

SỬ DỤNG MÔ HÌNH TOÁN THỦY LỰC HEC - RAS ĐỂ XÁC ĐỊNH DIỄN BIẾN XÓI - BỒI ĐOẠN HẠ LƯU SÔNG THU BỒN VÀO 5 NGÀY LŨ THÁNG 10 NĂM 2006

NCS. **Đỗ Quang Thiên**¹, PGS.TS. **Đỗ Minh Toàn**²

¹ Đại học Khoa học - Huế, ²Đại học Mỏ - Địa chất - Hà Nội

Nhằm xác định tốc độ xói - bồi lòng dẫn sông Thu Bồn ở đoạn hạ lưu trong 5 ngày lũ tháng 10/2006, tác giả sử dụng mô hình toán thủy lực HEC - RAS để tính toán tốc độ xói sâu và bồi lấp lòng dẫn đoạn Nông Sơn - Hội An. Kết quả tính toán cho thấy hoạt động xâm thực sâu xảy ra từ Nông Sơn đến đỉnh cống Bì Nhại với tốc độ phổ biến 0.4 - 0.8m và hoạt động bồi lấp xảy ra từ Bì Nhại đến Hội An với tốc độ 0.7 - 1.4m. Từ kết quả nghiên cứu, đối chiếu với tài liệu quan trắc thực tế thấy rằng sai số giữa số liệu tính toán của mô hình và tài liệu thực tế có đủ độ tin cậy để sử dụng dự báo hoạt động xói - bồi lòng dẫn sông ngòi.

1. Mở đầu

Hầu hết các con sông lớn ở Miền Trung quá trình xói - bồi đều diễn ra rất mạnh mẽ và được nhắc đến rất nhiều qua phương tiện thông tin đại chúng. Đặc biệt là đoạn hạ lưu sông Thu Bồn, mỗi khi lũ về, hiện tượng xói - bồi làm mất dần đi nhiều vùng đất màu mỡ, làng mạc, gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến dân sinh, kinh tế khu vực. Nhất là các trận lũ 1998, 1999, 2001, 2004 và gần đây là trận lũ ngày 1 - 5/10/2006. Do vậy, trong bài báo này chúng tôi sử dụng mô hình HEC -RAS để mô phỏng lại hoạt động xói - bồi ở hạ lưu trong trận lũ tháng 10/2006. Kết quả tính toán còn được kiểm nghiệm và đối chiếu với các tài liệu quan trắc thực tế. Đây là cơ sở để định hướng cho công tác phòng lũ và giảm nhẹ thiên tai trong những mùa lũ tới.

2. Cơ sở lý thuyết của mô hình dự báo

Với mục đích tính toán quá trình xói - bồi lòng dẫn sông qua một trận lũ, chúng tôi đã chọn mô hình toán thủy lực HEC - RAS (River Analysis System) Version 4.0 của Trung tâm

kỹ thuật thủy văn của Mỹ công bố tháng 11/2006 để làm phương tiện nghiên cứu và dự báo. Đây là mô hình có năng lực tính toán mạnh và hiện đại, được thiết kế giao diện trên nền Window. Mô hình này giải được bài toán thủy lực riêng lẻ hoặc kết hợp với bài toán vận chuyển trầm tích để nghiên cứu biến đổi địa hình đáy sông trong thời đoạn ngắn hoặc lâu dài. Do vậy, có thể sử dụng để dự báo dài hạn hoặc nghiên cứu sự biến đổi địa hình đáy sông trong một trận lũ, một thời đoạn lũ hoặc một khoảng thời gian định trước. Cơ sở của mô hình HEC-RAS là giải các phương trình cơ bản của dòng ổn định một chiều:

- Phương trình tính toán đường mực nước:
Dựa vào phương trình bảo toàn năng lượng cho dòng một chiều:

$$WS_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = WS_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad (1)$$

Với g: gia tốc trọng trường (m/s²); V₁, V₂: vận tốc dòng chảy trung bình tại các mặt cắt

