

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH MIKE FLOOD ĐÁNH GIÁ NGẬP LỤT TẠI LƯU VỰC NAM NHIÊU LỘC - THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Nguyễn Phương Đông¹, Đặng Minh Hải²

¹*Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu,
email: nguyenphuongdongkttv@gmail.com*

²*Trường Đại học Thủy lợi*

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Trong 15 năm trở lại đây, tình trạng gia tăng liên tục của mực nước trên sông Sài Gòn cùng với những trận mưa có cường độ mưa lớn xuất hiện ngày càng thường xuyên, trong khi hệ thống thoát nước và kiểm soát triều vẫn chưa đủ khả năng đáp ứng đã làm cho tình trạng ngập đô thị ở TP. HCM ngày càng trở nên trầm trọng. Ngập lụt đô thị đã ảnh hưởng tiêu cực tới đời sống của người dân, điều kiện phát triển kinh tế xã hội và môi trường của thành phố. Vì vậy, việc đánh giá ngập lụt đô thị để từ đó tìm ra giải pháp giảm thiểu ngập lụt là hết sức cần thiết.

Vấn đề ngập lụt của thành phố Hồ Chí Minh đã được nhiều nhà khoa học nghiên cứu [1][2]. Các nghiên cứu trước đây tập trung vào sử dụng mô hình 1D để đánh giá hiện trạng ngập lụt tại các nút hoặc/và sử dụng mô hình 2D để đánh giá phạm vi và chiều sâu ngập lụt trên khu vực rộng lớn. Việc nghiên cứu ngập lụt khi mô phỏng dòng thời dòng chảy trong hệ thống thoát nước và dòng chảy trên mặt với dữ liệu địa hình, thông số hệ thống thoát nước có độ chính xác cao vẫn chưa được thực hiện.

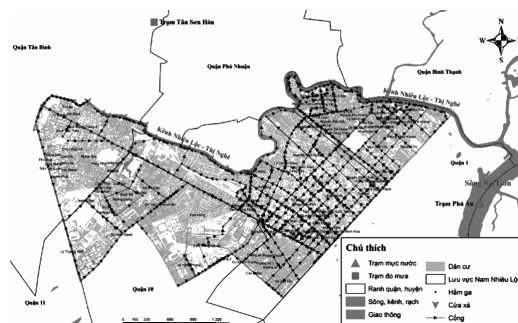
Bài báo này sử dụng mô hình MIKE FLOOD (DHI) để đánh giá ngập lụt cho lưu vực Nam Nhiêu Lộc khi xét đến các kịch bản mưa và triều khác nhau.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vùng nghiên cứu

Lưu vực Nam Nhiêu Lộc (hình 1) có diện tích khoảng 9,7 km². Cao độ địa hình thay

đổi từ 3.38 m đến 20.45 m, lớn hơn so với độ cao trung bình của TP.HCM từ 1 đến 2,5 m. Vùng nghiên cứu chịu ảnh hưởng của thủy triều Biển Đông thuộc loại bán nhật triều không đều, biên độ lên đến 3.5 - 4.0 m. Trong năm, đỉnh triều có xu thế cao hơn vào tháng 12 và tháng 1 và chân triều có xu thế thấp hơn vào tháng 7 và tháng 8. Trong 60 năm qua, mưa xảy ra thường xuyên hơn với cường độ ngày càng tăng lên. Mạng lưới thoát nước vùng Nam Nhiêu Lộc thuộc hệ thống thoát nước kênh Nhiêu Lộc - Thị Nghè, nằm ở phía Nam kênh Nhiêu Lộc bao gồm một phần quận 1, 3, 10 và quận Tân Bình. Hệ thống thoát nước bao gồm 441 cống tròn, 136 cống vuông, 96 cống vòm với 563 hầm ga và 22 cửa xả hầu hết đều thoát nước ra kênh Nhiêu Lộc Thị Nghè.



Hình 1. Bản đồ vị trí lưu vực Nam Nhiêu Lộc

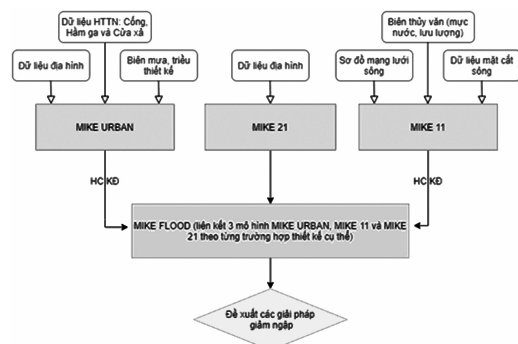
2.2. Mô hình MIKE FLOOD

Mô hình MIKE FLOOD có chức năng ghép nối mô hình một chiều (MIKE 11 hoặc MIKE Urban) và hai chiều (MIKE 21) để mô phỏng quá trình ngập lụt trong đô thị. Với ưu

