

MÔ PHÒNG THOÁT NƯỚC ĐÔ THỊ HUẾ TRONG TRẬN MƯA THÁNG 10 NĂM 2010

Đinh Xuân Ngọc*, Trần Hữu Tuyên**, Hồ Hoàng Tùng*

*Sở GTVT Thừa Thiên Huế, ** Trường ĐHKH Huế

1. Mở đầu

Ngập lụt cục bộ đô thị là một trong những vấn đề nan giải mà các đô thị lớn ở nước ta như Hà Nội, tp. Hồ Chí Minh... luôn gặp phải khi gặp những trận mưa lớn và mực nước lũ, triều dâng cao. Quá trình đô thị hóa cộng với sự bất thường về thời tiết là một trong các nguyên nhân gây nên hiện tượng ngập úng đô thị trong những năm gần đây. Không đến mức trầm trọng như các thành phố lớn khác, tuy nhiên hiện tượng ngập úng thành phố Huế có xu hướng gia tăng trong những năm gần đây. Chính vì vậy, việc mô phỏng thoát nước trong một trận mưa điển hình phục vụ cho xây dựng bộ bản đồ cảnh báo nguy cơ ngập lụt cục bộ một số tuyến đường đô thị Huế là một trong những nội dung lớn của đề tài “*Ứng dụng mô hình hóa và GIS để cảnh báo nguy cơ ngập lụt cục bộ một số tuyến đường chính ở thành phố Huế*”.

Mục đích chính của việc mô phỏng thoát nước đô thị Huế qua trận mưa tháng 10 năm 2010 là xác định bộ thông số thủy văn – thủy lực hợp lý phục vụ cho xây dựng các tập bản đồ cảnh báo nguy cơ ngập úng do mưa. Trong phạm vi bài báo, chúng tôi sẽ trình bày kết quả mô phỏng thoát nước đô thị Huế bằng mô hình SWMM với trận mưa thực đo từ ngày 01/10/2010 đến ngày 03/10/2010 (Thời đoạn lượng mưa 30') do đề tài cung cấp.

2. Nội dung chính

2.1. Giới thiệu mô hình SWMM

Mô hình quản lý nước mưa SWMM (Storm Water Management Model) được xây dựng ở hai trường đại học San Phansico và Florida (Mỹ) do cơ quan bảo vệ môi trường Hoa Kỳ (EPA) công bố từ năm 1971-1999 để mô phỏng chất lượng và lượng nước của lưu vực thoát nước đô thị và tính toán quá trình chảy tràn từ mỗi lưu vực bộ phận đến cửa nhận nước.

SWMM là mô hình toán học khá toàn diện, dùng để mô phỏng khối lượng và tính chất dòng chảy đô thị do mưa và trong hệ thống cống thoát nước thải. Mọi vấn đề về thủy văn đô thị và chất lượng nước đều được tính toán trong mô hình, bao gồm dòng chảy mặt và dòng chảy ngầm, nước trong mạng lưới hệ thống tiêu thoát nước, hồ điều hòa và khu xử lý.

Mô hình SWMM mô phỏng từ các dạng mưa thực tế trên cơ sở lượng mưa (biểu đồ quá trình mưa) và các số liệu khí tượng đầu vào khác cùng với hệ thống thoát nước đô thị (lưu vực, vận chuyển, hồ chứa / xử lý) để dự đoán các trị số mực nước, lưu lượng và chất lượng dòng chảy.

Trong đề tài chỉ ứng dụng 2 module phổ biến hiện nay của mô hình SWMM là module RUNOFF và module EXTRAN.

Mô hình RUNOFF mô phỏng quá trình mưa - dòng chảy ở các tiểu lưu vực riêng biệt trong đô thị. Các tiểu lưu vực trong phạm vi module RUNOFF tương ứng trực tiếp với các tiểu lưu vực được xác định cho đô thị Huế và cung cấp trực tiếp số liệu đầu vào của dòng chảy cho mô hình EXTRAN.

Mô hình EXTRAN mô phỏng hệ thống tiêu thoát nước mương hở và đường ống, bao gồm tất cả các đường cống, mương thoát nước do mưa và mực nước triều và dòng chảy sông.

2.2. Nguồn dữ liệu được sử dụng:

2.2.1. Dữ liệu địa hình:

Dữ liệu địa hình được sử dụng để xây dựng mô hình số địa hình thành phố Huế, được tích hợp từ nhiều nguồn:

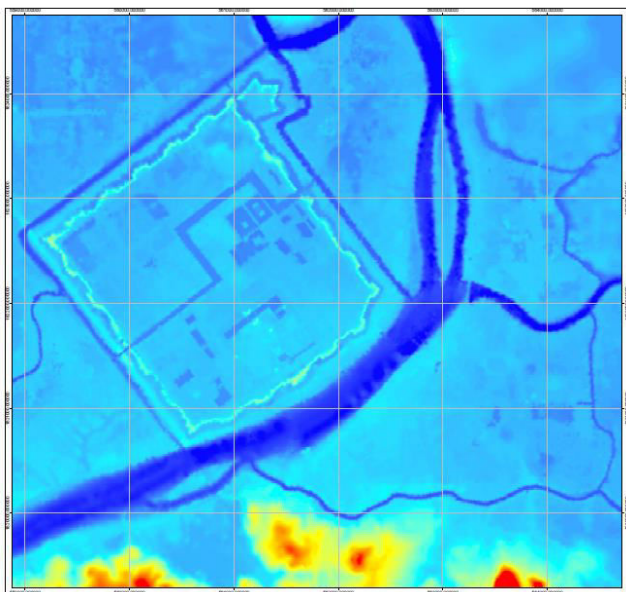
- Dữ liệu nền địa hình tỷ lệ 1: 2.000 của dự án HueGIS. Số liệu điểm đo độ cao là 44.835 điểm bao phủ toàn đô thị Huế và vùng lân cận.

