TẠP CHÍ
KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Check for updates

Bài báo khoa học

Đánh giá khả năng tiêu thoát nước mưa thành phố Thái Bình và một số giải pháp giảm thiểu ngập lụt cho khu vực nghiên cứu

Lê Thị Huệ[1]*, Đào Tiến Đạt[1], Đinh Thị Hương Thơm[1], Phạm Thị Diệu Thúy[1], Nguyễn Thu Lan[1], Đỗ Thị Ngọc Hoa[1], Vũ Thị Thanh Huyền[1]

[1] Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Đồng bằng và Trung du Bắc Bộ; minhhuekttv@gmail.com; daodat81@gmail.com; thomdth91@gmail.com; phamdieuthuykttv@gmail.com; nguyenlandbbb@gmail.com; ngochoakttv@gmail.com; vthuyen1999@gmail.com

*Tác giả liên hệ: minhhuekttv@gmail.com; Tel: +84–934537242

Ban biên tập nhận bài: 10/11/2024; Ngày phản biện xong: 3/1/2025; Ngày đăng bài: 25/6/2025

Tóm tắt: Quá trình đô thị hóa nhanh chóng đã làm gia tăng bề mặt không thấm nước, làm thay đổi đáng kể chu trình thủy văn tự nhiên ở khu vực đô thị khiến ngập lụt đô thị trở thành một vấn đề toàn cầu. Đánh giá khả năng tiêu thoát nước đô thị do ảnh hưởng của mưa lớn cũng đang là chủ đề nóng trong nghiên cứu về thủy văn đô thị. Từ các nghiên cứu trong và ngoài nước đều cho thấy mô hình MIKE URBAN là một trong những mô hình có độ tin cậy về mặt khoa học, tính toán hiệu quả ổn định có tính ứng dụng cao. Do đó, nghiên cứu đã tiến hành đánh giá khả năng tiêu thoát nước của khu vực nghiên cứu bằng cách sử dụng mô hình MIKE URBAN để mô phỏng ngập lụt cho khu vực với các kịch bản mưa khác nhau theo dữ liệu hệ thống cống hiện trạng. Nghiên cứu cũng đưa ra một số giải pháp giảm thiểu ngập lụt và mô phỏng ngập lụt theo các giải pháp rồi phân tích hiệu quả của các giải pháp đó.

Từ khóa: Mô hình MIKE URBAN; Khả năng tiêu thoát nước; Ngập lụt đô thị; Thành phố Thái Bình.

1. Đặt vấn đề

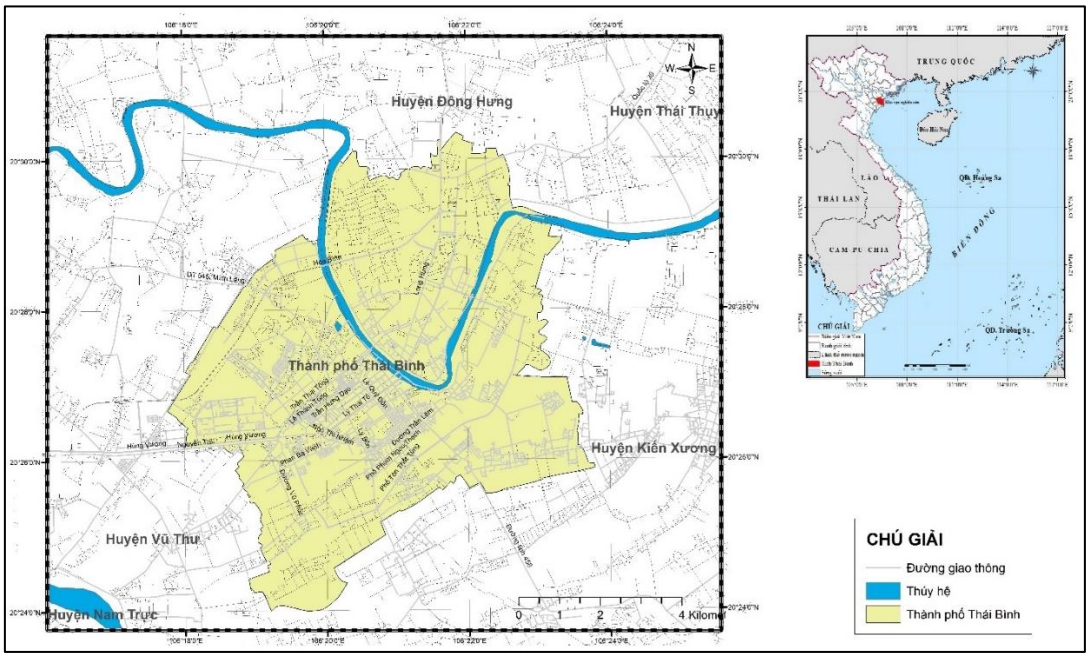
Ngập lụt đô thị là một trong những vấn đề nghiêm trọng hiện nay trong quá trình phát triển các đô thị do hệ thống thoát nước không có sự đồng bộ theo các giai đoạn phát triển và quy hoạch. Các hệ thống thoát nước hiện tại đang trở nên quá tải do diện tích bề mặt không thấm nước tăng và do sự biến đổi khí hậu đang diễn ra mạnh mẽ [1–4]. Đánh giá khả năng tiêu thoát mưa ở đô thị và đưa ra một số giải pháp giảm thiểu ngập lụt nhằm đảm bảo sự phát triển bền vững cũng đang là chủ đề nóng trong nghiên cứu thủy văn đô thị [5–10]. Hiệu suất của hệ thống thoát nước có thể được đánh giá bằng các mô hình mô phỏng quản lý nước mưa [11, 12]. Trên thế giới, có rất nhiều nghiên cứu đưa ra mô hình mô phỏng thoát nước đô thị hiệu quả để đánh giá khả năng tiêu thoát nước mưa như mô hình SWMM [13–15]; mô hình SOBEK của Hà Lan [16]; mô hình EPA, ASSA, Hệ thống thoát nước GEMS [17]; mô hình MIKE FLOOD, MIKE URBAN [18]... Và trong nước, cũng có rất nhiều nghiên cứu sử dụng các mô hình mô phỏng quản lý nước mưa để đánh giá khả năng tiêu thoát nước như nghiên cứu [19] đã sử dụng mô hình SWMM, [20, 21] sử dụng mô hình MIKE FLOOD, [22] sử dụng mô hình MIKE URBAN... Trong đó mô hình MIKE URBAN là một trong những mô hình được thiết lập để mô phỏng đồng thời để kiểm soát, thu gom, sử dụng nước mưa và đánh giá khả năng tiêu thoát nước mưa đô thị được sử dụng tương đối phổ biến. Mô hình có độ linh hoạt và mức độ khả dụng cao, có độ tin cậy về mặt khoa học và tính toán hiệu quả ổn định.

Mục đích nghiên cứu sử dụng mô hình MIKE URBAN mô phỏng đánh giá khả năng tiêu thoát nước của hệ thống tiêu thoát nước cho thành phố Thái Bình theo các kịch bản mưa với các tần suất khác nhau trong điều kiện hiện tại và trong điều kiện đưa ra một số giải pháp giảm thiểu ngập úng đối với hệ thống đã được mô phỏng bằng cách thay đổi tỷ lệ phần trăm không thấm nước và tăng kích thước hệ thống thoát nước. Từ đó đề xuất được các phương pháp để giảm thiểu nguy cơ ngập lụt.

