

NGHIÊN CỨU MÔ PHỎNG MỨC ĐỘ ỨNG NGẬP DO MƯA DƯỚI TÁC ĐỘNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TẠI KHU ĐÔ THỊ CÔNG NGHIỆP TRẦN ĐỀ TỈNH SÓC TRĂNG

Ngô Văn Quận, Trần Quốc Lập
Trường Đại học Thủy lợi

Tóm tắt: Mục tiêu chính của nghiên cứu là mô phỏng và đánh giá mức độ ứng ngập do mưa lớn gây ra tại các khu công nghiệp có xét đến tác động của biến đổi khí hậu vùng đồng bằng sông Cửu Long nói chung và các đô thị nói riêng. Trong nghiên cứu này sử dụng mối liên hệ giữa mô hình mưa – dòng chảy (Mike Nam), mô hình thủy lực một chiều (Mike 11), mô hình thủy lực hai chiều (Mike 21), mô hình kết nối một và hai chiều mô phỏng quá trình ngập úng theo không gian (Mike Flood và Mike Urban) và áp dụng với khu đô thị Trần Đề thuộc tỉnh Sóc Trăng. Kết quả nghiên cứu cho thấy khi tính toán với mưa tiêu thiết kế ứng với tần suất $p = 20\%$ trên phạm vi không gian độ ngập sâu thay đổi từ 0,5 m đến 1,0 m, trong đó độ ngập sâu lớn nhất xuất hiện dọc theo kênh rạch chính trong khu đô thị tương ứng với các thời điểm mô phỏng khác nhau. Độ ngập sâu phân bố rải rác trên toàn khu đô thị phần lớn thay đổi trong khoảng từ 0,00 đến 0,25 m. Dưới tác động của BĐKH, kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng tại các thời điểm mô phỏng khác nhau mức độ ứng ngập khác nhau về thời gian và không gian, trong đó độ ngập sâu ngập lớn nhất có thể lên đến 1,25 m. Tuy nhiên, độ ngập sâu trong toàn khu đô thị thay đổi trong khoảng từ 0,5m đến 1,0 m. Ngoài ra, kết quả nghiên cứu đã cung cấp phương pháp hữu ích trong công tác quản lý ngập lụt đô thị, quản lý khai thác tài nguyên nước mưa; giúp các nhà quản lý hoạch định được chính sách ra quyết định trong quy hoạch đô thị nhằm phát triển bền vững vùng ĐBSCL.

Từ khoá: Ung ngập do mưa, biến đổi khí hậu, Mike 11, Mike Urban, Mike flood.

Summary: The main objective of the study is to simulate and evaluate the level of flooding caused by heavy rain in industrial and urban zones, taking into account the impact of climate change in the Mekong Delta in general and urban areas in particular. The rainfall-runoff model (Mike Nam), one-way hydraulic model (Mike 11), two-way hydraulic model (Mike 21), the connection between one- and two-way dimension model is used to simulate the spatial distribution of flood (Mike Flood and Mike Urban) and apply to Tran De urban area, Soc Trang province. Research results show that when calculating drainage design rainfall for a 20% frequency, the depth of flooding ranges from 0,5m to 1,0m, of which the deepest flooding appears along the main drainage canals in the urban area at various simulation times (ranging from 20 minutes to 180 minutes). Flood depth is scattered throughout the urban area, mostly varying from 0,00m to 0,35 m. Research results indicate that flooding levels vary over time and space under the influence of climate change, in which the maximum depth can be up to 1,25m. However, the flood depth throughout the urban area varies from 0,5m to 1,0m. In addition, the research results offer valuable methods for managing urban floods and exploiting rainwater resources, aiding planning managers in making policy decisions for sustainable development in the Mekong Delta.

Keywords: Waterlogging; Climate change; Mike 11; Mike Urban; Mike flood.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngập úng do mưa lớn tại các khu đô thị đã và đang là thách thức nghiêm trọng trên thế giới nói chung và các đô thị tại Việt Nam nói riêng,

đặc biệt dưới tác động của biến đổi khí hậu (BĐKH) ngày càng phức tạp, với tần suất xuất hiện ngày một tăng. Tác động của biến đổi khí hậu đã ảnh hưởng trực tiếp đến chế độ thủy văn

Ngày nhận bài: 22/8/2024
Ngày thông qua phản biện: 15/11/2024

Ngày duyệt đăng: 30/12/2024

và dòng chảy mặt của một số lưu vực được thể hiện qua kết quả nghiên cứu [1,2]. Bên cạnh đó, tốc độ phát triển nhanh chóng của các khu đô thị, các khu công nghiệp đã làm trầm trọng hơn vấn đề úng ngập, đây là thách thức lớn đối với các thành phố, các khu đô thị trong tương lai. Một số nghiên cứu cho thấy, do tốc độ đô thị hóa và bê tông hóa tăng cao khiến lượng tập trung dòng chảy tăng, như bên cạnh diễn biến thời tiết cực đoan với lượng mưa lớn trên diện rộng ở Bangkok và tại một số vùng duyên hải của Thái Lan đã gây ra ngập úng trên diện rộng trong nhiều ngày, nhiều thành phố khác thường phải hứng chịu rất nhiều trận mưa lớn [3].

