

# NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC CẦU GIAO THÔNG ĐẾN DÒNG CHẢY HỆ THỐNG SÔNG HỒNG KHU VỰC HÀ NỘI

TS. Hồ Việt Hùng

Khoa Kỹ thuật tài nguyên nước, ĐHTL

**Tóm tắt:** Trong những năm gần đây, hàng loạt cầu giao thông trên sông Hồng và sông Đuống trong phạm vi Hà Nội đã và đang được xây dựng. Việc này sẽ tác động đến dòng chảy tự nhiên của sông và khả năng thoát lũ của nó. Nghiên cứu này đã xác định cao trình mực nước và lưu lượng đỉnh lũ tại các mặt cắt trên sông Hồng và sông Đuống khu vực Hà Nội theo các phương án khác nhau, nhằm đánh giá mức độ ảnh hưởng của các cầu đang và sắp xây dựng đến dòng chảy của sông Hồng và sông Đuống trong khu vực Hà Nội.

## 1. MỞ ĐẦU

Thủ đô Hà Nội là trung tâm văn hoá, kinh tế, xã hội của cả nước, nơi có dòng sông Hồng và sông Đuống chảy qua. Trong những năm gần đây, để thúc đẩy phát triển kinh tế và giải quyết vấn đề giao thông cho Hà Nội nhà nước đã đầu tư, xây dựng một số cầu mới qua sông Hồng như cầu Vĩnh Tuy, Thanh Trì và đang triển khai lập báo cáo đầu tư cầu Nhật Tân. Trên sông Đuống, cầu Phù Đổng đã xây dựng xong. Đặc biệt trong quy hoạch của thủ đô sẽ xây dựng cầu Tứ Liên bắc qua sông Hồng và sông Đuống, cầu Đông Trù qua sông Đuống. Việc xây dựng hàng loạt cầu trên hai dòng sông này sẽ ảnh hưởng đến dòng chảy và khả năng thoát lũ của sông. Vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá chính xác mức độ ảnh hưởng của các cầu đã và sẽ xây dựng đến dòng chảy của sông Hồng và sông Đuống trong khu vực Hà Nội.

## 2. PHƯƠNG PHÁP VÀ NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

### 2.1. Công cụ và phương pháp nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, mô hình HEC – RAS đã được sử dụng để tính toán thủy lực hệ thống sông Hồng – Đuống khu vực Hà Nội. HEC – RAS là mô hình toán do Trung tâm Thủy văn Công trình thuộc hiệp hội kỹ sư quân sự Hoa kỳ (Hydrologic Engineering Center of US Army Corps of Engineers) sản xuất. Mô hình này đã sử dụng sơ đồ ẩn để giải hệ phương trình Saint-Venant đầy đủ (gồm phương trình liên tục và phương trình động lực) theo phương pháp sai

phân hữu hạn.

Ứng dụng mô hình toán để tính toán thủy lực hệ thống sông là một trong những phương pháp hiện đại đã và đang được áp dụng phổ biến ở Việt Nam và trên thế giới. Phần mềm HEC – RAS có nhiều ưu điểm và tương đối phù hợp nên nó đã được lựa chọn để tính toán dòng chảy lũ trên hệ thống sông Hồng – Đuống trong phạm vi Hà Nội.

### 2.2. Tính toán thủy lực hệ thống sông Hồng – Đuống trong khu vực Hà Nội

Hệ thống sông Hồng – Đuống khu vực Hà Nội được mô phỏng trong mô hình HEC – RAS dựa trên các số liệu đo đạc địa hình sông Hồng, sông Đuống năm 2000, các bình đồ, bản đồ và tài liệu mô tả sự thay đổi địa hình trong giai đoạn từ năm 2000 đến 2008. Hệ thống sông bao gồm 3 nhánh với tổng cộng 129 mặt cắt ngang, cụ thể là: sông Hồng đoạn từ Sơn Tây đến ngã ba sông Hồng - Đuống có 36 mặt cắt; sông Hồng đoạn từ ngã ba sông Hồng - Đuống đến Hưng Yên có 61 mặt cắt; sông Đuống đoạn từ ngã ba sông Hồng - Đuống đến Phả Lại có 32 mặt cắt.

