

NGHIÊN CỨU ÁP DỤNG GIẢI PHÁP THOÁT NƯỚC MƯA THEO HƯỚNG BỀN VỮNG CHO CÁC KHU ĐÔ THỊ TẠI THÀNH PHỐ ĐỒNG HỚI

RESEARCH AND PROPOSAL SUSTAINABLE DRAINAGE SOLUTIONS FOR URBAN AREA IN DONG HOI CITY

Lê Năng Định^{1*}, Phan Anh Tuấn²

¹Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng, Việt Nam

²Công ty Cổ phần Môi trường và Phát triển đô thị Quảng Bình, Việt Nam

*Tác giả liên hệ / Corresponding author: lndinh@dut.udn.vn

(Nhận bài / Received: 10/4/2024; Sửa bài / Revised: 23/5/2024; Chấp nhận đăng / Accepted: 29/5/2024)

Tóm tắt - Bài báo này trình bày giải pháp thiết kế thoát nước mưa đô thị theo hướng bền vững. Trên cơ sở đó, tiến hành áp dụng một số giải pháp vào thiết kế hệ thống thoát nước mưa theo hướng bền vững cho khu đô thị Đồng Bắc đường Hữu Nghị, thành phố Đồng Hới. Kết quả tính toán cho thấy, việc áp dụng các giải pháp thiết kế hệ thống thoát nước theo hướng bền vững sẽ đem lại hiệu quả về giảm thiểu ngập úng cục bộ, giảm thiểu áp lực cho hệ thống thoát nước truyền thống đã được xây dựng ngoài ra còn có khả năng bổ trợ nguồn nước dưới đất tự nhiên, cải tạo cảnh quan đô thị,... Thoát nước theo hướng bền vững là hệ thống thoát nước được coi là có lợi cho môi trường, bao gồm các giải pháp nhằm tiêu thoát nước mặt hiệu quả và bền vững, kiểm soát các cấu trúc công trình và giảm thiểu ô nhiễm nguồn tiếp nhận.

Từ khóa - Hệ thống thoát nước bền vững; ngập úng; bể chứa nước mưa ngầm; vỉa hè thấm; khu đô thị.

1. Đặt vấn đề

Cùng với tăng trưởng kinh tế và đô thị hóa, Việt Nam đang đối mặt với nhiều thách thức về môi trường bao gồm ô nhiễm không khí, nước, chất thải rắn. Các yếu tố chính góp phần vào những vấn đề này bao gồm: tốc độ tăng trưởng dân số cao, đô thị hóa và công nghiệp hóa mạnh, thực thi pháp luật về bảo vệ môi trường hạn chế, nguồn lực về bảo vệ môi trường không đủ, và đặc biệt là những tác động tiêu cực của biến đổi khí hậu ngày càng rõ rệt. Điều này dẫn đến những áp lực lớn đối với môi trường đô thị, đặc biệt là các hệ thống cơ sở hạ tầng, trong đó phải kể tới hệ thống thoát nước không đáp ứng được nhu cầu thoát nước và không bắt kịp tốc độ đô thị hóa nhanh như hiện nay ở các đô thị Việt Nam.

Vấn đề ngập lụt hiện nay không chỉ xuất hiện tại các thành phố lớn như Hà Nội, Tp. Hồ Chí Minh mà ngay tại các đô thị trong khu vực đồng bằng sông Cửu Long hay duyên hải miền Trung cũng thường xuyên xảy ra. Nguyên nhân chủ yếu là do tại các đô thị, hệ thống thoát nước đã xuống cấp, không đáp ứng được nhu cầu thoát nước đô thị. Mặc dù cơ sở hạ tầng về thoát nước đã quan tâm đầu tư nhưng công tác đầu tư vẫn chưa được đồng bộ và không theo kịp tốc độ phát triển của đô thị nên thường xuyên xảy ra ngập lụt cục bộ trong đô thị.

Để giải quyết vấn đề ngập lụt hiện nay tại các đô thị,

Abstract - The article presents solutions to design urban rainwater drainage sustainably. On that basis, we apply several solutions to the design of a sustainable rainwater drainage system for Dong Bac urban area, Huu Nghi Street, Dong Hoi City. Calculation results show that, applying sustainable drainage design solutions will effectively minimize local flooding and reduce pressure on the built traditional drainage system. In addition, it can supplement natural groundwater sources, improve urban landscapes, etc. Sustainable urban drainage is a drainage system considered beneficial to the environment, including strategic solutions for effective and sustainable surface water drainage, control of building structures, and operational management, while minimizing pollution and managing impacts on the water quality of local water bodies.