Tại Việt Nam, các trận mưa gây úng ngập cho thấy có xu hướng tăng đột biến những năm gần đây, cụ thể khu vực Tp. HCM lượng mưa giờ trên 100 mm ở thập niên 50 là 0 trận, thập niên 60 là 1 trận, lên 2 trận ở thập niên 70 và 80, rồi tăng lên đáng kể ở thập niên 90 với 4 trận, và tăng đột biến ở thập niên 2000 với 11 trận/8 năm [4]. Tổng lượng mưa trung bình 1 ngày max trong thập niên 70 là 92 mm, tăng lên đến 109 mm trong những năm gần đây, số trận mưa và cường độ mưa đã gia tăng ở mức rất đáng quan tâm [5]. Một số trận mưa gây ra ngập tại các tuyến đường, với độ sâu ngập từ 10cm đến 70cm, chứng tỏ hệ thống tiêu thoát nước của thành phố còn rất nhiều hạn chế [6]. Ở Việt Nam, hiện nay có 805 đô thị bao gồm: 02 đô thị loại đặc biệt, 17 đô thị loại I, 25 đô thị loại II, 44 đô thị loại III, 84 đô thị loại IV và 633 đô thị loại V. Tỷ lệ đô thị hóa của Việt Nam ngày một tăng nhanh, ước tính tỉ lệ đô thị hoá đã tăng 37% so với những năm trước [7].

Ở vùng đồng bằng sông Cửu Long, vấn đề úng ngập do mưa lớn tại các khu đô thị, khu công nghiệp đang là một vấn đề thực sự cấp bách và thách thức sự phát triển bền vững trong vùng, đặc biệt trong bối cảnh tác động của biến đổi khí hậu có xu hướng cực đoan trong các thập niên vừa qua. Theo kết quả nghiên cứu, phân tích số liệu mưa giai đoạn 1970-2017 cho thấy tại vùng ĐBSCL số trận mưa trên 100mm, ở thập niên 70 là không có trận nào, sau đó tăng lên 3 trận ở thập niên 80, đến giai đoạn từ 2010-2017 số trận mưa trên 100 mm đã tăng lên 9

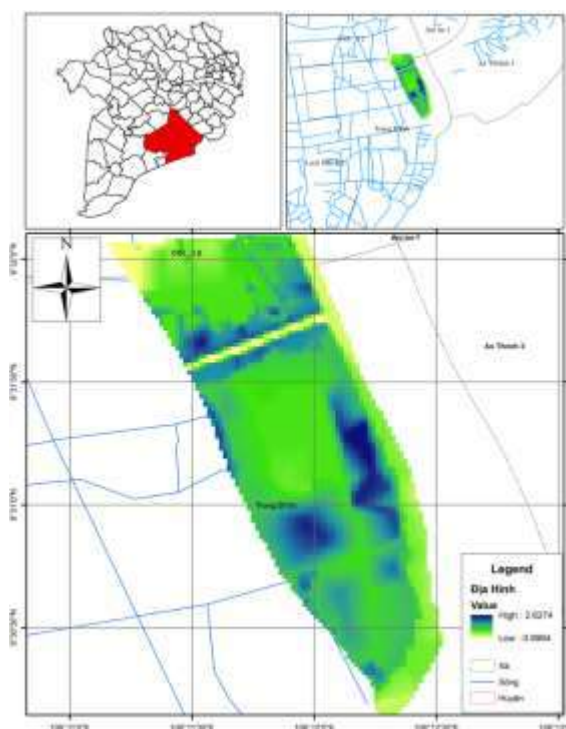
trận. Mưa một ngày max (1Rmax) diễn biến phức tạp và theo xu hướng tăng mạnh cả về cường độ và tần suất xuất hiện là nguyên nhân úng ngập tại các đô thị, thành phố ngày càng trầm trọng hơn không chỉ vào mùa mưa mà xuất hiện cả trong mùa khô [8]. Vì vậy, vấn đề úng ngập ở các đô thị do mưa lớn đã trở thành lực cản trong quá trình phát triển của các đô thị, khu công nghiệp nói riêng và vùng ĐBSCL nói chung.

Thị trấn Tràm Đề là khu đô thị công nghiệp thuộc tỉnh Sóc Trăng, hệ thống thoát nước mưa chống úng ngập được thu gom từ các tuyến cống thu trong khu đô thị theo hai trục tiêu chính là: khu vực phía Nam tiêu thoát ra cửa sông Bảy Giá, trong khi đó khu vực phía Bắc tiêu thoát ra cửa sông Kinh Ba. Thực tế hiện nay cho thấy, với sự phát triển nhanh về đô thị, khu công nghiệp đã dẫn đến úng ngập tại khu đô thị công nghiệp Tràm Đề thuộc tỉnh Sóc Trăng ngày một nghiêm trọng hơn. Vì vậy *nghiên cứu “Nghiên cứu mô phỏng mức độ úng ngập do mưa dưới tác động của biến đổi khí hậu tại khu đô công nghiệp Tràm Đề tỉnh Sóc Trăng”* là thực sự cần thiết nhằm xác định mức độ úng ngập dưới ảnh hưởng của yếu tố khí tượng hiện nay đang diễn biến phức tạp tại vùng ĐBSCL.

2. GIỚI THIỆU VÙNG NGHIÊN CỨU

Khu đô thị ven biển Tràm Đề nằm trong ranh giới hành chính của thị trấn Tràm Đề, huyện Tràm Đề, tỉnh Sóc Trăng. Khu đô thị có vị trí địa lý như sau: (i) phía Đông Bắc giáp sông Hậu và Biển đông, (ii) phía Tây giáp xã Trung Bình và Đại An II, (iii) phía Nam giáp xã Trung Bình, và (iv) phía Bắc giáp xã Đại An II (Hình 1). Cấu trúc không gian của khu đô thị ven biển Tràm Đề có dạng tuyến dài, theo hướng phát triển hướng ra sông Hậu và Biển Đông. Tổng diện tích theo quy hoạch của thị trấn Tràm Đề là 1.450 ha, trong đó bao gồm 1.268 ha đất liền và 182 ha của xã Trung Bình. Đặc điểm khí hậu của khu vực đô thị ven biển Tràm Đề chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của chế độ nhiệt đới biển, bức xạ cao, nhiều nắng, gió và mang đặc thù của khí hậu miền biển với 2 mùa mưa - nắng rõ rệt trong năm. Cụ thể, mùa mưa kéo dài 5 tháng từ cuối tháng V đến cuối tháng X, với tổng lượng mưa