Các điều kiện biên của mô hình gồm có: một biên trên là quá trình lưu lượng lũ  $Q(t)$  tại Sơn Tây, hai biên dưới là các quá trình mực nước lũ  $Z_1(t)$  tại Phả Lại và  $Z_2(t)$  tại Hưng Yên. Các số liệu này được thu thập từ tài liệu thực đo của các trạm thủy văn Sơn Tây, Phả Lại và Hưng Yên trong ba thời đoạn: từ 1h ngày 17/8/1996 đến 7h ngày 26/8/1996; từ 22h ngày 19/7/2000

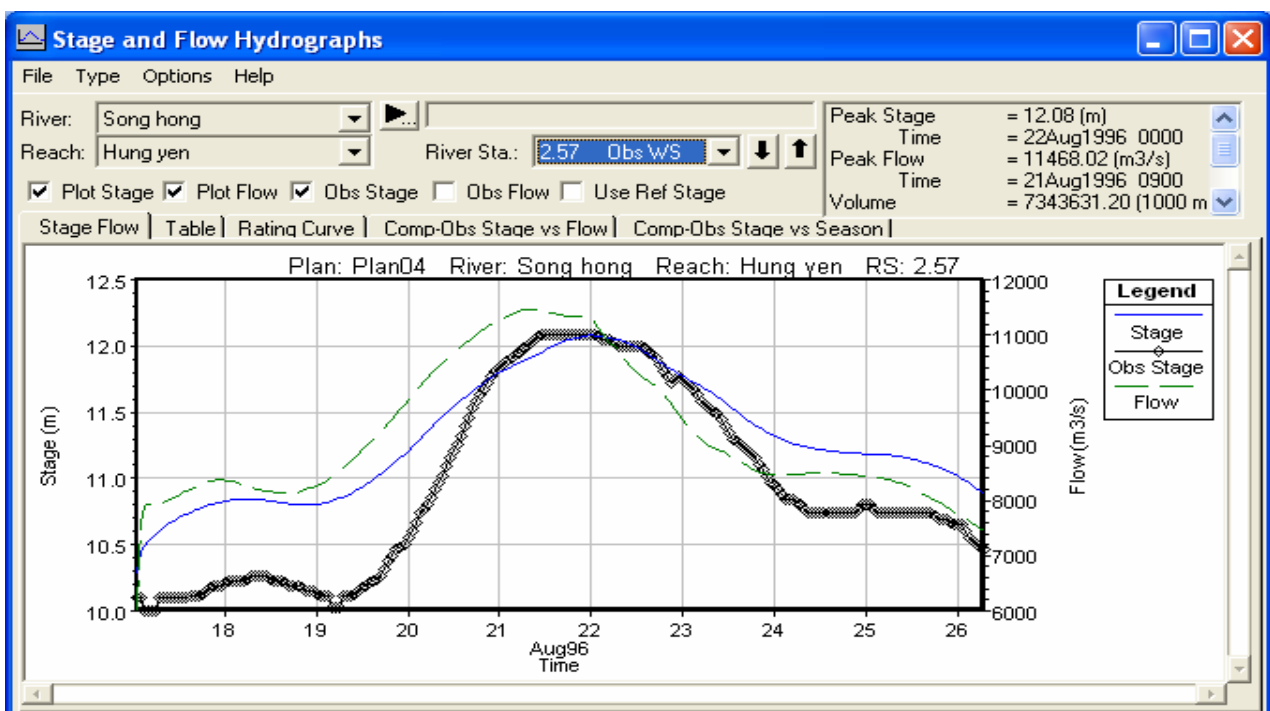
đến 17h ngày 02/8/2000 và từ 19h ngày 16/8/2006 đến 19h ngày 25/8/2006.

Các trạm thủy văn Hà Nội trên sông Hồng (mặt cắt 2.57) và Thượng Cát trên sông Đuống (mặt cắt 3.30) được chọn để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Số liệu dùng để kiểm định là quá trình mực nước  $Z(t)$  trong các thời đoạn tính toán như trên.

Mạng lưới sông Hồng là một hệ thống rất phức tạp gồm nhiều sông lớn, nhỏ nối với nhau trước khi đổ ra biển. Trong phạm vi của nghiên cứu này, nội dung chính là tính toán dòng chảy của sông Hồng và sông Đuống trong khu vực Hà Nội nên các đoạn sông với những mặt cắt

như trên đã được lựa chọn. Các đoạn sông từ Sơn Tây đến Phả Lại và Hưng Yên là tương đối dài và mặt cắt ngang sông rộng nên ảnh hưởng của thượng lưu đến mực nước tại Phả Lại và Hưng Yên là không đáng kể. Hơn nữa, tại đây có các trạm thủy văn nên số liệu của các biên đảm bảo độ chính xác cao.

