

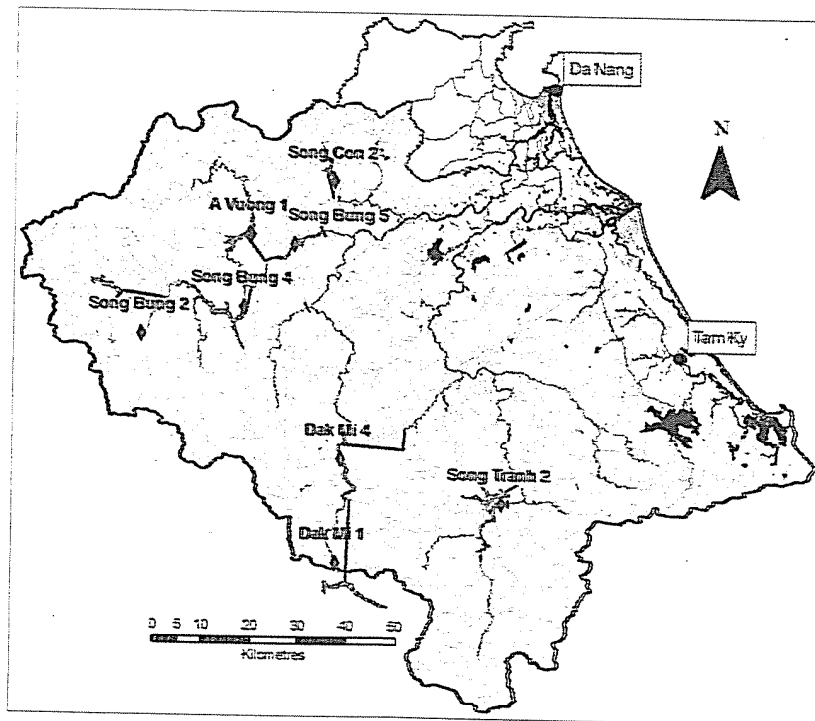
NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN XÓI - BỒI LÒNG DẪN SÔNG THU BỒN DO TÁC ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG CÔNG TRÌNH THỦY ĐIỆN BẠC THANG

TS. Đỗ Quang Thiên
Trường Đại học Khoa học Huế

Sau khi hệ thống công trình thủy điện bậc thang đi vào vận hành sẽ có sự thay đổi lớn về đặc điểm thủy văn - bùn cát, dẫn đến sự biến đổi mạnh về hình thái các hồ chứa nước và đoạn hạ lưu đập, đồng thời lòng hồ trở thành bể chứa trầm tích hiện đại do bồi lắng trầm tích. Lượng nước từ thượng lưu sẽ tích đọng lại trong hồ chứa để phát điện, nên dòng chảy ở hạ lưu đập hoàn toàn phụ thuộc vào quá trình vận hành của nhà máy và lượng nước xả tràn khi có lũ. Tuy vậy, trong khuôn khổ bài báo, tác giả chỉ đề cập đến sự biến đổi lòng dẫn (xói - bồi) ở đoạn hạ lưu đập mà trọng tâm là đoạn từ Giao Thủy đến Hội An.

1. Hiện trạng quy hoạch, xây dựng hệ thống công trình thủy điện bậc thang trên hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn

Sau khi điều chỉnh quy hoạch, trên hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn hiện đang có 10 dự án thủy điện lớn thuộc quy hoạch bậc thang: (hình 1, bảng 1).



Hình 1. Bản đồ quy hoạch thủy điện bậc thang trên hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn

1. Công trình thủy điện A Vương 1: do EVN làm chủ đầu tư, khởi công tháng 8/ 2003, hoàn thành cuối năm 2008.

2. Công trình thủy điện Sông Tranh 2: do EVN làm chủ đầu tư, khởi công tháng 3/2006, dự kiến hoàn thành năm 2010.

3. Công trình thủy điện Sông Cồn 2: do Công ty Cổ phần Sông Cồn làm chủ đầu tư, khởi công tháng 11/ 2005, đã phát điện cuối năm 2008.

4. Công trình thủy điện Đắk Mi 4: do Tổng công ty Đầu tư phát triển đô thị và Khu công nghiệp (IDICO) làm chủ đầu tư, khởi công tháng 4/2007, dự kiến phát điện quý I/2011.

5. Công trình thủy điện Sông Bung 2: do EVN làm chủ đầu tư, khởi công đầu năm 2009, dự kiến phát điện 2013.

6. Công trình thủy điện Sông Bung 4: do EVN làm chủ đầu tư, khởi công năm 2009, dự kiến phát điện 2012.

7. Công trình thủy điện Sông Bung 5: do công ty Cổ phần Tư vấn Xây dựng điện 1 làm chủ đầu tư.

8. Công trình thủy điện Đắk Mi 2: do Tổng công ty Cơ điện nông nghiệp làm chủ đầu tư, công suất quy hoạch 90 MW.

9. Công trình thủy điện Đắk Mi 3: do Tổng công ty Đầu tư phát triển đô thị và Khu công nghiệp (IDICO) làm chủ đầu tư

10. Công trình thủy điện Sông Bung 6: do Liên doanh Công ty cổ phần Đạt Phương và Công ty cổ phần Tư vấn và đầu tư xây dựng thủy điện làm chủ đầu tư.