- Dữ liệu các tuyến đường giao thông tỷ lệ 1:500 của dự án HueGIS, bao gồm 12.761 điểm độ cao trên mặt đường, 13.848 điểm độ cao trên vỉa hè các tuyến đường giao thông trên đô thị.

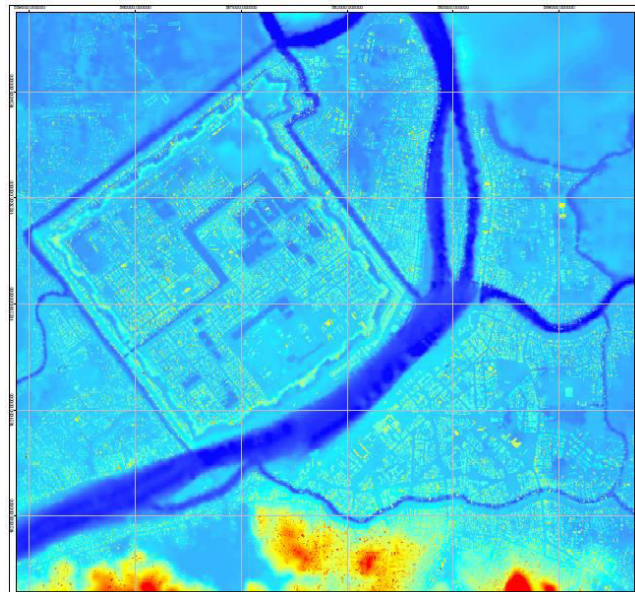
- Dữ liệu đo mặt cắt, đo bình đồ các con sông Hương, Như Ý, An Cựu của các dự án “ Quy hoạch chỉnh trị sông Hương” (2003) do Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam chủ trì; Đề tài “ Đánh giá biến động về môi trường và dòng chảy vùng hạ lưu sau khi tháo bỏ một số cống đập và các đập thủy lợi thủy điện trên dòng chính sông Hương” do Trường ĐHBK thành phố HCM chủ trì (2010).

- Dữ liệu địa hình tại các tuyến đường chính thường xuyên bị ngập lụt: Bến Nghé, Hùng Vương, Đông Đa, Lê Hồng Phong, Nguyễn Huệ, Nguyễn Thị Minh Khai do đề tài thực hiện trong năm 2010 trên nền bản đồ 1:500.

Dữ liệu các điểm độ cao địa hình trên trên được sử dụng để xây dựng mô hình số độ cao DEM của đô thị Huế và kích thước ô lưới 10m x 10m, trong hai trường hợp: DEM địa hình đô thị Huế và nền DEM bề mặt đô thị Huế (Hình 1)



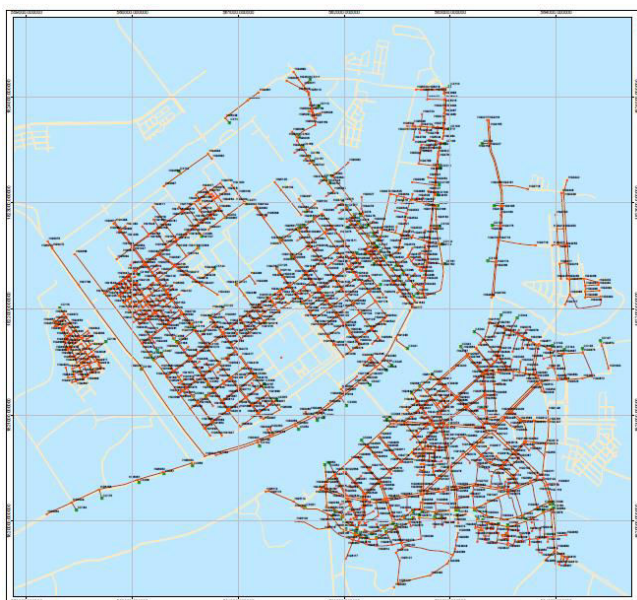
DEM địa hình đô thị Huế



DEM bề mặt đô thị Huế

Hình 1. Mô hình số độ cao DEM đô thị Huế

2.2.2. Hệ thống thoát nước đô thị Huế:



Hình 2. Bản đồ hệ thống thoát nước

diện tích không thấm trên các lưu vực thuộc khu vực Nam sông Hương là 0,8; Bắc sông Hương là 0,5; ven đô thị là 0,3.