Key words - Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS); flooding; underground rainwater storage tank; permeable pavement; urban area.

tác giả đề xuất thực hiện các giải pháp thoát nước mưa theo hướng bền vững cho một khu đô thị điển hình là Khu đô thị Đồng Bắc đường Hữu Nghị, thành phố Đồng Hới có vị trí các mặt tiếp giáp như sau: Phía Bắc giáp đường Lý Thường Kiệt; Phía Nam giáp đường Trần Quang Khải; Phía Tây giáp đường Hữu Nghị; Phía Đông giáp đường Nguyễn Văn Linh. Hiện nay, khu vực này khi mưa lớn thường xảy ra tình trạng ngập úng kéo dài đến gần 1,5 giờ tại một số vị trí trên tuyến đường Hữu Nghị, Vương Thừa Vũ gây ảnh hưởng tới giao thông đi lại, tới kinh doanh dịch vụ khu vực, gây ô nhiễm môi trường, giảm giá trị đất đai và chất lượng môi trường sống của người dân khu vực.

Các giải pháp thoát nước theo hướng bền vững hiện nay đã được áp dụng thành công tại trên thế giới như: tại thành phố Yokohama - Nhật Bản, tại Quảng trường Bridget Joyce - London,... [1]. Tại Việt Nam, việc thực hiện các giải pháp thoát nước mưa theo hướng bền vững đang từng bước được nghiên cứu và đề cập đến, tuy nhiên vẫn chưa được đưa vào quy hoạch thoát nước chung của các địa phương và chưa được ban thành các tiêu chuẩn hướng dẫn thiết kế.

2. Cơ sở của quá trình nghiên cứu

2.1. Nguyên lý thoát nước bền vững

Thoát nước bền vững (SUDS) là mô hình áp dụng cách tiếp cận tự nhiên (sử dụng điều kiện tự nhiên) để kiểm soát

¹ The University of Danang - University of Science and Technology, Vietnam (Le Nang Dinh)

² Quang Binh Environment and Urban Development Joint Stock Company, Vietnam (Phan Anh Tuan)

và làm giảm ngập lụt cục bộ trong hệ thống thoát nước đô thị. Thoát nước bền vững là hệ thống thoát nước được coi là có lợi cho môi trường, bao gồm các giải pháp chiến lược nhằm tiêu thoát nước mặt hiệu quả và bền vững, đề xuất các giải pháp kiểm soát, vận hành các cấu trúc công trình thoát nước, đồng thời giảm thiểu tác động đến chất lượng môi trường nước nguồn tiếp nhận ở địa phương [2].

Có thể thống kê một số lợi ích cơ bản khi áp dụng hệ thống thoát nước bền vững như sau:

- + Làm chậm dòng chảy nước mưa bề mặt;
- + Làm giảm nguy cơ ngập lụt trong các trận mưa lớn;
- + Tăng cường độ ẩm của đất và bổ cập nguồn nước dưới đất;
- + Lưu trữ và cung cấp nguồn nước mưa để tái sử dụng;
- + Góp phần ngăn ngừa ô nhiễm nguồn tiếp nhận nước mưa và nước thải sau xử lý;
- + Cung cấp môi trường sống thích hợp cho các quần thể sinh vật tự nhiên trong khu vực đô thị;
- + Tạo không gian xanh, mỹ quan đô thị, nâng cao chất lượng môi trường sống cho người dân sống ở khu vực đô thị.

2.2. Các giải pháp thoát nước bền vững

Các giải pháp thoát nước bền vững rất đa dạng, việc lựa chọn giải pháp phải phù hợp với từng đối tượng khác nhau và phụ thuộc các yếu tố [3; 4]:

- + Dựa vào quy mô: quy mô của hộ gia đình, khuôn viên doanh nghiệp, quy mô tiểu khu hay quy mô đô thị lớn hay nhỏ.
- + Dựa vào điều kiện tự nhiên: địa hình, địa chất, lượng mưa, mực nước dưới đất, đặc điểm dòng chảy nước mặt, đặc điểm mặt phủ,...
- + Dựa vào điều kiện kinh tế, xã hội: hạ tầng thoát nước khu vực, không gian triển khai, tỷ lệ thu gom, chất lượng tuyên công, quy hoạch thoát nước hợp lý,...

Ngoài ra, việc lựa chọn giải pháp cũng phải xét đến mục tiêu và các lợi ích mang lại của giải pháp. Các lợi ích chính của một số giải pháp thoát nước bền vững được đánh giá qua Bảng 1 sau [5].