Bảng 1. Thống kê thông tin của các công trình thủy điện bậc thang

TT	Công trình Thủy điện	Vị trí	Toạ độ	Tên sông	Dung tích hồ chứa (triệu m ³)	Chiều cao đập (m)	Công suất (MW)	
							Qui Hoạch	Thiết kế
Sông Vu Gia								
1	A Vương	Đông Giang	15 ^o 50'00"-107 ^o 40',	A Vương	266,5	99,00	210,00	210,00
2	Sông Cồn 2	Đông Giang	15 ^o 55'40"-107 ^o 48'52", 15 ^o 52'45"-107 ^o 49'28"	Sông Cồn	210,9	56,50	60,00	57,00
3	Đăk Mi 2	Phước Sơn	15 ^o 13'30"-107 ^o 48'30", 15 ^o 13'30"-107 ^o 48'30"	Đăk Mi			90,00	90,00
4	Đăk Mi 3	Phước Sơn	15 ^o 19'10"-107 ^o 49'05", 15 ^o 20'30"-107 ^o 49'25"	Đăk Mi			45,00	54,00
5	Đăk Mi 4	Phước Sơn	15 ^o 20'-107 ^o 47', 15 ^o 30'-107 ^o 57'	Đak Mi	278,9	105,00	210,00	180,00
6	Sông Bung 2	Nam Giang	15 ^o 41'45"-107 ^o 24', 15 ^o 42'57"-107 ^o 29'41"	Sông Bung	101,8	97,00	100,00	100,00
7	Sông Bung 4	Nam Giang	15 ^o 42'19"-107 ^o 38' 28", 15 ^o 43'38"-107 ^o 38'58"	Sông Bung	493,3	109,50	165,00	156,00
8	Sông Bung 5	Nam Giang- Đông Giang	15 ^o 48'31"-107 ^o 44'44"; 15 49'48"-107 48'21"	Sông Bung	20,14	38,17	49,00	49,00
9	Sông Bung 6	Nam Giang-Đại Lộc	15 ^o 49'30"-107 ^o 46'30"; 15 49'49"-107 48'22"	Sông Bung	20,5		30,00	
Sông Thu Bồn								
10	Sông Tranh 2	Bắc Trà My	15 ^o 19'50"-108 ^o 8'30"; 15 ^o 23'50"-108 ^o 08'32",	Sông Tranh	462,4	92,00	135,00	190,00

2. Nhiệm vụ và các kịch bản dự báo

Sau khi hoàn thành hệ thống công trình thủy điện bậc thang trên lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn, tùy thuộc vào sự điều tiết, vận hành hệ thống công trình thủy điện mà chế độ dòng chảy của sông sẽ thay đổi, do đó môi trường địa chất của thung lũng sông sau đập cũng biến đổi theo không gian và thời gian.

Vấn đề dự báo diễn biến xói - bồi lòng dẫn sông ngòi ở trạng thái tự nhiên hay nhân tạo (bị sự tác động của nguồn) rất phức tạp và khó đạt tới mức độ chính xác cao. Đó là do sự biến dạng lòng dẫn phụ thuộc quá nhiều yếu tố tác động, đồng thời vai trò của mỗi yếu tố đó lại không dễ dàng minh định khi chưa có số liệu quan trắc và thử nghiệm cần thiết. Trong bài báo tác giả chỉ mô phỏng, dự báo diễn biến xói - bồi của đoạn sông nghiên cứu khi chưa có đập (trạng thái tự nhiên) và khi hệ thống công trình thủy điện đi vào hoạt động (trạng thái TN - KT) theo các kịch bản có khả năng diễn ra trong tương lai với tần suất lớn như sau:

- Kịch bản 1: Mô phỏng quá trình xói - bồi đoạn Giao Thủy - Hội An ở trạng thái tự nhiên (khi chưa có đập) với giả thiết trận lũ lưu lượng đỉnh và dòng lũ tháng 11/1998 tái diễn trong tương lai. Đây là kịch bản nền, dùng để dự báo xói - bồi trong những điều kiện đặc biệt như: Lũ lớn (trên báo động 3) xảy ra trong tương lai, hoặc cho trường hợp xả lũ cực đại của hệ thống công trình thủy điện.

- Kịch bản 2: Tính toán xói - bồi trung bình đoạn Giao Thủy - Hội An sau khi vận hành hệ thống công trình thủy điện A Vương 1 và Sông Tranh 2 (trạng thái TN - KT). Trường hợp này được sử dụng để dự báo tốc độ xói - bồi trong một năm sau khi vận hành hệ thống công trình thủy điện.

- Kịch bản 3: Tính toán xói - bồi trung bình đoạn Giao Thủy - Hội An với giả thiết không có hệ thống công trình thủy điện A Vương 1 và Sông Tranh 2. Trường hợp này dùng để so sánh tốc độ xói - bồi trong một năm trước và sau khi vận hành hệ thống công trình thủy điện.

3. Cơ sở lý thuyết của mô hình dự báo

Để nghiên cứu hoạt động xói - bồi đoạn hạ lưu

sông Thu Bồn trong điều kiện tự nhiên và TN - KT, chúng tôi sử dụng mô hình toán thủy lực HEC - RAS (River Analysis System) Version 4.0 của Hydrologic Engineering Center - USA, được xuất bản tháng 11/2006. Đây là mô hình có năng lực tính toán rất mạnh và hiện đại, được thiết kế giao diện trên nền Window. Mô hình này có thể giải bài toán thủy lực riêng lẻ hoặc kết hợp với bài toán vận chuyển bùn cát để nghiên cứu sự biến đổi địa hình đáy sông trong một thời đoạn ngắn hoặc một khoảng thời gian dài định trước. Số liệu đầu vào của mô hình gồm 3 mô đun dữ liệu:

- Các thông số hình học của đoạn sông tính toán gồm: Khoảng cách các mặt cắt ngang so với mặt cắt gốc (mặt cắt cuối cùng ở hạ lưu), 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 không chế, 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 bùn cát vào tại biên thượng lưu, đặc trưng bùn cát đáy tại các mặt cắt ngang gồm: Tổng lượng bùn cát, thành phần hạt, hình dạng hạt, độ thô thủy lực, tỷ trọng, dung trọng bùn cát. 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 như: 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.