MC_1 và MC_2 (m/s); WS_1 , WS_2 : cao trình mực nước tại các mặt cắt MC_1 và MC_2 (m); α_1 , α_2 : hệ số phân bố vận tốc dòng chảy tại các mặt cắt MC_1 và MC_2 ; h_e (m) là tổn thất năng lượng do ma sát đáy (h_f), do thu hẹp hoặc mở rộng lòng dẫn (h_0) tại đoạn sông tính toán và được xác định theo công thức: $h_e = h_f + h_0$. Trong đó h_f và h_0 được tính toán theo công thức được trình bày trong tài liệu [1], [2]. Ngoài ra, khả năng vận chuyển bùn cát và sự chuyển động của bùn cát đáy có liên quan đến hệ số nhám Manning (n) của lòng sông được xác định theo công thức:

$$n = \frac{0.0926 R^{1/6}}{1.16 + 2. \log_{10} \left(\frac{R}{d_{84}} \right)} \quad (2)$$

Với d_{84} là đường kính hạt mà 84% trọng lượng các loại hạt bùn cát đáy trong mẫu được phân tích có kích thước nhỏ hơn nó (ft); R là bán kính thủy lực (ft).

- Phương trình tính toán vận chuyển bùn cát và diễn biến dòng chảy: Trong mô hình, mỗi mặt cắt ngang sông được chia thành 3 phần: phần lòng dẫn chính, bãi tràn phải và bãi tràn trái. Chiều rộng của phần lòng dẫn chính là chiều rộng của lòng động. Mỗi mặt cắt ngang đặc trưng cho một thể tích khống chế (Control Volume), chiều rộng thể tích khống chế thường bằng chiều rộng lòng động và chiều sâu được tính từ cao trình đường mặt nước tới bề mặt đá cứng hoặc điểm khống chế thấp nhất nằm dưới bề mặt đáy sông được lựa chọn tùy theo yêu cầu. Phương trình liên tục bùn cát cho thể tích khống chế này được xác định theo công thức:

$$\frac{\partial G}{\partial X} + B_0 \frac{\partial Y_s}{\partial t} = 0 \quad (3)$$

Với B_0 là chiều rộng của đáy biến đổi; t : thời gian; X : khoảng cách dọc sông; G : Suất chuyển lưu lượng bùn cát trung bình trong bước thời gian Δt ; Y_s : Chiều sâu bùn cát trong thể tích khống chế. Theo thời gian, dòng nước

sẽ trao đổi vật liệu theo cả phương ngang và phương đứng, song mô hình chỉ tính toán được sự thay đổi vật liệu của dòng chảy với lòng sông theo phương đứng trong phạm vi thể tích khống chế với 2 nguồn vật liệu có trong dòng chảy và nguồn vật liệu phân bố tại lòng sông. Do lòng dẫn của đoạn hạ lưu sông Thu Bồn được cấu tạo chủ yếu là cát nên chúng tôi sử dụng hàm sức tải cát dựa vào năng lượng dòng chảy của Yang:

$$\begin{aligned} \log C = 5.435 - 0.286 \log \left(\frac{w d_m}{v} \right) - 0.457 \frac{u_o}{w} + \dots \\ \dots + \left[1.799 - 0.409 \log \frac{w d_m}{v} - 0.314 \log \frac{u_o}{w} \right] \log \left[\frac{V S}{w} - \frac{V_{cr} S}{w} \right] \end{aligned} \quad (4)$$

Với C là nồng độ bùn cát; w là độ thô thủy lực (tốc độ lắng chìm trung bình của hạt bùn cát); d_m là đường kính trung bình hạt bùn cát; v là hệ số nhớt động học của nước; u_o là vận tốc trượt (shear velocity) của hạt bùn cát; V là vận tốc trung bình của dòng chảy; S là gradient thủy lực; V_{cr} là vận tốc khởi động của hạt bùn cát. Điều kiện thủy lực để các hạt ở trạng thái cân bằng tại bề mặt đáy sông được tính toán bằng tổ hợp các phương trình của Manning, Stricker và Einstein theo các công thức:

$$V = \frac{1.49}{n} R^{2/3} S_f^{1/2} ; S_f = \frac{d}{18.18 D} \quad (5)$$

V là vận tốc dòng chảy; d là đường kính hạt; S_f là ma sát nghiêng (friction slope); R là bán kính thủy lực; n là hệ số nhám Manning, D là độ sâu dòng chảy.

