

*Bài báo khoa học*

## **Mô phỏng và đánh giá khả năng tiêu thoát nước mưa khu vực quận 7 – Thành phố Hồ Chí Minh**

**Hoàng Thị Tố Nữ<sup>1\*</sup>, Nguyễn Vĩnh An<sup>1</sup>, Nguyễn Hữu Tuấn<sup>1</sup>, Cấn Thu Văn<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM; nu.htt@hcmunre.edu.vn;  
nvan@hcmunre.edu.vn; nhtuan@hcmunre.edu.vn; ctvan@hcmunre.edu.vn

\*Tác giả liên hệ: nu.htt@hcmunre.edu.vn; Tel.: +84–908817694

Ban Biên tập nhận bài: 5/9/2023; Ngày phản biện xong: 12/10/2023; Ngày đăng bài: 25/11/2023

**Tóm tắt:** Thành phố Hồ Chí Minh (TP.HCM) nằm trong vùng chuyển tiếp giữa miền Đông Nam bộ và đồng bằng sông Cửu Long với địa hình có dạng thấp dần từ Bắc xuống Nam và từ Đông sang Tây. Các quận 9, 8, 7 và các huyện Bình Chánh, Nhà Bè, Cần Giờ nằm ở phía Nam-Tây Nam và Đông Nam thành phố có độ cao trung bình trên dưới 1m và cao nhất 2 m, thấp nhất 0,5 m thường xuyên ngập do triều, mưa lớn hoặc mưa kết hợp triều. Nghiên cứu ứng dụng mô hình SWMM mô phỏng mức độ ngập khu vực quận 7 và đánh giá khả năng thoát nước của hệ thống ứng với tần suất mưa  $T = 3$  năm và hai trường hợp biên mực nước  $H = 1,25\text{m}$  và  $1,32\text{m}$ . Kết quả hiệu chỉnh kiểm định mô hình có hệ số tương quan giữa thực đo với tính toán  $R^2 = 0,83$  và kết quả mô phỏng cho thấy mức độ ngập thường xảy ra tại các cửa thoát với thời gian tập trung nước nhanh, lượng nước đổ về hồ ga lớn gây nên ngập ú nước tại những tiêu lưu vực.

**Từ khóa:** Mô hình SWMM; Khả năng tiêu thoát nước mưa quận 7; TP.HCM.

### **1. Giới thiệu**

Phát triển đô thị, quá trình đô thị hóa, bê tông hóa bề mặt khu vực tự nhiên đang phát triển khá nhanh và ở rộng khắp các tỉnh, thành ở nước ta. Đi kèm với phát triển đô thị là những vấn đề khó khăn, các đô thị có qui mô lớn như thành phố Hồ Chí Minh (TP. HCM) phải đối mặt với nhiều thách thức làm thế nào để cung cấp hiệu quả nhất các dịch vụ hạ tầng kỹ thuật phục vụ đô thị, nâng cao chất lượng sống của người dân; sử dụng hợp lý nguồn tài nguyên về đất đai và giảm thiểu tác động bất lợi về môi trường. Hơn nữa, hiện nay, biến đổi khí hậu (BĐKH) với các biểu hiện đi kèm như nắng nóng, băng tan, nước biển dâng dẫn đến ngập lụt ngày càng diễn ra phức tạp và có xu hướng khó dự đoán. Như đã phân các thành phố thuộc khu vực đồng bằng, thành phố Hồ Chí Minh phải đối mặt với những thách thức nghiêm trọng do BĐKH gây ra. Trong đó có những thách thức đáng chú ý như hiện nay thành phố đã thường xuyên bị ngập, nếu mực nước biển dâng sẽ tiếp tục tác động đến thành phố. Mưa lớn và thiếu hồ lưu trữ nước, hệ thống thoát nước chưa đáp ứng, ... cũng là các nguyên nhân dẫn đến ngập. Những vấn đề này sẽ trở nên nghiêm trọng hơn khi lượng mưa gia tăng do BĐKH.

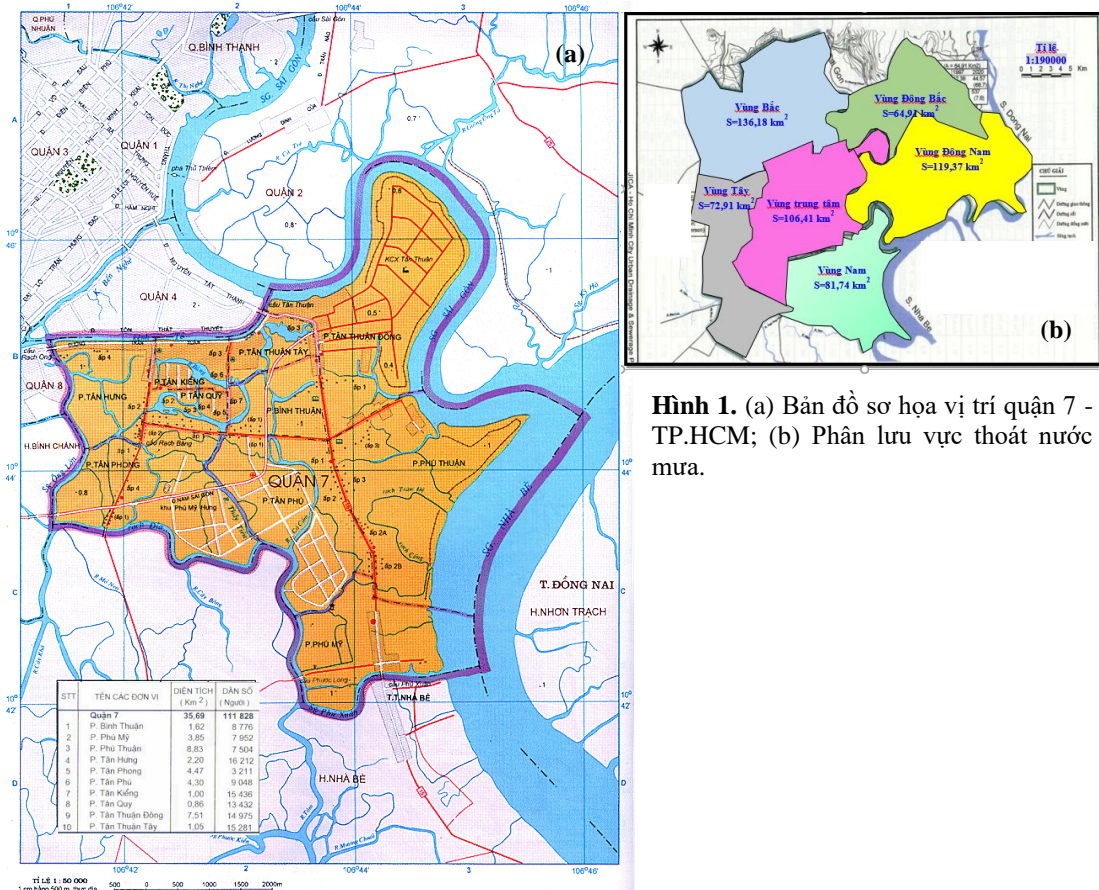
Theo Trung tâm điều hành chương trình chống ngập nước TP. HCM, trong những tháng mùa mưa, cứ vài tuần lại xảy ra một vụ ngập nước do mưa với nhiều mức độ nghiêm trọng khác nhau. Số liệu quan trắc trên địa bàn quận 1 cho thấy chỉ trong vòng 90 phút vũ lượng đã đạt 204 mm, khiến cho 59 tuyến đường bị ngập nặng, trên thực tế gần như toàn bộ thành phố bị tê liệt vì ngập. Một số khu vực bị ngập nặng như Thảo Điền (quận 2), Hiệp Bình Chánh (quận Thủ Đức), phường 15 (quận Tân Bình), phường Đông Hưng Thuận (quận 12),

