

ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA ĐÔ THỊ HÓA ĐẾN TÌNH HÌNH NGẬP LỤT LƯU VỰC SÔNG CU ĐÊ - THÀNH PHỐ ĐÀ NẴNG

Tô Thúy Nga¹, Nguyễn Thành Phát²

Tóm tắt: Quá trình đô thị hóa ở hạ lưu lưu vực sông Cu Đê đã làm địa hình tự nhiên và phân bố ngập lụt thay đổi. Lưu vực này thiếu số liệu thủy văn nên dùng mô hình MIKE UHM và chỉ số Curve Number (CN) để tính toán các biên lưu lượng cho mô hình thủy lực MIKE 21. Hiệu chỉnh và kiểm định thủy lực thông qua các vết lũ rồi mô phỏng lũ theo hai trận lũ xảy ra năm 1999 và năm 2009. Mô phỏng thủy lực cho trường hợp quá khứ và sau khi đô thị hóa, kết quả dùng ArcGis xây dựng bản đồ ngập lụt để thấy mức độ thay đổi dòng chảy lũ. Với các trận lũ này xét phần diện tích ngập lụt khoảng hơn 20 km², khi có đô thị hóa thì mức độ ngập lụt tăng lên khoảng 12 km², phần bãi của Thôn Trường Định mức độ ngập lụt gia tăng khá lớn từ 1 đến 2 m. Phần diện tích giảm ngập là khoảng 5,6 km² là do san nền đắp lên và phân phía hạ lưu đập Hòa Trung đến đầu kênh Thủy Tú. Kết quả này sẽ làm cơ sở cho việc định hướng phát triển đô thị và ứng phó với ngập lụt trong tương lai.

Từ khóa: Đô thị hóa, Cu Đê, ArcGis, MIKE 21

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sông Cu Đê là lưu vực sông lớn thứ hai của thành phố Đà Nẵng sau Vu Gia Thu Bồn, theo quy hoạch chung của Thành phố đến năm có nhiều đô thị mới được xây dựng. Trước đây vùng hạ lưu dân cư thưa thớt hai bên bờ sông là bãi bồi và đất trống nên những nghiên cứu về ngập lụt của lưu vực này đến nay sẽ không còn sử dụng được, điển hình là “Xây dựng mô hình thủy văn và mô phỏng sự phát triển đô thị thành phố Đà Nẵng”, của (Trung tâm nghiên cứu Bảo vệ Môi Trường - ĐHQĐN 2013). Hiện nay địa hình phía hạ lưu sông cũng đã thay đổi nhiều do san nền cho các khu đô thị, vì vậy diễn biến ngập lụt trong khu vực cũng thay đổi theo, từ nghiên cứu của (T. V. Do, R. Nagasawa, and K. Tsutsui, 2013) và báo cáo của (Ban Chỉ đạo Trung ương về Phòng chống thiên tai 2016), các đợt lũ năm 2016 tuy nhỏ nhưng khu vực Golden Hills, khu vực Ghềnh Nam Ô, Thủy Tú... đều bị ngập khá lớn. Phía thượng nguồn sông Cu Đê đang xây dựng đập giữ nước phục vụ cấp nước cho nhà máy nước Hòa Liên thì mức độ

ngập lụt hạ lưu sẽ tiếp tục thay đổi theo quá trình vận hành của hồ này. Nghiên cứu này tính toán, phân tích tác động ngập lụt của các khu đô thị mới đến ngập lụt vùng hạ lưu sông Cu Đê thành phố Đà Nẵng.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu này sử dụng phương pháp mô phỏng dựa trên cơ sở dữ liệu kế thừa từ các đề tài, dự án về ngập lụt hạ lưu sông Cu Đê trước đây như và bổ sung thêm số liệu đo đạc khảo sát địa hình hiện trạng để phục vụ cho bài toán mô phỏng ngập.