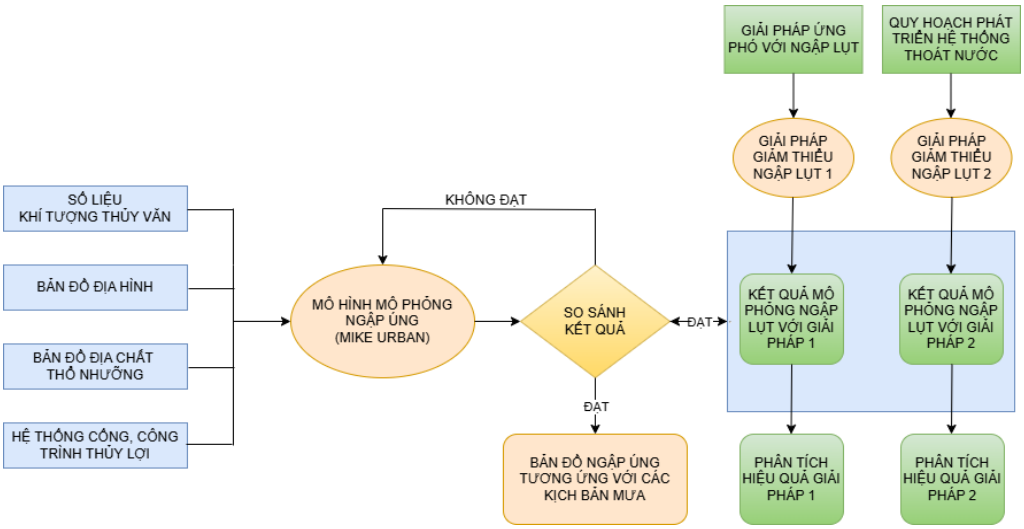
2. Phương pháp, số liệu nghiên cứu

2.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Thành phố Thái Bình có vị trí địa lý 106.3^o kinh độ Đông và 20.4^o vĩ độ Bắc. Thành phố là trung tâm kinh tế, văn hoá, chính trị... của tỉnh Thái Bình cũng là đầu mối giao thương quan trọng của tỉnh và của khu vực. Thành phố nằm ở hạ lưu sông Hồng do đó có mật độ sông, hồ khá lớn như các sông Trà Lý; Vĩnh Trà; Kiến Giang; Bạch; Bồ Xuyên; sông 3/2. Mạng lưới sông hồ này đóng vai trò quan trọng trong hệ thống tiêu, thoát nước của thành phố, góp phần giảm thiểu ngập lụt khi xảy ra mưa lớn.



Hình 1. Bản đồ khu vực nghiên cứu.

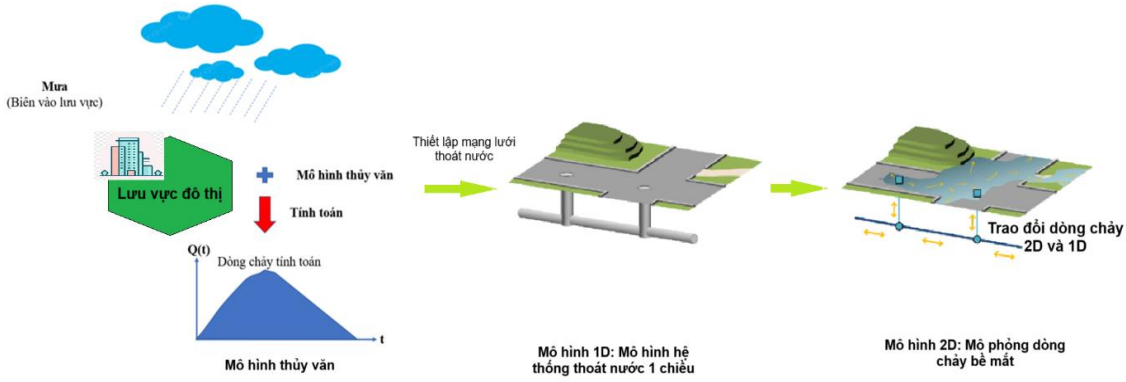


Hình 2. Sơ đồ cấu trúc nghiên cứu.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng mô hình MIKE URBAN do Viện thủy lực Đan Mạch phát triển [23, 24]. Mô hình có giao diện mở, độ linh hoạt cao, tích hợp hệ thống GIS có thể mô phỏng và kiểm tra khả năng tiêu, thoát nước đô thị với các trận mưa ở các mức độ khác nhau từ đó đưa ra được các giải pháp để nâng cao hiệu quả giảm thiểu ngập lụt của hệ thống thoát nước hiện tại. Phương pháp nghiên cứu được thể hiện ở hình 2.

Mô hình MIKE URBAN có sự kết hợp giữa một mô hình thủy văn với một mô hình mô phỏng hệ thống thoát nước 1 chiều (1D) và một mô hình mô phỏng dòng chảy bề mặt 2 chiều (2D).



Hình 3. Sơ đồ ghép nối mô hình thủy văn với mô hình 1D và 2D.

Phương trình cơ bản của MIKE URBAN gồm 1 phương trình bảo toàn khối lượng và một phương trình bảo toàn động lượng.

Phương trình bảo toàn khối lượng.

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 \tag{1}$$

Phương trình bảo toàn động lượng.

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial\left(\alpha \frac{Q^2}{A}\right)}{\partial x} + gA\frac{\partial y}{\partial x} + gAI_f = GAI_0 \tag{2}$$

Trong đó Q là lưu lượng (m^3/s); A là diện tích dòng chảy (m^2); y là độ sâu dòng chảy (m); g là gia tốc trọng trường (m/s^2); x là khoảng cách theo hướng dòng chảy (m); t là thời gian (s); α là hệ số vận tốc phân phối; I_0 là độ dốc đáy; I_f là độ dốc ma sát.

Nghiên cứu [25] đã thiết lập mô hình MIKE URBAN cho thành phố Thái Bình và đã tiến hành hiệu chỉnh, kiểm định mô hình và cho kết quả tốt do đó không trình bày kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình trong bài báo này. Nghiên cứu sử dụng mô hình đã hiệu hỉnh, kiểm định đó để kiểm tra, đánh giá khả năng tiêu, thoát nước cho thành phố. Bộ thông số sau khi hiệu chỉnh, kiểm định được đưa ra trong bảng 1.

Bảng 1. Giá trị các thông số mô hình MIKE FLOOD cho thành phố Thái Bình sau khi hiệu chỉnh, kiểm định.