mùa bình quân nhiều năm là 1.406,57 mm (chiếm khoảng 84,39% tổng lượng mưa năm). Mùa khô bắt đầu từ tháng XI và đến tháng IV năm sau, với tổng lượng mưa thường nhỏ hơn 500 mm. Tổng lượng mưa mùa khô chỉ chiếm khoảng 15,61% tổng lượng mưa năm. Tuy nhiên, một đặc điểm cần lưu ý trong chế độ mưa ở đây là ở thời kỳ đầu của mùa mưa (từ tháng V đến tháng VIII) thường có các đợt hạn ngắn. Theo số liệu quan trắc và ghi nhận được trong những năm gần đây, do có những biến động lớn về thời tiết, lượng mưa có xu hướng tăng lên và tập trung chủ yếu và mùa mưa kết hợp với mực nước triều dâng cao nên gây úng ngập nước trong vùng. Mặt khác, thị trấn Trần Đề chịu ảnh hưởng bởi chế độ thủy văn sông Hậu và chế độ bán nhật triều không đều của biển Đông, có thể tóm tắt như sau: chế độ dòng chảy chịu ảnh hưởng của lũ và thủy triều vùng cửa biển Trần Đề. Mùa lũ từ tháng VI đến tháng XI, thông thường lũ chỉ có một đỉnh, do đặc điểm địa hình vùng hạ lưu sông Mê Công nên thời gian duy trì đỉnh lũ kéo dài nhiều ngày. Dòng chảy mùa lũ đạt lớn nhất 1,30 m/s. Mùa kiệt từ tháng XII đến tháng V năm sau.



Hình 1: Bản đồ khu vực nghiên cứu
Các tuyến đường trên địa bàn khu đô thị Tràm

Đề thường bị úng ngập do các yếu tố tác động chính như sau: (i) Tốc độ đô thị hóa nhanh làm tăng hệ số không thấm từ đó làm gia tăng lưu lượng dòng chảy trong khi hạ tầng thoát nước chưa được đầu tư đúng mức; (ii) Diện tích các khu trữ nước tự nhiên như sông suối, ao hồ, kênh rạch bị thu hẹp và mất dần do sự phát triển mạnh diện tích đô thị, làm cho chức năng thoát nước bị hạn chế; (iii) Các hành lang vỉa hè bị bê tông hóa gần hết không còn khả năng tự thấm, cùng với mật độ xây dựng dày đặc làm cho nước mưa tự ngấm rất khó khăn; (iv) Hệ thống thoát nước trên địa bàn thành phố phần lớn được xây dựng lâu đời, lạc hậu, không đồng bộ, đang dần xuống cấp làm ảnh hưởng đến việc thoát nước trong mùa mưa, dẫn đến tình trạng ứ đọng nước ngay một trăm trọng, việc tiêu thoát nước mưa gặp nhiều khó khăn.

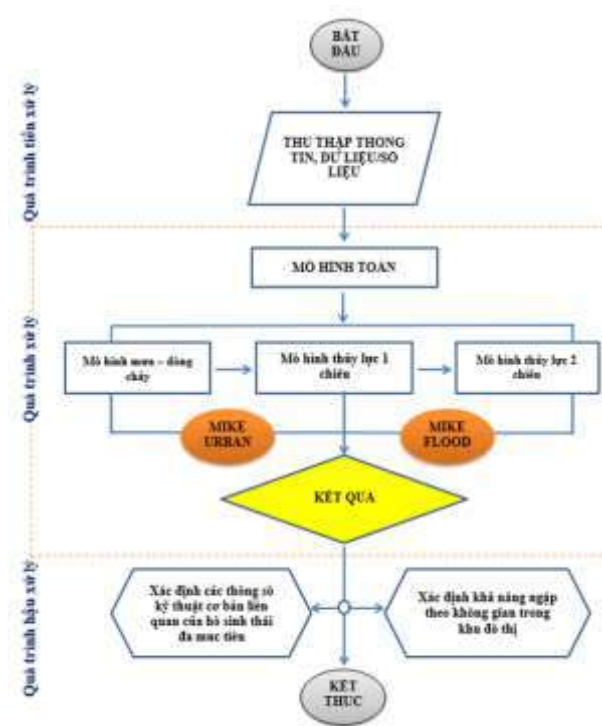
Từ vấn các vấn đề trên cho thấy những tồn tại, hạn chế trong khu đô thị là rất lớn, úng ngập xuất hiện ngày một gia tăng do mưa ngày càng nhiều không chỉ riêng mùa mưa mà còn xuất hiện ở mùa khô, đặc biệt tại các khu đô thị trong TP. Sóc Trăng nói chung và Trần Đề nói riêng. Vì vậy, việc tính toán, mô phỏng xác định mức độ úng ngập do mưa với các kịch bản và ở các thời điểm khác nhau là thực sự cần thiết.

3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1. Thiết lập mô hình cho khu đô thị

Trong nghiên cứu này, mô hình Mike được sử dụng là công cụ tính toán do có nhiều tính năng vượt trội như (i) sự kết hợp đồng bộ nhiều module cho phép người dùng thực hiện các tính toán mô phỏng khác nhau nhằm đáp ứng yêu cầu phức tạp của các bài toán thực tế và (ii) dễ dàng sử dụng cũng như phù hợp với các điều kiện về cơ sở dữ liệu hiện có trên các lưu vực sông. Vì vậy, trong nghiên cứu này họ mô hình Mike được áp dụng để mô phỏng mức độ úng ngập do mưa với các mô hình thành phần là mô hình mưa – dòng chảy (Mike Nam), mô hình thủy lực một chiều (Mike 11), mô hình thủy lực hai chiều (Mike 21), mô hình kết nối một và hai chiều mô phỏng quá trình úng ngập theo không gian gồm (Mike Flood và Mike Urban). Sơ đồ thực hiện các yêu cầu về tính toán về thủy văn, thủy lực, mô phỏng úng lụt và khả năng tiêu

thoát của hệ thống tiêu thoát nước trong khu đô thị được thể hiện trong Hình 2.