Tùy vào khả năng vận chuyển bùn cát của dòng chảy và lượng bùn cát mà dòng chảy có thể lấy (xói) hoặc cho (bồi) bùn cát ở đáy sông để thỏa mãn phương trình liên tục Yang. Năng lực vận chuyển của dòng chảy đối với mỗi loại cỡ hạt phụ thuộc vào hàm lượng của nó phân bố tại lòng sông và sẽ làm biến đổi hàm lượng các loại cỡ hạt phân bố ở lòng dẫn, gây ảnh hưởng đến khả năng vận chuyển bùn cát của

dòng chảy. Do vậy, sau mỗi bước thời gian, mô hình sẽ tính lại hàm lượng từng nhóm hạt phân bố tại lòng sông bằng các vòng lặp.

Số liệu đầu vào (Input Data) của mô hình gồm 3 mô đun dữ liệu chính và có thể tóm lược như sau:

- Các thông số hình học của đoạn sông tính toán (Geometry and Channel Properties) gồm: khoảng cách các mặt cắt ngang so với mặt cắt gốc, cao độ địa hình của mỗi điểm trên từng mặt cắt ngang, hệ số thu hẹp hoặc mở rộng tại mỗi mặt cắt ngang so với mặt cắt gốc. Các số liệu này được sử dụng để định dạng lòng dẫn, tính toán thể tích khổng chết, độ cong của dòng sông và xác định tác động của các công trình nhân sinh hoặc các vị trí lộ đá gốc làm thu hẹp lòng dẫn, cũng như sự tổn thất năng lượng do thu hẹp hoặc mở rộng lòng dẫn...

- Các đặc trưng trầm tích vào tại biên thượng lưu, đặc trưng bùn cát đáy tại các mặt cắt ngang (Sediment Properties and Transport Functions) gồm: Tổng lượng bùn cát, thành phần hạt, hình dạng hạt, độ thô thủy lực, tỷ trọng, dung trọng... Các số liệu này được dùng để tính toán năng lực vận chuyển bùn cát của dòng chảy, khả năng trao đổi vật liệu của dòng chảy với vật liệu trầm tích phân bố ở lòng sông, vận tốc khởi động của bùn cát đáy sông...

- Số liệu xác định các đặc trưng thủy văn tại mặt cắt gốc (Hydrologic Data): mực nước, lưu lượng dòng chảy, nhiệt độ nước, bước thời gian tính toán cho mỗi giá trị lưu lượng có trong thủy đồ dòng chảy.

3. Cơ sở tài liệu sử dụng tính toán

Để mô phỏng sự biến động lòng dẫn đoạn hạ lưu sông Thu Bồn từ Giao Thủy đến Hội An trong trận lũ đầu tháng 10/2006, chúng tôi đã sử dụng các nguồn tài liệu và số liệu sau [3], [4], [5], [6], [7]:

- Số liệu hình thái lòng dẫn của 100 mặt cắt ngang từ Giao Thủy đến Cửa Đại do Trường

Đại học Thủy lợi và chúng tôi thực hiện vào tháng 5/2000, tài liệu đo đạc 42 mặt cắt ngang nút ngã ba sông Thu Bồn - Vĩnh Điện và Nông Sơn - Giao Thủy do Trung tâm Dự báo KTTV tỉnh thực hiện năm 1997 - 1998.

- Số liệu đo đạc 10 mặt cắt ngang và 3 mặt cắt dọc do tác giả thực hiện tháng 4 - 5/2006 và tháng 2/2007 (cao độ đáy sông trước và sau trận lũ tháng 10/2006 được dùng để kiểm định mô hình).

- Số liệu quan trắc các đặc trưng thủy văn trên hệ thống sông Thu Bồn ngày 1-5/10/2006 tại các trạm Nông Sơn, Thành Mỹ, Giao Thủy, Câu Lâu của Đài KTTV Trung Trung Bộ.

