

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG MÔ HÌNH MIKE URBAN VÀ MIKE 11 ĐỂ TÍNH TOÁN THOÁT NƯỚC KHU CÔNG NGHIỆP DỆT MAY RẠNG ĐÔNG

RESEARCH AND APPLICATION OF MIKE URBAN AND MIKE 11 MODELS TO ASSESS DRAINAGE AND LEVELING CAPACITY OF RANG DONG INDUSTRIAL PARKS

TS. Phạm Văn Dương, ThS. Trịnh Thị Huệ;
ThS. Lê Đình Lăng;
KS. Trần Thị Thu Hương;
KS. Phạm Văn Lai

Trung tâm Công nghệ Hạ tầng kỹ thuật và Môi trường
đô thị, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

Ngày nhận bài: 02/8/2022
Ngày gửi phản biện: 14/9/2022
Ngày chấp nhận đăng: 26/9/2022

Tóm tắt:

Hệ thống thoát nước đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo tiêu thoát nước mưa trong đô thị và khu công nghiệp. Tuy nhiên, tốc độ đô thị hóa nhanh kết hợp với thiết kế và thi công ở nhiều khu vực chưa hợp lý; đã làm giảm hiệu quả thoát lũ gây ra ngập lụt cục bộ và làm ảnh hưởng lớn cuộc sống, sinh hoạt của người dân. Do đó, việc đánh giá khả năng tiêu thoát nước của các hệ thống thoát nước đã được xây dựng, xác định các điểm ngập lụt, đề xuất các giải pháp là hết sức cần thiết, cung cấp cơ sở cho công tác quản lý, quy hoạch, thiết kế, xây dựng và nâng cấp hệ thống sau này. Nghiên cứu sẽ tập trung đánh giá khả năng thoát nước của

khu đô thị và khu công nghiệp cũng như áp dụng thử nghiệm để tính toán khả năng thoát nước của Khu công nghiệp Dệt may Rạng Đông.

Từ khóa: MIKE URBAN, thoát nước, khu công nghiệp

Abstract:

The drainage system plays an important role in ensuring the drainage of storm water in urban areas and industrial zones. However, the rapid urbanization combined with design and construction in many areas is not reasonable; has reduced the efficiency of flood drainage, causing local flooding and greatly affecting people's lives and activities. Therefore, it is absolutely necessary to assess the drainage capacity

of the built drainage systems, identify the flooding points, and propose solutions, providing the basis for the management, planning, designing, building and upgrading the system later. The research will focus on assessing the drainage capacity of urban areas and industrial zones as well as applying tests to assess the drainage capacity and leveling the ground in Rang Dong Textile Industrial Park.

Keywords: MIKE URBAN, drainage, industrial zones

1. Đặt vấn đề

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu đang diễn ra mạnh mẽ, nhất là tại khu vực ven biển đang làm thay đổi lớn đến nhiều hình thái thời tiết. Lượng mưa có xu hướng thay đổi lớn cả về lượng và tần suất. Làm cho các hệ thống thoát nước mưa hiện tại ở các đô thị không còn đảm bảo khả năng thoát nước theo tần suất thiết kế, gây ra tình trạng ngập lụt cục bộ ở nhiều nơi. Với những khu vực chuyển đổi từ nông thôn sang đô thị, khu vực ven đô thị và gần cửa sông thì cơ sở hạ tầng liên quan xây dựng chưa đồng bộ, các cửa tiêu thoát nước trực tiếp ra sông, kênh mương... cũng gây ảnh hưởng lớn đến khả năng thoát nước của hệ thống. Ngoài ra, quá trình đô thị hóa, công nghiệp hóa tại các tỉnh thành phố sẽ tiếp tục tăng lên do hoạt động đầu tư các đô thị, khu, cụm công nghiệp đang hình thành. Do vậy, để các đô thị và khu công nghiệp phát triển một cách bền vững thì việc phân tích các nguyên nhân, kiểm tra hệ thống thoát nước và đề xuất giải pháp khắc phục là hết sức cần thiết. Nghiên cứu

này sử dụng mô hình số MIKE URBAN kết hợp MIKE 11 để mô phỏng, hiệu chỉnh và kiểm tra khả năng thoát nước mưa của hệ thống ứng với các trận mưa gần nhất ở các mức độ khác nhau. Từ đó, đưa ra các đề xuất, các giải pháp để hạn chế, đồng thời nâng cao hiệu quả làm việc của hệ thống thoát nước mưa hiện có.

2. Cơ sở lý thuyết mô hình

Các mô hình tính toán thoát nước đô thị và khu công nghiệp trên thế giới hiện nay có khá nhiều dạng với các tính năng chuyên biệt, trong đó kể đến các mô hình như: Mô hình SWMM, Bộ mô hình Innovyze, Mô hình SewerGEMS, Bộ mô hình SOBEK, Phần mềm DELTA-P, Bộ mô hình MIKE.