Tính đến năm 1996, trên hệ thống sông Hồng - Đuống đoạn qua Hà Nội các cầu sau đây đã được xây dựng: Thăng Long, Long Biên, Chương Dương, Đuống. Kết quả tính toán hiệu chỉnh mô hình với trận lũ năm 1996 được thể hiện trên hình 1.

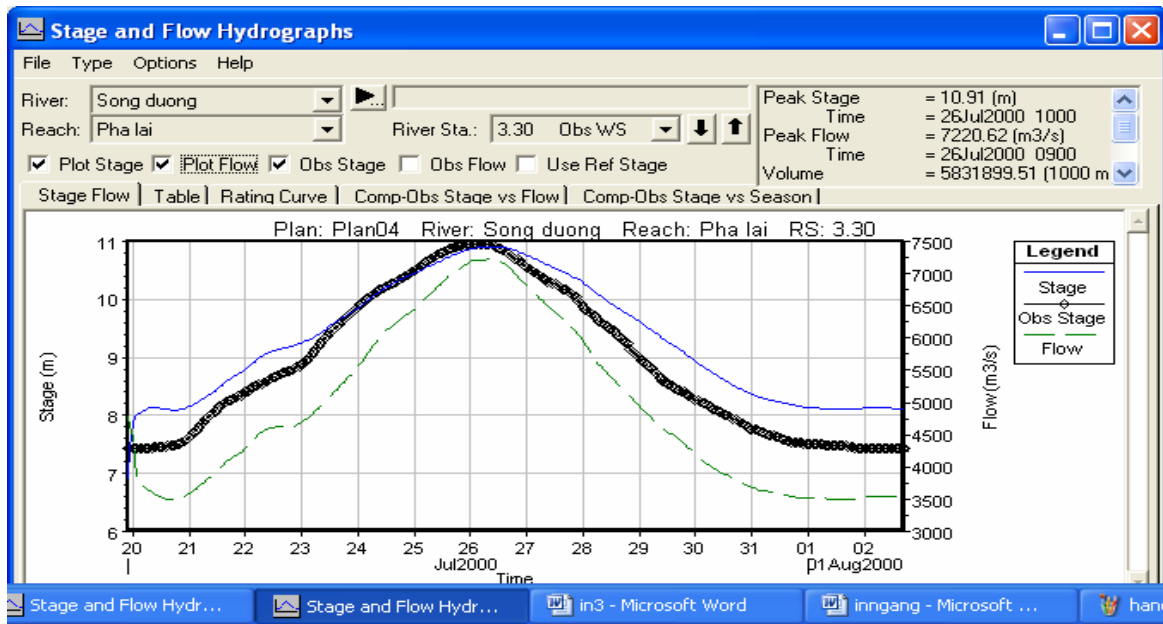


Hình 1: Quá trình lưu lượng và mực nước lũ tại trạm thủy văn Hà Nội, năm 1996

Từ đồ thị có thể nhận thấy đường quá trình mực nước thực đo và tính toán tại trạm Hà Nội gần như trùng nhau: cao trình mực nước đỉnh lũ tính toán là 12,08m so với tài liệu thực đo là 12,09m; còn về thời gian xuất hiện đỉnh lũ thì cả thực đo và tính toán đều hoàn toàn trùng nhau (bắt đầu từ 0h ngày 21/08/1996 đến 24h ngày 23/08/1996).