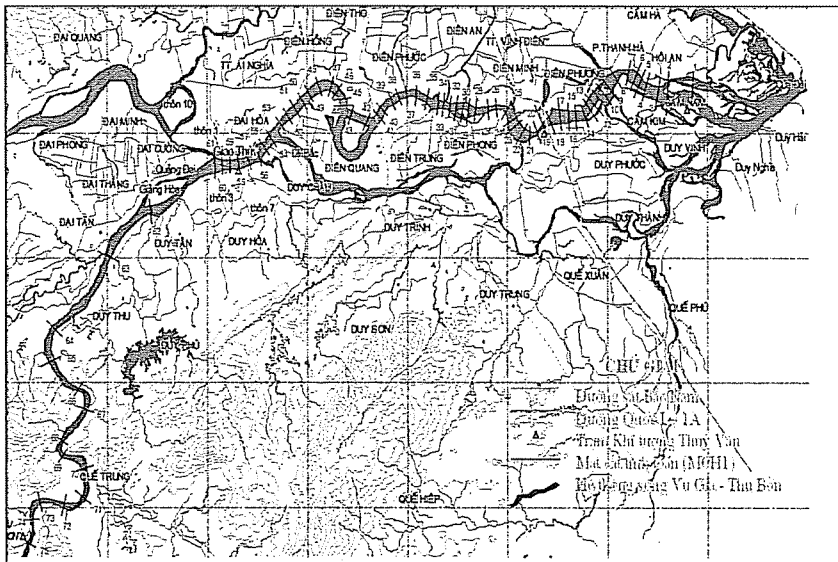
4. Phạm vi tính toán và các thông số đầu vào

Các tài liệu nghiên cứu cho thấy hầu hết các trận lũ lớn hằng năm trên hệ thống sông Vu Gia và Thu Bồn (tháng 10 - 12) đều xuất hiện cùng pha, còn lũ nhỏ hơn thì có thể lệch pha nhau. Tuy nhiên, cho dù lũ cùng pha hay lệch pha, thì dòng chảy từ sông Vu Gia qua sông Quảng Huế cũng rất nhỏ và có tác động không đáng kể đến đoạn hạ lưu sông Thu Bồn [7]. Theo số liệu quan trắc của Viện Khoa Học Thủy Lợi thì lưu lượng trung bình mà sông Vu Gia đổ vào sông Thu Bồn tại Giao Thủy thông qua sông Quảng Huế chiếm 5% - 22% lưu lượng của sông Vu Gia (khoảng 5 - 12m³/s) do đó có thể bỏ qua. Số liệu đo đạc tại cửa sông Quảng Huế của chúng tôi (5/2004 - 6/2006) cũng cho kết quả tương tự (4 - 6m³/s). Hơn nữa, tại trạm thủy văn Giao Thủy chỉ có số liệu quan trắc mực nước, cho nên trong tính toán xói - bồi ở trạng thái tự nhiên, tác giả sử dụng tài liệu quan trắc ở trạm Nông Sơn (cách Giao Thủy 22km). Tức là, trong tính toán chúng tôi chọn biên thượng lưu của mô hình là mặt cắt Nông Sơn (MCH75) và biên hạ lưu là mặt cắt Hội An (MCH1), bởi vì các vị trí này có đầy đủ các tài liệu đo đạc để cung cấp cho mô hình dự báo. Ngoài ra, ở đoạn sông hạ lưu, một phần lưu lượng được tiêu thoát theo các sông nhánh nhỏ. Do không có đầy đủ và đồng bộ các số

liệu đo đạc các đặc trưng thủy văn nên qua tham khảo các công trình nghiên cứu liên quan, tác giả qui ước lưu lượng dòng chảy lũ đi qua các mặt cắt ngang (từ MCH55 đến MCH30) được lấy bằng 75% lưu lượng tại MCH56 (25% lưu lượng bị tiêu thoát ra sông Bà Rén) và dòng chảy lũ qua các mặt cắt ngang (từ MCH29 đến MCH1) được lấy bằng 85% lưu lượng tại MCH30 (15% lưu lượng bị tiêu thoát ra sông Vĩnh Điện), các sông nhánh nhỏ còn lại được xem là các điểm phân lưu và nhập lưu cục bộ. Như vậy, đoạn sông Nông Sơn - Hội An là lòng dẫn chính của mô hình ở

trạng thái tự nhiên với tổng chiều dài là 53.701m và được xác định trên 75 mặt cắt ngang (hình 1).