Hình 2: Sơ đồ mô phỏng mô hình thủy động lực học

Mô hình một chiều Mike 11 là một công cụ cho phép tính toán mô phỏng dòng chảy không ổn định trong hệ thống đường ống và kênh/sông với các điều kiện về áp suất và mực nước khác nhau. Cụ thể tính toán được thực hiện dựa trên hệ phương trình Saint-Venant, được giải bằng cách dùng lược đồ sai phân hữu hạn 6 điểm ẩn (Abbott-Ionescu 6-point).

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = Q_{in}$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial t} = \dots$$

(Error! No text of specified style in document ..1)

(Error! No text of specified style in document ..2)

Trong đó Q là lưu lượng dòng chảy (m^3/s), α là hệ số phân bố lưu tốc, Q_{in} là lưu lượng nhập lưu (m^3/s), $g = 9,81 \text{ (m/s}^2\text{)}$ là gia tốc trọng trường, x là chiều dài theo hướng dòng chảy (m), A là diện tích mặt cắt (m^2), I thành phần ma sát liên quan đến độ dốc đáy và ma sát, f là lực momentum trên một đơn vị chiều dài và ρ là khối lượng riêng của nước.

Hệ phương trình sai phân ẩn được thể hiện trong mạng lưới bao gồm các điểm Q và H luân phiên nhau. Các điểm Q luôn luôn được đặt ở giữa các điểm H xung quanh, trong khi đó khoảng cách giữa các điểm H có thể khác nhau. Vận tốc dòng chảy và lưu lượng sẽ được xác định là dương theo chiều của dòng chảy từ thượng lưu về hạ lưu (hay theo chiều dương của trục x), trong khi đó vận tốc dòng chảy và lưu lượng sẽ mang giá trị âm trong trường hợp ngược lại. Để đảm bảo điều kiện ổn định của mô hình thì bước thời gian lựa chọn trong tính toán phải đảm bảo thỏa mãn điều kiện ổn định Courant. Ngoài ra, để đảm bảo độ chính xác và tăng sự tin tưởng của các kết quả tính toán khoảng cách giữa các mặt cắt không nên lớn quá.

Mô hình MIKE 21 là một mô hình thuộc họ mô hình MIKE. Mô hình thủy lực hai chiều MIKE 21 tính toán dòng chảy và mực nước không ổn định với giả thiết là dòng chảy có tính chất đồng nhất về mật độ theo chiều thẳng đứng. Cụ thể, module thủy động lực (HD) trong mô hình MIKE 21 giải hệ phương trình sóng nước nông (hay còn gọi là hệ phương trình đặc trưng) trong đó có xem xét đến ảnh hưởng của khuếch tán rối. Lưu ý rằng hệ phương trình đặc trưng trong Module thủy động lực được biến đổi từ định luật bảo toàn về khối lượng và momentum. Thông tin cơ bản về hệ phương trình sóng nước nông, thông số mô hình và phương pháp giải hệ phương trình đặc trưng trong module thủy động lực lần lượt được đề cập trong các mục tiếp theo.

Hệ phương trình sóng nước nông hay còn gọi là

hệ phương trình đặc trưng sử dụng trong module thủy động lực của mô hình MIKE 21 được viết có dạng cụ thể như sau.

$$\frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial(h\bar{u})}{\partial x} + \frac{\partial(h\bar{v})}{\partial y} = hS$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}u}{\partial y} = f\bar{v}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{h}{\rho_o} \frac{\partial P_a}{\partial x} - \frac{gh^2}{2\rho_o} \frac{\partial \rho}{\partial x} + \frac{\tau_{sx}}{\rho_o} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_o} \\ - \frac{1}{\rho_o} \left(\frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{xy}) + hu_s \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial h\bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{v}u}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}^2}{\partial y} = f\bar{u}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{h}{\rho_o} \frac{\partial P_a}{\partial y} - \frac{gh^2}{2\rho_o} \frac{\partial \rho}{\partial y} + \frac{\tau_{sy}}{\rho_o} - \frac{\tau_{by}}{\rho_o} \\ - \frac{1}{\rho_o} \left(\frac{\partial s_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{yy}}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{yy}) + hv_s \end{aligned}$$

trong đó t là thời gian, x và y lần lượt là các trục toạ độ ox và oy trong hệ toạ độ Đề Các, η là mực nước bề mặt, $h = \eta + d$ là độ sâu nước tổng cộng với d là độ sâu nước tĩnh, u và v lần lượt là các thành phần vận tốc theo phương ox và oy , $f = 2\Omega \sin \theta$ là tham số Coriolis (Ω là vận tốc góc của trái đất, θ là vĩ độ địa lý), P_a là áp suất khí quyển, ρ_o là khối lượng riêng của nước, τ_s và τ_{bs} tương ứng là ứng suất tại bề mặt và

tại đáy, g là gia tốc trọng trường, S là cường độ lưu lượng cung cấp cho các điểm nguồn và (u_s , v_s) là vận tốc tại đó nước được đổ ra môi trường xung quanh, s_{xx} , s_{xy} , s_{yx} và s_{yy} lần lượt là các thành phần tenxơ ứng suất bức xạ, T_{ij} là thành phần ứng suất bên bao gồm cả ma sát nhớt, ma sát rối và chênh lệch bình lưu.