Quận 7, Nhà Bè,... Trong khi đó, 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. Một số vị trí ngập xuất hiện trên địa bàn thành phố sau những trận mưa có vũ lượng trên 40 mm ngay cả khi thủy triều đang ở mức thấp, cho thấy dòng chảy đô thị do mưa lớn vượt quá khả năng thoát nước của công hiện là tác nhân gây ngập chủ yếu hiện nay. BĐKH làm cho mực nước biển tăng và do đó mực thủy triều dâng cao có thể dẫn đến việc phá hỏng công trình bảo vệ sông/bờ biển hiện hữu. Điều này sẽ gây ra ngập lụt trực tiếp cho nhiều khu vực rộng lớn ở Thành phố Hồ Chí Minh và gây quá tải hệ thống thoát nước đô thị hiện hữu nếu các cửa xả ra sông không được bảo vệ bằng công điều tiết hoặc van một chiều ngăn thủy triều. Ngoài ra, dưới tác động của BĐKH, mùa mưa sẽ khắc nghiệt hơn cường độ mưa cao, kéo dài, tần suất gia tăng nguy cơ làm quá tải hệ thống thoát nước hiện hữu, giảm mức bảo vệ chống ngập của hệ thống thoát nước đô thị hiện hữu, vì vậy tăng ngập lụt đô thị. Những biện pháp chống ngập như xây dựng mới, cải tạo hệ thống cống đang xuống cấp, nâng đường,... có nhiều ưu điểm tuy nhiên chưa giải quyết được vấn đề cảnh báo ngập trong thời gian ngắn để người dân, các ban quản lý nắm bắt tình hình và nhanh chóng đưa ra quyết định trong bối cảnh ngập như hiện nay ở TP.HCM [1].

Tình hình ngập hiện nay ở Thành phố Hồ Chí Minh nói chung và Quận 7 nói riêng là vấn đề được nhiều người quan tâm, ngập lụt ảnh hưởng đến tình hình dân sinh, kinh tế cũng như môi trường sống của người dân. TP.HCM dốc từ Bắc xuống Nam, vì thế hướng thoát nước sẽ là hướng Bắc - Tây Bắc - Đông Bắc xuống Nam - Đông Nam - Tây Nam, do đó hướng Nam sẽ thường hay bị ngập, và chưa được đầu tư đúng mức vì đây là vùng trũng thấp, đầm lầy. Khi mưa to hay triều cường khu vực phía Nam này sẽ là túi chứa nước cho thành phố, khi đô thị Phú Mỹ Hưng hình thành và phát triển mạnh mẽ nhiều kênh rạch ở đây đã bị san lấp để xây dựng công trình dẫn đến tình trạng ngập ngày càng nặng [1-3].

Một số nghiên cứu điển hình về các nguyên nhân gây ngập và tìm kiếm giải pháp giảm thiểu ở TP.HCM cho thấy các vùng lún cho thấy TP.HCM đang diễn ra với tốc độ lún lớn trên 10 cm trong vòng 10 năm. Từ năm 2005-2015, cá biệt có những nơi lún tới 73 cm/10 năm (tại mốc trên sân Trung tâm Văn hóa Thể dục Thể thao tại phường An Lạc quận Bình Tân) [4]. Theo kết quả nghiên cứu của Trung tâm địa tin học (Thuộc ĐHQG TP.HCM): hiện tượng lún tại TP.HCM được chia làm năm cấp độ. Cấp độ 1 khu vực lún ổn định 0,1 cm/năm, cấp độ 2 khu vực lún chậm từ 0,1-0,3 cm/năm, cấp độ 3 là lún trung bình 0,4-0,6 cm/năm, cấp độ 4 là những khu vực lún 0,7-1,0 cm/năm. Riêng cấp độ 5 là những nơi có độ lún hơn 1 cm/năm [5-6]. Nguyễn Kỳ Phùng và nnk (2012) đã ứng dụng mô hình thủy lực và mô hình độ cao số tính toán ngập lụt TP. Hồ Chí Minh. Kết quả mô phỏng thủy lực được kết hợp với mô hình độ cao số để mô phỏng bản đồ các khu vực ngập lụt hiện trạng và theo kịch bản mực nước biển dâng năm 2020 của thành phố [7]. Nghiên cứu [8] ứng dụng mô hình MIKE để tính toán ngập lụt hạ lưu lưu vực sông Cu Đê, thành phố Đà Nẵng. Các tác giả áp dụng MIKE FLOOD, một modun kết nối MIKE11 và MIKE21 thuộc bộ phần mềm MIKE của Viện khoa thủy lực Đan Mạch, để tính toán. Tác giả đã dựa vào các trận lũ năm 2008 và năm 2009 để hiệu chỉnh và kiểm tra mô hình; đã tìm được bộ tham số mô hình nhằm làm cơ sở cho tính toán dự báo cho các kịch bản phát triển đô thị hạ lưu sông Cu Đê. Tác giả [9] với đề tài nghiên cứu khoa học cấp thành phố “Nghiên cứu đề xuất lựa chọn chiến lược quản lý ngập lụt thích hợp trên cơ sở các dự án đã, đang và dự kiến triển khai tại TP.HCM” đã xây dựng được một lộ trình thực hiện chiến lược quản lý ngập lụt. Dự án kiểm soát triều “Quy hoạch thủy lợi chống ngập úng khu vực TP.HCM được Thủ tướng chính phủ phê duyệt theo QĐ 1547/QĐ-TTg, ngày 15/10/2008. Đây là dự án có quy mô lớn, mang tính hệ thống và có cần nhiều thời gian để xây dựng. Trong đó có công trình cống Thị Nghè của một tiểu lưu vực độc lập thoát ra sông Sài Gòn được xây dựng nên cần có đánh giá tính hiệu quả, theo dõi quá trình vận hành (đã có nghiên cứu về chế độ vận hành) nhằm đúc rút kinh nghiệm thực tiễn áp dụng cho các công trình tiếp theo của dự án này. Dự án này có xét đến BĐKH thông qua các kịch bản nước biển dâng, tác động của BĐKH đến mưa đô thị chưa được xem xét. Quy hoạch tổng

mặt bằng TP.HCM đến năm 2025, đã được Thủ tướng chính phủ phê duyệt theo QĐ 24-TTg, ngày 26/10/2010. Trong quy hoạch này có phần nội dung tính toán cốt nền xây dựng phục vụ giảm ngập, liên quan đến hệ thống [10–12]. Kết quả của các đề tài, dự án đã góp phần quan trọng vào việc đề xuất cơ sở khoa học, định hướng về các giải pháp chống ngập và kiểm soát ngập cho toàn TP. Hồ Chí Minh. Nghiên cứu này sẽ tiếp cận theo cách chi tiết mô phỏng cho một khu vực nhỏ để có các giải pháp cụ thể giảm thiểu tác động do ngập của quận 7 - một trong những quận phát triển và đóng vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế TP.HCM (Hình 1a).



