

ÁP DỤNG MÔ HÌNH TÍNH TOÁN DÒNG CHẢY ĐÔ THỊ CHO THÀNH PHỐ VĨNH YÊN

ThS. Hoàng Thị Nguyệt Minh - Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Qúa trình phát triển đô thị diễn ra mạnh mẽ, song song với đó là những vấn đề đặt ra đối với nguồn nước và dòng chảy trên lưu vực đô thị. Trong đó, việc “cấp” và “thoát” nước đô thị là một trong những vấn đề quan trọng và rất cần được quan tâm. Để giải quyết các bài toán đó, một trong những hướng phổ biến hiện nay đó là áp dụng công cụ mô hình toán để tính toán dòng chảy trên các đô thị.

Bài báo này tác giả trình bày những nội dung nghiên cứu ban đầu ứng dụng mô hình SWMM tính toán dòng chảy đô thị thành phố Vĩnh Yên tỉnh Vĩnh Phúc, từ đó bước đầu đưa ra những đánh giá khả năng áp dụng của mô hình vào lưu vực nghiên cứu.

1. Giới thiệu lưu vực đô thị tính toán

Tỉnh Vĩnh Phúc với tổng diện tích tự nhiên 1231,77 km², dân số toàn tỉnh là 1.005.981 người. Vĩnh Phúc có vị trí địa lý phía Bắc giáp tỉnh Thái Nguyên, Tuyên Quang, phía tây giáp tỉnh Phú Thọ,

Hà Nội và phía Đông, phía Nam là thành phố Hà Nội. Về hành chính, Vĩnh Phúc được chia thành 6 huyện : Lập Thạch, Tam Dương, Tam Đảo, Bình Xuyên, Vĩnh Tường, Yên Lạc, thị xã Phúc Yên và Thành phố Vĩnh Yên.

Bảng 1. Bảng thống kê các đặc trưng hành chính vùng

Đơn vị hành chính	Diện tích (km ²)	Dân số (nghìn người)	Mật độ dân số (người/ km ²)	Phân bố dân số	
				Thành phố	Nông thôn
1.TP. Vĩnh Yên	50,81	84,516	1.663	70.948	13.568
2.TX. Phúc Yên	120,13	87,914	732	61.727	26.187
3.H. Tam Dương	107,18	95,925	895	11.303	84.622
4. H. Tam Đảo	235,87	68,734	291	812	67.922
5.H. Bình Xuyên	145,68	108.030	742	30.239	77.791
6. H. Yên Lạc	106,77	148.135	1.387	16.176	131.959
7.H. Vĩnh Tường	141,90	197.250	1.390	5.169	129.081
Tổng cộng	908,36	790.504	870	196.374	594.130

Thành phố Vĩnh Yên có 5.080,21 ha diện tích tự nhiên, có chín đơn vị hành chính gồm các phường: Ngô Quyền, Liên Bảo, Tích Sơn, Đồng Tâm, Hội Hợp, Khai Quang, Đồng Đa và các xã Định Trung, Thanh Trù.

Bài báo này lựa chọn phạm vi không gian tính toán dòng chảy đô thị cho một phần thành phố Vĩnh Yên với phạm vi như sau:

- + Phía Bắc giáp huyện Tam Đảo, Tam Dương;

- + Phía Nam giáp huyện Yên Lạc, Bình Xuyên;
- + Phía Đông giáp huyện Bình Xuyên;
- + Phía Tây giáp huyện Yên Lạc, Tam Dương.

2. Phân tích lựa chọn mô hình

Tính toán dòng chảy đô thị bằng công cụ mô hình toán đã và đang là hướng đi phổ biến trên thế giới cũng như ở Việt Nam. Trong số đó, mô hình SWMM được lựa chọn ứng dụng rộng rãi với những tính năng và điểm mạnh của mô hình như sau:

Người đọc phản biện: TS. Nguyễn Kiên Dũng

+ Mô hình SWMM có lịch sử phát triển lâu đời, liên tục được cập nhật, cải tiến, sửa chữa, bổ sung cho phù hợp với yêu cầu thực tiễn trong tình hình mới;

+ SWMM có cấu trúc rõ ràng, chặt chẽ nhằm giải quyết tổng thể bài toán tiêu thoát nước đô thị;

+ Mô hình có giao diện thân thiện, dễ dùng, có tích hợp công cụ GIS;

+ Mô hình SWMM không đòi hỏi quá khắt khe về phạm vi không gian tính toán và về khả năng đáp ứng số liệu, điều này đặc biệt quan trọng trong điều kiện và đặc thù ở Việt Nam;

+ SWMM là phần mềm mã nguồn mở và phát hành miễn phí qua mạng.