Bảng 1. Lợi ích của một số giải pháp thoát nước bền vững

Giải pháp SUDS	Lợi ích mang lại				
	Giảm lưu lượng đỉnh của dòng chảy	Bổ trợ nguồn nước dưới đất	Tái sử dụng nước mưa	Tạo giá trị không gian	Cải thiện vi khí hậu
Bề mặt thấm	●	●		○	○
Bể chứa ngầm	●	●	○		
Mái nhà xanh	○	●		○	●
Khu đất ngập nước	●	●	○	○	●
Hồ điều hòa	●	●	○	○	●

○ Có một số lợi ích
● Có nhiều lợi ích

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Với mục tiêu đánh giá khả năng ứng dụng thoát nước bền vững đối với thành phố Đồng Hới và đưa ra một số giải pháp điển hình cho đô thị này. Các đánh giá và tính toán cần phải thực hiện bao gồm:

Đánh giá khả năng áp dụng: Khảo sát, thu thập các số

liệu về điều kiện tự nhiên chung, hệ thống hạ tầng kỹ thuật cũng như các vấn đề về thoát nước của thành phố Đồng Hới cũng như khu đô thị thực hiện nghiên cứu để đánh giá lựa chọn phương pháp thích hợp.

Tính toán xác định tính phù hợp của phương pháp:

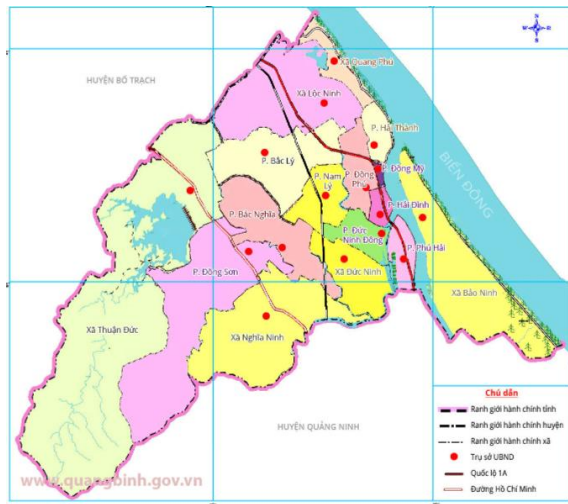
Dựa vào các công thức tính toán về lưu lượng nước mưa, tính toán hệ thống thoát nước bền vững đã được áp dụng trên thế giới để thực hiện tính toán, so sánh khả năng ứng dụng cũng như các thay đổi khi áp dụng thoát nước bền vững tại thành phố Đồng Hới.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Khả năng ứng dụng thiết kế hệ thống thoát nước mưa theo hướng bền vững cho thành phố Đồng Hới

3.1.1. Đối với thành phố Đồng Hới

- Về địa hình: thành phố Đồng Hới là thành phố ven biển có địa hình khu vực đô thị trung tâm tương đối thấp, độ dốc trung bình khu vực trung tâm thành phố dưới 10%.
- Về lượng mưa: tổng lượng mưa trung bình khoảng 1.744 mm/năm và mưa lớn thường tập trung vào một mùa (từ tháng 9 đến tháng 11). Đây cũng là thời gian thành phố thường xuyên phải hứng chịu các đợt bão trong năm.



Hình 1. Bản đồ hành chính thành phố Đồng Hới

• Về chế độ thủy văn: các con sông chảy qua thành phố bao gồm sông Phú Vinh, sông Lê Kỳ, sông Nhật Lệ có thượng nguồn bắt đầu từ vùng núi và đổ ra hạ lưu phía Đông là các cửa biển. Ngoài ra, là khu vực ven biển nên chế độ thủy văn của thành phố Đồng Hới phụ thuộc rất lớn vào mực nước triều.

• Về hệ thống thoát nước hiện hữu: là hệ thống thoát nước chung và chia làm 7 lưu vực chính. Hiện nay, thành phố đang triển khai hoàn thiện hệ thống thoát nước theo hướng xây dựng các tuyến mới là tuyến thoát nước riêng hoàn toàn. Tuy nhiên, đến nay hệ thống vẫn chưa được đồng bộ, các tuyến cống cũ đã xuống cấp, không đáp ứng đủ nhu cầu thu gom và tiêu thoát nước; công tác cải tạo, xây dựng các tuyến mới thay thế chắp vá manh mún, cũng như gặp nhiều khó khăn về giải phóng mặt bằng và chi phí đầu tư thực hiện. Hiện nay, trên địa bàn thành phố có khoảng 13 điểm ngập cục bộ nghiêm trọng khi mưa lớn [6].