Các thành phần trung bình theo độ sâu (ví dụ $\bar{u}$, $\bar{v}$) được tính theo công thức sau:

$$\bar{u} = \frac{1}{h} \int_{-d}^{\eta} u dz \quad \text{và} \quad \bar{v} = \frac{1}{h} \int_{-d}^{\eta} v dz$$

Thành phần ứng suất bên được tính theo phương trình (Error! No text of specified style in document..7).

$$T_{xx} = 2A \frac{\partial \bar{u}}{\partial x}, \quad T_{xy} = A \left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} \right), \quad T_{yy} = 2A \frac{\partial \bar{v}}{\partial y}$$

(Error! No text of specified style in document..3)

(Error! No text of specified style in document..4)

(Error! No text of specified style in document..5)

(Error! No text of specified style in document..6)

(Error! No text of specified style in document..7)

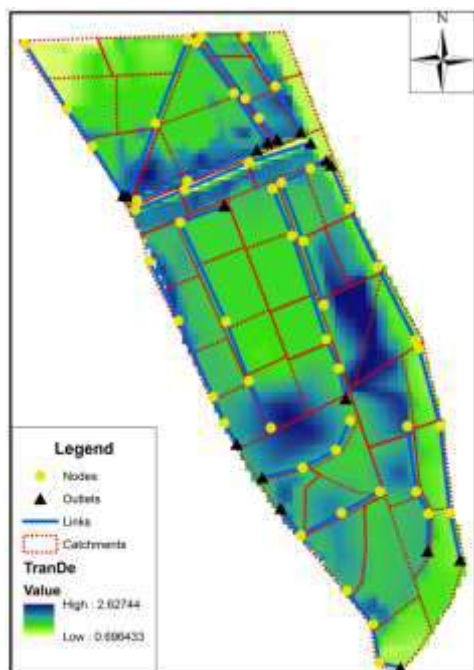
với A là hệ số nhớt rối động học theo phương ngang.

Từ hệ phương trình (Error! No text of specified style in document..3)-(Error! No text of specified style in document..5) dễ dàng nhận thấy rằng mô hình hai chiều MIKE 21 giải hệ phương trình sóng nước nông bao gồm phương trình liên tục và phương trình momentum trong không gian hai chiều Oxy. Nói cách khác kết quả của module thủy động lực của mô hình MIKE 21 cho phép mô phỏng sự thay đổi các đặc trưng dòng chảy theo không gian hai chiều Oxy trong khi đó các đặc trưng dòng chảy theo phương thẳng

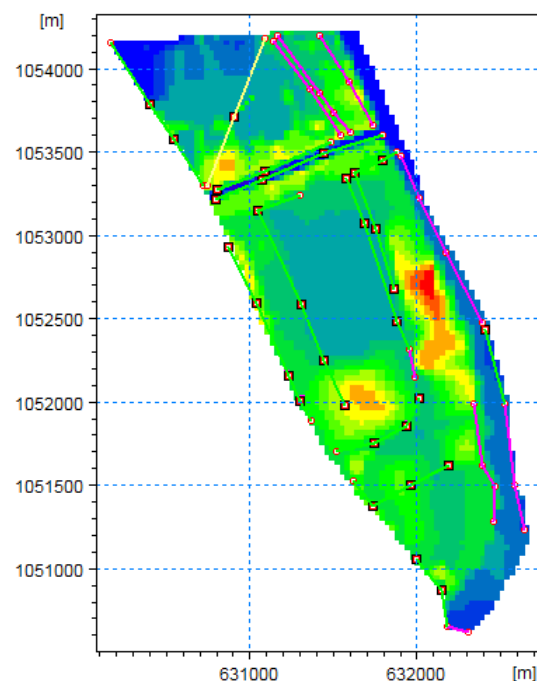
đứng Oz là các giá trị trung bình độ sâu. Điều đó có nghĩa là số lớp nước theo độ sâu sử dụng trong mô hình MIKE 21 được giả thiết là một lớp đồng nhất từ trên mặt nước tới đáy.

3.2. Thiết lập mô hình mưa dòng chảy

Căn cứ vào địa hình và sơ đồ mạng lưới sông kênh và hệ thống tiêu thoát nước thiết kế, khu đô thị công nghiệp Trầm Đề (thành phố Sóc Trăng) được chia thành 14 tiểu lưu vực và 48 nút trên toàn mạng (Hình 3), với diện tích của các tiểu lưu vực thay đổi từ 9,29ha đến 63,09 ha, với tổng diện tích khu đô thị thiết lập trong mô hình là 340 ha.



Hình 3: Sơ đồ thiết lập tiểu lưu vực và nút thu gom nước



Hình 4: Sơ đồ thiết lập kết nối giữa mô hình Mike Urban và Mike 21

3.3. Thiết lập mô hình thủy lực

Hệ thống đường ống, kênh và sông tiêu thoát của khu đô thị công nghiệp Trầm Đề mới trong mô hình Mike Urban được thiết lập thông qua việc kết nối các điểm nút. Các đường ống và kênh, sông có kích thước khác nhau được xem

xét mô tả một cách chi tiết, đầy đủ nhất trong mô hình nhằm thể hiện tốt nhất hiện trạng của khu đô thị mới trong tính toán. Tổng số đoạn đường ống, kênh và sông tiêu thoát của khu đô thị mới số 2 trong mô hình Mike Urban là 40 đoạn. Với kích thước và hình dạng của các

đường ống, kênh và sông được xác định dựa trên các tài liệu, thông tin thu thập, điều tra thực địa. Cụ thể, kích thước của các đường ống tiêu thoát thay đổi từ 1,5m đến 2,0 m, tùy thuộc vào từng khu vực, từng vị trí cụ thể. Để mô phỏng quá trình ngập úng theo không gian trong khu đô thị công nghiệp Trầm Đề, mô hình thủy lực hai chiều Mike 21 đã được sử dụng.