Với những ưu thế và điểm mạnh trên, trong bài báo này lựa chọn mô hình SWMM để tính toán dòng chảy cho thành phố Vinh Yên, tỉnh Vĩnh Phúc.

3. Tính toán dòng chảy đô thị cho thành phố Vinh Yên

a. Phân chia lưu vực tiêu thoát nước đô thị

1) Nguyên tắc phân vùng

Nguyên tắc phân vùng trong bài toán tiêu thoát nước đô thị về cơ bản vẫn giống với các nguyên tắc phân vùng tính toán đối với các lưu vực tự nhiên.

Tuy nhiên, có một số điểm cần lưu ý khi phân vùng như sau:

- Căn cứ vào hệ thống công trình cấp và thoát nước đô thị kết hợp với địa giới hành chính và đơn vị quản lý các hệ thống đó;

- Căn cứ theo tính hệ thống của nguồn nước để có được những thuận tiện cho việc quản lý khai thác nguồn nước;

- Căn cứ nhu cầu, đặc điểm sử dụng nước và tiêu thoát nước.

2) Phân chia lưu vực tiêu thoát nước

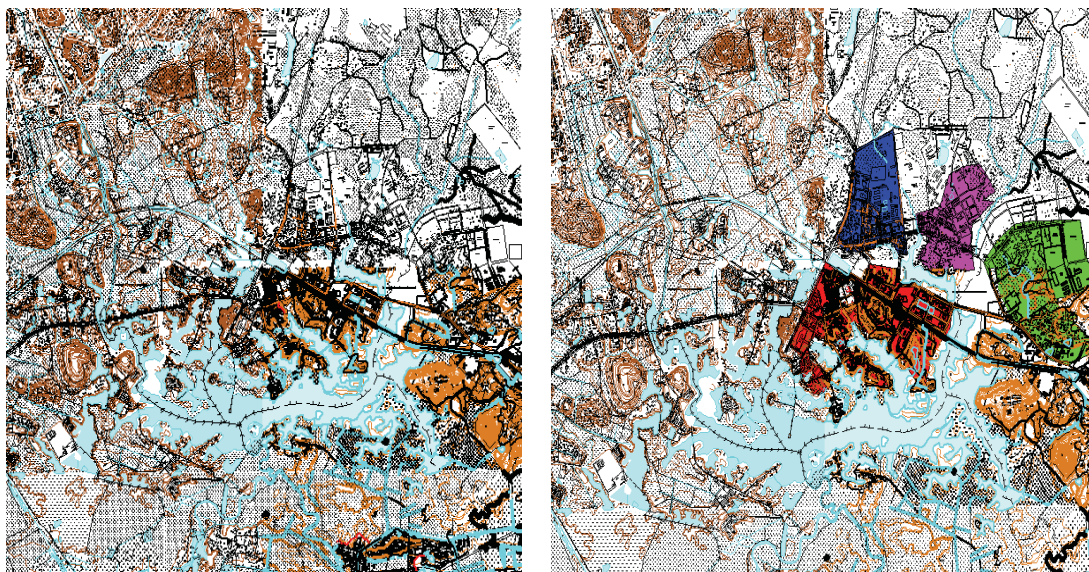
Trên cơ sở lựa chọn phạm vi không gian tính toán và dựa trên các nguyên tắc phân vùng tính toán ở trên, tiến hành phân chia thành 4 vùng tính toán như sau:

+ Khu vực phía Bắc của phường Liên Bảo, diện tích 64 ha, chiều rộng 0,662 km;