Dựa vào những đánh giá trên có thể thấy, việc đưa vào áp dụng giải pháp thoát nước bền vững song song với việc

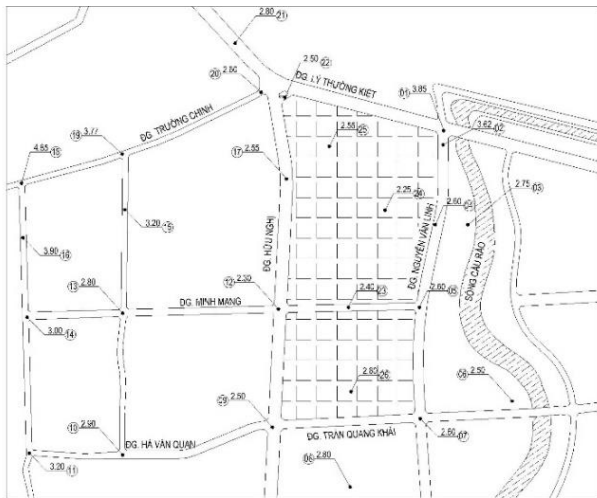
triển khai xây dựng hệ thống thoát nước truyền thống là một phương án khả thi. Phân bổ nguồn kinh phí hợp lý cho các lưu vực thoát nước quan trọng nhằm giảm số điểm nguy cơ ngập úng cục bộ. Các giải pháp thoát nước bền vững sẽ giảm thiểu áp lực cho hệ thống thoát nước đô thị qua đó giảm thiểu ngập. Sau đây là một số giải pháp đề xuất áp dụng tại thành phố Đồng Hới bao gồm:

- Cải tạo vỉa hè thấm đối với các tuyến phố ngập úng cục bộ;
- Xây dựng các bể chứa nước mưa ngầm ở khu vực công cộng;
- Tạo các hồ điều hòa, các vùng đệm thoát nước trước khi đổ nước mưa ra sông ở các khu đô thị quy hoạch mới.

Đây là các giải pháp giúp giảm lưu lượng đỉnh của dòng chảy vào cống thoát nước cũng như điều tiết dòng chảy thoát ra các dòng sông, đồng thời giúp bổ trợ nguồn nước dưới đất, cung cấp khả năng tái sử dụng nước mưa và tạo không gian, cảnh quan đô thị cho thành phố Đồng Hới thân thiện với môi trường.

3.1.2. Áp dụng đối với khu đô thị Đông Bắc đường Hữu Nghị, thành phố Đồng Hới

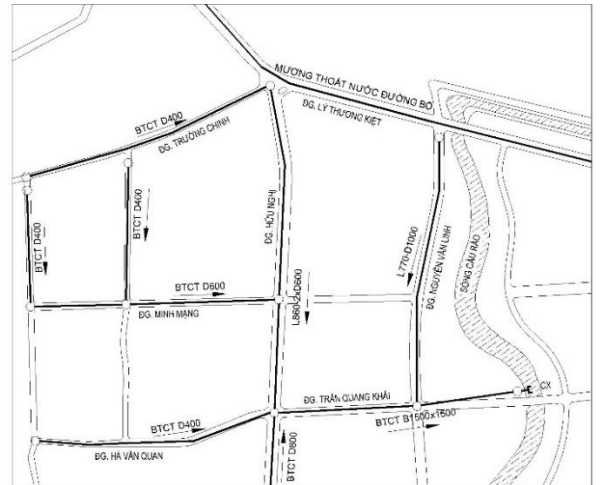
Đây là khu đô thị đã xây dựng từ lâu, mật độ xây dựng và dân cư sinh sống cao. Địa hình trong đô thị tương đối bằng phẳng, độ dốc thấp, tuy nhiên lại là vùng trũng so với các khu vực xung quanh, là điểm thoát nước địa hình của các khu vực xung quanh.



Hình 2. Mặt bằng và cao độ nền khu đô thị nghiên cứu

Khu đô thị có 2 tuyến cống thoát nước mưa chính là tuyến cống bê tông cốt thép (BTCT) đường kính D600 đường Hữu Nghị và tuyến cống BTCT D1000 đường Nguyễn Văn Linh. Qua kiểm tra tính toán theo TCVN 7957:2023 [7] cho tuyến cống chính thì hiện nay tuyến cống BTCT D600 đường Hữu Nghị chịu áp lực về thoát nước rất lớn, lưu lượng đổ về vượt quá khả năng truyền tải của tuyến cống dẫn đến việc thoát nước không kịp thời, gây ngập úng cục bộ trong khu vực khi mưa lớn. Các tuyến đường ngõ xóm trong khu vực, hệ thống thoát nước mưa mặt đường thu gom vào các tuyến cống nhỏ D200, một số tuyến đường trong khu đô thị chưa có tuyến cống thoát nước mưa, nước mưa chảy tràn theo địa hình. Còn trên tuyến đường Lý Thường Kiệt mương thoát nước mặt đường đã xuống cấp, nhiều vị trí hư hỏng, sập, bị vùi lấp trong quá trình thi công

via hè và xây dựng của các hộ gia đình do đó hệ thống này không đảm bảo hiện quả thoát nước mặt đường.