4. Cơ sở tài liệu tính toán

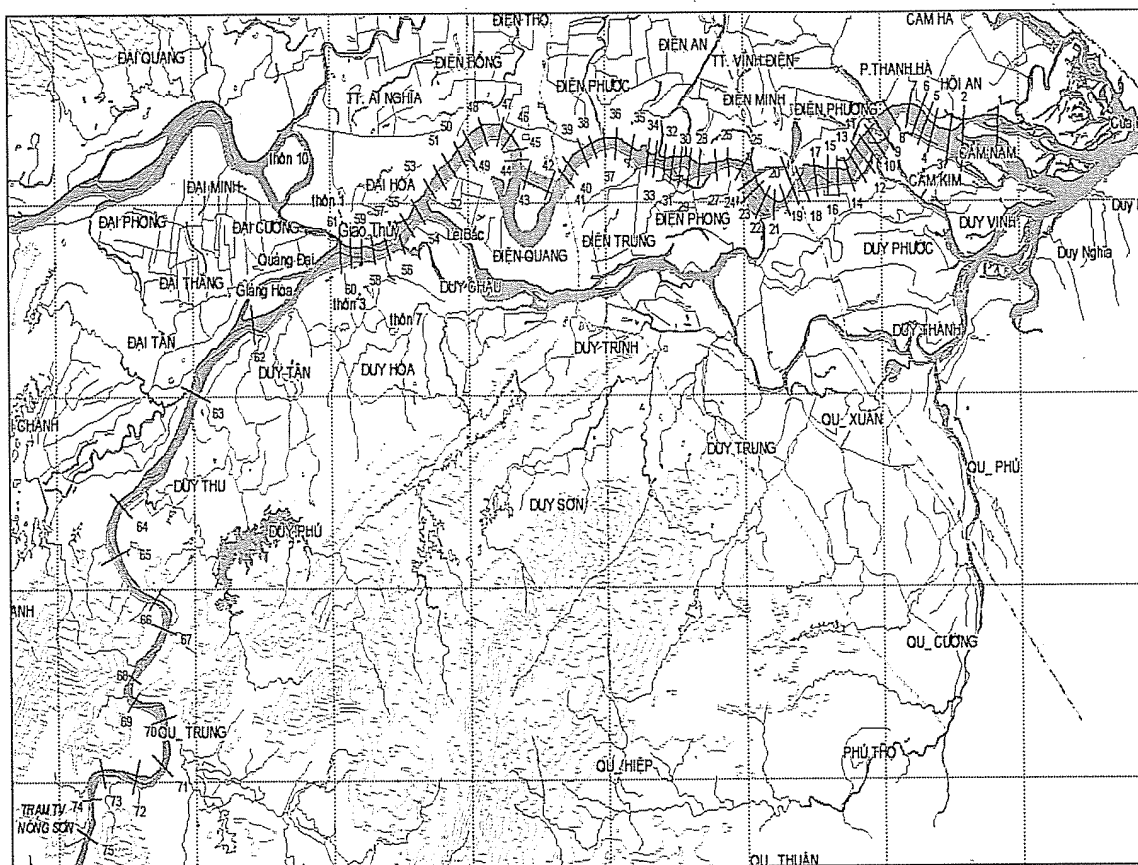
Để mô phỏng dòng chảy đoạn sông tính toán theo các kịch bản có nguy cơ diễn ra cao trong tương lai, chúng tôi đã sử dụng các nguồn tài liệu và số liệu sau:

- Số liệu hình thái lòng dẫn từ 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

Nghiên cứu & Trao đổi

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 thực hiện năm 1997 - 1998, cùng với 10 mặt cắt ngang và 3 mặt cắt dọc do chúng tôi thực hiện tháng 4-5/2006.

- Số liệu thành phần hạt trầm tích đáy tại các mặt cắt do Trường Đại học Thủy lợi và chúng tôi thực hiện vào tháng 5/2000, tháng 4/2005 và tháng 7/2009.



Hình 2. Bản đồ bố trí các mặt cắt tính toán tỉ lệ 1/50000

- 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. Số liệu quan trắc mực nước, lưu lượng ngày 13 - 29/11/1998, 1 - 13/1999 tại trạm Nông Sơn và Thành Mỹ. Số liệu đo đạc mực nước, lưu lượng, hàm lượng phù sa từ ngày 10 đến ngày 23/11/2000 tại các trạm Nông Sơn, Thành Mỹ, Giao Thủy, Câu Lâu, Hội An. Số liệu quan trắc mực nước, lưu lượng, vận tốc dòng chảy ngày 19/5, 19/8/2005 và ngày 13 - 29/11/1998 tại trạm Hội An. Số liệu đo đạc các đặc trưng thủy văn ngày 1 - 5/10/2006 tại các trạm Nông Sơn, Thành Mỹ, Giao Thủy, Câu Lâu. Tài liệu quan

trắc mực nước, lưu lượng và hàm lượng phù sa lơ lửng năm 1999 - 2000 và 2002 - 2004 tại đập sông Tranh và năm 2001 - 2003 ở thượng lưu hồ chứa A Vương. Ngoài ra, chúng tôi còn sử dụng số liệu vận tốc và lưu lượng dòng chảy trung bình ngày 20/11/1999 tại Giao Thủy và số liệu tính quan hệ giữa mực nước lưu lượng theo phương pháp đường trung bình tại Giao Thủy vào mùa kiệt (tháng 1 - 9), giai đoạn 1977 - 1993 cùng với các kết quả nghiên cứu về thủy văn, bùn cát của Trung Tâm Động Lực Sông - Viện Khoa học Thủy Lợi. Các số liệu nêu trên do đài khí tượng thủy văn khu vực Trung-Tung Bộ, Trường Đại học Thủy Lợi và chúng

tôi thực hiện trong nhiều năm qua từ các đề tài, dự án.

5. nghiên cứu, tính toán diễn biến xói - bồi đoạn hạ lưu sông Thu Bồn theo một số kịch bản phát triển thủy điện

a. Mô phỏng quá trình xói - bồi đoạn Giao Thủy - Hội An ở trạng thái tự nhiên (khi chưa có đập) với giả thiết trận lũ tháng 11/1998 tái diễn (kịch bản 1).

Điều kiện biên và phạm vi tính toán: các tài liệu nghiên cứu cho thấy hầu hết các trận lũ lớn hàng 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. Theo số liệu quan trắc của Viện Khoa Học Thủy Lợi giai đoạn 1977 - 2001 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 Vu Gia (khoảng 5 - 12 m³/s) do đó có thể bỏ qua. Số liệu quan trắc tại cửa sông Quảng Huế của chúng tôi

(5/2004 - 6/2006, 7/2009) cũng cho kết quả tương tự. 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, chúng tôi sử dụng tài liệu quan trắc ở trạm Nông Sơn (cách Giao Thủy 22 km). Để tăng mức độ chính xác cho các thông số đầu vào, tác giả 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, đoạn hạ lưu sông Thu Bồn, 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.

