

XÂY DỰNG HỆ THỐNG DỰ BÁO NGẬP LỤT ĐÔ THỊ CHO KHU VỰC HÀ NỘI SỬ DỤNG SỐ LIỆU MƯA LƯỚI ĐỘ PHÂN GIẢI CAO

Nguyễn Văn Đại⁽¹⁾, Nguyễn Anh Nam⁽¹⁾, Đặng Quang Thịnh⁽¹⁾, Nguyễn Văn Hiệp⁽²⁾, Phạm Văn Tuấn⁽³⁾

⁽¹⁾Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

⁽²⁾Viện Vật lý địa cầu

⁽³⁾Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Ngày nhận bài 15/10/2019; ngày chuyển phản biện 16/10/2019; ngày chấp nhận đăng 10/11/2019

Tóm tắt: Vấn đề ngập lụt do mưa lớn ở các khu vực đô thị ngày càng trở nên trầm trọng do hệ thống tiêu thoát nước không theo kịp tốc độ đô thị hóa và các thiên tai ngày càng khắc nghiệt hơn dưới tác động của biến đổi khí hậu. Đô thị là khu vực có kinh tế phát triển, do đó, khi xảy ra tình trạng ngập lụt thì mức độ thiệt hại về kinh tế ở khu vực đô thị sẽ nghiêm trọng hơn rất nhiều so với các khu vực khác. Để giải quyết vấn đề này, ngoài việc cải tạo và xây dựng bổ sung hệ thống tiêu thoát nước thì cần thiết phải xây dựng hệ thống dự báo ngập lụt đô thị thời gian thực. Hệ thống này cần được thực hiện hoàn toàn tự động và có độ chính xác cao để có khả năng dự báo sớm những khu vực có khả năng ngập lụt. Bài báo giới thiệu kết quả xây dựng hệ thống dự báo ngập lụt đô thị thời gian thực sử dụng số liệu mưa lưới độ phân giải cao 1x1km từ mô hình WRF cho 8 quận nội thành cũ của Thành phố Hà Nội.

Từ khóa: Thời gian thực, ngập lụt đô thị, quận nội thành, MIKE URBAN.

1. Mở đầu

Thủ đô Hà Nội là trung tâm kinh tế, văn hóa, chính trị của cả nước, tuy nhiên, đã có nhiều trận mưa lớn trong quá khứ như trận mưa các năm 2008, 2012, 2013 gây ngập lụt cho thành phố làm thiệt hại nhiều về kinh tế cũng như ảnh hưởng đến sức khỏe của người. Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu về dự báo, cảnh báo ngập úng cho Thành phố Hà Nội như dự án “Xây dựng bản đồ nguy cơ ngập lụt Hà Nội có xét đến tác động của biến đổi khí hậu” [1] và dự án “Xây dựng hệ thống cảnh báo ngập úng thời gian thực cho nội thành Hà Nội” [2] cũng như hệ thống camera theo dõi, giám sát đã được Công ty TNHH một thành viên thoát nước Hà Nội lắp đặt tại một số khu vực thường xuyên xảy ra ngập úng khi mưa lớn để cảnh báo cho người dân nhưng vẫn chưa đáp ứng được nhu cầu về cảnh báo, dự báo ngập lụt cho Thành phố Hà Nội. Các nghiên cứu nêu trên đã thiết lập các mô hình thủy văn, thủy lực để cảnh báo ngập lụt đô thị

cho nội thành Hà Nội nhưng chưa xây dựng các công cụ tự động cập nhật số liệu để có thể dự báo theo thời gian thực. Ngoài ra, các nghiên cứu này mới chỉ sử dụng số liệu quan trắc tại trạm, trong khi đó, trên khu vực nghiên cứu (KVNC) chỉ có duy nhất một trạm khí tượng là trạm Láng. Nếu xét trên toàn Thành phố Hà Nội thì có thêm hai trạm khí tượng khác là trạm Hà Đông và trạm Sơn Tây, tuy nhiên, hai trạm này ở khá xa KVNC. Do đó, nếu chỉ sử dụng số liệu mưa quan trắc tại trạm thì không đủ đại diện cho phạm vi KVNC.