Thông số		Giá trị
Hệ số không thấm (%)	Khu vực có tỉ lệ bê tông hóa cao	80-85
	Các khu vực còn lại	30-39
Thời gian tập trung nước (phút)	Khu vực có tỉ lệ bê tông hóa cao	4-7
	Các khu vực còn lại	5-10
Tổn thất ban đầu		0,00006
Hệ số triết giảm		0,9
Hệ số nhám Manning ($s/m^{1/3}$)		85

2.3. Số liệu nghiên cứu

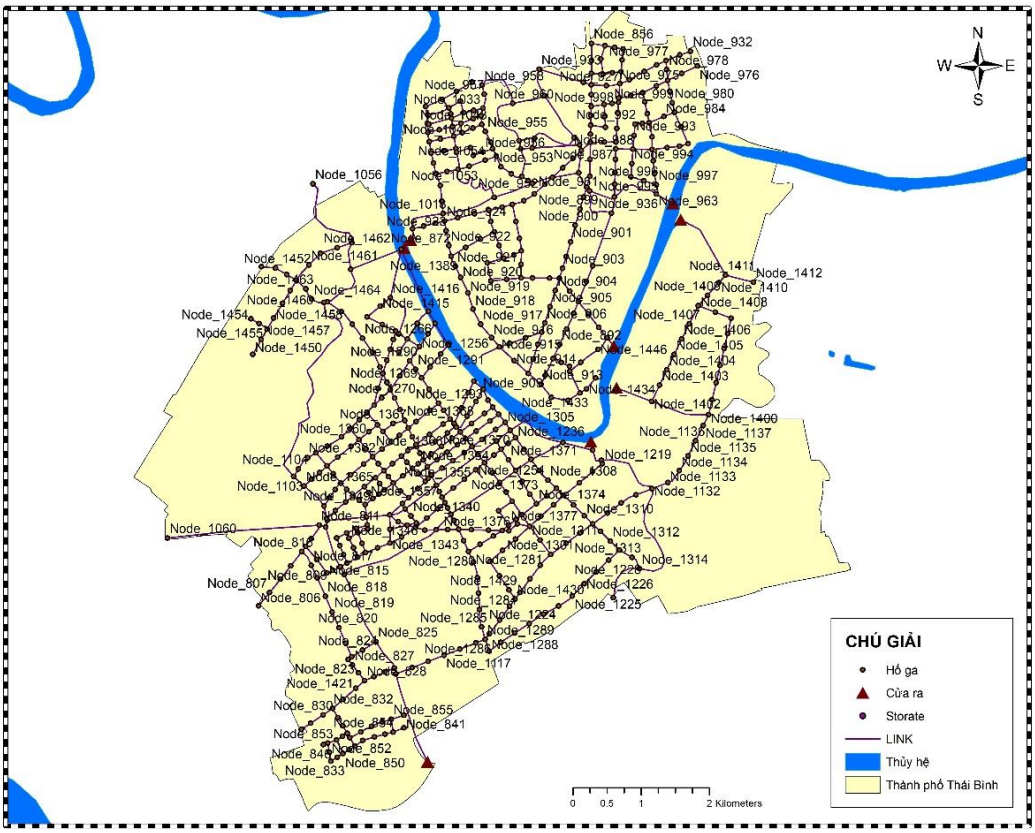
2.3.1. Số liệu về hệ thống tiêu thoát nước

Số liệu mặt cắt các sông: Trà Lý, Kiến Giang, Vĩnh Trà, Bồ Xuyên, sông Bạch, sông 3/2...Số liệu các vùng thường xuyên ngập úng trọng điểm của thành phố (Bảng 2).

Bảng 2. Các vùng úng trọng điểm của thành phố Thái Bình.

TT	Tên vùng úng	Diện tích (ha)
1	Đông Hoà	390
2	Hoàng Diệu	400
3	Tiền Phong	40
4	Phú Xuân	235
5	Kỳ Bá	45
6	Trần Lãm	115
7	Vũ Phúc	320
8	Vũ Chính	215

Số liệu hệ thống thoát nước: Thành phố Thái Bình hiện đang sử dụng hệ thống thoát nước chung gồm 3 cấp (hình 4).



Hình 4. Sơ đồ hệ thống tiêu, thoát nước của thành phố Thái Bình trong MIKE URBAN.

+ Hệ thống thoát nước cấp 1 gồm: Hệ thống cống, mương, kênh dẫn nước, kênh mương chính phụ trách tiêu thoát nước cho toàn thành phố Thái Bình;

+ Hệ thống thoát nước cấp 2 gồm: Hệ thống cống dọc các con phố lớn như Trần Hưng Đạo; Trần Lãm; Lê Quý Đôn; Kỳ Bà; Quang Trung... thực hiện vận chuyển nước, có thể thông qua các trạm bơm Bồ Xuyên; Hiệp Trung, Đông Tây Sơn, Sa Lung, đến hệ thống thoát nước cấp 1.

+ Hệ thống thoát nước cấp 3 gồm: Các cống dọc các tuyến phố của các tiểu khu, cống dẫn nước từ các hố ga mặt đường, để thu gom, vận chuyển nước từ các hộ dân hoặc nước bề mặt tới hệ thống thoát nước cấp 1 và cấp 2.

Các khu vực phía ngoại đô chủ yếu thoát tự nhiên theo hướng địa hình, nước tập trung vào hệ thống kênh mương tự nhiên trong khu vực sau đó thoát tự nhiên hoặc qua hệ thống cống hiện trạng, trạm bơm cưỡng bức.

Hiện trạng sông dẫn tiêu của thành phố Thái Bình được thể hiện trên Bảng 3.

Bảng 3. Hiện trạng sông dẫn tiêu.

Tên sông	Kích thước hiện trạng			Kích thước thiết kế			L (m)
	$B_đ$ (m)	$W_{Đáy}$ (m)	$W_{Bờ}$ (m)	$B_đ$ (m)	$W_{Đáy}$ (m)	$W_{Bờ}$ (m)	
Sông Tiêu							
Sông Sa Lung	10,0	-0,4	1,4		-1	1,5	2.850
Sông Bạch	15,0	-0,4	1,5		-1,2	1,5	4.470
Sông Kiến Giang	20,0	-0,5	1,5		-1,2	1,8	3.350
Sông Ngô Xá	15,0	-0,3	1,4		-1	1,5	1.150
Sông Kìm	10,0	-0,3	1,2		-1	1,5	3.750
Sông Trục			÷				
Sông Đông Hoà	6,0	-0,3	1÷1,7	4,0	-1	1,6	3.000
Sông X1 Hoàng Diệu	4,0	-0,2	1,1	4,0	-1	1,5	3.150
Sông Tiền Phong	5,0	-0,3	1÷1,2	4,0	-1,2	1,5	2.350
T8 Vũ Phúc	6,0	-0,3	0,8÷1,0	4,0	-1,2	1,4	2.050
Sông Tống Vũ	5,0	-0,3	0,8÷1,2	3,0	1	1,4	2.100
Sông Lạc Đạo	5,0	-0,2	1,2	4,0	-1	1,4	3.410
Sông dẫn							
Sông Xóm Đền	4,0	-0,4	0,8÷1,5	4,0	-1,2	1,5	2.100
Sông Gờ Bùi	6,0	-0,4	0,8÷1,2	4,0	-1,1	1,5	1.350
Sông Nghĩa Chính	4,0	-0,4	0,8÷1,0	3,0	-1,1	1,4	775
Sông Phú Lạc	6,0	-0,4	0,8÷1,2	4,0	-1,2	1,4	450
Sông Chóp Chài	7,0	-0,3	0,8	4,0	-1,2	1,2	1.500
Sông Nhân Thanh	5,0	-0,4	0,8÷1,2	4,0	-1	1,4	830
Sông Cửa Làng	4,0	-0,1	0,8	4,0	-0,8	1,2	450
Sông Phúc Thượng	5,0	-0,2	1	4,0	-0,8	1,2	350
Sông T7	5,0	-0,3	1	4,0	-0,8	1,2	1.100
Sông Phúc Hạ	6,0	-0,5	1,2÷1,4	4,0	-1	1,5	1.550
Sông T9	7,0	-0,4	1	4,0	-1,2	1,2	1.550
Sông TB Tống Văn	5,0	-0,3	0,8÷1,2	4,0	-1	1,4	400
Sông 3/2	6,0	-0,3	0,8÷1,0	4,0	-0,8	1,4	4.200
Sông Gờ Mậu	5,0	-0,4	1,2	4,0	-1,1	1,4	2.097
Sông Đại Minh	4,0	-0,4	0,8÷1,0	4,0	-1,2	1,4	1.600
Sông TB-Thống Nhất	6,0	-0,5	1,0÷1,2	4,0	-1,2	1,5	150