Mô hình thủy văn

Lưu vực Cu Đê thiếu số liệu thực đo, sử dụng mô hình lũ đường đơn vị để tính toán dòng chảy đến các tiểu lưu vực. Tính toán lũ nhập lưu theo mô hình đường đơn vị tổng hợp không thứ nguyên SCS: Đường quá trình ở tuyến cửa ra một lưu vực sông được tạo ra bởi lượng mưa hiệu quả bằng 1 đơn vị phân bố đều trên lưu vực trong khoảng thời gian hiệu quả Δt .

Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình dựa trên số liệu về diện tích lưu vực, chiều dài lưu vực và đặc điểm đất của khu vực cho hệ số CN như hình 1. Thiết lập mô hình đường đơn vị cho các tiểu lưu vực, sử dụng số liệu của lưu vực hồ Hòa Trung (số

¹ Khoa Xây dựng Thủy Lợi-Thủy Điện, Trường Đại học Bách Khoa Đà Nẵng;

² Công ty cổ phần thủy điện Sông Ba

liệu lũ thực đo trận lũ 1980 và 1999) để hiệu chỉnh và kiểm định, đồng thời sẽ hiệu chỉnh lại các thông số của các tiểu lưu vực lân cận cho phù hợp so với bộ thông số lưu vực hồ Hòa Trung. Các thông số này được khẳng định thêm khi kiểm định thêm từ mô hình thủy lực thông qua các vết lũ.

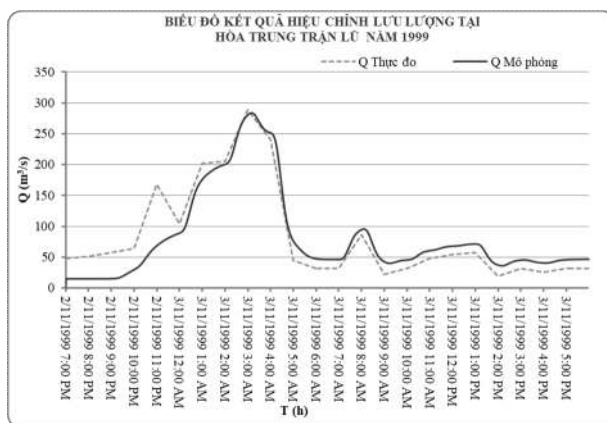
Bảng 1. Đặc trưng của các lưu vực

Tên lưu vực	Diện tích LV(km ²)	Độ dốc LV (‰)	Chiều dài sông (km)
Cu Đê 2	33.534	9.977	4.860
Suối Cày	21.891	38.92	4.423
Cu Đê 1	22.712	49.09	5.451
Sông Bắc	129.020	41.296	22.075
Cu Đê 4	10.878	45.44	2.077
Sông Nam	114.079	30.995	26.039
Cu Đê 3	17.901	16.957	7.765
Thủy Tú	19.519	48.076	9.829
Hòa Trung	16.549	46.514	5.221

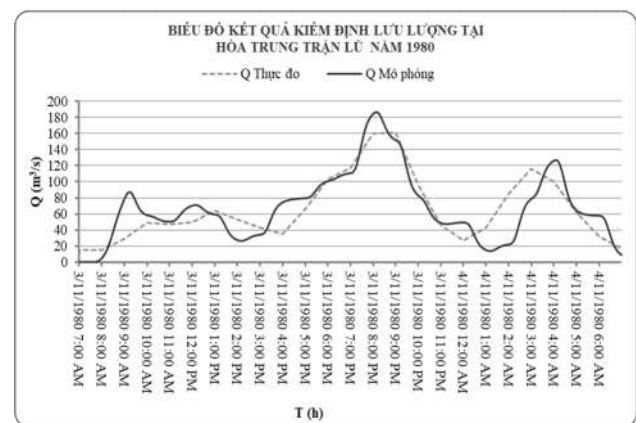


Hình 1. Các lưu vực và chỉ số CN tương ứng của lưu vực sông Cu Đê

Các kết quả hiệu chỉnh lũ năm 1999 và kiểm định lũ năm 1980 để xác định bộ thông số mô hình thủy văn của dòng chảy đến lưu vực hồ Hòa Trung cho kết quả như sau:



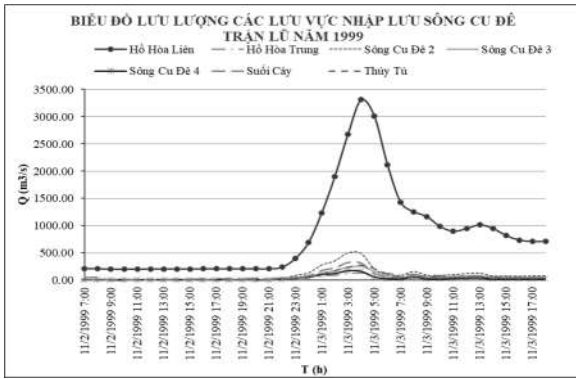
Hình 2. Kết quả hiệu chỉnh trận lũ



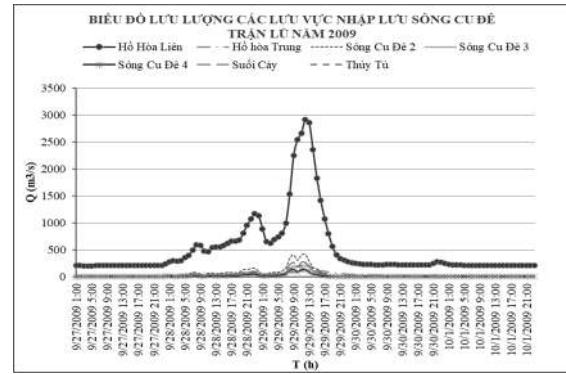
Hình 3. Kết quả kiểm định mô hình lũ

Kết quả hiệu chỉnh cho trận lũ 1999 thể hiện rằng mô hình đã bám sát với số liệu thực đo, cả về đỉnh và đường quá trình, đánh giá theo chỉ tiêu Nash đạt cao 0,857; hệ số tương quan là 0,927. Kiểm định trận lũ 1980 với hệ số NASH 0,6663 và hệ số tương quan là 0,845 cũng đã đạt mức khá theo quy định của WMO. Điều đó cho thấy thông số CN đã xác định từ tính chất đất trong khu vực là phù hợp. Bộ thông số mô hình lưu vực Hòa Trung này đủ độ tin cậy để mô phỏng cho các trường hợp

đồng thời làm cơ sở tương tự xác định các thông số của lưu vực còn lại. Với bộ thông số này đã mô phỏng dòng chảy lũ cho các tiểu lưu vực sông Cu Đê của các trận lũ năm 1999, 2009 dùng để hiệu chỉnh kiểm định mô hình thủy lực đồng thời làm căn cứ mô phỏng các dòng chảy đến cho các tiểu lưu vực làm biên đánh giá ảnh hưởng của ngập lụt khi các đô thị hóa mọc lên tương ứng với các trận lũ điển hình này. Cụ thể các biên lưu lượng tiểu lưu vực được thể hiện ở các hình sau:



Hình 4. Lưu lượng các tiểu lưu vực sông Cu Đê trận lũ 1999



Hình 5. Lưu lượng các tiểu lưu vực sông Cu Đê trận lũ 2009

3. MÔ HÌNH THỦY LỰC MIKE 21 FM

Do khu vực nghiên cứu ít công trình và địa hình chi tiết đáp ứng, nên trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng Module thủy động lực MIKE 21 HD, (MIKE DHI 2012), để mô phỏng dòng chảy tràn trong khu vực nghiên cứu.

Mô hình MIKE 21 là một mô-đun thủy động lực dùng để mô hình hóa dòng chảy tràn. Mô phỏng sự dao động của mực nước và lưu lượng tương ứng với sự thay đổi về chế độ thủy lực trong sông, hồ và các vùng chảy tràn.