Viện Vật lý địa cầu thực hiện tiểu dự án “Thiết lập hệ thống quan trắc tăng cường và hệ thống dự báo, cảnh báo độ phân giải cao hạn ngắn, cực ngắn đồng, mưa lớn và ngập lụt đô thị cho Thành phố Hà Nội phục vụ phát triển kinh tế, đảm bảo an sinh xã hội” [3], trong đó có xây dựng hệ thống mô hình dự báo ngập lụt đô thị cho khu vực các quận nội thành cũ của Hà Nội với các công cụ cập nhật số liệu tự động và sử dụng số liệu mưa lưới độ phân giải cao 1x1km. Bài báo giới thiệu kết quả xây dựng hệ thống dự báo ngập lụt đô thị thời gian thực sử dụng dữ

Liên hệ tác giả: Nguyễn Văn Đại
Email: dai.nguyenvan@imh.ac.vn

liệu mưa lưới độ phân giải cao cho 8 quận nội thành cũ của Thành phố Hà Nội.

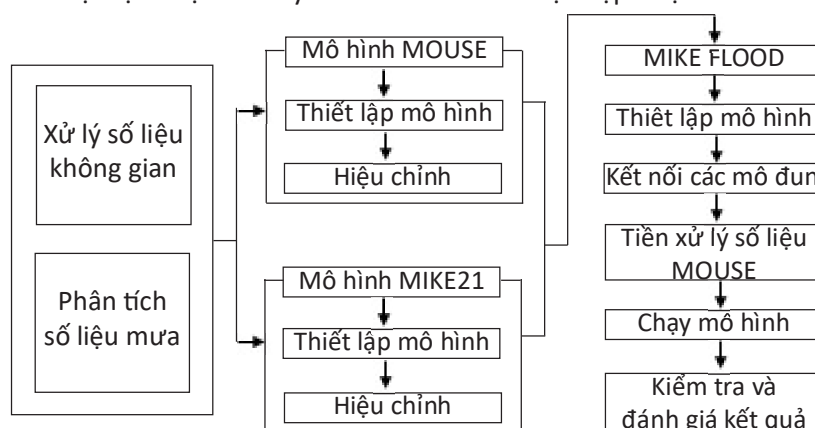
2. Phương pháp nghiên cứu và dữ liệu sử dụng

2.1. Phương pháp nghiên cứu

Để tính toán ngập lụt cho KVNC, bộ mô hình toán bao gồm MIKE-URBAN, MIKE21 và MIKE-FLOOD (liên kết mô hình MIKE-URBAN và mô hình MIKE21) do Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI) xây dựng và phát triển được sử dụng trong nghiên cứu này. Có nhiều mô hình có khả năng tính toán thủy văn, thủy lực cho đô thị, tuy nhiên, MIKE-URBAN được lựa chọn do đây là mô

hình được tích hợp trên nền GIS, dễ sử dụng và có khả năng liên kết với các mô hình khác trong bộ mô hình MIKE để tính toán ngập lụt cho đô thị. Mô hình MIKE21 được sử dụng để tính toán thủy lực 2 chiều. Mô hình MIKE-FLOOD liên kết mô hình MIKE-URBAN và mô hình MIKE21.

Ngoài ra, ngôn ngữ lập trình MATLAB cũng được sử dụng để xây dựng công cụ cập nhật số liệu mưa lưới thời gian thực và xây dựng phần mềm tích hợp các mô hình tính toán thủy văn, thủy lực, ngập lụt để tự động chạy các mô hình với số liệu cập nhật.



Hình 1. Sơ đồ cấu trúc mô hình MIKE-FLOOD

2.2. Dữ liệu sử dụng

2.2.1. Dữ liệu không gian

- Hệ thống tiêu thoát nước bao gồm hệ thống các hố ga, cống ngầm, kênh hở, hồ điều hòa, trạm bơm, đập, van điều khiển với đầy đủ các thông tin cần thiết được kế thừa từ dự án “*Xây dựng hệ thống cảnh báo úng ngập thời gian thực cho nội thành Hà Nội*” [2]. Ngoài ra, nghiên cứu này cũng đã thu thập bổ sung hệ thống tiêu thoát nước chi tiết cho các quận nội thành cũ của Thành phố Hà Nội từ Công ty TNHH MTV thoát nước Hà Nội.

- Bản đồ nền địa lý các lớp của Thành phố Hà Nội.

- Bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2015 chi tiết cho từng quận, huyện của Thành phố Hà Nội.

- Số liệu dân cư từng phường, xã năm 2009 và số liệu dân cư theo niên giám thống kê Thành phố Hà Nội năm 2017.

- Bản đồ DEM độ phân giải 5x5m cho khu vực 8 quận nội thành cũ (Tây Hồ, Cầu Giấy, Đống Đa,

Ba Đình, Hoàn Kiếm, Hai Bà Trưng, Thanh Xuân, Hoàng Mai) được kế thừa từ dự án “*Xây dựng hệ thống cảnh báo úng ngập thời gian thực cho nội thành Hà Nội*” [2].