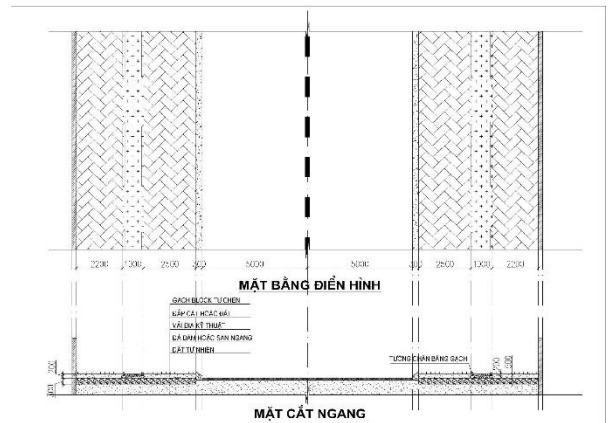
Hình 3. Hiện trạng hệ thống các tuyến cống chính thoát nước mưa trong khu vực nghiên cứu

Dựa vào điều kiện khu đô thị và nhằm giảm thiểu ngập úng cho khu vực này, nhóm nghiên cứu đề xuất 2 giải pháp thoát nước mưa theo hướng bền vững cho khu đô thị bao gồm: cải tạo vỉa hè thấm và xây dựng bể chứa ngầm.

3.2. Tính toán áp dụng giải pháp thoát nước mưa theo hướng bền vững cho khu đô thị Đông Bắc đường Hữu Nghị, thành phố Đồng Hới

3.2.1. Tính toán hệ thống bề mặt thấm trên vỉa hè tuyến đường Hữu Nghị

Giải pháp đưa ra là thay thế đá lát vỉa hè bằng gạch block tự chèn có khả năng thấm nước, đồng thời xây dựng thiết kế dải trồng cây tăng khả năng thấm nước của vỉa hè. Các lớp kết cấu đề xuất bao gồm: gạch block tự chèn hoặc dải cây trồng; lớp đất hoặc cát phủ trồng cây 200 mm; lớp lót vải địa kỹ thuật; lớp đá cấp phối 4x6 hoặc sạn ngang với chiều cao 300 mm có độ rỗng thường là n=0,3 làm tầng trữ nước; lớp đất tự nhiên.



Hình 4. Thiết kế đề xuất cải tạo vỉa hè

Theo "The SUDS Manual C753" do Hiệp hội CIRIA (Construction Industry Research and Informatin Asociation) ban hành năm 2015, mực nước lớn nhất trong hệ thống thấm bề mặt (h_{max}) được xác định như sau:

$$h_{max} = \frac{D \times (R \times i - k')}{n}$$

Trong đó:

+ D: thời gian của trận mưa thiết kế với chu kỳ lặp lại trận mưa tính toán tại khu vực (giờ).

+ i: cường độ mưa tính toán (m/h), $i=0,00036 \times q$ với q (l/s.ha): cường độ mưa theo thể tích trong thời gian D

$$q = \frac{A \times (1 + C \times \log P)}{(60 \times D + b)^n} = \frac{2230 \times (1 + 0,48 \times \log P)}{(60 \times D + 15)^{0,62}}$$

+ R: tỉ lệ diện tích bề mặt thoát nước trên diện tích bề mặt thấm, $R=A_b/A_D$ (A_b : diện tích bề mặt thấm; A_D : diện tích bề mặt thoát nước). Do thiết kế hoàn toàn bằng gạch block tự chèn thấm và dải trồng cây nên $R=1$.

+ k': hệ số thấm tính toán, $k'=k/F$ (k: hệ số thấm – do không đủ các thử nghiệm nên lấy hệ số thấm thấp nhất là $k=7,3 \times 10^{-6}$ (m/s); F: hệ số an toàn được xác định theo Bảng 2.

Bảng 2. Hệ số an toàn F

Diện tích khu vực thoát	Kết quả của ảnh hưởng		
	Không có nguy hại hoặc bất tiện	Nguy hại nhỏ đến vùng bên ngoài hoặc bất tiện	Thiệt hại cho nhà cửa hoặc kết cấu hoặc bất tiện nghiêm trọng
< 100 m ²	1,5	2	10
100-1000 m ²	1,5	3	10
> 1000 m ²	1,5	5	10

+ n: độ rỗng lấp đầy của tầng trữ nước.