Trong đó, bộ mô hình MIKE đảm bảo được các tiêu chí của nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu đã sử dụng mô hình MIKE 11 và MIKE URBAN tính toán mô phỏng chế độ thủy lực trong hệ thống thoát nước của đô thị và khu công nghiệp, áp dụng tính toán thoát nước cho KCN Dệt may Rạng Đông, nằm ở ven biển thuộc Thị trấn Rạng Đông, huyện Nghĩa Hưng, tỉnh Nam Định.



Hình 1. Ảnh vệ tinh vùng Rạng Đông năm 1989.



Hình 2. Ảnh vệ tinh vùng Rạng Đông năm 2021.

2.1. Lý thuyết mô hình MIKE URBAN [3,4]

Trong bộ mô hình MIKE URBAN bao gồm nhiều loại mô hình thoát nước gồm: MIKE SWMM, MIKE - CS, MIKE MOUSE. Trong đó mô hình MIKE MOUSE là phần mềm lập mô hình cấp và thoát nước nước đô thị, độ linh hoạt cao, tính mở, được tích hợp với hệ thống GIS. Trong Dự án này sử dụng MIKE MOUSE trong bộ URBAN.

Một số ứng dụng điển hình của phần mềm MIKE MOUSE:

➤ *Lập mô hình Hệ thống thoát nước:* Lập mô hình hệ thống thoát nước thải và nước mưa; Quản lý hệ thống nước thải; Dự báo ngập lụt cục bộ (vị trí ngập và mức độ ngập); Đánh giá được khả năng chịu tải của hệ thống cống và những điểm bị tắc nghẽn; Ước tính lượng vận chuyển bùn cát và bồi lắng trong hệ thống cống; Phân tích chất lượng nước và các vấn đề bùn cát...

➤ *Lập mô hình Hệ thống cấp nước:* Quản lý áp lực nước và áp lực khu vực; Ước tính nhu cầu nước tại nút cấp; Phân

tích lưu lượng dòng chảy và áp lực trong đường ống dành cho cứu hỏa; Dự báo sự lan truyền và xác định vị trí của các chất ô nhiễm có trong nước; Lập kế hoạch dự phòng và đánh giá rủi ro,...

2.2. Lý thuyết mô hình MIKE 11 [1,2]

Mô hình MIKE 11 là một chiều tính toán mạng sông dựa trên việc giải hệ phương trình một chiều Saint – Venant, với các giả thiết cơ bản sau đây:

- Chất lỏng (nước) không nén được và đồng nhất (xem như không có sự khác biệt về trọng lượng riêng của nước).
- Độ dốc đáy sông (kênh) là tương đối nhỏ.
- Chiều dài sóng là tương đối dài so với độ sâu dòng chảy (điều kiện nước nông, xem rằng tại mọi điểm trong hệ thống, véc-tơ lưu tốc luôn song song với đáy kênh và không có sự biến đổi của lưu tốc theo phương thẳng đứng, từ đó có thể áp dụng các giả thiết áp suất thủy tĩnh trong kênh).
- Dòng chảy trong hệ thống là dòng chảy êm (có số Froude lớn hơn 1).

Hệ phương trình Saint – venant bao gồm hai phương trình:

Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \tag{2.1}$$

Phương trình chuyển động:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 \cdot AR} = 0 \tag{2.2}$$

Trong đó: A là diện tích mặt cắt ngang (m^2); t là thời gian (s); Q là lưu lượng nước (m^3/s); x là biến không gian; C là hệ số Chezy ; g là gia tốc trọng trường (m/s^2); ρ là mật độ nước (kg/m^3); h là độ sâu dòng nước (m); R là bán kính thủy lực (m); q là lượng gia nhập dọc theo một đơn vị chiều dài sông (m^2/s).

Những ứng dụng liên quan tới MIKE 11 bao gồm: Dự báo lũ và quá trình hoạt động hồ chứa; mô phỏng biện pháp điều hòa lũ; quá trình hoạt động của hệ thống tưới tiêu; thiết kế hệ thống kênh; nghiên cứu triều dâng trên sông và cửa sông.

3. Ứng dụng mô hình MIKE URBAN và MIKE 11 tính toán khả năng thoát nước Khu công nghiệp Dệt may Rạng Đông

Để minh họa việc đánh giá khả năng thoát nước đô thị và khu công nghiệp, mô

hình MIKE URBAN và MIKE 11 được ứng dụng thử nghiệm tại Khu công nghiệp Dệt may Rạng Đông được trình bày tại đây.