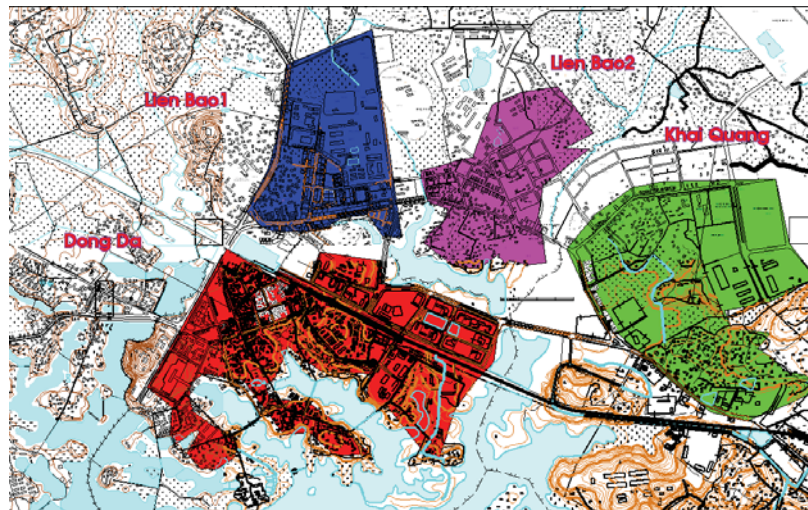
+ Khu vực phía Đông-Nam của phường Liên Bảo, diện tích 56 ha, chiều rộng 0,904 km;

+ Khu vực phía Tây của phường Khai Quang, diện tích 118 ha, chiều rộng 1.362 km;

+ Khu vực phía Nam của phường Đồng Đa, diện tích 128 ha, chiều rộng 1.652 km.



Hình 1. Xử lý số liệu bản đồ phân chia lưu vực bộ phận tính toán



Hình 2. Kết quả phân chia lưu vực bộ phận tính toán

b. Xử lý tài liệu thống kê và thu thập

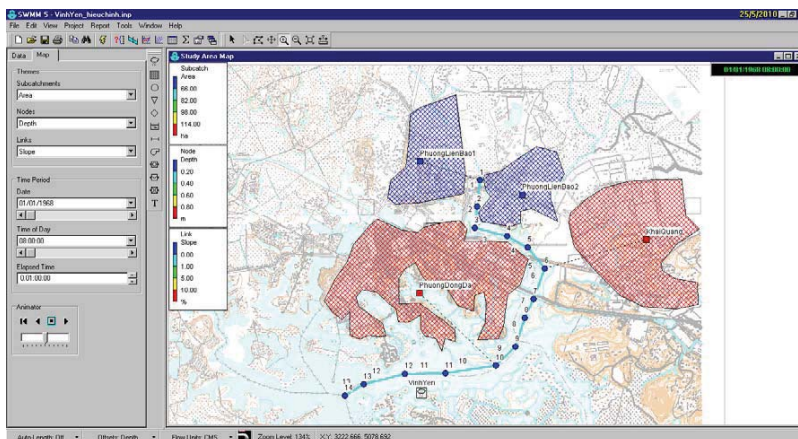
Các tài liệu sau đây đã được thống kê thu thập:

- + Tài liệu bản đồ địa hình tỉnh Vinh Phúc tỷ lệ 1:500.000 và 1:50.000;
- + Tài liệu về mưa giờ 2 ngày các năm 1978, 1984 và 1992 tại hai trạm Vĩnh Yên và Tam Đảo;

+ Tài liệu bốc hơi trung bình của hai trạm tương ứng các năm 1978, 1984, 1992;

+ Tài liệu thiết kế hệ thống cống, kênh thu gom tiêu thoát nước mưa trong vùng tính toán (hình dạng, mặt cắt, chiều dài, cao trình...).

Dựa trên cơ sở các tài liệu thống kê, sau khi đưa vào mô hình được thể hiện trên hình 3.



Hình 3. Xử lý tổng thể số liệu đưa vào mô hình

c. Kết quả tính toán mô phỏng dòng chảy đô thị thành phố Vinh Yên

Trên cơ sở xử lý tổng thể số liệu đầu vào, tiến hành chạy mô hình với bước thời gian tính toán 1 giờ cho trận mưa thiết kế đại biểu từ ngày 3 đến ngày 4 tháng 10 năm 1978.