Các công trình đầu mối: Việc thoát nước của thành phố sẽ thoát qua các công trình đầu mối chính là các trạm bơm thuộc thành phố Thái Bình (Bảng 4).

Bảng 4. Các trạm bơm thuộc thành phố Thái Bình.

Tên trạm bơm	Quy mô (m^3/h)	Vị trí	Diện tích tiêu úng (ha)	Lưu vực tiêu
Bồ Xuyên	6x2500	Hoàng Diệu	84	Phường Hoàng Diệu, xã Đông Hòa.
Đông Tây Sơn	8x2500+1x1200	Vũ Đông	1,382	Xã Vũ Đông, Vũ Tây, Vũ Sơn, Vũ Lạc
Sa Lung	6x2500+1x1200	Hoàng Diệu	650	Xã Hoàng Diệu, Đông Mỹ, Đông Hòa, Đông Thọ
Hiệp Trung	4x2500	Đông Hòa	300	Xã Đông Hòa, Đông Thọ

Hệ thống thoát nước thành phố Thái Bình được chia thành 3 lưu vực thoát nước chính: Phía Bắc, phía Nam và phía Đông thành phố Thái Bình [25].

Phía Bắc thành phố Thái Bình: Nước mưa, nước thải qua các cống, mương trong thành phố thuộc các phường (Đông Hòa, Đông Mỹ, Đông Thọ, Hoàng Diệu) sau đó sẽ thoát nước vào các kênh nhỏ, sông nhỏ kết nối với nhau rồi chảy vào sông Trà Lý qua các trạm bơm Xóm Đền, Sa Lung, Hoàng Diệu

Phía Nam thành phố Thái Bình: Nước mưa, nước thải qua hệ thống cống, mương thuộc các phường (Trần Hưng Đạo, Bồ Xuyên, Tiền Phong, Đề Thám, Lê Hồng Phong, Kỳ Bá,

Quang Trung...). rồi thoát vào các sông Đoan Túc, Vinh Trà, Bồ Xuyên, 3/2 và chảy vào sông Trà Lý qua các trạm bơm Bồ Xuyên, Hiệp Trung.

Phía Đông thành phố Thái Bình: Phía Đông thành phố Thái Bình hệ thống kênh mương thủy lợi là chủ yếu phục vụ tưới tiêu và thoát nước khi có mưa lớn. Nước mưa, nước thải thoát vào sông Trà Lý qua trạm bơm Đông Tây Sơn.

Hệ thống thoát nước thành phố Thái Bình, mặc dù đã hoàn thiện cơ bản nhưng vẫn là hệ thống thoát nước dùng chung không đáp ứng được việc tách nước mưa và nước thải. Mặt khác do quá trình đô thị hóa diễn ra mạnh, hệ thống mạng lưới thoát nước của thành phố Thái Bình được xây dựng từ lâu, một số hệ thống cống thoát nước được xây dựng mới khi xây dựng các con đường mới và khu dân cư mới chưa có sự đồng bộ với hệ thống cũ không đáp ứng được nhu cầu thoát nước hiện nay. Khi có mưa lớn, nước mưa không có khả năng tiêu thoát do kích thước cống không đảm bảo, do vậy sẽ xuất hiện các vùng ngập lụt.

2.3.2. Số liệu khí tượng, thủy văn

Số liệu mưa ngày, mưa giờ từ năm 1971-2023 tại trạm khí tượng Thái Bình, số liệu mực nước tại một số sông.

Lựa chọn các trận mưa để mô phỏng mức độ ngập lụt thành phố Thái Bình: Sử dụng số liệu mưa ngày, mưa giờ từ năm 1971-2023 tại trạm khí tượng Thái Bình để xác định giá trị mưa lớn nhất 1 ngày (1 ngày max) từ đó xác định giá trị mưa tương ứng với các tần suất 30%; 10%; 5%; 1%. Không lựa chọn mưa với tần suất lớn hơn do lượng mưa nhỏ chưa đủ gây ngập cho thành phố.

Bảng 5. Lựa chọn các trận mưa mô phỏng.

Tần suất	30%	10%	5%	1%
Tổng lượng mưa 1 ngày (mm)	172,0	310,5	434,3	615,5
Cường suất mưa (mm/h)	8,6	15,5	21,7	30,8
Trận mưa thực tế tương ứng	24/6/2015	19/10/1982	7/10/1990	9/9/2003
Tỷ lệ đóng góp vào cả đợt mưa	91%	72%	71%	80%

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đánh giá khả năng thoát nước mưa của thành phố Thái Bình với các trận mưa có mức độ khác nhau.

Sử dụng mô hình MIKE URBAN để mô phỏng mức độ ngập lụt thành phố Thái Bình với các trận mưa có mức độ khác nhau để minh họa cho khả năng tiêu thoát nước khu vực nghiên cứu với hiện trạng hệ thống hiện tại (bảng 3-kích thước hiện trạng) của hệ thống dẫn tiêu và các thông số mô hình đã được hiệu chỉnh và kiểm định như trong bảng 1.