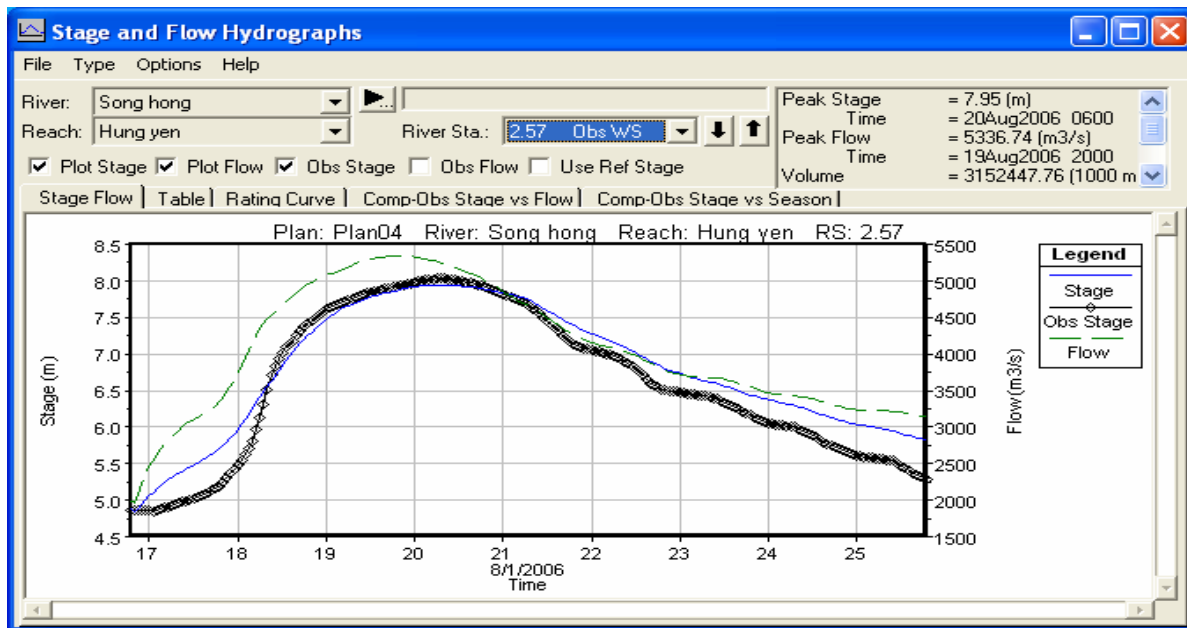
Dựa trên bộ thông số đã chọn được, mô hình được kiểm định với hai trận lũ trong các

năm 2000 và 2006. Tính đến thời điểm tháng 7/2000, ngoài các cầu đã kể trên chỉ có thêm duy nhất cầu Phù Đổng. Đến thời điểm xảy ra trận lũ năm 2006 thì phần trụ cầu của cầu Thanh Trì đã được hoàn thành, vì vậy trong sơ đồ tính toán sẽ có thêm cầu Thanh Trì. Trên hình 2 và 3 là so sánh giữa mực nước tính toán với số liệu thực đo tại các trạm Hà Nội và Thượng Cát với lũ năm 2000 và 2006.



Hình 2: Quá trình lưu lượng và mực nước lũ tại trạm thủy văn Thượng Cát, năm 2000

Từ đồ thị trên hình 2 thấy rằng: chênh lệch xuất hiện đỉnh lũ tính toán lệch so với số liệu giữa mực nước đỉnh lũ tính toán (10,91m) và thực đo năm 2000 là 1h. mực nước thực đo (10,96m) là 5cm. Thời gian



Hình 3: Quá trình lưu lượng và mực nước lũ tại trạm thủy văn Hà Nội, năm 2006

Hình 3 cho thấy, đường quá trình mực nước tính toán và thực đo tại trạm thủy văn Hà Nội năm 2006 gần như trùng nhau cả về cao trình đỉnh lũ lẫn thời gian xuất hiện (tính toán là 7,95m so với thực đo là 8,04m).

Từ các nhận xét trên có thể thấy rằng: các thông số của mô hình HEC – RAS dùng để tính

toán thủy lực đoạn sông nghiên cứu là phù hợp. Mô hình đã mô phỏng tương đối chính xác dòng chảy lũ trên hệ thống sông Hồng – Đuống đoạn chảy qua Hà Nội và nó có đủ độ tin cậy để sử dụng tính toán hệ thống sông theo các phương án khác nhau.

### 2.3. Các phương án được đề xuất

Theo định hướng phát triển trong tương lai của Hà Nội và căn cứ vào tiêu chuẩn phòng lũ, cần tính toán dòng chảy trên hệ thống sông Hồng khi xảy ra các trận lũ lớn như: lũ năm 1996, 1971, lũ có tần suất thiết kế 0,4% và 0,2%. Mô hình thủy lực được sử dụng để tính toán với các trận lũ này theo 3 phương án sau đây:

- **PA1:** đã có các cầu Thăng Long, Long Biên, Chương Dương, Đuống, Phù Đổng, Thanh Trì, Vĩnh Tuy;

- **PA2:** sẽ xây dựng thêm các cầu Nhật Tân, Đông Trù, Phù Đổng mới;

- **PA3:** đã có 3 cầu như **PA2** cộng thêm dự án quy hoạch “Thành phố bên sông”, với giả thiết là toàn bộ phần diện tích bãi ngoài đê bị cắt từ thượng lưu cầu Thăng Long đến cầu hạ lưu cầu Thanh Trì, tại vị trí có chiều rộng bãi lớn hơn 1500m lòng sông sẽ bị thu hẹp.