Và thời gian tháo cạn 1/2 lượng nước trữ trong hệ thống thấm bề mặt được tính như sau:

$$T_{1/2} = \frac{n \times h_{max}}{2 \times k'}$$

Với chu kỳ lặp lại trận mưa tính toán P=2 năm, kết quả tính toán như Bảng 3.

Bảng 3. Mực nước lớn nhất trong hệ thống thấm bề mặt h_{max} và thời gian tháo cạn

TT	D (h)	i (m/h)	h_{max}	$T_{1/2}$ (h)
1	0,25	0,11153	0,078	0,668
2	0,5	0,08674	0,115	0,985
3	0,75	0,07257	0,138	1,182
4	1	0,0632	0,152	1,301
5	2	0,04389	0,176	1,507
6	2,5	0,03876	0,177	1,515
7	3	0,03495	0,174	1,49
8	6	0,0233	0,116	0,993

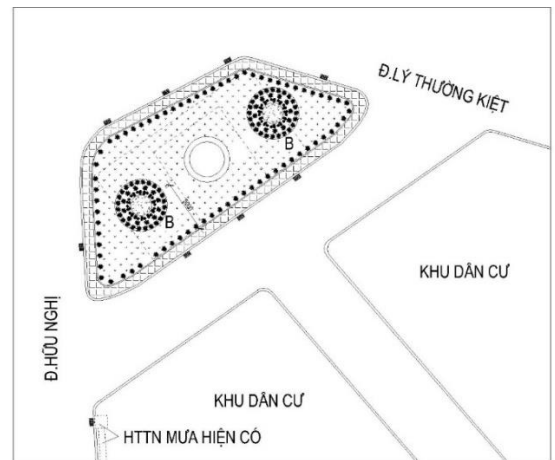
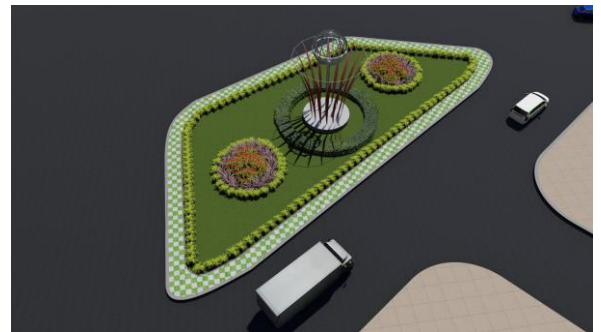
Qua tính toán trên có thể thấy, mực nước lớn nhất trong hệ thống thấm đạt cực đại 0,177 m trong thời gian thiết kế là 2,5h. Chiều sâu tầng trữ nước theo thiết kế là 300 mm đảm bảo được yêu cầu thiết kế. Thời gian tháo cạn 1/2 lượng nước lưu trữ trong hệ thống tối đa là 1,515 giờ. Với chiều dài toàn tuyến là 800m (trừ các khoảng giao cắt đường) thì lượng nước tối đa có thể lưu trữ trong vỉa hè là:

$$V = b \times L \times h \times n = 5,7 \times 800 \times 0,3 \times 0,3 = 410,4 \text{ (m}^3\text{)}$$

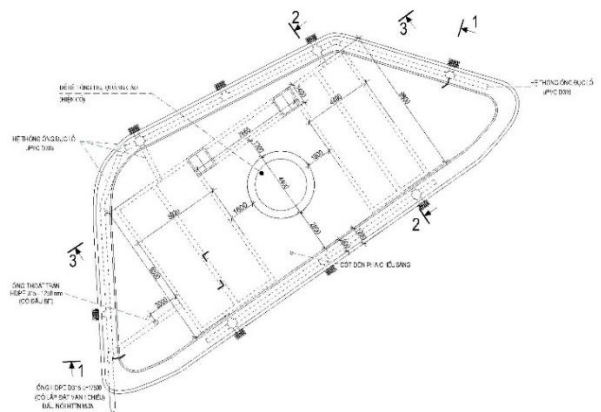
3.2.2. Tính toán bể chứa nước mưa ngầm:

Lựa chọn giải pháp thiết kế bể ngầm chứa nước mưa tại khu vực hoa viên tại ngã giao đường Hữu Nghị và Lý Thường Kiệt. Khu vực hoa viên có diện tích 352 m² phân vỉa hè đã lát gạch terrazzo và trồng cây cảnh, có hệ thống điện trang trí ở giữa. Khu vực ngã tư này có ao