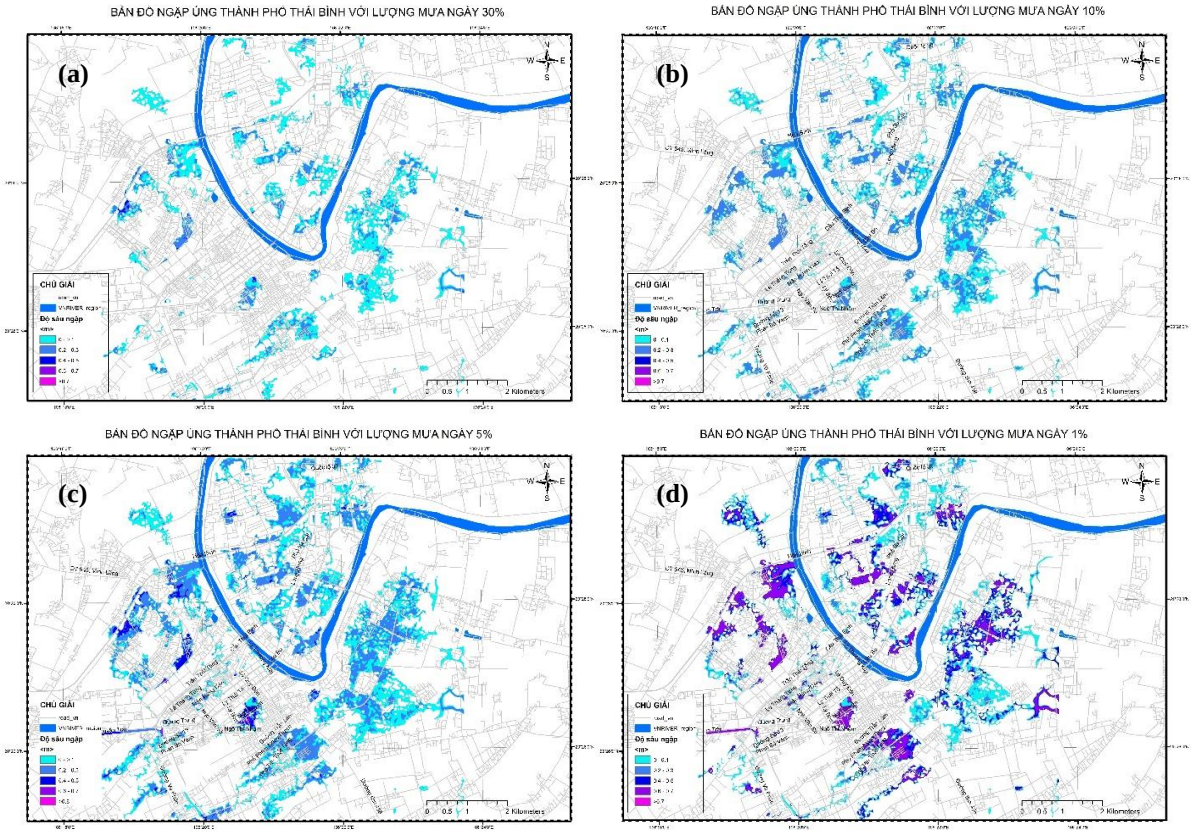
Kết quả mô phỏng ngập lụt: Mức độ ngập ứng với các kịch bản mưa khác nhau được đưa ra trong bảng 6, hình 4.

Bảng 6. Diện tích ngập ứng với các mức ngập khác nhau với các kịch bản mưa khác nhau.

Mức ngập (m)	Diện tích ngập (ha)			
	Tần suất mưa 1%	Tần suất mưa 5%	Tần suất mưa 10%	Tần suất mưa 30%
0-0,1	119,2	408,5	523,8	595,8
0,1-0,3	136,2	326,8	471,4	255,3
0,3-0,5	510,7	340,5	52,4	0,0
0,5-0,7	851,1	272,4	0,0	0,0
>0,7	85,1	13,6	0,0	0,0
Tổng	1702,3	1361,8	1047,5	851,1

Theo như hình 5a và bảng 6, với tần suất mưa ngày 30% (tương ứng với tổng lượng mưa ngày là 172 mm), thành phố Thái Bình đã xảy ra ngập, độ sâu ngập dưới 0,3 m, nhưng chủ yếu ngập ở các vùng trũng, cánh đồng. Hầu như không xảy ra ngập ở các đường giao thông nội đô. Với lượng mưa này, hệ thống thoát nước mưa của thành phố hoạt động tốt. Theo như

hình 5b với tần suất mưa ngày 10% (tổng lượng mưa ngày khoảng 310 mm), diện ngập đã mở rộng hơn nhiều so với mưa tần suất 30% đã có nhiều điểm xuất hiện độ sâu ngập đến 0,5 m và một số tuyến phố nội đô đã ngập với độ sâu ngập dưới 0,3 m. Theo như hình 5c, với tần suất mưa ngày 5% (tổng lượng mưa ngày là 434 mm), diện ngập và mức độ ngập tiếp tục mở rộng hơn, nhiều điểm đã có độ sâu ngập từ 0,5-0,7 m và đặc biệt xuất hiện một vài điểm ngập nặng với độ sâu ngập trên 0,7 m. Đặc biệt theo như hình 5d, với tần suất mưa ngày 1% (tổng lượng mưa là 615 mm) tương ứng với trận mưa lịch sử vào ngày 9/9/2003, gần 50% diện tích thành phố Thái Bình ngập trong nước. Nhiều điểm ngập nặng với độ sâu ngập trên 1,0 m.



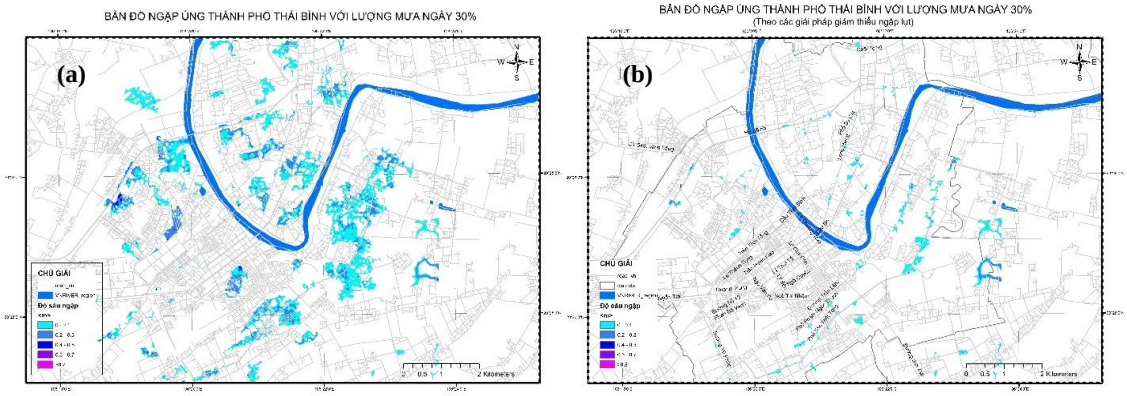
Hình 5. Kết quả mô phỏng ngập theo các kịch bản mưa với lượng mưa ngày. a) tần suất 1%; b) tần suất 5%; c) tần suất 10%; d) tần suất 30%.

Như vậy với cường độ mưa dưới 15,5mm/h (tần suất mưa ngày trên 30%), hệ thống tiêu thoát nước của thành phố Thái Bình có khả năng tiêu thoát nước tốt, các tuyến đường ngập rất ít và hầu như không ngập mà chỉ xảy ra ngập tại một vài vùng trũng thuộc khu sản xuất nông nghiệp ven đô. Với cường độ mưa từ 22mm/h trở lên, các tuyến phố bắt đầu ngập, nhiều tuyến phố đã ngập trên 0,5m, hệ thống tiêu thoát nước không kịp thoát và gây ngập lụt trên diện rộng.