Hệ thống thoát nước đô thị (Cống thoát nước, cửa xả, giếng thu nước...) được trích lập từ CSDL của đề tài (Hình 2). Số lượng các công trình được đưa vào bài toán mô phỏng như sau:

- Cống thoát nước: Mạng lưới cống thoát nước trong dự án bao gồm các loại công tròn, cống hộp, mương xây, mương thoát nước tự nhiên với các kích thước 0,4m đến 1,2m; có **22.600** cống thoát nước được đưa vào tính toán.
- Cửa xả gồm 166 cửa xả.
- Giếng thu nước gồm: 1.929 giếng thu.

Các tiểu lưu vực thoát nước được xây dựng trên nền mô hình số độ cao DEM của thành phố Huế, với sự giúp đỡ của tools Hydrology trong bộ phần mềm ArcGIS, khu vực đô thị Huế.

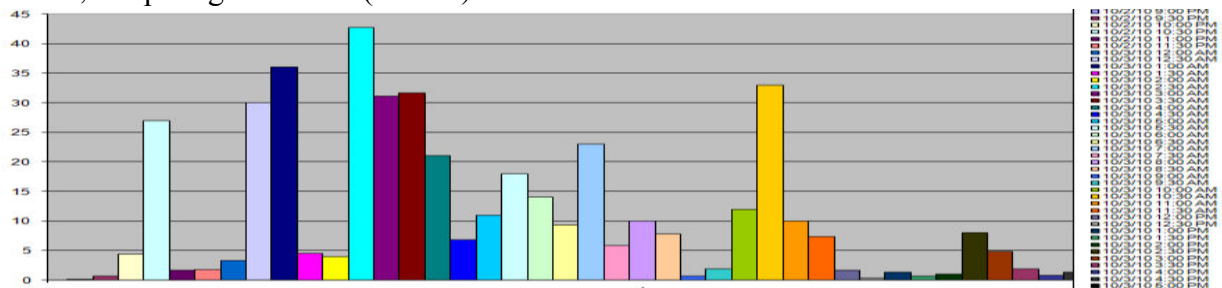
- Diện tích, độ dốc, hướng thoát nước của lưu vực có thể tham khảo trong CSDL đề tài. Tỷ lệ

2.2.3. Số liệu khí tượng - thủy văn:

a. Số liệu khí tượng

Do thời gian tính toán cảnh báo xảy ra vào mùa mưa lũ và chỉ tính toán trong thời đoạn ngắn, nên trong các số liệu về khí tượng, đề tài chỉ quan tâm đến số liệu mưa. Còn các số liệu về bốc hơi, độ ẩm, nhiệt độ... ít ảnh hưởng đến hiện tượng ngập úng do mưa nên không được đề cập đến.

Dữ liệu mưa là số liệu thực đo tại trạm khí tượng Huế - Trạm khí tượng duy nhất nằm trên địa bàn nghiên cứu. Số liệu mưa 30' từ 0h ngày 01/10 đến 24h ngày 05/10/2010 được sử dụng trong tính toán, mô phỏng của đề tài (Hình 3).



Hình 3. Biểu đồ trận mưa 01/10 đến 05/10/2010 (lượng mưa tính bằng mm)

b. Số liệu thủy văn:

Số liệu thủy văn được sử dụng trong đề tài chủ yếu là nguồn số liệu đo đề tài thực hiện trong trận mưa tháng 10 năm 2010. Các điểm quan trắc được bố trí tại một số các cửa xả, cống thoát nước, các sông nhánh trên địa bàn đô thị Huế. Thời gian quan trắc từ 6h ngày 03/10 đến 18h ngày 03/10/2010.

2.3. Điều kiện ban đầu và điều kiện biên:

2.3.1. Điều kiện ban đầu:

- Mực nước tại các cửa xả và cống thoát nước: 0,5m.
- Hệ số nhám Manning của hệ thống thoát nước, các lưu vực, vùng thấm, vùng không thấm..., khả năng thấm xuyên của đất được lấy theo hướng dẫn sử dụng của mô hình SWMM.

2.3.2. Điều kiện biên của mô hình:

- Biến đổi mực nước tại các cửa xả trong thời gian mô phỏng được lấy theo tài liệu quan trắc mực nước tại các điểm đo: Cầu Lò Rèn, Kim Long, Bãi Dâu, Vĩnh Lợi...do đề tài thực hiện.
- Sự thay đổi về lượng mưa lấy theo tài liệu trạm Khí tượng Huế (lượng mưa thời đoạn 30')

