

MỐI QUAN HỆ GIỮA DIỆN TÍCH HỒ ĐIỀU HÒA VỚI TỶ LỆ LƯU LƯỢNG DÒNG CHẢY SAU HỒ Ở HỆ THỐNG TIÊU ĐÔ THỊ. ÁP DỤNG CHO LƯU VỰC ĐIỂN HÌNH - LƯU VỰC SÔNG ĐÀM THUỘC HỆ THỐNG THOÁT NƯỚC HÀ NỘI

Lưu Văn Quân¹ Trần Việt Ôn¹

Tóm tắt: Các nghiên cứu gần đây chỉ xem xét hồ điều hòa về lĩnh vực môi trường, về ảnh hưởng của hồ tới quy mô công trình đầu mối... Bài báo này trình bày nghiên cứu mối quan hệ đồng thời giữa diện tích hồ và vị trí hồ tới lưu lượng của hệ thống tiêu đô thị. Tác giả sử dụng mô hình SWMM 5.0 mô phỏng thủy lực cho lưu vực sông Đám thuộc hệ thống sông Nhuệ, Hà Nội. Kết quả chỉ ra quan hệ nghịch biến giữa diện tích hồ và lưu lượng sau hồ, giữa mức độ phân tán và tổng lưu lượng lớn nhất toàn hệ thống.

Từ khóa: Hồ điều hòa, lưu lượng tiêu, tiêu đô thị.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hồ điều hòa bao gồm hồ tự nhiên hoặc hồ nhân tạo luôn tồn tại trong mọi hệ thống thoát nước đô thị, thường bố trí trong các công viên với công năng chủ yếu là tạo cảnh quan và cải thiện môi trường. Nhiệm vụ điều tiết nước mưa đã được tính đến nhưng việc sử dụng hồ điều hòa làm giảm ngập úng chỉ được đề cập trong những thập kỷ gần đây khi các đô thị mở rộng và lượng mưa trận lớn vượt tần suất thiết kế xảy ra thường xuyên.

Trước những năm 80 ở các nước có nền kinh tế phát triển đã cơ bản hoàn thiện hệ thống thoát nước đô thị, các thành phố duy trì ổn định mức độ đô thị hóa, tỷ lệ thâm phủ xanh như công viên, bãi cỏ, hồ nước.. và diện tích không thấm như nhà cửa, đường xá, sân... Vấn đề ngập úng luôn nằm trong tầm kiểm soát nên các hồ trong đô thị chưa được xem xét trên góc độ điều hòa nước mưa cho mục đích giảm ngập úng. Sau những năm 80 của thế kỷ 20, đô thị của các nước đang phát triển không ngừng mở rộng và thành lập mới cùng với sự biến đổi của khí hậu ngày càng cực đoan thì vai trò trữ nước mưa giảm ngập úng của hồ điều hòa thể hiện rõ hơn. Một số nước đã xây dựng các hồ khô, hầm trữ nước mưa thay thế cho hồ điều hòa như Nhật Bản...

Hệ thống thoát nước đô thị trở nên quá tải, lạc hậu về công nghệ, việc quản lý hồ bị lãng quên, hồ bị bồi lắng, thu hẹp do lấn chiếm, vận hành chưa khoa học... làm cho hồ không thể phát huy hết năng lực điều tiết. Do biến đổi khí hậu các trận mưa có cường độ lớn thường xuyên xảy ra hơn làm cho vấn đề ngập úng tại các đô thị trở nên bức xúc. Một trong những giải pháp chống ngập lụt được đưa ra là sử dụng hồ điều hòa nước mưa để giảm ngập úng.

Các nghiên cứu được công bố gần đây cho thấy giới nghiên cứu đã bắt đầu chú ý hơn vào khía cạnh sử dụng hồ cho mục đích tiêu thoát đô thị. Trong đó đáng chú ý là các nghiên cứu sau đây: GS.TS Dương Thanh Lượng [3, 4] cho thấy quy mô hồ điều hòa có ảnh hưởng tỷ lệ thuận với việc giảm lưu lượng tiêu cho khu đầu mỗi trạm bơm.