**Hình 1.** (a) Bản đồ sơ họa vị trí quận 7 - TP.HCM; (b) Phân lưu vực thoát nước mưa.

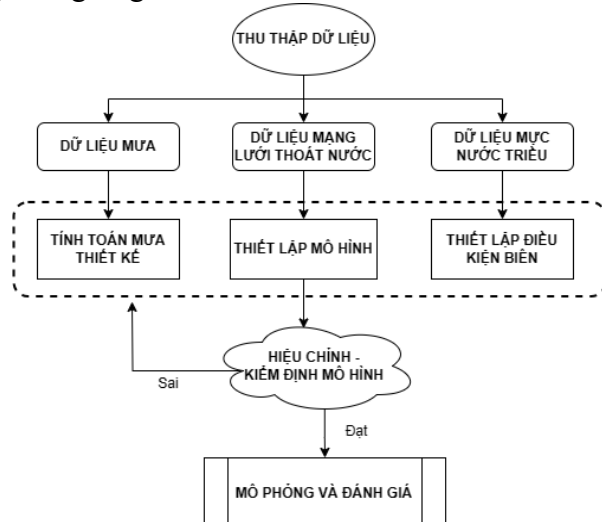
TP.HCM chia làm 6 lưu vực thoát nước (Hình 1b) dựa trên cao trình mặt đất và quy hoạch đô thị và Quận 7 là nơi thoát nước cho toàn thành phố, nhưng với mục tiêu phát triển kinh tế: nhiều khu đô thị mới được xây, nhiều nhà cao tầng mới mọc lên,... đã dần san lấp hết vùng thoát nước, không gian xanh không tương ứng, thêm vào đó nền bị lún, mực nước dâng thì ngập sẽ là tất yếu [13–15].

Do đó, cần thiết đánh giá khả năng tiêu thoát nước mưa cho khu vực nghiên cứu trên cơ sở đó đề xuất các biện pháp quản lý nhằm giảm ngập cho khu vực.

## 2. Số liệu sử dụng và phương pháp nghiên cứu

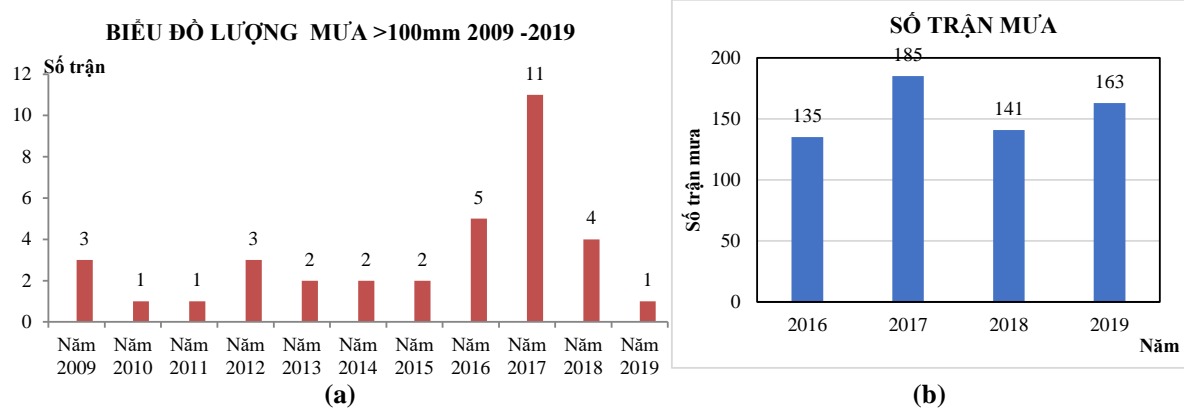
### 2.1. Số liệu sử dụng

Về tình hình mưa: Theo số liệu thống kê, từ năm 2009 đến năm 2015, trong 7 năm chỉ xuất hiện 14 trận mưa trên 100 mm, bình quân 01 năm xuất hiện 2 lần. Nhưng ở các năm tiếp theo, từ năm 2016-2019 đã xuất



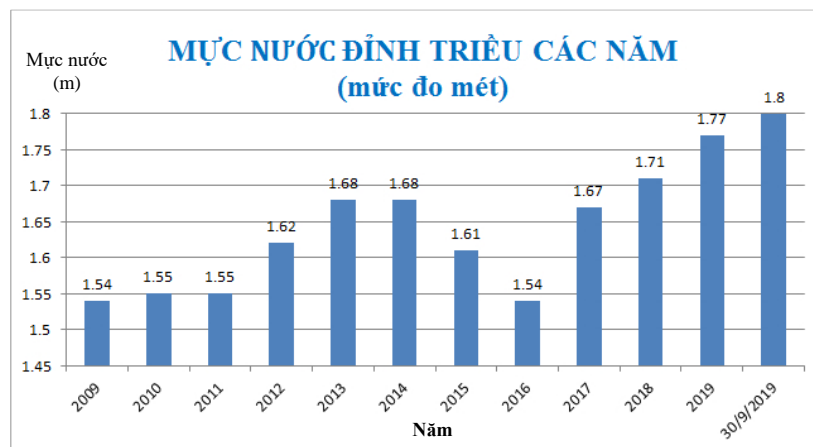
**Hình 2.** Sơ đồ cấu trúc nghiên cứu.

hiện nhiều hơn gấp đôi, tới 21 trận mưa, trong đó có những trận mưa đạt 100 mm - 204,3 mm (Hình 3a-3b) [1, 13].



**Hình 3.** (a) Biểu đồ lượng mưa trên 100 mm từ 2009-2019 ở TP.HCM; (b) Biểu đồ số trận mưa trên 100mm từ 2009-2019 ở TP.HCM.

Về tình hình diễn biến triều cường: trong những năm qua (2012-2018) đã xuất hiện trên 113 đỉnh triều bằng và lớn hơn +1,5m, đỉnh max là +1,68 m. Năm 2019 đỉnh triều cán mức +1,8m tại trạm Nhà Bè (30/9/2019) (Hình 4).



**Hình 4.** Diễn biến mực nước đỉnh triều.

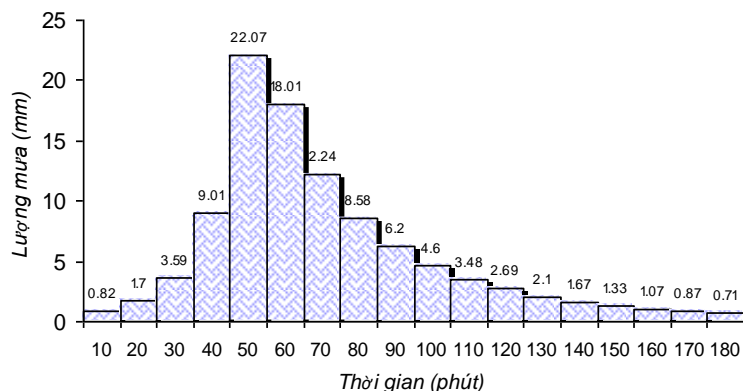
a. Biên mực nước:

- Trường hợp hiệu chỉnh kiểm định mô hình biên mực nước là dao động mực nước triều ngày 15/8/2021 được gán tại các cửa xả trong phạm vi nghiên cứu.

- Trường hợp mô phỏng đánh giá khả năng tiêu thoát nước mưa khu vực nghiên cứu là dao động mực nước triều ngày 15/7/2023 và giá trị mực nước cố định tại cao độ +1,32 m.

b. Mô hình mưa thiết kế:

Biểu đồ mưa thiết kế được xác định trên phương trình biểu diễn IDF, bằng phương pháp cường độ mưa tức thời và dữ liệu này được kế thừa từ nghiên cứu [1].