Các số liệu đầu vào về các đặc trưng thủy văn tại biên thượng lưu (MCH75) và hạ lưu (MCH1) trong 5 ngày lũ tháng 10/2006 cũng như thành phần bùn cát đáy sông được trình bày trên bảng 1, 2, 3 và 4. Ngoài ra, do các đặc trưng thủy văn cơ bản như mực nước, lưu lượng, hàm lượng phù sa trong các trận lũ lớn biến đổi rất mạnh theo thời gian, cho nên khi tính toán chúng tôi chọn bước thời gian nhỏ $\Delta t = 1$ giờ.



Hình 1. Bản đồ bố trí các mặt cắt tính toán

Bảng 1. Kết quả quan trắc các đặc trưng thủy văn cơ bản trên lưu vực sông Thu Bồn (tháng 10/2006)

Sông	Trạm	Mức nước (cm)	Thời gian xuất hiện	Lưu lượng nước Q_0 (m ³ /s)	Hàm lượng phù sa ρ_0 LL (g/m ³)	Lưu lượng phù sa Q_s LL (kg/s)
Vu Gia	Hiên	48636	12h/01/10	-	-	-
	Khâm Đức	49485	15h/01/10	-	-	-
	Thành Mỹ	2305	17h/01/10	4750	1032	4900
	Hội Khách	1701	19h/01/10	-	-	-
	Ái Nghĩa	975	23h/01/10	-	-	-
Thu Bồn	Hiệp Đức	1850	15h/01/10	-	-	-
	Nông Sơn	1162	18h/01/10	2690	312	839
	Giao Thủy	803	01h/02/10	-	-	-
	Cầu Lâu	365	06h/02/10	-	-	-
	Hội An	170	05h/02/10	-	-	-

Bảng 2. Các đặc trưng thủy văn - bùn cát tại biên thượng lưu và hạ lưu của mô hình trong 5 ngày lũ (1 - 5/10/2006)

Ngày/ tháng	1/10	2/10	3/10	4/10	5/10
Lưu lượng trung bình ngày $Q_{TB}(m^3/s)$	1610	1230	613	480	486
Độ đục trung bình ngày, $\rho_{0.1L} (g/m^3)$	521	196	111	75.7	174
Tổng khối lượng bùn cát (lở lững và di đáy) R (tấn/ngày)	94215	27078	7643	4081	9498
Mức nước trung bình ngày $H_{TB}(m)$ (Nông Sơn)	9.32	8.71	6.81	6.28	6.34
Mức nước trung bình ngày $H_{TB}(m)$ (Hội An)	0.42	0.58	1.25	0.94	0.38

Bảng 3. Kết quả phân tích độ hạt trầm tích đáy sông Thu Bồn trong 5 ngày lũ (1 - 5/10/2006)

Số lượng	d (mm)	Cuội lớn	Cuội vừa	Cuội nhỏ	Sỏi lớn	Sỏi nhỏ	Cát lớn	Cát vừa	Cát mịn	Bụi lớn	Bụi vừa
mẫu	Mặt cắt	>40	40-20	20-10	10-4	4-2	2-0.5	0.5-0.25	0.25-0.1	0.1-0.05	<0.05
3	MC-1				1.00	4.80	9.10	23.20	34.50	19.30	8.10
3	MC-5				1.50	6.00	11.50	22.00	36.30	16.20	6.50
2	MC-25			0.80	1.50	7.40	28.30	25.00	22.00	10.00	5.00
3	MC-30			1.00	1.40	12.00	31.60	29.00	18.70	3.30	3.00
2	MC-40		1.50	4.50	5.00	23.00	31.00	27.00	3.00	5.00	0.00
1	MC-50	0.00	1.00	2.00	2.50	22.00	29.50	23.00	18.00	2.00	0.00
1	MC-55	10.00	5.50	9.00	9.80	17.20	16.00	17.00	15.00	0.50	0.00
3	MC-61	18.00	16.50	7.00	8.50	6.00	11.00	14.00	13.00	6.00	0.00
2	MC-64	24.50	16.60	8.30	9.10	7.20	16.80	12.50	5.00	0.00	0.00
3	MC-75	21.00	19.50	15.20	10.80	6.00	17.00	8.00	2.50	0.00	0.00