### 2.4. Kết quả tính toán các phương án

- Kết quả tính toán cao trình mực nước đỉnh lũ tại trạm Hà Nội và Thượng Cát theo các phương án PA1, PA2 và PA3 được thể hiện ở bảng 1. Từ bảng này nhận thấy rằng, so với PA1 không có sự thay đổi đáng kể về mực nước đỉnh lũ nếu xây dựng thêm 3 cầu theo PA2, nhưng đã có sự thay đổi rõ rệt về cao trình mực nước đỉnh lũ  $Z_{max}$  nếu dòng chảy bị co hẹp ở đoạn sông Hồng chảy qua Hà Nội (theo PA3). Sự thay đổi này phụ thuộc rất nhiều vào mức độ co hẹp dòng chảy và độ lớn của trận lũ. Nếu quy hoạch dòng chảy theo phương án 3 thì mực nước đỉnh lũ tại trạm Hà Nội sẽ tăng thêm từ 10cm đến 31cm và tại trạm Thượng Cát sẽ tăng thêm từ 7cm đến 55cm tùy theo mức độ của từng trận lũ, nếu xảy ra lũ tần suất 0,4% và 0,2% thì mực nước sẽ tăng lên đáng kể.

Bảng 1: Cao trình mực nước đỉnh lũ  $Z_{max}$  (m) và chênh lệch mực nước giữa PA3 với PA1

	Trạm Hà Nội $Z_{max}$ (m)			Trạm Hà Nội $\Delta Z_{max}$ (m)	Trạm Thượng Cát $Z_{max}$ (m)			Trạm Thượng Cát $\Delta Z_{max}$ (m)
	PA1	PA2	PA3	(PA3) - (PA1)	PA1	PA2	PA3	(PA3) - (PA1)
<b>Lũ 1996</b>	12.08	12.09	12.18	0.10	11.93	11.93	12.00	0.07
<b>Lũ 1971</b>	14.10	14.10	14.30	0.20	13.91	13.92	14.08	0.17
<b>Lũ 0.4%</b>	14.96	14.96	15.27	<b>0.31</b>	15.01	15.01	15.25	0.24
<b>Lũ 0.2%</b>	15.56	15.57	15.72	0.16	15.88	15.89	16.43	<b>0.55</b>

- Khi có sự xuất hiện của các cầu trên sông Hồng đã làm thay đổi mực nước ngay sát thượng và hạ lưu cầu (vị trí so sánh mực nước cách cầu từ 50m ÷ 70m về thượng lưu và hạ lưu cầu). Bảng 2 dưới đây thống kê chênh lệch mực nước  $\Delta Z$  giữa thượng và hạ lưu các cầu trên sông Hồng và sông Đuống. Tại vị trí cầu Long Biên và Chương Dương chênh lệch mực nước thượng và hạ lưu cầu là lớn nhất, nguyên nhân là do khoảng cách giữa hai cầu tương đối nhỏ (hai cầu cách nhau 800m) nên ảnh hưởng lẫn

nhau rất rõ rệt, nếu có lũ lớn xảy ra giá trị này càng tăng lên. Trong trường hợp xảy ra lũ 0,2% thì chênh lệch mực nước giữa thượng và hạ lưu cầu Chương Dương có thể đến 0,18m. Tuy nhiên, nếu có các hồ chứa ở thượng nguồn (Hoà Bình, Sơn La, Tuyên Quang) cắt lũ thì sẽ không xảy ra hiện tượng này. Ngược lại, tại vị trí cầu Vĩnh Tuy và Thanh Trì thì chênh lệch mực nước giữa thượng và hạ lưu cầu không đáng kể (lớn nhất là 5cm) do mặt cắt sông tại đây rất rộng (hơn 1800m) và bề dày trụ nhỏ (2m, 3m, 5m).