**Hình 5.** Biểu đồ mưa thiết kế chu kỳ 3 năm.



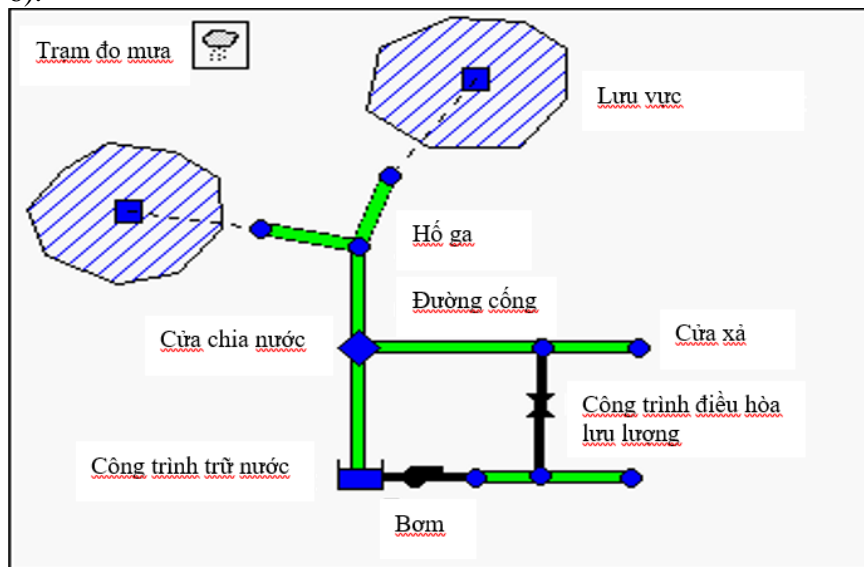
Sử dụng hệ số mưa trước đỉnh  $r = 0,25$ , xây dựng mô hình mưa thiết kế cho trạm Tân Sơn Hòa chu kỳ lặp lại 3 năm, thời đoạn 180 phút (Hình 5).

## 2.2. Phương pháp mô phỏng đánh giá

Phương pháp sử dụng là phương pháp đo đạc thực tế kết hợp mô phỏng bằng mô hình toán số SWMM [16–18].

SWMM (Storm Water Management Model) được xây dựng ở hai trường đại học San Phansico và Florida (Mỹ) do cơ quan bảo vệ môi trường Hoa Kỳ (EPA) xây dựng từ năm 1971-1999 để mô phỏng chất và lượng nước của lưu vực thoát nước đô thị và tính toán quá trình chảy tràn từ mỗi lưu vực bộ phận đến cửa nhận nước của nó. Thuộc tính dòng chảy của mô hình cho phép mô phỏng dòng chảy trực tiếp ra điểm tiếp nhận hoặc chảy từ vùng thấm sang vùng không thấm hay ngược lại [16–18].

SWMM bao gồm các khối sau: (1) Khối “dòng chảy” (*Runoff block*) tính toán dòng chảy mặt và ngầm dựa trên biểu đồ quá trình mưa (và/hoặc tuyết tan) hàng năm, điều kiện ban đầu về sử dụng đất và địa hình; (2) Khối “truyền tải” (*Transport block*) tính toán truyền tải vật chất trong hệ thống nước thải; (3) Khối “chảy trong hệ thống” (*Extran block*) diễn toán thủy lực dòng chảy phức tạp trong cống, kênh...; (4) Khối “Trữ/xử lý” (*Storage/Treatment block*) biểu thị các công trình tích nước như ao hồ...và các công trình xử lý nước thải, đồng thời mô tả ảnh hưởng của các thiết bị điều khiển dựa trên lưu lượng và chất lượng- các ước toán chi phí cơ bản cũng được thực hiện; (5) Khối “nhận nước” (*Receiving block*) Môi trường tiếp nhận (Hình 6).



Hình 6. Các thành phần trong hệ thống mô phỏng SWMM.

Dòng chảy trong cống được mô phỏng dựa trên hệ phương trình dòng không ổn định Saint-Venant 1 chiều, sai phân theo sơ đồ hiện [16–18]:

- Phương trình liên tục của dòng không ổn định:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + V \frac{\partial A}{\partial x} + A \frac{\partial V}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

Trong đó  $A$  là diện tích mặt cắt ngang;  $V$  là lưu tốc trung bình mặt cắt ngang dòng chảy;  $x$  là khoảng cách dọc theo lòng dẫn;  $t$  là thời gian.

- Phương trình động lượng của dòng không ổn định:

Phương trình động lượng của dòng không ổn định:

$$S_f = S_o - \frac{\partial h}{\partial x} - \frac{V}{g} \cdot \frac{\partial V}{\partial x} - \frac{1}{g} \cdot \frac{\partial V}{\partial t} \quad (2)$$

Trong đó  $S_f$  là độ dốc thủy lực;  $S_o$  là độ dốc đáy;  $g$  là gia tốc trọng trường.

- Phương trình liên hệ giữa lưu lượng  $Q$  và cột nước đo áp  $H$

$$H_{t+\Delta t} = H_t + \Sigma Q_t \Delta t / A_{st} \quad (3)$$

Trong đó  $A_s$  là diện tích mặt thoáng của nút;  $\Delta t$  là bước thời gian phải thỏa mãn điều kiện Courant sau: Đối với ống:  $\Delta t \leq L / (gD)^{1/2}$ ; Đối với nút:  $\Delta t \leq 0,1 A_s \Delta H_{\max} / \Sigma Q$ .

Trong đó  $D$  là chiều sâu tối đa trong ống;  $L$  là chiều dài ống trên đó thực hiện truyền sóng động lực;  $\Delta H_{\max}$  là độ dâng lớn nhất của mặt nước trong một bước thời gian;  $\Sigma Q$  là tổng lưu lượng thực chảy vào nút.

### 2.3. Phạm vi mô phỏng

Thời gian gần đây, vấn đề ngập ở quận 7, TP.HCM ngày càng nghiêm trọng. Theo số liệu thông kê có những sự biến động đáng lo ngại:

Mỗi khi có cơn mưa lớn kéo dài trong khoảng 2-3 giờ, các khu vực như Phú Mỹ Hưng, Tân Phong và Nam Long thường ghi nhận tình trạng ngập úng, đạt độ sâu từ 20 cm đến 1 m tại một số điểm thấp. Điều này gây ra không chỉ bất tiện cho giao thông và cuộc sống hàng ngày của người dân mà còn thiệt hại đáng kể cho doanh nghiệp và cơ sở hạ tầng đô thị. Bên cạnh, ngập lụt gây ảnh hưởng đến sức khỏe và môi trường sống của người dân khu vực [19–24].