Bảng 2. Số liệu quan trắc mực nước, lưu lượng tại trạm Nông Sơn từ ngày 13 đến 29/11/1998

Ngày	Giờ	Mực Nước (cm)	Lưu lượng (m ³ /s)	Lưu lượng TB (m ³ /s)	Ngày	Giờ	Mực Nước (cm)	Lưu lượng (m ³ /s)	Lưu lượng TB (m ³ /s)	Ngày	Giờ	Mực Nước (cm)	Lưu lượng (m ³ /s)	Lưu lượng TB (m ³ /s)
13/11	0		349		18/11	1	742	740		21/11	9	1738	8050	
	1	574	347			4	734	710			11	1696	7480	
	7	567	332			7	727	688			13	1658	6950	
	13	574	365			10	721	672			15	1619	6490	
	16	595	460			13	717	660			17	1580	6220	
	19	780	1280			16	710	652			19	1547	6340	
	22	921	1970			19	704	680			21	1552	6600	
			2120	720		22	705	720	690		23	1577	7060	7600
14/11	1	963	2200		19/11	0		761		22/11	1	1594	7350	
	3	1005	2440			1	714	782			2	1606	7550	
	5	1032	2620			4	752	1020			3	1618	7750	
	7	1078	2930			7	777	1180			4	1634	8000	
	9	1159	3540			10	829	1520			5	1651	8260	
	11	1216	3990			13	879	1070			6	1671	8560	
	13	1248	4220			15	903	1050			7	1685	8770	
	15	1278	4340			17	953	2430			8	1710	9120	
	17	1299	4370			19	1022	2990			9	1735	9430	

Ngày	Cứ	Mức Nước (cm)	Lưu lượng (m ³ /s)	Lưu lượng TB (m ³ /s)	Ngày	Cứ	Mức Nước (cm)	Lưu lượng (m ³ /s)	Lưu lượng TB (m ³ /s)	Ngày	Cứ	Mức Nước (cm)	Lưu lượng (m ³ /s)	Lưu lượng TB (m ³ /s)
	19	1311	4340			21	1126	3860			10	1758	9680	
	21	1312	4330			23	1209	4590			11	1785	9890	
	23	1312	4330	3640		24		4930	2070		12	1801	9950	
15/11	1	1315	4240		20/11	1	1283	5270			13	1812	9960	
	3	1315	4240			2	1316	5590			14	1826	9930	
	5	1310	4040			3	1346	5890			15	1833	9870	
	7	1287	3700			4	1368	6100			16	1838	9700	
	9	1258	3410			5	1390	6320			17	1837	9560	
	11	1217	3050			6	1412	6530			18	1833	9380	
	13	1190	2850			7	1440	6820			19	1826	9180	
	15	1162	2660			8	1472	7140			20	1815	8940	
	17	1137	2500			9	1507	7510			21	1803	8700	
	19	1111	2340			10	1536	7830			22	1788	8480	
	21	1093	2240			11	1580	8330			23	1774	8270	
	23	1073	2130	3120		12	1625	8860			24	1743	7840	8920
16/11	1	1052	2020			13	1670	9420		23/11	1	1711	7400	
	4	1013	1830			14	1713	9950			3	1655	6670	
	7	975	1650			15	1748	10300			5	1598	5980	
	10	937	1490			16	1775	10500			7	1547	5400	
	13	907	1360			17	1798	10600			9	1492	4810	
	16	880	1250			18	1813	10600			11	1441	4320	
	19	861	1180			19	1835	10600			13	1397	3950	
	22	847	1120	1490		20	1839	10500			15	1347	3560	
17/11	1	832	1070			21	1843	10500			17	1304	3270	
	4	816	1010			22	1848	10500			19	1268	3040	
	7	804	965			23	1853	10300			21	1232	2820	
	10	792	919			24	1850	10000	8580		23	1197	2630	4490
	13	782	880		21/11	1	1845	9800						
	16	773	850			3	1814	9100						
	19	764	818			5	1789	8740						
	22	753	776	911		7	1764	8400						
24/11	1	1169	2480		26/11	5	1001	2360		27/11	9	1049	1800	
	3	1144	2350			6	1084	3130			11	1016	1630	
	5	1117	2220			7	1155	3780			13	992	1520	
	7	1098	2120			8	1200	210			15	969	1410	
	9	1078	2030			9	1247	4670			17	953	1340	
	11	1057	1930			10	1278	4970			19	933	1260	
	13	1040	1860			11	1312	5310			21	921	1210	
	15	1023	1790			12	1369	5780			23	910	1170	1760
	17	1009	1730			13	1388	5860		28/11	1	895	1110	
	19	995	1670			14	1403	5880			4	883	1070	
	21	981	1610			15	1418	5830			7	872	1030	
	23	968	1560	1940		16	1427	5600			10	861	999	
25/11	1	954	1500			17	1419	5190			13	851	967	
	4	942	1450			18	1405	4900			16	842	938	
	7	924	1380			19	1389	4660			19	832	908	
	10	911	1330			20	1361	4330			22	823	880	988
	13	900	1280			21	1333	4030		29/11	1	817	865	
	16	890	1250			22	1307	3770			4	810	848	
	19	880	1230			23	1278	3500			7	804	830	

Ngày	Giờ	Mức Nước (cm)	Lưu lượng (m ³ /s)	Lưu lượng TB (m ³ /s)	Ngày	Giờ	Mức Nước (cm)	Lưu lượng (m ³ /s)	Lưu lượng TB (m ³ /s)	Ngày	Giờ	Mức Nước (cm)	Lưu lượng (m ³ /s)	Lưu lượng TB (m ³ /s)
	19	880	1230			23	1278	3500			7	804	830	
	22	875	1260	1340		24	1248	3230	4050		10	798	818	
26/11	1	880	1330		27/11	1	1221	3000			13	793	804	
	2	897	1470			3	1170	2590			16	787	790	
	3	920	1670			5	1121	2240			19	781	774	
	4	942	1850			7	1082	2000			22	774	760	811