3.4. Thiết lập các kết nối trong mô hình Mike Urban

Để mô phỏng ngập úng do mưa, mô hình mô phỏng được tích hợp từ ba mô hình toán khác nhau gồm: mô hình mưa – dòng chảy và được kết nối giữa mô hình Mike Urban và Mike 21 được sử dụng phục vụ cho các mục đích tính toán khác nhau trong các khu đô thị công nghiệp Trầm Đề (hình 4). Cụ thể, mô hình mưa – dòng chảy được sử dụng để tính toán lưu lượng dòng chảy từ các tiểu lưu vực, trong khi đó các mô hình thủy lực được sử dụng để mô phỏng và tính toán các đặc trưng động của dòng chảy (như vận tốc dòng chảy, độ sâu dòng chảy) trong toàn khu đô thị. Mô hình thủy lực một chiều được sử dụng để mô phỏng các đặc trưng thủy động lực của dòng chảy trong hệ thống đường ống, kênh và sông của khu đô thị mới, trong khi mô hình thủy lực hai chiều Mike 21 được sử dụng để mô phỏng quá trình ngập úng theo không gian. Do đó, để đảm bảo tính liên tục thì mô hình mưa – dòng chảy phải được kết nối với các mô hình thủy lực một và hai chiều.

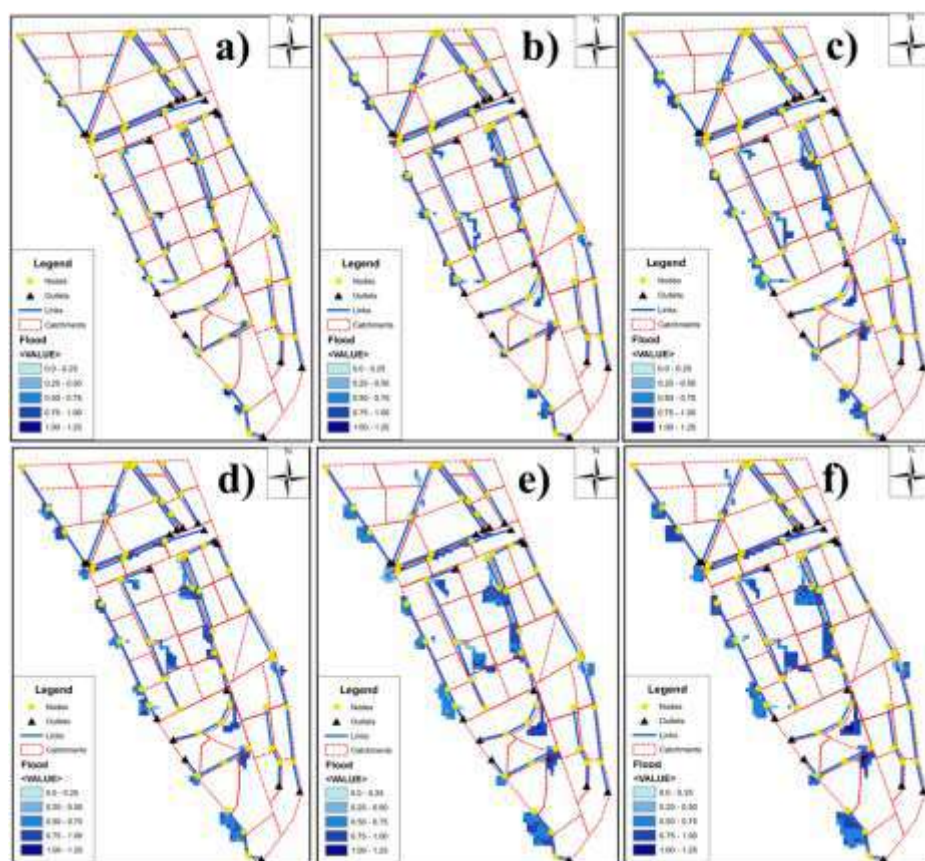
4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