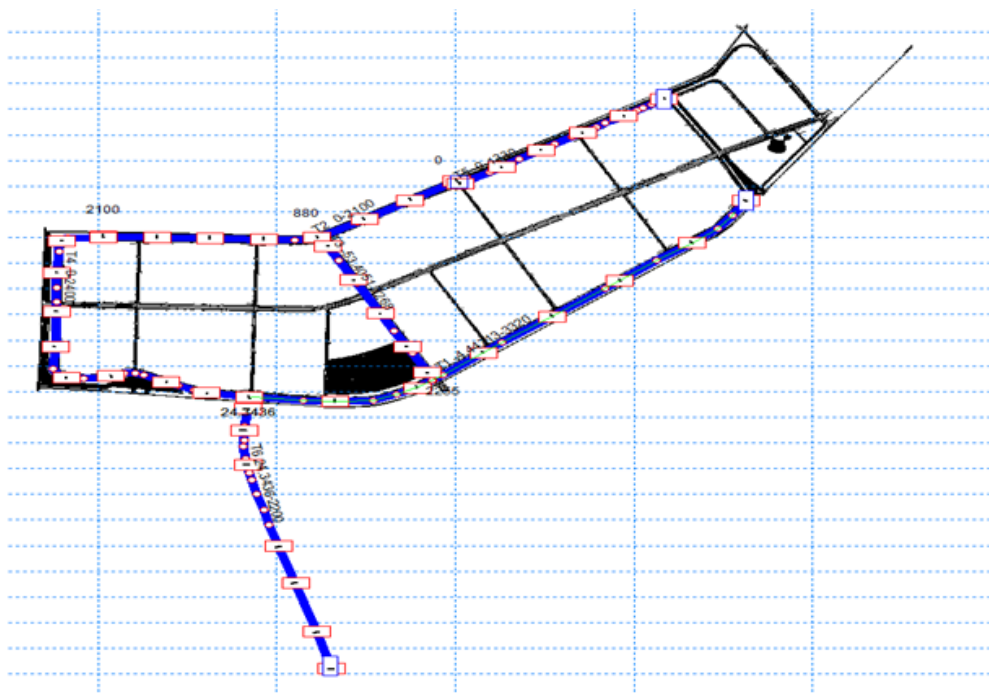
3.2.1. Xây dựng mô hình tính toán Mạng lưới thủy lực kênh trục tiêu - MIKE 11

Sơ đồ thủy lực được thiết lập cho toàn bộ kênh trục tiêu chính trong Khu công nghiệp (KCN) Dệt may Rạng Đông Tỉnh Nam Định bao gồm 5 kênh chính bao gồm các kênh T1, T2, T3, T4, T5 và 1 kênh dẫn toàn bộ lượng nước tiêu thoát ra biển.

Tài liệu địa hình lòng dẫn các nhánh kênh có vai trò thoát nước cho khu công nghiệp đã được thu thập, đo đạc để phục vụ tính toán (số lượng cụ thể trong Bảng 1). Số liệu này sau đó được xử lý, chuẩn hóa về dạng đầu vào của mô hình. Trong tính toán này, sử dụng phương án quy hoạch để tính toán.

Bảng 1. Thông tin mặt cắt sử dụng thiết lập mô hình

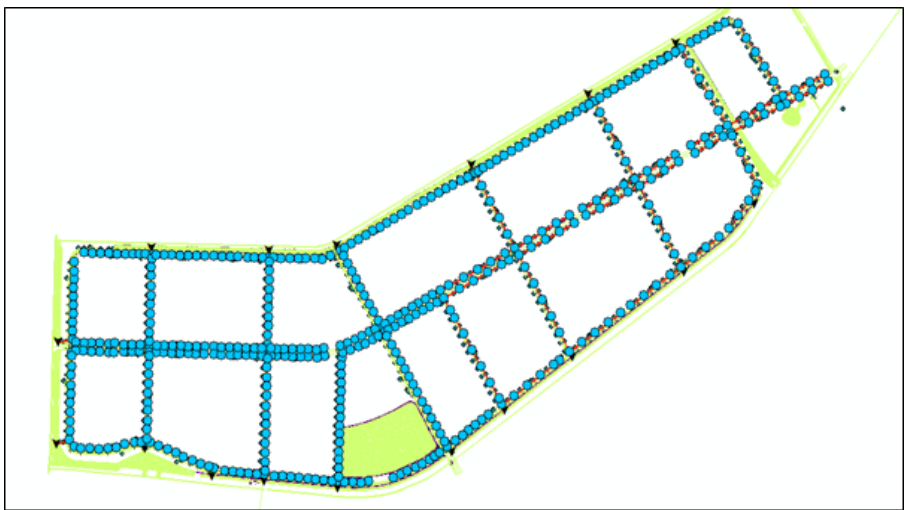
TT	Tên kênh, mương	Chiều dài (m)	Chiều rộng đáy lớn B (m)	Chiều cao H (m)	Chiều rộng đáy nhỏ b (m)	Số mặt cắt
1	T1	3.320	25	5	15	8
2	T2	2.100	25	5	15	8
3	T3	1.268	15	5	5	5
4	T4	2.400	15	5	5	10
5	T5	1.330	15	5	5	6
6	T6	2.200	37	5,5	15	8



Hình 3. Sơ đồ mạng lưới mô hình toán thủy lực kênh trục tiêu KCN Rạng Đông.

Mạng thủy lực 1D hệ thống cống ngầm - MIKE URBAN

Hệ thống mạng lưới cống thoát nước được đưa vào mô hình trên nền bản đồ thoát nước của khu công nghiệp. Toàn bộ mặt bằng của hệ thống thoát nước được thể hiện trong mô phỏng như Hình 4.