- Bản đồ DEM độ phân giải 30x30m cho các vùng còn lại của KVNC (gồm các quận, huyện: Bắc Từ Liêm, Nam Từ Liêm, Hoài Đức, Hà Đông, Thanh Trì, Thanh Oai, Thường Tín, Ứng Hòa, Phú Xuyên).

- Độ sâu ngập tại 27 vết ngập năm 2012, trong đó, kế thừa dữ liệu tại 15 vết ngập từ dự án “*Xây dựng hệ thống cảnh báo úng ngập thời gian thực cho nội thành Hà Nội*” [2].

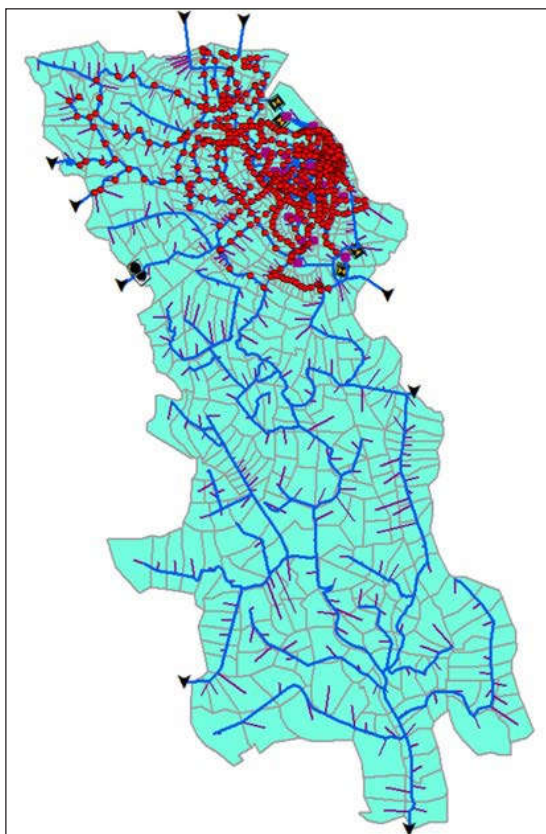
- Độ sâu ngập tại 65 vết ngập năm 2013.

2.2.2. Số liệu chuỗi thời gian

- Số liệu mưa lưới độ phân giải 1x1km được trích xuất từ kết quả của mô hình khí tượng WRF cho KVNC được thực hiện bởi tiểu dự án “*Thiết lập hệ thống quan trắc tăng cường và hệ thống dự báo, cảnh báo độ phân giải cao hạn ngắn, cực ngắn đông, mưa lớn và ngập lụt đô thị cho Thành phố Hà Nội phục vụ phát triển kinh*

tế, đảm bảo an sinh xã hội” [3] từ 13 giờ ngày 29/10/2008 đến 12 giờ ngày 01/11/2008, từ 12 giờ ngày 15/8/2012 đến 11 giờ ngày 21/8/2012, từ 12 giờ ngày 06/08/2013 đến 11 giờ ngày

11/08/2013. Chất lượng dự báo mưa của mô hình số trị WRF độ phân giải 1x1km đã được hiệu chỉnh và kiểm định bằng số liệu thực đo và đảm bảo độ tin cậy để tính toán.



Hình 2. Hệ thống tiêu thoát nước KVNC trong mô hình MIKE-URBAN

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Thiết lập mô hình MIKE-URBAN

3.1.1. Mô phỏng thống tiêu thoát nước

Hệ thống tiêu thoát nước của KVNC được mô phỏng trong mô hình MIKE-URBAN bao gồm (Hình 2): 1.102 nút thu nước (hố ga); 441 đoạn cống tròn; 712 đoạn cống hộp; 65 đoạn kênh hở; 19 nút hồ chứa; 9 nút trạm bơm; 9 nút cửa ra.

3.1.2. Phân chia lưu vực bộ phận

Trên cơ sở hệ thống tiêu thoát nước đã được đưa vào trong mô hình MIKE-URBAN, KVNC được chia thành 601 lưu vực bộ phận để tính toán dòng chảy sinh ra từ mưa.