4.1. Kết quả mô phỏng ngập úng do mưa kịch bản hiện trạng

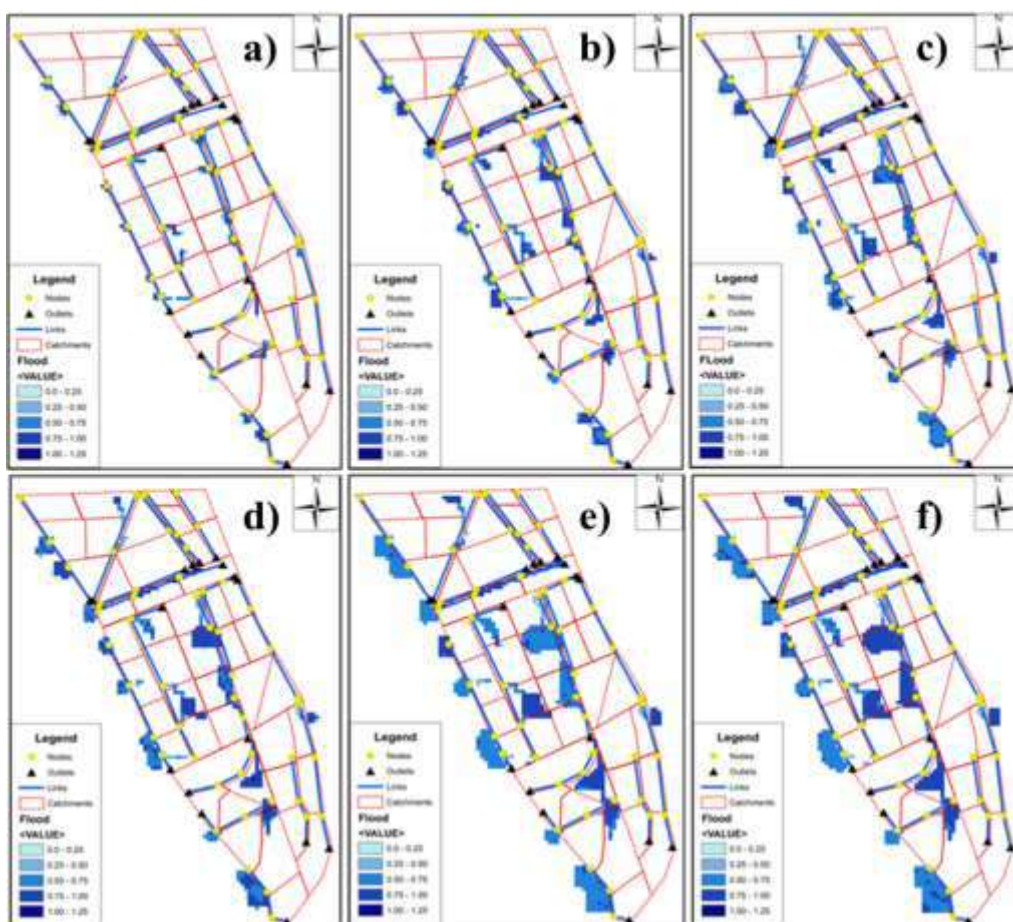
Kết quả mô phỏng ngập trên toàn khu đô thị hiện hữu ứng với tần suất mưa thiết kế $p = 20\%$ tại các thời điểm khác nhau được thể hiện trong Hình 5. Trên phạm vi không gian toàn khu đô thị hiện hữu, độ ngập sâu thay đổi thì từ 0 đến 1,0 m. Độ ngập sâu lớn nhất xuất hiện dọc theo kênh rạch chính trong khu đô thị. Độ ngập sâu tại các vị trí khác phân bố rải rác trên toàn khu đô thị phần lớn thay đổi trong khoảng từ 0,1m đến 0,35 m.

4.2. Kết quả mô phỏng ngập úng do mưa kịch bản BDKH

Kết quả mô phỏng ngập ứng với mưa thiết kế có xét đến ảnh hưởng của biến đổi khí hậu được thể hiện trong Hình 5. Với kịch bản trong điều kiện đô thị có sự tác động của BDKH, kết quả gây ngập úng tại các thời điểm khác nhau được thể hiện tại Hình 6, kết quả mô phỏng ngập trên toàn khu đô thị mới ven biển Trầm Đề ứng với mưa thiết kế $p = 20\%$ chỉ ra rằng trên phạm vi không gian toàn khu đô thị hiện hữu, độ ngập sâu thay đổi thì từ 0,50 m đến 1,25 m. Các điểm ngập cục bộ phân bố rải rác trên toàn khu đô thị và phần lớn độ ngập sâu thay đổi trong khoảng từ 0,50 m đến 1,00 m và phần lớn các điểm ngập cục bộ có độ ngập sâu trên dưới 0,50 m và phân bố rải rác trong khu đô thị.



Hình 5: Kết quả mô phỏng ngập trong khu đô thị công nghiệp Tràm Đề ứng với mưa thiết kế $p = 20\%$ tại các thời điểm mô phỏng khác nhau: a) 20 phút, b) 40 phút, c) 60 phút, d) 80 phút, e) 160 phút và f) 180 phút



Hình 6: Kết quả mô phỏng ngập trong khu đô thị công nghiệp Tràm Đề ứng với mưa thiết kế $p = 20\%$ có xét đến ảnh hưởng của BĐKH tại các thời điểm mô phỏng khác nhau: a) 20 phút, b) 40 phút, c) 60 phút, d) 80 phút, e) 160 phút và f) 180 phút

4.3. Đánh giá kết quả mức độ ứng ngập và đề xuất giải pháp

Kết quả mô phỏng ngập trên toàn khu đô thị cho thấy độ ngập sâu phổ biến phần lớn thay đổi trong khoảng từ 0,10 m đến 0,35 m với tần suất thiết kế mưa tiêu $p = 20\%$. Tại độ ngập sâu lớn nhất được mô phỏng xuất hiện dọc theo kênh rạch chính trong khu đô thị được thể hiện trong Hình 5. Trong khi, kết quả nghiên cứu mô phỏng cũng chỉ ra rằng, dưới ảnh hưởng của BĐKH vấn đề ứng ngập tăng mạnh tương ứng với thời điểm mô phỏng khác nhau với độ ngập sâu thay đổi tập trung khoảng 0,50 m - 1,00m, phần lớn các điểm ngập cục bộ có độ ngập sâu trên dưới 0,75 m thậm chí tại một số vị trí độ ngập lớn nhất có thể lên đến 1,25 m được thể hiện trong Hình 6.

Vấn đề ứng ngập đã ảnh hưởng đến hoạt động kinh tế và thách thức sự phát triển bền vững trong khu vực, đặc biệt là tại các khu đô thị, để giảm thiểu thiệt hại và phòng chống ứng ngập do các trận mưa lớn việc tính toán xây dựng hồ điều hòa tại các khu đô thị là một trong những giải pháp không chỉ đáp ứng nhu cầu trước mắt như thu trữ nước mưa của trận mưa gây ứng ngập mà còn là giải pháp đa mục tiêu, ngoài việc thu trữ nước chống ngập hồ còn có nhiệm vụ tạo cảnh quan, cấp nước cho các mục đích phát triển kinh tế khác. Đối với các khu đô thị ven biển để giảm thiểu ứng ngập, giải pháp hồ điều hoà cơ bản được tóm tắt như sau: (i) Các thông số kỹ thuật cơ bản liên quan của hồ sinh thái đa mục tiêu ứng với mưa thiết kế (với tần suất $p = 20\%$) diện tích của hồ sinh thái thay đổi từ 7,86 đến 31,45 ha

(diện tích chiếm đất của hồ từ 1,93 đến 7,73% diện tích của khu đô thị) ứng với độ sâu hồ tương ứng từ 4,00 m đến 1,00 m. (ii) Độ ngập sâu lớn nhất trong khu đô thị công nghiệp ứng với: (1) mưa thiết kế, (2) mưa thiết kế có xét đến ảnh hưởng của BĐKH và (3) mưa lớn bất thường có thể lên đến 1,25 m. Độ ngập sâu phổ biến ứng với mưa thiết kế thay đổi trong khoảng từ 0,50 đến 1,00 m, mức độ ngập tập trung là 0,70 m.