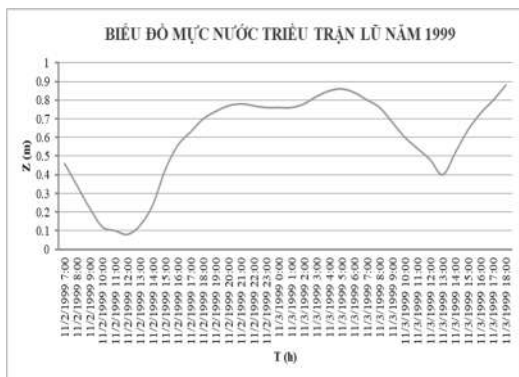
3.1. Điều kiện biên

Điều kiện biên của mô hình có gồm:

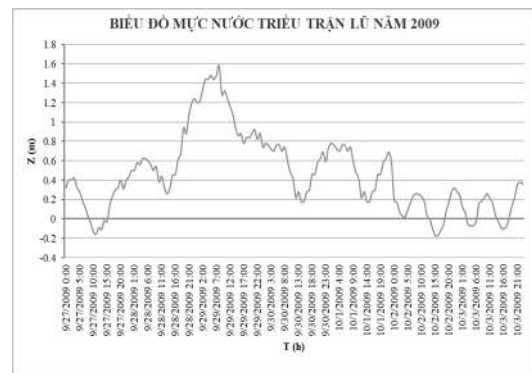
- Biên lưu lượng: Biên lưu lượng ứng với trận lũ 1999, 2009 được khôi phục từ kết quả mô phỏng ở mô hình thủy văn hình 4, 5 ở mục trên.

- Biên hạ lưu: Mực nước triều thực đo tại Vịnh Đà Nẵng (trạm Sơn Trà) ứng với các trận lũ trên hình 6, 7.

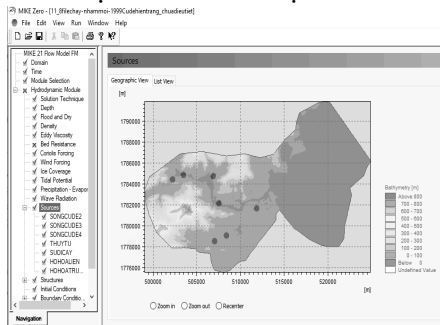
Số liệu địa hình khi hiệu chỉnh và kiểm định dùng số liệu quá khứ từ mô hình thủy lực thủy văn (2013), số liệu mô phỏng hiện tại được cập nhật thêm các khu đô thị mới xây dựng như Khu Thủy Tú, Ghềnh Nam Ô và Golden Hills như Hình 9.