3.2. Thiết lập mô hình MIKE21 FM

Để thiết lập địa hình cho mô hình MIKE21, sử dụng dữ liệu DEM 5x5m cho khu vực 8 quận nội

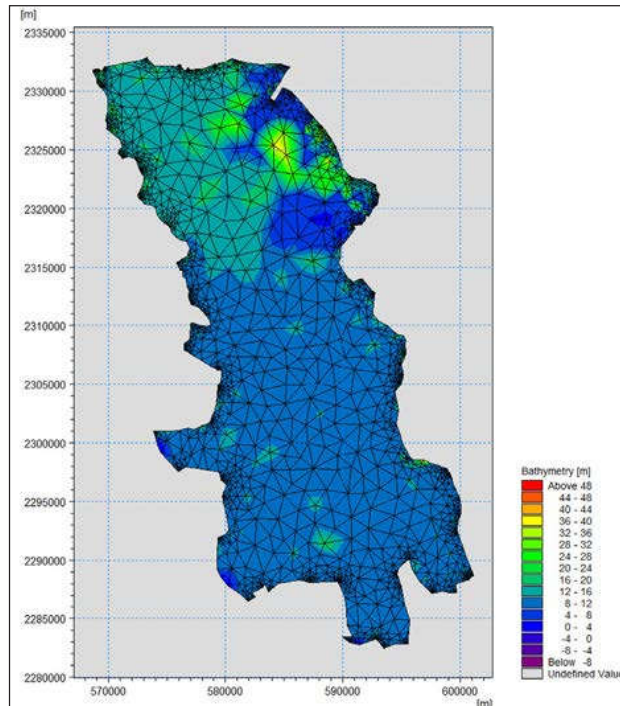
thành cũ (Tây Hồ, Cầu Giấy, Đống Đa, Ba Đình, Hoàn Kiếm, Hai Bà Trưng, Thanh Xuân, Hoàng Mai) và dữ liệu DEM 30x30m cho khu vực các quận, huyện còn lại của KVNC.

Trên cơ sở dữ liệu địa hình được kết hợp từ DEM 5x5m và 30x30m, nghiên cứu này đã xây dựng lưới tính (MESH) và đưa dữ liệu địa hình vào lưới tính cho mô hình MIKE21 FM như trên Hình 3.

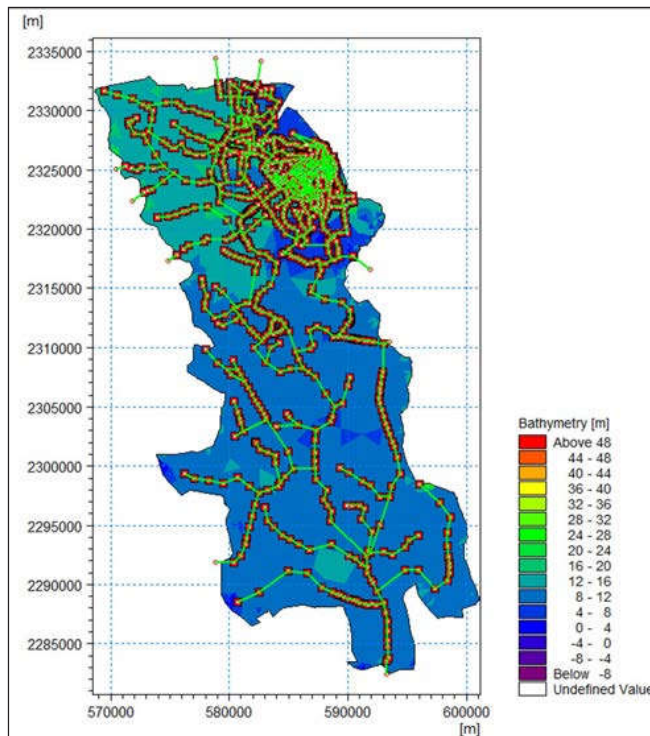
3.3. Thiết lập mô hình MIKE-FLOOD

Sau khi thiết lập được mô hình MIKE-URBAN và mô hình MIKE21 FM cho KVNC, hai mô hình này được liên kết trong mô hình MIKE-FLOOD để tính toán ngập lụt cho KVNC.

Ngoài các nút cửa ra (outlet), tất cả các nút còn lại trong mô hình MIKE-URBAN đều được liên kết với lưới địa hình trong mô hình MIKE21 FM để tính toán ngập lụt (Hình 4).



Hình 3. Lưới tính (MESH) trong mô hình MIKE21 FM của KVNC



Hình 4. Liên kết các mô hình MIKE-URBAN và MIKE21 FM trong mô hình MIKE-FLOOD

3.4. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình tính toán ngập lụt

3.4.1. Hiệu chỉnh bộ thông số mô hình

Việc hiệu chỉnh các thông số mô hình đã thiết

lập được thực hiện với chuỗi số liệu mưa lưới từ ngày 17/8/2012 đến ngày 18/8/2012.

Kết quả tính toán thủy lực 1 chiều trong mô hình MIKE-URBAN được liên kết với địa hình

trong mô hình MIKE21 FM trong mô hình MIKE-FLOOD để tính toán ngập lụt cho giai đoạn hiệu chỉnh.