2.4. Thời gian mô phỏng:

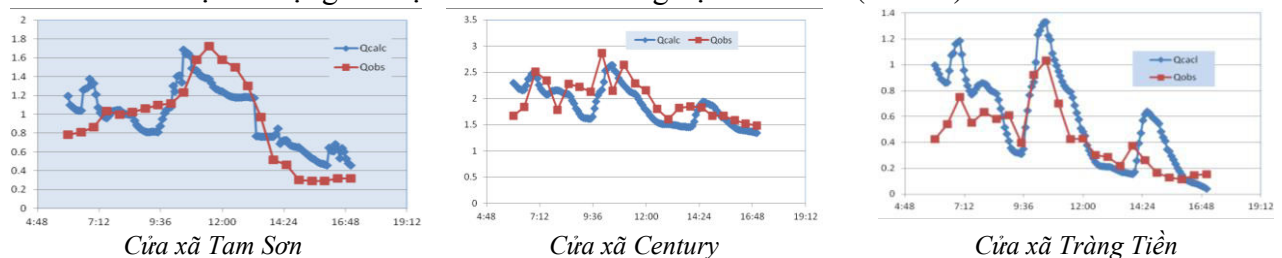
Thời gian mô phỏng từ 0h ngày 01/10 đến 24h ngày 05/10/2003. Tổng thời gian mô phỏng 24h x 5 ngày = 120 giờ. Bước thời gian 60s. Gồm hai công đoạn: mô phỏng thủy văn (mưa - dòng chảy) và mô phỏng thủy lực (dòng chảy trong hệ thống thoát nước).

Thời gian chạy trên máy PC Intel Core i5, Ram 4Gb khoảng 6-8 giây.

2.5. Hiệu chỉnh và kiểm nghiệm mô hình

2.5.1. Hiệu chỉnh mô hình

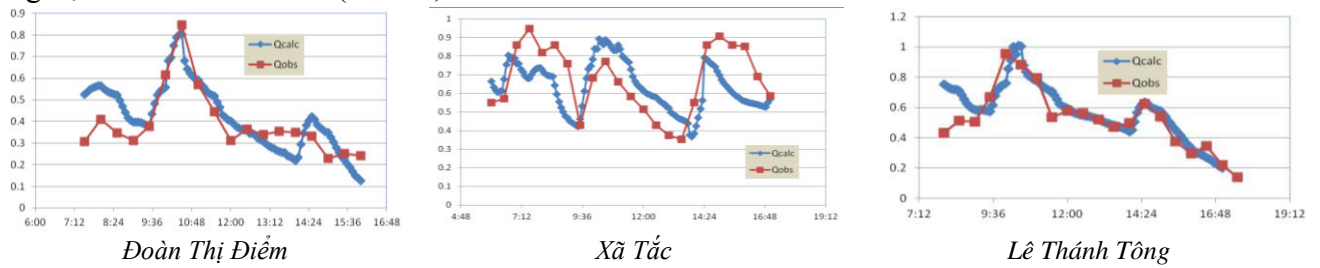
Số liệu quan trắc lưu lượng tại các cửa xả, cống thoát nước trong từ 6h đến 18h ngày 03/10/2011 được sử dụng để hiệu chỉnh và kiểm nghiệm mô hình (Hình 4)



Hình 4. So sánh số liệu lưu lượng tính toán và thực đo vùng Nam Sông Hương

2.5.2. Kiểm nghiệm mô hình

Khu vực Bắc sông Hương được chúng tôi sử dụng để kiểm nghiệm mô hình. Với trận mưa từ ngày 01 đến 05/10/2010 và tài liệu quan trắc từ 6h ngày 03/10 đến 18h ngày 03/10, kết quả kiểm nghiệm mô hình như sau (Hình 5)

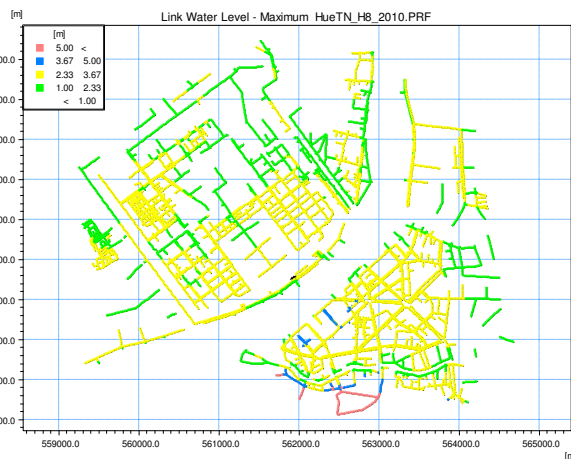


Hình 5. So sánh số liệu lưu lượng tính toán và thực đo vùng Bắc Sông Hương.

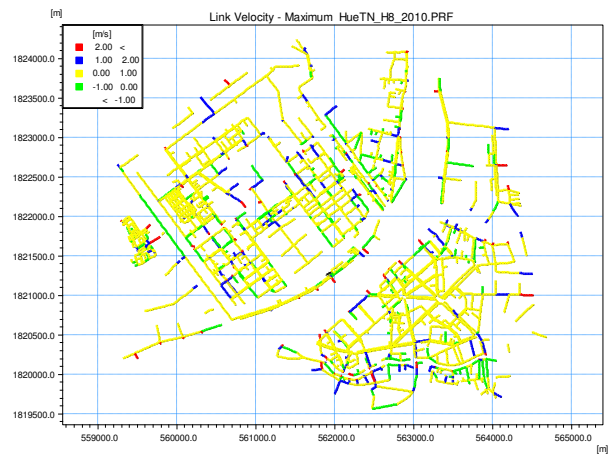
Nhận xét: Qua so sánh giữa số liệu thực đo và số liệu tính toán, cho thấy có sự phù hợp giữa giá trị của lưu lượng và đường quá trình lưu lượng. Tuy nhiên có sự sai khác vì thời gian xuất hiện đỉnh lũ nhưng nằm giới hạn < 30%. Với yêu cầu chất lượng của bài toán cảnh báo, theo chúng tôi độ sai số trên là chấp nhận được.