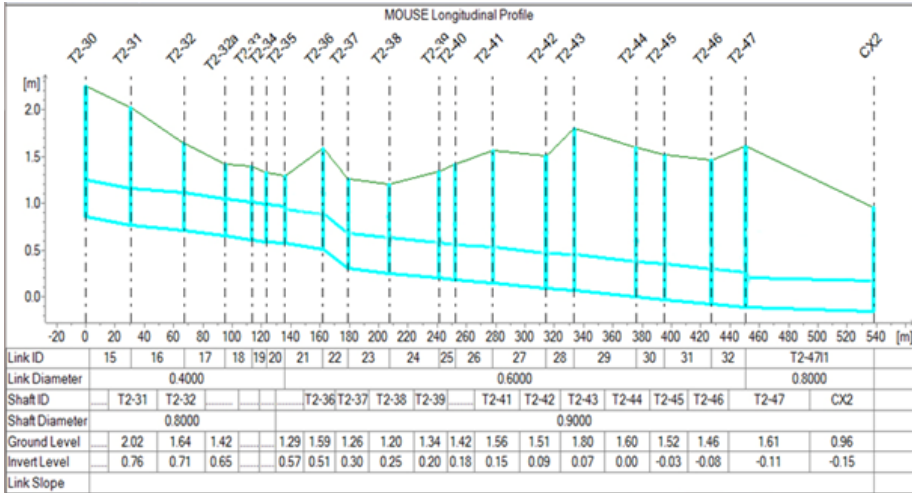


Hình 4. Mạng lưới hệ thống thoát nước số hóa trong MIKE URBAN

Sau khi số hóa tổng các thành phần trong hệ thống thoát nước được sử dụng trong mô hình được liệt kê chi tiết ở Bảng 2.

Bảng 2. Các thành phần của hệ thống thoát nước sử dụng trong mô hình

Công trình	Đơn vị (cái)
Hồ thu nước	500
Cửa xả	17
Cống	459



Hình 5. Trắc dọc tuyến cống.

Nước mưa sau khi hình thành sẽ được thu vào hầm ga trên các tiểu lưu vực đó và tải vào mạng lưới hệ thống thoát nước. Tổng số lượng các tiểu lưu vực sử dụng trong mô hình là 500.

3.2.2. Tính toán thoát nước tại khu vực cho một số trường hợp ứng với các tần suất mưa 1%, 5% và 10%

Số liệu mưa: sử dụng số liệu mưa ngày từ năm 1960 – 2021 tại trạm Văn Lý, xác định giá trị mưa 1 ngày max, 2 ngày max, 5 ngày max, 7 ngày max và 10 ngày max.

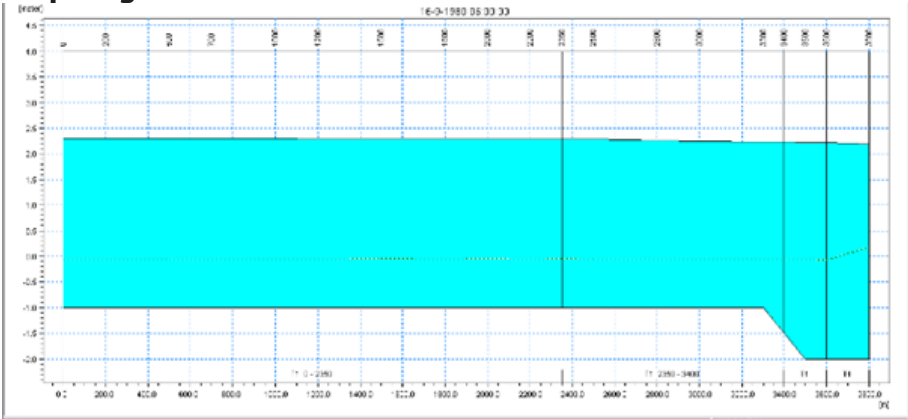
Từ đó, xác định được từng giá trị mưa ứng với tần suất thiết kế. Nhận thấy rằng, tuy cường độ mưa 1 ngày max lớn nhưng chưa phản ánh được tính chất đặc trưng của mưa; 5 ngày max và 10 ngày max cường độ mưa không đáng kể; duy có cường độ mưa 2 ngày max tập trung quá nửa và cũng chính là hình thể mưa bất lợi điển hình trong khu vực nghiên cứu; do đó, nghiên cứu này đã chọn mưa 2 ngày max để tính mưa thiết kế ứng với các tần suất thiết kế 1%, 5% và 10%.

Giá trị	1max	2max	5max	7max	10max
Max	377.2	608.0	867.1	953.1	973.4
Cường độ mưa	15.7	12.7	7.2	5.7	4.1
Tỷ lệ đóng góp vào tổng lượng mưa đợt	39%	62%	89%	98%	

Mức nước triều thiết kế: sử dụng số liệu mực nước triều từ năm 1990 – 2015 tại trạm Như Tân, xác định giá trị triều lớn nhất xảy ra vào năm 2004. Từ đó, xác định được từng giá trị mực nước triều ứng với tần suất thiết kế.

TT	P (%)	Rp (m)	TT	P (%)	Rp (m)
1	1.00	2.10	3	5.00	2.03
2	2.00	2.07	4	10.00	1.98

3.1. Kết quả nghiên cứu



Hình 6. Kết quả tính toán quá trình mực nước dọc trục tiêu KCN.