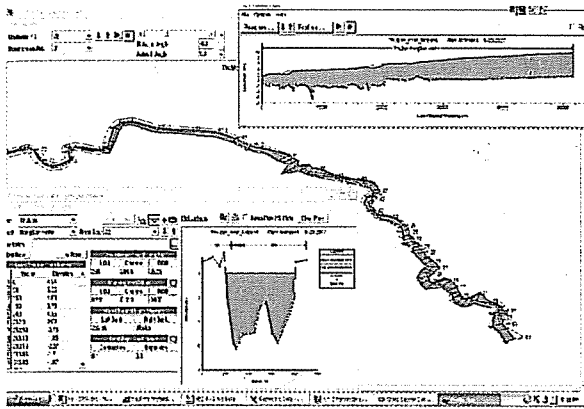
5. Kết quả tính toán và nhận xét

Kết quả tính toán xói - bồi được trình bày trên hình 1, 2 và bảng 3, 4 thấy rằng, do lũ từ ngày 1 đến ngày 5/10/2006 có cường suất trung bình (xấp xỉ báo động 3) và đặc trưng lũ trên sông Vu Gia lớn hơn sông Thu Bồn nên hoạt động xói - bồi của đoạn sông đang xét diễn ra với qui mô và cường độ không lớn so với các trận lũ năm 1998, 1999, Trong đó:

- Xói sâu lòng dẫn xảy ra từ Nông Sơn đến đỉnh cong Bì Nhai với tốc độ phổ biến 0.4 - 0.8m, xói sâu mạnh nhất ở Giao Thủy (MCH56 - 1.17m) và khu vực từ trạm Nông Sơn đến Quế Trung (0.67 - 0.90m), những đoạn sông còn lại tốc độ xói sâu thay đổi từ

0.07 - 0.79m.

- Ngược lại, hoạt động bồi lấp lòng sông diễn ra trên suốt chiều dài đoạn sông từ đỉnh cong Bì Nhai đến Hội An với tốc độ thay đổi từ 0.39m (MCH34) đến 1.87m (MCH38), phổ biến từ 0.70 - 1.4m. Điều đó chứng tỏ cùng với hoạt động xói sâu thì quá trình bồi lấp lòng dẫn cũng diễn ra phức tạp không kém và biến đổi liên tục theo không gian và thời gian, nhất là khu vực Điện Trung và Câu Lâu (MCH38 - 20) và phố cổ Hội An (MCH1 - 8).



Hình 2. Hình dạng của đoạn sông tính toán (Nông Sơn - Hội An) được định vị trong mô hình và menu cao độ và khoảng cách (trên trái, lòng dẫn chính, trên phải), vị trí thể tích không chế của lòng dẫn chính và hệ số co giãn của các mặt cắt tính toán

Bảng 4. Bảng tính toán diễn biến xói - bồi đoạn Nông Sơn - Hội An trong 5 ngày lũ tháng 10/2006