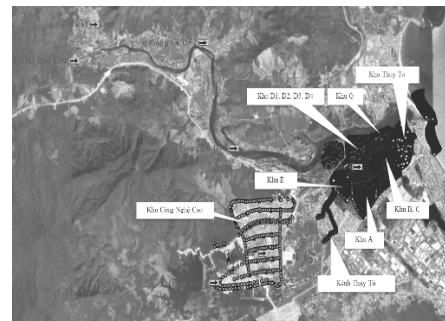
Hình 6. Mực nước triều trận lũ năm 1999



Hình 7. Mực nước triều trận lũ năm 2009



Hình 8. Sơ đồ thủy lực sông Cu Đê



Hình 9. Các khu đô thị và vị trí biên lưu vực sông Cu Đê

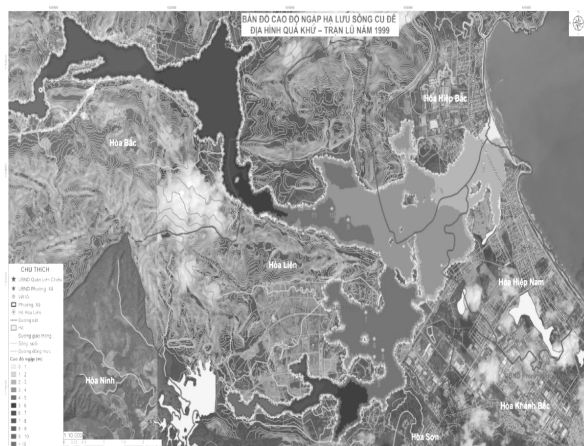


Hình 10. Vị trí các vết lũ năm 1999

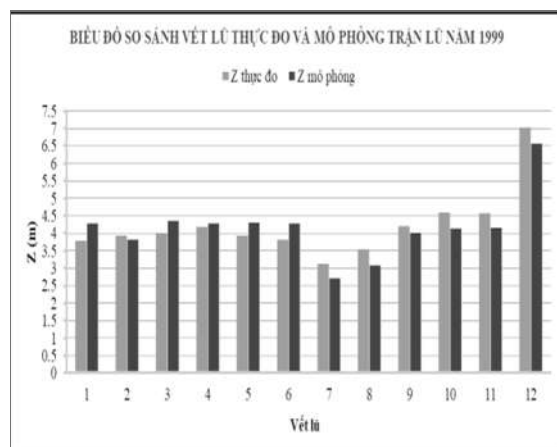


Hình 11. Vị trí các vết lũ năm 2009

Hiệu chỉnh trận lũ năm 1999 với địa hình tương ứng cho kết quả như sau:

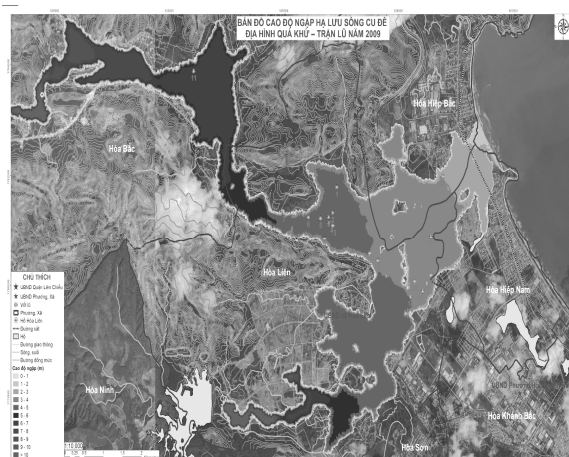


Hình 12. Hiệu chỉnh với trận lũ năm 1999

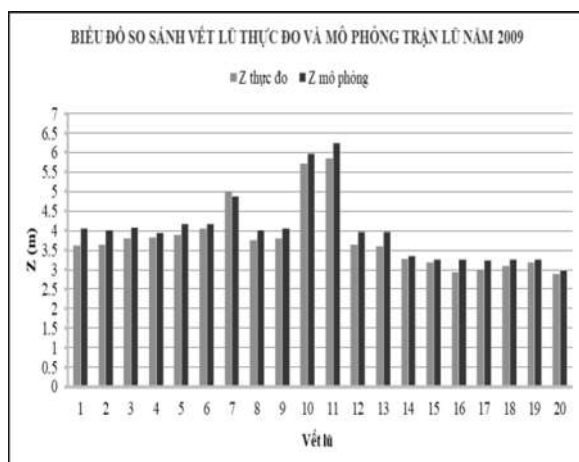


Hình 13. Vết lũ thực đo và mô phỏng lũ 1999

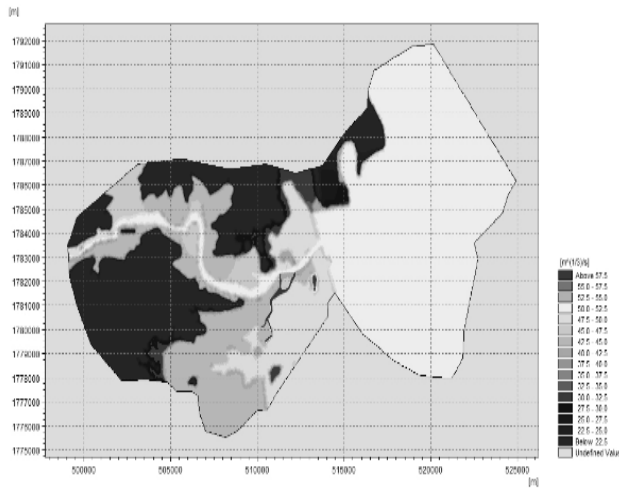
Kiểm định trận lũ năm 2009 với địa hình tương ứng cho kết quả như sau:



Hình 14. Kiểm định trận lũ năm 2009



Hình 15. Vết lũ thực đo và mô phỏng trận lũ năm 2009



Hình 16. Thông số nhám lưu vực sông Cu Đê

Nhận xét: Vì khu vực không có số liệu đo đạc thủy văn, nhưng thông qua các vết lũ thực đo kết hợp với địa hình địa chất, thổ nhưỡng của khu vực tính toán để hiệu chỉnh và kiểm định có bộ thông số nhám của mô hình phù hợp nhằm mô phỏng ngập lụt của các kịch bản. Từ kết quả này có thể xây dựng các bản đồ ngập lụt đánh giá mức độ ảnh hưởng khi đô thị hóa khu vực hạ lưu sông Cu Đê TP. Đà Nẵng.

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Dùng kết quả hệ số nhám như Hình 14 để mô phỏng đánh giá được mức độ thay đổi ngập lụt do quá trình đô thị hóa và các công trình điều tiết dòng chảy lên lưu vực.

Các kịch bản sẽ xét đến sự điều tiết xả lũ của hai hồ chứa lớn trong khu vực đó là hồ Hòa Trung (đã có) và hồ Hòa Liên (đang xây dựng).

Biên lưu lượng để mô phỏng dùng số liệu của trận lũ năm 1999 (Hình 4) và trận lũ năm 2009 (Hình 5) cho trường hợp địa hình địa hình hiện trạng đã có các khu đô thị như (Hình 9). Cụ thể các kịch bản như sau:

Kịch bản 1. Dùng số liệu thủy văn năm 1999 trong đó KB1A (biên trùng với kết quả đã hiệu chỉnh ở trên) với DEM quá khứ và KB1B với DEM hiện trạng.

Kịch bản 2. Dùng số liệu thủy văn năm 2009 trong đó KB2A (biên trùng với kết quả kiểm định ở trên) với DEM quá khứ và KB2B với DEM hiện trạng.

Từ kết quả mô phỏng ngập lụt sử dụng ARC GIS, (MGEO 2014), xây dựng các bản đồ ngập lụt thể hiện như các hình từ Hình 15 đến Hình 18. Mức độ ngập lụt lớn nhất thống kê cho các kịch bản như Bảng 2 và mức độ thay đổi vùng ngập được thể hiện như Bảng 3.



Hình 15. Bản đồ ngập lụt -KB1B

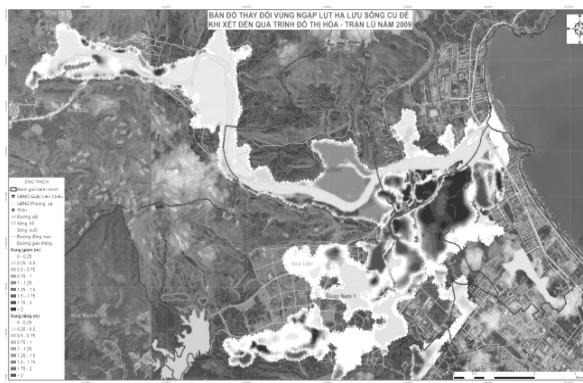


Hình 16. Bản đồ ngập KB2B

Kết quả thay đổi vùng ngập hạ lưu sông Cu Đê do quá trình đô thị hóa.



Hình 17. Mức độ thay đổi ngập KB1



Hình 18. Mức độ thay đổi ngập KB2

Bảng 2. Diện tích ngập của các kịch bản theo chiều sâu ngập

H ngập (m)	Lũ năm 1999		Lũ năm 2009	
	KB1A	KB1B	KB2A	KB2B
	Diện tích ngập (km ²)			
0 – 0.25	1.986	5.590	1.497	5.430
0.25 – 0.5	1.496	2.340	1.349	2.054
0.5 – 1	2.339	2.016	2.329	2.108
1 – 1.5	2.044	1.383	2.057	1.347
1.5 - 2	2.184	1.363	1.995	1.243
2 - 2.5	1.851	1.369	2.145	1.294
2.5 – 3	1.216	0.986	1.383	1.236
3 – 3.5	0.797	0.849	0.832	0.878
3.5 – 4	0.625	0.929	0.643	0.940
4 – 4.5	0.639	0.834	0.636	0.927
4.5 – 5	0.608	0.484	0.667	0.557
> 5	4.322	4.800	4.367	4.917
Tổng	20.107	22.94	19.901	22.932