Nhóm tác giả Lê Sâm, Nguyễn Đình Vượng và Trần Minh Tuấn [5] đã đánh giá vai trò quan trọng của hệ thống hồ điều hòa trong hệ thống thoát nước thành phố Hồ Chí Minh. Tương tự, khi xem xét các giải pháp chống ngập “Quy hoạch thoát nước Thủ đô Hà Nội đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050” đã đề phương án chống ngập bằng xây dựng hồ điều hòa tích nước, tăng cường vùng thấm bằng cây xanh... Nguyễn Việt Anh [1] đã đề cập vấn đề thoát nước mưa theo

¹ Trường Đại học Thủy lợi.

gợi ý thu gom tái sử dụng và dùng hồ điều hòa trữ nước mưa.

Những nghiên cứu trên đây cho thấy vai trò của hồ điều hòa dưới góc độ giảm ngập úng đã được xem xét đến nhưng chưa có nghiên cứu chỉ rõ mối quan hệ giữa diện tích hồ và lưu lượng, giữa vị trí hồ và lưu lượng

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

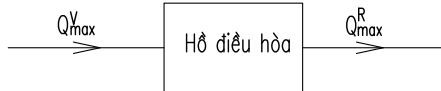
Nghiên cứu lý thuyết mối quan hệ giữa vị trí và lưu lượng, giữa diện tích hồ và lưu lượng.

Nghiên cứu thông qua mô hình hóa một lưu vực để kiểm chứng lý thuyết.

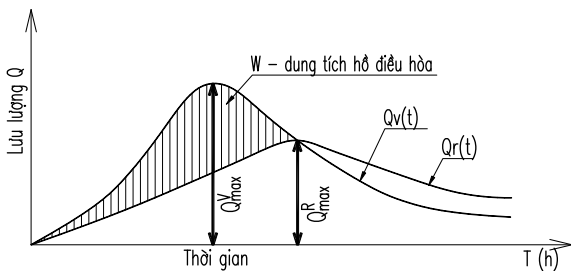
Phương trình cân bằng nước cho điểm nút có hồ điều hòa:

$$Q_v dt - Q_r dt = dW \quad (1)$$

$$Q_v \Delta t - Q_r \Delta t = \Delta W \quad (2)$$



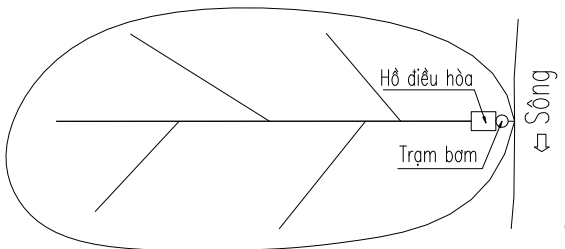
Hình 1. Sơ đồ kết nối hồ điều hòa với kênh.



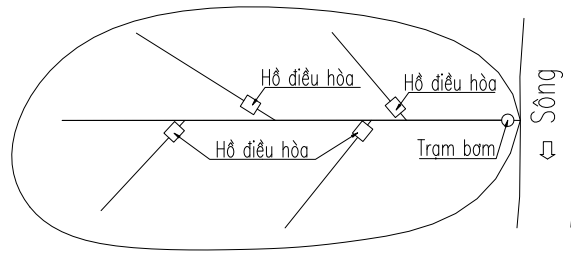
Hình 2. Đường quá trình lưu lượng của nút.

(Q_{\max}^V là lưu lượng lớn nhất vào hồ, Q_{\max}^R là lưu lượng lớn nhất ra khỏi hồ điều hòa, $Q_v(t)$ là đường quá trình lưu lượng vào hồ, $Q_r(t)$ là đường quá trình lưu lượng ra khỏi hồ)

Như vậy, tỷ số Q_{\max}^R/Q_{\max}^V phụ thuộc vào dung tích hồ điều hòa.



