

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH THỦY VĂN EPA SWMM, SÓNG ĐỘNG LỰC PHÂN TÍCH MẠNG LƯỚI THOÁT NƯỚC CHO KHU ĐÔ THỊ MỚI LÊ MINH XUÂN, HUYỆN BÌNH CHÁNH, TP. HỒ CHÍ MINH

APPLYING EPA SWMM HYDROPOWER AND HYDRODYNAMIC WAVE MODELS IN ANALYZING THE DRAINAGE NETWORK OF LE MINH XUAN NEW URBAN AREA, BINH CHANH DISTRICT, HO CHI MINH CITY

Nguyễn Thanh Lân

Cục Quản lý Đường bộ III, Tổng cục Đường bộ Việt Nam; thanhlenkd11@gmail.com

Tóm tắt - Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ứng dụng mô hình EPA SWMM, thủy lực Hydrodynamic wave trong phân tích thủy văn, thủy lực của mạng lưới thoát nước tại Khu đô thị mới Lê Minh Xuân, Thành phố Hồ Chí Minh. Tác giả đã thử nghiệm mô hình thủy lực để lựa chọn chế độ thủy văn phù hợp với điều kiện khí tượng thủy văn, thủy lực, địa hình, địa mạo, địa chất, hình thái của khu vực Thành phố Hồ Chí Minh. Qua đó, đã lựa chọn được mô hình thủy lực thích hợp nhất để làm cơ sở cho việc lựa chọn khẩu độ cống của mạng lưới. Kết quả phân tích đánh giá quy hoạch mạng lưới thoát nước sẽ giải quyết được bài toán bị ngập úng và triều cường. Từ kết quả nghiên cứu cho thấy, cần thay đổi tư duy và phương pháp tính toán trong quá trình lập quy hoạch thoát nước đô thị tại các khu đô thị mới để tránh lặp lại kịch bản như các đô thị hiện nay đang diễn ra.

Từ khóa - Thoát nước; EPA SWMM; thủy lực; quy hoạch thoát nước; khẩu độ cống

1. Đặt vấn đề

Tốc độ phát triển đô thị ở nước ta diễn ra rất nhanh. Việc phát triển đô thị đòi hỏi phải nâng cấp hạ tầng kỹ thuật, trong đó phải kể đến hạng mục quan trọng là thoát nước đô thị.

Hiện nay, hạng mục thoát nước chưa được đầu tư xứng đáng không chỉ về mặt tính toán thủy lực, các yếu tố thủy văn tác động lên mạng lưới thoát nước, mà còn thiếu việc cập nhật khoa học kỹ thuật trong quá trình phân tích đánh giá mạng lưới thoát nước khi quy hoạch mới cũng như quy hoạch cải tạo các đô thị cũ. Hiện tại, mặc dù các đơn vị tư vấn trong nước rất nỗ lực trong công tác nghiên cứu, cải thiện và nâng cao năng lực quy hoạch thoát nước đô thị. Tuy nhiên, vẫn còn rất nhiều đơn vị chưa cập nhật, cải tiến công nghệ, chưa thực sự đánh giá toàn diện khi thiết kế mạng lưới thoát nước, công tác tính toán chỉ giới hạn trong việc tính chọn kích thước cống cho từng đoạn của mạng lưới sau đó ghép lại thành mạng lưới, chưa thấy được mối liên hệ về mặt thủy lực của toàn mạng lưới.

Kết quả thu được sau nhiều năm đô thị hóa là hàng loạt các đô thị mới bị ngập úng khi mưa và triều cường. Trong khi các khu vực đô thị nội thành cũ ít bị ngập úng.

“Ở thành phố Hồ Chí Minh triều cường làm úng lụt 48% diện tích và không thể rút do ngập cục bộ” [1], và đa số giải nghĩa bằng “Nguyên nhân là chưa tính hết mức độ thiên tai, không không chế nổi cốt cao độ toàn thành phố, lấp sông hồ, bê tông hoá mặt đất quá độ, khiến cho nước không chỗ thoát, đổ lẫn lộn sang các khu kề cận... sau lụt đi kèm là dịch bệnh” [2].

Nghiên cứu này nhằm nghiên cứu ứng dụng tiến bộ

Abstract - This article presents the results of a research work on the application of the EPA SWMM and hydrodynamic wave models in analyzing hydrological and hydraulic states of the drainage network in the Le Minh Xuan new urban area, Ho Chi Minh City. The researcher tested the hydraulic model to select the hydrological regime suitable for the hydro-meteorological, hydraulic, topographical, geomorphological, geological and morphological conditions of the Ho Chi Minh City area. Accordingly, the most appropriate hydraulic model was chosen as a basis for the selection of the aperture of the network culverts. The results obtained from the analysis and evaluation of the drainage network planning will help to solve the problem of flooding and high tide. From the research results, it is necessary to change the thinking and calculation method in the process of urban drainage planning in new urban areas in order to avoid repeating the scenario of what is currently taking place in urban areas.

Key words - Drainage; EPA SWMM; hydraulic; drainage planning; drain aperture

khoa học kỹ thuật về lĩnh vực thoát nước đô thị, bao gồm phân tích thủy văn, thủy lực mạng lưới thoát nước đô thị cho các khu quy hoạch mới. Do đó, tác giả đã thực hiện nghiên cứu: “*Ứng dụng mô hình thủy văn EPA SWMM, sóng động lực Hydrodynamic wave phân tích mạng lưới thoát nước cho khu đô thị mới Lê Minh Xuân, quận Bình Chánh, TP. Hồ Chí Minh*” để có thể đưa ra các giải pháp thoát nước hiệu quả nhất.