Kết quả tính toán độ sâu ngập lớn nhất trong giai đoạn hiệu chỉnh so với giá trị độ sâu ngập tại các vết lũ năm 2012 được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Kết quả tính toán độ sâu ngập lớn nhất trong giai đoạn hiệu chỉnh tại một số vết lũ năm 2012

STT	Điểm úng ngập	Kinh độ	Vĩ độ	Độ sâu ngập (m)		Sai số (m)
				Thực đo	Tính toán	
1	Ngã tư Hồ Tùng Mậu - Xuân Thủy - Cầu Giấy	105°46,8'	21°2,20'	0,32	0,384	0,064
2	Phạm Văn Đồng (Đối diện Bộ Công an) - Cầu Giấy	105°46,86'	21°2,98'	0,23	0,256	0,026
3	Trần Bình - Từ Liêm	105°45,96'	21°2,07'	0,24	0,21	-0,03
4	Phan Văn Trường - Ba Đình	105°47,4'	21°2,32'	0,15	0,127	-0,023
5	Nguyễn Đức Cảnh - Đống Đa	105°51'	20°59,58'	0,2	0,237	0,037
6	Trương Định - Hoàng Mai	105°50,76'	20°59,95'	0,18	0,214	0,034
7	Giải Phóng (Ga Hà Nội) - Hoàng Mai	105°50,16'	20°59,22'	0,35	0,326	-0,024
8	Số 5, Thái Hà - Đống Đa	105°49,2'	21°0,76'	0,35	0,293	-0,057
9	Thái Thịnh - Đống Đa	105°49,2'	21°0,51'	0,15	0,176	0,026
10	Ngọc Khánh-Ba Đình	105°49,08'	21°1,84'	0,3	0,332	0,032
11	Trường Chinh - Đống Đa	105°49,74'	21°0,03'	0,31	0,278	-0,032
12	Lê Trọng Tấn - Hoàng Mai	105°50,16'	20°59,22'	0,36	0,336	-0,024
13	Quan Nhân - Thanh Xuân	105°48,54'	20°59,71'	0,15	0,129	-0,021
14	Cao ốc Keangnam - Phạm Hùng - Cầu Giấy	105°47,04'	21°0,94'	0,5	0,606	0,106
15	Tường nhà cô Mơ, Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy	105°48,79'	21°2,81'	1,33	1,184	-0,146
16	Tường nhà chị Lan Anh, Xuân La	105°47,89'	21°3,95'	1,29	1,136	-0,154
17	Tường nhà chị Minh, Phạm Ngọc Thạch, Đống Đa	105°50,35'	21°2,22'	1,28	1,125	-0,155
18	Tường nhà anh Kim, Nguyễn Khánh Toàn, Cầu Giấy	105°48,36'	21°2,79'	1,19	1,22	0,03
19	Công ty thiết bị phụ tùng Hòa Phát, Yên Sở, Hoàng Mai	105°48,48'	21°1,73'	1,19	1,22	0,03
20	Tường nhà anh Văn, Trần Đăng Ninh	105°48,06'	21°2,36'	1,17	1,23	0,06
21	Tường nhà anh Hải, Thanh Nhàn, Hai Bà Trưng	105°51,52'	21°0,70'	1,12	1,19	0,07
22	Tường nhà anh Minh, Trương Định, Hoàng Mai	105°48,31'	21°2,27'	1,11	1,15	0,04
23	Tường nhà chị Châu, Đại Kim, Hoàng Mai	105°48,87'	20°59,03'	1,07	1,12	0,05
24	Tường nhà cô Kê, Nguyễn Tam Trinh, Hoàng Mai	105°47,85'	21°2,03'	1,01	1,08	0,07
25	Tường nhà chị Thúy, Thịnh Liệt, Hoàng Mai	105°51,07'	20°58,78'	0,94	0,97	0,03
26	Tường nhà số 32D1B, ngõ 231, Tân Mai, Hoàng Mai	105°50,39'	21°1,01'	0,9	0,93	0,03