Mặt cắt tính toán	Khoảng cách (m)	(m)	(m)	Mặt cắt	Ch Dist	feet	metre	Mặt cắt	Khoảng cách (m)	(m)
MCH75	3052	2.33	0.71	MCH50	1434	0.23	0.07	MCH25	1626	-4.73
MCH74	1763	2.41	0.73	MCH49	1864	1.63	0.50	MCH24	947	-1.80
MCH73	3921	2.21	0.67	MCH48	2047	2.61	0.79	MCH23	1515	-5.13
MCH72	2671	2.95	0.90	MCH47	1132	2.46	0.75	MCH22	1380	-4.58
MCH71	1855	2.79	0.85	MCH46	1264	-4.53	-1.38	MCH21	1261	-5.61
MCH70	3337	2.67	0.81	MCH45	891	-3.35	-1.02	MCH20	1309	5.25
MCH69	1166	2.39	0.73	MCH44	1779	-2.10	-0.64	MCH19	1199	-3.55
MCH68	5164	1.56	0.48	MCH43	2743	-3.93	-1.20	MCH18	1898	-3.94
MCII67	1745	1.95	0.59	MCII42	2073	-3.29	-1.00	MCII17	1456	-3.48
MCH66	4783	1.45	0.44	MCH41	1080	-1.51	-0.46	MCH16	1203	-2.73
MCH65	2449	1.03	0.31	MCH40	1840	-2.88	-0.88	MCH15	1261	-2.91
MCH64	5981	1.34	0.41	MCH39	1257	-5.23	-1.59	MCH14	1108	-2.87
MCH63	4459	0.92	0.28	MCH38	1401	-6.13	-1.87	MCH13	1015	-2.08
MCH62	3799	0.74	0.23	MCH37	1430	-4.59	-1.40	MCH12	1033	-2.51
MCH61	1237	0.45	0.14	MCH36	1921	-2.88	-0.88	MCH11	2880	-2.54
MCH60	1282	1.60	0.49	MCH35	1774	-2.29	-0.70	MCH10	1251	-2.45
MCH59	1388	1.03	0.31	MCH34	1081	-1.27	-0.39	MCH9	1255	-3.44
MCH58	1649	0.58	0.18	MCH33	1211	-4.22	-1.29	MCH8	1056	-4.55
MCH57	1020	1.48	0.45	MCH32	933	-4.48	-1.37	MCH7	1035	-4.43
MCH56	1556	3.84	1.17	MCH31	991	-5.72	-1.74	MCH6	868	-2.49
MCH55	1860	2.60	0.79	MCH30	1082	-3.07	-0.93	MCH5	1039	-2.86
MCH54	2415	1.50	0.46	MCH29	1214	-4.84	-1.47	MCH4	1958	-2.88
MCH53	1624	1.21	0.37	MCH28	2090	-3.76	-1.15	MCH3	1886	-2.33
MCH52	1510	1.12	0.34	MCH27	1500	-3.21	-0.98	MCH2	3950	-3.46
MCII51	1591	0.27	0.08	MCII26	1744	-4.92	-1.50	MCIII	0.0	-1.53

6. Kiểm nghiệm mô hình dự báo

Thực tế nghiên cứu các mô hình toán thủy lực cho thấy rằng việc dự báo xói - bồi chính xác là vấn đề rất khó khăn và vượt ngoài tầm chuyên môn của nhóm tác giả, bởi vì chúng hoàn toàn phụ thuộc vào các yếu tố khách quan và chủ quan của người lập chương trình,

người sử dụng chương trình và đặc trưng sông ngòi của từng khu vực, mà trong đó việc chọn sơ đồ - phạm vi tính, các thông số đầu vào và điều kiện biên cũng như chế độ quan trắc, đo đạc các đặc trưng thủy văn - bùn cát, hình dạng, trầm tích đáy sông quyết định mức độ tin cậy của mô hình và kết quả dự báo.

Tuy vậy, với các tài liệu quan trắc và thu thập được, để kiểm nghiệm và đánh giá mức độ chính xác của mô hình HEC-RAS, tác giả tiến hành so sánh với kết quả quan trắc theo 2 dạng: mô hình thủy động lực và mô hình hình thái cùng với các số liệu quan trắc thủy văn - bùn cát tại các trạm Nông Sơn, Giao Thủy, Cầu Lâu, Hội An và địa hình đáy sông tại 10

mặt cắt vào tháng 5/2006 và tháng 2/2007 (bảng 5). Kết quả so sánh đối chiếu cho thấy sai số giữa số liệu tính toán của mô hình và thực tế đo đạc không lớn (bảng 5). Điều đó chứng tỏ các thông số đầu vào khá phù hợp với điều kiện thực tế của đoạn sông nghiên cứu và đủ độ tin cậy để sử dụng dự báo hoạt động xói - bồi lòng dẫn sông ngòi.