2.6. Một số kết quả mô phỏng thoát nước đô thị Huế.

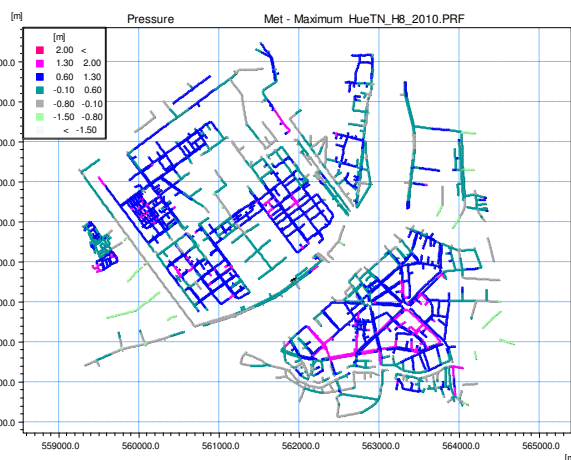
2.6.1. Trên bình đồ 2D (Hình 6)



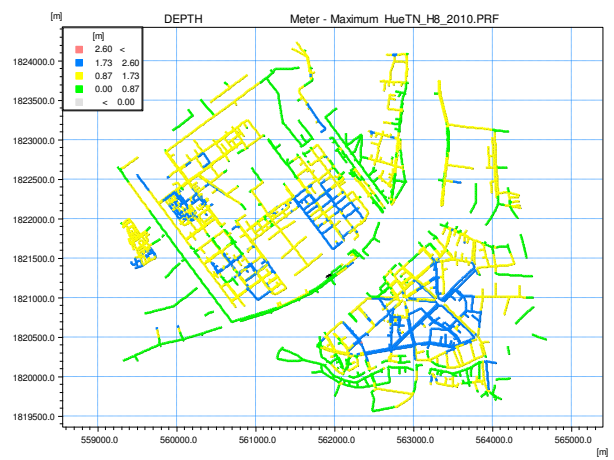
Mức nước max trong hệ thống thoát nước



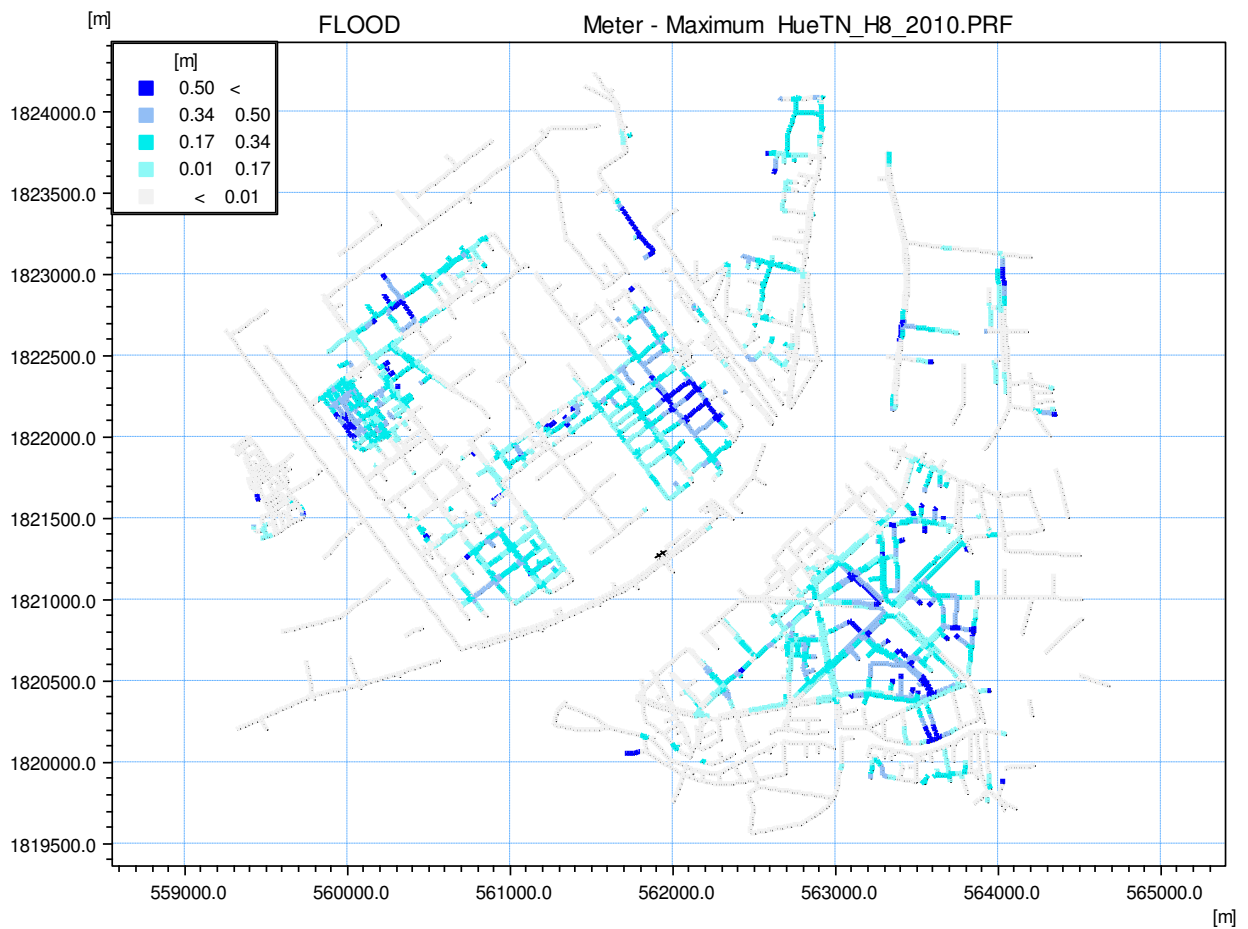
Vận tốc dòng chảy max trong hệ thống thoát nước