Bảng 2: Chênh lệch mực nước giữa thượng lưu và hạ lưu cầu  $\Delta Z$  (cm)

Lũ	Phương án	Th. Long	Nh. Tân	L. Biên	Ch. Dương	V. Tuy	Th. Trì	Đ. Trù	Đuống	Ph. Đổng
<b>1996</b>	PA1	3.0		6.0	5.0	1.0	1.0		8.0	3.0
	PA2	3.0	6.0	6.0	5.0	1.0	1.0	2.0	3.0	3.0
	PA3	3.0	9.0	5.0	4.0	2.0	1.0	2.0	3.0	3.0

Lũ	Phương án	Th. Long	Nh. Tân	L. Biên	Ch. Dương	V. Tuy	Th. Trì	Đ. Trụ	Đuống	Ph. Đồng
1971	PA1	4.0		5.0	8.0	2.0	2.0		4.0	5.0
	PA2	2.0	3.0	5.0	8.0	2.0	2.0	6.0	4.0	4.0
	PA3	2.0	5.0	5.0	7.0	3.0	2.0	6.0	4.0	5.0
0.4%	PA1	5.0		9.0	12.0	3.0	3.0		8.0	4.0
	PA2	2.0	4.0	9.0	12.0	3.0	3.0	6.0	4.0	4.0
	PA3	2.0	4.0	8.0	12.0	4.0	3.0	7.0	4.0	4.0
0.2%	PA1	8.0		11.0	18.0	3.0	3.0		8.0	4.0
	PA2	4.0	5.0	11.0	17.0	3.0	3.0	6.0	5.0	4.0
	PA3	7.0	5.0	9.0	17.0	5.0	3.0	8.0	5.0	4.0

- Độ dâng cao nhất của mực nước trước cầu  $\Delta Z_{max}$  được tính toán theo công thức:

$$\Delta Z_{max} (cm) = \max(MNSLC - MNTLC);$$

trong đó: MNSLC là cao trình mực nước đỉnh lũ sau khi làm cầu; MNTLC là cao trình mực nước đỉnh lũ trước khi làm cầu. Kết quả tính toán  $\Delta Z_{max}(cm)$  được thống kê trong bảng 3 cho thấy: trị số độ dâng cao nhất của mực nước trước cầu có sự biến đổi tương đối lớn, giá trị này càng cao khi gặp trận lũ tần suất 0,4% và 0,2%. Khi xảy ra lũ như năm 1996 và năm 1971 thì mực nước tại các vị trí xây dựng cầu tăng lên từ 1cm ÷ 4cm. Khi có

lũ tần suất 0,4% thì mực nước tại các vị trí này tăng lên từ 2cm ÷ 7cm. Còn trong trường hợp xảy ra lũ tần suất 0,2% thì mực nước tại các vị trí có cầu tăng lên khá nhiều, từ 15cm đến 50cm. Như vậy, nếu xảy ra lũ tần suất 0,2% thì rõ ràng việc xây dựng các cầu có ảnh hưởng đến mực nước trên sông. Khi lũ lớn, tại vị trí cầu Vĩnh Tuy, cầu Thanh Trì xuất hiện trị số  $\Delta Z_{max} < 0$  vì phía trước các cầu này đã có những cầu khác và dự án “Thành phố bên sông” làm dòng chảy bị co hẹp đáng kể và một phần tràn vào các bãi ven sông Hồng ở trước cầu Thăng Long.

Bảng 3: Độ dâng cao nhất của mực nước trước cầu  $\Delta Z_{max}$  (cm)

Lũ	Phương án	Th. Long	Nh. Tân	L. Biên	Ch. Dương	V. Tuy	Th. Trì	Đ. Trụ	Đuống	Ph. Đồng
1996	PA1	2.0		1.0	1.0	1.0	0.0		1.0	1.0
	PA2	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0
	PA3	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0
1971	PA1	3.0		4.0	1.0	1.0	3.0		3.0	3.0
	PA2	4.0	4.0	4.0	2.0	1.0	1.0	4.0	2.0	3.0
	PA3	4.0	4.0	4.0	2.0	1.0	1.0	4.0	3.0	3.0
0.4%	PA1	6.0		6.0	2.0	-2.0	-2.0		5.0	5.0
	PA2	7.0	6.0	6.0	2.0	-1.0	-2.0	5.0	5.0	5.0
	PA3	7.0	7.0	7.0	2.0	-1.0	-2.0	6.0	6.0	5.0
0.2%	PA1	19.0		22.0	15.0	-10.0	-10.0		20.0	18.0
	PA2	20.0	19.0	22.0	15.0	-9.0	-10.0	21.0	20.0	17.0
	PA3	47.0	44.0	<b>50.0</b>	46.0	-24.0	-23.0	46.0	44.0	42.0