**Bảng 1.** Bảng tổng hợp tình hình mưa năm 2019.

Nội dung	Năm 2018	Năm 2019	Tăng (+)/giảm (-)
Tổng số ngày mưa	141	163	+15,60%
Tổng lượng mưa trung bình (mm)	1.268	1.138	-10%
Số ngày mưa có lượng mưa trên 50mm/24h	23	23	0
Số trận mưa gây ngập	17	25	+47,05%
Tổng số tuyến đường ngập	38	15	-60,52%
Số ngày vượt tần suất thiết kế	03	01	
Số ngày mưa có vũ lượng lớn nhất từ đầu năm đến nay	401mm (trạm Tân Sơn Hòa ngày 25/11/2018)	123,7mm (trạm Nguyễn Hữu Cánh ngày 14/09/2019)	

**Bảng 2.** Bảng tổng hợp tình hình ngập do triều.

Tình hình triều	Năm 2018	Năm 2019	Tăng (+)/giảm (-)
Số ngày triều gây ngập	35	17	-51,42%
Số tuyến đường ngập	11	14	+27,27%
Số ngày triều có mực nước > 1,5m	18	25	+38,88%
Mực nước lớn nhất từ đầu năm đến nay (m)	1,71m (trạm Phú An ngày 02/02/2018)	1,80m (trạm Nhà Bè ngày 30/9/2019)	+0,09%

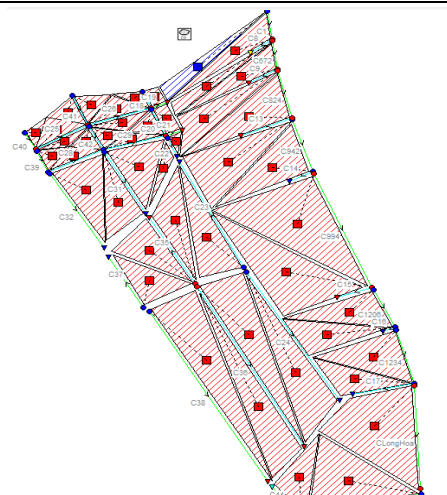
Thêm vào đó tình trạng ngập do triều tại các khu vực thấp cũng bắt đầu xuất hiện ở mức triều từ +1,0 m trở lên trong đó Quận 7 là một trong những địa điểm ngập nặng [19–24]. Khu vực nghiên cứu đánh giá được giới hạn bởi: Đường Huỳnh Tấn Phát, Hoàng Quốc Việt, Nguyễn Lương Bằng, quận 7, Thành phố Hồ Chí Minh.

Mạng lưới thoát nước được mô phỏng gồm 40 nút, 20 cửa xả, 45 tiểu lưu vực, 39 đoạn cống (Hình 7).

## 3. Kết quả và thảo luận

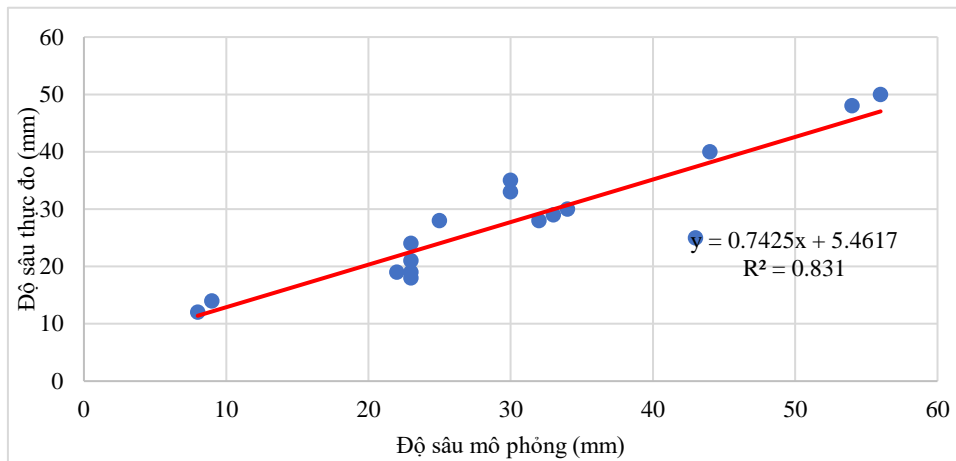
### 3.1. Hiệu chỉnh mô hình

Với số liệu sử dụng hiệu chỉnh kiểm định mô hình, sau khi tiến hành mô phỏng khu vực nghiên cứu bằng



**Hình 7.** Sơ đồ tính toán thủy lực khu vực nghiên cứu.

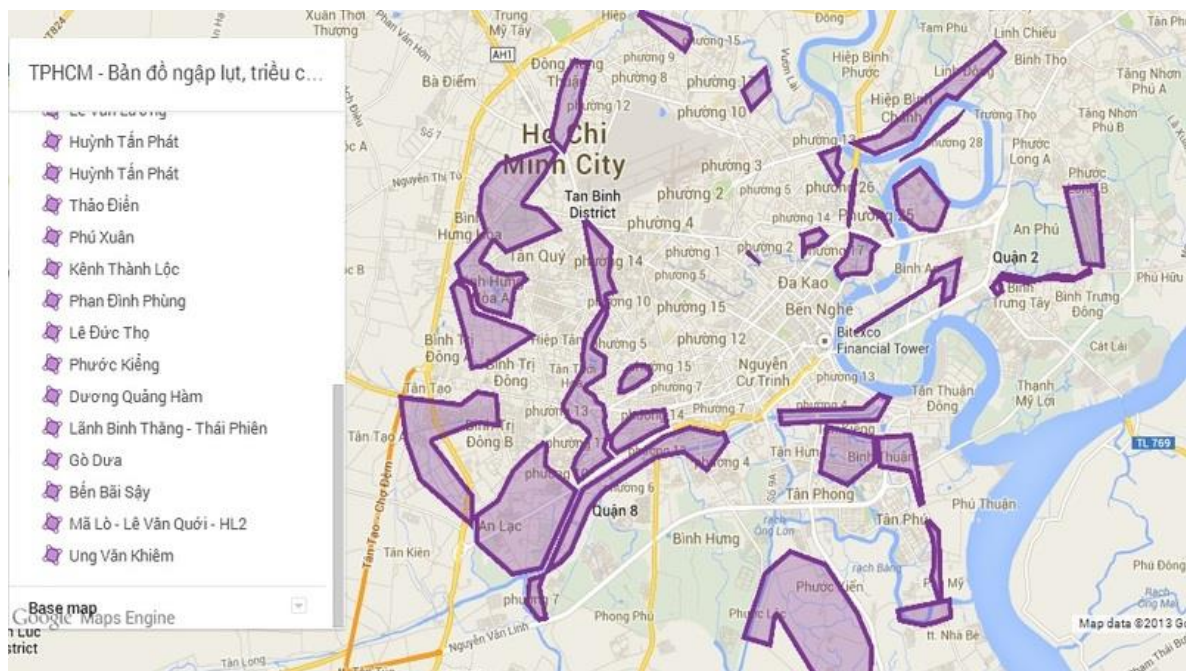
mô hình SWMM cho kết quả trong hình 8. Giá trị tương quan giữa các điểm thực đo độ ngập và mô phỏng đạt  $R^2 = 0,83$  cho thấy mô hình cơ bản đảm bảo độ tin cậy để tiếp tục mô phỏng.



**Hình 8.** Biểu đồ so sánh độ sâu ngập tại các node mô phỏng và thực đo.

### 3.2. Kết quả mô phỏng

Dựa vào kết quả mô phỏng cho thấy mức độ ngập tại các điểm trong trường hợp mô phỏng tương đương với đo đạc thực tế, tổng độ sâu ngập thực đo tại các điểm khảo sát là 512 mm, mô hình mô phỏng là 473 mm. Với kết quả hiệu chỉnh, cho thấy mô hình có thể được dùng để mô phỏng đánh giá khả năng tiêu thoát nước mưa khu vực nghiên cứu (Hình 9).