STT	Điểm ứng ngập	Kinh độ	Vĩ độ	Độ sâu ngập (m)		Sai số (m)
				Thực đo	Tính toán	
Quận Ba Đình						
14	Trên cột bê tông trạm biến áp Nguyễn Trường Tộ 2	105° 50' 46,1"	21° 02' 31,5"	0,88	0,8	-0,08
15	Góc tường rào nhà tư lệnh cảnh vệ	105° 50' 16,2"	21° 02' 34,5"	0,72	0,68	-0,04
16	Cột điện giáp tòa nhà Đại sứ quán Thái Lan	105° 50' 00,5"	21° 02' 01,5"	0,33	0,35	0,02
17	Cột đèn trước nhà 209 Đội Cấn (cạnh ngõ 209)	105° 49' 20,8"	21° 02' 06,8"	0,66	0,68	0,02
18	Cột điện cạnh tường khách sạn La Thành	105° 49' 10,1"	21° 02' 07,7"	0,67	0,7	0,03
19	Cột điện trước SN10 nhà hàng Hồng Hường - Đường Huỳnh Thúc Kháng	105° 48' 40,8"	21° 01' 05,4"	0,33	0,36	0,03
20	Cột điện trước nhà 343 Đội Cấn	105° 49' 00,9"	21° 02' 09,6"	0,38	0,35	-0,03
21	Cột đèn đối diện NH Quân đội số 1 Liễu Giai	105° 48' 52,3"	21° 02' 08,7"	0,67	0,64	-0,03
22	Cột đèn đối diện trước cửa số nhà 28 Điện Biên Phủ	105° 50' 24,4"	21° 01' 54,2"	0,49	0,51	0,02
23	Cột điện ngã 3 Núi Trúc đối diện số nhà 53 Núi Trúc	105° 49' 20,8"	21° 01' 48,8"	0,15	0,19	0,04
24	Cột điện trước số nhà 158 Ngọc Khánh	105° 49' 05,5"	21° 01' 32,3"	0,71	0,73	0,02
Quận Đống Đa						
25	Trên cột tường hàng rào công ty Sprodex Hà Nội - đường Láng Hạ	105° 48' 52,2"	21° 00' 59,7"	0,3	0,35	0,05
26	Cột điện trước nhà 167 Thái Hà	105° 49' 00,8"	21° 00' 53,8"	0,71	0,8	0,09
27	Cột điện trước cửa nhà số 152 phố Chùa Bộc	105° 49' 28,9"	21° 00' 32,0"	0,24	0,31	0,07
28	Cột điện trước Ki ot 24 tòa nhà B4 Phạm Ngọc Thạch	105° 49' 04,7"	21° 00' 52,2"	0,43	0,45	0,02
29	Cột đèn HBT/5-1 trước đình Kim Liên	105° 50' 16,1"	21° 00' 38,1"	0,57	0,59	0,02
30	Cột điện B4 Ki/15 sát tường lưu niệm CTHCM đường Hoàng Tích Trí	105° 50' 09,0"	21° 00' 29,1"	0,23	0,3	0,07
31	Cột điện trên đường Quốc Tử Giám, sát bờ tường vườn hoa	105° 50' 08,2"	21° 01' 38,2"	0,64	0,68	0,04

STT	Điểm ứng ngập	Kinh độ	Vĩ độ	Độ sâu ngập (m)		Sai số (m)
				Thực đo	Tính toán	
32	Cột điện đối diện trường tiểu học Lý Thường Kiệt, sát Bệnh viện Da liễu HN	105° 50' 18,5"	21° 01' 42,0"	0,95	1,02	0,07
33	Cột đèn đường gần ngõ 117 Nguyễn Lương Bằng, cạnh Công ty xe máy Cường Ngân	105° 49' 41,7"	21° 00' 57,8"	0,21	0,23	0,02
34	Cột điện trước nhà 173B Khâm thiên, sát ngõ Toàn Thắng	105° 50' 06,8"	21° 01' 09,6"	0,53	0,59	0,06
35	Trên cột đèn (CNN/22) trước Ki ot 13/122 phố Lê Duẩn	105° 50' 29,4"	21° 01' 22,2"	0,99	0,95	-0,04
36	Cột điện trước số nhà 200 đường Trường Chinh	105° 49' 44,3"	21° 00' 0,34"	0,4	0,38	-0,01
Quận Hai Bà Trưng						
37	Trên cột đèn điện trước cổng công viên Thống Nhất	105° 50' 29,4"	21° 00' 39,5"	0,29	0,35	0,06
38	Cột điện đôi trước nhà 30A (Hàng Chuối)	105° 51' 26,5"	21° 01' 00,3"	0,59	0,64	0,05
39	Cột điện trước số nhà 39 đường Trường Chinh	105° 50' 59,0"	20° 59' 41,6"	0,31	0,36	0,05
40	Cột điện trước số nhà 257 Thanh Nhàn	105° 51' 12,9"	21° 00' 11,4"	0,39	0,43	0,04
41	Cột điện trước số nhà 124 phố Lạc Trung	105° 51' 50,9"	21° 00' 10,0"	0,46	0,45	-0,01
42	Cột bê tông cạnh đường vào công ty bánh kẹo Hải Châu sát số nhà 11	105° 52' 09,2"	20° 59' 56,8"	0,32	0,32	0
43	Thành tường nhà cạnh cổng Tổng công ty lương thực miền Bắc	105° 52' 12,4"	21° 00' 08,6"	0,61	0,68	0,07
44	Trên cột điện trước cửa nhà Bia hơi Minh béo số H7	105° 52' 19,3"	21° 00' 00,7"	0,57	0,32	-0,25
45	Trên tường nhà số 48 ngay đầu đường Thi Sách - Hòa Mã	105° 51' 14,7"	21° 00' 56,3"	0,61	0,56	-0,05
46	Cột điện trước cửa nhà giò chả Đức Minh 70A Trần Xuân Soạn	105° 51' 10,5"	21° 01' 00,5"	0,51	0,46	-0,05
Quận Cầu Giấy						
47	Trên cột đèn đường cạnh trường TH-FPT	105° 47' 31,3"	21° 01' 36,8"	0,85	0,9	0,05
48	Cổng Chợ Xanh	105° 47' 09,7"	21° 02' 11,9"	0,18	0,22	0,04
49	Đối diện bộ công an đường Phạm Văn Đồng	105° 46' 53,6"	21° 02' 53,3"	0,3	0,27	-0,03