Bảng 3. Mực nước lớn nhất, nhỏ nhất dọc trục tiêu KCN Rạng Đông trong điều kiện hiện trạng

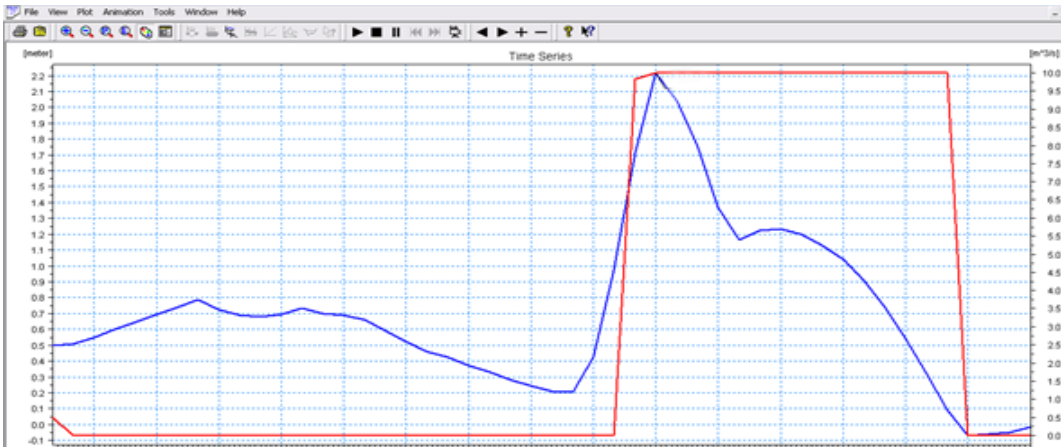
PA	PA1%-TK	PA5%-TK	PA10%-TK
H _{Max} (m)	3,52	3,16	3,03
H _{Min} (m)	3,2	3,02	2,96

Bảng 4. Mực nước lớn nhất, nhỏ nhất dọc trục tiêu KCN Rạng Đông trong điều kiện có trạm bơm (5 tổ)

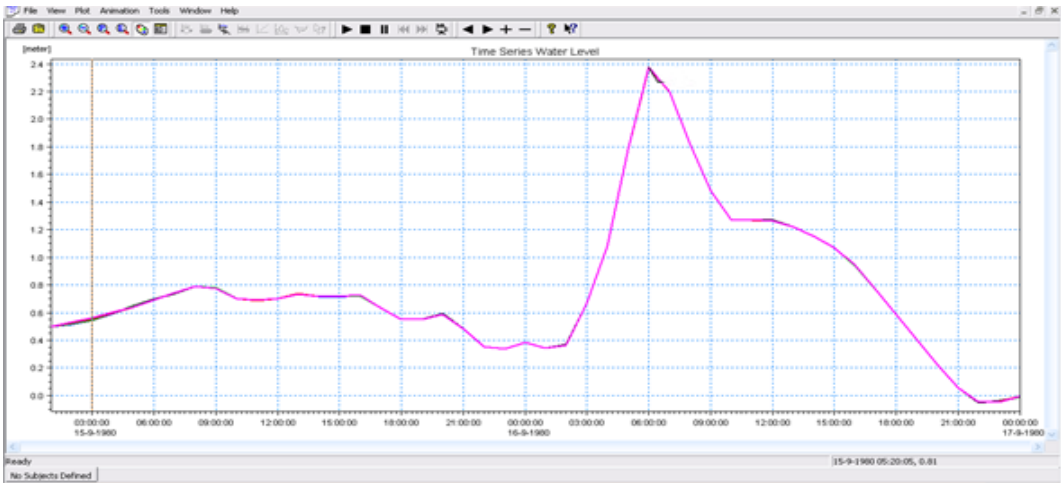
PA	PA1%-B	PA5%-B	PA10%-B
H _{Max} (m)	3,3	3,03	2,48
H _{Min} (m)	3,2	2,92	2,36

Bảng 5. Mực nước lớn nhất, nhỏ nhất dọc trục tiêu KCN Rạng Đông trong điều kiện xét tới Biến đổi khí hậu (BĐKH) và nước biển dâng (NBD) đến năm 2050

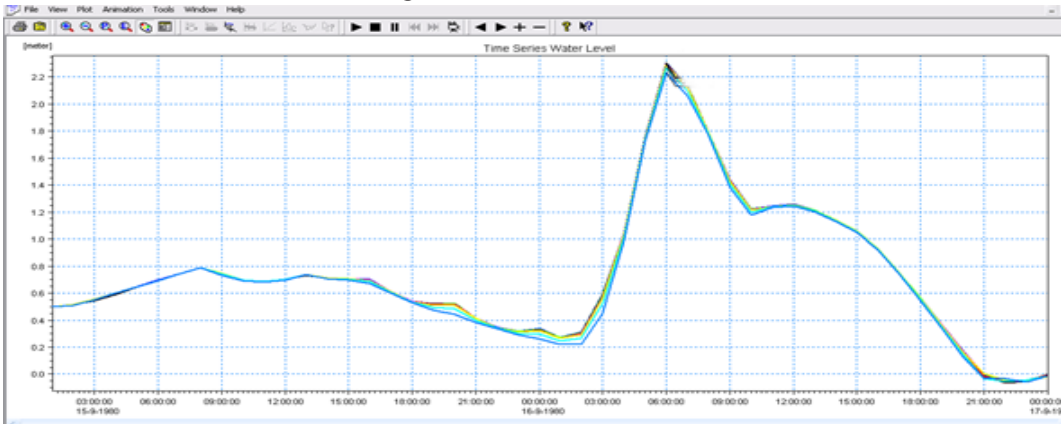
PA	PA1%-2050	PA5%-2050	PA10%-2050
H _{Max} (m)	3,56	3.3	2,74
H _{Min} (m)	3,45	3,18	2,6