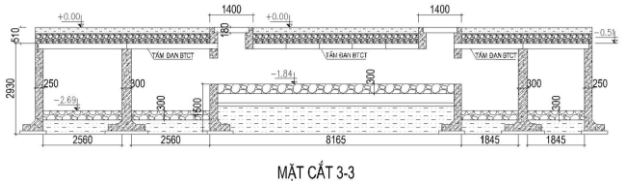
trình thấp hơn các khu vực xung quanh nên tập trung lượng nước mưa chảy tràn từ đường Trường Chinh, Lý Thường Kiệt và các khu dân cư xung quanh đổ về lớn. Mặt khác hiện trạng hiện nay xung quanh hoa viên không có các cửa thu nước mưa nên đây là vị trí thường xuyên bị ứ đọng nước mưa.



Hình 5. Khu vực hoa viên tại ngã giao đường Hữu Nghị và Lý Thường Kiệt



Hình 6. Mặt bằng thiết kế bể chứa ngầm lưu trữ nước mưa



Hình 7. Mặt cắt thiết kế bể chứa ngầm lưu trữ nước mưa

Lựa chọn cải tạo bề mặt hoa viên thành bề mặt thấm nước bao gồm: phân vỉa xung quanh lát gạch block tự thấm và tạo khu vực trồng cây. Phần xung quanh hoa viên bố trí các cửa thu nước và hệ thống ống dẫn vào bể chứa ngầm

được xây dựng. Bể chứa ngầm đề xuất xây dựng với kích thước bề là: $(5,42+3,99) \text{ m} \times 9,3 \text{ m} \times 2 \text{ m}$, với dung tích bề là 175 m^3 . Với dung tích bề chứa này có thể phục vụ để thu nước bề mặt trên diện tích là 2.000 m^2 . Diện tích bề chứa là $87,5 \text{ m}^2$. Phần đáy bể chứa được thiết kế là các lớp đá cấp phối, sạn ngang đảm bảo khả năng tháo cạn nước khỏi bể chứa. Ngoài ra, để đảm bảo hiệu quả cho xử lý vấn đề nước ứ đọng tại khu vực hoa viên sau khi mưa lớn, thiết kế đường ống kết nối bể chứa ngầm với hệ thống thoát nước mưa hiện có trên đường Hữu Nghị.

Tính toán kiểm tra diện tích bể chứa ngầm:

$$F_{\min} = \frac{A_D \cdot i \cdot D}{n \cdot h + k \cdot D} \quad (\text{m}^2)$$

Trong đó:

- + h - chiều cao trữ nước, $h = 2 \text{ m}$;
- + A_D - Diện tích lưu vực thu nước, $A_D = 2.000 \text{ m}^2$;
- + i - Cường độ mưa tính toán, (m/h);
- + D - Thời gian mưa tính toán, (h);
- + n - Hệ số chứa nước hữu hiệu, $n = 1$;
- + k' - Hệ số thấm tính toán, (m/h), $k' = k/F$ (lấy hệ số thấm thấp nhất $k = 7,3 \times 10^{-6} \text{ m/s}$; hệ số an toàn $F = 1,5$).

Kết quả tính toán như Bảng 4.

Bảng 4. Kết quả tính toán diện tích bể chứa ngầm

TT	D (h)	i (m/h)	h_{\max} (m)	F (m^2)
1	0,25	0,11153	2	27,8
2	0,5	0,08674	2	43,2
3	0,75	0,07257	2	54,1
4	1	0,0632	2	62,7
5	2	0,04389	2	86,3
6	2,5	0,03876	2	94,8
7	3	0,03495	2	102,2

Qua tính toán trên có thể thấy bể chứa ngầm thiết kế chỉ có khả năng lưu trữ một phần nhỏ lượng nước mưa trong lưu vực phục vụ, khoảng 2000 m^2 .

Tuy nhiên ngoài mục đích làm giảm lưu lượng đỉnh của nước mưa vào hệ thống thoát nước cũng như giảm thiểu một phần cho hệ thống thoát nước, giải pháp thiết kế bể chứa nước mưa ngầm như trên còn tăng cường khả năng tái sử dụng nước mưa cũng như bổ sung nguồn nước ngầm.

Để đảm bảo hiệu quả hơn nữa đối với giải pháp bể chứa ngầm nước mưa và giảm thiểu áp lực cho hệ thống thoát nước đô thị có thể thiết kế thêm nhiều bể chứa trong khuôn viên các trụ sở hành chính trong khu vực khu đô thị Đông Bắc đường Hữu Nghị nói riêng và triển khai trên nhiều địa điểm công cộng trên toàn thành phố Đông Hới nói chung.