Mô hình cho thấy đã chạy ổn định và có thể áp

dụng tốt để tính toán dòng chảy lưu vực đô thị nghiên cứu, đồng thời xem xét kết quả thu được so sánh với khả năng thu gom chuyển nước thực tế của hệ thống thoát nước đô thị thành phố Vinh Yên cho thấy sự phù hợp trong việc mô phỏng dòng chảy trên các kênh tiêu thoát nước.

Kết quả tính toán mô hình được thể hiện trong bảng 2, 3, 4 và hình 4.

Bảng 2. Thống kê kết quả tính toán dòng chảy các lưu vực đô thị trận mưa ngày 3- 4/10/1978

Subcatchment	Total Precip (mm)	Total Runoff (mm)	Total Evaporation (mm)	Total Infiltration (mm)	Total Runoff (mm)	Total Runoff (10 ⁶)	Peak Runoff (Ltr)	Runoff Coefficient MS
PhuongLienBao1	418.6	0	110.43	10.89	297.626	190.482	9.818	0.711
PhuongLienBao2	418.6	0	107.86	9.98	301.19	168.667	9.114	0.72
KhaiQuang	418.6	0	111.06	11.67	296.199	349.517	17.836	0.708
PhuongDongDa	418.6	0	111.18	11.67	296.077	378.981	19.301	0.707
System	418.6	0	110.50	11.27	297.17	1087.65	56.069	0.71

Bảng 3. Tổng hợp tính toán dòng chảy tại các nút

Node	Type	Maximum Lateral Inflow CMS	Maximum Total Inflow CMS	Time of Max Occurrence		Lateral Inflow Volume 10 ⁶ ltr	Total Inflow Volume 10 ⁶ ltr
				days	Hr:min		
1	JUNCTION	9.818	9.818	1	4:00	190.483	190.483
2	JUNCTION	0	9.829	1	4:01	0	190.489
3	JUNCTION	9.114	18.773	1	4:00	168.668	359.165
4	JUNCTION	0	18.735	1	4:01	0	359.175
5	JUNCTION	0	18.708	1	4:02	0	359.175
6	JUNCTION	17.836	36.255	1	4:00	349.518	708.696
7	JUNCTION	0	42.581	1	4:07	0	708.697
8	JUNCTION	0	41.277	1	4:10	0	708.693
9	JUNCTION	0	44.652	1	4:12	0	708.689
10	JUNCTION	19.301	59.757	1	4:07	378.982	1087.669
11	JUNCTION	0	57.839	1	4:08	0	1087.649
12	JUNCTION	0	55.151	1	4:07	0	1087.619
13	JUNCTION	0	56.021	1	4:08	0	1087.596
14	JUNCTION	0	55.235	1	4:08	0	1087.586
15	OUTFALL	0	0	0	0:00	0	0