***Nguồn: Đài KTTV Trung Trung Bộ - Đà Nẵng**

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 2). Mặt khác, các trận lũ đặc biệt lớn trên lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn gây thiệt hại nặng nề nhất trong 50 năm trở lại đây là trận lũ tháng 10/1964, 11/1999, sau đó là lũ 11/1998. Tuy vậy, tác giả chỉ chọn trận lũ năm 1998 để mô phỏng hoạt động xói - bồi ở đoạn hạ lưu đang xét, vì tần suất lũ $P = 5\%$ và rất có khả năng tái diễn. Các số liệu quan trắc đặc trưng thủy văn của trận lũ tháng

11/1998 được liệt kê trên bảng 2. Riêng tổng khối lượng bùn cát lơ lửng và di đáy trung bình ngày được tính toán và trình bày trên bảng 3. Tương ứng với các đặc trưng thủy văn quan trắc ở biên thượng lưu thì các số liệu quan trắc mức nước tại biên hạ lưu trong 17 ngày lũ tháng 11/1998 cũng được liệt kê trong bảng 4. Bên cạnh đó, thành phần bùn cát vào tại biên thượng được lấy từ trạm Phú Ninh nằm gần thủy điện Sông Tranh 2 (bảng 5).

Bảng 3: Tổng khối lượng bùn cát (R) (lơ lửng và di đáy) tại trạm Nông Sơn (13 - 29/11/1998)

Bảng 3. Tổng khối lượng bùn cát (R) (lơ lửng và di đáy) tại trạm Nông Sơn (13 - 29/11/1998)

Ngày/ tháng	13/11	14/11	15/11	16/11	17/11	18/11	19/11	20/11	21/11
Độ đục, p_0 LL (g/m ³)	19.7	437	289	134	78.9	77.4	145	1050	435
R (T/ng)	1593	17866	10127	22426	8073	5999	33713	101189	37133
Ngày/ tháng	22/11	23/11	24/11	25/11	26/11	27/11	28/11	29/11	-
Độ đục, p_0 LL (g/m ³)	682	318	218	169	1020	223	86.1	303	-
R (T/ng)	68329	16037	47502	25436	463994	44083	9555	27601	-

Bảng 4. Số liệu quan trắc mức nước tại biên hạ lưu (Hội An - MCH1) từ ngày 13 - 29/11/1998

Ngày/ tháng	13/11	14/11	15/11	16/11	17/11	18/11	19/11	20/11	21/11
Mức nước (m)	0.42	0.58	1.25	0.94	0.38	0.30	0.56	1.55	2.90
Ngày/ tháng	22/11	23/11	24/11	25/11	26/11	27/11	28/11	29/11	-
Mức nước (m)	2.64	2.47	1.43	0.85	1.01	1.54	0.71	0.43	-

Bảng 5. Thành phần bùn cát vào tại biên thượng lưu

TT	Tên nhóm hạt	Đường kính hạt (mm)	Hàm lượng hạt (%)	TT	Tên nhóm hạt	Đường kính hạt (mm)	Hàm lượng hạt (%)
1	Sét (Clay)	<0,004	12,00	11	Sỏi hạt rất nhỏ (VFG)	2,0 - 4,0	3,43
2	Bụi hạt rất mịn (VFM)	0,004 - 0,008	10,76	12	Sỏi nhỏ (FG)	4,0 - 8,0	2,79
3	Bụi hạt mịn (FM)	0,008 - 0,016	23,43	13	Sỏi trung (MG)	8,0 - 16,0	2,18
4	Bụi hạt trung (MM)	0,016 - 0,032	12,45	14	Sỏi lớn (CG)	16,0 - 32,0	1,50
5	Bụi hạt thô (CM)	0,032 - 0,062	7,82	15			
6	Cát rất mịn (VFS)	0,062 - 0,125	1,40	16			
7	Cát hạt mịn (FS)	0,125 - 0,250	3,45	17			
8	Cát hạt trung (MS)	0,250 - 0,5	5,80	18			
9	Cát hạt thô (CS)	0,5 - 1,0	7,63	19			
10	Cát rất thô (VCS)	1,0 - 2,0	5,36	20			

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. Kết quả tính toán xói - bồi được thể ở bảng 6.