2. Đối tượng và phương pháp

2.1. Đối tượng

2.1.1. Mô hình thủy văn EPA SWMM

Phương pháp EPA SWMM là phương pháp có thể mô tả mưa theo sự kiện mưa liên tục, mô tả dòng chảy trên bề mặt lưu vực, dòng chảy nước ngầm dưới lưu vực, khối lượng và chất lượng nước trên lưu vực. Mô hình thủy văn EPA SWMM tính toán dòng chảy ra khỏi lưu vực sau khi đã xác định lượng nước mưa bị tổn thất do bay hơi, thấm xuống đất. Đây là phương pháp mô tả được toàn diện các thuộc tính lưu vực thoát nước trong đô thị.

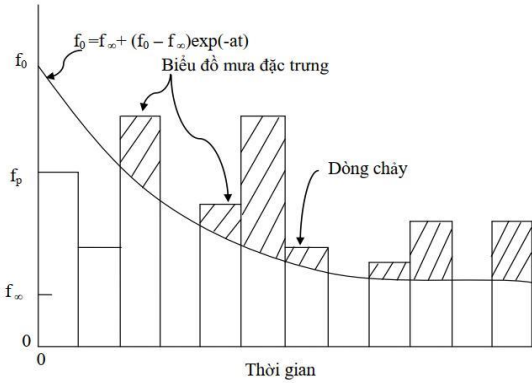
Thuộc tính dòng chảy của mô hình cho phép mô tả dòng chảy trực tiếp ra nút tiếp nhận nước hoặc chảy tràn từ vùng thấm nước sang vùng không thấm nước; Hoặc từ vùng không thấm sang vùng thấm nước. Với mỗi tính chất dòng chảy tràn thời gian tập trung dòng chảy sẽ khác nhau.

Mô hình thấm trên lưu vực của mô hình EPA SWMM có thể chọn một trong hai phương trình thấm Horton:

$$f_p = f_{\infty} + (f_0 - f_{\infty}) \cdot e^{-\alpha \cdot t} \quad (1)$$

Với, f_p : khả năng thấm, (m/s); f_{∞} : hệ số thấm nhỏ nhất tại thời điểm $t = \infty$, (m/s), f_0 : hệ số thấm lớn nhất tại thời điểm

$t = 0$, (m/s), t : thời gian bắt đầu mưa, (s) và α : hệ số suy giảm, (1/s).



Hình 1. Đường cong thấm theo Horton

Hoặc phương trình thấm Green-Ampt (nhằm xác định lượng nước còn lại bề mặt lưu vực tại bất cứ thời gian nào):

*Trường hợp: $F < F_s$

$$F_s = \frac{S \cdot \text{IMD}}{K_s - 1} \quad \text{với } I > K_s \quad (2)$$

$F = i$ và không tính F_s nếu $i \leq K_s$

*Trường hợp: $F \geq F_s$

$$f = f_p \text{ và } f_p = K_s \cdot \left(1 + \frac{S \cdot \text{IMD}}{F}\right) \quad (3)$$

Với, f : hệ số thấm, (m/s); f_p : khả năng thấm, (m/s); i : cường độ mưa, (m/s); F : khối lượng thấm tích lũy, (m); F_s : khối lượng thấm tích lũy đến khi bề mặt bão hòa nước, (m); S : lực hút mao dẫn trung bình tại các vùng ẩm trước khi xảy ra mưa, (m); IMD : sự hao hụt độ ẩm ban đầu, (m/m); K_s : độ dẫn thủy lực bão hòa, (m/s).

Mô hình thủy văn EPA SWMM được xem là mô hình có nhiều ưu điểm nhất so với phương pháp cường độ giới hạn, phương pháp thích hợp (Rational Method), phương pháp thích hợp cải tiến (Rational Method Modified), phương pháp đường cong SCS TR-20 và TR-55 (SCS Curve Number Method), phương pháp HEC-1. Đó là lý do tại sao nghiên cứu chọn tập trung đi sâu nghiên cứu các thuộc tính hình thành và ảnh hưởng làm chậm dòng chảy với mô hình EPA SWMM.

2.1.2. Mô hình sóng động lực Hydrodynamic wave

Mô hình thủy lực sóng động lực là mô hình hoàn chỉnh theo phương trình một chiều của Saint-Venant về dòng chảy và là mô hình cho kết quả chính xác nhất về mặt lý thuyết. Mô hình này sử dụng phương trình liên tục:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (4)$$

Với, A : diện tích mặt cắt ngang của dòng chảy; Q : lưu lượng trong cống; x : khoảng cách dọc theo cống hoặc kênh và t : thời gian.