Bảng 4. Tổng hợp tính toán dòng chảy trên các kênh tiêu thoát

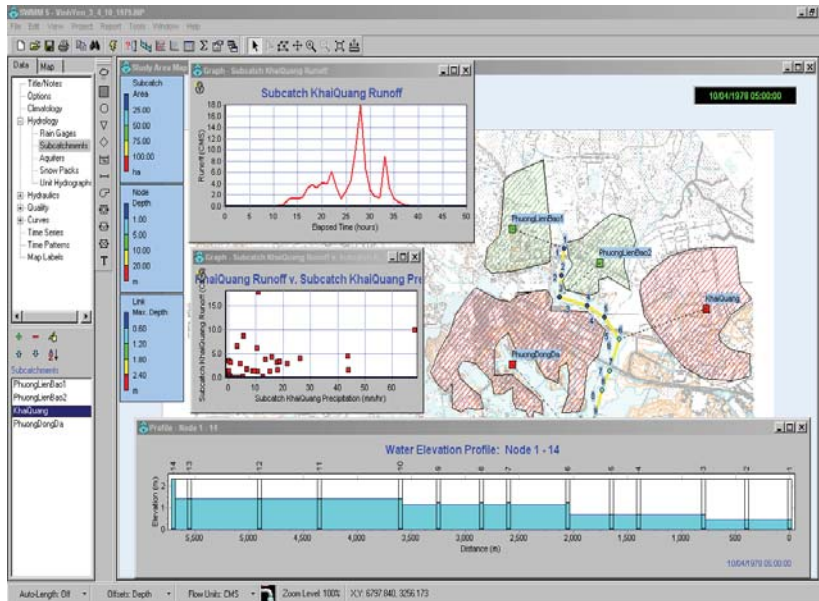
Link	Type	Maximum Flow CMS	Time of Max Occurrence		Maximum Velocity m/sec	Max/ Full Flow	Max/ Full Depth
			Days	hr:min			
1	CHANNEL	9.829	1	4:01	1.81	0.05	0.19
2	CHANNEL	9.803	1	4:02	1.8	0.05	0.19
3	CHANNEL	18.735	1	4:01	2.3	0.1	0.29
4	CHANNEL	18.708	1	4:02	2.28	0.1	0.29
5	CHANNEL	18.68	1	4:04	2.28	0.1	0.29
6	CHANNEL	42.581	1	4:07	3.34	0.23	0.49
7	CHANNEL	41.277	1	4:10	3.28	0.23	0.5
8	CHANNEL	44.652	1	4:12	3.5	0.25	0.5
9	CHANNEL	44.618	1	4:07	3.45	0.24	0.5
10	CHANNEL	57.839	1	4:08	3.55	0.32	0.62
11	CHANNEL	55.151	1	4:07	3.42	0.3	0.62
12	CHANNEL	56.021	1	4:08	3.47	0.31	0.62
13	CHANNEL	55.235	1	4:08	3.31	0.3	0.62

3. Nhận xét

Trong chuyên đề nghiên cứu này bước đầu đã ứng dụng mô hình SWMM5 để tính toán mô phỏng dòng chảy trên lưu vực đô thị, cụ thể và 3 phường thuộc thành phố Vĩnh Yên, tỉnh Vĩnh Phúc gồm : phường Liên Báo 1, phường Liên Báo 2, Phường Khai Quang, phường Đồng Đa. Số liệu tính toán với

thời gian mưa 2 ngày từ 3 -4/10/1978.

Dựa vào mô hình tính toán được các đặc trưng dòng chảy trên các lưu vực đô thị tính toán và cho toàn bộ lưu vực, các đặc trưng dòng chảy tại các nút và dọc theo các tính toán tại các kênh tiêu thoát nước đô thị (Hình 4), mô phỏng trận lũ năm 1978 với kết quả tương đối phù hợp với thực tế.



Hình 4. Kết quả tính toán mô phỏng dòng chảy đô thị trận mưa 3-4/10/1978

Nhìn chung, kể từ khi cải tiến mô hình SWMM với giao diện chạy trên nền for Win cho phép người sử dụng một cách tiếp cận trực quan và thân thiện hơn. Bên cạnh đó, việc sắp xếp, xử lý số liệu đưa vào mô hình tính toán, xây dựng kịch bản tính toán, kết

xuất báo cáo kết quả tính toán đã linh hoạt hơn rất nhiều. Có 4 đối tượng được đưa vào sử dụng trong sơ đồ giao diện tính toán bao gồm: lưu vực bộ phận; các điểm nút; các kênh tiêu thoát và trạm mưa.

Tài liệu tham khảo

1. Lã Thanh Hà – Xây dựng một phương pháp để nghiên cứu sự thay đổi quan hệ mưa – dòng chảy do đô thị hóa, Luận án Phó tiến sỹ, Trường Đại học tổng hợp Dresden, 1990.
2. Lã Thanh Hà (1993 - 1995). Xác định dòng chảy tiêu thoát cho mưa Thành phố Hà Nội, đề tài nghiên cứu cấp Tổng cục.
3. Lã Thanh Hà, Đoàn Chí Dũng – Giới thiệu và áp dụng bước đầu bộ chương trình tính SWMM, tập san KTTV, 10-1995.
4. Nguyễn Văn Lai. Bài giảng thủy văn đô thị, Trường Đại học Thủy Lợi, 2005.
5. Hydrologic Modeling of the Little Crum Creek Watershed with SWMM, Thesis report by James Nakamura and Nick Villagra, May 08, 2009
6. William D. Medina Cervantes, Modeling water quantity and water quality with the SWMM continuous streamflow model under non-stationary land-use condition using gis, University of Maryland, 2004