Dựa trên kết quả tính toán cho thấy, để giảm ứng ngập do mưa cần thiết phải có giải pháp kỹ thuật. Cụ thể trong khu đô thị Trần Đề, mưa thiết kế với tần suất $p = 20\%$ cần xây dựng hồ sinh thái trữ nước với diện tích trong khu đô thị mới là 6,5% diện tích của khu đô thị và độ sâu giảm 1,20m để đáp ứng nhiệm vụ mưa đến đầu tiêu hết đến đó. Dưới tác động của BĐKH với mưa ứng với tần suất thiết kế $p = 20\%$, cần thiết dành phần trăm diện tích hồ sinh thái trong khu đô thị Trần Đề là 8,5% diện tích của khu đô thị với độ sâu hồ giảm từ 1,2m để đáp ứng nhiệm vụ mưa đến đầu tiêu hết đến đó đáp ứng khả năng giảm thiểu ứng ngập cho khu đô thị.

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Khu đô thị công nghiệp Trần Đề, tỉnh Sóc Trăng có địa hình tương đối bằng phẳng, vấn đề ứng ngập xảy ra thường xuyên khi xuất hiện các trận mưa lớn, đặc biệt trong những năm gần đây dưới tác động của BĐKH đã làm vấn đề thêm trầm trọng hơn, gây bức xúc dư luận và tác động đến sản xuất, kinh doanh và các hoạt động xã hội trong vùng.

Kết quả tính toán mô phỏng ứng ngập trong

khu đô thị ứng với các trường hợp mưa khác nhau: mưa thiết kế, mưa thiết kế có xét đến ảnh hưởng của BĐKH đều thấy rằng, ứng ngập có khả năng xảy ra tại nhiều vị trí khác nhau trong khu đô thị. Do đó, để đảm bảo giảm thiểu các tác động và ảnh hưởng do ứng ngập gây ra trong khu đô thị ven biển, giải pháp tích trữ nước là việc làm cần thiết, vừa đảm bảo yêu cầu trữ nước do mưa giảm thiểu ứng ngập vừa đảm bảo cải thiện vi khí hậu trong khu đô thị, nhất là trong điều kiện biến đổi khí hậu và những thay đổi thời tiết cực đoan, bất thường đang ngày càng có xu thế gia tăng.

Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng dưới ảnh hưởng của mưa tiêu tần suất 20% với các thời đoạn tiêu từ 20 phút đến 180 phút, độ sâu ngập lụt trong khu đô thị mới từ 0,10 m đến 0,35m phân tán trên toàn bộ khu đô thị. Độ sâu ngập lớn nhất là 1,0 m xuất hiện trên kênh trục tiêu. Khi xét thêm điều kiện biến đổi khí hậu độ sâu ngập lụt tăng lên đến 0,75 m trên bề mặt và 1,25 m trong kênh tiêu.

Kết quả đề xuất giải pháp sử dụng hồ điều hoà nhằm giảm thiểu ứng ngập do mưa theo các kịch bản có và không có tác động của BĐKH với diện tích chiếm đất của hồ lần lượt là 6,5% và 8,6% tương ứng. Kết quả nghiên cứu cung cấp phương pháp hữu ích có ý nghĩa trong công tác quản lý ngập lụt đô thị và quản lý khai thác tài nguyên nước mưa từ đó giúp các nhà hoạch định chính sách đưa ra các quyết định và các định hướng phù hợp trong công tác quy hoạch và mở rộng các khu đô thị tại Sóc Trăng nói riêng và vùng đồng bằng sông Cửu Long nói chung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Neupane, R.P.; Kumar, S. Estimating the effects of potential climate and land use changes on hydrologic processes of a large agriculture dominated watershed. *Journal of Hydrology* **2015**, 529, 418-429, doi:<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.07.050>.
- [2] Lee, D.K.; Sung, S.Y.; Jung, H.C. Estimating the effect of climate change and land use change on surface runoff change. **2010**, 241-248.
- [3] Long, H.P. Vấn đề ứng ngập tại Băng kok, Thái Lan. **2012**.
- [4] UNDP. *Research on Integrated Water Resources Management in the context of climate change, sea level rise, and rapid socio-economic development in the Mekong Delta in Viet*

Nam; 2016.

- [5] Sâm, L. Tận dụng khả năng trữ nước của hồ sinh thái để giảm thiểu ngập lụt trên địa bàn thành phố Hồ Chí Minh. **2016**.
- [6] Trường, T.V. Nhìn lại ngập lụt do mưa tại TPHCM. **2018**.
- [7] BXD. Xu thế đô thị hóa và các thách thức đô thị hóa toàn cầu. *Tạp chí Quy hoạch Xây dựng* **2016**, 91-92.
- [8] *Nghiên cứu xây dựng hồ sinh thái đa mục tiêu, phục vụ phát triển bền vững ở vùng đồng bằng sông Cửu Long. ĐTĐL.CN.39/18, 2021.*