Theo kết quả tính toán trong Bảng 2, độ sâu ngập tính toán tại các vết ngập và độ sâu ngập thực tế cũng khá phù hợp với sai số lớn nhất là 25cm và chỉ có 2/65 vị trí có sai số lớn hơn 10cm, các vị trí còn lại đều có sai số nhỏ. Điều đó cho thấy, bộ thông số mô hình đã đảm bảo độ ổn định và có thể sử dụng để tính toán theo các kịch bản khác nhau.

3.5. Xây dựng công cụ cập nhật số liệu thời gian thực và tự động chạy các mô hình

3.5.1. Cập nhật tự động kết quả mưa lưới dự báo từ mô hình khí tượng

Nghiên cứu này đã sử dụng chương trình Matlab để xây dựng công cụ tự động cập nhật kết quả mưa lưới dự báo từ mô hình khí tượng mỗi khi tệp kết quả mưa dự báo được tạo.

3.5.2. Xác định mưa trên từng tiểu lưu vực dựa vào số liệu mưa lưới

Mô hình tính mưa - dòng chảy trong mô hình MIKE-URBAN là mô hình thông số tập trung, do đó, để tính toán dòng chảy từ mưa cho các tiểu lưu vực này cần thiết phải tính được lượng mưa trung bình cho từng tiểu lưu vực từ các giá trị mưa lưới.

Như vậy, để tính toán được lượng mưa trung bình cho từng tiểu lưu vực thì phải xác định được có bao nhiêu điểm mưa lưới nằm trên lưu vực bộ phận đó. Sau khi xác định được các điểm mưa lưới nằm trên mỗi lưu vực bộ phận, do mưa lưới là lưới vuông nên lượng mưa trung bình của mỗi lưu vực bộ phận sẽ được tính bằng trung bình số học của các giá trị mưa tại các điểm mưa lưới nằm trong lưu vực bộ phận đó theo công thức sau:

$$X_{\text{tiểu lưu vực}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{\text{ô lưới}}$$

Trong đó: X là ký hiệu của mưa, n là số ô lưới nằm trong tiểu lưu vực.

Để xác định được những điểm mưa lưới nào nằm trong lưu vực bộ phận cần phải đưa các điểm mưa lưới đó lên bản đồ rồi chồng xếp với bản đồ của các lưu vực bộ phận, sau đó sử dụng các công cụ GIS để xác định các điểm mưa lưới nằm trong mỗi lưu vực bộ phận.

3.5.3. Tự động tạo file số liệu mưa dự báo theo format của mô hình MIKE URBAN

Sau khi tính toán được mưa trên từng tiểu lưu vực, bước tính toán tiếp theo là lưu chuỗi số liệu mưa tính toán này theo định dạng mưa đầu vào của MIKE-URBAN có dạng *.dsf0. Công cụ tự động cập nhật kết quả mưa lưới dự báo cũng sẽ tự động tạo các file mưa dự báo (*.dsf0) làm đầu vào cho từng tiểu lưu vực.

Công cụ sẽ tạo ra 601 file *.dfs0 tương ứng với 601 lưu vực bộ phận của KVNC.

3.5.5. Cập nhật thời gian mô phỏng thời gian thực cho MIKE-URBAN và MIKE21

Do mô phỏng ngập lụt trên bề mặt đô thị sử dụng mô hình MIKE21 nên phải đồng thời cập nhật thời gian bắt đầu và kết thúc mô phỏng của cả mô hình MIKE-URBAN và MIKE21 tương ứng với thời điểm bắt đầu và kết thúc chuỗi số liệu mưa dự báo.