4. Kết luận

Thoát nước đô thị và chống ngập úng đang là một vấn đề lớn đối với các đô thị ở Việt Nam trong đó có thành phố Đông Hới. Do còn nhiều bất cập trong quy hoạch và xây dựng đồng bộ hệ thống thoát nước gắn liền với tốc độ phát triển của đô thị, đồng thời với các diễn biến khó lường của biến đổi khí hậu nên tình trạng ngập úng trong đô thị ngày càng phức tạp. Vì vậy, nghiên cứu và đề xuất giải pháp thoát nước mưa theo hướng bền vững là hết sức cần thiết

và phù hợp với tình hình thực tế hiện nay.

Về hiện trạng thoát nước đô thị hiện hữu của thành phố Đông Hới, hệ thống thoát nước đô thị chưa đồng bộ trong quy hoạch thoát nước, các tuyến cống cũ đã xuống cấp, thiết kế không còn đáp ứng được khả năng thoát nước mưa khi đô thị ngày càng phát triển,... cùng với các vấn đề về địa hình và đặc điểm khí hậu dẫn đến việc hiệu quả của hệ thống thoát nước mưa đô thị thành phố Đông Hới bị hạn chế, thường xuyên xảy ra ngập úng cục bộ trên địa bàn thành phố.

Về các cơ sở và các giải pháp thoát nước mưa theo hướng bền vững: đây là các giải pháp dựa vào các điều kiện tự nhiên nhằm kiểm soát và giảm thiểu ngập úng cục bộ đã được áp dụng và đạt được những thành công nhất định trên thế giới và tại Việt Nam. Ngoài hiệu quả về kiểm soát nước mưa và ngập úng cục bộ, các giải pháp thoát nước mưa theo hướng bền vững còn tăng cường khả năng tái sử dụng nước mưa, bổ trợ nguồn nước dưới đất cũng như góp phần cải tạo cảnh quan khu vực.

Về việc áp dụng các giải pháp thoát nước mưa theo hướng bền vững cho thành phố Đông Hới đã chỉ ra rằng, tuy các giải pháp thoát nước mưa theo hướng bền vững không thể xử lý triệt để vấn đề ngập úng cục bộ trong đô thị, nhưng cũng góp phần làm giảm thiểu áp lực cho hệ thống thoát nước hiện nay khi các vấn đề về nâng cấp hệ thống thoát nước đô thị còn gặp nhiều khó khăn. Đồng thời, việc đưa vào quy hoạch chung và nhân rộng các giải pháp này sẽ ngày càng cải thiện hiệu quả thoát nước mưa cho các đô thị nói chung và tại thành phố Đông Hới nói riêng

Để tăng cường giải quyết các vấn đề về thoát nước và ngập úng đô thị ngoài việc cần xây dựng đồng bộ cũng như cải tạo hệ thống các tuyến cống thoát nước truyền thống thì cũng cần tiếp tục nghiên cứu các giải pháp thoát nước mưa đô thị theo hướng bền vững ứng với thực tế tại từng địa phương, tiến hành thực hiện các thí điểm nghiên cứu để xác định hiệu quả thực tế. Ngoài ra, các văn bản pháp quy, tiêu chuẩn, quy chuẩn xây dựng cần được ban hành nhằm cụ thể hóa định hướng và đưa vào quy hoạch chung trong xây dựng các giải pháp có hiệu quả đối với từng khu vực, từng địa phương.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), "Adaptation to climate change in Vietnam. Assessment and adaptation solutions in urban areas", 2018.
- [2] Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), "Assessing Vietnam's adaptation to urban flooding and drainage management under the impact of climate change", 2020.
- [3] L. T. Lam and T. V. Dung, "Sustainable urban drainage - Orientation and urgent drainage solutions for Da Nang city", *Journal of Urbanism and Development*, No 63, pp 25-30, 2016.
- [4] V. T. Ninh, "Applying sustainable drainage solutions in coastal and island urban planning", *Construction Planning Magazine*, No. 105, pp 11-16, 2020.
- [5] P. N. Duy and N. A. Tuan, "Urban elasticity (Ability to recover quickly). An integrated approach can be applied to Ho Chi Minh City - Huge urban area near the sea in Vietnam - Minimize the impact of flooding", *Construction Planning Magazine*, No. 105, pp 7-12, 2020.
- [6] Department of Statistics, *Da Nang City Statistical Yearbook 2022*, 2023.
- [7] Ministry of Natural Resources and Environment, *Drainage and Sewerage - External Networks and Facilities - Design Requirements*, VNTR 7957:2023/MONRE, 2023.