Và phương trình động lượng của dòng chảy để xác định khối lượng nước tại nút trong cống như sau:

$$\frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t} + (2\beta - 1) \frac{V}{g} \frac{\partial A}{\partial t} + (\beta - 1) \frac{V^2}{gA} \frac{\partial A}{\partial x} + \cos \theta \frac{\partial h}{\partial x} - S_x + S_f = 0 \quad (5)$$

$$\text{hoặc: } \frac{1}{gA} \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{1}{gA} \left(\frac{\beta Q^2}{A} \right) + \cos \theta \frac{\partial h}{\partial x} - S_0 + S_f = 0 \quad (6)$$

Với, x : chiều dài dọc theo cống, (m); A : diện tích mặt cắt ướt trong cống theo phương x , (m^2), y : trục tọa độ vuông góc dọc theo phương y , (m); h : chiều sâu dòng nước trong cống lấy theo phương y , (m); Q : lưu lượng chuyển qua mặt cắt A , (m^3/s), $V = Q/A$, vận tốc trung bình dòng chảy theo phương x , (m/s); S_0 : độ dốc dọc cống, bằng $\sin \theta$, θ : góc hợp bởi giữa đường đáy cống và phương ngang, S_f : tổn thất năng lượng dòng chảy, dùng công thức Manning hoặc Darcy Weisbach, g : gia tốc trọng trường, (m/s^2), t : thời gian, (s) và β : hệ số động lượng dòng chảy do sự phân bố vận tốc dòng chảy gây ra.

Với mô hình này có thể mô phỏng được thuộc tính dòng chảy có áp khi cống trong mạng lưới chảy đầy, ngập lụt xảy ra khi chiều sâu lớp nước tại các hầm ga lớn hơn chiều sâu chứa nước của hầm ga và lưu lượng dư này sẽ mất đi khỏi hệ thống hoặc có thể chứa phía trên đỉnh hầm ga nếu cho phép đỉnh hầm như một hồ chứa và sau đó sẽ trở lại mạng lưới.

Mô hình sóng động lực có thể tính toán được sức chứa của kênh, nước chảy ngược, tổn thất ra vào cống và hầm ga, dòng chảy có áp, dòng chảy ngược với hướng dốc cống. Mô hình này đặc biệt ý nghĩa khi mạng lưới bị ảnh hưởng điều kiện biên của hạ lưu làm cho xảy ra hiện tượng nước chảy ngược trong mạng lưới, dòng chảy ra vào đập tràn, lỗ chia nước.

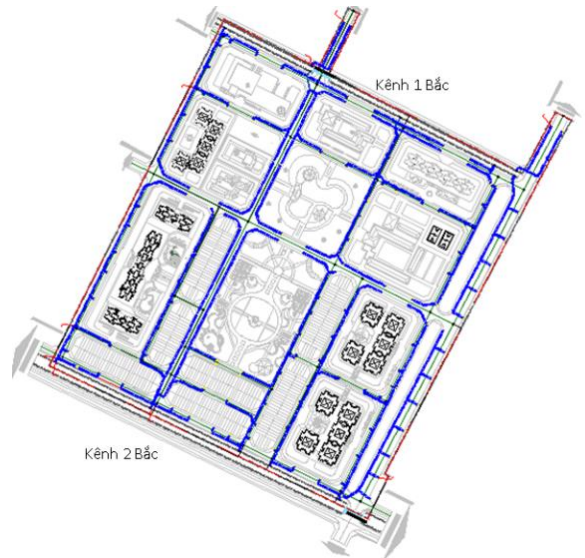
2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Hiện trạng thoát nước khu đô thị mới Lê Minh Xuân

Trong giới hạn của nghiên cứu, bài báo này chỉ giới thiệu về mạng lưới thoát nước mưa của Khu đô thị mới Lê Minh Xuân (KĐT-LMX).

Với hiện trạng là hệ thống thoát nước chung. Nguồn tiếp nhận nước mưa của khu đô thị là hai con kênh: Kênh 2 Bắc ở phía Nam và Kênh 1 ở phía Bắc. Hai con kênh này đều bị ảnh hưởng của triều cường.

Theo Hình 2, 1/2 diện tích thoát nước mưa đô thị đổ về Kênh 1 ở phía Bắc, 1/2 còn lại đổ về Kênh 2 Bắc (hướng thoát nước về phía Nam).



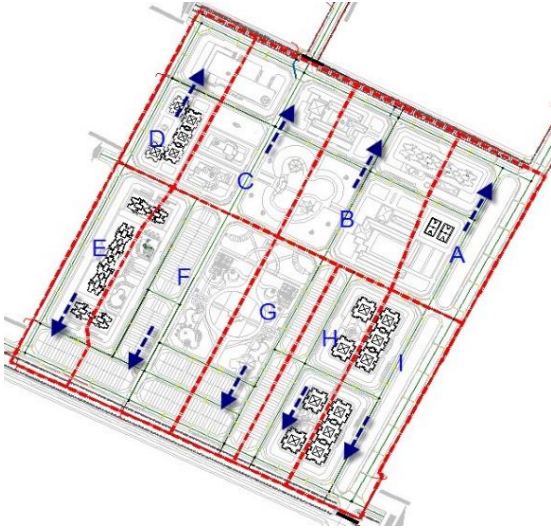
Hình 2. Mặt bằng tổng thể mạng lưới thoát nước mưa Khu đô thị Lê Minh Xuân (KĐT-LMX)

Cao độ hoàn thiện của toàn bộ khu đô thị là 2,20 m.

Theo Hình 3, các lưu vực A, B, C, D đổ về Kênh 1 ở phía Bắc và các lưu vực E, F, G, H, I đổ về Kênh 2 Bắc.

Mạng lưới thoát nước ở khu đô thị này bị ảnh hưởng triều cường, kích thước cống và cao độ hầm ga đã được sơ bộ thông qua phương pháp tính truyền thống.

Và cần phải kiểm toán lại mô hình thủy văn, thủy lực mạng lưới với phương pháp thủy lực, thủy văn hiện đại, để đảm bảo giữa lý thuyết tính toán và vận hành thực tế mạng lưới gần với nhau nhất có thể.