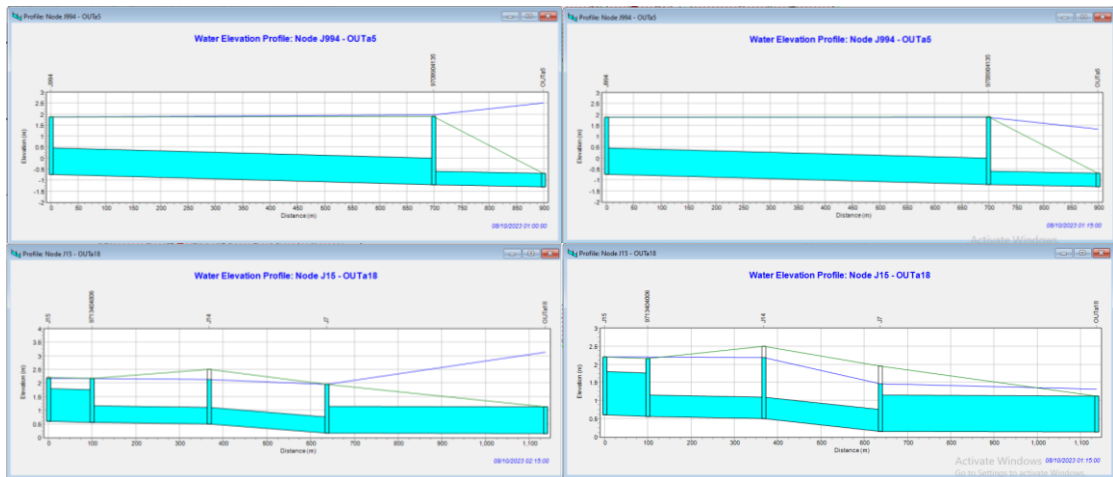


**Hình 9.** Biểu đồ ngập TP.HCM năm 2021,

Nghiên cứu xây dựng các kịch bản đánh giá khả năng tiêu thoát nước mưa khu vực nghiên cứu như sau:

- Biên mực nước ảnh hưởng dao động mực nước triều ngày 15/7/2023;
- Biên mực nước không chế đạt cao trình +1,32 m theo thiết kế dự án chống ngập;
- Biên mực nước không chế đạt cao trình +1,25 m;
- Biên mực nước đạt cao trình +1,32 m và tăng tỷ lệ thấm bề mặt lưu vực lên 25%.

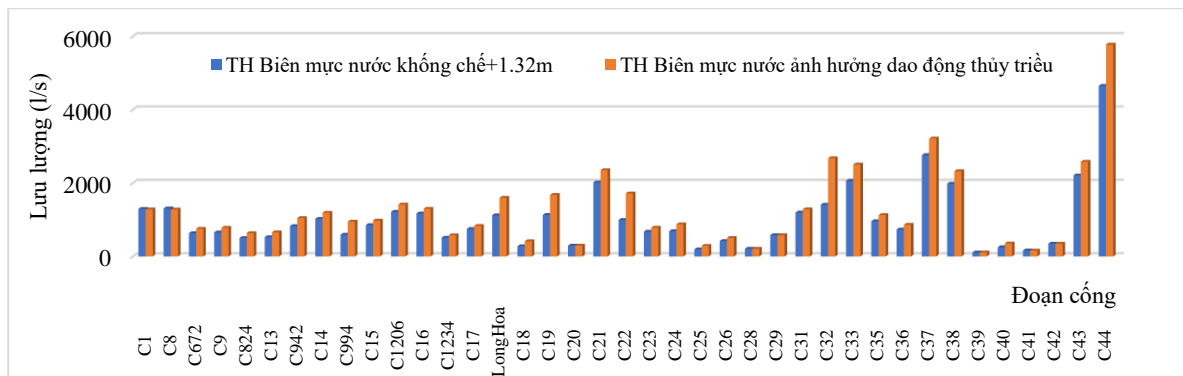
Kết quả các kịch bản được thể hiện ở hình 10-13.



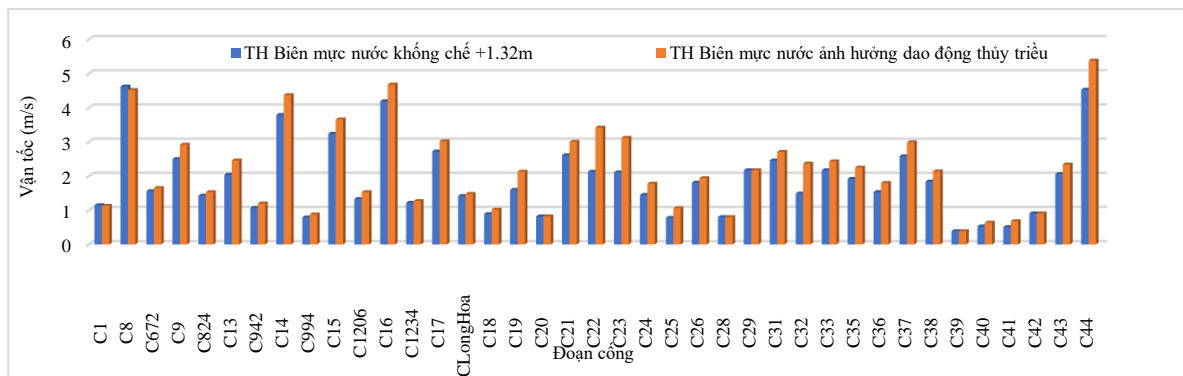
TH: Ảnh hưởng thủy triều 15/7/2023

TH: Biên mực nước khống chế +1,32m

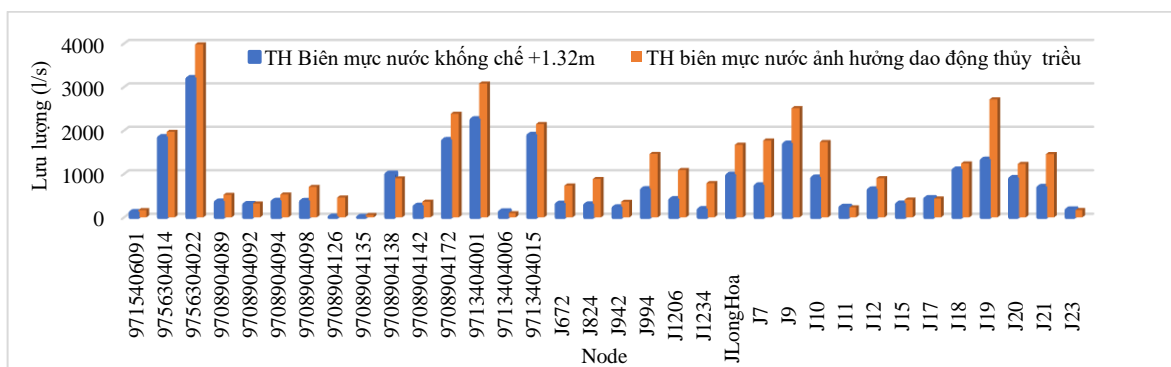
**Hình 10.** Diễn biến mực nước trong tuyến cống điển hình.