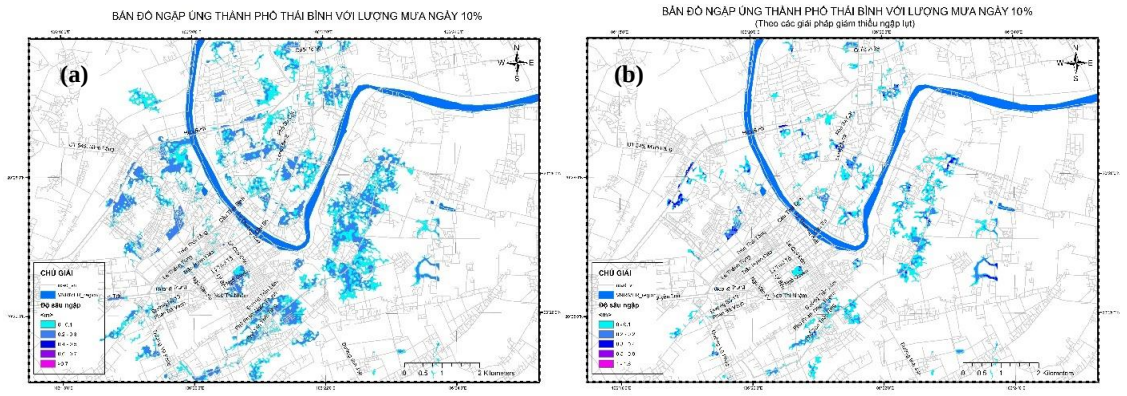
3.2. Một số giải pháp giảm thiểu ngập lụt cho khu vực nghiên cứu.

+ Thay đổi kích thước sông dẫn tiêu theo kích thước thiết kế (Bảng 3 - Kích thước thiết kế).

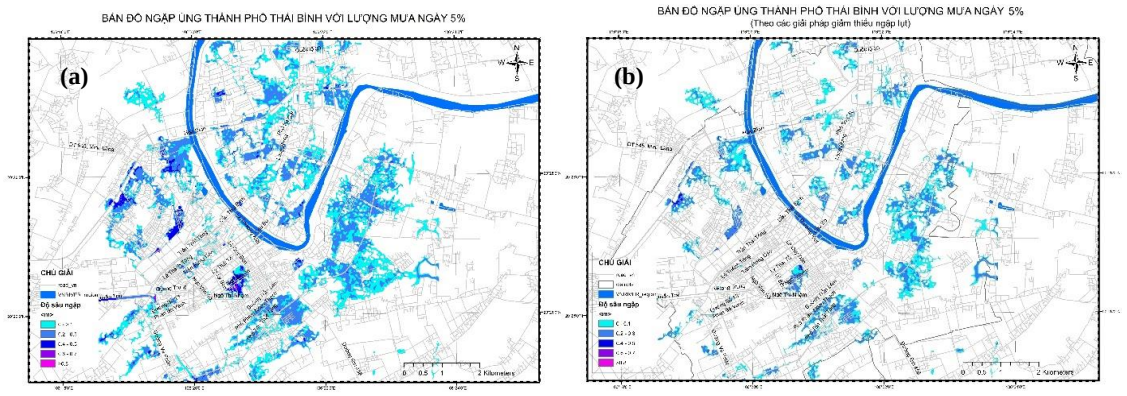
+ Tăng phần trăng diện tích thấm từ 30-39% (bảng 4) lên 50-55% bằng cách: thay bê tông không thấm bằng các bề mặt có khả năng thấm nước, tăng diện tích vườn hay hệ thống lưu trữ nước sinh học, vùng ngập nước và ao hồ điều tiết, xây dựng các lưu vực giữ nước, mái nhà xanh, kênh thấm và dẫn truyền.



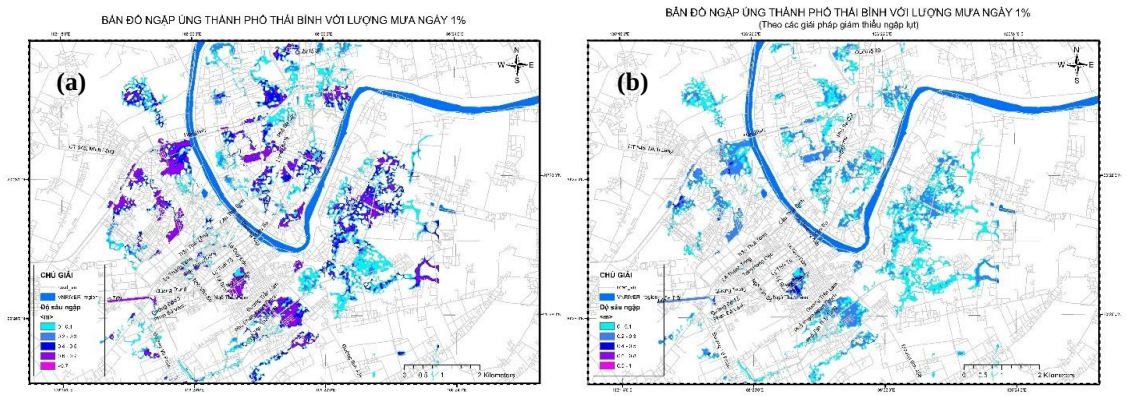
Hình 6. Kết quả mô phỏng ngập theo kịch bản mưa ngày tần suất 30%: (a) Hệ thống thoát nước hiện trạng; (b) Sau khi tăng tiết diện cống và tăng phần trăm bề mặt thấm.



Hình 7. Kết quả mô phỏng ngập theo kịch bản mưa ngày tần suất 10%: (a) Hệ thống thoát nước hiện trạng; (b) Sau khi tăng tiết diện cống và tăng phần trăm bề mặt thấm.



Hình 8. Kết quả mô phỏng ngập theo kịch bản mưa ngày tần suất 5%: (a) Hệ thống thoát nước hiện trạng; (b) Sau khi tăng tiết diện cống và tăng phần trăm bề mặt thấm.



Hình 9. Kết quả mô phỏng ngập theo kịch bản mưa ngày tần suất 1%: (a) Hệ thống thoát nước hiện trạng; (b) Sau khi tăng tiết diện cống và tăng phần trăm bề mặt thấm.

Bảng 7. Diện tích ngập ứng với các mức ngập khác nhau khi có giải pháp giảm thiểu ngập lụt.