Hình 3. Các lưu vực thoát nước chính của KĐT-LMX

Trong giới hạn nghiên cứu, chỉ chọn một lưu vực thoát nước chính là lưu vực F, để tiến hành phân tích thủy lực, thủy văn điển hình dựa trên kết quả phân tích lựa chọn các mô hình thủy văn. Mạng lưới thoát nước ở khu đô thị này bị ảnh hưởng triều cường, kích thước cống và cao độ hầm ga đã được sơ bộ thông qua phương pháp tính truyền thống.



Hình 4. Xét mạng lưới thoát nước cho lưu vực F

2.2.2. Ứng dụng công nghệ Autodesk Storm and Sanitary Analysis 2013 phân tích đánh giá mạng lưới

Công nghệ Autodesk Storm and Sanitary Analysis

(SSA) 2013 mô phỏng hoàn chỉnh hệ thống thủy văn, thủy lực trong hệ thống thoát nước đô thị.

Ở phần nghiên cứu này, mô phỏng mô hình trên hệ thống thoát nước riêng, đường ống là các ống tròn.

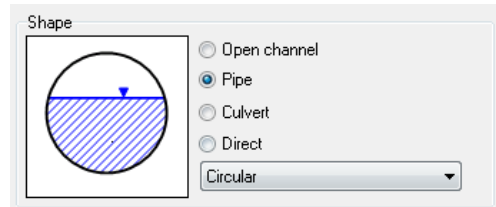
a. Thuộc tính lưu vực

Lưu vực cần phải phân biệt, lưu vực chính và tiểu lưu vực: Lưu vực chính chứa trong đó nhiều tiểu lưu vực, tiểu lưu vực là lưu vực có dòng chảy tràn trực tiếp vào hầm ga.

Lựa chọn mô hình thủy văn cho mô hình là EPA SWMM, và phương trình thấm trên lưu vực theo Horton.

b. Thuộc tính cống

Thuộc tính hình học của cống gồm các thông số: Chiều dài cống (Length) chiều được tính toán theo tọa độ từ nút này sang nút khác; cao độ đáy cống ở thượng lưu (Inlet Invert Elevation); cao độ đáy cống ở hạ lưu (Outlet Invert Elevation). Hai thông số đã được tính toán sơ bộ trước, với giá thiết đường kính cống và độ dốc cống. Hệ số nhám ống (Manning Roughness) hệ số này tra bảng tương ứng với vật liệu cống, trong phần ứng dụng này chọn cống bê tông cốt thép, với hệ số nhám 0,013. SSA còn đưa ra lựa chọn van một chiều cho cống (Flap gate).

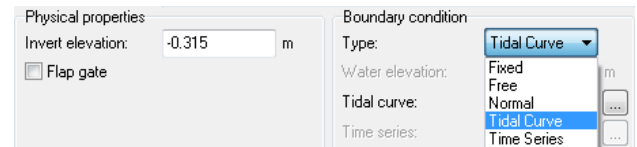


Hình 5. Khai báo hình dạng cống

Cống có thể chọn: Kênh hở (Open channel), cống kín (Pipe), cống ngang đường (Culvert). Đối với mạng lưới thoát nước của khu đô thị mới Lê Minh Xuân, với lưu vực đang xét, toàn bộ là cống tròn, với đường kính 500 mm.

c. Thuộc tính hầm ga: Hầm ga trên mạng lưới thoát nước bao gồm: giếng thu, giếng thăm, hoặc giếng thu thăm kết hợp. Trong mô hình thủy lực SSA, phân ra hai loại, giếng thu và nút nhận nước. Nút nhận nước khác với giếng thu ở chỗ, nếu là giếng thu thì sẽ tính được lượng nước vào giếng thu và lượng nước chảy tràn qua giếng thu. Nút nhận nước không có thuộc tính này.

d. Điều kiện biên cửa xả: Cửa xả là thuộc tính cuối cùng của một mạng lưới thoát nước



Hình 6. Khai báo điều kiện biên cửa xả

Bảng 1. Cao độ triều cường tham khảo cho TP.HCM¹

Thời gian (giờ)	Cao độ mực nước (m)	Thời gian (giờ)	Cao độ mực nước (m)
0:00	0,09	12:00	-0,14
1:00	-0,13	13:00	-0,35
2:00	-0,28	14:00	-0,52

¹ Trung tâm điều hành chương trình chống ngập nước Tp.HCM.

3:00	-0,05	15:00	-0,64
4:00	0,35	16:00	-0,47
5:00	0,84	17:00	-0,10
6:00	1,26	18:00	0,57
7:00	1,24	19:00	1,54
8:00	0,91	20:00	1,47
9:00	0,62	21:00	1,46
10:00	0,34	22:00	1,12
11:00	0,09	23:00	0,79

e. Thông số mưa trên lưu vực

Bảng 2. Chu kỳ mưa $P = 5$ năm, tại TP.HCM²

Thời gian (giờ)	Cường độ (mm/hh)	Thời gian (giờ)	Cường độ (mm/hh)
18:15	20,40	19:45	3,40
18:30	34,90	20:00	1,90
18:45	13,10	20:15	1,90
19:00	9,00	20:30	1,90
19:15	5,80	20:45	1,90
19:30	3,40	21:00	1,90

Khai báo các thuộc tính vật lý cho lưu vực

Physical Properties

Flow Properties

Physical properties

Area: 0.433 ha

Equivalent width: 500 m

Average slope: 0.5 %

Impervious area

Area: 25 %

No depression: 25 %

Pervious area

Depression depth: 5.00 mm

Time of concentration: min

Weighted curve number:

Manning's roughness: 0.015

Depression depth: 2.00 mm

Manning's roughness: 0.1

Hình 7. Khai báo các thuộc tính trên lưu vực

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Kết quả nghiên cứu

Kích thước mạng lưới bao gồm: Đường kính, cao độ đáy cống và đáy hầm ga đã có ở phần sơ bộ, bước này kiểm toán lại mô hình mạng lưới bằng phần mềm SSA để có thể thấy tổng quát thủy lực cho mạng lưới.