Bảng 6. Kết quả tính toán xói - bồi trong trận lũ tháng 11/1998

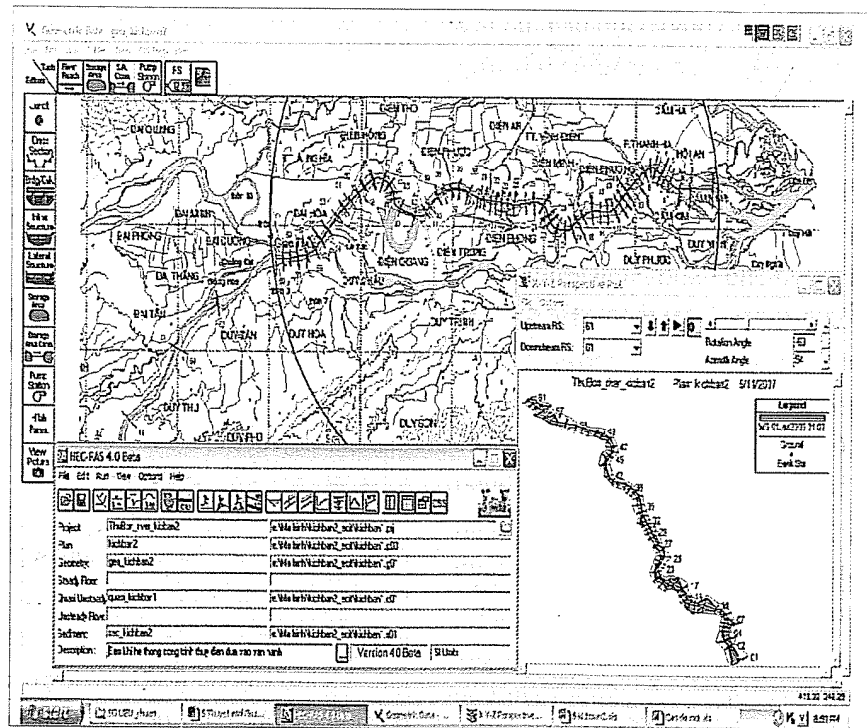
Mặt cắt tính toán	Biến đổi cao độ đáy sông (m)	Mặt cắt tính toán	Biến đổi cao độ đáy sông (m)	Mặt cắt tính toán	Biến đổi cao độ đáy sông (m)
MCH75	1,62	MCH50	0,04	MCH25	-2,37
MCH74	1,61	MCH49	0,48	MCH24	-1,93
MCH73	1,56	MCH48	0,79	MCH23	-2,18
MCH72	1,48	MCH47	0,77	MCH22	-1,99
MCH71	1,44	MCH46	-1,43	MCH21	-1,73
MCH70	1,39	MCH45	-1,08	MCH20	-1,94
MCH69	1,33	MCH44	-1,52	MCH19	-2,01
MCH68	1,26	MCH43	-1,81	MCH18	-2,13
MCH67	1,20	MCH42	-1,61	MCH17	-1,99
MCH66	1,04	MCH41	-1,07	MCH16	-1,61
MCH65	0,90	MCH40	-1,24	MCH15	-1,51
MCH64	0,70	MCH39	-2,51	MCH14	-1,51
MCH63	0,58	MCH38	-2,79	MCH13	-1,93
MCH62	0,49	MCH37	-2,31	MCH12	-1,49
MCH61	0,12	MCH36	-1,51	MCH11	-1,47
MCH60	0,79	MCH35	-1,31	MCH10	-1,63
MCH59	0,59	MCH34	-1,59	MCH9	-1,92
MCH58	0,12	MCH33	-2,52	MCH8	-2,60
MCH57	1,43	MCH32	-2,70	MCH7	-2,28

Mặt cắt tính toán	Biến đổi cao độ đáy sông (m)	Mặt cắt tính toán	Biến đổi cao độ đáy sông (m)	Mặt cắt tính toán	Biến đổi cao độ đáy sông (m)
MCH56	1,17	MCH31	-2,36	MCH6	-1,34
MCH55	0,78	MCH30	-2,18	MCH5	-1,51
MCH54	0,44	MCH29	-2,42	MCH4	-1,82
MCH53	-0,01	MCH28	-2,10	MCH3	-1,64
MCH52	0,34	MCH27	-2,21	MCH2	-1,97
MCH51	0,07	MCH26	-2,44	MCH1	-1,01

Như vậy, nếu giả thiết trận lũ có cường suất bằng lũ tháng 11/1998 tái diễn thì quá trình xói - bồi lòng dẫn sông Thu Bồn diễn ra rất mạnh mẽ và phức tạp. Trong đó, đoạn phía trên Giao Thủy và Giao Thủy - Bì Nhai chủ yếu diễn ra hoạt động xói sâu với tốc độ lần lượt là 0.49 - 1.62m và 0.04 - 1.43m. Xâm thực sâu mạnh nhất xảy ra ở khu vực Cù Bàn (1.17-1.43, MCH56-57). Đoạn sông còn lại từ Bì Nhai đến Hội An quá trình bồi lấp diễn ra rất mạnh, phổ biến 1 - 2m, một số nơi như: Điện Trung - Điện Phong (MCH 25-39), Thanh Hà (MCH7-8) tốc độ bồi lấp đạt trên 2.5m. Kết quả này hoàn toàn phù hợp với thực tế quan trắc và khảo sát sau các trận lũ 1999, 2001, 2006.

b. Tính toán xói - bồi trung bình trong một năm đoạn Giao Thủy - Hội An sau khi vận hành hệ thống công trình thủy điện (kịch bản 2)

Điều kiện biên và phạm vi tính toán: khác với kịch bản 1, trường hợp này do sự vận hành và điều tiết của đập thủy điện nên các đặc trưng thủy văn - bùn cát của dòng chảy từ Giao Thủy đến Hội An bị biến đổi. Do vậy, chúng tôi chọn biên thượng lưu tại Giao Thủy (MCH61) và biên hạ lưu ở Hội An (MCH1) với tổng chiều dài tính toán là 29.549m. Đoạn sông này là lòng dẫn chính của mô hình trong kịch bản đang xét và được nghiên cứu trên 61 mặt cắt ngang. Các đặc trưng thủy văn được sử dụng là chế độ dòng chảy năm của đoạn hạ lưu sông Thu Bồn sau khi vận hành hệ thống công trình thủy điện. Trong đó:



Hình 3. Phạm vi tính toán và biểu đồ không gian đoạn sông Giao Thủy - Hội An (kịch bản 2)

- Các tháng mùa khô (tháng 1 - 9) được dựa vào kết quả tính toán thủy năng về lưu lượng xả bình quân tháng ứng với phương án hệ thống công trình sẽ điều tiết để hạ dần mực nước đến MNXHN (mực nước thường xuyên phát điện) nhằm kết hợp phát điện, cấp nước sinh hoạt - tưới tiêu và đầy mặn cho vùng hạ du.

- Còn mùa lũ (tháng 10 - 12) thì dựa vào lưu lượng xả bình quân tháng ứng với phương án hệ thống công trình thủy điện sẽ kết hợp phát điện và tích nước trong hồ để cuối mùa lũ đạt đến MNDBT, khi hồ chứa tích đầy nước và phát điện với công suất tối đa, lượng nước thừa được xả qua đập tràn xuống hạ lưu.