điểm kết hợp các mô hình 1D/2D có thể mô phỏng các tương tác giữa cống và dòng chảy bề mặt, cho độ chính xác cao hơn và mô tả được quá trình động [3, 4, 5]. MIKE 11 mô tả quá trình thủy lực dựa trên phương trình liên tục và phương trình động lượng (hệ phương trình Saint-Venant), được giải theo lược đồ sai phân hữu hạn 6 điểm ẩn (Abbott-Inoescu). MIKE Urban là mô hình được sử dụng để mô phỏng thoát nước tại khu vực đô thị sử dụng phương pháp Hydrology trong phần mềm Arcgis để tính toán và phân chia tiểu lưu vực thoát nước. Mô hình được tích hợp với công cụ ArcGIS để tạo hệ thống mạng lưới thoát nước cho lưu vực nghiên cứu. MIKE 21 dựa trên lưới tính ô lưới vuông mô phỏng địa hình đã được số hóa dữ liệu địa hình dân cư và giao thông.

2.3. Dữ liệu thiết lập mô hình

Dữ liệu phục vụ cho thiết lập đầu vào các mô hình được trình bày trong hình 2:



Hình 2. Sơ đồ khối quá trình tính toán ngập

- Dữ liệu địa hình (LIDAR) độ phân giải 5m×5m, thu thập từ Sở Khoa học Công nghệ, được số hóa chi tiết đến dân cư và giao thông phục vụ tính toán đặc trưng hệ số thấm nước cho lưu vực nghiên cứu.

- Dữ liệu hiện trạng hệ thống thoát nước gồm: Cống, hầm ga và cửa xả được thu thập dưới dạng bản vẽ (PDF) và AutoCad của Trung tâm Quản lý Hạ tầng và Kỹ thuật TP.HCM.

- Mô hình mưa thiết kế được xây dựng dựa trên số liệu mưa thực tế đo đạc tại trạm Tân

Sơn Hòa (số liệu mưa thiết kế được kế thừa từ đề tài [1]), cường độ mưa thời đoạn là 180 phút.

- Con triều thiết kế được xác định dựa trên mực nước max trong vòng 39 năm của trạm Phú An (từ năm 1980 đến năm 2019).

2.4. Đánh giá ngập lụt

Mô hình Mike Flood được thiết lập bằng công cụ Link Urban node to Mike 21, giúp liên kết cao độ mặt hầm ga lên địa hình Mike 21 lưu vực Nam Nhiêu Lộc, mô hình Mike 11 được liên kết với mô hình Mike Urban bằng công cụ Link river to Mike Urban. Trong Mike URBAN các thông số thường dùng để hiệu chỉnh là: hệ số nhám Manning, hệ số tổn thất và hệ số không thấm nước bằng phương pháp UHM [1]. Mô hình Mike Urban, Mike 11 và Mike 21 được hiệu chỉnh và kiểm định tại 3 vị trí ngập tính toán so với vị trí ngập thực đo.

Bảng 1. Thống kê so sánh kết quả mô hình và thực đo (đơn vị: m)

Mike Urban	Hiệu chỉnh		Kiểm định	
	Thực đo	Tính toán	Thực đo	Tính toán
Mai Thị Lựu	0.3	0.25	0.2	0.3
3 Tháng 2	0.2	0.2	0.25	0.2
Tô Hiến Thành	0.3	0.35	0.15	0.2
Mike 11, Mike 21	Hiệu chỉnh		Kiểm định	
	Thực đo	Tính toán	Thực đo	Tính toán
Phú An	1.5	1.48	1.51	1.47
Nhà Bè	1.45	1.42	1.46	1.41
Vũng Tàu	1.32	1.3	1.35	1.32

Đánh giá ngập lụt lưu vực Nam Nhiêu Lộc được tiến hành cho 16 kịch bản tổ hợp từ mô hình mưa với tần suất 5%, 10%, 20%, 50% và mô hình triều với tần suất 5%, 10%, 20%, 50%. Kịch bản MiTj tương ứng với mô hình mưa với tần suất i% và mô hình triều ứng với tần suất j%. Mức độ ngập của mỗi kịch bản được đánh giá bằng diện tích ngập.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Qua kết quả tính toán các tổ hợp mưa, triều thiết kế theo các tần suất 5, 10, 20 và 50% cho thấy các trường hợp mô phỏng đều tăng về cả

diện tích và độ sâu ngập giữa các mức ngập (nặng, vừa và nhẹ) đều tăng dần qua từng trường hợp tần suất thiết kế từ 5 đến 50% (hình 3), cụ thể: diện tích ngập kịch bản M50T50 (mưa thiết kế: 50% và triều thiết kế: 50%) có diện tích ngập là 3,0 km² cùng với trận mưa thiết kế, nhưng tăng về kịch bản triều thiết kế lên 5% (M50T5) thì diện tích ngập tăng lên 4,3 km². Diện tích ngập lớn nhất là kịch bản bất lợi nhất trường hợp mưa, triều thiết kế có tần suất lặp lại là 5% đạt 9,4 km².