Hình 3a. Sơ đồ bố trí hồ điều hòa tại công trình đầu mối



Hình 3b. Sơ đồ bố trí hồ điều hòa tại đầu kênh cấp I

Nhận xét: Hồ điều hòa chỉ điều tiết làm giảm lưu lượng lớn nhất cho đoạn kênh, công trình phía sau hồ, diện tích hồ tỷ lệ thuận với lưu lượng được triệt giảm.

3. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VỚI VÙNG NGHIÊN CỨU ĐIỂN HÌNH

Chọn lưu vực tiêu sông Đầm thuộc hệ thống thủy lợi sông Nhuệ, Hà Nội để nghiên cứu mối quan hệ giữa lưu lượng lớn nhất của kênh sau hồ với diện tích hồ cần giả thiết loại bỏ bớt biến phụ thuộc. Lưu lượng lớn nhất xuất hiện tại một vị trí trên hệ thống tiêu phụ thuộc vào: hình dạng lưu vực, độ dốc lưu vực, lượng nước được trữ lại (hồ điều hòa), tính chất bề mặt thấm phủ, mô hình mưa tiêu. Để nghiên cứu mối quan hệ giữa lưu lượng lớn nhất của kênh sau hồ với diện tích hồ cần giả thiết loại bỏ bớt biến phụ thuộc và đưa về quan hệ hai biến là diện tích hồ và lưu lượng, vị trí hồ và lưu lượng. Đối tượng nghiên cứu là vùng đô thị nên tác giả chọn vùng nghiên cứu điển hình là lưu vực sông Đầm thuộc hệ thống sông Nhuệ, Hà Nội. Giả thiết vùng nghiên cứu đã chuyển đổi sang đô thị theo quy hoạch chung Hà Nội đến năm 2030, tính chất thấm phủ là đô thị ứng với năm 2030 và được lấy từ quy hoạch chung của thủ đô đến năm 2030, mô hình mưa 03 ngày tần suất 10%. Như vậy tác giả chỉ xem xét ảnh hưởng giữa diện tích hồ điều hòa và lưu lượng.

a. Đặc điểm tự nhiên vùng nghiên cứu

Vị trí của lưu vực nghiên cứu là vùng kín được bao bọc bởi phía Bắc là đê sông Hồng, phía Tây là đê sông Đáy, phía Nam là đường 32, phía Đông là sông Nhuệ.

Quy mô vùng nghiên cứu là 4.792,9ha. Địa hình khác bằng phẳng, hướng dốc từ Tây sang

Đồng theo dọc trục sông Đăm.

Tổng chiều dài tuyến sông Đăm và các tuyến nhánh dài 43.200,0 m, trong đó tuyến sông Đăm dài khoảng 9.730m, nhập lưu với sông Nhuệ tại vị trí cầu đường sắt.

Dân số trong vùng dự án theo thống kê năm 2002 là 94.477 người. Trong đó 5 xã huyện Đan Phượng là 36.003 người, 6 xã huyện Từ Liêm 58.474 người. Tỷ lệ phát triển dân số 1,7%. Nguồn “*Dự án Cải tạo tiêu thoát nước sông Pheo (Đăm) – Huyện Từ Liêm – Hà Nội*”.

b. Mô hình hóa bằng phần mềm SWMM 5.0

Tổng số tiểu lưu vực (Subcatchments): 119;

Tổng số nút tính toán (Junction Nodes): 61;

Tổng số đoạn kênh (Conduit Links): 61;

Số mô hình mưa tính toán (Raingages): 01;