Bảng 7. Quan hệ $Q=f(H)$ và tổng hàm lượng bùn cát R tại Giao Thủy (MCH61) và mực nước biên hạ lưu (MCH1) Hội An sau khi vận hành hệ thống công trình thủy điện

Mùa	Mùa khô									Mùa lũ		
Tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$Q (m^3/s)$	101,2	48,8	44,7	45,9	47,6	49,3	51,9	54,3	67,1	255,3	391,1	240,1
$R (T/ng)$	85,4	38,2	32,6	32,6	84,2	76,4	28,1	82,0	239,2	5062,3	2623,8	787,4
Giao thủy $H_{TB} (cm)$	154	112	108	109	111	113	115	118	129	231	278	224
IIội An II _{TB} (cm)	-2	-11	-12	-13	-16	-18	-18	-11	-2	20	21	6

Từ lưu lượng dòng chảy tháng, sử dụng phương pháp tương quan giữa mực nước và lưu lượng theo phương trình tương quan $Q=0.0066H^2-0.5171H+24.194$ ($R^2 = 0.985$) từ chuỗi số liệu 2003 - 2005 để tính mực nước trung bình tháng tại biên thượng lưu (MCH61 - Giao Thủy). Còn biên hạ lưu thì sử dụng phương pháp mực nước tương ứng trạm trên - trạm dưới để tính toán mực nước trung bình tháng (MCH1 - Hội An). Trong các tháng mùa khô, lưu lượng dòng chảy nhỏ và biến đổi không lớn nên chọn bước thời gian tính toán là $\Delta t = 5$ ngày, các tháng mùa lũ lưu lượng dòng chảy lớn và biến đổi mạnh nên bước thời gian $\Delta t = 1$ ngày. Sau khi vận hành hệ thống công trình, lượng bùn cát từ thượng lưu mang về sẽ nằm lại trong hồ, nên lượng bùn cát ở hạ lưu công trình thường giảm từ 90 - 95% so với lượng bùn cát trước khi có đập. Do đó, chúng tôi lấy tổng khối lượng bùn cát vận chuyển đến biên thượng lưu $R (T/ng)$ của mô hình bằng 10% hàm lượng bùn cát trung bình tháng tại trạm Nông Sơn (90% bùn cát nằm lại trong hồ) (bảng 7). Kết quả tính toán xói - bồi trung bình trong một năm của đoạn hạ lưu sông Thu Bồn sau khi vận hành hệ

thống công trình thủy điện được tác giả tính toán và trình bày trên hình 3 và bảng 9.

c. Tính toán xói - bồi trung bình trong một năm đoạn Giao Thủy - Hội An với giả thiết không có hệ thống công trình thủy điện bậc thang (kịch bản 3)

Điều kiện biên và phạm vi tính toán: nhằm định lượng hóa tác động của hệ thống công trình thủy điện bậc thang đến hoạt động xói - bồi đoạn hạ lưu sông Thu Bồn, tác giả tiến hành tính toán cường độ xói - bồi trung bình trong một năm với giả thiết toàn bộ lượng nước và bùn cát không bị giữ lại tại hồ và so sánh kết quả tính toán trong kịch bản này với kịch bản 2. Trong đó, các số liệu đầu vào về các thông số hình học của đoạn sông, đặc trưng trầm tích tại biên thượng lưu, đặc trưng bùn cát đáy tại các mặt cắt như kịch bản 1, bước thời gian tính toán như kịch bản 2. Riêng các đặc trưng thủy văn như mực nước, lưu lượng, tổng khối lượng bùn cát tại biên thượng lưu Nông Sơn (MCH75) và số liệu mực nước tại biên hạ lưu Hội An (MCH1) được xác định theo chế độ dòng chảy năm (1979 - 2006) trong điều kiện trước khi có đập (bảng 8).

với quá trình xói - bồi lòng dẫn ở điều kiện tự nhiên. Đặc biệt là đoạn sông từ Giao Thủy đến Lệ Bắc hoạt động xói sâu xảy ra mạnh mẽ hơn sau khi hệ thống công trình đi vào hoạt động. Tốc độ xói sâu tăng từ 0.2 - 1.4m/năm đến 1.5 - 2.0m/năm. Mặt khác, tốc độ bồi lấp cũng tăng lên, nhất là tại khu vực Cầu Lâu (từ 1.39-2.11 lên 1.91-2.70m/năm), Thanh Hà (từ 0.62 lên 1.62m/năm), phố cổ Hội An (từ 1.01-1.53 lên 1.52-2.0 m/năm) và Điện Phong (từ 1.72-2.94 lên 2.08-3.98m/năm). Những đoạn sông còn lại hoạt động xói sâu và bồi lấp lòng dẫn có sự thay đổi không đáng kể, có lẽ do các nhà máy thủy điện này nằm khá xa đoạn hạ lưu nghiên cứu nên các đặc trưng thủy văn - bùn cát khi về đến hạ lưu trước và sau khi xây dựng đập không có sự thay đổi lớn.

6. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu có thể rút ra một số kết luận sau:

- Bước đầu đã phau thảo các kịch bản thủy văn - bùn cát để phục vụ cho công tác dự báo xói - bồi lòng dẫn sông Thu Bồn ở trạng thái chưa có đập và sau khi vận hành thủy điện bậc thang.

- Sự vận hành hệ thống công trình thủy điện ở thượng lưu đã làm chế độ thủy văn - bùn cát biến đổi khác thường và phức tạp, dẫn đến sự biến động bất lợi của môi trường địa chất, đặc biệt là hoạt động xói sâu, bồi lấp lòng dẫn hạ lưu đập ngăn trong mùa mưa lũ.

- Kết quả dự báo bằng mô hình toán thủy lực HEC-RAS đều cho thấy trước và sau khi vận hành 2 công trình, quá trình xói sâu chủ yếu xảy ra từ Giao Thủy đến Bì Nhai, còn hoạt động bồi lấp ngược lại từ Kỳ Long đến Hội An, trong đó tốc độ xói - bồi lòng dẫn sau khi vận hành thủy điện bậc thang đều vượt trội tốc độ xói - bồi ở điều kiện chưa có đập.