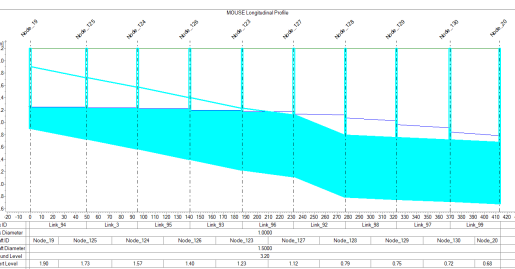
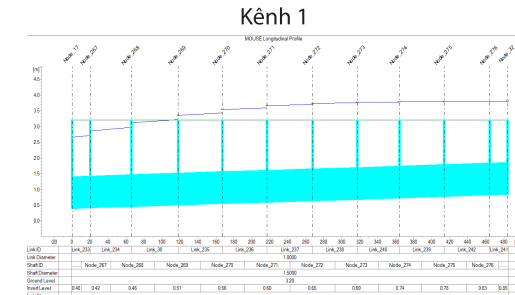
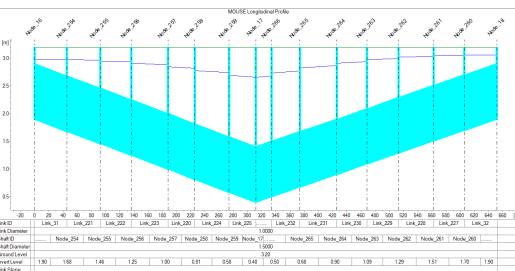
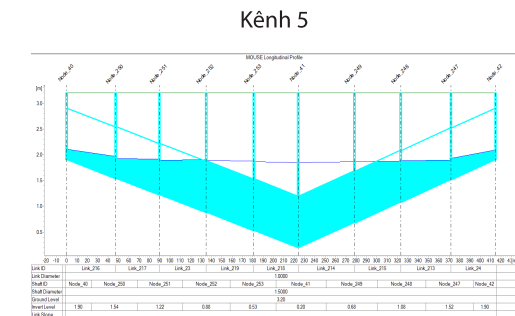
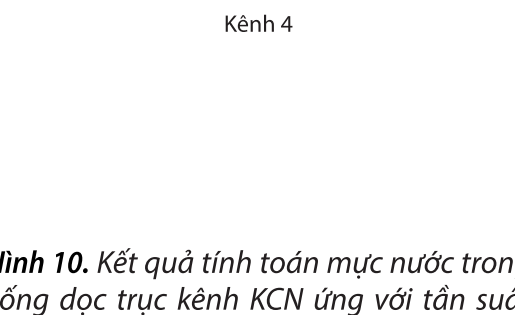
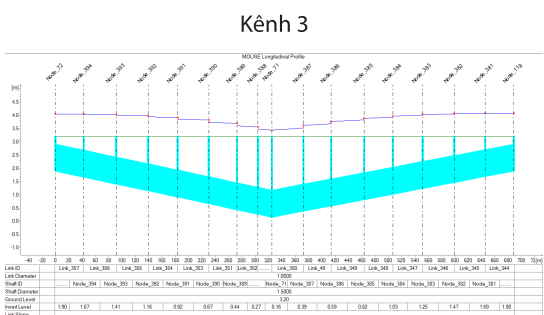
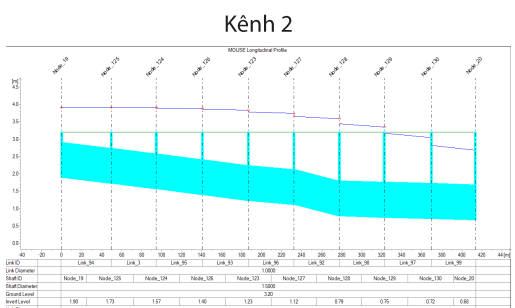
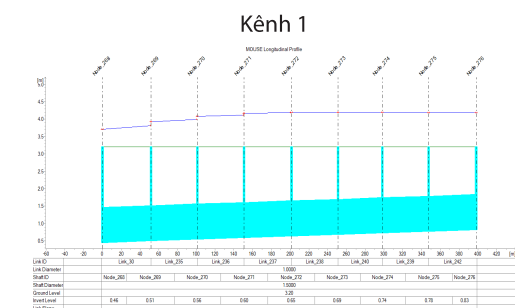
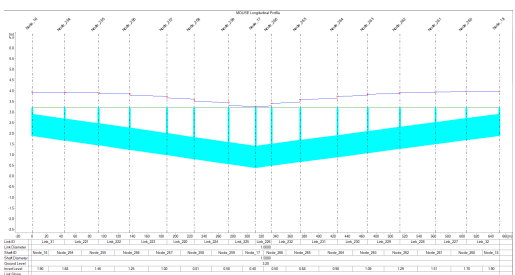
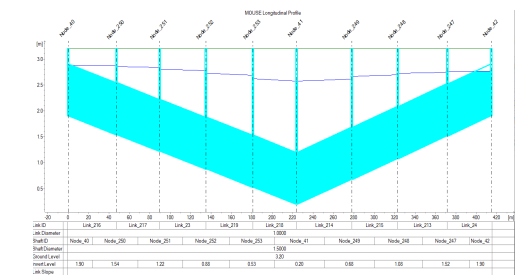
Hình 7. Đường quá trình quan hệ mực nước tại bể hút và lưu lượng bơm thiết kế $P=10\%$.