Số cửa xả (Outfall Nodes): 01

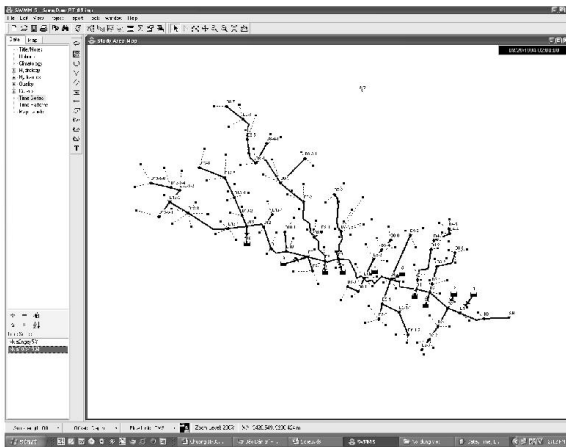
Mô hình tính toán thấm (Infiltration): HORTON;

Đơn vị tính lưu lượng (Flow Units)

CMS (m³/s)

Hình thức tính dòng chảy (Flow Routing)

DYNWAVE (động lực học).



Hình 4. Sơ đồ tính toán thủy lực lưu vực sông Đăm bằng SWMM 5.0

c. Các trường hợp tính toán và kết quả

Tổng lưu lượng lớn nhất hệ thống là tổng lưu lượng lớn nhất xuất hiện trên các đoạn kênh thuộc hệ thống nghiên cứu. Các lưu lượng này dùng để thiết kế kích thước của hệ thống kênh, cống...

$$Q_{ht\max} = \sum_1^n Q_{kc1-i}^{\max} + \sum_1^m Q_{kc2-j}^{\max} + \sum_1^h Q_{kc3-k}^{\max}; \quad (3)$$

Trong đó:

Q_{kc1-i}^{\max} , Q_{kc2-j}^{\max} , Q_{kc3-k}^{\max} : Lưu lượng lớn nhất của đoạn kênh cấp 1 thứ i, cấp 2 thứ j, cấp 3 thứ k.

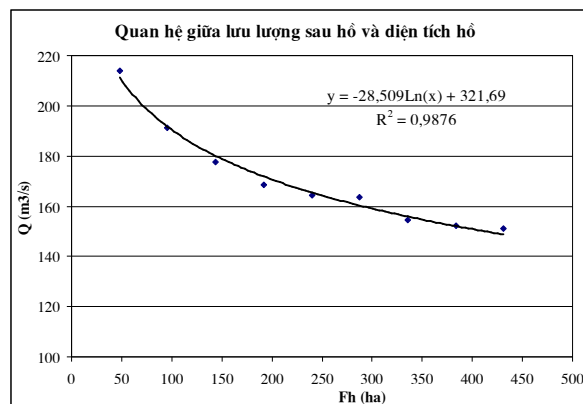
n, m, h: số lượng các đoạn kênh cấp 1, cấp 2 và 3.

Diện tích hồ điều hòa được giả thiết tính theo tỷ lệ phần trăm diện tích phụ trách của tuyến kênh. Trường hợp hồ phân tán, giả thiết các hồ điều hòa đầu kênh nhánh có chung tỷ lệ

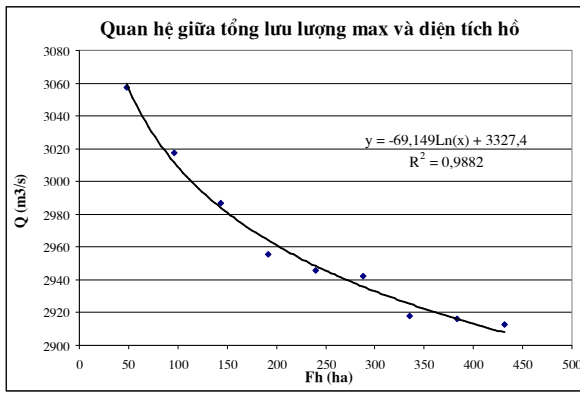
* Trường hợp hồ bố trí tập trung phía trước khu đầu mối.