Quá trình phân tích tập trung vào điều kiện biên của cửa xả, có ảnh hưởng triều và không có ảnh hưởng trong một mô hình thủy lực. Và sau đó có sự so sánh giữa các mô hình thủy lực ứng với điều kiện ảnh hưởng triều cường với một nút và mộ đoạn cống điển hình.

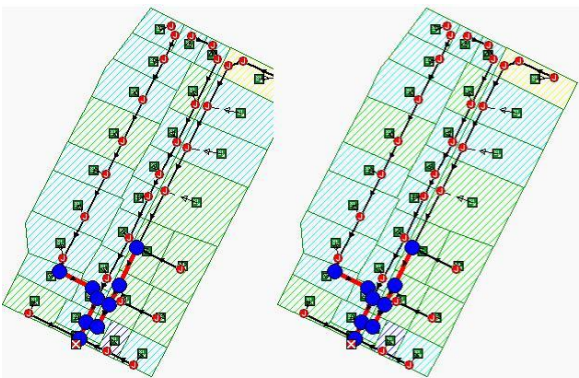
Thực hiện mô hình với bước thời gian 3 giây, giá trị này được tính toán như sau:

$$\Delta t \leq \frac{L}{(g.D)^{1/2}} = \frac{7,18}{(9,81.0,5)^{1/2}} = 3 \text{ giây} \tag{7}$$

Với, $L = 7,18$ m, chiều dài đoạn cống ngắn nhất trong mạng lưới, $g = 9,81$ m/s², $D = 0,5$ m, đường kính cống tương ứng với chiều dài cống ngắn nhất.

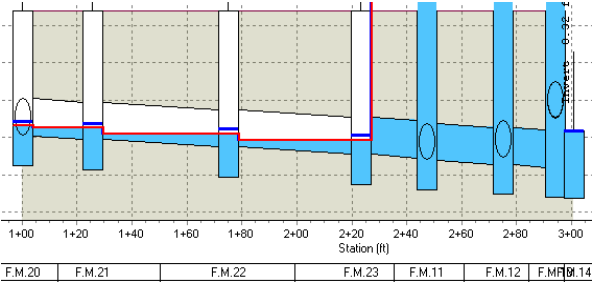
Trên mạng lưới đoạn cống ngắn nhất là đoạn cống F.P.13

Mô hình dòng ổn định đều (Steady Flow) và sóng động (Kinematic wave)



(a) Kết quả khi cửa xả không gắn triều cường (b) Kết quả khi cửa xả gắn triều cường

Hình 8. Thủy lực mạng lưới với mô hình dòng ổn định đều và sóng động cho kết quả gần như nhau



Hình 9. Trắc dọc đoạn cống từ F.M.20 đến F.M.14 tại thời điểm 18:50

Khi mô phỏng thủy lực mạng lưới với mô hình sóng động (Kinematic wave) kết quả thủy văn so với mô hình dòng đều (Steady Flow) không thay đổi. Kết quả thủy lực, giữa hai trường hợp có ảnh hưởng triều cường và không có đều cho giá trị như nhau. Mô hình thủy lực này vẫn không mô phỏng được nước chảy ngược so với độ dốc cống, trên Hình 9, có thể thấy từ F.M.23 về phía bên trái, các hầm ga và đoạn cống vẫn chưa đạt trạng thái chảy đầy, trong khi các đoạn cống và hầm ga còn lại trên trắc dọc đã chảy ngập.

Nhưng thực tế khi chế độ chảy trong mạng lưới, nước có thể chảy ngược so với độ dốc cống do sự chênh lệch mực nước.

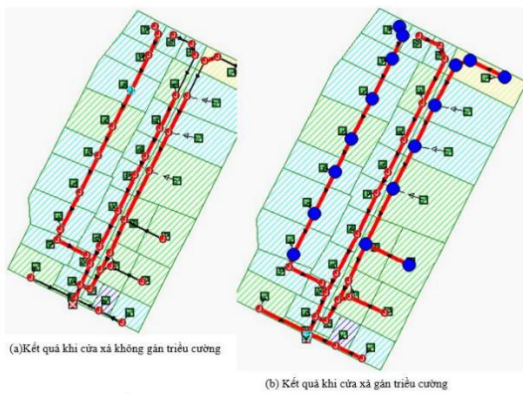
Giá trị thủy lực mạng lưới khi lựa chọn mô hình sóng động và dòng đều khác nhau là do mô hình sóng động có thể thu hồi lượng nước ngập trên nút về lại mạng lưới khi cống trong mạng lưới hết tình trạng chảy ngập. Đây là một sự cải tiến giữa mô hình này so với mô hình dòng đều. Nhưng vẫn không nên chọn mô hình này để tính toán mô phỏng thủy lực mạng lực vì nó không phản ánh được dòng chảy thực trong mạng lưới.