Bảng 5. Bảng tính toán xói - bồi trong trận lũ tháng 10/2006

Mặt cắt tính toán và quan trắc	Cao độ đáy sông (m)		Biến đổi cao độ đáy sông (m)		Sai số tính toán và thực tế
	Tháng 5/2006	Tháng 2/2007	Theo thực tế	Theo tính toán	
MCH75	+0.97	+1.62	+0.65	+0.71	+0.06
MCH57	+0.85	+1.27	+0.42	+0.45	+0.03
MCH53	-0.25	-0.10	+0.15	+0.37	+0.22
MCH44	-1.34	-1.86	-0.52	-0.64	-0.12
MCH34	-1.35	-1.93	-0.58	-0.39	+0.19
MCH24	-1.44	-2.38	-0.94	-0.55	+0.39
MCH19	-4.05	-5.03	-0.98	-0.67	+0.31
MCH13	-1.56	-2.43	-0.87	-0.63	+0.24
MCH10	-1.20	-1.86	-0.66	-0.75	-0.09
MCH1	-1.05	-1.38	-0.33	-0.47	-0.14

Ghi chú: Dấu (+) Xói sâu, Dấu (-) Bồi lấp lòng sông

Bảng 6. Bảng kiểm định mô hình thủy động lực trong trận lũ tháng 10/2006

T"t	Trạm quan trắc	Mức nước trung bình ngày (m)	Mức nước lớn nhất quan trắc lúc 19h (m)	Mức nước tính toán (m)	Sai số giữa mức nước quan trắc và tính toán (m)
1/10/2006	Nông Sơn	9.32	11.60	11.38	-0.22
	Giao Thủy	5.30	7.35	7.52	+0.17
	Cầu Lâu	1.89	2.65	2.56	-0.09
	Hội An	1.08	1.18	1.14	-0.04
2/10/2006	Nông Sơn	8.71	7.69	7.84	+0.15
	Giao Thủy	7.03	6.16	6.02	-0.14
	Cầu Lâu	3.37	2.95	2.85	-0.10
	Hội An	1.54	1.33	1.36	+0.03
3/10/2006	Nông Sơn	6.81	6.42	6.30	-0.12
	Giao Thủy	4.87	4.50	4.66	+0.16
	Cầu Lâu	1.87	1.38	1.40	+0.02
	Hội An	0.88	0.51	0.49	-0.02
4/10/2006	Nông Sơn	6.28	6.17	6.24	+0.07
	Giao Thủy	4.17	4.14	4.03	-0.11
	Cầu Lâu	1.04	0.90	0.95	+0.05
	Hội An	0.41	0.29	0.30	+0.01

Tài liệu tham khảo

1. *Hydrologic Engineering Center (1994), Guidelines for performing Hec - 6 Model, USA.*
2. *Hydrologic Engineering Center (2006), River Analysis System, HEC-RAS, Version 4.0, USA.*
3. *Trung tâm Dự báo KTTV (1997 - 1998), Tài liệu đo đạc 42 mặt cắt ngang nút ngã ba sông Thu Bồn - Vĩnh Điện.*
4. *Trung tâm Dự báo KTTV (2006), Tập phiếu mặt cắt ngang sông Thu Bồn tại các trạm Nông Sơn, Thành Mỹ, Giao Thủy, Câu Lâu, Hội An từ năm 1979-2006.*
5. *Trung tâm Dự báo KTTV (2006), Chuỗi số liệu đo mực nước, lưu lượng và lưu lượng chất lơ lửng tại các trạm Nông Sơn, Thành Mỹ, Giao Thủy, Câu Lâu, Hội An từ năm 1979-2006.*
6. *Đỗ Quang Thiên (2005), Phân chia các kiểu cấu trúc môi trường địa chất và đánh giá tổng hợp mức độ hoạt động thủy thạch động lực khu vực hạ z06, Huế.*
7. *Viện Quy hoạch Thủy lợi (2004), Nghiên cứu tài nguyên nước lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn, Hà Nội.*