Bảng 1. Diện tích hồ điều hòa và lưu lượng lớn nhất – hồ tập trung tại phía trước khu đầu mối

STT	Lưu lượng lớn nhất		Hồ điều hòa	
	Tổng hệ thống (Q _{ht max})	Tại đầu mối (Q _{DMmax})	Diện tích (ha)	Phần trăm
1	3.057,60	213,8	47,93	1%
2	3.017,80	191,1	95,86	2%
3	2.987,00	177,6	143,79	3%
4	2.955,80	168,7	191,72	4%
5	2.945,90	164,5	239,65	5%
6	2.942,30	163,8	287,57	6%
7	2.918,20	154,5	335,5	7%
8	2.916,10	152,3	383,43	8%
9	2.912,60	151,0	431,36	9%



Hình 5. Quan hệ giữa lưu lượng khu đầu mối và diện tích hồ điều hòa – trường hợp hồ bố trí tập trung

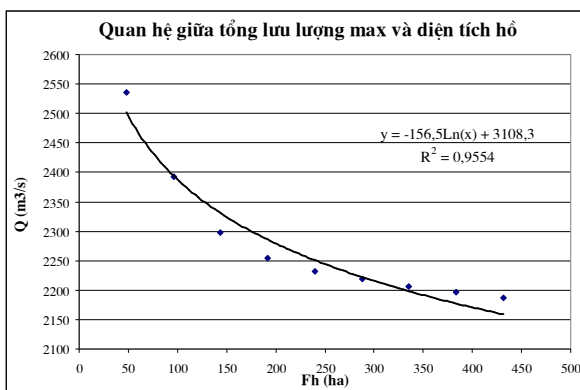


Hình 6. Quan hệ giữa tổng lưu lượng lớn nhất toàn hệ thống và diện tích hồ điều hòa – trường hợp hồ bố trí tập trung

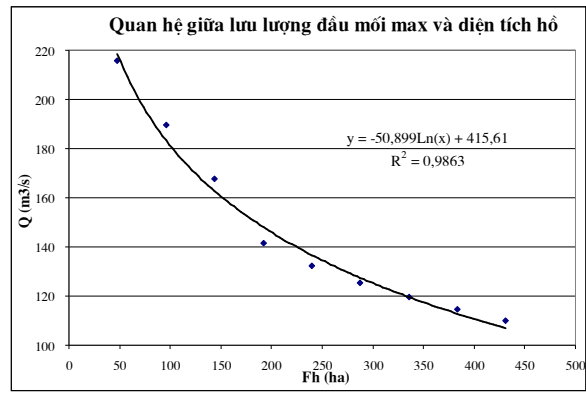
* Trường hợp hồ bố trí phân tán tại đầu kênh cấp I.

Bảng 2. Diện tích hồ điều hòa và lưu lượng lớn nhất – hồ phân tán tại đầu kênh cấp I

STT	Lưu lượng lớn nhất		Hồ điều hòa	
	Tổng hệ thống (Q _{ht max})	Tại đầu mối (Q _{DM max})	Diện tích (ha)	Phần trăm
1	2.535,27	215,88	47,93	1%
2	2.393,04	189,45	95,86	2%
3	2.298,16	167,74	143,79	3%
4	2.253,94	141,57	191,72	4%
5	2.231,85	132,21	239,65	5%
6	2.218,48	125,39	287,57	6%
7	2.206,63	119,53	335,50	7%
8	2.196,41	114,55	383,43	8%
9	2.186,83	109,89	431,36	9%



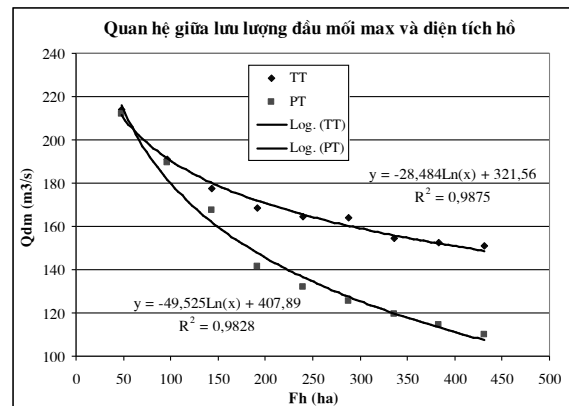
Hình 7. Quan hệ giữa tổng lưu lượng lớn nhất toàn hệ thống và diện tích hồ điều hòa – hồ bố trí phân tán tại đầu kênh cấp I.