## KẾT LUẬN

Việc xây dựng cầu trên hệ thống sông Hồng - Đuống khu vực Hà Nội sẽ làm cho mực nước trong phạm vi lân cận cầu thay đổi. Chênh lệch mực nước trước và sau khi làm cầu tại các vị trí khác nhau dao động khá nhiều, chênh lệch nhiều

hay ít phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- Tỷ lệ chiếm chỗ của trụ cầu và móng cầu so với kích thước mặt cắt ngang của sông tại vị trí xây dựng công trình. Với các cầu đã xây dựng từ rất lâu như cầu Long Biên, cầu Đuống thì giá trị  $\Delta Z$  và  $\Delta Z_{max}$  cao hơn so với các cầu Phù

Đông mới, Vĩnh Tuy, Thanh Trì, Nhật Tân.

- Khoảng cách giữa các cầu kết hợp với diện tích mặt cắt ngang sông cũng ảnh hưởng đến giá trị  $\Delta Z$  và  $\Delta Z_{\max}$ . Các cầu càng gần nhau mà ở đó chiều rộng mặt cắt ngang nhỏ sẽ làm tăng sự ảnh hưởng lẫn nhau giữa các cầu, làm cho biến động mực nước càng lớn, nhất là khi xảy ra lũ đặc biệt lớn.

Theo phương án 2, khi xây dựng thêm các cầu Nhật Tân, Đông Trù, Phù Đổng mới thì mực nước lớn nhất tại các trạm thủy văn Hà Nội, Thượng Cát và các vị trí xây dựng cầu tăng lên không nhiều, nghĩa là các cầu này không ảnh hưởng đến dòng chảy trong sông.

Nhưng theo phương án 3 (tính toán với các cầu đã có và sẽ xây dựng thêm 3 cầu mới cộng với dự án Thành phố bên sông), nếu xảy ra lũ tần suất 0,2% thì mực nước tại các vị trí xây dựng cầu sẽ tăng lên đáng kể (từ 42cm ÷ 50cm), lúc này cần có các giải pháp nhằm đảm bảo an toàn cho tuyến đê bảo vệ Hà Nội. Ngược lại, nếu chỉ xảy ra lũ như năm 1971 hoặc lũ tần suất 0,4% thì mực nước tại các vị trí có cầu tăng lên từ 2cm ÷ 7cm, các cầu không ảnh hưởng đến khả năng thoát lũ của sông. Nghĩa là, nếu có các hồ Hoà Bình, Sơn La, Tuyên Quang cắt lũ thì sẽ đảm bảo được các tiêu chuẩn an toàn cho thủ đô Hà Nội.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Chi cục đê điều và phòng chống lụt bão (2008). *Báo cáo hiện trạng đê điều thành phố Hà Nội trước lũ năm 2008*.
2. Nguyễn Cảnh Cầm (2006). *Thủy lực dòng chảy hở*. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.
3. HEC – RAS (2002). *Hydraulic Reference Manual*.
4. Viện Quy hoạch Thủy lợi (2008), *Dự án Quy hoạch sử dụng tổng hợp nguồn nước lưu vực sông Hồng – sông Thái Bình*.
5. Viện Khoa học Thủy lợi (1999 – 2001), *Dự án Đánh giá suy giảm khả năng thoát lũ và các giải pháp tăng cường khả năng thoát lũ trong chương trình phòng chống lũ đồng bằng sông Hồng*.

### **Summary:**

#### **STUDY ON THE EFFECT OF BRIDGES ON THE FLOW OF RED RIVER SYSTEM IN HANOI AREA**

*During recent years, there are some bridges, which have been or being built on the Red River and Duong River within Hanoi area. This would affect the natural flow and flood drainage of the river system. This study has determined the water level and maximum flood flow on different cross sections of Red River and Duong River in Hanoi area to evaluate the effect of existing and/or being built bridges on the flow of Red River and Duong River in Hanoi area.*