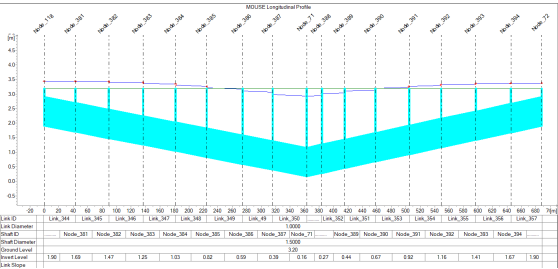
Hình 8. Đường quá trình mực nước tiêu thiết kế $P=10\%$ dọc kênh T1-KCN trong điều kiện có trạm bơm.



Hình 9. Đường quá trình mực nước tiêu thiết kế $P=10\%$ dọc kênh T1-KCN trong điều kiện xét tới BĐKH và NBD đến năm 2050.

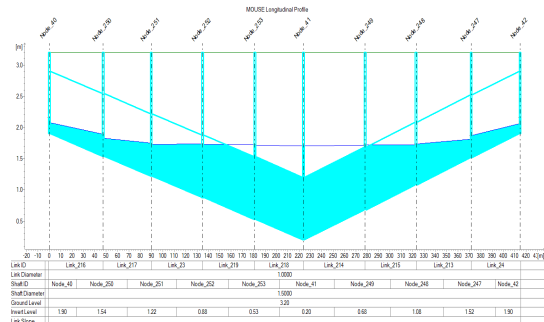


Hình 10. Kết quả tính toán mực nước trong cống dọc trục kênh KCN ứng với tần suất mưa 1% trong MIKE URBAN



Kênh 5

Hình 11. Kết quả tính toán mực nước trong cống dọc trục kênh KCN ứng với tần suất mưa 5% trong MIKE URBAN



Kết quả tính toán thủy văn thủy lực và thoát nước với mực nước triều thiết kế $P=10\%$ như đã trình bày ở trên cho thấy:

Khi chưa có trạm bơm chỉ tiêu qua cống, đã tính toán với trường hợp cống tiêu qua đê và được làm mới với quy mô $2 \times (4 \times 4,5) \text{ m}$ ngưỡng = -1.5 m thì mực nước lớn nhất dọc trục tiêu trong KCN thay đổi lớn và hầu như mực nước trong cống đều vượt cao trình đỉnh cống.

Để bảo đảm tiêu thoát nước một cách hiệu quả cho KCN, nghiên cứu đã tính toán với các trường hợp có trạm bơm và cống tiêu kết hợp làm việc trong thời gian tiêu với các kịch bản tính toán PA1%-B, PA5%-B, PA10%-B. Kết quả cho thấy, khi có trạm bơm (5 tổ máy) thì mực nước lớn nhất dọc trục tiêu trong KCN đã có sự giảm dần và hầu như mực nước trong cống không còn vượt trình đỉnh cống như khi chưa có bơm. Như vậy, kết hợp cả cống và trạm bơm làm việc trong thời kỳ tiêu đã làm hạ mực nước lớn nhất trong KCN được tới +0,55m.

Trong tình hình khí hậu biến đổi một cách khắc nghiệt như hiện nay, kết quả nghiên cứu của Bộ Tài Nguyên và Môi Trường với kịch bản RCP8.5 cho thấy, với tầm nhìn đến 2050 mực nước biển có dâng thêm 0,26m. Do vậy, trong tính toán, nghiên cứu đã tính toán cho trường hợp bất lợi nhất này với các phương án (PA1%-2050, PA5%-2050, PA10%-2050). Kết quả cho thấy, khi trạm bơm có quy mô 5 tổ máy công suất $7.200 \text{ m}^3/\text{h}$ tương đương với $Q_{\text{bơm}} = 10 \text{ m}^3/\text{s}$ thì mực nước lớn nhất dọc trục tiêu trong KCN thay đổi từ

2,74 đến 3,56m.