Mô hình sóng động lực (Hydrodynamic wave)

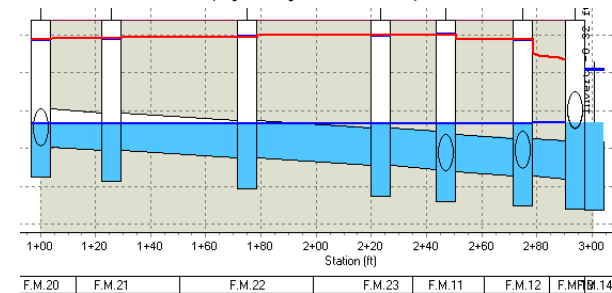
Theo Hình 10, kết quả thủy văn khi lựa chọn mô hình thủy lực sóng động lực trong cả hai trường hợp ảnh hưởng triều cường và không bị ảnh hưởng đều bằng nhau và trùng kết quả với hai mô hình dòng ổn định đều và sóng động.

Theo Hình 11, tại thời điểm 5:00 sáng, lúc này không có mưa nhưng cống và hầm ga trên mạng lưới vẫn có nước, nước này là triều cường đang lên và chảy ngược vào mạng lưới. Nước chảy ngược vào được vì mô hình này cho phép nước chảy ngược.

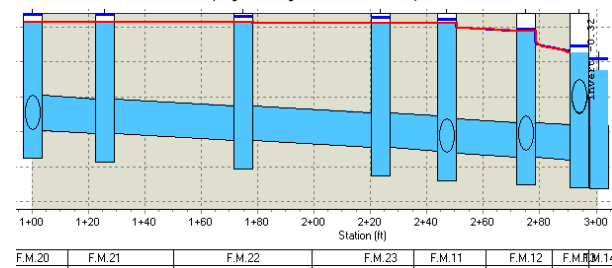
² Trung tâm điều hành chương trình chống ngập nước Tp.HCM.



Hình 10. Kết quả thủy lực mạng lưới với mô hình sóng động lực (Hydrodynamic wave)

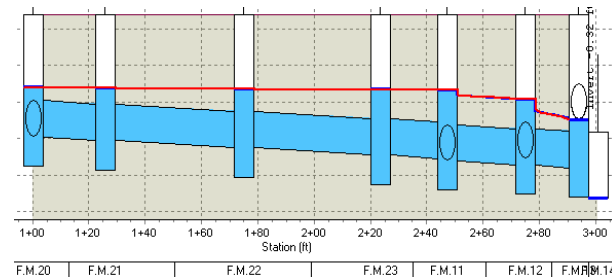


Hình 11. Kết quả thủy lực mạng lưới với mô hình sóng động lực (Hydrodynamic wave)



Hình 12. Trắc dọc đoạn cống từ F.M.20 đến F.M.14 khi có gán triều cường tại thời điểm 18:50

Quan sát trên trắc dọc Hình 12 có thể thấy, mô hình cho kết quả đường mực nước đúng với diễn biến thực tế khi mạng lưới ảnh hưởng triều cường, khi không có mưa, nước triều dâng lên chảy vào cống và hầm ga.



Hình 13. Trắc dọc đoạn cống từ F.M.20 đến F.M.14 khi không có gán triều cường tại thời điểm 18:50.

Hình 13, cho kết quả khi không gán triều cường cho cửa xả, cho kết quả rất hợp so với sự vận hành thực tế của mạng lưới so với hai mô hình dòng ổn định đều và sóng động. Hình 12, cho kết quả mực nước trong các hầm cao hơn so với Hình 13, là do lúc này cửa xả có gán triều cường. Khi bắt lợi nước triều dâng mưa xuống chưa hẳn đã làm cho mạng lưới bị ngập nước, vì còn phải xét đến khả năng chứa nước của mạng lưới.

Do đó, nếu không kiểm toán bằng mô hình sóng động lực, mà dùng lại ở phương pháp tính toán truyền thống hoặc mô phỏng với hai phương pháp còn lại thì phải tăng đường kính cống kính, các cống ở hạ lưu dễ nút không bị ngập nước, điều này chưa thật cần và gây lãng phí.

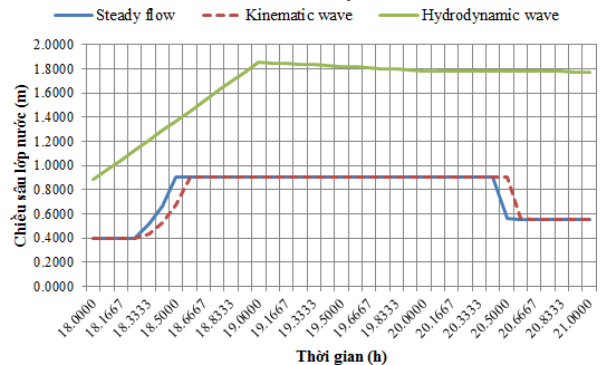
3.2. Thảo luận và giải đoán kết quả

So sánh kết quả giữa các mô hình thủy lực với điều kiện biên của cửa xả bị ảnh hưởng triều cường.

So sánh kết quả tại nút

Chọn cửa xả F.M.414 để so sánh kết quả.