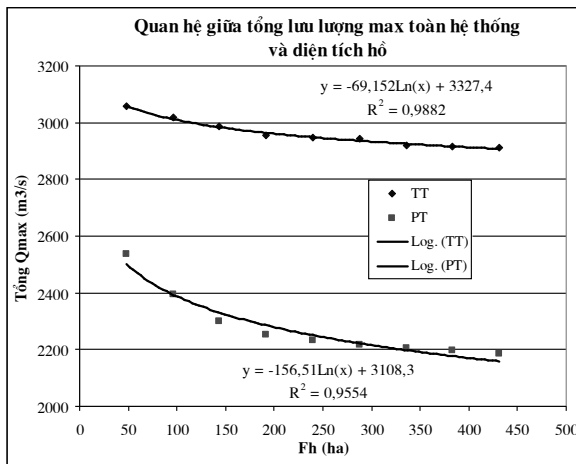
Hình 8. Quan hệ giữa lưu lượng khu đầu mối và diện tích hồ điều hòa – hồ bố trí phân tán tại đầu kênh cấp I

Bảng 3. So sánh giữa phương án hồ tập trung tại công trình đầu mối và phân tán tại đầu kênh cấp I

Diện tích hồ điều hòa (ha)	Lưu lượng lớn nhất tại đầu mối (Q _{DM max})		Lưu lượng lớn nhất tổng hệ thống (Q _{ht max})	
	Tập trung	Phân tán	Tập trung	Phân tán
47,93	213,80	211,88	3.057,60	2.535,27
95,86	191,10	189,45	3.017,80	2.393,04
143,79	177,60	167,74	2.987,00	2.298,16
191,72	168,70	141,57	2.955,80	2.253,94
239,65	164,50	132,21	2.945,90	2.231,85
287,57	163,80	125,39	2.942,30	2.218,48
335,50	154,50	119,53	2.918,20	2.206,63
383,43	152,30	114,55	2.916,10	2.196,41
431,36	151,00	109,89	2.912,60	2.186,83



Hình 9. Quan hệ giữa lưu lượng khu đầu mối và diện tích hồ điều hòa – so sánh giữa hai phương án bố trí hồ điều hòa.



Hình 10. Quan hệ giữa tổng lưu lượng lớn nhất toàn hệ thống và diện tích hồ điều hòa – so sánh giữa hai phương án bố trí hồ điều hòa.

Bảng 4. So sánh phần trăm triết giảm lưu lượng giữa phương án hồ tập trung tại công trình đầu mỗi và phân tán tại đầu kênh cấp I

Diện tích hồ điều hòa (%)	Tỷ lệ triết giảm lưu lượng đầu mỗi so với phương án không có hồ điều hòa		Tỷ lệ triết giảm lưu lượng lớn nhất toàn hệ thống so với phương án không có hồ điều hòa	
	Tập trung	Phân tán	Tập trung	Phân tán
0	0	0	0	0
1	20,40%	21,12%	0,73%	17,69%
2	28,85%	29,47%	2,02%	22,30%
3	33,88%	37,55%	3,02%	25,38%
4	37,19%	47,29%	4,03%	26,82%

5	38,76%	50,78%	4,35%	27,54%
6	39,02%	53,32%	4,47%	27,97%
7	42,48%	55,50%	5,25%	28,36%
8	43,30%	57,35%	5,32%	28,69%
9	43,78%	59,09%	5,44%	29,00%