Áp lực max trong hệ thống thoát nước



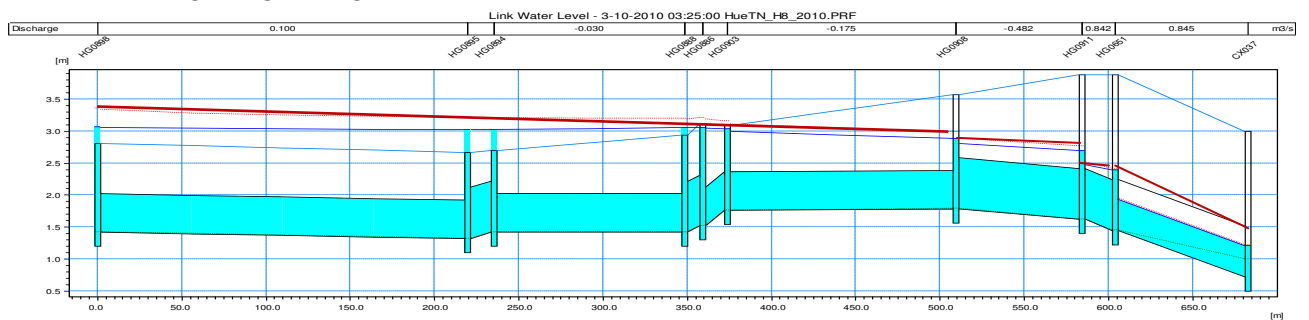
Cao độ mặt nước max trong hệ thống thoát nước



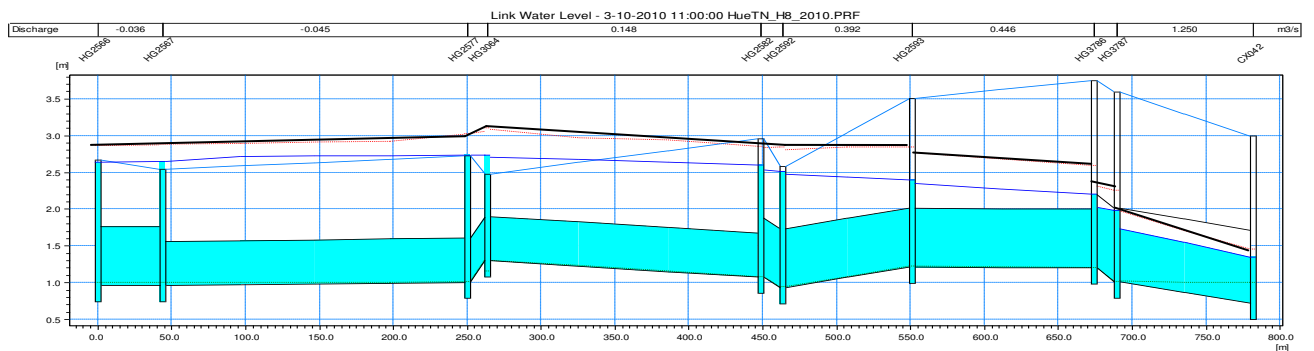
Độ sâu ngập lớn nhất trên các tuyến đường
 Hình 7. Kết quả mô phỏng trên nền bản đồ 2D