Theo kết quả biểu đồ của Hình 10, về sự khác nhau chiều sâu lớp nước tại cửa xả F.M.14. Ngay tại thời điểm 18:00, mưa chưa xảy ra với mô hình dòng ổn định đều (Steady Flow) và mô hình sóng động (Kinematic wave) cho kết quả là 0,40 m giá trị này chính là khoảng cách từ đáy ống đến hầm ga, trong cửa xả lúc này chưa có nước. Nhưng với mô hình sóng động lực (Hydrodynamic wave) cho ra giá trị nằm 0,885 m, chiều sâu này chính là cao độ mực nước triều cường tại thời điểm 18:00 là +0,57 m gây ra. Chiều sâu mực nước được tính như sau: $0,57 - (-0,315) = 0,885$ m; -0,315 m là cao độ đáy cửa xả.



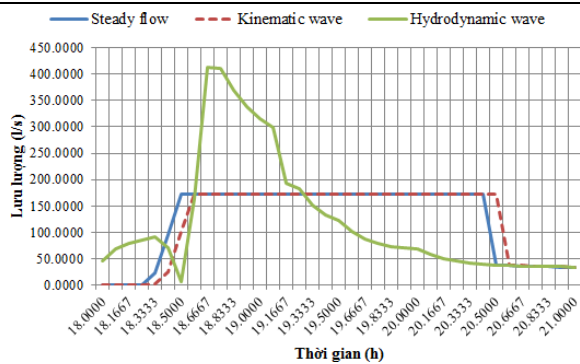
Hình 14. So sánh chiều sâu lớp nước tại cửa xả F.M.14

Tại thời điểm 19:00, mưa đã được 30 phút và có thể xem lúc này lượng nước chảy vào mạng lưới là lớn nhất, chiều sâu lớp nước tại cửa xả, theo mô hình dòng ổn định đều và sóng động là 0,815 m ($0,815 = 0,50 + 0,315$, giá trị 0,50 là đường kính cống). Mô hình sóng động lực, chiều cao mực nước tại cửa xả lớn hơn 1,80 m, cao hơn mực nước triều cường lúc này là 1,54 m, nên nước từ mạng lưới vẫn có thể chảy ra nguồn tiếp nhận.

Do đó, vấn đề bố trí cửa xả ngăn triều có cần thiết hay không phải được đánh giá cẩn thận, chứ không chỉ cảm tính chỗ nào bị ảnh hưởng triều cường thì nơi đó phải có van một chiều để không cho nước chảy ngược vào mạng lưới.

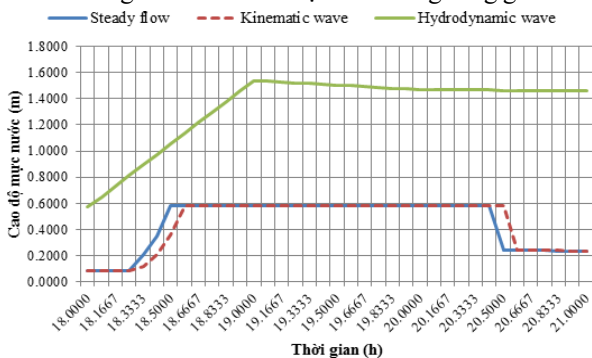
Theo kết quả lưu lượng của cửa xả từ Hình 15, đường biểu diễn lưu lượng của hai mô hình Steady Flow và Kinematic wave gần như nhau.

Từ lúc 18,00 giờ đến 18,33 giờ lưu mà cửa xả nhận được theo hướng tăng dần, lúc này chưa có mưa mà vẫn có nước vào cửa xả là do triều cường chảy vào. Từ lúc 18,33 giờ đến 18,50 giờ, đường lưu lượng có chiều giảm dần, là do lúc này mưa đã xảy ra, sẽ có một dòng chảy từ mạng lưới chảy ra và một phần lưu lượng triều chảy vào, nên lượng nước mà cửa xả nhận được giảm đến thời điểm 18,50 giờ hai dòng lưu lượng từ mạng lưới và từ cửa xả cân bằng nhau nên lưu lượng chuyển qua nút cửa xả bằng 0.



Hình 15. So sánh lưu lượng tại cửa xả F.M.14

Từ thời điểm 18,50 giờ đến 18,67 giờ dòng lưu lượng tập trung vào cửa xả theo xu hướng tăng lên, lúc này do chảy chủ yếu là mưa sinh ra, vì lúc này mưa đạt đỉnh. Sau khi đạt đỉnh lưu lượng tại cửa xả giảm dần theo thời gian vì lúc này lượng mưa bắt đầu giảm dần và cao độ triều cường cũng giảm dần.



Hình 16. So sánh cao độ mực nước tại cửa xả F.M.14

Theo kết quả đường cao độ mực nước tại xả xả ở Hình 16, thì hai mô hình Steady flow và Kinematic wave cao độ lớn nhất là 0,60 m, hai mô hình này không mô tả được sức chứa của nút, chỉ tính toán đến đỉnh đường kính cống.

Riêng đối với mô hình Hydrodynamic wave, cao mực nước tại cửa xả tăng lên liên tục và đạt đỉnh cao nhất là lúc 19,00 giờ, đây là thời điểm xảy ra đỉnh triều 1,54 m, cộng với cột nước do mưa sinh ra nên cột nước tại xả xả gần bằng 1,60 m, sau đó cột nước sẽ giảm dần nhưng không nhiều và đột ngột vì do triều cường rút xuống, nhưng lượng nước chứa trong cống lúc trước đó chưa chảy ra được bây giờ tập trung về.