Công cụ cập nhật số liệu thời gian thực cũng được bổ sung mã nguồn để cho phép cập nhật thời gian bắt đầu mô phỏng theo thời gian thực cho mô hình MIKE-URBAN và MIKE21 cũng như tự động chạy mô hình MIKE-FLOOD sau khi thời gian bắt đầu mô phỏng của các mô hình MIKE-URBAN và MIKE21 được cập nhật.

4. Kết luận

Nghiên cứu này đã xây dựng được hệ thống dự báo ngập lụt đô thị thời gian thực cho 8 quận nội thành cũ của thành phố Hà Nội bao gồm các mô hình thủy văn, thủy lực đã được hiệu chỉnh, kiểm định và công cụ tự động cập nhật số liệu, chạy các mô hình theo thời gian thực. Đặc biệt là số liệu mưa lưới độ phân giải cao 1x1km được sử dụng từ kết quả dự báo của mô hình số trị WRF. Tuy nhiên, để có thể dự báo ngập lụt đô thị cho khu vực 8 quận nội thành cũ của thành phố Hà Nội cho kết quả tốt, cần thiết phải áp dụng cho những trận mưa thực tế trong tương lai và có những điều chỉnh phù hợp để hoàn thiện các mô hình thủy văn thủy lực cũng như cải thiện chất lượng dự báo mưa. Hệ thống dự báo ngập lụt đô thị này sẽ góp phần phục vụ phát triển kinh tế, đảm bảo an sinh xã hội trên địa bàn thành phố.

Lời cảm ơn: Bài báo này được thực hiện trong khuôn khổ dự án “Thiết lập hệ thống quan trắc tăng cường và hệ thống dự báo, cảnh báo độ phân giải cao hạn ngắn, cực ngắn đông, mưa lớn và ngập lụt đô thị cho thành phố Hà Nội phục vụ phát triển kinh tế, đảm bảo an sinh xã hội” Số TTTT: 16/FIRST/2a/IGP thuộc Tiểu hợp phần 2a, Dự án FIRST.

Tài liệu tham khảo

1. Sở Tài nguyên và Môi trường Thành phố Hà Nội (2013), Báo cáo tổng hợp kết quả dự án “Xây dựng bản đồ nguy cơ ngập lụt Hà Nội có xét đến tác động của biến đổi khí hậu”.
2. Trung tâm khí tượng thủy văn quốc gia (2016), Báo cáo kết thúc dự án “Xây dựng hệ thống cảnh báo ngập úng thời gian thực cho nội thành Hà Nội”.
3. Viện Vật lý địa cầu (2019), Báo cáo tổng kết “Xây dựng hệ thống mô hình dự báo, cảnh báo ngập lụt đô thị cho khu vực Hà Nội” thuộc tiểu dự án “Thiết lập hệ thống quan trắc tăng cường và hệ thống dự báo, cảnh báo độ phân giải cao hạn ngắn, cực ngắn đông, mưa lớn và ngập lụt đô thị cho thành phố Hà Nội phục vụ phát triển kinh tế, đảm bảo an sinh xã hội”.

ESTABLISHING AN URBAN INUNDATION FORECAST SYSTEM FOR HA NOI AREA USING HIGH RESOLUTION GRID RAINFALL DATA

Nguyen Van Dai⁽¹⁾, Nguyen Anh Nam⁽¹⁾, Dang Quang Thinh⁽¹⁾, Nguyen Van Hiep⁽²⁾, Pham Van Tuan⁽³⁾

⁽¹⁾Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate Change

⁽²⁾Institute of Geophysics

⁽³⁾Ha Noi University of Natural Resources and Environment

Received: 15/10/2019; Accepted: 10/11/2019

Abstract: *The problem of flooding due to heavy rains in urban areas is getting more seriously due to the unproprate drainage system which does not keep up with the rate of urbanization. Additionally, natural disasters become more unpredictable in the context of climate change. Urban are economically developed areas, so when floods occur, economic losses in urban areas will be much more than in other areas. To solve this problem, in addition to the renovation and newly additional construction of drainage systems, it is necessary to build a real-time inundation forecast system. This system needs to be implemented fully automatically and with high accuracy to enable early forecasting of flooded areas. This paper introduces the results of building a real-time urban inundation forecast system using 1x1km high resolution grid rainfall data derived from WRF model for 8 old urban districts of Ha Noi City.*

Keywords: *Real time, urban inundation, grid rainfall, old urban districts.*