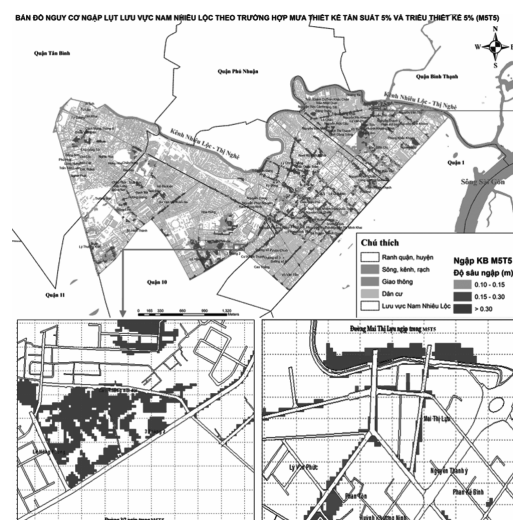
Bảng 1. Diện tích ngập qua các kịch bản (đơn vị: km²)

$\begin{matrix} P_{\text{Mưa}} \\ P_{\text{Triều}} \end{matrix}$	$\begin{matrix} 50 (\%) \\ 20 (\%) \\ 10 (\%) \\ 5 (\%) \end{matrix}$	$\begin{matrix} 20 (\%) \\ 10 (\%) \\ 5 (\%) \end{matrix}$	$\begin{matrix} 10 (\%) \\ 5 (\%) \end{matrix}$	$\begin{matrix} 5 (\%) \end{matrix}$
50(%)	3	5.2	6.2	7.7
20(%)	3.4	5.4	6.6	8.2
10(%)	3.8	5.8	7.8	8.9
5(%)	4.3	6	7.9	9.4

Bảng 1 cho thấy với mỗi tần suất mưa P thì diện tích ngập sẽ tăng lên khi tần suất triều giảm từ 50% xuống 5%, và sự gia tăng diện tích ngập này nhỏ hơn rất nhiều so với sự gia tăng diện tích ngập khi tần suất mưa giảm từ 50% xuống 5% ở tần suất triều P. Điều đó chứng tỏ rằng ngập lụt ở lưu vực Nam Nhiều Lộc chịu ảnh hưởng lớn hơn từ yếu tố mưa so với yếu tố triều. Do quá trình phát triển đô thị không đi kèm với các giải pháp thoát nước, các kênh rạch bị lấp dẫn đến khả năng thoát nước kém và làm mực nước ở Phú An tăng cao dẫn đến tình trạng triều cường. Khi mưa xuống kết hợp với triều cường đã gây ngập cục bộ nhiều nơi tại lưu vực Nam Nhiều Lộc. Điển hình là vị trí đường Mai Thị Lựu đoạn gần chùa Phước Hải, có độ sâu ngập thấp nhất là 0,1 m và diện tích ngập nhỏ nhất khoảng 0,03 km² tại kịch bản M50T50; ở kịch bản M5T5 đường Mai Thị Lựu (hình 4) có độ sâu ngập cao nhất là 0,4 m và diện tích ngập lớn nhất là 0,38 km².

4. KẾT LUẬN

Bài báo sử dụng mô hình MIKE FLOOD đánh giá diễn biến ngập lụt của lưu vực Nam Nhiều Lộc dưới ảnh hưởng của cả mưa và thủy triều. Từ 16 kịch bản tổ hợp từ các tần suất mưa và triều khác nhau cho thấy rằng ảnh hưởng của mưa đến diện tích ngập lụt lớn hơn ảnh hưởng của thủy triều. Kịch bản M50T50 có diện tích ngập nhỏ nhất là 3.0 km², tổ hợp M5T5 có diện tích ngập lớn nhất là 9.4 km². Đường Mai Thị Lựu là vị trí bị ngập nặng nề nhất.



Hình 4. Bản đồ ngập lụt lưu vực Nam Nhiều Lộc theo kịch bản M5T5

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Khiêm, M.V. Đề tài cấp Thành phố: Nghiên cứu khả năng đáp ứng của hệ thống thoát nước trên địa bàn thành phố Hồ Chí Minh trong điều kiện biến đổi khí hậu, 2017-2019.
- [2] Sâm, L. Báo cáo Đề tài NCKH độc lập cấp nhà nước: Nghiên cứu đề xuất các giải pháp chống ngập cho thành phố Hồ Chí Minh. Viện Khoa học Thủy lợi Miền nam, 2010.
- [3] DHI. Mike 11 - HD User Manual, 2014.
- [4] DHI. MIKE FLOOD User Guide, 2014.
- [5] DHI. Mike Flood modelling of river flooding step by step tranining guide, 2014.