Tài liệu tham khảo

1. Đinh Phùng Bảo (2001), *Đặc điểm khí hậu - thủy văn tỉnh Quảng Nam, Trung tâm dự báo khí tượng - thủy văn tỉnh Quảng Nam.*
2. Hydrologic Engineering Center (2006), *River Analysis System, HEC-RAS, Version 4.0, USA.*
3. Trung tâm Dự báo KTTV (2006), *Tập phiếu mặt cắt ngang sông Thu Bồn tại các trạm Nông Sơn, Thành Mỹ, Giao Thủy, Cầu Lâu, Hội An từ năm 1979-2006.*
4. Đỗ Quang Thiên, Đỗ Minh Toàn (2007) "Sử dụng mô hình toán thủy lực Hec-Ras tính toán diễn biến xói - bồi đoạn hạ lưu sông Thu Bồn vào 5 ngày lũ tháng 10/2006", *Tạp chí Khí tượng Thủy Văn*, số 559, tháng 7/2007, Hà Nội, tr.28-35.
5. Đỗ Quang Thiên, Nguyễn Thanh (2007), "ảnh hưởng của hệ thống công trình thủy điện ở thượng lưu đến hoạt động xói - bồi hạ lưu sông Thu Bồn" *Tạp chí Địa kỹ thuật*, số 3-2007, Hà Nội, tr.42-47.
6. Do Quang Thien, Nguyen Thanh (2007), "Modelling the deposition-erosion activities along the Thu Bon river during the seventeen days of flood in 1998", *Proceedings of the international Symposium, HaNoi Geoengineering 2007, New Challenges in Geosystem Engineering and Exploration*, 22 November 2007, page 228-233.
7. Do Quang Thien (2008), "Assessment of siltation and erosion processes along Vu Gia-Thu Bon river system according to the analysis of satellite images and field surveys, *Climate change and the sustainability, proceedings of the 2nd international symposium, Ha Noi*, page 203-214.

Bảng 8: Quan hệ $Q=f(H)$ và tổng hàm lượng bùn cát R trung bình năm tại Giao Thủy (MCH61) và Hội An (MCH1) khi chưa có hệ thống công trình thủy điện bậc thang

Mùa	Mùa Khô								Mùa lũ			
Tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$Q (m^3/s)$	231,0	133,6	91,9	71,7	104,1	101,7	71,7	80,2	167,7	638,3	977,8	600,3
$R (T/ng)$	854	382	326	326	842	764	281	820	2392	50623	26238	7874
Giao Thủy H_{TB} (cm)	486	427	392	372	393	391	368	371	427	600	711	628
Hội An H_{TB} (cm)	2	-6	-10	-13	-14	-16	-18	-12	4	32	40	21

Kết quả tính toán xói - bồi và so sánh mức độ xói - bồi đoạn hạ lưu sông Thu Bồn trước và sau khi vận hành hệ thống công trình thủy điện được trình bày trên bảng 9.

Bảng 9. Kết quả so sánh tốc độ xói - bồi trung bình năm đoạn hạ lưu sông Thu Bồn trước và sau khi vận hành hệ thống công trình thủy điện

Mặt cắt tính toán	Biến đổi cao độ đáy sông (m)		Mặt cắt tính toán	Biến đổi cao độ đáy sông (m)		Mặt cắt tính toán	Biến đổi cao độ đáy sông (m)	
	KB2	KB3		KB2	KB3		KB2	KB3
MCH61	1,88	0,14	MCH41	-1,07	-1,07	MCH20	-1,91	-1,69
MCH60	1,87	0,79	MCH40	-1,24	-1,23	MCH19	-2,00	-1,39
MCH59	1,72	0,62	MCH39	-2,51	-2,51	MCH18	-2,70	-2,11
MCH58	1,40	0,16	MCH38	-2,77	-2,76	MCH17	-1,97	-1,97
MCH57	1,57	1,44	MCH37	-2,40	-2,41	MCH16	-1,60	-1,61
MCH56	1,55	1,15	MCH36	-1,50	-1,51	MCH15	-1,49	-1,49
MCH55	0,82	0,82	MCH35	-1,30	-1,31	MCH14	-1,51	-1,51
MCH54	0,46	0,46	MCH34	-1,60	-1,59	MCH13	-1,89	-1,89
MCH53	-0,01	-0,01	MCH33	-2,50	-2,20	MCH12	-1,47	-1,48
MCH52	0,34	0,34	MCH32	-3,98	-2,94	MCH11	-1,46	-1,45
MCH51	0,08	0,08	MCH31	-3,50	-2,84	MCH10	-1,62	-0,62
MCH50	0,59	0,07	MCH30	-2,80	-2,49	MCH9	-1,90	-1,91
MCH49	0,49	0,48	MCH29	-2,40	-2,10	MCH8	-2,59	-1,99
MCH48	0,80	0,79	MCH28	-2,08	-1,72	MCH7	-2,30	-1,96
MCH47	0,75	0,70	MCH27	-2,20	-1,89	MCH6	-2,00	-1,70
MCH46	-1,89	-1,95	MCH26	-2,42	-2,12	MCH5	-1,52	-1,32
MCH45	-0,90	-0,70	MCH25	-2,35	-2,05	MCH4	-1,83	-1,22
MCH44	-2,49	-2,47	MCH24	-1,92	-1,93	MCH3	-1,62	-1,53
MCH43	-1,65	-1,64	MCH23	-2,17	-2,18	MCH2	-2,00	-1,41
MCH42	-2,52	-2,53	MCH22	-2,00	-1,99	MCH1	-1,90	-1,01
-	-	-	MCH21	-1,72	-1,73	-	-	-

Từ bảng 9, có thể nhận thấy hoạt động xói - bồi của đoạn hạ lưu đang xét trước và sau khi vận hành hệ thống thủy điện bậc thang có sự biến đổi nhất định. Nói chung quá trình xói sâu trước và sau khi vận hành 2 công trình đều xảy ra từ MCH61 - MCH47 và quá trình bồi lấp cũng diễn ra từ MCH48 - MCH1. Trong đó hoạt động xói sâu và bồi lấp sau khi vận hành 2 nhà máy đều có tốc độ lớn hơn so