Mức ngập (m)	Diện tích ngập (ha)											
	Tần suất mưa ngày 1%			Tần suất mưa ngày 5%			Tần suất mưa ngày 10%			Tần suất mưa ngày 30%		
	Cống hiện trạng	Có giải pháp	% giảm ngập	Cống hiện trạng	Có giải pháp	% giảm ngập	Cống hiện trạng	Có giải pháp	% giảm ngập	Cống hiện trạng	Có giải pháp	% giảm ngập
0-0,1	119,2	495,5	-315,8	408,5	217,9	46,7	523,8	157,1	70,0	595,8	59,6	90,0
0,1-0,3	136,2	306,4	-125,0	326,8	217,9	33,3	471,4	125,7	73,3	255,3	25,5	90,0
0,3-0,5	510,7	204,3	60,0	340,5	108,9	68,0	52,4	31,4	40,0	0,0	0,0	
0,5-0,7	851,1	15,2	95,1	272,4	0,0	100,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
>0,7	85,1	0,0	100,0	13,6	0,0	100,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
Tổng	**1702,3**	**1021,4**	**40,0**	**1361,8**	**544,7**	**60,0**	**1047,5**	**314,3**	**70,0**	**851,1**	**85,1**	**90,0**

Từ hình 6 đến 9 và bảng 7, thấy rằng khi tăng tiết diện cống và tăng phần trăm bề mặt thấm, cả diện ngập và độ sâu ngập đều thay đổi theo hướng tích cực:

- Với trận mưa ngày với tần suất 1%, tổng diện tích ngập giảm 40%, không còn xuất hiện các điểm có độ sâu ngập trên 0,7 m, độ sâu ngập từ 0,5-0,7 m giảm 95,1%, mức ngập dưới 0,3 m tăng lên.

- Với trận mưa ngày với tần suất 5%, tổng diện tích ngập giảm 60%, không còn xuất hiện các điểm có độ sâu ngập trên 0,5 m, độ sâu ngập dưới 0,5 m giảm từ 33,3-68,0%.

- Với trận mưa ngày với tần suất 10%, tổng diện tích ngập giảm 70%, không xuất hiện các điểm có độ sâu ngập trên 0,5 m, độ sâu ngập dưới 0,5 m giảm từ 40,0-73,3%.

- Với trận mưa ngày với tần suất 30%, tổng diện tích ngập giảm 90%, không còn xuất hiện các điểm có độ sâu ngập trên 0,3 m, độ sâu ngập dưới 0,3 m giảm 90%.

Từ kết quả trên cho thấy, để giảm thiểu tình trạng ngập thành phố Thái Bình cần tăng kích thước hệ thống cống thoát nước và xây dựng hệ thống thoát nước theo hướng bền vững (SUDS).

3.3. Thảo luận

Hiện nay, MIKE URBAN là một trong những mô hình có thể dùng để quản lý hệ thống tiêu thoát nước mưa và cá thể được dùng để đánh giá khả nặng chịu tải của hệ thống tiêu thoát nước đô thị. Từ kết quả đánh giá khả năng tiêu thoát nước mưa thành phố Thái Bình bằng mô hình MIKE URBAN có thể rằng hệ thống thoát nước tốt với các trận mưa ngày có cường độ mưa dưới 15 mm/h và với những trận mưa với cường độ mưa từ 20 mm/h kéo dài trong nhiều giờ thì hệ thống thoát nước đã quá tải và xảy ra tình trạng ngập lụt các tuyến đường nội đô thành phố.

Có rất nhiều giải pháp giảm thiểu ngập lụt cho một đô thị song các giải pháp đều đi đến hai mục tiêu cơ bản đó là tăng phần trăm diện tích thấm và tăng kích thước của các cống dẫn nước. Để làm được điều này, thành phố cần phát triển theo hước bền vững (SuDS) như thay bê tông không thấm bằng các bề mặt có khả năng thấm nước, tăng diện tích vườn hay hệ thống lưu trữ nước sinh học, vùng ngập nước và ao hồ điều tiết, xây dựng các lưu vực giữ nước, mái nhà xanh, kênh thấm và dẫn truyền và xây dựng hệ thống tiêu thoát nước một cách đồng bộ đã được đưa vào quy hoạch thành phố Thái Bình thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050 [26]. Khi đưa các giải pháp giảm thiểu này vào để đánh giá khả năng thoát nước mưa với các trận mưa với tần suất khác nhau cho thấy với các trận mưa tần suất từ 1% đến 5%, diện ngập giảm từ 40-60%; với các trận mưa tần suất lớn hơn 10% diện ngập giảm từ 70-90% và hệ thống thoát nước mới này hoạt động hoàn toàn hiệu quả.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã trình bày chi tiết về hiện trạng hệ thống tiêu thoát nước của thành phố Thái Bình và một số quy hoạch trong giai đoạn tới. Nghiên cứu đã đánh giá được khả năng tiêu thoát nước mưa của hệ thống thoát nước thành phố Thái Bình với các trận mưa có mức độ khác nhau. Với tần suất mưa ngày 30%, khu vực nghiên cứu chỉ xảy ra ngập ở vùng ngoại ô với độ sâu ngập dưới 0,3 m; với tần suất mưa ngày 10%, xuất hiện ngập đến 0,5 m một số tuyến phố nội đô đã ngập với độ sâu ngập dưới 0,3 m; với tần suất mưa ngày 1-5%, nhiều điểm đã có độ sâu ngập từ 0,5-0,7 m và đặc biệt xuất hiện một vài điểm ngập nặng với độ sâu ngập trên 1,0 m hệ thống tiêu thoát nước không kịp thoát và gây ngập lụt trên diện rộng.

Nghiên cứu cũng đã đưa ra được một số giải pháp giảm thiểu ngập lụt cho thành phố Thái Bình sau đó đánh giá lại khả năng tiêu thoát theo hệ thống thoát nước mới cho các trận mưa với tần suất khác nhau. Các giải pháp đều cho thấy khả năng giảm ngập và hiệu quả rõ rệt. Các trận mưa tần suất từ 1% đến 5%, diện ngập giảm từ 40-60%; với các trận mưa tần suất lớn hơn 10% diện ngập giảm từ 70-90%.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: L.T.H.; D.T.H.T.; Xử lý số liệu: D.T.D., V.T.T.H.; Đánh giá khả năng tiêu thoát nước: N.T.L.; Sử dụng mô hình MIKE URBAN mô phỏng ngập lụt theo các kịch bản: N.T.L.; L.T.H.; Viết bản thảo bài báo: P.T.D.T.; V.T.T.H.; Chỉnh sửa bài báo: L.T.H.

Lời cảm ơn: Bài báo hoàn thành nhờ vào kết quả của nhiệm vụ: "Nghiên cứu xây dựng hệ thống cảnh báo ngập lụt do mưa lớn dựa trên cách tiếp cận dự báo tổ hợp cho một số đô thị khu vực Đồng bằng Bắc Bộ", mã số đề tài TNMT.2023.06.04. Thuộc chương trình "Chương trình khoa học và công nghệ trọng điểm cấp bộ về dự báo, cảnh báo thiên tai khí tượng thủy văn phục vụ công tác phòng chống thiên tai giai đoạn 2021-2025".