**Hình 11.** Diễn biến dòng chảy lớn nhất trong cống.



**Hình 12.** Vận tốc nước chảy trong cống.



**Hình 13.** Lưu lượng lớn nhất tại node.

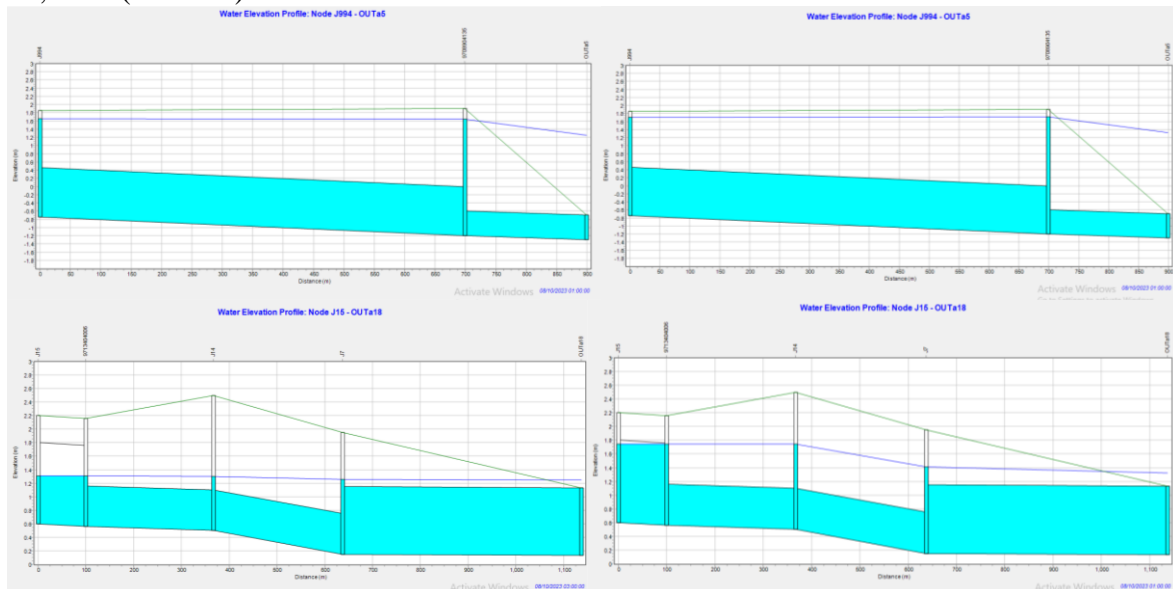


Kết quả mô phỏng đánh giá cho thấy cả hai trường hợp biên mực nước không chế đạt cao trình +1,32 m và ảnh hưởng dao động thủy triều mạng lưới thoát nước khu vực đánh giá đều xảy ra tình trạng ngập.

Qua các kết quả mô phỏng mức độ ngập lụt tại Q7 TP.HCM bằng mô hình SWMM thể hiện qua các 2 trận mưa hiệu chỉnh và theo biểu đồ mưa thiết kế chu kỳ 3 năm với các kịch bản BĐKH trong điều kiện nước biển dâng, có thể nhận thấy rằng ngập lụt diễn ra tại các cửa thoát của hệ thống cống. Với thời gian tập trung nước nhanh, lượng nước đổ về hồ ga lớn gây nên ngập ú nước tại những tiểu lưu vực.

### 3.3. Đề xuất biện pháp quản lý khu vực nghiên cứu

Với các nguyên nhân gây ra ngập chủ quan và khách quan và trên cơ sở kết quả mô phỏng đánh giá khu vực nghiên cứu, đề xuất một vài biện pháp hỗ trợ quản lý giúp giảm thiểu tình trạng ngập do mưa và triều khu trung tâm hành chính Quận 7 là: Hạ mực nước không chế xuống +1,25 m và Tăng tỷ lệ thấm của lưu vực lên 25%. Kết quả mô phỏng trường hợp hạ mực nước không chế xuống +1,25 m và tăng tỷ lệ thấm bề mặt phủ lên 25% với mực nước +1,32 m (Hình 14).



Trường hợp biên mực nước +1,25m

Trường hợp diện tích thấm 25%

**Hình 14.** Diễn biến mực nước trong tuyến cống điển hình.

Theo kết quả mô phỏng cho thấy, với kịch bản biên mực nước ảnh hưởng dao động triều cường ngày 15/7/2023 và mực nước không chế tại cao độ +1,32 m, khu vực nghiên cứu còn ngập khá nghiêm trọng. Kết quả mô phỏng cho thấy: Điểm ngập nặng: độ sâu ngập  $H > 0,3$  m và không tiêu thoát hết trong thời gian  $t > 120$  phút sau khi hết mưa; Điểm ngập vừa: độ sâu tụ nước  $0,15\text{m} < H < 0,3$  m và không tiêu thoát hết trong thời gian  $30\text{ phút} < t < 120$  phút sau khi hết mưa; Điểm ngập nhẹ: độ sâu tụ nước  $0,1 < h < 0,15$  m và không tiêu thoát hết trong thời gian  $t < 30$  phút sau khi hết mưa; Không ngập: là vị trí nước tụ lại ở độ sâu  $H < 0,1\text{m}$  và tiêu thoát hết trong thời gian  $t < 30$  phút.

Với kịch bản biên mực nước không chế tại cao trình +1,25 m cũng như trường hợp biên mực nước không chế tại cao trình +1,32 m và tăng bề mặt thấm lưu vực lên 25%, kết quả mô phỏng cho thấy tình hình ngập của phạm vi nghiên cứu cơ bản được kiểm soát. Khi tăng bề mặt thấm lưu vực lên, tăng khả năng điều tiết nước bằng tự nhiên, mưa xuống một phần lưu lượng được thấm bổ cập cho nguồn nước dưới đất, một phần được giữ lại trên bề mặt không thấm. Cùng với việc, thời gian tập trung dòng chảy tràn lâu hơn, mực nước không chế thấp hơn thuận lợi cho việc tiêu thoát giảm ngập cho đô thị.

#### 4. Kết luận

Để đánh giá khả năng tiêu thoát nước mưa của một phần khu vực quận 7, Thành phố Hồ Chí Minh nghiên cứu sử dụng mô hình SWMM kết quả tương đối phù hợp với thực trạng khu vực nghiên cứu. Mô hình mô phỏng, tính toán quá trình chảy tràn trên bề mặt phủ của lưu vực đến cửa nhận nước của nó với kịch bản biên mực nước triều ngày 15/7/2023, mực nước dâng 1,25 m; 1,32 m và kịch bản mực nước 1,32m cùng với bề mặt thấm của lưu vực là 25%, tuy nhiên trong thực tế tốc độ này có thể tăng nhanh hoặc chậm hơn, lúc đó hiệu quả của phương án có thể ngắn hoặc dài hơn. Như vậy cho thấy rằng, nếu vẫn giữ mực nước không chế tại cửa xả ở cao trình +1,32m theo thiết kế thì phải tăng bề mặt thấm của lưu vực lên 25%. Hoặc hạ mực nước không chế xuống cao trình +1,25 m thì vấn đề ngập của khu vực nghiên cứu coi như đã được kiểm soát.

Quá trình mô phỏng mới chỉ hiệu chỉnh mô hình 1 năm nên độ tin cậy của mô hình mới chỉ dừng lại ở khả năng ứng dụng nghiên cứu, để kết quả chính xác hơn thì cần thiết phải hiệu chỉnh kiểm định nhiều trận mưa, ngập hơn. Những điều này sẽ được thực hiện ở các nghiên cứu tiếp theo.

**Lời cảm ơn:** Bài báo được hoàn thành trong khuôn khổ đề tài cấp trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM năm 2023, mã số: CT.2023.09. Các tác giả chân thành cảm ơn.

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: H.T.T.N.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: H.T.T.N.; Xử lý số liệu: H.T.T.N., N.V.A., N.H.T.; Mô hình hóa: H.T.T.N.; Phân tích kết quả: H.T.T.N., C.T.V.; Chỉnh sửa bài báo: H.T.T.N., C.T.V.