2.6.2. Trên tuyến đường - Mức nước lớn nhất (Hình 8)

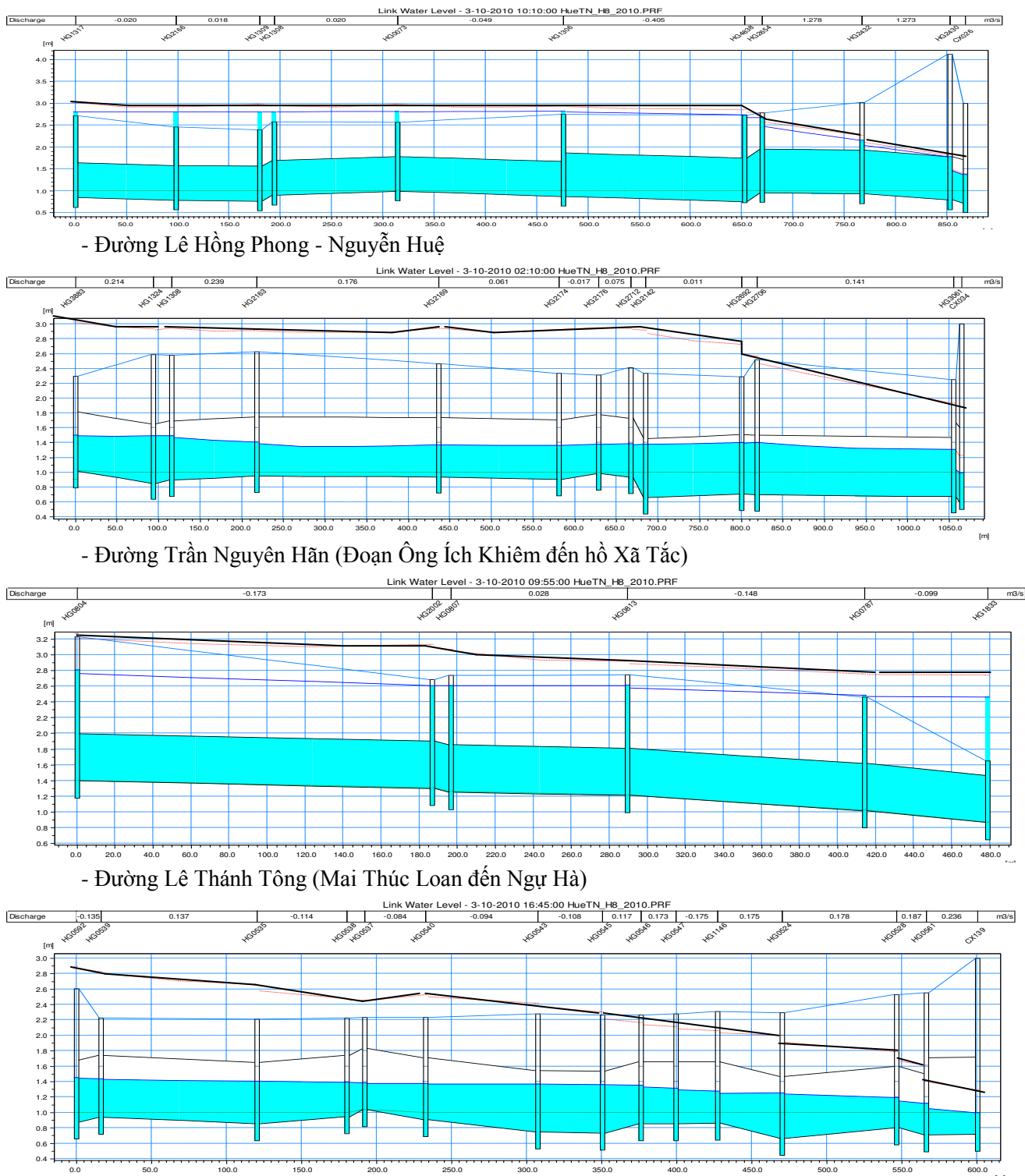
- Đường Hùng Vương



- Đường Bến Nghé

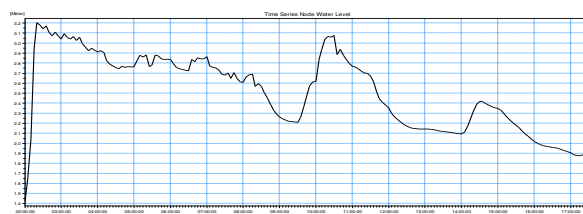
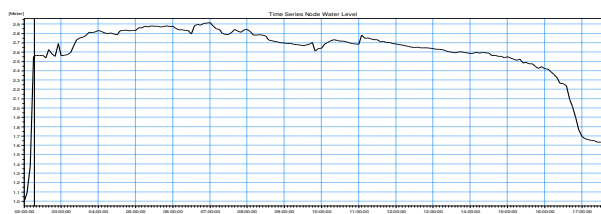


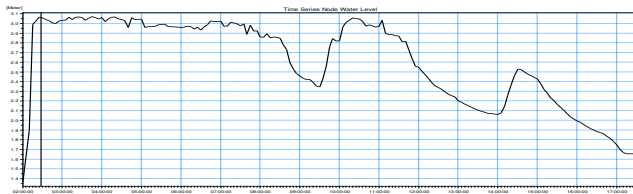
- Đường Đông Đa - Lý Thường Kiệt



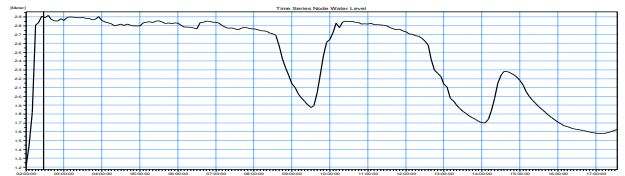
Hình 8. Độ sâu ngập lớn nhất trên các tuyến đường đô thị Huế