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. Jamali, B.; Bach, P.M.; Deletic, A. Rainwater harvesting for urban flood management - An integrated modelling framework. *Water Res.* **2020**, *171(15)*, 115372. https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.115372.
2. Bibi, T.S.; Reddythta, D.; Kebebew, A.S. Assessment of the drainage systems performance in response to future scenarios and flood mitigation measures using stormwater management model. *City Environ. Interact* **2023**, *19*, 100111. https://doi.org/10.1016/j.cacint.2023.100111.
3. Saraswat, C.; Kumar, P.; Mishra, B.K. Assessment of stormwater runoff management practices and governance under climate change and urbanization: An analysis of Bangkok, Hanoi and Tokyo. *Environ. Sci. Policy.* **2016**, *64*, 101–117.
4. Alshammari, E.; Rahman1, A.A.; Rainis, R.; Seri, N.A.; Fuzi, N.F.A. The Impacts of Land Use Changes in Urban Hydrology, Runoff and Flooding: A review. *Curr. Urban Stud.* **2023**, *11(1)*, 120–141. https://doi.org/10.4236/cus.2023.111007.
5. Phương, N.V.; Nam, T.H.; Hải, P.T.; Cẩn, K.V.; Ngọc, N.T. Nghiên cứu giải pháp thiết kế thoát nước mưa trên đường phố theo hướng bền vững. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng* **2019**, *13(2V)*, 73–85.
6. Đông, P.H.; Cường, T.H. Đánh giá hiệu quả của một số biện pháp thoát nước mưa đô thị bền vững sử dụng phần mềm mô phỏng thủy lực HYSTEM EXTRAN. *Tạp chí Công nghệ khoa học xây dựng* **2021**, *15(4V)*, 123–132. https://doi.org/10.31814/stce.huce(nuce)2021-15(4V)-12.
7. Mô, T.V. Quản lý ngập lụt và ô nhiễm môi trường ở Việt Nam. Nhà xuất bản xây dựng, 2018.

8. Hạ, T.Đ. Ứng dụng các công trình thoát nước đô thị bền vững để bổ cập nước ngầm cho thành phố Hà Nội. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng* **2022**, *16(5V)*, 25–33.
9. Ngân, N.T.; Trung, N.H. Tổng quan về hệ thống thoát nước đô thị bền vững SUDS. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2022**, *EME4*, 158–168.
10. Phú, N.H. Một số giải pháp thoát nước bền vững đang áp dụng tại các đô thị Việt Nam - thực trạng và đề xuất. *Tạp chí Xây dựng* **2023**, *6*, 100–105.
11. Teshome, M.; Allu, R.D. A review of recent studies on urban stormwater drainage system for urban flood management. 2020. Doi:10.20944/preprints202010.0295.v1.
12. Liu, J.; Yang, X.; Ren, S. Research on the impact of heavy rainfall flooding on urban traffic network based on road topology: A case study of Xi'an City, China. *Land* **2023**, *12(7)*, 1355. https://doi.org/10.3390/land12071355.
13. Agarwal, S.; Kumar, S. Urban flood modeling using SWMM for historical and future extreme rainfall events under climate change scenario. *Indian J. Ecol.* **2020**, *47(11)*, 48–53.
14. Rossman, L.A.; Huber, W.C. Storm water management model reference manual volume I, hydrology. U.S. EPA Office of Research and Development, Washington, DC, EPA/600/R-15/162A, 2015.
15. Rossman, L.A.; Dickinson, R.E.; Schade, T.; Chan, C.C.; Burgess, E.; Sullivan, D.; Lai, F.H. SWMM 5–the next generation of EPA's storm water management model. *J. Water Manag. Model.* **2004**, *12*, 339–358.
16. Heeringen, L.J.V.; Verwey, A.; Melger, E. Dutch approach to high speed urban drainage modeling with SOBEK. Proceeding of the Conference: Ninth International Conference on Urban Drainage (9ICUD). 2002. Doi:10.1061/40644(2002)84.
17. Rafiee, M.R.; Rasouli, D.; Zolghadr, M.; Mahbod, M. Evaluation of EPA SWMM, ASSA and Sewer GEMS models in analysis of urban flood collected by surface drainage network (Case study: Lar New City). *Water Resour. Eng.* **2022**, *15(54)*, 107–124. https://doi.org/10.30495/wej.2021.25316.2253.
18. Luan, Q.; Zhang, K.; Liu, J.; Wang, D.; Ma, J. The application of Mike Urban model in drainage and waterlogging in Lincheng county, China. *PIAHS* **2018**, *379*, 381–386. https://doi.org/10.5194/piahs-379-381-2018.
19. Nữ, H.T.T.; An, N.V.; Tuấn, N.H.; Văn, C.T. Mô phỏng và đánh giá khả năng tiêu thoát nước mưa khu vực quận 7 – Thành phố Hồ Chí Minh. *Tạp chí Khí tượng Thuỷ văn* **2023**, *755(1)*, 56–66.
20. Bình, N.Q.; Phước, T.L.; Hùng, N.T. Ứng dụng mô hình MIKE URBAN để đánh giá hệ thống thoát nước mưa của quận Cẩm Lệ, thành phố Đà Nẵng. 2016.
21. Hoàng, T.T. Nghiên cứu tính toán ngập úng lưu vực quận 12 thành phố Hồ Chí Minh bằng mô hình Mike Flood. Trung tâm Ứng dụng Hệ thống Thông tin Địa lý TP.HCM, 2015.
22. Hưng, N.Q.; Liên, N.T. Ứng dụng mô hình Thủy văn đô thị 2D và thiết kế xanh cho hệ thống thoát nước thành phố Hà Tĩnh. *VNU J. Sci.: Earth. Environ. Sci.* **2021**, *37(3)*, 50–62.
23. DHI. MIKE Zero User's Manual, Mike by DH. 2012.
24. DHI. MIKE URBAN User's Manual, Mike by DH. 2012.
25. Huệ, L.T.; Đạt, Đ.T.; Thơm, Đ.T.H.; Thúy, P.T.D.; Lan, N.T.; Hoa, Đ.T.N.; Huyền, V.T.T. Ứng dụng mưa dự báo từ mô hình WRF3KM-IFS-DA nâng cao hiệu quả dự báo cảnh báo ngập lụt đô thị. *Tạp chí Khí tượng Thuỷ văn* **2024**, *763*, 48–65.
26. Quyết định 1735/QĐ-TTg ngày 29/12/2023 của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Quy hoạch tỉnh Thái Bình thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050.

Assessing the ability to drain rainwater in Thai Binh city and some solutions to reduce flooding for the study area

Le Thi Hue[1]*, Dao Tien Dat[1], Dinh Thi Huong Thom[1], Pham Thi Dieu Thuy[1], Nguyen Thu Lan[1], Do Thi Ngoc Hoa[1], Vu Thi Thanh Huyen[1]

[1] Northern Delta and Midland regional Hydrometeorological Center; minhhuekttv@gmail.com; daodat81@gmail.com; thomdth91@gmail.com; phamdieuthuykttv@gmail.com; nguyenlandbbb@gmail.com; ngochoakttv@gmail.com; vthuyen1999@gmail.com

Abstract: Rapid urbanization has increased impervious surfaces, dramatically altering the natural hydrological cycle in urban areas, making urban flooding a global problem. Assessing urban water drainage capacity due to the impact of heavy rain is also a hot topic in urban hydrological research. From domestic and foreign research, it has been shown that the MIKE URBAN model is one of the models with scientific reliability, stable calculation efficiency and high applicability. Therefore, the study conducted an assessment of the drainage capacity of the study area by using the MIKE URBAN model to simulate flooding for the area with different rainfall scenarios according to current drainage system data. The study also offers a number of flood mitigation solutions and simulates floods according to them and then analyzes the effectiveness of those solutions.

Keywords: MIKE URBAN model; Drainage capacity; Urban flooding; Thai Binh city.