Phân tích các kết quả tính toán thủy lực theo các phương án khác nhau như đã trình bày ở trên thấy rằng, khi có trạm bơm với quy mô 5 tổ máy công suất $7.200 \text{ m}^3/\text{h}$ tương đương với $Q_{\text{bơm}} = 10 \text{ m}^3/\text{s}$ kết hợp với cống 2 cửa $(4 \times 4,5) \text{ m}$ mang lại hiệu quả tiêu tương đối tốt kể cả hiện tại và tương lai khi đã xét đến BĐKH và NBD.

Dựa trên phân tích các kết quả tính toán thủy văn thủy lực ở trên đề xuất phương án có trạm bơm công suất $7.200 \text{ m}^3/\text{h}$ tương đương với $Q_{\text{bơm}} = 10 \text{ m}^3/\text{s}$, Cống tiêu cửa ra thiết kế 2 cống $n \times (b \times h) = 2 \times (4 \times 4,5) \text{ m}$ ngưỡng -1,5m và cao độ thiết kế nền như sau:

- + Cao độ thiết kế nền cao nhất: +3,20 m
- + Cao độ thiết kế nền thấp nhất: +2,70 m
- + Cao độ thiết kế nền trung bình: +2,90 m

4. Kết luận và kiến nghị

Mô hình MIKE URBAN đã mô phỏng tương tốt hệ thống thoát nước cho toàn bộ hệ thống nghiên cứu với các kịch bản khác nhau (hiện trạng, có trạm bơm, có xét tới BĐKH và NBD tới năm 2050). Với kết quả thu được, có thể sử dụng mô hình phục vụ cho công tác kiểm định sau này khi Khu công nghiệp Dệt may Rạng Đông đi vào hoạt động và có dữ liệu quan trắc định kỳ. Nghiên cứu được tiến hành trên khu vực nghiên cứu là KCN Dệt may Rạng Đông, tuy nhiên các bước tiến hành và công cụ sử dụng đều có thể áp dụng triển khai cho các khu vực với điều kiện tương tự.

Mô hình MIKE URBAN đã khẳng định khả năng ứng dụng tính toán mô phỏng

được hệ thống thoát nước trong điều kiện có ảnh hưởng của triều. Kết quả cho thấy, định hướng sử dụng mô hình toán đã mang lại tính chính xác và chi tiết, tuy nhiên ngược lại nó cũng đòi hỏi yêu cầu về số liệu đầu vào cũng như sự chuẩn bị thiết lập mô hình chi tiết và phức tạp hơn so với các nghiên cứu trước đây.

Trong quá trình thực hiện nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu đề xuất tiếp tục những nội dung như sau:

- Lắp đặt các trạm đo mực nước tự động trên các kênh T1, T2, T3, T4, T5, kênh dẫn toàn bộ nước tiêu thoát ra biển và tiến hành đo đạc các điểm ngập lớn mỗi khi có mưa lớn xảy ra. So sánh các kết quả thực đo với kết quả mô hình để điều chỉnh lại hệ thống cho phù hợp.

- Theo thời gian, hệ thống thoát nước có nhiều thay đổi như: Đường cống hỏng vỡ, bùn cát ngưng đọng làm tắc đường cống, thay đổi hiện trạng sử dụng đất làm thay đổi khả năng thoát nước,... Vì vậy cần cập nhật thông tin dữ liệu thường xuyên để điều chỉnh hệ thống cho phù hợp với thực tế.

- Sử dụng mô hình MIKE URBAN xây dựng hệ thống dự báo ngập cho khu vực có điều kiện tương tự trên toàn quốc nhằm giảm thiểu các thiệt hại do ngập gây ra.

- Mô hình có thể áp dụng cho giảng viên và sinh viên trong các đồ án môn học, đồ án tốt nghiệp sinh viên ngành Cấp thoát nước; các tính toán cho các công trình thực tế.

Tài liệu tham khảo

[1] Bộ Tài nguyên và Môi trường (2020), *Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam*.

[2] Quyết định số 2572/QĐ-UBND ngày 02/12/2015 của UBND tỉnh Nam Định về việc *Phê duyệt Quy hoạch phân khu xây dựng Khu công nghiệp dệt may Rạng Đông, tỉnh Nam Định, tỷ lệ 1/2000*.

[3] Nguyễn Thị Mai Lan, Trần Đức Dũng, Châu Nguyễn Xuân Quang, Ngô Ngọc Hoàng Giang, Hồ Văn Hòa, Lưu Văn Tấn (2021), *Đánh giá khả năng áp dụng giải pháp thoát nước đô thị bền vững tại khu vực đang đô thị hóa ở huyện Bình Chánh, thành phố Hồ Chí Minh*, p.49-64, số 732 Tạp chí Khí tượng Thủy văn.

[4] Đặng Thanh Lâm (2015), *Xây dựng mô hình thích hợp cho tính toán hệ thống công trình tổng hợp tiêu thoát nước đô thị vùng ảnh hưởng triều*, Luận án tiến sĩ, viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.

[5] DHI (2012), MIKE 11 Reference Manual, Denmark.

[6] DHI (2012), MIKE 11 User Guide, Denmark.

[7] DHI (2012), MIKE URBAN Model Manager, Denmark.

[8] DHI (2012), MIKE URBAN User Guide, Denmark.