộ đoạn sông nghiên cứu, nhưng nhìn chung cường độ bồi xói không lớn, dao động từ -1,6m đến +0,5m (hình 7).



Hình 7. Biến đổi địa hình lòng dẫn sông Hương năm 2004 (m)

Một số vị trí có hoạt động bồi tụ khá lớn ($>0,1m$) như hạ lưu cồn Dã Viên. Xói lở lòng dẫn lớn nhất ở điện Hòn Chén, Xước Dũ, Thiên Mụ ($>-0,8m$). Đặc biệt, trên đoạn sông từ Tuần đến Vạn Niên, xói lở lòng dẫn xảy ra với cường độ khoảng -1,0m đến -1,6m, đoạn Vạn Niên - Dã Viên, xói lở lòng dẫn xảy ra trên một dải hẹp trên dòng sông với cường độ từ -0,5m đến -0,2m. Trong khi đó, đoạn từ cồn Dã Viên

đến Đập Đá, lòng sông được bồi tụ nhưng với cường độ không lớn.

5. Kết luận

- Trong đánh giá biến động lòng dẫn sông Hương, phương pháp sử dụng tổ hợp các mô hình toán thuỷ văn, thuỷ lực và vận chuyển bùn cát đã chứng tỏ sự ưu thế so với các phương pháp truyền

thống khác bởi xét được tất cả các yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến bồi xói lởng dẫn: vận tốc dòng chảy, hàm lượng bùn cát (đáy, lờ lửng) nên kết quả mô phỏng chính xác, cụ thể hơn. Tuy nhiên, hạn chế lớn nhất của phương pháp này là đòi hỏi số liệu đầu vào nhiều và đồng bộ về thời gian quan trắc, khối lượng tính toán và hiệu chỉnh lớn.

- Vận tốc dòng chảy trong các trận lũ rất lớn, phụ thuộc vào vị trí và thời gian xảy ra lũ. Dòng chảy sông Hương trong trận lũ năm 2004 khá lớn với vận tốc dòng chảy trong thời gian đỉnh lũ dao động từ 1-4m/s. Khu vực dòng chảy có vận tốc lớn hơn 2m/s tập trung cho đoạn từ Tuần đến cầu Bạch Hổ, đoạn từ Đập Đá tới Bao Vinh vận tốc dòng chảy

1,5m/s. Ngoài ra, vận tốc dòng chảy lớn hơn 2m/s còn phân bố ở một số đoạn bờ lõm như Hòn Chén, Xước Dũ, Thiên Mụ, Bao Vinh...

- Hoạt động bồi xói lởng dẫn sông Hương diễn ra không đều, cường độ bồi xói sau trận lũ năm 2004 dao động từ -1,6m đến +0,5m. Đoạn sông thượng lưu từ Tuần đến Vạn Niên, xói lở lòng dẫn xảy ra với cường độ từ -1,0m đến -1,6m. Đoạn sông từ Vạn Niên đến cồn Dã Viên, xói lở chỉ xảy ra trên một dải hẹp, có cường độ từ -0,2m đến -0,5m. Đoạn hạ lưu (từ Dã Viên đến Đập Đá), lòng sông được bồi tụ. Đoạn Đập Đá đến Bao Vinh, hiện tượng bồi xói gần như không xảy ra, ngoại trừ một số đoạn sông cong.

Tài liệu tham khảo

1. Phạm Bá Chiến (2005), *Ứng dụng mô hình thuỷ lực trong tính toán dự báo lũ sông Hương, tỉnh Thừa Thiên Huế*, Luận văn Thạc sĩ, Đại học Kỹ thuật Đà Nẵng.
2. Lê Mạnh Hùng (2005), *Qui hoạch chỉnh trị ổn định sông Hương*, Báo cáo tổng kết đề án, Viện Khoa học Thuỷ lợi miền Nam, Thành phố Hồ Chí Minh, 2005.
3. Nguyễn Hữu Khải, Nguyễn Thanh Sơn (2003), *Mô hình toán Thuỷ văn*, Nxb Đại học Quốc gia Hà Nội, Hà Nội.
4. Trần Hữu Tuyên (2008), "Nghiên cứu ứng dụng mô hình toán dự báo biến động lòng lõm sông Hương, đoạn Tuần - Bao Vinh sau khi xây dựng các hồ chứa nước Tả Trạch và Bình Điền", Báo cáo tổng kết đề tài cấp bộ B2006-ĐHH01-08.
5. Dự án nâng cao năng lực của các viện ngành nước (2006), *Mô hình dự báo lũ hệ thống sông Hương*, Viện Khoa học Thuỷ lợi.
6. Dự án nâng cao năng lực của các viện ngành nước (2006), *Mô phỏng quá trình vỡ đập và sơ bộ đánh giá mức độ ngập lụt của nó tới vùng hạ lưu lưu vực sông Hương và thành phố Huế*, Viện Khoa học Thuỷ lợi.
7. Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Thừa Thiên Huế (2004), *Đặc điểm Khí hậu - Thuỷ văn tỉnh Thừa Thiên Huế*, Nxb Thuận Hoá, Thừa Thiên Huế.
8. Coastal and Hydraulic Laboratory (2003), *User guide RMA2 WES ver 4.5*.
9. DHI- Water & Environment, (2002), *MIKE 11 - A Modelling System for Rivers and Channels*, Denmark.
10. J.A. Cunge, F.M. Holly, Jr (2004), *Practical Aspects of Computational River Hydraulics*, Pitman Advanced Publishing Program, Boston. London. Melbourne.