3.3. Kiến nghị

Do thiếu điều kiện thực nghiệm mô hình thực tế, nghiên cứu chỉ đơn thuần thực nghiệm trên máy tính về mô phỏng thủy lực mạng lưới thoát nước nên chưa có sự so sánh giữa đường thủy lực thực và mô phỏng.

Nước ngầm trên lưu vực còn phụ thuộc vào địa chất từng địa phương, do đó nghiên cứu chưa thể đi sâu vào ứng dụng thực tế mà chỉ mới đưa ra các ứng dụng lý thuyết. Nghiên cứu chỉ tập trung vào việc phân tích chế độ thủy lực của mạng, lựa chọn mô hình thủy lực có thể xấp xỉ với chế độ thủy lực thực của mạng lưới thoát nước đô thị.

Với phương pháp sai phân hữu hạn và giải xấp xỉ nên vẫn còn tồn tại một vài khuyết điểm khi mạng lưới xảy ra chảy ngập, như độ cao thủy lực bị nảy phải dùng đến phương trình hiệu chỉnh, mà đối với mạng lưới thoát nước mưa chảy ngập là thường xuyên. Do đó, cần phải nghiên

cứu tiếp để khắc phục độ cao thủy lực bị nảy khi cống chảy ngập bằng một vài phương pháp số khác.

Hướng nghiên cứu tiếp theo là nghiên cứu ứng dụng các phương pháp số trong tính toán thủy lực mạng lưới thoát nước đô thị, cũng như dòng chảy tràn trên bề mặt, tạo cơ sở để có thể xây dựng nên các chương trình tính toán và mô phỏng ngập lụt đô thị ở dạng 2D và nghiên cứu thấm trên lưu vực, hệ số dòng chảy trên lưu vực phù hợp với điều kiện Việt Nam, vì hai yếu tố sẽ tạo ra dòng chảy trên lưu vực. Đồng thời để cho nước thấm xuống đất là vấn đề đáng được quan tâm để phục hồi lượng nước ngầm đã mất đi. Nghiên cứu các mô hình làm chậm và giảm dòng chảy trên lưu vực hướng tới phát triển bền vững cho đô thị.

4. Kết luận

Qua các phân tích ở trên và ứng dụng cho thấy, mô hình Hydrodynamic wave cho kết quả gần nhất với sự vận hành thủy lực của mạng lưới thoát nước, đặc biệt là mạng lưới ảnh hưởng triều cường, khuyến khích nên sử dụng mô hình này để mô phỏng thủy lực mạng lưới.

Đối với mô hình thủy văn: Nên sử dụng mô hình EPA SWMM để mô phỏng vì với mô hình này đã mô tả được hầu hết các thuộc tính của lưu vực để tạo ra dòng chảy trên bề mặt lưu vực.

Đối với mô hình thủy lực của mạng lưới thoát nước: Nên sử dụng mô hình thủy lực sóng động lực (Hydrodynamic wave) để mô phỏng. Vì mô hình này sử dụng phương pháp sai phân hữu hạn để giải để cho kết quả tương đối chính xác so với chế độ thực của mạng lưới.

Sử dụng phần mềm SSA đã kết hợp được hai yếu tố thủy văn dùng EPA SWMM và thủy lực, mô phỏng sóng động lực cho kết quả sát với thực tế, khuyến khích khi quy hoạch và thiết kế mạng lưới thoát nước nên kiểm toán lại bằng mô hình máy tính, sử dụng thuật toán sai phân hữu hạn để mô phỏng thủy lực mạng lưới.

Mô hình thủy văn EPA SWMM có thể mô phỏng được dòng chảy nước ngầm và thấm trên lưu vực, nên có thể nghiên cứu ứng dụng mô hình để lựa chọn các loại vật liệu thấm nước và các mô hình thấm nước trên mặt đường và vỉa hè, bãi đỗ xe để làm chậm dòng chảy trên lưu vực và bổ cập được phần nào nước ngầm cho đô thị.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] KTS Nguyễn Hữu Thái, TP.HCM đối mặt với các vấn đề của "Vùng đại đô thị", *Tạp chí Kiến Trúc Việt Nam* số 1,2/ 2013, trang 68.
- [2] KS. Phạm Ngọc Sáu, PGS. TS. Trần Đình Nghiên, Tính toán thủy lực mạng lưới thoát nước mưa đô thị ảnh hưởng triều cường, *Tạp chí Cầu đường Việt Nam*, số 10 năm 2012, ISSN 1859-459X, trang 42.
- [3] William James, Lewis E. Rossman, W. Robert C. James, *User's Guide to SWMM5 13th Edition*, CHI Press, 2010.
- [4] Michal Sydlowski, Justyna Machialinska – Murawska, *Numerical simulation of transient flow in storm sewers using standard and improved mccormack scheme*, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Gdansk University of Technology, Task Quarterly 16 No 1, 2012.
- [5] Autodesk, *Autodesk Storm and Sanitary Analysis 2013*, 2010.
- [6] M. Szydlowski, Numerical Simulation of Open Channel Flow Between Bridge Piers, *Task Quarterly* 15 no 3–4, 2010.
- [7] M. Ahmadi, S. A. Ayyoubzadeh, M. Montazeri Namin, J. M. V. Samani, 2D Numerical Depth-averaged Model for Unsteady Flow in Open Channel Bends, *J. Agr. Sci. Tech.* Vol. 11, 2010.