4. KẾT LUẬN

Kết quả tính toán của mô hình SWMM 5.0 cho hệ thống lưu vực sông Đám thể hiện trên các bảng và đồ thị có những kết luận sau:

- Khi diện tích hồ tăng thì lưu lượng đầu mỗi và tổng lưu lượng lớn nhất toàn hệ thống giảm xuống ở cả hai phương án bố trí hồ. Cùng diện tích hồ điều hòa thì phương án bố trí hồ phân tán tại đầu kênh cấp I có lưu lượng đầu mỗi và tổng lưu lượng lớn nhất toàn hệ thống nhỏ hơn. Đồ thị hình 9 và hình 10 cho thấy đường quan hệ với trường hợp hồ tập trung luôn nằm phía trên.

- Lấy trường hợp không có hồ điều hòa làm cơ sở để so sánh thì mức độ triết giảm lưu lượng tại đầu mỗi và hệ thống kênh giảm dần khi diện tích hồ điều hòa tăng lên. Hình 9 và hình 10 thể hiện hai đồ thị thoải dần khi diện tích hồ tăng.

- Quan hệ giữa diện tích hồ và lưu lượng, vị trí hồ và lưu lượng phụ thuộc vào đặc tính lưu vực như: hình dạng, độ dốc, thảm phủ... nên sẽ khác nhau giữa các đô thị. Có thể sử dụng phương pháp như trình bày trong bài báo này để tính toán cho các lưu vực khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Việt Anh trường Đại học xây dựng, 2009, Thoát nước đô thị bền vững, Tạp chí xây dựng, 10/2009.
- [2]. Dự án Cải tạo tiêu thoát nước sông Pheo, huyện Từ Liêm, thành phố Hà Nội, 2012.
- [3]. Dương Thanh Lượng, 2004, Xác định quy mô hợp lý của hồ điều hòa trước trạm bơm, Tạp chí Thủy lợi và môi trường, số 7/2004.
- [4]. Dương Thanh Lượng, 2009, Mô phỏng hệ thống thoát nước thành phố Hà Nội và xác định giải pháp tiêu nước tổng thể, Tạp chí khoa học kỹ thuật thủy lợi và môi trường.
- [5]. Lê Sâm, Nguyễn Đình Vượng, Trần Minh Tuấn, 2010, Tận dụng khả năng trữ nước của hồ điều hòa để giảm ngập lụt trên địa bàn thành phố Hồ Chí Minh, Tạp chí Nông nghiệp và phát triển nông thôn (kỳ 1- tháng 8/2010).

- [6]. Quyết định số 937/QĐ-TTg ngày 01/07/2009 của Thủ tướng Chính phủ quyết định về Phê duyệt Quy hoạch tiêu nước hệ thống sông Nhuệ.
- [7]. Quyết định số 1259/QĐ-TTg ngày 29/07/2011 của Thủ tướng Chính phủ Quyết định phê duyệt Quy hoạch chung xây dựng Thủ đô Hà Nội đến năm 2030 và tầm nhìn đến năm 2050.

Abstract

RELATIONSHIP BETWEEN DETENTION POND AREAS AND POND EFFLUENT FLOWS IN AN URBAN DRAINAGE SYSTEM: CASE STUDY OF DAM RIVER BASIN IN DRAINAGE SYSTEM HANOI

Recent studies on detention ponds have focused mainly on environment and how ponds effecting drainage headworks. This paper examines the link between pond areas/its locations and flows in an urban drainage system. We applied a storm water management model to simulate hydraulic flow in the Dăm river basin of the Nhuê River, Hanoi. The results show a reversed relationship between pond areas and pond effluent flows, and that between distributed pond locations and the total maximum flows in the system.

Key words: Detention pond, drainage flow, urban drainage.

BBT nhận bài: 03/12/2014

Phản biện xong: 21/01/2015