Bảng 3. Bảng thống kê diện tích tăng giảm ngập hạ du sông Cu Đê các trận lũ

	Trận lũ năm 1999	Trận lũ năm 2009
Cấp độ giảm ngập (m)	Diện tích giảm ngập (km ²)	
0 – 0.25	3.451	3.399
0.25 – 0.5	2.177	1.934
0.5 – 0.75	0.614	0.612
0.75 – 1	0.459	0.446
1 – 1.25	0.429	0.401
1.25 – 1.5	0.499	0.401

	Trận lũ năm 1999	Trận lũ năm 2009
1.5 – 1.75	0.582	0.476
1.75 – 2	0.513	0.543
> 2	0.778	1.057
Tổng	9.502	9.269
Cấp độ tăng ngập (m)	Diện tích tăng ngập (km ²)	
0 - 0.25	7.125	4.874
0.25 - 0.5	2.522	4.741
0.5 - 0.75	1.024	1.082
0.75 - 1	0.526	0.604
1 - 1.25	0.690	0.566
1.25 - 1.5	1.789	1.823
1.5 - 1.75	0.373	0.498
1.75 - 2	0.255	0.280
> 2	0.774	0.907
Tổng	15.079	15.375

+ Với các kết quả đã mô phỏng và được thống kê ở trên cho thấy khi đô thị hóa khu vực hạ du lưu vực sông Cu Đê đã làm địa hình khu vực thay đổi nhiều dẫn đến sự phân bố ngập lụt cũng thay đổi theo. Có vùng độ sâu ngập tăng và cũng có vùng độ sâu ngập giảm đi. Với mức độ mưa gây lũ như hai trận lũ năm 1999 và năm 2009 được dùng để mô phỏng với địa hình và các công trình điều tiết hiện nay và tương lai gần cho thấy các khu vực tăng ngập lụt như Hình 17 và Hình 18 và diện tích thay đổi cụ thể như Bảng 3.

+ Đối với địa hình hiện trạng được mô phỏng bởi 2 trận lũ năm 1999 và 2009 cho thấy vùng phía dưới hồ Hòa Trung đến đầu kênh Thủy Tú và vùng cửa sông Cu Đê độ sâu ngập giảm khoảng 0 - 0,25m, riêng các khu quy hoạch được san nền cao lên nên mức độ giảm ngập rất lớn khoảng từ 1,5 - 2 mét. Chính vì có vùng đắp lên cần lũ nên dẫn đến các vị trí còn lại tăng ngập khá lớn (tăng ngập cục bộ), chẳng hạn như tại thôn Trường Định tăng ngập từ 1,5 - 2 mét, đoạn kênh Thủy Tú tăng ngập khoảng 0 - 0,75 mét, một phần Gorden Hill tăng ngập khoảng 1,25 - 2 mét và tại 2 thôn Nam Yên và An Định tăng ngập khoảng từ 0 - 0,75 mét.

+ Đáng chú ý là tổng diện tích tăng ngập lớn hơn rất nhiều so với diện tích giảm ngập ở hai kịch bản. Như vậy với việc đô thị hóa tại lưu vực sông Cu Đê hiện nay, đã làm thay đổi hướng dòng chảy từ thường lưu về gây ngập lụt cục bộ tăng lên nên cần phải có phương án phòng chống thiên tai, ứng phó phù hợp.

5. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã xây dựng được bộ công cụ mô hình thủy văn, thủy lực mô phỏng dòng chảy và chế độ ngập lụt của hạ lưu thuộc lưu vực sông Cu Đê với đủ độ tin cậy. Địa hình đã được cập nhật đến thời điểm hiện tại khi các khu đô thị và khu công nghệ cao đã và đang được hoàn thiện. Ngoài ra, nghiên cứu này cũng đã xây dựng bản đồ chỉ số Curve Number (CN) lưu vực sông Cu

Đê, bộ thông số mô hình thủy văn cho phép mô phỏng dòng chảy khi có số liệu mưa và các kết quả mô phỏng tương ứng

Kết quả mô phỏng thủy lực đã xây dựng được các bản đồ ngập lụt tương ứng với địa hình quá khứ và địa hình hiện trạng qua đó đánh giá được mức độ thay đổi ngập lụt do quá trình đô thị hóa. Đặc biệt từ số liệu mô phỏng này sẽ chi tiết các bản đồ đến các cấp quận, huyện xã, phường thuận lợi cho công tác chỉ đạo phòng chống thiên tai làm cơ sở cho dân di dời kịp thời và hiệu quả khi lũ về.

Kết quả nghiên cứu còn giúp các cơ quan chức năng ra quyết định các giải pháp giảm thiểu ảnh hưởng của lũ lụt đảm bảo an toàn cho các công trình và các đơn vị, cũng như dân cư trong quy hoạch.

Khi quy hoạch các khu đô thị mới, cần phải được đánh giá kỹ vấn đề ngập lụt, từ đó mới làm cơ sở đề xuất các biện pháp ứng phó hợp lý, kịp thời.

Trên cơ sở của nghiên cứu này, có thể tiếp tục nghiên cứu sâu hơn để đưa thêm các giải pháp công trình và phi công trình góp phần tăng khả năng thoát lũ giảm bớt tác động của lũ lụt đến kinh tế, xã hội trong vùng.

Lời cảm ơn: “Nghiên cứu này được tài trợ bởi Ủy ban Nhân dân Thành Phố Đà Nẵng trong đề tài khoa học và công nghệ cấp thành phố”.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Trung tâm nghiên cứu Bảo vệ Môi Trường - ĐHQĐN (2013), “*Xây dựng mô hình thủy văn và mô phỏng sự phát triển đô thị thành phố Đà Nẵng*”, Báo cáo tổng kết dự án, Đà Nẵng.
- T. V. Do, R. Nagasawa, and K. Tsutsui, (2013) “*Analysis of urban expansion and flood risk change in Da Nang city in Central Vietnam*,” J. Japanese Agric. Syst. Soc., vol. 29, no. 3, pp. 123–134, 2013.
- Ban Chỉ đạo Trung ương về Phòng chống thiên tai (2016), “*Report on Flood of Central Steering Committee for Natural Disaster Prevention and Control*”.
- MGEO (2014), *ESRI ArcMap 10.1 Manual For Hydrography & Survey USE*.
- MIKE DHI (2012), *MIKE 21 Flow Model FM Hydrodynamic Modul User Guide*, Đan Mạch.

Abstract:
**RESEARCH TO ASSESS THE IMPACT OF URBANIZATION ON FLOOD IN CU DED
RIVER BASIN - DA NANG CITY**

Urbanization in the downstream of Cu De river has changed the natural topography and inundation distribution. In the limited conditions of hydrological data, MIKE UHM model and Curve Number (CN) were used to calculate the flow boundary for the MIKE 21 hydraulic model. Calibration and validation were performed with flood elevations recorded in the 1999 and 2009 floods. To assess the impact of urbanization, scenarios with the present and past topography were simulated. The results show that, with urbanization, the flooded area could increase by 12km², of which, in Truong Dinh village the flooding level increased significantly from 1 to 2 m. It was also found that the flooded area decreased by about 5.6 km² due to the high embankment areas and the area from downstream of Hoa Trung dam to the beginning of Thuy Tu canal. These results are expected to serve as the basis for future urban development and flood response plans.

Keywords: Urbanizatio, Cu De, ArcGis, MIKE 21

Ngày nhận bài: 30/11/2020

Ngày chấp nhận đăng: 31/12/2020