**Lời cam đoan:** Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

#### Tài liệu tham khảo

1. Long, P.T. Xây dựng mô hình dự báo, cảnh báo và quản lý ngập cho đô thị thông minh tại thành phố Hồ Chí Minh. Báo cáo tổng hợp đề tài KHCN cấp thành phố 2021, 2021.
2. Nữ, H.T.T. Nghiên cứu giải pháp thoát nước chống ngập cho lưu vực rạch Văn Thánh Thành phố Hồ Chí Minh, Luận văn thạc sĩ kỹ thuật Đại học Bách Khoa TP.HCM 2010.
3. Nữ, H.T.; Quyên, T.T.; Anh, V.T.V.; Thảo, N.T.H.; Văn, C.T. Ứng dụng mô hình thủy văn đô thị mô phỏng mức độ ngập do gia tăng mực nước triều và khả năng thoát nước cho hệ thống kênh Tân Hóa - Lò Gốm ở thành phố Hồ Chí Minh. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2022**, 740, 22–35.
4. Trường, T.V. Nhìn lại bài toán ngập lụt Thành phố Hồ Chí Minh. Trực tuyến: <https://ashui.com/mag/tuongtac/phanbien/14844-nhin-lai-bai-toan-ngap-lut-thanh-pho-ho-chi-minh.html>, 2018.
5. Cục Đo đạc và Bản đồ Việt Nam (Bộ Tài nguyên và Môi trường). Báo cáo tình hình sụt lún khu vực TP.HCM và ĐBSCL, 2016. Trực tuyến: <https://baotainguyenmoitruong.vn/bao-cao-tinh-hinh-sut-lun-khu-vuc-tp-hcm-va-dbscl-246240.html>.
6. Vinh, P.T. và cs. Diễn biến ngập lụt dưới tác động của BĐKH, lún sụt đất và các giải pháp kiểm soát ngập cho khu vực tp.hcm nói riêng và các đô thị phía nam. Hội thảo khoa học và công nghệ về quản lý công trình thủy lợi, Viện Khoa học Thủy lợi Miền nam, 2018.
7. Phùng, H.L.T.; Hoàng, T.T.; Toàn, H.C.; Đông, N.P.; Linh, H.T.M.; Phùng, N.K. Xây dựng kịch bản giảm ngập cho quận 12 trên mô hình toán. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2019**, 705, 64–70.
8. Viện Quy hoạch Thủy lợi miền Nam. Quy hoạch tổng thể thủy lợi ĐBSCL trong điều kiện BĐKH, NBD, 2011.
9. Giang, L.S. và cs. Nghiên cứu đề xuất lựa chọn chiến lược quản lý ngập lụt thích hợp trên cơ sở các dự án đã, đang và dự kiến triển khai tại Tp.HCM, Đề tài cấp thành phố Hồ Chí Minh năm 2018.
10. Dự án: “Giải quyết ngập do triều khu vực TP.HCM có xét đến yếu tố biến đổi khí hậu (giai đoạn 1)”, Trung tâm điều hành chương trình chống ngập nước TP.HCM, 2015.

11. Đề án: “Chống ngập và xử lý nước thải TP.HCM giai đoạn 2020-2045 và kế hoạch chống ngập và xử lý nước thải giai đoạn 2020-2030”, UBND TP.HCM, 2020.
12. Quyết định: 752/QĐ-TTg: “Về việc phê duyệt quy hoạch tổng thể hệ thống thoát nước TP.HCM đến năm 2020”, 2001.
13. Tín, N.T. Quy hoạch thủy lợi phục vụ tìm kiếm giải pháp chống ngập lụt cho TP. Hồ Chí Minh. Báo cáo hội thảo UBND TP.HCM.
14. Nghiên cứu thu thập dữ liệu về kiểm soát ngập bằng cách lắp đặt cống thu gom nước thải và khả năng tài trợ tư nhân cho việc thoát nước và kiểm soát ngập. UBND TP.HCM, 2019.
15. Nữ, H.T.T.; Vũ, D.T.; Phùng, L.V.; Văn, C.T. Mô phỏng mức độ ngập và đề xuất giải pháp thoát nước chống ngập cho khu vực Văn Thánh - Thành phố Hồ Chí Minh. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2020**, 716, 12–25.
16. EPA. Storm water management model user's manual version 5.2.
17. James, W.; Rossman, L.E.; James, W.R.C. User's Guide to SWMM5 13th Edition, CHI Press, 2010.
18. Boyd, J.M.; Bufill, M.C.; Knee, R.M. Pervious and impervious runoff in urban catchments. *Hydrol. Sci. J.* **1993**, 38(6), 463–478.
19. Điềm, N.V.; Sơn, H.T. Mô hình tính toán thoát nước mưa cho những đô thị trong vùng bị ảnh hưởng thủy triều. Trường đại học Bách Khoa TP HCM (12/2002).
20. Zhou, Q.; Yang, X.; Melvilk, M.D. A GIS network model for sugarcane field drainage management. Proceedings of 8th Australasian Remote Sensing Conference, 25-29.
21. Thiệp, N.N. Các thách thức và giải pháp trong công tác giảm ngập nước cho đô thị TP.HCM. Hội thảo chuyên đề: Thực trạng triển khai giải pháp giảm ngập 5 năm qua và đề xuất các giải pháp, chỉ tiêu định hướng giai đoạn 2021-2025 trên địa bàn thành phố, 2019.
22. Vinh, P.T. Giải pháp phòng tránh và kiểm soát ngập cho các đô thị khu vực phía nam”, Hội thảo khoa học và công nghệ thủy lợi phục vụ phát triển bền vững. Viện Khoa học Thủy lợi Miền nam, 2023.
23. Sở Quy hoạch - Kiến trúc TPHCM. Giải pháp hạn chế tình trạng ngập lụt tại TP.HCM và tình hình biến đổi khí hậu trong tương lai. Trục tuyến: <https://qhkt.hochiminhcity.gov.vn/do-thi-xanh/giai-phap-han-che-tinh-trang-ngap-lut-tai-tp-hcm-va-tinh-hinh-bien-doi-khi-hau-trong-tuong-lai-1031.html>, 2017.
24. TCVN 7957:2023 Thoát nước - Mạng lưới và công trình bên ngoài - Tiêu chuẩn thiết kế.

## **Research and application of simulation models and assessment of rainwater drainage capacity in District 7 - Ho Chi Minh City**

**Hoang Thi To Nu<sup>1\*</sup>, Nguyen Vinh An<sup>1</sup>, Nguyen Huu Tuan<sup>1</sup>, Can Thu Van<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> HCMC University of Natural Resources and Environment; nu.htt@hcmunre.edu.vn; nvan@hcmunre.edu.vn; nhtuan@hcmunre.edu.vn; ctvan@hcmunre.edu.vn

**Abstract:** Ho Chi Minh City (HCMC) is located in the transition zone between the Southeast and the Mekong Delta with terrain that gradually lowers from North to South and from East to West. The area of districts 9, 8, 7 and Binh Chanh, Nha Be, Can Gio districts located in the South-Southwest and Southeast of the city has an average height of around 1m and the highest is 2m, the lowest is 0.5m. Frequently flooded by tides, heavy rain or combined rain and tides. This paper will research and apply the SWMM model to simulate the level of flooding in District 7 and evaluate the drainage capacity of the system corresponding to rain frequency  $T = 3$  years and two cases of water level boundary  $H = 1.25$  m and 1.32 m. The results of model calibration and testing have a correlation coefficient between actual measurements and calculations  $R^2 = 0.83$  and the simulation results show that the level of flooding often occurs at the outlet with fast water concentration time, large amount of water flowing into the manhole, causing water stagnation research area.

**Keywords:** Urban flooding in Ho Chi Minh City, SWMM model.