2.6.3. Đường quá trình mực nước tại các tuyến đường (Hình 9)

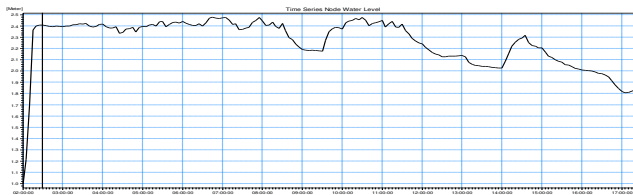




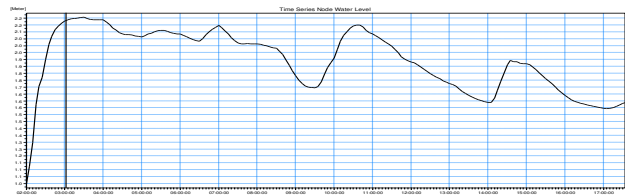
Lý Thường Kiệt – Nguyễn Văn Cừ



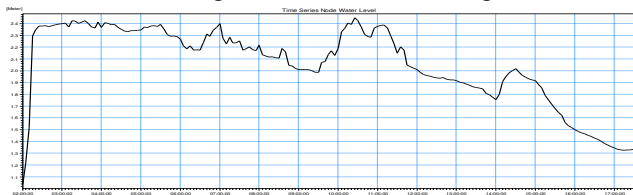
Trần Nguyên Đán – Trần Nguyên Hãn



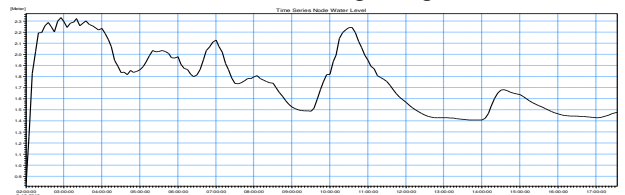
Trường Chinh – Tôn Đức Thắng



Ngày Lệ - Phùng Hưng



Lê Thánh Tông – Mai Thúc Loan



Chi Lăng – Hồ Xuân Hương

Hình 9. Đường quá trình mực nước một số tuyến đường đô thị Huế

3. Kết luận

- Mô hình thoát nước đô thị SWMM phù hợp với việc ứng dụng để tính toán, cảnh báo và dự báo ngập úng đô thị Huế do mưa có xét đến ảnh hưởng của mực nước sông Hương, An Cựu. Có thể ứng dụng để đánh giá hiệu quả của các dự án quy hoạch thoát nước sẽ và đang tiến hành ở khu vực nghiên cứu.

- Mặc dù sai số giữa số liệu tính toán và thực đo còn khá lớn, nhưng kết quả mô phỏng thoát nước đô thị trong trận mưa từ ngày 1/10 đến 5/10/2010 (Cường độ mưa khoảng 150mm) hoàn toàn phù hợp với hiện trạng ngập úng đô thị Huế đã diễn ra trong thời gian này. Kết quả tính toán cho thấy, mức độ ngập phần lớn các tuyến đường ở Huế từ 0,2m đến 0,5m. Một số khu vực thường xuyên bị ngập: Đông Đa-Lê Hồng Phong – Nguyễn Huệ; Trường Chinh - Bà Triệu – Tôn Đức Thắng; Hùng Vương – Bến Nghé – Nguyễn Trị Phương; Trần Nguyên Đán – Trần Nguyên Hãn; Phùng Hưng – Nhật Lệ; Lê Thánh Tông – Ngô Đức Kế...

- Quá trình đô thị hóa với việc san lấp các vùng trũng thấp đã làm gia tăng hiện tượng ngập úng đô thị ở các khu đô thị mới: Đông Đa-Lê Hồng Phong; Tôn Đức Thắng – Trường Chinh; Kiếm Huệ; Võ Dạ... Đặc biệt, một số khu vực hệ thống thoát nước với đường kính cống thoát từ 0,4m đến 0,6m không đủ khả năng tiêu thoát nước trong các trận mưa có cường độ lớn gây hiện tượng ngập cục bộ.

ABSTRACT: Bài viết trình bày kết quả mô phỏng thoát nước đô thị Huế bằng mô hình SWMM với trận mưa thực đo từ ngày 01/10/2010 đến ngày 03/10/2010 (Thời đoạn lượng mưa 30', Cường độ mưa khoảng 150mm) thuộc đề tài KHCN cấp tỉnh TTHuế: “*Ứng dụng mô hình hóa và GIS để cảnh báo nguy cơ ngập lụt cục bộ một số tuyến đường chính ở thành phố Huế*”.

Mục đích chính của việc mô phỏng thoát nước đô thị Huế qua trận mưa là xác định bộ thông số thủy văn – thủy lực hợp lý phục vụ cho xây dựng các tập bản đồ cảnh báo nguy cơ ngập úng do mưa. Kết quả mô phỏng thoát nước đô thị hoàn toàn phù hợp với hiện trạng ngập úng đô thị Huế đã diễn ra trong thời gian này. Có thể dùng để làm công cụ cảnh báo ngập lụt cục bộ trên địa bàn thành phố Huế.